11-1660026-000029-10

2016
신임교육과정

소방전술 I (화재2)

- 현장안전관리
- 소화약제
- 화재조사실무
- 위험물 성상
- 소방시설공사업법

소방교육훈련발전위원회

2016년 신임교육과정

제1편 현장안전관리
제2편 소화약제
제3편 화재조사실무
제4편 위험물생성
제5편 소방시설공사업법

목 차

제1편 현장안전관리

제1장 안전관리의 기본 ····· 3

제1절 안전의 원리 ····· 3

제2절 재해와 사고 ····· 6

제2장 소방활동 안전관리 ····· 8

제1절 소방활동의 특성 ····· 8

제2절 소방활동과 안전 ····· 12

제3절 안전관리의 필요성 ····· 13

제4절 기업과 소방조직의 안전관리 차이 ····· 14

제5절 소방 안전관리의 특성 ····· 14

제3장 재해의 원인 ····· 16

제1절 위험의 요인 ····· 16

제2절 불안전한 상태와 불안전한 행위 ····· 17

제3절 재해(사고)발생 이론 ····· 21

제4장 재해예방 및 조사 ····· 29

제1절 재해예방 대책 ····· 29

제2절 재해(사고) 조사 ····· 31

제5장 안전교육 ····· 35

제1절 안전교육의 개관 ····· 35

제2절 위험예지훈련 ····· 44

제6장 신체의 적합성과 체력증진계획 ····· 54

제1절 소방업무와 신체능력과의 적합성 ····· 54

제2절 소방대원의 체력증진계획 ····· 63

제3절 스트레스(Stress)의 예방 및 관리 ····· 69

제7장 훈련시의 안전 ····· 74

제1절 소방공무원의 교육훈련과 안전 ····· 74

제2절 훈련시의 잠재적 위험요인의 발견 ····· 75

제8장 소방차량운행 등의 안전 ····· 79

제1절 안전운행의 의의 및 주요 고려요소 ····· 79

제2절 안전한 운전기법과 방어운전 ····· 82

제3절 안전운행을 위한 환경적인 고려요소 ····· 88

제9장 화재현장에서의 안전 ····· 91

제1절 화재현장에서의 안전과 표준작전절차(SOP) ····· 91

제2절 안전담당간부(안전담당관)의 지정과 활용 ····· 93

제3절 붕괴사고의 예방과 현장활동단계별 전술적 고려사항 ····· 94

제4절 화재의 성장단계별 주요 화재현상의 이해와 대응 ····· 98

제5절 인명구조활동시의 안전 ····· 104

제10장 소방활동과 보호구 ····· 114

제1절 보호구의 개요 ····· 114

제2절 소방용 보호구 ····· 117

부록 1. 소방현장안전관리지침 ····· 123

2. 교육훈련용시트(Sheet) ····· 145

제2편 소화약제

제1장 소화약제의 개요 ····· 171

제1절 소 화 ····· 171

제2절 소화약제의 조건 ····· 171

제3절 소화약제의 분류 ····· 172

제2장 소화약제로서의 물 ····· 174

제1절 개 요 ····· 174

제2절 물의 물리적 성질 ····· 174

제3절 물의 화학적 성질 ····· 176

제4절 물의 주수 형태 ····· 176

제5절 물소화약제의 첨가제 ····· 177

제6절 소화 효과 ····· 179

제7절 특수 화재와 물 ····· 180

제3장 포(泡) 소화약제 ····· 182

제1절 개 요 ····· 182

제2절 포 소화약제의 종류 ····· 182

제3절 공기포 소화약제 ····· 185

제4절 소화 효과 및 적응 화재 ····· 188

제4장 이산화탄소 소화약제 ····· 191

제1절 개 요 ····· 191

제2절 소화 효과 ····· 192

제3절 소화 농도 ····· 193

제4절 적응 화재 ····· 195

제5절 사용 제한 및 독성 ····· 195

제5장 할로겐화합물 소화약제 ····· 197

제1절 개 요 ····· 197

제2절 종류 및 특성 ····· 200

제3절 소화 기구(extinguishing mechanism) ····· 201

제4절 적응 화재 ····· 202

제5절 소화 농도 ····· 203

제6절 Halon의 오존층 파괴 ····· 204

제7절 청정 소화약제 ····· 205

제6장 분말 소화약제 ····· 214

제1절 개 요 ····· 214

제2절 종류 및 특성 ····· 215

제3절 소화 효과 ····· 223

제4절 적응 화재 ····· 225

제3편 화재조사실무

제1장 화재조사의 개요 ····· 229

제1절 화재의 정의 ····· 229

제2절 화재조사의 의의 ····· 232
제3절 화재조사의 목적 ····· 233
제4절 화재조사의 특징 ····· 234
제5절 화재조사의 공식발표 ····· 237
제6절 화재의 위험성 및 추세 ····· 238

제2장 화재조사의 방법 ····· 239

제1절 과학적인 방법 ····· 239
제2절 화재원인 조사 절차 ····· 241
제3절 화재피해조사 방법 ····· 242

제3장 화재조사 관련 법률 ····· 245

제1절 소방기본법 ····· 245
제2절 소방기본법 시행규칙 ····· 252
제3절 화재조사 및 보고규정 ····· 254

제4장 화재조사 서류 ····· 268

제1절 화재조사 서류의 개념 ····· 268
제2절 화재발생종합보고서 ····· 270
제3절 화재현장조사서 ····· 272

참고자료 ····· 277

제4편 위험물성상

제1장 위험물 기초이론 ····· 281

제1절 위험물 개요 ····· 281
제2절 위험물 화학 ····· 290

제3절 위험물의 위험성 ····· 314
제4절 위험물 성상 판정 ····· 317

제2장 위험물 유별 성상 ····· 321

제1절 제1류 위험물(산화성고체) ····· 321
제2절 제2류 위험물(가연성고체) ····· 340
제3절 제3류 위험물(자연발화성물질 및 금수성물질) ····· 359
제4절 제4류 위험물(인화성액체) ····· 377
제5절 제5류 위험물(자기반응성 물질) ····· 421
제6절 제6류 위험물(산화성 액체) ····· 445

제3장 위험물 사고 대응요령 ····· 451

1. 현장 도착 전 파악해야 할 사항 ····· 451
2. 현장접근 ····· 451
3. 현장보안 ····· 452
4. 위험성 확인 ····· 452
5. 상황평가 ····· 453
6. 도움요청 ····· 454
7. 현장진입 결정 ····· 454
8. 사고대응 ····· 456
9. 기타 주의사항 ····· 458

제4장 위험물 분류 및 표지에 관한 기준(GHS) ····· 459

제1절 GHS란 무엇인가? ····· 459
제2절 주요내용 및 표시방법 ····· 461

제5편 소방시설공사업법

제1장 소방시설공사업법의 제정 ····· 467

제1절 소방시설공사업법의 제정배경 ····· 468

제2절 주요골자 ····· 468

제3절 소방시설공사업법의 구성 ····· 469

제4절 이 법의 규정체계 ····· 470

제2장 총 칙 ····· 471

제1절 목 적 ····· 471

제2절 정 의 ····· 473

제3절 다른 법률과의 관계 ····· 475

제3장 소방시설업 ····· 476

제1절 소방시설업의 등록 ····· 477

제2절 과징금 ····· 506

제4장 소방시설공사 ····· 510

제1절 설 계 ····· 512

제2절 시 공 ····· 514

제3절 감 리 ····· 526

제4절 도 급 ····· 538

제5절 소방시설업의 공사제한 ····· 544

제6절 소방기술용역의 대가기준 ····· 545

제7절 시공능력평가 및 공시 ····· 546

제5장 소방기술자 ····· 548

제1절 소방기술자의 의무 ····· 549
제2절 소방기술 경력 등의 인정 등 ····· 551
제3절 소방기술자의 실무교육 ····· 555

제6장 소방시설업자협회 ····· 559

제1절 소방시설업자협회 ····· 559

제7장 보 칙 ····· 561

제1절 감 독 ····· 561
제2절 청 문 ····· 565
제3절 권한의 위임 · 위탁 등 ····· 566
제4절 수수료 등 ····· 568

제8장 벌 칙 ····· 570

1. 행정벌의 의의 ····· 570
2. 행정벌의 종류 ····· 571
3. 의 의 ····· 573
4. 과태료부과절차 ····· 573
5. 양벌규정 ····· 574
6. 행정벌과 행정처분 ····· 575

제9장 부 칙〈법률 제11782호, 2013.5.22〉 ····· 576

1. 시행일 ····· 577
2. 경과조치 ····· 577
3. 다른 법령과의 관계 ····· 578

1편 현장안전관리

01 안전관리의 기본

02 소방활동 안전관리

03 재해의 원인

04 재해예방 및 조사

05 안전교육

06 신체의 적합성과 체력증진계획

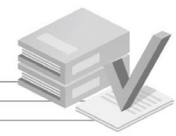
07 훈련시의 안전

08 소방차량운행 등의 안전

09 화재현장에서의 안전

10 소방활동과 보호구

11 부 록



소방전술 Ⅰ(화재 2)

제1장 안전관리의 기본

제1절 안전의 원리

1. 안전(安全)의 의의

가. 안전의 정의

『안전(安全)』이란 용어는 여러 가지 뜻으로 통용, 해석되고 있어 한마디로 축약하여 정의하기에는 무척 광범위하다. 예를 들면 안전보장이라고 하는 경우의 안전은 안전관리의 그것과는 의미가 다르다. 그러나 안전공학(安全工學) 측면에서의 안전의 의의를 살펴보면『안정되며 위험하지 않은 상태를 말할 뿐만 아니라 그것이 완전한 상태에 달해 있고, 재차 부족한 일이 없는 상태』를 말하는 것으로 정의되고 있다. 이것이 뜻하는 것은 재앙이나 위험이 실제로 없는 것을 의미할 뿐만 아니라 인간이 상해를 받거나 또는 받을 걱정이 없는 것, 사물이 손해나 손상을 입거나 또는 그 우려가 없는 것을 말하는 것이다.

그러므로 소방활동에 있어서 안전이 달성되었다고 하는 것은『현장 소방활동시 대원이 상해를 당하거나 그 위험이 없고, 장비, 용수시설 등이 손해・손상을 받지 않으며, 또 앞으로도 받을 우려가 없는 상태로 잘 관리되고 있는 이상적 상태』를 뜻한다고 할 것이다.

따라서 소방활동에서의『안전관리(安全管理)』란『화재진압, 구조・구급, 재난수습 등 현장소방활동 임무수행시 사고가 발생하지 않는 상태를 유지하여, 소방공무원의 신체와 소방장비 등을 보호하기 위한 제반활동』이라고 정의할 수 있다.

나. 안전에 영향을 주는 요소

어느 누구라도 위험으로부터 자유로울 수는 없다. 항상 일상생활은 우리에게 언제나, 어디서나 잠재적인 위험발생 요인을 포함하고 있다. 그러므로 안전한 삶의 질서를 파괴하는 위험을 줄이기 위하여 안전을 실행하는데 필요한 4가지 행동 요인을 살펴보면,

첫째, 행동자의 활동에 대한 이해

둘째, 행동자의 능력 수준

셋째, 행동자의 직·간접적 상태

넷째, 현장의 환경 및 분위기를 들 수 있는데 위의 4가지 요인을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 활동에 대한 이해(활동 자체에 대한 어려움)

현장활동 임무수행에 앞서, 그 활동에 어떤 위험성이 잠재되어 있고 수반되는지를 이해하고 활동하여야 한다. 즉 「현장 활동의 위험성은 어느 정도이고, 그 위험에는 어떻게 대응해야 안전이 확보될 수 있는가?」등의 활동에 대한 철저한 지식과 이해가 필요하다.

(2) 행동자의 능력 수준

개인의 현장적응에 대한 기술이나 능력 미달은 종종 사고 발생의 큰 원인이 되고 있으며 육체적 한계 역시 행동에 영향을 미칠 수 있다.

충분한 지식, 기술의 능력 없이는 누구도 안전하게 행동할 수 없다는 것이 각종 사고발생의 원인을 분석한 결과가 이를 입증하고 있다.

(3) 행동자의 직·간접적 상태

행동자의 정신적·신체적 상태는 끊임없이 변화한다. 따라서 순간의 상황대응요구가 인간의 자기능력보다 더 클 때 각종 안전사고가 발생한다. 그러므로 인간의 정신적, 신체적 리듬을 결정하는 태도와 감정, 즉 활동자의 정신적·신체적인 직·간접적 실태는 인간의 행동을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 이러한 심리적 요소들은 행동의 실행을 유리하게 하거나, 정상적으로 개인의 안전을 상실하게 하기도 하고, 무분별한 태도로 행동하게 하는 원인이 되기도 한다.

(4) 현장의 환경 및 분위기

환경 및 분위기는 자연적인 요소와 행동하는 인간에 의한 인적 요소들을 포함한다. 환경 및 분위기는 결과에 긍정적인 요소로 작용할 수도 있고, 부정적인 영향을 줄 수도 있다.

직·간접적으로 불안전한 상황으로 이끄는 자연환경 요소는 비, 눈, 먼지, 얼음, 바람, 추위와 더위 등이 있다. 인적 환경요소는 집, 이웃, 직장, 책임자(지휘자), 그리고 매일 사용하는 장비와 기계 등을 포함한다. 이러한 자연적·인적 환경 요소는 개인의 안전을 감소시킬 수도 있지만 때론 증진시킬 수도 있다.

2. 안전관리(Safety management)란?

가. 안전관리의 정의

산업안전 측면에서는 "생산성의 향상과 손실(Loss)의 최소화를 위하여 행하는 것으로 비능률적 요소인 사고가 발생하지 않는 상태를 유지하기 위한 활동, 즉 재해로부터 인간의 생명과 재산을 보호하기 위한 계획적이고 체계적인 제반 활동"을 말한다.

『재난 및 안전관리 기본법』상 안전관리란 "시설 및 물질 등으로부터 사람의 생명·신체 및 재산의 안전을 확보하기 위하여 행하는 모든 활동"이라고 정의하고 있다.

나. 안전관리의 목표

(1) 인명존중

안전관리의 기본 목표는 말할 것도 없이 인명존중의 휴머니즘, 즉 인도적 신념의 실현이다. 안전관리는 휴머니즘을 토대로 하여 행해진다.

인류의 생산기술은 옛날부터 마이크로일렉트로닉 시대를 맞이한 오늘날까지 끊임없이 발달하여 사회조직, 경제기구, 노동양상 등에 영향을 미치게 했지만 어느 시대에서도 항상 인간의 복지증진을 도모하기 위한 것이었다.

큰 이익 때문에 재해를 용납한다고 하는 논리, 위험한 재해현장에서 소방활동을 하기 위해서 소방대원의 상해는 어느 정도 감수해야 되지 않느냐는 논리는 인정되지 않는다. 인명존중과 인도적 신념이야말로 안전관리활동의 핵심이 아니면 안 되기 때문이다.

(2) 안전한 소방활동

기업은 이익창출을 위하여 생산관리 등을 한다. 그런데 재해・사고는 작업능률을 저해하는 중요한 인자이다. 안전관리 활동은 생산현장의 정상적인 진행을 방해하거나 일정기간 작업을 불가능하게 하는 재해・사고를 방지한다.

소방은 국민의 생명과 재산보호를 위한 효율적인 소방활동을 추구하고 있다. 따라서 현장활동시 대원의 안전사고는 화재방어 활동의 신속・효율성을 저해하여 결과적으로 국민의 생명과 재산에 손실을 미치게 하는 것과 다름이 아니다.

그러므로 소방장비, 방어행동 등의 안전화는 소방활동의 능률을 향상시키고 대국민 서비스를 향상시키는 것이 된다. 이것은 또 소방안전관리의 테마이기도 하다.

(3) 사회적 신뢰확립

기업의 사회적 신용도를 결정하는 중요한 요소로 안전관리의 문제가 대두되고 있다. 항공기 추락 사고를 자주 일으켰던 회사나 유해물질을 방류했던 어느 회사의 사회적 신용도는 확실히 떨어져 그 회복에는 상당한 노력과 고생이 필요하였다. 안전에 엄격하지 못한 기업에 대한 사회적 제재가 엄격해지고 있는 것이다.

마찬가지로 국민의 생명과 재산보호를 사명으로 하고 있는 소방조직에서 오히려 자체사고(재해)가 자주 발생한다고 하면, 그것을 보는 국민의 시각은 소방조직에 대한 믿음과 신뢰의 저하라 할 것이다.

제 2 절 재해와 사고

1. 재해와 사고(Accident)의 정의

안전관리 면에서의 재해의 정의를 정확히 말한다면 ILO의 "국제노동통계가 회의"에서 채택한 것으로, 즉 「재해란 사람(근로자)이 물체, 물질 혹은 타인과 접촉하든 또는 사람이 물체 혹은 어떤 환경 조건하에 놓이든지, 또는 사람의 행동에 따라 그 결과로 인해 사람의 상해를 동반하는 사건이다」라고 하는 것이다.

한편 사고라는 의미는 무엇인가. 미국의 안전 권위자인 R.P. Blake는 「사고란 당면하는 사상의 정상적인 진행을 저지 또는 방해하는 사건이다.」 라고 정의하고 있다.

이것은 좀 광의의 정의이며, 상해 유무를 논하지 않고, 예정대로 일이 진행되지 않는 어떠한 사건에 부딪힌 사실을 말하기 때문에, 예로 교통마비로 어떤 목적지에 도착하지 못했어도 이 정의에서 말하는 사고이다.

그러나 안전관리에서의 사고는 이것보다는 좁다. 화재현장에서 공기호흡기 사용중에 용기의 개폐변이 외부 충격으로 파손되면 소방대원이 호흡에 지장을 받아 상해를 받는다. 이 경우 개폐변이 파손된다고 하는 사건을 「사고」라고 부르고, 소방대원이 호흡에 지장을 받아 상해를 받았다는 사건이 재해이다. 만약 소방대원이 그 즉시 탈출하여 상해를 입지 않았다면 「부품의 파손」이라는 사고일 뿐이다.

그러므로 안전관리의 대상으로 하는 사고는「당면하는 사상의 정상적인 진행을 저지 또는 방해함으로써 사람에게 상해의 위험을 일으키게 하는 사건」이라고 정의할 수 있다.

2. 안전사고란?

「안전」이란 사고가 없거나 재해가 없는 상태를 나타낸다. 따라서 「안전사고」란 고의성이 없는 어떤 불안전한 행동이나 조건이 선행되어, 일을 저해하거나 또는 능률을 저하시키며 직접 또는 간접적으로 인명이나 재산의 손실을 가져올 수 있는 사건을 말한다.

3. 재해의 범위

재해라는 것은 상해의 유무나 그 정도를 가지고 구분하거나 판가름하는 것이 아니라는 사실을 명심해야만 한다. 오히려 현실적으로 무상해 재해로 나타나는 것이 상해재해보다 발생 확률로서 약 8배~32배가 많다는 것이 재해통계이론의 정설이다. 따라서 비록 상해를 받지 않는 무상해의 사고라도 일단 발생된 사상(事象)은 전부 재해로서 파악하고 그에 알맞은 재해대책을 강구하는 것이 안전관리의 중대한 과제라 할 것이다.

즉 재해라고 하는 결과의 크기에만 집착하여 사고의 중대성을 평가하는 것은 잘못이며 안전의 기본은 사고 그 자체를 방지하는 것이 되어야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제2장 소방활동 안전관리

제 1 절 소방활동의 특성

1. 순직 · 공상자 발생 현황

소방조직은 국민의 생활안전 욕구와 비례하여 그 활동영역이 확대됨에 따라 위험이 잠재하는 각종 재난현장에서 재난대응 · 수습의 최일선에서 활동하고 있다. 때문에 소방공무원 안전사고의 위험이 증가하여 매년 다수의 공사상자가 발생하고 있는 실정이다.

2001년 3월 서울 홍제동 주택화재시 붕괴사고로 6명 순직과, 2008. 8. 20. 서울 은평구 나이트클럽 화재에서 천정부 붕괴로 3명 순직, 2010. 12. 3. 서울 송파구 잠실대교 남단에서 수난구조작업 중 구조보트가 전복되어 2명 순직, 2011. 12. 3. 경기 평택시 서정동 침대전시장에 화재진압 중 2층 건물 붕괴로 2명이 순직하는 등 예측할 수 없는 재난환경 변화로 매년 끊임없이 사고가 발생하여 다시 한 번 "안전이 최우선이다." 라는 안전의식과 교육의 중요성을 일깨워 주었다.

최근 5년간 총 1,629건의 공사상자 유형으로 화재진압이 362건으로 22.3%였으며, 그 외 구급이 376건으로 23.1%, 구조가 163건으로 10.0%, 교육훈련이 153건으로 9.3%를 차지하였으며 기타가 575건으로 35.3%를 차지하였다.

○ 최근 5년간 공사상자 발생현황[1](업무유형별)

1) 2015 소방행정자료 및 통계(국민안전처 2015. 1. 1 현재)

구 분	계	비율	’ 10	’ 11	’ 12	’ 13	’ 14
총 계	1,629	100.0%	348	363	292	294	332
화재진압	362	22.3%	90	75	64	64	69
구조	163	10.0%	41	31	24	24	43
구급	376	23.1%	79	89	61	67	80
교육훈련	153	9.3%	29	28	31	29	36
기타	575	35.3%	109	140	112	110	104

또한 최근 5년간 발생한 총 33건의 순직사고를 살펴보면, 한해 평균 6.6명의 순직자가 발생하고 있다.

❍ 최근 5년간 순직자 발생현황

구 분	계	평균	’ 10	’ 11	’ 12	’ 13	’ 14
합 계	1,629	325.8	348	363	292	294	332
순 직	33	6.6	8	8	7	3	7
공 상	1,596	319.2	340	355	285	291	325

❍ 2014년도 공사상자 발생현황

구 분		합 계	화 재	구 조	구 급	교육훈련	지원활동	예방활동	체력단련	출퇴근	기타
합계	인원	332	69	43	80	36	8	5	14	19	58
	비율	100%	20.7%	13.0%	24.1%	10.8%	2.4%	1.5%	4.2%	5.7%	17.5%
순직		7	1	5		1					
공상		325	68	38	80	35	8	5	14	19	58

2014년도 공사상자 현황을 살펴보면, 전체 332건 중 화재에서 69명, 구조에서 43명, 구급에서 80명, 교육훈련에서 36명, 지원활동으로 8명 등 공사상자가 발생하였다.

위와 같은 추세는 화재뿐만 아니라 구조・구급 등 소방행정의 수요 증가와 비례하여 증가한다는 것을 알 수 있으며, 앞으로도 자연재난과 사회재난 현장에서 활동하는 소방공무원이 각종 위험에 노출될 것으로 예상되어 소방활동시 안전사고방지를 위한 대책 마련이 중요한 과제로 제기되고 있다.

이와 같이 소방공무원의 안전사고를 방지하고 재난현장에서 신속하고 효율적으로 대응할 수 있도록 부족한 인력충원, 노후장비 개선, 현장대원안전시스템 구축 등이

절실하다. 또한 소방안전에 대한 투자는 국민의 생명을 지키고 재산을 보호라는 결과로 나타나는 만큼 대국민 소방정책 홍보와 노력이 필요할 것이다.

2. 소방활동의 특수성

가. 확대 위험성과 불안정성

재해는 예고 없이 돌발적으로 발생하고 항상 상태변화의 연속으로 예측이 극히 곤란하다. 또한 인적・물적 피해의 확대 위험성을 수반하며 급속하게 진행되므로 대상물이 불안정한 특성이 있다.

소방기관은 인명이나 재난피해의 방지를 위하여 즉시 행동을 개시하지만 대응이 늦으면 심각한 사태로 발전할 가능성이 높아 인명 및 재산피해가 확대되는 것이다.

이와 같이 확대위험성이 있는 소방활동은 일반 사업장에서의 안전사고가 일과성 위주인 것과 비교할 때, 소방 현장활동은 위험사태 발생 후 현장임무 수행이라는 양면성이라는 다른 특징을 갖고 있다.

또한 재해를 당한 대상물은 건물이 구조적 피해를 받고 있기 때문에 정상적인 상태나 기능을 잃고 안전성을 결한 불안정한 상태로 이어지게 된다.

나. 활동 장해

재해현장에는 소방대원의 행동을 저해하는 각종 요인이 있다. 출동시에는 도로상 교통혼잡과 주차위반 차량 등으로 인하여 현장 도착이 지연되고, 화재현장에서의 화염, 열기, 연기 등으로 활동장해를 받게 된다.

특히 내화건물 및 지하 화재에 있어서 화염은 물론 짙은 연기와 열기로 인한 진입장해로 인명검색이나 소화활동이 제한을 받게 된다. 또 연기에 포함된 유독가스나 정전에 의한 암흑 속에서 행동, 통로에 전개된 소방호스, 벽・기둥의 붕괴, 도괴, 유리나 기와 등의 낙하물, 수용물의 산재 등으로 내・외의 모든 장소에는 활동장해 요인이 잠재하고 있다.

다. 행동의 위험성

재해현장에서 소방대원의 행동은 평상시에 있어서 일반인의 생활행동과 역행하는 등 전혀 다른 위험성이 존재하고 있다. 즉, 근무자나 거주자가 당황해서 피난 나오는 장소로 소방대원은 현장 임무수행을 위하여 진입하는 것이다.

화재현장에서 소방대원은 담을 넘는다든지 사다리를 활용하여 2층이나 3층 혹은 인접 건물로 진입하거나, 통행이 어려운 곳을 통과하거나, 오르기 힘든 곳을 오르거나, 화염 등으로 위험하여 들어갈 수 없는 곳을 진입하여야 하는 경우가 있다.

활동에 방해가 되는 경우는 파괴활동을 병행하여 소방의 임무를 수행하고 있다. 그리고 사태가 절박할 때는 자기 체력, 기술 또는 능력이상의 행동이 필요하다. 또한 가스 누설현장에서 2차 재해발생의 우려나 방사선 물질이나 시설이 있는 재해현장에서 방사선 피폭위험에 대한 행동통제나 진입규제 등도 소방대원의 임무수행을 위한 행동에 장해가 되는 위험성이다.

라. 활동환경의 이상성

화재현장 상황은 항상 정상적인 상태를 상실한 상황이 연출된다. 또한 가스, 유류, 화공약품 등에 의한 폭발현상 등 예측 불가능한 상황이 항상 잠재되어 있으며, 사람들은 이상심리에 지배되어 긴장, 흥분상태에 있고, 소방대원의 심리상태도 역시 마찬가지이다.

소방활동은 이와 같은 위험한 환경과 비정상적인 상황에서 실시되기 때문에 소방대원의 안전을 확보하고 안정된 소방활동을 하기 위한 강력한 리더십과 규율이 필요하며 이를 위해서는 평소의 부단한 교육 및 훈련이 필요하다.

마. 정신적 · 육체적 피로

현장활동은 많은 체력이 소모되는 격무이며, 예고 없이 갑작스럽게 이루어지므로 시간이 경과할수록 정신적 · 육체적 피로가 가중된다. 일단 행동이 개시되면 전원이 육체적, 정신적으로 극한 상태까지 능력을 발휘하게 된다.

소방대원의 행동에는 재해확대 속도를 상회하는 신속성, 긴급성이 요구되어 각종 행동장해로 지장을 받게 되며, 안전한계를 극복하여 소방임무를 수행하기 위해서는 대단한 인내력이 필요하므로 신체는 극도로 피로하게 된다. 이와 같이 소방활동은 체력소모, 피로증대를 초래하고 정신적인 부담도 크므로 이로 인한 주의력, 사고력 감퇴와 동시에 위험성이 증대함에 유의해야 한다.

제2절 소방활동과 안전

소방기관은 국민의 생명, 신체 및 재산을 각종 재난으로부터 보호하는 중대한 임무를 수행 하기 위해서 재해현장으로 출동하는 것이며, 완벽한 임무수행이 소방조직의 목표다.

일반적으로 재해현장은 위험요소가 복합된 환경에서 소방활동을 하여야 하므로 재해현장에서는 안전 한계선을 설정하여 소방활동의 행동한계 지역으로 운영하고 있다.

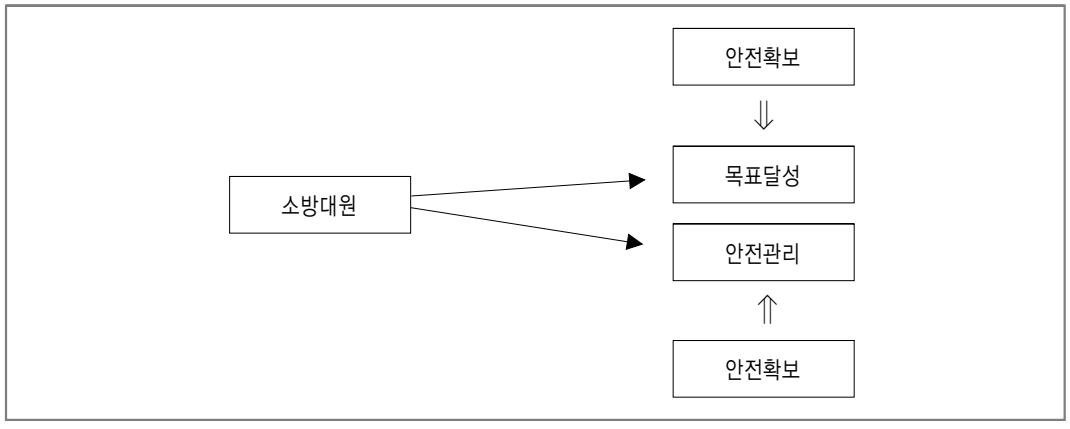
안전한계를 구체적으로 선을 긋는다는 것은 상당히 곤란하기 때문에 지휘자나 대원은 항상 안전에 대한 배려와 확인을 한 후에 현장 임무를 달성해야 한다.

이와 같은 위험성을 수반하는 임무수행을 전제로 하는 경우만이 안전관리 사고방식이 중시되는 이유이다.

그러므로 안전관리는 그 자체가 목적이 아니고 조직목적을 달성하기 위한 과정, 즉「임무수행을 전제로 한 적극적인 행동대책」이라는데 의의가 있다고 할 것이다.

적극적 행동대책은 인명 검색시 공기호흡기 장착과 엄호주수, 관창배치, 낙하위험물을 주수에 의해 제거 후 진입하는 등 예측된 위험성에 대한 사전 준비나 대응을 도모하면서 효율적인 활동을 실시하는 것이다.

〈안전관리의 의미〉



그러나 『안전만 확보된다면』이라든가, 『목표달성이냐, 안전확보냐』라고 하는 발상이 아니고 소방활동 전문가로서 양자 모두를 만족시키는 것이 요건이다.

제3절 안전관리의 필요성

안전사고가 발생하면 본인과 가족의 고통은 물론 동료의 사기저하를 초래하는 등 사고에 의한 영향은 크다. 그러나 현실적으로 사고는 끊임없이 발생하고 있다. 사고가 발생하면 사고 원인과 대응책이 나오고, 사고의 배경을 살펴보면 불가항력적인 사고는 거의 없으며, 불안전한 상태 혹은 불안전한 행동, 즉 잠재적인 위험요인인 것을 알 수 있다.

또한 사고로 연결되지는 않았지만 순간적으로 위험한 상태에 빠지는 것을 경험해 보았을 것으로 생각한다. 사고방지를 위해서는 잠재적 위험요인을 사전에 배제하는 것이 안전관리의 기본이다.

위험요인을 배제한다는 것은 반대로 보면 안전을 사전에 추구하는 것이다. 잠재위험의 배제는 우선 위험에 대한 감각, 감수성을 기르고 위험을 올바로 예지, 예측하여 사전에 필요한 조치를 취하는 것이다. 이것이 안전대책과 연결되는 것이며, 이와 같은 사고방식을 갖도록 하는 것은 안전관리가 지향하는 바이다.

더욱이 근래에 들어 소방전술의 개념이 종래의 화재진압에서 사고현장 구조·구급, 위험물질 처리, 산불진압, 재난수습 등으로까지 확대됨으로 인하여 그 필요성은 더욱 증대되고 있는 실정이다.

특히 화재진압활동은 육체적으로 힘들고 어려운 작업이며, 현장상황은 화염, 유독가스, 감전, 붕괴, 폭발, 차량사고 등의 위험과 적정하지 못한 소방작전 등 환경적, 인위적인 위험요소가 많다. 그러므로 화재현장 활동은 신체·정신적으로 강인하고 경계심이 있으며, 적절한 교육훈련을 받고, 완전한 보호 장구를 갖추고, 안전한 방법으로 임무를 수행하기 위하여 조직된 대원들의 영역이다.

따라서 화재현장 책임자는 항상 대원의 안전 확보가 모든 전술적 상황의 단계에서 근본적인 목표임을 명심해야 한다.

제4절 기업과 소방조직의 안전관리 차이

소방의 안전관리는 일반기업과 비교해서 근본적으로 다르다. 기업은 공사현장에서 처음부터 『안전제일』의 표어를 걸고 안전을 최우선으로 하고 있다. 공사방법, 필수기자재, 작업순서 등이 면밀히 계획·설계되고 공정표에 의하여 공사가 진행되고 있다.

공사의 진행에 수반한 안전대책도 최대한 배려가 되고 있고 예측된 위험성은 모두 배제하려고 노력하며 작업시 사전 주지가 이루어져 안전조치를 선행시키면서 공사를 통제하고 있다.

그러나 소방대의 활동대상인 재해현장은 어떠한가? 화재현장에서는 연소중인 건물내부를 알지 못하는 경우가 많기 때문에 어디서 무엇이 타고 있으며 연소확대 위험은 없는지의 유무, 또한 요구조자의 유·무 상황도 알기 어렵고 짙은 연기와 열기 때문에 현장작전 의도대로 이행되지 않는 경우가 많다.

그러므로 화재로 인한 피해확대 방지와 인명위험 배제를 위해 소방대는 상황 파악과 병행해서 인명검색, 구조, 연소저지 등 활동을 우선해서 실시하는 것이다. 이와 같이 소방의 현장안전관리는 공사현장의 안전관리와는 달리 소방대의 활동이 화재상황에 따라 대응하는 실정이므로 가능한 신속하게 화재를 소방의 통제하에 두고서 활동하도록 하여야 하는 것이다.

따라서 소방활동은 임무수행과 안전확보를 동시에 병행하여야 함이 기업과 소방조직의 안전관리에 대한 차이점이라 볼 수 있다.

제5절 소방 안전관리의 특성

1. 안전관리의 일체성 · 적극성

재해현장 소방활동에 있어서 안전관리에 대한 일체성의 예는 수관연장시 수관을 화재 건물과 가까이 두고 연장하지 않도록 하는 것은 화재건물의 낙하물체나 고열의 복사열에 의한 수관손상을 방지하여 결과적으로 진압활동이나 인명구조시 엄호주수가 완전히 이루어질 수 있도록 하기 위한 것이다. 이는 대원 자신의 안전으로 연결

되어 소방활동이 적극적으로 실행될 수 있도록 한다. 안전관리의 일체성, 적극성은 효과적인 소방활동을 염두에 둔 적극적인 행동대책이라고 할 수 있다.

2. 안전관리의 특이성 · 양면성

소방 조직의 재난현장 활동은 임무 수행과 동시에 대원의 안전을 확보하여야 하는 양면성이 요구된다.

예측 불가한 현장상황은 위험성을 수반한 현장 임무수행이 전제로 될 때 안전관리의 개념이 성립되는 것이다. 이와 같이 재난현장의 위험성을 용인하는 가운데 임무수행과 안전 확보를 양립시키는 특이성 · 양면성이 있다.

3. 안전관리의 계속성 · 반복성

안전관리는 끝없이 계속 · 반복적으로 실시되어야 한다. 재해현장의 안전관리는 출동에서부터 귀소하여 다음 출동을 위한 점검 · 정비까지 계속된다. 그러므로 평소 지속적인 교육훈련의 반복과 장비 점검 및 정비를 철저히 실시함이 안전관리의 중요한 요소가 된다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제3장 재해의 원인

제1절 위험의 요인

재해(사고)발생의 직접적인 원인을 구분하면 물적인 요소에 의한 것과 인적인 요소에 의한 것으로 나눌 수 있다. 즉 물적 원인과 인적 원인에 의해 발생한다. 물적 원인이 전혀 없는데 인적 원인만으로 발생한 재해(예로 소방대원이 화재현장 건물에서 계단을 두 계단씩 뛰어 내리다가 발을 잘못 디뎌 계단에서 굴러 떨어져 머리를 다친 경우), 반대로 인적 원인이 없는데 물적 원인에 의해 발생한 사고(예로 화재출동 중 타이어에 펑크가 나서 소방차량이 전복되어 승차한 소방대원이 중상을 입은 경우) 등도 있지만 이와 같은 예의 사고는 적게 발생하며 대부분의 재해(사고)는 물적 원인과 인적 원인의 양쪽이 겹쳐서 일어나는 것으로 어느 한쪽만이 원인이라고 하는 것은 잘못된 경우가 많다.

「LPG 폭발 현장에서 대원이 보호 장비를 제대로 갖추지 않고 방어활동을 하다 누설된 가스의 2차폭발로 얼굴에 중화상을 입었다」.

「고층건물 화재현장에서 유리파편이 지상으로 떨어져 밑에 있던 대원이 부상당했다」 등 사고의 원인은 불안전한 상태에 불안전한 행위가 겹쳐 발생한 사고가 대부분이다. 따라서 안전관리의 기본적 대책으로서 불안전상태의 제거에 중점을 두어야 할 것인가, 아니면 불안전행위의 제거에 중점을 두어야 할 것인가에 대해서는 산업안전 측면에서 논의가 계속되고 있는 과제이나, 소방활동 측면에서의 안전관리의 방향은 근원적 한계가 있는 불안전한 현장의 환경개선은 어렵지만 그 밖의 불안전한 상태의 개선과 병행하여 불안전한 행위를 배제할 수 있는 대책을 중점적으로 실시해야만 할 것이다.

제2절 불안전한 상태와 불안전한 행위

불안전한 상태란 재해 내지 사고를 일으킬 것 같거나 그 발생 요인을 만들어낸 물리적인 상태나 환경을 말하며, 불안전한 행위란 재해나 사고를 일으킬 것 같거나 그 발생 요인을 만들어낸 사람의 행동을 말한다.

1. 불안전한 상태

불안전한 장비를 사용하면 사용자가 아무리 주의를 기울여도 언젠가는 재해(사고)가 일어나게 되며 불안전한 작업환경에서는 보통 때와는 다르게 사고발생 가능성이 높아지게 된다. 안전화 된 장비라면 사용자가 부주의로 불안전한 행위(사용 잘못)를 했다 하더라도 재해로 이어지지 않고 끝나게 된다(정지한다).

이러한 원인은 건물이나 기계 설비의 위험성은 물론 위험물 등에 의한 화학적 위험, 전기 등의 감전위험, 작업환경 등의 위험이 여기에 해당된다.

작업환경의 위험요인으로 빼 놓을 수 없는 것이 현장의 입지조건 뿐 아니라 기상 등 자연환경이다. 건조한 기후의 산림화재시 강렬한 연소확대 현상에 의한 위험, 강설 강우시의 소방활동 중 소방대원의 전락 및 동상의 위험, 시계불량에 의한 전도, 위험 등이다. 이러한 환경적 위험요인은 인간의 의지만으로 조정할 수 없기 때문에 소방대원이 기꺼이 적응하여 감수해야 하는 경우가 대부분이다.

가. 물건 자체의 결함

설계불량, 공작의 결함, 노후, 피로, 사용한계, 고장 미수리, 정비불량 등

나. 방호조치의 결함

무방호, 방호 불충분, 무접지 및 무절연이나 불충분, 차폐 불충분, 구간・표시의 결함 등

다. 물건을 두는 방법, 작업장소의 결함

작업장 공간부족, 기계・장치・용구・집기의 배치결함, 물건의 보관방법 부적절 등

라. 보호구 복장 등 결함

장구・개인 안전장비의 결함 등

마. 작업환경의 결함

소음, 조명 및 환기의 결함, 위험표지 및 경보의 결함, 기타 작업환경 결함

바. 자연환경 등

눈, 비, 안개, 바람 등 기상상태 불량

2. 불안전한 행위

불안전한 행위란 일반적으로 위험한 행동이라고 하면 쉬울 것이다. 위험의 존재가 결과적으로 사고를 초래하는 것이기 때문에 사람의 위험한 행위만 없으면 사고의 위험이 없다고 하겠지만 사람의 행위를 관리하는 것은 매우 어려운 일이다. 일반적으로 불안전한 행위의 요인은 다음과 같은 경우에 일어나는 것으로 보고 있다.

① 의식에 착오가 있었던 경우

② 의식 했던대로 행동이 되지 않은 경우

③ 의식이 없이 행동을 했을 경우

달리 말해서 그것은

① 안전한 행동을 알지 못했기 때문에(지식의 부족)

② 안전하게 되지 않았기 때문에(기능의 미숙)

③ 안전한 방법을 알고 있거나 안전하게 할 수 있는 능력을 가지고 있으면서 하지 않았기 때문에(태도의 불량, 의욕의 결여) 일어나는 것이다.

그것은 「모른다」, 「할 수 없다」, 「하지 않는다」라고 할 수 있다.

앞의 예를 들면 가연성 가스에 대한 기초지식이 없으면 LPG화재 발생시 부서 방향이나 2차폭발 등의 발생에 대응한 방어활동이 안전하게 이루어질 수 없다. 이것은 「모른다」라는 행위이며. 사다리 위에서 동력절단기를 이용한 파괴 작업을 할 때 체력과 기술이 부족하면 떨어질 위험이 있는 경우는 안전한 행동을 「할 수 없다」는 것이 된다. 또 자기중심적인 사고나 방심 등(이 정도는 괜찮겠지 등)으로 사다리 방수시 신체결속을 하지 않은 불안전한 작업 자세나 자기 확보를 취하지 않는 경우는 「하지 않는다」에 해당한다.

가. 지식의 부족 : 안전한 행위를 모른다.

소방대원이 각종 화재현상과 장비 조작 등에 대한 지식이 없으면 현장활동시 안전

하게 업무를 수행할 수 없다. 원인으로는 다음과 같다.

(1) 교육하지(배우지) 않았기 때문에

(2) 기억하지 못하기 때문에

(3) 잊었기 때문에

(1)항의 경우는 본인보다는 관리자의 잘못인 경우가 많고 (2)항의 경우는 본인의 탓도 크지만 교육을 하는 측의 방법 등도 생각해볼 여지가 있으며, (3)항의 경우는 관리자보다는 본인의 태도가 문제시된다.

신임대원의 경우 현장활동 안전지식은 아주 낮다고 보아 이 점에 특히 유의하여 철저히 지도하여야 한다.

나. 기능의 미숙 : 안전한 행위를 할 수 없다.

안전에 필요한 행위를 알고 있어서 당연히 해야 하는데 의식대로 행동이 되지 않기 때문에 일어나는 사고이다. 이와 같은 경우는 다음과 같다.

(1) 작업에 대한 기능이 미숙하기 때문에

(2) 작업이 힘겹기 때문에

(3) 작업량이 능력에 비해 과대하기 때문에

(1)항의 경우는 훈련부족이며, (2), (3)항의 경우는 현장의 임무분담 등의 작업배치가 잘못된 것이다.

한 팀이 되어 공동으로 임무를 수행하는 소방활동 현장에서 장비활용 미숙이나, 체력이 부족한 대원이 혼합되어 있는 경우라든지, 넷이서 해야 할 일을 세 사람에게 시킨다든지 했을 때는 불안전한 행위로 나타난다. 이러한 불안전한 행위를 없애기 위해서는 소대장 등 감독자가 해결해야 할 사항이 많다.

다. 태도불량(의욕의 결여) : 알고 있으며, 할 수 있는 능력을 가지고도 하지 않는다.

이와 같은 경우는 다음과 같다.

(1) 상황파악에 잘못이 있을 때

(2) 좋지 않다는 것을 의식하면서 행동할 경우

(3) 무의식으로 하는 경우

(1)항의 경우는 개인의 적성에 따르는 경우가 많으며, (2)항의 경우는 주로 본인의 작업태도 불량, 안전의식의 결함에서 생기므로 교정의 여지가 있다.

일반적인 경향으로 안전한 수단이 생략되는 경향은 다음과 같다.

(가) 작업보다 안전수단의 비중이 커질 때

(나) 자신과잉

(다) 주위의 영향(주위에 동화)

(라) 안전인식 결여

(마) 피로했을 때

(바) 직장(현장) 분위기 등

3. 위험요인의 회피능력

재해현장 활동 시에는 위험한 현상을 관찰하여 위험요인을 예지, 예측하고 위험요인을 회피하는 능력을 몸에 익히지 않으면 의미가 없다. 이러한 능력은 유형적인 것이 아니고 위험요인에 대한 의식 혹은 감수성이라 하며, 인간 개개인의 내면에 작용하는 무형적인 능력인 것이다. 이 위험요인에 대한 감수성을 일반적으로 『위험예지능력』이라 부르고 위험예지능력을 기르기 위해서 다음 사항을 준수하여야 한다.

가. 자기의 주위에 있는 위험요인 예지능력(외적 위험요인 예지능력)

대원 스스로가 활동 중 주위에 있는 위험요인을 발견해 내는 능력이다.『연소상황부터 판단하고 2층에 부주의하게 진입하면 바닥에 빠질 위험성이 있다』등의 판단이나 예지를 할 수 있다. 그것은 과거 경험과 지식에 의하고 외적요인을 오감 등으로 인지할 수 있다.

나. 자신의 내면에 있는 위험요인을 통제할 수 있는 능력(내적 위험요인 통제능력)

인간의 감정 또는 사고 등 자기 중심적인 사고가 되기 쉬운 인간의 내면에 있는 위험요인을 통제하는 능력이다.

사람은 어떤 행동을 하기 전에 행동에 대한 사고방식 즉 가치판단이 이루어지고 그 판단에 입각해서 행동하는 것이다. 이 판단은 자기중심적으로 되기 쉽고『이 정도면 괜찮겠지』라든가『이 정도면 걱정 없다』라고 자기 마음대로 감정과 형편을 좋은 쪽으로 판단하게 된다. 이와 같은 감정이나 자기중심적인 사고방식을 올바른 방향으로 통제하는 능력이 있어야 한다.

다. 올바른 것을 실행하는 능력

외적 위험요인을 인식하고 그 위에 사람의 내적 위험요인을 통제하는 능력을 부가하여야 하며 이것을 행동으로 실행하는 능력이 요구된다.

외부에 있는 잠재적 위험요인을 발견하였으나 방심하거나 적당하게 처리하려고 하는 자기 자신의 내면적인 위험요인을 통제하고 올바른 판단으로 실행하는 능력이 요구된다.

종래에『머리로는 이해하지만 신체에서는 이행할 수 없다』라고 말하는 것은 자신의 내·외적에 있는 위험요인을 인식하지만 행동으로 안전을 실행하는 능력이 부족한 경우를 뜻한다고 볼 수 있다.

제3절 재해(사고)발생 이론

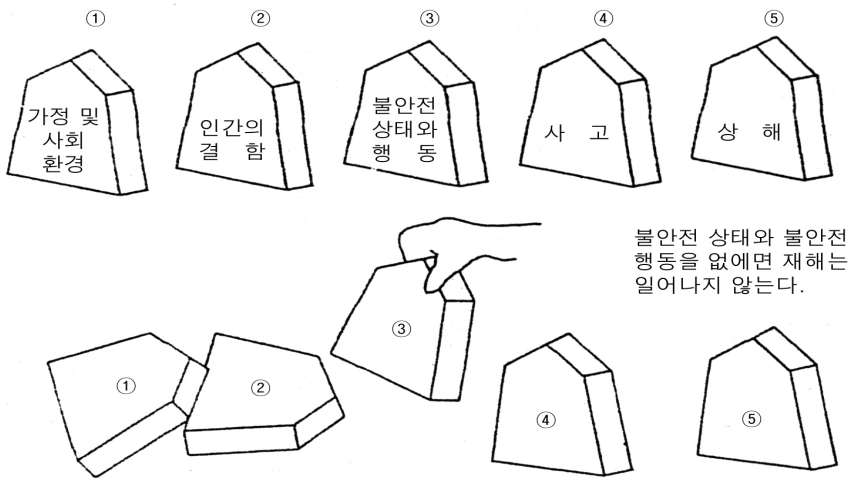
재해발생은 작업자가 작업을 시작하여 시간이 경과함에 따라 인간과 환경 및 기계 중 어느 하나가 잘못되어 일어나는 사고현상으로 인간, 환경, 기계를 안전사고 발생의 3대 요소라고 한다.

1. 하인리히(H.W.Heinrich) 이론

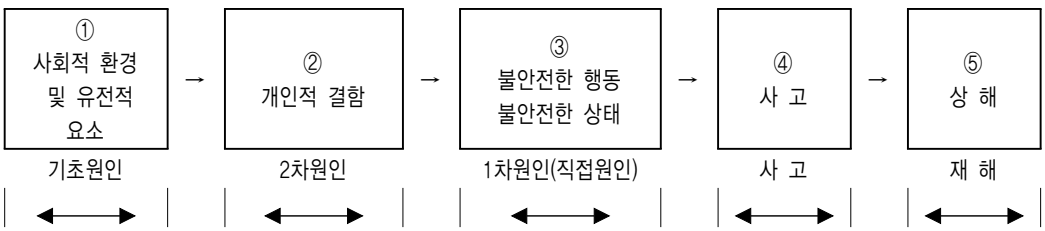
산업재해 발생 원리에 대한 최초의 것으로 하인리히의 저서「산업재해방지론」에서 주장한 이른바 사고발생의 연쇄성을 강조한 도미노(domino)이론으로서, 재해란 상해로 귀착되는 5개 요인의 연쇄작용의 결과로 초래된다는 것이다. 즉, 상해는 항상 사고에 의해 일어나고 사고는 항상 순차적으로 앞서는 요인의 결과로 일어난다고 하였다.

하인리히는 사고발생 과정을 5개의 골패원리로서 다음과 같이 나타내었다.

(Heinrich 5개의 골패 원리)



〈Heinrich 이론〉



① 사회적 환경 및 유전적 요소

무모, 완고, 탐욕, 기타 바람직하지 못한 성격은 유전에 의해서 계승되며, 환경은 바람직하지 못한 성격을 조장하고 교육을 방해할 것이다. 유전 및 환경은 모두 인적 결함의 원인이 된다.

② 개인적 결함

신경질, 무분별, 무지 등과 같은 선천적 또는 후천적인 인적 결함은 불안전한 행동을 일으키거나 또는 기계적, 물리적인 위험성이 존재하게 하는데 밀접한 원인이 된다.

③ 불안전한 행동이나 불안전한 상태

매달려 있는 짐 아래에 서 있다든지, 안전장치를 제거하는 등과 같은 사람의 불안전한 행동, 방호장치 없는 톱니바퀴, 난간이 없는 계단, 불충분한 조명 등과 같은 기계적 또는 물리적인 위험성은 직접적인 사고의 원인이 된다.

④ 사 고

물체의 낙하, 비래(飛來)물에 의한 타격 등과 같은 현상은 상해의 원인이 된다.

⑤ 상 해

좌상, 열상 등의 상해는 사고의 결과로서 생긴다.

즉, 하인리히 이론을 요약하면 제일 앞의 골패가 쓰러지면 그 줄의 골패가 전부 나란히 놓여진 도미노의 줄에서 이 연쇄를 구성하는 요인 중 하나라도 제거하면 사상의 연쇄적 진행은 저지할 수 있어서 재해는 일어나지 않는다는 것이다.

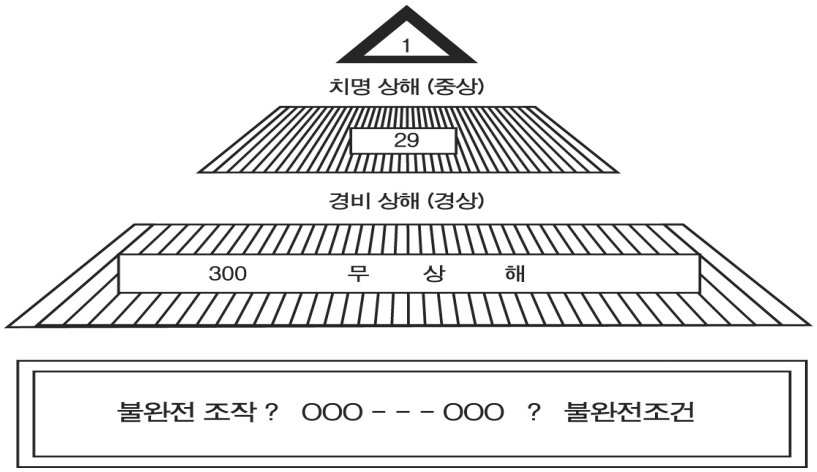
안전관리활동에 의해 제거할 수 있는 것은 ③의 불안전 행동과 불안전 상태이다. 그러므로 사고·재해를 방지하기 위해서는 불안전한 행동 및 불안전한 상태의 두 개를 모두 없애지 않으면 안 된다는 것이다.

불안전한 행동과 불안전한 상태를 없애는 것이 안전관리의 가장 중요한 요소라고 한 명쾌한 지적은 우리나라 안전관리 활동에 커다란 영향을 주어서 1945년대부터 1955년대에 걸쳐 인기가 있었지만 재해방지대책을 기술적·관리적인 면보다도 정신주의적인 부주의의 방지로 향하는 경향을 조장한 것도 부인할 수가 없다.

하인리히는 사고와 재해의 관련을 명백히 하기 위해 「1:29:300의 법칙」으로 재해구성비율을 설명하면서 1회의 중상재해가 발생했다면 그 사람은 같은 원인으로 29회의 경상재해를 일으키고, 또 같은 성질의 무상해 사고를 300회 동반한다고 하는 것이다. 전 사고 330건 중 중상이 나올 확률은 1건, 경상이 29건, 무재해사고는 300건이 발생할 수 있다고 주장하였다.

그의 저서에 게재된 다음 그림은 중상재해 저변에는 다수의 경상재해와 무상해사고가 있고 더욱이 무수한 불안전 행동과 불안전 상태가 있다고 하는 것이다.

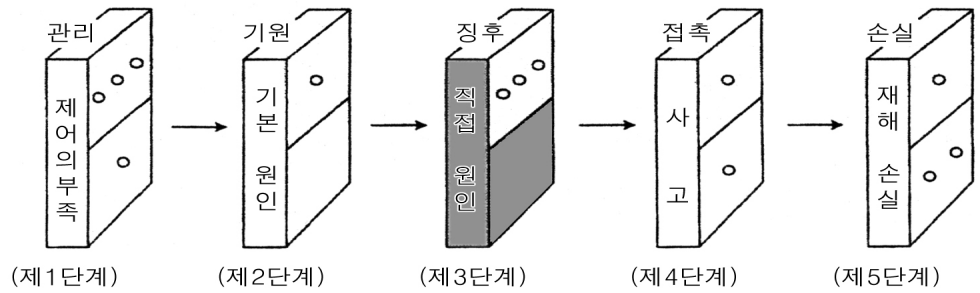
(Heinrich 재해 구성비율)



2. Frank Bird 이론(최신의 도미노이론)

하인리히의 5개 골패원리는 그 후 새로운 도미노이론에 의해 교체되었다. 새로운 재해연쇄는 버드(Bird)에 의해 제기되었는데 5개 요인에 대해 다음과 같이 설명하고 있다.

(Bird의 재해연쇄이론)



가. 제어의 부족-관리(1단계)

재해연쇄 중에서 가장 중요한 인자는 안전관리자가 이미 확립되어 있는 안전에 관한 전문적 관리의 원리를 충분하게 이해하고 그것을 행하는 것이다.

안전에 관한 전문적인 관리란 계획, 조직, 지도, 통제 등의 다음의 기능을 말한다.

(1) 안전관리계획 및 자기 자신이 실시해야 할 직무계획의 책정
(2) 각 직무활동에서의 실시기준의 설정
(3) 설정된 기준에 의한 실적평가
(4) 계획의 개선, 추가 등의 순서

여기서 제어의 부족은 경영자, 안전관리자 등 안전감독기관이 안전에 관한 제도, 조직, 지도, 관리 등을 소홀히 하는 것을 의미한다. 그리고 안전관리계획에는 사고연쇄중의 모든 요인을 해결하기 위한 대책이 포함되어 있어야 한다.

나. 기본원인-기원(2단계)

재해 또는 사고에는 그것의 기본적인 또는 배후 원인이 되는 개인의 제반요인 및 작업에 관한 여러 요인이 있다.

(1) 개인적 요인 : 지식 및 기능의 부족, 부적당한 동기부여, 육체적 또는 정신적인 제반문제 등
(2) 작업상의 요인 : 기계설비의 결함, 부적절한 작업기준, 부적당한 기기의 사용방법, 작업체제 등

재해의 직접원인을 해결하는 것보다는 오히려 그 근원이 되는 기본원인을 찾아내어 가장 유효한 제어를 달성하는 것이 중요하다.

다. 직접원인-징후(3단계)

이것은 불안전한 행동 또는 불안전한 상태로 일컬어지는 것으로서 하인리히의 연쇄이론에서도 가장 중요한 대책사항으로 취급되어 온 요인이다.

그러나 직접원인은 좀 더 깊은 근저에 있는 문제의 징후에 지나지 않는다. 징후를 추구하는 것만으로 기본이 되는 근저의 문제를 해결하지 않는 경우에는 연속적인 재해방지의 가능성은 바랄 수 없다. 관리자는 이러한 징후를 효과적으로 발견·분류하기 위한 시스템을 만들고 그 기본원인을 규명하여 제어방법을 설정할 필요가 있다.

라. 사고-접촉(4단계)

사고란 육체적 손상, 상해, 재해의 손실에 귀결되는 바람직하지 못한 사상으로서 신체 또는 구조물의 구분치를 넘어선 에너지원과의 접촉 또는 정상적인 신체의 작용을 저해하는 물질과의 접촉이라고 할 수 있다. 연쇄이론에 있어서의 사고는 접촉의 단계라 말할 수 있다.

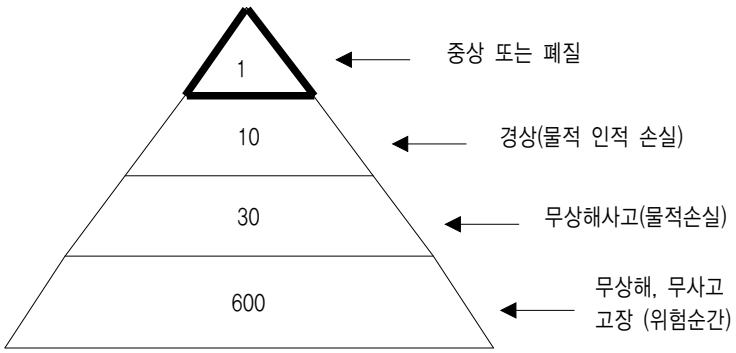
마. 상해-손실(5단계)

재해연쇄의 요인에서 사용되는 상해라는 말에는 작업 장소에서 생기는 정신적, 신경적 또는 육체적인 영향과 함께 외상적 상해와 질병의 양자를 포함하는 인간의 육체적 손상을 포함하고 있다.

이상의 설명중에서 가장 중요한 것은 ② 및 ③으로 기본원인과 직접원인의 관련에 대해서 언급한 점이다. 즉 고전적 도미노이론(하인리히 이론)에서는 직접원인만 제거하면 재해는 일어나지 않는다고 하였지만 최신의 도미노이론에서는 반드시 기본원인을 제거하라고 주장한 것이다.

버드는 또한 17만5천 건의 사고를 분석한 결과 중상 또는 폐질 1, 경상(물적 또는 인적상해) 10, 무상해사고(물적 손실) 30, 무상해・무사고 고장(위험순간) 600의 비율로 사고가 발생한다는 이른바 「1: 10: 30: 600의 법칙」을 주장하였다.

(Bird의 사고 구성 비율)



3. 재해의 기본원인(4개의 M)

안전을 과학적으로 진행시키기 위해서는 인간의 미스에 대한 과학적인 이해가 필요하다. 세계적으로 행하여지고 있는 유효한 재해분석의 한 방법으로 미국 공군에서 개발하여 미국 국가교통안전위원회(NTSB)가 채용하고 있는 방법이 있는데, 이 해석에 있어서 재해라고 하는 최종결과로 중대한 관계를 가진 사항의 전부를 조사하고 분석하여 그것들의 연쇄관계를 명백히 하고 그 결과를 검토하는 키워드로서 4개의 M이 있다.

즉 Man(인간), Machine(기계), Media(매체), Management(관리)이다.

이 4개의 M이야말로 인간이 기계 설비 등과 공존하면서 작업할 수 있는 시스템의 기본조건, 즉 안전관리 대상의 4요소라 할 수 있다.

가. Man(인간)

인간이 실수를 일으키는 요소도 중요하지만 본인보다도 본인 이외의 사람, 직장에서는 동료나 상사 등 인간환경을 중시한다. 직장에서의 인간관계, 집단의 본연의 모습은 지휘・명령・지시・연락 등에 영향을 주고, 인간행동의 신뢰성으로 관계하는 것이다.

나. Machine(기계)

기계 설비 등의 물적 조건을 말하는 것으로 기계의 위험 방호설비, 기계나 통로의 안전유지, 인간・기계・인터페이스의 인간공학적 설계 등이다.

다. Media(작업)

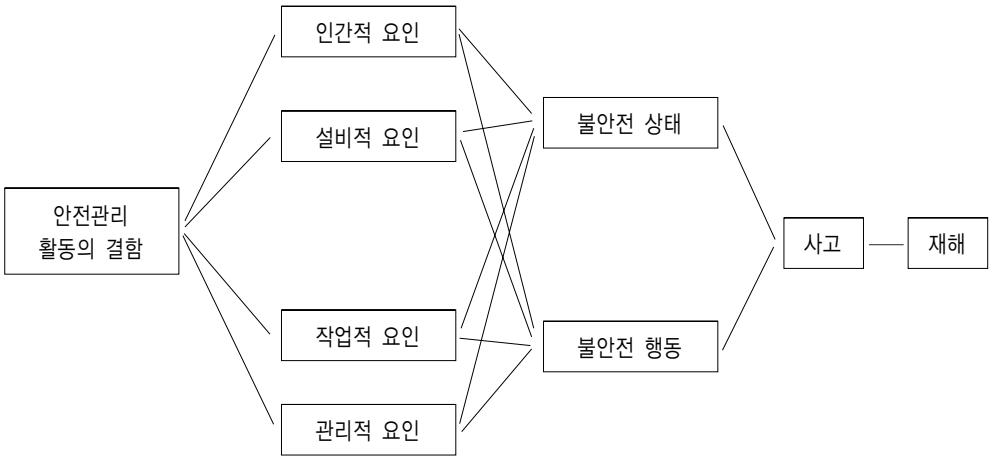
Media란 본래 인간과 기계를 연결하는 매체라고 하는 의미지만 구체적으로는 작업정보, 작업방법, 작업환경 등이다.

라. Management(관리)

안전법규의 철저, 기준류의 정비, 안전관리 조직, 교육훈련, 계획, 지휘감독 등의 관리이다.

이 4개의 M은 항공기나 교통만의 기본적 사항은 아니고, 인간이 일을 하는 모든 경우에 적용할 수 있는 것이다. 화재진화작업, 기계조작, 자동차 운전 등 각각 위험의 특징은 다르지만 그것은 이 4개의 M의 구체적 내용을 각각의 일에 해당하는 사항을 확정시켜 재해요인으로서 직접적이고 결정적인 인과관계를 갖는다고 판단되는 것에 대하여 검토해서, 대책으로 굳혀 실행하면 안전은 확보되는 것이다.

(재해발생의 연쇄관계)



따라서 재해 발생의 연쇄관계에서 재해의 직접원인인 불안전 상태나 불안전 행동을 발생시키는 기원이 되는 기본원인이 4개의 M이라고 생각할 수 있다. 이 경우 4개의 M의 각각이 불안전 상태, 불안전 행동의 어느 것에 대해서도 원인이 될 수 있다는 것을 이해할 필요가 있다.

기본원인이 되는 4개 M의 주된 내용은 다음 표와 같다.

〈재해의 기본원인으로서의 4M〉

Man (인간)	① 심리적 원인 : 망각, 걱정거리, 무의식 행동, 위험감각, 지름길 반응, 생략행위, 억측판단, 착오 등 ② 생리적 원인 : 피로, 수면부족, 신체기능, 알코올, 질병, 나이 먹는 것 등 ③ 직장적 원인 : 직장의 인간관계, 리더십, 팀워크, 커뮤니케이션 등
Machine (작업시설)	① 기계 · 설비의 설계상의 결함 ② 위험방호의 불량 ③ 본질 안전화의 부족(인간공학적 배려의 부족) ④ 표준화의 부족 ⑤ 점검 정비의 부족
Media (작업)	① 작업 정보의 부적절 ② 작업자세, 작업동작의 결함 ③ 작업방법의 부적절 ④ 작업공간의 불량 ⑤ 작업환경 조건의 불량
Management (관리)	① 관리조직의 결함 ② 규정 · 메뉴얼의 불비, 불철저 ③ 안전관리 계획의 불량 ④ 교육 · 훈련 부족 ⑤ 부하에 대한 지도 · 감독 부족 ⑥ 적성배치의 불충분 ⑦ 건강관리의 불량 등

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제4장 재해예방 및 조사

제1절 재해예방 대책

1. 재해예방의 4원칙

가. 예방 가능의 원칙

천재지변을 제외한 모든 인위적 재난은 원칙적으로 예방이 가능하다.

나. 손실 우연의 원칙

사고의 결과로서 생긴 재해 손실은 사고 당시의 조건에 따라 우연적으로 발생한다. 따라서 재해 방지의 대상은 우연성에 좌우되는 손실의 방지보다는 사고 발생 자체의 방지가 되어야 한다.

다. 원인 연계의 원칙

사고발생에는 반드시 원인이 있고 대부분 복합적으로 연계되므로 모든 원인은 종합적으로 검토되어야 한다.

라. 대책선정의 원칙

사고의 원인이나 불안전 요소가 발견되면 반드시 대책을 선정 실시하여야 하며 사고예방을 위한 가능한 안전대책은 반드시 존재한다.

대책은 재해방지의 세 기둥(3개의 E)이라 할 수 있는 다음의 것이 있다.

(1) Engineering(기술적 대책) : 안전 설계, 작업환경·설비의 개선, 행정의 개선, 안전기준의 설정, 점검 보존의 확립 등.

(2) Education(교육적 대책) : 안전지식 또는 기능의 결여나 부적절한 태도 시정

(3) Enforcement(관리적 대책) : 관리적 대책은 엄격한 규칙에 의해 제도적으로 시행되어야 하므로 다음의 조건이 충족되어야 한다.
(가) 적합한 기준 설정
(나) 각종 규정 및 수칙의 준수
(다) 전 작업자의 기준 이해
(라) 관리자 및 지휘자의 솔선수범
(마) 부단한 동기 부여와 사기 향상

2. 사고 예방대책의 기본원리 5단계

재해예방대책을 실행하기 위해서는 다음의 사고예방대책의 기본원리 5단계를 들 수가 있는데 간단히 설명하면 다음과 같다.

가. 1단계 : 안전조직(조직체계 확립)

경영자의 안전목표 설정, 안전관리자 선임, 안전라인 및 참모조직, 안전활동 방침 및 계획수립, 조직을 통한 안전활동 전개 등 안전관리에서 가장 기본적인 활동은 안전관리 조직의 구성이다.

나. 2단계 : 사실의 발견(현황파악)

각종 사고 및 활동기록의 검토, 작업 분석, 안전점검 및 검사, 사고조사, 안전회의 및 토의, 근로자의 제안 및 여론 조사 등에 의하여 불안전 요소를 발견한다.

다. 3단계 : 분석 평가(원인 규명)

사고원인 및 경향성 분석, 사고기록 및 관계자료 분석, 인적·물적 환경조건 분석, 작업공정 분석, 교육훈련 및 직장배치 분석, 안전수칙 및 방호장비의 적부 분석 등을 통하여 사고의 직접 및 간접 원인을 찾아낸다.

라. 4단계 : 시정방법의 선정(대책 선정)

기술적 개선, 배치조정, 교육훈련의 개선, 안전행정의 개선, 규정 및 수칙 등 제도의 개선, 안전운동의 전개 등 효과적인 개선방법을 선정한다.

마. 5단계 : 시정책의 적용(목표달성)

시정책은 3E, 즉 기술(Engineering), 교육(Education), 관리(Enforcement)를 완성함으로써 이루어진다.

제2절 재해(사고) 조사

1. 재해조사의 목적

재해조사의 목적은 재해 발생 원인을 분명하게 밝힘으로써 가장 적절한 방지대책을 찾아내어 동종의 재해를 미연에 방지하는데 있다.

재해조사는 안전대책을 추진하기 위한 원점이며 안전 활동의 기본은 현실의 재해에서 배우는 것으로부터 시작된다.

또한 재해조사는 재해발생 책임자를 처벌하기 위하여 실시하는 것은 아니다. 재해에 책임은 따라 다닐지 모르지만 그것은 조사결과로부터 판단되는 것으로 재해조사의 목적은 "누가 사고를 일으켰는가?"라는 것보다 무엇이 원인이 되어 재해가 발생하였는가를 분명히 밝히는데 있다.

2. 재해조사의 원칙

재해조사의 원칙적인 중요사항을 열거하면 다음과 같다.

가. 조사자

재해의 발단, 진행, 원인 등에 대해서 정확하고 공평하게 객관적으로 검토할 수 있는 사람이어야 한다.

나. 실시방법

소정의 양식에 의해 될 수 있는 한 진상에 대해서 깊이 파고들 필요가 있다. 조사의 범위가 재해가 발생한 현장이나 사업장의 일부분만으로 끝나지 않는 경우도 있다. 기계나 재료의 결함이 직접원인이 된 재해는 기계의 구입, 검사, 설비, 관리부문뿐만 아니라 유통이나 판매업자와도 관계가 있을지 모른다. 그와 같은 경우 타 부문

의 책임자나 관계자에 대해서도 사정을 청취하여야 하며 그 결과에 따라 관련 네트워크로서의 문제점을 생각하여야 한다.

다. 기본원인 추구와 대책의 중요도 부여

직접적인 물체의 불안전한 상태와 사람의 불안전한 행동의 확정은 용이한 경우가 많지만 기본원인인 "4개의 M"(Man:인간, Machine:기계, Media:작업정보, Management:관리)은 즉각 정확한 판단이 나온다고 할 수 없다. 인간적인 요인만 강조되어 그 이외의 요인이 지적되지 않는다든지 반대로 기계나 설비적인 요인만이 부각되어 인간적인 요인이 불문의 형이 되는 일이 있어서는 안 된다.

기본원인에 대해서는 합리적, 과학적인 태도가 요구된다. 그러기 위해서는 불안전 상태와 불안전 행동의 각각에 대해서 개별적으로 기본원인을 검토하는 것이 좋다.

재해의 기본원인이 분명해졌어도 그것이 복수인 경우가 많다. 따라서 재해방지책도 복합된 내용이 되게 된다. 많은 조사사항은 평면적인 나열보다는 유형으로 나누어 기본원인을 근거로 하여, 가장 근본적인 문제와 대책 그리고 그 다음으로 중요한 것 순서로 중요도를 부여하는 것이 좋다.

라. 조사시 유의해야 할 사항

(1) 조기착수

재해현장은 변경되기 쉽고, 관계자도 세세한 것은 잊어버리기 쉽기 때문에 조사는 재해 발생후 가능한 한 빨리 착수하는 것이 좋다. 또 조사가 종료될 때까지 현장보존에 유의한다.

(2) 사실의 수집

현장상황을 기록으로 남기기 위하여 사진을 찍어둔다. 재해에 관계가 있는 물건 중에는 재료시험이나 화학분석을 필요로 하는 것도 있기 때문에 그럴 경우 신속히 실시한다. 또한 목격자 및 책임자 등의 협력을 얻어 조사를 진행시키고, 가능한 한 피해자의 진술을 듣는 것도 중요하다.

(3) 정확성의 확보

사고현장은 물적・인적으로 혼란 상태에 있는 경우가 많기 때문에 조사자는 냉정한 판단, 행동에 유의해서 조사의 순서・방법을 효율적으로 진행시킨다.

재해의 대부분은 반복형의 것으로 직접원인도 비교적 판단하기 쉬운 것이 많기 때문에 목격자, 기타 관계자의 설명에 주관적인 감정이 들어갈 가능성이 있다. 따라서 조사자는 이런 점에 충분히 유의해서 공정하게 조사를 배려하도록 하는 것이 필요하다. 또 판단하기 어려운 특수사고는 전문가의 협조를 의뢰한다.

(4) 5W 1H

재해조사는 그 사실을 5W 1H의 원칙에 입각하여 보고되어야 한다.

① 누가 (Who)
② 언제 (When)
③ 어디에서 (Where)
④ 왜 (Why)
⑤ 어떻게 (How)
⑥ 무엇을 하였는가(하지 않았는가) (What)

이 중에서 중요한 내용은 ④ ⑤ ⑥ 이다. 이 세 가지는 재해발생 원인에 확정적으로 관계되기 때문에 잘못이 있어서는 안 된다. 목격자, 현장책임자 등 되도록 많은 사람에게 사고 발생시의 상황을 청취하여, 어느 한 사람의 설명으로 줄거리를 만드는 경우가 없도록 충분히 배려해야 한다.

3. 재해조사의 순서

재해조사를 효율적으로 정확하게 실시하여 가장 좋은 재발 방지대책을 수립하고 앞으로의 안전관리활동을 한층 더 충실하게 하기 위하여 다음의 순서대로 행하는 것이 좋다.

가. 제1단계-사실의 확인

재해 발생의 상황을 피해자, 목격자, 기타 관계자에 대하여 작업 시작부터 재해 발생까지의 과정 중에 재해와 관계가 있었던 사실을 명확하게 밝힌다. 재해발생 시에 취한 조치도 포함되며 2차 재해가 발생한 경우도 마찬가지이다.

조사항목은 사람, 설비(물), 작업, 작업중의 관리에 관한 모든 사항을 5W 1H의 원칙에 의해 현장 중심에서 행하는 것이 좋다.

나. 제2단계-직접원인과 문제점의 확인

파악된 사실에서 재해의 직접원인을 확정함과 동시에 그 직접원인에 관련하여 제반 기준에 어긋나는 문제점의 유무와 그 이유를 명백히 한다.

기준이란 안전규정, 설비기준, 작업 메뉴얼, 작업순서, 직장규율(관습) 등이며 문제점이라는 것은 불안전 상태 또는 불안전 행동에 관련하여 제반 기준에 적합하지 않았던 사실을 말한다.

다. 제3단계-기본원인과 근본적 문제의 결정

재해의 직접원인인 불안전 상태와 불안전 행동이 존재하고 있던 애초의 기본적인 원인(4M)과 그것을 해결하기 위한 근본적인 문제점을 명백히 해야 한다. 기본원인의 예로서, 화재현장의 인명검색대원이 안전로프도 결속하지 않고 단독으로 실내에 진입하여 활동 중 퇴로를 잃어 순직했을 경우, 규정에서는 "농연중의 검색활동은 2인 1조로 로프를 결속하여 퇴로를 확보하고 연락을 긴밀히 하며 진입할 것"으로 되어 있으므로 재해의 직접원인은 "대원의 규정위반에 의한 불안전한 행동"과 "화재건물의 불안전 상태(환경)"가 될 것이다. 그러나 이 재해의 기본원인은 현장 출동시 로프와 조명기구를 휴대하지 않았다는 것이다. 인명검색 규정을 알고 있었어도 지키기가 어려웠다는 점이다. 또 평소에 규정준수에 대한 감독자의 통제도 느슨했으며, 규칙위반도 평소에 눈감아 주고 있었다면, 이 재해의 기본 원인은 사람 및 관리의 양면에 있다고 할 것이다.

근본적인 문제점이란 기본적인 원인의 더 배후에 있는 문제점이라고 생각해도 좋다. 위의 예에서 보면 대원이 검색도구를 휴대하지 않았다는 것은 평소의 장비 점검·정비의 분위기가 직장에서 형식적으로 이루어지는 점 등이, 인력부족으로 부득이 혼자서 진입했다면 인력관리 측면의 문제가 배후문제로 판명되는 등 대책이 취해져야 할 것이다.

라. 제4단계-대책수립

제3단계까지에서 밝혀진 재해원인 및 근본적인 문제점으로부터 동종의 재해방지대책을 수립한다. 대책은 최선의 효과가 있어야 하고 구체성과 실시 가능성이 있는 것이어야 한다. 내용은 「사람·물건·작업·관리」중에 개선·시정해야 할 대책 및 향후 강화·추진해야 할 목표 등이지만 최대중점, 순위, 실시상의 배려사항을 분명하게 해 두는 것이 좋다.

대책이 결정되면 실시계획을 세우고 내용마다 실시 부서, 기한, 실시 항목 및 실시 방법을 명백히 하여 보고, 확인, 평가의 방법도 두는 것이 좋다.

또한 유사 재해의 방지대책도 동시에 수립하여 실시 계획에 올려놓는 것이 바람직하다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제5장 안전교육

제1절 안전교육의 개관

1. 안전교육의 필요성

사회·경제발전과 기술혁신의 진전이 빠른 속도로 이루어지면서 화재, 붕괴, 폭발 등 여러 유형의 각종 재난사고가 빈발함에 따라 소방대원의 재해현장 활동도 그와 비례하여 늘어나고 있음은 물론 안전사고의 유형도 다양해지고 있다.

따라서 소방대원은 종래의 화재현장에서의 단순한 화재진화 작업자가 아니라 다양한 재난 유형에 안전하게 대응할 수 있는 지적인 기술자가 요구되고 있다.

더욱이 빠른 경제 발전기에 세워진 수많은 도시의 구조물은 부실하고 노후화됨으로써 화재 등 재난 발생시 구조물 붕괴위험이 높아지고 있는 등 현장활동 소방대원의 위험요인은 많아지고 있는 실정이다.

이렇게 소방대원의 안전을 위협하는 요인이 증대되는 추세에 대응하고 안전수준의 향상에 도움이 되는 적절한 안전교육을 실시하는 것이 강력하게 요구되고 있다. 또 어떠한 소방활동 현장에서도 기본적인 직무를 안전하게 수행할 수 있는 지식과 기능·기술을 가지고 항상 그것을 안전하게 실행할 수 있는 능력을 가질 필요가 있다.

2. 안전교육의 목적

안전교육은 소방대원으로 하여금 각종 소방활동현장에 내재한 잠재적 위험요인을 발견할 수 있는 능력과 안전한 소방활동을 할 수 있는 능력을 기르고 향상하여 안전사고를 방지하기 위하여 실시한다.

안전교육은 또한 소방대원에게 현장활동에 대한 자신감과 안전에 대한 믿음을 부

여하고 그로 인한 안전사고 예방의 결과는 직·간접적인 사회경제적인 손실방지 뿐만 아니라 국민에 대한 질 높은 소방행정 서비스로 연결되므로 대국민 신뢰 증진에도 기여하게 되는 것이다.

안전교육을 실시할 때에는 교육대상에 따라 교육의 목표를 설정한 다음 교육의 기본방향과 목적을 설명하고 교육종료 후 효과에 관해서도 설명하여야 한다.

가. 안전교육의 방향

소방활동 안전교육은 사고사례를 중심으로 하는 것이 좋으며 안전의식을 함양하는 방향으로 교육을 실시한다. 과거 각종 재해현장에서 발생했던 안전사고사례를 선정하여 그 사고의 문제점과 대응책을 중심으로 교육하면 더욱 효과적이다.

나. 안전교육의 목표

안전교육의 목표는 소방대원에 대한 ① 의식(정신)의 안전화 ② 행동의 안전화 ③ 기계·기구의 안전화의 3가지 정도로 요약하여 실시한다.

다. 안전교육의 효과

올바른 안전교육을 실시하면 대원은 각종 소방활동시 잠재 위험요인을 발견하는 능력이 향상되며, 위험한 상황에서의 대응책 등을 강구할 수 있게 된다.

(1) 잠재적 위험요인의 발견능력 향상
(2) 사고발생 가능성 예지
(3) 안전사고 예방 기술 습득
(4) 사고조사 및 비상상황 대응력 강화

3. 안전교육의 방법

가. 안전교육의 방법

안전교육의 방법은 많으나 어떠한 방법에 치중하느냐의 차이가 있을 뿐 교육대상자의 숫자나 교육보조자료 등에 의해 여러 가지의 교육방법을 혼용하는 것이 좋다. 교육 대상자가 많거나 적당하면 강의식이 좋고, 숫자가 적으면 토의식교육이 좋다. 거기에 교육훈련의 효과를 높이기 위해서 각종 시청각기재-VTR, OHP, 슬라이드, 영화-등을 사용하는 시청각 교육을 가미하면 더욱 효과적이라 할 수 있다. 교육방법은 강의식, 시범실습식, 토의식, 사례연구법(문제해결식), 역할연기법 등의 방법이 있다.

(1) 강의식 교육

강사가 음성, 언어에 의거, 일방적으로 교육내용을 전달하는 학습방식을 주로 하는 것을 말하며, 오늘날까지의 교수법의 기본기법으로 사용되어 왔다. 이 방법만큼 장·단점이 많은 교수법도 드물지만 잘 활용하면 많은 지식을 단시간에 다수의 사람에게 동시에 전수할 수 있다는 것이 가장 큰 강점이라 할 수 있다.

토의식이나 다른 기법과 병행하여 학습이론에 따른 효과를 올리도록 활용하는 것이 바람직하다.

(가) 장 점

1) 경제적이다.(다수에게 많은 지식을 일시에 제공 가능)
2) 기초적인 내용, 논리적인 설명에 효과적이다.
3) 시간이 절약된다.
4) 강의내용이나 진행방법을 자유롭게 변경시킬 수 있다.
5) 교육생 상호 자극에 의한 학습효과가 높아진다.
6) 정보전달에 효과적이다.

(나) 단 점

1) 일방적, 획일적, 기계적이므로 교육생이 단조로움을 느낀다.
2) 교육생 개개인의 이해정도를 파악하기 어렵다.
3) 교육생을 수동적인 태도에 몰아넣고, 스스로 생각하려는 적극성을 잃게 된다.
4) 교육 중 질문을 받게 되는 경우가 드물기 때문에 강의에 흥미를 잃기 쉽다.

(2) 시범실습식 교육

시범 실습식은 교육생의 경험영역에서 교재를 선정하고 배열하는 교육법으로 직접 사물에 접촉하여 관찰·실험하고 수집·검증·정리하는 직접경험에 의해 지도하려는 것이다.

(가) 장 점

1) 행동요소를 포함하는 기술교육에 적합하다.
2) 교육생의 적극적인 참여를 가져온다.
3) 이해도 측정이 용이하다.
4) 의사전달의 효과를 보완할 수 있다.

(나) 단 점

1) 시간이나 장소, 교육생의 수에 제한을 받는다.

2) 사고력 학습에 부적합하다.

(다) 진행방법

1) 설명단계

내용의 중요성을 강조하고 예상되는 성과에 대해 설명한다. 실습에 임할 때는 자신감을 가질 수 있도록 설명한다.

2) 시범단계

실습에 들어가기 전에 강사가 행하는 과정이다. 설명과 시범단계를 결합하는 것이 이해에 도움이 된다면 두개의 단계를 동시에 행할 수 있다.

3) 실습단계

이제까지 얻은 지식과 이해를 통해 강사의 감독 하에 실습을 하는 단계로 가장 많은 시간이 배정되어야 한다. 단독으로 활동하는 개인 실습과 상호협동으로 팀워크를 이루어 하는 수가 있다.

4) 감독단계

실습상황을 관찰하여 그에 필요한 지도와 감독을 한다, 따라서 실습과 감독은 동시에 이루어진다. 이 단계에서 교육생의 의문점 해결과 잘못된 점을 교정하는 지도가 뒤따라야 한다.

5) 평가단계

실습이 끝난 후 감독단계에서 관찰한 내용을 중심으로 전체적인 교육효과를 평가하고 보완해준다.

(3) 토의식 교육

피교육자간의 토의를 전제로 해서 목적하는바 최선책을 취해나가는 방식을 말한다. 이것은 인간이 동료들 사이에 듣고 싶은「사회적 욕구」, 자기의 의견을 인정받고 싶다「자아욕구」, 자기의 생각을 반영시키고 싶은「자아실현욕구」등에 따른 기법으로서, 학습활동에의 능동적인 참여와 자주적인 학습을 조직해서 피교육자 상호간의 계발작용도 기대할 수 있는 효과가 큰 기법이다. 특히 "인간은 자기가 참여하고 납득해서 받아들인 결과로서의 결정에는 가장 능동적으로 따르는 법이다"라는 것 때문에 그룹미팅 등에 광범위하게 활용되고 있는 기법이다. 이 교육은 어느 정도의 안전지식과 실제의 경험을 가진 자에 대한 교육으로서 효과적이라 할 수 있다.

(가) 목 적

1) 적극적이고 자발적으로 참여할 수 있도록 한다.
2) 교육내용의 이해도를 정확히 측정한다.
3) 여러 사람의 지식과 경험을 공유한다.
4) 집단생리를 터득하고 회의 운영기술을 습득한다.

(나) 토의 조건

1) 공평한 발언기회를 부여한다.
2) 자유로운 토의의 분위기가 조성되어야 한다.
3) 참가자는 주제에 어느 정도 지식과 경험이 갖추어져야 한다.
4) 강사는 토의의 목적과 방법을 명확히 하여 교육생을 유도한다.

(4) 사례연구법(문제해결식 교육)

미국 하버드대에서 개발된 토의방식의 일종인 교육기법으로 재해(사고)사례해결에 직접 참가하여 그 의사결정이나 해결과정에서 어떤 문제의 핵심원인을 집단토의에 의해 규명하고 판단력과 대책을 개발하려는 것이다. 단기간의 실무에서 발생하는 제 문제에 접하여 그 해결을 위하여 고도의 판단력을 양성할 수 있는 유효한 귀납적인 방법이다.

(가) 사례연구법의 장점

1) 현실적인 문제의 학습이 가능하다.
2) 흥미가 있고 학습동기를 유발할 수 있다.
3) 생각하는 학습교류가 가능하다.

(나) 단 점

1) 원칙과 룰(rule)의 체계적 습득이 어렵다.
2) 적절한 사례의 확보가 곤란하다.
3) 학습의 진보를 측정하기 힘들다.

사례연구는 시대적인 요구에 합치되는 교육훈련기법이라고 할 수 있으나, 사례연구에 의한 지도는 결코 용이하지는 않다. 그러나 문제의 핵심을 잡아 기본적 행동으로 만들어 내는 프로세스(process)에 성공한다면 가장 효과가 큰 훈련기법이라 할 수 있다.

(다) 사례연구의 진행단계

1) 제1단계(도입 및 사례의 제시)

사례연구를 시작하기 전에 무엇을 어떻게 할 것인가를 설명한다. 한꺼번에 인쇄물을 주거나 사례자료를 조금씩 제시하기도 한다. 참가자에 역할을 부여하는 형태나 구두, 슬라이드 등으로 제시하는 수도 있다.

2) 제2단계(사례의 사실파악)
사례연구에서 가장 주의해야 할 것은 사례를 주의 깊게 읽고 그룹토의를 통해 사실을 파악해두는 것이다. 자기 멋대로 왜곡하는 일은 피하고 제시된 사례의 범위 내에서 사실을 파악하는 것이 중요하다.

3) 제3단계(다수의 문제점 발견)
사례에는 여러 가지의 문제점이 중첩하여 존재한다. 신중하게 하나하나의 사실을 조합하여 무엇이 불안전한 상태 및 행동인가 등의 문제점을 찾아낸다. 이 단계에서는 그룹토의로서 정리하는 것이 효과적이다.

4) 제4단계(핵심 문제점 발견)
파악된 문제점은 대소, 경중, 복잡성 등의 차원에서 서로 다양하다. 그러나 전후관계, 긴급성 및 중대성 등의 영향도 등을 비교하여 "이 문제점만 해결되면 모든 것이 해결될 수 있을 것이다." 라는 핵심적인 문제점을 찾아낸다.

5) 제5단계(해결책 수립)
핵심적인 문제의 해결에는 여러 가지의 접근방법이 있으나 실행가능성, 효과성을 비교 검토한 후 어느 해결책이 가장 적당한가를 결정한다.

6) 제6단계(피드백(Feed Back))
이제까지 행한 사실파악, 문제분석, 파악방법의 문제점, 부족한 점, 깊이 들어가지 못했던 점 등을 피드백 함으로써 깊이를 더할 수 있다.

(5) 역할기법(Role Playing)

현실에 가까운 모의적인 장면을 설정하여 그 안에서 각자가 특정한 역할을 연기함으로서 현실의 문제해결을 생각하는 방법과 능력을 몸에 익히는 방법이다. 루마니아 태생 모레노(J.Moreno)가 창안한 심리극에서 유래된 것으로, 인간관계의 문제를 해결하는 기법으로 기업에서 많이 활용되고 있다.

이 기법은 부여받은 상황에서 연기자에게 자유롭게 연기를 하도록 하고, 종료 후에 각각의 입장에서 문제점, 대책 등 전원이 토의하고 검토한다.

(가) 장 점

1) 연기자는 학습내용을 체험하여 몸으로 배울 수 있고 자기의 행동에 관해서 여러 가지 의견을 들을 수 있다.

2) 다른 사람의 연기를 보고 많은 것을 배울 수 있다.

(나) 단 점

1) 관리력 등 높은 정도의 능력 훈련에는 적당하지 않다.
2) 취해야 할 자세를 강의로 가르치고 그것을 연기하는 등 다른 방법과 결합하는 것이 필요하다.
3) 연기자가 진지해지지 않는 경향이 있다.

(다) 실시단계

1) 설명
교육생에게 무엇의 습득을 기대하는지 그리고 의의, 배경 등을 설명한다.
2) 워밍업(Warming-up)
교육생이 저항감 없이 연기에 참여할 수 있도록 자기소개나 체조 등의 분위기를 만든다.
3) 역할결정
교육생은 진행자, 연기자, 관찰자로 나누어 역할을 분담한다, 관찰자는 교육생에게 맡겨 기록을 하도록 한다.
4) 연기실시
각자의 역할을 이해시켜 어떠한 연기를 할 것인가를 생각하도록 유인물을 배부하고, 연기는 5~15분 정도가 적당하다.
5) 분석, 검토
연기를 마친 후 교육생 전원이 깊이 문제를 파헤쳐 감으로서 이해를 깊게 한다. 타당한 결론을 도출하고 일반적인 원칙으로 정리한다.
6) 재연
토의를 마친 후 필요한 경우 토의결과나 강평을 기초로 다시 연기를 재연하면 교육효과를 높일 수 있다.

나. 교육실시상 주의사항

안전교육의 실시상 주의사항은 다음과 같다.

(1) 교육내용은 구체적이고 실제와 연결할 것
(2) 교육대상자의 지식, 기능에 따른 교재 작성
(3) 피교육자의 이해도를 측정하며 어려운 것은 반복 실시
(4) 강의는 시청각교육과 결부
(5) 피교육자가 머리를 쓰도록 할 것

4. 안전교육의 종류

안전 교육은 소방활동시의 불안전 상태와 불안전 행동 등에 대하여 교육대상에 맞는 수준으로 체득시켜 안전하게 활동하는 방법과 마음을 가지게 가르치는 것이다. 안전교육은 지식교육, 문제해결교육, 기능교육, 태도교육의 4가지로 크게 분류할 수 있고, 교육의 효과를 거양하기 위한 추후지도, 정신교육 등을 들 수가 있다.

가. 지식교육

교육의 첫걸음은 지식을 주는 일에서 시작됨은 당연하다. 지식은 사물에 관하여 분명히 알고 있는 사실이며, 지식이 새로운 다른 지식을 만들어낼 수는 없다. 그러나 인간은 지식을 바르게 사용하고 문제를 발견하여 해결하는 능력을 닦을 수 있다. 풍부한 지식을 가지는 사람은 많은 문제를 발견하고 적절한 판단과 행동으로서 해결할 수 있다는 것이 중요하다.

나. 문제해결교육

안전지식을 지식에서 끝내지 않고 작업에서의 사람과 물건의 움직임 중에서 불합리와 위험을 찾아내고 그것을 해결하는 지혜로 승화시키는 교육으로서, 위험예지훈련은 그 예이다.

다. 기능교육

안전은 안전지식을 얻는 것만으로는 달성되는 것은 아니다. 그것은 교육으로 얻은 지식을 실행에 옮겨질 때 비로소 그 효과가 나타나는 것이다.

지식을 가지고 있다는 것은『할 수 있다』라는 것과는 별개의 문제이다. 기능 교육은 현장에서 실행함으로써 그 실효를 맺을 수 있다. 안전에 관한 기능교육의 주목적은 대원에게 안전의 수단을 이해시키고 습득케 하여 현장활동의 안전을 실천하는 능력을 기르는 것이다.

라. 태도교육(예의범절)

교육은 단지 기능이나 지식을 주는 것뿐만 아니라 이러한 원리에 따른 행동・태도를 항상 지속할 수 있는 인간을 육성하는 것이 최종 목적이다. 안전을 위해 실행해야 하는 것은 반드시 실행하고, 해서는 안 되는 것은 절대 하지 않는다는 태도를 가지게 하는 교육으로서 일명 예의범절 교육이라고도 한다.

인간은 본래 자유로운 존재이므로 외부의 통제를 싫어하는 습성을 가지고 있다. 태도교육을 외부의 통제라고 생각하면 그것을 인정해도 그에 동조하기 싫게 된다. 그렇기 때문에 필요한 이유와 효과를 설명하고, 이해시키고, 스스로 행동하도록 의욕을 북돋울 수 있도록 동기부여를 해주어야 한다. 강요나 벌칙보다는 반복해서 설명・설득하는 것, 실행하면 칭찬과 격려를 하는 것이 중요하다.

다음으로 중요한 것은 감독자나 직장 리더는 부하로부터 신뢰와 권위를 느껴서 따를 수 있는 존재가 되도록 리더십을 발휘해야 한다.

마. 추후 지도

지식, 기능, 태도교육을 반복 실시하며 특히 태도교육에 중점을 둔다.

바. 정신교육

대원에게 인명존중의 이념을 함양시키고, 안전의식 고취와 주의집중력 및 긴장상태를 유지시키기 위한 교육이다. 정신상태가 잘못되면 불안전한 행동으로 나타나고 불안전한 행동은 안전사고에 연결되므로 잘못된 정신 상태를 교육으로 교정하여야 한다.

안전교육의 종류와 내용

구분	종 류	교 육 내 용	교육방법의 요 점
능력 개발	지식 교육	○ 취급하는 기계 · 설비의 구조, 기능, 성능의 개념형성 ○ 재해발생 원리를 이해시킨다. ○ 안전관리, 작업에 필요한 법규, 규정, 기준을 알게 한다.	알아야 할 것의 개념 형성을 꾀한다.
	문제 해결 교육	○ 원인지향의 문제해결로 과거 · 현재의 문제를 대상으로 하여 사실확 인에서 문제점의 발견, 원인탐구에서 대책을 세우는 순서를 알게 한다. ○ 목표지향의 문제처리를 할 수 있게 한다.	사고력과 종합능력을 육성한다.
	기능 교육	○ 화재진압 · 구조 · 구급 등의 작업방법, 기계 · 기구류의 취급 등 조작방법을 숙달시킨다.	응용능력의 육성이며 실기를 주체로 한다.
인간 형성	태도 교육	○ 안전작업에 대한 몸가짐 마음가짐을 몸에 붙게 한다. ○ 안전규율, 직장규율을 몸에 붙이도록 한다. ○ 의욕을 갖게 한다.	안전의식에 관한 가치관 형성교육을 한다.

제2절 위험예지훈련

1. 안전의 확보

안전의 확보란 소방활동시 「사고 없는 활동」을 위하여 「안전」을 저해하는 문제를 해결하고, 또한 활동상 위험요인을 행동하기 전에 발견·배제하여 사고 발생을 예방하거나 방지하는 것을 말한다.

소방활동이나 훈련·연습 등에 있어서 종종 여러 가지 사고발생을 목격할 수 있지만 그 배경을 분석해 보면 직간접으로 불안전한 상태(주 1) 및 불안전한 행위(주 2)라고 하는 위험요인에 노출되어 있기 때문이다.

안전을 고려하기 위해서는 우선 이 위험요인의 배제(안전조치를 포함)에 관심을 가져야 한다.

(주 1)

■ **불안전한 상태라고 하는 것은?**

사고의 원인으로서 불안전 행위와 비교하여 보다 근원적인 원인이라고 할 수 있다. 물건이나 시설에서 무엇인가 결함이 있는 경우에는 대원의 불안전 행위가 없어도 사고는 발생할 수 있다. 예를 들면, 장비·기자재의 설계 불량이나 재질의 불량품 등이 있는 경우이다.

■ **일반적으로**

① 재해현장의 활동장소 및 활동환경 등 전반이 불안전한 상태를 말한다. (그림1)

② 훈련·연습 시에는 예를 들어 비 올 때 높은 장소 진입훈련, 훈련시설의 노후화·부식화, 훈련장소의 난잡 등

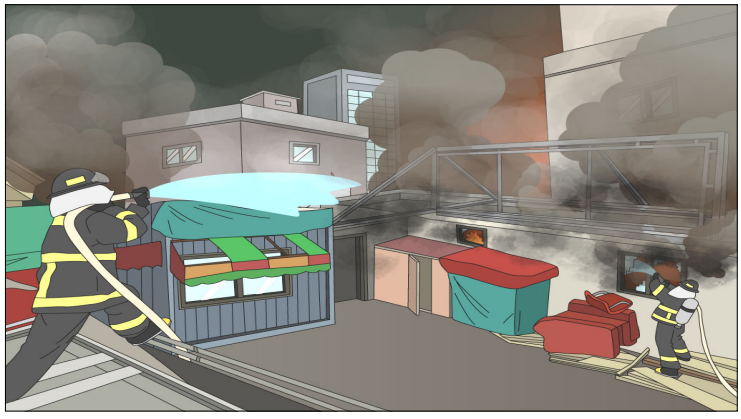


그림 5-1_현장의 미정리 등으로 인한 불안전한 상태

(주 2)

■ **불안정행위라고 하는 것은 ?**

안전한 상태를 불안전 상태로 바꿔 놓는 행위 또는 사고 발생의 조건을 유발시킬 우려가 있는 행위를 말한다. 예를 들면 담장위에서 안전조치를 취하지 않고 방수를 하는 행동(그림 2), 불안한 자세로 중량물을 지지하거나, 농연이 충만 된 개구부를 함부로 열거나, 아래를 확인하지 않고 상층부의 유리를 파괴하는 등의 행위를 말한다.

그림 5-2_담장위에서 안전조치를 취하지 않고 방수를 하는 불안전한 행동

종래의 사고가 발생하게 되면『문제는 무엇인가』라고 추궁하기 시작한다. 소위『사고후 추궁형』이 주류를 이루고 있었다. 사고 사례의 소개나 검토도 동종・유사사고 방지라고 하는 의미에서는 효과가 있지만 더욱 진일보하여『안전을 확보』하는 방향으로 생각하는 방법이 안전관리를 보다 충실히 하는 것이 된다.

다음에 기술하는 위험예지훈련은『안전』을 확보하는 훈련기법이다.

2. 위험예지훈련의 의의 및 목적

가. 위험예지훈련의 의의

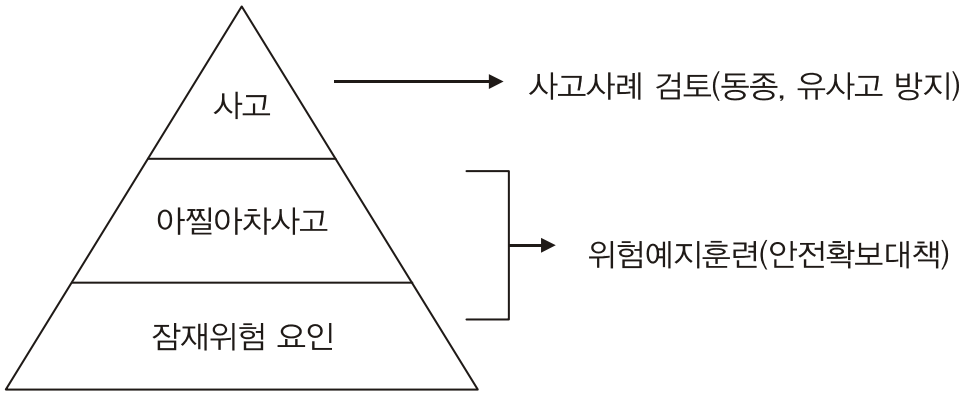
(1) 위험예지(Danger Prediction)훈련은 종래 사용해 오던 여러 가지의 교육 및 훈련기법과는 다른『전원참가의 기법』이다. 즉 위험예지훈련은 직장이나 작업의 상황 속에서 잠재하는 위험요인을 직장 소집단에서 토의하고 생각하며 행동하기에 앞서 해결하는 습관화하는 훈련이다.

(2) 일본에서는 동경소방청이 지난 '80년 안전주임 교육에서 실습을 실시한 것을 시작으로 초급간부 보직연수에서 계속 하고 있으며, 화재현장의 안전 확보에 대하여 충분한 성과를 기대할 수 있기 때문에 실시 요령을 소방분야에 맞도록 일부 수정하여 전국으로 보급을 확대하고 있다.

나. 위험예지훈련의 목적

(1) 이 훈련의 목적은 소방활동현장이나 훈련・연습교육장에서 『섬뜩하거나』¯또는 『가슴이 철렁 내려앉는』¯자례와

(2) 소방활동이나 훈련・연습시에 잠재하는 수없이 많은 위험요인 등을 포착하여 그 위험성을 정확하게 인식하고 안전을 확보하는 방향으로 대응책을 수립하는 것이다.



안전확보 대책의 예

3. 위험예지훈련의 개요

가. 감수성을 높인다.

안전을 확보하기 위해서는 위험에 대한 감수성을 높이는 것이 필요하다. 위험예지훈련은 소방활동이나 훈련・연습 중에서 위험요인을 발견 할 수 있는 감수성을 소대원(개인) 수준에서 소대(팀)수준으로 높이는 훈련이다.

나. 모임(Meeting)의 중요성을 인식한다.

안전을 확보하기 위해서는 소대 내에서 적극적인 토론, 회합이 필요하다. 위험예지훈련은 위험요인에 대하여 토론, 연구, 이해를 돕기 위한 모임의 훈련이다. 토론이 중요한 의미를 가지므로 브레인스토밍(Brain Storming) 요령으로 실시하며 특히 다음 사항에 유의한다.

(1) 편안한 분위기에서 행한다.
(2) 전원이 자유롭게 발언한다.
(3) 발언에 대하여 비판은 하지 않으며 논의도 하지 않는다.
(4) 타인의 이야기를 잘 듣고 서로가 자기의 생각을 높여가도록 한다
(5) 질보다는 양을 중요시한다.

4. 위험예지훈련의 흐름과 효과

가. 훈련의 흐름

(1) 소방활동이나 훈련・연습상황을 그림으로 나타낸 시트(Sheet)를 사용하여 그 가운데에 "어떠한 위험이 잠재하고 있는가?"를 소대 내에서 활발하게 토의하여 위험 요인을 도출한다.
(2) "이것이 문제다." 라고 파악된 위험요인에 대해 "해결하려면 어떻게 하는 것이 좋을까"를 전원이 단시간에 생각하여 결정하는 훈련이다.

훈련시트 작성의 유의점

① 시트는 대원의 친숙도가 큰 상황(예를 들면 사고 사례나 신체 훈련의 상황 등)으로부터 선정하는 방법이 부드럽게 진행이 된다.
② 한 장의 시트에 여러 가지 상황을 기입하지 말 것.
③ 아주 자세한 부분까지 그려 넣지 말 것.
④ 간단한 조사, 잘못된 조사가 되어서는 안 되기 때문에 고의로 제작한 도해가 아닐 것
⑤ 어두운 분위기가 아닌 밝은 분위기로 그려진 것이 좋다.
⑥ 도해의 상황이 광범위한 활동 등에 미치는 경우에는 그 가운데의 특정 부분에 한정하여 실시하는 것도 하나의 방법이다.

나. 훈련의 효과

(1) 상기 훈련의 흐름에 의하여 소대원의 위험에 대한 감수성이 높아진다. 다시 말하면 하찮은 위험요인이라도 이것을 발견(지적)하는 것은 감수성이 높음을 나타나는 것이며, 반면에 자기의 생각으로 이해할 수 없는 요인에는『정말 그러한 것도 있구나』라고 생각이 들게 됨으로써 다른 사람의 감수성을 높여 주는 효과가 있다.

(2) 전원이 납득하면서 단계에 따라 토의를 진행하는 것으로 횟수를 중복하는 중에 문제해결 능력이 향상된다.

(3) 행동에 따른 안전확보는 그때 그 장소에서 임기응변의 대응이 불가결이다. 위험예지훈련에 의한 단시간 Meeting은 임기응변의 요청에도 첨가되는 것이다. 즉 위험으로의 감수성 수준이 향상되고, 활발한 토의가 습관화되는 것에 의하여, 예를 들면 위험을 인지하였을 때 즉시 소리를 내어 주변의 대원에게 알림과 동시에 대응책도 고려하도록 하는 방법이다.

(4) 활발한 분위기 중에 소대 내 전원이 지식이나 체험을 각자의 안전에 도움이 되도록 하려는 점에서 팀워크방식이 유익하다.

(5) 예지훈련의 축적으로 여러 가지 상태의 견해나 생각이나 방법이 개발되고 시야를 넓혀 사례를 찾아내는데 효용이 있다.

다. 준비작업

(1) 준비물

(가) 도해시트(훈련시트)

(나) 모조지(갱지・흑판・OHP 등), 필기구

(2) 팀 편성 : 1조의 인원을 5~6명으로 한다.

(3) 역할분담 : 리더, 서기로 정한다. 필요에 따라 발표자, 리포트담당 등으로 구분하되, 현장에서 리더가 서기를 겸해도 좋다.

(4) 시간배분 계획 : 어느 단계까지 하느냐, 각 단계를 몇으로 할 것인가, 특히 제1단계에 몇 개의 항목을 채택할 것인가 등을 미리 결정해 멤버에게 알려 둘 것

(5) 훈련의 취지 설명 : 처음 참가하는 경우에는 왜 이 훈련을 하는가를 알기 쉽게 설명한다.

5. 위험예지훈련의 진행방법

그림에 있는 소방활동이나 훈련・연습의 상황 속에 "어떠한 위험이 잠재하고 있는가를" 소대원이 토론할 경우 다음의 문제 해결의 4가지 단계를 거쳐 순서에 따라 진행한다.

위험예지훈련 진행사항

라운드	문제해결 라 운 드	위험예지훈련 라 운 드	위험예지훈련 진행방법
1R	위험사실을 파악 (현상파악)	「어떠한 위험이 잠재하고 있는가」	모두의 토론으로 그림 상황 속에 잠재한 위험요인을 발견한다.
2R	위험원인을 조사 (본질추구)	「이것이 위험의 요점이다」	발견된 위험요인 가운데 이것이 중요하다고 생각되는 위험을 파악하고 ○표, ◎표를 붙인다.
3R	대책을 세운다 (대책수립)	「당신이라면 어떻게 할 것인가」	◎표를 한 중요위험을 해결하기 위해서는 「어떻게 하면 좋은가」를 생각하여 구체적인 대책을 세운다.
4R	행동계획을 결정 (목표달성)	「우리들은 이렇게 한다」	대책 중 중점실시 항목에 ※표를 붙여 그것을 실천하기 위한 팀 행동 목표를 세운다.

가. 제1라운드

(1) 항목 : 현상파악(위험요인을 발견한다)

(2) 훈련진행 방법과 유의점

(가) 전원이 훈련시트를 보고 상황을 확인한다.

(나) 훈련시트에 그려져 있는 상황 속에 자신을 두고 어떠한 위험요인이 잠재하고 있는가를 발견한다. 전원이 거침없이 발언하는 것이 바람직한 방법이 되지만 제 1라운드는 위험요인의 발견이므로 대책에 대한 발언은 삼간다.

(다) 물적인 문제만의 것이 아니고, 사람이나 행동면 또는 시트에 그려져 있는 상황에 대하여는 자연현상의 영향 등까지 예측하는 상상력을 왕성하게 하여 폭넓은 위험요인의 발견에 노력한다.

(라) 지정의 시간 전부, 되도록 많은 위험요인을 발견하는 것이 제1라운드의 포인트이다(질보다 양을 구한다).

(마) 기록원(훈련실시자 중에서 필요에 따라 지명한다)은 발언된 위험요인을 모조지 또는 흑판 등에 빨리 기록한다.

(바) 기록한 위험요인은 그것이 유발한 현상이나 결과(사고의 형)를 상정하여 " ~하여 ~으로 된다" 와 같이 문장화한다.

나. 제2라운드

(1) 항 목 : 본질추구(위험의 포인트를 파악한다)

(2) 훈련진행방법과 유의점

(가) 제 1라운드에서 기록한 위험요인을 전원이 확인한다.

(나) 소대장(리더)은 이러한 위험요인을 순서대로 읽어가면서『이것이 문제다』라고 전원이 인식이 합치되는 항목에 ○표를 붙인다. ○표는 여러 개가 되어도 좋다.

(다) ○표를 붙인 위험요인 중에서『특히 모두의 관심이 높은 것, 중대사고가 될 가능성이 있는 요인, 긴급하게 대책을 요하는 것』등의 중요한 요인에 대하여는 전원의 의견이 합치되는 항목에 ◎표를 붙인다. ◎표는 2~3개의 항목으로 한다.

(라) ○표, ◎표를 붙인 위험요인은 전원에게 재확인시킨다.

(마) ○표가 붙지 않은 요인은 한편 쓸모 없다고 생각되지만 결코 그렇지는 않고 이러한 것 하나 하나가 큰 효용을 보인 경우가 없지 않다.

다. 제3라운드

(1) 항목 : 대책수립(대책을 수립한다)

(2) 훈련진행 방법과 유의점

(가) 제2라운드에서는 ◎표를 붙인 중요 위험요인에 대하여 이것을 해결(위험의 예방이나 방지대책)하기 위하여 어떻게 하는 것이 좋은가 질문한다.

(나) 해결책은『이렇게 하는 것이 필요하다』라고 하는 방법으로『~을 어떻게 한다』,『~하여 ~한다』등과 같이 실행 가능한 구체적 대책의 형으로 정리한다.

(다) ◎표 1항목에 대하여 2~3개 항목의 대책을 정리한다.

라. 제4라운드

(1) 항목 : 목표설정(행동반경을 결정한다)

(2) 훈련 진행방법과 유의점

(가) 제3라운드에서 결정된 구체적 대책 중에서『즉시 실시할 필요가 있는 것』,『어떻게든 하지 않으면 안 되는 것』을 중점실시 항목으로 정하고 ※표를 붙인다.

(나) 위에서 정하여진 중점실시 항목에 대하여 소대의 행동목표를 설정한다.

(다) 소대의 목표설정은 훈련시트에 그려진 상황 속에서의 위험요인을 해결하는데 필요한 행동내용으로 하여야 하며 그러기 위해서는 목표를 실시 가능하도록 세분화함이 필요하다. 목표는 중점실시 항목을 포착할 수 있는 슬로건적인 것으로 하는 것이 좋다.

(라) 설정된 목표를 전원에게 읽어 주면서 확인시킨다.

6. 위험예지훈련 행동매뉴얼 예시 및 시트(Sheet)

가. 행동매뉴얼

4라운드 기법을 통한 그림과 행동매뉴얼 예시를 다음과 같이 제시 하였으며 지적확인 자세 및 touch & call은 아래 그림과 같다.

지적확인 자세

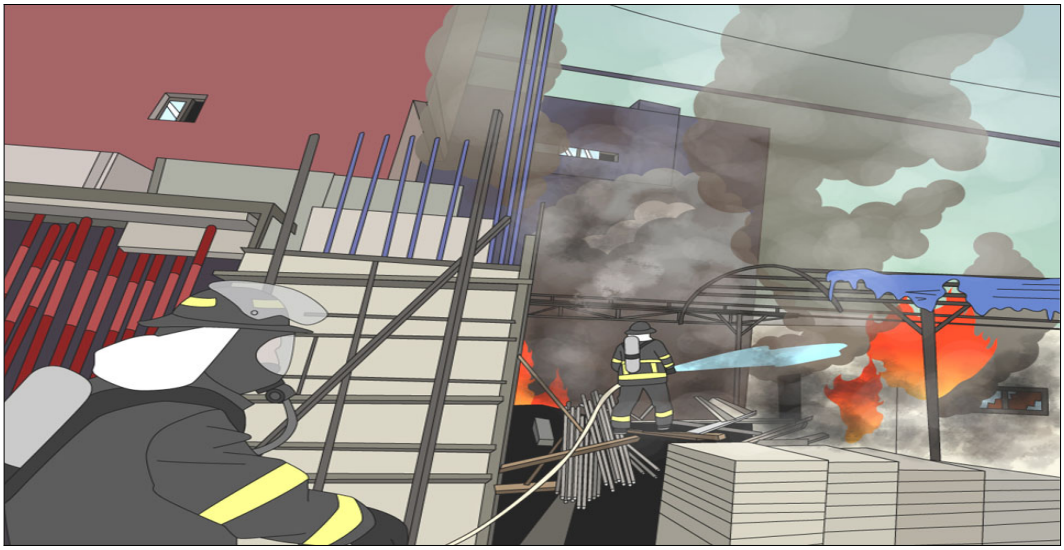
지적확인 동작

touch & call

나. 훈련시트

다음의 그림을 참고하여 위험예지훈련 제1~제4라운드의 진행방법과 touch & call로 종료하는 행동매뉴얼 예시를 제시하였다.

(위험예지훈련 시트 예)



위험예지 훈련 행동 매뉴얼(예시)

◈ **지적확인 자세**

○ 차렷 자세에서 발을 어깨넓이 만큼 벌리고 왼발은 한발짝 앞으로 내어 말굽이 자세로 하며, 양손을 허리에 올린다.

○ 오른손을 검지와 중지를 한데 모아서 오른쪽 귀 높이 까지 들어서 힘차게 자기의 눈 높이까지 쭉 펴면서 ~ 좋아! 라고 제창한다.

◈ **Touch & Call**

○ 전원이 원형으로 모여서 왼손의 엄지와 새끼손가락을 서로 잡아 지휘관(현장안전점검관)의 지휘 하에 오른손을 귀 높이 까지 들어 지적하며 끝으로 ○○소방서 무사고로 나가자 좋아! 라고 3회 제창한 후 박수를 3회 치며 Touch & Call을 종료한다.

준 비	1. 개인 역할분담 ○ 1번 대원 : 현장안전점검관, ○ 2번 : 관창수, ○ 3번 : 관창보조, ○ 4번 : 운전원
도 입	2. 개인 보호장비 점검 지적확인 실시 ○ 4인 1조의 구성원으로 상호 마주 보며 지적 확인을 하되 1번원이 지휘관(현장안전점검관)으로 가정하여 선창하면 대원이 제창으로 진행 ○ 헬멧 턱끈 좋아!, ○ 공기호흡기 면체 및 충전압력 000㎏/㎠ 좋아!, ○ 방수화 상태 좋아!
4Round 기법 활용	◇ 지휘관(현장안전점검관)[대원 1] : 지금부터 위험예지훈련을 실시하겠습니다. 오늘은 제시된 도해와 같이 건축물에서 화재를 진압하고 있습니다. 위험예지훈련 4라운드 기법을 통한 행동매뉴얼에 따라 각자 발표를 하여 주시기 바랍니다.
	3. 1R(현상파악) : 어떤 위험이 잠재하고 있는가? ◇ 지휘관(현장안전점검관) :건축물 화재와 관련하여 제 1라운드의 현상파악에서는 어떤 위험이 잠재하고 있습니까? -대원 2 : 『 ~ 해서 ~ ㄴ 다. 좋아 ! 』 또는 『 ~ 때문에 ~ 다, 좋아 ! 』 (예시 : 안전을 소홀히 하면 다치게 된다. 좋아!, 개인보호장비 점검을 소홀히 하면 위험에 처할 수 있다 좋아!)

	– 대원 3 : 『 ~ 해서 ~ ㄴ 다. 좋아 ! 』또는 『 ~ 때문에 ~ 다. 좋아 ! (예시 : 주의집중을 하지 않으면 사고가 날 수 있다. 좋아!.) ◇ 안전점검관 : 네, 좋으신 의견을 제시해 주셨습니다.
	4. 2R(본질추구) : 이것이 위험의 포인트이다 ! ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 제 2Round의「본질추구」에서 위험의 포인트를 말씀해 주시기 바랍니다. – 대원 4 :『 ~ 해서 ~ ㄴ 다. 좋아 ! 』 (예시 : 1. 혼자 방수하다 장애물에 걸려 넘어질 수 있다. 좋아!. 2. 안전장비를 착용하지 않으면 위험할 수 있다. 좋아! 3. 난간에서 떨어지면 크게 다칠 수 가 있다. 좋아! ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 네, 맞습니다. 여러 좋은 의견중에서 난간에서 떨어지면 크게 다칠 수 가 있겠지요?. **〈위험의 포인트〉** ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 오늘 위험의 포인트는『난간에서 떨어지면 크게 다칠 수 가 있다』로 하겠습니다. – 지휘관의 선창에 따라 1회만 제창하겠습니다. – 위험의 포인트(지휘관이 선창하면 대원은 후창한다), 『난간에서 떨어지면 크게 다칠 수 가 있다. 좋아!』
	5. 3R(대책수립) : 당신이라면 어떻게 할 것인가? ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 다음은 제 3Round의 「대책수립」에서 안전사고를 방지하기 위해서는 어떻게 하면 좋은지 의견을 제시하여 주시기 바랍니다. – 대원 2 :『 ~ 이런 상황에서는 ~ 이렇게 하는게 좋겠습니다 』 (예시 : 1. 안전을 확보하고 방수하자. 좋아! 2. 2인1조로 방수하자. 좋아! ◇ 지휘관(안전점검관) : 네, 그렇습니다. 아무리 강조해도 안전을 확보하고 방수하는 것이 제일입니다. 안전을 확보하고 2인1조로 방수하여야 하겠습니다.
	6. 4R(목표설정) : 우리들은 이렇게 하자! ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 그럼 다음은 제 4Round의 「목표설정」인 팀의 행동목표를 말씀해 주시기 바랍니다. – 대원 3 : 『 ~을 ~ 하여 ~ 하자. 좋아 ! 』 (예시 : 안전을 확보하여 사고를 방지하자. 좋아 !) ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 네, 안전을 확보하여 사고를 방지하여야 합니다. ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 그럼, 팀의 행동목표를 One Point로 줄여 지적확인을 해 주시기 바랍니다. – 대원 4 : 『 안전확보 좋아 ! 』 ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 네 좋습니다. 그럼 오늘의 One Point는 『 안전확보 좋아 ! 』로 하겠습니다. – 안전점검관이 선창하면 다같이 3회 반복하여 제창하겠습니다. ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 『 안전확보 좋아 ! 』 – 전 대원 :『 안전확보 좋아 ! 』3회 연속적으로 제창
Touch & Call	7. Touch & Call ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 그럼 끝으로 Touch & Call 로 위험예지 훈련을 마치도록 하겠습니다. – 전 대원 Touch & Call 준비. – ○○소방서 무사고로 나가자. 좋아!(3회 제창 후, 박수 짝! 짝! 짝!) ◇ 지휘관(현장안전점검관) : 위험예지훈련 끝.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제6장 신체의 적합성과 체력증진계획

제1절 소방업무와 신체능력과의 적합성

1. 소방업무와 체력증진

가. 소방업무의 특성

앞서 언급한 것처럼 소방업무는 가장 위험하며, 육체적 힘을 많이 요구하는 직업 중의 하나이다. 따라서 소방대원들이 신체적으로 업무에 적합한 상태에 있을 경우에만 그들의 업무를 완벽히 수행할 수 있다.

소방업무는 위험한 상황에 있는 사람을 구조하기 위해 사다리를 설치하여야 하며, 화재를 진압하기 위해 소방호스를 다루어야 하고, 파괴 작업을 하기 위해 무거운 장비 등을 다루어야 하는 것과 같이 육체적인 힘이 필수적으로 요구되는 직업적 특성을 가지고 있다.

나. 소방업무에 요구되는 신체적 능력

소방대원이 복도와 계단을 신속히 이동하고 사다리를 오르며, 경사진 면(面)에서 화재를 진압하려면 강한 지구력(持久力)이 필요하다. 또한 장비를 다루거나 사다리를 접을 때 혹은 사다리를 오를 때에는 유연성(柔軟性)도 필요하다. 그러나 소방대원들은 이러한 현장활동에 사전준비(Warming-Up)가 없을 뿐만 아니라, 10kg 이상의 보호복과 개인장비를 착용(휴대)한 상태에서 활동에 임해야 한다.

더구나 정상적인 평상시의 쾌적한 조건이 아닌 열기, 연기, 유독가스, 습기 등의 장애요인이 많은 악조건하에서 활동하여야 하기 때문에 더욱더 소방업무에 종사하는 사람은 업무에 적합한 강인한 체력이 요구된다고 할 수 있다.

2. 소방대원의 건강과 현장활동

소방업무의 특성을 고려해 볼 때 '왜 많은 소방공무원들이 현장이나 기타의 장소에서 심장마비 등과 같은 질환으로 사망하고 있는지'를 알 수 있다. 그 이유는 거의 모든 소방활동들이 신체 특히, 심장부분에 엄청난 정도의 스트레스(Stress)를 가하는 특성이 있기 때문이다.

그래서 소방공무원들은 신체적으로 또는 정신적으로 항상 활동을 전개할 수 있는 준비가 갖추어져 있어야 한다. 그러나 소방대원은 업무의 특성상 신체적·정신적으로 항상 긴장된 상태에 있게 마련이며, 이로 인해 사고의 발생확률이 다른 직업에 비하여 높다고 할 수 있다.

3. 체력증진의 의의

신체적으로 건강한 소방대원은 그렇지 못한 대원들보다 더 완벽히, 장시간(長時間) 그리고 안전하게 그들의 업무를 수행할 수 있다. 따라서 체력증진계획을 통하여 현장업무로부터의 어려움, 곤란성으로부터 발생될 수 있는 정신적 스트레스와 질병, 심장마비, 부상, 사고 등을 줄일 수 있도록 하여야 한다.

4. 직업병의 판정과 건강이력서의 작성관리

가. 건강진단의 강화와 직업병의 판정

소방대원들의 신체검사는 재직중에 발생되는 질병이 직업병(職業病)과 관련 있는지 여부를 판정하는 데 있어 매우 중요하다. 예를 들어 A라는 대원의 폐(肺)에 심각한 문제가 발생되었다고 하자. 그의 폐 손상은 소방업무 때문에 발생되었는가? 소방이라는 직업과는 상관관계가 있는가? 그렇다면 그가 임용되기 전에는 어떠했는가?

결국 최초 임용시의 철저한 신체검사와 임용후의 지속적이고 세밀한 소방업무에 적합한 특수한 건강검진만이 직업병의 여부를 판단할 수 있게 하는 근거자료가 될 수 있다.

나. 건강한 체력의 소방대원과 업무수행

'소방'이라는 업무는 직업적인 혹은 활동상의 안전에 대한 중요성을 인식하면서부터 시작되어야 한다. 각 대원들이 신체적으로 해당업무에 적합하고 양호한 체력을 유지하고 있을 경우 치명적인 사고와 부상으로 이어질 확률은 비교적 낮다. 가령 심장마비 등과 같은 심각한 문제들도 강인한 체력을 갖추고 있고 해당업무와 적합할 경우 충분히 극복될 수 있다고 할 수 있다.

신체의 강인함과 유연성이 있어야만 전도(顚倒), 전락(轉落), 골절 및 피부조직 손상 등의 사고를 방지할 수 있다. 또한 폐활량(肺活量)이 적정한 상태에 있는 경우 CO_2의 배출을 용이(容易)하게 하여 혈액의 순환을 양호하게 할 수 있으며, 이는 곧 소방대원의 업무수행능력 강화와 직결된다.

다. 건강이력의 철저한 기록 및 관리

각 소방관서에서는 소속 직원의 건강이력서(健康履歷書)를 작성하여 영구보관 하도록 하는 것이 바람직하다. 각 개인에 대한 건강이력의 기록은 임용과 동시에 시작하여 소방관 생활을 하는 동안 계속하여 관리유지 되어야 한다.

ㅇ ㅇ 소방서 사고 기록

이 사고기록은 사고발생 24시간 이내에 기록하여야 하며, 기록대상의 범위는 소방공무원 뿐만 아니라 사고와 관련된 일반시민도 포함됨. 또한 이 사고와 직접적인 관련이 없더라도 사고의 내용에 참고가 되는 사항을 추가로 기록하거나 별도의 기록양식을 활용하여도 가능함

작성자_____ 제목_____

발생시간_____am/pm 일자_____ 년도_____

발생장소_____

기록일시_____

사고의 발생원인 및 동기에 대하여 기록함.

(사고발생의 설명에 도움이 될 수 있는 사진이나 도면을 첨부 하여도 가능)

_____

_____

_____

부상자 #1 _____ 연령 _____ 근무경력 _____

직 급 _____ 소속 _____

부상자 #2 _____ 연령 _____ 근무경력 _____

직 급 _____ 소속 _____

민간인부상자 #1 _____ 연령 _____ 전화번호 _____

주소 _____ 소속 _____

근무처 _____ 보험가입 _____

신체의 손상부위를 정확히 기록(신체부위도를 활용)

_____

_____

응급처치를 실시한 사람의 성명과 응급처치의 내용을 기록

_____

_____

부상자를 후송한 의료기관과 이송자의 성명을 기록

_____

병원에서의 응급처치 담당의사의 성명을 기록

_____

진료를 거부당하였을 경우 진료거부자의 성명을 기록

_____

부상을 당한 대원의 작업손실 시간과 그 대원을 돕기 위해 소요된 시간을 기록

_____

사고의 발생과 관련 있는 장비, 도구, 차량 또는 물질 등을 기록

_____

_____

사고 목격자나 당시의 현장상황 설명이 기능한 자의 성명, 주소, 전화번호(직장, 자택)을 기록

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

이 사고의 설명이나 보고에 관련되는 첨부물(보고서, 진술서, 관련서류, 등)을 기록(첨부물의 내용은 사실과 동일한 것이어야 함.)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

감독자로서 동일한 사고가 발생되지 않도록 하기 위하여 제안하고 싶은 내용 기록

_____

_____

_____

사고와 관련하여 가장 최근에 취해진 조치와 앞으로 계획중인 내용, 그리고 그 계획의 실행시기를 기록

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

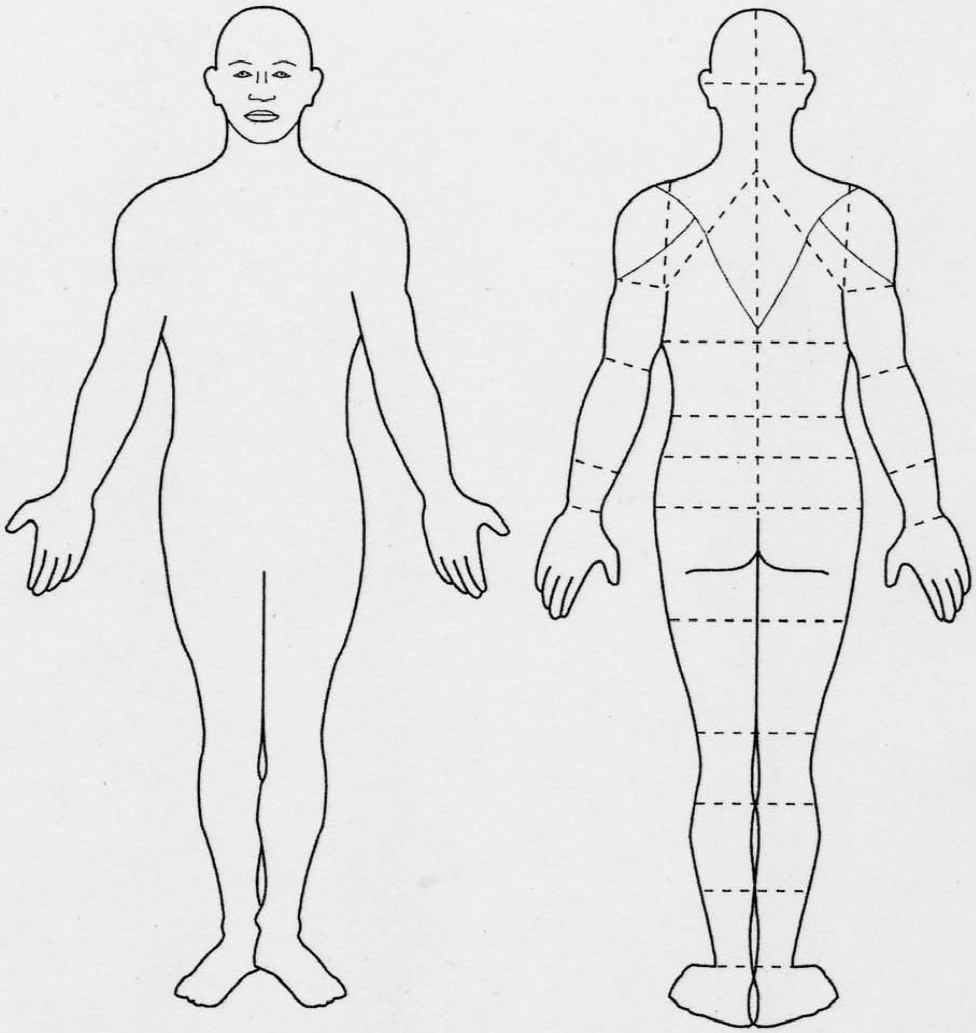
_____

_____

_____

서 명 : 사고 당사자 _____ 감독자 _____ 서 장 _____

손상된 신체부위도



※ 표시요령(유색필기구를 사용)

① 손상부위 및 범위를 표시한다.
② 손상의 형태를 기록한다 : 절상(切傷), 화상, 타박상, 골절, 탈구(脫臼), 출혈등
③ 손상에 의한 통증이 영향을 미쳤던 범위를 표시한다.
④ 유색 필기구를 이용하여 작성한다.
⑤ 기타 필요한 내용을 간략하게 기록한다.

ㅇ ㅇ 소방서 사고 기록

이 사고기록은 사고발생 24시간 이내에 기록하여야 하며, 기록대상의 범위는 소방공무원 뿐만 아니라 사고와 관련된 일반시민도 포함됨. 또한 이 사고와 직접적인 관련이 없더라도 사고의 내용에 참고가 되는 사항을 추가로 기록하거나 별도의 기록양식을 활용하여도 가능함

작성자_____ 제목_____

발생시간_____am/pm 일자_____ 년도_____

발생장소_____

기록일시_____

사고의 발생원인 및 동기에 대하여 기록함.

(사고발생의 설명에 도움이 될 수 있는 사진이나 도면을 첨부 하여도 가능)

_____

_____

_____

부상자 #1 _____ 연령 _____ 근무경력 _____

직 급 _____ 소속 _____

부상자 #2 _____ 연령 _____ 근무경력 _____

직 급 _____ 소속 _____

민간인부상자 #1 _____ 연령 _____ 전화번호 _____

주소 _____ 소속 _____

근무처 _____ 보험가입 _____

신체의 손상부위를 정확히 기록(신체부위도를 활용)

_____

_____

응급처치를 실시한 사람의 성명과 응급처치의 내용을 기록

_____

_____

부상자를 후송한 의료기관과 이송자의 성명을 기록

_____

병원에서의 응급처치 담당의사의 성명을 기록

_____

진료를 거부당하였을 경우 진료거부자의 성명을 기록

_____

사고 기록서(감독자용)

감독자 성명 _____ 소 속 _____

부상자 성명 _____

연 령 _____ 결혼여부 _____ 직 급 _____

사고발생일 _____ 발생시간 _____ AM/PM

부상의 종류 _____

응급처치 의사의 성명 및 주소 _____

_____

부상자가 아직도 치료중인가 ? Y/N 치료기간 _____

부상자가 직장으로 복귀 하였는가 ? Y/N 복귀일시 _____ am/pm

사고의 발생이 업무와 관련 있는가 ? Y/N _____

목격자 성명 및 전화번호 _____

사고발생 장소 ? _____

_____

사고기인명 작업중 장비 손 기구 동작

(1개를 선택) 화상/열 화학물질 전기 자동차 기타

사고기인물(기타) _____

불안전한 행동 _____ 설 명 _____

불안전한 조건 _____ 설 명 _____

문제요인은 시정 되었는가? Yes _____ No _____

만약 시정되었다면 그 방법을 기술하시오 _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

감독자 서명 _____ 일 시 _____ am/pm

※ 본 기록서는 사고발생 24시간 이내에 기록하여야 함

사고기록서(119안전센터 용)

1. 사고자가 우리 소(所)에 근무하면서 이번 사고가 처음인가 ? 아니면 동종(同種) 또는 유사한 사고를 일으킨 적이 있는가?

Yes : _____ No : _____

2. 상황조건(화재, 구급, 구조, 훈련, 장비유지관리, 교육, 기타)

3. 발생장소 _____

4. 사고와 관련되는 차량 또는 장비 _____

5. 사고의 원인 _____

결 재 소방서장 _____ 결재일 _____

기관장 권고 및 당부 사항 _____

1. 참모의 권고사항 _____

2. 향후 개선계획 _____

제2절 소방대원의 체력증진계획

1. 소방대원의 체력증진계획의 의의

가. 체력증진계획의 의의

체력증진계획의 수립의의는 화재진압과 같은 힘든 업무를 수행하는 데 요구되는 신체적 능력을 개발하고 유지하기 위함이다. 또한 이런 계획은 신규임용자 뿐만 아니라 기존의 대원들에게도 절대적으로 필요하다.

현장소방업무를 다른 직종과 비교해 볼 때 소방업무는 24시간 항상 출동을 준비하고 대기하여야 하기 때문에, 소방관서 내에서 보내는 시간이 많은 비중을 차지하고 있다는 특징이 있다. 그러나 일단 사고가 발생되어 현장에서 활동을 전개(展開) 할 경우 그 어느 직종도 소방업무 만큼 육체적 힘이 많이 요구(예 : 소방호스 끌고 이동하기, 소방호스 어깨에 짊어지고 수개의 층 오르기, 사다리의 설치 또는 사다리 오르기, 천정구조물 파괴하기, 요구조자 운반하기 등)되는 직업도 드물다고 할 수 있다.

나. 소방활동이 신체에 미치는 영향

육체적 움직임이 비교적 적은 대기단계(待期段階)에서 출동신호와 함께 이루어지는 급속한 육체적 동작의 변화는 신체의 정상적인 리듬에 큰 스트레스를 가함으로써 신체적·정신적으로 결코 좋은 영향을 주지 않는다.

특히 야간의 경우 더욱더 그러하다고 할 수 있다. 출동신호와 함께 소방대원의 신체는 갑작스러운 움직임에 신속하게 적응하여야 하는데, 이것은 각종 신체리듬의 정상적인 흐름을 저해하는 역할을 하며, 결국 사고 및 질병의 원인으로서 작용할 수 있다.

다. 체력증진실시계획의 철저한 기록관리

체력증진실시계획의 진행상황을 상세히 기록하는 것은 매우 중요하다.

왜냐하면 각 대원들 자신이 신체능력의 향상 상황을 직접 점검하여 참여동기(參與動機)를 자극할 수 있는 자료로 활용할 수 있기 때문이다.

2. 체력증진계획의 목표수립

체력증진계획의 목표는 소방대원들이 소방활동을 수행하는데 필요한 신체의 주요 기능을 강화하는 데 있어야 하며 그 내용은 다음과 같다.

가. 심장순환계기능의 강화

(1) 많은 에너지를 소비하는 활동을 전개할 때 소방대원에게 크게 중요시되는 신체 기능 중의 하나가 근육과 심장의 기능이다. 소방대원의 신체는 활동중에 근육조직 및 세포에 신선한 혈액과 산소를 공급하기 위하여 정상적인 심장의 순환작용이 이루어져야 한다. 만약 충분한 양의 산소가 혈액으로 공급되지 못할 경우 쉽게 지치거나 피로현상(疲勞現狀)이 발생될 수 있다. 폐, 심장, 순환계통으로의 산소운반 능력은 신체적 운동량에 크게 좌우된다. 따라서 심장순환 기능의 향상을 위하여 항상 적정한 정도의 꾸준한 부하(負荷)를 심장에 가하는 것이 필요하다.

(2) 운동을 꾸준히 실시함에 따라 맥박수는 점차 감소되나 심장의 저항력은 증가하게 되며, 각종 신체적 적응능력이 향상된다.

시간이 지남에 따라 자연스럽게 신체저항 능력이 증가하고, 신체의 적응능력이 향상되며, 심박수는 감소한다. 따라서 신체에 가하는 부하의 강도 및 부하량, 시간을 높일 수 있게 된다.

즉, 보다 더 어렵고 힘든 운동 및 활동이 가능하게 된다는 것이다. 이러한 경우 심장수축시 각 혈관으로 내뿜는 혈액의 양은 증가하게 된다. 따라서 신체근육의 활동에 필요한 더 많은 산소가 필요하게 되며, 결국 심장과 폐의 기능이 향상되게 되는 것이다.

나. 뼈와 복부의 강화, 하지근력(下枝筋力), 상지근력(上枝筋力) 기능의 강화

체력증진계획에 있어서 또 하나 중요한 목표중의 하나는 척추, 복부, 다리, 팔 근육 및 관절의 기능강화이다. 신체의 골격과 관련된 근력이 강할 경우 어렵고 힘든 조건하에서의 작업에 대한 저항능력이 증가하게 된다.

다. 유연성의 강화

소방현장에서 순간적으로 민첩하게 이루어지는 각종 동작행위를 위하여 유연성을 강화하는 것도 큰 목표중의 하나이다.

3. 체력증진계획의 시행에 있어서의 유의사항

가. 척추 손상의 예방

(1) 척추손상예방의 의의

체력증진계획의 실시에 앞서 우선 고려하여야 하는 사항중 한 가지가 '척추손상방지'에 관한 사항이다. 왜냐하면 척추손상은 다른 어떠한 손상보다도 값비싼 대가를 치러야 하기 때문이다.

척추의 손상은 다른 종류의 손상과는 그 유형 및 후유증(後遺症)의 정도에 있어서 다르다고 할 수 있다. 왜냐하면 부상으로 인한 통증 및 활동의 불편함이 완벽하게 치료가 되지 않으며, 항상 재발(再發)의 가능성이 있기 때문이다.

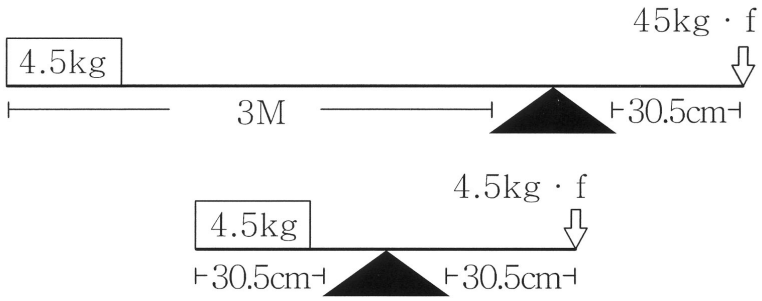
(2) 척추손상의 주요 원인

척추의 손상은(外傷은 제외함) 주로 척추 자체가 약해지거나 척추를 지탱해 주는 각종 근육이나 신경이 손상되어 발생된다. 이러한 약화현상은 갑작스러운 외부충격에 의해 발생되는 경우도 있지만, 거의 대부분은 '들어 올리거나 물건 운반시의 자세불량 등'과 같이 일상생활에서의 반복되는 동작이나 행위가 부적절하기 때문에 발생된다.

척추는 구부리는 동작에 있어서의 유연한 기능을 위해, 신체를 지지(支持)하기 위해, 그리고 각종 하중에 견디는 기능을 할 수 있도록 하기 위해 매우 복잡하고 정교하게 구성되어 있다. 따라서 선천적인 기형구조(畸形構造)인 경우를 제외하고 거의 대부분의 경우에 있어서 동작상(動作上)의 문제 때문에 손상이 발생될 가능성이 많다는 것을 쉽게 알 수 있다.

(3) 지렛대의 원리와 척추

척추는 지렛대의 원리에 의해 작용하며, 지렛대의 지지점에 가해지는 부하는 지지점으로부터 떨어져 있는 거리와 중량에 따라 달라진다. 다음의 그림에서 보는 것처럼 동일한 중량의 물체를 누르는데 소요되는 힘은 지지점으로 부터 물체가 멀수록 더 많은 양의 누르는 힘이 필요하다는 것을 알 수 있다.



지렛대의 원리 : 지렛대를 누르는 힘은 지지점과 물체와의 거리가 멀수록 많이 필요하다.

(4) 척추손상의 예방

물건이나 물체를 들어올릴 때 척추를 보호하는 안전한 행동은 매우 간단하다. '무릎을 구부려서 물건을 드는 것'이다. 즉 물건을 들어 올리고자 할 때 무릎을 구부려 자세를 낮춘 상태에서 물건 가까이 위치한다는 것은 지렛대의 지지점과의 거리가 멀지 않다는 것을 의미하며, 하중을 허리뿐만 아니라 무릎, 허벅지, 발 부분으로 분산하기 때문에 보다 안전하고 쉽게 물건을 들어 올릴 수 있게 된다는 것이다.

처음에는 이러한 동작에 익숙하지 않아 소홀하기 쉬우나 습관화 되면 매우 자연스럽게 될 수 있다. 그러나 현장의 상황이나 들어 올리고자 하는 물건의 크기, 모양, 위치 등의 다양함 때문에 항상 무릎을 구부린 낮은 자세로 물건을 이동시킬 수 없는 경우도 있다.

그래서 소수의 인원이 이동시키기에 어려운 물건은 다수의 대원이 함께 이동시키는 것이 안전한 작업요령 이라고 할 수 있다.

나. 폐와 관련된 질환의 예방

(1) 소방활동과 폐질환

소방대원들은 인체에 유해한 연소생성물을 흡입하거나 이에 노출될 가능성이 많기 때문에 폐의 손상을 받을 확률이 타 직종의 종사자 보다 훨씬 높다고 할 수 있다. 그래서 대원들 자신이 이러한 위험요소에 노출되지 않도록 노력하는 것이 중요하다. 그 방법중의 하나가 바로 철저하게 공기호흡기 등의 호흡보호용 장비를 착용하고 작업에 임(任)하는 것이다.

(2) 소방활동과 흡연과의 관계

담배는 폐와 호흡기에 나쁜 영향을 줄 수 있기 때문에, 필터를 부착하여 유독물질을 정화하도록 되어 있다. 그러나 일단 담배연기에 포함되어 있는 질소산화물, 탄화수소 및 일산화탄소등이 폐(肺) 자체의 기능을 저하시키면, 그 기능의 회복은 대단히 어렵다.

특히 흡연자는 담배연기 뿐만 아니라 화재현장에서 발생되는 유독연기의 흡입으로 인해 일반인들 보다 더 높은 폐질환의 발병가능성을 가지고 있다고 할 수 있다.

흡연으로 인한 일산화탄소의 흡입은 혈액내에 일산화탄소의 축적을 가져오며, 상대적으로 혈액내의 산소농도를 저하시키는 원인이 된다.

그래서 특히 흡연을 하는 소방대원들에게는 매우 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 또한 흡연으로 인하여 지구력과 심폐기능의 약화를 가져올 수도 있다.

(3) 흡연과 질병의 발생

흡연을 하는 대원은 흡연을 하지 않는 대원보다 동맥경화증에 걸릴 가능성이 더 많다고 할 수 있으며, 동맥경화증은 결국 심장마비의 원인이 될수도 있다. 일반적으로 흡연자는 비흡연자보다 2~3배정도 더 높은 심장마비의 발생가능성을 가지고 있으며, 4~7배 정도 더 높은 심장마비 사망의 가능성을 가지고 있다고 한다. 또한 폐암의 발생가능성도 매우 높다고 할 수 있다.

흡연으로 인한 유해물질의 흡입은 소방대원들의 신체적 능력을 저하시켜 안전한 작업의 수행에 장애요인으로 작용할 수도 있다.

다. 심장관련 질병의 예방

(1) 심장관련질병 예방의 의의

소방업무종사자 뿐만 아니라 일반인들도 심장과 관련된 질병으로 사망하는 경우가 급속하게 증가하고 있으며, 소방대원의 경우 일반인들 보다 더 높은 심장관련 질병의 발병가능성을 가지고 있다고 할 수 있다. 소방공무원으로 재직 중 심장계통의 질병 때문에 순직하거나 사직하는 경우가 흔히 있으므로 조직적인 차원에서 심장관련 질병의 예방은 매우 심각하게 고려되어야 할 문제중의 하나라고 할 수 있다.

(2) 심장관련질병의 주요 원인

심장병은 심장기능의 이상 등과 같은 것을 포함하여 그 범위 및 유형이 매우 다양하다고 할 수 있다. 어떤 경우 일상적인 검진을 통해서 '심장판막 장애' 등과 같은 질병을 발견할 수도 있다. 그러나 심장으로의 혈액공급 기능이 장애가 있는 경우(흔히 발생되고 있지만) 발견하기가 쉽지 않으며, 결국 산소의 부족으로 심장세포가 죽어가게 된다.

이러한 심장질환과 관련 있는 주요한 원인은 다음과 같다.

(가) 콜레스테롤의 증가에 의한 혈관의 비만
(나) 혈압의 상승
(다) 흡연행위
(라) 운동부족 및 스트레스(Stress)의 축적(蓄積)
(마) 준비되지 않은 상태에서의 과도한 신체·정신적 부하(負荷)

(3) 심장관련 질병의 예방

(가) 심장마비의 위험을 줄이기 위해서는 포화콜레스테롤의 축적을 방지하여야 하며, 간단한 혈액검사를 통하여 각 개인의 콜레스테롤 수치(數値)를 측정할 수 있다.
(나) 흡연으로 인한 심장질환의 발병을 줄이는 것은 오로지 금연하는 것이다.
(다) 신체검사를 통하여 자신의 혈압을 체크해 보아야 하며, 만약 고혈압의 증세가 있는 경우 이를 회복하기 위한 노력을 하여야만 심장마비 등과 같은 질병의 공포로부터 벗어날 수 있을 것이다.
(라) 운동의 부족도 결국 심장질환으로 발전할 가능성이 많다. 왜냐하면 운동부족으로 인한 활동량의 저하는 곧 비만(肥滿)으로 이어질 수 있기 때문이다. 따라서 꾸준하게 신체를 단련할 수 있는 운동을 실시하는 것이 가장 좋은 방법이라고 할 수 있다.

제3절 스트레스(Stress)의 예방 및 관리

1. 스트레스(Stress)의 의의

스트레스(Stress)란 '신체적, 정신적 긴장이 원인이 되어, 몸 안에서 일어나는 일련의 비특이적(非特異的=日常的)인 방어반응(防禦反應)'이라고 정의할 수 있으며, 질병의 원인이 되기도 한다. 사람들은 일상생활에서 각종 스트레스를 받게 된다.

스트레스는 인간에게 이로운 결과를 주는 것과 해로움을 주는 것의 두 가지로 분류할 수 있다. 전자는 인간의 적극적인 행동을 자극하는 것을 말하며, 후자는 인간의 행동에 해로운 영향을 미치는 것을 말한다. 그러나 궁극적으로 스트레스는 인간의 신체나 정신에 좋은 영향을 미치지는 않는다.

여기서 중요한 것은 스트레스라고 하는 것은 신체적인 요인에 의해서도 발생된다는 것이다. 다시 말하면 신체가 과부하(過負荷)를 받을 경우 정신적으로는 극도의 피로, 긴장 등의 문제가 발생되고, 신체적으로는 부상이라는 문제가 발생되는 것이다. 결국 신체가 건강하면 건강할수록 신체적 스트레스는 감소되게 된다.

가. 스트레스(Stress)의 요인

최근에 소방대원의 업무와 관련된 정신적 스트레스에 대한 관심이 높아지고 있으며, 소방대원들에게 정신적 스트레스를 가(加)하는 주요한 요인들을 열거하면 다음과 같다.

(1) 사고현장에서 충격적인 장면목격 및 공포감
(2) 화재현장에서의 소사체(燒死體) 목격
(3) 동료대원들의 순직, 죽음에 대한 공포
(4) 사망자 유족들의 흐느낌・오열(嗚咽)
(5) 비정상적 근무체제, 출동에 대한 정신적 긴장
(6) 상관 및 동료들과의 부조화(不調和)
(7) 업무량의 과중(過重)
(8) 조직 외적인 요인(구조조정, 보수의 불만족 등) 등

그 외에 즉 결혼생활의 문제, 가정경제상의 문제, 이사, 휴가, 개인 사생활 등과 같이 업무와는 직접적으로 무관한 것으로도 발생될 수 있다. 앞에서 언급한 이러한 문제들이 원만히 해결되지 못할 경우 신체적 질병으로 발전될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

나. 신체적 스트레스(Stress)와 예방

소방대원의 순직과 부상의 원인은 신체적 스트레스와 매우 깊은 관련성을 가지고 있다. 이러한 것은 화재진압과 인명구조 작업에 요구되는 체력을 약화시킬 뿐만 아니라 정신적 인내심 및 저항능력(抵抗能力)을 약화시켜 결국 사고 내지는 질병과 연결될 수 있다.

또한 각종 현장에서의 스트레스가 심장마비라는 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 심장마비나 스트레스와의 인과관계(因果關係)는 의학계의 연구결과에도 명백히 나타나고 있다. 결국 신체적 스트레스 요인을 줄이는 것도 소방공무원의 순직율(殉職率)을 줄이는 방법 중의 하나이다.

체력증진계획을 적극 실천하면 대원들의 순환계 기능을 강화시켜 스트레스와 관련된 부상, 질병 및 사망률을 줄일 수 있다. 건강한 신체는 스트레스에 대한 저항력을 가지고 있다. 이러한 저항력을 키울 수 있는 것 중의 하나가 "운동"이다. 운동을 통하여 근육, 심장, 폐의 기능을 강화시켜 심장마비의 발생 및 스트레스와 관련된 질병, 부상의 가능성을 줄일 수 있다.

2. 정신적 스트레스(Stress)

가. 소방활동과 정신적 스트레스

소방업무에 종사하고 있는 사람은 화재진압, 구조활동, 구급활동 등과 관련된 활동 수행시에는 아주 심한 스트레스를 겪을 수 있다.

소방업무에 장기간 종사하고 있는 선임대원들은(예를 들면 구조대원인 경우) 신임대원(新任隊員)들보다 비교적 적은 량의 스트레스를 겪으면서 구조활동에 임할 수 있다. 왜냐하면 그 사고와 유사한 수많은 사고를 수습했던 경험이 있기 때문이다. 반면에 경험이 부족한 신임대원인 경우 처참한 사고현장에서 그들에게 부여된 임무를 수행할 경우 강한 정신적 스트레스를 느낄 것이다.

나. 스트레스와 신체방어체계

인간의 신체는 자신이 견딜 수 있는 스트레스의 한계를 초과하는 사고현장에 노출될 경우 신체적·정신적으로 매우 민감하게 반응한다. 대형사고 현장활동 후의 체력쇠약(體力衰弱)으로 인한 극도의 피로와 현장활동 후의 비정상적 행동은 주로 각 개

인이 스트레스에 효과적으로 대처하지 못하고 있기 때문이다. 즉 극도의 피로감을 느끼는 것과 비정상적인 행동을 하는 것은 대원자신의 신체방어체계(身體防禦體系)가 무너지고 있다는 것을 의미한다.

3. 스트레스의 징후(Sign)

대원들이 스트레스 상황에 노출되어 스트레스를 겪고 있는 징후는 다음과 같다.

가. 사고현장에서의 부적응(不適應) 및 행동력의 저하

일시적인 혹은 초기의 부적응은 흔히 발생될 수 있다. 그러나 장시간 계속되거나 정상적인 역할을 수행하고 있지 못하다면 그가 적응상의 문제에 있어서 강한 스트레스를 받고 있다고 판단하여야 한다.

나. 사기의 저하 및 의욕상실

인간이 흥분하거나 의기소침(意氣銷沈)해 하는 것은 극히 자연스러운 일이다. 때때로 공적인 업무 이외에 가정생활에 있어서 원만하지 못할 경우 극심한 스트레스를 받을 수 있으며, 이러한 현상이 장기간 지속될 경우 해당업무를 정상적으로 수행하지 못할 가능성이 높다.

다. 악몽과 불면증(不眠症)

악몽이 몇 주간 계속되거나 혹은 수일(數日)에 걸쳐 불면증에 시달리는 경우 스트레스를 겪고 있다는 증거이다. 이러한 경우 스트레스를 경감시킬 수 있는 누군가의 도움과 조언이 필요하다.

라. 과거에 대한 지나친 회상

이러한 현상은 주・야를 막론하고 발생된다. 과거에 보았던 사물이나 혹은 고통스럽고 힘들었던 경험(주로 좋지 않았던 경험들)들을 주로 떠올리게 되는데, 이러한 것은 현재의 업무에 충실하고 미래지향적으로 행동하는 데 장애요인으로 작용하게 되며, 스트레스에 노출되어 있는 상태라고 판단한다.

마. 비 정상적인 식욕

처참한 사고 장면을 목격한 후에 음식물을 먹을 수 없는 식욕부진(食慾不振)의 현상을 나타내는 것을 말한다. 경우에 따라서 사고현장을 목격한 후 과잉식욕(過剩食慾)을 나타내는 특이한 경우도 있다. 그런데 과잉식욕의 여부는 명백히 밝히기가 어렵다. 그러나 단기간에 체중이(6주 동안 4~5kg이상 증가한 경우) 증가되었다면 스트레스로 인한 과잉식욕을 의심할 필요가 있다. 경우에 따라서 과도한 음주 및 흡연을 하는 경우도 있다.

바. 극도의 성급함과 격분(激憤)

다른 감정의 표현과 마찬가지로 스트레스 상태에 있는 경우 성급함과 격분하는 행동은 극히 자연스러운 것이다. 그러나 이러한 행동들이 빈번히 표출(表出)될 때 혹은 쉽사리 감정이 조절되지 않는 경우 전문가의 조언이 필요한 상태에 있다고 판단한다.

사. 알코올의 섭취량 증가와 중독

소방대원으로서 바람직하지 못한 모든 행동양상(行動樣相)중에서 알코올 중독이 가장 발견과 치료가 어려운 것에 해당되며, 우리들 주변에서 흔히(개인에 따라서 정도는 다르지만) 발견할 수 있다. 그러나 문제가 되는 것은 알코올에 중독 증세를 보이는 동료들이 있다고 하더라도 그에 대한 솔직한 조언이 이루어지지 않고 있다는 것과 해당자 자신이 그러한 상태에 있다는 것을 인정하지 않으려 한다는 것이다. 이러한 현상이 지속 될 경우 현장에서의 사고발생 요인으로 작용할 수 있으며, 전문의사의 진료 및 조언이 절대적으로 필요하다고 할 수 있다.

4. 스트레스(Stress)의 결과

가. 면역기능의 약화

극심한 스트레스는 신체의 면역기능(免疫機能)을 저하시키는 요인으로서 작용한다. 즉, 보다 더 쉽게 병에 걸릴 수 있다는 것이다.

나. 사고의 발생가능성 증가

스트레스로 인한 면역기능의 약화와 앞에서 언급한 각종 징후들의 복합적인 영향관계로 인하여 현장 활동 내지는 소방업무 수행 중에 사고의 발생가능성은 한층 더 높아질 수밖에 없다. 또한 조직전체의 사기저하와 업무효율의 저하로 연결될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

5. 조직차원에서의 지원과 대책강구

가. 조직차원에서의 노력

관서의 운영책임자는 스트레스 때문에 발생되고 있는 각종 문제들의 악영향(惡影響)을 인식하여야 하며, 필요한 경우 전문 의료진으로부터의 도움을 받을 수 있도록 조치하여야 한다. 조직구성원들의 부정적이고 적대적인 태도 때문에 도움을 청하는 대원이 필요한 도움을 받지 못하고 조직전체에 악영향을 미치는 것은 소방관서 전체의 책임이라고 할 수 있다.

나. 체력증진계획의 활성화

체계적이고 규칙적으로 체력증진계획을 시행할 경우 소방업무와 관련된 신체·정신적 스트레스는 상당부분 해소될 수 있다.

다. 전문조언과 상담의 실시

조직차원에서 누가 어떤 종류의 스트레스를 어느 정도로 겪고 있는지를 식별할 수 있는 능력을 갖추어야 하며, 이들에 대한 실질적인 조언과 상담을 실시하는 방안을 강구하여야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제7장 훈련시의 안전

제1절 소방공무원의 교육훈련과 안전

1. 신임소방공무원의 교육훈련

소방공무원으로 임용된 신임대원(新任隊員)들에 대한 안전교육은 대개의 경우 큰 효과를 거둘 수 있다. 왜냐하면 그들은 소방안전에 관한 규칙이나 절차에 대한 사전지식(事前知識)이 거의 없으므로 기존직원들보다 소방안전에 관한 규칙과 절차를 더 잘 받아들일 수 있는 상태에 있기 때문이다.

신임자(新任者)들의 교육에 있어서 교관의 안전에 관한 철저한 실천이 매우 중요하다. 왜냐하면 신임자들 또한 교관의 행동을 본받기 때문이다. 만약 신임교육 당시 철저하게 안전수칙들을 몸에 익혔다면 앞으로 그가 소방공무원의 생활을 끝마치게 될 때까지 안전행동(安全行動)은 계속될 수 있을 것이다.

2. 교관의 자격

훈련에 임하는 대원들의 안전을 보장하기 위해 교관은 충분한 자격을 갖추고 있어야 한다. 왜냐하면 교관이 담당과목이나 훈련종목(訓練種目)에 대한 이해가 부족할 경우 높은 수준의 교육효과를 기대할 수 없을 것이며, 이로 인한 실수와 잘못은 결국 사고로 연결될 수 있기 때문이다. 결국 충분한 자격을 갖추고 있지 않은 교관은 현재 실시하고 있는 훈련의 절차나 방법에 관한 잠재적 위험요소(潛在的 危險要素)를 인지(認知)할 수 없기 때문에 교육생들에게 발생될 수 있는 사고나 부상을 막을 수 없을 뿐만 아니라 잘못된 부분에 대한 교정(矯正)을 할 수도 없다는 것이다.

3. 교관과 피 교육생의 적정인원

훈련중의 사고나 부상은 교관이 모든 교육생을 관찰할 수 없을 때 발생될 가능성이 높다. 교관의 눈에 보이지 않고, 통제되지 아니하는 교육생일수록 사고의 발생가능성이 높다는 의미이다. 그래서 실제훈련시에는 충분한 교관과 조교가 확보된 상태에서 훈련을 실시하는 것이 보다 더 안전하고 효과적이라고 할 수 있다.

우리의 현 실정과는 다소 거리가 있기는 하지만 훈련을 실시할 때 바람직한 교육생과 교관의 비율은 5명 : 1명이다. 만약 제반여건 때문에 5 : 1의 원칙을 적용하는 것이 불가능한 경우라 할지라도 가능하면 교육생의 안전 확보 및 교육의 효과를 높이기 위하여 교관 1인당 교육생의 수를 적게 편성하도록 하는 것이 바람직하다.

제2절 훈련시의 잠재적 위험요인의 발견

1. 잠재적 위험요인의 발견

가. 잠재적 위험요인

교관은 모든 훈련을 실시함에 있어 잠재된 위험요인 및 사고발생 요인을 철저하게 파악하고 있어야 하며, 항상 교육생들에게 이 사항에 대한 주의를 환기시켜야 한다.

실제 화재진압 훈련시 조교요원들은 휴대용 소화기나 엄호방수용 호스 및 응급처치세트를 항상 훈련장 주위에 비치하거나 휴대하여 사고가 발생하였을 경우 신속히 이에 대처할 수 있도록 하여야 한다.

나. 훈련장의 안전확인

훈련장의 안전을 확보하기 위해 훈련 전·후에 훈련장 주위의 이상 유무를 확인하고, 장애물을 제거하는 것은 궁극적으로 교관의 책임이다. 훈련장의 안전 확보는 원초적으로 설계당시에서부터 교육생의 안전을 고려하여야 하며, 모든 훈련을 실시하기 전에 훈련시설 전반에 대한 안전점검이 이루어져야 한다.

특히 주훈련장 주변에 불필요한 장애물이 방치되어 있는지를 점검하여야 하며, 훈련장에 부속되어 있는 각종 안전장치(난간, 안전망 등)가 약해졌는지 혹은 결함이 있는지 또는 지지대의 이상이 있는지 등을 확인하여야 한다.

다. 훈련장비의 안전확인

훈련에 사용되었던 장비와 기자재는 다음 훈련을 위해 양호하게 보관하여야 하며, 그 잘못으로 인하여 부상을 당하거나, 장비 등의 파손이 발생되지 않도록 하여야 한다.

2. 교육생들의 안전에 관한 책임

가. 교관의 책임

교육생들의 안전에 대한 책임은 교관에게 있다. 교관들에게 있어 당연하고 옳다고 생각되는 것이 교육생들에게 잘 받아들여지지 않는 경우가 흔히 있다. 따라서 강제성을 부과(附課)하여야 하는 경우가 많다.

나. 신체적 조건을 고려한 안전한 훈련의 실시

교육생들이 독감, 두통 또는 다른 질병을 가지고 있는 경우에 의료검진을 실시하여 훈련참여가 부적합하다고 판단될 경우 훈련에 참여시키지 않도록 조치하여야 한다.

연령이 높거나 혹은 정상적인 신체 상태를 유지하고 있지 못하다고 판단되는 대원은 즉시 피로의 유무, 흉통(胸痛), 호흡곤란 등에 관하여 진단을 받도록 조치하여야 한다.

다. 신체적 조건을 고려한 사고의 예방

신체적 결함을 무시한 채 훈련을 강행(强行)할 경우 사고로 발전될 가능성이 높다. 따라서 훈련의 실시전에 각 대원의 신체 상태에 대해 체크를 함으로써 사고의 발생을 방지할 수 있다고 할 수 있다.

라. 교육생의 정서적인 부분에 관한 고려

교관은 개인적인 문제인 가정불화, 개인적인 위기 등과 같은 정서적 문제점에 대하여도 관심을 가져야 한다. 왜냐하면 이러한 불안전한 정서적인 요소들은 교육생들의 훈련에 대한 집중력을 저하시켜 안전사고를 유발시킬 가능성이 매우 높기 때문이다.

3. 교육에 있어서의 태도 및 방법

가. 수업내용의 이해에 대한 속단의 지양

교관은 수업내용에 대한 이해의 정도가 극히 부진하거나, 의문사항에 대해 질문하는 것을 극히 꺼려하는 교육생을 유심히 관찰하여야 한다. 이러한 경우 "수업내용의 모든 것을 이해하였을 것이다." 라는 등의 속단(速斷)으로 넘어가려고 하지 말고 인내심을 가지면서 계속적인 반복교육을 실시하여 개념을 완벽히 이해하도록 하는 것이 중요 하다.

비록 교육생들이 잘 이해하지 못하는 것이 가장 기초적이고 쉬운 내용이라고 할지라도 인내심을 가져야 한다.

나. 교육생에 대한 과민반응의 자제

교육생들이 잘 이해하지 못하는 것에 대해 화를 내거나 혹은 강압적(强壓的)인 태도를 보이지 않아야 한다. 왜냐하면 이러한 행동은 교육생들과의 자연스러운 의사소통을 가로막아 학습효과를 저하시킬 수 있기 때문이다.

유능한 교관이라면 수업이나 훈련중에 학생들이 질문하는 것에 대해 절대 과민반응(過敏反應)을 하지 않을 것이다.

다. 훈련중의 무질서방지를 통한 사고예방

훈련중의 무질서(난잡함)는 곧 사고와 연결될 수 있다. 만약 교육생들이 이러한 현상을 보일 경우 그 원인을 밝혀낼 필요가 있다. 일반적으로 지루한 강의나 훈련은 교육생들을 정신적으로 산만하게 하여 교육효과를 저하시키는 데, 이러한 지루함은 교관의 자질부족인 경우나 혹은 교육생 전원이 시범(示範)을 볼 수 없는 경우, 또는 교육생의 수가 과다하여 많은 교육생들이 교육내용에 참여할 수 없게 된 경우에 발생될 수 있다.

라. 교관요원자신의 안전확보

화재진압 훈련에 임하는 교육생뿐만 아니라 교관요원들도 반드시 방호복과 공기호흡기를 착용하여야 하며, 특히 훈련실시 전에 안전담당간부(안전담당관)나 교관이 교육생의 안전상태를 철저하게 점검하는 것이 중요하다. 모든 복장이나 장비는 교육생의 체형(體型)에 적당하도록 조정하여야 하며, 정확하게 착용이 되고 난 뒤에 훈련시설로 진입하도록 하여야 한다.

흔히 교관 요원들이 그들 자신의 안전에 관하여 세심한 주의를 하지 않는 경우를 볼 수 있다. 그러나 훈련의 지도를 위하여 수차례 화재진압실에 출입함으로써 탈수증(脫水症)과 열기로 인한 신체상의 스트레스(Stress)를 겪을 수 있다. 결국 그들 자신도 교육생들과 마찬가지로 피로와 열기로부터 피해를 당할 수 있다는 것을 알아야 한다.

(1) 열기로 인한 스트레스의 영향

(가) 활동하는데 가장 좋은 온도는 18~21℃정도이다.

(나) 심한 열기로 인한 스트레스의 강도에 따라 사고가 증감한다.

(다) 열기로 인한 스트레스는 연령이 높을수록 현저하다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제8장 소방차량운행 등의 안전

제1절 안전운행의 의의 및 주요 고려요소

소방업무와 관련된 사고원인 중 출동(出動) 및 귀서단계(歸署段階) 그리고 출·퇴근과 개인 활동에서의 교통사고가 큰 비중을 차지하고 있으며, 우리의 경우도 교통사고에 의한 소방력(消防力)의 손실이 큰 비중을 차지하고 있다(출동 및 귀서, 개인승용차를 이용한 출·퇴근 및 개인활동시의 교통사고 등을 포함). 따라서 이에 대한 대책이 수립되어야 한다.

일반적으로 소방차량 등의 안전운행에 요구되는 주요 고려요소는 다음과 같다. 차량 및 장비의 관리유지에 관한 사항, 통행인 또는 승차한 대원의 안전에 관한 사항, 출동경로의 선정(選定)에 관한 사항, 도로교통법에 관한 사항, 각 차량의 성능 및 특성에 관한 사항, 도로의 장애요인에 관한 사항, 방어운전(防禦運轉)에 관한 사항

1. 출동경로의 선정(選定)

소방차량을 운전하는 대원 및 분대장은 해당 관내(管內)의 지리 및 특성에 대하여 완벽히 숙지(熟知)하고 있어야 한다. 만약 그렇지 않은 경우 즉, 출동경로의 선정이 부적절한 경우 효과적인 현장활동을 기대할 수 없게 된다. 출동경로 선정시에는 다음의 사항들을 고려하여야 한다.

가. 도로조건의 고려

출동경로의 선정에 있어서는 다음의 도로조건을 고려하여야 한다.

(1) 도로건설공사 지역

불가피하게 공사가 진행중인 도로를 지나가야 할 경우 도로 건설용 각종 자재(資材)와의 충돌 또는 공사관계자와의 사고발생에 최대한 주의를 기울여야 한다.

(2) 교통혼잡

교통혼잡은 주로 도로공사나 교통시설물 등의 가설작업, 출·퇴근 시간 및 대규모 공연이나 집회, 가두시위, 스포츠 행사 등의 요인들에 의해 발생되는 경향이 있으므로, 관내의 여러 가지 행사나 변화된 사항에 대한 정보의 수집에 최대한 노력하여야 한다.

(3) 인구과밀 지역

인구밀도(人口密度)가 높은 인구과밀 지역에는 학교, 쇼핑센터, 아파트 단지 등이 많이 있으며, 소방차량의 신속한 현장 도착에 장애가 되기도 한다.

(4) 철도 건널목, 위험한 교차로, 교량

소방관서 주위에 철도 건널목, 교차로, 교량 등과 같은 많은 위험한 장소가 있는 경우가 흔히 있다. 그래서 가능하다면 이러한 지역을 통과하지 않아도 되는 출동경로를 선정하는 것이 필요하며, 불가피하게 통과하여야 할 경우 안전한 속도로 운행하여야 한다.

(5) 불안전한 교량 등

관내에 불안전한 교량이 있는지에 대해 사전에 파악되어야 하며, 비상시 대체 출동로를 선정하여야 한다.

(6) 시가행진(市街行進)

국경일, 기념일 또는 특별한 경우 정기적으로 시가행진을 실시하곤 한다. 따라서 이러한 경우 사전(事前)에 행사의 개요를 파악하여 제2의 출동경로를 선정해 두는 것이 필요하다.

나. 타(他) 분대(分隊)의 고려

(1) 타 분대의 출동경로 인지

출동경로를 선정함에 있어서 또 하나 중요한 것은 다른 분대의 출동경로를 명확히 인지하고 있어야 한다는 것이다. 만약 2~3개 이상의 분대가 동시에 1개의 교차로(交叉路)를 향하여 진행하고 있는 경우에는 상호교신(相互交信)을 통하여 혼선(混線)이 발생되지 않도록 하여야 한다.

(2) 교차로에서의 안전확보

교차로에 인접한 곳에 근접(近接)한 경우 교차로와 가까운 거리에 있는 분대가 사이렌 또는 전조등 신호를 표시하면서 우선통행 하도록 한다. 이러한 것은 각 분대간의 상호약정을 통해서 공식화 되어 있을 경우에 만 실효성을 확보 할 수 있다.

(3) 응원출동분대에 대한 고려

응원출동(應援出動)을 위해 운행 중인 차량의 분대장에게도 수시로 분대의 위치를 무선채널을 이용하여 알려야 한다. 또한 경찰차량이나 구급차가 접근 할 경우에도 효율성의 증대와 사고의 예방을 위하여 그러하여야 한다.

2. 교통법규(交通法規)의 준수

가. 긴급자동차의 정의

"긴급자동차[2]라 함은 소방차, 구급차, 혈액공급차량 그 밖의 대통령령이 정하는 자동차로서 그 본래의 긴급한 용도로 사용되고 있는 중인 자동차를 말한다."라고 도로교통법에서 정하고 있다.

나. 긴급자동차의 특례[3]

긴급자동차(緊急自動車)는 일반적으로 일반차량에 적용되고 있는 속도의 제한을 받지 않은 상태에서 통행의 우선순위를 가지고 있으나, 이것은 어디까지나 시민의 생명과 재산에 피해를 주지 않는 범위 내에서의 우선통행(優先通行)[4]을 말한다.

다. 긴급자동차의 유의사항

긴급자동차로서의 특례(特例)혜택을 받기 위해서는 반드시 경광등이나 사이렌을

2) 도로교통법 제2조(정의) 22항. "긴급자동차"란 다음 각 목의 자동차로서 그 본래의 긴급한 용도로 사용되고 있는 자동차(소방차, 구급차, 혈액 공급차량, 그 밖에 대통령령으로 정하는 자동차)를 말한다.

3) 도로교통법 제30조(긴급자동차에 대한 특례) 긴급자동차에 대하여는 다음 각 호의 사항을 적용하지 아니한다.
1. 제17조에 따른 자동차등의 속도 제한. 다만, 제17조에 따라 긴급자동차에 대하여 속도를 제한한 경우에는 같은 조의 규정을 적용한다.
2. 제22조에 따른 앞지르기의 금지
3. 제23조에 따른 끼어들기의 금지

4) 도로교통법 제29조(긴급자동차의 우선 통행)

울리거나 또는 전조등을 점등한 상태이어야 한다는 것이다. 또 하나 주의하여야 할 사항은 도로교통법의 특례조항에 근거하여 운행하고 있다고 하더라도 우천지역(雨天地域), 짙은 안개지역, 결빙지역(結氷地域), 시야(視野)가 불충분한 지역을 통과할 경우 극히 안전에 유의하여야 한다는 것이다. 왜냐하면 시야가 불충분하거나 정상적인 도로조건 하에서는 일반차량이 충분히 양보해 줄 수 있지만, 위의 도로조건 하에서는 양보할 수 없는 경우가 많기 때문이다.

라. 제한적인 범위내에서의 특례

현장으로의 신속한 출동은 시민의 생명과 재산에 위해(危害)를 가(加)하지 않는 범위내에서 이루어져야 하며, 긴급현장으로의 출동이 결코 사고를 정당화시킬 수 없다는 것이다. 소방차량의 우선통행권에 있어서도 비록 권리(權利)를 가지고 있기는 하지만 그것이 절대적 권리(絶對的權利)가 아니라는 것을 알아야 한다.

제2절 안전한 운전기법과 방어운전

1. 안전한 운전기법

소방차량의 운전을 담당하고 있는 요원의 가장 중요한 임무는 항상 소방차량을 작동가능 한 상태로 유지하는 것과 출동목적지까지 인력과 장비 등을 안전하게 도착하도록 하는 것이다.

가. 운전원의 태도(態度)

소방차량을 안전하게 운행하는 데 필요한 첫 번째 요건은 안전에 관한 적절한 태도를 가지는 것인데, 평온하고 침착한 태도가 가장 필수적이다. 운전중의 부주의한 태도는 결코 용납될 수 없다. 또한 성급하고 공격적인 운전태도 또한 통행인, 차량, 동료 소방대원에게 위협이 될 수 있으므로 결코 바람직하다고 할 수 없다. 특히 긴급자동차의 운행을 무시하거나 양보방법에 익숙지 않다고 판단되는 일반차량에 대한 주의를 게을리 하지 않아야 한다.

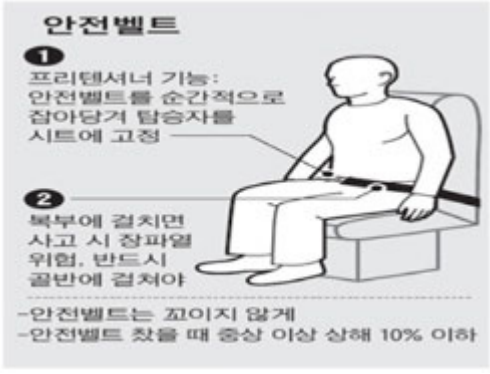
나. 차량내(內)에서의 안전

안전한 운행을 위하여 운전요원도 최소한의 안전장구를 착용하여야 하며, 특히 대원들의 승차공간 자체가 안전한 상태에 있어야 한다.

연속적으로 작동되는 각종 음향경보장치의 음향에 의한 청력손실도 유의하여야 한다(일반적으로 소음의 강도[5]가 80dB이상인 경우 청력(聽力)의 손상(損傷)을 가져올 수 있다).

다. 안전벨트의 착용

차량에 승차하고 있는 모든 대원은 운행중인 차량 내에서 발생될지도 모를 급정지(急停止) 및 교통사고에 대비하여 반드시 안전벨트를 착용하여야 한다. 흔히 소방대원들 중에는 안전벨트를 착용하는 것이 부끄럽다거나 또는 시간낭비라고 생각하는 대원을 볼 수 있다. 그러나 안전벨트를 착용하는 것이 결코 부끄러운 일이 아니며, 착용하는 데 소요되는 10여초의 시간이 대원의 생명과 안전을 보장하여 준다는 것을 알아야 한다.



소방차량 탑승시 안전벨트 착용

소방차량 탑승시 운전원 안전헬멧 착용 사례

5) 소음의 강도 : 휘파람→40㏈, 세탁기→78㏈, 시끄러운 식당→80㏈, 지하철→90㏈, 제트기→140㏈.

라. 승차원의 안전확보

소방차의 출발은 모든 대원이 보호복을 착용하고 자리에 앉아 안전벨트를 착용한 상태에서 분대장의 출발신호에 따라 이루어져야 한다. 즉, 완벽한 안전이 확보되지 아니한 상태에서 출발해서는 안 된다는 것이다.

마. 소방차의 후진(後進)

소방차량의 후진이 필요한 경우 반드시 1명 이상의 보조자가 확보된 상태에서 실시하여야 하며, 이러한 것은 현장활동을 종료한 후 귀서준비를 하거나 또는 차고에 입고(入庫)할 경우에도 동일하다. 특히, 전장이 길어 외부로 돌출된 차량인 경우 운행중이거나 이동중에 사다리의 선단부분(先端部分)이 장애물에 부딪치지 않도록 주의하여야 한다.

바. 분대장의 역할과 태도

(1) 분대장의 역할은 출동경보가 발령된 시점부터 시작된다.
(2) 우선적으로 가장 중요한 역할은 정확한 사고지점을 확인하고 출동경로를 선정하는 것이다.
(3) 출동중에는 필요한 경우 운전요원의 보조역할을 할 수도 있어야 한다.
(4) 운전요원이 운전에만 전념할 수 있도록 하여야 한다.
(5) 분대장이 조급함을 보이거나 운전원을 재촉하지 않아야 한다.
(6) 분대장 자신 스스로가 먼저 침착한 상태를 유지하여야 한다.
(7) 운전자가 방어운전을 할 수 있도록 분위기를 조성한다.
(현장으로 출동하는 운전요원은 되도록 빨리 도착하려고 서두르는 경향이 있으며, 때로는 그들의 운전능력을 과신하는 경우도 있다)
(8) 운전요원의 좋지 않은 운전태도는 분대장에게도 책임이 있다.

2. 방어운전(防禦運轉) 기법

방어운전(防禦運轉)은 안전한 차량운행을 위해 가장 중요한 요소 중의 하나이며, 차량운전자는 다음과 같은 주요사항을 인식하여야 한다.

가. 다른 운전자의 행동예측

(1) 소방차 등의 긴급자동차가 1차선을 주행중 일 때 기타의 차량은 도로의 바깥차선으로 피양(避讓) 또는 양보한다는 것이다. 그러나 이것은 주행중인 차량일 경우에만 가능하지 만약 신호대기(信號待期)나 혹은 주・정차중인 차량의 경우에는 불가능하다.

(2) 소방차량의 사이렌 소리와 경광등(警光燈) 불빛을 보면 운전자들은 다소 흥분된 상태가 되거나 초보운전자의 경우 1차선 내지는 소방차량의 주행방향을 향하여 급작스럽게 방향을 바꾸는 경우도 있으므로 극히 주의하여야 한다.

(3) 창문을 닫고 주행중인 일반차량은 실내 라디오 등의 소리로 인하여 소방차량의 사이렌 소리를 듣지 못하는 경우도 있기 때문에 주행에 방해가 되는 경우도 흔히 있다.

(4) 교차로에 진입하는 소방차량은 위험한 경우 충분히 안전하게 정지할 수 있는 정도의 속도로 천천히 주행하여야 한다. 그리고 교차로에서 적색신호일 경우 일시적으로 멈추거나 서행상태(徐行狀態)로 주행하는 것이 모두의 안전을 위해 바람직하다고 할 수 있다.

(5) 교통량이 많은 사거리나 4방향을 동시에 식별할 수 없는 교차로인 경우(Blind intersection) 속도를 30㎞/h이내로 줄이는 것이 안전하다고 할 수 있다. 그러나 이러한 경우에도 모든 경보장치를 최대한 작동시키면서 서행(徐行)하는 것을 잊지 말아야 한다.

(6) 사이렌, 경광등, 나팔소리(Horn) 등의 경보장치를 작동한다고 하더라도 도시의 소음이나 공사장의 소음 등으로 인하여 모든 운전자들이 전부 소방차량의 주행을 인지할 것이라는 완전한 기대는 하지 않는 것이 좋다.

나. 충분한 시야(視野)의 확보

주행중인 모든 방향의 도로상황을 보다 정확하고 신속하게 관찰하여야 하기 위해서는 충분한 시야를 확보하여야 한다.

(1) 핸들보다 높은 위치에서 전면(前面)을 주시한다.

(2) 넓은 시야를 확보한다.

(3) 눈을 계속하여 움직인다.

(4) 운전에만 정신을 집중한다.

(5) 차량에 설치되어 있는 각종 경보장치를 적극 활용한다.

다. 급제동(急制動)의 예측

(1) 주행속도(走行速度)는 차량의 정지거리와 밀접한 관련이 있다. 따라서 모든 운전 요원들은 해당 차량의 속도별 정지거리 및 정지시간을 정확히 파악하고 있어야 한다.

(2) 총 정지거리는 정지를 하여야 할 상황을 인지한 후 브레이크를 밟고 차량이 완전히 정지하는 순간까지의 거리를 말하며, 운전자반응거리와 차량의 정지거리의 합을 말한다.

(3) 운전자 반응거리란 차량의 운전자가 정지의 필요성을 인식한 후 운전자의 발이 엑셀레이터를 떠나 브레이크 페달을 밟는 순간까지의 주행한 거리를 말하며, 차량정지거리란 브레이크가 작동하여 차량이 완전히 정지될 때 까지의 주행거리를 말한다. 주행속도가 빠를수록 운전자반응거리는 길어지고 운전자가 확보할 수 있는 시야는 좁아진다. (예:시속 60km 주행시에 시야는 약 60° 정도이나 시속 100km정도의 속도로 주행시에 운전자가 확보할 수 있는 시야는 약 40° 정도로 좁아진다)

(4) 총정지거리에 영향을 미치는 요소는 차량의 중량, 적재물의 정도, 차량의 전고, 전폭, 전장, 차량자체성능, 제동장치의 성능, 운전자의 반응속도, 도로의 포장상태, 우천여부, 결빙여부 등의 여러 요인에 의하여 달라진다.

(5) 따라서 해당차량에 대한 총 정지거리는 해당차량의 운전자와 지휘자가 평소에 인식하고 있어야 한다.

라. 자동차의 미끄러짐 방지

운행중인 소방차량의 미끄러짐은 대형사고와 연결될 가능성이 매우 높으며, 미끄러짐의 원인은 다음과 같다.

(1) 소방차량의 과속(過速)

(2) 소방차량의 자체중량에 대한 부주의(不注意)

(3) 장애물에 대한 대비부족(다른 차량 및 횡단중인 동물 등)

자동차의 미끄러짐 현상과 관련하여 타이어의 적정공기압(適正空氣壓)을 유지하는 것과 타이어의 마모상태를 수시로 확인하여 교체하는 것이 하나의 예방책이 될 수 있다.

마. 적재물의 중심이동(中心移動)에 관한 예측

(1) 소방차량의 적재중량의 고려

소방차량의 안전운행을 위해 중요한 것 중의 하나가 적재물의 중심이동(中心移動)이다. 일반적으로 움직이는 물체는 계속 움직이려고 하고, 정지한 물체는 계속 정지하려고 하는 물리적인 원리가 소방차량에도 적용된다. 소방차량의 경우 끊임없이 속도와 방향이 변화하며, 그 내부에 적재되어 있는 적재물(물, 소화약제, 각종 장비 등)도 끊임없이 운동하려고 한다.

(2) 소방차량의 구조의 고려

대개 전고(全高)가 높은 소방차량 또는 적재물이 소방차 상단부에 높이 적재되어 있는 차량일수록 제동거리가 길어지며 미끄러지기 쉽다. 이러한 현상은 과속, 급핸들 조작, 가파른 경사길의 부주의 운행 등에 의해서 발생되며, 각 차량에는 적재하중(積載荷重)과 높이를 초과하지 않는 정도로 적재하는 것이 중요하다. 또한 핸들의 조작은 항상 부드럽고 유연하게 하여야 한다는 것을 기억하여야 한다.

바. 악천후의 고려

(1) 안전한 운행을 하기 위해 기상조건(氣象條件)도 충분히 고려하여야 한다. 즉, 당일(當日)의 도로조건이 결빙(結氷) 되어 있거나 혹은 젖어 있는 경우 운전요원은 극히 신중한 운전을 하여야 한다는 것이다. 이러한 조건하에서 고려하여야 할 사항은 운행상의 위험성, 도로의 조건에 따른 운행속도의 조절, 도로의 경사도, 도로표면의 상태 등이다. 특히 교량, 고갯길, 그늘진 장소, 눈발이 흩날리는 장소에 대해 사전에 정보를 확보하고 있어야 한다.

(2) 결빙(結氷)된 도로에서의 차량 정지거리는 정상적인 도로에서 보다 훨씬 증가하므로 해당차량의 운전자는 결빙도로에서 각 차량의 속도별 정지거리를 사전에 파악하여 방어운전을 할 수 있도록 하여야 한다. (일반적으로 결빙지역에서의 정지거리는 정상적인 조건보다 3~15배정도 더 길어진다고 한다)

제3절 안전운행을 위한 환경적인 고려요소

소방차량의 안전운행을 위해 고려해야할 요소중의 하나가 변화되는 환경요소이다. 즉 운행하고자 하는 곳이 도시지역인가, 농・어촌 지역인가 혹은 고속도로인가 등에 대한 고려가 있어야 한다는 것이다.

1. 도심지역에서의 운행

도심지역에서의 소방차량 운행에는 많은 위험요인들이 존재한다.

가. 급속한 교통량의 증가가 가장 대표적인 위험요인이다.

나. 도심소음(都市騷音)의 경우 소방차량의 경보음향 전파의 방해 및 무전기 음향의 수신(청취)을 방해하여 현장활동에 장애를 준다.
특히 고층빌딩이 즐비한 도심지역에서는 소방차량의 경보장치가 정상기능을 발휘하지 못하는 경우가 허다하다. 이러한 현상은 고층건물의 음향전달 방해 및 도심소음 때문에 발생된다. 결국 음의 산란(散亂)현상 때문에 일반차량이 정확히 소방차량의 주행위치(走行位置)를 파악하지 못한다는 것이다.

다. 대도시의 운전자는 농・어촌지역의 운전자보다 다소 성급하거나 교통법규를 빈번히 위반하는 경향이 있다. 흔히 정지신호(停止信號)를 무시하고 주행하거나 교차로에서 황색신호 상태에서는 더욱더 가속(加速)하는 경향이 있다.

라. 소방차량의 운전자는 교차로에서 절대적으로 서행(徐行)하여야 한다. 왜냐하면 신호등을 절대적으로 신뢰하기에는 너무나 많은 위험요인들이 존재하고 있기 때문이다.

마. 도심지역에서의 또 하나의 문제는 일반운전자들의 주・정차 위반사례가 많다는 것이다. 주・정차가 허용되지 않는 도로에 불법으로 주・정차를 하거나 혹은 소화용수시설(消火用水施設) 부근에 주・정차를 하기도 한다.

바. 출・퇴근시간의 교통체증은 특히 심각한 문제중의 하나이므로 현장도착 시간을 최대한 절약할 수 있는 출동경로 즉, 체증이 없는 도로, 이면도로 등을 선정하여 출동하는 것이 더 현명한 방법이라고 할 수 있다.

2. 농 · 어촌지역에서의 운행

농 · 어촌지역에서의 운행에 있어서도 여러 가지 소방활동 장애요인이 존재한다.

가. 도로의 폭이 좁다는 것이며, 이것은 교통량이 많거나 혹은 일반교통사고가 발생된 경우 신속한 소방차량의 현장 도착에 큰 장애요인으로서 작용된다.

나. 갓길의 협소, 추락방지용 안전시설의 불충분, 가로등의 미설치 등과 같은 장애요인들이 있다.

다. 안전이 확인되지 않은 각종 노후부실교량이 존재한다.

라. 생업과 관련된 각종 농(어)업용 기계가 도로가에 주 · 정차되어 있다.

마. 도로를 농(어)업의 생산 공간으로 활용한다.(농작물건조 및 적재 등)

3. 고속도로에서의 운행과 활동

고속도로 등에서의 사고는 주로 교통사고이거나 교통사고로 인한 화재사고가 대부분을 차지하고 있다. 따라서 다수의 사상사(死傷者)가 발생하거나 위험물과 관련된 사고의 위험성이 매우 높으며, 현장활동시 주요한 고려요소는 다음과 같다.

가. 접근이 곤란하다.

사고현장에 도착하기 위해서는 반드시 톨-게이트(Toll-Gate)를 통과하여야 하기 때문에 접근하는 데 많은 시간이 소요될 수 있다.

나. 화재발생시 지속적인 소방용수의 확보가 곤란하다.

고속도로 상에는 소화전(消火栓)이나 저수조 등의 소방용수 시설이 설치되어 있지 않거나 비록 있다고 하더라도 시설의 활용에 있어 극히 제한적일 수 밖에 없다.

다. 활동시 대원들이 통행차량의 위험에 노출된다.

고속도로상에서의 현장활동시 대원들이 위험에 노출될 가능성이 있다고 판단될 경우 교통의 흐름을 차단하거나 통제하여야 한다.

라. 유관기관과의 협조하에 소방대원의 안전을 확보하여야 한다.

경찰관으로부터 통행하는 차량으로부터 소방대원들을 보호할 수 있도록 요청하여야 한다.

마. 고속도로상에서의 주차방법에 유의한다.

(1) 주 교통흐름을 어느 정도 차단할 수 있는 위치에 주차한다.

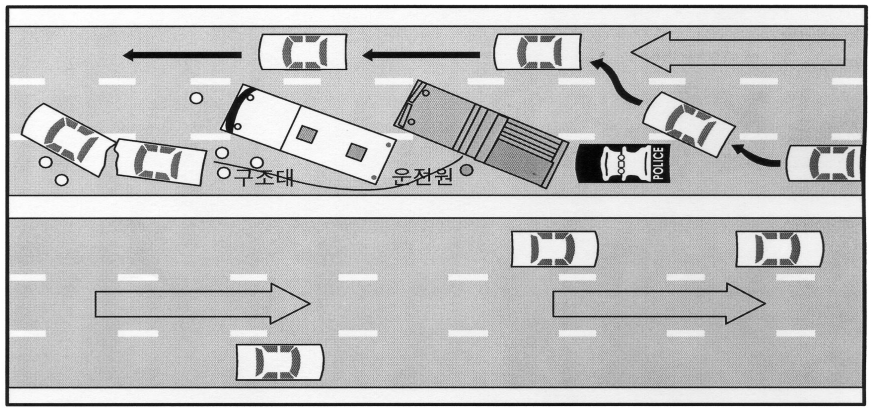
(2) 주차각도는 차선의 방향으로부터 비스듬한 각도(角度)를 가지고 주차하여 진행하는 차량으로부터 대원의 안전을 확보하도록 한다.

(3) 주차된 소방차량의 앞 바퀴는 사고현장과 일직선이 아닌 방향으로 즉 사고현장의 외곽부분으로 향하도록 정열하여 진행하는 차량이 소방차량과 충돌할 경우 소방차량에 의해 대원이 부상당하지 않도록 하여야 한다.

(4) 사고현장의 완벽한 안전확보를 위하여 사고현장으로부터 최소한 40~60m정도 떨어진 위치에 추가의(경찰차 등) 차량을 배치시켜 일반 운전자들이 서행하거나 우회할 수 있도록 조치하여야 한다.

(5) 대원들이 통행차량으로부터 부상을 당하지 않도록 주의를 환기하여야 한다.

(6) 대원들이 방호(防護)된 활동영역을 가급적 벗어나지 않도록 한다.



차량배치와 대원안전확보 : 고속도로사고시 소방차량은 차선과 비스듬한 각도를 형성하는 방향으로 배치시켜 주행중인 일반 차량으로부터 대원을 보호하여야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제9장 화재현장에서의 안전

제1절 화재현장에서의 안전과 표준작전절차(SOP)

1. 화재현장에서의 안전의 의의

가. 의의와 중요성

소방대원들의 부상이나 사망사고가 가장 많이 발생되는 곳은 당연히 화재현장(火災現場)이며, 따라서 화재현장에 대한 각종훈련, 계획, 조사, 교육 등이 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한 화재현장에서 발생되는 각종 사고를 방지하기 위하여 그리고 안전한 현장활동을 하기 위하여 사고현장과 관련 있는 정보와 지식을 충분히 가지고 있는 것도 매우 중요한 요소 중의 하나라고 할 수 있다. 만약 화재현장과 관련된 충분한 지식과 정보(구조물의 특성, 가연물의 유형, 특별한 위험요인 등)를 가지고 있지 못할 경우 화재의 양상(樣相)에 대한 예측은 매우 곤란하게 될 것이다.

나. 화재현장에서의 사고발생 유발요인

현장에서의 지휘체계의 미정립 및 불충분한 가동, 대상물에 대한 불충분한 정보와 지식, 화재와 관련된 잠재적 위험요인의 간과(看過), 구조물에 미치는 하중(荷重)에 대한 잘못된 판단, 잘못된 명령, 착각(錯覺), 현장에서의 무질서(無秩序), 훈련 및 능력의 부족 등도 사고의 발생확률을 높히는 요인으로 작용한다.

2. 표준작전절차(SOP)의 수립과 활용

가. 표준작전절차의 의미

표준작전절차(SOP : Standard Operating Procedures)라는 것은 어떠한 사고의 유형에도 적용가능한 표준적인 소방활동 지침을 말한다. 즉 각종 사고시 핵심적(공통적)으로 적용할 수 있는 가장 기본적이고 필수적인 절차를 말하는 것이다.

나. 표준작전절차와 사고의 방지

표준작전절차는 현장에서 활동하는 모든 조직구성원들 모두에게 전파되고 교육되어야 만 효과적인 진압활동과 지휘활동을 할 수 있게 된다. 그리고 대원들이 이러한 절차에 익숙해져 있을 경우 현장에서의 혼선 및 혼란은 훨씬 줄어들 수 있을 것이다. 왜냐하면 대원들이 그들의 임무를 충분히 숙지(熟知)하고 있을 경우 다음의 행동요령에 대해 충분한 준비를 할 수 있기 때문이며, 이로 인해 발생 가능한 사고를 예방할 수 있다.

다. 화재현장에서의 표준작전절차의 활용

화재의 종류와 양상(樣相)이 매우 다양하고 예측이 곤란하다고 하더라도, 거의 대부분의 화재는 그 양상에 있어서 일정한 유사성(類似性)을 가지면서 발생된다. 이러한 유사성 때문에 표준화된 작전절차 즉 표준작전절차(SOP)가 적용될 수 있는 것이다. 그래서 현장의 지휘관 및 모든 구성원들은 이러한 표준작전절차를 철저하게 숙지하고 있어야 하며, 이것에 기초하여 행동계획을 수립할 수 있어야 한다.

라. 표준작전절차 수립시의 관심사항

표준작전절차를 수립시 “안전”을 최우선의 관심사로 두어야 하며, 모든 상황에 적용 가능한 것이어야 한다.

제2절 안전담당간부(안전담당관)의 지정과 활용

안전담당간부는 미국의 사고지휘체계(ICS)[6]하에서 구성된 주요 5개 기능인 지휘기능, 작전기능, 계획기능, 병참기능, 재정/행정기능 중에서 지휘기능에 중점을 두고 있다고 할 수 있다.

1. 현장지휘관의 책임

현장활동 중에 일어나는 모든 상황들에 대한 총괄적인 책임을 진다. 또한 소방현장에서 발생하는 모든 안전사고에 대해서도 총괄적인 책임을 지며, 현장지휘관의 중요한 책임 4가지 중 가장 우선적인 책임은 소방대원의 안전과 생존의 보장이라고 할 수 있다.

2. 안전담당간부(안전담당관)의 활용

사고현장에서의 안전에 관한 총체적인 책임은 현장지휘관이 진다. 그러나 한사람의 지휘관이 모든 것을 다 처리할 수 없으므로 현장지휘관은 현장활동의 안전성과 명령의 신속이행(迅速履行)을 위하여 단위조직 지휘자(指揮者)들을 적극 활용하여야 한다.

이렇게 함으로써 현장에서 활동중인 대원들의 안전을 보다 더 확실하게 보장할 수 있게 된다. 우리의 경우 소방서장이 현장지휘부를 설치하고 지휘부에 보좌관, 전령, 정보원, 안전담당자 등을 두어 화재현장과 화재조사보고업무를 효율적으로 운영할 수 있도록 방호활동전술지침에 명문화하고 있다.

가. 안전담당간부(안전담당관)의 지정

안전담당간부가 지휘관에게 전문적인 조언가의 역할을 수행함으로써 안전에 관한 그의 역할을 충실히 이행(履行)할 수 있게 할 수 있다. 현장지휘관과는 달리 안전담당간부는 안전 분야에 대해 보다 더 전문적이고 세밀하게 통제 및 감시업무를 수행할 수 있다. 즉 현장에 근접하여 안전이행(安全履行) 여부를 확인함으로써 현장지휘관이나 다른 간부들이 간과(看過)하거나 놓칠 수 있는 부분을 발견할 수 있다는 것이다.

6) ICS : 「Incident Command System(사고지휘체계)」의 약자임.

나. 안전담당간부의 권한행사

권한의 행사는 지휘계통에 따라 수행하여야 함에도 불구하고 안전 분야에 있어서 안전담당간부는 현장에서의 불안전한 행동과 조건을 발견한 경우 지휘계통을 거치지 아니하고 즉시 중단시킬 권한 및 현장지휘관이 실행하고자 하는 방법과 계획이 안전하지 않다고 판단될 경우 거부권(拒否權)을 행사할 권한도 가지고 있어야 한다.

다. 현장지휘관의 보좌기능 수행

지휘관이나 안전담당간부에게 있어 최우선의 관심사는 대원들의 안전 확보에 있기 때문에 가능하면 함께 일하면서 현장의 지휘관을 보좌하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

라. 안전담당간부의 기능과 범위확대 운영

사고의 규모가 크거나 현장의 상황이 매우 위험한 경우 안전을 위하여 1인 이상의 안전담당간부가 지정될 수도 있다. 극히 위험하거나 비일상적인 사고현장에서는 안전기능(安全機能)을 보강시켜야 한다는 것이다. 우리의 경우 대형화재시는 안전담당관을 소방과장(보좌 : 장비팀장)으로 지정・운영할 수 있으며 안전담당관은 각 방면별로 보조자를 둘 수 있도록 방호활동전술지침에 명문화하고 있다.

제3절 붕괴사고의 예방과 현장활동단계별 전술적 고려사항

1. 붕괴사고의 예방

가. 사전활동계획수립과 붕괴사고와의 관계

사전활동계획을 수립함에 있어 기본적으로 가져야 하는 전제는 '모든 대상물은 그 자체가 위험하다는 것'이다. 다시 말하면 절대적으로 안전한 대상물은 없다는 것이다. 따라서 사전에 대상물에 대한 각종 자료수집 활동시에는 당해 건물의 구조적 결함(缺陷)과 문제점, 화재시에 위해(危害)를 가할 수 있는 문제요인들을 사전(事前)에 파악하고 있어야 한다. 왜냐하면 화재시 발생할 수 있는 건물의 붕괴를 예상하여야 하기 때문이다.

나. 붕괴사고 예방을 위해 사전활동계획수립시 조사(調査)하여야 할 사항

(1) 벽돌조 건물인 경우 벽의 균열 유무
(2) 내력벽(耐力壁)에 있어서 철근의 적정성 여부(전문장비와 기술자를 필요로 한다.)
(3) 몰탈과 벽돌의 약화 여부
(4) 시멘트를 이용한 벽의 보강 여부
(5) 보호되지 않은 강철빔이나 트러스의 존재유무(538℃의 열을 받으면 22㎝정도가 신장된다. 그래서 트러스가 붕괴된다.)
(6) 목재로 된 I-Beam(빔)이나 트러스의 유무(목재로 된 빔이나 트러스는 낮은 열에도 쉽게 붕괴될 수 있다.)
(7) 중량물을 지탱하고 있는 마루의 유무
(8) 대리석으로 된 계단의 유무(물에 젖은 대리석은 매우 미끄러워 전도, 전락의 우려가 있다.)
(9) 기타 현장활동상 장애요인이 될 수 있는 요소 등

앞에서 언급한 사항들이 사전활동계획 수립시 발견되었다면 보다 더 철저한 대응준비가 되어 있어야 하며, 실제 화재시에는 위의 요인들로 인하여 발생할 수 있는 붕괴사고에 대해 매우 철저한 대비가 있어야 한다.

다. 천장의 붕괴사고

화재현장에서 천장으로부터의 낙하·붕괴물에 의해 부상을 당하는 경우가 흔히 있다. 그리고 천장이 붕괴되면서 지붕까지 동시에 붕괴되는 경우가 발생되기도 한다. 따라서 실내에 진입하여 활동하는 대원은 천장의 붕괴 가능성을 수시(隨時)로 확인하여야 하며, 불가피하게 지붕 위에서 작업에 임하는 대원 또한 마찬가지로 위험성 여부를 사전에 발견하고 이에 대한 대책을 수립하는 것이 필요하다.

라. 건축물의 용도변경 등에 관한 고려

사전활동계획(事前活動計劃)을 수립함에 있어 또 하나 중요한 것은 해당 건물이 건축되고 난 이후 발생된 변화에 대해서 파악하여야 한다는 것이다. 불법적으로 용도 내지는 구조를 변경시킨다는 것은 화재발생시 다수의 인명사고를 유발시킬 가능성을 내포(內包)하고 있음을 암시한다.

바닥면적의 증가, 구획(區劃)의 증가, 건물간의 상호연결(相互連結), 용도의 변경, 화재안전상 위험한 물질의 사용 등이 이에 해당된다. 위에서 언급한 이러한 모든 위험요소들은 사전활동계획 단계에서 고려되어야 하며, 실제 사고현장에서 대원들의 안전을 보장하기 위해 적극적으로 활용되어야 한다. 만약 사전활동계획이 완벽히 수립되었다면 현장지휘관이 보다 더 신속하고 정확하게 상황을 판단할 수 있게 될 것이다.

사전활동계획을 통하여 다양한 건축형태, 주거형태, 건물의 형태에 관하여 익숙해짐으로써 현장지휘관의 위치에 있는 사람은 보다 더 많은 필요한 정보를 입수할 수 있게 되며, 결과적으로 보다 더 효과적인 상황판단(狀況判斷) 및 현장지휘활동(現場指揮活動)을 수행할 수 있을 것이다.

2. 현장활동단계별 전술적 고려사항

상황의 판단을 위한 전술적 요소의 고려는 신고를 접수하는 단계부터 시작되며, 각 단계별로 고려해야 할 주요 사항은 다음과 같다.

가. 신고의 접수단계

신고의 접수단계에서부터 현장의 상황에 대한 판단이 시작되며, 다음과 같은 많은 사항들을 고려하여야 한다.

(1) 신고의 종류판단
(2) 신고자의 위치와 출동경로의 선정(選定)
(3) 사전활동계획에서 수집된 각종 정보의 검색(檢索)과 활용
  (가) 건물규모 및 건축년령(建築年令)
  (나) 건축형태(建築形態)
  (다) 소방시설의 유무 및 종류
  (라) 대상물의 용도(用途)
  (마) 인명위험 유무
  (바) 특별한 위험요소의 존재여부
(4) 활용장비의 결정
(5) 소방용수의 선정계획(選定計劃)
(6) 기타 고려사항
  (가) 현재일시

(나) 기상상태
(다) 사고건물의 지형 및 지세(地勢) 등

나. 출동단계

소방대가 사고현장으로 출동하는 단계에서 고려해야 할 주요사항은 다음과 같다.
(1) 출동경로의 적정성에 대한 재평가(再評價)
(2) 타대(他隊)의 도착시간에 대한 고려
(3) 소화전(消火栓)과 소방용수(消火用水)의 확보에 대한 내용
(4) 현장으로의 진입경로(進入經路)에 관한 내용(장애물의 유무 등)
(5) 사전활동계획에 따른 소방차량의 주차위치 선정(選定)
(6) 현장관계자로부터의 추가정보 입수
(7) 응원출동(應援出動)의 필요성 여부 등

다. 도착단계

일단 현장에 도착하게 되면 사전활동계획에 따른 정보를 출동단계에서 입수한 정보 및 현장도착시의 개략적인 상황판단에 따른 정보와 결합시켜 작전방법 및 형태를 결정하여야 한다. 현장에 도착하는 단계에 있어서는 다음과 같은 사항들을 재평가(再評價) 하여야 한다.
(1) 특이한 징후(연기, 폭발의 가능성 등)
(2) 위험요인의 발견 및 결정
(3) 화염과 연기의 형태분석(역화의 가능성 판단)
(4) 화재의 확산경로(擴散經路) 점검 및 판단
(5) 건물구조의 판단
(6) 외부화염의 양상판단(樣相判斷)을 통한 내부상황의 추정

라. 신임 소방대원의 안전에 관한 감독

모든 소방대원들은 현장활동에 참여하기 전에 반드시 충분한 교육과 훈련을 받아야 한다. 그러나 신임 소방대원이 적절한 훈련을 이수(履修) 하였다고 하더라도, 반드시 경험이 충분한 대원들과 팀을 이루면서 그들의 감독하에서 활동하도록 하여야 한다.

(1) 현장활동 또는 교육훈련시 신임대원이 안전 감독의 범위를 벗어나지 않도록 하여야 한다.
(2) 신임대원이 항상 보호 장비를 정확히 착용 또는 사용하고 있는지를 감독하여야 한다.
(3) 신임대원이 안전하게 활동을 하고 있는지를 감독하여야 한다.
(4) 신임대원의 부정확한 행동과 나쁜 태도가 습관화되지 않도록 신속하게 지적하여야 한다.
(5) 쉽게 흥분하거나 당황하는 신임대원들에 대한 감독과 지도를 철저히 하여야 한다.

제4절 화재의 성장단계별 주요 화재현상의 이해와 대응

화재의 성장단계(成長段階)를 파악하는 것은 전술적 우선순위(戰術的 優先順位)를 결정하는 데 있어 매우 중요한 요소중의 하나이다. 예를 들어 화재의 단계가 열기 및 연기가 충만한 최성기(最成期)에 있는 경우 인명을 구조하기란 그리 쉽지 않기 때문이다.

또한 화재의 성장단계 판단은 공격과 대피에 관한 판단기준이 된다. 다음은 화재성장단계에서 주로 관련되는 3가지의 주요한 현상인 후래쉬오버(Flash over), 롤오버(Rollover), 역화(Backdraft)에 대해 설명하고자 한다. 위의 3가지 주요 화재현상에 대하여 소방대원들은 철저한 이해가 있어야 한다. 또한 현장의 지휘관은 지속적으로 이러한 현상의 발생징후(發生徵候)를 관찰하여 대원들에 대한 안전을 확보하여야 한다.

1. 후래쉬오버(Flashover) 현상

후래쉬오버현상이란 대류(對流)와 복사(輻射) 또는 이 두 가지의 결합에 의해 충분히 가열된 공간에 있는 가연물이 발화(發火) 되는 것을 말하며, 이 공간 안에 있는 가연물은 발화점까지 가열되어 있는 상태에 있기 때문에 동시연소(同時燃燒)의 형태를 가진다. 다시 말하면, 실내 전체가 발화온도까지 미리 충분히 가열된 상태에서 한 순간에 화재로 뒤덮이는 상태를 말한다.

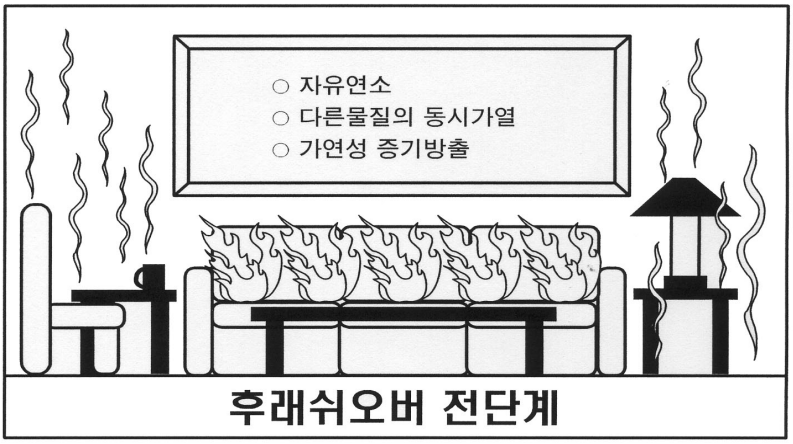
후래쉬오버의 징후는 다음과 같다.

가. 실내의 조건이 현저한 자유연소(自由燃燒)의 단계에 있는 경우

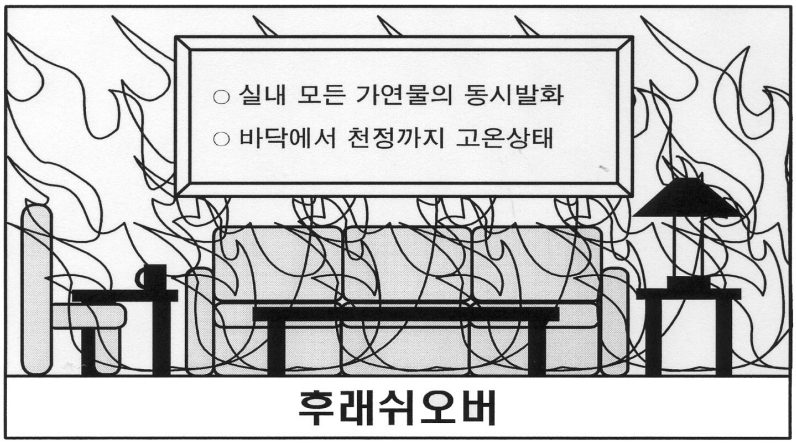
나. 열 때문에 소방대원이 낮은 자세를 유지할 수 밖에 없는 경우

다. 실내에 과도한 열이 축적되어 있는 경우

라. 열기가 느껴지면서 두텁고, 뜨겁고, 진한 연기가 아래로 쌓이는 경우



후래쉬오버(Flashover) 이전의 상황



후래쉬오버(Flashover)의 상황

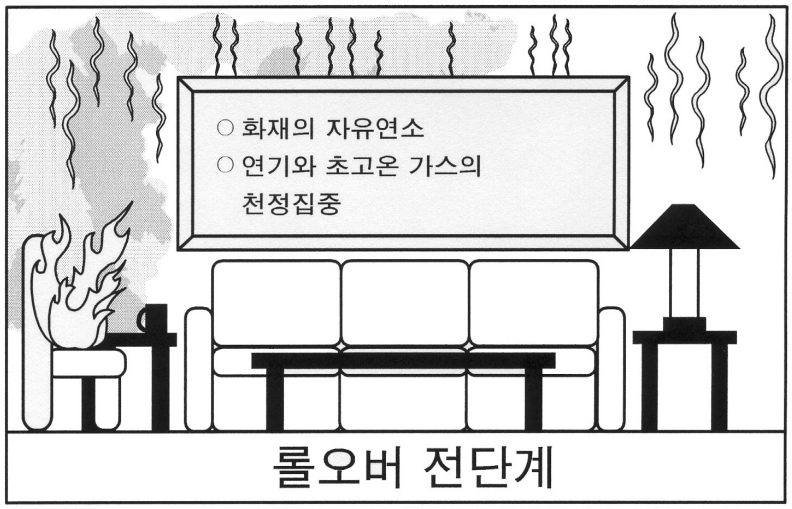
이러한 징후(徵候)가 관찰되었을 때 지휘자는 특별한 조치를 취해야 한다. 다시 말하면 공간을 냉각시키기 위한 방수작업(放水作業)과 배연작업(排煙作業)을 실시하여야 한다는 것이다. 만약 열의 축적이 계속 진행되는 상황에서 무리하게 진화작업(鎭火作業)을 계속하는 경우 후래쉬오버 현상으로 인해 부상을 당할 수 있는 가능성이 매우 높기 때문에 즉시 대피시키도록 한다.

경우에 따라서 화염이 보이지 않다가 벽이나 천장 등으로부터 갑자기 돌출하여 후래쉬오버와 유사한 상태를 조성하기도 한다. 따라서 지휘자는 활동환경에 대하여 지속적인 상황평가를 실시하여야 한다.

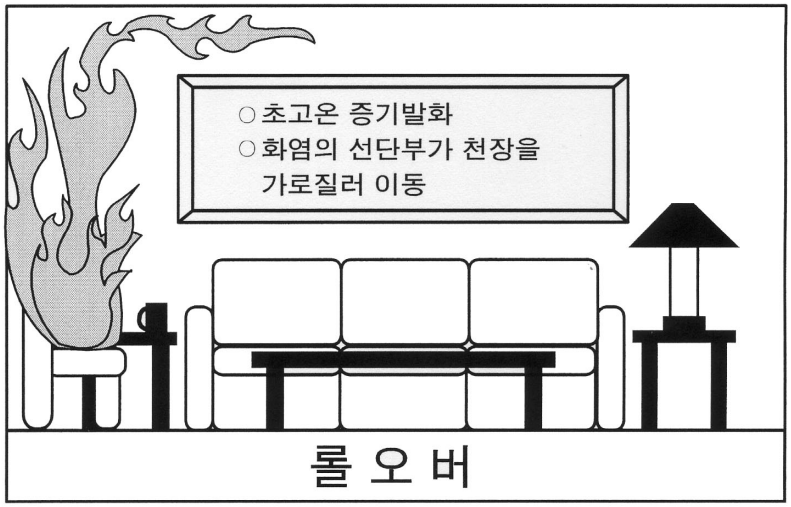
2. 롤오버(Rollover) 현상

롤오버(Rollover)란 화재의 초기단계에서 발생된 가연성 가스가 산소와 혼합하여 천장부분에 집적(集積)될 때 발생하며, 뜨거운 가스가 실내공기압의 차이에 따라 천장을 구르면서 화재가 발생되지 않은 지역으로 굴러가는 현상을 말한다. 가연성 가스가 발화온도에 도달하여 발화되면 화재의 선단부(先端部)는 급속한 속도와 화염을 형성하면서 천장으로 지나가게 된다. 따라서 호스를 연장하거나 실내에 진입할 경우 낮은 자세를 유지하라는 것은 바로 이러한 이유 때문이다.

후래쉬오버와 롤오버의 가장 큰 차이점은 롤오버의 경우 후래쉬오버와 같이 복사열에 의한 영향이 그리 많지 않다는 것과 한순간에 전체지역을 발화시키는 원인이 되지 않는다는 것이다.



롤오버(Rollover) 이전의 상황



롤오버(Rollover)의 상황

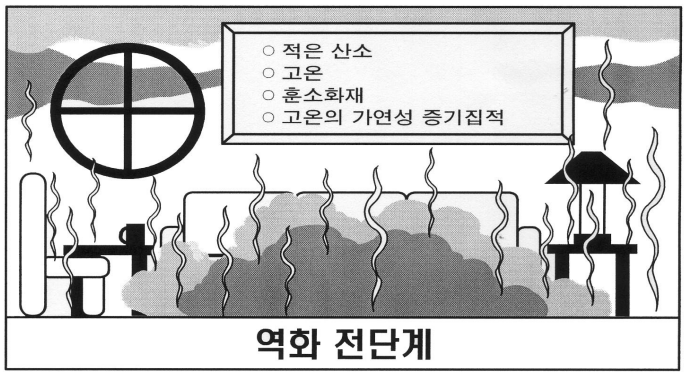
3. 역화(逆火, Backdraft) 현상

역화는 산소가 부족하거나 훈소상태(燻燒狀態)에 있는 실내에 산소가 일시적으로 다량(多量) 공급될 때 연소가스가 순간적으로 발화하는 현상이라고 정의할 수 있으며, 강한 폭발력을 가지고 있다.

주로 역화현상은 폐쇄된 공간내에서 화재가 진행될 때, 연소과정에 필요한 산소가 부족한 상태일 때 발생 가능성이 매우 높다.

후래쉬오버와 역화의 차이점은 현존(現存)하는 산소의 량이다. 후래쉬오버에 있어서는 연소에 필요한 충분한 산소가 있으며, 후래쉬오버가 발생하기 전의 화재는 자유연소 형태이다. 반면에 역화현상에 있어서는 연소에 필요한 산소가 부족하며, 화재는 훈소형태를 띄고 있다. 즉 산소가 부족한 상태를 말한다.

일반적으로 대부분의 화재현장은 비교적 충분한 산소의 공급이 이루어지고 있어 역화현상이 흔히 발생되지는 않는다(지하화재의 경우는 제외). 그러나 폐쇄된 공간에서 발생한 경우 산소가 부족해지면서 훈소상태(燻燒狀態)에 접어들며, 일산화탄소와 탄화된 입자, 연기 및 부유물을 포함한 가스가 축적되게 된다. 이러한 조건에서 건물내부로 산소가 공급되면 화재가 확대되거나 폭발현상이 발생될 수 있다. 일산화탄소의 경우 그 자체가 연소가능 하며, 발화온도는 609℃ 정도이다.



역화(Backdraft) 이전의 상황

역화(Backdraft)의 상황

가. 역화의 징후

역화의 징후는 건물의 내부 및 외부에서 관찰할 수 있다.

(1) 건물의 외부에서 관찰할 수 있는 역화의 징후

(가) 연기가 균열된 틈이나 작은 구멍을 통하여 빠져 나오고 건물 안으로 연기가 빨려 들어가는 현상이 발생된 경우
(나) 화염은 보이지 않으나 창문이나 문이 뜨거운 경우
(다) 유리창의 안쪽으로 타르와 유사한 기름성분의 물질이 흘러내리는 경우
(라) 창문을 통해 보았을 때 건물 내에서 연기가 소용돌이 치고 있는 경우

(2) 건물의 내부에서 관찰할 수 있는 역화의 징후

(가) 압력차이로 인해 공기가 내부로 빨려 들어가는 듯 한 특이한 소리(호각소리와 유사)가 들리는 경우
(나) 연기가 건물 내로 되돌아가거나 맴도는 경우
(다) 연기가 아주 빠르게 소용돌이 치는 경우
(라) 훈소 상태에 있는 뜨거운 화재인 경우
(마) 산소공급의 감소로 약화된 불꽃이 관찰될 경우

(3) 역화현상으로 인한 사고의 예방과 지휘

지휘관은 현장의 상황에 적절한 전술의 적용을 통하여 역화현상의 발생을 방지할 수 있다. 역화현상의 방지를 위해서는 지붕을 통한 수직배연이 매우 효과적이나 수직배연활동을 하기전에 창문이나 문을 통한 수평진입(水平鎭壓)이나 배연(排煙)이 이루어져서는 안 된다. 즉, 호스를 연장하여 진입하려는 지점의 측면에서 준비하고 있어야 한다는 것이다.

만약 지붕에서의 배연활동을 할 경우에는 내부진입활동과의 타이밍의 조화는 매우 중요하다. 왜냐하면 부적절한 전술의 적용으로 인하여 소방대원이 후래쉬오버나 역화(逆火)의 상황에 종종 빠지는 경우가 있기 때문이다.

제5절 인명구조활동시의 안전

1. 인명구조(人命救助)활동시의 안전행동 지침

소방(구조)대원은 업무의 특성상 인명이 위험한 상황이 처해 있는 현장에서 활동하여야 하며, 만약 인명이 위험에 처해 있는 경우 최우선적으로 인명구조 활동을 실시해야 한다. 그러나 구조대원은 이러한 위험상황이 더 위험한 상황으로 반전(反轉)되지 않도록 하기 위하여 냉철하고 정확한 판단하에서 최대한 안전하게 현장활동에 임해야 한다. 불안전한 상태에서의 성급한 구조활동의 전개는 요구조자(要救助者)뿐만 아니라 소방(구조)대원에게도 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로 최대한 안전하고 침착한 행동으로 구조활동에 임해야 한다.

가. 인명검색시의 안전행동 지침

다음은 건물내에서 인명검색(人命檢索)이나 구조활동(救助活動)을 시도하기 전에 반드시 숙지해야 할 안전행동지침들에 대한 사항이다.

(1) 화재가 상당히 진전되었거나 발화건물의 상태가 너무 열악하여 구조대원의 생명이 매우 위험한 경우 절대 진입해서는 안 된다. 그러한 상황하에서 요구조자가 살아 있다는 것은 거의 불가능하기 때문이다.

(2) 역화의 가능성이 있는 경우 배연(排煙)이 이루어지고 난 후에 진입(進入)을 시도하여야 한다. 배연이 이루어지기 전에 진입을 시도할 경우 역화현상으로 인하여 심각한 부상을 초래할 수 있다.

(3) 항상 공기호흡기를 포함하여 완전한 보호복을 착용하여야 한다.

(4) 항상 팀을 지어서 활동하여야 하며, 대원간에 지속적인 연락을 취해야 한다. 동료대원의 안전에 대한 책임은 모든 대원에게 있음을 명심한다.

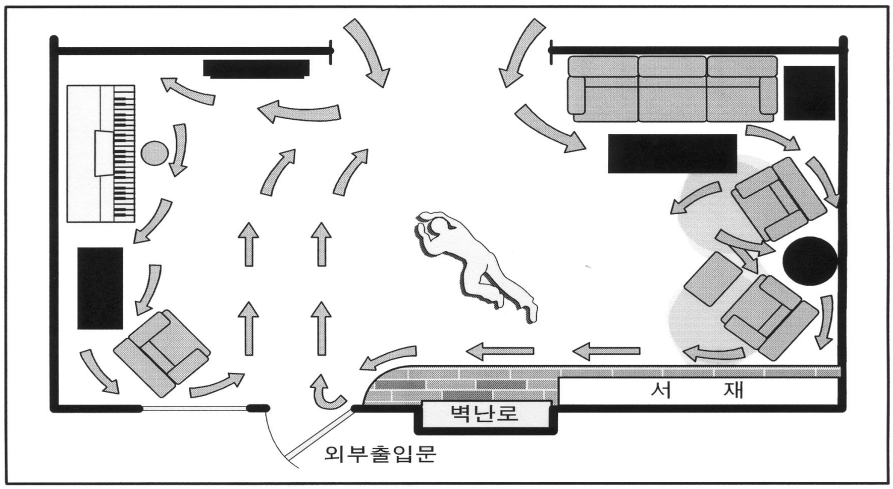
(5) 계획성 있는 행동이어야 하며, 맹목적으로 행동하지 않는다. 왜냐하면 계획적으로 활동하는 것이 방향감각을 잃어버릴 가능성을 줄여주기 때문이다.

(6) 검색에 투입된 모든 대원을 위한 2차 대피수단이 준비되어 있어야 한다.

(7) 발화층(發火層) 상층부(上層部)에서 활동할 때는 언제든지 방수할 수 있는 소방호스를 가지고 있어야 한다. 호스는 화재진압에 사용할 수도 있고, 엄호용으로도 활용할 수 있기 때문이다.

(8) 실내로 들어가는 입구에 표시를 하고, 방안으로 들어갈 때 회전한 방향을 기억해야 한다. 빠져 나오기 위해서는 반대방향으로 회전해야 한다.

(9) 문을 개방하기 전에 손등으로 문을 만져보아 열기가 있는지 확인해야 한다.
(10) 낮은 자세를 유지하고 조심스럽게 이동해야 한다.
(11) 모든 감각을 동원하여 경계를 늦추지 말아야 한다.
(12) 뜨거운 부분과 약해진 부분은 조심해야 한다.
(13) 항상 벽을 따라서 움직여야 한다.
(14) 화재가 확대될 가능성이 없다고 판단되는 경우 창문을 개방하여 열과 연기를 배출 시켜야 한다.
(15) 검색이 완료되면 소속 지휘자에게 신속하게 이상 유무를 보고한다.



검색활동을 실시하기 전에 사전에 검색경로를 설정하여야 하는 것이 안전하다.

나. 방향상실시의 안전행동

인명검색 활동 중 방향을 잃었다면 최대한 침착성을 유지한 상태에서 벽을 따라 처음에 들어왔던 출입문 방향으로 이동하여야 한다. 왜냐하면 거의 대부분의 경우에 있어 벽을 따라 이동 할 경우 진입하였던 출입문을 발견할 수 있기 때문이다.

다. 소방호스를 활용한 안전확보

구조대원이 호스를 가지고 들어왔다면 그것을 따라 나가면 된다. 호스는 구조대원이 밖으로 나갈 수 있게 해주는 가장 확실한 방법이므로 호스를 절대 버려서는 안 된다.

라. 손전등을 활용한 안전확보

항상 휴대용 손전등을 휴대하여야 한다. 왜냐하면 요구조자를 발견하는 데 사용할 수도 있지만, 위급한 경우 자신의 위치를 알리는 데 사용할 수 도 있기 때문이다.

다시 말하면 구조대원이 스스로 위험한 상황에 처해 있다고 느낄 경우 손전등을 바닥에 놓아 빛이 천장을 비추도록 하여 자신이 위험한 상황에 처해 있다는 것을 알리는 데 활용할 수 있다는 것이다. 그러나 이러한 신호체계는 동료들간에 상호 충분히 숙지하고 있어야만 그 효과를 발휘 할 수 있다.

마. 출입문 개방시의 안전확보

(1) 출입문은 조심스럽게 천천히 개방하여야 하며, 열기를 확인하기 위하여 문을 먼저 만져 보아야 한다.

(2) 문의 정면에 위치해서는 안 되며, 한쪽으로 비켜 선 낮은 자세를 유지하며 천천히 문을 열어야 한다. 이렇게 함으로써 문 뒷 편에 있는 화염과 연소생성물이 머리위로 지나갈 수 있게 할 수 있다.

(3) 출입문을 안쪽으로 열기가 힘들다고 해서 문을 발로 차지 말아야 한다. 왜냐하면 요구조자가 대피하기 위해 문 근처에 있는 경우 더 큰 부상을 당할 수도 있기 때문이다.

(4) 건물을 통하여 이동할 때는 약화되었거나 위험한 상황이 연출될 수 있는 조건들을 지속적으로 관찰하여야 한다. 특히 진행방향 앞부분의 바닥이 안전한지를 손이나 도구를 이용해서 지속적으로 확인하여야 한다.

2. 기타 현장활동시의 안전지침

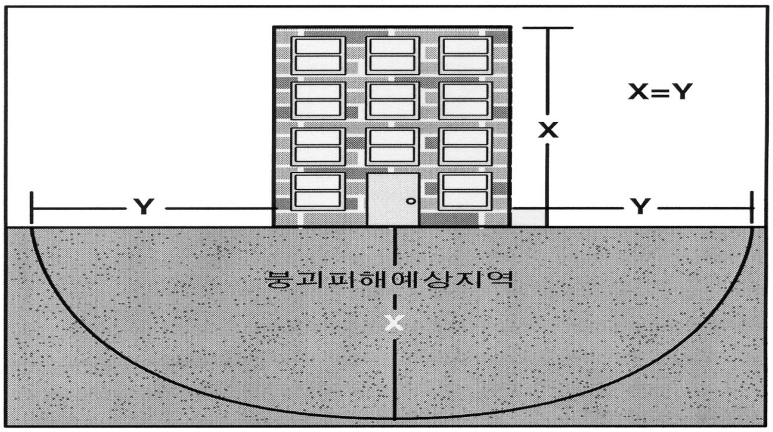
가. 공중에서의 방수활동시 유의사항

고가사다리차나 굴절소방차량을 이용하여 공중에서 화염부분으로 방수할 경우 인위적인 혹은 자연적인 배연구(排煙口)를 절대 차단해서는 안 된다. 이러한 경우 실내에서 작업하는 대원들이 역류현상이나 방수된 물줄기 등으로 인해 다칠 수 있다.

불가피한 경우 실내에서 활동하고 있는 진압대와의 상호교신을 통하여 사고가 발생되지 않도록 한다. 또한 불필요하게 창문을 파괴하지 않도록 주의해야 한다. 왜냐하면 수손피해(水損被害)가 발생되며, 건물내부로 연소 확대가 이루어 질 가능성이 있어 사고가 발생될 가능성이 높기 때문이다.

나. 붕괴피해 예상범위의 설정

현재 소화활동중인 건물의 안전성이 의심스럽다면 발화건물 주변의 안전지역 또는 붕괴 예상지역을 설정하여야 한다. 일반적으로 붕괴로 부터 비교적 안전한 지역의 범위를 설정할 경우 건물의 높이와 같은 정도의 반경외부(半徑外部)정도로 설정한다.



붕괴피해 예상범위는 건물의 높이를 기준으로 설정한다.

다. 방수활동시의 고려사항

(1) 소방대원이 건물의 내부에 진입하여 화재를 진압하고 있는데도 불구하고 외부에서 화점(火點)을 향하여 방수하는 것은 소방대원의 불필요한 부상을 초래할 수 있다. 왜냐하면 외부에서 방수된 물이 화염, 열기, 연기를 내부의 대원이 있는 방향으로 직접적으로 몰아갈 수 있기 때문이다.

(2) 내부에서 대원이 활동하고 있는 경우에 창문이나 배연구를 통하여 내부로 방수(放水)해서는 안 된다.

(3) 연소확대의 저지를 위해 방수활동(放水活動)을 하고 있는 대원들도 창문이나 지붕 등에 있는 개구부(開口部)를 향하여 직접 방수하지 않도록 하여야 한다.

라. 소방호스 활용시의 고려사항

화재진압 활동에 있어 적절한 방수형태(放水形態)의 선택과 소방호스의 효과적인 활용은 안전의 보장을 위해 매우 중요하다. 부적절한 호스의 배치나 활용은 오히려 소방대원의 부상을 초래할 수 있다.

(1) 여러개의 호스가 동시에 내부로 전개될 경우 각 호스별로 구분이 가능한 표식(標識)을 해 두면 매우 효과적이다. 즉 불필요한 부분에 있는 호스에 물을 보내지 않아 소방용수의 낭비를 방지할 수 있다는 것이다.
(2) 호스를 연장하거나 운반할 때 자신이 다룰 수 있는 양 만큼의 호스를 차량에서 내리거나 운반하여 척추 등의 손상을 방지하여야 한다.
(3) 호스를 윗층으로 연장할 때 충분한 호스의 이용이 가능한지를 확인해야 한다.
(4) 충수(充水) 되지 않은 소방호스를 가지고 화재지역에 진입해서는 안 된다.
(5) 관창은 대원이 화재를 진압할 위치에 자리를 잡을 때까지 개방해서는 안 된다. 만약 연기가 있는 부분을 향하여 무조건적으로 관창을 개방 할 경우 가열된 연소가스 때문에 뜨거워진 방출수(放出水)가 앞부분에 있는 소방대원의 작업을 방해할 수 있다.
(6) 관창이 다루기가 힘들 정도로 크거나 수압(水壓)이 과도(過度)할 경우 관창수는 관창을 놓치지 않도록 하기 위해 최대한 관창의 앞부분을 잡아야 한다. 관창을 놓친다면 자신뿐만 아니라 주변에 있는 동료들에게까지 치명적인 부상을 초래할 수 있다.

마. 현장으로의 진입자세에 대한 고려

(1) 화재를 진압하기 위하여 이동할 때는 낮은 자세를 유지하여야 한다. 이렇게 함으로써 머리 위의 뜨거운 연소가스에 의한 화상을 방지할 수 있다. 또한 보다 나은 시계(視界)를 확보할 수 있으며, 비교적 열기가 적은 저온층(低溫層)에서 활동할 수 있다.

이러한 현상은 강렬하게 연소가 진행되면서 배연(排煙)이 이루어지지 않는 공간에 직접적으로 방수했을 때 발생한다.
(2) 현장에 진입시 낮은 자세를 유지하는 또 다른 이유는 실내의 진입을 위하여 출입문을 개방할 때 머리위로 배출되는 뜨거운 연기와 열기로부터 대원을 보호하기 위한 것이다. 특히 지하실 화재의 진압활동시 낮은 자세를 유지하는 것은 매우 중요하다.
(3) 계단의 상부나 중간지점은 열기가 많기 때문에 바닥보다 활동하기가 힘들며, 계단과 지하실의 출입문 주위는 소방대원의 신속한 후퇴를 위하여 장애물이 방치되지 않도록 한다.

(4) 지하실에 소방호스가 연장되어 있다면 지하실에 있는 소방대원을 보호하고, 화재가 상층으로 연소가 확대되는 것을 방지하기 위하여 예비호스를 계단의 상단부에 배치하는 것이 바람직하다.
(5) 지하실의 경우 소방호스를 지지하고 있는 마지막 소방대원은 뒷부분에서 위협을 줄 수 있는 화재나 다른 위험요소에 대하여 주의를 게을리 해서는 안 된다.
(6) 지하실의 출입구에 위치한 소방대원도 마찬가지로 지하실 입구의 1층의 상황을 감시해야 한다. 특히 중요한 것은 지하실에 들어가고 빠져 나온 소방대원의 수를 지속적으로 확인하는 것이다. 이것은 지하실로부터 긴급히 대피하여야 할 경우 대단히 중요한 사항이다.

바. 긴급철수(緊急撤收)지시에 대한 고려

내부공격 활동을 전개하는 동안에 각 방면별 지휘자는 지휘소(指揮所)에 있는 현장지휘관의 지시에 절대 복종 하여야 한다. 소방력(消防力)이 열세(劣勢)에 있는 경우 과도하게 공격적인 것은 때때로 문제가 될 수 있으며, 만약 지휘관이 긴급철수를 지시하였다면 즉시 그 지시에 따라야 하며, 철수의 지시와 그 전달방법과 신호에 있어서도 실수가 있어서는 안 된다.

"작전전개의 적정성에 관한 논쟁은 사고의 수습이 끝난 후에 하여도 늦지 않다.".

사. 재산보호 및 잔화탐색(殘火探索) 활동시의 고려사항

(1) 현장활동의 마지막 단계인 재산보호 및 잔화탐색 활동시 유의하여야 할 사항은 거의 모든 대원들이 인명구조, 화재진압활동 등으로 인하여 체력이 약화된 상태에 있다는 것이다. 따라서 예기치 못한 사고의 발생이 높다고 할 수 있다.
(2) 피로에 지친 대원은 위험요인에 대한 경계심이 저하되고 행동이 늦어지게 되며, 자신에 대한 방어를 태만(怠慢)히 하는 경우가 있다. 따라서 지휘관은 이러한 점에 유의하여 대원들의 활동이 종료되는 시점까지 주의를 게을리 하지 않도록 하여야 한다.
(3) 잔화탐색활동을 실시하기 전에 반드시 건물의 위험요인에 대한 조사와 판단이 이루어져야 한다. 이는 이미 화염으로 인해 약해져 있는 건물로부터 대원을 보호하기 위한 최소한의 조치에 해당된다.
(4) 개구부(開口部)나 약화된 구조물에서 추락하여 부상을 당할 가능성이 많으며, 이러한 부분을 발견한 경우 신속히 출입금지 표시를 하거나 차단물을 설치하여야 한다.

(5) 유리, 못 또는 날카로운 물체에 발을 찔리는 사고도 흔히 발생할 수 있으므로 이에 유의한다.

(6) 잔화탐색활동을 실시 할 경우 보호복과 장비를 착용하지 않는 경우를 흔히 볼 수 있는 데, 이러한 행동은 현장활동으로 인한 피로 및 정신적 긴장의 이완 등의 요인 때문에 발생되는 보편적인 불안전한 행동이다. 결과적으로 보호장구를 갖추지 않아 창상(創傷) 절상(切上), 또는 안면부상(顔面負傷)을 쉽게 당할 수 있다.

(7) 잔화탐색(殘火探索)시 공기호흡기를 벗는 경우를 발견할 수 있다. 일산화탄소와 같은 유독가스는 수분이 이미 함유된 불완전연소상태에서 더 많이 발생되므로 대원들의 호흡기계통에 치명적이라고 할 수 있다.

(8) 화재발생시 유독가스는 내부 공기압력에 의해 벽이나 천장의 안쪽으로 밀려들어 갔다가 잔화탐색(殘火探索) 및 진압활동(鎭壓活動)중 밖으로 방출되며, 이때 공기 호흡기를 착용하지 않은 소방대원은 이 유독가스를 흡입할 수밖에 없다. 또한 유독가스의 흡입과 석면(石綿)에의 노출 가능성 때문에 모든 잔화정리 작업시 공기호흡기를 착용하도록 엄격히 지시하여야 한다.

아. 경계구역의 설정과 출입의 제한시의 고려사항

경계구역내에는 적절히 훈련받은 사람만이 출입할 수 있도록 하여야 하며, 이 구역내에 있는 사람이라 할 지라도 반드시 보호복과 공기호흡기를 착용하도록 하여야 한다. 경계구역내에 있는 사람은 그들 나름으로의 임무를 부여받고 있어야 하며, 별다른 임무 없이 구경하거나 현장을 배회하는 일이 없도록 하여야 한다.

자. 사다리의 활용에 있어서의 고려사항

(1) 사다리를 설치할 때는 반드시 견고하고 평평한 바닥에 설치하여야 한다. 사다리의 바닥에 미끄럼방지용 고정판이 없는 경우에는 반드시 하부에서 1인이 지지하도록 하며, 고정판이 있다고 하더라도 그러하여야 한다.

(2) 사다리는 유리창의 전면, 창문샤시, 화분받침대 또는 무너질 수 있는 표면에는 절대 설치하지 않아야 한다. 왜냐하면 사다리가 설치된 상부에서 파괴작업(破壞作業)이 진행되거나 실내의 폭발, 역화현상이 발생될 경우 대단히 위험하기 때문이다.

(3) 사다리 위에서 방수작업(放水作業)을 할 경우 호스를 두 다리의 사이에 두지 않도록 한다. 왜냐하면 만약 호스가 파열 또는 과압이 작용 할 경우 그 충격으로 전락(轉落)될 가능성이 있기 때문이다. 또한 사다리 위에서 방수 할 경우 직접적으로(두 손으로) 호스의 하중을 지탱하지 않고, 호스 고정장치나 로프 등을 이용하여 작업을 하는 것이 안전하다.

(4) 사다리를 이용하여 창문으로 진입 할 경우 유리창 및 파편을 완전히 제거한 후 진입하도록 한다. 왜냐하면 유리파편으로 인한 절상(切傷)의 방지와 창문을 통한 신속한 탈출을 용이하게 하기 위함이다.

(5) 사다리를 통하여 대원이 창문으로 진입을 한 경우 사다리는 불가피 한 경우를 제외하고 이동시키지 않아야 한다. 왜냐하면 사다리를 이용하여 실내에 진입한 대원은 현장활동 중에도 최초의 위치에 사다리가 있는 것으로 생각하고 있기 때문이며, 만약 사다리가 이동된 경우 신속한 비상탈출이 불가능하기 때문이다.

3. 소방대원들에 대한 피로의 회복

현장지휘관이나 각 방면별 책임을 지고 있는 지휘자의 중요한 역할중의 하나가 피로한 상태에 있는 대원을 발견하여 적절한 휴식을 취하도록 조치하는 일이다.

가. 피로한 소방대원의 발견 및 조치

(1) 현장에서 발생하는 사고의 원인중 "대원의 피로현상"이 큰 부분을 차지한다. 피로한 상태에 있는 대원은 현재 그가 피로한 상태에 있다는 것을 증명하기가 어렵기 때문에 그렇지 않은 대원들보다 더 위험한 상태에 있다고 할 수 있다.

(2) 사고의 초기부터 화재진압이나 구조 활동에 참가한 대원들은 잔화정리 작업 및 조사활동에는 제외시켜 피로한 상태에서 작업을 하지 않도록 하여야 한다.

나. 피로의 유발요인 및 정도

(1) 피로를 유발시키는 요인은 현장활동시의 체력소모, 열기, 추위, 습기, 감정의 혼란 등이 있다.

(2) 대원별 피로의 정도는 현재의 상황과 조건, 그리고 해당업무와 대원의 현재의 신체능력의 정도에 따라 달라질 수 있다.

다. 피로의 회복 및 안정

회복지역(휴식지역)경계구역의 외부에 설정하여야 한다.

(1) 회복지역(휴식지역)에서는 보호 장비와 보호복을 벗을 수 있고, 앉아 있거나 혹은 휴식을 취할 수 있어야 한다.

(2) 구급대원들이 각 개인의 신체적·정신적 이상 유무를 점검할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 대원들에게 필요한 음식과 음료수를 공급할 수 있어야 한다.

(4) 피로회복과 관련된 전문인들을 배치하여 대원의 피로회복에 노력하여야 한다.

(5) 장시간(長時間)의 활동이 요구되는 상황에서는 구급대원, 적십자사, 자원봉사자, 병원의료진, 민간인 자원봉사자 등으로 구성된 특별회복분대(特別回復分隊)를 편성하여 대원의 피로회복, 의료검진, 음식물의 공급업무에 활용한다.

(6) 대형화재라고 판단 될 경우 현장지휘관은 비번대원(非番隊員)을 비상소집(非常召集)하여 신체적 과부하에 의한 대원의 피로축적(疲勞蓄積)을 예방하여야 하며, 비상소집 된 대원과의 교대(交代)를 통하여 안전사고를 방지하여야 한다.

(7) 고층건물화재의 경우 단거리 경주하듯 발화층까지 뛰어올라가지 않아야 한다.

라. 기상조건과 피로

기상조건은 화재진압을 비롯해 거의 모든 소방활동에 영향을 미친다고 할 수 있다. 계절적으로 극심하게 춥거나 또는 극심하게 더운 지역인 경우 기상 그 자체가 대원들의 안전에 위협이 될 수 있다. 다음은 특이한 기상조건 하에서의 안전한 작업수행을 위하여 고려하여야 할 사항들이다.

(1) 무더운 기후에서의 소방활동

(가) 극심한 고온 혹은 고습도 하에서는 대원들이 쉽게 무기력증(無氣力症), 탈진 현상 및 열사병을 초래할 가능성이 있다.

(나) 무더운 기후조건하에서 공기순환이 잘되지 않는 보호복과 장비의 휴대 및 격렬한 신체활동 때문에 정상적인 조건보다 더욱더 빨리 피로현상이 발생될 수 있다.

(2) 비정상적인 기후로 인해 발생될 수 있는 피로의 증상(Symptom)에는 다음과 같은 것이 있다.

(가) 무기력함의 발생
(나) 두통의 발생
(다) 오한(惡寒)의 발생
(라) 메스꺼움/구토현상
(마) 근육경련
(바) 숨가쁨 등

소방활동 중에 대원자신이 이러한 증상(Symptom)[7]을 느낄 경우 신속히 지휘관에게 보고하여야 하며, 마찬가지로 현장의 지휘관들도 소속대원이 이러한 징후(Sign)[8]를 보이는지 지속적으로 관찰하여야 한다.

(3) 비정상적 기후조건의 고려

(가) 충분한 수분의 공급

충분한 수분의 공급이 무엇보다도 중요하다. 수분을 공급하는 주기(週期)는 공기호흡기 용기를 교환하는 25~30분 정도가 좋으며, 1회에 마시는 물의 양은 약 100~150 g 정도가 적당하다. 또한 가능하다면 약 10분 정도의 휴식시간을 가지는 것이 좋다.

(나) 소금정제 사용시의 주의

소금정제는 격렬한 신체활동이 이루어지는 동안에는 위장으로의 흡수가 느리며 체내대사를 방해하여 구토나 메스꺼움 현상을 유발할 수 있기 때문에 섭취하지 않는 것이 좋다.

(다) 충분한 휴식의 실시

대원들이 충분한 휴식을 취할 수 있도록 하여야 한다. 피로의 징후(Sign)를 보이는 대원들을 즉시 휴식하도록 조치하여야 한다. 거의 대부분의 대원들은 자신이 피곤한 상태에 있다고 보고 또는 이야기하기를 꺼려한다. 그러나 이것은 자신의 안전과 동료대원의 안전을 위해 절대적으로 바람직하지 않다고 할 수 있다. 또한 현장에서 대원들의 관리를 책임지고 있는 간부들 자신의 피로를 적절히 조절하는 것도 중요하다.

---

7) 증상(Symptom) : 환자가 호소하는 내용을 말한다.(예 : '팔이 부러진 것 같다.')
8) 징후(Sign) : 의료인이 환자를 관찰하거나 검사함으로써 얻을 수 있는 정보를 말한다(혈압, 맥박, 호흡 등).

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제10장 소방활동과 보호구

제1절 보호구의 개요

소방활동현장은 근본적으로 쾌적하고 안전한 환경이 조성될 수 없다. 항상 위험요소가 잠재하고 동반된다. 그러므로 우선적으로 소방대원을 방호하기 위한 수단이 강구되어야 한다. 이 때문에 사용되는 것이 보호구이다. 사고예방에 있어서 보호구를 사용하는 것이 안전관리의 적극적인 대책은 아니지만 현실적으로 예상되는 위험으로부터 소방대원을 보호하기 위하여 필요한 수단인 것이다. 그러나 보호구에만 너무 의존하여 위험스러운 소방활동을 하는 것은 잘못된 태도이다.

보호구는 그 용도에 따라 신체 부위별로 여러 종류가 있다. 어떤 보호구든 소방대원이 착용하면 소방활동시 불편을 느낀다는 등의 이유로 보호구 착용을 꺼리는 경향이 있으나 보호구의 착용은 소방활동에서 생길 수 있는 위험에 대비하는 것이며 자신의 안전을 위해 반드시 필요하다는 것을 인식하여야 한다.

1. 보호구의 정의

보호구는 근원적인 1차적 안전대책에 이은 소극적인 2차적 안전대책으로서 외부의 유해한 자극물을 차단하거나 그 영향을 감소시킬 목적으로 작업자의 신체에 장착하는 것을 말한다.

2. 보호구의 사용 및 관리

가. 보호구 사용시 유의사항

(1) 작업에 적절한 보호구를 선정한다.
(2) 필요한 수량의 보호구를 비치한다.
(3) 작업자에게 올바른 사용방법을 빠짐없이 가르친다.
(4) 보호구는 사용하는데 불편이 없도록 철저히 한다.
(5) 작업할 때 필요한 보호구는 반드시 사용하도록 한다.

나. 안전보호구 선택시 알아두어야 할 사항

(1) 작업 중 언제나 사용하는 것(예 : 방화복, 헬멧, 안전화, 장갑), 작업 중 필요한 때에 사용하는 것(예 : 보호안경 등), 위급한 때에 사용하는 것(예 : 공기호흡기)등 사용목적에 적합하여야 한다.
(2) 보호구 검정에 합격된 품질이 좋은 것이어야 한다.
(3) 사용하는 방법이 간편하고 손질하기가 쉬워야 한다.
(4) 무게가 가볍고 크기가 사용자에게 알맞아야 한다.

다. 보호구의 구비조건

보호구는 인명과 직결되므로 그에 필요한 다음의 조건을 갖추어야 한다.

(1) 착용이 간편할 것
(2) 작업에 방해가 안 되도록 할 것
(3) 유해 위험요소에 대한 방호성능이 충분히 있을 것
(4) 보호구의 원재료의 품질이 양호한 것일 것
(5) 구조와 끝마무리가 양호할 것
(6) 겉모양과 표면이 섬세하고 외관상 좋을 것

라. 보호구의 보관방법

보호구가 필요할 때 언제라도 착용할 수 있도록 재료의 부식, 변질 등이 발생하지 않도록 청결하고 성능이 유지된 상태에서 보관되어야 한다.

(1) 광선을 피하고 통풍이 잘되는 장소에 보관할 것

(2) 부식성, 유해성, 인화성, 액체, 기름, 산(酸) 등과 혼합하여 보관하지 말 것
(3) 발열성 물질을 보관하는 주변에 가까이 두지 말 것
(4) 땀으로 오염된 경우에 세척하고 건조하여 변형되지 않도록 할 것
(5) 먼지 등이 묻은 경우에는 깨끗이 씻고 그늘에서 건조할 것

마. 보호구의 선정조건

(1) 종 류
(2) 형 상
(3) 성 능
(4) 수 량
(5) 강 도

3. 보호구의 검정 등

보호구는 대원의 생명과 관련된 것이기 때문에 소방법령 등의 규정에 따라 형식승인 및 검정, 성능인정시험 등을 필한 제품을 사용해야만 한다.

가. 형식승인 및 검정 대상 보호구

다음의 보호구는 피난설비 중 인명구조기구로 분류되어 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 제36조의 규정에 의하여 한국소방산업기술원 형식승인 및 검정을 받아야 한다.

(1) 방열복
(2) 공기호흡기

나. 성능 인정시험 대상 보호구

신청인이 요청하는 경우에 한국소방검정공사에서 성능시험을 실시하는 것으로서 보호구 중에는 「공기안전매트」가 대상품목이다.

다. FI(Fire Inspection)인정시험 대상 보호구

소방법령에서 정해진 소방용 기계·기구 이외의 제품 등에 대하여 한국소방검정공사에서 성능을 인정하는 것으로서 다음의 개인안전장비가 그 대상이다.

(1) 방화복
(2) 헬멧
(3) 안전화
(4) 안전장갑
(5) 방연마스크

4. 보호구 사용 교육훈련

소방활동 현장에서는 반드시 보호구를 착용시켜야 한다. 이는 지휘관 및 안전관리자의 최우선적인 책임이며 출동대원 자신의 안전에 대한 인식에서 출발해야 한다.

보호구는 착용하기가 번거롭고 활동이 불편하다는 이유로 소방대원이 착용하는 것을 싫어했으나 그러한 경향은 점점 사라져 가고 있다. 무엇보다도 안전교육이 강화된 결과 인명존중사상과 대원 각자의 안전에 대한 인식이 증대되었기 때문이다.

그러나 보호구를 제대로 착용하지 않고 화재진압활동을 하던 중 화상을 입은 사례 등 아직도 보호구의 인식부족과 사용미숙에 의한 사고는 계속되고 있다.

보호구를 대원이 올바르게 사용하게 하기 위해서는 무엇보다 각 소방대의 지휘 및 안전관리 책임자가 보호구의 착용과 주의에 관한 교육을 소홀히 하지 않는 것이 중요하다.

제2절 소방용 보호구

1. 방화복

아라미드 계통 등 내열성의 섬유재질에 열 방호성 및 방수성을 보강 제작된 것으로 소방대원의 신체를 보호함을 목적으로 한다. 방열복보다는 내열성이 떨어지지만 일반적인 화재현장 활동시 소방대원이 일상적으로 착용하는 필수 보호복이다.

겉감과 중간층, 안감 등의 3중으로 되어 있으며, 어두운 곳에서도 식별이 쉽도록 겉감에는 형광재 및 역반사재의 반사테이프가 부착되고 상의와 하의로(원피스형태의 구형「방수복」과는 구별) 나누어져 있다.

2. 방열복

화재로 인한 복사열이 강한 장소의 화염 속에서 인명구출이나 소화활동시에 소방대원의 신체를 보호할 수 있는 보호복이다. 내열성이 강한 아라미드 계통의 섬유표면에 알루미늄으로 특수 코팅 처리한 겉감과 내열섬유의 중간층, 안감 등 여러 겹으로 되어 있어 격렬한 화재에 의한 고열(적외선)을 반사시키고 차단하여 신체를 보호해 준다.

공기호흡기와 함께 소방법상 피난설비(인명구조기구)로 분류되어 있으며, 방열상·하의, 방열장갑, 방열화, 방열두건으로 구성되어 있다.

3. 헬멧

화재현장에서 물체의 낙하물이나 충격 및 열 등으로부터 소방대원의 머리부위를 보호해 준다.

모체는 방탄용으로 쓰이는 난연·내열성의 폴리카보네이트 재질로서 가볍고 착용감이 좋으며 겉면은 UV 코팅 처리로 긁힘 방지 기능을 갖추었다.

내측면에는 무선 송·수신장치가 설치되어 공기호흡기 면체를 착용한 상태에서도 무선 송·수신이 가능하며, 외부의 충격을 완화해 주는 충격 흡수용 내장재가 부착되어 있다.

폴리카보네이트 재질의 보안렌즈는 폭발성이 있는 위험한 작업환경에서도 안면을 보호한다. 그밖에 물받이, 턱끈 및 턱받침, 착장체 및 머리고정대 등으로 구성되어 있다.

4. 안전화

소방활동시 화열과 발 부위에 무거운 물건을 떨어뜨리거나 못 등 날카로운 물체 등을 밟았을 때 대원을 보호해 주는 보호구이다.

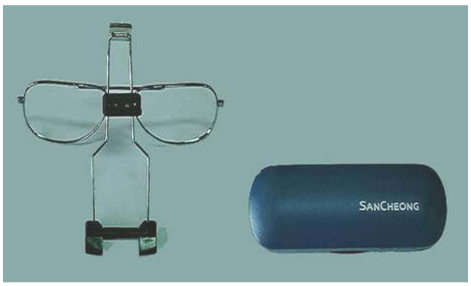
내열성의 고무제와 가죽제(천연가죽 또는 극세사로 직조된 인조가죽) 2종류로 구분되어 있으며, 몸통, 겉창, 선심, 안감 등으로 구성되어 있다.

5. 공기호흡기

양압식 공기호흡기는 면체내의 압력이 항상 외기압보다 높게 하여 V형 면체와 안면과의 밀착도를 높이는 동시에 공기가 샐 때에는 외부로 유출되게 하여 외부의 오염된 공기가 들어오는 것을 방지하는 호흡 보호용 기구이다.

등지게식으로 되어 있는 실린더에 고압으로(구형 150㎏/㎠, 신형 300㎏/㎠) 충전된 공기가 일정한 압력(8㎏/㎠)으로 공급되어 면체내에는 20mmH2O(약0.027㎏/㎠)로 유지되게 되어 있다.

최근에 나온 신형의 공기호흡기는 안면 마스크를 쓴 상태에서 대기호흡을 할 수 있는 대기호흡장치가 부착되어 사용의 편리성이 한층 높아졌다. 또한 저 시력자의 시야확보를 위하여, 공기호흡기 면체 안면부내에 장착시켜 사용할 수 있는 착탈이 편리한 안경테도 참고할 필요가 있다.



공기호흡기 면체 시력보정기(안경테)

공기호흡기 면체 시력보정기 착용 사례

6. 산소호흡기

산소호흡기는 외부로 산소가 배출되지 않도록 폐회로를 구성하면서 청정약제(카레임)로 정화해서 사용함으로 공기호흡기보다 비교적 장시간(2시간 이내)을 사용할 수 있는 장비로서, 고압 산소용기로부터 감압된 산소를 유량조절기에 의해 단계별로 산소량을 조절할 수 있어 사용이 편리하다.

7. 방연(방진)마스크

호흡시 매연이나 분진을 여과하여 주는 보호구로서, 여과효율이 높아야 하며 안면 밀착성이 좋아야 한다.

8. 인명구조경보기

인명구조경보기는 시야가 어두운 현장활동시 대원이 일정시간 움직이지 않으면 주위에 경보음을 발신하여 위험을 경보해 주는 보호구이다. 건전지교체식이므로 일정시간 경과시 제때에 충전해야 한다.

9. 보안경

신체부위 중 특히 중요한 눈을 보호 해주는 보호구이다. 눈은 대수롭지 않은 것 같은 상처 등도 의외로 큰 후유증을 남기는 경우가 많으므로 현장활동시 적극적으로 보호안경을 착용해야 한다.

보안경은 활동시 먼지 등 유해물질이 눈에 들어가지 않게 방지하는 방진안경과 자외선(아크용접 작업시) 적외선(가스용접작업) 등으로부터 눈을 보호해주는 차광안경으로 구분할 수 있다.

10. 로프

주로 인명검색·구조 등의 소방활동시 대원의 추락방지나 퇴로확보 등을 위한 중요한 보호구로서 활용되고 있다.

로프는 열이나 충격, 습기 등에 약하므로 관리 유지에 세심한 주의를 기울여야 하며, 사용시 건물 모서리 등 예리한 물건에 직접 접촉되지 않도록 해야 한다.

현행 「소방장비관리규정」상 사용할 때마다 그 횟수 등을 기록하도록 규정하여 그 로프의 관리유지 기준을 한층 강화하였다.

11. 안전벨트

인명구조활동시 대원의 신체 및 요구조자를 안전하게 결착하여 안전한 장소로 이동할 때 사용하는 장비이다.

12. 공기안전매트

상부매트는 사람이 낙하하면 각변 4개의 배기공으로 바람이 빠져 충격을 흡수하여 푹신한 쿠션 역할을 하고, 하부매트는 상부매트의 잔여 충격이 흡수되어 반동 없이 안전하게 피난할 수 있다.

13. 내전복

화재현장에서 전기 감전을 방지할 수 있는 것으로 7,000~22,000V 까지 사용이 가능한 소방대원의 신체보호 장비로서 내전복, 내전장갑, 내전장화로 구성되어 있다.

14. 방독보호복

유해화학물질 및 유독물 누출시의 제독작업과 방사능으로부터 대원을 보호할 수 있는 보호장비이다.

15. 방사선보호복

방사능 오염이나 내부피폭을 강력히 방지하면서 소화작업이나 응급처지 등의 활동이 가능하도록 한 보호복이다.

1편 부록1

01 소방현장안전관리지침

화재진압활동 안전수칙

1. 지휘관의 안전수칙

가. 지휘관은 화재진압・구조작전에 현장을 안전하게 운영하여야 한다.
나. 지휘관은 대원들을 화재진압 및 인명구조에 있어서 무리하게 내부진입을 요구해서는 아니 된다.
다. 지휘관은 대형화재 일 경우에는 현장에 안전 관리자를 지정 운영하여야 한다.
라. 지휘관은 건물 등이 崩壞(붕괴) 우려가 없는지 안전관리자로 하여금 살피도록 한다.
마. 대형화재일 경우에는 안전관리자는 방면안전보조자를 두어 정보를 수집한다.
바. 안전관리자는 현장을 순회하면서 안전을 유지하며, 문제의 정보가 수집되면 즉시 대원들에게 전파하여야 한다.
사. 지휘관(안전관리자)은 안전장비 착용사항을 점검하고 2인1조로 행동하도록 조치하여야 한다.
아. 지휘관은 대원들을 화재진압・인명구조를 위한 탐색・구조에 임할 때는 지휘관(안전관리자)에게 보고하고 내부진입을 하도록 하여야 한다.

2. 지휘관 현장 지휘원칙

가. 지휘관의 책임

(1) 모든 화재진압・구조・구급현장의 책임은 총지휘관에게 있다.
(2) 즉소・소화재시는 파출소장(구조대장・진압대장)중・소화재는 방호과장 또는 당직관, 대화재는 소방서장 또는 소방본부장이 직접 지휘한다.
(3) 현장투입에 있어 개인안전장비 미착용으로 안전사고가 발생 할 때는 지휘계통에 따라 엄중 문책한다.
(4) 화재・구조현장에 관계기관의 출동책임자는 소방관서장의 요청에 의하여 다음과 같은 업무를 수행한다.
(가) 경찰서 : 교통통제, 도난방지, 화재현장의 질서유지, 화재발생자(실화자, 방화자) 등에 대한 소방관서와의 연계합동조사

(나) 한국전력 : 연소확대 및 감전의 요인이 되는 전력통제
(다) 시청(구청) : 사상자의 처리 및 이재민 구호
(라) 보건소 : 부상자의 긴급구호 및 수송
(마) 수도사업소 : 소방관서장의 요청에 의거 상수도의 통제
(바) 가스안전공사 : 가스화재시 장비, 약품지원 및 가스시설 조치

3. 대원의 현장기본 안전수칙

가. 대원들은 현장지휘관의 명을 받아 행동하여야 한다.
나. 화재현장의 내부진입 또는 야간에는 조명을 충분히 밝히고 활동여야 한다.
다. 현장내부 진입하는 대원은 개인장구를 착용하고 2인1조로 행동하는 것을 원칙으로 한다.
라. 대원들은 화재진압·인명구조를 위한 탐색·구조에 임할 때는 지휘관(안전 관리자)에게 보고하여야 한다.
마. 대원이 내부진입시는 공기호흡기 착용과 손전등 등을 휴대하고, 안전로프를 이용하여 진입자의 표시를 하고 진입한다.
바. 내부진입을 할 때에는 주위를 살피고, 붕괴의 우려가 없는지 재삼 살피며 진입한다.
사. 현장진입에 있어 개인안전장비 미착용으로 안전사고 발생이 없도록 유의하여야 한다.
아. 대원들은 현장에서 안전을 유지하며 활동하여야 한다.
자. 대원들은 안전상 문제(정보)가 발생할 때에는 즉시 대원들에게 전파하고 지휘관에게 보고하여야 한다.

화재현장 소방작전 활동 안전관리

1. 현장도착시

가. 차에서 내릴 때에는 지휘자의 지시에 따를 것이며 차량 문을 열 때에는 뛰어내리지 말고 주위상황에 주의하라.
나. 소방차의 보조브레이크(side-break)는 확실하게 채워놓고 반드시 고임목으로 고이도록 하라.
다. 호스연장, 사다리운반 등의 행동이 경합할 경우 대원 상호간의 충돌에 주의하라.
라. 소화전, 저수조 등의 위치를 표시하여 활동 중 걸리거나 빠지지 않도록 하라.

2. 호스연장시

가. 결합구(coupling)나 관창(nozzle)이 땅에 떨어지지 않도록 하고 호스두루마리 상태에 주의하여 꼬이지 않도록 전개하라.
나. 앞이 잘 보이지 않는 장소, 도로의 교차점 또는 풍하측에서 호스를 연장할 때에는 차량이나 피난 자에게 음성 또는 경적으로 주의를 환기시켜라.
다. 호스는 기둥이나 사다리 등에 걸리지 않도록 전개하라.

3. 방수시

가. 기관사는 관창 위치가 확인되지 않거나 관창까지 많은 방수시간이 필요로 할 때에는 전령을 두고 방수의 강도를 조정하라.
나. 예비방수는 관창 위치가 보일 때로 국한하고 언제든지 방수중지 할 수 있는 태세로 실시하라.
다. 앞이 잘 보이는 장소라 하더라도 사다리 이용 등 높은 곳에 호스를 연장할 때에는 관창수가 확실하게 위치하고 난 다음 방수하라.
라. 호스의 결합상태를 반드시 확인하고 방수 콕크를 급격하게 열지 않도록 하라.
마. 방수전의 관창 진입은 지나치게 내부진입이 되지 않도록 한다.

4. 도괴(붕괴)위험

가. 지휘자는 직접 또는 안전담당자를 두어 화재현장의 안전도를 측정하도록 한다.
나. 지휘관은 화재건축물의 구조와 위험도를 살피고 도괴위험성이 확인되는 즉시 전 대원에게 확성기 또는 육성으로 전달한다.
다. 철근 스라브 건축물이라 할지라도 오래된 건축물이거나 벽과 기둥 문틀의 구조가 부실 할 경우에는 도괴위험이 있으니 대원들의 내부진입에 유의하여야 한다.
라. 화재진압에 당하면서 벽과 기둥을 도끼·해머 등으로 강약을 확인 할 필요가 있다.
마. 지휘자는 도괴가 예상되는 지역에 위험라인을 설치하고 위험내용을 확성기나 무전기 등으로 전 대원에게 주지시키도록 하라.
바. 기둥, 중방(中枋)등에 철골재를 사용한 건축물은 열에 약하고 변형이나 굴절에 따른 도괴위험이 있으므로 주의하라.
사. 석조나 연와조와 같은 건축물은 일부가 무너지면 타지 않은 부분까지 동시에 붕괴되는 경우가 있으므로 주의하라.
아. 창고는 화물의 붕괴위험이 있으므로 유사시 대피할 수 있도록 충분한 안전 거리를 확보한 상태에서 행동하라.
자. 원목 야적장은 목재의 붕괴나 도괴위험이 있으므로 주의하라.
차. 추락물과 2차 붕괴가 가장 큰 안전사고의 위험이다.
카. 반드시 전기의 공급이 차단되었는지 확인 후 진입한다.
타. 중장비, 유압장비의 사용 시 불안정한 콘크리트 등의 추락, 붕괴 등에 유의한다.
파. 건축물 등이 여러 형태로 붕괴된 곳에서는 수직방향으로 선 벽이나 기둥이 지지물이므로 이 부분을 유압으로 들거나 자르지 않도록 유의해야 한다.
하. 구조대원이 수색하기 전에 반드시 구조견, 전자 및 음향 수색장비를 이용하여 수색을 실시한다.

5. 낙하물 위험

가. 옥내 진입시 및 소방활동 중에는 우선 머리 윗 부분을 둘러보고 기왓장 등 떨어지기 쉬운 물건이 있을 때에는 갈고리 또는 직사주수로 털어 내도록 한다. 또한 소리를 질러 주위 대원에게 주의를 환기시켜라.

나. 처마 끝에서 작업할 때에는 기와 등이 떨어지기 쉬우므로 신속하게 행동하고 기와 등이 떨어지는 것을 확인하였을 때에는 벽에 몸을 기대든가 건물 내에 몸을 피하도록 하라.

다. 방화구조 건물의 몰탈 벽에 균열이 생기고 부풀었을 때에는 붕괴직전이므로 주의하라.

라. 콘크리트 내벽은 화재 최성기가 되면 폭열하여 떨어지므로 주의하라.

마. 기둥·중방(中枋)의 연결부분이 타고 있을 때에는 도괴·낙하의 위험이 있으므로 조기 주수토록 하고 그 밑에 있지 않도록 하라.

바. 공장·창고의 천장에는 하역기계장비·크레인 등이 있으므로 각별한 주의를 기울이도록 하라.

사. 높은 곳에서 작업할 때에는 자재나 파괴물의 낙하에 주의하고 지상대원과 긴밀한 연락으로 위험범위를 알려주어 그 행동을 통제하라.

아. 사무실이나 공동주택의 창가와 베란다에는 화분 등 낙하물이 있으므로 주의하라.

6. 추락이나 전도 위험

가. 높은 곳에서 작업할 때에는 안전벨트 등으로 몸을 지탱하되 딛고 있는 곳이 안전한가 확인하라.

나. 창문으로부터 건물 내부로 진입할 때에는 갈고리 등으로 디딜 곳의 장력과 강도를 확인하라.

다. 목조·방화조 건물은 마루 빠짐, 천장낙하의 위험이 있으므로 옥내 중앙부를 피하여 창가 등에 위치토록 하라.

라. 처마·헛난간 등을 타고 갈 때에는 그 장력과 강도를 확인하되 특히 창문부분은 취약하므로 더 주의하라.

마. 스레트지붕·플라스틱지붕에 부득이 올라갈 경우에는 사다리나 판자 등으로 발 디딜 곳을 확보한 다음 다시 안전벨트로 몸을 의지하여 올라가도록 하라.

바. 지붕 위에서 주수 할 때에는 호스를 잘 걸치도록 하여 미끄러져 떨어지지 않도록 하고 적설 또는 동결된 지붕 위는 올라가지 않도록 하라.

사. 염색·도금·피혁공장 등에는 석탄·소다·염산·탄닌용기와 용광로 등이 있으므로 여기에 빠지지 않도록 주의하라.

아. 기계식 주차장에는 피트와 뚜껑이 없는 유분리 용기 배수구가 있으므로 주의하라.

자. 물이 고여있는 수로·구멍·웅덩이 등은 잘 분간할 수 없으므로 로프, 헝겊 등으로 표시하여 두도록 하라.

차. 공사중인 건축물, 벽체가 없는 골마루, 계단, 베란다에는 로프를 쳐놓고 추락방지를 꾀하도록 하라.

카. 가스폭발에 의한 고층건축물의 마루나 벽체 등은 균열흔 혹은 파괴 등으로 장력과 강도가 저하되어 있으므로 주의하라.

타. 야간에는 조명기를 적극적으로 활용하여 디딜 곳의 안전에 유의하라.

파. 극장이나 영화관 등의 마루는 경사져 있거나 계단이 있으며 기계실이나 보일러실 등의 바닥은 기름기 때문에 미끄러지기 쉬우니 주의하라.

하. 출입구·복도·계단 등에 있는 장애물이나 방수중인 호스에 걸려 넘어지지 않도록 하라.

7. 폭발위험

가. 도시 가스·프로판가스·메탄가스·위험물 유증기 등은 옥내에 누출·충만된 경우는 옥외에서의 전원차단과 창문 등(공기보다 가벼운 가스는 상단 부를 개방)을 파괴하여 가스를 연소범위에 미달되도록 충분히 희석시켜라.

나. 니트로그리세린·질화면·피크린산은 가열충격 등에 의한 폭발 위험이 있으므로 충분한 거리를 두고 방수포 등을 활용하여 냉각시켜라.

다. 산소제조공장 또는 많은 산소통은 연소가 급격하게 진전될 위험이 있으므로 충분한 주의를 기울여 행동하라.

라. 금속나트륨·금속칼륨·카바이트 등 금속성 물질은 주수로 인한 가연성 가스의 폭발이나 폭발적 연소위험이 있으므로 절대로 주수하지 말라.

마. 용광로에의 주수는 수증기폭발등에 의한 폭발적 연소위험이 있으므로 절대로 주수하지 말라.

바. 전분·밀가루·나무가루 등이 수용된 소방대상물은 분진 폭발위험이 있으므로 충분한 거리를 두고 분무 주수토록 하라.

사. 셀룰로이드화재는 연소력이 지극히 크므로 연소확대에 유의하여 행동하라.

아. 메틸에틸케톤퍼옥사이드는 가열·충격 등에 의한 분해폭발위험이 있으므로 충분한 거리를 두고 필수대원이외는 근접시키지 않도록 하라.

자. 지하창고・피트・맨홀 등의 폐쇄개소 내에 진입할 경우에는 가연성 가스의 유무와 농도 등을 파악하여 2차, 3차 등 연쇄폭발화재를 예방토록 하라.
차. 창고화재는 수용물에 대한 구체적인 정보를 인지 할 때까지 내부진입을 금하고 폭발물이 있을 때에는 방수포로 원거리에서 주수하라.

8. 감전위험

가. 특별고압(7,000v이상) 또는 고압(750v, 교류600v이상)의 발전 및 변압시설의 화재는 원칙적으로 전기기술자 또는 한전관계직원과 같이 행동하라.
나. 부하가 걸려 있는 고압전선 또는 전주변압기 등에 주수하는 경우에는 우선 전원을 차단하도록 하되 봉상주수를 금하고 분무주수토록 하라.
다. 변전실이 침수되었을 때에는 전원차단을 확인할 때까지는 진입하지 말라.
라. 유압변압기나 유압차단기 등의 화재는 이산화탄소・고발포・냉각제(dry ice) 등에 의한 질식소화를 실시하라.
마. 지하철화재는 운전지령실과의 신속한 연결로 전원차단을 확인한 다음 행동하라.
바. 전차화재는 펜터그래프(pantograph)의 분리를 확인한 다음 행동하라.
사. 현장에 접근 할 때는 반드시 전기의 차단여부를 확인한다.
아. 비오는 날, 물웅덩이, 축축한 땅 등의 현장과, 물 묻은 장비에는 전기가 흐르고 있다고 가정하고 활동해야 한다.
자. 야간에는 반드시 충분한 거리에서 강력한 조명으로 현장을 확인하고 접근해야 한다.
차. 전주에 연결되어 떨어진 전선은 전기가 흐르고 있을 가능성이 더 크다.
파. 전기실 화재진압은 물기가 없는 절연봉, 절연장갑 및 장화, 절연로프(철심로프 제외) 등을 사용해야 한다.

9. 역화(逆火) 위험

가. 주수개시 전에는 화염 열이나 농연 등을 수반한 역화위험이 있으므로 우선 비켜 주수토록 하고 안전을 확인한 다음 정면 주수토록 하라.
나. 배기 측에서 주수할 때에는 흡기측에 역화위험이 있으므로 흡기측 배치대원과 연결을 취하여 안전을 확인한 다음 주수하라.

다. 염색·피혁·도금공장 등에 있는 각종 약품용기나 용광로 등은 비산 혹은 역화 위험을 대비하여 봉상주수를 금하도록 하라.

10. 배연내 작업

가. 현장지휘본부장은 반드시 통제자를 지정토록 하라.

나. 통제자는 진입자를 최소한의 필수인원으로 통제하고 끊임없이 진입자의 건재를 확인하라.

다. 진입할 때에는 반드시 공기호흡기를 장착하고 안면마스크를 쓴 다음 탈출할 때까지 만지지도 말고 벗지도 말라.

라. 일산화탄소의 가스퇴적은 연기농도와는 직접 관계가 없으며 시간에 비례하므로 연기의 양만 가지고 판단하지 말며 연기가 엷어졌다고 쉽게 안면마스크를 벗지 않도록 하라.

11. 파괴작업

가. 개구부를 설정 파괴하는 경우는 내부에 진입한 각대와 연결을 취하여 안전을 확인한 다음 실시하라.

나. 창문·출입문·셔터 등을 개방코자 할 때에는 주수태세를 취한 다음 파괴토록 하고 플래쉬오버(flash-over)현상에 의한 화염의 분출 등에 대비하여 정면을 피하고 측면에 위치토록 하라.

다. 유리를 파괴할 때에는 방화모의 앞부분으로 가리고 유리측면에 위치토록 하되, 파괴는 관창이나 갈고리·해머(hammer) 등으로 파괴하고 손이나 드라이버(driver)등으로 작업하지 말 것이며 대형유리는 윗부분부터 파괴하고 창살파편은 완전히 제거하라.

라. 대형해머·도끼·갈고리 등을 사용할 때에는 항상 주위의 안전에 주의하라.

구조현장 안전관리

1. 인명구조활동 10대 기본수칙

가. 2인 이상이 1조로 활동하는 것을 원칙으로 하되, 공기호흡기를 착용한 경우에는 어떤 경우에도 2인 이상의 조를 편성하여 활동하여야 한다.

나. 소방활동이 이루어지고 있는 현장에서는 누구라도 반드시 보호 장구를 착용하여야 하며, 미리 제1대피장소, 제2대피장소를 설정하고 활동한다.

다. 초기 작업현장에서는 반드시 1명의 대원(Standby Member)이 현장과 활동상황을 감시하고, 현장대원과 통신을 유지하며, 위험요인을 경고하여야 한다.

라. 대형재난 현장에서는 반드시 2명 이상의 구조대원으로 긴급개입요원(Rapid Intervention Crew)을 편성하여 현장에서 활동하는 대원을 구조하기 위하여 완전한 구조 및 보호장구를 갖추고 대기하여야 한다. 이 경우, 긴급개입요원은 3항의 역할을 겸한다.

마. 전염병, 방사능 등 독극물질에 전염되거나 노출되지 않도록 유의한다.

바. 반드시 충분한 조명을 확보한 뒤 활동한다.

사. 반드시 붕괴, 도괴, 낙하, 추락, 폭발 등 위험요소에 대한 안전평가를 실시한 후에 현장에 진입한다.

아. 현장 지휘관은 소방활동 현장의 모든 상황을 완벽히 파악하고(Size-up : 상황파악) 안전확보에 최우선을 두어 지휘하여야 한다.

자. 급격한 체력소진 등 자신의 신체의 이상반응에 유의해야 한다.

차. 사고나 준사고(Near Accident : 아차사고)의 경험을 분석하여 교훈으로 삼는다.

2. 구조대원 현장활동 안전관리

가. 구조대원 자기관리 철저

(1) 안전관리의 기본은 대원 각자의 자기관리에 달려 있다는 것을 인식하고 평소 체력・정신력・담력・기술연마에 노력한다.

(2) 현장상황에 올바르게 대응할 수 있는 판단력과 행동력을 양성한다.

(3) 각종 구조기자재의 사용법을 숙지 및 습득하도록 한다.

나. 일반구조

(1) 교통사고현장에서는 흘러나온 유류 등으로 인한 미끄럼방지를 위해 모래 등을 뿌리고 작업을 개시한다.
(2) 차량의 위나 밑으로 들어갈 때에는 차량 받침목 등으로 고정시킨 후 작업을 실시한다.
(3) 사고차량의 상태(기울어짐, 적재, 경사지)를 판단하여 불안전한 요소는 제거하거나, 최대한 안정화, 고정화시킨다.
(4) 후속차량의 2차 출동사고를 방지키 위해 통제요원(경찰, 도로공사)을 후면에 배치한다.
(5) 차량의 절단, 파괴 등으로 날카로워진 부분은 보호조치하여 대원의 부상을 방지 하고, 차량 잔해물은 안전한 곳으로 제거한다.
(6) 사고 상황에 따른 대원들의 비상식량을 확보한다.
(7) 로프 등 설치시 확보물의 강도확인 및 2개 이상의 지지점을 설치한다.
(8) 스레트지붕, 프라스틱지붕을 올라갈 경우 발 디딤에 주의하여 추락방지
(9) 창문 등으로 진입시 창가 베란다에 있는 화분 등이 떨어지지 않도록 주의한다.
(10) 좁은 공간에서 대원상호간 접촉, 장해물과의 접촉 또는 전도 등에 의해 보호구 (공기호흡기 등)가 이탈되지 않도록 주의한다.
(11) 고층아파트 진입시에는 안전로프 및 안전매트를 사용하여 안전 조치한다.
(12) 헬기 등을 이용한 인명 구조 시에는 주변의 상황을 적절히 판단하여 비산될 수 있는 것들을 제거한다.
(13) 화재 등 사고현장의 내부진입 또는 야간에는 조명을 충분히 밝히고 활동하여야 한다.

다. 맨홀, 지하탱크, 정화조 사고

(1) 밀폐된 공간에는 반드시 유독가스, 산소부족, 가연성 가스등이 체류하고 있다고 가정하고 활동한다.
(2) 탈출구와 활동공간이 협소하므로 공기호흡기 사용한계시간을 준수한다.
(3) 방독면을 착용하고 진입해서는 안된다. 방독면은 몇 가지 적응가스에만 유효하기 때문이다.

(4) 도장작업 중이거나 위험물 탱크는 폭발의 위험이 매우 크므로 공기호흡기 예비용기 등으로 신선한 공기를 불어넣은 후(Purge) 작업을 개시한다.
(5) 맨홀, 탱크에는 물, 유류 등 내용물이 남아있는 경우가 대부분이므로 익사할 가능성에 유의한다.
(6) 녹슬거나 삭은 계단 및 손잡이, 미끄러운 벽면에 유의한다.
(7) 충분한 조명을 확보하되, 반드시 방폭 조명기구를 사용해야 한다.
(8) 충분한 공기호흡기 예비용기를 공급해야 한다.

라. 엘리베이터 사고

(1) 엘리베이터가 갑자기 작동하는 경우가 있으므로 함부로 스위치를 조작하지 않는다.
(2) 엘리베이터 구조활동은 항상 추락, 낙하물, 감전의 위험이 있다.
(3) 엘리베이터와 건물에 한 다리씩 걸치고 서 있지 않는다.
(4) 화재건물에서 엘리베이터를 이용할 때는 화재층 위로 올라가지 않도록 특히 유의하고, 해당 층을 누르기 전에 2-3층을 눌러 제대로 작동하는지를 확인한다.

마. 수중인명구조, 선박침몰, 화재, 차량추락사고

(1) 사고현장의 조류(파고, 유속, 와류, 탁류 등), 수온, 기상, 수심, 수중시정을 반드시 확인한다.
(2) 유류의 유출, 화재에 따른 2차 재해에 주의한다.
(3) 수상, 수중구조에서 개인적인 판단과 행동은 치명적이다.
(4) 수중 수색 및 구조는 반드시 다음과 같이 조를 편성하여 활동해야 한다.
  (가) 2인 1조의 수색 및 구조를 실시
  (나) 안전줄 1명 및 입출수 보조 1명 확보
  (다) 완벽한 장비를 착용한 구조잠수사 2명 대기, 유사시 구조대원 구조준비 대기
(5) 반드시 수중 조류 및 파도에 견딜 수 있는 하강줄을 설치한 뒤 작업한다.
(6) 수중조류의 이동으로 요구조자 및 구조대원의 이동에 주의한다.
(7) 침몰 선박내 격실의 수색은 퇴출이 쉽도록 반드시 안전로프를 결착한다.
(8) 추락한 차량 내부로의 진입은 위험하다.
(9) 벼랑, 절벽, 경사지로부터 추락물에 주의한다.
(10) 입출수시 모터보트, 선박, 제트스키 등의 스크류에 유의한다.

(11) 수초, 로프, 그물 등이 몸에 감기지 않도록 주의하고 구명칼을 휴대한다.
(12) 수심이 깊은 경우 급격한 감압이 되지 않도록 잠수시간을 배분한다.
(13) 급격한 체력소모를 방지한다.
(14) 구조대원 자신의 구조
  (가) 모든 행동을 중지하고 사태를 파악한다.
  (나) 불필요한 장비를 버린다.
  (다) 신체의 에너지를 비축한다.
  (라) 침착하게 문제를 해결한다.

바. 수상인명구조

(1) 잠수 활동시 장해물에 신체 또는 장비가 상하지 않도록 수중 장애물과 수심을 확인하고 잠수
(2) 동력선에 의한 구조활동을 할 경우 스크류에 의한 부상으로부터 요구조자 및 대원의 안전확보 조치
(3) 수영인명구조는 최후에 사용하는 방법이다. 요구조자에게 휘감기지 않도록 주의한다.
(4) 급격한 체력소모에 주의한다.
(5) 파도나 조류와 싸우지 말고 흐름을 탄다.
(6) 조류의 역방향으로 요구조자에게 접근한다.

사. 빙상사고

(1) 동계용 호흡기를 사용하고, 호흡기(Regulator) 및 고압호스 등 연결부위가 얼어 파열되거나 막힘에 주의한다.
(2) 얼음의 두께, 수심, 유속, 탁도 등을 확인한다.
(3) 두꺼운 얼음이라고 한 곳에 너무 많은 인원과 장비가 모이지 않도록 한다.
(4) 반드시 2인1조로 잠수하고 안전로프를 결착해야 한다.
(5) 얼음 아래의 잠수는 반드시 입수한 곳으로 출수해야 하므로 잠수장비의 사용시간이 짧다는 것을 명심해야 한다.
(6) 혈관이 얼기 쉬운 얼굴, 손, 목 등의 보온과 체온의 급격한 저하에 유의한다.
(7) 출구를 잃지 않도록 유의한다.

아. 산악 · 암벽 · 빙벽인명구조

(1) 산악 사고 시에는 무리한 등반은 대원의 체력을 급속히 소모시키므로 체력 상황에 맞추어 등반한다.
(2) 숲이 우거진 지역에서는 뱀, 독충 등에 의한 부상방지 조치를 한다.
(3) 산악 사고 시에는 무리한 등반은 대원의 체력을 급속히 소모시키므로 체력 상황에 맞추어 등반한다.
(4) 낙석, 붕괴, 추락에 유의한다.
(5) 반드시 2개 이상의 지지점을 확보하고, 강도를 확인한다.
(6) 낙뢰의 징후에 유의한다.
(7) 독사, 곤충에 물리지 않도록 신체의 노출부위를 없앤다.
(8) 손에 땀이 나서 장비를 놓치거나 추락하는 것에 유의한다.
(9) 경사면, 절벽에서 구조대원이 서로 부딪히거나 밀치지 않도록 주의한다.
(10) 길을 잃기 쉬우므로 나침반과 지도를 휴대한다.
(11) 겨울철에는 눈사태, 얼음의 추락에 유의해야 한다.
(12) 빙벽은 지지물이 녹아 파괴되기 쉽다.

자. 광산 · 터널붕괴 · 산사태

(1) 대부분 공사중 발생하므로 폭발물의 존재에 유의한다.
(2) 매몰은 연약한 지반, 토사에 의한 것이 대부분이므로 2차 붕괴에 유의한다.
(3) 물이 흘러나오는 토사는 반드시 붕괴의 위험이 있다.
(4) 굴삭기 등 중장비를 활용해야 하므로 작업반경내 진입시 주의한다.

구급현장 안전관리

1. 구급환자 이송전 안전준비 사항

가. 전염병환자를 이송 후에는 반드시 신체를 깨끗이 씻고 손은 소독용 세제로 소속한다.

나. 구급대원의 전염병 감염여부 수시 확인 및 보균자 발견시 교체한다.

다. 구급차에는 상시 전염병 환자를 대비한 1회용품을 적재한다.

라. 환자 응급처치시에는 반드시 1회용 장갑을 착용한다.

마. 귀서 시에는 긴급자동차가 아니므로 일반자동차의 교통법규를 준수한다.

바. 구급차에는 상시 전염병 환자를 대비한 1회용품을 적재한다.

사. 구급대원의 전염병 감염여부 수시 확인 및 보균자 발견시 교체 운영규정에 따라 철저한 점검을 실시한다.

아. 구급대의 운영규정에 따라 철저한 점검을 실시한다.

- 차량세척 등 청결 및 소독 실시

자. 출동 및 현장활동시의 문제점을 분석하여 재발방지에 힘쓴다.

2. 구급차 현장활동 안전관리

가. 정차를 할 때는 안전한곳에 안정되게 정차를 하여 2차 사고를 없앤다.

나. 환자의 무기소지 여부도 잘 살펴 돌발 사고에 대비한다.
(유사시 경찰과 동승한다).

다. 응급환자 조치시 구급대원의 체력이 한계에 도달하지 않도록 한다.

라. 환자 이송시, 구급차에서 하차시 안전사고에 유의한다.

소방차 출동 및 귀서시 교통사고 예방

1. 소방차량 교통사고 방지대책

가. 각 대별 교통사고방지 기술지도원을 지정 운영한다.
- 지정 대상자 : 본서 장비팀장 또는 장비반장

나. 직장교육훈련 → 운전요원 교육훈련 → 년간 교육계획 수립 운용

다. 운전요원 교육

(1) 운전요원으로서의 각종 소방활동의 근간 요원으로서의 자각과 책임 그리고 왕성한 사기의욕을 고취시킨다.

(2) 소방장비에 관한 지식과 기술·기능능력을 고양시키고 관내 지·수리 사정에 정통하도록 한다.

(3) 교통현장에 잠재되어 있는 위험을 예지 할 수 있는 감수성과 집중력을 높이고 교통안전의식을 높인다.

(4) 평소 건강관리에 유의하도록 하며 직무수행에 지장이 없도록 한다.

(5) 화목한 직장분위기 조성과 상하·동료간 원만한 동료의식을 갖도록 지도한다.

(6) 교통사고사례 검토·연구 - 차량 유도요령의 숙지

2. 소방차량 안전운전 관리 지침

가. 운전요원의 화재출동전 안전점검수칙

(1) 운전요원은 차량 일일점검 및 수시 점검을 실시하여 출동에 지장이 없도록 한다.

(2) 운전요원은 출발전 출동인원을 점검하고 출발하여야 한다.

(3) 운전요원은 적재비품을 낙하위험이 없는가 사전점검을 하여야 한다.

(4) 경광등 점등, 싸이렌 취명에 지장이 없는가 점검하여야 한다.

(5) 운전요원은 차고에서 출발할 때에 안전하게 출발하여야 하며, 다른 출동차량에 방해를 주어서는 안 된다.

나. 긴급출동시

(1) 승차원 전원에 의한 안전운행의 확보
긴급출동시 교통사고 방지는 운전요원을 비롯 탑승자 전원이 일치 협력하여 안전운행에 전념하도록 한다.

다. 승차원 전원의 안전운행의 기본

(1) 긴급출동의 마음자세 유지할 것
(2) 관내 지·수리 사정에 정통할 것
(3) 출동시 주의력 집중·이상 유무 관찰 확행

라. 소방차귀서시 안전수칙

(1) 지휘관은 이상 유무 사항을 확인 후 안전하게 귀서하도록 주지시켜야 한다.
(2) 운전요원은 차량장비 이상 유무를 확인 후 귀서해야 한다.
(3) 운전요원은 진압대원이 탑승했나 확인하고 출발해야 한다.

3. 관리자가 처리하여야 할 사항

가. 운전요원의 건강상태를 확인하여 임무를 부여할 것
나. 이상기후·천재·기타 이유에 따른 안전운행 확보를 위한 필요한 지시와 조치를 할 것
다. 차량 점검·정비 및 교대점검을 확행시킬 것
라. 차량운행 및 점검·정비기록부를 기록 유지하도록 할 것
마. 장비 점검·정비는 유사시 사용가능 상태를 유지하고 장비수명을 연장하는 것임을 명심시킬 것

4. 운전요원 및 탑승원 안전운행 사항

가. 안전운행의 마음가짐

출동지연이란 조바심으로 정지신호를 무시하는 등 수초동안을 못 참게 됨으로써 위험을 초래하는 경우가 있으므로 안전 확인에 여유를 가질 수 있는 마음가짐으로 운행할 수 있도록 할 것

나. 지리 및 소방용수시설의 숙지

지리, 소방용수시설의 숙지는 여유 있는 마음을 갖게 하는 안전운행의 기본이므로 평소부터 이의 숙지에 힘쓰고 출동에 있어서는 진압대원 전원이 이를 확인할 것

다. 주의력의 거양

긴급 주행 중에 있어서는 도처에 위험이 잠재하고 있으므로 운전요원은 방어운전에 전력할 것이며 진압대원 전원이 이를 확인 협조토록 하고 평소부터 잠재위험을 발견 대응하는 능력을 길러둘 것

라. 차량유도요원의 숙련

긴급 운행 중에는 좁은 도로의 통과, 수리부서시 진퇴 등 차량유도가 불가피하므로 운전요원과 진압대원이 일체가 되어 신속·안전하게 유도할 수 있도록 평소부터 차량 유도요령을 숙련시켜 둘 것

마. 긴급자동차의 안전운행 의무를 이행할 것

5. 안전운행에 필요한 기본사항

가. 긴급자동차의 요건

도로교통법에서 긴급자동차란 긴급을 요하는 공적 내지 공공적 업무에 사용되는 자동차로서 그 업무수행을 위하여 운전중인 것을 말하며 또한 싸이렌 취명, 경광등의 점등으로 외관적으로도 타차량의 운전자 등이 식별할 수 있도록 표시되어 있는 자동차를 말한다. 따라서 소화활동을 마치고 돌아가는 소방차는 이에 해당되지 않으며 화재출동중이라 하더라도 싸이렌 취명을 하지 않거나 경광등을 점등하지 않을 때에는 긴급자동차로서 적용받지 않는다.

나. 긴급자동차의 법령상 특례와 안전운전의 의무

긴급자동차는 법령상 특례와 일반차량 적용 조항의 면제 등 조치가 있으나 안전운전의 의무가 면제되는 것은 아니다.

다. 일반차량의 피양의무

소방법이나 도로교통법에서 소방차 출동에 따른 피양의무가 지워지고 있다.

라. 긴급자동차의 주의의무

이 주의의무란 객관적 입장에서 평가자(재판관 등)에 의하여 판단되어야 하겠지만 일반적으로 과거의 운전 등의 경험과 지식으로 주행시 주위상황에 의한 구체적 위험의 잠재를 예측하고 그 위험을 피하는 의무이다.

소방훈련 기본안전관리

1. 추락위험이 수반된 훈련에는 생명로프 및 안전매트 등을 반드시 사용하여 충분한 안전조치를 취하라.
2. 훈련시 요구조자는 원칙적으로 인형을 활용하라.
   단, 그렇지 못할 때에는 충분한 안전조치를 취하도록 하라.
3. 화염 열이나 농연속에서의 훈련을 실시할 때에는 안전책임자 외에 유사시 신속히 대응할 수 있는 안전요원을 별도로 배치하여 두라.
4. 각급 지휘자 및 안전책임자 등은 소방훈련 안전점검기준에 따라 사전점검을 실시하라.
5. 인명구조용 기자재는 안전사용기준과 요령에 따라 바르게 취급(사용)토록 하라.

1. 소방훈련 안전점검기준

가. 훈련계획

(1) 훈련목표는 규정, 지침에 따라 선정되어 있는가?
(2) 훈련목적・취지・중점내용에 있어서 안전성이 확실하게 명시되어 있는가?
(3) 안전교육 등 안전에 관한 내용이 포함되어 있는가?
(4) 과거의 훈련결과에서 얻어진 교훈을 반영하고 있는가?
(5) 단계적인 능력향상을 꾀하도록 계획되어 있는가?
(6) 훈련내용과 훈련량은 피교육자의 체력 및 기량에 적합한가?
(7) 훈련 중 상황변화에 대응한 예비계획을 검토 하고 있는가?
(8) 실시요령은 구체적이며 치밀하게 계획되어 있는가?
(9) 사전 안전점검을 실시계획은 하고 있는가?
(10) 안전행동에 관한 교육계획은 있는가?
(11) 훈련시기 및 시간에 무리는 없는가?

나. 훈련시설

(1) 장소시설의 안전성에 관하여 검토되었는가?
(2) 타 훈련 및 업무 등과 경합되지 않는가?

(3) 안전매트 등의 안전 기구는 준비되었는가?
(4) 마모・부식・노후화 되지는 않았는가?
(5) 시설의 강도와 부착상태는 안전한가?
(6) 기능저하나 불량개소는 없는가?
(7) 위험개소의 보강상태는 완전한가?
(8) 안전매트 등의 안전 기구는 바르게 취급되고 있으며 사용은 가능한가?

다. 훈련장소

(1) 훈련목적이나 대원의 능력에 적합하며 잘 정리 정돈되어 있는가?
(2) 잠재위험이 있는 곳을 확인하였으며 필요한 조치는 하였는가?
(3) 낙하 및 붕괴위험을 제거하였는가?
(4) 지반이나 착지장소 등은 안전하며 추락 등의 위험은 없는가?
(5) 추락위험장소에 철책 등 위험방지조치를 취하였는가?
(6) 훈련내용에 적합한 넓이를 확보하였는가?
(7) 위험범위의 표지와 출입금지조치는 되어 있는가?

라. 개인장비

(1) 방화복 등의 착용상태는 완전한가?
(2) 훈련내용에서 생명로프를 필요로 할 경우에 이를 장착하고 있으며 준비되어 있는가?
(3) 경적 등에 의한 비상연락 기구는 준비하고 있는가?

마. 대 원

(1) 건강상태는 어떠한가?
(2) 체력이나 능력 등의 개인차는 파악・조치하고 있는가?
(3) 훈련실시요령을 파악하고 있으며 그 이해도는 어떠한가?
(4) 안전행동요령은 숙지하고 있는가?

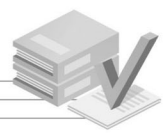
바. 전 반

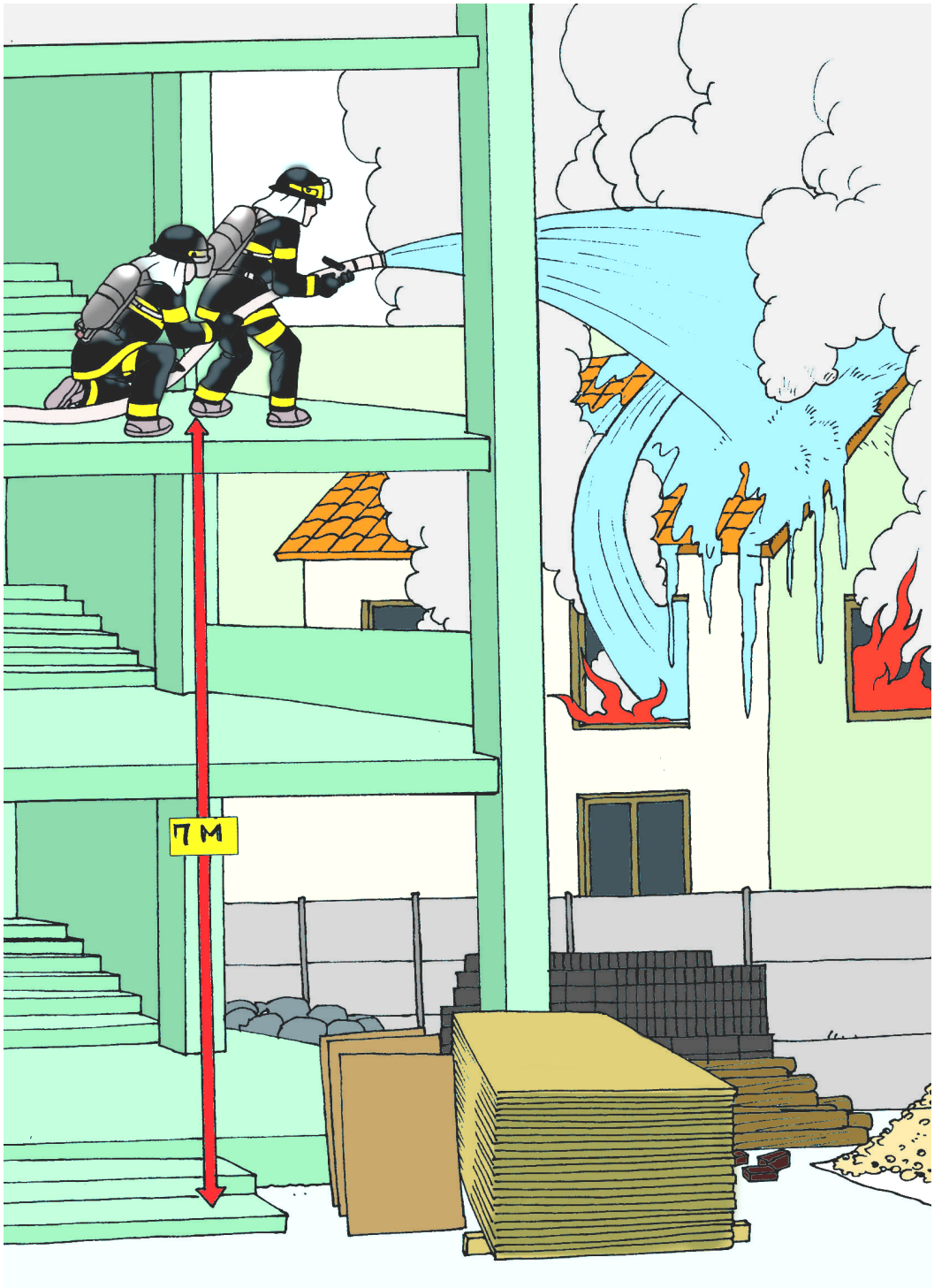
(1) 훈련용 기재의 취급은 적정한가?
(2) 확인구령은 부치고 있는가?

(3) 모험적인 행동과 안전을 무시한 행동은 없는가?
(4) 작업 공간을 확보하였는가?
(5) 제한・금지사항은 준수하고 있는가?
(6) 기타 전반적인 불안정한 상태는 없는가?

1편 부록2

01 교육훈련용시트(Sheet)





[그림 1]

[그림 2]

[그림 3]

[그림 4]

[그림 5]

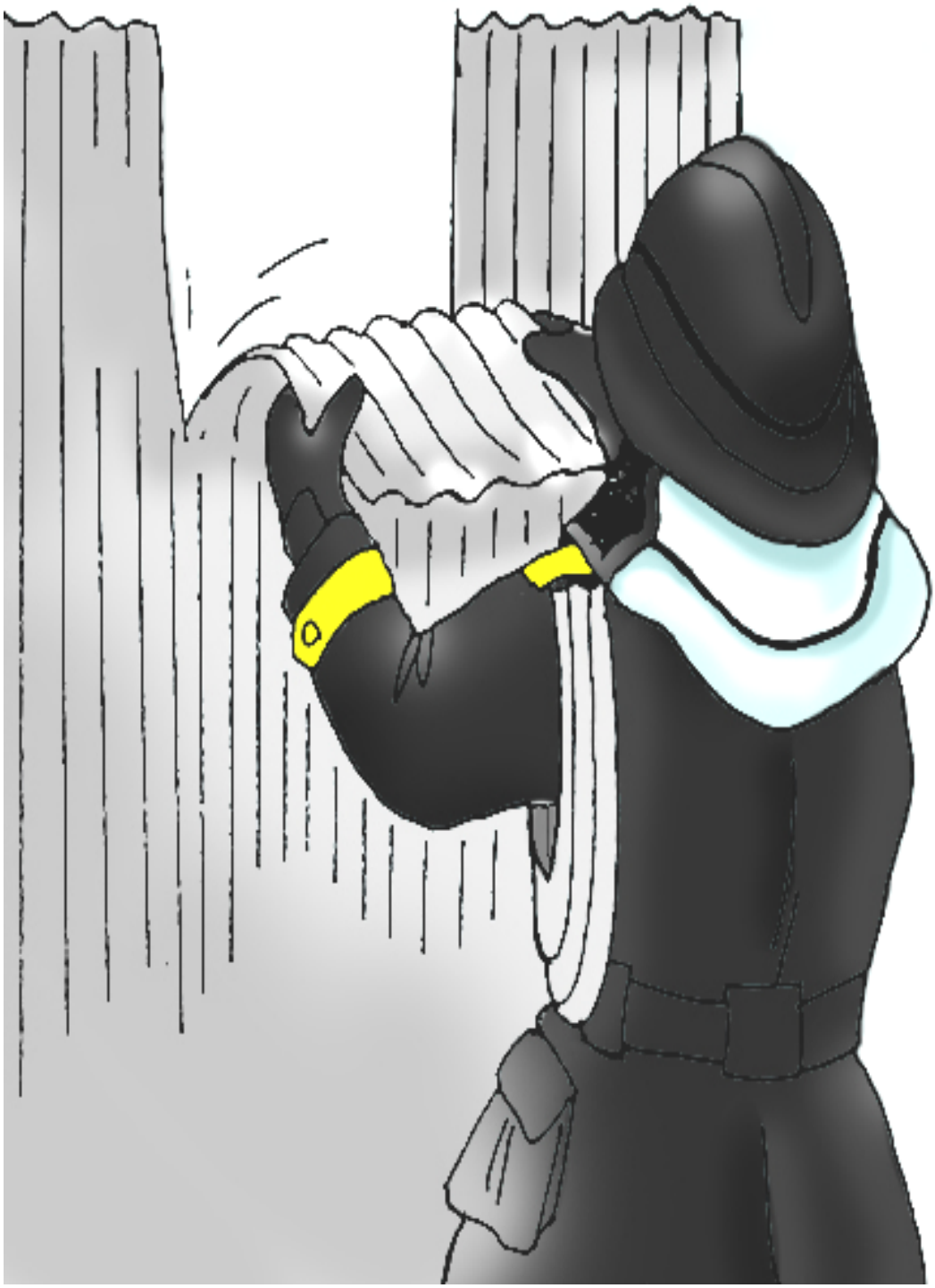
[그림 6]

[그림 7]

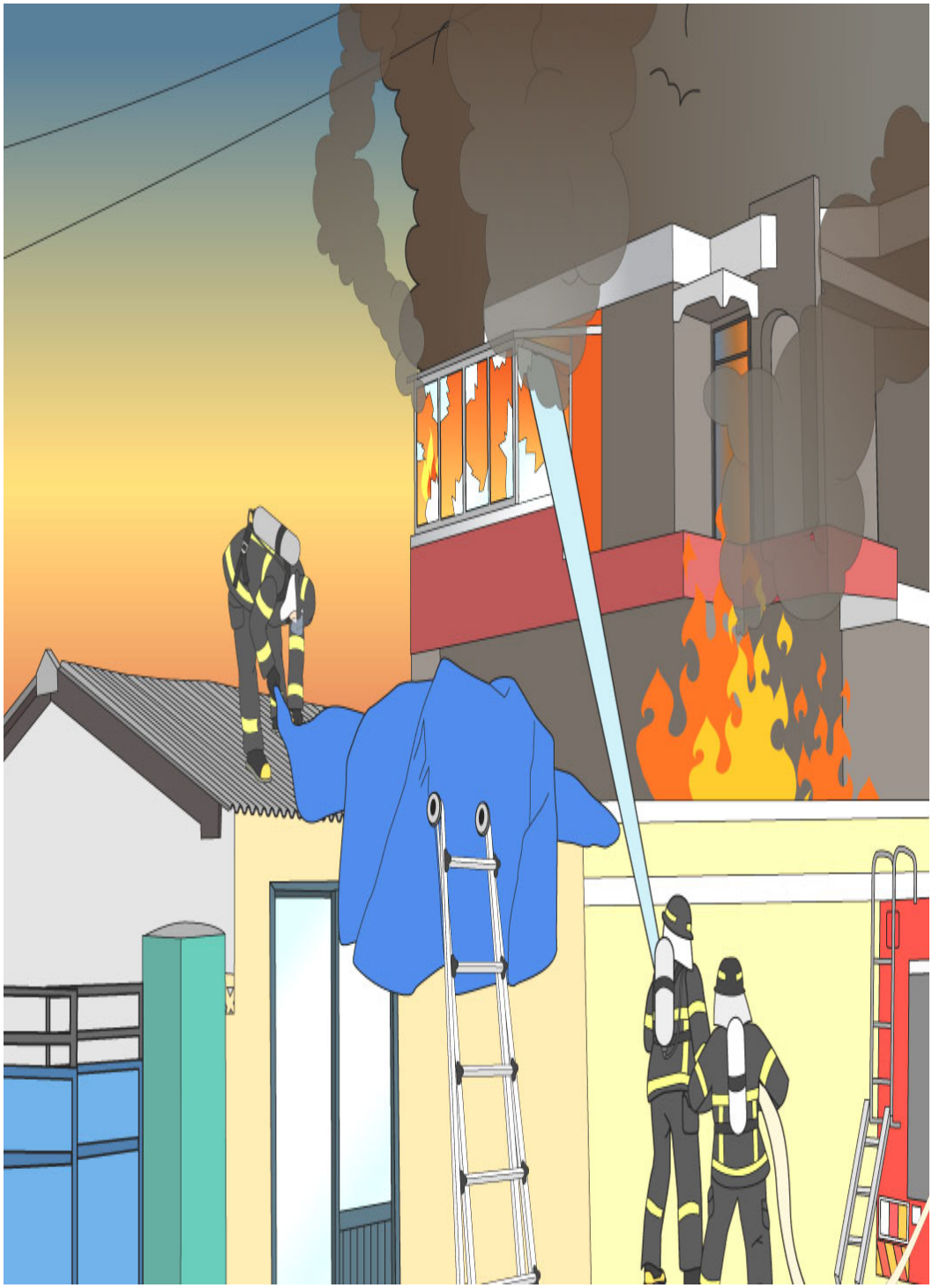
[그림 8]

[그림 9]

[그림 10]



[그림 11]



[그림 12]

[그림 13]

[그림 14]

[그림 15]

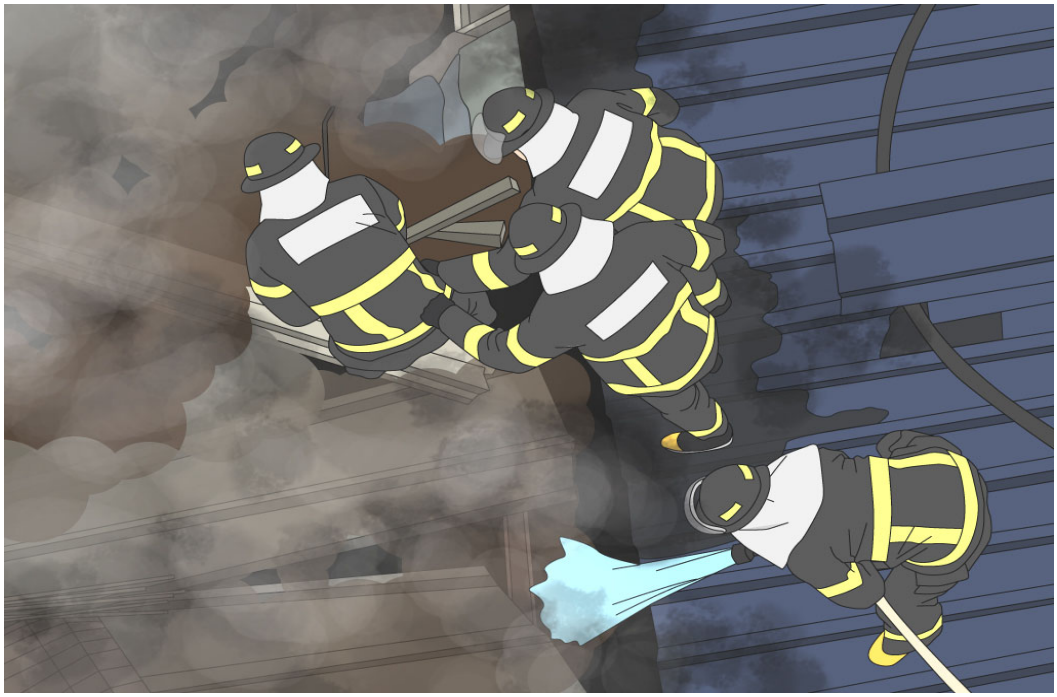
[그림 16]

[그림 17]

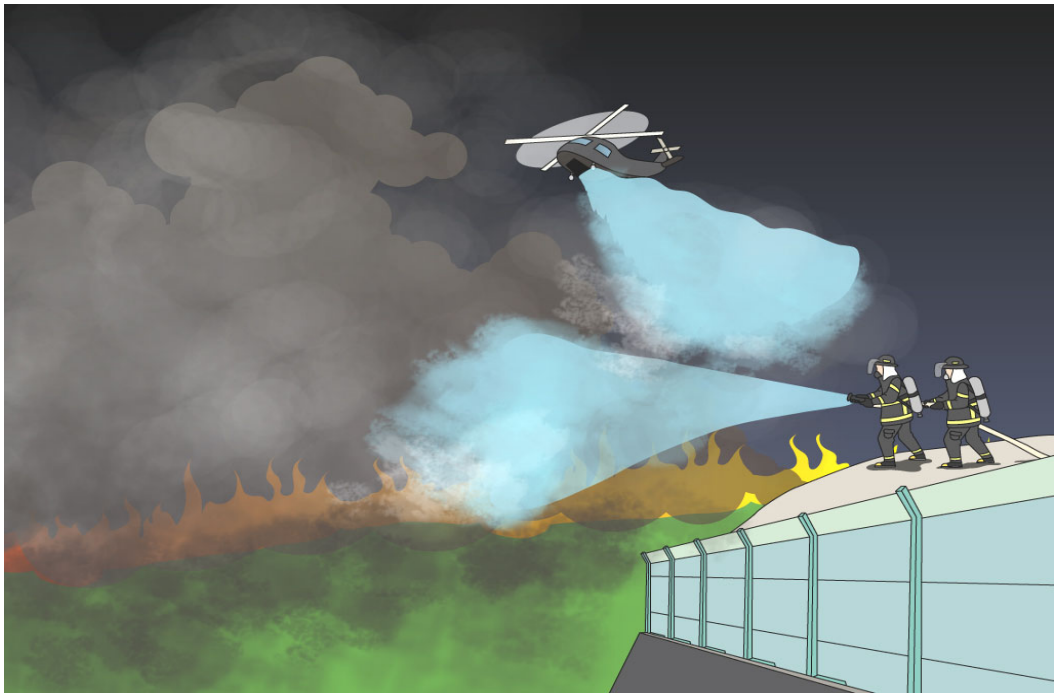
[그림 18]

[그림 19]

[그림 20]



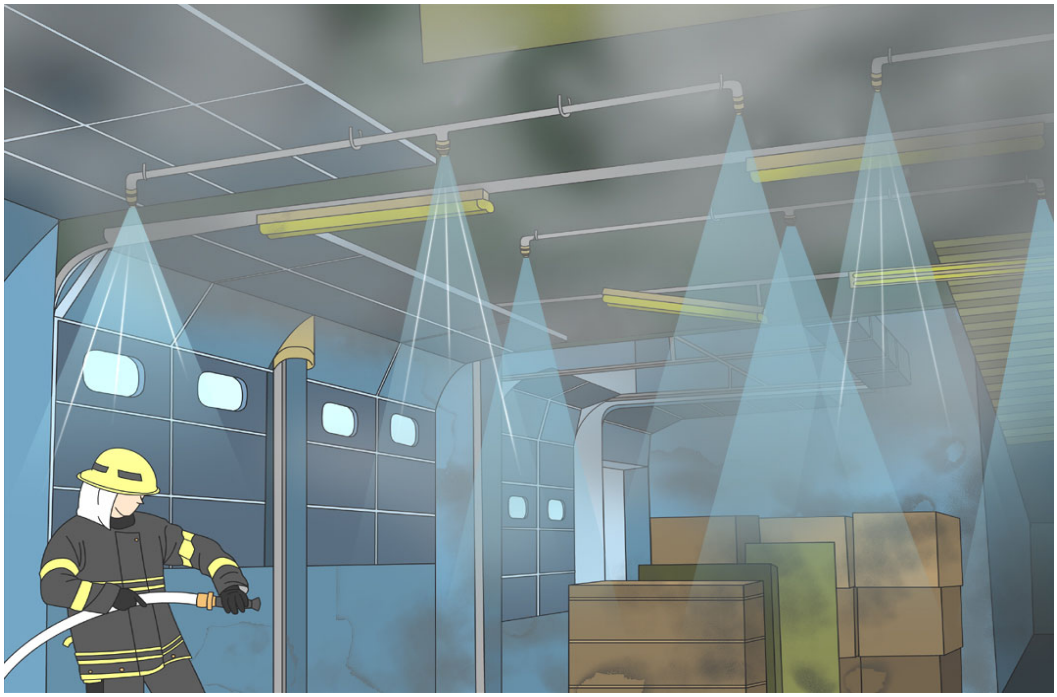
[그림 21]



[그림 22]

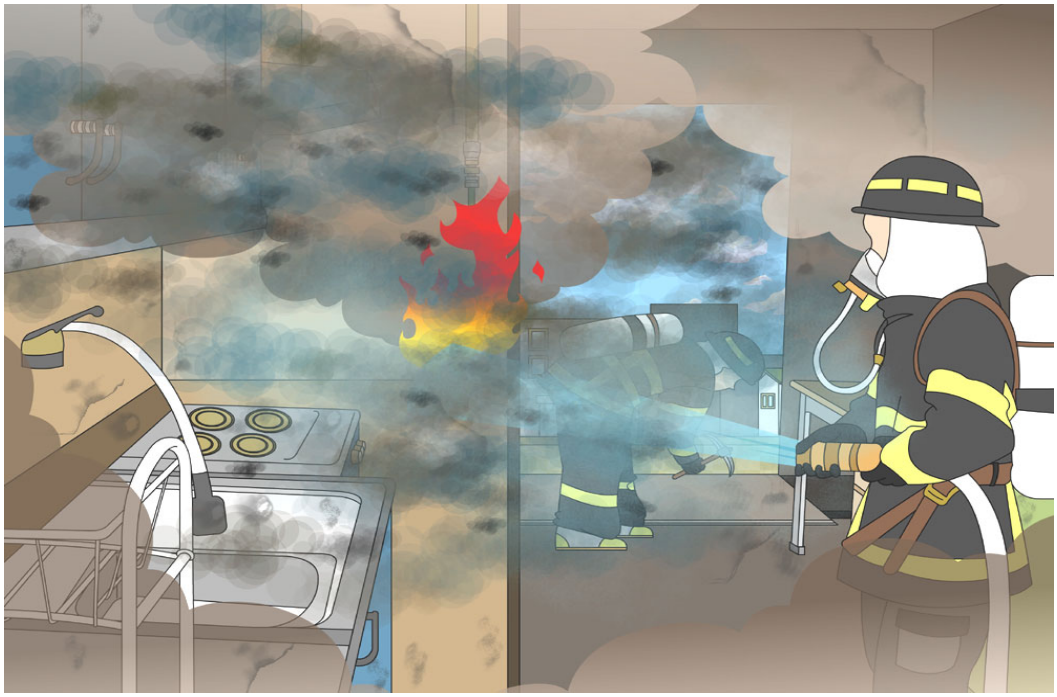
[그림 23]

[그림 24]



[그림 25]

[그림 26]



[그림 27]

[그림 28]

[그림 29]

[그림 30]

2편 소화약제

01 소화약제의 개요

02 소화약제로서의 물

03 포(泡) 소화약제

04 이산화탄소 소화약제

05 할로겐화합물 소화약제

06 분말 소화약제

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제1장 소화약제의 개요

제1절 소 화

소화란 진행되고 있는 연소현상을 인위적으로 중지시키는 것으로서, 연소 온도를 낮추거나, 가연물을 화점으로부터 제거하거나, 산소의 공급을 차단하거나 하여 연소의 연쇄 반응을 차단시키는 방법을 통해 이루어진다.

소화의 방법을 소화 작용을 기준으로 분류하면 물리적 작용에 의한 소화와 화학적 작용에 의한 소화로 나눌 수 있다. 물리적 작용에 의한 소화는 열, 가연성가스, 산소의 양적 변화에 의해 연소를 중단시키는 것이고, 화학적 작용에 의한 소화는 연소의 연쇄반응을 억제하는 것이다.

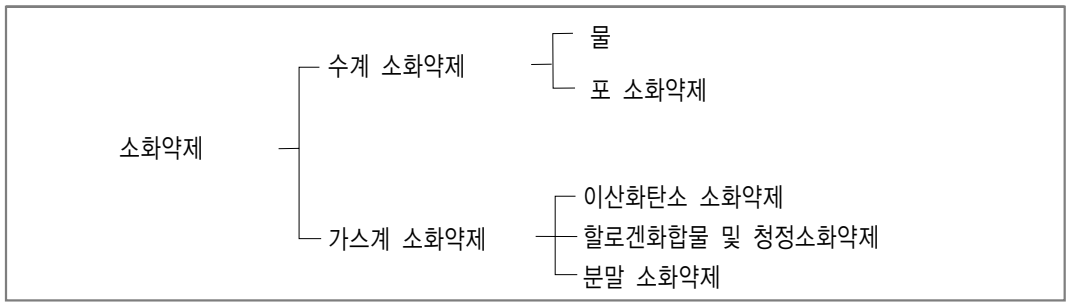
제2절 소화약제의 조건

소화약제란 소화의 목적을 효율적으로 달성할 목적으로 쓰이는 것으로서, 소화약제로서 갖추어야 될 조건은 다음과 같다.

① 연소의 4요소 중 한 가지 이상을 제거할 수 있는 능력이 탁월할 것
② 가격이 저렴할 것
③ 저장 안정성이 있을 것
④ 환경에 대한 오염이 적을 것
⑤ 인체에 대한 독성이 없을 것

제3절 소화약제의 분류

소화약제는 그 성상과 기능을 기준으로 수계(水系)와 가스계로 대별되며 이들을 세분하면 다음과 같다.



〈그림 1〉 소화약제의 분류

분말 소화약제는 소화 설비가 가스계 소화약제의 소화 설비와 유사하기 때문에 흔히 가스계 소화약제로 분류된다. 수계와 가스계 소화약제의 특성을 개략적으로 비교해 보면 <표 1>과 같으며, 이들의 적응 화재와 소화 효과는 <표 2>와 같다.

〈표 1〉 각종 소화약제의 특성 비교

종류 / 특성	수계 소화약제		가스계 소화약제		
	물	포	이산화탄소	할로겐화합물	분말
주된 소화 효과	냉각	질식, 냉각	질식	부촉매	부촉매, 질식
소화속도	느리다	느리다	빠르다	빠르다	빠르다
냉각 효과	크다	크다	적다	적다	극히 적다
재발화 위험성	적다	적다	있다	있다	있다
대응하는 화재규모	중형 ~ 대형	중형~대형	소형 ~ 중형	소형 ~ 중형	소형 ~ 중형
사용 후의 오염	크다	매우 크다	전혀 없다	극히 적다	적다(1)
적응 화재	A급	A, B급	B, C급(2)	B, C급(2)	(A), B, C급(3)

(1) 분말은 털면 떨어지기 때문에 일반적으로 오염의 정도는 적지만 정밀 기기류나 통신 기기 등에는 적합하지 않다. 그러나 소화기구의 장소별 적응성(화재안전기준 별표1)을 보면 전기실 및 전산실에 적응성이 있는 것으로 되어있어 전기실 및 전산실의 분말소화설비 설치여부는 설치자의 선택에 따른다.
(2) 밀폐 상태에서 방출되는 경우에는 일반화재에도 사용이 가능하다.
(3) ABC 분말 소화약제는 일반화재에도 적용되지만 분말이 도달되지 않는 대상물에는 부적당하다.

〈표 2〉 각종 소화약제의 적응 화재와 효과

화재의 종류	가연물의 종류	적응 소화약제	개략적인 소화 효과
A급 화재	(일반 가연 물질) 목재, 고무, 종이, 플라스틱류, 섬유류 등	○ 물 ○ 수성막포(AFFF) ○ ABC급 분말 ○ Halon 1211	냉각, 침투 냉각, 질식, 침투 억제, 피복, 냉각 억제, 냉각
B급 화재	(가연성 액체) 휘발유, 그리스, 페인트, 래커, 타르 등	○ 수성막포(AFFF) ○ BC급 분말 ○ ABC급 분말 ○ Halon 1211 · 1301 ○ CO_2	냉각, 질식 질식, 냉각 억제, 질식 억제, 질식, 냉각 질식, 냉각
C급 화재	(통전 중인 전기 기구) 전선, 발전기, 모터, 판넬, 스위치, 기타 전기 설비 등	○ BC급 분말 ○ ABC급 분말 ○ Halon 1211, 1301 ○ CO_2	부도체 부도체 부도체 부도체
AB급 화재	일반 가연물과 가연성 액체, 기체의 혼합물	○ 수성막포(AFFF) ○ ABC급 분말 ○ Halon 1211,1301	질식, 냉각 억제, 질식 억제, 질식, 냉각
BC급 화재	가연성 액체 · 기체와 통전 중인 전기기구와의 혼합물	○ BC급 분말 ○ ABC급 분말 ○ Halon 1211, 1301 ○ CO_2	억제, 질식, 부도체 억제, 질식, 부도체 억제, 질식, 냉각, 부도체 질식, 냉각, 부도체
ABC급 화재	일반 가연물과 가연성 액체, 기체와 통전 중인 전기 기구와의 혼합물	○ ABC급 분말 ○ Halon 1211	억제, 질식, 부도체 억제, 질식, 냉각, 부도체
D급 화재	가연성 금속과 가연성 금속의 합금	○ 금속화재용 분말	질식(공기 차단), 냉각

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제2장 소화약제로서의 물

제1절 개 요

물은 오래 전부터 널리 사용되어 오고 있는 소화약제로 대부분의 화재는 물로써 소화가 가능하다. 최근에는 각종 소화약제 및 소화 설비들이 개발되어 화재를 효과적으로 진압하고 있으나 아직까지도 물은 중요한 소화약제로 사용되고 있다. 물이 소화약제로 널리 사용되고 있는 가장 큰 이유는 우선 구하기가 쉽고, 비열과 증발 잠열이 커서 냉각효과가 우수하며, 펌프, 파이프, 호스 등을 사용하여 쉽게 운송할 수 있기 때문이다.

물은 A급화재(일반화재)에서는 우수한 능력이 발휘되나, B급화재(유류 및 가스)에서는 오히려 화재가 확대될 수 있고, C급화재(전기화재)에서는 소화는 가능하지만 감전사고의 위험성이 있으므로 주의하여야 한다. 그리고 사용 후 2차 피해인 수손이 발생하고 추운 곳에서는 사용할 수 없는 단점도 있다.

제2절 물의 물리적 성질

① 물은 상온에서 비교적 안정한 액체로 자연 상태에서는 기체(수증기), 액체, 고체(얼음)의 세 가지 형태로 존재한다.

② 0℃의 얼음 1g이 0℃의 액체 물로 변하는 데 필요한 용융열(용융 잠열)은 79.7 cal/g이다(<표 3> 참고).

③ 100℃의 액체 물 1g을 100℃의 수증기로 만드는 데 필요한 열량인 증발 잠열(기화열)은 539.6cal/g으로 다른 물질에 비해 매우 큰 편이다(<표 3> 참고).

④ 물 1g을 1℃ 올리는 데 필요한 열량인 비열은 1cal/g · ℃로 다른 물질에 비해 상당히 큰 편이다(<표 4> 참고). 따라서 20℃의 물 1g을 100℃까지 가열하기 위해서는 80cal의 열이 필요하다.

⑤ 대기압 하에서 100℃의 물이 액체에서 수증기로 바뀌면 체적은 약1,700배 정도 증가 한다.(100℃의 포화수와 건조포화수증기의 비체적은 각각 0.001044ℓ/g, 1.673ℓ/g)

〈표 3〉 물질의 용융열과 증발 잠열

물질명	용융열 (㎈/g)	증발 잠열 (㎈/g)	물질명	용융열 (㎈/g)	증발 잠열 (㎈/g)
물	79.7	539.6	에틸알코올	24.9	204.0
아 세 톤	23.4	124.5	납	5.4	222.6
벤 젠	30.1	94.3	파라핀왁스	35.0	–
사 염 화 탄 소	4.1	46.3	LPG	–	98.0

〈표 4〉 물질의 비열

물 질 명	비열(㎈/g · ℃)	물 질 명	비열(㎈/g · ℃)
물(얼음, 0℃)	1.000(0.487)	구 리	0.019
아 세 톤	0.528	유 리	0.161
공 기	0.240	철	0.113
알 루 미 늄	0.217	수 은	0.033
부 탄	0.549	나 무	0.420

⑥ 1atm에서 물의 빙점(융점)은 0℃, 비점은 100℃이다. 이들 값은 압력에 따라 변한다.

⑦ 물의 비중은 1atm을 기준으로 4℃일 때 0.999972로 가장 무거우며 4℃보다 높거나 낮아도 이 값보다 작아진다.

⑧ 물은 압력을 받으면 약간은 압축되나 기체에 비하면 무시해도 좋을 정도이므로 비압축성 유체로 간주할 수 있다. 온도에 따라 다르기는 하지만 1㎏/㎠의 압력 증가에 평균 3.0×10-10 ~ 5.0×10-10씩 부피가 감소한다.

⑨ 물의 점도는 1atm, 20℃에서 1.0cP(1centipoise=0.01g/㎝ · sec)이며 온도가 올라가면 점도는 작아진다(50℃에서는 0.55cP).

⑩ 물의 표면 장력은 20℃에서 72.75dyne/㎝이며 온도가 상승하면 표면 장력은 작아진다(40℃에서는 69.48dyne/㎝).

제3절 물의 화학적 성질

① 물은 수소 2원자와 산소 1원자로 이루어져 있으며 이들 사이의 화학결합은 극성 공유 결합이다.

② 물은 극성 분자이기 때문에 분자간의 결합은 쌍극자-쌍극자 상호 작용(극성 분자의 양의 말단과 다른 극성 분자의 음의 말단 사이에 작용하는 정전기적 인력)의 일종인 수소 결합(hydrogen bond)에 의해 이루어진다. 물의 비정상적인 성질은 대부분 이 수소 결합의 결과이다. 물이 비교적 큰 표면 장력을 갖는 것도 분자간의 인력의 세기와 직접적인 관계가 있으며, 비교적 큰 비열도 수소 결합을 끊는데 큰 에너지가 필요하기 때문이다.

제4절 물의 주수 형태

1. 봉상(棒狀)

막대 모양의 굵은 물줄기를 가연물에 직접 주수하는 방법으로 소방용 방수노즐을 이용한 주수가 대부분 여기에 속한다. 현재도 가장 널리 사용되고 있으며 열용량이 큰 일반 고체 가연물의 대규모 화재에 유효한 주수 형태이다. 감전의 위험이 있기 때문에 어느 정도의 안전거리를 유지하여야 한다.

2. 적상(適狀)

스프링클러 소화설비 헤드의 주수 형태로 살수(撒水)라고도 한다. 저압으로 방출되기 때문에 물방울의 평균 직경은 0.5~ 6㎜ 정도이다. 일반적으로 실내 고체 가연물의 화재에 사용된다.

3. 무상(霧狀)

물분무 소화 설비의 헤드나 소방대의 분무 노즐에서 고압으로 방수할 때 나타나는 안개 형태의 주수로 물방울의 평균 직경은 0.1~1.0㎜ 정도이다. 소화 효과의 측면에서 본 최저 입경은 열전달과 물방울의 최대 속도와의 관계로부터 이론적으로 유도해 보면 0.35㎜ 정도이다.

일반적으로 유류화재에 물을 사용하면 연소면이 확대되기 때문에 물의 사용을 금하고 있지만 중질유 화재(중질의 연료유, 윤활유, 아스팔트 등과 같은 고비점유의 화재)의 경우에는 물을 무상으로 주수하면 급속한 증발에 의한 질식 효과와 에멀젼 효과에 의해 소화가 가능하다. 에멀젼 효과란 물의 미립자가 기름의 연소면을 두드려서 표면을 물과 기름이 섞인 유화상으로 만들어 기름의 증발 능력을 떨어뜨려 연소성을 상실시키는 효과로, 에멀젼 효과를 높이기 위해서는 유면에의 타격력을 증가(속도에너지 부가)시켜주어야 하므로 질식 효과를 기대할 때보다 입경을 약간 크게 해야 한다. 일반적으로 물을 사용하여 소화할 수 있는 유류화재는 유류의 인화점이 37.8℃(100°F) 이상인 경우이다. 또한 무상 주수는 다른 주수법에 비하면 전기 전도성이 좋지 않기 때문에 전기화재에도 유효하나 이때에는 일정한 거리를 유지하여 감전을 방지해야 한다.

제5절 물소화약제의 첨가제

1. 개요

물 소화약제는 단독으로도 우수한 소화제이지만 동결을 방지하고 침투능력·분산능력·유화능력 등을 증대시키기 위하여 화학 물질을 첨가하며 이는 물의 냉각에 의한 소화효과 외에 소화력을 증대시켜 적은 수량으로 높은 소화 효과를 얻을 목적으로 첨가하는 것이다.

2. 종류

가. 동결방지제(부동제)

소화약제로서 물의 큰 단점은 앞에서 살펴본 바와 같이 저온에서의 동결이다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해서 첨가하는 약제가 동결방지제이며 물의 물리·화학적 성질을 고려하여 일반적으로 자동차 냉각수 동결방지제로 많이 사용되는 에틸렌 글리콜(ethylene glycol, $C_2H_4(OH)_2$)을 가장 많이 사용하고 있다.

나. 증점제

물은 유동성이 크기 때문에 소화 대상물에 장시간 부착되어 있지 못한다. 따라서 화재에 방사되는 물소화약제의 가연물에 대한 접착성질을 강화시키기 위하여 첨가하는 물질을 증점제라 하며, 물의 사용량을 줄일 수 있고 높은 장소(공중 소화)에서 사용 시 물이 분산되지 않으므로 목표물에 정확히 도달할 수 있어 소화 효과를 높일 수 있는 장점이 있어 산림화재 진압용으로 많이 사용된다.

증점제로 유기계는 알킨산나트륨염, 펙틴(pectin), 각종 껌 등의 고분자 다당류, 셀룰로오스 유도체, 비이온성 계면 활성제가 있고 무기계로는 벤토나이트, 붕산염 등이 사용되고 있으며 산림화재용으로 사용되는 대표적인 증점제로는 CMC(Sodium Carboxy Methyl Cellulose) 등이 있다.

다. 침투제

물은 표면장력이 커서 방수 시 가연물에 침투되기가 어렵기 때문에 표면장력을 작게하여 침투성을 높여주기 위해 첨가하는 계면활성제의 총칭을 침투제(Wetting Agent)라 한다. 일반적으로 첨가하는 계면 활성제의 양은 1%이하이다. 침투제가 첨가된 물을 “Wet Water”라고 부르며, 이것은 가연물 내부로 침투하기 어려운 목재, 고무, 플라스틱, 원면, 짚 등의 화재에 사용되고 있다.

♣ 강화액 소화약제

동절기 물소화약제가 동결되는 단점을 보완하고 물의 소화력을 높이기 위하여 화재에 억제 효과가 있는 염류를 첨가한 것으로 염류로는 알칼리 금속염의 탄산칼륨(K_2CO_3)과 인산암모늄[$(NH_4)_2PO_4$] 등이 사용되고 여기에 침투제 등을 가하여 제조한다. 수소 이온농도(pH)는 약알칼리성으로 11~12이며, 응고점은 -30℃~-26℃ 이다. 색상은 일반적으로 황색 또는 무색의 점성이 있는 수용액이다. 강화액의 소화 효과는 물이 갖는 소화효과와 첨가제가 갖는 부촉매 효과를 합한 것이다. 용도는 주로 소화기에 충약해서 목재 등의 고체 형태인 일반가연물 화재에 사용한다.

제6절 소화 효과

1. 냉각 효과(cooling effect)

물의 비열은 헬륨의 1.25㎈/g · ℃, 수소의 3.41㎈/g · ℃를 제외하고는 천연 물질 중에서 가장 크고 기화열(539㎈/g)도 모든 액체 중에서 가장 크다. 따라서 물의 소화 효과 중 가장 대표적인 것은 냉각 효과이다.

2. 질식 효과(smothering effect)

100℃의 물이 100℃의 수증기로 변하면 체적이 약 1,700배 정도 늘어나 화재 현장의 공기를 대체하거나 희석시켜 질식 효과를 나타낸다. 만약 발생된 수증기가 연소 영역을 제한한다면 질식 효과는 한층 더 빨라질 것이다. 가장 효과적인 질식을 위해서는 물에 약간의 포 소화 약제를 첨가하는 것이 바람직하다. 그리고 유류화재의 진압을 위해서는 유류 표면에 부드럽게 분무 형태(무상)로 주수해야 한다.

3. 유화 효과(emulsification effect)

유류화재에 물을 무상으로 주수하면 앞에서 설명한 질식 효과 이외에도 유탁액(emulsion)이 생성되어 유화 효과가 나타난다.

유화 효과란 물의 미립자가 기름의 연소 면을 두드려서 표면을 유화상으로 하여 가연성 증기의 발생을 억제함으로써 기름의 연소성을 상실시키는 효과를 말한다. 유화 효과를 높이기 위해서는 유면에의 타격력을 증가(속도 에너지 부가)시켜 주어야 하므로 질식 효과를 기대할 때보다 물방울의 입경을 약간 크게 하고 좀 더 강하게 분무하여야 한다.

4. 희석효과(dilution effect)

물에 용해하는 수용성 가연물질인 알코올 · 에테르 · 에스테르 · 케톤류 등의 화재 시 많은 양의 물을 일시에 방사하여 가연물질의 연소농도를 소화농도 이하로 묽게 희석시켜 소화하는 방법을 희석소화 작용이라 한다.

희석소화작용이라 함은 대부분 수용성가연물질의 화재 시에 적용하는 소화작용으로서 물에 어떠한 비율로도 용해가 가능한 물질에 대하여 적용되며, 물을 방사하는 방법에 따라 소화에 소요되는 시간에 다소의 차이는 있으나 분무상 보다는 봉상 또는 적상으로 소화약제를 방사하는 경우에 효율적인 소화효과를 얻을 수 있다.

5. 타격 및 파괴 효과

물을 봉상이나 적상으로 주수하면 가연물은 파괴되어 연소가 중단된다. 그러나 유류화재의 경우에는 봉상으로 주수하면 거품이 격렬하게 발생되기 때문에 봉상 주수는 피해야 한다.

제7절 물 소화약제의 한계

물은 가장 널리 사용되는 소화약제이지만 겨울철 동결의 우려가 있고 수손피해가 발생할 수 있으며, 가연물의 특성상 물의 사용을 금지하거나 주의를 해야 한다.

1. B급화재(유류화재)적용 시

물보다 비중이 작은 누출 유류의 화재에서 주수를 하면 유류입자가 물의 표면에 부유함으로써 오히려 화염면을 확대시킬 수 있다. 물보다 비중이 큰 유류인 중유의 탱크 화재에서는 무상(霧狀)이 아닌 봉상(棒狀)이나 적상(適狀)으로 분사하면, 물의 분사 압력으로 불이 붙은 중유입자가 물입자와 함께 탱크 밖으로 비산하여 화재를 더욱 확대시킬 우려가 있다. 따라서 석유류 화재에 있어서는 물의 적용은 신중하여야 하며 중유화재에는 분무상의 물을 분사하여 유화소화를 하는 것이 유리하다.

2. C급화재(전기화재)적용 시

전기화재에서 물을 사용한 소화는 가능하지만 감전사고의 위험이 있다. 이러한 감전사고의 위험성을 줄이기 위해서는 일정한 거리를 유지하면서 무상으로 분사하여야 한다.

3. D급화재(금속화재)적용시

제3류 위험물에 해당하는 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등 알카리금속과 칼슘(Ca) 등의 알카리토금속, 제2류 위험물에 해당하는 철가루, 마그네슘 등 금속 또는 금속가루는 물과 반응하여 가연성・폭발성인 수소가스를 발생한다. 따라서 이들의 화재 시 물을 사용하면 오히려 화재가 확대되면 특히 화염의 온도가 높은 경우에는 이와 같은 현상이 두드러지게 나타난다. 따라서 물이 함유된 소화약제는 금속화재에 절대로 사용해서는 안된다.

4. 물과 반응하는 화학물질

금속류 외에 물과 반응하여 조연성・가연성 가스 또는 독성가스를 발생하는 화학물질이 있다. 제1류 위험물에 해당하는 무기과산화물(과산화나트륨, 과산화칼륨, 과산화칼슘 등), 삼산화크롬(CrO_3) 등은 물과 반응하여 산소를 발생하고, 제3류 위험물에 해당하는 알킬알루미늄, 알킬리튬, 탄화칼슘(CaC_2), 탄화알루미늄 등은 물과 반응하여 메탄・에탄・아세틸렌 등 가연성가스를 생성한다.

또한, 제3류 위험물인 금속의 인화물(인화칼륨, 인화칼슘 등)은 물과 만나면 맹독성 포스핀가스(PH_3)를 발생하며, 제6류 위험물인 질산은 물과 만나면 급격히 발열하여 폭발에 이르기도 한다.

5. 그 밖의 한계

방사성 물질 화재에서 물을 사용하면 방사능오염이 확대될 수 있으며 고온의 표면에 물이 닿는 경우 수증기폭발이 발생할 수 있으므로 가연물의 성질과 상태를 정확히 파악하는 것이 중요하다.

또한 중요한 문화재나 가치가 높은 예술품의 화재 시 주수에 희한 수손피해로 그 가치가 훼손될 수 있으므로 물로 소화가 가능할지라도 가스계 소화약제 등 다른 소화약제의 적용을 고려하여야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제3장 포(泡) 소화약제

제1절 개 요

물에 약간의 첨가제(포 소화약제)를 혼합한 후 여기에 공기를 주입하면 포(foam)가 발생된다. 이와 같이 생성된 포는 유류보다 가벼운 미세한 기포의 집합체로 연소물의 표면을 덮어 공기와의 접촉을 차단하여 질식 효과를 나타내며 함께 사용된 물에 의해 냉각 효과도 나타난다. 즉, 포 소화약제는 질식 효과와 냉각 효과에 의해 화재를 진압한다.

포에는 두 가지 약제의 혼합 시 화학반응으로 발생하는 이산화탄소를 핵으로 하는 화학포와 포 원액을 물에 섞은 다음 공기를 기계적인 방법으로 혼합하여 공기거품을 발생시키는 기계포(일명 공기포라고도 함)가 있다. 전자는 현재 사용되지 않으며 일반적으로 포라 하면 후자의 기계포를 의미한다.

포 소화약제는 포가 유류의 표면을 덮어서 질식시키기 때문에 유류화재의 소화에 가장 효과적이나 일반화재에도 사용할 수 있다. 일반적으로 물만으로는 소화 효과가 약하든지, 주수에 의하여 오히려 화재가 확대될 우려가 있는 가연성 액체의 소화에 사용한다.

제2절 포 소화약제의 종류

포 소화약제는 발포 기구(mechanism)에 의해 크게 화학포 소화약제와 공기포 소화 약제로 나누어진다. 화학포(chemical foam)는 산성액과 알칼리성액의 화학 반응에 의해 발생되는 탄산가스를 핵으로 한 포이고, 공기포(air foam)는 물과 약제의 혼합액의 흐름에 공기를 불어 넣어서 발생시킨 포이다.

화학포는 화학 반응에 의해 만들어진 포인 반면에 공기포는 기계적으로 발생시켰기 때문에 기계포(mechanical foam)라고도 부른다. 이상과 같이 포를 성상에 의해 분류하면 화학포와 공기포로 나눌 수 있으며, 기계포는 팽창비에 따라 저팽창포, 중팽창포, 고팽창포로 나눌 수 있다.

우리나라는 팽창비가 20미만인 저팽창포와 80이상인 고팽창포의 2가지로 구분하고 있다. 저팽창포에는 단백포, 불화단백포, 합성계면활성제포, 수성막포, 내알코올포가 있고, 고팽창포에는 합성계면활성제포가 있다.

〈표 5〉 팽창비에 의한 기계포 소화약제의 분류

종 류	팽 창 비		
	한국, 일본(소방법)	미국(NFPA*기준)	유 럽
저팽창	20 이하	20 미만	6 이상 50 미만
중팽창	-	20 이상 200 미만	50 이상 500 미만
고팽창	80 이상 250 미만(제1종) 250 이상 500 미만(제2종) 500 이상 1,000 미만(제3종)	200 이상 1,000 미만	500 이상 1,000 미만

* NFPA : National Fire Protection Association(미국방화협회)

1. 화학포

가. 개 요

화학포는 2가지의 소화약제가 화학 반응을 일으켜 생성되는 기체(이산화탄소)를 핵으로 하는 포이다. 우리나라에서는 이 약제를 사용한 소화기가 가장 먼저 보급되었다. 이 소화기는 구조가 간단하고 고장이 없고, 조작이 간편하여 사용하기 쉽고, 소화효과가 우수하기 때문에 널리 보급되어 사용되었으나, 동결이 잘 되고(응고점 : -5℃) 약제의 부식성, 발포 장치의 복잡성 등의 문제점 때문에 소방시설의 설치·유지 및 위험물제조소등의 기준 등에 관한 규칙(내무부령 제419호, 1984. 8. 16)에 의해 사용을 인정하지 않고 있다.

나. 성분 및 특성

화학포는 A약제인 탄산수소나트륨(중조 또는 중탄산나트륨, $NaHCO_3$)과 B약제인 황산알루미늄($Al_2(SO_4)_3$)의 수용액에 발포제와 안정제 및 방부제를 첨가하여 제조 한다.

이들 두 약제의 화학 반응식은 다음과 같다.

$$6NaHCO_3 + A1_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \rightarrow 6CO_2 + 3Na_2SO_4 + 2A1(OH)_3 + 18H_2O$$

두 가지 수용액을 혼합하면 화학 반응에 의해 다량의 이산화탄소가 발생되어 소화기 내부가 고압 상태가 되고 그 압력에 의하여 반응액이 밖으로 밀려나가 방사된다. 방사되는 순간에 이산화탄소를 핵으로 하는 포가 불꽃을 덮어서 불이 꺼지게 된다.

위의 반응에 의해 생성된 수산화알루미늄은 끈적끈적한 교질상으로 여기에 A약제에 포함된 수용성 단백질이 혼합되면 점착성이 좋은 포가 생성되어 가연물 표면에 부착되어 불꽃을 질식시킨다.

다. 소화 효과

화학포는 점착성이 커서 연소물에 부착되어 냉각과 질식 작용으로 화재를 진화한다. 특히 유류화재에 대해서는 액면을 포로 덮어서 내화성이 강한 층을 형성하기 때문에 우수한 소화 효과를 나타내나, 가격이 비싸고, 발생과 사용이 어렵고, 생성된 포막은 대단히 견고하여 일단 구멍이 생기면 쉽게 막을 수 없고, 포의 질이 용액의 온도에 크게 좌우되는 등의 단점도 있다.

2. 공기포(기계포)

공기포는 포 소화약제와 물을 기계적으로 혼합시키면서 공기를 흡입하여(공기를 핵으로 하여) 발생시킨 포로 일명 기계포라고도 한다. 이 소화약제는 화학포 소화약제보다 농축되어 있기 때문에 약제 탱크의 용량이 작아질 수 있는 큰 장점이 있다. 이 약제는 크게 단백계와 계면활성제계로 나누어지며 단백계에는 단백포 소화약제, 불화단백포 소화약제, 계면활성제계에는 합성계면활성제포 소화약제, 수성막포 소화약제, 내알코올포(수용성액체용포) 소화약제가 있다.

제3절 공기포 소화약제

1. 단백포 소화약제(protein foaming agents)

동물성 단백질인 동물의 피, 뿔, 발톱을 알칼리(수산화나트륨, 수산화칼슘)로 가수분해시키면 최종적으로 아미노산이 된다. 이 과정의 중간 정도 상태에서 분해를 중지시킨 것이 이 소화약제의 주성분으로 흑갈색의 특이한 냄새가 나는 끈끈한 액체이다. 여기에 내화성을 높이기 위하여 금속염인 염화철 등을 가한 것이 이 약제의 원액이다. 원액은 6%형(원액 6%에 물 94%를 섞어서 사용하는 형)과 이를 다시 농축시킨 3%형이 있으며 현재는 3%형이 주류를 이루고 있다. 주로 팽창비 10이하의 저팽창포로 사용되며 원액의 비중은 약 1.1, pH는 6.0 ~ 7.5 정도이다. 단백질의 농도는 3%형이 40wt% 전후, 6%형이 30wt% 전후로 3%형이 6%형을 약 1.5배 정도 농축한 것이다. 이 원액은 수용액으로 보존하면 가수 분해가 진행되어 변질되기 때문에 사용 시에 규정 농도의 수용액으로 제조하여 사용해야 한다. 이 약제의 저장수명은 개략 3년 정도이지만 이것은 저장 환경에 따라 크게 달라질 수 있다. 즉, 산화를 방지하기 위하여 원액 탱크를 단열하거나, 질소 등을 봉입하거나, 햇빛을 차단하거나 하면 약제의 수명은 연장된다. 유효 기간이 지난 약제는 변질되어 악취가 발생하므로 저장 및 취급에 주의해야 한다.

2. 불화단백포 소화약제(fluoroprotein foaming agents)

단백포 소화약제에 불소계 계면활성제를 첨가하여 단백포와 수성막포의 단점을 보완한 약제로, 유동성과 내유염성(耐油染性 : 포가 기름으로 오염되기 어려운 성질)이 나쁜 단백포의 단점과 표면에 형성된 수성막이 적열된 탱크 벽에 약한 수성막포의 단점을 개선한 것이다. 또한 불소계 계면활성제를 첨가함으로써 안정제인 철염의 첨가량을 줄였기 때문에 침전물이 거의 생성되지 않아 장기 보관(8 ~ 10년)이 가능하다.

그리고 계면활성제를 첨가했기 때문에 유류와 친화력을 갖지 않고 겉돌게 되므로 유류를 오염시키지 않는다. 따라서 불화단백포는 수성막포와 함께 표면하 포주입방식(subsurface injection system)에 적합한 포 소화약제로 알려져 있다. 표면하 포주입방식은 포가 유류 하부로부터 부상하는 방식이기 때문에 기름을 오염시키지 않는

불화단백포 소화약제나 수성막포 소화약제를 사용해야 한다. 이 방식은 포가 바닥에서 액면으로 부상하면서 탱크 아래 부분의 차가운 기름을 상부로 이동시켜 상부층을 냉각시켜주기 때문에 소화를 촉진시킬 수 있는 장점도 있다.

표면포 방출방식은 포 방출구가 탱크의 윗부분에 설치되어 있기 때문에 화재 시 폭발이나 화열에 의하여 파손되기 쉽지만 표면하 포주입방식은 포 방출구가 탱크 하부에 설치되어 있어서 이의 파손 가능성이 적으므로 설비에 대한 안정성이 크다.

3. 합성계면활성제포 소화약제(synthetic foaming agents)

합성 세제의 주성분과 같은 종류의 계면활성제에 안정제, 부동제, 방청제 등을 첨가한 약제이다. 이 중에서 불소계 계면활성제를 기제로 한 수성막포 소화약제는 따로 분류한다.

물에 어떤 물리적인 충격을 가해 주면 물결이 생기면서 물이 부분적으로 솟아올라 'U'자 모양이 되고 이것이 더 발달하면 'O'자 모양의 거품이 된다. 이때 순수한 물은 표면장력(20℃에서 72.75dyne/cm)이 커서 솟아 오른 언저리와 언저리가 서로 닿기 전에 원래 상태로 되돌아가 평평한 수면이 된다. 그 중 일부가 거품이 되었다 하여도 거품을 형성한 물분자가 서로 당겨 수축하기 때문에 거품은 지속되지 못하고 곧 파괴되어 물로 환원된다. 그러나 물에 표면장력을 약 30dyne/cm 정도까지 떨어뜨릴 수 있는 계면활성제를 첨가하면 표면장력이 감소되어 쉽게 거품이 형성되고, 거품 안의 물이 밑으로 빠지는 속도도 반 정도로 줄게 되어 거품의 수명도 길어지게 된다.

이 약제 역시 단백포 소화약제와 마찬가지로 물과 혼합하여 사용한다. 3%, 4%, 6%의 여러 가지 형이 있으나 3%형과 6%형이 가장 많이 사용된다. 대부분의 소화약제가 팽창비 10이하의 저팽창포로 사용되나 이 약제는 저팽창포로부터 고팽창포까지 넓게 사용되고 있다. 고팽창포로 사용하는 경우는 사정거리(포의 방출구에서 화재 지점까지 포를 도달시킨 거리)가 짧은 것이 문제점이다.

이 약제는 유동성은 좋은 반면 내열성, 유면 봉쇄성이 좋지 않기 때문에 다량의 유류화재 특히, 가연성 액체 위험물의 저장탱크 등의 고정소화설비에는 그다지 효과적이지 못하다. 단백포 소화약제에 비하여 저장 안정성은 매우 우수하나 합성계면활성제가 용이하게 분해되지 않기 때문에 세제공해와 같은 환경 문제를 일으킨다.

4. 수성막포 소화약제(aqueous film foaming agents)

불소계 계면활성제를 주성분으로 한 것으로 역시 물과 혼합하여 사용한다. 수성막포는 합성 거품을 형성하는 액체로서 일반 물은 물론 해수와도 같이 사용할 수 있다. 물과 적절한 비율로 혼합하여 기존의 포방출구로 방사하면 물보다 가벼운 인화성 액체 위에 물이 떠 있도록 하는 획기적인 약제이다.

기름의 표면에 거품과 수성의 막(aqueous film)을 형성하기 때문에 질식과 냉각작용이 우수하다. 대표적으로 미국 3M사의 라이트 워터(Light Water)라는 상품명의 제품이 많이 팔리고 있는데 유면상에 형성된 수성막이 기름보다 가벼운 것처럼 보이기 때문에 만들어진 상품명이다.

유류화재에 우수한 소화효과를 나타낸다. 3%, 6%, 10%형이 있으나 주로 3%, 6%형이 많이 사용된다. 장기 보존성은 원액이든 수용액이든 타 포원액보다 우수하다. 약제의 색깔은 갈색이며 독성은 없다.

5. 내알코올(수용성액체용)포 소화약제(alcohol-type foaming agents)

물과 친화력이 있는 알코올과 같은 수용성 액체(극성 액체)의 화재에 보통의 포 소화약제를 사용하면 수용성 액체가 포 속의 물을 탈취하여 포가 파괴되기 때문에 소화효과를 잃게 된다. 이와 같은 현상은 액체의 온도가 높아지면 더욱 뚜렷이 나타난다.

내알코올포 소화약제는 이와 같은 단점을 보완한 약제로 여러 가지의 형이 있으나 초기에는 단백질의 가수분해물에 금속비누를 계면활성제로 사용하여 유화·분산시킨 것을 사용하였다. 이것은 물에 녹지 않기 때문에 여기에 물을 혼합하여 사용한다. 일명 수용성 액체용 포 소화약제라고도 하며 알코올, 에테르, 케톤, 에스테르, 알데히드, 카르복실산, 아민 등과 같은 가연성인 수용성 액체의 화재에 유효하다.

포는 개략 94~97%가 물이기 때문에 포가 수용성 액체와 접하면 포에 함유된 수분이 급속히 수용성 액체 쪽으로 녹아 들어가 포가 탈수되어 순간적으로 소멸된다. 이와 동시에 수용성 액체는 거꾸로 포쪽으로 이동하여 수분과 수용성 액체가 서로 자리바꿈 하는 치환 현상이 일어나고 포쪽으로 이동된 수용성 액체는 포를 이루고 있는 유기물질을 응고시켜 결국 포는 깨지고 만다. 이 치환현상은 순식간에 일어나서 마치 끓는 물에 눈을 넣는 것처럼 포는 사라진다. 따라서 이러한 현상을 방지하려면 수분과 수용성 액체와의 치환현상을 막아야 한다.

따라서 보통의 포 소화약제는 비극성 탄화수소(휘발유, 등유, 경유 등) 화재에만 유효하나 이 약제는 극성 용매는 물론 비극성 탄화수소의 화재에도 사용할 수 있다.

이 약제는 단백질의 가수분해물에 불용의 지방산 금속염을 분산시켰기 때문에 장시간 저장하면 이들이 침전되는 단점이 있다. 따라서 물과 혼합한 후에는 2~3분 이내에 사용하지 않으면 포가 생성되기 전에 수류 중에 금속염의 침전이 생겨 소화 효과가 떨어지고 설비 상에도 장애가 생기게 된다.

이 소화약제(단백질의 가수 분해물에 금속비누를 첨가한 형태)는 소화 후 재연소 방지에는 효과가 우수하나 위와 같은 단점 때문에 잘 사용되지 않으며 현재는 이와 같은 단점을 보완한 것으로 탄화수소계 계면활성제에 고분자겔 생성물을 첨가한 고분자겔 생성형이나 단백질의 분해액에 불소계 계면활성제를 첨가하여 만든 불화단백형의 내알코올포 소화약제가 개발되어 사용되고 있다. 그러나 이 약제가 모든 수용성 액체에 완벽하게 적응되는 것은 아니다.

수용성 액체는 극성도(極性度), 관능기(官能基), 탄소수에 따라 연소성, 반응성 등이 달라지기 때문에 액체의 종류에 따라 소화 효과가 각각 다르게 나타난다.

예를 들면 메탄올(CH_3OH), 에탄올(C_2H_5OH)과 같이 극성이 크고 탄소수가 작은 것은 소화가 용이하나, 부탄올(C_4H_9OH) 이상의 고급 알코올은 극성이 작고 연소열이 크기 때문에 소화가 곤란할 수 있다. 또한 알데히드류와 같이 반응성이 큰 것은 소화약제와 반응하여 소화 불능의 상태가 되는 경우도 있다. 그러므로 현재까지는 모든 수용성 액체에 만능인 내알코올포 소화약제는 없는 실정이다.

제4절 소화 효과 및 적응 화재

1. 소화 효과

포 소화약제의 주된 소화 효과는 포가 가연물질의 표면을 덮기 때문에 나타나는 질식 효과와 상당량의 수분에 의한 냉각 효과이다. 이것 이외에도 고발포 포의 경우는 포가 차지하는 체적이 매우 크기 때문에 대류와 복사에 의한 열의 이동 차단, 주변 공기의 배출, 가연성 증기의 생성 억제 등의 소화 효과도 기대할 수 있다.

포는 얇은 막으로 이루어져 있지만 점착성이 좋고 내열성이 있기 때문에 이상과 같은 소화 효과를 나타내게 된다.

2. 적응 화재

포 소화약제의 주된 소화 원리는 포에 의한 질식 작용과 물에 의한 냉각 작용이다. 이외에도 고체 가연물의 화재 시 합성 계면활성제 계통의 약제를 사용하면 계면활성제가 침투제(wetting agent) 역할을 하기 때문에 포가 갖는 소화 효과 이외에도 침투제가 갖는 소화 특성을 살릴 수 있다. 이와 같은 특성을 이용하여 포 소화약제는 비행기 격납고, 자동차 정비공장, 차고, 주차장 등 주로 기름을 사용하는 장소, 특수 가연물을 저장, 취급하는 장소, 위험물 시설(제 1, 2, 3류 위험물의 일부와 제4, 5, 6류 전부)에 사용되며, 합성계면활성제 포소화약제의 경우 팽창범위가 넓어 LNG가 저장탱크로부터 유출된 때 고발포의 포로 덮어서 외기로부터의 열을 차단해서 증발을 억제시켜 소화하기도 한다.

그러나 포 소화약제는 소화 후의 오손 정도가 심하고, 청소가 힘든 결점 등이 있고 또한 감전의 우려가 있어 전기화재나 통신 기기실, 컴퓨터실 등에는 부적합하다. 이외에도 특별한 경우를 제외하고는 다음과 같은 경우에도 사용할 수 없다.

① 제5류 위험물과 같이 자체적으로 산소를 함유하고 있는 물질
② Na, K 등과 같이 물과 반응하는 금속

가. 적응 구분과 특수한 사용법

유류화재를 대별하면

① 저장 탱크 등 유층이 깊은 경우의 화재와,
② 평면상으로 유출된 화재가 있다(압력에 의해 분출되는 유류화재는 포로 소화할 수 없기 때문에 여기서는 제외한다).

어떠한 경우도 시간이 지나면 유류의 온도는 상승되어 화세가 격해지지만 특히 ①의 경우는 저장 탱크의 측벽이 화염에 노출되어 고온이 되기 때문에 고온에서도 파괴되지 않는 내열성 포를 사용하는 것이 바람직하다. 반면 ②의 경우는 내열성은 조금 떨어지더라도 유동이 좋은 포를 사용하여 신속하게 화재를 억제하는 것이 바람직하다. 그러므로 화재의 형태에 따라 소화 약제를 <표 6>과 같이 사용하면 소화 효과를 높일 수 있을 것이다.

〈표 6〉 유류화재시 저발포 포의 사용 구분

포의 종류 / 화재의 종류	단백포	불화단백포	계면활성제포	수성막포
저장탱크 화재	○	○		
저장탱크 화재(SSI*용)		○		○
유출화재	○	○	○	○

* Subsurface Injection System : 표면하 포 주입 방식

고발포의 포는 소화 이외에도 제연과 증발 억제의 효과가 있다. 지하가의 화재시 고발포의 포를 주입해서 연기를 배출시키면서 소화하기도 한다. 또한 고발포의 포에서는 사람이 질식하지 않고 활동할 수 있는 특징이 있다. 단, 발포에 사용된 공기는 신선한 공기여야 한다. 이는 사람의 호흡을 위해서만이 아니고 가스를 사용하여 발포하면 포의 성능이 떨어지기 때문이다.

나. 포 소화약제의 병용성

소화 활동 시 각종 포 소화 약제를 같이 사용하는 것은 일반적으로 큰 문제가 없다. 이것은 대형 화재 시 발생 현장에 설치한 포 소화약제의 양으로는 소화가 곤란한 경우 인접 지역의 약제를 보급 받는 경우 중요해진다.

병용한 경우의 특성은 개개의 소화약제가 갖는 특성치의 중간이 되지만 화재의 규모나 형태에 따라 달라지기 때문에 한마디로 말할 수는 없다. 예를 들면 유출 화재에서는 단백포보다 계면활성제포 또는 수성막포가 소화 효과가 좋기 때문에 이들을 병용하는 것이 유리할 것이다.

보통의 포는 이처럼 병용이 가능하지만 내알코올포는 일반포와 병용하면 그 특성이 저하되기 때문에 함께 사용하지 말아야 한다.

그리고 같은 포 소화약제인 경우에도 약제의 종류가 다르면 원액 및 수용액을 혼합하여 사용해서는 안 된다. 또한 같은 원액이라도 오래된 원액에 새로운 원액을 추가・보충하는 것도 바람직하지 않다.

포 소화약제는 분말 소화약제와 함께 사용하면 분말 소화약제의 소포(消泡) 작용 때문에 좋지 않다. 포 층에 분말 소화 약제를 살포해 놓으면 포 층의 형성이 매우 어려워진다. 단, 수성막포 소화약제의 포는 소포되지 않기 때문에 분말 소화약제와의 병용이 가능하다. 포 소화약제와 병용할 수 있는 분말 소화약제로는 CDC(Compatible Dry Chemical)가 개발되어 있다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제4장 이산화탄소 소화약제

제1절 개 요

이산화탄소는 탄소의 최종 산화물로 더 이상 연소 반응을 일으키지 않기 때문에 질소, 수증기, 아르곤, 할론 등의 불활성 기체와 함께 가스계 소화약제로 널리 이용되고 있다.

이산화탄소는 유기물의 연소에 의해 생기는 가스로 공기보다 약 1.5배 정도 무거운 기체이다. 상온에서는 기체이지만 압력을 가하면 액화되기 때문에 고압가스 용기 속에 액화시켜 보관한다.

방출 시에는 배관 내를 액상으로 흐르지만 분사 헤드에서는 기화되어 분사된다. 가장 큰 소화 효과는 질식 효과이며 약간의 냉각 효과도 있다.

이산화탄소는 사용 후에 오염의 영향이 전혀 없다는 큰 장점이 있다. 보통 유류화재(B급 화재), 전기화재(C급화재)에 주로 사용되며 밀폐 상태에서 방출되는 경우는 일반화재(A급 화재)에도 사용이 가능하다.

또한 액체 이산화탄소는 자체 증기압이 21℃에서 57.8㎏/㎠·G(-18℃에서 20.4㎏/㎠·G) 정도로 매우 높기 때문에 다른 가압원의 도움 없이 자체 압력으로도 방사가 가능하다.

이산화탄소의 일반적 성질은 다음과 같다.

① 무색, 무취이며 전기적으로 비전도성이고 공기보다 1.5배 정도 무거운 기체이다.

② 공기중에 약 0.03vol% 존재하며 동·식물의 호흡 및 유기물의 연소에 의해서도 발생되고 천연 가스, 광천수 등에도 함유되어 있다.

〈표 7〉 이산화탄소의 물성

명 칭	물 성 치	명 칭	물 성 치
증기비중	1.529(공기=1)	열전도도(20℃)	3.60×10-5㎈/㎝ · s · ℃
기체밀도(0℃, 1atm)	1.976g/ℓ	굴절률	1.000449
승화점(1atm)	-78.50℃	정압비열(Cp)(0℃, 1atm)	0.199㎈/g · ℃
임계온도(Tc)	31.35℃	정적비열(Cv)(0℃, 1atm)	0.153㎈/g · ℃
임계압력(Pc)	72.9kg/㎠	증발잠열(0℃, 35.54kg/㎠)	56.13㎈/g · ℃
삼중점	5.1kg/㎠, -56.7℃	액체밀도(0℃, 50kg/㎠)	1.066g/cc

제2절 소화 효과

1. 질식 효과

이산화탄소의 가장 큰 소화 효과는 질식 효과이다. 질식 효과는 앞에 설명한 것처럼 대기 중의 산소 농도가 어느 정도 이하로 떨어지면 소화되는 효과로 소화에 필요한 이산화탄소의 농도는 가연물의 종류에 따라 달라진다.

일반적으로 소화를 위한 이산화탄소의 농도는 대개 34vol%이상으로 설계되며, 이때 산소의 농도는 14vol% 정도가 된다.

2. 냉각 효과

냉각 효과는 유류탱크 화재에서처럼 불타는 물질에 직접 방출하는 경우에 가장 효과적으로 나타난다. 산소 농도 저하에 따른 질식 효과가 사라진 후에도 냉각된 액체(유류)는 연소에 필요한 가연성 기체를 증발시키지 못하기 때문에 재연소를 방지할 수 있다. 특히 방출되는 이산화탄소에 미세한 드라이아이스 입자가 존재하는 경우에는 냉각 효과가 한층 더 커지게 된다.

제3절 소화 농도

이산화탄소의 주된 소화 효과는 산소 농도 저하에 의한 질식 효과이다. 소화에 필요한 이산화탄소의 농도는 가연성 기체와 액체의 종류에 따라 <표 8>과 같다.

그러나 가연성 고체에 대한 소화 농도는 복사와 대류에 의한 열손실 속도가 가연물의 물리적 상태에 따라 크게 변하기 때문에 가연성 기체나 액체와 같이 나타내기는 어렵다.

최소 설계 농도(minimum design CO_2 concentration)는 이론적으로 구한 최소 소화 농도(theoretical minimum CO_2 concentration)에 일정량의 여유분(<표 8>에서는 최소 소화 농도의 20%)을 더한 값이다.

이산화탄소의 최소 설계 농도는 보통 34vol% 이상으로 설계하기 때문에 위와 같이 구한 최소 설계 농도가 34vol% 이하일 때에도 34vol%로 설계해야 한다.

이론적인 최소 소화 농도는 보통 실험이나 공인된 자료 등을 통하여 구하지만 소화에 필요한 산소의 농도를 알 수 있는 경우는 다음 공식으로부터 계산에 의해서 구할 수 있다.

$$\%CO_2 = \frac{(21 - \%O_2)}{21} \times 100$$

공기 중에는 산소가 21vol% 존재하지만 이것이 희석되어 농도가 개략적으로 15vol% 이하가 되면 연소는 중단된다(가연 물질에 따라 산소 농도가 15vol% 이하가 되어도 소화되지 않는 경우도 있음). 이산화탄소의 최소 설계 농도를 34vol%로 하는 경우 산소의 농도를 위 식으로부터 구해 보면 약 14vol%가 된다.

〈표 8〉 가연물질에 따른 CO_2의 최소 소화 농도와 최소 설계 농도

물 질 명	최소 소화농도(vol%)	최소 설계농도(vol%)
Acetylene	55	66
Acetone	27	34
Benzol, Benzene	31	37
Butadiene	34	41
Butane	28	34
Carbon Disulfide	60	72
Carbon Monoxide	53	64
Coal Natural gas	31	37
Cyclopropane	31	37
Diethyl Ether	33	40
Dimethyl Ether	33	40
Ethane	33	40
Ethyl Alcohol	36	43
Ethyl Ether	38	46
Ethylene	41	49
Ethylene Dichloride	21	34
Ethylene Oxide	44	53
Gasoline	28	34
Hexane	29	35
Hydrogen	62	75
Hydrogen Sulfide	30	36
Isobutane	30	36
Isobutylene	26	34
Isobuty Formate	26	34
JP – 4	30	36
Kerosene	28	34
Methane	25	34
Methyl Acetate	29	35
Methyl Alcohol	33	40
Methyl Ethyl Ketone	33	40
Methyl Formate	32	39
Pentane	29	35
Propane	30	36
Propylene	30	36

제4절 적응 화재

이산화탄소는 연소물 주변의 산소 농도를 저하시켜서 소화하기 때문에 자체적으로 산소를 가지고 있거나, 연소 시에 공기 중의 산소를 필요로 하지 않는 가연물 이외에는 전부 사용할 수 있다.

따라서 일반화재(A급화재), 유류화재(B급 화재), 전기화재(C급 화재)(이산화탄소는 전기 절연성)에 모두 적응성이 있으나 주로 B · C급 화재에 사용되고 A급은 밀폐된 경우에 유효하다. 밀폐되지 않은 경우에는 이산화탄소가 쉽게 분산되고 가연물에 침투되기가 어렵기 때문에 효과가 아주 미약하다.

따라서 이산화탄소는 표면 화재에는 우수한 효과를 나타내나 심부 화재에 사용하는 경우에는 재발화의 위험성이 있다. 그러므로 심부 화재의 경우에는 고농도의 이산화탄소를 방출시켜 소요 농도의 분위기를 비교적 장시간 유지시켜 줌으로써 일차적인 소화는 물론 재발화의 가능성도 제거해 줄 필요가 있다.

이산화탄소는 사용 후 소화제에 의한 오손이 없기 때문에 통신기기실, 전산기기실, 변전실 등의 전기 설비, 물에 의한 오손이 걱정되는 도서관이나 미술관, 소화 활동이 곤란한 선박 등에 유용하다. 그리고 주차장 등에도 사용되나 인명에 대한 위험 때문에 무인의 기계식 주차탑 이외에는 사용하지 않는 것이 바람직하다. 이외에도 제4류 위험물, 특수 가연물 등에도 사용된다.

제5절 사용 제한 및 독성

1. 사용 제한

이산화탄소 소화약제는 ① 소화 후 소화약제에 의한 오손이 없고, ② 한냉지에서도 동결될 염려가 없고, ③ 전기 절연성이고, ④ 장시간 저장해도 변화가 없고, ⑤ 자체 압력으로 방출되기 때문에 방출용 동력이 필요하지 않는 등의 장점 때문에 오래 전부터 사용되어져 왔으나 다음과 같은 경우에는 사용을 제한하고 있다.

① 제5류 위험물(자기 반응성 물질)과 같이 자체적으로 산소를 가지고 있는 물질
② CO_2를 분해시키는 반응성이 큰 금속(Na, K, Mg, Ti, Zr 등)과 금속수소화물(LiH, NaH, CaH_2)
③ 방출시 인명 피해가 우려되는 밀폐된 지역

2. 독성

이산화탄소는 자체의 독성은 무시할 만 하나 다량 발생 시 공기 중의 산소량을 저하시켜 질식의 위험이 있다. 이산화탄소가 인체에 미치는 영향은 <표 9>와 같다.

〈표 9〉 이산화탄소가 인체에 미치는 영향

CO_2의 농도(vol%)	증 상	처 치
1.0(20.79)*	공중 위생상의 허용 농도	무해
2.0(20.58)	수 시간의 흡입으로도 큰 증상은 없다. 불쾌감이 있다.	무해
3.0(20.37)	호흡수가 늘어나고 호흡이 깊어진다.	장시간 흡입하는 것은 바람직하지 않다. 환기를 필요로 한다.
4.0(20.16)	눈, 목의 점막에 자극이 있다. 두통, 귀울림, 어지러움, 혈압 상승 등이 일어난다.	빨리 신선한 공기를 호흡할 것
6.0(19.74)	호흡수가 현저히 증가한다.	빨리 신선한 공기를 호흡할 것
8.0(19.32)	호흡이 곤란해진다.	빨리 신선한 공기를 호흡할 것
10.0(18.90)	시력 장애, 몸이 떨리며 2～3분 이내에 의식을 잃으며 그대로 방치하면 사망한다.	30분 이내에 인공호흡, 의사의 조치 필요
20.0(16.80)	중추 신경이 마비되어 사망한다.	즉시 인공호흡, 의사의 조치 필요

* (　　)안의 숫자는 공기 중의 산소의 농도(vol%)를 나타냄

전역 방출 방식으로 CO_2 소화 설비를 작동시킬 경우 실내의 CO_2 농도는 약 1분후에 20%(공기 중에 이산화탄소의 농도가 20vol%이면 산소의 농도는 16.8vol%로 떨어짐)를 초과하여 치사량에 도달한다. 따라서 방출 전에 음향경보 등에 의한 피난 경보를 발하여 인원을 피난시키고 또 방출과 동시에 출입 금지의 표시를 하여야 한다.

소화 후에도 환기 장치를 이용하여 이산화탄소를 외부로 방출시켜야 한다.

이산화탄소의 경우 독성을 나타내는 수치의 하나인 TLV(Threshold Limit Value, 평균적인 성인 남자가 매일 8시간씩 주 5일을 연속해서 이 농도의 가스(증기)를 함유하고 있는 공기 중에서 작업을 해도 건강에는 영향이 없다고 생각되는 한계 농도)는 5000ppm으로 일산화탄소의 50ppm, 시안화수소의 10ppm, 포스겐의 0.1ppm에 비하면 자체의 유독성 보다는 상대적인 산소농도에 기인하여 위험을 초래하는 기체임을 알 수 있다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제5장 할로겐화합물 소화약제

제1절 개 요

1. 개 요

할로겐화합물 소화약제는 지방족 탄화수소인 메탄, 에탄 등에서 분자 내의 수소 일부 또는 전부가 할로겐족 원소(F, CI, Br, I)로 치환된 화합물을 말하며 일명으로 Halon(Halogenated Hydrocarbon의 준말)이라고 부르고 있다.

이 소화약제는 다른 소화약제와는 달리 연소의 4요소 중의 하나인 연쇄반응을 차단시켜 화재를 소화한다. 이러한 소화를 부촉매소화 또는 억제소화라 하며 이는 화학적 소화에 해당된다.

각종 Halon은 상온, 상압에서 기체 또는 액체 상태로 존재하나 저장하는 경우는 액화시켜 저장한다. 일반적으로 유류화재(B급화재), 전기화재(C급화재)에 적합하나 전역 방출과 같은 밀폐 상태에서는 일반화재(A급화재)에도 사용할 수 있다.

2. 명명법

할로겐화합물인 $C_2F_4Br_2$는 dibromotetrafluoroethane이라는 긴 명칭으로 불리고 있다. 이와 같은 불편을 해소하기 위하여 미 육군에서 숫자를 사용한 짧은 명명법을 제안하여 현재 널리 사용하고 있다. 이 명명법을 소개하면 다음과 같다.

① 제일 앞에 Halon이란 명칭을 쓴다.

② 그 뒤에 구성 원소들의 개수를 C, F, Cl, Br, I의 순서대로 쓰되 해당 원소가 없는 경우는 0으로 표시한다.

③ 맨 끝의 숫자가 0으로 끝나면 0을 생략한다(즉, I의 경우는 없어도 0을 표시하지 않는다).

이상과 같은 방법으로 명명한 할로겐화합물 소화약제의 몇 가지 예를 <표 10>에 나타내었다.

이와 같은 명명법으로는 할로겐 원소로 치환되지 않은 수소 원자의 개수가 나타나지 않는다는 단점이 있다. Halon 번호를 보고 남아 있는 수소 원자의 개수를 계산하는 것은 포화탄화수소가 가지고 있는 수소의 수[(탄소수 × 2) + 2]에서 치환된 할로겐족 원소의 합인 나머지 숫자를 빼면 된다.

수소 원자의 수 = (첫번째 숫자 × 2) + 2 − 나머지 숫자의 합

예를 들면 Halon 1001(CH_3Br)의 경우에 치환되지 않은 수소 원자의 수는(1×2)+2-1=3이다.

〈표 10〉 대표적인 할로겐화합물 소화약제와 Halon 번호

명 칭	분 자 식	Halon No.
Methylbromide	CH_3Br	1001
Methyliodide	CH_3I	10001
Bromochloromethane	CH_2ClBr	1011
Dibromodifluoromethane	CF_2Br_2	1202
Bromochlorodifluoromethane	CF_2ClBr	1211
Bromotrifluoromethane	CF_3Br	1301
Carbontetrachloride	CCl_4	104
Dibromotetrafluoroethane	C_2F4Br_2	2402

3. 구 조

Halon은 지방족 탄화수소인 메탄(CH_4)이나 에탄(C_2H_6) 등의 수소 원자 일부 또는 전부가 할로겐 원소(F, CI, Br, I)로 치환된 화합물로 이들의 물리·화학적 성질은 메탄이나 에탄과는 판이하게 다르다.

예를 들면 메탄은 가볍고, 인화성이 강한 기체이지만 사불화탄소(CF_4)는 기체이면서 화학적으로 불활성이고 인화성이 없으며 독성도 아주 낮은 물질이다. 또한 사염화탄소(CCl_4)는 증발성 액체로 인화성이 없어 그의 독성에도 불구하고 오랫동안 소화약제로 사용되어 왔다.

불소는 주기율표상 오른쪽 상단에 위치하며 가장 전기 음성도가 큰 물질이다. 따라서 이 물질이 다른 물질과 결합할 경우 결합에 관여한 전자를 강하게 잡아당기기 때문에 결합 길이도 짧고 결합력도 강해진다.

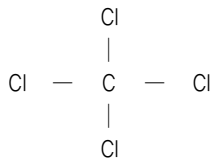
전기 음성도가 크다는 것은 다른 원소를 산화시키는 힘이 크다는 것을 의미한다. 따라서 불소는 모든 원소 중에서 산화력이 가장 크다. 그러므로 불소가 함유되어 있는 Halon은 연료로 사용되는 메탄과는 정반대로 중심 탄소가 산화되어 있는 상태이기 때문에 불연성이며 대기 중에서도 잘 분해되지 않는 안정된 물질이다.

또 Halon의 중요한 특징 중의 하나는 독성이 적다는 것인데 이는 탄소-불소 사이의 결합력이 강해 다른 물질과의 상호 작용이 적어지기 때문이다. 그러나 염소나 브롬이 이 분자 내에 들어오면 탄소-염소, 탄소-브롬 사이의 결합력은 그다지 크지 않지만 불소의 강한 힘이 염소와 브롬을 끌어당겨 이분자의 독성을 작게 한다. 이산화탄소, 할론 1211이나 할론 2402(할론 1301제외)는 독성 때문에 실내 지하층, 무창층 또는 밀폐된 거실로서 바닥면적이 20㎡미만의 장소에는 사용 할 수 없게끔 화재안전기준에 규정되어있다. 그리고 할론1301이 독성이 적다하더라도 화재의 불꽃과 반응하게 되면 여러 가지 독성가스를 방출한다.

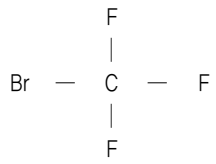
일반적으로 할로겐화합물 중에 불소는 불활성과 안전성을 높여 주고 브롬은 소화효과를 높여 준다. 또한, Halon은 분자 내의 결합력은 강한 반면, 분자간의 결합력은 약하기 때문에 쉽게 기화되어 소화 후 잔사가 남지 않는 장점도 지니고 있다.

〈표 11〉 할로겐화합물에서 할로겐 원소의 역할

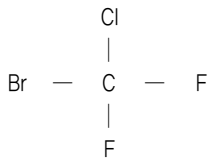
할로겐 원소 / 특징	불소	염소	브롬
안정성	강화	-	-
독성	감소	강화	강화
비점	감소	강화	강화
열안정성	강화	감소	감소
소화효과	-	강화	강화



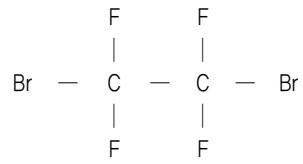
Halon 104
(Carbon tetrachloride)



Halon 1301
(Bromotrifluoromethane)



Halon 1211
(Bromochlorodifluoromethane)



Halon 2402
(Dibromotetrafluoroethane)

〈그림 2〉 대표적인 할로겐화합물 소화약제의 구조식

제2절 종류 및 특성

<표 10>에 나타낸 것처럼 할로겐화합물 소화약제의 종류는 매우 다양하나 현재는 Halon 1301, Halon 1211, Halon 2402가 가장 많이 사용되고 있다.

이들 소화약제는 1908년 증발성 액체인 사염화탄소(Halon 104)가 최초로 휴대용 소화기에 사용된 이래 발전을 거듭하여 1954년에는 유류화재와 전기화재에 사용할 목적으로 압축가스 소화기에 Halon 1301을 사용하였고, 1973년에는 Halon 1211을 사용한 소화기가 실용화되었으며 1974년에는 상온, 상압에서 액체인 Halon 2402를 사용한 소화기가 등장하게 되었다. 그러나 할론2402의 독성 때문에 소화기용으로는 사용하지 않는다.

이들 3가지 할로겐화합물 소화약제의 개략적인 물성을 살펴보면 <표 12>와 같다.

〈표 12〉 할로겐화합물 소화약제의 개략적인 물성

종류 / 특성	Halon 1301	Halon 1211	Halon 2402
분자식	CF3Br	CF2BrCl	C2F4Br2
분자량	148.9	165.4	259.8
비점(℃, 1atm)	−57.8	−3.4	47.3
빙점(℃)	−168.0	−160.5	−110.5
임계온도(℃)	67.0	153.8	214.5
임계압력(atm)	39.1	41.8	34.0
증발잠열(㎈/g, 비점)	28.4	32.3	25.0
액체점도(cP, 25℃)	0.16	0.34	0.72
액체비열(㎈/g · ℃, 25℃)	0.19	0.18	0.18
액체비중(20℃)	1.57	1.83	2.18
기체비중(공기=1)	5.1	5.7	9.0
상태(상온, 상압)	기체	기체	액체

제3절 소화 기구(extinguishing mechanism)

Halon의 소화 효과는 크게 물리적 효과와 화학적 효과로 나누어진다. 물리적 효과로는 기체 및 액상 Halon의 열흡수, 액상 Halon의 기화 등에 의한 냉각 효과와 공기 중의 산소 농도 저하에 따른 질식 효과가 있다. 그러나 이러한 물리적 효과는 화학적 효과에 비하면 매우 작은 편이다. Halon의 주된 소화 효과는 화학적 소화 효과로 이에 대한 소화 기구는 아직까지 정확하게 알려져 있지 않다.

현재까지 정설로 여기고 있는 Halon의 화학적 소화 기구는 다음과 같다. Halon이 연소의 연쇄 반응(chain reaction)을 차단시키거나 방해 또는 억제하는 반응 기구에는 자유활성기 이론(free radical theory)과 이온 이론(ionic theory)의 두 가지가 있는데 Halon 1301을 예로 설명하면 다음과 같다.

1. 자유활성기 이론(free radical theory)

① Halon은 화염 속에서 다음 식과 같이 열분해 되어 두 개의 활성기로 나누어진다.

$CF_3Br \rightarrow CF_3^* + Br^*$

② 분리된 Br*은 가연 물질(R-H)과 다음과 같이 반응한다.

(R - H) + Br* → R* + HBr

③ HBr은 반응 영역에서 활성화된 수산기(OH*)와 반응한다.

HBr + OH* → H2O + Br*

④ 활성화된 Br*은 다시 다른 가연 물질과 반응을 계속한다.

이상과 같은 반응을 통해 활성화된 H*, OH* 등이 활성을 잃게 되고 반응성이 적은 알킬 활성기(alkyl radical)가 남게 된다.

2. 이온 이론(ionic theory)

무제한적인 연소 공정 중에서 산소 분자들이 탄화수소 분자의 이온화에 의해 생성된 전자들을 포획하여 산소 이온으로 되는 단계가 있다.

Halon의 열분해에 의해 생성된 브롬 원자는 산소보다 단면이 커서 많은 전자를 포획한다. 이 결과 산소의 활성화에 필요한 전자가 부족하게 되어 연소의 연쇄 반응이 억제된다.

제4절 적응 화재

주로 유류화재(B급화재), 전기화재(C급화재)에 유효하며 밀폐된 장소에서 방출하는 전역 방출 방식의 경우는 일반화재(A급화재)에도 유효하다.

사용 가능한 소화 대상물은 다음과 같다.

① 기상, 액상의 인화성 물질

② 변압기, oil switch 등과 같은 전기 위험물

③ 가솔린 또는 다른 인화성 연료를 사용하는 기계

④ 종이, 목재, 섬유 같은 일반적인 가연물질

⑤ 위험성 고체

⑥ 컴퓨터실, 통신기기실, control room 등

⑦ 도서관, 자료실, 박물관 등

Halon은 사용 후에도 화재 현장을 오염시키지 않기 때문에 특히 통신기기실, 전자계산기실, 변전실 등 전기 기기가 있는 장소나 도서관, 자료실, 박물관 등에 적합하다. 또한 화학적 억제 효과에 의해 소화가 이루어지기 때문에 이산화탄소보다는 심부 화재에 더 효과적이다.

한편, 사용이 제한되는 소화 대상물은 다음과 같다.

① 셀룰로오스 질산염 등과 같은 자기 반응성 물질 또는 이들의 혼합물

② Na, K, Mg, Ti(티타늄), Zr(지르코늄), U(우라늄), Pu(플루토늄) 같은 반응성이 큰 금속

③ 금속의 수소 화합물(LiH, NaH, CaH_2, $LiAH_4$ 등)

④ 유기과산화물, 히드라진(N_2H_4)과 같이 스스로 발열 분해하는 화학제품

제5절 소화 농도

이산화탄소는 질식 효과에 의해 소화하기 때문에 소화에 필요한 농도가 매우 높은 편이나(소화에 필요한 CO_2의 설계 농도 : 34 ~ 75vol% 정도) Halon의 경우는 화학적 억제효과에 의해 소화하기 때문에 소화에 필요한 최소 농도는 CO_2 비해 상당히 작은 편이다.

불꽃 소화에 필요한 Halon의 실험적 최소 소화 농도(experimental threshold concentration)는 이황화탄소(CS2)나 수소를 제외하고는 개략적으로 10vol% 이하이다.

따라서 산소 결핍에 의한 질식의 위험은 아주 적다. 예를 들어 공기중의 Halon 농도를 10vol%로 하면 공기중의 산소 농도는 약 18.9vol% (21vol% × 0.9 = 18.9vol%)가 된다.

통상 가연물의 한계 산소 농도(MOC, Minimum Oxygen for Combustion)를 15vol% 이하로 본다면 산소 농도 저하에 의한 질식 위험은 없다고 볼 수 있다.

제6절 Halon의 오존층 파괴

할로겐화합물은 할로겐 원소의 독특한 특성 때문에 독성이 거의 없는 안정된 화합물을 형성한다. 이러한 장점 때문에 할로겐화합물은 냉매, 세정제, 발포제, 분사 추진제, 용제, 소화제 등으로 널리 사용되어 과학 기술의 발전에 크게 기여한 물질의 하나로 평가받고 있다. 그러나 1980년대 이후 일부 할로겐화합물이 오존층을 파괴하고 지구 온난화에 기여하는 온실 효과(green house effect) 물질로 판명되면서 지구 환경을 보호하려는 국제 협약에 의해 규제 받게 되었다.

이와 같은 협약 중 '오존층 파괴 물질에 대한 몬트리올 의정서(The Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer)'는 이미 발효 중이며 기후 변화 협약도 조만간 체결될 가능성이 높다.

1987년 9월 16일 캐나다 몬트리올에서 조인되어 1989년 1월 1일부터 발효된 몬트리올 의정서에는 오존층을 파괴하는 할로겐화합물로 알려진 CFCs (chlorofluorocarbons, 일반적으로 freon 가스라고도 함), Halon 소화약제, 사염화탄소, 메틸클로로포름 등을 대부분 금세기 내에 전폐하기로 하는 강제 규정과 이를 지키지 않을 경우에 대한 강력한 제재 조항이 포함되어 있다.

우리나라는 1992년 5월에 76번째로 몬트리올 의정서에 가입하여 활동하고 있다. 이 중 Halon 소화약제에 대한 생산량 규제 일정은 다음과 같다.

1. 선진국 : 1994년부터 생산금지
2. 개발도상국(우리나라)
   - 1993년 1월 1일 : 1986년 소비량으로 생산량 동결
     정부의 배정량 한도내에서 생산
     (한도 : CFC포함 0.3 OCP환산 kg/인)
   - 2002년 1월 1일 : 1995-1997년 평균생산량으로 동결
   - 2005년 1월 1일 : 1995-1997년 평균생산량의 50%
   - 2010년 1월 1일 : 생산금지

1992년 1월부터 1986년 수준으로 동결하고 1995년 1월부터는 1986년의 50% 수준으로 동결하며 2003년 이후부터는 사용을 금지하기로 되어 있다. 그러나 1992년 11월 23일 덴마크의 코펜하겐에서 열린 제4차 몬트리올 의정서에서는 현행 규제 일정이 오존층 파괴의 심각성에 비추어 볼 때 충분하지 못하다고 판단되어 규제 일정을 앞당기게 되었다.

선진국의 경우는 1994년 1월 1일부터 생산 및 사용을 완전 중단하기로 합의하였다. 단, 필수적인 경우는 예외로 하며 우리나라의 경우 개발도상국 조항을 적용 받아 규제 시기가 2010년부터 생산 및 소비가 중단될 예정이어서 지금까지 할론 소화 약제를 사용하여 화재의 위험으로부터 귀중한 인명과 재산을 보호하던 곳에서는 새로운 대응이 필요하게 되었으며 이를 계기로 연구 개발되어진 하론 대체 소화약제가 청정소화약제이다.

제7절 청정 소화약제

1. 개 요

Halon은 인체에 미치는 독성이 적고 소화 후에 잔류물을 남기지 않으며 B급화재나 C급화재에 우수한 소화성능을 갖고 있는 소화약제이다. 그러나 1985년 오존층 보호를 위한 빈협약과 1987년 오존층을 파괴하는 물질에 관한 몬트리올 의정서에 의해 선진국에서는 1994년부터 이의 생산을 감축하기로 하여 지금까지 Halon 소화 약제를 사용하여 화재의 위험으로부터 귀중한 인명과 재산을 보호하던 곳에서는 이에 대한 대응이 시급하게 되었다.

Halon을 대체하기 위한 가장 바람직한 방법은 새로운 대체 소화 약제를 개발하여 사용하는 것이다.

Halon의 대체물질 개발연구는 1980년대 중반부터 계속되어 지금까지 몇 가지 후보물질이 선정되어 생산되고 있다.

"청정소화약제"란 할로겐화합물(할론 1301, 할론 2402, 할론 1211 제외) 및 불활성기체로서 전기적으로 비전도성이며, 휘발성이 있거나 증발 후 잔여물을 남기지 않는 소화 약제를 말한다.

2. 소화성능

Halon소화약제의 소화성능을 실험실에서 측정하는 표준화된 방법은 아직 없다. 소화성능이란 말은 절대적 소화성능과 상대적 소화성능 등 크게 두 가지로 나누어진다. 절대적 소화성능이란 어떤 소화약제나 소화시스템이 한 특정화재를 소화할 수 있는지의 여부를 뜻하는 것이고 상대적 소화성능이란 기준이 되는 소화약제나 소화시스템에 비해 상대적으로 소화효율이 높은지 또한 낮은지를 나타내는 말이다.

절대적 소화성능을 측정하는 것은 실질적으로 매우 어렵기 때문에 어떤 소화약제의 소화성능을 측정하기 위해서는 대개 상대적 소화성능을 측정한다.

상대적 소화성능을 측정하는 실험실적 방법으로는 두 가지 방법이 있는데 하나는 공기와 연료가 섞여있는 가연성 혼합물을 불연성 혼합물로 만드는 데 필요한 소화약제의 양을 측정하는 불활성소화법(Inerting fire Test)이고 또 다른 하나는 불꽃에 소화약제가 확산되어 불을 끄는데 필요한 소화약제의 농도를 측정하는 불꽃 소화방법(Flame Extinguishment Test)이다. 이중 현재 가장 많이 사용되는 소화성능 측정법은 시험장치가 간단하고 조작이 간편하며 소화 약제 사용량이 적은 불꽃 소화방법으로, Halon의 최소소화농도가 작을수록 우수한 소화성능을 갖고 있다.

n-Heptane을 연료로 사용한 불꽃 소화방법으로 Halon의 최소소화농도가 Halon 1301이 3.5%, Halon 1211 3.8%, Halon 2402가 2.1%이다. 따라서 Halon 대체소화약제의 소화성능도 이와 유사한 낮은 값을 가져야 인간의 질식위험 없이 소화에 사용될 수 있다.

3. Halon 대체 소화약제의 종류

몬트리올 의정서에 의해 할론의 규제가 시작된 1987년부터 본격적으로 할론 대체 소화약제의 개발연구가 시작되었으나 아직까지 확실하게 부각된 물질은 없고 다만 여러 물질군의 유력한 후보물질이 선정되어 성능평가가 활발히 이루어지고 있다.

이 할론 대체물질로는 제1세대 대체물질과 제2세대 대체물질 등 크게 두 가지로 구분되어 개발되고 있다. 제1세대 할론대체물질은 기존 할론보다 오존파괴능력이 작지만 약간은 파괴능력이 있는 물질이거나 소화성능이 떨어지는 물질들로 HBFC-22bl, FC-3-1-10, HCFC-123, HCFC-124, HFC-23, HFC-227ea, HFC-236fa 등이 이에 해당된다. 제2세대 할론 대체 물질로서는 현재 FIC- 13I1 등이 개발 된 상태다.

청정소화약제는 불소·염소·브롬·요오드 중 하나 이상 원소를 포함하고 있는 유기화합물을 기본 성분으로 하는 "할로겐화합물 청정소화약제"와 헬륨·네온·아르곤·질소 중 하나 이상의 원소를 기본 성분으로 하는 "불활성가스 청정소화약제"로 구분된다.

지금까지 개발된 청정 소화약제 중에서 여러 가지 면에서 인정된 청정 소화약제는 <표 13, 14>와 같다(청정소화약제소화설비의 화재안전기준).

〈표 13〉 할로겐화합물 청정소화약제의 종류

Freon Name	상 품 명	화 학 식
FC - 3 - 1 - 10	PFC - 410	C_4F_{10}(Perfluorobutane)
HCFC BLEND A	NAF S - Ⅲ	$CHCl_2CF_3$ (HCFC-123) : 4.75 wt%
		$CHClF_2$ (HCFC-22) : 82 wt%
		$CHClFCF_3$ (HCFC-124) : 9.5 wt%
		$C_{10}H_{16}$: 3.75 wt%
HCFC - 124	FE - 241	$CHClFCF_3$ (Chlorotetrafluoroethane)
HFC - 125	FE - 25	CHF_2CF_3 (Pentafluoroethane)
HFC - 227ea	FM - 200	CF_3CHFCF_3 (Heptafluoropropane)
HFC - 23	FE - 13	CHF_3 (Trifluoromethane)
HFC - 236fa	FE - 36	$CF_3CH_2CF_3$
FIC - 13I1	Triodide	CF_3I
FK-5-1-12		

〈표 14〉 불활성가스 청정소화약제의 종류

Freon N	상 품 명	화 학 식(성분)
IG - 01	Argotec	Ar (Argon)
IG - 100	NN100	N_2 (Nitrogen)
IG - 541	Inergen	N_2 (Nitrogen) : 52% Ar (Argon) : 40% CO_2 (Carbon dioxide) : 8%
IG - 55	Argonite	N_2 (Nitrogen) : 50% Ar (Argon) : 50%

4. 특 성

가. FC-2-1-8 (플루오르프로판)

FC계 물질은 탄소원자에 접한 모든 물질이 불소인 물질을 총칭하는 것으로 미국 3M사가 소화약제로 개발하여 발표하였다. 이 FC계 물질은 깨끗하고, 안정되고, 독성이 없고, 불활성이며, 비전도성이고, ODP(오존층 파괴지수)가 0이다.

FC-2-1-8은 끓는점이 -36.7℃로 전역방출방식의 소화약제로 적합하나 heptane 불꽃의 소화농도가 7.3vol%로 같은 FC계열의 FC-3-1-10의 5.0-5.9vol% 보다 떨어진다. 다만 FC계 대체물질은 다른 대체물질에 비해 대기 중 수명이 길어 지구온난화에 미치는 영향이 크기 때문에 SNAP Program에서는 다른 대체물질이 없는 제한된 용도에서만 사용이 허용되고 있다.

나. FC-3-1-10 (플루오르부탄)

화학식은 C_4F_{10}이고 끓는점이 -2.2℃로 전역방출방식에 사용되며 소화농도가 5.0 - 5.9vol%로 비교적 소화성능도 우수하다. 또한 NOAEL(No Observed Adverse Effect Level : 심장의 역반응이 나타나지 않는 최고 농도)이 40vol%로 소화농도보다 훨씬 높기 때문에 거실에서도 사용할 수 있는 장점이 있다. 같은 화재에 대해 FC-3-1-10은 할론1301에 비해 무게비로 약 2배의 양을 사용해야 소화된다. 현재 이 FC-3-1-10은 SNAP 프로그램은 물론 NFPA 2001에 등재되어 있으며 UL에서는 소화약제 및 소방설비의 Pre-engineered System에 대한 인정을 받은 상태이다.

다. HCFC BLEND A(하이드로클로로 플루오르카본 혼합제)

HCFC BLEND A는 HCFC-123, HCFC-22, HCFC-124와 C10H16의 혼합물로 이루어진 소화약제로서 캐나다에서 개발하였다. 이 소화약제는 ODP가 0.044이고 대기 중에서의 잔존수명이 7년인 할론1301의 대체물질이다. 소화농도가 7.2vol%이고, LC50이 64vol%, NOAEL이 10vol%로 사람이 있는 거실에서 사용이 가능하다. 이 물질은 SNAP program, NFPA 2001, UL Canada에 등재되어 있으며 현재 생산하여 판매되고 있다. 이 소화약제의 HCFC물질은 오존층보호를 위한 몬트리올의정서에서 경과물질로 규정되어 있어 2030년에는 생산이 금지된다.

라. HCFC-124 (클로로테트라 플루오르에탄)

HCFC-124는 HCFC계 물질로 끓는점이 -11.0℃이며 전역방출방식 및 휴대용 소화약제의 후보물질이다. HCFC-124는 미국 Du Pont사에서 F E-241이라는 상품명으로 판매되고 있다. n-heptane 불꽃의 소화농도는 6.4 ~ 8.2vol%이고 독성은 LC50이 23 ~ 29vol%, NOAEL이 1.0vol%, LOAEL(Lowest Observed Adverse Effect Level: 심장의 역반응이 나타나는 최저 농도)이 2.5vol% 이다. 할론1301과 비교할 때 무게비로 1.6배 부피비로 2.3배를 투입하여야 효과적으로 소화할 수 있다.

마. HFC-125 (펜타플루오르에탄)

이 물질도 미국의 Du Pont사가 FE-25라는 상품명으로 개발한 전역방출방식용의 할론 대체 소화약제이다. HFC-125는 할론1301과 아주 유사한 물성을 지니고 있다. 다만 밀도는 1.249g/ml로 할론1301의 1.548g/ml보다 낮고 임계온도도 비교적 낮기 때문에 용기에 대한 소화약제의 저장비율이 약간 떨어진다. 불꽃의 소화농도는 8.1 ~ 9.4vol%로 할론1301에 비해 높으며 증발잠열은 27.1cal/g으로 할론1301의 19.7cal/g에 비해 훨씬 크므로 완전히 기화시켜 배출하는데 어려움이 있다. NOAEL은 7.5%, LOAEL은 10.0%이고 인 LC50은 70%이상으로 독성이 비교적 적다. 그러나 NOAEL은 소화농도보다 낮기 때문에 거실에서는 사용할 수 없다. HFC-125는 안정성이 뛰어나기 때문에 대부분의 금속과 고무 등에 상용성이 있다. HFC-125는 기존의 할론에 비해 소화성능이 현저히 떨어지기 때문에 궁극적인 대체물질은 아니다. 이 물질은 기존의 전역방출방식 시설을 약간 보완만 하면 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 다만 설계농도를 약12vol%로 유지해야 하므로 더 큰 저장용기가 필요하다.

바. HFC-227ea(헵타플루오르프로판)

미국의 Great Lakes Chemical사가 FM-200이라는 상품명으로 개발한 소화약제로 ODP가 0이며 끓는점이 -16.4℃로 전역방출방식에 적합하다. 이 소화약제의 불꽃 소화농도는 5.8 ~ 6.6vol%로 비교적 소화성능이 우수한 편이다. 독성은 NOAEL이 9.0vol%, LC50이 80vol%이상으로 낮아 사람이 있는 곳의 전역방출방식으로 사용이 가능하다. 현재 SNAP program, NFPA 2001, UL 및 FMRC의 Engineered System 및 Pre-ngi neered System에서 전역방출방식으로 인증을 취득하였고 휴대용 소화기로는 SNAP program에서 심사 중이다. 소화능력, ODP, GWP, 독성 등을 종합적으로 판단할 때 현재 개발된 HFC계 소화약제 중에서는 가장 우수한 것으로 판단되지만 가격이 약간 높은 것이 단점이다.

사. HFC-23(트리플루오르메탄)

FC에 수소가 첨가된 HFC계의 대체물질로 대기 중 수명이 FC에 비해 줄어들어 GWP도 작도록 개발된 물질이다. HFC계 물질은 브롬과 염소도 함유하지 않아 ODP가 0이며 독성도 낮다. 다만 이 물질의 단점은 브롬이 함유되지 않아 화학적 소화성능은 없고 물리적 소화성능만 발휘하기 때문에 소화성능이 기존의 할론에 미치지 못하는 점이다. HFC-23은 미국의 Du Pont사가 FE-13이라는 상품명으로 개발한 전역방출방식용의 할론대체 소화약제이다. 이 물질은 처음에 화학중간원료, 냉매 등으로 사용되어왔다. LC50은 65vol%이상이고 NOAEL도 50vol%이어서 독성이 낮다. 반면에 불꽃소화농도는 12.0 ~ 12.7vol%로 할론1301소화성능의 1/4정도이다. HFC- 23은 증기압이 높고 밀도가 낮기 때문에 기존 할론1301 시스템을 사용할 수 없고, 다만 HFC-23의 증기압이 이산화탄소와 비슷하고 밀도는 더 커서 이산화탄소의 대체물질로는 매우 유망하다. 따라서 이산화탄소에 비해 낮은 소화농도, 낮은 독성 및 기존의 장치를 이용할 수 있다는 점이 매우 매력적인 장점이다. HFC-23은 임계온도가 25.9℃로 낮기 때문에 사용할 때 주의가 필요하다.

아. HFC-236fa(헥사플루오로프로판)

미국의 Du Pont사가 FE-36 이라는 상품명으로 개발한 소화약제로서 화학식은 CF3CH2CF3로 FE에 수소가 첨가된 HFC계의 대체물질로 HFC계 물질은 브롬과 염소를 함유하지 않아 ODP가 0이며 독성도 낮은 편이다.

자. FIC-13I1(트리플루오로이오다이드)

미국의 NMERI(New Mexico Engineering Research Institute)에서 개발한 소화약제로서 CF3I는 할론-1301의 분자구조 중 브롬원자를 요오드 원자로 대치한 형태이며 대기 중 수명이 1.15일에 불과하고 GWP가 1이하, 계산상 ODP가 0.008이하로 추정된다. CF_3I의 장점은 이 소화약제가 물리적 소화성능 뿐만 아니라 화학적 소화성능을 지니고 있는 점이다. 따라서 이 소화약제의 소화농도는 3.1%로 매우 우수하다.

다만 이 물질의 NOAEL이 0.2%, LOAEL이 0.4%로 나타나 사람이 존재하는 곳에서는 사용이 곤란하다. 이 약제는 사람이 없는 지역에서 SNAP program에 등재되었고 휴대용으로는 심사가 진행 중이며 앞으로 폭발방지용 약제로도 유력한 대체물질이다. 이 소화약제의 단점은 가격이 비싼 요오드를 함유하고 있는 점이다.

차. IG-541(불연성 · 불활성기체 혼합가스)

IG-541은 질소 52%, 아르곤 40%, 이산화탄소 8%로 이루어진 혼합소화약제로 A급 및 B급 화재의 소화에 적합하다. 이 소화약제는 할론이나 분말소화제와 같이 화학적 소화특성을 지니고 있는 것은 아니고 주로 밀폐된 공간에서 산소농도를 낮추는 것에 의해 소화한다. 이 소화제의 장점은 소화성능을 발휘할 수 있는 약제의 농도에서도 사람의 호흡에 문제가 없으므로 사람이 있는 곳에서도 사용할 수 있다는 점이다.

카. IG-01 · IG-55 · IG-100(불연성 · 불활성기체혼합가스)

IG-01은 아르곤이 99.9vol%이상, IG-55는 질소가 50vol%, 아르곤이 50vol%인 성분으로 되어 있으며 IG-100은 질소가 99.9vol% 이상 이다.

불연성 · 불활성기체 혼합가스 소화약제로서 대기 잔존지수와 GWP가 0이며 ODP도 0이다. 이들 소화약제는 할론이나 분말소화제와 같이 화학적 소화특성을 지니고 있는 것은 아니고 주로 밀폐된 공간에서 산소농도를 낮추는 것에 의해 소화한다.

〈표 15〉 주요 청정소화약제의 물성 및 소화성능

Freon No 및 소화약제	상품명	분자량	끓는점 (℃)	밀도 (g/㎥)	증기압 (bar)	불꽃소화 농도(%) (n-헵탄)
PFC-2-1-8	PFC-308	188.0	-36.7	1.352	8.8	7.3
PFC-3-1-10	PFC-410	238.0	-2.2	1.517	2.90	5.0 ~ 5.9
HCFC Blend A	NAF S-Ⅲ	92.9	-38.3	1.20	9.48	7.2
HCFC-124	FE-241	136.5	-11.0	1.364	3.86	6.4 ~ 8.2
HFC-125	FE-25	120.0	-48.5	1.249	13.71	8.1 ~ 9.4
HFC-227ea	FM-200	170.0	-16.4	1.403 (21.1℃)	4.58	5.8 ~ 6.6
HFC-23	FE-13	70.0	-82.1	0.67	47.29	12.0 ~ 12.7
FIC-13I1	Triodide	195.1	-22.5	2.096	5.33	3.1
IG-01	Argotec	40.0		0.001661		37.5
IG-100	NN100	28.0		0.001165		33.6
IG-541	Inergen	34.3		0.001434		29.1
IG-55	Argonite	34.0		0.001412		32.3

5. 독 성

가. 주요 청정소화약제의 환경영향성

Freon No 및 소화약제	대기중 수명(Yr)	100 yr GWP	ODP
FC-2-1-8	3,200	6,100	0
FC-3-1-10	2,600	5,500	0
HCFC Blend A	16	1,600	0.044
HFC-125	41	3,400	0
HFC-227ea	35	2,900	0
HFC-23	300 ~ 400	9,000	0
FIC-13I1	1.15days	1	0.008 ~ 0.01
IG-541	무시해도 됨	0	0
IG-55	〃	0	0
IG-01	〃	0	0
IG-100	〃	0	0
※ Halon-1301	107	4,900	14.1

* 100 yr GWP : 100년 동안 지구 온난화지수

나. GWP

할론은 분자내 C-CL, C-F, C-Br 결합에 의해 파장 8-13 μm부근의 적외선을 강력히 흡수하기 때문에 대기중에서 온실효과를 내는 물질이며 이밖에도 이산화탄소, 수증기, 오존, 메탄, 이산화질소, CCL4 등 50여종 이상이 온실효과 물질로 알려져 있다. 일정무게의 CO2가 대기중에 방출되어 지구온난화에 기여하는 정도를 1로 정하였을 때 같은 무게의 어떤 물질이 기여하는 정도를 GWP (Global warming potential, 지구온난화지수)로 나타내며 다음 식으로 정의된다.

$$\text{* GWP(지구온난화지수)} = \frac{\text{물질 1㎏이 기여하는 온난화 정도}}{\text{CFC-11 1㎏이 기여하는 온난화 정도}}$$

다. ODP

우수한 소화제였던 할론이 생산금지되는 이유가 오존층을 보호하기 위한 것이기 때문에 새로 개발되는 대체 소화제는 필히 오존층을 파괴하지 않아야 한다.

따라서 대체물질의 오존파괴능력을 상대적으로 나타내는 지표가 정의되었는데 이를 ODP (Ozone Depletion Potential, 오존파괴지수)라 한다. 이 ODP는 기준물질로 CFC-11(CFCL3)의 ODP를 1로 정하고 상대적으로 어떤 물질의 대기권에서의 수명, 물질의 단위질량당 염소나 브롬질량의 비, 활성염소와 브롬의 오존파괴능력 등을 고려하여 물질의 ODP가 정해지는데 계산식은 다음과 같다.

$$\text{* ODP(오존파괴지수)} = \frac{\text{어떤 물질 1kg이 파괴하는 오존량}}{\text{CFC-11 1kg이 파괴하는 오존량}}$$

라. 독성 검토

할론소화제가 사용되기 직전까지 잔사가 없는 소화제로 이용되고 있던 CCl_4, CH_3Br, CH_2CLBr가 라론소화제로 대체된 이유는 이 물질들이 독성이 있기 때문이다. 할론 1301은 지금 사용되고 있는 할론소화제중 가장 독성이 적은 물질로 15분간 노출시킬 경우의 치사농도가 83.2%이다. 이에 비해 할론1211은 32.4%, 할론2402는 12.5%, CCl_4는 2.8%로 독성이 크다. 일반적으로 건물의 전역방출방식용 할론1301 대체소화제는 밀폐된 실내에서 사용해야 하므로 독성이 낮아야 하며 휴대용 소화제인 할론1211의 대체소화제는 개방된 대기중에서 사용되므로 상대적으로 독성이 약간 높아도 무방하다. 할론대체소화제의 흡입독성은 일반적으로 ALC, NOAEL, LOAEL, LC50 로 평가되며 다음과 같이 정의된다.

* ALC(Approximate Lethal Concentration)
  : 실험용쥐의 1/2이 15분 이내에 사망하는 농도로 ALC값이 클수록 물질의 독성이 낮다
* NOAEL(No Observed Adverse Effect Level)
  : 농도를 증가시킬 때 아무런 악영향도 감지할 수 없는 최대농도
* LOAEL(Lowest Observed Adverse Effect Level)
  : 농도를 감소시킬 때 악영향을 감지할 수 있는 최소농도
* LC50(50% Lethal Concentation) : 반수(半數) 치사농도(ppm)

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제6장 분말 소화약제

제1절 개 요

고체 물질의 미세한 분말은 정도의 차이는 있으나 소화 능력을 가지고 있으며, 분말이 미세하면 미세할수록 이 능력은 커진다. 이러한 특성을 이용한 것이 분말 소화약제이다.

분말 소화약제는 탄산수소나트륨, 탄산수소칼륨, 제1인산암모늄 등의 물질을 미세한 분말로 만들어 유동성을 높인 후 이를 가스압(주로 N_2, 또는 CO_2의 압력)으로 분출 시켜 소화하는 약제이다.

사용되는 분말의 입도는 10 ~ 70㎛ 범위이며 최적의 소화효과를 나타내는 입도는 20 ~ 25㎛이다.

분말 소화약제는 습기와 반응하여 고화되기 때문에 이를 방지하기 위하여 금속의 스테아린산염이나 실리콘 수지 등(현재는 대부분 실리콘 수지를 사용한다.)으로 방습 가공을 해야 한다.

분말 소화 설비는 가압 가스의 충전 상태에 따라 축압식과 가압식으로 구분된다. 축압식은 약제 저장 탱크에 분말 소화약제를 충전한 후 가압용 가스를 함께 충전한 방식이고 가압식은 약제 저장 탱크와는 별도로 가압용 가스용기를 설치하여 이를 약제 저장 탱크에 주입시켜 약제를 외부로 방출시키는 방식이다.

이 약제의 주된 소화 효과는 분말 운무에 의한 방사열의 차단 효과, 부촉매 효과, 발생한 불연성 가스에 의한 질식 효과 등으로 가연성 액체의 표면 화재에 매우 효과적이다. 또한 분말이 비전도체이기 때문에 전기화재에도 효과가 있다. 일반적으로 유류화재와 전기화재에 효과적이나 제3종 분말 소화약제의 경우는 유류화재, 전기화재는 물론 일반화재에도 효과가 있다.

제2절 종류 및 특성

분말 소화약제는 적응 화재에 따라 크게 두 가지로 분류한다. 즉 유류화재(B급화재)나 전기화재(C급화재)에 사용하는 BC 분말과, B·C급화재는 물론이고 일반화재(A급화재)에도 사용할 수 있는 ABC 분말로 나누어진다.

BC 분말에는 제1종 분말(탄산수소나트륨을 주성분으로 한 분말), 제2종 분말(탄산수소칼륨을 주성분으로 한 분말), 제4종 분말(탄산수소칼륨과 요소가 반응한 분말)이 있으며, ABC 분말에는 제3종 분말(인산염을 주성분으로 한 분말)이 있다. 이외에도 특수 용도의 CDC(Compatible Dry Chemical) 분말과 금속화재용 분말이 있다.

〈표 16〉 분말 소화약제의 종류 및 특성

종별	주 성 분	분자식	색상	적응화재
제1종 분말	탄산수소나트륨 (Sodium bicarbonate)	$NaHCO_3$	백색	B급, C급
제2종 분말	탄산수소칼륨 (Potasium bicarbonate)	$KHCO_3$	담회색	B급, C급
제3종 분말	제1인산암모늄 (Monoammonium phosphate)	$NH_4H_2PO_4$	담홍색 (또는 황색)	A급, B급, C급
제4종 분말	탄산수소칼륨과 요소와의 반응물 (Urea-based potassium bicarbonate)	$KC_2N_2H_3O_3$	회색	B급, C급

〈표 17〉 분말 소화약제 주성분의 성상

성분 / 항목	탄산수소나트륨	탄산수소칼륨	제1인산암모늄
분 자 식	$NaHCO_3$	$KHCO_3$	$NH_4H_2PO_4$
별 칭	중탄산나트륨, 중탄산소다(중조)	중탄산칼륨	인산이수소암모늄, 인산일암모늄
형 태	무색 결정(단사정계)	무색 결정(단사정계)	무색 결정(정방정계)
용해도(물)	8.8g/100g(15℃)	36.1g/100g(26℃)	22.7g/100g(0℃)
비 중	2.21	2.17	1.80

1. 제1종 분말 소화약제

가. 개요

탄산수소나트륨($NaHCO_3$)을 주성분으로 하고 이들이 습기에 의해 고화되는 현상을 막기 위해 금속의 스테아린산염이나 실리콘 수지로 표면 처리(방습처리)하고 분말의 유동성을 높여 주기 위하여 탄산마그네슘($MgCO_3$), 인산삼칼슘($Ca_3(PO_4)_2$) 등의 분산제를 첨가한 약제로 백색으로 착색되어 있다.

나. 소화 효과

초기에 이 약제의 소화 효과는

① 주성분인 탄산수소나트륨이 열분해 될 때 발생하는 이산화탄소와 수증기에 의한 질식 효과,

② 열 분해시의 흡열 반응에 의한 냉각 효과,

③ 분말 운무에 의한 열방사의 차단 효과에 의한 것이라고 생각했었다.
그러나 이 약제의 강력한 소화 능력을 생각하면 이상의 효과보다

④ 연소 시 생성된 활성기가 분말의 표면에 흡착되거나, 탄산수소나트륨의 Na+이온에 의해 안정화되어 연쇄 반응이 차단되는 효과가 큰 영향을 미치는 것으로 이해되고 있다.
탄산수소나트륨은 약 60℃ 부근에서 분해되기 시작하여 270℃와 850℃ 이상에서 다음과 같이 열분해 된다.

270℃에서 $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 - Q$ ㎉

850℃에서 $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2O + H_2O + 2CO_2 - Q$ ㎉

특히, 이 약제는 가연성 액체 중에서도 일반적인 요리용 기름이나 지방질 기름의 화재 시에 이들 물질과 결합하여 에스테르가 알칼리의 작용으로 가수 분해되어 알코올과 산의 알칼리염이 되는 반응인 비누화(saponification)반응을 일으킨다. 이때 생성된 비누 상 물질은 가연성 액체의 표면을 덮어서 질식소화 효과와 재 발화 억제 효과를 나타낸다.

초기의 분말 소화약제의 입자는 거칠었으나 현재는 가스압으로 방출하기 때문에 유동성을 높이기 위하여 어느 정도 세분화하고 있다. 또한, 입자의 세분화는 입자의 표면적을 크게 하여 화염과 접촉하는 면적을 크게 하기 때문에 반응이 촉진되어 소화 효과를 향상시킨다.

이 약제는 유류화재 및 전기화재에는 유효하나 일반화재에는 일반적으로 잘 사용되지 않는다(일반 가연물의 표면 화재에는 일시적인 소화 효과가 있음).

2. 제2종 분말 소화약제

가. 개요

주성분이 탄산수소칼륨($KHCO_3$)으로 바뀐 것 이외에는 제1종 분말 소화약제와 거의 동일하다. 제1종에 비하여 소화 효과는 우수한 편이다.

탄산수소칼륨의 개략적인 성상은 <표 15>와 같으며 약제는 담회색으로 착색되어 있다.

나. 소화 효과

소화 효과는 제1종 분말 소화약제와 거의 비슷하나 소화 능력은 제1종 분말 소화약제보다 우수하다(소화에 필요한 약제량으로 계산할 때 약 2배 정도 우수). 그러나 이 약제는 요리용 기름이나 지방질 기름과 비누화 반응을 일으키지 않기 때문에 이 경우에는 제1종 분말 소화약제보다 소화력이 떨어진다.

제2종 분말 소화약제가 제1종 분말 소화약제보다 소화 능력이 우수한 이유는 칼륨(K)이 나트륨(Na)보다 반응성이 더 크기 때문이다. 즉, 칼륨 이온(K+)이 나트륨 이온(Na+)보다 화학적 소화 효과(부촉매 효과)가 크다. 알칼리 금속에서 화학적 소화 효과는 원자 번호에 의해 Cs > Rb > K > Na > Li의 순서대로 커진다. 이러한 시각에서 보면 칼륨보다 원자 번호가 더 큰 루비듐(Rb), 세슘(Cs)은 더 큰 소화 능력을 가지고 있음을 알 수 있으나 고가이기 때문에 실용화는 어려운 실정이다.

탄산수소나트륨 계열의 것은 불꽃과 만나면 황색의 빛을 내는 반면, 탄산수소칼륨 계열의 것은 자주색의 빛을 내기 때문에 일명 purple K(미국 Ansul사의 상품명)라고도 부른다.

이 약제 역시 유류화재 및 전기화재에는 유효하나 일반화재에는 일반적으로 잘 사용되지 않는다. 소화 효과는 제1종 분말 소화약제와 거의 비슷하다.

탄산수소칼륨의 열분해 반응식은 다음과 같다.

$2KHCO_3 \rightarrow K_2CO_3 + CO_2 + H_2O - Q$ ㎉

$2KHCO_3 \rightarrow K_2O + CO_2 + H2O - Q$ ㎉ (890℃ 이상)

3. 제3종 분말 소화약제

가. 개 요

분말 소화약제는 불꽃 연소에는 대단한 소화력을 발휘하지만 작열 연소의 소화에는 그다지 큰 소화력을 발휘하지 못하는 단점이 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해서 만들어진 약제가 제3종 분말 소화약제이다. A급, B급, C급의 어떤 화재에도 사용할 수 있기 때문에 일명 ABC 분말 소화약제라고도 부른다.

주성분은 알칼리성의 제1인산암모늄($NH_4H_2PO_4$) (중탄산칼륨과 중탄산나트륨은 산성염)이며, 이의 개략적인 성상은 <표 15>와 같으며 약제는 담홍색으로 착색되어 있다.

제1인산암모늄에 대하여 좀 더 자세히 알아보면 다음과 같다.

인산은 물과의 결합 정도에 따라 메타인산, 파이로인산, 오쏘인산의 3가지로 나누어진다. 이것을 수화(水和)된 정도에 따라 구별해 보면 다음과 같다.

$P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$ (메타-인산)
$P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$ (파이로-인산)
$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ (인산 또는 오쏘-인산)

수화된 정도가 낮을수록 고온에서 안정하며 이 중에서 수화의 정도가 가장 낮은 메타인산(HPO_3)은 유리와 같이 용융하나 잘 융해되지 않는 물질이다. 수화의 정도가 가장 높은 오르쏘인산(H_3PO_4)은 상온에서 가장 안정된 구조를 가지고 있으며, 세 개의 수소원자와 결합하는 암모니아의 수에 따라 다음과 같은 세 종류의 인산 암모늄이 생성된다.

$H_3PO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4H_2PO_4$ (제1인산암모늄)
$H_3PO_4 + 2NH_3 \rightarrow (NH_4)2HPO_4$ (제2인산암모늄)
$H_3PO_4 + 3NH_3 \rightarrow (NH_4)3PO_4$ (제3인산암모늄)

나. 소화 효과

소화 효과는

① 열분해시 흡열 반응에 의한 냉각 효과,

② 열분해시 발생되는 불연성 가스(NH_3, H_2O 등)에 의한 질식 효과,

③ 반응 과정에서 생성된 메타-인산(HPO_3)의 방진 효과,

④ 열분해시 유리된 NH4+와 분말 표면의 흡착에 의한 부촉매 효과,

⑤ 분말 운무에 의한 열방사의 차단 효과,

⑥ 오쏘-인산에 의한 섬유소의 탈수·탄화 작용 등이다.

제1인산암모늄은 열에 불안정하며 150℃ 정도에서 열분해가 시작된다.

열분해 반응식은 다음과 같다.

190℃에서 $NH_4H_2PO_4 \rightarrow H_3PO_4$ (오쏘-인산) + NH_3

215℃에서 2H3PO4 → H4P2O7 (파이로-인산) + H_2O

300℃이상에서 $H_4P_2O_7 \rightarrow 2HPO_3$ (메타-인산) + H_2O

250℃이상에서 $2HPO_3 \rightarrow P_2O_5$ (오산화인) + H_2O

제3종 분말 소화약제는 다른 분말 소화약제와 달리 A급 화재에도 적용할 수 있으며 그 이유는 다음과 같다.

① 제1인산암모늄이 열분해 될 때 생성되는 오쏘-인산이 목재, 섬유, 종이 등을 구성하고 있는 섬유소를 탈수 탄화시켜 난연성의 탄소와 물로 변화시키기 때문에 연소 반응이 중단된다.

② 섬유소를 탈수·탄화시킨 오쏘-인산은 다시 고온에서 위의 반응식과 같이 열분해 되어 최종적으로 가장 안정된 유리상의 메타-인산(HPO_3)이 된다. 이 메타인산은 가연물의 표면에 유리상의 피막을 형성하여 연소에 필요한 산소의 유입을 차단하기 때문에 연소가 중단된다.

따라서 일반 가연물의 불꽃 연소는 물론 작열 연소에도 효과가 있으며 한번 소화된 목재 등은 불꽃을 가까이 해도 쉽게 재 착화 되지 않는다. 그러나 제2종과 마찬가지로 요리용 기름이나 지방질 기름과는 비누화 반응을 일으키지 않기 때문에 이들의 화재에는 사용되지 않는다.

우리나라에서는 차고나 주차장에 설치하는 분말 소화 설비의 소화약제는 제3종 분말을 사용하도록 규정하고 있다. 이 약제는 앞에서 설명한 것처럼 A급, B급, C급의 어느 화재에도 사용할 수 있다. 따라서 현재 생산되고 있는 분말 소화약제의 대부분이 제3종이라 해도 과언은 아닐 것이다.

4. 제4종 분말 소화약제

제2종 분말을 개량한 것으로 탄산수소칼륨($KHCO_3$)과 요소($CO(NH_2)_2$)와의 반응물($KC_2N_2H_3O_3$)을 주성분으로 하며, 약제는 회색으로 착색되어 있다.

성분이 동일한 분말 소화약제는 입자가 작아지면 작아질수록 소화 효과는 커진다. 그러나 입자가 너무 작아지면 같은 가스 압력에서 방사 도달 거리가 짧아지고, 비표면적이 증가하여 방습 가공이 곤란해지는 단점도 있다. 따라서 방사 시까지는 입자가 어느 정도의 크기로 유지되어 있다가 방사 후 분말이 화염과 접촉되면서 입자가 미세하게 분리된다면 위와 같은 단점을 보완할 수 있을 것이다. 이와 같은 개념을 가지고 영국의 ICI사에서 만든 모넥스(상품명)가 탄산수소칼륨과 요소와의 반응물이다.

이것은 단독으로도 소화력이 큰 탄산수소칼륨에 요소를 결합시킨 것으로 입자는 보통 크기이지만 이것이 화염과 만나면 산탄처럼 미세한 입자가 분해되어서 커다란 비표면적을 갖기 때문에 큰 소화력을 발휘하게 된다.

이 약제의 소화력은 분말 소화약제 중 가장 우수하다. 특히, B급, C급 화재에는 소화 효과가 우수하나 A급 화재에는 별 효과가 없다.

5. CDC(Compatible Dry Chemical)

CDC는 포와 함께 사용할 수 있는 분말 소화 약제를 의미한다.

분말 소화약제는 빠른 소화 능력을 갖고 있으나 유류화재 등에 사용되는 경우는 소화 후 재 착화의 위험성이 있다. 반면, 포 소화약제는 소화에 걸리는 시간은 길지만 소화 후 장시간에 걸쳐 포가 유면을 덮고 있기 때문에 재 착화의 위험은 아주 적다. 따라서 이들의 장점만을 살리기 위하여 두 가지 약제를 함께 사용하는 방법(먼저 분말 소화약제를 사용하여 빠른 시간 내에 화염을 제거하고 이어서 포를 방사하여 재 착화를 방지하는 방법)을 생각하게 되었으나 분말 소화약제의 소포성(消泡性) 때문에 실현되기 어려웠다. 이에 소포성이 없는 분말 소화약제인 CDC(Compatible Dry Chemical)가 개발되게 되었다.

초기의 CDC는 탄산수소나트륨을 주제로 하였으나 방습 처리제로 사용되는 스테아린산 마그네슘 등의 금속 비누가 소포 작용을 일으키기 때문에 이를 방지하기 위하여 활석(talc, $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$) 등을 사용하여 방습 처리했다. 그 후 탄산수소칼륨을 주성분으로 한 제품이 제조되어 성능은 조금 향상되었으나 소화 활동상의 요구를 만족할 만한 성능은 나타내지 못했다. 따라서 어떤 분말 소화약제와 만나도 소포되지 않는 포 소화 약제를 개발하게 되었다. 이렇게 해서 개발된 것이 앞에서 설명한 수성막포 소화약제와 함께 트윈 에이전트 시스템(twin agent system)으로 사용되게 되었다.

분말 소화약제 중에서는 ABC 분말 소화약제가 가장 소포성이 적기 때문에 이것을 개량해서 소포성이 거의 없는 CDC를 개발하여 주로 비행장에서 사용되고 있다.

6. 금속화재용 분말 소화약제(dry powder)

일반적으로 금속화재는 가연성 금속인 알루미늄(AI), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼륨(K), 나트륨/칼륨 합금, 리튬(Li), 지르코늄(Zr), 티타늄(Ti), 우라늄(U) 등이 연소하는 것을 말한다.

이러한 금속은 비중에 따라서 두 가지로 분류되며 연소 성상은 다음과 같다.

① 비중이 가벼운 경금속 : 융점이 낮고 연소하면서 녹아 액상이 되고 증발하여 불꽃을 내면서 연소한다.

② 비중이 큰 금속 : 융점이 1000℃를 넘고 연소하기 어렵지만 연소하면 불꽃을 내면서 비산한다.

이러한 금속화재는 연소 온도가 매우 높기 때문에 소화하기가 어렵다. 특히 소화약제로서 물은 금속과 급격한 반응을 일으키거나 수증기 폭발을 일으킬 위험이 있기 때문에 사용을 금해야 한다. 따라서 금속화재에는 특수한 금속화재용 분말 소화약제가 사용되고 있다.

앞의 분말 소화약제는 무엇보다도 불꽃을 제거하는 것이 주목적인 반면, 금속화재용 분말 소화약제는 금속 표면을 덮어서 산소의 공급을 차단하거나 온도를 낮추는 것이 주된 소화 원리이다.

이러한 소화 원리를 만족시키기 위해서 약제는 다음과 같은 성질을 가져야 한다.

① 고온에 견딜 수 있을 것

② 냉각 효과가 있을 것

③ 요철 있는 금속 표면을 피복할 수 있을 것

④ 금속이 용융된 경우(Na, K 등)에는 용융 액면상에 뜰 것 등

위와 같은 성질을 갖춘 물질로는 흑연, 탄산나트륨, 염화나트륨, 활석(talc) 등이 있다.

금속화재용 분말 소화약제는 앞에서와 같은 물질을 주성분으로 하고 여기에 유기물을 결합제로 첨가한 것이다. 이 약제는 가열에 의해 유기물이 용융되어 주성분을 유리상으로 만들어 금속 표면을 피복하여 산소의 공급을 차단한다.

금속화재용 분말 소화약제에는 다음과 같은 것이 있다.

가. G-1

흑연화 된 주조용 코크스를 주성분으로 하고 여기에 유기 인산염을 첨가한 약제이다.흑연은 열의 전도체이기 때문에 열을 흡수하여 금속의 온도를 점화 온도이하로 낮추어 소화한다. 또한 흑연 분말은 질식 효과도 있다. 이 약제는 Mg, K, Na, Ti, Li, Ca, Zr, Hf, U, Pt 등과 같은 금속화재에 효과적이다.

나. Met-L-X

염화나트륨(NaCl)을 주성분으로 하고 분말의 유동성을 높이기 위해 제3인산칼슘(tricalcium phosphate, $Ca_3(PO_4)_2$)과 가열되었을 때 염화나트륨 입자들을 결합하기 위하여 열가소성 고분자 물질을 첨가한 약제이다. 이 약제는 Mg, Na, K와 Na-K 합금의 화재에 효과적이다.

고온의 수직 표면에 오랫동안 붙어 있을 수 있기 때문에 고체 금속 조각의 화재에 특히 유효하다.

다. Na-X

이름으로부터도 알 수 있듯이 이 약제는 Na 화재를 위해서 특별히 개발된 것이다. 탄산나트륨을 주성분으로 하고 여기에 비흡습성과 유동성을 향상시킬 수 있는 첨가제를 첨가한 약제이다.

라. Lith-X

Li 화재를 위해서 특별히 만들어진 것이다. 그러나 Mg이나 Zr 조각의 화재 또는 Na과 Na-K 화재에도 사용된다.

흑연을 주성분으로 하고 유동성을 높이기 위해 첨가제를 첨가하였다.

제3절 소화 효과

분말 소화약제의 소화 기구는 아직 완전하게 밝혀지지 않았지만 지금까지 밝혀진 소화 효과에는 질식 효과, 냉각 효과, 방사열 차단 효과, 화학적 소화 효과 등이 있으며, 제3종 분말의 경우는 이상의 효과 이외에도 메타인산(HPO_3)에 의한 방진 효과가 추가된다.

1. 질식 효과(smothering effect)

질식 효과는 분말 소화약제가 열에 의해 분해될 때 발생되는 CO_2, 수증기 등의 불연성 기체에 의해 공기 중의 산소 농도가 저하되어 나타나는 현상이다. 이 효과는 오랫동안 분말 소화약제의 주된 소화 효과로 알려져 왔었으나 최근에는 이외에도 많은 소화 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

2. 냉각 효과(cooling effect)

분말 소화약제가 화재를 신속하게 진압할 수 있는 것은 냉각 효과 때문인지 아닌지는 아직 확실히 밝혀지지 않았다. 이것에 대해서는 앞으로 많은 연구가 있어야 할 것이다. 그러나 이 약제의 열분해 시 나타나는 흡열 반응에 의한 냉각 효과와 고체 분말에 의한 화염 온도 저하(고농도인 경우)는 부인할 수 없으나 주된 소화 효과는 아니다. 좀 더 효과적인 분말 소화약제는 열에 민감하여 화학적으로 쉽게 활성화될 수 있어야 할 것이다.

3. 방사열의 차단 효과(radiation shielding effect)

분말 소화약제는 방출되면 화염과 가연물 사이에 분말의 운무를 형성하여 화염으로부터의 방사열을 차단한다. 따라서 가연물질의 온도가 저하되어 연소가 지속되지 못한다. 각종 실험 결과, 이 효과는 중요한 소화 효과의 하나로 판명되었으며 특히 유류화재의 소화 시에 큰 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다.

4. 화학적 소화 효과(chain-breaking reaction)

이상과 같이 분말 소화약제는 여러 가지 소화 효과를 가지고 있지만 이외에도 이들 효과를 모두 합한 것보다도 더 큰 소화 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 이는 연소의 연쇄 반응을 중단시켜 소화하는 화학적 소화 효과이다. 이 효과는 앞에서도 설명한 것처럼 가연물의 연소 시 발생되는 H*나 OH*등의 활성기(free radical)에 의한 연쇄 반응(chain reaction)을 차단하는 것이다. 이는 분말의 종류에 크게 좌우되며 소화기구(extinguishing mechanism)는 다음의 두 가지로 나누어 생각할 수 있다.

첫 번째 기구는 분말의 크기를 아주 작게 하는 경우이다. 분말의 크기를 작게 하면 표면적이 증가하여 좀 더 활성화된 표면이 나타나 가연물의 활성기와 쉽게 결합하여 연쇄 반응을 중단시키게 된다.

두 번째 기구는 연쇄 반응을 전파시키는 활성기와 반응할 수 있는 화학종(chemical species)이 생성되는 것이다.

Na이나 K을 함유한 염(salt)을 아주 곱게 분쇄하면 표면적이 커져서 열전달이 좋아진다. 따라서 아주 활성이 높은 금속(Na, K 등)이나 금속수산화물이 화염 속에서 증발되어 불꽃 속의 활성기와 반응하여 연쇄 반응의 전파를 차단시키게 된다. 크기는 알칼리금속 화합물에서 이 효과의 크기는 원자 번호의 순(Cs > Rb > K > Na > Li)이다. 그러나 제1인산암모늄($NH_4H_2PO_4$)을 주성분으로 하는 제3종 분말 소화약제의 경우는 이상의 기구로는 설명할 수가 없다. 이 약제가 활성기와 반응하는 것은 다른 약제보다는 덜 활발할 것이며 (H_2PO_4) -이온이 발생되는 등 복합적인 반응이 일어날 것이다. 또한, 이 약제는 강력한 흡열 반응을 일으키기 때문에 불꽃의 온도를 낮추거나 연소계로부터 에너지를 제거하여 연쇄 반응에 영향을 미친다.

5. 방진 효과

방진 효과는 제3종 분말 소화약제에서만 나타나는 소화 효과로 제1인산암모늄이 열분해 될 때 생성되는 용융 유리상의 메타인산(HPO_3)이 가연물의 표면에 불침투의 층을 만들어서 산소와의 접촉을 차단하는 것이다. 따라서 이러한 소화 효과를 나타내는 경우는 A급 화재에도 사용이 가능하다.

6. 탈수 · 탄화 효과

대부분의 일반 가연물의 연소는 열분해 시 생성되는 가연성 기체에 의해 일어나는데 제1인산암모늄은 이와 같은 기체의 발생을 억제하기 때문에 연소가 중지된다.

제1인산암모늄은 190℃ 부근에서 암모니아(NH_3)와 오쏘-인산(H_3PO_4)으로 열분해된다. 이때 생성된 오쏘-인산은 목재, 섬유, 종이 등을 구성하고 있는 섬유소를 탈수·탄화시켜 난연성의 탄소와 물로 분해시키기 때문에 연소 반응이 중단된다.

제4절 적응 화재

분말 소화약제는 일반적으로 유류화재에 사용되며 전기 전도성이 없기 때문에 전기화재에도 유효하다. 또한 빠른 소화 성능을 이용하여 분출되는 가스나 일반화재를 포함한 표면화재에도 사용되고 있다. 특히, 제3종(ABC) 분말 소화약제의 경우는 앞에서도 설명한 것처럼 메타인산의 방진 효과 때문에 A급 화재에도 적응이 가능하다.

분말 소화약제는 빠른 소화 성능 때문에 초기 소화용은 물론, 고정 소화설비에서도 소용량에서부터 점보제트기의 격납고, LNG 탱크의 방유제 내부에 설치되는 대용량에 이르기까지 각종 대상물에 널리 이용되고 있다.

분말 소화 설비의 적응 대상물은 다음과 같다.

① 인화성 액체를 취급하는 장소 : 유류 탱크, 도료 반응기, 도장실, 도장 건조로, 자동차 주차장, 보일러실, 엔진룸, 주유소, 위험물 창고 등

② 인화성 액체 또는 가스 등의 분출로 인한 화재 발생의 위험이 있는 장소 : 송유관, 반응탑, 가스 플랜트, LNG 방유제 내 등

③ 전기화재가 일어날 수 있는 장소 : 변압기, 유입 차단기, 전기실 등

④ 종이, 직물류 등의 일반 가연물로 표면 연소가 일어나는 경우

가압용 가스가 부착되어 있는 일체형 소화 설비의 경우는 방출용 동력이 필요하지 않기 때문에 한냉지에서도 사용할 수 있으나 약제의 연속 공급이 어렵고 냉각 효과가 적기 때문에 대규모의 유류화재에 단독으로는 사용할 수 없다. 이 경우는 수성막포 소화약제와 병용하는 twin agent system으로 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이 약제는 빠른 소화 성능을 갖는 반면, 분말의 방사로 소화에 성공하지 못했을 경

우는 바로 소화 전의 상태로 되돌아 갈 수 있으므로 주의해서 소화해야 한다.

분말은 방사 후 흡습하여 약알칼리 또는 약산성을 나타내기 때문에 금속을 부식시킬 수 있다. 따라서 전기 기기 등에 사용한 경우는 소화 후 즉시 청소를 해야 한다.

한편, 분말 소화약제는 다음과 같은 경우에 사용을 제한하고 있다.

① 정밀한 전기・전자 장비가 설치되어 있는 장소(컴퓨터실, 전화 교환실 등)
- 화재안전기준의 소화기구의 설치적응성에 전기실 및전산실의 적응성을 인정하고 있는 것은 전기실 및 전산실에서의 분말소화설비는 설치자의 선택사항임

② 자체적으로 산소를 함유하고 있는 자기 반응성 물질

③ 가연성 금속(Na, K, Mg, AI, Ti, Zr 등)

④ 소화약제가 도달될 수 없는 일반 가연물의 심부 화재

3편 화재조사실무

01 화재조사의 개요

02 화재조사의 방법

03 화재조사 관련 법률

04 화재조사 서류

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제1장 화재조사의 개요

제1절 화재의 정의

화재는 여러 가지로 정의할 수 있다. 미국 NFPA 921에 의하면 "화재란 다양한 강도의 빛과 열을 수반하는 급격한 산화과정(Fire is a rapid oxidation process, which is a chemical reaction resulting in the evolution of light and heat in varying intensities)"이라고 정의[9]하고 있으며, 연소현상을 중심으로 화재를 정의하면 「빛과 열을 발생하는 산화 현상」으로 정의될 수 있고, 형법상으로 "화재(연소)란 자기소유에 속하는 물건과 현주・공용・일반건조물에 연소하는 것"이고, "방화란 불을 놓아 현주・공용・일반건조물, 기차, 전차, 자동차, 선박, 항공기 또는 광갱을 소훼하는 것"이며, "실화란 과실로 인하여 현주・공용・일반건조물, 기차, 전차, 자동차, 선박, 항공기 또는 광갱을 소훼하는 것"이라고 정의[10]하고 있다. 민법에 의하면 "고의 또는 과실로 인한 위법행위로 타인에게 손해를 가한 자는 그 손해를 배상할 책임이 있다."라고 표현하고 있다.[11] 즉 화재란 용어를 직접적으로 사용하고 있지는 않으나 "화재란 고의 또는 과실로 인한 불로 인하여 타인에게 손해를 가하는 것"이라고 간접적으로 표현하고 있다.

화재의 정의는 위와 같이 여러 가지가 있지만 소방기관의 공식적인 화재에 대한 정의는 화재조사 및 보고규정[12]에 정의되어 있다.

즉 「화재」란 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상으로서 소화시설 등을 사용하여 소화할 필요가 있거나 또는 화학적인 폭발현상을 말한다.

9) NFPA, "NFPA921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2014 Edition", p.15(2014)
10) 형법(법률 제10259호) 제164내지 170조
11) 민법(법률 제9650호) 제750조(불법행위의 내용)
12) 화재조사 및 보고규정(국민안전처 훈령 제1호)

이를 상세하게 설명하면

첫째, “사람의 의도에 반하거나 고의에 의해서”에서 “화재발생이 사람의 의도에 반한다.”고 하는 것은 과실에 의한 화재를 의미하며 화기취급 중 발생하는 실화뿐만 아니라 부작위에 의한 자연발화도 포함한다. 또한 “고의에 의한다”고 하는 것은 일정한 대상에 대하여 피해발생을 목적으로 화재발생을 유도하였거나 직접 방화한 경우를 말한다.

둘째, “연소현상으로서”에서 “연소”라고 함은 가연성물질이 산소와 결합하여 열과 빛을 내며 급속히 산화되어 형질이 변경되는 화학반응을 말하며, 다음의 현상들과는 구분된다.

- ❍ 금속의 용융 : 열과 빛은 발하되 산화반응이 아니므로 연소가 아니다.
- ❍ 금속의 녹 : 산소와 결합하는 산화반응이나 반응속도가 완만하고, 열과 빛을 내지 않기 때문에 연소가 아니다.
- ❍ 핵융합 및 핵분열 : 열과 빛은 발하되 산화반응이 아니므로 연소가 아니다.

셋째, “소화시설 등을 사용하여 소화할 필요가 있다는 것”이라고 함은 화재란 연소현상으로서 소화의 필요성이 있어야 하며 소화의 필요성의 정도는 소화시설이나 그와 유사한 정도의 시설을 사용할 수준 이상이어야 한다는 말이다. 즉, 휴지나 쓰레기를 소각하는 것과 같이 자산가치의 손실이 없고 자연히 소화될 것이 분명하여 소화의 필요성을 느끼지 않거나 설령 소화의 필요성이 있다고 하여도 소화시설이나 소화장비 또는 간이소화용구 등을 활용하여 진화할 필요가 없는 것은 화재로 볼 수 없다. 그러나 구체적인 사안에 있어서 소화의 필요성 정도와 그 수준에 관하여는 해석이 나누어질 수 있으므로 실무적으로 소방관서에 화재신고가 접수된 것은 관계자가 소화의 필요성을 인정한 것으로 간주하고, 다만 화재현장의 규모 및 피해정도를 기준으로 화재인지의 여부를 판단해야 할 것이다.

넷째, “화학적인 폭발현상”을 화재로 정의하는 이유는 계속적인 연소현상이 없는 폭발현상에 의한 파손, 화상 등 인적·물적 피해가 발생한 경우에도 「화재」로 분류하지 아니하고,「안전사고」등으로 분류하여 처리하고 있어 화재예방대책 자료화가 불가능 하며, 또한 폭발은 짧은 시간 안에 발생하는 격렬한 연소현상으로서, 순간적으로 많은 사상자를 발생시키거나 건물 등을 파괴하여 구조물의 파편이 멀리 비산하는 등의 피해를 발생시키는 것이 일반적이다. 이러한 폭발은 피해가 광범위한 경우가 많아, 주변 조건으로부터 판단하여 사회통념상 공공의 위험을 발생시켜, 소화의 필요성이

없는 경우에도 소방기관이 출동하여 피해의 확대를 방지하는 것이 중요하기 때문에 순간적인 연소현상이 있는 혼합가스폭발, 가스의 분해폭발, 분진폭발 등의 화학적 변화에 의한 폭발은 「폭발화재」로서 화재의 범주 안에 포함시킬 필요가 있다.

그러나 연소현상이 없는 보일러 내압조 파열 등 물리적인 파열은 폭발화재로 취급하지 않는다.

1. 화재의 3요소

① 인간의 의도에 반하여 또는 방화에 의하여 발생하여야 한다. 즉, 사회일반의 의사에 반하여 발생하고 연소 확대되어야 한다.

② 소화의 필요가 있는 연소 현상이어야 한다. 연소 확대의 위험성이 있다는 것은 객관적으로 판단하여야 한다.

③ 소화시설 또는 이와 동등의 효과가 있는 물건을 이용할 필요가 있어야 한다.

소화효과가 있는 물건을 실제로 사용하고, 사용할 필요가 있는지도 객관적으로 판단하여 연소현상을 규정하여야 한다. 이상 열거한 3가지 요소가 전부 포함되는 것은 화재이다. 즉, 이 세 가지는 화재의 성립요건이므로 이 가운데 한 가지라도 해당하지 않으면 화재가 아니다. 그러나 폭발현상의 경우는 ② ③의 유무에 관계없이 화재로 본다.

2. 화재의 판정사례

예 1) 가정집의 굴뚝으로부터 부근의 지붕에 비화하여 염화비닐로 덮은 지붕판이 용융되어 구멍이 났으나 다른 부분으로는 연소되지 않았다. 이 현상은

① 사람의 의도에 반하여 발생했다.

② 소화의 필요가 있는 연소현상은 아니다.

③ 소화설비 또는 동등의 효과가 있는 물건의 이용이 필요하지 아니하다.

따라서 ②와 ③이 화재의 요건에 충족되지 아니하므로 화재가 아니다.

예 2) 어머니가 집 근처 슈퍼마켓에 물건을 사기 위해 출타 중 3세의 어린이가 성냥을 갖고 신문지에 불장난을 하다가 옆에 있는 의자에 연소 확대되어 물건을 사고 귀가한 어머니가 화장실의 물로써 소화하였다.

① 인간의 의도에 반하여 발생하였다.
② 소화의 필요가 있는 연소현상이다.
③ 소화설비 또는 동등의 효과가 있는 물건의 이용이 필요하였다. 이상의 요건을 보면 화재의 3요소가 전부 포함되어 소방상 화재로 본다.

예 3) 저녁식사 준비를 위하여 가스레인지에 된장국을 끓이던 중 창문을 통하여 들어온 바람에 의해 가스불이 꺼지자 다시 켜기 위해 점화버튼을 누르는 순간 누설된 가스가 폭발하여 집기류가 파손되었으나 연소로 진행되지 않았다.
① 인간의 의도에 반하여 발생하였다.
② 화학적 폭발현상이다.

즉 ①과 ②의 요건으로 화재로 취급한다.

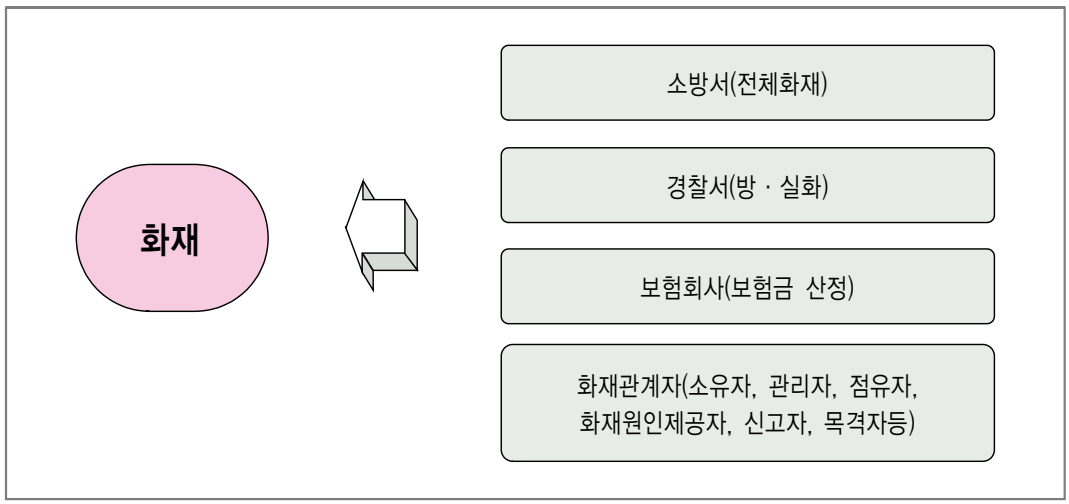
제2절 화재조사의 의의

화재조사는 소방기본법에 근거한 화재원인과 화재로 인한 피해를 조사하는 것으로 "화재란 무엇인가, 어떻게 해서 발생·확대되고, 어느 정도의 피해를 발생 시켰는가?"를 밝히는 화재원인조사와 피해조사로 구분할 수 있다.

화재의 조사결과가 널리 국민에게 화재의 실태를 알리고, 유사화재의 방지와 피해의 확대방지에 도움이 되고 또한 검토 분석하여 소방행정에 반영하기 위한 자료로 활용하게 된다.

우선 역사적으로 고전적 의미에서 방화죄는 중요한 범죄로 다루고 있다. 그러나 현실적으로 대부분의 화재에서는 범죄와 관련이 없는 경우이거나 경미한 실화이며 화재가 발생한 이후의 "이재민 구호"라는 행정성격상 복지행정 또는 급부행정의 현실적 필요성이 증대되면서 화재로 인한 피해시민에 대한 행정적 지원 및 가입보험금의 지급을 위한 일련의 절차에 불편함이 없도록 하는데 주안점을 두고 있다. 화재조사는 그 성격 및 내용으로 본다면 마땅히 소방기관에서 전담하여야 할 것이라고 보나 경찰관과의 협력의무를 명시하고 있고, 범죄 수사에 대한 측면을 상당부분 배려하고 있을 뿐만 아니라 사망자가 발생한 화재조사의 경우 사체의 이동, 현장보존 및 수사에서 검사의 지휘 하에 현장조사를 하게 된다.

화재조사는 그 성격에서도 분명히 두 가지 상반된 부분이 결합되어 있다. 즉 연소현상에 대한 자연과학적, 전문직업적 이해와 여러 가지 법률관계(소방법, 형사법, 민사법, 제조물책임법 등)가 결합되어 있는 복잡한 업무분야의 하나이다. 이와 같은 특수 분야에 대한 관계기관과 합동으로 전담부서를 구성하거나 또는 지역별로 전담팀을 별도로 조직하여 운영하는 방안을 마련하여야 할 것이다.



제3절 화재조사의 목적

소방기관에서 행하는 조사는 소방행정을 효율적으로 추진하기 위한 자료조사를 목적으로 하는 행정조사이며, 경찰관서에서 행하는 범죄수사와는 성격이 다르다. 따라서 화재조사는 화재원인과 화재 또는 소화로 인하여 생긴 손해를 조사하는 것으로 화재원인조사는 발화원인, 발견통보 및 초기소화상황, 연소상황, 피난상황, 소방시설의 상황 등을 조사하는 것이며, 화재피해조사는 화재 및 소화로 인한 인명피해 및 재산피해를 조사하는 것이다.

화재조사 결과를 분석하여 화재예방의 시책방향을 결정하거나 화재예방홍보에 활용하고 화재로 인한 피해를 최소화하기 위한 진압대책의 자료로 활용하는 등 소방행정의 시책 자료로 활용하고자 하는 것이 화재조사의 목적이라 할 수 있다.

따라서 화재조사의 목적은 다음과 같다.

❍ 화재에 의한 피해를 알리고 유사화재의 방지와 피해의 경감에 이바지한다.

❍ 출화원인을 규명하고 예방행정의 자료로 한다.

❍ 화재확대 및 연소원인을 규명하여 예방 및 진압대책상의 자료로 한다.

❍ 사상자의 발생원인과 방화관리상황 등을 규명하여 인명구조 및 안전대책의 자료로 한다.

❍ 화재의 발생상황, 원인, 손해상황 등을 통계화 함으로써 널리 소방정보를 수집하고 행정시책의 자료로 한다.

또한 화재는 법률관계를 수반하는 사건이며, 그 실황식별행위는 사법적 관점에 입각한 증거보전행위로 될 수 있으며, 소방법령상에 있어서는 화재조사의 주체는 소방기관으로 되어 있어 그 성질상 경찰기관과의 연대가 필요하고, 경찰기관이 행하는 방화, 실화의 범죄수사에 대한 협력을 위해 방·실화범죄의 통보, 필요한 증거의 보전 등을 규정하고 있다.

제4절 화재조사의 특징

화재조사는 주로 화재발생 현장에서 증거물과 자료를 수집보존하며 신속하고도 정밀과학적으로 이루어져야 하는데 현장활동에서는 반드시 안전에 유의하여야 한다.

또한 조사목적 달성을 위해서는 조사권자가 관계인에 대하여 강제성을 띠고 필요한 조사활동을 벌여나가야 한다.

1. 화재조사는 현장성을 갖는다.

화재조사에 도움을 줄 수 있는 고급정보들은 주로 현장에서 얻어진다. 119신고를 받는 순간부터 신고일시와 신고자의 인적사항, 목소리(당시의 심경파악 등 중요한 자료로 활용됨) 등이 기록되면서 화재조사는 시작되며 출동 중에도 풍속과 풍향에 영향을 받는 화염과 연기의 움직이는 상황, 주변의 이상한 소리 등을 체크하는 조사가 진행되는데 대부분의 조사는 현장에 도착하자마자 본격적으로 전개된다.

최초 발견자, 신고자, 목격자, 초기진화종사자 등을 중심으로 탐문하여, 이상하고 급격한 연소부위나 물건, 열이나 연기의 진행방향, 소실 또는 훼손된 물품의 위치 및 상태, 기타 화재흔적 등을 정밀관찰하고 감식 또는 감정에 필요한 시료 및 증거물 등을 수집하는 조사활동은 바로 화재현장에서 이루어 질 수밖에 없다.

2. 화재조사는 신속성을 유지해야 한다.

화재조사에 관한 당사자(피의자) 또는 참고인으로 진술해야 할 최초 발견자, 신고자, 목격자, 방화 또는 실화 혐의자로 추정되는 자는 시간이 경과하면 거짓으로 진술할 수 있고 추후 법정에 소환되는 것을 두려워하거나 귀찮게 생각해서 도주할 우려가 있으므로 조속히 질문조사를 마쳐야 한다.

또한 화재 피해자일 경우는 시간이 경과함에 따라 생각해 볼수록 억울하고 비참하여 최초와 다른 심경변화를 가져올 수 있고, 보험에 가입된 경우에는 보상을 좀 더 많이 받기 위해 범행을 숨기거나 피해액을 훨씬 높게 올리려고 할 것이므로 신속히 진술을 확보해야 한다. 시간이 흐를수록 현장보존과 증거물 확보가 어렵거나 불가능해질 수도 있기 때문에 조사의 신속성은 유지되어야 한다.

3. 화재조사는 정밀과학성을 요구한다.

화재조사의 수단과 방법이 비과학적이거나 비전문적이라면 그 결과는 엄청난 모순으로 끝날 것이다. 엉뚱한 사람이 방화범 또는 실화범으로 몰리거나, 손해배상이나 보험처리 등의 상황에서 오류로 이어질 수 있다.

그러므로 독특한 위험 및 연소과정에 관한 지식과 연소과학기술 및 화재나 폭발의 형태 등에 관한 지식과 경험을 바탕으로 필요한 첨단기자재와 기법을 가지고 실시하는 화재의 감식과 감정 등의 조사가 체계적이고 기획적이며, 경험적이고 전문적이어야 함은 물론, 고도의 기법과 첨단장비를 총 동원해서라도 정밀하게 종합 과학적 방법으로 집행되어야 한다.

4. 화재조사는 보존성을 갖는다.

화재조사에서 가장 핵심적인 자료라 할 수 있는 것은 바로 증거물인 것이다. 증거물은 상태 그대로 보존되어야 효용적 가치가 있는 것이다. 그러나 화재현장에서의 증거물품이 될 수 있는 것은 거의 인멸 또는 훼손됨으로써 화인조사에 큰 어려움을 겪을 때가 많다.

5. 화재조사는 안전성이 반드시 보호되어야 한다.

화재현장은 전쟁터보다 더 험하게 여겨질 정도로 참혹한 아수라장이다. 흥분과 공포, 스릴과 폐허가 교차하며 패닉현상을 수반한다. 갑자기 층계나 지붕이 내려앉고 벽이나 담이 무너지며 재발화 및 대형폭발이나 붕괴현상도 있을 수 있고, 전기·가스·유해화학물질로 피해를 입을 수도 있으며, 유리조각이나 벽돌조각이 낙하하는 위험한 상황과 못이나 날카로운 파손물에 다칠 수도 있는 등 위험요소가 도처에 널려 있어 부상을 당하거나 생명을 잃는 경우가 많다. 특히 평소 화재현장에 익숙하지 못한 경찰관, 법정과학 및 기타 조사자들은 현장조사업무 수행중 전혀 위험인식을 하지 않을 수도 있다. 그러므로 조사활동 중 안전사고에 대비하는 일은 정말 중요하다 아니할 수 없다.

6. 화재조사는 강제성을 지닌다.

관계인의 협조 없이 화재조사를 실시한다는 것은 정말 어려운 일이다. 관계인의 입장에서 보면 조사에 순응하는 것이 자기에게 불리한 경우가 있을 수 있는데 이 때에 관계인에 대하여 필요한 보고 또는 자료의 제출을 명하거나 질문하여도 침묵을 지키거나 사실과는 전혀 다른 진술을 하는 사람들이 대부분이다. 이렇게 되면 화재조사는 난항에 부딪히게 되므로 소방기본법 제30조의 규정에 의한 강제조사권을 발동할 수밖에 없다.

7. 화재조사는 프리즘식으로 진행된다.

화재조사기관의 조사자나 그 조사에 응하는 관계인들의 시각과 주장이 각각 다르다. 조사자는 정해진 기준과 지침대로 자기의 전문경험을 살리면서 일정한 틀에 맞추려고 노력하고 피해자는 피해자대로, 보험사는 보험사대로, 배상책임자는 배상책임자대로, 참고인은 참고인대로 각각 손해책임과 배상 등의 문제를 생각한 나머지 자기의 입장에서 화재현장 상황을 말하려고 하므로 마치 번갈아 가면서 prism을 들여다보는 식이다. 그러므로 화재조사의 접근방식과 그 조사에 관련된 자들의 견해를 하나의 강한 줄기로 모으는 일은 화재조사에 관한 긍정적인 공감대를 형성하는 중대한 과제이다.

제5절 화재조사의 공식발표

화재가 발생한 경우, 그 화재의 조사결과를 발표하는 것은 그 화재의 사회적 관심이 높으면 높을수록 그에 따른 홍보효과도 높아진다. 즉, 발생한 화재를 과학적, 합리적 근거에 의해 원인을 규명한 경우, 출화원인, 연소확대 원인, 사상자의 발생원인, 손해정도 등을 발표하는 것은 널리 국민에게 위험을 지적하고 주의심을 환기시키고, 그 위험을 조기에 배제시키고 유사화재를 방지하는 등 소방행정에 큰 공헌을 할 수 있는 것으로 가장 바람직한 행위이다.

또한 소방에 대한 국민의 이해라는 차원으로 보아도 큰 효과를 기대할 수 있다. 이 때문에 화재조사 결과는 소방행정상 필요하다고 인정한 경우에는 공식 발표되어야 할 성격을 가지고 있는 것이다.

그러나 발표에 있어서는 다음과 같은 것에 대해 특히 배려할 필요가 있다.

❍ 명예 및 사생활 존중

발표에 즈음하여 헌법상 보장되어 있는 기본적 인권의 일종인 명예 및 사생활을 존중하여야 한다.

❍ 공소 유지・재판에 대한 영향

화재를 포함한 각종 재해는 형법상・행정법상의 범죄를 구성할 가능성을 충분히 포함하고 있고, 공식발표에 의해서 영향을 미치는 것도 배려를 요한다.

❍ 민사불개입의 원칙

민사상 물의를 야기 시킬 위험이 있는 사항의 발표는 어려움이 있고, 행정효과와 대조・비교하여 공식발표의 여부를 판단한다.

제6절 화재의 위험성 및 추세

인간생활에 불은 꼭 필요한 존재이면서 주의를 소홀히 하면 가장 무서운 악마로 돌변하는 양면성을 가졌으며, 우리가 생활하는 모든 장소는 산소 없이는 살 수 없고, 산소를 함유한 공기 중에 가연 조건을 충족하는 가연물은 고체, 액체, 기체의 형태로 가옥 및 생활필수품 등에 수를 헤아릴 수 없을 정도로 다양한 종류로 존재한다.

이러한 우리의 일상은 연소의 3요소 중 가연물과 산소가 항상 준비된 상태이며, 잠정적 점화원에 의한 화재 발생의 위험성이 존재한다고 인식되어야 한다.

또한 앞으로 건축물은 계속적인 대형화, 고층화, 지하 심층화, 인구 집중화 등이 가속화되는 추세로, 화재발생 건당 인명 및 재산피해는 상상을 초월할 정도로 증가하며, 문명의 발전과 더불어 기존에 없던 새로운 유형의 화재가 생성될 것으로 전망하고 있다. 이러한 화재 발생 변화 여건에 부가적으로 증가하는 각종 범죄와 관련된 보험금 등을 노린 방화사건 또한 증가하고 있는 상황에서 그 대처 방안의 하나로 과학적 지식에 근거한 화재 원인을 규명하고, 이를 통한 증거위주의 수사로 범인을 검거하여 방·실화자의 처벌 및 화재분야의 기초 자료를 제공하는 차원에서 하나의 전문분야 및 학문으로 다루어져야 할 것으로 생각된다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제2장 화재조사의 방법

제1절 과학적인 방법

과학적인 방법(Scientific Method)은 합법적이고 과학적이며 기술적인 과정의 기초를 형성하는 화재조사의 중요한 부분이다. 이것은 아래에서 보는 바와 같이 6단계 과정을 거치게 된다.[13]

1. 필요성 인식

우선 문제가 무엇인가를 결정하여야 한다. 즉 화재나 폭발이 일어났으며, 장래에 유사한 사고를 방지할 수 있도록 원인이 무엇인가를 확인하여야 한다.

2. 문제의 정의

문제가 무엇인가 결정되었다면 화재조사자는 어떠한 방법에 의해 문제가 풀릴 것인지 정의해야 한다. 이러한 경우에 적절한 화재원인 조사를 수행하여야 한다. 이것은 현장검증과 이전에 행해진 그 화재에 대한 조사의 재검토, 증인이나 관계자의 인터뷰 및 화재재현 실험, 화재감정 기관의 감정결과 등을 참조하여야 한다.

3. 데이터 수집

화재에 대한 데이터를 수집한다. 이것은 관찰, 실험이나 다른 직접적 자료수집 방법에 의하여 이루어진다. 이것은 관찰이나 경험에 바탕을 두고 검증될 수 있기 때문에 경험적 데이터라고 한다.

13) NFPA, "NFPA921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2014 Edition", p.19(2014)

4. 데이터 분석(귀납적 추리)

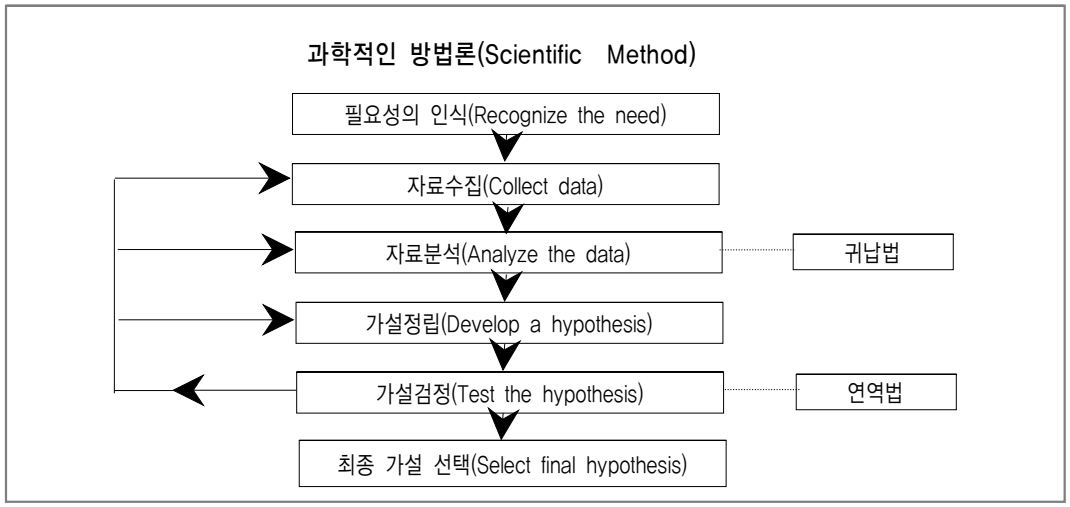
모든 수집된 자료는 귀납적 추리에 의해서 구체적으로 분석한다. 즉, 이것은 수집된 모든 경험적 데이터를 화재조사자의 지식, 교육 및 경험에 비추어 자세하게 조사하는 과정이다. 주관적 혹은 추리적인 자료는 분석에 포함될 수 없으며 단지 관찰과 실험에 의하여 확실히 입증될 수 있는 데이터만을 포함한다.

5. 가설설정

수집된 데이터 분석에 근거하여 화재조사자는 화재의 원인을 설명하기 위하여 가설이나 가설군을 설정하여야 한다. 이 가설설정은 단지 화재조사자가 수집한 경험적 데이터에만 의존하여야 한다.

6. 가설검정(연역적 추리)

가설의 검정은 화재조사자의 경험을 바탕으로 연역적 방법으로 행하여진다. 이 가설의 검정은 인지력이 있거나 실험에 근거하여야 한다. 만약 설정된 가설이 연역적 방법에 의한 검사를 통과하지 못한다면, 그것은 채택되지 못하고 폐기되거나 더 적절한 새로운 가설을 찾아야 한다. 이 가설의 검정은 새로운 자료의 모음이나 현존하는 자료의 재분석에 의해 이루어진다. 이와 같은 과정은 모든 가능한 가설이 시험될 때까지 반복되어야 한다. 만약, 그렇지 않다면 화재의 원인은 미상으로 처리되어야 한다.



제2절 화재원인 조사 절차

과학적 방법을 이용하는 대부분의 화재조사는 시작부터 최종 분석까지 그림 2-1에서 보는 바와 같이 다음 5가지 절차를 거치게 된다.

1. 과제의 할당

화재조사자는 화재조사를 함에 있어서 자신의 역할이 무엇이며, 화재조사 결과를 바탕으로 무엇을 하여야 하는가를 알아야 한다. 예를 들어, 화재조사자는 화재원인, 화재책임 등을 규명하여야 한다. 또한, 문서나 구두로 보고를 하여야 하며, 민·형사 재판에 대하여 준비하여야 한다. 그리고 화재예방을 위한 법률개정안을 정부기관에 조언하여야 하며, 제조물의 하자로 인한 화재의 경우에는 제조업자에게 적절한 조언을 하여야 한다.

2. 조사를 위한 준비

화재조사자는 자신의 역할과 장비를 정리하고 화재조사 계획을 수립하여야 한다. 이 단계에서 예비계획은 효율성을 증가시킬 뿐만 아니라 전반적인 화재조사의 성공가능성을 높여준다. 따라서 화재조사를 위한 도구와 장비, 그리고 인력을 예측하는 것은 초기의 현장조사를 하는 데 필요하다. 그리고 후에 이루어지는 화재조사와 분석이 유연하고 생산적인 방향으로 진행될 수 있도록 도와준다.

3. 현장조사

화재조사자는 현장조사를 실시하여야 하며, 화재원인 분석을 위한 자료를 수집하여야 한다. 실제로 현장조사는 화재조사와 관련이 있는 다른 조사과정과 병행하여 이루어진다. 보통 현장조사는 과거에 다른 사람에 의해 작성된 화재보고서의 검토, 사진과 도표로 이루어진 현장 보고서의 검토, 증거확인, 화재보고서 작성 및 보존, 관계자(증인) 인터뷰, 기타 필요한 정보와 데이터의 수집 등이 포함되어야 한다.

4. 증거물의 수집과 보존

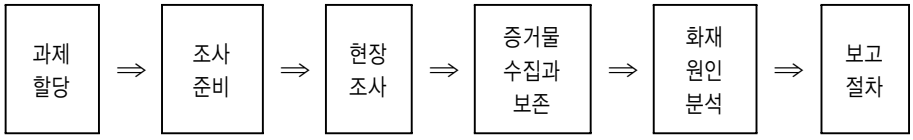
화재원인을 밝힐 수 있는 중요한 물리적 증거는 향후 화재감정 및 법원의 증거자료 제출 등을 위해 수집되어야 하며 적절한 장소에 보관되어야 한다.

5. 화재원인 분석

수집된 모든 가능한 자료는 과학적 방식에 의하여 분석되어야 한다. 그리고 분석결과에는 발화원인 및 발화지점 설명, 그리고 화재책임에 대하여 기술하여야 한다.

6. 보고절차

화재조사 결과는 화재와 관련이 있는 관계자에게 적절하게 보고되어야 한다.



화재조사절차

제3절 화재피해조사 방법

1. 화재피해액의 산정

화재피해액은 화재 당시의 피해물과 동일한 구조, 용도, 질, 규모를 재건축 또는 재구입하는 데 소요되는 가액에서 사용손모(損耗) 및 경과연수에 따른 감가공제를 하고 현재가액을 산정하는 실질적·구체적 방식에 의한다. 단, 회계장부상 현재가액이 입증된 경우에는 그것에 의한다. 그러나 정확한 피해물품을 확인하기 곤란하거나 기타 부득이한 사유에 의하여 실질적·구체적 방식에 의할 수 없는 경우에는 국민안전처장관이 정하는 화재피해액 산정매뉴얼의 간이평가방식으로 산정할 수 있다.

건물 등 자산에 대한 최종잔가율은 건물·부대설비·가재도구는 20%로 하며, 그 이외의 자산은 10%로 정한다.

2. 화재피해액 계산방법

고정자산에 대한 화재피해액 계산방법은 아래와 같다.

산정대상	산 정 기 준
건 물	「신축단가(㎡당)×소실면적×[1-(0.8×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 신축단가는 한국감정원이 최근 발표한 '건물신축단가표'에 의한다.
부대설비	「건물신축단가×소실면적×설비종류별 재설비 비율×[1-(0.8×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의한다. 다만 부대설비 피해액을 실질적 · 구체적 방식에 의할 경우「단위(면적 · 개소 등)당 표준단가×피해단위×[1-(0.8×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 건물표준단가 및 부대설비 단위당 표준단가는 한국감정원이 최근 발표한 '건물신축단가표' 에 의한다.
구 축 물	「소실단위의 회계장부상 구축물가액×손해율」의 공식에 의하거나「소실단위의 원시건축비×물가상승율×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의한다. 다만 회계장부상 구축물가액 또는 원시건축비의 가액이 확인되지 않는 경우에는 「단위(m, ㎡, ㎥)당 표준단가×소실단위×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 구축물의 단위당 표준단가는 매뉴얼이 정하는 바에 의한다.
영업시설	「㎡당 표준단가×소실면적×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 업종별 ㎡당 표준단가는 매뉴얼이 정하는 바에 의한다.
잔존물제거	「화재피해액×10%」의 공식에 의한다.
기계장치 및 선박 · 항공기	「감정평가서 또는 회계장부상 현재가액×손해율」의 공식에 의한다. 다만 감정평가서 또는 회계장부상 현재가액이 확인되지 않아 실질적 · 구체적 방법에 의해 피해액을 산정 하는 경우에는「재구입비×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 실질적 · 구체적 방법에 의한 재구입비는 조사자가 확인 · 조사한 가격에 의한다.
공구 및 기구	「회계장부상 현재가액×손해율」의 공식에 의한다. 다만 회계장부상 현재가액이 확인되지 않아 실질적 · 구체적 방법에 의해 피해액을 산정하는 경우에는「재구입비×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 실질적 · 구체적 방법에 의한 재구입비는 물가 정보지의 가격에 의한다.
집기비품	「회계장부상 현재가액×손해율」의 공식에 의한다. 다만 회계장부상 현재가액이 확인되지 않는 경우에는 「㎡당 표준단가×소실면적×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하거나 실질적 · 구체적 방법에 의해 피해액을 산정하는 경우에는 「재구입비×[1-(0.9×경과연수/내용연수)] × 손해율」의 공식에 의하되, 집기비품의 ㎡당 표준단가는 매뉴얼이 정하는 바에 의하며, 실질적 · 구체적 방법에 의한 재구입비는 물가정보지의 가격에 의한다.
가재도구	「(주택종류별 · 상태별 기준액×가중치)+(주택면적별 기준액×가중치)+(거주인원별 기준액×가중치)+(주택가격(㎡당)별 기준액× 가중치)」의 공식에 의한다. 다만 실질적 · 구체적 방법에 의해 피해액을 가재도구 개별품목별로 산정하는 경우에는「재구입비× [1-(0.8×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하되, 가재도구의 항목별 기준액 및 가중치는 매뉴얼이 정하는 바에 의하며, 실질적 · 구체적 방법에 의한 재구입비는 물가정보지의 가격에 의한다.
차량, 동물, 식물	전부손해의 경우 시중매매가격으로 하며, 전부손해가 아닌 경우 수리비 및 치료비로 한다.

산정대상	산 정 기 준
차량, 동물, 식물	전부손해의 경우 시중매매가격으로 하며, 전부손해가 아닌 경우 수리비 및 치료비로 한다.
재고자산	「회계장부상 현재가액×손해율」의 공식에 의한다. 다만 회계장부상 현재가액이 확인되지 않는 경우에는「연간매출액÷재고자산회전율×손해율」의 공식에 의하되, 재고자산회전율은 한국은행이 최근 발표한 '기업경영분석' 내용에 의한다.
회화(그림), 골동품, 미술공예품, 귀금속 및 보석류	전부손해의 경우 감정가격으로 하며, 전부손해가 아닌 경우 원상복구에 소요되는 비용으로 한다.
임야의 입목	소실전의 입목가격에서 소실한 입목의 잔존가격을 뺀 가격으로 한다. 단, 피해액산정이 곤란할 경우 소실면적 등 피해 규모만 산정 할 수 있다.
기 타	피해당시의 현재가를 재구입비로 하여 피해액을 산정한다.

※ 출처 : 화재조사 및 보고규정 제34조 별표3

피해물의 경과연수가 불분명한 경우에 그 자산의 구조, 재질 또는 관계자 및 참고인의 진술 기타 관계자료 등을 토대로 객관적인 판단을 하여 경과연수를 정한다. 그리고 공구 및 기구·집기비품·가재도구를 일괄하여 재구입비를 산정하는 경우 개별 품목의 경과연수에 의한 잔가율이 50%를 초과하더라도 50%로 수정할 수 있으며, 중고구입 기계장치 및 집기비품으로서 그 제작년도를 알 수 없는 경우에는 그 상태에 따라 신품가액의 30% 내지 50%를 잔가율로 정할 수 있다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제3장 화재조사 관련 법률

제1절 소방기본법

1958년 제정된 기존의 소방법이 변화하는 소방수요와 환경에 맞는 전문성을 반영하여 소방기본법 등 4개의 개별법률로 제정·공포되었고(2003. 5. 29, 시행 2004. 5. 29) 소방기본법이 일부 개정되어(시행 2012. 2. 5) 기존의 화재조사 관련 내용을 소방기본법 제5장에서 정하고 있으므로 소방기본법을 기준으로 내용을 살펴보면 아래와 같다.

1. 화재의 원인 및 피해조사

제29조(화재의 원인 및 피해 조사)

① 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장은 화재가 발생한 때에는 화재의 원인 및 피해 등에 대한 조사(이하 "화재조사"라 한다)를 하여야 한다.

② 제1항의 규정에 따른 화재조사의 방법 및 전담조사반의 운영과 화재조사자의 자격 등 화재조사에 필요한 사항은 총리령으로 정한다.

〈취 지〉

○ 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장의 화재조사 의무에 관하여 규정한 것이다. 화재의 원인을 규명하고 화재로 인한 손해의 정도를 조사하는 것은 그 후 효과적인 예방·경계의 체계를 확립하고 소방 활동을 하기 위한 자료를 제공하기 위해서이다.

○ 소방기관은 화재시 가장 먼저 현장에 도착해서 진압 등 소방활동에 종사하고, 또한 평소에 예방순찰, 기타 예방상의 지도를 통해 관내 사정을 잘 알고 있는 관계로 인해 화재조사 업무를 담당하는데 적정한 입장이며, 그 조사결과를 직접 소방행정 수행에 이용하려는 것이다.

○ 화재조사는 소방기관의 책무이며 시간의 경과에 의하여 정확한 조사가 곤란하지 않도록 하기 위하여 소화활동과 동시에 화재조사에 착수하는 것이 바람직하다.

○ 또한 기존 소방법에서 문제점으로 지적된 부령의 위임규정을 신설하여 법률에서 규정하기 어려운 세부적인 사항을 총리령으로 정하도록 하여 화재조사 업무의 신뢰성을 확보할 수 있는 근거를 마련하였다.(제2절 소방기본법 시행규칙 참조)

〈해 설〉

○ 화재가 발생한 때 : 조사대상은 화재에 국한된다는 규정으로 화재 이외의 기타 안전사고는 조사대상에서 제외시키고 있다. 그러나 화재와 기타사고와 선후 관계로 병발되는 경우에는 화재가 발생한 때로 보아 조사대상이 된다.

○ 화재의 원인 및 피해 등 : 조사내용은 화재원인과 화재손해로 규정하고 있다. 화재손해는 화재로 인한 손해와 소화로 인한 손해로 구분할 수 있으며 여기에는 재산피해와 인명피해를 포함한다.

○ 조사를 하여야 한다. : 이 조항이 의무조항임을 밝히고 있다. 조사할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있는 것이 아니고 필히 조사해야만 하는 기속행위임을 명백히 하고 있다. 화재원인과 피해내용이 분명한 경우는 어떻게 할 것인가가 문제이나 이때는 화재조사가 기왕에 실시된 것으로 보는 것이 타당할 것이다.

2. 출입 · 조사 등

제30조 (출입조사 등)

① 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장은 화재조사를 하기 위하여 필요하면 관계인에게 보고 또는 자료제출을 명하거나 관계 공무원으로 하여금 관계 장소에 출입하여 화재의 원인과 피해의 상황을 조사하거나 관계인에게 질문하게 할 수 있다.

② 제1항에 따라 화재조사를 하는 관계 공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 이를 관계인에게 보여 주어야 한다.

③ 제1항에 따라 화재조사를 하는 관계 공무원은 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 화재조사를 수행하면서 알게 된 비밀을 다른 사람에게 누설하여서는 아니 된다.

제52조 (벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 300만원 이하의 벌금에 처한다.

2. 제30조제3항을 위반하여 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 화재조사를 수행하면서 알게 된 비밀을 다른 사람에게 누설한 사람

제53조 (벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 200만원 이하의 벌금에 처한다.

2. 정당한 사유 없이 제30조제1항에 따른 관계 공무원의 출입 또는 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 자

〈취 지〉

본 조항은 화재조사에 종사하는 소방공무원에게 조사에 필요한 권한을 부여한 조항으로 질문권, 자료제출명령권, 출입조사권에 대하여 규정하고 있다.

여기에 제시된 권한은 "화재조사를 하기 위하여 필요한 때"라는 전제와 제2항 및 제3항의 단서가 붙어 있기는 하나 횟수, 기간, 출입인원 등에 제한을 두지 않는 등 화재조사에 대한 불응과 저항을 강제적으로 극복하기 위한 권한을 제시하고 있다.

〈해 설〉

○ 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장 : 강제조사권의 주체를 명시하고 있다. 그러나 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장에게만 질문권, 자료제출 요구권이 있는 것은 아니며 권한의 위임에 의하여 화재조사에 종사하는 소속공무원이면 누구에게나 이러한 권한이 주어진 것이라 보아야 한다.

○ 화재조사를 하기 위하여 : 강제조사권의 전제조건을 규정한 것이다. 그러나 어느 행위가 조사를 하기 위한 것인가 아닌가는 행위시에는 물론 소방서장의 판단에 의하는 것이며 법적분쟁의 대상이 되는 경우의 판단은 법원에 의하여야 할 것이다. 그러나 여기서 "조사를 하기 위하여" 라고 규정한 실제의미는 화재조사를 구실로 강제권을 남용하여 국민의 자유와 권리가 침해받거나 제한되는 것을 최대한 방지하기 위한 의미로 해석해야 할 것이다.

○ 관계인 : 강제조사권의 집행대상을 규정한 것으로 특별한 단서가 없으므로 소방기본법 제2조(정의) 제3호에 따라 화재대상건물의 소유자, 관리자, 점유자 및 기타 화재 관계자로 해석해야 할 것이다. 여기서 소유자라 함은 건물의 사용, 수익(임대), 처분(매각, 파기) 등 물권에 대한 배타적인 권리를 갖는 자이고 관리자라 함은 물권의 보존, 이용, 개량행위만 위임받은 자, 즉 물권의 임의로운 사용권, 처분권, 수익권 없이 관리를 위탁받은 자를 말하며 점유자란 소유자와의 계약에 의하여 어느 시점에서 자기의 이익을 위하여 정당한 권리만을 갖는 자를 말한다. 기타 화재 관계자란 화재의 발견자, 통보자, 초기 소화자 및 기타 참고인으로 조사상 필요한 사람이라 할 것이다.

○ 필요한 보고 또는 자료제출을 명하거나 : 보고 및 자료제출 요구권을 명시한 것이다. 이때 이를 거부한 경우나 허위자료를 제출하였을 때는 소방기본법 제53조 제2호에 의하여 200만원 이하의 벌금에 처할 수 있다. 단 필요한 보고 또는 자료제출 명령은 선택적으로 필요한 경우로 한정되고 있는 점을 유의할 필요가 있다.

○ 관계공무원으로 하여금 관계 장소에 출입하여 화재의 원인과 피해의 상황을 조사하거나 : 출입조사권을 명시하고 있다. 관계 공무원이란 화재조사 관련직원 및 감독자로 이해해야 하며 관계 장소는 보다 넓게 해석하여 본사 지점 등도 포함된다고 본다. 출입조사권을 거부하였을 때는 제53조 제2호에 의거 200만원 이하의 벌금에 처한다.

○ 관계인에게 질문하게 할 수 있다 : 질문권을 부여한 것이다. 그러나 질문권을 거부하여 묵비권을 행사 할 때에는 어떻게 할 것인가가 문제이다. 그러나 묵비권은 기본 인권으로 헌법에 보장되어 있고 사법적으로도 고문방지를 위하여 광범위하게 인정되고 있으므로 이를 강제할 수는 없다.

○ 제2항 및 제3항 : 기존 소방법에서는 소방검사시 적용되는 조항을 준용하도록 한 것을 소방기본법 제정시 규정한 사항으로 개인의 주거공간 보호에 관한 조항은 제외 되었으나 주거의 자유는 헌법상의 기본권이므로 개인의 주거에 대하여는

관계인의 승낙을 받고 조사를 실시하여야 할 것이다. 신분을 증명하는 증표란 공무원증을 지칭하는 것이나 기타 신분을 증명할 수 있는 것도 가능한 것으로 판단된다. 그리고 화재조사시에는 관계자의 정당 업무를 방해하거나 업무를 수행하면서 알게 된 관계인의 비밀을 다른 사람에게 누설하여서는 안 되며 이를 위반할 경우에는 300만원 이하의 벌금에 처할 수 있다.

3. 수사기관에 체포된 사람에 대한 조사

제31조 (수사기관에 체포된 사람에 대한 조사) 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장은 수사기관이 방화(放火) 또는 실화(失火)의 혐의가 있어서 이미 피의자를 체포하였거나 증거물을 압수한 때에 화재조사를 위하여 필요한 경우에는 수사에 지장을 주지 아니하는 범위에서 그 피의자 또는 압수된 증거물에 대한 조사를 할 수 있다. 이 경우 수사기관은 국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장의 신속한 화재조사를 위하여 특별한 사유가 없으면 조사에 협조하여야 한다.

〈취 지〉

방화 또는 실화의 혐의가 있다고 인정될 때의 화재조사에 대하여 규정한 것이다. 방화 또는 실화는 형법 제164조 내지 제176조의 규정에 해당되기 때문에 관련 형사소송법에 정해진 바에 따라 조사를 개시하게 된다.

국민안전처장관, 소방본부장 또는 소방서장의 화재원인에 대한 조사는 화재원인 및 손해를 정확히 파악하여 효과적인 예방·경계의 체계를 확립하고 소화활동을 하기 위한 자료제공을 위해 수사기관에 체포된 피의자 및 증거물을 조사할 수 있도록 한 것이다.

〈해 설〉

○ 수사기관이 : 소방기본법 제정이전의 소방법에서는 "경찰공무원"으로 제한하여 규정 하였으나 소방기본법에서는 "수사기관"으로 확대하여 규정하고 있다. 또한 "검사에게 사건이 송치되기 전까지"라는 제한 규정이 있었으나 이를 삭제하였다.

수사기관이란 법률상 범죄수사의 권한이 인정되어 있는 국가기관을 말하며, 현행법상 수사기관에는 검사와 사법경찰관리가 있고, 사법경찰관리에는 일반사법경찰관리와 특별사법경찰관리가 있으며, 일반사법경찰관리는 사법경찰관과 사법경찰리로

구분되고, 특별사법경찰관리는 법률로써 정해진 산림, 해사, 세무, 전매, 군 수사기관, 기타 특별한 사항에 관해 사법경찰관리의 직무를 행사하는 자를 말한다.[14]

따라서 사법경찰관리 및 특별사법경찰관리 뿐만 아니라 검사가 체포한 피의자나 증거물에 대하여도 화재조사를 위하여 필요한 경우에 수사에 지장을 주지 않는 범위내에서 조사를 할 수 있는 근거를 마련하였다. 또한 단서에서 수사기관은 신속한 화재조사를 위하여 특별한 사유가 없는 한 조사에 협조할 의무를 규정하였다.

❍ 방화 또는 실화의 혐의 : 사실상 대부분의 화재는 형법상 방화 및 실화의 범죄를 구성할 수 있다. 형법상의 방화 및 실화의 수사와 소방기관의 화재조사는 중복될 수 있다할 것이다.

다시 말하면 화재조사는 화재 전개과정을 중심으로 한 조사방법과 화재 관련자의 행위를 중심으로 한 조사방법이 있다. 전자는 동일한 유형의 화재를 미연에 방지하는데 그 목적이 있고, 후자는 화재 관련자를 색출하여 처벌하는데 목적이 있으나 조사과정은 상호 중복될 수 있다. 그러므로 경찰기관의 화재수사과정은 사람과 증거에 대한 조사를 우선으로 하고 있고 그에 대한 증거 확보 차원에서 현장조사를 병행하는 것이다. 그러나 소방기관의 화재조사는 화재원인과 진행과정을 밝혀 동일 화재의 재발방지에 초점이 있으므로 현장조사를 주안점으로 하고 사람에 대한 조사는 보조적으로 진행할 따름이다. 또 조사결과의 처리도 경찰은 범죄자 추적, 검거, 처벌을 목적으로 하는데 비하여 소방기관의 화재조사 결과는 화재예방 자료로 활용할 뿐이다. 이 결과 사람과 물건에 대한 경찰기관의 수사권을 인정하고 있다.

---

14) 형사소송법 제195조 내지 제197조

제195조(검사의 수사) 검사는 범죄의 혐의 있다고 사료하는 때에는 범인, 범죄사실과 증거를 수사하여야 한다.

제196조(사법경찰관리) ① 수사관, 경무관, 총경, 경감, 경위는 사법경찰관으로서 모든 수사에 관하여 검사의 지휘를 받는다.

② 사법경찰관은 범죄의 혐의가 있다고 인식하는 때에는 범인, 범죄사실과 증거에 관하여 수사를 개시·진행하여야 한다.

③ 사법경찰관리는 검사의 지휘가 있을 때에는 이에 따라야 한다. 검사의 지휘에 관한 구체적 사항은 대통령령으로 정한다.

④ 사법경찰관은 범죄를 수사한 때에는 관계 서류와 증거물을 지체 없이 검사에게 송부하여야 한다.

⑤ 경사, 경장, 순경은 사법경찰관리로서 수사의 보조를 하여야 한다.

⑥ 제1항 또는 제5항에 규정한 자 이외에 법률로써 사법경찰관리를 정할 수 있다.

제197조(특별사법경찰관리) 삼림, 해사, 전매, 세무, 군수사기관 기타 특별한 사항에 관하여 사법경찰관리의 직무를 행할 자와 그 직무의 범위는 법률로써 정한다.

○ 이미 피의자를 체포하였거나 증거물을 압수한 때에 : 피의자와 증거물을 경찰이 먼저 확보한 경우를 말한다. 피의자와 증거물을 우리가 먼저 확보한 경우에는 문맥상 조사 우선권이 우리에게 있음으로 문제가 없다고 할 것이다.

○ 필요한 경우에는 수사에 지장을 주지 아니하는 범위 안에서 : 수사에 지장을 주지 않는 범위 안이라는 개념은 공동조사, 조사 자료의 열람, 피의자 공동접촉, 압수물품의 확인·열람 등의 방법을 활용하는 것으로 해석된다. 이미 체포된 자나 물품에 대하여는 수사에 장애가 되는 화재조사를 금지하고 있는 것이다.

4. 소방공무원과 국가경찰공무원의 협력 등

제32조 (소방공무원과 국가경찰공무원의 협력 등)

① 소방공무원과 국가경찰공무원은 화재조사를 할 때에 서로 협력하여야 한다.

② 소방본부장이나 소방서장은 화재조사 결과 방화 또는 실화의 혐의가 있다고 인정하면 지체 없이 관할 경찰서장에게 그 사실을 알리고 필요한 증거를 수집, 보존하여 그 범죄수사에 협력하여야 한다.

〈해 설〉

동일한 화재원인을 소방과 경찰에서 다른 관점에서 규명하는 것을 방지하고 범죄조사상 필요한 피해자 또는 증거물은 동시에 화재조사 측면에서도 필요한 단서가 되어 쌍방활동에도 경합이 생길 우려가 있어 서로 협력하도록 규정한 것이다.

또한 화재는 형법상 범죄로 규정되어 있고 화재원인조사는 범죄수사에도 필요한 사항이다. 소방관련에서의 화재조사는 범죄자 처벌을 목적으로 하고 있지는 않지만 국가기관으로의 범죄와 관련된 혐의사실은 사법기관에 협조할 당연한 의무를 갖고 있음을 규정하고 있다.

5. 소방기관과 관계보험회사와의 협력

제33조(소방기관과 관계 보험회사와의 협력) 소방본부 · 소방서 등 소방기관과 관계보험회사는 화재가 발생한 경우 그 원인 및 피해상황을 조사할 때 필요한 사항에 대하여 서로 협력하여야 한다.

〈취 지〉

화재로 인한 인명 및 재산상의 손실을 예방하고 재해복구와 인명피해에 대한 적정한 보상을 하게 함으로서 국민 생활의 안정에 기여하게 할 목적으로 하는 "화재로 인한 재해보상과 보험가입에 관한 법률"에 의해 수행하는 관계보험회사가 그 화재원인과 피해를 조사하고자 할 때와 소방기본법 제29조에 따라 소방본부장 또는 소방서장이 화재조사를 실시하는 경우 정확한 원인과 피해조사를 위해 자료의 공유 등 서로 협력하도록 한 것이다.

제2절 소방기본법 시행규칙

2004년 제정된 소방기본법 시행규칙(개정시행 2011. 12. 1)은 기존의 소방법이 하위규정의 부재에 따른 선언적 조항의 문제점을 보완하고자 화재조사관련 세부규정을 정하였다는데 의의가 있다.

1. 긴급 상황 보고

종합상황실장이 소방서의 경우는 소방본부, 소방본부의 경우는 국민안전처 종합상황실에 지체 없이 보고해야 할 경우는 다음과 같다.

- ❍ 사망자가 5인 이상 발생하거나 사상자가 10인 이상 발생한 화재
- ❍ 이재민이 100인 이상 발생한 화재
- ❍ 재산피해액이 50억원 이상 발생한 화재
- ❍ 관공서・학교・정부미도정공장・문화재・지하철 또는 지하구의 화재
- ❍ 관광호텔, 층수가 11층 이상인 건축물, 지하상가, 시장, 백화점, 지정수량 3천배 이상의 위험물 제조소・저장소・취급소, 층수가 5층 이상이거나 객실이 30실 이상인 숙박시설, 층수가 5층 이상이거나 병상이 30개 이상인 종합병원・정신병원・한방병원・요양소, 연면적 1만5천㎡ 이상인 공장 또는 화재경계지구에서 발생한 화재
- ❍ 철도차량, 항구에 매어둔 총 톤수가 1천톤 이상인 선박, 항공기, 발전소 또는 변전소에서 발생한 화재
- ❍ 가스 및 화약류의 폭발에 의한 화재

○ 다중이용업소의 화재
○ 통제단장의 현장지휘가 필요한 재난상황
○ 언론에 보도된 재난상황
○ 그 밖에 국민안전처장관이 정하는 재난상황

2. 화재조사의 시기, 종류, 범위

가. 화재조사의 시기

화재조사는 소화활동과 동시에 개시되는데 이때 소화활동의 개시는 화재의 각지 시점 즉, 상황실에 신고가 접수된 시점을 말한다.

나. 화재조사의 종류 및 범위

화재는 크게 원인조사와 피해조사로 구분하며 종류와 범위는 다음과 같다.

1) 화재원인조사

종 류	범 위
가. 발화원인 조사	화재지점, 발화열원, 발화요인, 최초착화물 및 발화관련 기기 등
나. 발견 · 통보 및 초기 소화상황 조사	발견동기, 통보 및 초기소화 등 일련의 행동과정
다. 연소상황 조사	연소경로 및 연소확대물, 연소확대 사유 등
라. 피난상황 조사	피난경로, 피난상의 장애요인 등
마. 소방 · 방화시설 등 조사	소방 · 방화시설의 활용, 작동상황 등

2) 화재피해조사

종 류	범 위
가. 인명피해조사	- 소방활동 중 발생한 사망자 및 부상자 - 그 밖에 화재로 인한 사망자 및 부상자
나. 재산피해조사	- 열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해 - 소화활동 중 사용된 물로 인한 피해 - 그 밖에 연기, 물품반출, 화재로 인한 폭발 등에 의한 피해

제3절 화재조사 및 보고규정

화재조사의 집행과 보고 및 사무 처리에 필요한 사항을 정하여 일선 화재현장에서의 원활한 조사가 이루어질 수 있도록 하였고 현실에 맞지 않는 용어 및 조사책임, 화재 피해액 등을 조정하였으며, 또한 제조물책임법(Product Liability Law)의 시행에 따른 화재조사 감정 부분을 보강하여 현장 화재조사 업무의 내실화를 기하였음.(개정시행 2010.12.9)

특히 피해단가에 대한 정리를 한국감정원에서 발간하는 건물신축단가표를 준용토록하여 명문화 하였으며, PL법 시행으로 중요시 되고 있는 "화재조사증명원" 발급 신청 자격을 화재로 인한 피해 대상물의 소유자, 관리자, 점유자 등 관계인에 그치지 않고 비관계인에게도 발급할 수 있도록 하였으며, 내부적 화재조사결과의 중요성을 감안하여 사전 조정하는 등 상당부분이 개선되어 일선 화재조사업무에 큰 도움이 될 것으로 본다.

1. 용어의 정의

가. 화재조사 및 보고규정에서 사용하는 관련용어의 정의는 다음과 같다.

1) "화재"란 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상으로서 소화시설 등을 사용하여 소화할 필요가 있거나 화학적인 폭발 현상을 말한다.
2) "조사"란 화재원인을 규명하고 화재로 인한 피해를 산정하기 위하여 자료의 수집, 관계자등에 대한 질문, 현장 확인, 감식, 감정 및 실험 등을 하는 일련의 행동을 말한다.
3) "감식"이란 화재원인의 판정을 위하여 전문적인 지식, 기술 및 경험을 활용하여 주로 시각에 의한 종합적인 판단으로 구체적인 사실관계를 명확하게 규명하는 것을 말한다.
4) "감정"이란 화재와 관계되는 물건의 형상, 구조, 재질, 성분, 성질 등 이와 관련된 모든 현상에 대하여 과학적 방법에 의한 필요한 실험을 행하고 그 결과를 근거로 화재원인을 밝히는 자료를 얻는 것을 말한다.
5) "조사관"이란 화재조사업무를 총괄하는 간부급 소방공무원을 말한다.
6) "조사자"란 화재조사업무를 수행하는 소방공무원을 말한다.

7) “관계자등” 이란 소방기본법 제2조 제3호에 의한 관계인과 화재의 발견자, 통보자, 초기 소화자 및 기타 참고인을 말한다.
8) “발화”란 열원에 의하여 가연물질에 지속적으로 불이 붙는 현상을 말한다.
9) “발화열원”이란 발화의 최초원인이 된 불꽃 또는 열을 말한다.
10) “발화지점”이란 화재가 발생한 부위를 말한다.
11) “발화장소”란 화재가 발생한 장소를 말한다.
12) “최초착화물”이란 발화열원에 의해 불이 붙고 이 물질을 통해 제어하기 힘든 화세로 발전한 가연물을 말한다.
13) “발화요인”이란 발화열원에 의하여 발화로 이어진 연소현상에 영향을 준 인적・물적・자연적인 요인을 말한다.
14) “발화관련 기기”란 발화에 관련된 불꽃 또는 열을 발생시킨 기기 또는 장치나 제품을 말한다.
15) “동력원”이란 발화관련 기기나 제품을 작동 또는 연소시킬 때 사용되어진 연료 또는 에너지를 말한다.
16) “연소확대물”이란 연소가 확대되는데 있어 결정적 영향을 미친 가연물을 말한다.
17) “재구입비”란 화재 당시의 피해물과 같거나 비슷한 것을 재건축(설계 감리비를 포함한다) 또는 재취득하는데 필요한 금액을 말한다.
18) “내용연수”란 고정자산을 경제적으로 사용할 수 있는 연수를 말한다.
19) “손해율”이란 피해물의 종류, 손상 상태 및 정도에 따라 피해액을 적정화시키는 일정한 비율을 말한다.
20) “잔가율”이란 화재 당시에 피해물의 재구입비에 대한 현재가의 비율을 말한다.
21) “최종잔가율”이란 피해물의 경제적 내용연수가 다한 경우 잔존하는 가치의 재구입비에 대한 비율을 말한다.
22) “화재현장”이란 화재가 발생하여 소방대 및 관계자 등에 의해 소화활동이 행하여지고 있는 장소를 말한다.
23) “상황실”이라 함은 소방관서 또는 소방기관에서 화재・구조・구급 등 각종 소방상황을 접수・전파 처리 등의 업무를 행하는 곳을 말한다.
24) “소방・방화시설”이란 소방시설 및 방화시설을 말한다.

2. 화재조사의 범위

화재조사는 크게 화재원인조사와 피해조사로 나누어 볼 수 있으며 특히 피해조사는 화재 당시를 기준하여 현금으로 환산, 피해액을 산출한다.

가. 화재원인조사

화재원인 조사를 크게 5부분으로 나눌 수 있으며 그 내용을 보면 다음과 같다.

1) 발화원인 : 발화지점, 발화원, 발화요인, 최초착화물 및 발화관련기기 등
2) 발견, 통보 및 초기상황 조사 : 발견동기, 통보 및 초기소화 등 일련의 행동과정
3) 연소상황 : 화재의 연소경로 및 연소확대물, 연소확대 사유 등
4) 피난상황 : 피난경로, 피난상의 장애요인 등
5) 소방・방화시설 등 조사 : 소방・방화시설의 활용 또는 작동 등의 상황

나. 화재피해조사

1) 인명피해

- 화재로 인한 사망자 및 부상자
- 화재진압 중 발생한 사망자 및 부상자

2) 재산피해

- 소실피해 : 열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해
- 수손피해 : 소화활동으로 발생한 수손피해
- 기타피해 : 연기, 물품반출, 화재중 발생한 폭발 등에 의한 피해 등

3. 조사업무의 체계

가. 조사책임

1) 소방(방재・안전・재난)본부장 또는 소방서장(이하 “본부장” 또는 “서장”이라 한다)은 관할구역내의 화재에 대하여 조사를 하여야 한다.
2) 운행 중인 차량, 선박, 항공기에서 발생한 화재는 소화활동을 행한 장소를 관할하는 본부장 또는 서장에게 조사책임이 있다.

나. 조사업무의 능력향상

1) 본부장 또는 서장은 조사업무를 담당할 인원과 차량 및 기자재를 기준이상으

로 확보하여 조사업무 수행에 만전을 기하여야 한다.

2) 본부장 또는 서장은 조사관 및 조사자에 대하여 조사업무의 관련교육, 연구회 개최 및 과제를 부여 또는 국내·외 소방관련 전문기관에 위탁교육을 실시하는 등 화재조사능력 향상에 노력하여야 한다.

다. 조사전담부서 설치 등

1) 화재조사의 원인감식과 피해조사의 전문화 및 업무의 연구발전을 위하여 소방(방재·안전·재난)본부(이하 "소방본부"라 한다)와 소방서에 화재조사 전담부서를 설치 운영한다.

2) 화재조사 전담부서는 간부급 소방공무원과 소방학교장이 실시하는 화재조사반과정 교육을 이수한 소방공무원으로 구성하여 운영하여야 한다. 다만, 해당자가 없는 경우에는 소방·건축·가스·전기·위험물 등 전문분야 자격증을 소지한 사람 또는 화재조사 분야에서 1년 이상 근무한 경력이 있는 사람으로 지정하여 운영하되 우선적으로 화재조사반 과정 교육을 이수하도록 하여야 한다.

3) 화재조사의 정확성을 기하기 위하여 원인조사와 피해조사로 구분하여 조사하고 보조요원을 지정 운영하여야 한다.

4) 소방학교장은 화재조사 전문가 육성과 화재원인 등을 조사·연구할 부서를 설치 운영한다.

라. 감식, 감정 및 시험 등

1) 본부장 또는 서장은 조사 상 특히 전문지식과 기술이 필요하다고 인정되는 경우 별지 제1호 서식에 따른 감식 및 감정을 전문기관 또는 전문인에게 의뢰하거나 전문인 또는 전문기관과 합동으로 조사할 수 있다. 다만, 외부의 감식·감정기관에서 별도의 지정 서식을 사용하고 있을 때에는 그 서식으로 의뢰할 수 있다.

2) 전 항의 감식 및 감정을 의뢰받은 전문기관 또는 전문인은 그 결과를 별지 제2호 서식에 작성, 본부장 또는 서장에게 통지하여야 한다. 다만, 별도의 지정 서식을 사용하고 있을 때에는 그 서식으로 통지할 수 있다.

3) 본부장 또는 서장은 과학적이고 합리적인 화재원인 규명을 위하여 화재현장에서 수거된 물품에 대하여 감정을 실시하고 원인입증을 위한 재현 등 시험

을 실시 할 수 있다.

4) 감정, 시험 등을 위하여 소방본부에 "화재조사 시험·분석연구실"을, 소방서에 "화재조사분석실"을 설치·운영한다.

마. 조사본부의 설치운영

1) 본부장 또는 서장은 대형화재·중요화재 및 특수화재 등이 발생하여 조사를 위하여 필요할 경우 조사본부를 설치운영 할 수 있다. 이 경우 소방본부 조사요원은 소방서 조사업무를 지원하여야 한다.
2) 조사본부에는 조사본부장과 조사관 및 조사자 등을 둔다. 또한 조사 상 필요한 경우에는 감식 및 감정에 관한 전문기관 또는 전문인을 포함하여 둘 수 있다.
3) 조사본부장은 화재조사 업무를 관장하는 과장으로 하고 부득이한 경우에는 별도로 지정할 수 있으며, 조사본부장의 책임은 다음과 같다.
   - 조사요원 등의 지휘감독과 화재조사 집행
   - 현장보존, 정보관리 및 관계기관에서의 협조
   - 기타 조사본부 운영 및 총괄에 관한 사항처리
4) 조사관은 소방본부 및 소방서의 화재조사업무를 관장하는 간부로 하며 다음과 같은 책임을 진다.
   - 조사자의 지휘·감독과 화재조사 집행
   - 조사기록 서류 등의 검토·분석 및 관리
5) 조사결과의 대외적 발표
   - 조사본부장은 소방행정상 필요한 경우와 외부기관으로부터 조사내용의 발표요청이 있는 경우에는 특별한 사유가 없는 한 그 내용을 발표한다.

4. 조사업무처리의 기본사항

가. 조사실시상의 총칙

1) 조사는 물적 증거를 통한 과학적인 방법에 의한 합리적인 사실의 규명을 원칙으로 한다.
2) 조사를 실시함에 있어 관계자 등의 입회하에 현장과 기타 관계있는 장소에 출입하는 것을 원칙으로 한다.

3) 질문
- 질문을 할 때에는 시기, 장소 등을 고려하여 피질문자의 임의진술을 얻도록 하여야 한다.
- 질문을 할 때에는 기대나 희망하는 진술내용을 얻기 위하여 상대방에게 암시하는 등의 방법으로 유도하여서는 아니 된다.
- 소문 등에 의한 사항은 그 사실을 직접 경험한 사람의 진술을 얻도록 하여야 한다.
- 관계자 등에 대한 질문 사항은 별지 제4호 서식의 질문기록서에 작성하여 그 증거를 확보한다.

4) 조사관 및 조사자는 관계자 등으로부터 조사 상 필요한 정보를 확보하여야 한다.

5) 조사관 및 조사자는 조사결과와 기타 참고사항을 기록유지 하여야 한다.

나. 화재건수

1건의 화재란 1개의 발화점으로부터 확대된 것으로 발화부터 진화까지를 말하며 다음과 같은 예외를 둔다.

1) 동일범이 아닌 각기 다른 사람에 의한 방화, 불장난은 동일 대상물에서 발화했더라도 각각 별건의 화재로 한다.

2) 동일 소방대상물의 발화점이 2개소이상 있는 다음의 화재는 1건의 화재로 한다.
- 누전점이 동일한 누전에 의한 화재
- 지진, 낙뢰 등 자연현상에 의한 다발화재

3) 관할구역이 2개소이상 걸친 화재 : 화재 범위가 2이상의 관할구역에 걸친 화재에 대해서는 발화 소방대상물의 소재지를 관할하는 소방서에서 1건의 화재로 한다.

다. 화재의 유형

1) 건축・구조물 화재 : 건축물, 구조물 또는 그 수용물이 소손된 것

2) 자동차・철도차량 화재 : 자동차, 철도차량 및 피견인 차량 또는 그 적재물이 소손된 것

3) 위험물・가스제조소 등 화재 : 위험물제조소 등, 가스제조・저장・취급시설 등이 소손된 것

4) 선박・항공기화재 : 선박, 항공기 또는 그 적재물이 소손된 것

5) 임야화재 : 산림, 야산, 들판의 수목, 잡초, 경작물 등이 소손된 것.
6) 기타화재 : 위의 각호에 해당되지 않는 화재
※ 화재가 복합되어 발생한 경우에는 화재의 구분을 화재피해액이 많은 것으로 하며, 화재피해액이 같은 경우나 화재피해액이 큰 것으로 구분하는 것이 사회관념 상 적당치 않을 경우에는 발화 장소로 화재를 구분한다.

라. 발화일시의 결정

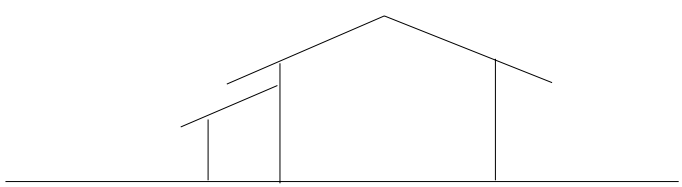
발화일시의 결정은 관계자의 화재발견상황통보(각지)시간 및 화재발생 건물의 구조, 재질 상태와 화기취급 등의 상황을 종합적으로 검토하여 결정한다. 다만, 각지시간은 소방관서에 최초로 신고 된 시점을 말하며 자체진화 등의 사후각지 화재로 그 결정이 곤란한 경우에는 발생시간을 추정 할 수 있다.

마. 화재의 소실정도

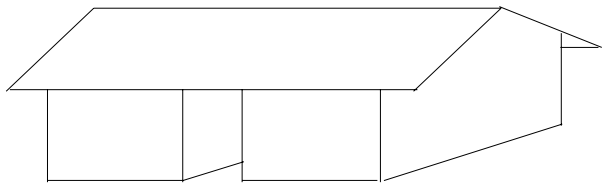
건축·구조물화재의 소실정도는 3종류로 구분하며 그 내용은 다음과 같다
1) 전 소 : 건물의 70%이상(입체면적에 대한 비율을 말함. 이하 같다)이 소실되었거나 그 미만이라도 잔존부분이 보수를 하여도 재사용 불가능한 것
2) 반 소 : 건물의 30%이상 70%미만이 소실된 것
3) 부분소 : 전소, 반소에 해당되지 않는 것
※ 자동차·철도차량, 선박 및 항공기 등의 소실정도는 위의 규정을 적용한다.

바. 건물동수 산정

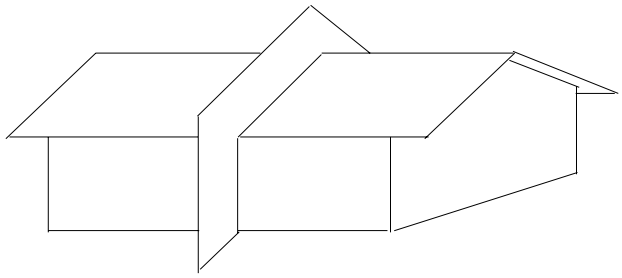
1) 주요구조부가 하나로 연결되어 있는 것은 1동으로 한다. 다만 건널 복도 등으로 2이상의 동에 연결되어 있는 것은 그 부분을 절반으로 분리하여 각 동으로 본다.
2) 건물의 외벽을 이용하여 실을 만들어 헛간, 목욕탕, 작업실, 사무실 및 기타 건물 용도로 사용하고 있는 것은 주건물과 1동으로 본다.(그림참조)



3) 구조에 관계없이 지붕 및 실이 하나로 연결되어 있는 것은 동일동으로 본다. (그림참조)

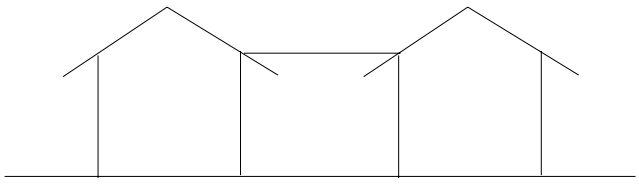


4) 목조 또는 내화조 건물의 경우 격벽으로 방화구획이 되어 있는 경우도 동일동으로 한다.(그림참조)



5) 독립된 건물과 건물 사이에 차광막, 비막이 등의 덮개를 설치하고 그 밑을 통로 등으로 사용하는 경우는 별동으로 한다.

(예) 작업장과 작업장 사이에 조명유리 등으로 비막이를 설치하여 지붕과 지붕이 연결되어 있는 경우(그림참조)



6) 내화조 건물의 옥상에 목조 또는 방화구조 건물이 별도 설치되어 있는 경우는 별동으로 한다. 다만, 이들 건물의 기능상 하나인 경우(옥내 계단이 있는 경우)는 동일 동으로 한다.

7) 내화조 건물의 외벽을 이용하여 목조 또는 방화구조건물이 별도 설치되어 있

고 건물 내부와 구획되어 있는 경우 별동으로 한다. 다만, 주된 건물에 부착된 건물이 옥내로 출입구가 연결되어 있는 경우와 기계설비 등이 쌍방에 연결되어 있는 경우 등 건물 기능상 하나인 경우는 동일동으로 본다.

사. 세대수 산정

세대수의 산정은 거주와 생계를 함께 하고 있는 사람들의 집단 또는 하나의 가구를 구성하여 살고 있는 독신자로서 자신의 주거에 사용되는 건물에 대하여 재산권을 행사할 수 있는 사람을 1세대로 한다.

아. 소실면적의 산정

건물의 소실면적 산정은 소실 바닥면적으로 산정 한다. 다만, 화재피해 범위가 건물의 6면 중 2면 이하인 경우에는 6면 중의 피해면적의 합에 5분의 1을 곱한 값을 소실면적으로 한다.

※ 수손 및 기타 파손의 경우 위항의 규정 준용

예시) 천장 20㎡, 벽면중 1면이 30㎡ 소실된 경우 피해면적 산정은?

⇒ 소실면적은 10㎡로 산정

자. 사상자

화재현장에서 사망 또는 부상당한 사람을 말한다. 단, 화재현장에서 부상을 당한 후 72시간 이내에 사망한 경우에는 당해 화재로 인한 사망자로 본다.

부상의 정도는 의사의 진단을 기초로 하여 다음과 같이 분류한다.

- 중상 : 3주이상의 입원치료를 필요로 하는 부상
- 경상 : 중상이외의 부상(입원치료를 필요로 하지 않는 것도 포함)

5. 조사업무의 집행

가. 화재출동시의 조사

1) 조사자는 화재의 각지와 동시에 조사활동을 개시하여야 한다.

2) 화재출동시의 상황파악

- 화재현장에 출동하는 직원은 출동 중에도 조사에 도움이 되는 사항을 확인

하여야 하며 119안전센터 등의 선임자는 지체 없이 화재현장 출동보고서를 작성하여 조사관에게 제출하여야 한다.

- 현장에서 관계자 등의 질문은 신속, 정확히 하여야 하며 진실한 진술을 얻을 수 있도록 노력하여야 한다.

나. 현장조사

1) 본부장 또는 서장은 현장조사를 위하여 필요하다고 인정될 때에는 소방 활동 구역을 설정할 수 있다.
2) 감식 등 화재현장조사는 주간에 실시하는 것을 원칙으로 한다.
3) 조사자는 화재발생원인, 연소상황, 피난상황 및 소방시설의 상황 등의 화재원인을 조사하여야 한다.
4) 조사자는 화재발생 건물의 인명피해와 재산피해 발생상황을 조사하여야 한다.

6. 화재조사 보고

가. 조사활동 중 소방본부장 또는 소방서장이 소방방재청장에게 긴급 상황으로 보고하여야 할 화재를 대형화재, 중요화재, 특수화재로 분류하고 그 정의를 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 대형화재

- 인명피해 : 사망 5명이상이거나 사상자 10명이상 발생한 화재
- 재산피해 : 50억원 이상 추정되는 화재

2) 중요화재

- 관공서, 학교, 정부미도정공장, 문화재, 지하철, 지하구 등 공공건물 및 시설의 화재
- 관광호텔, 고층건물, 지하상가, 시장, 백화점, 대량 위험물을 제조·저장, 취급하는 장소, 대형화재 취약대상 및 화재경계지구
- 이재민 100명이상 발생화재

3) 특수화재

- 철도, 항구에 매어둔 외항선, 항공기, 발전소 및 변전소의 화재

- 특수사고, 방화 등 화재원인이 특이하다고 인정되는 화재
- 외국공관 및 그 사택
- 기타 대상이 특수하여 사회의 이목이 집중될 것으로 예상되는 화재

나. 화재상황보고는 최초보고, 중간보고, 최종보고로 구분하며 다음과 같은 요령으로 보고한다.

1) 최초보고 : 선착대가 화재현장 도착즉시 현장지휘관 책임 하에 화재의 규모, 인명피해 발생여부, 건물구조 개요 등을 보고
2) 중간보고 : 최초보고 후 화재상황의 진전에 따라 연소 확대 여부, 인명구조 활동 상황, 진화활동상황, 재산피해내역 및 화재원인 등을 수시 보고
3) 최종보고 : 화재종료직후 최초보고 및 중간보고를 취합하여 보고

다. 서장은 화재조사의 진행상황을 수시 보고하여야 하며 조사결과를 각 화재별로 각 호의 규정에 의하여 본부장에게 보고하고 기록유지 하여야 한다.

1) 긴급 상황보고에 해당하는 화재 : 화재 각지로부터 15일 이내, 다만, 화재의 정확한 조사를 위하여 조사기간이 필요한 때는 총 30일 이내
2) 일반화재 : 화재 각지로부터 10일 이내
3) 상기 조사기간을 초과하여 조사가 필요한 경우 그 사유를 사전보고 후 추가 조사를 할 수 있다.

7. 구분별 피해 산정방법

가. 화재피해액 산정대상

화재로 인해 발생하는 손실은 인적손해, 물적손해, 기타 무형의 손해 등으로 나눌 수 있는데, 인적손해에 대해서는 사상자의 수로 표현하면 되므로 별도의 피해액 산정이 필요하지 아니하며, 무형의 손해는 종류도 여러 가지이지만 그 금액 또한 산정하기가 쉽지 아니하므로 피해액 산정의 대상에서 제외 하며, 물적 손해만을 피해액 산정의 대상으로 한다.

한편, 물적 손해에 있어서도 건물, 기계장치, 집기비품, 가재도구, 상품, 차량 등 유

체물이 소손 또는 훼손됨으로써 발생하는 직접적 손실과 이들 물건들이 소훼됨으로써 사용을 하지 못하는 사용이익 손실의 간접적 손실이 발생하게 되는데, 화재피해액 산정은 화재로 유체물 등에 생긴 직접적 손실만을 그 대상으로 한다. 왜냐하면 간접적 손실은 그 금액의 산정이 까다롭고, 손해액을 산정하는 자의 주관이 개입할 여지가 많기 때문이다.

따라서 산정기준에서의 화재로 인한 피해액 산정대상은 경제적 가치가 있는 재산 등의 직접적 손실에 국한시킨다.

〈산정대상〉

- 건물(부속물과 부착물 포함), 부대설비, 구축물, 시설, 선박, 항공기, 차량 등 운반구, 기계장치, 공구 및 기구, 집기비품, 가재도구, 재고자산(원재료, 부재료, 제품, 반제품, 상품, 저장품, 부산물 등), 예술품 및 귀중품, 동물 및 식물 등

나. 화재 피해액 산정방법

화재로 인한 물건 등의 직접적 손실에 대한 피해액의 산정은 사고 시점에서 피해물의 경제적 가치와 소훼 후의 경제적 가치를 판단하는 것이다. 즉, 화재로 인한 피해액은 사고 당시의 피해물의 현재의 시가에서 화재 후 피해물의 잔존가치를 뺀 금액이 된다.

따라서 화재로 인한 피해액을 산정하는 것은 피해물의 현재의 시가와 화재 후 피해물품의 잔존가를 확인·평가하는 일로 현재의 시가를 정하는 방법에는 다음과 같이 4가지 방법이 있다.

◇현재의 시가를 정하는 방법◇

① 구입시의 가격
② 구입시의 가격에서 사용기간 감가액을 뺀 가격
③ 재구입 가격
④ 재구입 가격에서 사용기간 감가액을 뺀 가격

예시)

3년 전에 100만원에 구입한 냉장고를 현재는 80만원에 재구입이 가능하고, 3년간 사용한 감가액이 30만원이라고 할 경우, 위의 현재의 시가를 정하는 방법에 의하면 화재발생일 현재 냉장고의 가격은?

산출식 : ①에 의해 현재시가를 정할 경우 = 100만원
②에 의해 현재시가를 정할 경우 = 70만원(100만원 - 30만원)
③에 의해 현재시가를 정할 경우 = 80만원
④에 의해 현재시가를 정할 경우 = 50만원(80만원 - 30만원)

1) 대상별 현재시가를 정하는 방법
(가) ①의 방법 - 재고자산, 즉 원재료, 부재료, 제품, 반제품, 저장품, 부산물 등
②의 방법 - 항공기 및 선박 등
③의 방법 - 상품 등
④의 방법 - 건물, 구축물, 시설, 기계장치, 공구 및 기구, 차량 및 운반구, 집기비품, 가재도구 등

2) 손해액 또는 피해액을 산정하는 방법
(가) 복성식평가법
재건축 또는 재취득하는데 소요되는 비용에서 사용기간의 감가수정액을 공제하는 방법으로 대부분의 물적 피해액 산정에 널리 사용되고 있다.
(나) 매매사례비교법
당해 피해물의 시중 매매사례가 충분하여 유사 매매사례를 비교하여 산정하는 방법으로서 차량, 예술품, 귀중품, 귀금속 등의 피해액 산정에 사용되고 있다.
(다) 수익환원법
피해물로 인해 장래에 얻을 수익액에서 당해 수익을 얻기 위해 지출되는 제반 비용을 공제하는 방법에 의하는 방법으로 유실수 등에 있어 수확기간에 있는 경우에 사용된다. 단, 유실수의 육성기간에 있는 경우에는 복성식 평가법을 사용한다.

화재피해액 산정에 있어서 복성식평가법을 취하는 것을 원칙으로 하고, 복성식평가법이 불합리하거나 매매사례비교법 또는 수익환원법이 오히려 합리적이고 타당하다

고 판단된 경우에는 예외적으로 매매사례비교법 및 수익환원법을 사용하기로 한다.

또한 현재의 시가 산정은 재구입(재건축 및 재취득)가액에서 사용기간의 감가액을 공제하는 방식을 원칙으로 하되, 이 방법이 불합리하거나 다른 방법이 오히려 합리적이고 타당한 경우에는 예외적으로 구입시 가격 또는 재구입 가격을 현재의 시가로 인정하기로 한다.

다. 화재피해액의 산정기준

화재로 인한 피해액의 산정방법에 있어서 복성식평가법을 취하는 것과 피해물의 현재의 시가 산정을 재구입(재건축 또는 재취득)가액으로 하는 것을 원칙으로 정했으므로, 화재로 인한 모든 피해물의 피해액 산정은 재건축비 또는 재취득가격에서 사용기간 감가를 하는 방식에 따르는 것으로 한다.

화재피해액 = 재건축비 또는 재취득가격 – 사용기간 감가수정액

※ 일부 수선 또는 수리의 경우, 재건축비 또는 재취득가격은 수선비 또는 수리비가 된다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제4장 화재조사 서류

제1절 화재조사 서류의 개념

1. 화재조사 서류의 의의

화재조사서류란 소방기본법에서 규정하고 있는 「화재조사」의 결과를 사진이나 도면 등에 의하여 정확하게 기록하고 소방기관으로서의 최종의사결정을 기록한 문서이다. 화재조사서류는 화재현장을 영구적으로 보존하는 자료로서 화재 1건마다 작성된다. 이렇게 축적된 조사데이터는 분석·유형화하여 시민에 대한 예방지도나 소방관계 법령 등의 소방행정 제시의 기초자료로 하는 외에 소방 활동자료로서 소방업무 전반에 활용된다.

한편, 화재조사서류는 공문서로서 정보공개 대상으로 되는 것은 물론 소방기관이 전문적이고 공평한 입장에서 작성하는 것으로 사법기관 등의 유효한 증거자료로서의 측면도 가지고 있다.

2. 화재조사 서류의 구성 및 양식

화재조사의 목적은 현장조사 집행 후 그 결론을 표시한「화재조사서류」가 작성됨으로써 처음으로 달성되는 것이다. 화재조사서류는 소방기본법에 근거한 조사 집행의 결과로서의 법적인 성격을 가지는 것이기 때문에 통일된 기본적인 양식으로 할 필요가 있는 것이다. 또한, 정리·분석을 용이하게 하여 자료로서의 유용성을 높이고 활용범위도 확대시키기 위해 표준적인 서류구성과 그 양식에 기초할 필요가 있는 것이다.

이런 이유 때문에 기본적인 양식이 국민안전처 훈령인『화재조사 및 보고규정』으로 규정되어 있으며 본문에서는 이 양식에 준하여 해설하고자 한다.

3. 화재조사서류 작성상의 유의사항

화재조사서류는 앞에서 언급한 것과 같이 소방행정 제시의 기초자료로 하는 외에 사법기관의 증거자료도 된다. 본 서류가 지닌 성질 때문에「화재발생종합보고서」,「화재현장조사서」등의 화재조사서류를 구성하는 각 양식에는 각각의 작성목적에 따른 표현, 논리전개 등에 유의하여야 한다.

가. 간결 · 명료한 문장

주어와 술어가 애매한 문장, 생략한 문장, 장황한 말이 반복되어 요점을 파악하기 어려운 문장 등은 소방행정의 제시책이나 재판의 증거자료로 사용되어지는 화재조사서류로서는 절대적으로 피해야 한다.

또 과학용어 · 학술용어 등 말을 바꿀 수 없는 전문용어는 별개로 하되 원칙적으로 평이하고 알기 쉬운 문장으로 작성토록 노력한다.

나. 오자 · 탈자 등이 없는 문서

오자, 탈자 등으로 문장의 의미가 변하는 것이 있다. 이러한 오류가 많은 서류는 읽는 사람에게 단순히「글자가 틀리다」라고 하는 정도의 가벼운 인식이 아닌「기재된 사실이나 논리에 대한 서류의 가치나 신뢰」를 떨어뜨리고 작성자의 능력을 의심케 하므로 글자 하나라도 가볍게 보아서는 안 된다.

다. 필요한 서류의 첨부

국민안전처에서 정하는 필요한 서류(사진 포함)가 첨부되어 있지 않거나 각 양식으로 정해진 필요한 기재항목이 빠져있는 서류는 서류로서의 기본적 요인을 미비하는 것으로 주의하여야 한다.

라. 각 양식 작성목적의 이해

화재 1건을 처리하는 데는 많은 조사서류가 작성되며 조사서류의 양식은 다르게 되어있다. 그것은 조사서류에는 각각의 작성목적이 있으므로 요구되는 문장표현이나 각 조사서의 작성자 등도 반드시 일치하는 것은 아니다. 이러한 것을 동일양식에 기재하면 혼란이 생기게 된다.

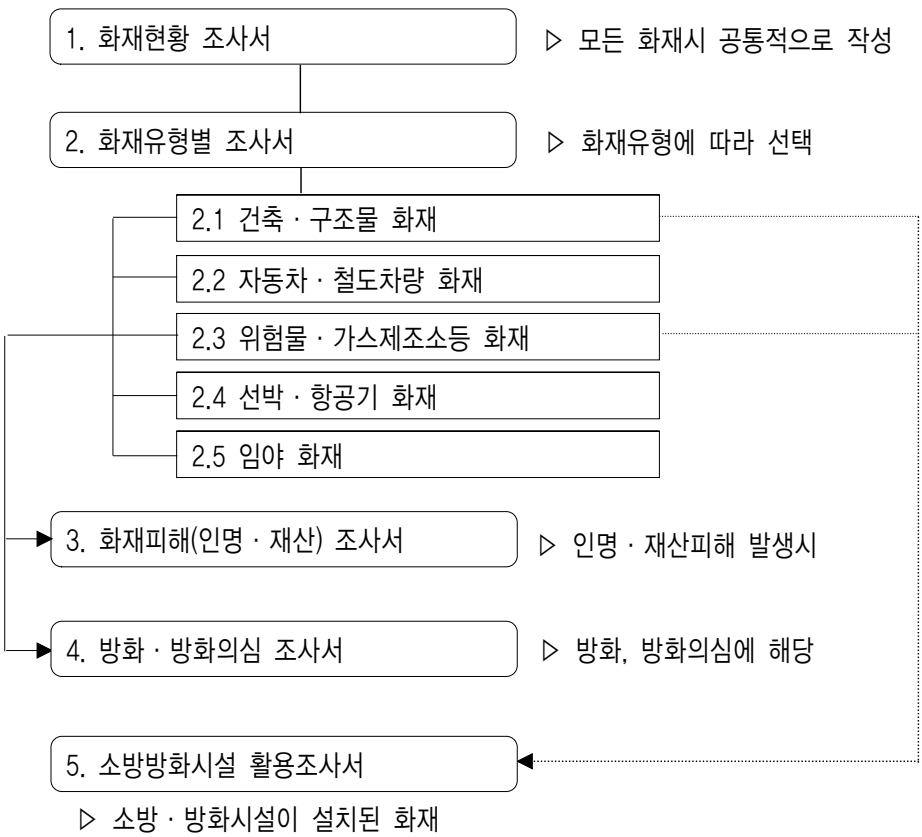
제2절 화재발생종합보고서

1. 작성목적과 작성자

화재발생종합보고서의 작성목적은 화재현장조사서, 질문기록서 등의 내용을 집약하여 하나씩 정리하는 것으로 화재대상물의 종합적 내용을 망라함과 함께 소방활동 데이터를 추가하는 것으로 이 보고서를 살펴보면 화재조사결과와 소방활동의 개요를 알기 쉽게 한 것이다.

화재발생종합보고서는 화재개요를 종합 정리하여 규명하는 것이기 때문에 화재현장 조사서 등과는 달리 특별히 작성자에 대한 제한은 없다.

화재발생종합보고서 운영 체계도



※ 6. 화재현장조사서는 모든 화재에 공통적으로 작성하는 서식임

2. 화재발생종합보고서 작성

화재발생 종합보고서는 아래 보고서 양식에 의거 세밀하게 작성해야야 한다.

첫째, 화재발생종합보고서 작성시 모든 화재에 공통적으로 화재현황 조사서를 작성

둘째, 화재유형에 따라 화재 유형별 조사서를 작성(건축・구조물화재, 자동차・철도차량화재, 위험물・가스제조소등 화재, 선박・항공기 화재, 임야화재)

셋째, 인명이나 또는 재산피해 발생시 화재피해 조사서 작성(인명피해, 재산피해)

넷째, 방화 또는 방화의심에 해당하는 경우 방화・방화의심조사서를 작성

다섯째, 소방・방화시설이 설치된 건축・구조물화재 또는 위험물・가스제조소등 화재에는 소방방화시설 활용조사서를 작성해야 한다.

화재현황 조사서	【별지 제3-2호 서식】
화재유형별 조사서(건물 · 구조물)	【별지 제3-3호 서식】
화재유형별 조사서(자동차 · 철도차량화재)	【별지 제3-4호 서식】
화재유형별 조사서(위험물 · 가스제조소등 화재)	【별지 제3-5호 서식】
화재유형별 조사서(선박 · 항공기 화재)	【별지 제3-6호 서식】
화재유형별 조사서(임야화재)	【별지 제3-7호 서식】
화재피해 조사서(인명피해)	【별지 제3-8호 서식】
화재피해 조사서(재산피해)	【별지 제3-9호 서식】
방화 · 방화의심 조사서	【별지 제3-10호 서식】
소방방화시설 활용조사서	【별지 제3-11호 서식】
화재현장 조사서	【별지 제3-12호 서식】
질문 기록서	【별지 제4호 서식】
화재현장 출동 보고서	【별지 제5호 서식】
재산피해 신고서	【별지 제6호 서식】

보고서 작성 양식

위 서식 중 화재현황 조사서(별지 제3-2호) 내지 소방방화시설 활용조사서(별지 제3-2호)는 서식에 맞게 입력함으로써 조사서가 작성되도록 되어 있으나, 화재현장 조사서 (별지 제3-12호) 내지 재산피해 신고서(별지 제6호)는 서식의 틀에 맞게 조사내용을 별도 작성해야 함으로 아래 절에서 설명하고자 한다.

제3절 화재현장조사서

1. 작성 목적

화재현장조사서는 발화원인, 연소 확대 원인, 사상자 발생원인 등을 조사한 서류로 유사화재 방지, 연소 확대 및 인명피해방지 등의 화재예방을 중심으로 한 소방행정에 반영함을 목적으로 한다.

소방행정에 반영으로 대외적으로는 잠자리에서의 담배에 의한 화재, 가스렌지 방치에 의한 음식물화재 등 유사화재의 발화방지를 널리 주민에게 알리는 것에서부터 전기기기, 화기사용주의, 지도하는 것까지 다양하다. 대내적으로는 화재예방조례 등 소방관계법령의 개정검토나 소방검사 등 예방업무의 착안점을 도출하는 것 등이 있다.

특히, 발화원인에 대해서는 대외적인 소방행정 반영과 결부되므로 논리적 고찰을 통한 철저한 규명이 요구된다. 화재현장조사서의 작성목적은 「소손물건」을 관찰하여 규명한 사실과 관계자의 진술을 자료로 하여 소방기관이 최종결론에 도달한 논리구성이나 고찰, 판단을 기록하는 것으로 화재조서서류의 핵심이 된다.

화재는 방화범죄와 같은 형사사건이나 손해배상 등 다양한 법률관계로 연결되는 사건이 많다.

현장조사란 진화 후 이러한 법률사안을 내포한 화재현장에 출입하여 발화원인이나 기타 소방행정상의 문제점을 조사하는 것을 말한다.

본 조사서를 작성하는 목적은 발화원인판정 등의 기초 자료로 하는 것이며 화재현장 발굴 작업이나 복원작업 상황을 상세하게 기록한 증거보존 자료로서의 일면도 가지고 있다.

2. 작성자

화재현장조사서는 조사현장에서 자기가 직접 관찰·확인한 사실을 기재하는 것이다. 작성자는 현장조사를 직접 행한 자로 한정하고 다른 사람이 대신하여 작성하는 것은 인정되지 않는다. 대규모 건물화재 등에서 현장조사를 분담하여 실시한 경우에는 분담자 각자가 분담한 장소의 현장조사서를 작성한다.

3. 작성상의 유의사항

현장조사는 소방기본법의 강제조사권에 근거하여 행하는 법률행위적 행정조사로서 권한을 가진 상대방의 승낙을 득하고 입회하는 임의조사이다. 이 때문에 현장조사시 입회인 및 조사개시와 종료시간은 반드시 기입한다. 또한 현장조사가 수일간에 걸친 경우에는 날짜(日)를 단위로 「제○회」라고 기재한다.

현장조사서는 앞에서 해설한 바와 같이 화재현장의 발굴·복원 종료시까지의 상태를 화재원인판정등의 자료로서 혹은 방화범죄 등의 증거보존 자료로서 기록하여 두는 것이다.

가. 관찰·확인사실의 객관적인 기재

현장조사서에는 주관적 판단이나 조사자가 의도하는 결론으로 유도하는 듯한 기재방법은 금한다.

현장조사서의 기재는 조사자의 의사나 판단이 개입되지 않도록 현장상황이나 소손물건 등을 객관적으로 가능한 있는 그대로 표현하는 것이 좋다.

나. 관계자의 입회와 진술

조사를 실시하는 경우에는 공평성·중립성을 담보하기 위하여 반드시 입회인을 둔다. 조사현장에는 건물이 소손되어 원형이 남아있지 않거나 발화건물이 소손 낙하물에 매몰되어 있는 경우가 많다. 이 때문에 입회인에게 건물 등 발화전의 상황을 설명시켜 실태를 파악하면서 확인·관찰하거나 발굴을 실시할 필요가 있다.

그러나 화재현장조사서 작성시 입회인의 설명내용을 마치 조사원이 확인·관찰한 사실인것처럼 기재하는 사례가 있으나 그것은 부적절한 것이다. 「입회인의 설명 내용」과 「조사원의 관찰·확인 사실」은 명확하게 구분하여 기재하여야 한다.

구별하는 방법은 다음의 예와 같이 「입회인의 설명에 의하면」이라고 전제하는 것이 일반적이다.

《원형이 남아있지 않은 건물의 설명》

입회인 ○○○(51세)의 설명에 의하면 「여기에는 지붕이 한옥기와로 얹어져 있었고 외벽은 블럭벽돌조 단층 건물로써 95㎡의 주택이 건축되어 있었다.」고 한다. 건물의 구획 등을 입회인의 설명을 토대로 첨부도를 작성하였다. 이후 이 도면을 기준으로 확인 관찰한다.

다. 발굴·복원단계에서의 조사사항 기재

조사의 핵심이 되는「발굴·복원단계」에서의 관찰·확인은 발화원·경과·착화물과 결부된 사실을 구체적이며 상세하게 기재해 둘 필요가 있다. 특히, 발화원인으로 된 화원에 대하여 긍정해야할 사실 뿐만 아니라 화원으로서 부정해야할 사실을 빠짐없이 조사하여 기재하여야 한다. 본 조사서에서 기재되지 않은 사실은 화재조사시 확인·관찰한 것으로 화재원인판정에 인용할 수 없기 때문이다.

라. 간단명료하고 계통적인 기재

「화재조사서류 작성상의 유의사항」등에서 기술한 문장 표현상의 유의점은 현장조사서의 기재에서도 마찬가지 이다. 「발화건물의 판정」등과 관련하여 소손의 강약과 방향, 소손물건의 위치, 재질, 형상, 크기 등을 평이한 표현으로 계통적 순서에 입각하여 간결하게 기재하여야 한다. 추상적이고 애매한 표현, 사실을 의도적으로 왜곡하는 듯한 과대한 표현 등은 피해야할 기술 형태이다.

마. 원인판정에 이르는 논리구성과 각 조사서에 기재한 사실 등의 취급

1) 판정에 이르는 논리구성

판정에 이르는 논리구성은 원칙적으로 소손상황을 객관적으로 기재한 화재현장조사서의 「사실」을 주체로 하며, 화재현장출동보고서 및 질문조사서의 진술사항 등을 그 사실의 보완자료로 활용하여 필요한 검토 후 결론을 도출한다. 각 판정의 기술은 항상 이 흐름을 골격으로 하여 논리전개 하여야 한다.

2) 각 조사서에 기재된 사실 등의 취급

(가) 화재현장 출동보고서

화재현장조사서의 기재사실은 주로 발화건물 판정 및 발화지점 판정시에 인용된다. 화재현장조사서에 기재된 사실은 간접자료로 다루어지나 소방공무원이 관찰조사 한 사실로부터 관계자의 진술을 기재한 질문조사서 보다도 높은 자료가치를 지닌다.

(나) 질문기록서

질문기록서에 기재된 발견·신고자 등의 진술은 현장조사서에 기재된 사실의 보완적 자료로서 다루어진다.

발견·신고자, 초기소화자 등은 소방대보다도 먼저 화재의 연소상황을 볼 수 있으므로 이들의 진술은 소방공백시간인 발화로부터 소방대 도착시까지의 화재상황의 파악에 도움을 줄 수 있는 것이다. 그러나 화재시는 냉정한 판단이 어려운 이상상태하에 있어 착오나 추측 등 사실을 왜곡할 만한 요인이 많다. 또 법률상의 문제 때문에 알고 있는 것이라도 진술하지 않거나 사실과 반대되는 진술을 하는 사람도 있다. 따라서 관계자의 진술에 대해서는 있는 그대로 받아들이지 말고 신중하게 검토할 필요가 있다.

이러한 것 때문에 질문기록서에 기재한 관계자의 증언은 화재현장조사서에 기재한 「물증」의 보완적인 역할로 생각하면 된다.

3) 판정결과와 모순된 진술의 처리

관계자의 진술중에는 「발화건물의 판정」등의 결과와 모순되는 증언이 보여지는 경우가 있다. 실무상 이러한 증언은 조사현장에서 신빙성 검토를 하여 조사서 작성시에는 모순이 없는 진술만을 열거하여 판정근거로 한다.

그러나 조사현장의 검토에서 부정된 내용에 대해서도 결론 도출과정에서는 반증을 열거해 나가면서 부정하여야 한다.

이러한 진술이 언급되지 않은 일방적인 논술은 진술의 기재를 의도적으로 회피한 것과 같은 인상이 있어 화재현장조사서를 읽는 제3자에게 의구심을 주게 된다. 판정결과와 모순된 진술에 대해서는 그 진술에 대한 기술이 필요한 것이다.

바. 각 조사서에 기재한 사실 등의 인용방법과 인용개소의 기재

각 조사서에 기재된 사실 등의 「인용」은 발화원인 등을 판정하는 이론전개의 기본으로서 화재현장조사서 작성상의 중요한 기술적 요소이다.

1) 각 조사서로 부터의 인용방법

(가) 필요한 문장을 발췌하여 인용하는 방법

《예 질문기록서》

발견 · 신고자 ○○○(25세)는 질문기록서에서 「…큰소리가 나서 잠에서 깨어……2층 창가에서 밖을 보니 △△△의 집이 불타고 있었다. …불은 2층 동측 창가에서 나오고 있었다.. 이외의 창은 연기만 나고 있었다.」라고 하는 진술을 하고 있다.

(나) 필요한 문장을 요약하여 인용하는 방법

현장조사 등의 요점을 간결하게 정리하여 인용하는 방법이다.

《예 질문기록서》

발견 · 신고자 ○○○(25세)는 질문기록서에서 「△△△ 소유의 주택 2층 동측 창에서 불꽃이 나오고 있었다.」고 진술한다.

어떤 방법으로 인용하는 가는 판정자의 판단에 맡긴다. 그러나 주관적 판정을 채용하는 경우는 요약한 내용이 실제로 진술한 내용등과 미묘한 차이가 있을 수 있는데 충분한 주의를 하여야 한다.

2) 인용개소의 기재

판정근거로서 인용한 부분은 다음 항목을 명확하게 기재한다.

❍ 인용한 서류명

❍ 인용한 사실의 기재개소

❍ 인용한 사실의 내용

화재조사시에 관찰했으나 현장조사에서 기재하지 않은 사실, 발견·신고자등의 관계자가 진술한 중요사항임에도 질문기록서에 녹취하지 않은 내용 등은 진실이라 해도 발화원인 등의 판정근거로서 열거할 수 없다.

판정근거가 되는 사실 등은 모두 화재현장조사서, 질문기록서 등에 기재되어야 한다.

또 각 조사서 기재사실만으로는 발화원인 등의 입증이 불충분하여 보충실험을 행하거나 문헌을 인용하여 논리 전개한 경우는 실험데이터의 첨부나 문헌의 「인용개소의 명시」가 필요하다.

참고자료

- 국가화재분류체계 메뉴얼, 소방방재청, 2009
- 화재피해액 산정 메뉴얼, 소방방재청, 2009
- 화재조사 및 보고규정, 소방방재청, 2009
- 소방관계법령집, 도서출판 한성문화, 2008
- 김경진외, LNTB 연구보고서, 2002
- 김영욱, 위기관리의 이해, 책과길, 2002
- 이용필외, 위기관리론, 인간사랑, 1992
- 이병곤외, 안전공학총론, 충북대학교 출판부, 1999
- 최성룡, 화재조사론, 도서출판 덕유, 2000
- 최성룡, 화재방호론, 정인사, 2001
- 최충석외, 전기화재공학, 도서출판 동화기술, 2000
- 허성범외, 화재조사론, 도서출판 광명, 2000
- 한국화재보험협회, 화재감식실무, 이환기획인쇄, 2000
- NFPA, “NFPA921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2014 Edition”, p.11～19(2014)
- 이의평, 중앙소방학교, 2010년도 화재조사관 자격취득 Ⅳ pp.334-337, 401-452
- 고기봉, “소방의 화재조사전문화 영향요인 분석에 관한 연구”, 강원대학교 방재전문대학원, 2011.
- John D. DeDaan, Kirk’s Fire Investigation, Prentice hall Inc
- JOHN J. O′ CONNOR, Practical Fife and Arson Investigation, CRC Press, Inc, 1993.
- NFPA, patterns of fire casualties in home fires by age and sex, 2014
- Massachusetts Boston Fire Department, Massachusetts public fire and safety education, 1999

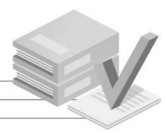
4편 위험물성상

01 위험물 기초이론

02 위험물 유별 성상

03 위험물 사고 대응요령

04 위험물 분류 및 표지에 관한 기준(GHS)



예방실무 Ⅱ

제1장 위험물 기초이론

제1절 위험물 개요

1. 위험물의 정의

인간, 재산 또는 환경 등에 위해(危害) 또는 손실(損失)을 가져올 물질이나 물건은 수없이 많다. 또한 위험의 성질 면에서도 물질의 폭발성, 반응성 등의 화학적 위험성과 물질의 온도, 압력 등 물리적 상태에서 오는 위험성, 사람의 신체에 미치는 생리적 위험성과 사람의 정신에 미치는 정신적 위험성 등 여러 가지 위험성으로 나눌 수 있다. 이처럼 다양한 위험성을 가진 위험물의 개념은 너무나 광범위하므로 구분하는 목적과 기준에 따라 위험물이 될 수 도 있고 될 수 없는 경우도 있다.

이와 같이 넓은 의미를 가지고 있는 위험물을 「위험물안전관리법」에서는 『인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로서 대통령령이 정하는 물품』이라고 정의하고 있다. 여러 가지 위험성 중에서도 화재와 관련한 위험성만을 기준으로 위험물을 정의하고 있는 것이다. 화학물질의 성질은 다양하다. 부식성, 독성이 있는 물질은 사람에게 또는 환경이 치명적인 결과를 초래 할 수 있는 위험성이지만 「위험물안전관리법」 상의 위험성으로 보지 않는다. 물론 독성과 더불어 인화 또는 발화성이 있으면 「위험물안전관리법」 상의 위험물이다.

오늘날 화학물질은 산업과 과학기술이 발전함에 따라 그 종류와 사용량이 증가하고 있는데, 현재 전 세계적으로 약 1,200만종이 존재하며 매년 2천여 종의 새로운 화학물질이 개발되어 상품화 되는 것으로 알려져 있다. 국내에는 현재 약 40,000종의 화학물질이 유통되고 있으며, 매년 약 400종의 새로운 화학물질이 도입되고 있다. 이처럼 수많은 화학물질 속에서 「위험물안전관리법」 상 위험물로 정의되어진 위험성에는 무엇이 있고 종류에는 어떤 것이 있는지 살펴보도록 하겠다.

2. 위험물의 분류

화학물질이 가지는 위험성은 다양하다. 따라서 그 위험성을 분류하는 방법에도 여러 가지가 있을 수 있으며 각국에서 위험물을 분류하는 방법도 다르다. 우리나라의 경우 위험물을 그 위험물의 화학적·물리적 성질, 저장·취급 방법 및 화재발생 시 진압 및 연소저지 방법의 유사성에 따라 「위험물안전관리법 시행령」 별표 1에서 다음과 같이 크게 6가지로 분류하고 있으며, 각류에서는 이를 품명별로 세분화하고 있다.

1) 제1류 위험물(산화성고체)

물질자체는 연소하지 않지만 다른 물질을 강하게 산화시키는 성질을 가지고 있는 고체로서 가연물과 혼합할 때 열, 충격, 마찰에 의해 분해하여 매우 강렬하게 연소를 일으키는 물질이다.

2) 제2류 위험물(가연성 고체)

화염에 의해 착화하기 쉬운 고체 또는 비교적 낮은 온도(섭씨 40도 미만)에서 인화하기 쉬운 고체로서 발화하기 쉽고, 연소가 빨라 소화가 곤란한 물질이다.

3) 제3류 위험물(자연발화성물질 및 금수성물질)

공기와 접촉하면 자연적으로 발화하거나 물과 접촉하여 발화 또는 가연성 가스가 발생하는 물질이다.

4) 제4류 위험물(인화성 액체)

액체로서 점화원에 의해 쉽게 인화가 되는 물질이다.

5) 제5류 위험물(자기반응성물질)

고체 또는 액체로서 가열하면 분해하여 비교적 낮은 온도에서 다량의 열을 발생하거나 폭발적으로 반응하는 물질이다. 조연성 가스 없이도 연소가 일어난다.

6) 제6류 위험물(산화성액체)

물질 자체는 연소하지 않는 액체이지만 가연물과 혼합하면 가연물의 연소를 촉진하는 물질이다.

가. 위험물안전관리법 시행령 별표 1

「위험물안전관리법 시행령」 별표 1에서 규정하고 있는 위험물의 분류 및 지정수량은 표1과 같다.

〈표 1〉 위험물안전관리법상 위험물의 분류 및 지정수량

위험물			지 정 수 량
유별	성질	품명	
제1류	산화성 고체	1. 아염소산염류	50킬로그램
		2. 염소산염류	50킬로그램
		3. 과염소산염류	50킬로그램
		4. 무기과산화물	50킬로그램
		5. 브롬산염류	300킬로그램
		6. 질산염류	300킬로그램
		7. 요오드산염류	300킬로그램
		8. 과망간산염류	1,000킬로그램
		9. 중크롬산염류	1,000킬로그램
		10. 그 밖에 총리령이 정하는 것 11. 제1호 내지 제10호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것	50킬로그램, 300킬로그램 또는 1,000킬로그램
제2류	가연성 고체	1. 황화린	100킬로그램
		2. 적린	100킬로그램
		3. 유황	100킬로그램
		4. 철분	500킬로그램
		5. 금속분	500킬로그램
		6. 마그네슘	500킬로그램
		7. 그 밖에 총리령이 정하는 것 8. 제1호 내지 제7호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것	100킬로그램 또는 500킬로그램
		9. 인화성고체	1,000킬로그램
제3류	자연 발화성 물질 및 금수성 물질	1. 칼륨	10킬로그램
		2. 나트륨	10킬로그램
		3. 알킬알루미늄	10킬로그램
		4. 알킬리튬	10킬로그램
		5. 황린	20킬로그램
		6. 알칼리금속(칼륨 및 나트륨을 제외한다) 및 알칼리토금속	50킬로그램

위험물				지 정 수 량
유별	성질	품명		
		7. 유기금속화합물(알킬알루미늄 및 알킬리튬을 제외한다)		50킬로그램
		8. 금속의 수소화물		300킬로그램
		9. 금속의 인화물		300킬로그램
		10. 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물		300킬로그램
		11. 그 밖에 총리령이 정하는 것 12. 제1호 내지 제11호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것		10킬로그램, 50킬로그램 또는 300킬로그램
제4류	인화성 액체	1. 특수인화물		50리터
		2. 제1석유류	비수용성액체	200리터
			수용성액체	400리터
		3. 알코올류		400리터
		4. 제2석유류	비수용성액체	1,000리터
			수용성액체	2,000리터
		5. 제3석유류	비수용성액체	2,000리터
			수용성액체	4,000리터
		6. 제4석유류		6,000리터
		7. 동식물유류		10,000리터
제5류	자기 반응성 물질	1. 유기과산화물		10킬로그램
		2. 질산에스테르류		10킬로그램
		3. 니트로화합물		200킬로그램
		4. 니트로소화합물		200킬로그램
		5. 아조화합물		200킬로그램
		6. 디아조화합물		200킬로그램
		7. 히드라진 유도체		200킬로그램
		8. 히드록실아민		100킬로그램
		9. 히드록실아민염류		100킬로그램
		10. 그 밖에 총리령이 정하는 것 11. 제1호 내지 제10호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것		10킬로그램, 100킬로그램 또는 200킬로그램
제6류	산화성 액체	1. 과염소산		300킬로그램
		2. 과산화수소		300킬로그램
		3. 질산		300킬로그램
		4. 그 밖에 총리령이 정하는 것		300킬로그램
		5. 제1호 내지 제4호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것		300킬로그램

비고

1. “산화성고체”라 함은 고체[액체(1기압 및 섭씨 20도에서 액상인 것 또는 섭씨 20도 초과 섭씨 40도 이하에서 액상인 것을 말한다. 이하 같다)또는 기체(1기압 및 섭씨 20도에서 기상인 것을 말한다)외의 것을 말한다. 이하 같다]로서 산화력의 잠재적인 위험성 또는 충격에 대한 민감성을 판단하기 위하여 국민안전처장관이 정하여 고시(이하 “고시”라 한다)하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다. 이 경우 “액상”이라 함은 수직으로 된 시험관(안지름 30밀리미터, 높이 120밀리미터의 원통형유리관을 말한다)에 시료를 55밀리미터까지 채운 다음 당해 시험관을 수평으로 하였을 때 시료액면의 선단이 30밀리미터를 이동하는데 걸리는 시간이 90초 이내에 있는 것을 말한다.
2. “가연성고체”라 함은 고체로서 화염에 의한 발화의 위험성 또는 인화의 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.
3. 유황은 순도가 60중량퍼센트 이상인 것을 말한다. 이 경우 순도측정에 있어서 불순물은 활석 등 불연성물질과 수분에 한한다.
4. “철분”이라 함은 철의 분말로서 53마이크로미터의 표준체를 통과하는 것이 50중량퍼센트 미만인 것은 제외한다.
5. “금속분”이라 함은 알칼리금속·알칼리토류금속·철 및 마그네슘외의 금속의 분말을 말하고, 구리분·니켈분 및 150마이크로미터의 체를 통과하는 것이 50중량퍼센트 미만인 것은 제외한다.
6. 마그네슘 및 제2류제8호의 물품 중 마그네슘을 함유한 것에 있어서는 다음 각목의 1에 해당하는 것은 제외한다.

가. 2밀리미터의 체를 통과하지 아니하는 덩어리 상태의 것

나. 직경 2밀리미터 이상의 막대 모양의 것

7. 황화린·적린·유황 및 철분은 제2호의 규정에 의한 성상이 있는 것으로 본다.
8. “인화성고체”라 함은 고형알코올 그 밖에 1기압에서 인화점이 섭씨 40도 미만인 고체를 말한다.
9. “자연발화성물질 및 금수성물질”이라 함은 고체 또는 액체로서 공기 중에서 발화의 위험성이 있거나 물과 접촉하여 발화하거나 가연성가스를 발생하는 위

험성이 있는 것을 말한다.

10. 칼륨·나트륨·알킬알루미늄·알킬리튬 및 황린은 제9호의 규정에 의한 성상이 있는 것으로 본다.
11. “인화성액체”라 함은 액체(제3석유류, 제4석유류 및 동식물유류에 있어서는 1기압과 섭씨 20도에서 액상인 것에 한한다)로서 인화의 위험성이 있는 것을 말한다.
12. “특수인화물”이라 함은 이황화탄소, 디에틸에테르 그 밖에 1기압에서 발화점이 섭씨 100도 이하인 것 또는 인화점이 섭씨 영하 20도 이하이고 비점이 섭씨 40도 이하인 것을 말한다.
13. “제1석유류”라 함은 아세톤, 휘발유 그 밖에 1기압에서 인화점이 섭씨 21도 미만인 것을 말한다.
14. “알코올류”라 함은 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개부터 3개까지인 포화1가 알코올(변성알코올을 포함한다)을 말한다. 다만, 다음 각목의 1에 해당하는 것은 제외한다.

가. 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개 내지 3개의 포화1가 알코올의 함유량이 60중량퍼센트 미만인 수용액

나. 가연성액체량이 60중량퍼센트 미만이고 인화점 및 연소점(태그개방식인화점측정기에 의한 연소점을 말한다. 이하 같다)이 에틸알코올 60중량퍼센트 수용액의 인화점 및 연소점을 초과하는 것

15. “제2석유류”라 함은 등유, 경유 그 밖에 1기압에서 인화점이 섭씨 21도 이상 70도 미만인 것을 말한다. 다만, 도료류 그 밖의 물품에 있어서 가연성 액체량이 40중량퍼센트 이하이면서 인화점이 섭씨 40도 이상인 동시에 연소점이 섭씨 60도 이상인 것은 제외한다.
16. “제3석유류”라 함은 중유, 클레오소트유 그 밖에 1기압에서 인화점이 섭씨 70도 이상 섭씨 200도 미만인 것을 말한다. 다만, 도료류 그 밖의 물품은 가연성 액체량이 40중량퍼센트 이하인 것은 제외한다.
17. “제4석유류”라 함은 기어유, 실린더유 그 밖에 1기압에서 인화점이 섭씨 200도 이상 섭씨 250도 미만의 것을 말한다. 다만 도료류 그 밖의 물품은 가연성 액체량이 40중량퍼센트 이하인 것은 제외한다.
18. “동식물유류”라 함은 동물의 지육 등 또는 식물의 종자나 과육으로부터 추

출한 것으로서 1기압에서 인화점이 섭씨 250도 미만인 것을 말한다. 다만, 법 제20조제1항의 규정에 의하여 안전행정부령으로 정하는 용기기준과 수납·저장기준에 따라 수납되어 저장·보관되고 용기의 외부에 물품의 통칭명, 수량 및 화기엄금(화기엄금과 동일한 의미를 갖는 표시를 포함한다)의 표시가 있는 경우를 제외한다.

19. “자기반응성물질”이라 함은 고체 또는 액체로서 폭발의 위험성 또는 가열분해의 격렬함을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.
20. 제5류제11호의 물품에 있어서는 유기과산화물을 함유하는 것 중에서 불활성고체를 함유하는 것으로서 다음 각목의 1에 해당하는 것은 제외한다.

가. 과산화벤조일의 함유량이 35.5중량퍼센트 미만인 것으로서 전분가루, 황산칼슘2수화물 또는 인산1수소칼슘2수화물과의 혼합물

나. 비스(4클로로벤조일)퍼옥사이드의 함유량이 30중량퍼센트 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물

다. 과산화지크밀의 함유량이 40중량퍼센트 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물

라. 1·4비스(2-터셔리부틸퍼옥시이소프로필)벤젠의 함유량이 40중량퍼센트 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물

마. 시크로헥사놀퍼옥사이드의 함유량이 30중량퍼센트 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물

21. “산화성액체”라 함은 액체로서 산화력의 잠재적인 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.
22. 과산화수소는 그 농도가 36중량퍼센트 이상인 것에 한하며, 제21호의 성상이 있는 것으로 본다.
23. 질산은 그 비중이 1.49 이상인 것에 한하며, 제21호의 성상이 있는 것으로 본다.
24. 위 표의 성질란에 규정된 성상을 2가지 이상 포함하는 물품(이하 이 호에서 “복수성상물품”이라 한다)이 속하는 품명은 다음 각목의 1에 의한다.

가. 복수성상물품이 산화성고체의 성상 및 가연성고체의 성상을 가지는 경우 : 제2류제8호의 규정에 의한 품명

나. 복수성상물품이 산화성고체의 성상 및 자기반응성물질의 성상을 가지는 경우 : 제5류제11호의 규정에 의한 품명

다. 복수성상물품이 가연성고체의 성상과 자연발화성물질의 성상 및 금수성물질의 성상을 가지는 경우 : 제3류제12호의 규정에 의한 품명

라. 복수성상물품이 자연발화성물질의 성상, 금수성물질의 성상 및 인화성액체의 성상을 가지는 경우 : 제3류제12호의 규정에 의한 품명

마. 복수성상물품이 인화성액체의 성상 및 자기반응성물질의 성상을 가지는 경우 : 제5류제11호의 규정에 의한 품명

25. 위 표의 지정수량란에 정하는 수량이 복수로 있는 품명에 있어서는 당해 품명이 속하는 유(類)의 품명 가운데 위험성의 정도가 가장 유사한 품명의 지정수량란에 정하는 수량과 같은 수량을 당해 품명의 지정수량으로 한다. 이 경우 위험물의 위험성을 실험·비교하기 위한 기준은 고시로 정할 수 있다.

26. 동 표에 의한 위험물의 판정 또는 지정수량의 결정에 필요한 실험은 「국가표준기본법」에 의한 공인시험기관, 한국소방산업기술원, 중앙소방학교 또는 국민안전처장관이 지정하는 기관에서 실시할 수 있다.

나. 총리령이 정하는 것[15)]

「위험물안전관리법 시행령」 별표 1 중 제1류의 품명란 제10호, 제3류의 품명란 제11호 및 제5류의 품명란 제10호의 규정에 의하여 총리령(「위험물안전관리법 시행규칙」 제3조의 제1항부터 제3항까지)이 정하는 위험물 품명의 지정수량은 다음 표와 같다.

〈표 2〉 총리령이 정하는 위험물 종류

유 별	품 명	지정수량	유 별	품 명	지정수량
제1류	과요오드산염류	300kg	제1류	퍼옥소이황산염류	300kg
	과요오드산	300kg		퍼옥소붕산염류	300kg
	크롬, 납 또는 요오드의 산화물	300kg	제3류	염소화규소화합물	300kg
	아질산염류	300kg	제5류	금속의 아지화합물	200kg
	차아염소산염류	50kg		질산구아니딘	200kg
	염소화이소시아눌산	300kg	제6류	할로겐간화합물	300kg

15) 「위험물안전관리법 시행규칙」에 정한 위험물의 지정수량(국민안전처. 2015. 5. 1.개정)

다. 복수성상 물품 위험물

화학물질의 성질은 하나의 특정한 성질만 나타내는 것이 아니고 여러 가지 성질을 동시에 나타낼 수 있다. 예를 들어 인화성이 있으면서 자기반응성을 동시에 가지는 경우가 있을 수 있다. 이를 「위험물안전관리법」에서는 복수성상물품이라 한다. 복수성상물품이란 「위험물안전관리법 시행령」 별표 1의 성질 란에 규정된 성상을 2가지 이상 포함하는 물품으로 품명은 다음 각목의 1에 의한다.

1) 복수성상물품이 산화성고체의 성상 및 가연성고체의 성상을 가지는 경우: 제2류 제8호의 규정에 의한 품명
2) 복수성상물품이 산화성고체의 성상 및 자기반응성물질의 성상을 가지는 경우: 제5류 제11호의 규정에 의한 품명
3) 복수성상물품이 가연성고체의 성상과 자연발화성물질의 성상 및 금수성물질의 성상을 가지는 경우: 제3류 제12호의 규정에 의한 품명
4) 복수성상물품이 자연발화성물질의 성상, 금수성물질의 성상 및 인화성액체의 성상을 가지는 경우: 제3류 제12호의 규정에 의한 품명
5) 복수성상물품이 인화성액체의 성상 및 자기반응성물질의 성상을 가지는 경우: 제5류 제11호의 규정에 의한 품명

라. 두 가지 이상의 위험물이 혼합된 위험물

같은 성질을 가지는 위험물이 두 가지 이상 혼합되어 있을 경우 위험물의 지정수량이 동일한 경우에는 문제가 없으나 다를 경우에 문제가 된다. 지정수량란에 정하는 수량이 복수로 있는 품명에 있어서는 해당 품명이 속하는 유(類)의 품명 가운데 위험성의 정도가 가장 유사한 품명의 지정수량란에 정하는 수량과 같은 수량을 당해 품명의 지정수량으로 한다. 이 경우 위험물의 위험성을 실험·비교하기 위한 기준은 고시로 정할 수 있다.

제2절 위험물 화학

1. 물질의 종류

모든 물질은 순수물질과 혼합물로 나눌 수가 있다. 순수물질이란 그것을 어디에서 얻었든 간에 물리적 성질과 화학적 성질이 동일한 물질을 말한다. 즉 순수한 물은 색깔과 냄새가 없고 대기압에서 100℃에서 끓고 0℃에서 얼게 되며 또한 4℃에서 ㎖당 1g의 무게를 가지며 타지 않는다. 이러한 성질은 물을 바닷물에서 증류하든지 산속의 연못에서 떠 왔든지 혹은 산소와 수소의 화학반응에 의해 합성했든지 간에 모두 같으며, 따라서 이들 특성으로써 다른 물질과 구분될 수 있다.

「위험물안전관리법」에 따른 위험물 중 제2류 위험물의 유황, 철분, 마그네슘 등과 제3류 위험물의 칼륨, 나트륨 등이 순수물질이라고 할 수 있다.

혼합물은 두 가지나 그 이상의 물질이 그들 각각의 물질이 그들 각각의 본성을 유지한 채 섞여 있는 것을 말하며 이들 물질들은 어떤 비율로 섞일 수 있다. 혼합물의 성질은 그 구성성분들의 성질이며 그 성분들은 화학반응을 일으키지 않고 완전히 회수 할 수 있다. 불균일한 혼합물은 각각의 성분들이 물리적으로 분리되어 있으며, 어떤 경우에는 현미경이 필요하지만 분리된 성분들을 눈으로 볼 수 있다. 즉 콘크리트와 화강석과 같이 눈으로 구별할 수 있는 부분이 있는 것은 불균일혼합물이다.

균일혼합물은 완전히 뒤섞여서 눈으로 구별할 수 있는 부분이 없는 것을 말한다. 공기는 기체의 균일혼합물이며, 자동차 오일은 액체인 석유유도체의 균일 혼합물이다. 그리고 균일혼합물은 기체, 액체, 고체 어느 것으로 존재하든 간에 그 성분들을 물리적 방법에 의해 분리할 수 있다.

구「소방법」상에서는 제4류 인화성액체류의 일부를 제외하고 기타 위험물의 경우 위험물 간의 혼합물에 대한 규정이 없었다. 따라서 위험물과 비위험물이 섞여 있는 물질의 경우 이것을 위험물로 볼 것인지 아니면 위험물로 보지 않을 것인지가 문제였다.

이러한 문제는「위험물안전관리법」이 제정되면서 해결되었다.「위험물안전관리법」상에 위험물의 혼합물에 관한 규정을 도입(「위험물안전관리법 시행령」 별표1의 품명 중 "위험물의 품명을 어느 하나 이상 함유한 것"으로 표현한 품명)하여 위험물

의 혼합물도 시험을 통해서 위험성이 입증되면 위험물에 포함시킬 수 있는 근거를 마련하게 된 것이다.

순물질은 원소나 화합물 중 어느 하나이며, 원소란 화학반응에 의하여 더 이상 간단한 형태로 만들 수 없는 물질로서 그 보기는 산소, 수소, 철, 황 등이 있다.

적당한 조건에서 산소와 수소는 결합하여 물이 되고, 철과 황의 혼합물을 가열하면 황화철이 되어 이 물질의 성질은 철이나 황의 것과는 확실히 다르게 된다. 위의 두 과정이 화학반응이며 그때의 생성물은 화합물이다. 화합물이란 두개나 그 이상의 원소가 화학적으로 결합하여 생성된 일정한 조성의 물질을 말하며, 그것은 순수한 물리적 방법이 아닌 화학적 반응에 의해서만 그 성분으로 나누어질 수 있다.

「위험물안전관리법」상의 품명은 일부 순물질을 제외하고는 대부분 화합물에 속한다고 할 수 있다.

2. 물질의 상태와 성질

가. 물질 상태의 종류

물질의 상태로는 기체, 액체, 고체와 같은 세 가지가 있으며 이들의 서로 다른 일반적 성질을 다음 표와 같다.

〈표 3〉 기체, 액체, 고체상태의 일반적 성질

성질 / 종류	기체상태	액체상태	고체상태
압축성	무한	약간	거의 무시
팽창성	무한	약간	거의 무시
모양	그릇 모양	그릇의 모양, 평평한 표면과 고정된 부피	그릇에는 관계없이 고정
흐름	빠름, 아주 작은 점도	느림, 여러 가지 점도	높은 압력인 경우 외에는 거의 무시, 아주 높은 점도
구조	완전히 무질서	제한된 부분만 질서	완전히 혹은 거의 완전히 질서
에너지 함량	가장 큼(에너지를 제거하면 액체가 됨)	중간 크기(에너지를 제거하면 고체가 되고 에너지를 더하면 기체가 됨)	가장 적음(에너지를 더하면 액체나 어떤 경우에는 기체가 됨)

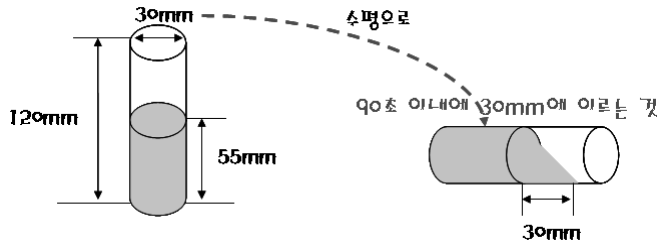
보통의 온도와 압력에서 산소, 질소, 수소, 이산화탄소, 염소, 암모니아 그리고 천연가스의 주성분인 메탄 등은 기체이며, 물, 에틸알코올, 수은, 가솔린 등은 액체이다. 고체는 우리 주위 어디에서든지 볼 수 있는 것들로써 대부분 여러 가지 물질의 조합이다. 즉 철, 구리, 금, 다이아몬드와 흑연인 탄소 등은 단일 물질로서 고체이다.

어떤 물질은 세 가지의 상태로 모두 존재할 수 있다. 즉 물은 얼음으로서의 고체, 상온에서의 액체, 수증기로서의 기체로 존재할 수 있다. 보통 고체인 대부분의 금속은 용융될 수 있고, 더 높은 온도로 가열하면 기체로 된다. 그러나 어떤 물질은 기체상태 혹은 액체상태로 존재하지 않고, 또 어떤 것은 기체나 액체상태 중 어느 것으로도 존재하지 않는다. 즉 고체인 탄산칼슘은 열을 가하면 용융되거나 증발되지 않고 분해하여 다른 고체인 산화칼슘과 이산화탄소가 된다. 또 설탕은 서서히 가열하면 액체상태로 용융되나 더 높은 온도로 가열하면 기화되지 않고 탄소를 가진 여러 생성물로 분해되고 만다. 그러나 모든 기체와 액체는 고체상태로 응축될 수 있다.

나. 「위험물안전관리법」의 규제 대상인 물질의 상태

물질 중 『위험물안전관리법』의 규제대상이 되는 물질의 상태는 액체 및 고체이다. 기체상의 물질도 위험성이 있는 것이 있으나 이는 『고압가스안전관리법』 등 가스 관련법의 규제대상이 되며 『위험물안전관리법』 상의 규제대상이 되지 않는다. 따라서 어떤 물질이 위험물에 해당하는 지 여부를 따질 경우 제일 먼저 확인해야 할 것이 그 물질의 상이 무엇인가 이다.

상의 구분과 관련하여 『위험물안전관리법 시행령』 별표1의 비고에서 "액체란 1기압 및 섭씨 20도에서 액상인 것 또는 섭씨 20도 초과 섭씨 40도 이하에서 액상인 것을 말한다."라고 정의 하고 있으며, "기체란 1기압 및 섭씨 20도에서 기상인 것을 말한다."라고 정의하고 있고, "고체는 기체 및 고체외의 것을 말한다."라고 정의하고 있다. 또한 액상 여부를 판단할 수 있도록 시험 규정을 두고 있는데 액상을 판단할 때 수직으로 된 시험관(안지름이 30mm, 높이 120mm의 원통형유리관을 말한다)에 시료를 55mm 까지 채운 다음 해당 시험관을 수평으로 하였을 때 시료액면의 선단이 30mm를 이동하는데 걸리는 시간이 90초 이내에 있는 것으로 하도록 규정하고 있다.



[그림 1] 액상 시험방법

일반적으로 물질의 상은 그 물질의 물리적 특성치인 끓는점과 녹는점을 가지고 구분한다. 끓는점(boiling point)이란 액체가 끓어서 기체가 되는 온도이다. 즉 열린 용기 내의 액체의 온도가 증가함에 따라 달아나는 분자가 대기의 기체분자 쪽으로 가는 데 충분한 에너지를 가지는 어떤 점에 도달하게 된다. 이 온도가 액체의 끓는점(boiling point) 즉, 액체의 증기압이 그 액체의 위에 미치는 기체의 압력과 동일하고 증기의 기포가 전 액체에 형성되는 온도이다. 그러므로 끓는점은 압력에 따라 변화며 따라서 끓는점을 측정할 때의 압력을 아는 것이 중요하다. 액체의 정상 끓는점(normal boiling point)은 1 atm에서의 끓는점이다.

녹는점(melting point)이란 고체가 녹아서 액체가 되는 온도이다. 즉 열을 가하면 입자들은 그들의 고정된 위치에서 더욱 더 빠르게 진동하여 더 이상 일정한 장소에 단단히 속박되어 있지 않고 아주 자유롭게 되어 액체를 형성한다. 고체의 녹는점은 물질의 고체상과 액체상이 평형에 있는 온도이다. 녹음은 또한 고체를 액체로 전환시키는 것을 나타내는데 사용되는 용어이다. 어는점은 녹는점과 동일하나 반대의 온도 방향으로부터 접근되는 것으로 생각된다. 바꾸어 말하면 어는점은 액체의 성질이고 녹는점은 고체의 성질이다.

상온이 어떤 물질의 녹는점과 끓는점 사이에 존재한다면 그 물질은 상온에서 액체상태이고, 상온이 녹는점 이하에 존재하게 되면 고체상태가 된다. 또한 상온이 그물의 끓는점보다 높다면 기체상태일 것이다. 따라서 어떤 물질의 녹는점과 끓는점을 안다면 그물질의 상이 상온에서 액체인지 기체인지 고체인지를 알 수 있는 것이다.

〈표 4〉 몇 가지 물질들의 끓는점과 녹는점

물질	녹는점(m.p /℃)	끓는점(b.p/℃)	비고
산소(O_2)	-219	-183	기체
암모니아(NH_3)	-78	-33	기체
물(H_2O)	0	100	액체
메탄올(CH_3OH)	-97.78	64.7	액체
요오드(I_2)	114	183	고체
이산화탄소(CO_2)	-56	-78	기체

3. 화학결합

가. 화학결합의 정의

화학결합(Chemical bond)은 두 원자 혹은 원자단 사이에 강하게 작용하는 힘이며, 이 힘이 원자 혹은 원자단을 결합시켜 측정할 수 있는 성질을 가지게 하고 본래의 원자 및 원자단과는 다른 안정한 물질을 만든다. 화학결합은 원자, 이온 혹은 원자단이 상호작용할 수 있을 정도로 가깝게 접근할 때 야기되는 에너지 변화로도 기술될 수 있다.

나. 원자가전자와 팔우설

원자가전자(Valence electron) 화학결합에 참가하는 전자로서 “탄소는 네 개의 원자가전자를 가지고 있다”라고 말하는 것은 탄소가 결합하는데 네 개의 전자가 이용됨을 의미한다. 대표원소에서 원자가전자는 모두 제일 바깥전자껍질에 존재하며 원자가껍질(valence shell)이라는 말은 가장 높은 전자껍질에 대해서 사용한다. 예를 들면 탄소의 원자가 전자는 $2s^2$ 및 $2p^2$ 전자이고 이들은 탄소의 원자가껍질인 n=2 껍질에 존재한다. 대표원소원자에 있어서 원자가전자의 수는 원소의 족수와 같다. Ⅳ족의 탄소는 네 개의 원자가 전자를, Ⅴ족의 질소는 다섯 개의 원자가 전자를 가지고 있다.

0족기체는 주기율표상 각 주기의 제일 끝에 있으며 모든 원소 중에서 가장 활성이 작다. 헬륨 원소의 제일 바깥껍질 에너지 준위는 두개의 전자에 의하여 완전히

채워져 있고 나머지 모든 0족기체의 제일 바깥껍질 에너지 준위는 두개의 s전자와 여섯 개의 p전자 즉 전체 여덟 개의 전자로 채워져 있다. 각 궤도함수는 두개의 전자를 가지며, 0족기체의 모든 전자는 쌍으로 존재한다. 0족기체의 배치가 화학적으로 안정하다는 것은 0족기체의 높은 이온화에너지 즉 전자를 제거하기가 어렵다는 것과 이들의 비활성으로 알 수 있다. 모든 화합물에는 해당이 되지 않지만 많은 화합물의 생성을 설명하는 규칙은 영족기체의 배치, ns2np6의 안정성에 근거를 둔다. 팔우설(octet rule)에 의하면 비영족기체는 각 원자의 제일바깥껍질 에너지준위가 ns2np6 배치인 네 쌍의 전자를 가지거나 혹은 공유하기 위해 전자를 얻든지 잃거나 혹은 공유함으로써 결합하려 한다.

다. 화합결합의 형태

1) 금속결합(Metallic bonding)

금속결합은 금속 양이온과 주위에 자유로이 움직이는 전자 사이의 인력이다. 금속의 높은 끓는점과 증발열은 금속이온이 주위의 자유전자로부터 벗어나기가 어렵기 때문이며, 일반적으로 자유금속전자로 될 수 있는 원자가전자의 수가 많으면 많을수록 그 금속의 녹는점이나 끓는점이 높다. 또한 이런 금속은 원자가전자의 수가 적은 금속보다 더 단단하고 조밀하다. 녹는점은 원자의 크기와 금속에서의 원자가 거리에 의해서도 영향을 받는다. 또 순수한 금속과 많은 합금은 액체상태에서 높은 전도도와 금속광택의 성질을 가진다.

금속은 보통 조밀하나 기계적인 힘이 가해지면 양이온은 움직일 수 있어 자유전자의 자리로 미끄러지게 되고 따라서 특정한 결합이 깨어지거나 양이온과 자유전자 간의 힘이 파괴될 필요가 없으며, 또 이온고체의 경우처럼 추가적인 반발력도 생기지 않는다. 이 사실로서 금속을 망치로 두드려 여러 가지 형태로 만들 수가 있으며 또한 긴 전선으로 뽑을 수 도 있다는 것을 설명한다.

자유전자는 몇몇 특정한 에너지준위에 제한되어 있지 않고 많은 다른 에너지를 가지고 있으므로 금속은 모든 파장의 빛을 흡수할 수가 있고 또한 빛을 재방출할 수도 있으며 따라서 금속 및 합금은 특성적인 금속광택을 가진다. 금속표면에 광택이 있다기 보다는 오히려 어둡게 보이는 것은 표면에 금속산화물이나 금속황화물이 생겼기 때문이다.

금속의 높은 전기전도도는 움직이는 전자가 존재하기 때문이며 이들 전자는 전기전위가 금속조각에 걸릴 때 흐르기 시작한다. 금속은 또한 열을 대단히 잘 전도하며, 그 전도성은 대부분의 다른 물질보다 10 ~ 10,000배 정도 더 크다. 전자는 온도가 증가함에 따라 자유로이 움직일 수 있으며 그들의 증가된 운동에너지를 다른 전자에게 쉽게 전달하고 또 금속의 이온은 이온화합물의 이온보다 더 자유로이 진동하므로 높은 열전도도를 가지게 된다. 은은 가장 좋은 열과 전기의 전도성 물질 중의 하나이다. 차 숟갈로 차를 휘젓자마자 숟갈의 손잡이가 뜨거워짐을 느끼게 되면 그 숟갈은 은으로 도금된 제품이 아니고 순도가 높은 은으로 된 것임을 알 수 있다.

2) 이온결합(Ionic bonding)

원자는 전자를 잃거나 얻어서 전하를 띤 입자인 이온(ion)이 된다. 이온결합은 반대전하들 사이의 인력이다. 이러한 이온의 근원은 전기음성도가 매우 다른 원자들 사이의 상호작용이다. 전기음성도는 한 원자가 전자를 끌어당기는 능력이다. 주기율표상에서 전기음성도는 같은 주기에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 감에 따라 증가하며, 같은 족에서는 위에서 아래로 내려갈수록 감소한다.

이온결합을 형성하는 한 가지 예로 리튬(Li)원자와 플루오린(F)원자 사이의 반응을 살펴보자. 전형적인 금속인 Li는 전기음성도가 매우 작다. 한편 비금속인 F는 가장 전기음성도가 크다. Li원자가 전자를 잃음으로서 양이온인 Li^+가 되고 F원자는 전자를 얻어 음이온인 F-가 된다. 이 이온들의 형성원인을 보면 Lewis-Kossel의 이론에 의하면 두 원자들은 이온으로 됨에 따라 불활성기체의 전자구조를 갖게 된다. Li^+은 최외각에 2개의 전자를 가짐 헬륨과 같으며, F^-는 8개의 전자를 갖는 네온과 같은 전자구조를 갖게 된다. 플루오린화리튬(LiF)은 개개의 Li^+ 와 F^- 로부터 형성되는 과정에서 양하전의 Li^+ 가 음전하의 F^- 로 둘러싸이며, F^- 는 Li^+ 둘러싸이게 된다. 결정상태에서 이온들은 원자들 보다 매우 더 낮은 에너지 상태가 되며, 결과적으로 Li와 F는 반응하여 LiF를 형성함으로 말미암아 더욱 안정하게 되는 것이다. 결정 이온화합물의 이온배열을 파괴하여 변화시키는 데는 많은 양의 에너지가 필요하다.

따라서 이온화합물은 녹는점과 끓는점이 높고 증발열과 녹음열이 크며 같은 이유로 이온결정물질은 단단하여 결정격자를 파괴하는데 많은 힘이 필요하다. 그러나 이온고체들은 부서지기 쉽고, 강하게 치면 이온들의 열 사이의 평면을 따라 산산이 부서지게 된다.

고체 이온화합물은 이온들이 그들의 자리에 강하게 고정되어 있기 때문에 전기의

비전도체이나 용융상태에서는 이온들이 움직이기가 자유로워지며 따라서 염들은 전도성을 띠게 된다. 이온고체도 좋은 열전도체는 아닌데, 그 이유는 이온들이 운동에너지를 쉽게 이웃에 전달하지 못하기 때문이다.

대부분의 이온화합물은 물에 녹는데 이온은 수화됨으로 결정격자로부터 벗어나 자유로워지며, 수화때 방출된 에너지는 이온을 결정 속의 위치로부터 벗어나게 하는데 사용된다.

3) 공유결합(Covalent bonding)

전기음성도가 같거나 비슷한 두 가지 이상의 원자들이 반응할 때 전자는 완전히 이동되지 않는다. 이때 원자들은 전자를 공유함으로써 불활성기체의 구조를 갖게 된다. 원자 사이에 공유결합이 형성되면 곧 분자가 되는 것이다. 공유결합은 공유전자쌍에 기인되며 전자를 공유하고 있는 원자 간의 인력이다.

공유결합은 한 원자에 의하여 전자를 잃거나 혹은 다른 원자로부터 전자를 얻는 것이 쉽지 않을 때 두 원자 사이에 형성되려고 한다. 바꾸어 말하면 이온결합이나 금속결합이 가능하지 않을 때 공유결합이 형성된다. 가장 확실한 예는 비금속원자 자신들의 결합(H_2, N_2, Cl_2 등)이나 비금속원자들 서로간의 결합이다.

단일 공유결합에서 각각의 원자는 하나의 전자를 결합에 참여시키고, 같은 두 원자 사이에 한 쌍의 전자보다 더 많은 전자가 공유될 때 그 결합을 다중공유결합(multiple covalent bond)이라고 부르며 이중공유결합에 있어서는 두개의 전자쌍이 같은 두 원자사이에 공유되고(예 $CH_2=CH_2$) 삼중공유결합에 있어서는 세 개의 전자쌍이 같은 두 원자사이에 공유된다.(예 $CH\equiv CH$)

가) 극성공유결합과 전기음성도

H_2, N_2, Cl_2 분자에서는 각 결합전자들은 각 원자부근에서 같은 양의 시간을 보내며, 이런 형의 공유결합 즉 비극성공유결합(nonpolar covalent bond)에서는 전자들이 동등하게 공유된다. 서로 다른 두 원소의 원자가 공유결합을 하면 두 원자의 전자를 잡아당기는 능력이 꼭 같지 않기 때문에 전자의 공유는 동등하게 되지 않는다. 따라서 한 원자 주위의 전자밀도가 다른 원자 주위의 것보다 더 크게 되며 전자들이 동등하게 공유되지 못하는 정도는 두 원자가 전자를 잡아당기는 상대적인 능력에 달려 있다.

전자들이 동등하게 공유되지 않는 공유결합을 극성공유결합(polar covalent

bond)이라고 부른다. 한 원자는 부분적 음전하(δ-)를 띠고 다른 원자는 부분적 양전하(δ+)를 띤다. 이들은 단위전하가 아니고 단지 두 결합원자의 전체 전자밀도의 재배열을 나타내며 전체분자는 전기적인 중성 그대로 남아 있다.

플루오린화수소와 물분자에서는 전자가 수소로부터 플루오린 및 산소원자 쪽으로 각각 끌리게 된다. 만일 같은 원소에 붙어 있는 나머지 원자들의 전자를 잡아당기는 능력이 다른 경우에는 같은 원소의 원자사이에서도 역시 극성공유결합이 형성된다.

비극성공유결합은 결합의 극성성질이 연속적으로 변하는 한 경우에 해당되며, 다른 한 경우는 한 원자가 전자를 너무 강하게 잡아 당겨 전자가 다른 원자로부터 완전히 이동되어 이온결합을 한 경우가 된다. 극성공유결합은 부분적 이온성질을 가진 것으로 생각할 수도 있다. 원자가전자를 잡아당기는 원자능력을 전기음성도라 부른다. 전기음성원자는 공유결합에서 부분적 음전하를 가지려 하거나 혹은 전자를 얻어 음이온을 형성하려고 하며 전자친화도가 큰 원소는 전기음성도가 크다. 전기양성이란 단어는 일반적인 의미에서 전기음성의 반대로 사용된다. 전기양성원자는 공유결합에서 부분적 양전하를 가지려 하거나 혹은 전자를 잃고 양이온을 형성하려고 하며 이온화에너지가 작은 원소들은 대단히 전기양성이다. 전기음성도가 많이 다른 두 원자는 이온결합을 하고, 전기음성도가 약간 다른 두 원자는 극성공유결합을 하며 전기음성도가 큰 원자만 부분적 음전하를 가진다. Cl_2처럼 서로 동등하게 결합을 하는 원자간의 전기음성도의 차이는 영이고 비극성공유결합을 한다. 두 원자 간에 이온결합을 형성하기 위해서는 전기음성도의 차이가 2 혹은 그 이상이어야 한다는 것이 자주 사용하는 경험의 법칙이다.

나) 공유결합의 성질

대부분의 공유결합을 하는 물질들은 불연속분자 즉 그들이 분리되어 있을 때에 그들의 고유한 구조와 동일성을 가지는 개별적 분자를 형성한다. 공유결합은 방향이 뚜렷한 결합이고 따라서 각각의 공유결합분자는 분자내의 결합으로 결정되는 독특한 입체구조를 하고 있다. 예를 들면 CO_2의 세 개의 원자는 일직선으로 배열하고 있으나, H_2O 분자는 구부러져 있다.

대부분의 액체 및 고체 공유물질들은 비교적 낮은 녹는점과 끓는점을 가지며 분자를 서로 분리하는데 큰 에너지가 필요하지 않기 때문에 비교적 작은 녹음열과 증발열을 가진다. 고체 공유물질들은 보통 부드럽고 밀납과 같으며 잘 부서지거나 쉽

게 깨어진다. 일반적으로 공유물질의 녹는점과 끓는점 그리고 증발열과 녹음열은 이온성물질 혹은 금속성물질보다 아주 낮다. 공유물질 중에 이들 성질의 범위가 낮은가 혹은 높은가 하는 것은 공유결합 그 자체의 힘에 의존하지 않는데, 그 이유는 공유결합은 녹고 증발하는 동안에도 완전히 그대로 남아 있기 때문이다. 그러나 위의 성질은 분자간의 힘 즉 분자사이에 작용하는 약한 힘에 따라 다르다.

4) 분자간 힘

분자간 힘은 분자 사이에 작용하며 그들은 금속결합, 이온결합 혹은 공유결합의 힘보다 훨씬 약하다. 특정한 온도에서 분자간 힘의 세기에 따라 분자공유물질이 그 온도에서 기체냐, 액체냐 혹은 고체냐가 결정된다. 분자간 힘에는 세 가지의 중요한 형 즉 쌍극자-쌍극자 힘, 수소결합 그리고 London힘이 있으며 이들 힘을 총괄하여 van der Waals 힘 즉 단거리 분자간 힘이라 부른다.

가) 쌍극자 -쌍극자 힘(dipole-dipole interaction)

쌍극자-쌍극자(극성결합에서 한쪽 끝에는 양전하, 다른 쪽 끝에는 음전하가 집중되어 있으므로 쌍극자 즉 서로 특정한 거리에 있고 크기는 같으나 반대전하의 한 쌍이 된다)상호작용에 있어서는 영구쌍극자들 가진 분자들이 서로 정전기적으로 잡아당긴다. 한분자의 양전하의 부분은 다른 분자의 음전하의 부분을 잡아 당겨서 분자들을 일렬로 정돈시킨다. 기체상태에서는 분자들이 멀리 떨어져 있기 때문에 쌍극자-쌍극자 힘이 별로 효과적이지 못되지만 분자들이 서로 접근함에 따라(온도가 떨어지거나 혹은 압력이 증가할 때) 쌍극자인력은 분자를 잡아 당겨 액체 혹은 고체로 만들 수 있다.

나) 수소결합(hydrogen bond)

수소결합도 역시 정전기적 인력이지만 보통의 쌍극자-쌍극자 상호작용보다 더 강하며 다만 몇 종류의 원자들 사이에서만 일어난다. 전자 한 쌍을 강하게 잡아당기는 전기음성원자와 수소원자가 공유결합을 할 때 크기가 작은 수소원자는 그 주위에 전자밀도를 거의 가지지 못하며 이와 같은 상황에서는 수소원자가 다른 전기음성원자에 가교역할을 할 수 있다. 예를 들면 플루오린화수소 결정은 무한히 긴 사슬을 하고 있는데 여기서 각 수소원자는 한 플루오린원자와 공유결합을 하고 다른 플루오린원자와는 수소결합을 한다고 할 수 있다.

HF에서의 수소결합은 아주 강해서 액체상태에서도 존속하며 액체상태에서는 사

슬이 더 짧고 길이도 변할 뿐만 아니라 기체상태에서까지도 수소결합이 존속하며 여기서의 사슬은 더욱 짧다.

수소결합은 전기음성원자에 공유결합한 수소원자와 제이의 전기음성원자와의 인력을 말하고 가장 강한 수소결합은 H와 F, N 혹은 O 사이에 일어나며 이들은 작은 면적에 음전하가 많이 집중되어 있는 작은 원자들이다.

수소결합이 화합물의 성질에 미치는 영향은 비금속수소화물에서 분명히 볼 수 있다. 모노실란(SiH_4)는 큰 분자량에서 기대되는 바와 같이 메탄보다 휘발성이 작다.(끓는점이 더 높은 데서 알 수 있다.) 그러나 주기율표상 같은 족의 다른 비교쌍(NH_3-PH_3, H_2O-H_2S, HF-HCl)에 있어서는 분자량이 더 작은 화합물이 휘발성이 더 작고, 더 높고, 녹음열 및 증발열이 더 크며, 또 전기전도도가 더 크다. 왜냐하면 NH_3, H_2O 및 HF에서는 분자간 수소결합을 파괴하기 위해 여분의 에너지가 더 필요하기 때문이다.

다) London힘

분자간 힘 중에서 가장 약한 세 번째 형은 London힘으로 이 힘은 극성 혹은 비극성 할 것 없이 모든 원자 및 분자에 작용하여 충분히 낮은 온도에서 단원자 영족기체까지도 액화시킬 수 있는 것은 바로 이 힘 때문이다.

London힘은 한 원자가 다음원자에게 그리고 다음 원자는 그 다음 원자에게 등등으로 쌍극자를 유발시켜 생긴 비영구쌍극자의 결과이다. 예를 들면 한순간에 원자의 한쪽이 다른 쪽보다 더 많은 전자밀도를 가질 수 있으며 한쪽에 조금 더 많은 양전하는 이웃 원자로부터 전자를 잡아당기게 될 것이고, 이 결과 순간적으로 인력이 이들 원자 사이에 작용하게 될 것이다. London힘은 아주 인접해 있는 원자 및 분자에 있어서 변동 쌍극자 사이의 인력이며 이러한 변동쌍극자는 물론 전자가 항상 움직이고 있기 때문에 일어난다.

4. 대표원소들의 주기적 성질

가. 대표원소 수소(H)

주기율표에서 원소들의 족 가운데에서 수소에 대한 적절한 위치가 실제로 없다. 알칼리금속(Ⅰ족)처럼 수소는 한 개의 s원자가전자를 가짐에도 불구하고 알칼리금속

과 아주 달라서 같은 족에 포함될 수 없다. 예를 들면 알칼리금속의 원자가전자는 쉽게 제거되어 Na^+ 혹은 K^+과 같은 일가 양이온을 형성하나 수소원자는 전자를 잃기가 매우 어려우므로 일반적인 화학반응에 있어서는 단순한 H^+이온이 형성될 수 없다.

할로겐원자(Ⅶ족)처럼 수소원자는 영족 기체 배치에서 한 개의 전자가 부족하나 수소는 역시 할로젠족에 적합하지 않다. 할로젠 원자는 영족 기체 배치인 -1가 음이온을 형성하기 위하여 쉽게 전자 하나를 얻는다. 매우 반응적인 금속과 결합하여 수소는 수소화이온, H-를 포함하는 염을 형성한다. 더욱이 할로젠화이온과 대조적으로 수소화이온은 물에서 불안정하며 즉시 반응해서 수소와 수산화이온을 만든다.

나. 대표원소 Ⅰ족(알칼리금속, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)

반응성이 큰 금속으로 각 원자들은 영족기체심(noble gas core)을 가지며 원자가껍질에 하나의 s전자를 가진다. 모든 금속들 중 가장 전기양성적인 알칼리금속은 제일바깥껍질의 전자(ns전자) 하나를 잃고서 대단히 쉽게 반응한다. 알칼리금속(리튬의 드문 경우는 제외)은 항상 이온성화합물을 형성하고 단자 +1인 하나의 산화상태를 가진다.

다. 대표원소 Ⅱ족(알칼리토금속, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

영족기체심을 가지며 원자가껍질에 두개의 전자(ns^2)가 있다. 두 전자를 잃어버려 알칼리금속처럼 다만 하나의 산화상태 +2를 가질 뿐이다. 베릴륨을 제외하고 대게 이온성화합물을 형성한다.

라. 대표원소 Ⅲ족(B, Al, Ga, In, Ti)

Ⅲ족의 원자가껍질배치는 ns^2np이다. 이족의 모든 원소는 +3의 산화상태의 화합물을 형성하나 Ⅲ족과 Ⅳ, Ⅵ족의 원소들은 Ⅰ, Ⅱ, Ⅶ 족의 원소들만큼 서로 서로 닮은 점을 가지지 않는다. 붕소는 반도체원소이며 그것의 화합물은 순수한 상태와 수용액 상태에 있어서 모두가 공유성이며 붕소로부터 세 개의 원자가전자를 제거하는데 필요한 에너지는 너무 커서 B^{3+} 로 되도록 허용하지 않는다. 이 족의 나머지 원소는 금속이며 그들의 화합물은 이온성 혹은 공유성일 수 있고 모든 원소들은 수용액내에서 수화물을 형성한다.

마. 대표원소 Ⅳ족(C, Si, Ge, Sn, Pb)

탄소는 비금속, 규소와 게르마늄은 반도체원소 그리고 주석과 납은 금속으로 이들 원소의 원자는 원자가껍질에서 ns^2np^2 배치를 갖는다. 이 족의 모든 원소는 할로젠과 산소와의 화합물에서 +4인 산화상태를, 수소화물에서는 -4의 산화상태를 가진다.

탄소의 튀어난 성질의 하나이나 이족의 다른 원소에 있어서는 중요하지 않은 성질은 원자들이 전자쌍을 공유하여 서로 결합, 탄소사슬이나 고리의 골격구조를 가진 화합물을 형성하는 능력이다. 다른 원소의 단일 공유결합의 결합에너지와 비교하여 상당히 높은 C-C 결합의 결합에너지는 틀림없이 탄소의 원자들 간의 결합능력에 기여하는 인자이다. 또 다른 탄소의 중요한 성질은 산소, 황, 질소뿐만 아니라 다른 탄소원자와 다중공유결합을 형성할 수 있는 능력이다.

바. 대표원소 Ⅴ족(N, P, As, Sb, Bi)

질소와 인은 Ⅴ족의 비금속이고 비소와 안티몬은 반도체 원소에 속하며 비스무트는 금속이다. 원자가껍질에서 이들 원소의 원자는 ns^2np^2배치를 가지므로 영족기체 배치에 비해 전자 세 개가 부족하다.

질소원자는 상당히 큰 전기음성도를 가지며 원자가껍질에 전자를 여덟 개보다 더 많이 수용시키지 못하기 때문에 질소의 화학적 성질은 Ⅴ족의 다른 원소와 본질적으로 다르고 질소는 염소만큼 전기음성도가 크며 단지 플루오르와 산소만이 더 큰 전기음성도를 지닌다. 비금속인 질소와 인의 원자는 전자 세 개를 얻으면 영족기체배치를 이룰 수 있고 N^{3-}이온은 단지 매우 전기양성적인 금속과의 질소화합물에서 나타난다.

수소와의 공유화합물인 경우에 원소들은 -3의 산화상태를 가지는 것으로 생각되는데 그것은 수소가 이러한 화합물에서 항상 +1의 산화수를 가지기 때문이며, -3의 산화상태는 금속과의 이온성 혹은 공유성 이성분화합물에서도 볼 수 있다.

사. 대표원소 Ⅵ족(O, S, Se, Te, Po)

산소와 황은 산소족 원소의 비금속원소이며 셀렌과 텔루르는 반도체원소이고 방사능물질인 폴로늄은 텔루르와 비스무트와 유사하지만 성질에 있어서도 주로 금속성을

나타낸다. Ⅵ 원소의 원자가껍질은 ns^2np^4배치를 가지므로 영족기체 배치에서 두 전자가 부족하며, 할로젠족처럼 화학결합을 할 때 Ⅵ족 원소는 영족기체 전자배치(s2p6)를 달성하려는 경향이 매우 크다.

금속원자로부터 그들이 p궤도함수로 두 전자가 이동하여 Ⅵ족 원소는 -2가 이온으로 되며 모든 원소 중 전기음성도가 가장 큰 플루오린 다음으로 큰 전기음성도를 가지는 산소는 대부분의 금속과 이온성화합물을 만들고 황, 셀렌, 텔루륨은 단지 나트륨, 칼륨, 칼슘 과 같은 대단히 전기양성적인 금속과 결합할 때 -2가 이온을 만든다.

이들 원소는 또한 수소화물에 있어서처럼 다른 원소와 공유결합에 의해서 배치를 이룰 수 있다. 본질적으로 환원력이 없는 물을 제외한 수소화물은 좋은 환원제이다.

아. 대표원소 Ⅶ족(할로젠족, F, Cl, Br, I, At)

대표원소 Ⅶ족들은 Ⅰ족, Ⅱ족의 금속원소들처럼 원소들끼리의 유사성이 Ⅲ - Ⅵ족의 원소들 사이보다 크다. 모든 할로젠족원소들은 큰 전자친화도, 큰 전기음성도 및 큰 이온화에너지를 가지는 비금속으로 플루오린의 원자는 다른 할로젠 원자보다 매우 작으며 가장 전기음성도가 크다. 이러한 이유 때문에 족의 아래쪽에 있는 다른 할로젠 원소들 사이보다는 플루오린과 염소사이의 성질에 있어서 큰 차이를 보여 준다.

할로젠족은 ns^2np^5 배치를 가지며 쉽게 반응하여 -1의 음이온 혹은 한 개의 공유결합을 형성한다. 이와 같은 화합물에 있어서는 -1가 산화상태를 가지지만 할로젠원소들끼리의 화합물 또는 산소와의 화합물에 있어서는 플루오린을 제외하고 +1, +3, +5, +7의 양의 산화상태를 나타낸다.

5. 산화와 환원

산화 환원은 전자를 주고 받는 반응이다. 전자를 잃는 물질은 산화하는 것이고, 전자를 얻는 물질은 환원하는 것이다. 또는 산화는 산화수(oxidation number)의 증가로, 환원은 산화수의 감소로 정의하기도 한다.

산소는 플루오린을 빼고는 자연계에서 비금속성이 가장 크다. 따라서 산소가 어떤 원소와 화합할 때는 그 원소로부터 전자를 빼앗아 온다. 그러면 그 원소는 산화하는 것이고 산소는 전자를 얻으므로 환원이 된다. 그래서 산소와 화합하는 것을

산화라 불렀던 것이다. 그러나 일반화하면 전자를 잃으면 산화, 얻으면 환원이다.

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

위 식에서 NaCl의 나트륨은 실제로 Na^+ (양이온), 염소는 Cl^- (음이온)으로 존재하므로 나트륨은 전자를 잃어 산화한 것이고 염소는 전자를 얻어 환원한 것이다. 이런 이유로 산화와 환원반응은 항상 동시에 진행된다. 산화-환원반응에서 "얻은 전자 = 잃은 전자 즉 산화수의 얻음 = 산화수의 잃음"이 된다.

산화되는 화학종을 환원제라고 부르는데 그것은 다른 것을 환원시켜 주기 때문이다. 이와 반대로 환원되는 화학종을 산화제라고 부르는데 그것은 다른 것을 산화시켜 주기 때문이다. 가끔 다른 용어가 같은 의미로 사용되는데 산화제와 환원제를 산화물과 환원물이라고 한다.

〈표 5〉 산화–환원의 어휘

구분	산화수	전자
산화	증가	잃음
환원	감소	얻음
환원제	증가	잃음
산화제	감소	얻음
산화물질	증가	잃음
환원물질	감소	얻음

유기화학에서 산화는 자주 탄소와 산소 혹은 다른 전기음성적 원소들 사이에 새로운 결합이 형성됨에 따르는 수소의 손실을 의미한다.

「위험물안전관리법」 상에서는 제1류 위험물과 제6류 위험물이 강력한 산화제로 작용한다. 제1류 위험물은 산화성 고체로서 분자 내에 산소를 다량 함유하고 있어 이 산소가 가연성 물질의 전자를 빼앗아 산화시키는 것으로 생각되며, 제6류 위험물은 산화성 액체로서 분자구조 내에 산소 또는 할로젠이 가연물의 전자를 빼앗아 산화시킨다고 할 수 있다.

6. 화학반응속도

가. 화학반응이론

1) 충돌이론(collision theory)

화학반응은 한 원자에서 다른 원자로 전자가 전이하거나 전자를 공유하는 양식의 변화에 의하여 일어나며 이러한 전이나 공유가 일어나기 위해서는 관계되는 원자가 접촉해야 한다. 원자와 분자는 끊임없이 움직이고 있으며 그들 사이에 빈번한 충돌이 일어나고 이런 충돌은 기체나 액체상태에서 특히 현저하며 고체상태에서도 충돌은 있다. 화학반응의 충돌이론은 원자, 이온 혹은 전자가 충돌하지만 그 충돌의 극히 적은 부분만이 화학반응을 일으킨다고 추측하고 있다.

2) 활성화에너지(activation energy)

충돌하는 분자는 반응물이 반응하는데 필요한 에너지 즉 반응의 활성화에너지를 초과하는 충분한 에너지를 가지고 충돌할 때만 반응한다. 활성화에너지는 목적지의 다른 쪽으로 내려가기 전에 올라가야 할 장벽과 같고 이미 존재하는 결합을 깨뜨리거나 한 원자에서 다른 원자로 움직이는 원자가전자를 유리시키는데 필요한 에너지를 의미한다.

예를 들어 수소와 염소의 혼합물은 실온에서 무한히 보존될 수 있으나 그 혼합물을 전기불꽃 혹은 짧은 파장의 빛 아래에 두면 반응은 폭발적인 속도로 일어나 열을 방출하며 이때 일어나는 일은 다음과 같다. 즉 전기불꽃이나 빛은 적은 수의 염소분자를 활성화하기에 충분한 에너지를 제공하여 그것들을 활성화에너지 곡선의 정상으로 끌어 올려 염소분자는 원자로 분해되어 수소와 급속히 반응한다. 이 반응은 더 많은 염소분자를 활성화하기에 충분한 에너지를 내므로 일단 첫 번째의 소수의 분자가 활성화에너지의 장벽을 넘으면 반응은 저절로 지속한다. 그러나 수소와 브롬의 반응에 있어서 비록 그 메커니즘은 비슷하지만 반산되는 에너지의 양이 다른 브롬 분자를 많이 활성화하기에 충분하지 않아 반응은 매우 느리다.

3) 전이상태이론(transition state theory)

두 분자 사이의 충돌 대신에 반응이 어떻게 일어나는가에 관한 다른 보충적인 이론은 두개(혹은 그 이상)의 반응분자에 의한 전이상태의 형성을 생각하는 것이다. 접근하는 분자는 점차 서로의 영향권 내에 들게 되어 마침내 에너지 곡선의

정상에서 전이상태가 형성되는 것으로 생각된다. 전이상태 혹은 활성화물(activated complex)은 반응분자들이 결합반응물과 생성물 사이의 중간체로서 어떤 결합은 약화되고 새로운 결합이 형성되기 시작한다. 활성화물은 보통 분리될 수 없으며 반응조건에 따라서 반응물이나 생성물로 되기 위해 깨어진다.

나. 반응속도에 영향을 주는 요인

반응속도는 특정한 반응에서 생성물이 형성되고 그 반응물이 소멸되는 속도로써 보통 혼합물의 한 성분이 소멸하거나 생성되는 속도와 관련해서 논의된다. 반응속도는 끊임없이 변화하는 양으로 반응물이 소멸됨에 따라 충돌수가 더욱 감소하여 속도도 느려지므로 반응속도는 특별한 순간에만 표현할 수 있다.

물론 반응속도는 반응물의 성질에 의존한다. 같은 형태 및 크기의 나트륨, 아연, 주석 조각을 같은 농도의 염산용액에 떨어뜨리면 나트륨은 맹렬히 반응하고 아연은 중간속도로 주석은 매우 느리게 반응할 것이다. 어떤 주어진 반응에서 반응속도를 결정하는 외부적 요인으로 농도, 온도, 반응물사이의 접촉 정도, 촉매 등이 있다.

1) 농도

반응물의 농도변화는 반응속도의 변화를 초래한다. 충돌이론에 의하면 주어진 부피에서 분자, 원자 혹은 이온의 수가 많을수록 단위시간에 대한 충돌이 더 많아지고 따라서 반응할 기회는 더 빈번하며, 분자, 원자 혹은 이온의 수가 적으면 충돌수도 적고 반응할 기회도 더 적다. 기체의 농도를 크게 하기 위해서는 압력을 증가시킬 필요가 있다. 대기압 하에서 에틸렌과 수소사이의 반응은 느리지만 30 ~ 40기압의 압력에서는 충돌수가 증가하여 반응속도도 비례하여 증가한다.

2) 온도

옛 경험의 법칙에 의하면 화학반응의 속도는 온도가 100 ℃ 오를 때마다 두 배로 된다고 한다. 그러나 이것은 대단히 거친 추정으로 어떤 반응속도는 온도가 10 ℃ 오르면 두 배가 훨씬 넘고 다른 반응에서는 거의 두 배가 되지 않는다.

반응물의 온도변화는 이중의 효과를 가지는 것으로 온도가 올라감에 따라 분자는 더 급속히 움직여 더 빈번해진다. 그러나 계산에 의하면 온도에 따른 속도 증가의 극히 작은 일부만이 더 큰 충돌수에 의하여 설명될 수 있으며 보다 더 중요한 것은 운동에너지 분포에서 높은 에너지 부분에 있는 분자의 수가 온도에 따라 증가

하는 사실이다.

3) 반응물질 사이의 접촉

동일한 기체상이나 액체상에 있는 물질사이의 반응 즉 균일반응에서는 반응하는 분자 사이의 접촉문제는 중요하지 않는데 그 이유는 분자와 이온이 자유롭게 움직이고 충돌이 빈번하기 때문이다. 그러나 다른 상 사이의 반응 즉 비균일반응에서는 반응하는 분자나 이온을 함께 모으는 것이 어려울지도 모른다. 예를 들면 수증기와 붉게 가열된 철 사이의 반응에서 철이 큰 덩어리 상태에 있다면 반응이 매우 느리지만 금속을 가루로 하여 펼쳐서 큰 표면에 수증기를 쏘이면 급속히 진행한다. 고체가 서로 반응하는 속도는 때때로 고체사이의 접촉량에 의해 제한된다. 만약 두 고체의 큰 결정을 함께 넣고 흔들면 아무런 반응이 없으나 결정을 함께 갈면 반응이 아주 신속히 일어난다.

제분소와 탄광의 분진폭발이나 자동차엔진에서 사에틸납의 효과처럼 접촉 정도가 반응속도에 어떻게 영향을 미치는가를 보여주는 많은 실례가 있다. 휘발성액체인 사에틸납이 뜨거운 실린더에 들어가면 분해하여 매우 미세한 금속성 납의 현탁을 만들며 이 현탁은 연소하고 있는 기체에 넓은 표면을 주게 되어 노킹억제효과를 주게 된다.

「위험물안전관리법」상에서 제2류 위험물 가연성 고체에서 일부 품목의 입자크기를 작은 것에 한하는 것도 이와 같이 금속 등 고체의 비표면적에 따라 그 반응성의 정도가 달라지기 때문이다.

4) 촉매작용

촉매는 화학반응의 속도를 증가시키나 반응이 끝나면 원래의 상태로 되돌아 갈 수 있으며 촉매가 없이는 진행되지 않는 반응을 개시시키거나 지속시킬 수 없다. 주어진 온도에서 촉매는 평형혼합물에서의 농도를 변화시킬 수 없고 단지 평형상태에 도달하는데 필요한 시간을 변화시킬 수 있다.

촉매는 반응물에서 생성물에 이르는 보다 쉬운 다른 경로를 제공하는 역할을 하며 여러 가지 메커니즘에 의하여 이 기능을 수행하나 각 경우에 있어서 촉매의 유일한 기능은 반응의 활성화에너지를 낮게 하는 것이다. 촉매의 역할은 특정한 반응에 있어서 특히 독특하여 한 반응에서 촉매작용을 하는 물질은 비록 그 반응이 매우 유사하더라도 다른 반응에 영향을 주지 않는다.

7. 용해도(수용성/ 비수용성)

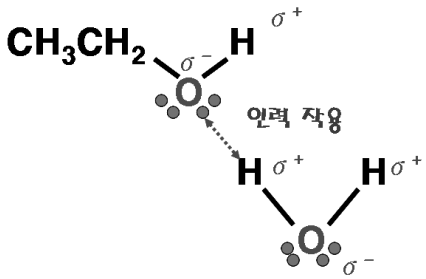
분자간 인력은 물질의 용해도를 설명하는데 있어서 제일 중요하다. 고체를 액체에 녹이는 것은 여러 가지 면에서 고체가 녹는 것과 비슷하다. 용액에서는 고체의 질서 있는 결정구조가 파괴되어 분자의 배열이 무질서해 진다. 용해과정에서 분자나 이온들은 서로 떨어져야 하며 이러기 위해서는 에너지가 공급되어야 한다. 격자에너지와 분자간 또는 이온간의 인력을 극복하는데 필요한 에너지는 용질과 용매사이에 새로이 생기는 인력으로 충당하게 된다.

이온성 물질이 녹는 과정을 살펴보자. 여기서 격자에너지와 이온간의 인력은 대단히 크다. 물이나 몇 가지 극성 용매만이 이온성 화합물을 녹일 수 있다. 이 용매들은 이온을 수화하거나 용매화함으로써 이온성 화합물을 녹이는 것이다

물분자는 극성이 크면서도 매우 조밀한 모양을 하고 있어 결정표면으로부터 개개의 이온들이 떨어지자마자 매우 효율적으로 이들을 둘러싼다. 양이온은 물의 쌍극자 중 -부분이 양이온을 향하게끔 물분자에 의해서 둘러싸여지며 음이온은 그 반대로 둘러 싸여진다. 물은 대단히 극성이며 강력한 수소결합을 형성할 수 있기 때문에 쌍극자-이온 사이의 인력은 매우 크다. 이러한 인력이 형성되면서 공급되는 에너지가 결정의 격자에너지와 이온간 인력을 충분히 극복할 수 있는 것이다.

용해도를 경험적으로 예견하는데 “끼리끼리 녹는다.”라는 유용한 말이 있다. 극성이며 이온성인 화합물은 극성용매에 잘 녹는다. 극성인 액체끼리는 잘 섞인다. 비극성인 고체는 비극성 용매에 잘 녹는다. 한편 비극성 고체는 극성용매에 잘 녹지 않는다. 비극성인 액체끼리는 잘 섞이지만 비극성인 액체와 극성인 액체 즉 “물과 기름” 같은 것은 섞이지 않는다.

비슷한 극성을 가진 물질들이 섞인 용액에서 새로이 생긴 분자간의 인력은 섞이기 전 각개의 물질에서 존재했던 인력과 비슷하다. 비극성인 사염화탄소와 비극성인 알칸이 섞이는 것은 바로 이런 예이다. 매우 극성인 물분자는 알케인(Alkane, 알칸) 분자에서 극성을 유발시켜 그들 사이에 인력이 생기도록 할 수 있을 지도 모른다. 그러나 알케인과 물은 서로 녹지 않는다. 알케인이 물에 녹으려면 물분자들 사이의 강한 인력을 떼어 놓는데 많은 에너지가 필요로 하기 때문이다. 이와 대조적으로 에탄올과 물은 무한 비율로 섞인다. 이 경우 두 분자들은 모두 매우 극성이 크고 새로이 생긴 인력은 섞이기 전의 인력만큼이나 강하게 두 화합물 모두 수소결합을 형성할 수 있다.



탄소사슬의 길이가 매우 긴 알코올은 물에 잘 녹지 않는다. 데실알코올은 10개의 탄소원자를 가진 분자로 물에서 매우 조금 밖에 녹지 않는다. 데실알코올은 물을 닮았다기 보다는 알케인을 닮은 분자이다. 데실알코올의 긴 탄소 사슬부분은 소수성(hydrophobic)이라고 말한다. 분자 내 작은 일부인 OH그룹만이 친수성(hydrophilic)이다. 한편 데실 알코올은 비극성 용매에 잘 녹는다.

소수성 부분

$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ ← 친수성 그룹

화학적으로 적어도 3g의 유기화합물이 100 ml의 물에 녹을 때 물질이 녹는다고 말한다. 질소나 산소를 갖고 있어 강한 수소결합을 할 수 있는 화합물일 때 대략 탄소원자의 수가 1-3이면 물에 녹으며, 4-5개 일 때는 경계선에 있다고 할 수 있고 6개 이상이면 녹지 않는다.

「위험물안전관리법」 상에서 제4류 위험물 인화성 액체의 경우 제1석유류 내지 제3석유류의 경우 수용성과 비수용성에 따라 지정수량을 달리 정하고 있다. 알코올류의 경우 수용성과 비수용성 구분을 하지 않은 것은 알코올류의 경우 모두다 극성공유결합으로 수용성이기 때문이다.

8. 탄화수소(hydrocarbon)

모든 유기화합물은 몇몇 예외를 제외하고는 탄소원자와 수소원자를 포함한다. 유기화합물속에는 산소, 질소, 할로젠원소, 황, 인, 규소 및 다른 원소들이 존재하기도 하는데 그들의 존재 빈도수는 대략 앞에 나타낸 순서로 감소한다. 모든 유기화합물은 탄화수소의 구조에 바탕을 둔다고 생각된다.

가. 포화탄화수소(saturated hydrocarbon)

포화탄화수소는 단일공유결합 만을 포함하고 이때 모든 탄소원자들은 sp^3 혼성이다. 포화탄화수소는 부탄과 같이 직선 사슬형 탄소골격을 가질 수도 있고, 아이소부탄과 같이 가지달린 사슬형 탄소골격을 가질 수도 있으며 고리형 탄소사슬을 가질 수도 있다. 직선이나 가지달린 포화탄화수소를 알케인(Alkane, 알칸)이라 한다. 알칸은 일반식 C_nH_{2n+2}로 쓸 수 있는 화합물이며 파라핀 탄화수소(paraffin hydrocarbon)라 불리기도 한다. n이 증가함에 따른 연속적인 화합물에서 각 화합물은 CH_2기에 의해서 바로 이웃 화합물과 구별된다. 이와 같이 일반식으로 나타낼 수 있는 일련의 화합물을 동족계열이라 부른다. 탄소수가 많아질수록 비중, 녹는점, 끓는점 등이 높아진다. 또한 일반적으로 탄소수가 4개 이하일 때에는 기체이고, 5 ~16개 이하는 액체, 17개 이상은 고체이다. 알케인계의 처음부터 네 번째까지의 구성화합물은 메탄(메테인), 에탄(에테인), 프로판(프로페인), 부탄(뷰테인)이다. 각각의 이름은 알케인을 나타내는 어미 -ane으로 끝난다는 것에 유의한다.(IUPAC 명명법)

〈표 6〉 간단한 포화탄화수소

CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
methane	ethane	propane	butane	pentane	hexane	heptane	octane	nonane	decane
메탄	에탄	프로판	부탄	펜탄	헥산	헵탄	옥탄	노난	데칸

탄화수소분자에 있어서 예를 들면 메탄분자에서 수소원자 중의 하나가 다른 원자나 원자단에 의해 치환될 때 결과적으로 그 치환된 원자단에 대한 이름을 가지는 것이 좋다. 그래서 CH_3Cl는 CH_3기가 갖는 이름 앞에 염화를 붙여 불리어진다. 알칸보다 수소를 하나 적게 가진 기를 알킬기(alkyl group)라 부른다. 이와 같은 이름은 탄화수소의 어미 -ane을 뺀 -yl을 붙여 주어 메탄은 메틸, 에탄은 에틸 등이 된다. 총괄해서 그들은 문자 R로 자주 표시되고 R-H는 알칸동족계열의 구성원을 나타낸다. 그러므로 CH_3Cl는 염화메틸이라 하고 RCl은 어떤 비확정된 염화알킬을 나타낸다. 프로필(n=3)기를 시작으로 알킬기들의 이성질체 존재가 가능하다.

포화탄화수소의 탄소원자들이 고리형으로 결합된 화합물을 사이클로알케인(구. 시클로알칸)이라 부른다. 사이클로알케인의 일반식은 C_nH_{2n}으로 열린 사슬 모양의 알

케인보다 녹는점이 훨씬 더 높다. 그 이유는 대칭성이 더 크기 때문에 결정격자 속에 더 꼭 끼어들어 있기 때문이다.

알케인과 사이클로알케인은 극성이 작고 수소결합을 할 수 없기 때문에 물에 거의 녹지 않는다. 액체인 알케인이나 사이클로알케인은 서로 잘 녹고 극성 이 낮은 용매 속에서 잘 녹는다. 벤젠, 사염화탄소, 클로로포름, 그리고 다른 탄화수소는 이들에 대한 좋은 용매가 된다.

나. 불포화탄화수소(unsaturated hydrocarbon)

탄소원자들 사이에 이중공유결합이나 삼중공유결합을 갖는 탄화수소를 불포화탄화수소라 한다. 이중공유결합을 갖는 탄화수소를 올레핀(olefin) 또는 알켄(alkene)이라 하고, 삼중공유결합을 갖는 탄화수소는 또는 알카인(alkyne, 구. 알킨)이라 한다. 알켄의 경우 일반식은 C_nH_{2n} 으로 쓰고, 알카인은 C_nH_{2n-2}, 으로 표기한다. 각 알켄의 경우 한 개의 이중결합이 존재할 때 각각 대응하는 포화탄화수소의 "-에인"(-ane) 대신 "-엔"(-ene)를 붙이고 두개의 이중결합이 존재하면 "-아다이엔"(-adiene)을 붙인다. 그리고 계속해서 세 개, 네 개 등의 이중결합에 대해선 "-아트라이엔"(-atriene), "아테트라이엔"(-atetraene) 등을 붙인다.

CH_3CH_3	$CH_2=CH_2$	$CH_2=CHCH=CH_2$
에탄	에텐	1,3-뷰타다이엔 (1,3-부타디엔)

비슷한 방법으로 각 알카인류는 "-에인"(-ane)을 없애는 대신 "-아인"(-yne), "-아다이아인" (-adiyne), "-아트라이아인"(-atriyne)등을 붙여 명명한다.

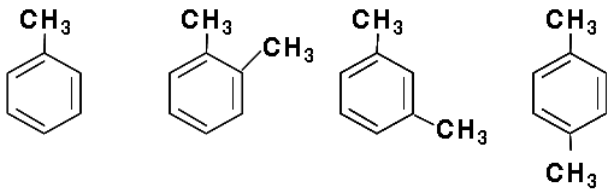
알켄과 알카인은 포화탄화수소에 비해 이중 또는 삼중결합을 가지고 있어 반응성이 뛰어나서 첨가반응 및 중합반응이 일어나기 쉽다.

다. 방향족탄화수소(aromatic hydrocarbone)

벤젠, C_6H_6은 방향족 탄화수소로 알려진 많은 동족 화합물의 모체가 된다. 벤젠은 공명안정화된 고리계를 포함하는 불포화탄화수소이다. 원래 이들 고리계를 포함하는 향기로운 화합물을 방향족이라 불렀으나 지금은 향기롭지 못한 방향족 화합물도 많이 알려져 있다. 그 대신 그들의 유사한 화학반응성은 하나의 기로서 방향족화합물을 다루는 바탕이 된다. 방향족탄화수소는 특징이 있어 일반적으로 설

명해 왔던 다른 탄화수소와는 다르다. 지방족탄화수소는 방향족 고리를 포함하지 않는 화합물로서 방향족 고리가 없는 포화, 불포화 또는 고리형 탄화수소가 모두 이에 속한다.

벤젠은 끓는점이 80 ℃인 무색 액체이고 방향족 화합물의 특성인 많은 그을음과 불꽃을 내면서 탄다. 유기화합물에서 수소와 치환되는 원자나 원자단을 치환기라 한다.



톨루엔 o-자일렌 m-자일렌 p-자일렌

이 치환벤젠은 치환기가 같건 틀리건 세 개의 구조이성질체 중의 하나를 가질 수 있다. 두 치환기가 붙은 위치는 위의 그림처럼 오쏘(o-), 메타(m-), 파라(p-)인 세 개의 구조가 가능하다.

방향족화합물에 있어서 치환기들의 위치를 숫자로도 표시하는데 o-자일렌의 다른 이름은 1,2-다이메틸벤젠이다. 한 개의 수소원자가 떨어져 나간 벤젠분자를 페닐기(phenyl group), C_6H_5라 하는데 예를 들어 $(C_6H_5)_2CH_2$는 다이페닐메테인이다.

라. 작용기(functional group)

물분자의 수소원자 하나를 여러 가지 포화알킬기로 바꾸면 CH_3OH로 시작되는 일련의 화합물이 된다. 이 화합물들은 모두 일반식 ROH로 나타낼 수 있으며 물을 제외한 화합물의 R은 탄소와 수소원자의 집합체이다. 이 화합물의 화학적 성질은 OH기에 의존하여 분자식이 ROH인 모든 화합물은 탄소원자의 사슬 길이에는 관계없이 유사한 화학작용을 한다. 포화탄화수소는 비교적 반응성이 약하므로 친수부분인 OH기에 영향을 미치지 않는다. 화학식이 ROH인 일련의 화합물을 알코올이라 하며 OH기를 작용기로 한다. 작용기란 유기분자 내의 하나 혹은 그 이상의 탄소원자에 결합하여 그 분자의 화학작용과 성질을 나타내도록 하는 원자나 기를 말한다. 다음 표는 가장 일반적인 작용기를 나타내었다. 큰 분자와 그리 크지 않은 분자의 화합물은 서로 다른 형의 많은 작용기를 가질 수 있다.

〈표 7〉 유기화합물의 작용기에 따른 명칭

작용기	작용기 명칭	일반식	화합물의 분류	예
-OH	하이드록시기	R-OH	알코올 페놀	메탄올: CH_3OH, 에탄올: C_2H_5OH 페놀: C_6H_5OH
-CHO	포밀기	R-CHO	알데하이드	아세트알데하이드: CH_3CHO
>CO	카보닐기	R-CO-R'	케톤	아세톤(2-프로판온): CH_3COCH_3 에틸 메틸 케톤: $CH_3COCH_2CH_3$
-COOH	카복실기	R-COOH	카복실산	아세트산: CH_3COOH 메탄산(폼산): HCOOH
-COO-	에스터	R-COO-R'	에스터	에틸아세테이트: $CH_3COOC_2H_5$
-O-	에터[16]	R-O-R'	에터 (에테르)	에틸 메틸 에테르: $CH_3CH_2OCH_3$ 다이에틸 에테르: $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
$-NH_2$	아미노기	$R-NH_2$	아민	에틸아민: $CH_3CH_2NH_2$ 아닐린: $C_6H_5NH_2$
-C≡N	사이안기	R-C≡N	나이트릴	에테인나이트릴: CH_3CN (사이안화 메틸, 아세토나이트릴)
$-NO_2$	나이트로기	$R-NO_2$	나이트로 화합물	나이트로메탄: CH_3NO_2
-NO	나이트로소기	R-NO	나이트로소 화합물	나이트로소벤젠: C_6H_5NO
-N=N-	아조기	R-N=N-R'	아조 화합물	아조메테인: $CH_3N=NCH_3$

16) 대한화학회에서는 'ether'와 관련하여, '이더'와 '이써'는 국제적으로 통용되는 발음과 정확하게 일치하지도 않고, 국어 표기에 어울리지 않아서 불가피하게 독일어 발음에 가까운 '에터'를 선택하였지만, 이미 정착되어 널리 사용되고 있다는 점에서 기존의 '에테르'도 사용하기로 함

제3절 위험물의 위험성

1. 위험물의 위험성 구분

가. 인화성

가연성 증기를 발생하는 액체 또는 고체가 공기 중에 그 표면 가까이 적은 화염이 닿은 때 그 도화선이 되어 표면 근처에서 연소하기에 충분한 농도의 증기를 발생하여 불이 붙는 성질을 인화성이라 하고 이때의 최저온도를 인화점 (인화온도)라고 말한다.

가연성 액체의 경우 액면위에서 발생한 증기량은 온도에 따라 일정의 증기압을 가지므로 액면부근에는 증기압에 상당하는 농도가 되므로 가연성 증기 (포화) 증기압이 공기와의 혼합기체로 폭발한계의 하한농도와 같게 되는 농도이다.

가연성 증기의 증발량은 액면의 온도에 의존한다. 따라서 액체의 인화는 사실상 액체 온도에 지배되므로 인화점 이하의 온도에서는 큰 에너지를 가지며 도화선을 주어도 발화하지 않을 뿐만 아니라 액체의 화재위험성 표본으로 사용되고 있다.

가연성 액체를 인화점보다 높은 농도로 하면 액면의 증기농도는 폭발한계의 상한농도를 넘어 인화하지 않지만 이 온도의 최저온도를 상부의 인화점이라 할 수 있다. 그러나 일정 공간 내에 상한농도를 초과하는 가연성 증기가 존재하고 있을 것을 제외하면 개방상태에서는 액면 위가 상한농도 이상으로 있어도 그 상부에는 반드시 폭발범위 내의 증기가 있으므로 인화하여 연소하게 된다.

나. 자연발화성

가연성 물질 또는 혼합물에 다른 화염, 전기불꽃 등의 점화원을 주지 않고 공기 또는 산소 중에서 가열한 경우 어느 시점에서 자연적으로 연소 (발화 또는 폭발)가 개시되는데 이를 발화성이라 하고 이때 필요한 최저온도를 발화점 (발화온도, 착화점, 착화온도라고도 말한다)이라고 말한다.

물질이 가열되어 산화반응 속도가 증가하여 발화점에 이르면 열의 발생속도 쪽이 방열 (그 물질 자신은 없고 다른 물질에 열을 내기도 하고 외부로 달아나는 열)보다도 크며 자기 가열을 일으켜 연소를 계속한다. 이와 같이 발열속도와 방열속도의 적합한 발화점의 수치는 물질을 가열하는 시간, 속도, 공기 혼합방법, 용기 재질과 형상 등의 영향을 받는다.

또한 고체물질에서는 그 물리적 상태에 있어서도 영향이 있다. 따라서 발화점은 물질의 비점과 융점 등 물질 특유의 정수(定數)는 아니고 그 수치가 측정방법, 조건에 의해서 유동적이므로 유의할 필요가 있다.

가연성 물질 등을 상온에서 발화온도까지 가열하기에 소요되는 열량을 착화열이라고 말한다. 이 때 가연성 물질 등을 연소시키기에 필요한 공기도 발화온도까지 가열하여야 한다. 그 열량도 합산하여 착화열로 한다. 예를 들면, 고체연료에서는 직발열량(直發熱量)의 20~30 %에 상당한다.

다. 산화성

일반적으로 넓게 전자를 빼앗기는 변화 또는 그것에 따르는 화학반응을 산화라 말한다. 이에 반해 전자를 주어진 변화 또는 그것에 따르는 화학변화를 환원이라고 한다. 원래는 어느 순물질이 산소와 화합하는 것을 산화라 하고 어느 순물질이 수소를 잃는 경우도 산화에 해당한다. 탄소가 산소와 화합하여 이산화탄소로 되는 반응에서 탄소가 산화되어 탄소를 산화하는 물질을 산화성 물질 또는 산화제라고 부른다.

일반적으로 산화성 물질은 다른 분자에서 전자를 빼앗기 쉬운 성질을 갖는 화학종으로서 산소나 오존 외에 산화도가 높은 산화물(MnO_2 등), 산소산(질산, 염소산 등), 그 염류(과망간산칼륨 등) 또는 염소, 브롬 등의 할로젠이 자주 쓰인다. 그러나 하나의 반응에서는 한쪽 물질이 산화되고 다른 쪽이 환원되므로 반응되는 상대에 따라서 산화제 또는 환원제 어느 것이든 작용하는 물질도 있다. 예를 들면 과산화수소는 요오드화물이온에 대해서는 산화제로서, 다른 쪽 과망간산칼륨에 대해서는 환원제로서 작용한다. 일반적으로 표준산화환원전위의 계열에서 양의 큰 값을 갖는 쌍의 산화체일수록 산화제로서 강력하고, 반대로 음의 큰 값을 갖는 쌍의 환원체일수록 환원제로서 강력하다.

라. 자기반응성

외부로부터 산소의 공급 없이도 가열, 충격 등에 의해 연소폭발을 일으킬 수 있는 성질을 말한다. 즉 이와 같은 성질을 가진 물질은 공기 중 산소를 필요로 하지 않고 분자 중에 포함되어 있는 산소에 의해 연소한다.

자기반응성 물질은 하나의 분자 내 또는 분자사이에 산소 공급이 있어 외부에서

의 산소공급이 없어도 연소가 계속되므로 연소속도는 급속히 되고 폭발적으로 연소하는 것이 많으며, 유기과산화물 및 유기질소화합물이 자기반응성의 성질을 가지고 있다.

마. 금수성

물과 반응하여 발화하거나 가연성가스를 발생시키는 성질을 말한다. 일반적으로 물을 소화약제로 많이 사용하는데 금수성이 있는 물질의 화재 시 물을 사용하게 되면 화재를 더욱더 키우는 역할을 하기 때문에 주의할 필요가 있으며, 금수성 물질을 이송 중 누출사고가 발생하게 되면 주변의 논, 수로, 하천 등에 흘러 들어가게 되어 화재를 확산시키기 때문에 매우 위험하게 될 수 있다.

이와 같은 성질을 가지고 있는 물질에는 알칼리금속류, 유기금속화합물류, 수소화합물류 등이 있다.

2. 위험성이 둘 이상일 경우

위험물은 하나의 위험성을 가질 경우도 있지만 둘 이상의 위험성을 가질 경우도 있다. 위험물을 구분하는데 위험성간의 경합이 있어 문제가 될 수 있다. 하나의 위험물이 둘 이상의 위험성을 가질 경우를 「위험물안전관리법」 상에서는 복수성상물품이라 하며 이러한 경우 더 위험한 위험성을 그 위험물의 성상으로 한다.

가. 위험물이 산화성과 가연성을 동시에 가지는 경우

위험물이 가지는 산화성 보다는 가연성이 더 위험한 성질로서 가연성의 성상을 가지는 것으로 본다.

나. 위험물이 산화성과 자기반응성을 동시에 가지는 경우

위험물이 가지는 산화성 보다는 자기반응성이 더 위험한 성질로서 자기반응성의 성상을 가지는 것으로 본다.

다. 위험물이 가연성과 자연발화성 및 금수성을 동시에 가지는 경우

위험물이 가지는 가연성 보다는 자연발화성 및 금수성이 더 위험한 성질로서 자연발화성 및 금수성의 성상을 가지는 것으로 본다.

라. 위험물이 자연발화성 및 금수성과 인화성을 동시에 가지는 경우

위험물이 가지는 인화성 보다는 자연발화성 및 금수성이 더 위험한 성질로서 자연발화성 및 금수성의 성상을 가지는 것으로 본다.

마. 위험물이 인화성과 자기반응성을 동시에 가지는 경우

위험물이 가지는 인화성 보다는 자기반응성이 더 위험한 성질로서 자기반응성이 있는 것으로 본다.

제4절 위험물 성상 판정

「위험물안전관리법 시행령」 별표1에서는 위험물을 6개 유형 55개 품명으로 규정하고 있으나 동표에 해당하는 품명의 명칭을 가진 물품들도 그 발화점, 인화점, 순도, 입자의 크기, 형태에 따라서 각각 위험도가 다르기 때문에 이들 물리적 성상이 일정기준 이상일 때에만 위험물에 해당하게 된다.

일선 소방서에서 위험물 및 특수가연물의 해당여부를 판단함에 있어서 필수적인 사항인 발화점, 인화점, 순도 등 대상물품의 물리적 성상은 관련 자료가 없는 경우 이를 확인하기란 매우 어려운 일이다. 그러므로 물리적 성상이 불분명하여 시험을 통하여 확인할 필요가 있는 때에는 중앙소방학교 및 한국소방산업기술원에 시료의 시험을 의뢰하여 그 결과에 따라 위험물의 해당여부를 판정하는 것이 바람직하며, 위험물의 시험 및 판정기준은 위험물안전관리에 관한 세부기준(국민안전처고시)에서 규정하고 있다.

일반적으로 위험물 등을 판정함에 있어 다음과 같은 순서로 처리하는 것이 신중을 기할 수 있어 바람직하다.

❍ 대상물품이 “위험물안전관리법 시행령 별표 1”에 해당하는지 여부를 확인한다.
❍ 대상물품이 동령 별표1에 기재된 “성질”에 해당하는지 여부를 확인한다.
❍ 대상물품의 물리적 성상이 동령 별표1 “비고란의 기준”에 해당하는지 여부를 확인한다.

1. 위험물의 종류별 성상 판정시험의 종류

가. 제1류 위험물

1) 산화성 시험: 연소시험, 대량연소시험
2) 충격민감성 시험: 낙구타격 감도시험, 철관시험

나. 제2류 위험물

1) 착화성 시험: 작은 불꽃 착화시험
2) 인화성 시험: 인화점 측정시험

다. 제3류 위험물

1) 자연발화성 시험
2) 금수성 시험: 물과의 반응성 시험

라. 제4류 위험물

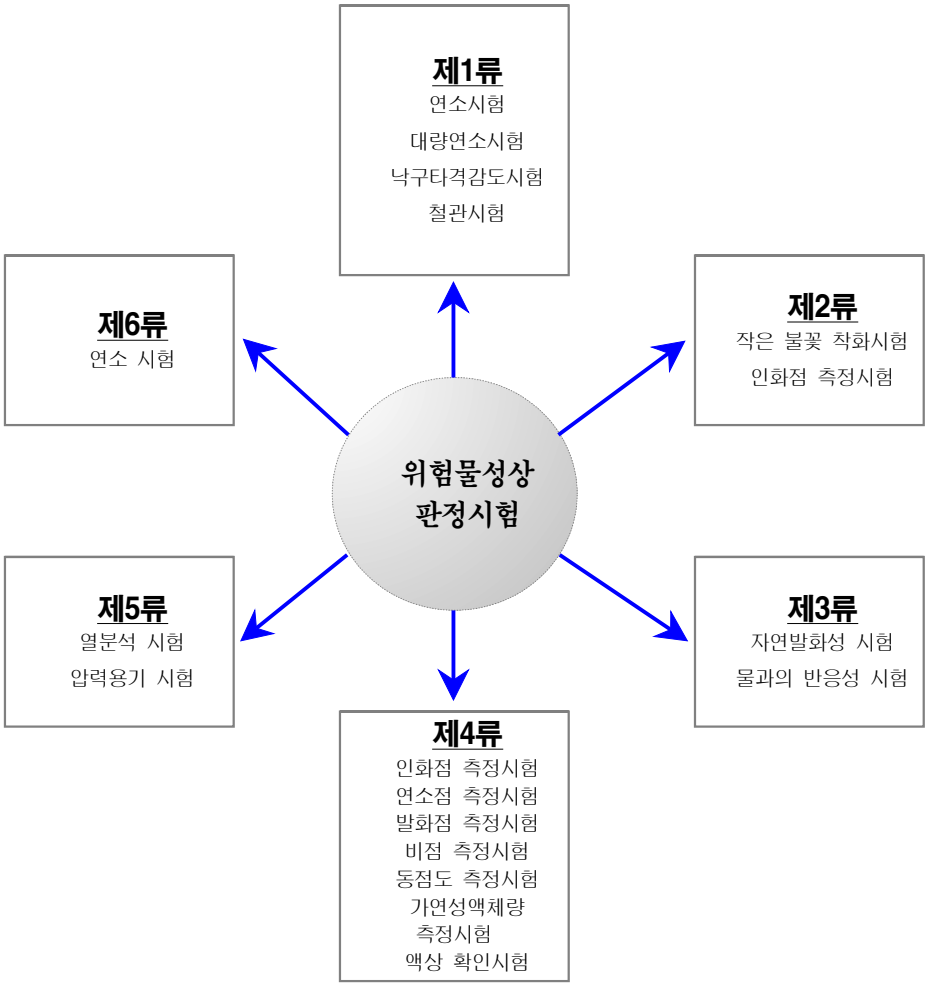
1) 인화성 시험: 인화점 측정시험, 연소점 측정시험, 발화점 측정시험, 비점 측정시험, 동점도 측정시험, 가연성액체량 측정시험, 액상 확인시험

마. 제5류 위험물

1) 폭발성 시험: 열분석 시험
2) 가열분해성 시험: 압력용기 시험

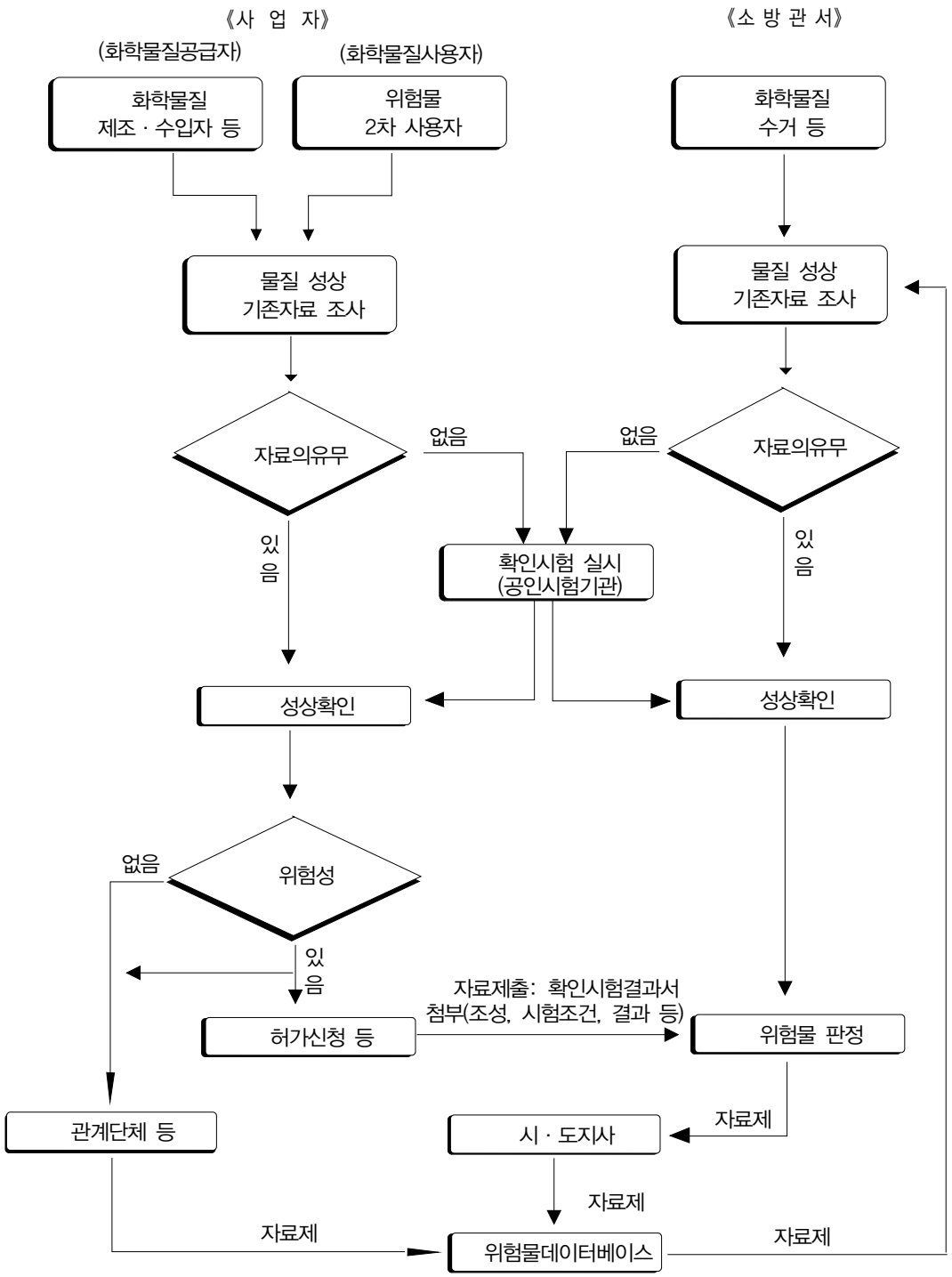
바. 제6류 위험물

1) 산화성 시험: 연소시험



[그림 2] 위험물별 성상 판정시험의 종류

2. 위험물 성상 판정 절차


《사 업 자》
(화학물질공급자)
(화학물질사용자)
화학물질
제조 · 수입자 등
위험물
2차 사용자
《소 방 관 서》
화학물질
수거 등
물질 성상
기존자료 조사
물질 성상
기존자료 조사
자료의유무
없음
없음
자료의유무
있
음
있
음
확인시험 실시
(공인시험기관)
성상확인
성상확인
위험성
없음
있
음
자료제출: 확인시험결과서
첨부(조성, 시험조건, 결과 등)
허가신청 등
위험물 판정
관계단체 등
시 · 도지사
자료제
자료제
자료제
위험물데이터베이스
자료제

예방실무 Ⅱ

제2장 위험물 유별 성상

제1절 제1류 위험물(산화성고체)

1. 산화성고체란

산화성고체란 고체로서 산화력의 잠재적인 위험성 또는 충격에 대한 민감성을 판단하기 위하여 국민안전처장관이 정하여 고시(이하 "고시"라 한다)하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다. 산화력의 잠재적 위험성을 판단하기 위한 시험이란 연소시간 측정시험으로 목분에 산화성고체를 혼합하여 연소시간을 측정하는 것이고, 충격에 대한 민감성을 판단하기 위한 시험이란 적린과 산화성고체를 혼합하여 충격을 가함으로서 혼합물이 폭발하는 여부를 시험하는 것이다. 산화성고체는 제6류 위험물 산화성액체와 더불어 자신은 불연성이지만 조연성의 성질이 있어서 연소속도를 빠르게 하기때문에 「위험물안전관리법」상 위험물로 분류하여 관리하고 있다.

2. 산화성고체의 종류 및 지정수량

품 명	지정수량	설 명
1. 아염소산염류	50 kg	**아염소산($HClO_2$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
2. 염소산염류	50 kg	**염소산($HClO_3$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
3. 과염소산염류	50 kg	**과염소산($HClO_4$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
4. 무기과산화물	50 kg	알칼리금속의 과산화물, 알칼리토금속의 과산화물 등
5. 브롬산염류	300 kg	**브로민산($HBrO_3$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
6. 질산염류	300 kg	**질산(HNO_3)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
7. 요오드산염류	300 kg	**아이오딘산(HIO_3)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
8. 과망간산염류	1,000 kg	**과망가니즈산($HMnO_4$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
9. 중크롬산염류	1,000 kg	**다이크로뮴산($H_2Cr_2O_7$)**의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물
10. 그 밖에 총리령이 정하는 것	50 kg	차아염소산염류(하이포아염소산염류)
	300 kg	과요오드산염류(과아이오딘산염류) 과요오드산(과아이오딘산) 크롬, 납 또는 요오드의 산화물(크로뮴, 납 또는 아이오딘산의 산화물) 아질산염류 염소화이소시아눌산(염소화아이소사이아눌산) 퍼옥소이황산염류 퍼옥소붕산염류
11. 위의 어느 하나 이상을 함유한 것	50 kg, 300 kg 또는 1,000 kg	

3. 일반성질

가. 대부분 산소를 포함하는 무기 화합물이다.(염소화이소시아눌산은 제외)
나. 반응성이 커서 가열, 충격, 마찰 등으로 분해하여 O_2를 발생한다.(강산화제)
다. 자신은 불연성물질이지만 가연성 물질의 연소를 돕는다(지연성, 조연성)
라. 대부분이 무색결정이거나 백색분말이다.
마. 물보다 무거우며 물에 녹는 것이 많다. 수용액(水溶液)에서도 산화성이 있다.
바. 조해성이 있는 것도 있다.
사. 단독으로 분해 폭발하는 경우는 적지만 **가연물이 혼합하고 있을 때**는 **연소·폭발**한다.
아. 물과 작용하여 열과 산소를 발생시키는 것도 있다.
무기과산화물, **퍼옥소붕산염류** 등은 **물과 반응**하여 **산소**를 방출하고 발열한다. 특히 **알칼리금속의 과산화물**은 **물과 급격히 반응**한다.

4. 저장 및 취급 방법

가. 가열금지, 화기엄금, 직사광선차단, 충격·타격·마찰 금지
나. 용기가 굴러 떨어지거나 넘어지지 않도록 조치 할 것
다. 공기, 습기, 물, 가연성 물질과 혼합, 혼재 방지, 환기가 잘되는 냉암소에 저장
라. 강산과의 접촉 및 타류 위험물과 혼재금지
마. 분해촉매, 이물질과의 접촉방지, 조해성물질은 방습, 용기는 밀봉한다.

5. 화재진압방법

가. **알칼리금속의 과산화물** 및 이를 함유한 것은 물을 절대로 사용하여서는 안 된다. 초기단계에서 탄산수소염류 등을 사용한 분말소화기, 마른모래 또는 소화질석을 사용한 질식소화가 유효하다.
나. 폭발위험이 크므로 충분한 안전거리를 확보하고 보호장비를 착용하여야 한다.
다. 가연물과 격리하는 것이 우선이며, 격리가 곤란한 경우, 물과 급격히 반응하지 않는 것은 다량의 물로 냉각소화가 가능하다.
라. 소화잔수도 산화성이 있으므로 오염 건조된 가연물은 연소성이 증가할 수 있다.

6. 제1류 위험물 각론

제1류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 아염소산염류(chlorite) – 50 kg

- **아염소산($HClO_2$)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
- 대부분 황색 또는 무색을 띤다.
- 알칼리 금속과 알칼리 토금속의 염은 공통적으로 표백성이 있다.(락스의 원료)
- Ag(은), Pb(납), Hg(수은)염을 제외하고는 물에 잘 녹는다.
- 하이포아염소산염(차아염소산염)보다는 안정되나 염소산염보다는 불안정하여 급속히 가열하거나 산을 가하면 위험한 ClO_2를 발생하고 폭발하는 것이 있다.
- 중금속염은 민감한 폭발성이 있어 기폭제로 이용된다.

① **아염소산나트륨**(sodium chlorite, **$NaClO_2$**)

· 섬유, 펄프(목재의 섬유소)의 표백, 우지(쇠기름)의 표백, 살균제, 염색의 산화제, 발염제(천의 바탕색을 빼는 약제)로 사용된다.
· 무색의 결정성분말로 **조해성**이 있으며 물에 잘 녹는다. 용해도 40(17 ℃)
· 순수한 무수물의 분해온도 350 ℃ 이상(수분이 포함될 경우 180~200 ℃)
· 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발적으로 분해한다.

$$NaClO_2 \longrightarrow NaCl + \mathbf{O_2}\uparrow$$

· **산을 가할 경우**는 **ClO_2**(이산화염소, 흡입 시 메타헤모글로빈 생성하여 기도와 폐에 영향을 줌)가스가 발생하며 Cl_2(염소가스)와 같은 독성을 갖는다.
· **햇빛**에 의해 **ClO_2**를 발생한다.

② 아염소산칼륨(potassium chlorite, $KClO_2$)

· 무색의 침상(針狀)결정으로 분석용 시약으로 사용된다.
· 가열하면 160℃에서 분해하여 O_2를 발생시킨다.
· 햇빛, 가열, 충격에 의해 폭발의 위험이 있다.
· 조해성이 있다.

2) 염소산염류(chlorate) – 50 kg

- **염소산($HClO_3$)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
- 가열・충격・강산과의 혼합으로 폭발한다.
- 유황・목탄・마그네슘 알루미늄 등의 분말・유기물질 등과 혼합하면 위험성이 크며 급격한 연소 또는 폭발의 위험이 있다.
- 폭약, 폭죽, 성냥, 소독약, 살충제, 제초제 등의 원료

① 염소산나트륨(sodium chlorate, $NaClO_3$)

- 무색, 무취의 주상(柱狀)결정으로 물, 알코올, 글리세린에 잘 녹는다.
- 표백, 염색, 불꽃류, 살충제, 화장품 등의 원료
- 녹는점 248 ℃, 비중 2.49
- **조해성**이 크므로 섬유, 먼지, 나무 조각에 침투되기 때문에 용기는 밀전(密栓, 마개로 막음), 밀봉(密封, 단단히 봉함)해야 한다.
- 248 ℃에서 분해하기 시작하여 산소를 발생한다.

$$2NaClO_3 \longrightarrow 2NaCl + 3O_2\uparrow$$

- **산**과 반응하면 **폭발성물질**이 되며 유독한 ClO_2(이산화염소)를 **발생**한다.
- **철**을 잘 **부식**시키므로 **철제용기에 저장할 수 없다.**

② 염소산칼륨(potassium chlorate, $KClO_3$)

- 무색 판상(板狀)결정 또는 백색분말로 인체에 유독하다.
- 성냥, 화약, 불꽃놀이 폭죽, 폭약, 산화제, 살충제, 표백제 등의 원료
- 녹는점 368 ℃, 용해도 7.3(20 ℃), 비중 2.3
- 상온에서는 안정하나 **가연물**이 혼재되었을 경우 **약간의 자극**으로 **폭발**한다.
- **이산화성 물질**과 **강산**, **중금속염**과 혼합되었을 경우 폭발하여 유독한 ClO_2를 발생한다.
- 황산과의 접촉으로 격렬하게 반응하여 ClO_2를 발생하고 발열・폭발한다.

$$4KClO_3 + 4H_2SO_4 \rightarrow 4KHSO_4 + 4ClO_2\uparrow + O_2\uparrow + 2H_2O$$

또는

$$6KClO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2HClO_4 + 3K_2SO_4$$

$$+ \quad 4ClO_2 \quad + \quad 2H_2O$$

- 온수, 글리세린에는 잘 녹으나 냉수 및 알코올에는 녹기 어렵다.
- **400 ℃에서 분해**되기 시작하여 **과염소산칼륨**이 되며 540~560 ℃에서 본격적인 분해로 과염소산칼륨이 분해되어 염화칼륨과 산소를 방출한다. 610 ℃에서 완전 분해한다.(분해촉매인 MnO_2가 혼합되면 200 ℃정도에서 완전분해)

$$2KClO_3 \rightarrow \mathbf{KClO_4} + KCl + O_2\uparrow \Rightarrow KClO_4 \rightarrow KCl + 2O_2\uparrow$$

$$\mathbf{2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2}$$

- 건조분쇄한 염소산칼륨(80 %)에 피마자유(8 %)와 나이트로화합물(12 %)를 가하여 가공하면 혼합 화약류가 만들어진다.

③ **염소산암모늄**(ammonium chlorate, $\mathbf{NH_4ClO_3}$)

- **폭발성기**(NH_4)와 **산화성기**(ClO_3)로 된 물질로 자신이 **폭발성**이다.
- 무색결정, 분해온도 약 **100** ℃
- 100 ℃에서 폭발하여 다량의 기체를 발생하며 화약, 불꽃류의 원료로 이용된다.

$$2NH_4ClO_3 \longrightarrow N_2\uparrow + Cl_2 + O_2\uparrow + 4H_2O\uparrow$$

- 장기간 보관 시는 분해하여 아염소산암모늄이 생성되고, 생성된 아염소산암모늄은 폭발이 용이하며 일광에 의해서 분해가 촉진된다.

$$2NH_4ClO_3 \longrightarrow 2NH_4ClO_2 + O_2\uparrow$$

$$2NH_4ClO_4 \longrightarrow N_2\uparrow + Cl_2 + 4H_2O\uparrow$$

- **조해성**이 있고, 수용액은 산성이며 산화성이 있다.
- 장기간 보관 시 직사광선을 피한다.
- 금속 부식성이 크고, 피부에 장기간 접촉되면 염증을 일으킨다.

3) 과염소산염류(perchlorate) – 50 kg

- **과염소산($HClO_4$)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
- 염소산염보다는 안정하지만, 인・유황・숯가루 등 가연물과 혼합하고 있을 때는 약간의 외력으로 연소 내지 폭발한다.
- 염소산염류 계통에서 산화력이 가장 세다.
- **강산**을 가하면 불안정한 **과염소산($HClO_4$)**를 내고 가열・충격・마찰에 의해 폭발한다.

① **과염소산나트륨**(sodium perchlorate, $NaClO_4$)

- 무색 또는 백색의 무취 결정으로 **수용성**이며 **조해성**이 있다.
- 화약, 폭약, 로켓연료, 나염, 산화제, 과염소산($HClO_4$)의 제조
- 녹는점 482 ℃, 비중 2.03
- 유기물, 금속 미분 등과 혼합하면 폭발성 혼합물이 된다.
- 50 ℃ 이하에서는 1수화염($NaClO_4 \cdot H_2O$)의 결정으로 존재하며, 50 ℃ 이상에서 무수물(무수염)이 생긴다.
- 130 ℃ 이상으로 가열하면 분해하여 산소를 방출한다.

$$NaClO_4 \longrightarrow NaCl + 2O_2 \uparrow$$

② **과염소산칼륨**(potassium perchlorate, $KClO_4$)

- 무색, 무취의 결정으로 물에는 난용성이며, 알코올·에테르에는 불용이다.
- 화약, 폭약, 산화제, 시약, 의약, 불꽃류, 섬광제, 사진약 등에 사용된다.
- 염소산칼륨보다는 안정하나 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.
- 분해온도 400 ℃, 녹는점 610 ℃, 용해도 1.8(20 ℃), 비중 2.52
- 400 ℃에서 분해되기 시작하여 610 ℃에서 완전 분해되어 산소를 방출한다.

$$KClO_4 \longrightarrow KCl + 2O_2 \uparrow$$

- **종이**, **나무 조각**, **목탄** 및 **에터**와는 상온상압에서 **습기** 및 **일광**으로 인하여 **발화**한다.
- 강산을 가하면 불안정한 과염소산($HClO_4$)를 낸다.

③ **과염소산암모늄**(ammonium perchlorate, NH_4ClO_4)

- 무색, 무취의 **수용성** 결정이다.
- 물, 알코올, 아세톤에는 잘 녹으나 에테르에는 녹지 않는다.
- 폭약, 성냥, 나염 등에 이용된다.
- 분해온도 130 ℃, 비중 1.87
- 강산과 접촉하거나 가연물 또는 산화성물질 등과 혼합 시 폭발의 위험이 있다.
- **130** ℃ 이상 가열하면 분해하여 산소를 방출하고, **300** ℃ 이상 가열하거나 강한 충격을 주면 급격히 분해·폭발한다.

$$NH_4ClO_4 \longrightarrow NH_4Cl + \mathbf{2O_2}\uparrow$$
$$2NH_4ClO_4 \longrightarrow N_2\uparrow + Cl_2\uparrow + \mathbf{2O_2}\uparrow + 4H_2O\uparrow$$

· 강알칼리에 의해 NH_3(암모니아)를 발생한다.

4) 무기과산화물(inorganic peroxide) – 50 kg

– **과산화수소(H_2O_2)의 수소가 금속으로 치환된 화합물**

– 알칼리금속의 과산화물 ⇒ M_2O_2의 형태(Li_2O_2, Na_2O_2, K_2O_2)
알칼리토금속의 과산화물 ⇒ MO_2의 형태(MgO_2, CaO_2, BaO_2)

– 분자 중에 있는 산소원자 간의 **-O-O-** 결합력이 약하여 **불안정**하므로 안정한 상태로 되려는 성질이 있다.

$$M-O-O-M \longrightarrow M-O-M + [O]$$

이때 분리된 발생기 산소는 반응성이 강하고 산소보다 산화력이 더 강하다. 또한 물과 격렬히 반응하여 산소를 방출하고 발열한다.

· 알칼리금속 과산화물: $2M_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4MOH + O_2\uparrow$ + 발열

· 알칼리토금속 과산화물: $2MO_2 + 2H_2O \rightarrow 2M(OH)_2 + O_2\uparrow$ + 발열

① 과산화나트륨(sodium peroxide, $\mathbf{Na_2O_2}$)

· 담황색의 과립상(顆粒狀) 또는 분말(순수한 것은 백색분말)

· 산화제, 표백제, 살균제, 소독제, CO_2·CO제거제, 왁스, 정수, 유지(동식물에서 얻는 기름)공업, 제약, 염색, 나염 등에 사용된다.

· 녹는점 460 ℃, 끓는점 657 ℃, 비중 2.8, 분해온도 600 ℃

· **에틸알코올(에탄올)에 잘 녹지 않으나 산에 녹아 H_2O_2**를 발생한다.

$$Na_2O_2 + 2CH_3COOH \longrightarrow 2CH_3COONa + \mathbf{H_2O_2}\uparrow$$
$$Na_2O_2 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + \mathbf{H_2O_2}\uparrow$$

· 강한 산화제로서 가열하면 쉽게 산소를 방출한다.

$$2Na_2O_2 \longrightarrow 2Na_2O + O_2\uparrow$$

· 상온에서 **물**과 접촉하면 **산소**와 **열**을 발생한다.

$$2Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4NaOH + O_2\uparrow + 열$$

따라서 역으로 금속분(Al, Mg분) 또는 유황, 인 같은 이연성(易燃性)물질과 Na_2O_2을 혼합한 뒤 약간의 물을 접촉시키면 O_2와 발열에너지에 의해 가연물을 태우면서 연소하고 연소속도는 매우 빠르고 경우에 따라 폭발한다.

- 유황, 알루미늄, 목탄, 인 등의 가연물과 혼합한 것은 급열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.
- CO_2와 반응하여 O_2을 방출한다.(CO_2제거제)

$$\mathbf{2Na_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + O_2\uparrow}$$

- CO와 반응하여 CO를 흡수한다.(CO제거제)

$$\mathbf{Na_2O_2 + CO \longrightarrow 2Na_2CO_3}$$

- 자신이 **부식성**일 뿐만 아니라 물과 반응하여 생긴 NaOH가 부식성이므로 소화 작업 시에는 반드시 방호의, 고무장갑, 고무장화로 피부를 보호하여야 하며, **절대주수엄금**, **CO_2 · 할론소화 불가**, 소화질석 · 마른모래로 질식소화한다.

② **과산화칼륨**(potassium peroxide, $\mathbf{K_2O_2}$)

- **무색** 또는 **오렌지색**의 분말로 **흡습성**이 있으며 에탄올에 용해한다.
- 산화제, 표백제, 살균제, 소독제, 제약, 염색, 시약, 산소발생제로 사용된다.
- 녹는점 490 ℃, 비중 2.9
- 가열하면 분해하여 산소를 방출한다.

$$2K_2O_2 \longrightarrow 2K_2O + O_2\uparrow$$

- **물**과 반응하여 수산화칼륨과 **산소**를 발생하며 **대량의 경우 폭발**한다.

$$2K_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4KOH + O_2\uparrow + \text{발열}$$

- **이산화탄소**와 반응하여 **산소**를 방출한다.

$$2K_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2K_2CO_3 + O_2\uparrow$$

- **아세트산**과 반응하여 과산화수소를 생성한다.

$$K_2O_2 + 2CH_3COOH \longrightarrow 2CH_3COOK + \mathbf{H_2O_2}$$

- **염산**과 반응하여 과산화수소를 생성한다.

$$K_2O_2 + 2HCl \longrightarrow 2KCl + \mathbf{H_2O_2}$$

- 가연물과 혼합되어 있으면 마찰이나 충격 및 소량의 물과 접촉으로 발화한다.
- 주수소화는 금하고 CO_2나 마른모래, **탄산수소염류 분말소화약제**로 소화한다.

③ **과산화마그네슘**(magnesium peroxide, **MgO_2**)

- 백색분말이며 물에 녹지 않는다.
- 산화제, 표백제, 살균제, 소독제 등으로 쓰이며 시판품은 15~25 %의 MgO_2함유
- 가열하면 산소를 방출한다.

$$2MgO_2 \longrightarrow 2MgO + O_2\uparrow$$

- 물, 습기와 반응하여 산소를 방출한다.

$$2MgO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Mg(OH)_2 + O_2\uparrow$$

또는 $$MgO_2 + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + [O]\uparrow$$

- 산과 반응하여 과산화수소를 발생한다.

$$MgO_2 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O_2$$

- 가연물과 혼합하고 있을 때 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.

④ **과산화칼슘**(calcium peroxide, **CaO_2**)

- 백색의 무정형 분말로 물에는 극히 적게 녹으며 더운물에서 분해한다.
- 과산화석회라고도 하며 표백제, 산화제, 소독제로 이용된다.
- 에틸알코올, 에테르에 녹지 않는다.
- 가열하면 100 ℃에서 결정수를 잃고 275 ℃(분해온도)에서 폭발적으로 산소를 방출한다.

$$\mathbf{2CaO_2 \longrightarrow 2CaO + O_2\uparrow}$$

- **산**과 반응하여 **과산화수소**를 생성한다.

$$\mathbf{CaO_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O_2}$$

- 수화물($CaO_2 \cdot 8H_2O$)를 가열하면 130 ℃부근에서 무수물이 되고 분해온도 이상이 되면 폭발적으로 산소를 발생한다.
- 가연물, 환원제와 혼합 시 가열, 충격, 마찰에 의해 연소폭발한다.

⑤ **과산화바륨**(barium peroxide, **BaO_2**)

- 회백색분말로 표백제, 산화제, 과산화수소제조, 매염제, 테르밋의 점화제로 사용된다.
- 분해온도 840 ℃, 녹는점 450 ℃, 비중 4.95

- 알칼리토금속의 과산화물 중 가장 안정하다.
- 가열하면 산소를 분해방출한다.

$$2BaO_2 \longrightarrow 2BaO + O_2 \uparrow$$

- 냉수에 약간 녹고 온수에서는 분해하며 묽은 산에 녹는다.

$$2BaO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Ba(OH)_2 + O_2 \uparrow$$

$$BaO_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O_2$$

- 환원제, 습한 종이, 섬유와 혼합하면 발화할 수 있다.
- 피부 접촉 시 염증을 일으키며 눈에 들어가면 시력저하와 실명의 우려가 있다.

5) 브로민산염류(bromate, 브롬산염류) - 300 kg

- **브로민산($HBrO_3$)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
- 대부분 백색 또는 무색의 결정이며 물에 녹기 쉬운 것이 많다.
- 가열 분해 시 산소를 방출하며 염소산염류($MClO_3$)와 성질이 비슷하다.
- 취소산염류라고도 하며 분석시약이나 의약품의 원료로 사용된다.

① 브로민산나트륨(sodium bromate, $NaBrO_3$)

- 분석시약으로 쓰이는 무색·무취의 결정으로 물에 잘 녹는다.
- 녹는점 381 ℃, 비중 3.3

② **브로민산칼륨**(potassium bromate, $KBrO_3$)

- 백색의 결정 또는 결정성 분말로 물에 녹으나 알코올에는 용해하기 힘들다.
- 분석시약, 산화제로 쓰이며 녹는점(350 ℃) 이상 가열하면 분해하여 산소를 발생한다.

$$2KBrO_3 \longrightarrow 2KBr + 3O_2 \uparrow$$

- 산화력이 강하여 가연물과 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.
- S, C, Al, Mg분말과 혼합한 것은 가열에 의해 폭발한다.
- 염소산칼륨($KClO_3$)보다는 위험성이 적다.

6) 질산염류(nitrate) – 300 kg

– **질산(HNO_3)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
– 강한 산화제로 **폭약**의 원료이며, 일반적으로 **조해성**이 풍부하다.

① **질산나트륨**(sodium nitrate, **$NaNO_3$**, **칠레초석**)

- 무색, 무취의 투명한 결정 또는 분말이다.
- 물, 글리세린에 잘 녹으며 수용액은 중성이다.
- 액체 암모니아에 녹고, 에탄올, 에테르에는 잘 녹지 않는다.
- 비료, 산화제, 분석시약, 열처리제, 담배조연제, 의약, 유리공업에 사용된다.
- 분해온도 380 ℃, 녹는점 308 ℃로 가열하면 산소를 분해방출한다.

$$2NaNO_3 \longrightarrow 2NaNO_2 + O_2 \uparrow$$

- **조해성**이 있고, 유기물 및 차아황산나트륨(Na_2SO_2)과 함께 가열하면 폭발한다.
- 황산(H_2SO_4)과 접촉하면 분해폭발하며 질산(HNO_3)을 유리(≒분해)시킨다.

② **질산칼륨**(potassium nitrate, **KNO_3**, **초석**, 염초)

- 무색 또는 백색의 결정 또는 분말이다. 짠맛이 있다.
- 물, 글리세린, 에탄올에 잘 녹으나 에테르에는 잘 녹지 않는다.
- 흑색화약, 불꽃류, 비료, 촉매, 연탄조연제(助燃劑), 의약, 금속열처리제, 성냥, 산화제 등으로 사용된다.
- 강한 산화제이며 가열하면 분해(분해온도 400 ℃)하여 산소를 방출한다.

$$2KNO_3 \longrightarrow 2KNO_2 + O_2 \uparrow$$

- **숯**가루와 **황**가루가 혼합된 것이 **흑색화약**(KNO_3 : C : S = 75 : 15 : 10)이며 가장 오래된 화약이다.

③ **질산암모늄**(ammonium nitrate, **NH_4NO_3**, **초안**, 질안)

- 무색, 무취의 결정으로 **흡습성**과 **조해성**이 있으며 물, 알코올에 녹는다.
- 불안정한 물질이고 **물**에 녹을 때는 **흡열반응**을 나타낸다.
- 화약, 폭약, 비료, 불꽃류, 살충제, 인쇄, 질산염류 제조에 쓰인다.
- 녹는점 165 ℃, 끓는점 220 ℃, 비중 1.75

· 열분해 반응식은 다음과 같다.(분해온도 220 ℃)

$$2NH_4NO_3 \rightarrow 2N_2O + 4H_2O \Rightarrow 2N_2O \rightarrow 2N_2\uparrow + O_2\uparrow$$

· **단독**적으로 급열(**분해폭발**)하면 분해하여 다량의 가스를 발생한다.

$$2NH_4NO_3 \rightarrow 2N_2\uparrow + 4H_2O\uparrow + O_2\uparrow$$

· **경유 6 % + 질산암모늄 94 % → 안포폭약**(공업용 폭약)

· 단독으로는 급격한 변화를 주지 않으면 비교적 안정하다.

④ 질산은(silver nitrate, $AgNO_3$)

· 쓴 금속성의 맛이 있는 무색결정으로 물, 알코올, 글리세린에 잘 녹으며 수용액은 중성이다.

· 의약, 시약, 사진감광제에 이용된다.

· 암모니아수(NH_3+H_2O), 질산수은($Hg(NO_3)_2$)과 반응하여 폭발의 위험이 생긴다.

· 유기물, 가연물과 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.

· 염소(Cl^-)이온을 갖는 액체와 혼합하면 염화은(AgCl)의 백색침전이 생긴다.

7) 아이오딘산염류(iodate, 요오드산염류) – 300 kg

– **아이오딘산(HIO_3, 요오드산, 옥소산)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭

– 분석시약이나 의약품의 원료로 사용되며, 염소산염·브롬산염보다 안정하지만 산화력이 강하다.

① 아이오딘산칼륨(potassium iodate, KIO_3)

· 광택을 띤 무색결정 또는 분말, 비중 3.89

· 물과 황산에 녹으며. 알코올에는 용해되지 않는다.

· 분석시약으로 사용되며 수용액은 리트머스 시험지에 대하여 중성이다.

· 녹는점(560 ℃) 이상 가열하면 산소를 발생한다.

· C(탄소), S(황), P(인) 등 가연물과 혼합하고 있는 것을 가열하면 폭발한다.

· 찬 곳에 저장하며 소화시에는 주수소화가 효과적이다.

② 아이오딘산칼슘(calcium iodate, $Ca(IO_3)_2$)

- 결정성 분말로 조해성이 있으며 물에 녹는다.
- 무수물의 녹는점은 575 ℃, $Ca(IO_3)_2 \cdot 6H_2O$의 녹는점은 42 ℃

8) 과망가니즈산염류(permanganate, 과망간산염류) – 1,000 kg

- **과망가니즈산($HMnO_4$, 과망간산)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭
- **흑자색**을 띠고, 물에 잘 녹으며 용액은 강한 산화력이 있다.
- 살균제, 소독제의 원료로 사용된다.

① **과망가니즈산나트륨**(sodium permanganate, **$NaMnO_4$**)

- 살균제, 소독제, 산화제, 해독제로 이용되는 **적자색 결정**으로 물에 잘 녹는다.
- 조해성이 강하여 보통 수화물 $NaMnO_4 \cdot 3H_2O$를 형성한다.
- 녹는점(170 ℃) 이상으로 가열하면 산소를 방출한다.

$$2NaMnO_4 \longrightarrow Na_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

- 알코올, 에테르, 글리세린 등과 혼합하면 혼촉발화한다.
- 강산류, 가연성가스와 접촉하면 폭발의 위험이 있다.

② **과망가니즈산칼륨**(potassium permanganate, **$KMnO_4$**)

- **흑자색의 결정**으로 **단맛**이 있으며 물, 알코올, 초산, 아세톤에 녹는다.
- 산화제, 소독제, 살균제, 표백제, 촉매, 분석시약, 해독제, 목재보존용제 등
- 물에 녹아서(용해도 5.3, 15 ℃) 진한 보라색을 나타내고 **강한 산화력과 살균력**이 있다. 수용액은 **무좀** 등의 치료제로도 사용된다.
- 강한산화제로서 [$KMnO_4$ + 저급알콜], [$KMnO_4$ + 글리세린], [$KMnO_4$ + 인화점이 낮은 석유류 + 황산]은 혼촉발화한다.
- 가연성가스와 접촉하면 폭발한다.
- 환원제, 가연성물질과 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 촉발한다.
- 가열하면 **녹는점(240 ℃)**에서 분해하여 산소를 방출한다.

$$2KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

- **강한 알칼리**와 반응하여 **산소**를 방출한다.

$$4KMnO_4 + 4KOH \longrightarrow 4KMnO_4 + 2H_2O + O_2\uparrow$$

· **염산**과 반응하여 유독성의 **염소가스**를 발생한다.

$$2KMnO_4 + 8HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 2Cl_2\uparrow$$

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 8H_2O + 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow$$

· **황산**과 반응할 때는 **폭발적으로 산소와 열을 발생**한다. 따라서 가연물이 혼합될 때는 발화한다.

· 황산과의 반응식

▹ **묽은 황산**과의 반응

$$4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 6H_2O + \mathbf{5O_2}\uparrow$$

▹ **진한 황산**과의 반응

$$2KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2HMnO_4$$

$$\Rightarrow 2HMnO_4 \rightarrow Mn_2O_7 + H_2O$$

$$\Rightarrow 2Mn_2O_7 \rightarrow 4MnO_2 + \mathbf{3O_2}\uparrow$$

9) 다이크로뮴산염류(dichromate, 중크롬산염류) – 1,000 kg

– **다이크로뮴산($H_2Cr_2O_7$, 중크롬산)의 수소가 금속 또는 양성원자단으로 치환된 화합물**의 총칭

– 빨간색 또는 오렌지색의 결정으로 함수염(수화물)이 많고, 성냥, 의약품의 원료로 사용된다.

① 다이크로뮴산나트륨(sodium dichromate, $Na_2Cr_2O_7$)

· 등적색 결정으로 물에 녹고 알코올에 녹지 않는다. 조해성이 있다.

· 불꽃류, 성냥, 염색, 피혁, 의약, 화약, 목재의 방부제, 산화제로 이용된다.

· 녹는점 100 ℃, 가열하면 끓는점(400 ℃)에서 산소를 방출한다. 비중 2.52

· 강한 산화제로서 단독으로는 비교적 안정하지만 가연물, 유기물과 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.

② 다이크로뮴산칼륨(potassium dichromate, $K_2Cr_2O_7$, 크롬산칼륨(Ⅱ))

· **등적색의 판상결정**으로 쓴맛이 있고 물에는 녹으나 알코올에는 녹지 않는다.

- 산화제, 성냥, 촉매, 의약, 염료, 사카린(합성감미료) 제조에 쓰인다.
- 녹는점 398 ℃, 끓는점 500 ℃, 비중 2.69
- 가열하면 **산화크롬**(CrO_3)과 **크롬산칼륨**(K_2CrO_4)이 된다.

$$K_2Cr_2O_7 \longrightarrow CrO_3 + K_2CrO_4$$

- 500 ℃ 이상에서 분해하여 산소를 발생한다.

$$4K_2Cr_2O_7 \longrightarrow 4K_2CrO_4 + 2Cr_2O_3 + 3O_2\uparrow$$

③ **다이크로뮴산암모늄**(ammonium dichromate, $\mathbf{(NH_4)_2Cr_2O_7}$, 크롬산암모늄(Ⅱ), 이크롬산이암모늄)

- 등적색(오렌지색)의 판상결정으로 물, 알코올에 녹는다.
- 산화제, 불꽃류, 도금, 인쇄제판, 매염제, 표백제, 안료제조 등에 이용된다.
- 녹는점 165 ℃, 분해온도 185 ℃, 비중 2.15
- 상온에서는 안정하지만 가열하거나 강산을 가하면 산화성이 증대한다.
- 185 ℃로 가열하면 분해하여 **질소가스**를 발생한다.

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow Cr_2O_3 + 4H_2O + \mathbf{N_2}\uparrow$$

- 400 ℃에서 분해하여 산소를 발생한다.

$$4(NH_4)_2Cr_2O_7 \longrightarrow (NH_4)_2CrO_4 + Cr_2O_3 + \mathbf{3O_2}\uparrow$$

10) 그 밖에 총리령이 정하는 것

① **하이포아염소산염류**(hypochlorite, 차아염소산염류) – **50** kg

- 하이포아염소산(HClO, 차아염소산)의 수소가 금속으로 치환된 것
- 백색 또는 황색분말로서 강산화성 물질이다.

- 하이포아염소산칼슘($Ca(ClO)_2$): 소독제, 살균제, 조해성, 물에 쉽게 녹는다. 비교적 안정적이지만 150 ℃ 이상에서 폭발적으로 분해한다.
- 하이포아염소산나트륨(NaClO): 표백제, 살균제

② **과아이오딘산염류**(periodate, 과요오드산염류) – **300** kg

- 과아이오딘산(HIO_4, 과요오드산)의 수소가 금속으로 치환된 것

– 무색 또는 백색분말로서 물에 녹고 알코올에 녹지 않는다.
– 가열하면 300 ℃에서 분해하여 산소를 발생한다.

· 과아이오딘산칼륨(KIO_4, 과요오드산칼륨)
· 과아이오딘산나트륨($NaIO_4$, 과요오드산나트륨)
· 과아이오딘산암모늄(NH_4IO_4, 과요오드산암모늄)

③ **과아이오딘산**(periodic acid, HIO_4, 과요오드산) – **300** ㎏

– 백색의 결정성 분말로 물에 녹으며, 에탄올과 에테르에 약간 녹는다.
– 조해성과 부식성이 있고, 가열하면 산소를 방출한다.

· 오쏘과아이오딘산(H_5IO_6)
· 메타과아이오딘산(HIO_4)

④ **크로뮴, 납 또는 아이오딘의 산화물 – 300** ㎏

○ 크로뮴(크롬)의 산화물(chromium oxide)

· Cr_2O_3: 삼산화이크로뮴, 산화크롬(Ⅲ), 삼이산화크롬, 산화제이크롬
– 광택이 있는 녹색 또는 흑색의 결정성 분말이다.
– 석영보다 단단하며 열이나 공기 물 등에 의하여 거의 변화하지 않는다.
– 분자량 152, 녹는점 1,990 ℃
– 용도가 가장 많은 안료로 크롬그린이라고 하며 유리나 도기의 착색에 사용된다.

· **CrO_3**: **삼산화크로뮴**, 산화크롬(Ⅵ), **무수크롬산**(크롬산(H_2CrO_4)에서 물이 빠진 것)
– chromic anhydride, 암적색의 침상결정이며 조해성이 있다.
– 녹는점 196 ℃, 용해도 166(15 ℃), 비중 2.7, 분자량 100
– 가열하면 200~250 ℃에서 분해하여 산소를 방출한다.

$$4CrO_3 \longrightarrow 2Cr_2O_3 + 3O_2 \uparrow$$

– 물, 에테르, 알코올, 황산에 잘 녹는다.
– 산화되기 쉬운 물질과 혼합하면 심한 반응열에 의해 연소·폭발할 수 있다.
– 알코올류, 아세트산과 아세톤, 벤젠, 에테르, 톨루엔, 자일렌, 피리딘,

글리세린, 시너, 그리스 등과 혼촉하면 발화한다.

– 물을 가하면 부식성이 강한 산이 되며 열을 발생한다.

$$CrO_3 + H_2O \longrightarrow H_2CrO_4$$

※ '삼산화크롬'은 「위험물안전관리법 시행령」 제정(2004.5.30.) 전까지 「소방법 시행령」[별표3]에 단독 품명으로 있다가 「위험물안전관리법 시행규칙」제정(2004.7.7.)되면서 크롬의 산화물로 규정되었다.

· CrO: 산화크로뮴(Ⅱ), 산화제일크로뮴, 일산화크롬

– 흑색 분말로 공기 중에서 산화되기 쉽다. 분자량 68

○ 납의 산화물(lead oxide)

· Pb_2O: 산화납(Ⅰ), 아산화납

– 어두운 회색분말

· PbO: 산화납(Ⅱ), 산화제일납, 금밀타승, 밀타승, 리사지

– 저온에서 안정한 오렌지색(적색)과 고온에서 안정한 황색이 있다.

· Pb_2O_3: 삼산화이납, 삼이산화납

– 황정색의 비결정성 물질로 가열하면 분해하여 사삼산화납이 된다.

– 산·알칼리에는 녹지만 찬물에는 녹지 않는다.

· Pb_3O_4: 사산화삼납, 사삼산화납, 연단, 광명단, 적연

– · 황색이 도는 적색 안료, 철의 방청페인트, 축전지의 전극판 재료, 납유리, 도자기의 유약 등으로 사용된다.

· **PbO_2**: 산화납(Ⅳ), **이산화납**, 과산화납

– 흑갈색의 결정성 분말, 비중 9.375, 녹는점 290 ℃

– 가열하면 산소를 방출하고 일산화납이 된다.

– 물에는 녹지 않지만 염산에는 염소를 발생하면서 녹는다.

○ 아이오딘(요오드)의 산화물(iodine oxide)

· I_2O_5: 오산화아이오딘

– 무취의 백색 결정성 분말로 부식성이 있다.

– 물과 접촉하면 강산인 아이오딘산(HIO_3)이 생성된다.

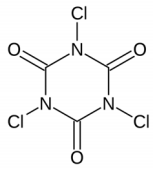
· I_2O_4: 사산화아이오딘
  – 황색 고체로 물에 분해한다.
· I_4O_9: 구산화아이오딘
  – 황색 고체로 분해하면 산소를 발생한다.

⑤ **아질산염류**(nitrite) – **300** kg

– 아질산(nitrous acid, HNO_2)의 수소가 금속으로 치환되어 생기는 염
· 아질산나트륨($NaNO_2$): 무색결정, 녹는점 271 ℃, 분해온도 320 ℃
· 아질산칼륨(KNO_2): 무색결정, 조해성, 찬물·에탄올·암모니아에 잘 녹는다.

⑥ **염소화아이소사이아눌산**($(CClNO)_3$, 염소화이소시아눌산) – **300** kg

– 제1류 위험물 중 유일한 **유기 화합물**이다.
– 3개의 염소가 포함된 것을 트라이클로로아이소시아눌산(Trichloroisocyanuric acid) 이라 하며 백색결정이다.



– 물과 접촉하면 가수분해가 일어나며 하이포아염소산(HClO)을 유리시켜 산화력이 증가한다. 수영장용 소독제, 식기살균제, 세제 등으로 사용된다.

⑦ **퍼옥소이황산염류**(peroxodisulfate) – **300** kg

– 과산화이황산($H_2S_2O_8$)의 수소가 금속으로 치환된 것
– 무색 또는 백색결정으로 물에 녹는다.
– 무기과산화물이며, 가열, 충격에 분해하여 산소를 방출한다.
– 금속과 접촉하여도 분해된다.
· 과황산칼륨($K_2S_2O_8$): 무색(백색)결정, 수용성, H_2O_2보다 산화력이 세다.
· 과황산나트륨($Na_2S_2O_8$): 습기와 작용하여 오존을 생성한다.
· 과황산암모늄($(NH_4)_2S_2O_8$): 무색결정, 수용성, 조해성이 있다. 녹는점 120 ℃

⑧ **퍼옥소붕산염류**(peroxoborate, 과산화붕산의 염) – **300** kg

· 과붕산나트륨($NaBO_3 \cdot 4H_2O$)

- 백색분말로서 공기 중 습기에 의해 서서히 분해되어 산소를 발생한다.
- 물 및 열에 의해 발열, 분해하여 산소를 발생하고 폭발의 위험이 있다.
- 무기과산화물이며 살균표백제, 탈취제, 방부제, 비누제조 등에 사용된다.
- 수용액은 과산화수소를 유리시키고 강한 산화제로서 작용한다.

$$4NaBO_3 + 5H_2O \longrightarrow 4H_2O_2 + Na_2B_4O_7 + 2NaOH$$
$$\hookrightarrow (4H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2\uparrow)$$

제2절 제2류 위험물(가연성고체)

1. 가연성고체란

가연성고체란 고체로서 화염에 의한 발화의 위험성 또는 인화의 위험성을 판단하기 위하여 고시로서 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

화염에 의한 발화의 위험성을 판단하기 위한 시험으로 액화석유가스의 불꽃을 가연성고체에 10초간 접촉시켜 그 연소성을 시험하는 것이고, 인화의 위험성을 판단하기 위한 시험으로는 신속평형법에 의한 인화점측정기를 사용한다.

가연성고체는 다른 가연물에 비해 착화온도가 낮아 저온에서 발화가 용이하며 연소속도가 빠르고 연소시 다량의 빛과 열을 발생한다. 일부 가연성 고체류에 대해서는 입자의 크기에 대한 규정이 있는데 이것은 큰 덩어리로 되어 있을 경우에는 화재의 위험이 적지만, 미세한 가루 또는 박 모양일 경우 비표면적의 증가로 공기와 혼합 및 열전도가 적어 열의 축적이 쉬워져 발화의 위험성이 증가하기 때문이다.

일반적으로 입자의 크기가 작은 분말상태일 때 연소위험성이 증가하는 이유로는 비표면적의 증가로 반응면적의 증가, 체적의 증가로 인한 인화, 발화의 위험성 증가, 보온성의 증가로 인한 발생열의 축적 용이, 비열의 감소로 인한 적은 열로 고온 형성, 유동성의 증가로 인한 공기와 혼합가스 형성, 부유성의 증가로 인한 분진운의 형성, 복사선의 흡수율 증가로 인한 수광면의 증가, 대전성의 증가로 인한 정전기의 발생 등이 있다.

2. 산화성고체의 종류 및 지정수량

품 명	지정수량	설 명
1. 황화린	100 kg	황(S)과 적린(P)의 화합물, 삼황화인(P_4S_3), 오황화인(P_2S_5), 칠황화인(P_4S_7)
2. 적 린	100 kg	성냥의 원료인 붉은인(P)
3. 유 황	100 kg	순도가 60 wt% 이상인 황(S)
4. 철 분	500 kg	철의 분말(Fe), (53 ㎛의 표준체를 통과하는 것이 50 wt% 이상인 것)
5. 금속분	500 kg	알칼리금속 · 알칼리토금속 · 철 · 마그네슘 외의 금속분말 (구리분 · 니켈분 및 150 ㎛의 체를 통과하는 것이 50 wt% 미만인 것은 제외)
6. 마그네슘	500 kg	Mg, (2 ㎜의 체를 통과하지 아니하는 덩어리 상태의 것과 직경 2 ㎜ 이상의 막대 모양의 것은 제외)
7. 그 밖에 총리령이 정하는 것	100 kg 또는 500 kg	
8. 위의 어느 하나 이상을 함유한 것		
9. 인화성고체	1,000 kg	고형알코올, 1기압에서 인화점이 40 ℃ 미만인 고체

3. 일반성질

가. 비교적 낮은 온도에서 착화하기 쉽고, 연소속도가 빠르며 연소열이 큰 고체이다.

나. 모두 산소를 함유하고 있지 않은 강한 **환원성 물질**(환원제)이다.

다. 산소와의 결합이 용이하고 저농도의 산소 하에서도 잘 연소한다.(L.O.I.[17]가 낮다)

라. **철분**, **금속분**, **마그네슘**은 **물**과 **산**의 접촉으로 **수소가스**를 발생하고 **발열**한다.
특히, **금속분**은 습기와 접촉할 때 조건이 맞으면 **자연발화**의 위험이 있다.

17) 한계산소지수(Limited Oxygen Index, L.O.I.): 연소를 계속 유지시킬 수 있는 산소의 최저체적농도

마. 대부분 비중이 1보다 크며 물에 녹지 않는다.
바. 산화제와 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 발화 또는 폭발위험이 있다.
사. **유황가루**, **철분**, **금속분**은 밀폐된 공간 내에서 부유할 때 **분진폭발**의 위험이 있다.
아. 연소 시 다량의 유독가스를 발생하고 금속분 화재인 경우 물을 뿌리면 오히려 수소가스가 발생하여 2차 재해를 가져온다.

4. 저장 및 취급방법

가. 화기엄금, 가열엄금, 고온체와 접촉방지
나. 강산화성 물질(제1류 위험물 또는 제6류 위험물)과 혼합을 피한다.
다. 철분, 금속분, 마그네슘분의 경우는 물 또는 묽은 산과의 접촉을 피한다.
라. 저장용기를 밀폐하고 위험물의 누출을 방지하여 통풍이 잘 되는 냉암소(冷暗所)에 저장한다.

5. 화재진압방법

가. **황화인**은 CO_2, 마른 모래, 건조분말에 의한 **질식소화**를 한다.
나. **철분**, **금속분**, **마그네슘**은 마른 모래, 건조분말, 금속화재용 분말 소화약제를 사용하여 **질식소화**한다.
다. **적린**, **유황**, **인화성 고체**는 물을 이용한 **냉각소화**가 적당하다.
라. 제2류 위험물 화재 시는 다량의 열과 유독성의 연기를 발생하므로 반드시 방호복과 공기호흡기를 착용하여야한다.
마. 분진폭발이 우려되는 경우는 충분히 안전거리를 확보한다.

6. 제2류 위험물 각론

제2류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 황화인(phosphorus sulfide, 황화린) – 100 ㎏

- 인(P)의 황(S)화물을 통틀어 이르는 말
- 일반식은 P_4S_X(X≤10)으로, P원자 4개의 4면체 구조를 포함하고 있다.

– P_4S_2, P_4S_3, P_4S_4, P_4S_5, P_4S_6, P_4S_7, P_4S_8, P_4S_9, P_4S_{10}이 있다.
– 대표적인 안정된 황화인은 삼황화사인, 오황화이인, 칠황화사인이다.

구 분	녹는점(℃)	끓는점(℃)	비중	발화점(℃)	색상	용해성
P_4S_3 삼황화사인	172.5	407	2.03	**100**	**황색결정**	불용성
P_2S_5 오황화이인	290	514	2.09	260-290	담황색결정	**조해성**
P_4S_7 칠황화사인	310	523	2.19	250 이상	담황색결정	**조해성**

– 약간의 열에 의해서도 매우 쉽게 연소하며 때에 따라서는 폭발한다.
– 유기합성, 성냥, 탈색, 의약, 농약, 윤활유 첨가제 등에 사용된다.
– 화기엄금, 마찰충격금지, 습기접촉방지, 직사광선차단, 용기밀폐 및 노출방지
– 산화제, 가연물, 강산류, 금속분과의 혼합을 방지한다.
– CO_2, 건조분말, 마른모래로 **질식소화**한다.
– **연소생성물**은 **모두 유독**하다.

① **삼황화사인**(tetraphosphorus trisulfide, phosphorus sesquisulfide, $\mathbf{P_4S_3}$, 세스키황화인, 삼화화린)

· 무취, 황색의 결정성 덩어리로서 탈색제, 성냥제조 등에 사용된다.
· **물**, **염산**, **황산**에는 녹지 않으나 뜨거운 물, 질산, 알칼리, 이황화탄소에는 녹아 분해된다.
· 발화점이 낮아서 마찰에 의해서도 연소하며 **100** ℃에서 **자연발화**한다.

$$P_4S_3 + 8O_2 \longrightarrow 2P_2O_5\uparrow + 3SO_2\uparrow$$

② **오황화이인**(phosphorus pentasulfide, $\mathbf{P_2S_5}$, P_4S_{10}, 십황화사인, 오황화인)

· 담황색 결정성 덩어리로 유기화학반응에서는 P_4S_{10}가 P_2S_5로 분해되어 반응하므로 십황화사인이라 하지 않고 오황화이인이라 부른다.
· 농약제조, 윤활유첨가제, 선광제, 유기화학의 가황제로 사용된다.
· 알코올, 이황화탄소에 녹으며, 조해성, 흡습성이 있다.
· **물**과 접촉하면 가연성, 유독성의 **황화수소**를 발생하므로 공기 중 습기에 의해 분해되어 계란 썩는 냄새가 난다. 황화수소는 공기와 혼합물을 형성하면 점화원에 의해서 폭발의 위험이 있으며 눈과 호흡기를 자극한다.

$$\mathbf{P_2S_5 + 8H_2O \longrightarrow 5H_2S\uparrow + 2H_3PO_4}$$

또는 $P_4S_{10} + 16H_2O \longrightarrow 10H_2S\uparrow + 4H_3PO_4$

- 연소생성물은 모두 **유독**하다.

$$2P_2S_5 + 15O_2 \longrightarrow 2P_2O_5\uparrow + 10SO_2\uparrow$$

- 알칼리와 반응하여 황화수소와 인산이 된다.
- 황린과 혼합하면 자연발화한다.

③ 칠황화사인(P_4S_7, 칠황화사린, 칠사황화린)

- 담황색결정으로 **조해성**이 있고, 황린과 혼합하면 자연발화한다.
- 찬물에는 서서히, 뜨거운 물에는 급히 분해하여 **황화수소**를 발생한다.

2) 적린(red phosphorus, P) – 100 ㎏

- 암적색 무취의 분말로 **황린**과 **동소체**이다. 조해성이 있다.
- 공기를 차단한 상태에서 황린을 약 260 ℃로 가열하면 생성된다.
  (적린의 증기를 냉각시키면 황린이 된다)
- 성냥, 화약, 불꽃류, 의약, 농약, 유기합성, 폭죽 등에 이용된다.
- 황린과 달리 **대단히 안정**하다.(자연발화성·인광·맹독성은 아니다)
- 녹는점 416 ℃, 발화점 260 ℃, 비중 2.2
- **물**, **이황화탄소(CS_2)**, **알칼리**, **에터**, **암모니아** 등에는 **녹지 않는다.**
- 연소하면 황린과 같이 유독성 P_2O_5의 흰 연기를 발생한다.

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5\uparrow$$

- 강산화제와 혼합하면 불안정한 폭발물과 같은 형태로 되어 가열·충격·마찰에 의해 폭발한다.

$$6P + 5KClO_3 \longrightarrow 5KCl + 3P_2O_5\uparrow$$

- **무기과산화물**과 혼합한 것에 약간의 **수분**이 침투하면 **발화**한다.
- 불량품에 황린이 약간 존재하면 자연발화한다.
- 분진은 밀폐공기 중 부유할 때 점화원에 의해 **분진폭발**을 일으킨다.
- 화재 시엔 다량의 물로 냉각소화한다.

3) 황(sulfur, thion, S, 유황) – 100 ㎏

- **황색**의 결정 또는 미황색의 **분말**로서 단사황, 사방황, 고무상황의 동소체가 있다.
- 순도가 **60 wt%** 이상인 것을 위험물로 분류한다.
- **물에 불용**, 알코올에 난용이고 **이황화탄소**에 잘 녹는다(고무상황은 불용)
- 황산, CS_2 등 황화합물의 제조, 성냥, 고무, 화약, 농약, 의약, 염료, 펄프제조, 전기절연체 등에 다양하게 이용된다.
- 공기 중에서 연소하기 쉬우며 연소자체는 격렬하지 않지만 **푸른** 약한 **불꽃**을 내며 다량의 유독가스(이산화황 → 기관지염, 결막염)를 발생한다.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2\uparrow$$

- 미세한 분말상태로 공기 중 부유하면 **분진폭발**을 일으킨다.
- 고온에서 용융된 유황은 H_2, Fe, Cl_2, C와 반응하여 **발열**한다.

$$H_2 + S \longrightarrow H_2S\uparrow + 발열$$

- 전기의 부도체(전봇대의 애자)이며 마찰에 의해 **정전기**가 발생할 우려가 있고 점화원이 될 수 있다.
- 산화제의 혼합연소는 다량의 물에 의한 소화가 좋다.

4) 철분(iron powder, ferrum powder, Fe) – 500 ㎏

- 은백색의 광택이 나는 금속분말이다.
- 강자성체이지만 766 ℃에서 강자성을 잃는다.
- **녹는점 1,530** ℃, 끓는점 2,750 ℃, 비중 7.8
- 환원제, 야금, 유리착색제, 불꽃류, 촉매류로 이용된다.
- 200 ℃에서 염소와 반응하여 염화제이철($FeCl_3$의 관용명)이 된다.
- 연소하기 쉽고 절삭유와 같은 기름이 묻은 철분을 장기간 방치하면 자연발화한다.
- 미세한 분말일수록 작은 점화원에 의해 발화 폭발한다.
- **53 ㎛의 표준체를 통과하는 것이 50 wt% 이상**인 것만 위험물로 본다.
- 더운물 또는 **수증기**와 반응하면 **수소**를 발생하고 경우에 따라 **폭발**한다.

$$2Fe + 3H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2\uparrow$$

- 상온에서 **묽은 산**과 반응하여 **수소**를 발생한다.

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

· 습한 공기 중에서 **녹**(Fe_2O_3)이 슨다.

$$4Fe + 3O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$$

· 고온으로 가열된 철은 수증기와 반응하여 산화 방지용 사산화삼철이 된다.

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$$

5) 금속분(metal powder) - 500 kg

< 원자번호순으로 정리하면 >

$_{13}$**Al**(알루미늄), $_{14}$**Si**(규소), $_{21}$**Sc**(스칸듐), $_{22}$**Ti**(타이타늄/티타늄/티탄), $_{23}$**V**(바나듐), $_{24}$**Cr**(크로뮴/크롬), $_{25}$**Mn**(망가니즈/망간), $_{30}$**Zn**(아연), $_{31}$**Ga**(갈륨), $_{32}$**Ge**(저마늄/게르마늄), $_{39}$**Y**(이트륨), $_{40}$**Zr**(지르코늄), $_{41}$**Nb**(나이오븀/니오븀/니오브), $_{42}$**Mo**(몰리브데넘/몰리브덴), $_{43}$**Tc**(테크네튬), $_{44}$**Ru**(루테늄), $_{47}$**Ag**(은), $_{48}$**Cd**(카드뮴), $_{49}$**In**(인듐), $_{50}$**Sn**(주석), $_{51}$**Sb**(안티모니/안티몬), $_{52}$**Te**(텔루륨), $_{72}$**Hf**(하프늄), $_{73}$**Ta**(탄탈럼/탄탈), $_{74}$**W**(텅스텐), $_{75}$**Re**(레늄), $_{76}$**Os**(오스뮴), $_{77}$**Ir**(이리듐), $_{78}$**Pt**(백금), $_{79}$**Au**(금), $_{81}$**Tl**(탈륨), $_{82}$**Pb**(납), $_{83}$**Bi**(비스무트), $_{84}$**Po**(폴로늄)

- 의 **분말로서 150 ㎛의 체를 통과하는 것이 50 wt% 이상인 것**
- 금속분에 해당하지 않는 것

· **알칼리금속**, **알칼리토금속** ⇒ 제3류 위험물로서 별도로 규정하고 있다.

· **철분**($_{26}$Fe), **마그네슘**($_{12}$Mg) ⇒ 별도 품명으로 규정하고 있다.

· **코발트분**($_{27}$Co), **니켈분**($_{28}$Ni), **구리분**($_{29}$Cu), **로듐분**($_{45}$Rh), **팔라듐분**($_{46}$Pd) ⇒ 가연성, 폭발성이 없어 제외한다.

· **수은**($_{80}$Hg) ⇒ 액체이므로 제외한다.

· 그 외는 비금속원소이거나 란타넘족(57~71번), 악티늄족(89~103번), 104번 이상의 원소들처럼 지구상에 거의 존재하지 않는 희귀한 원소들이다.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	란타넘	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	악티늄	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		Fl		Lv		

– 화재 시 **물을 이용한 냉각소화는 부적당**하다. 주수(注水)로 인해 급격히 발생하는 수증기의 압력과 수증기 분해에 의한 **수소발생**에 의하여 금속분이 비산·폭발하여 화재범위를 넓히는 위험이 있다.

① **알루미늄분**(aluminium powder, Al)

- 은백색의 광택이 있는 무른 금속으로 연성·전성이 풍부하며 열전도율·전기전도도가 크다.
- 도료, 인쇄, 전선, 건축자재, 비행기·선박자재, 일용품, 야금 등으로 쓰인다.
- **녹는점** 660 ℃, 끓는점 2,327 ℃, 비중 2.7
- 황산, 묽은 염산, 묽은 질산에 잘 녹으나 **진한 질산**에는 침식당하지 않는다.
- **할로겐원소**와 접촉 시 고온에서 **자연발화**의 위험이 있다.
- **상온**에서 표면에 치밀한 **산화피막**(산화알루미늄)이 형성되어 내부를 보호한다.
- 분말 자체는 착화성이 낮으나 한 번 착화하면 연소되어 많은 열을 발생한다.

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3 + 339\,kcal$$

- **뜨거운 물**과 격렬히 반응하여 **수소**를 발생한다.

$$2Al + 6H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + \mathbf{3H_2}\uparrow$$

- **알칼리수용액**에서 **수소**를 발생한다.

$$2Al + 2NaOH + 2H_2O \longrightarrow 2NaAlO_2 + \mathbf{3H_2}\uparrow$$

$$2Al + 2KOH + 2H_2O \longrightarrow 2KAlO_2 + \mathbf{3H_2}\uparrow$$

- **산**과 반응하여 **수소**를 발생한다.

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + \mathbf{3H_2}\uparrow$$

- 산화제와 혼합하면 가열, 충격, 마찰 등으로 발화·폭발한다.

② 실리콘분(silicon powder, Si, 규소분)

- 어두운 갈색의 비금속 분말, 녹는점 1,687 ℃, 끓는점 3,265 ℃ 밀도는 2.33
- 비가연성이나 다른 가연물의 연소를 조장한다.(산화성이 있음)
- 지구의 지각에서 산소 다음으로 많은 원소로 전체 질량의 25.7 %를 차지한다.
- 대부분의 **반도체**의 주성분이며, 유리, 세라믹, 시멘트 등의 주성분이다.
- 실리콘(silicone, 규소와 산소로 이루어진 고분자 화합물): 무색무취이며 산화가 느리고 고온에서도 안정적인 절연체로서 윤활제, 접착제, 성형 인공 보조물 등에 쓰인다.

③ 스칸듐분(scandium powder, Sc)

- 인화점 0 ℃, 녹는점 1,540 ℃, 끓는점 2,830 ℃, 비중 3
- 무르고 은백색의 전이금속으로 스칸디나비아에서 산출되는 희귀 광물이다.
- 이트륨과 란타넘족 원소와 함께 희토류로 분류하기도 한다.

④ 타이타늄분(titanium powder, menachin, Ti, 티타늄분, 티탄분)

- 은회색의 금속으로 딱딱하고 내부식성이 큰 고체이다.
- 합금, 화학공업용기기, 전기부품, 터빈, 엔진, 내화물(耐火物) 등으로 쓰인다.
- 녹는점 1,675 ℃, 끓는점 3,260 ℃, 비중 4.5
- 발연질산(진한질산에 NO_2를 녹인 것)등 부식성이 강한 약품에도 보호피막을 형성하기 때문에 부식당하지 않지만 알칼리에는 강하게 부식 당한다.
- 상온에서 반응성이 적으나 610 ℃ 이상 가열하면 활성을 가지며 고온에서 산소와 결합하여 산화티탄(TiO_2)이 된다.
- **이산화탄소 중에서도 연소**한다.
- 뜨거운 질산과 반응하면 불용성의 산화티탄(TiO_2)으로 변한다.
- 뜨거운 황산 또는 염산과 반응하면 수소가스를 발생한다.

$$2Ti + 3H_2SO_4 \longrightarrow Ti_2(SO_4)_3 + 3H_2\uparrow$$

$$2Ti + 6HCl \longrightarrow 2TiCl_3 + 3H_2\uparrow$$

⑤ 바나듐분(vanadium powder, V)

- 은회색의 딱딱한 고체로 내부식성이 강하다.
- 과염소산($HClO_4$)·왕수·질산·황산에 녹으며, X선관의 타겟, 촉매로 쓰인다.
- 녹는점 1,890 ℃, 끓는점 3,400 ℃, 비중 6.1
- 고온으로 충분히 가열하면 연소한다.

$$4V + 5O_2 \longrightarrow 2V_2O_5$$

- 고온에서 질소와 염소와 반응하여 VN(질화바나듐)과 VCl_4(염화바나듐)가 된다.

⑥ 크로뮴분(chromium powder, Cr, 크롬분)

- 은백색의 광택 있는 금속으로 녹는점이 높고 내부식성이 있다.
- 도금, 합금, 크롬산화물의 제조에 쓰인다.
- 녹는점 1,860 ℃, 끓는점 2,670 ℃, 비중 7.2
- 산소와 접촉하면 쉽게 얇은 산화막을 형성하여 내부를 보호한다.
- 왕수, 진한질산과는 산화물의 피막을 형성하여 부동태를 이룬다.
- 고온에서 할로겐원소, N_2, S, C 및 물과 반응한다.

⑦ 망가니즈분(manganese powder, Mn, 망간분)

- 회백색의 푸석푸석한 금속으로 부스러지기 쉬우며 반응성이 풍부하다.
- 습한 공기 중 쉽게 금속광택을 잃고 녹이 잘 생기기 때문에 일반 금속재료로 사용되지 않는다. 첨가제, 합금, 의약, 유리착색제 등으로 쓰인다.
- 녹는점 1,240 ℃, 끓는점 1,960 ℃, 비중 7.4
- 미세한 분말은 찬물과는 반응이 느리지만 가열하거나 수증기·산과 반응시키면 수소를 발생한다.

$$Mn + 2H_2O \longrightarrow Mn(OH)_2 + H_2\uparrow$$

- 미세분말은 점화원에 의해 폭발위험이 있으며 연소하면 산화망간(MnO)이 된다.
- 강산화성 물질과 혼합하면 발화의 위험이 있다.

⑧ **아연분**(zinc powder, Zn)

- 회색의 분말로 비교적 녹는점과 끓는점이 다른 금속에 비하여 낮다.
- 도금, 주물, 전지, 함석판, 의약, 안료 등으로 쓰인다.

- 녹는점 420 ℃, 끓는점 907 ℃, 비중 7.1
- 습기 있는 **공기** 중 **회백색의 피막**을 만들어 내부를 보호한다.

$$2Zn + CO_2 + H_2O + O_2 \longrightarrow ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$$

- 공기 중에서 연소되기 쉬우며, 가열하면 용이하게 연소한다.

$$Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$$

- 윤활유 등이 혼입되면 자연발화의 위험이 있다.
- **산**, **더운물**, **알칼리**와 반응하여 **수소**를 발생한다.

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

$$Zn + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + 2NaOH \longrightarrow Na_2ZnO_2 + H_2\uparrow$$

- 저장 중 빗물이 침투되면 열이 발생·축적되어 자연발화의 위험이 있다.
- 산화성 물질과 혼합하고 있는 것은 가열, 충격, 마찰에 의해 발화 폭발한다.

⑨ 갈륨분(gallium powder, Ga)

- 백색 또는 미청색의 금속으로 고온측정용 온도계, 합금 등에 사용된다.
- **녹는점 29** ℃(⇒ 더운 날은 액체로 존재), 끓는점 2,400 ℃, 비중 5.9
- 공기 중에서는 비교적 안정하며 물에도 침식되지 않는다.
- 여러 금속을 적시며 금속의 내부까지 침식한다.
- 고온으로 가열하면 느리게 연소한다.

$$4Ga + 3O_2 \longrightarrow 2Ga_2O_3 + 발열$$

- 산과 반응하여 수소가스를 발생한다.

$$2Ga + 6HCl \longrightarrow 2GaCl_3 + 3H_2$$

⑩ 저마늄분(germanium powder, Ge, 게르마늄분)

- 회백색의 광택을 가진 금속으로 가볍고 연하다.
- 반도체정류기의 핵심재료이며 친환경농법에도 사용된다.
- 녹는점 937 ℃, 끓는점 2,840 ℃, 비중 5.3
- 실온의 공기와 반응하지 않지만 600~700 ℃에서 공기와 반응하여 GeO_2가 된다.
- 물에 녹지 않지만 뜨거운 황산, 질산, 왕수에 녹는다.
- N_2, H_2와 반응하지 않지만 Cl_2와 반응하여 $GeCl_4$(염화게르마늄)가 된다.

⑪ 이트륨분(yttrium powder, Y)

- 흑회색(은백색)의 금속, 녹는점 1,520 ℃, 끓는점 3,300 ℃, 비중 4.5
- 희토류 원소 중 가장 흔하며, 컬러 TV의 빨간색을 내는 데에 사용된다.
- 47 ℃에서 인화하고 뜨거운 물에서 분해된다.
- 산에는 녹지만 알칼리에는 녹지 않는다.

⑫ 지르코늄분(zirconium powder, zircat, Zr)

- 물리적으로 Ti과 비슷하며 단단하고 겉모양은 은백색의 스테인리스와 유사하다.
- 원자로 재료, 합금, 섬광탄의 뇌관, 부식성 화학장치 및 기구 등에 사용된다.
- 녹는점 1,850 ℃, 끓는점 4,400 ℃, 비중 6.5
- 강도가 매우 크고 내부식성이 강하다.
- 가열하면 활성이 커지며 발화하여 산화지르코늄(ZrO_2)이 된다.
- 물에 녹지 않지만, 산이나 알칼리수용액에 자주 적게 녹고, 왕수[*25]에 녹는다.
- **이산화탄소 중에서도 연소**한다.

⑬ 나이오븀분(niobium powder, Nb, 니오븀분, 니오브분)

- 광택이 있는 회백색의 금속이다.
- 인화점 0 ℃, 녹는점 2,470 ℃, 끓는점 4,700 ℃, 비중 8.57
- 특수강 등의 합금을 만드는데 주로 사용된다.

⑭ 몰리브데넘분(molybdenum powder, Mo, 몰리브덴분)

- 은백색 금속, 인화점 0 ℃, 녹는점 2,620 ℃, 끓는점 4,660 ℃, 비중 10.23
- 소량으로 강철을 단단하게 만드는 효과가 있어 스테인리스강이나 베어링 등에 주로 사용된다.
- 체내의 생리작용에 관여하며, 미량요소이지만 식물의 필수영양소이다.

⑮ 테크네튬분(technetium powder, Tc)

- 은백색의 금속이며 공기 중에서 쉽게 광택을 잃는다.
- 녹는점 2,170 ℃, 끓는점 4,900 ℃, 비중 11.5
- 최초의 인공원소이므로 그리스어로 “인공”을 뜻하는 단어에서 명명되었다.

· 지구상의 대부분의 테크네튬은 원자로에서 우라늄-235가 붕괴하면서 만들어지며 핵 연료봉을 재처리하면서 얻어진다.

⑯ 루테늄분(ruthenium powder, Ru)

· 은백색 금속, 인화점 0 ℃, 녹는점 2,310 ℃, 끓는점 3,900 ℃, 비중 12.4
· 백금족 희귀원소로 백금광석에서 함께 산출되며, 백금합금에 촉매로 사용된다.
· 산에는 극히 안정하여 왕수에도 녹지 않는다.

⑰ **은분**(silver powder, Ag)

· 은백색의 광택을 가진 무른 금속으로 열 및 전기의 양도체이다.
· 장식품, 합금, 도금, 사진 등에 사용된다.
· 녹는점 961 ℃, 끓는점 2,210 ℃, 비중 10.5
· 가열된 진한 황산과 반응하여 황산은으로 되고 질산에 녹아서 질산은이 되지만 H_2는 발생하지 않는다.

$$2Ag + 2H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4 + 2H_2O + SO_2\uparrow$$
$$Ag + 2HNO_3 \longrightarrow AgNO_3 + H_2O + NO_2\uparrow$$

· 물·공기·산소에서는 안정하지만 O_3과 반응하여 흑색의 과산화은(Ag_2O_2)을 만든다.
· 산소 중 가압하면서 가열하면 연소하여 AgO가 된다.
· H_2O_2와 상온에서 접촉하면 폭발하고 C_2H_2(아세틸렌)과 접촉하여 폭발성 물질로 변한다.
· HCOOOH(과의산), HNO_2(아질산)과 혼합 시 발화위험이 있다.

⑱ 카드뮴분(cadmium powder, Cd)

· 아연광석에서 산출되는 은백색(청백색)의 가벼운 금속으로 강한 내식성이 있다.
· 전지, 원자로의 제어제, 안료, 도금, 합금, 화약, 도장 등에 사용된다.
· 녹는점 320 ℃, 끓는점 765 ℃, 비중 8.6
  ⇒ **녹는점**과 **끓는점**이 다른 금속에 비해 **상당히 낮다.**
· 아연과 비슷한 금속이지만 아연보다 녹슬지 않고 양쪽성도 아니다.

- 실온의 공기에서는 표면이 산화되고 고온에서는 적색불꽃을 내며 산화카드뮴(CdO)이 된다.
- H_2, N_2, C와 반응이 없지만 고온에서 할로겐과 반응한다.
- 묽은 질산, 뜨거운 황산 및 염산에 녹으며 알칼리 수용액에 녹지 않는다.
- 독성이 있어 만성중독 시 이타이이타이병에 걸린다.

⑲ 인듐분(indium powder, In)

- 은백색의 납처럼 무른 금속으로 가공이 쉬우며 어떤 형태로도 만들 수 있다.
- 인화점 0 ℃, 녹는점 156 ℃, 끓는점 2,080 ℃, 비중 7.3
- 알칼리 수용액과는 반응하지 않으나 산과는 반응하여 녹는다.
- 스펙트럼선이 청색을 나타낸 데서 라틴어의 indicum(인디고블루)을 따서 인듐이라고 명명하였다.

⑳ 주석분(tin powder, stannum, metallic tin, Sn)

- 은백색의 청색광택을 가진 금속으로 천연으로는 산화주석(SnO_2)으로 산출된다.
- **청동**합금(Sn+Cu), 땜납, **양철**, 담배포장지, 수은제조, 통조림통에 사용된다.
- 녹는점 232 ℃, 끓는점 2,270 ℃, 비중 7.3
- α, β, γ 주석의 3가지 동소체가 있다. 양쪽성 물질이다.
- **공기나 물속에서 안정**하고 습기가 있는 공기에서도 녹이 슬기가 어렵다.
- 뜨겁고 진한 염산과 반응하여 수소를 발생한다.

$$Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2\uparrow$$

- 뜨거운 염기와 서서히 반응하여 수소를 발생한다.

$$Sn + 2NaOH \longrightarrow Na_2SnO_2 + H_2\uparrow$$

- 미세한 조각이 대량으로 쌓여 있는 경우는 자연발화의 위험이 생긴다.

㉑ 안티모니분(antimony powder, stibium, Sb, 안티몬분)

- 은백색의 광택이 있는 금속으로 여러 가지 이성체가 있다.
- 도료, 합금, 반도체 등에 사용된다.

- 옛날부터 유리금속(遊離金屬)으로 알려져 있으며, 안티몬의 광석인 휘안석은 고대인의 눈썹이나 속눈썹을 화장할 때 사용하였다고 한다.
- 녹는점 630 ℃, 끓는점 1,750 ℃, 비중 6.7
- 상온에서 변화하지 않지만 가열하면 연소한다.

$$4Sb + 3O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3$$

- 강산화제와 혼합한 것은 가열, 충격, 마찰로 발화·폭발하고 염소(Cl_2)와 혼촉하면 발화한다.
- 염화수은($HgCl_2$)과 접촉 또는 혼합한 것은 가열 또는 충격에 의해 폭발한다.
- 진한 황산, 진한 질산에는 녹지만 묽은 산에는 녹지 않는다.

㉒ 텔루륨분(tellurium powder, Te, 텔루르분)

- 광택이 있는 회백색의 무른 금속이다
- 녹는점 449.8 ℃, 끓는점 989.9 ℃, 비중 6.11
- 공기중에서 가열하면 청록색의 불꽃을 내며 이산화물이 된다.

㉓ 하프늄분(hafnium powder, Hf)

- Zr와 유사한 회색 금속으로 강도와 내식성이 매우 크다.
- 녹는점 2,230 ℃, 끓는점 4,602 ℃, 비중 13
- 공기 중에서는 반응성이 적지만 가열하면 활성이 커지며 고온에서는 산소와 결합하여 이산화하프늄(HfO_2)이 된다.
- 산, 알칼리에는 녹지 않고 플루오린화수소(HF)에는 녹는다.

㉔ 탄탈럼분(tantalum powder, Ta, 탄탈분)

- 광택이 있는 흑회색의 금속고체로 융점이 높고 경도가 크다.
- 녹는점 2,990 ℃, 끓는점 5,400 ℃, 비중 16.6
- 인공뼈, 치과 임플란트 재료 등에 사용된다.
- 전성과 연성이 좋아 가공하기 쉽다.

㉕ 텅스텐분(tungsten powder, wolfram, W)

- 회백색의 분말이다.

- 녹는점 3,400 ℃, 끓는점 5,930 ℃, 비중 19
- 전구의 필라멘트, 촉매, 의약, 철합금, 안료 등으로 쓰인다.

㉖ 레늄분(rhenium powder, Re)

- 은백색 금속으로 공기 중에서는 녹슬지 않으며 분말은 발화한다.
- 인화점 0 ℃, 녹는점 3,180 ℃, 끓는점 5,700 ℃, 비중 21
- 질산, 과산화수소, 염소수 등에 의해 쉽게 산화된다.

㉗ 오스뮴분(osmium powder, Os)

- 청회색의 부드러운 금속으로 **물질 중에서 최대의 비중**을 가지며, 녹는점은 텅스텐(3422 ℃)에 이어 두 번째로 높다.
- **녹는점 2,700 ℃, 끓는점 5,500 ℃, 비중 22.6**
- 공기 중에서는 안정하나 분말은 상온에서 서서히 산화된다.
- 산소 중 가열하면 매우 휘발성이 강한 사산화오스뮴이 되어 승화하게 된다.

$$Os + 2O_2 \longrightarrow OsO_4$$

- 촉매, 전기접점, 만년필의 펜촉, 정밀베어링 등에 사용된다.
- 2, 3, 4, 6, 8가(價)의 다양한 화합물을 만들고 착염[18]도 잘 만든다.
- 뜨겁고 진한 황산, 진한 질산, 하이포아염소산 등에 녹으나 왕수[*33]에는 녹지 않는다.
- 질소(N_2)와 반응하지 않지만 고온에서 황(S), 할로젠원소와 반응한다.

$$Os + 3F_2 \longrightarrow OsF_6 \qquad Os + 2Cl_2 \longrightarrow OsCl_4$$

㉘ 이리듐분(iridium powder, Ir)

- 은백색 금속, 녹는점 2,410 ℃, 끓는점 4,100 ℃, 비중 22.4
- 전형적인 귀금속으로 산·알칼리에 녹지 않고 왕수에도 녹지 않으나 과염소산나트륨 존재 하에 가열하면 진한 염산에 녹는다. (Iris: 무지개의 신, 그리스어)

㉙ 백금분(platinum powder, Pt)

- 은백색의 단단한 금속으로 플라티나라고도 한다.

18) 착염: 착이온(중심 금속이온에 리간드가 배위결합하여 이루어진 안정한 이온)을 가진 염

- 인화점 0 ℃, 녹는점 1,770 ℃, 끓는점 3,800 ℃, 비중 21
- 가단성과 연성이 있는 귀금속으로 부식에 대한 저항이 강하다.
- 장신구, 실험장비, 전기 콘센트, 자동차 배출가스 제어장치 등에 사용된다.

㉚ 금분(gold powder, Au)

- Aurum이라고도 하는 노란색의 광택을 가진 아름다운 금속이다.
- 녹는점 961 ℃, 끓는점 2,210 ℃, 비중 19
- 다른 물질과 화학반응을 일으키지 않으나 염소, 플루오린, 왕수와는 반응한다.
- 수천 년 이상 화폐로 쓰였으며, 장신구와 치과, 전자제품 등에도 사용된다.

㉛ 탈륨분(thallium powder, Tl)

- 은백색의 광택을 가지며 녹는점이 상당히 낮지만 끓는점은 높다.
- 녹는점 303 ℃, 끓는점 1,457 ℃, 비중 11.8
- **독성**이 강하여 쥐약이나 살충제에 사용되지만, **암**을 유발한다고 알려져 있다
- 습한 공기 중 서서히 광택을 잃으며 염기에 잘 녹으며 할로겐 원소와 반응한다.
- 차고 마른 공기와 반응하지 않지만 고온으로 가열하면 연소한다.

$$4Tl + 3O_2 \longrightarrow 2Tl_2O_3 + 발열$$

- 물과 반응하여 수소를 발생한다.

$$2Tl + 2H_2O \longrightarrow 2Tl_2OH + H_2\uparrow$$

- 유황과 함께 가열하면 황화물이 생기고 발열한다.

$$2Tl + 3S \longrightarrow Tl_2S_3 + 발열$$

㉜ 납분(lead powder, plumbum, Pb)

- 회색의 연하고 무거운 금속으로 쉽게 녹는다.
- 축전지, 합금, 용접, 연판 등으로 쓰인다.
- 녹는점 327 ℃, 끓는점 1,740 ℃, 비중 11.3
- 공기 중 고온 하에서 연소시키면 일산화납을 만든다.

$$2Pb + O_2 \longrightarrow 2PbO$$

- 뜨거운 염기와 반응하여 수소를 발생한다.

$$Pb + 2NaOH \longrightarrow Na_2PbO_2 + H_2\uparrow$$

㉝ 비스무트분(bismuth powder, Bi, 비스무스분)

- 은백색의 고체로 강자성(자석에 달라붙는 성질)을 띠고 있다.
- 전기퓨즈, 합금재료(자동화재 감지기의 바이메탈), 안료, 반도체 등에 쓰인다.
- 녹는점 271 ℃, 끓는점 1,560 ℃ 비중 9.8
- 녹는점이 매우 낮고 용해할 때 거의 부피가 줄어든다.
- 실온의 공기 중에서는 반응하지 않지만 고온에서 파란불꽃을 내며 연소한다.

$$4Bi + 3O_2 \longrightarrow 2Bi_2O_3$$

- 수소화물은 극히 불안정하고 H_2, N_2와는 반응하지 않는다.

㉞ 폴로늄분(polonium powder, Po)

- 은백색의 금속, 녹는점 254 ℃, 끓는점 962 ℃, 비중 9
- 퀴리부부가 발견하였으며, 나라이름(폴란드)을 딴 첫 번째 원소이다.

6) 마그네슘(magnesium, Mg) - 500 ㎏

- 은백색의 광택이 나는 알칼리토금속류에 속하는 대표적 경금속이다.
- 합금원료, 화약, 신호탄, 티타늄제조, 사진촬영용 섬광분 등으로 사용된다.
- **녹는점 650** ℃, 끓는점 1,100 ℃, 비중 1.74
- 발화점은 녹는점부근(불순물 존재 시 400 ℃정도)
- 공기 중 부식성은 적으나 산이나 염류에 의해 침식당한다.
- 열전도율, 전기 전도율은 알루미늄보다 낮다.(열 및 전기의 양도체)
- 가열하면 연소하기 쉽고 백광 또는 푸른 불꽃을 내며, 양이 많은 경우 순간적으로 맹렬히 폭발한다.

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO + (2\times143.7)\ kcal$$

- 공기 중 **습기**와 서서히 반응하여 열이 축적되면 **자연발화**의 위험이 있다.
- 공기 중 미세한 분말이 부유하면 **분진폭발**의 위험이 있다.
- **산**이나 **더운물**에 반응하여 **수소**를 발생하며, 많은 반응열에 의하여 발화한다.

$$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow + Q\ kcal$$

※ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (염화마그네슘6수화물) → 간수(두부응결제)

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow + Q\ kcal$$

· **CO_2 중에서도 연소**한다.

$$2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$$

$$Mg + CO_2 \rightarrow MgO + CO$$

· **질소기류** 속에서 강하게 가열하면 **질화마그네슘**이 된다.

$$3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$$

· **염소와는 심하게 반응**한다. $Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$

· 대부분의 강산과 반응하여 수소가스를 발생한다.

$$Mg + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$$

· **2mm의 체를 통과하지 아니하는 덩어리 상태의 것과 직경 2mm 이상의 막대모양의 것은 위험물에서 제외**한다.

7) 인화성 고체(inflammable solid) – 1,000 ㎏

– **고형알코올** 그밖에 **1기압에서 인화점이 40 ℃ 미만인 고체**

– 상온(20 ℃) 이상에서 **가연성 증기**를 발생한다.

– 대부분 유기 화합물로서 인화성 고체 또는 반고체상태이므로 성질은 거의 제4류 위험물과 유사하다. 따라서 제조소등의 게시판 및 운반용기 외부에 표시하여야 하는 주의사항은 "**화기엄금**"으로 제4류 위험물과 같다.

① 고형알코올

· 등산용 고체 알코올로서 합성수지에 메탄올과 가성소다(NaOH, 수산화나트륨)를 혼합하거나 아세트산셀룰로오스를 빙초산 또는 아세톤에 녹여서 알코올을 흡수시켜 만든 한천상의 고체

· **인화점**이 30 ℃정도로 매우 인화되기 쉽고, 안개 속에서나 비가 올 때도 탄다.

② 래커퍼티(lacquer putty, 락카빠데)

· 여러 물질의 혼합물로서 접착제나 래커에나멜(안료배합 도료)의 기초 도료로 쓰인다.

품 명	함량(%)	품 명	함량(%)	품 명	함량(%)
산화아연	20	나이트로셀룰로오스	10	피마자유	2
석회석분말	20	초산에틸	8	인산트라이크레실	2
탈크	14	초산부틸	6	뷰틸알코올	2
톨루엔	11	에스터고무	4	흑연	1

- 인화점이 21 ℃ 미만으로 상온에서 쉽게 인화성 증기를 발생한다.
- 백색 또는 회색의 고체로서 공기 중에서 비교적 빨리 고화(固化)된다.
- 함유한 용제의 휘발에 의해 도막이 형성되나 배합 비율에 따라 성질이 달라진다.

제3절 제3류 위험물(자연발화성물질 및 금수성물질)

1. 자연발화성 및 금수성물질이란

자연발화성물질이란 공기 중에서 발화의 위험성이 있는 것을 말하고, 금수성물질[19]이란 물과 접촉하여 발화하거나 가연성 가스를 발생시킬 위험성이 있는 물질을 말한다. 제3류 위험물은 대부분 자연발화성과 금수성을 모두에 갖고 있으나 **황린**은 금수성이 없는 자연발화성 물질이며, **알칼리금속**(K, Na 제외)과 **알칼리토금속**은 자연발화성이 없는 금수성 물질이다.

2. 자연발화성 및 금수성물질의 종류 및 지정수량

19) GHS에 의한 정의: Substances or mixtures which, in contact with water, emit flammable gases are solid or liquid substances or mixtures which, by interaction with water, are liable to become spontaneously flammable or to give off flammable gases in dangerous quantities.

품 명	지정수량	설 명
1. 칼륨	10 kg	**K**
2. 나트륨	10 kg	**Na**
3. 알킬알루미늄	10 kg	알킬기 (C_nH_{2n+1}, R)와 알루미늄(**Al**)의 화합물
4. 알킬리튬	10 kg	알킬기 (C_nH_{2n+1}, R)와 리튬(**Li**)의 화합물
5. 황린	20 kg	P_4
6. 알칼리금속 및 알칼리토금속 (나트륨, 칼륨, 마그네슘은 제외)	50 kg	**Li, Rb, Cs, Fr, Be, Ca, Sr, Ba, Ra**
7. 유기금속화합물 (알킬알루미늄 및 알킬리튬은 제외)	50 kg	알킬기(C_nH_{2n+1})와 아닐기(C_6H_5-)등 탄화수소와 금속원자가 결합된 화합물, 즉, 탄소-금속 사이에 치환결합을 갖는 화합물
8. 금속의 수소화물	300 kg	수소(**H**)와 **금속**원소의 화합물
9. 금속의 인화물	300 kg	인(**P**)과 **금속**원소의 화합물
10. 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물	300 kg	칼슘(**Ca**)의 탄화물 또는 알루미늄(**Al**)의 탄화물
11. 그 밖에 총리령이 정하는 것	300 kg	염소화규소화합물(염화규소)
12. 위의 어느 하나 이상을 함유한 것	10 kg, 20 kg, 50 kg, 또는 300 kg	

3. 일반성질

가. 무기 화합물과 유기 화합물로 구성되어 있다.
나. 대부분이 고체이다(단, 알킬알루미늄, 알킬리튬은 고체 또는 액체이다)
다. 칼륨(K), 나트륨(Na), 알킬알루미늄(RAl), 알킬리튬(RLi)을 제외하고 물보다 무겁다.
라. 물과 반응하여 가연성가스를 발생한다.(**황린** 제외)
마. **칼륨**, **나트륨**, **알칼리금속**, **알칼리토금속**은 보호액(**석유**)속에 보관한다.
바. **알킬알루미늄**, **알킬리튬**은 물 또는 공기와 접촉하면 폭발한다.(**헥산** 속에 저장)
사. **황린**은 공기와 접촉하면 자연발화한다.(pH9의 **물** 속에 저장)
아. 가열 또는 강산화성 물질, 강산류와 접촉으로 위험성이 증가한다.

4. 저장 및 취급방법

가. 용기는 완전히 밀폐하고 공기 또는 물과의 접촉을 방지하여야 한다.

나. 제1류 위험물, 제6류 위험물 등 산화성 물질과 강산류와의 접촉을 방지한다.
다. 용기가 가열되지 않도록 하고 보호액에 들어있는 것은 용기 밖으로 누출되지 않도록 한다.
라. 알킬알루미늄, 알킬리튬, 유기금속화합물은 화기를 엄금하고 용기내압이 상승하지 않도록 한다.
마. 황린은 저장액인 물의 증발 또는 용기파손에 의한 물의 누출을 방지하여야 한다.

5. 화재진압대책

가. **절대로 물을 사용하여서는 안 된다.(황린 제외)**
나. 화재 시에는 화원의 진압보다는 연소확대 방지에 주력해야 한다.
다. 마른모래, 팽창질석, 팽창진주암, 건조석회(생석회, CaO)로 상황에 따라 조심스럽게 질식소화한다.
라. 금속화재용 분말 소화약제에 의한 질식소화를 한다.

6. 제3류 위험물 각론

제3류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 칼륨(potassium, K, 포타슘) – 10 kg

- 은백색의 광택이 있는 경금속으로 칼로 잘리는 무른 금속이다.
- 탈수제, 촉매, 비료, 유기합성의 원료, 환원제 등으로 사용된다.
- **녹는점 63.7** ℃, 끓는점 774 ℃, 비중 0.86, 증기비중 1.3
- 실온공기 중 빠르게 산화되어 피막(K_2O)을 형성하여 광택을 잃는다.
- **수은**과 격렬하게 반응하여 아말감을 만든다.
- 화학적으로 활성이 커서 대부분의 금속과 반응하여 가열하면 여러 가지 화합물을 만든다.
- 흡습성, 조해성이 있으며 금속재료를 부식시킨다.
- 공기 중 방치하면 **자연발화**의 위험이 있고, 가열하면 **적자색**의 불꽃을 내며 연소한다.

$$4K + O_2 \longrightarrow 2K_2O$$

· **물**과 격렬히 반응하여 발열하고 **수소**와 **열**을 발생한다.

$$2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2\uparrow + Q\ kcal$$

이 때 발생된 열에 의해 K를 연소시키며 또한 발생한 H_2를 폭발시키므로 2차 재해 발생에 주의하여야 한다.

· **알코올**과 반응하여 칼륨에틸레이트를 만들며 **수소**를 발생한다.

$$2K + 2C_2H_5OH \longrightarrow 2C_2H_5OK + H_2\uparrow$$

· **묽은 산**과 반응하여 **수소**를 발생한다.

· 액체 암모니아에 녹아 수소를 발생한다.

$$2K + 2NH_3 \longrightarrow 2KNH_2 + H_2\uparrow$$

· **CO_2**와 반응할 때는 연소·폭발한다.

$$4K + 3CO_2 \longrightarrow 2K_2CO_3 + C$$

· **사염화탄소**와 반응도 폭발적이다.

$$4K + CCl_4 \longrightarrow 4KCl + C$$

· 소화방법은 마른모래 정도가 있으나 대량일 경우 소화가 어렵다.

※ 물, CCl_4 또는 CO_2와는 폭발 반응하므로 절대 사용할 수 없다.

· 열전기의 양도체이다.

· 반드시 **등유**, **경유**, **유동 파라핀** 등의 보호액 속에 누출되지 않도록 저장한다.

2) 나트륨(sodium, Na, 금속소다) – 10 kg

· 은백색의 광택이 있는 경금속으로 무른 금속이다.

· 환원제, 유기합성, 합금, 무기합성, 염료 등 매우 다양하게 쓰인다.

· **녹는점 97.7** ℃, 끓는점 880 ℃, 비중 0.97, 인화점 115 ℃

· 실온의 공기 중 산화되어 피막을 형성하고 빨리 광택을 잃는다.

· 수은에 격렬히 녹아서 아말감을 만든다.

· 공기 중 방치하면 **자연발화**하고 산소 중 가열하면 **황색**불꽃을 내면서 연소한다.

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

· **물**과 격렬히 반응하여 발열하고 **수소**를 발생한다.

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow + 88.2\ kcal$$

· **산**과 반응하여 격렬하게 **수소**를 발생하고, 아이오딘산(HIO_3)과 접촉시 폭발

한다.

· **액체암모니아**, **알코올**과도 K와 같이 반응하여 **수소**를 발생한다.
· CO_2, CCl_4와도 K와 같이 폭발적으로 반응한다.
· 기타 칼륨에 준한다.(**칼륨과 거의 유사한 반응을 한다**)

3) 알킬알루미늄(alkyl aluminium) – 10 ㎏

– 알킬기 C_nH_{2n+1}(R)와 알루미늄(Al)의 화합물을 알킬알루미늄(R−Al)이라 하며 할로겐이 들어간 경우(RAlX)가 있다. 일종의 **유기금속화합물**이지만 위험성이 크기 때문에 별도 품명으로 분류하고 있다.
– **공기** 중에 노출되면 **흰 연기**를 내며 **자연발화**한다.(C_1 ~ C_4까지)
– 알킬기의 탄소가 5개인 것은 점화원에 의해 불붙고, 6개 이상이면 공기 중에서 서서히 산화하여 흰 연기를 낸다.
– 일반적으로 **무색의 투명한 액체 또는 고체**로서 **독성**이 있으며 **자극성의 냄새**를 지닌다.

– 제트연료, 합성수지연료, 플라스틱공장, 미사일 원료, 유리 합성용 시약, 촉매, 환원제 등으로 쓰인다.
– 피부에 닿으면 심한 화상을 입으며, 연소 가스는 기관지와 폐에 손상을 준다.
– **물**, **산**, **알코올**, **산화제**와 격렬히 반응한다.
– **물**과 폭발적으로 반응하여 가연성 가스를 발생 비산한다.
– 물·공기와의 반응은 탄소수 및 염소의 수가 적을수록 강하다.
– 저장탱크에 **희석안정제**로 **헥산**, **벤젠**, **톨루엔**, **펜탄** 등을 넣어둔다.
(취급조건에 따라 제4류 위험물 제1석유류로 분류하기도 한다)
– 반응력은 할로겐 치환이 많이 된 것일수록 약하다.
– 소규모 화재 시 **팽창질석**, **팽창진주암**을 사용하나 화재확대 시는 소화가 어렵다.

① **트라이메틸알루미늄**(trimethyl aluminium, TMA, $(CH_3)_3Al$)

· **무색투명한 액체**로서 **자연발화성**, **금수성** 및 **부식성**을 동시에 갖고 있다.
· 유기 화합물의 중합촉매, 반도체, 알루미늄 도금 등에 사용된다.

- 녹는점 15 ℃, 끓는점 125 ℃, 비중 0.75, 증기비중 2.5, 인화점 −17 ℃
- 공기 중에 노출되면 흰색 연기를 내며 자연발화한다.
- 물과 접촉 시 심하게 반응하고 메탄가스(가연범위 5~15 %)를 발생·폭발한다.

$$(CH_3)_3Al + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + \mathbf{3CH_4}\uparrow$$

- 산화제, 강산, 알코올 등과 격렬하게 반응하여 발화의 위험성을 가진다.
- 헥산, 헵탄 등의 지방족 탄화수소, 톨루엔, 자일렌 등의 방향족 탄화수소에 용이하게 녹는다.

② **트라이에틸알루미늄**(triethyl aluminium, TEA, $(C_2H_5)_3Al$)

- **무색투명한 액체**로서 외관은 등유와 비슷하다.
- 로켓연료, 알루미늄도금원료, 중합촉매, 환원제 등으로 쓰인다.
- 녹는점 −50 ℃, 끓는점 128 ℃, 비중 0.835, 인화점 −22 ℃
- 공기 중에 노출되면 백연을 발생하며 자연발화한다.

$$\mathbf{2(C_2H_5)_3Al + 21O_2 \rightarrow 12CO_2\uparrow + Al_2O_3 + 15H_2O}$$

- 200 ℃ 이상으로 가열하면 폭발적으로 분해하여 가연성가스를 발생한다.

$$(C_2H_5)_3Al \longrightarrow (C_2H_5)_2AlH + C_2H_4\uparrow$$

$$\Rightarrow 2(C_2H_5)_2AlH \longrightarrow 2Al + 3H_2 + 4C_2H_4\uparrow$$

- **물**과 반응하여 **에탄가스**(C_2H_6, 연소범위 3~12.4 %)를 발생하고 발열·폭발한다.

$$\mathbf{(C_2H_5)_3Al + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3C_2H_6\uparrow}$$

- **염산**과 반응하여 **에탄가스**(C_2H_6)을 발생한다.

$$(C_2H_5)_3Al + HCl \longrightarrow (C_2H_5)_2AlCl + \mathbf{C_2H_6}\uparrow$$

  - **알코올**과는 폭발적으로 반응하여 **에탄가스**(C_2H_6)을 발생한다.

$$(C_2H_5)_3Al + 3CH_3OH \longrightarrow Al(CH_3O)_3 + \mathbf{3C_2H_6}\uparrow$$

  - **할로겐**과 반응하여 가연성가스를 발생한다.

$$(C_2H_5)_3Al + 3Cl_2 \longrightarrow AlCl_3 + \mathbf{3C_2H_5Cl}\uparrow$$

③ 트라이아이소뷰틸알루미늄(triisobutyl aluminium, TIBA, $(i-C_4H_9)_3Al$)

- 무색의 가연성 액체로 유기 화합물 합성에 사용된다.
- 녹는점 4 ℃, 끓는점 86 ℃, 비중 0.79, 인화점 −18 ℃

· 공기 중에 노출되면 자연발화하고, 물·산화제·강산·알코올과 격렬히 반응한다.
· 가열하면 분해하여 알루미늄과 부틸렌을 생성하고 수소를 발생한다.

$$(i-C_4H_9)_3Al \longrightarrow Al + 3C_4H_8 + 3/2H_2\uparrow$$

④ 다이에틸알루미늄클로라이드(diethyl aluminium chloride, DEAC, $(C_2H_5)_2AlCl$)

· 무색투명한 가연성 액체이며, 외관은 등유와 유사하다.
· 유기 화합물 합성에 사용되며, 공기 중에선 어떤 온도에서도 자연발화한다.
· 녹는점 −85 ℃, 끓는점 127 ℃, 비중 0.96
· 연소 시에는 자극성, 유독성의 염화수소(HCl)를 발생한다.

$$2(C_2H_5)_2AlCl + 14O_2 \rightarrow 8CO_2\uparrow + Al_2O_3 + 2HCl + 9H_2O\uparrow$$

· 물과 접촉하면 격렬하게 반응하고 폭발한다.

$$3(C_2H_5)_2AlCl + 6H_2O \longrightarrow 2Al(OH)_3 + AlCl_3 + 6C_2H_6\uparrow$$

· 저장용기에 희석제를 2 %정도 넣어주고, 공간에는 불활성가스를 봉입한다.

4) 알킬리튬(alkyl lithium) − 10 kg

− 알킬기 C_nH_{2n+1}(R)와 리튬(Li)의 화합물인 유기금속 화합물, R−Li
− 일반적인 성질은 알킬알루미늄에 준한다.

① 뷰틸리튬(butyl lithium, $CH_3(CH_2)_3Li$, C_4H_9Li)

· 무색 자극성의 가연성액체이다. 인화점 −22 ℃, 비중 0.765
· 휘발성이 크며, 탄화수소 또는 다른 비극성 액체에 잘 녹는다.
· CO_2와 격렬하게 반응한다.
· 공기 중에 노출되면 어떤 온도에서도 자연발화한다.
· 물과 탄화수소에 격렬하게 반응한다.

② 메틸리튬(methyl lithium, CH_3Li)

· 무색의 가연성 액체이며, 물 또는 수증기와 심하게 반응한다.
· 산, 산화제, 가연성 물질, 아민, 할로겐 등과 혼합하면 발화·폭발할 수 있다.
· 물·수증기와 반응하여 수산화리튬과 메탄가스를 생성한다.

$$CH_3Li + H_2O \rightarrow CH_4\uparrow + LiOH$$

- 산소와 빠른 속도로 반응하여 공기 중에 노출되면 어떤 온도에서도 자연발화한다.

5) 황린(yellow phosphorus, white phosphorus, P_4, 백린, 흰인) – **20** kg

- 마늘과 같은 자극적인 냄새가 나는 백색 또는 담황색 왁스상의 가연성 고체
- 성냥, 농약, 연막탄, 유기합성, 비료, 쥐약 등에 쓰인다.
- 녹는점 44 ℃, 끓는점 280 ℃, 비중 1.82, 증기비중 4.3
- 미분상의 **발화점** 34 ℃, 고형상의 발화점 60 ℃(습한 공기 중에는 30 ℃)
- 물에 불용, 벤젠·이황화탄소에 녹는다.
- **물속에 저장**한다.(알칼리제를 넣어 **pH9**정도 유지)
- 증기는 공기보다 무겁고 맹독성·가연성이다.
- 공기를 차단하고 약 260 ℃로 가열하면 **적린**이 된다.
- **환원력**이 강하기 때문에 산소농도가 낮은 조건에서도 연소한다.
- 발화점이 매우 낮아 공기 중에 노출되면 서서히 **자연발화**를 일으키고 어두운 곳에서 청백색의 인광을 낸다.(**도깨비불**)
- **공기** 중에 격렬하게 연소하여 유독성가스인 오산화인(P_2O_5)의 백연을 낸다.

$$P_4 + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5\uparrow + 2\times 370.8kcal$$

- NaOH 등 강알칼리 용액과 반응하여 맹독성의 **포스핀가스**(PH_3)를 발생한다.

$$P_4 + 3KOH + 3H_2O \longrightarrow PH_3\uparrow + 3KH_2PO_2$$

- 강산화제와 접촉하면 발화위험이 있으며 충격, 마찰에 의해서도 발화한다.
- 화학적 활성이 커서 많은 원소와 직접결합하며, 특히 황, 산소, 할로겐과 격렬하게 결합한다.
- 피부와 접촉하면 화상을 일으키고 일부는 침투하여 뼈 등을 상하게 한다.
- 화재 시에는 **물**로 **냉각소화**하되 가급적 분무주수 한다. 초기소화에는 포, CO_2, 분말 소화약제도 유효하며, 젖은 모래, 흙, 토사 등으로 덮어 질식소화할 수 있다.

6) 알칼리금속 및 알칼리토금속 – **50** kg

– 알칼리금속: **Li**, **Rb**, **Cs**, **Fr** (K, Na 제외 ⇒ 별도 품명으로 분류)

- 알칼리토금속: **Be**, **Ca**, **Sr**, **Ba**, **Ra** (Mg 제외 ⇒ 제2류 위험물로 별도분류)
- 공기 중의 산소, 수증기, 이산화탄소와 반응하여 산화물, 탄산염의 표면피막을 만들어 공기를 격리하기 때문에 상온에서 급격한 반응은 일어나지 않는다. 그러나 **수분**에 대해서는 급격한 발열과 **수소**가스를 동반하여 연소에 이른다.
- K, Na과 비슷한 성질을 가지나 자연발화성은 없다.
- **석유** 또는 **파라핀 속에 보관**한다.(Fr. Ra은 방사성 원소이므로 제외)
- 산, 알코올과 반응하여 수소(H_2)를 발생하므로 접촉을 막는다.
- 초기소화에는 금속화재용 분말소화약제를 사용할 수도 있으나 연소확대 방지에 주력해야 한다.
- 그 밖의 저장 취급 및 소화방법은 K, Na에 준한다.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	란타넘	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	악티늄	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		Fl		Lv		

① **리튬**(lithium, metallic, Li)

- 은백색 금속으로 무르고 연하며 **금속 중 가장 가볍다.**
- 습기가 존재하는 상태에서는 황색으로 변한다.
- 촉매, 원자로의 제어봉, 합금첨가제, 리튬이온전지 등에 사용된다.
- 녹는점 180 ℃, 끓는점 1,336 ℃, 비중 0.53, 발화점 179 ℃
- 건조한 실온의 공기에선 반응하지 않지만(K, Na보다는 안정하다) 100 ℃ 이상으로 가열하면 **적색불꽃**을 내며 연소하여 미량의 과산화리튬(Li_2O_2)과 산화리튬(Li_2O)으로 산화된다.
- 활성이 매우 커서 대부분의 다른 금속과 반응한다.
- 질소와 상온에서 서서히, 400 ℃에서는 빠르게 반응하여 적색결정의 질화물(Li_3N)을 만든다.

$$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$$

- 상온에서 수소와 반응하여 수소화합물(LiH)을 만든다.

$$2Li + H_2 \longrightarrow 2LiH$$

- 물과 상온에서는 서서히, 고온에서는 격렬하게 반응하여 수소를 발생한다.

$$2Li + 2H_2O \longrightarrow 2LiOH + H_2\uparrow$$

- 산과 격렬히 반응하여 수소를 발생한다.

② 루비듐(rubidium, Rb)

- 은백색의 금속으로 녹는점이 매우 낮다.
- 방사성 동위원소, 브라운관 유리, 유기 화합물의 중합촉매 등으로 사용된다.
- 녹는점 38 ℃, 끓는점 688 ℃, 비중 1.53
- 수은(Hg)에 격렬하게 녹아 아말감을 형성한다.
- 물 또는 묽은 산과 폭발적으로 반응하여 수소를 발생한다.

$$2Rb + H_2O \longrightarrow 2RbOH + H_2\uparrow$$

- 고온에서 연소하면 초과산화물 RbO_2을 형성한다.
- 액체암모니아에 녹거나 알코올과 반응하여 수소를 발생한다.
- 저장 취급 시에는 반응성이 대단히 크므로 아르곤 중에서 취급하여야 한다.
- 사염화탄소(CCl_4)와 접촉 시 폭발적으로 반응한다.

③ 세슘(cesium, caesium, Cs)

- 방사성 동위원소, 원자시계, 광전지 제조, 로켓추진제, 유기 화합물의 중합촉매 등로 쓰이는 **노랑색**의 금속으로 녹는점이 낮다.
- **녹는점 28** ℃, 끓는점 678 ℃, 비중 1.87
- 알칼리 금속 중에서 반응성이 가장 크다.
- 대기 또는 공기 중에서 **청색불꽃**을 내며 연소하여 초과산화물(CsO_2)가 된다.
- 암모니아에 녹아 수소를 발생하고 세슘아미드($CsNH_2$)는 물과 반응하여 암모니아를 발생한다.

$$2Cs + 2NH_3 \longrightarrow 2CsNH_2 + H_2\uparrow$$

- 물 또는 묽은 산과 폭발적으로 반응하여 수소를 발생한다.
- 사염화탄소(CCl_4)와 접촉 시 폭발적으로 반응한다.

- 아세트산(CH_3COOH), 포름산($HCOOH$), 페놀(C_6H_5OH) 등 수용성 물질과 접촉 시 수소를 발생한다.

④ 프랑슘(francium, Fr)

- 은백색의 금속으로 방사성 물질이다.
- 녹는점 27 ℃, 끓는점 677 ℃
- 녹는점이 매우 낮아서 실온에서 쉽게 액체로 변하며 화학적 성질은 Cs와 유사하지만 수명이 짧으며, 물리적 성질의 상세한 점은 알려져 있지 않다.

⑤ 베릴륨(beryllium, Be)

- 회백색의 단단하고 가벼운 금속으로 내열성이 풍부하다.
- 안전공구(Cu+Be)나 우주항공재료로 사용된다.
- 녹는점 1,280 ℃, 끓는점 2,970 ℃, 비중 1.85
- 진한 질산(HNO_3)과는 반응하지 않지만 황산(H_2SO_4), 염산(HCl)과 반응한다.
- 상온에서 공기 또는 물과 잘 반응하지 않지만 뜨거운 물, 묽은 산, 알칼리수용액에 녹아 수소를 발생한다.
- 고온에서 분말은 쉽게 연소하여 BeO(산화베릴륨)이 된다.

⑥ **칼슘**(calcium, Ca)

- 은백색의 금속으로 환원제, 합금, 가스정제, 석유공업의 탈황제, 탈수제 등으로 쓰인다.
- 녹는점 845 ℃, 끓는점 1,420 ℃, 비중 1.55, 증기비중 1.4
- 고온에서 N_2 또는 H_2와 반응하여 질화물 Ca_3N_2와 수소화합물 CaH_2가 된다.
- 물과 반응하여 상온에서는 서서히, 고온에서는 급격히 수소를 발생한다.

$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow + 102\ kcal$$

- 고온으로 가열하면 황색불꽃을 내며 연소하여 CaO(산화칼슘)가 된다.
- 산, 알코올과 반응하여 수소를 낸다.
- 피부에 닿으면 화상을 입으며, 보호액으로 석유나 톨루엔 속에 저장한다.

· 사염화탄소(CCl_4)와 접촉 시 폭발적으로 반응한다.

⑦ 스트론튬(strontium, Sr)

· 은백색의 금속으로 발염착색체, 진공관 음극제로 사용된다.
· 녹는점 770 ℃, 끓는점 1,384 ℃, 비중 2.6
· 물 또는 묽은 산과 반응하여 수소를 발생한다.
· 실온의 공기에서 회백색의 피막을 만들며 고온에서 홍색불꽃을 내며 연소하여 SrO(산화스트론튬)가 된다.

⑧ 바륨(barium, Ba)

· 은백색의 금속으로 물에 녹고 산과 격렬하게 반응하여 수소를 발생한다.
· 녹는점 714 ℃, 끓는점 1,640℃, 비중 3.5
· 고온에서 질소 또는 수소와 반응하여 질화물 Ba_3N_2와 수소화물 BaH_2를 만든다.
· 고온의 공기 중 연소하여 황록색불꽃을 내며 연소하여 BaO가 된다.

⑨ 라듐(radium, Ra)

· 백색의 광택을 가진 금속으로 방사성원소의 대표이다.
· 알칼리토금속 중에서 반응성이 가장 격렬하며, 불꽃반응은 분홍색이다
· 녹는점 700 ℃, 끓는점 1,737 ℃, 비중 5.5
· 물 또는 산과 반응하여 수소를 발생한다.
· 실온의 공기에서 산화되어 흑색으로 변하고 고온에서 RaO(산화라듐)가 된다.
· 납, 철, 콘크리트 차폐물을 설치하고 금속제 캡슐 속에 저장한다.
· 1898년 프랑스의 물리학자인 퀴리 부부에 의해서 폴로늄과 함께 우라늄 광석에서 발견된 최초의 방사성원소이다.

7) 유기금속화합물(organometallic compounds) – 50 kg

– 알킬기(C_nH_{2n+1})와 아닐기(C_6H_5-)등 **탄화수소기와 금속원자가 결합된 화합물**

⇒ 탄소–금속 사이에 치환결합을 갖는 화합물

- 알킬알루미늄과 알킬리튬은 별도로 지정하므로 제외한다.
- 물리화학적 성질이 매우 다양하며 일반적으로 반응성이 풍부하고 불안정하다.
- 대부분 공기 중에서 자연발화하며, 금수성도 함께 갖는 것이 많다.
- 매우 유독하며, 휘발성이 있는 것은 특히 유독하다.
- 탄화수소가 고리 모양이거나 방향족인 것을 비롯한 대부분의 유기금속화합물은 고체이며, 몇 몇은 액체 또는 기체이다.
- 공기, 물, 산화제, 가연물과 철저히 격리하고 저장용기에 불활성가스를 봉입한다.

① **다이에틸아연**(diethyl zinc, DEZ, $(C_2H_5)_2Zn$)

- 무색의 **마늘냄새**가 나는 유독성 액체로서 가연성이다.
- 반도체 공업, 로켓연료 점화 방지제 등으로 사용된다.
- 녹는점 −30 ℃, 끓는점 117 ℃, 비중 1.2
- 공기와 접촉하면 자연발화하고, 메탄올· 산화제·할로겐과 심하게 반응한다.
- 열에 매우 불안정하여 120 ℃ 이상 가열하면 분해 폭발한다.
- 물과 격렬하게 반응하여 분해되어 인화성의 에탄가스를 발생한다.

$$(C_2H_5)_2Zn + H_2O \longrightarrow 2C_2H_6\uparrow + ZnO$$

- 대량 저장 시 헥산, 톨루엔 등 안정제를 넣어 저장한다.

② **다이에틸텔르륨**(diethyl telluride, $(C_2H_5)_2Te$)

- 무취, 황적색의 투명한 유독성·가연성 액체이다.
- 유기 화합물의 합성, 반도체 공업에 쓰인다.
- 끓는점은 138 ℃, 공기 또는 물과 접촉에 의해 분해한다.
- 공기 중 노출되면 자연발화하여 푸른색 불꽃을 내며 연소한다.
- 물 또는 습한 공기와 접촉에 의해 인화성 증기와 열을 발생한다.
- 메탄올, 산화제, 할로겐과 반응한다.
- 열에 매우 불안정하며 저장용기가 가열되면 심하게 파열한다.

③ **다이메틸텔르륨**(dimethyl telluride, $(CH_3)_2Te$)

· 담황색의 투명한 가연성 액체로 마늘냄새가 나는 맹독성 물질이다.
· 끓는점 82 ℃
· 물에 잘 녹으며, 공기 중의 습기 또는 물과 접촉 시 분해된다.
· 강산에 접촉하면 격렬하게 반응하여 발화한다.

8) 금속의 수소화물(hydride) – 300 ㎏

– 금속과 수소의 화합물
– 금속이나 중금속 원자에 1개 이상의 수소원자가 결합하고 있는 화합물
– **무색결정**으로 비휘발성이며 녹는점이 높다.
– **물과 반응**하여 **수소**와 **수산화물**을 발생시키는 이온 화합물
⇒ M'H 또는 M"H_2형 이온화합물
M': 원자가 1가의 금속, M": 원자가 2가의 금속
– 로켓 연료, 기구를 채우는 수소 발생원, 수소폭탄 제조, 환원제 등으로 사용되며, 핵융합과정에서 중요한 역할을 담당한다.

① **수소화리튬**(lithium hydride, **LiH**)

· 무취, 무색 또는 회색 유리모양의 불안정한 가연성 고체이다.
· 환원제, 건조제, 수소발생원 등으로 사용된다.
· 녹는점 680 ℃, 분해온도 400 ℃, 비중 0.82
· 빛에 노출되면 빠르게 흑색으로 변한다.
· 벤젠, 톨루엔에는 녹지 않지만 에테르에 녹는다.
· 물과 실온에서 격렬하게 반응하여 수산화리튬(LiOH)과 많은 양의 수소를 발생한다. 이 때 반응열에 의해 수소화리튬(LiH)이 연소한다.

$$LiH + H_2O \longrightarrow LiOH + H_2\uparrow$$

· 공기 또는 습기, 물과 접촉으로 자연발화를 일으킬 수 있다.
· 열에 불안정하여 400 ℃에서 리튬과 수소로 분해한다.

$$2LiH \longrightarrow 2Li + H_2\uparrow$$

· 부드러운 분말상태가 될 때는 공기와 혼합하여 연소폭발 할 수 있다.
· 피부에 접촉하면 화상을 입고, 눈에 접촉할 경우 실명할 우려가 있다.

② **수소화나트륨**(sodium hydride, **NaH**)

- 회백색의 결정 또는 분말이며 불안정하고 유독한 가연성 물질이다.
- 환원제, 축합제(축합반응 조절시약), 알킬화제, 건조제 등으로 사용된다.
- 분해온도 425 ℃($2NaH \rightarrow 2Na + H_2$), 비중 1.36
- 물과 실온에서 격렬하게 반응하여 수소를 발생하고 발열한다.

$$NaH + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2\uparrow + Q\ kcal$$

- 건조한 공기 중에서는 안정하지만 습한 공기 중에 노출되면 자연발화한다.

③ 수소화칼륨(potassium hydride, KH)

- 부식성·금수성 액체로서 인화점은 113℃이다.
- 물과 접촉하여 수산화칼륨과 수소를 발생하며, 이 때 반응열에 의해 수소가 폭발할 수 있다.

$$KH + H_2O \longrightarrow KOH + H_2\uparrow$$

- 암모니아와 고온에서 칼륨아미드를 생성하고 수소를 발생한다.

$$KH + NH_3 \longrightarrow KNH_2 + H_2\uparrow$$

④ 수소화알루미늄리튬(lithium aluminium hydride, $LiAlH_4$)

- 회색의 결정성 분말로 가연성, 부식성이다.
- 수소화제, 추진약, 중합촉매, 환원제 등으로 사용된다.
- 녹는점 125 ℃, 분해온도 125~150 ℃, 비중 0.92
- 물과 접촉 시 수소를 발생하고 발화한다.

$$LiAlH_4 + 4H_2O \longrightarrow LiOH + Al(OH)_3 + 4H_2\uparrow + Q\ kcal$$

- 125 ℃에서 분해하기 시작하여 리튬, 알루미늄, 수소로 분해한다.
- 부드러운 분말이 될 때에는 발화성이 증가하고 분쇄할 때 발화위험이 있다.
- 에테르, 초산에틸과 혼합 시 폭발위험이 있다.

⑤ **수소화칼슘**(calcium hydride, **CaH_2**)

- 백색 또는 회색의 결정 또는 분말이다.

- 금속염의 환원제, 촉매, 시약, 건조제, 수소발생원으로 사용된다.
- 녹는점 600 ℃, 끓는점 816 ℃, 분해온도 600 ℃, 비중 1.9
- 자연발화온도 300 ℃ 이하
- 건조공기 중에선 안정하며 환원성이 강하다.
- 물과는 상온에서 격렬하게 반응하여 수산화칼슘과 수소를 발생하고 발열한다.

$$CaH_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2\uparrow + Q\ kcal$$

- 약 600 ℃ 이상으로 가열하면 칼슘과 수소로 분해한다.
- 부드러운 분말상태가 되면 인화성이 증가한다.

9) 금속의 인화물(phosphide) – 300㎏

– 인(P)과 양성원소의 화합물

① 인화알루미늄(aluminium phosphide, AlP)

- 암회색 또는 황색의 결정 또는 분말로 가연성이다.
- 해충구제용 훈증제, 살충제, 살서제(쥐약)로 사용된다.
- 끓는점 1,000 ℃, 녹는점 1,000 ℃ 이하, 비중 2.4~2.8
- 습한 공기 중에서 어두운 색으로 변한다.
- 물, 습한 공기, 스팀과 접촉 시 가연성·맹독성의 **포스핀가스**(인화수소, PH_3)을 발생한다.

$$AlP + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + PH_3\uparrow$$

- 강산, 알칼리용액과도 격렬하게 반응하여 포스핀가스를 발생한다.
- 건조한 상태에서는 안정하지만 공기 중에선 서서히 포스핀가스를 발생한다.
- 밀폐용기에 저장하고 건조상태를 유지하여 저장한다.

② 인화아연(zinc phosphide, Zn_3P_2)

- 암회색의 결정성 분말인 금수성·가연성·부식성 고체이다.
- 살충제, 살서제(쥐약), 반도체 소자, LED 등으로 사용된다.
- 연소하면 가연성·맹독성의 포스핀가스를 발생한다.
- 녹는점 420 ℃, 끓는점 1,100 ℃, 비중 4.55

· 에탄올·에테르에는 녹지 않고, 벤젠·이황화탄소에는 녹는다.
· 물, 공기, 산과 반응하여 포스핀을 발생한다.

$$Zn_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Zn(OH)_2 + 2PH_3\uparrow$$

· 차고 건조하며 환기가 잘되는 곳에 저장한다.

③ **인화칼슘**(calcium phosphide, Ca_3P_2, 인화석회)

· **적갈색**의 금수성 고체분말이다.
· 건조한 공기 중엔 안정하나 300 ℃ 이상에서 산화한다.
· 수중조명, 신호등 및 해상조명, 살서제(쥐약)의 원료이다.
· 녹는점 1,600 ℃, 비중 2.5
· 알코올, 에테르에 녹지 않는다.
· **물**, **산**과 격렬하게 반응하여 **포스핀**(인화수소, PH_3)[*38]을 발생한다.

$$Ca_3P_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Ca(OH)_2 + 2PH_3\uparrow$$

$$Ca_3P_2 + 6HCl \longrightarrow 3CaCl_2 + 2PH_3\uparrow$$

· 에테르, 벤젠, 이황화탄소와 습기 하에서 접촉하면 발화한다.

④ 인화갈륨(gallium phosphide, GaP)

· 무색 또는 황갈색의 분말이다.
· 녹는점 1,465 ℃
· 물에 녹지 않으며 습기 중에서는 물고기 썩는 냄새가 난다.
· 물·산과의 접촉으로 **포스핀**(인화수소, PH_3)을 발생한다.
· 밀폐용기에 넣어 환기가 잘되는 찬 곳에 저장한다.

10) 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물(carbide) – 300 ㎏

– 칼슘 또는 알루미늄이 탄소와 화합한 물질로 보통 **카바이드**라고 불린다.
– 탄화칼슘(CaC_2)과 탄화알루미늄(Al_4C_3)이 대표적이다.
– **물**과 반응하여 **아세틸렌(C_2H_2)**, **메탄(CH_4)** 등 가연성가스를 발생한다.
– 질소와 같은 불활성가스를 채워 저장하고 물기와 접촉을 절대 방지해야 한다.
– 화재 시 주수소화 및 포말약제는 수분이 있어 절대 엄금
– 마른모래, 탄산가스, 소화분말로 질식소화한다.

– 이온성 탄화물이며 순수한 시료는 투명한 고체이다.

① **탄화칼슘**(calcium carbide, CaC_2, 칼슘카바이드, 탄화석회)

- 순수한 것은 무색투명하나 대부분 **흑회색**의 불규칙한 **덩어리**(시판품)이다.
- 아세틸렌 제조, 석회질소제조, 야금, 용접용단봉, 유기합성, 탈수제 등에 사용된다.
- 녹는점 2,370 ℃ 비중 2.2, 카바이드 자체는 불연성이다.
- 물 또는 습한 공기와 만나면 반응하여 아세틸렌을 발생한다.

- 건조한 공기 중에서는 안정하지만 **350** ℃ 이상으로 가열하면 산화한다.

$$2CaC_2 + 5O_2 \longrightarrow 2CaO + 4CO_2\uparrow$$

- N_2 중에서 약 700 ℃ 이상으로 가열하면 석회질소(칼슘시안아미드)가 얻어진다.

$$CaC_2 + N_2 \longrightarrow CaCN_2 + C$$

- **물**과 심하게 반응하여 수산화칼슘(소석회)과 **아세틸렌**가스를 발생한다.

$$\mathbf{CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow}$$

- 일반적으로 불순물(황, 인, 질소 등)을 함유하고 있어 아세틸렌을 제조하면 악취가 난다.

② **탄화알루미늄**(aluminium carbide, Al_4C_3, 알루미늄카바이드)

- 순수한 것은 백색이지만 통상은 불순물 때문에 **황색**의 결정을 이룬다.
- 촉매, 메탄가스의 발생, 금속산화물의 환원, 질화알루미늄의 제조 등에 사용된다.
- 녹는점 2,200 ℃, 분해온도 1,400 ℃, 비중 2.36, 승화점 1,800 ℃
- 상온의 공기 중에서는 안정하지만 공기 중 가열하면 표면에 Al_2O_3막을 만들어 반응이 지속되지 않는다.
- 상온에서 **물**과 반응하여 **메탄**가스를 만든다.

$$\mathbf{Al_4C_3 + 12H_2O \longrightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4\uparrow}$$

- 강산화제, 강산류와 반응하면 격렬하게 발열하며 메탄가스를 발생한다.

$$\mathbf{Al_4C_3 + 2HCl \longrightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4\uparrow}$$

11) 염소화규소화합물 – 300 kg

– 염소(Cl)와 규소(Si) 화합물의 총칭, silicon chloride, Si_nCl_{2n+2}

- 수소화규소(silane, 실레인, 실란, Si_nH_{2n+2})의 염소치환법과 규소의 염소화에 의해 생성된다.
- 모두 쉽게 가수분해한다.
- 암모니아, 알코올, 페놀, 유기금속화합물 등과 반응한다.
- 유기규소화합물이나 규소산에스터의 제조원료로서 중요하다.

· 트라이클로로실레인($SiHCl_3$): 무색투명한 인화성 부식성 액체, 인화점 −28 ℃, 녹는점 −127 ℃, 끓는점 31.8 ℃, 비중 1.34, 자연발화온도 93~104 ℃

· 사염화규소($SiCl_4$): 발연성 액체, 녹는점 -70 ℃, 끓는점 57.6 ℃, 비중 1.4

제4절 제4류 위험물(인화성액체)

1. 인화성액체란

인화성액체란 액체로서 인화의 위험성이 있는 것을 말한다. 인화의 위험성이란 액체가 온도 상승에 의해 증기가 발생하게 되고 점화를 시키면 증기가 점화원에 의해 순간 연소하는 현상을 말하는 것으로 인화의 위험성을 판단하기 위한 시험방법으로는 태그밀폐식, 신속평형법, 펜스키마텐스 밀폐식, 클리브랜드개방식 등이 있다.

2. 인화성액체의 종류 및 지정수량

품 명		지정수량	설 명
1. 특수인화물		50 ℓ	• **이황화탄소, 디에틸에테르**(다이에틸에터) • 1기압에서 발화점이 100 ℃ 이하인 것 • 1기압에서 인화점이 -20 ℃ 이하이고 끓는점이 40 ℃ 이하인 것
2. 제1석유류	비수용성	200 ℓ	• **아세톤, 휘발유** • 1기압에서 인화점이 21 ℃ 미만인 것
	수용성	400 ℓ	
3. 알코올류		400 ℓ	• 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 **1~3**개까지인 포화1가 알코올 • 변성알코올
4. 제2석유류	비수용성	1,000 ℓ	• **등유, 경유** • 1기압에서 인화점이 **21 ℃** 이상 70 ℃ 미만인 것
	수용성	2,000 ℓ	
5. 제3석유류	비수용성	2,000 ℓ	• **중유, 클레오소트유** • 1기압에서 인화점이 **70 ℃** 이상 200 ℃ 미만인 것
	수용성	4,000 ℓ	
6. 제4석유류		6,000 ℓ	• **기어유**, 실린더유 • 1기압에서 인화점이 **200 ℃** 이상 250 ℃ 미만인 것
7. 동식물유류		10,000 ℓ	• 동물의 지육 등 또는 식물의 종자나 과육으로부터 추출한 것으로서 1기압에서 인화점이 **250 ℃** 미만인 것

3. 일반성질

가. 물보다 가볍고 물에 녹지 않는 것이 많다.
나. 대부분 유기 화합물이다.
다. 발생증기는 가연성이며 대부분의 증기비중은 공기보다 무겁다.
라. 발생증기는 연소하한이 낮아(1~2 vol%) 매우 인화하기 쉽다.
마. 인화점, 발화점이 낮은 것은 위험성이 높다.
바. 전기의 불량도체로서 정전기의 축적이 용이하고 이것이 점화원이 되는 때가 많다.
사. 유동하는 액체화재는 연소 확대의 위험이 있고 소화가 곤란하다.
아. 대량으로 연소 시엔 다량의 복사열, 대류열로 인하여 열전달이 이루어져 화재가 확대된다.
자. 비교적 발화점이 낮고 폭발위험성이 공존한다.

4. 저장 및 취급방법

가. 화기 또는 가열을 피하며, 고온체와의 접근을 방지하여야 한다.
나. 낮은 온도를 유지하고 찬 곳에 저장한다.
다. 직사광선을 차단하고 통풍과 발생증기의 배출에 노력한다.
라. 용기, 탱크, 취급시설 등에서 누출을 방지하여야 한다.
마. 정전기의 발생·축적·스파크 발생을 억제하여야 한다.(접지한다)
사. 인화점이 낮은 석유류에는 불연성가스를 봉입하여 혼합기체의 형성을 억제하여야 한다.

5. 화재잰압대책

가. 수용성과 비수용성, 물보다 무거운 것과 물보다 가벼운 것으로 구분하여 진압에 용이한 방법과 연계하는 것이 좋다.
나. 초기화재 – CO_2, 포, 물분무, 분말, 할론
다. 소규모화재 – CO_2, 포, 물분무, 분말, 할론
라. 대규모화재 – 포에 의한 질식소화
마. 수용성 석유류의 화재 – 알코올형포, 다량의 물로 희석소화
사. 물보다 무거운 석유류의 화재 – 석유류의 유동을 일으키지 않고 물로 피복하여 질식소화 가능, 직접적인 물에 의한 냉각소화는 적당하지 않다.
아. 대량화재의 경우는 방사열 때문에 접근이 곤란하므로 충분한 안전거리를 확보한다.
자. 대형 tank의 화재 시는 boil over, slope over등 유류화재의 이상현상에 대비하여 신중한 작전이 요구된다.

6. 제4류 위험물 각론

제4류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 특수인화물 – 50 ℓ

– 이황화탄소, 다이에틸에터(다이에틸에테르, 디에틸에테르)

- 1기압에서 **발화점이** 100 ℃ **이하**인 액체
- **인화점이** -20 ℃ **이하**이고 **끓는점이** 40 ℃ **이하**인 액체
- 발화점, 인화점, 끓는점이 매우 낮아서 휘발(기화)하기 쉽다.
- 유증기는 가연성 가스와 마찬가지로 연소·폭발하기 쉽고 유독하다.
- 기화하기 쉬우므로 피부와 접촉하면 동상의 우려가 있다.

① **이황화탄소**(carbon disulfide, CS_2)

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-30	**100**	**46.5**	-111.6	1.26	2.6	1.2~44

- 순수한 것은 무색투명하나 통상 불순물(황) 때문에 황색을 띠고 불쾌한 냄새가 난다.
- 비스코스레이온(인조섬유), 고무용제, 셀로판, 살충제, 도자기 등에 사용된다.
- 물에 불용이나 에탄올, 벤젠, 에테르에 잘 녹는다.
- 유지, 수지, 생고무, 유황, 황린을 잘 녹인다.
- 발화점이 매우 낮기 때문에 고온체, 난방기구 등에 의해 쉽게 발화한다.
- 점화(100℃)하면 청색을 내며 연소하면서 유독성의 이산화황을 발생한다.

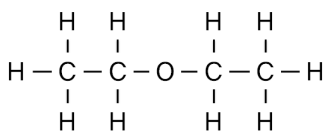
$$CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2\uparrow + 2SO_2\uparrow$$

- 강산화제, 강산화성 가스, 강산류와 접촉에 의해 혼촉발화 또는 폭발위험이 있다.
- 알칼리금속과 접촉하면 발화 또는 폭발의 위험이 있다.
- **증기는 매우 유독**하여 신경계통에 장해를 준다. 전형적인 직업병을 초래한다.
- 자신도 유독하지만 고온의 물(150 ℃ 이상)과 반응하면 황화수소를 발생한다.

$$CS_2 + 2H_2O \longrightarrow CO_2 + 2H_2S$$

- 물에 녹지 않고 물보다 무거우므로 **물(수조, 물탱크) 속에 저장한다.**

② **다이에틸에터**(diethyl ether, DEE, $C_2H_5OC_2H_5$, 디에틸에테르, 에테르)

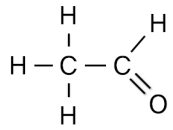


※ 에터(ether, 에테르)의 일반식: R−O−R' (R, R': 알킬기)

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−45	**160**	**34.6**	−116.3	0.7	2.6	1.9~48

- 무색투명한 유동성의 액체로서 휘발성이 매우 높고 **마취성**을 가진다.
- 용제, 추출제, 향료, 화약, 분석시약, 마취제 등에 사용된다.
- 물에 잘 녹지 않지만 유지 등을 잘 녹이는 용제이다.
- 증기누출이 용이하며 증기압이 높아 용기가 가열되면 파손·변형·폭발하기 쉽다.
- **공기 중** 장시간 방치하면 산화되어 폭발성의 불안정한 **과산화물**을 생성한다.
- 건조·여과·이송 중에 **정전기**의 발생·축적이 용이하며, 이것이 점화원이 될 수 있다. ⇒ 운전속도를 낮춘다.
- 강산화제 및 강산류와 접촉 시 발열 발화한다.
- 사용할 때 가급적 소량씩, 그리고 1개월 내 사용하고 폐기 조치한다.
- 직사일광에 의해 분해하여 과산화물을 생성하므로 용기는 **갈색 병**을 사용하고 밀전(마개를 꼭 막아)하여 냉암소에 저장한다.
- 팽창계수가 크므로 운반용기의 **공간용적**을 **2 %** 이상 여유 공간을 둔다.

③ **아세트알데하이드**(acetaldehyde, ethyl aldehyde, ethanal, CH_3CHO, 아세트알데히드, 에틸알데히드, 초산알데히드, 에탄알)



※ 알데하이드의 일반식: R−CHO

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−37.8	**170**	**21**	−121	0.78	1.5	4.1~57

- **무색투명**한 액체로 과일 같은 **자극성 냄새**가 나며 휘발성이 강하다.
- 용제, 유기약품합성, 어류의 방부제, 플라스틱 및 합성고무의 원료, 초산제조의 원료로 사용된다.
- **물**, 에탄올, 에테르에 잘 녹고, 고무를 녹인다.

- 반응성이 풍부하여 산화되기 쉽다.

$$CH_3CHO + 1/2O_2 \longrightarrow CH_3COOH$$

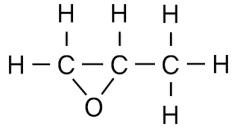
- 끓는점, 인화점, 발화점이 매우 낮고 연소범위가 넓어 인화위험이 매우 높다.

$$2CH_3CHO + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 4H_2O + 2\times 281.9.kcal$$

- **약간의 압력**으로 **과산화물**을 생성한다.
- **마그네슘**(Mg)·**구리**(Cu)·**수은**(Hg)·**은**(Ag)과 반응하여 **폭발성 물질**(아세틸라이트)을 생성한다.

  ⇒ 구리·은·수은·마그네슘 및 이들의 합금으로 된 용기는 사용금지
- 용기 내부에는 **불연성 가스(N_2)**를 **봉입**시키고, **보냉장치** 등을 이용하여 저장온도를 끓는점이하로 유지시켜야 한다.
- 쉽게 산화하므로 강한 환원성을 가지며, **은거울반응**과 **펠링반응**을 한다.(알데하이드 검출반응)
- 체내에서는 술의 주성분인 에탄올의 대사과정(산화반응)에서 형성되며, 숙취의 원인이 된다.

④ **산화프로필렌**(propylene oxide, CH_3CHOCH_2, C_3H_6O, 프로필렌옥사이드)



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-37	**465**	**35**	-112	0.82	2	2.5~38.5

- **무색의 휘발성 액체**로서 에테르와 같은 냄새가 난다.
- 의약중간제품, 용제, 화장품, 부동액, 합성고무 등에 사용된다.
- 물, 알코올, 에테르, 벤젠 등에 녹는다.
- 끓는점, 인화점이 낮아 인화의 위험이 높고, 수용액 상태에서도 인화위험이 있다.
- 반응성이 풍부하여 **Cu**, **Mg**, **Ag**, **Hg** 및 그 합금 또는 **강산**, **알칼리**, $FeCl_2$와 접촉 시 폭발성 혼합물(**아세틸라이트**)을 생성한다.

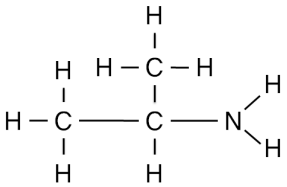
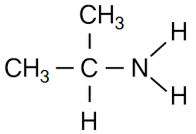
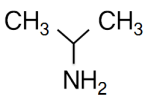
· 저장탱크와 용기 내에 **불연성가스(N_2)**의 **봉입**과 **보냉장치**를 설치하여 가연성증기 발생을 억제하여야 한다.

⑤ 아이소프렌(isoprene, methyl(2-)-1,3-butadiene, $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$, 이소프렌, **2-메틸-1,3-부타디엔**, 펜탄디엔)

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-54	**220**	**34**	-146	0.68	2.4	2~9

· 무색의 묽은 용액으로 휘발성이 강하며, 순한 맛이 있다.
· 합성수지, **합성고무**에 사용된다.
· 물에 녹지 않으며, 중합하기 쉽다.
· **직사광선**, 화기, 고온, 산화성물질과 과산화물에 의해 폭발적으로 중합한다.
· 유체마찰에 의해 정전기를 발생한다.

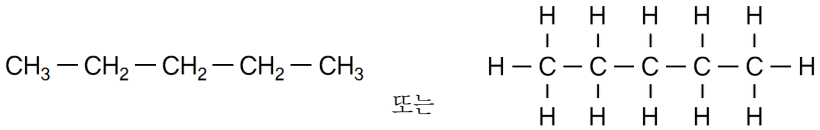
⑥ 아이소프로필아민(isopropylamine, 2-aminopropane, 2-propanamine, monoisopropylamine, $(CH_3)_2CHNH_2$, 이소프로필아민)


또는

또는


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-28	**402**	**34**	-101	0.69	2.04	2~10.4

· 무색투명한 액체로 강한 암모니아 냄새가 난다.
· 염료중간체, 농약, 계면활성제 등으로 사용된다.
· 물, 에틸알코올, 에테르에 잘 녹는다.
· 작은 점화원에 의해서도 발화하며 밀폐된 용기가 가열되면 심하게 파열한다.
· 연소 시 유독성의 질소산화물을 포함한 연소생성물을 발생한다.
· 유동에 의해 정전기의 발생을 초래한다.

⑦ 펜테인(n-pentane, $CH_3(CH_2)_3CH_3$, 노말펜테인, 노말펜탄, 펜탄)

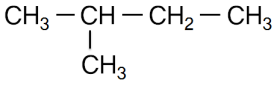


또는

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-57	**260**	**36**	-130	0.63	2.5	1.5~7.8

- 분석시약으로 쓰이는 휘발성이 매우 강한 무색투명한 액체이다.
- 제품은 불순물이 적어 화학원료로서 최적이다.
- 물에 녹지 않지만 알코올·에테르에 녹는다.
- 끓는점과 인화점이 매우 낮아 인화위험이 높고 증기발생·체류 시에는 적은 점화원에 의해서 폭발한다.

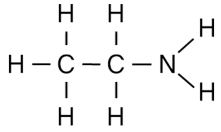
⑧ 아이소펜테인(isopentane, 2-methylbutane, ethyldimethylmethane, 1,1,2-trymethylethane, $CH_3CH_2CH(CH_3)_2$, 이소펜탄, 2-메틸부탄)



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-51	**420**	**29**	-159.9	0.62	2.5	1.4~8.3

- 노말펜테인의 이성질체로서 성질과 위험성은 노말펜테인과 매우 유사하다.
- 펜테인의 이성질체는 3가지로 노말펜테인, 아이소펜테인, 네오펜테인이 있다.

⑨ 에틸아민[ethylamine, ethyamineaminoethane, 1-aminoethane, $C_2H_5NH_2$]



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-37	**383**	**16.6**	-81	0.68	1.55	3.5~14

- 순수한 것은 암모니아 냄새가 나는 무색의 기체이지만, 물과 혼합하여 시판된다. 시판품은 70 % 수용액으로 비중은 0.78~0.81(20 ℃), 인화점은 -24.3 ℃, 끓는점은 38 ℃이다.
- 의약품, 염료중간체, 고무약품, 농약(제초제), 도료 등으로 사용된다.
- 물, 알코올, 에테르에 잘 녹는다.
- 수용액에 수산화나트륨을 녹이면 기름 모양의 물질로 분리된다.
- 암모니아보다 강한 알칼리성 물질로 위험성을 가진다.

※ 이와 비슷한 메틸아민(methylamine, 아미노메탄)은 인화점 -30 ℃, 끓는점 -6.3 ℃, 증기비중 1.08(20 ℃), 발화점 430 ℃의 무색의 가스로 비위험물(고압가스)로 분류하고 있다.

⑩ 황화다이메틸[dimethylsulfide, methyl monosulfide, $(CH_3)_2S$, 황화디메틸]

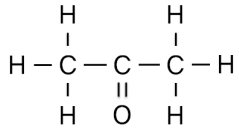
인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-36	**206**	**38**	-98	0.84	2.1	2.2~19.7

- 무색의 무우 썩는 냄새가 나는 휘발성·가연성의 액체이다.
- 증기는 공기보다 무거워서 낮은 곳에 체류하며, 점화원에 의해 일시적으로 번지며 연소한다.
- 유기합성, 도시가스의 부취제 등으로 사용된다.
- 물에 잘 녹지 않는다.

2) 제1석유류 - 200 ℓ (수용성 400 ℓ)

- **아세톤**, **휘발유**
- 1기압에서 **인화점이** 21 ℃ **미만**인 것

① **아세톤**(acetone, dimethyl ketone, CH_3COCH_3, 다이메틸케톤)
→ 400 ℓ **(수용성)**



※ 케톤의 일반식: R−CO−R'

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−18.5	**560**	**56**	−94	0.79	2	2.6~12.8

- 무색의 독특한 냄새(과일냄새)를 내며 휘발성이 강한 액체이다.
- 가장 간단한 형태의 케톤으로 용도가 많은 중요한 용매로 광범위하게 사용된다.
- 용제, 화장품, 무연화약, 도료, 락카, 접착제, 윤활유, 왁스 등에 사용된다.
- 물, 알코올, 에테르, 휘발유, 클로로포름, 유기용제 등에 잘 녹는다.
- 수지, 유지, 섬유소를 용해시키며 보관 중 황색으로 변한다.
- 강산화제와 혼합하면 발화의 위험이 있다.
- 증기는 매우 **유독**하며, 많이 흡입하면 두통과 구토를 일으킨다.
- **일광**에 의해 분해하여 **과산화물**을 생성하므로 **갈색병**을 사용할 것
- 피부에 닿으면 탈지작용(피하지방층을 녹여 피부표면에 하얀 분비물 생성)이 있다.
- 아이오도폼반응(iodoform reaction, 요오드폼반응, 요오드포름반응)을 한다.
- 아세틸렌을 녹이므로 아세틸렌 저장에 이용된다.
- 10 % 수용액 상태에서도 인화의 위험이 있다.

② **휘발유**(미국 gasoline(gas), 영국 petroleum(petrol)) → 200 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−43~−20	**300**	**30~200**	−	0.6~0.8	3~4	1.4~7.6

- 휘발유의 다른 명칭: 가솔린, 리그로인, 솔벤트나프타, 널리벤젠, 미네날스피릿, 석유에테르, 석유벤젠
- 분자식: 대략 C_5H_{12} ~ C_9H_{20}
- 원유에서 끓는점에 의한 분류(분별증류)를 하여 얻어지는 유분 중에서 가장 낮은 온도에서 분출되는 것으로 대략적으로 **탄소수**가 **5개**에서 **9개**까지의 포화 및 불포화 탄화수소의 혼합물로 한 종류의 휘발유에 포함되어 있는 탄화수소

수는 수십 종류에서 수백 종류나 된다. 석유 제품 중 가장 널리 알려져 있다.
⇒ 원유의 성질·상태·처리방법에 따라 탄화수소의 혼합비율이 다르다.
⇒ 끓는점 범위 30~200 ℃정도의 휘발성이 있는 액체상태 석유 유분의 총칭

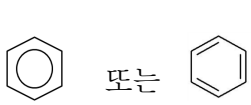
- 내연기관의 연료, 석유화학원료, 용제(溶劑) 등으로 쓰이는 중요한 석유제품이다.
- 무색투명한 휘발성의 액체이나 첨가물이 포함되어 청색 또는 오렌지색이다.
  - ※ 가솔린의 첨가물(앤티노킹제)
    - ◇ 유연가솔린: 4에틸납[$(C_2H_5)_4Pb$]
    - ◇ 무연가솔린: **MTBE**(메틸터셔리뷰틸에터), 메탄올, 에탄올 등
  - ※ 가솔린의 용도별 착색
    - ◇ 자동차용 휘발유: 오렌지색(유연휘발유), 연한 노란색(무연휘발유)
    - ◇ 항공기용 휘발유: 청색 또는 붉은 오렌지색으로 착색
    - ◇ 공업용 휘발유(유지 추출용, 드라이크리닝용 등): 무색
- 물에는 녹지 않지만 유기용제에 잘 녹고 유지 등을 잘 녹인다.
- 전기의 불량도체로서 **정전기**를 발생·축적할 위험이 있고, 점화원이 될 수 있다.
- 연소 시 불순물에 의해 SO_2, NO_2 가 발생하므로 유독하다.
- 폭발성의 측정치: 옥탄값(옥탄가)
- 가솔린의 제조방법: **직류법**, 분해증류법(**크래킹**), 접촉개질법(**리포밍**)

③ 원유(crude oil, petroleum, C_nH_m, 原油, 석유) → 200 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
20 이하	**400 이상**	**-1~565**	-30~30	1 이하	1 이상	0.6~15

- 갈색에서 검정색까지 불투명한 색상을 가진 점성을 띤 인화성 액체이다.
- 땅속 깊은 곳에서 채굴한 정제되지 않은 천연 그대로의 탄화수소 혼합물이며, 황화합물, 질소산화물, 금속염류 등 불순물이 혼합되어 있다.

④ **벤젠**(benzene, benzole, C_6H_6, 벤졸) → 200 ℓ

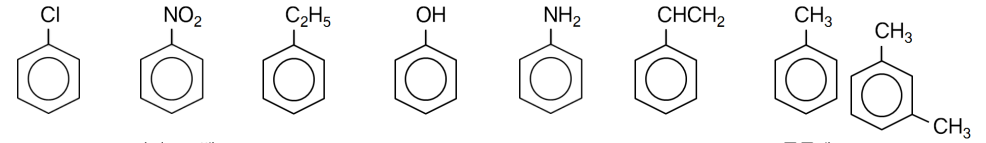


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-11	**562**	**80**	5.5	0.87	2.8	1.4~7.1

- **무색투명한 액체**로 독특한 냄새(**방향성**)가 나는 휘발성 액체이다.
- 용제, 도료, 합성수지, 계면활성제, 각종 석유화학공업의 원료로 사용된다.
- 방향족 탄화수소 중 가장 간단한 구조를 가진다.
- 증기는 **마취성·독성**이 있으며, 탄소가 많아 연소 시 심한 **흑연**을 발생한다.

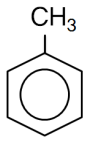
$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O$$

- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르, 아세톤, 유기용제에 잘 녹는다.
- 유지, 수지, 유기 화합물을 잘 녹인다.
- 휘발하기 쉽고 인화점이 낮아서 정전기 스파크와 같은 아주 작은 점화원에 의해서도 인화한다.
- 순수한 벤젠은 녹는점이 5.5 ℃이기 때문에 겨울철에 응고하지만 인화점이 낮아서 응고상태에서도 인화위험이 있다.(**고체상태에서도 가연성 증기를 발생**)
- 삼산화크롬(CrO_3)과 접촉 시 발화한다.
- 주로 원유를 정제한 나프타를 백금 촉매로 리포밍(reforming, 개질)하여 제조되지만 코크스를 생산하는 과정에서 부산물로 얻어지기도 한다.
- 공명구조를 이루고 있어 화학적으로 매우 안정하며, 공명구조가 파괴되는 첨가반응보다 공명구조가 유지되는 치환반응을 한다.
- 벤젠의 반응으로 다양한 벤젠유도체가 생성되며 구조가 간단한 대표적인 것들은 다음과 같다.



클로로벤젠 (제2석유류) | 나이트로벤젠 (제3석유류) | 에틸벤젠 (제1석유류) | 페놀 (비위험물) | 아닐린 (제3석유류) | 스타이렌 (제2석유류) | 톨루엔 (제 1 석 유 류) | m-자일렌 (제2석유류)

⑤ **톨루엔**(toluene, $C_6H_5CH_3$, 메틸벤젠, 톨루올) → 200 ℓ

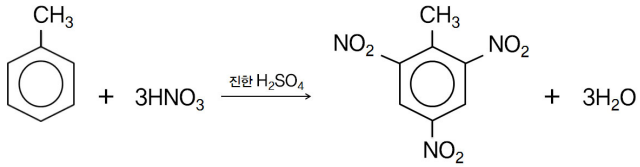


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
4.5	**480**	**110.6**	−93	0.86	3.14	1.27~7

- 무색액체로서 독특한 냄새가 나는 휘발성 액체이다.
- 락카, 고무풀, 수지, 페인트, 에나멜 등의 용제, 화약, 유기합성, 도료, 염료 등에 쓰인다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르, 벤젠, 유기용제에 녹고 유지, 고무 등을 녹인다.
- **벤젠의 H원자 1개가 메틸기(−CH_3)로 치환된 화합물**로서 벤젠의 알킬화 반응에 의해 얻어진다.

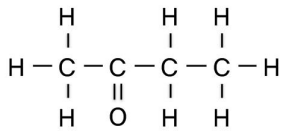
[Friedel−Crafts reaction]

- BTX는 벤젠(benzene), 톨루엔(toluene), 자일렌(xylene)의 머리글자를 합하여 부르는 약칭이다.
- 진한 질산과 진한 황산의 혼합액으로 나이트로화시키면 TNT(trinitrotoluene)가 만들어진다.



- 그 밖의 위험성은 벤젠과 유사하다.(독성은 벤젠의 약 1/10정도)

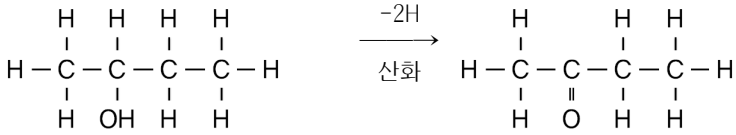
⑥ **메틸에틸케톤**(methyl ethyl ketone, butanone, **MEK**, $CH_3COC_2H_5$) → **200 ℓ**



※ 케톤의 일반식: R−CO−R'

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−7	**404**	**80**	−80	0.8	2.5	1.8~10

- 휘발성이 강한 무색액체로서 달콤한 냄새 또는 아세톤과 같은 냄새가 있다.
- 용제, 도료, 락카, 유기합성, 화약 등으로 사용된다.
- 물, 알코올, 에테르, 벤젠, 유기용제에 잘 녹는다.
  ※ 물에 잘 녹지만 「위험물안전관리에 관한 세부기준」 제13조제2항의 수용성 판정기준에 따라 **비수용성 위험물로 분류**된다.
- 탈지작용이 있어 피부에 닿으면 화상을 입는다.
- 2차 알코올인 아이소뷰틸알코올이 산화되면 메틸에틸케톤이 된다.

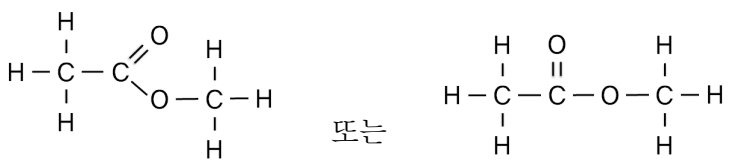


- 연소하면 이산화탄소와 물이 생성된다.

$$2CH_3COC_2H_5 + 11O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 8H_2O$$

- 증기를 대량 마시면 마취성과 구토를 일으킨다.
- **갈색병**에 저장하며 통풍이 잘되는 냉암소에 저장한다.(직사일광에 의해 분해)
- 그 밖의 위험성은 아세톤과 유사하다.

⑦ **초산메틸**(methyl acetate, CH_3COOCH_3, **아세트산메틸**, 메틸아세테이트, 메틸아세트산) → **200 ℓ**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-10	**502**	**58**	-98	0.93	2.55	3.1~16

- 무색액체로 휘발성, 마취성이 있다. 상쾌한 냄새가 난다.
- 나이트로셀룰로오스 용제, 향료, 페인트, 유지 추출제, 시너 등으로 쓰인다.
- 물에 잘 녹으며 수지, 유지를 잘 녹인다. 피부에 닿으면 탈지작용이 있다.
- 가장 간단한 구조의 초산에스터(아세트산의 에스터)이며 초산에스터 중 수용성이 가장 크다.

※ 물에 잘 녹지만 「위험물안전관리에 관한 세부기준」 제13조제2항의 수용성 판정기준에 따라 **비수용성 위험물로 분류**된다.

※ 초산에는 아세트산(CH_3COOH)을 나타내는 초산(醋酸)과 질산(HNO_3, 窒酸)의 일본식 명칭인 초산(硝酸)이 있으므로 반드시 구분하여야 한다.

⑧ **초산에틸**(ethyl acetate, $CH_3COOC_2H_5$, **아세트산에틸**, 에틸아세테이트, 에틸아세트산) → 200 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-3	**426**	**77.5**	-84	0.9	3.04	2.2~11.4

- 무색투명한 과일냄새가 나는 휘발성 액체이다.
- 용제, 추출제, 래커, 향료(파인애플향), 유기합성원료 등으로 쓰인다.
- 물에 약간 녹고 알코올, 에테르, 아세톤, 유기 용제에 녹는다.
- 유지, 수지, 섬유소를 잘 녹인다.

⑨ 초산아이소프로필(isopropyl acetate, $CH_3COOCH(CH_3)_2$, 아이소프로필아세테이트, 초산이소프로필) → 200 ℓ

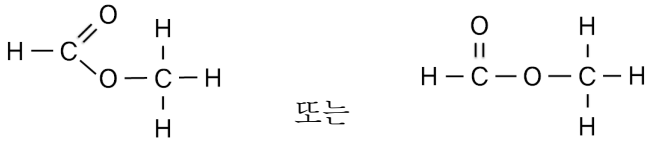
인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
4	**479**	**89**	-73	0.87	3.52	1.8~8

- 용제, 화장품, 잉크 등에 사용되는 무색투명한 휘발성 액체이다.
- 물에 약간 녹고 각종 플라스틱에도 침투하는 성질을 가진다.
- 그 밖의 위험성, 저장·취급·소화방법은 초산메틸(CH_3COOCH_3)에 준한다.

※ 그 밖에 초산에스터(아세트산의 에스터)에 속하는 초산뷰틸($CH_3COOC_4H_9$)과 초산아밀($CH_3COOC_5H_{11}$)은 인화점이 22~36 ℃ 정도이므로 지정수량 1,000 ℓ인 제2석유류(비수용성)로 분류된다.

※ **아세트산**(CH_3COOH, acetic acid, 초산, 빙초산)은 인화점이 40 ℃이며 수용성이므로 지정수량 2,000 ℓ인 **제2석유류(수용성)**에 해당한다.

⑩ **폼산메틸**(methyl formate, $HCOOCH_3$, 포름산메틸, 개미산메틸, 의산메틸, 폼산메틸에스터, 의산메틸에스터, 의산메틸에스테르) → **400 ℓ (수용성)**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−19	**450**	**34**	−100	0.97	2.1	5.9~20

- 휘발성 액체로 알코올 냄새(럼주향)가 난다.
- 물, 에터, 에스터에 잘 녹는다.
- 의산에스터(H−COO−R) 중 수용성이 가장 크다.
- 쉽게 가수분해하여 의산과 유독성의 메탄올이 된다.

$$HCOOCH_3 + H_2O \longrightarrow HCOOH + CH_3OH$$

- 소화방법은 가솔린에 준하나 수용성이므로 포는 내알코올포를 사용한다.

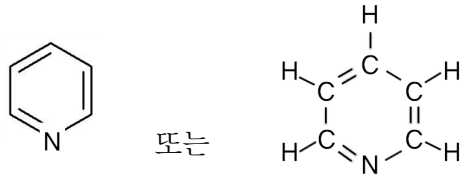
⑪ **폼산에틸**(ethyl formate, $HCOOC_2H_5$, 포름산에틸, 개미산에틸, 의산에틸, 폼산에틸에스터, 의산에틸에스터, 의산에틸에스테르) → 200 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
−19	**455**	**54**	−80	0.92	2.55	2.7~13.5

- 달콤한 과일향기를 가진 휘발성 액체이다. 증기는 마취성이 없다.
- 과일향료, 용제, 살충제, 합성수지, 아세톤 대용, 훈증제 등으로 사용된다.
- 물에 약간 녹고 알코올, 에테르, 벤젠, 유기용제에 녹는다.
- 물 또는 습기에 의해 가수분해 된다.

※ **폼산**(HCOOH, formic acid, 포름산)은 인화점이 55 ℃이며 수용성이므로 지정수량 2,000 ℓ인 **제2석유류(수용성)**에 해당한다.

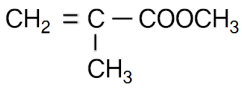
⑫ **피리딘**(pyridine, C_5H_5N, 아딘) → **400 ℓ (수용성)**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
16	**482**	**115**	−42	0.98	2.73	1.8~12.4

- 순수한 것은 무색이지만 보통 불순물 때문에 황색 또는 갈색을 띠는 심한 **악취**가 나는 인화성 액체이다.
- 살충제, 알코올 변성제, 유기합성원료, 의약, 용제 등으로 사용된다.
- 약알칼리성을 나타내고 **독성**이 강하며 **흡습성**이 있다.
- 물에 잘 녹으며 유기용매와도 잘 혼합한다.
- 수용액 상태에서도 인화의 위험이 있다.

⑬ 메틸메타크릴레이트(methyl methacrylate, MMA, $CH_2=CCH_3COOCH_3$) → 200 ℓ



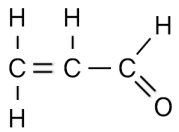
인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
9	**435**	**100**	−48	0.94	3.5	2.1~12.5

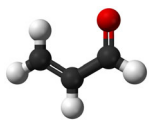
- 자극적인 냄새가 나는 무색투명한 휘발성 액체이다.
- MMA수지, 광고간판, 도료, 접착제, 건축자재 등에 쓰인다.
- 중합성, 전기전열성, 내약품성, 가공성이 뛰어나다.
- 중합물(PMMA: polymethylmethacrylate)은 유리모양으로서 단단하며 기

후변화에 강하여 건축자재로 많이 쓰인다.

- 물에 녹지 않는다.

⑭ 아크롤레인(acrolein, propenal, 2-propenal, acrylaldehyde, CH_2=CHCHO, 아크릴알데하이드, 아크릴알데히드, 프로펜알) → 200 ℓ





인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-29	**220**	**53**	-87	0.83	1.94	2.8~31

- 무색액체로 자극적인 냄새가 난다.
- 증기는 독성이 있어 호흡기를 자극한다.
- 지방이 탈 때(튀김요리 시) 발생하는 성분(냄새)으로 발암성 물질이다.
- 담배연기 속에 폐암을 일으키는 주된 물질이기도 하다.
- 의약, 글리세린제조, 아미노산제조, 용제, 추출제 등으로 사용된다.
- 물, 에테르, 알코올에 녹는다.

※ 물에 잘 녹지만 「위험물안전관리에 관한 세부기준」 제13조제2항의 수용성 판정기준에 따라 **비수용성 위험물로 분류**된다.

- 매우 반응성이 풍부하고 중합하기 쉽다. 수지와 같은 고체가 된다.
- 공기에 의해 쉽게 산화되어 아크릴산이 된다.

$$2CH_2=CHCHO + O_2 \longrightarrow 2CH_2=CHCOOH$$

⑮ **사이안화수소**(hydrogen cyanide, HCN, 청화수소, 시안화수소) → **400 ℓ** **(수용성)**

$$H-C\equiv N$$

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-17	**538**	**26**	-14	0.69	**0.94**	6~41

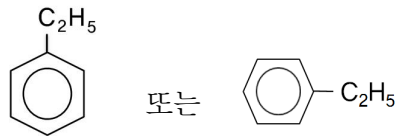
- 쓴맛을 내며, 무색의 자극성 아몬드 냄새가 나는 맹독성·휘발성 액체이다.
- 염료, 농약, 의약, 향료, 전기도금, KCN제조 등에 사용된다.
- 연소 시 푸른 불꽃을 내며 장기간 저장 시 **암갈색의 폭발성 물질**로 변한다.
- 철분 또는 황산(H_2SO_4) 등의 무기산을 안정제로 넣는다.
- 수용액에서는 사이안화이온(CN^-)을 내놓으며 부분적으로 이온화되어 약한 산성을 나타내는데 사이안화수소산(시안화수소산, hydrocyanic acid) 또는 청산(靑酸, 일본식 명칭)이라 한다.
- 색깔이 암갈색으로 변하였거나 사용 후 3개월 경과 시 폐기시킨다.
- 제4류 위험물 중 드물게 증기가 공기보다 가볍다.
- 금속을 부식시키며, 물과 접촉하면 발열한다.

⑯ **사이클로헥세인**(cyclohexane, C_6H_{12}, 시클로헥산, 사이클로헥산) → 200 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-18	**260**	**80**	6.5	0.77	2.9	1.3~8.4

- 무색투명한 액체로서 자극성이 있으며 석유와 같은 냄새가 난다.
- 연료, 유기용제, 페인트, 나일론 원료 등으로 사용된다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르에 녹는다.
- 화학적으로는 안정한 물질이다.
- 산화제, 가연성 물질과 혼합하면 발열 발화할 수 있다.

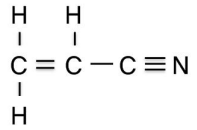
⑰ 에틸벤젠(ethylbenzene, $C_6H_5C_2H_5$) → 200 ℓ

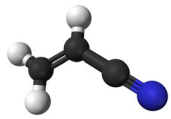


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
15	**432**	**137**	-95	0.86	3.7	1.2~6.8

- 무색투명한 방향성의 인화성 액체이다.
- 스티렌($C_6H_5CH=CH_2$) 제조, 용제, 희석제, 유기합성에 사용된다.
- 물에 약간 녹고 알코올, 벤젠, 에테르, 사염화탄소(CCl_4)에 잘 녹는다.
- 증기는 공기보다 무겁고 혼합기체를 쉽게 만들며 점화원에 의해 폭발한다.

⑱ 아크릴로나이트릴(acrylonitrile, AN, $CH_2=CHCN$, 아크릴로니트릴) → 200 ℓ

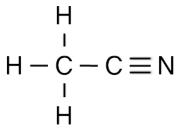


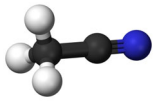


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-5	**481**	**78**	-83	0.8	1.83	3.1~17

- 단맛이 있으며 자극적인 악취가 나는 무색 액체로 유독성 물질이다.
- 아크릴수지, NBR(부나-N 고무), ABS수지, AS수지, 도료 등에 사용된다.
- 물에는 조금 녹으며, 에틸알코올, 벤젠, 에테르, 아세톤 등에 잘 녹는다.
- 반응성이 풍부하여 실온에서 매우 용이하게 중합한다.
- 빛에 노출되면 중합폭발의 위험성이 있다.

⑲ 아세토나이트릴(acetonitrile, CH_3CN, 아세토니트릴, 사이안화메틸, 사이안화메테인) → **400 ℓ (수용성)**

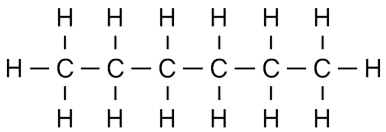




인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
20	**524**	**82**	-46	0.78	1.42	3~16

- 무색의 액체로 향내가 나는 유독성 물질이다.
- 향료, 비타민 B_1제조, 합성섬유, 유기합성 원료 등으로 사용된다.
- 물, 알코올, 에테르, 벤젠, 폼산 등에 녹는다.

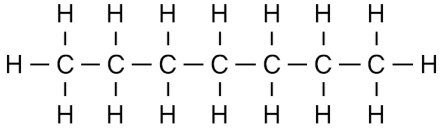
⑳ 노말헥세인(hexane, n-hexane, C_6H_{14}, $CH_3(CH_2)_4CH_3$, 헥세인, 헥산) → 200 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-20	**234**	**69**	-95	0.65	3	1~8.1

- 무색투명한 인화성 액체이다.
- 유기화학, 추출 용제, 접착제, 도료 등에 사용된다.
- 물에 녹지 않으며, 에틸알코올, 에테르 등에 녹는다.
- 비극성 유기용매로 휘발유, 등유에 많이 포함되어 있다.

㉑ **노말헵테인**(heptane, n-heptane, C_7H_{16}, $CH_3(CH_2)_5CH_3$, 헵테인, 헵탄) → 200 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
-4	**233**	**98**	-91	0.68	3.5	1~7

- 무색투명한 인화성 액체이다.
- 시너, 접착제, 분석용 시약 등에 사용된다.
- 가솔린 기관의 옥테인값(옥탄가)을 측정하는 표준물질로 쓰인다.
- 물에 녹지 않으며, 에틸알코올, 에테르 등에 녹는다.

㉒ 콜로디온(collodion, 피록시린(pyroxylin) + 에탄올 + 에터)

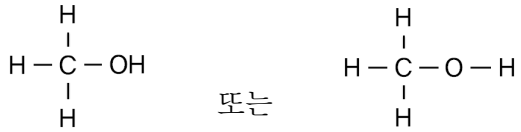
- 개별 화학물질이 아니며, 질소의 양, 용해량, 용제, 혼합율에 따라 다소 성질이 달라진다.

- 다른 물질의 표면에 도포하면 용제가 증발되어 물에 녹지 않는 가연성의 도막을 형성한다.
- 무색 또는 미황색의 끈기 있는 액체로 인화점은 에테르와 에탄올의 함량에 따라 차이가 있다. 에틸에테르와 에탄올의 비율이 3:1 인 경우 물성이 −18 ℃ 이하 비점 35 ℃로서 종전까지는 특수인화물로 분류하였으나, 최근에 에틸에테르와 에탄올이 여러 가지 비율(3:1, 2.5:1, 1:1, 1:3 등)로 혼합되어 다양한 물성을 지닌 콜로디온이 상품화됨에 따라 특수인화물 또는 제1석유류로 분류하여 관리하고 있다.
- **필름**제조나 도료, 접착제의 원료로서 엷게 늘려서 용제가 휘발하면 필름이 된다.
- 용제가 증발하면 피록시린만 남아 인화하기 쉽고 탈 때는 제5류 위험물과 같이 폭발적인 연소를 한다.
- 'solution of nitrated cellulosein ether−alcohol'이라고도 한다.
- 화재 시 직접 주수하는 것은 효과가 없다. 물분무로 용기의 외벽을 냉각시키는데 주력한다. 대규모 화재인 경우 다량의 내알코올포로 질식소화한다.

3) 알코올류(alcohols) − 400 ℓ

- **1분자를 구성하는 탄소원자수가 1~3개의 포화 1가 알코올(변성알코올포함)로서 알코올의 함유량이 60 wt% 이상인 것**
- 알킬기(C_nH_{2n+1}−)에 하이드록시기(−OH)가 붙어 있는 형태(R−OH)이다.
- 1분자 내 C원자수가 4개 이상이거나 알코올의 함유량이 60 wt% 미만이면 인화점에 따라 석유류로 분류한다.
- **포화**알코올이란 C와 C의 결합이 −C−C−C− 와 같은 **단일 결합**을 이루고 있는 것을 말한다. 불포화 결합 즉, −C=C−, −C≡C− 같은 결합을 한 것은 인화점에 따라 석유류로 구분한다.
- **1가** 알코올이란 **하이드록시기(-OH)가 1개**인 것을 말하며, 2개 이상인 2가[$(OH)_2$], 3가[$(OH)_3$] 알코올은 인화점에 따라 석유류로 분류한다.
- **가연성 액체**량이 **60 wt%** 미만이고 인화점 및 연소점(태그개방식 인화점측정기에 의한 연소점)이 **에틸알코올 60 wt% 수용액**의 인화점(약 **22** ℃) 및 연소점(약 **32** ℃)을 초과하는 것은 알코올류에서 제외한다.

① **메탄올**(methanol, methyl alcohol, wood alcohol, wood naphtha, wood spirit, CH_3OH, MeOH, 메틸알코올, 목정)



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
11	**464**	**65**	−98	0.79	1.1	7.3~36

- 무색투명한 액체로서 휘발성이 강하다.
- 용제, 바니스, 접착제, 잉크부동액, 연료, 폼알데하이드(HCHO) 원료로 쓰인다.
- 알코올류 중에서 물에 가장 잘 녹으며, 유지, 수지 등을 잘 녹인다.
- **독성**이 매우 강하여 눈에 들어가거나 7~10 ㎖를 먹으면 실명하고, 30~100 ㎖ 먹으면 사망한다. 피부에 접촉하면 염증을 일으킨다. 증기는 환각성이 있다.
- 증기밀도가 공기와 비슷하므로 넓게 확산하면 폭발성 혼합가스를 만들기 쉽다.
- 탄소함량이 적어 연소 시 완전 연소하며 불꽃과 연기가 거의 없어 밝은 곳에서 연소할 때는 발견하기 힘들다.

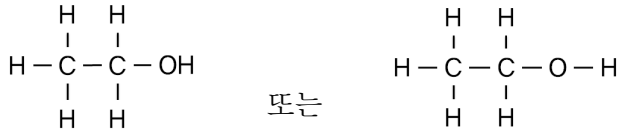
$$2CH_3OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O$$

- K, Na 등 알칼리금속과 반응하여 수소기체(H_2)를 발생한다.

$$2CH_3OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3ONa + 3H_2\uparrow$$

- 수용액 상태에서도 인화 또는 폭발의 위험이 있으며, 수용액의 농도가 높아질수록 인화점이 낮아지므로 연소위험이 커진다.
- 화재 시에는 질식소화하며, 포말소화기를 사용할 때 화학포 및 기계포는 소포(거품이 터짐)되므로 특수포인 알코올형 포를 사용한다.
- 메틸알코올이 산화되면 최종적으로 의산(폼산, 개미산, HCOOH)이 된다.

② **에탄올**(ethanol, ethyl alcohol, pure alcohol, grain alcohol, drinking alcohol, C_2H_5OH, CH_3CH_2OH, C_2H_6O, 에틸알코올, 주정)



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
13	**363**	**80**	−144	0.79	1.59	4.3~19

- 무색투명한 액체로 술 냄새가 나며 휘발성이 있다.
- 용제, 래커, 의약, 음료, 화장품, 소독, 유기합성원료 등으로 사용된다.
- 술의 성분으로 막걸리나 맥주에는 약 5 %, 소주에는 약 20 %가 포함되어 있다.
- 「주세법」에 의한 주류는 알코올함량이 1vol% 이상인 것을 말한다.
- 에탄올은 인류가 만들고 정제한 최초의 유기 화합물 중 하나로, 곡물과 설탕을 발효시켜 9천년 동안 생산해 왔다고 한다.
- 물에 잘 녹으며 증기는 공기보다 무겁다. 독성은 없으나 **마취성**이 있다.
- 연소하면 완전 연소하므로 밝은 곳에서 연소할 때는 불꽃을 발견하기 힘들다.

$$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

- 에틸알코올이 산화되면서 최종적으로 초산(아세트산)이 된다.

$$\underset{\text{에탄올}}{C_2H_5OH} \xrightarrow[-2H]{\text{가열된 CuO}} \underset{\text{아세트알데하이드}}{CH_3CHO} + \underset{\text{물}}{H_2O} \xrightarrow[+[O]]{\text{Pt 촉매}} \underset{\text{초산(아세트산)}}{CH_3COOH} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

- 칼륨(K), 나트륨(Na)과 반응하여 가연성의 수소가스를 발생한다.

$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2\uparrow$$

- 진한황산과 혼합하여 140 ℃로 가열하면 **다이에틸에터**가 유출되며 160 ℃로 가열하면 **에틸렌**가스가 생성된다.
- 140 ℃에서 진한황산과의 반응식

$$\underset{\text{에탄올}}{2C_2H_5OH} \xrightarrow[\text{탈수축}]{} \underset{\textbf{다이에틸에터}}{\mathbf{C_2H_5OC_2H_5}} + \underset{\text{물}}{H_2O}$$

- 160 ℃에서 진한황산과의 반응식

$$C_2H_5OH \xrightarrow[160℃]{C\text{-}H_2SO_4} \mathbf{C_2H_4} + H_2O$$

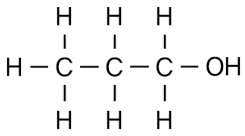
에탄올 — **에틸렌** — 물

- 화재 시엔 내알코올포를 사용한다.
- 농도가 높아질수록 인화점이 낮아져서 인화위험이 높다. 수용액 농도가 60 % 미만에서도 인화하므로 주의가 필요하다.
- 아이오도폼반응(**요오드포름 반응**)으로 황색침전이 생긴다. → 에틸알코올 검출

③ 프로필알코올(propanol, C_3H_7OH, 프로판올)

- 프로필알코올은 노말, 아이소 2가지의 이성질체가 있다.

○ 프로필알코올(n-propylalcohol, n-propanol, 1-propanol, C_3H_7OH, 정-프로필알코올, 정프로판올, 1-프로판올, 노말프로판올)

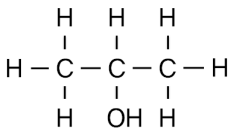


〔 1차 알코올 〕

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
15	**371**	**97**	-127	0.8	2.1	2.1~13.5

- 용제로 사용되는 무색의 액체로서 물, 유기용제에 잘 녹는다.
- 빛을 발산하면서 연소한다.

○ 아이소프로판올(isopropylalcohol, isopropanol, 2-propanol, CH_3CHCH_3OH, 아이소프로필알코올, 이소프로필알코올, 2-프로판올)



〔 2차 알코올 〕

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
12	**460**	**83**	−89.5	0.78	2.07	2~12

- 무색 액체로 알코올냄새가 나며 물, 에테르, 아세톤, 유기용제에 녹으며 유지, 수지 등 많은 유기 화합물을 녹인다.
- 용제, 추출제, 래커, 부동액, 소독제, 향료, 아세톤제조 등에 사용된다.
- 에틸알코올보다 독성은 강하지만 중독 위험성은 약하다.

④ 변성알코올

공업용으로 이용되는 알코올로 주성분은 **에틸알코올**이며 여기에 변성제로 메탄올(CH_3OH, 약 10 %정도), 벤젠(C_6H_6), 가솔린, 피리딘(C_5H_5N), 석유 등 유독물질을 소량 첨가하여 음료용으로 사용하지 못하게 한 것을 말한다.

4) 제2석유류 − 1,000 ℓ (수용성 2,000 ℓ)

− **등유, 경유**

− 1기압에서 **인화점이 21 ℃ 이상 70 ℃ 미만**인 것

− 도료류 그 밖의 물품에 있어서 **가연성 액체량 40 wt% 이하**이면서 **인화점이 40 ℃ 이상**인 동시에 **연소점 60 ℃ 이상**인 것은 제2석유류에서 제외한다.

① **등유**(燈油, kerosene) → 1,000 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
38~60	**210**	**150~300**	−46	0.8~0.85	4~5	1.1~6

- 원유의 상압증류 시 휘발유와 경유 사이에서 유출(유출온도 150~300 ℃)되는 탄소수 C_9~C_{18} 정도의 포화, 불포화탄화수소의 혼합물
- 등유(燈油)는 석유가 주로 등화용으로 사용하던 시대의 명칭으로 석유를 대표하기도 하였다. 영국에서는 'paraffin' 또는 'paraffin oil' [20]이라고 한다.

20) paraffin oil: 제4류 제4석유류에 속하는 '미네랄 오일'을 이야기하기도 한다.

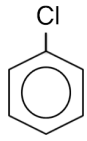
- 연료유(석유난로, 중앙난방 등), 용제유(희석제, 도료용 용제, 살충제, 세척제 등), **제트연료용** 등으로 쓰인다.
- 분자식: 대략 $C_{10}H_{22}$~$C_{16}H_{34}$
- 정제한 것은 무색투명하나 오래두면 연한 담황색을 띤다.
- 물에 불용이며 여러 가지 유기용제와 잘 섞이고 유지, 수지 등을 잘 녹인다.
- 분무상으로 분출되거나 다공성 가연물에 스며들어가면 인화위험이 높다.

② **경유**(經由, diesel oil, light oil, gas oil, 디젤유) → 1,000 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
50~70	**257**	**150~350**	−6	0.85~0.88	4~5	1.1~6

- 원유의 상압증류 시 등유보다 조금 높은 온도에서 유출되는 탄소수 C_{15}~ C_{20} 정도의 포화, 불포화탄화수소의 혼합물로 등유와 비슷한 성질을 지닌다.
- 담황색과 담갈색의 액체로서 디젤기관연료, 보일러연료 사용된다.
- 분자식: 대략 $C_{15}H_{32}$~$C_{20}H_{42}$
- 폭발력의 기준: 세테인값(세테인가, 세탄값, 세탄가)
- 불완전연소 시 자극성 또는 독성물질이 발생한다.
- 물에 불용이며 여러 가지 유기용제에 잘 녹는다.
- 그 밖의 특성은 등유와 유사하다.

③ 클로로벤젠(benzene chloride, chlorobenzene, C_6H_5Cl, 클로로벤졸, 염화페닐, 클로로벤졸, 크로벤, 모노클로로벤젠) → 1,000 ℓ

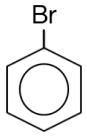


인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
27	**637**	**132**	−45	1.1	3.9	1.3~7.1

- 무색 액체로 약한 아몬드 냄새가 난다.
- 페놀과 아닐린의 제조, 용제, 페인트, 래커, 농약, 유기합성의 원료로 쓰인다.

- 물에 녹지 않지만 많은 유기용제에 녹으며 유지, 고무, 수지를 녹인다.
- 마취성이 있으며 DDT[21]의 원료로 사용된다.

④ 브로모벤젠(bromobenzene, C_6H_5Br, 브롬화페닐) → 1,000 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
51	**566**	**155**	−31	1.49	5.4	1.6~

- 무색 또는 담황색의 투명한 인화성 액체이다.
- 난연제, 의약·농약·향료의 중간체, 염료, 모터유 첨가제 등으로 사용된다.
- 물에 녹지 않으며, 벤젠, 알코올, 에테르에는 잘 녹는다.
- 연소 시 유독성의 일산화탄소, 이산화탄소, 브로민화수소를 발생한다.

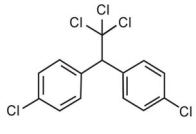
⑤ **자일렌**(xylene, dimethylbenzene, xylols, $C_6H_4(CH_3)_2$, 크실렌, 다이메틸벤젠, 디메틸벤젠, 크시롤) → 1,000 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
25	**464**	**140**	−	0.86	3.7	1~7

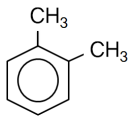
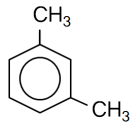
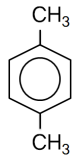
- 나프타의 접촉개질반응으로 제조하거나 콜타르를 분류할 때 얻을 수 있는 무색의 방향성 액체로 세 종류의 이성질체가 있다.
- 무색투명하며 단맛과 마취성이 있으며 톨루엔과 성질이 비슷하다.
- 기초화학공업의 원료, 농약, 가솔린 연료, 합성수지, 접착제, 래커, 페인트, 에나멜 알키드수지 등의 **용제**로 쓰인다.

---

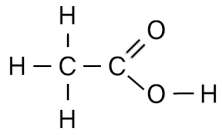
21) DDT: 40년대 이후 사용되었던 농약의 한 종류.
(ClC6H4)2CH(CCl3), 다이클로로 다이페닐 트라이클로로에테인.
1939년 스위스의 '파울 헤르만 뮐러'에 의해 살충효과가 확인된 유기합성물.
1948년 뮐러는 강력한 해충구제효과로 노벨 생리의학상을 받았으나,
60년대에 DDT가 인체의 암 유발, 만성중독 등을 일으킨다는 사실이 확인,
결국 미국에서는 1972년, 우리나라는 1979년에 사용이 금지되었다.

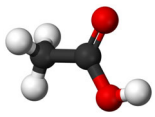


- 옥테인값이 높아 휘발유에 배합하여 연료로 사용한다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르, 유기용제에 녹으며 유지, 수지 등을 녹인다.
- 3종의 이성질체 *o*-자일렌, *m*-자일렌, *p*-자일렌이 존재하며, 인화점은 25 ℃로 비슷하나 녹는점이 다르다.

구 분	ortho-Xylene (*o*-xylene, 오쏘-자일렌) 1,2-Dimethylbenzene (1,2-다이메틸벤젠)	meta-Xylene (*m*-xylene, 메타-자일렌) 1,3-Dimethylbenzene (1,3-다이메틸벤젠)	para-Xylene (*p*-xylene, 파라-자일렌) 1,4-Dimethylbenzene (1,4-다이메틸벤젠)
구조식			
비 중	0.88	0.86	0.86
인화점(℃)	25	25	25
끓는점(℃)	144	138	138
녹는점(℃)	−25	−48	13
CAS번호	95-47-6	108-38-3	106-42-3
위험물구분	제2석유류(비수용성)	제2석유류(비수용성)	제2석유류(비수용성)

⑥ **초산**(醋酸, acetic acid, glacial acetic acid, CH_3COOH, CH_3CO_2H, 아세트산, 빙초산, 에탄산) → **2,000 ℓ (수용성)**





인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
40	**463**	**118**	16.2	1.05	2.1	4~19.9

- 무색액체로서 강한 자극성이 있으며 악취와 신맛이 난다.
- 초산(醋酸)이라고도 하며, 초산(硝酸)은 질산(HNO_3)의 일본식 이름이다.
- 용제, 초산에스터제조, 무수초산, 의약품, 합성고무, 사진, 분석시약, 식초, 염색, 소독제 등에 사용된다.

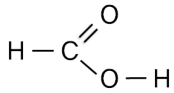
- **3~5 % 수용액**을 **식초**라 하며, 대표적인 카복시산 중 하나이다.
- **녹는점이 16.2** ℃로 겨울에는 얼음과 같은 상태로 존재하므로 별명을 **빙초산**이라 한다.

  ⇒ 이때도 증기를 발생하므로 인화의 위험이 있다.
- 공업용 빙초산은 중금속을 처리하지 않은 초산으로 식용에 부적합한 초산이다.
- 부식성이 있어 피부에 접촉하면 화상을 입고 물, 에탄올, 에테르에 녹는다.
- 살균력이 있다.
- **질산**(NH_3), **과산화나트륨**(Na_2O_2)과 반응하여 **폭발**을 일으킨다.
- 무수초산 [$(CH_3CO)_2O$]은 초산에서 물이 빠진 상태를 말하며, 초산과 물리적 성질이 다르나 인화점은 49 ℃, 발화점은 332 ℃로 제2석유류에 속한다.
- 수용액 농도 90 % 이하에선 잘 연소하지 않지만 점화하면 청색불꽃을 내면서 연소한다.

$$CH_3COOH + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2\uparrow + 2H_2O\uparrow$$

- 연소 시 자극성 증기를 발생한다.

⑦ **폼산**(formic acid, methanoic acid, hydrogen carboxylic acid, HCOOH, CH_2O_2, 개미산, 의산, 포름산, 메탄산) → **2,000 ℓ (수용성)**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
55	**540**	**100.8**	8.5	1.22	1.6	18~57

- 무색투명한 액체로 코를 찌르는 것 같은 **자극성 냄새**가 있고 신맛이 있다.
- 개미나 벌 등의 체내에 있는 지방산의 한 종류로 1670년 피셔가 개미를 증류하여 처음으로 얻어 개미산으로도 알려져 있다.
- 용제, 합성원료, 염색, 피혁다듬질에 쓰인다.
- 초산보다 강산성이며 강한 신맛이 있고 피부에 닿으면 수포가 생긴다.
- 물, 알코올, 에테르에 잘 녹으며 물보다 무겁다.
- 고농도의 것은 점화하면 푸른 불꽃을 내면서 연소한다.

· 촉매에 의해 분해하여 **수소**를 발생한다.

$$HCOOH \xrightarrow{Pt} \mathbf{H_2}\uparrow + CO_2\uparrow$$

· 진한 황산에 의해 탈수되며 이 때 맹독성의 **CO**를 발생한다.

(**진한 황산과 접촉방지**)

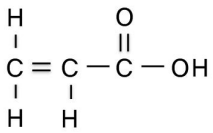
$$HCOOH \xrightarrow{C\text{-}H_2SO_4} H_2O\uparrow + \mathbf{CO}\uparrow$$

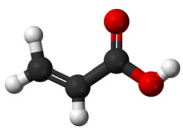
· 증기는 공기와 혼합하면 점화원에 의해 쉽게 인화한다.

· 칼륨, 나트륨 등 알칼리금속과 반응하여 수소를 발생한다.

⑧ 아크릴산(acrylic acid, acroleic acid, 2-propenoic acid, vinylformic acid, CH_2=CHCOOH, 2-프로펜산, 아크롤레익산, 바이닐폼산) → **2,000 ℓ**

(수용성)





인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
46	**396**	**139**	12	1.1	2.5	2~17

· 무색의 초산과 비슷한 자극성 냄새를 가진 액체이다.

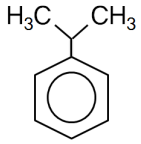
· 래커, 니스, 잉크 등의 증점제, 섬유 재질제, 응집제, 고분자합성 등에 사용된다.

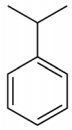
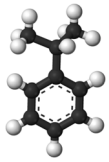
· 녹는점(응고점)이 12 ℃로 겨울에는 응고한다.

· 독성이 강하고 부식성과 환경유해성이 있다.

· 물, 에틸알코올, 에테르 등에 잘 녹는다.

⑨ 큐멘(cumene, (1-methylethyl)benzene, isopropylbenzene, 2-phenylpropane, prop-2-ylbenzene, i-propylbenzene, cumol, $C_6H_5CH(CH_3)_2$) → 1,000 ℓ



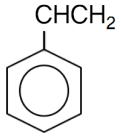



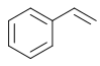
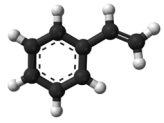
인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
31	**425**	**153**	−96	0.86	4.15	0.9~6.5

- 무색 투명한 방향성을 가진 인화성 액체이다.
- 아세톤·페놀·과산화물 원료, 산화촉진제, 항공용 가솔린 옥테인가 향상제, 페놀수지, 용매 등에 사용된다.
- 물에는 녹지 않으며, 알코올, 사염화탄소, 에테르, 벤젠에 녹는다.
- 공기 중에 노출되면 산화되어 유기과산화물(큐멘하이드로퍼옥사이드)을 생성하고 다시 분해하여 아세톤과 페놀을 생성한다.

$$C_6H_5CH(CH_3)_2 + O_2 \rightarrow C_6H_5C(CH_3)_2OOH \rightarrow CH_3COCH_3 + C_6H_5OH$$

⑩ **스타이렌**(styrene, phenyl ethene, vinyl benzene, phenyl ethylene, styrol, cinnamene, styrolene, styropol, **$C_6H_5CH=CH_2$**, 스티렌, 스티렌 모노머, 비닐벤젠, 페닐에틸렌, 스티롤, 스티로렌, 신나맨) → 1,000 ℓ



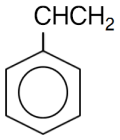



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
32	**480**	**146**	−31	0.9	3.6	1.1~7

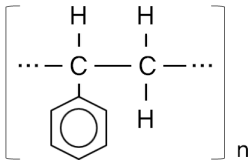
- 무색투명한 액체로서 독특한 냄새가 난다.
- 고분자중합제품, 합성고무, 도료, 유화제, 포장재 등에 사용된다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르, 아세톤, CS_2(이황화탄소), 초산 등에 녹는다.
- **가열**, **햇빛**, **유기과산화물**에 의해 쉽게 **중합반응**하여 점도가 높아져서 **수지**상(무색의 플라스틱과 같은 형상)으로 변한다.
- 실온에서 대기 중에 노출되면 서서히 중합이 일어나므로 시판품은 중합금지

제가 포함되어 있다.

- 실온에서 인화가 쉽고, 화재 시에는 방향족화합물 특유의 그을음을 내며 연소하며 폭발성의 유기과산화물을 발생한다.
- 유독성 물질이며 마취성이 있다.
- 스타이렌의 중합체는 **폴리스타이렌**(polystyrene)이다.

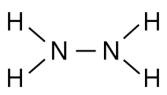


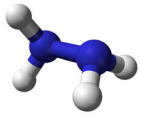
스타이렌



폴리스타이렌

⑪ **하이드라진**(hydrazine, hydrazine anhydrous, diazane, diamine, diamide, hydrazine base, N_2H_4, 히드라진, 다이아제인) → **2,000 ℓ (수용성)**





인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
38	**270**	**113**	2	1	1.1	2.9~100

- 물과 비슷한 온도범위에서 액체로 존재하며 외관도 물과 같이 무색투명하다.
- 암모니아 냄새가 나며, 알칼리성으로 부식성이 큰 맹독성 물질이다.
- 로켓·항공기 연료(무수 하이드라진), 중합촉매, 플라스틱 발포제, 합성수지, 합성섬유, 의약품, 농약, **에어백용 기폭제**, 부식 방지제 등으로 사용된다.
- 하이드라진 수화물은 무색의 발연성 액체이다.
- 강한 환원성 물질로 열, 화염, 스파크 기타 점화원과 접촉하면 급격히 폭발한다.
- 물, 알코올, 암모니아, 아민 등의 극성 용매에 잘 녹는다.
- 공기 중에서 가열하면 약 180 ℃에서 분해하여 암모니아, 질소, 수소가스를 발생한다.

$$2N_2H_4 \longrightarrow 2NH_3\uparrow + N_2\uparrow + H_2\uparrow$$

- 산소가 존재하지 않아도 분해되어 폭발할 수 있다.

- 황산, 질산 등 강산과 나트륨, 칼륨, 철, 구리 등 금속과 접하면 발화폭발한다.
- 금속산화물, 다공성 물질과 격력하게 반응하여 불꽃을 발하며 발화한다.
- 고농도의 과산화수소와 혼촉하면 격렬하게 발열반응하며 폭발적으로 연소한다.

$$N_2H_4 + 2H_2O_2 \longrightarrow N_2\uparrow + 4H_2O\uparrow$$

- 하이드라진의 증기가 공기와 혼합하면 폭발적으로 연소한다.

$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2\uparrow + H_2O\uparrow$$

- 흡습성이 있고, 대기중으로부터 이산화탄소 및 산소를 흡수한다.
- 일본에서는 수화물 80 %(제3석유류) 이하로 시판된다.

5) 제3석유류 - 2,000 ℓ (수용성 4,000 ℓ)

- **중유**, **클레오소트유**
- 1기압에서 **인화점이** 70 ℃ **이상** 200 ℃ **미만**인 것
- 도료류 그 밖의 물품에 있어서는 가연성 액체량이 40 wt% 이하인 것은 제3석유류에서 제외한다.

① **중유**(heavy oil, bunker oil, fuel oil) → 2,000 ℓ

- 갈색 또는 암갈색 액체로 원유 중 300 ℃ 이상에서 분리되는 유분이다.
- 인화점(60~150 ℃)이 높아서 가열하지 않으면 위험하지 않으나 일단 연소하면 소화가 곤란하다.
- 연료(보일러, 화력발전용), 목재방식, 인쇄잉크재료 등으로 사용된다.
- Tank화재 시 Boil Over, Slop Over를 일으킨다.
- 분해중유는 천, 포 등 가연물에 스며들어 방치하면 자연발화의 위험이 있다.

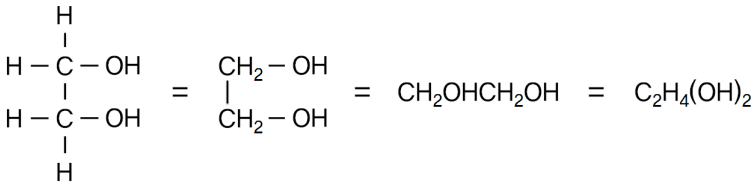
② **크레오소트유**(creosote oil, 타르유, 액체피치유) → 2,000 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
74	**336**	**194~400**	20	1.05	1 이상	-

- 황색 또는 암록색의 기름모양의 액체로 독특한 냄새가 나며 **유독**(살균성)하다.
- 석탄 건류 시 코크스가 제조되며, 부산물로 타르가 생성되어 이 타르의 약 7 %정도가 중유이며, 여기에 크레오소트유가 주로 함유되어 있다.

- **나프탈렌**(⬡⬡), **안트라센**(⬡⬡⬡)이 주성분으로 목재방부제, 살충제, 카본블랙 등에 사용된다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 에테르, 벤젠, 톨루엔에 잘 녹는다.
- 타르산을 많이 함유하고 있어 타르유라고도 하며, 금속에 대해 부식성이 있어 **내산성 용기**에 수납하여야 한다.

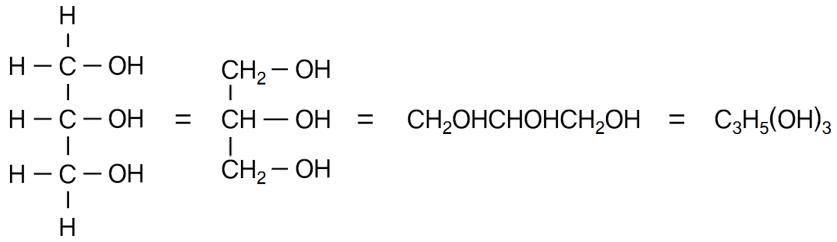
③ **에틸렌글라이콜**(ethylene glycol, ethane−1,2−diol, 1,2−ethanediol, glycol, ethylene alcohol, $C_2H_4(OH)_2$, 에틸렌글리콜, 글리콜) → **4,000 ℓ (수용성)**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
120	**398**	**198**	−13	1.11	2.14	3.2~15.3

- 무색의 끈끈한 액체로서 단맛이 나며 흡습성이 있다.
- 가장 간단한 2가 알코올[−OH(하이드록시기)가 2개인 알코올]이며 **독성**이 있다.
- **부동액(자동차용)**, 글리세린의 대용, 내한 윤활유, 의약품 등으로 사용된다.
- 물, 에틸알코올, 아세톤, 글리세린에 잘 녹고, CCl_4(사염화탄소), **CS_2**(이황화탄소), 클로로폼에는 녹지 않으며 가열되면 인화위험이 높다.

④ **글리세린**(glycerine, glycerin, glycerol, $C_3H_5(OH)_3$, 글리세롤) → **4,000 ℓ (수용성)**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
160	**370**	**182**	18	1.26	3.1	2.6~11.3

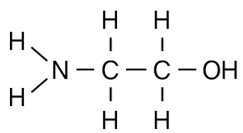
- 무색의 끈기 있는 액체로 단맛이 나며 흡습성이 있다.
- **보습제**(화장품, 담배), 부동액, 화약, 향료, 제약, 제과, 비누 등에 사용된다.
- 흡습성이 매우 강하며, 황화수소(H_2S), 사이안화수소(HCN), SO_2도 흡수한다.
- 가장 간단한 3가 알코올로서 물보다 무겁고 독성은 없다.
- 물, 알코올에 녹고, 에테르, 벤젠에 녹지 않는다.
- 가열하면 비점 부근에서 분해하여 인화 위험이 있다.

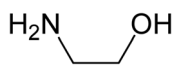
⑤ **포르말린**(formalin, 폼알데하이드 수용액, 포름알데히드 수용액, formaldehyde solution) → **4,000 ℓ (수용성)**

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
102	**-**	**100**	-	1.09	-	-

- 포름알데하이드(HCHO) 42 %, 메틸알코올 1 %, 물 57 %
- 자극성 냄새를 갖는 무색 가연성 물질로 표본의 방부제, 소독제, 살균제, 방부제, 접착제 등에 이용되며 인체에 대한 독성(발암성 포함)이 매우 강하다.
- 물 60 wt% 이상 함유 시 비위험물이며, 유독물 및 사고대비물질에 속한다.
- 포르말린은 보통 폼알데하이드를 37 %(±0.5%) 함유한 수용액의 상품명이다.
- 시판품은 중합을 방지하기 위해 메탄올을 5~13 %첨가하기도 한다.
- 장기간 보존하면 혼탁해진다.

⑥ 에탄올아민(ethanolamine, ETA, 2-aminoethanol, 2-hydroxyethyl amine, monoethanolamine, MEA, $NH_2CH_2CH_2OH$) → **4,000 ℓ (수용성)**

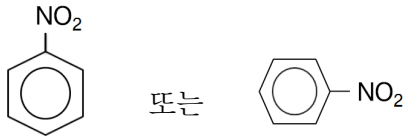




인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
85	**410**	**170**	10	1.01	2.1	5.5~17

- 무색투명한 액체이지만 차가운 상태에서는 백색의 결정성 고체이다.
- 약간의 암모니아 냄새가 있다.
- 합성세제, 유화제, 화장품, 구두약, 광택제, 왁스, 농약, 용제 등에 사용된다.
- 흡습성이 있으며 물, 알코올에 쉽게 용해된다.
- 각종 산과 반응하여 에스터, 아미드, 염을 생성한다.

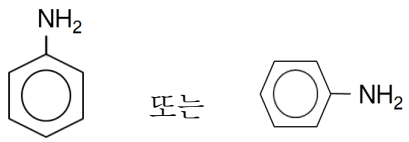
⑦ **나이트로벤젠**(nitrobenzene, $C_6H_5NO_2$, 니트로벤젠, 니트로벤졸) → 2,000 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
88	**482**	**211**	5	1.2	4.25	1.8~

- 무색 또는 갈색의 투명한 맹독성 액체로 독특한(암모니아) 냄새가 난다.
- 염료·향료의 중간체, 독가스, 산화제, 용제(질산섬유소), 먼지방지제로 사용된다.
- 벤젠의 수소 1개가 나이트로기(NO_2)로 치환된 것이며, 나이트로기가 2개 이상 결합한 것은 자기연소를 하는 제5류 위험물인 '니트로화합물'이 된다.
- **단독으로 자기연소성·폭발성은 없지만 가열하면 인화**되어 유독가스를 발생한다.
- 물에 녹지 않지만, 에틸알코올, 에테르, 벤젠에 녹으며 증기는 **유독**하다.
- 많은 유기 화합물이나 무기 화합물과 반응하여 폭발성 물질을 생성한다.
- 칼륨 또는 나트륨 합금에 의해 충격에 민감한 화합물을 형성한다.

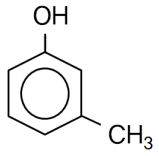
⑧ **아닐린**(aniline, anilin(독일어), aminobenzene, aniline oil, $C_6H_5NH_2$, 아미노벤젠, 페닐아민) → 2,000 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
70	**615**	**184**	−6	1.02	3.2	1.3~11

- 암황색 또는 갈색의 액체로서 독특한 냄새가 난다.
- 의약, 염료, 향료, 석유정제, 화약, 페인트, 방향족화합물 합성원료 등으로 쓰인다. 최근에는 폴리우레탄 수지의 출발 원료로 대량으로 사용되고 있다.
- 벤젠과 함께 유기화학 및 화학공업에서 가장 중요한 화합물이다.
- 최초의 합성염료 재료로서 인디고(indigo, 천연염료 중에서 가장 많이 사용된 청색염료인 쪽의 색소, 청바지의 색)를 대체하였다.
- 질소를 가지므로 방향족탄화수소가 아니다.
- 물에는 매우 적게 녹고(약 3 %), 알코올, 에테르, 벤젠, 아세톤, 유기용제에 녹는다.
- **독성**이 강하며 **직사일광**, **공기**에 의해 **적갈색**으로 변한다.
- **알칼리금속 및 알칼리토금속**와 반응하여 **수소**를 발생한다.
- 상온에서 인화위험은 적으나 가열하면 위험성이 증가한다.
- 강산화제와 혼합 시 발화, 폭발하며 진한 황산과 격렬하게 반응한다.

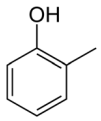
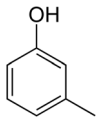
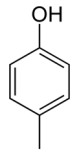
⑨ m−크레솔(*m*−cresol, *m*−Cresylic acid, 3−methylphenol, *m*−크레졸, 메타크레졸) → 2,000 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
86	**558**	**203**	8	1.03	3.7	1.1~6.7

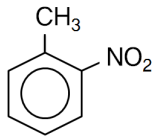
- 페놀과 같은 악취가 나며, 순수한 것은 무색 액체이나 시판품은 황색이다.
- 합성수지, 소독제, 약품원료로 사용된다.
- 인화성보다 오히려 부식성(피부나 눈에 묻으면 심한 화상)에 주의하여야 한다.
- 물에는 잘 녹지 않고, 알코올, 에테르, 클로로폼에 녹는다.
- 크레솔은 3가지 이성질체가 있으며, *m*−크레솔은 위험물에 해당하지만 *o*−크

레솔과 *p*-크레솔은 비위험물이다.

구 분	*o*-Cresol (오쏘-크레솔) 2-Methylphenol	*m*-Cresol (메타-크레솔) 3-Methylphenol	*p*-Cresol (파라-크레솔) 4-Methylphenol
구조식			
인화점(℃)	81	86	85
끓는점(℃)	191	203	202
녹는점(℃)	30	8	35
CAS번호	95-48-7	108-39-4	106-44-5
위험물구분	특수가연물(소방기본법)	제3석유류(비수용성)	특수가연물(소방기본법)

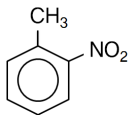
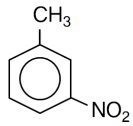
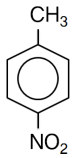
※ ortho-Cresol과 para-cresol은 인화점이 제3석유류의 인화점 범위에 위치하지만, 상온(20 ℃)에서 고체 상태이므로 위험물에 해당하지 않는다.

⑩ 나이트로톨루엔(2-nitrotoluene, 2-methyl nitrobenzene, *o*-nitrotoluene, $C_7H_7NO_2$, $NO_2(C_6H_4)CH_3$, 니트로톨루엔) → 2,000 ℓ



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
106	**305**	**222**	-10	1.16	4.72	2.2~

- 염료, 유기합성 등에 사용되는 냄새가 있는 노란색의 맹독성 액체이다.
- 물에 녹지 않으며, 알코올, 에테르, 벤젠에 녹는다.
- 나이트로톨루엔은 3가지 이성질체가 있으며, *o*-나이트로톨루엔과 *m*-나이트로톨루엔은 위험물에 해당하지만 *p*-나이트로톨루엔은 비위험물이다.

구 분	*o*-Nitrotoluene (오쏘-나이트로톨루엔) 2-Nitrotoluene	*m*-Nitrotoluene (메타-나이트로톨루엔) 3-Nitrotoluene	*p*-Nitrotoluene (파라-나이트로톨루엔) 4-Nitrotoluene
구조식			
인화점(℃)	106	102	106
끓는점(℃)	222	231	238
녹는점(℃)	−10	14	52
CAS번호	88-72-2	99-08-1	99-99-0
위험물구분	제3석유류(비수용성)	제3석유류(비수용성)	비위험물

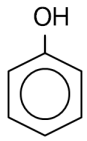
※ para-Nitrotoluene의 인화점은 제3석유류의 인화점 범위에 위치하지만, 녹는점이 52 ℃ 이므로 상온(20 ℃)에서 고체 상태이기 때문에 위험물에 해당하지 않는다.

⑪ 니코틴(nicotine, 3-[(2S)-1-methylpyrrolidin-2-yl]pyridine, Nicorette, Nicotrol, Black Leaf, destruxol orchid spray, $C_{10}H_{14}N_2$) → 2,000 ℓ

인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
101	**244**	**248**	−79	1.01	5.61	0.7~4

- 가열하면 생선 비린내가 나는 무색, 연노랑색의 기름진 액체이다.
- 공기와 습기에 노출 시 갈색으로 변함(흡습성이 있음)
- 살충제, 훈증제, 의약품 등에 사용된다.
- 분해되면 질소산화물과 일산화탄소를 포함하는 독성 연기를 발생한다.
- 물에는 녹지 않으며, 알코올, 클로로폼, 에테르, 등유, 오일류에 잘 녹는다.
- 피부에 접촉하면 매우 유독하며 40~60 mg 섭취하면 사망할 수 있다.

⑫ **페놀**(phenol, carbolic acid, benzenol, phenylic acid, hydroxybenzene, phenic acid, C_6H_5OH, C_6H_6O, 석탄산, 카볼) → **비위험물**



인화점(℃)	발화점(℃)	끓는점(℃)	녹는점(℃)	비중	증기비중	연소범위(%)
79.4	**715**	**181.7**	40.9	1.07	3.24	1.8~8.6

- 상온에서는 백색결정의 괴상이므로 비위험물이다.
- 특이한(달콤한) 냄새가 있으며, 대기 중에서 수분을 흡수하여 액화한다.
- 소독약, 세균 발육 저지제, 화학 중간체, 의약품, 점성물질 조절제 등에 사용된다.
- 유독하고 부식성이 있으며, 묽은 용액은 단맛이 난다.
- 물, 알코올, 에테르, 클로로폼, 글리세린, 알칼리에 녹는다.
- 녹는점 이상으로 가열되거나 수용액 상태에서는 인화성 액체(제3석유류, 수용성)와 동일하게 취급하여야 한다.

6) 제4석유류 - 6,000ℓ

- **기어유**, **실린더유**
- 1기압에서 **인화점이** 200℃ **이상** 250℃ **미만**인 것
- 도료류 그 밖의 물품은 가연성 액체량이 40 wt% 이하인 것은 제4석유류에서 제외한다.
- 인화점이 높아서 가열하지 않는 한 인화위험은 없으나 일단 액온이 상승하여 연소되면 소화가 매우 곤란하다.

① **기어유**와 **실린더유**

- 기어유와 실린더유는 **윤활유**의 한 종류이다.
- 윤활유: 마찰을 감소시키거나 마찰부분의 냉각 유지를 위해 쓰이는 기름

※ 윤활유 중 **스핀들유**는 선반의 주축에 사용하며 **제3석유류**에 속한다.

※ 석유계윤활유의 분류 [ISOVG(viscosity grade, 점도 등급)에 따른 분류]

구 분	비중	인화점(℃)	유동점(℃)	용 도
기어유	0.9	220	−12	자동차 등의 치차
실린더유	0.95	250	−10	증기기관 실린더
터어빈유	0.88	230	−12	증기터어빈, 발전기
머신유(기계유)	0.92	200	−10	일반기계 축받이, 차량용
모터유	0.89	230	−12	모터 축받이

② **가소제(plasticizer)**

· 휘발성이 적은 유기과산화물로 고분자 물질에 첨가하여 물성을 변화하여 가소성 및 내열성, 내한성, 전기적 성질 등을 향상시키는 것으로 종류는 매우 다양하며 인화점 특성상 평시 화재위험은 거의 없다.

구 분	인화점(℃)
DOP (프탈산다이옥틸, 다이옥틸프탈레이트)	218
DIDP (프탈산다이아소데실, 다이아이소데실 프탈레이트)	235
DINP (프탈산다이아소노닐, 다이아이소노닐 프탈레이트)	228
DOA (다이옥틸 아디페이트)	205
DIDA (다이아이소데실 아디페이트)	229
DOZ (다이옥틸 아제레이트, 아제라인산비스(2에틸헥실))	211
DOS (세바신산다이옥틸)	215
DBS (세바신산다이뷰틸)	202
TCP (인산트라이크레실, 트라이크레실포스페이트)	230
DEHP (다이에틸헥실 프탈레이트)	216

· 무색무취이며 독성이 없다. 열과 빛에 안정하다.
· 대부분 비중은 물과 비슷한 1 안팎이며, 물과는 섞이지 않는다.
· 가소제 중에서 1기압, 20 ℃에서 고체인 것은 제4석유류에서 제외되며, 액체인 것은 인화점에 따라 다른 석유류로 분류될 수 있다.

③ 방청유: 수분의 침투를 방지하여 철제에 녹이 나지 않게 하는 기름, 인화점 200 ℃

④ 담금질유: 금속을 900 ℃ 정도로 가열하여 기름 속에 넣어 냉각시켜 단단하게 만드는데 이 때 사용하는 기름으로 인화점 200 ℃ 이상 250 ℃ 미만인 것

⑤ 전기절연유: 변압기 등에 쓰이는 인화점 200 ℃ 이상 250 ℃ 미만의 광물유

⑥ 절삭유: 금속재료를 절삭 가공할 때 공구와 재료와의 마찰열을 감소시키고 절삭물을 냉각하기 위하여 사용하는 인화점 200 ℃ 이상 250 ℃ 미만인 기름

⑦ 열매체유: 밀폐용기에 주입하여 전기히터 등으로 가열하는 간접 가열장치(각종 난방기기)에 사용하는 인화점 200 ℃ 이상 250 ℃ 미만인 기름

7) 동식물유 – 10,000 ℓ

- 동물의 지육 등 또는 식물의 종자나 과육으로부터 추출한 것으로서 1기압에서 인화점이 250 ℃ 미만인 것
- 「위험물안전관리법」 제20조제1항에 따라 안전행정부령으로 정하는 용기기준과 수납·저장기준에 따라 수납되어 저장·보관되고 용기의 외부에 물품의 통칭 명, 수량 및 화기엄금의 표시가 있는 경우는 동식물유류에서 제외한다.
- 상온에서는 인화위험이 없지만 가열되어 인화점에 도달하면 소화가 곤란하다.
- **건성유**가 다공성 가연물에 배어들어 장기 방치될 때 **자연발화**를 일으키므로 섬유류나 다공성 물질에 스며들지 않도록 하여야 한다.
- 동식물유 중 고체나 반고체 상태의 것은 위험물이 아닌 특수가연물이다. (20 ℃에서 고체 상태인 우지, 돈지, 팜유, 버터, 마가린, 양모지, 테로우 등)

★ 동식물유의 종류

구 분	종 류	원 료	비중	인화점(℃)	요오드가	용 도
건성유	**해**바라기유	해바라기씨	0.92	235	113~146	식용, 도료
	동유(오동기름)	오동종자	0.93	289	145~176	도료
	아마인유(linseed oil)	아마의 씨	0.93	222	170~204	도료
	들기름(perilla oil)	들깨	0.93	279	192~208	도료, 식용
	정어리유(sardine oil)	정어리	0.93	223	154~196	**경화유**
반건성유	채종유	겨자씨	0.9	163	97~107	식용, 윤활유
	쌀겨유	쌀겨	0.91	234	97~107	식용, 비누
	참기름	참깨	0.92	255	104~116	식용
	면실유(cotten seed oil)	목화씨	0.91	252	88~121	식용
	옥수수유(corn oil)	옥수수열매	0.91	232	88~148	식용
	콩기름(soybean oil)	콩	0.91	282	117~141	식용, 경화유
불건성유 (안정함)	야자유(cocoanut oil)	야자유 열매	0.91	216	7~11	식용, 비누
	올리브유(olive oil)	올리브 열매	0.91	225	70~90	화장품
	피마자유(caster oil)	아주까리씨	0.96	229	81~91	도료, 윤활유
	낙화생기름(peanut oil)	땅콩	0.91	282	84~102	식용

제5절 제5류 위험물(자기반응성 물질)

1. 자기반응성 물질이란

자기반응성물질(self reactive substances)이라 함은 고체 또는 액체로서 폭발의 위험성 또는 가열분해의 격렬함을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다. 분자내 연소를 하는 물질로서 외부로부터 산소의 공급 없이도 연소, 폭발할 수 있는 물질이다.

2. 자기반응성물질의 종류 및 지정수량

품 명	지정수량	설 명
1. 유기과산화물	10 kg	과산화기(-O-O-)를 가진 유기 화합물
2. 질산에스테르	10 kg	질산(HNO_3)의 수소가 **알킬기**로 치환된 형태의 화합물
3. 니트로화합물	200 kg	나이트로기(-NO_2)를 가진 유기 화합물
4. 니트로소화합물	200 kg	나이트로소기(-NO)를 가진 유기 화합물
5. 아조화합물	200 kg	아조기(-N=N-)를 가진 유기 화합물
6. 디아조화합물	200 kg	다이아조기(=N_2)를 가진 유기 화합물
7. 히드라진 유도체	200 kg	하이드라진(N_2H_4)으로부터 유도된 화합물
8. 히드록실아민	100 kg	하이드록실아민(NH_2OH)
9. 히드록실아민염류	100 kg	하이드록실아민(NH_2OH)과 산의 화합물
10. 그 밖에 총리령이 정하는 것	200 kg	금속의 아지화합물 - **금속**과 N_3와의 화합물(금속의 삼질소화합물) 질산구아니딘 - 질산(HNO_3)과 구아니딘($C(NH)(NH_2)_2$)의 화합물
11. 위의 어느 하나 이상을 함유한 것	10 kg, 100 kg 또는 200 kg	

3. 일반성질

가. 대부분 **유기 화합물**이며 유기과산화물을 제외하고는 질소를 함유한 **유기 질소 화합물**이다.(하이드라진 유도체는 무기 화합물)

나. 모두 가연성의 액체 또는 고체물질이고 연소할 때는 다량의 유독가스를 발생한다.

다. 대부분이 물에 잘 녹지 않으며 **물**과 반응하지 않는다.

라. 분자 내에 산소를 함유(조연성)하므로 스스로 연소할 수 있다.

마. 연소속도가 대단히 빨라서 **폭발성**이 있다. **화약**, **폭약**의 원료로 많이 쓰인다.

사. 불안정한 물질로서 공기 중 장기간 저장 시 분해하여 분해열이 축적되는 분위기에서는 **자연발화**의 위험이 있다.

아. 가열, 충격, 타격, 마찰에 민감하며 강산화제 또는 강산류와 접촉 시 위험성이 현저히 증가한다.

자. 유기과산화물은 구조가 독특하며 매우 불안정한 물질로서 농도가 높은 것은 가열, 직사광선, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.

4. 저장 및 취급방법

가. 잠재적 위험성이 크고 그 결과는 폭발로 이어지는 것이 많으므로 사전안전조치가 중요하다.

나. 화염, 불꽃 등 점화원의 엄격한 통제 및 기계적인 충격, 마찰, 타격 등을 사전에 피한다.

다. 직사광선의 차단, 강산화제, 강산류와의 접촉을 방지한다.

라. 가급적 작게 나누어서 저장하고 용기파손 및 위험물의 누출을 방지한다.

마. 안정제(용제 등)가 함유되어 있는 것은 안정제의 증발을 막고 증발되었을 때는 즉시 보충한다.

5. 화재진압대책

가. 자기반응성 물질이기 때문에 CO_2, 분말, 하론, 포 등에 의한 질식소화는 효과가 없으며, 다량의 물로 **냉각소화**하는 것이 적당하다

나. 초기화재 또는 소량화재 시에는 분말로 일시에 화염을 제거하여 소화할 수 있으나 재발화가 염려되므로 결국 최종적으로는 물로 냉각소화하여야 한다.
다. 화재 시 폭발위험이 상존하므로 충분히 안전거리를 유지하고 접근 시에는 엄폐물을 이용하며 방수 시에는 무인방수포 등을 이용한다.
라. 밀폐공간 내에서 화재발생 시에는 반드시 공기호흡기를 착용하여 질식되는 일이 없도록 한다.

6. 제5류 위험물 각론

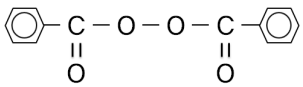
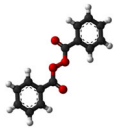
제5류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 유기과산화물(organic peroxide) – 10 ㎏

- 일반적으로 –O–O– 기를 가진 산화물을 과산화물(peroxide)이라 하고, 양 끝단에 유기화합물이 붙으면 유기과산화물이 되고 무기화합물이 붙으면 제1류 위험물(산화성고체)인 무기과산화물이 된다. 산소와 산소 사이의 결합이 약하기 때문에 가열, 충격, 마찰에 의해 분해되고 분해된 산소에 의해 강한 산화작용을 일으켜 폭발을 일으키기 쉽다.
- 과산화수소의 유도체로 수소원자를 유기기(알킬기, 아릴기[22] 등)로 치환한 것
- 중합반응의 개시제, 촉매, 반응의 중간체 등 고분자 및 합성화학에 많이 사용되며 종류가 많다.
- 누설된 유기과산화물은 배수구에 흘려버리지 말며 강철제의 곡괭이나 삽 등을 사용하지 말아야 한다.
- 누설되었을 때 액체인 경우 팽창질석과 팽창진주암으로 흡수시키고 고체인 경우 팽창질석·팽창진주암을 혼합하여 제거한다. 흡수 또는 혼합제거된 유기과산화물은 조금씩 소각하거나 흙 속에 매립한다.

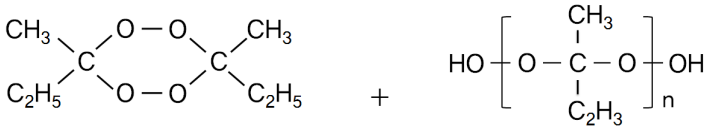
① **과산화벤조일**(benzoyl peroxide, BPO, $(C_6H_5CO)_2O_2$, 벤조일퍼옥사이드)

22) 아릴기(aryl group): 방향족화합물에서 수소원자 하나를 뺀 원자단의 총칭.
지방족탄화수소에서 수소원자 하나를 뺀 알킬기(CnH2n+1)와 대응된다.
벤젠에서 유도되는 페닐기(–C6H5), 바이페닐기, 안트라센에서 유도되는 안트릴기, 페난트렌에서 유도되는 페난트릴기 등이 있다. 불포화원자단인 알릴기 CH2=CH–CH2– 와는 구별된다.

- 무미 무취의 **백색분말** 또는 무색의 결정성 분말이다.
- 합성수지 중합촉매, 경화제, 고무 배합제, 밀가루 표백제, 화장품, 방부제, 의약 등 넓은 용도에 쓰이며, 유기과산화물 가운데 가장 오래전부터 사용되고 있다.
- 분해온도 75~100 ℃, 발화점 125 ℃, 녹는점 103~105 ℃, 비중 1.33
- 가열하면 **100** ℃ 정도에서 흰 연기를 내며 **분해**하고, 일단 착화하면 순간적으로 폭발하고 유독성의 다량의 흑연을 발생한다.
- 물에 녹지 않으나 대부분의 유기용매에 녹는다.
- **유기물**, **환원성 물질**, **가연성물질**과 **접촉**하면 **화재** 또는 폭발을 일으킨다.
- 진한 **황산** 또는 진한 **질산**과 **혼촉** 시 분해를 일으켜 **폭발**한다.
- 소맥분 및 압맥(납작보리)의 표백제로 사용할 때 1 kg당 0.3 g 이하로 사용한다.
- 습기 없는 냉암소에 저장한다.
- 시판품의 **희석제**: 폭발성을 낮추기 위하여 프탈산다이메틸(DMP), 프탈산다이뷰틸(DBP)을 첨가한다.(순품은 딱딱한 분말상 결정으로 충격, 마찰에 민감하다)
- 함유량이 **35.5 wt%** 미만인 것으로 전분가루, 황산칼슘2수화물 또는 인산1수소칼슘2수화물과의 혼합물은 제5류 위험물에서 제외한다.
- CAS번호 94-36-0

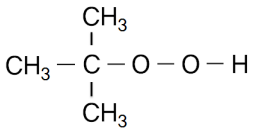
② **과산화메틸에틸케톤**(methyl ethyl ketone peroxide, MEKPO, MEKP, EMKP, $(CH_3COC_2H_5)_2O_2$, 메틸에틸케톤 퍼옥사이드)

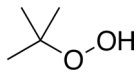


- 사슬상 화합물(하이드로퍼옥사이드)와 환상 퍼옥사이드의 혼합물이다. 혼합비율에 의해 4~5 품종으로 나뉜다.
- **무색투명**한 **기름**상의 액체로 독특한 냄새가 있다.

- 도료건조촉진제, 합성수지경화촉매, 비닐 및 에스터형 합성수지의 중합촉매로 쓰인다.
- 분해온도 40 ℃, 인화점 59 ℃ 이상, 발화점 205 ℃, 녹는점 20 ℃, 비중 1.06, 증기비중 2.5
- 헝겊, 탈지면 등 **다공성 가연물**과 접촉하면 30 ℃이하에서도 분해한다.
- 자연분해 경향이 있으며 40 ℃ 이상이 되면 분해가 촉진되고 80~100 ℃에서 격렬히 분해하여 **110** ℃를 넘으면 **백연**을 발생하고 이것은 이물질과 접촉 시 발화 폭발한다.
- 상온에서도 산화철 등에 접하면 분해하며, 자외선에 의해 가열되면 분해한다.
- 물에 녹지 않으며, 알코올, 에테르, 케톤 등에 녹는다.
- 순품은 분자 중 −OO−의 비율이 높기 때문에 분해성이 크고, 충격이나 마찰에 대해 민감하기 때문에 DMP(다이메틸프탈레이트, 프탈산다이메틸) 등의 가소제에 희석해 안정화시킨다. 순도는 30~55 % 정도
- 시판품의 희석제: 프탈산다이메틸(DMP), 프탈산다이뷰틸(DBP) 50~60 %
- 과거에는 60 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 1338−23−4

⑤ 터셔리뷰틸 하이드로 퍼옥사이드(t−butyl hydro peroxide, tert−Butyl hydro peroxide, TBHP, 2−Methylpropane−2−peroxol, $(CH_3)_3COOH$, $C_4H_{10}O_2$, 3차뷰틸 하이드로 퍼옥사이드)

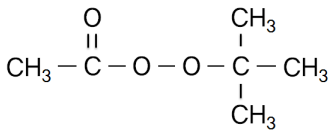




- 순수한 것은 녹는점이 5 ℃ 정도인 무색 또는 담황색의 액체이다.
- 인화점 43 ℃, 비중 0.808
- 희석제로 물을 30% 이상 첨가하거나 터셔리뷰틸알코올(t−butylalcohol)을 5 % 첨가하여 안전성을 유지한다.
- 합성수지의 중합촉매, 경화제, 페인트 건조제 등으로 사용된다.
- 물, 에틸알코올, 에테르, 벤젠에 잘 녹는다.
- 과거에는 70 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004

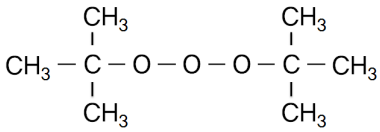
년5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 75-91-2

⑥ 터셔리뷰틸 퍼옥시 아세테이트(t-butyl peroxyacetate, t-butyl peracetate, $CH_3{\cdot}CO{\cdot}OO{\cdot}C(CH_3)_3$, $C_6H_{12}O_3$)



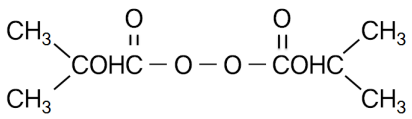
- 무색투명한 액체, 인화점 38 ℃, 녹는점 -30 ℃, 비중 0.885
- 불포화폴리에스터의 경화제, 합성수지 중온활성형 촉매로 넓은 용도를 가진다.
- 순수한 것은 폭발위험성이 크므로 50 % 이하로 시판된다.
- 알코올, 초산에틸, 톨루엔, 헥산에 쉽게 용해한다.
- 과거에는 75 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년 5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 107-71-1

⑦ 터셔리뷰틸 퍼옥시 피바레이트(t-butylperoxypivalate, tert-butyl perpivalate, $(CH_3)_3{\cdot}CO{\cdot}OO{\cdot}C(CH_3)_3$, $C_9H_{18}O_3$)



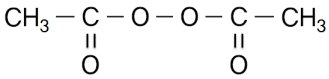
- 인화점 67~71 ℃의 액체(순도 70 %의 희석 용액)이다.
- 염화바이닐, 에틸렌 중합개시제로 사용된다.
- 32 ℃에서 급속히 분해하고 가열 시 폭발한다.
- 희석제로 미네랄스피릿(mineral spirits)을 25 % 첨가한다.
- 과거에는 75 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년 5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 927-07-1

⑧ 다이아이소프로필 퍼옥시 다이카보네이트(diisopropyl peroxy dicarbonate, $C_8H_{14}O_6$)



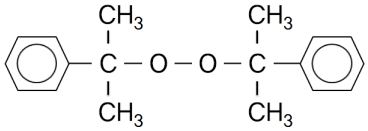
- 50 % 용액 혹은 30 % 용액이 시판된다.
- 순수한 것은 녹는점이 8~10 ℃ 정도의 고체이다.
- 합성수지 중합개시제, 플라스틱렌즈 제조용으로 사용된다.
- 중금속 분말과 접촉한 것은 폭발의 위험이 있다.
- 50 % 이하의 저장 온도는 −15 ℃ 이하로 한다.
- 과거에는 60 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년 5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 105−64−6

⑨ 아세틸퍼옥사이드(acetyl peroxide, $(CH_3CO)_2O_2$)



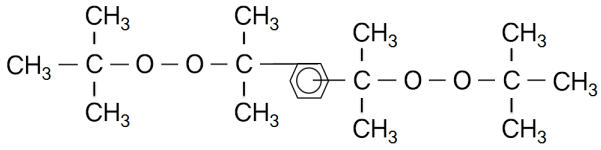
- 무색투명하고 매운 냄새를 가진 유독성 액체이다.
- 희석제로 다이메틸프탈레이트(DMP)를 첨가하여 25 %용액으로 취급한다.
- 가연성고체, 인화점 45 ℃, 발화점 121 ℃
- 합성수지 중합촉매, 살균제로 사용된다.
- 물에는 약간 녹고, 에테르 또는 휘발성 용매와 접촉하면 격렬하게 폭발한다.
- 과거에는 25 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 110−22−5

⑩ 다이큐밀 퍼옥사이드(dicumyl peroxide, di−α−cumyl peroxide, DCP, Isopropyl benzene peroxide, $[C_6H_5C(CH_3)_2]_2O_2$, $C_{18}H_{22}O_2$, 디큐밀 퍼옥사이드)



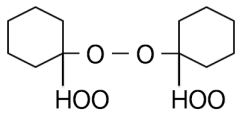
- 담황색의 분말이다.
- 시판품은 순도 98 % 이상의 분체와 탄산칼슘 희석 40 % 분체가 있다.
- 스타이렌의 중합개시제, 고분자 가교제 등으로 사용된다.
- 인화점 110 ℃, 녹는점 39 ℃, 끓는점 70 ℃, 비중 1
- 가열하면 70 ℃ 이상에서 분해하기 시작하여 120 ℃에서 격렬하게 분해·폭발한다.
- 여름의 고온 시 용융 후 고체화하는 경우가 있다. 30 ℃ 이하로 저장한다.
- 물에 녹지 않으며, 에탄올, 에테르, 벤젠에는 잘 녹는다.
- 함유량이 40 wt% 미만인 것으로 불활성고체와의 혼합물은 제5류 위험물에서 제외한다.
- CAS번호 80-43-3

⑩ 1·4비스(2-터셔리뷰틸퍼옥시아이소프로필)벤젠 ((1,4(or 1,3)-bis[(t-butylperoxy) isopropyl]benzene), 1,4(또는 1,3)-비스[(t-부틸퍼옥시)이소프로필]벤젠, $C_{20}H_{34}O_4$)



- 백색 또는 담황색의 분체
- 고온 분해성이며 메타 단독 또는 2종의 이성질체(메타, 파라)의 혼합물이다.
- 시판품은 순도 95 % 이상의 분체와 탄산칼슘 희석 40 % 분체가 있다.
- 인화점 120 ℃, 녹는점 49 ℃, 비중 0.936
- 물에는 녹지 않으며 일반 유기용제에는 녹는다.
- 함유량 40 wt% 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물은 제5류 위험물에서 제외한다.
- CAS번호 25155-25-3

⑪ 사이클로헥사논 퍼옥사이드(cyclohexanone peroxide, cyclohexanone diperoxide, 사이클로헥사논 디퍼옥사이드, $C_{12}H_{22}O_6$)



- 무색투명한 액체(순도 91 %이하 물 9 % 이상)이다.
- 인화점 110 ℃, 발화점 360 ℃ 이상, 비중 1.14
- 불포화폴리에스터 수지 경화제로 사용된다.
- 순도에 따라 분체, 페이스트, 액체가 있다.
- 함유량이 30 wt% 미만인 것으로서 불활성고체와의 혼합물은 제5류 위험물에서 제외한다.
- 과거에는 85 % 이상 함유한 것을 '지정유기과산화물'로 정하고 있다가 2004년5월 29일 「위험물안전관리법 시행령」이 제정되면서 삭제되었다.
- CAS번호 12262-58-7

2) 질산에스터(질산에스테르류, nitric ester) – **10** kg

– **질산(HNO_3)의 수소가 알킬기로 치환**된 형태의 화합물

– 알코올기를 가진 화합물을 질산과 반응시켜 알코올기가 질산기로 치환된 에스터

$$ROH + HNO_3 \rightarrow RONO_2 + H_2O$$

① **나이트로셀룰로오스**(nitrocellulose, **NC**, collodion, $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]n$, 니트로셀룰로오스, 질화면, 초화면, 면화약, 질산섬유소, 나이트로셀롤로스) → **10** kg

- 무색 또는 **백색 고체**로 햇빛에 의해 황갈색으로 변한다.
- 화약에 쓰이는 경우에는 면약 또는 면화약이라고 하고, 도료·셀룰로이드·콜로디온 등에 쓰이는 경우에는 질화면(窒化綿)이라고도 한다.
- 다이너마이트 원료, 인조견사, 셀룰로이드, 무연화약, 필름 등에 사용된다.
- 셀룰로오스를 진한 질산과 황산에 혼합시켜 제조한 것이다.

$[C_6H_7O_2(OH)_3]n + 3HONO_2 \longrightarrow [C_6H_7O_2(ONO_2)_3]n + 3nH_2O$

- 인화점 12 ℃, 발화점 160~170 ℃, 끓는점 83 ℃, 분해온도 130 ℃, 비중 1.7
- 물에 녹지 않고 아세톤, 초산, 나이트로벤젠 등에 녹는다.
- **직사일광** 및 **산·알칼리**의 존재 하에서 **자연발화**한다.
- **질화도**(나이트로셀룰로오스 중의 질소농도)가 클수록 **분해도**, **폭발성**, **위험도**가 증가한다.
- 강면약의 질화도 N 〉 12.76 ⇒ 에테르와 에틸알코올에 **녹지 않는 것**
  약면약의 질화도 N 〈 10.18~12.76 ⇒ 에테르와 에틸알코올에 **녹는 것**
- 건조한 NC는 마찰전기를 띠기 때문에 방전 불꽃에 의해 발화 위험이 있다.
- 건조한 상태에서는 폭발하기 쉬우나 물이 침수될수록 위험성이 감소되므로 **저장·운반** 시에는 물(20 %) 또는 알코올(30 %)을 첨가하여 **습윤**시킨다.
- 130 ℃에서 서서히 분해하고 180 ℃에서 격렬히 연소하며 다량의 유독성 가스를 발생한다.

② **셀룰로이드**(celluloid, $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]n$와 $C_{10}H_{16}O$ mixture) → 10 kg

- 질화도가 낮은 나이트로셀룰로오스(질소함유량 10.5~11.5 %, 약질화면)에 장뇌와 알코올을 녹여 교질상태로 만든다. 알코올분을 증발시켜 성형된 것이 셀룰로이드 생지이다.
- 완구, 장식용 필름, 안경테, 문방구, 가정용품 등에 쓰인다.
- 무색 또는 황색의 반투명한 탄력성 있는 고체로 일종의 합성수지와 비슷하다.
- 물에 녹지 않지만 알코올, 아세톤, 초산에스터에 녹는다.
- 60~90 ℃로 가열하면 유연하고 가공하기 쉬워진다.
- 가열하면 140 ℃에서 불투명하게 되고 연기가 발생하며 **165** ℃에서 착화한다.
- 장기간 방치된 것은 햇빛, 고온, 고습 등에 의해 분해가 촉진되고 이때 분해열이 축적되면 **자연발화**의 위험이 있다.
- 밀폐용기가 착화되면 폭발하고 가열에 의해서도 파열한다.
- 극히 착화하기 쉽고, 조각품일수록 위험도가 크다.
- 연소할 때 함유된 **장뇌** 때문에 심한 **악취**가 나며 연소할 때 **HCN**, **HCOOH**, **CO** 등 유독성 가스가 발생하므로 소화작업 시 반드시 공기호흡기를 착용해야 한다.

③ **나이트로글리세린**(nitroglycerin, NG, $C_3H_5(ONO_2)_3$, $C_3H_5N_3O_9$, 질산글리세롤, 트라이나이트로글리세린, TNG) → **10** kg

- 순수한 것은 무색투명한 **기름형태**의 액체(공업용은 담황색)이다.
- 규조토에 흡수시킨 것을 **다이너마이트**라 하며, 무연화약의 주체이기도 하다.
- 생성반응식: 질산과 황산의 혼산 중에 글리세린을 반응시켜 만든다.

$$\begin{array}{l} CH_2-O-H \\ | \\ CH-O-H \\ | \\ CH_2-O-H \end{array} + 3HONO_2 \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{array}{l} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_2 \end{array} + 3H_2O$$

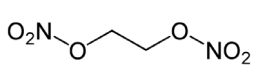
- 상온에서는 **액체**이지만 겨울에는 **동결**한다.(녹는점; 라빌형 2.8 ℃, 스테빌형 13.5 ℃) ⇒ 8~10 ℃에서 동결하여 결정으로 변한다.
- 동결하면 체적이 수축하고 밀도가 커진다.
- 동결된 글리세린은 액체보다 둔감하지만 고체이므로 외력에 대한 저항력이 국부적이 되므로 그 취급은 오히려 위험해진다.
- 혓바닥을 찌르는 듯한 **단맛**이 있다.(**감미로운 냄새**가 있다) 비중 1.6
- 물에는 거의 녹지 않으나 메탄올, 에탄올, 벤젠, 클로로포름, 아세톤에 녹는다.
- 가열하면 **40~50 ℃에서 분해**하기 시작하고 **200** ℃ 정도에서 스스로 폭발한다.
- 점화하면 즉시 연소하고 다량이면 폭발적이다.

$$4C_3H_5(ONO_2)_3 \longrightarrow 12CO_2\uparrow + 10H_2O\uparrow + 6N_2\uparrow + O_2\uparrow$$

- 폭발할 때의 폭발속도 7,500 ㎧, 폭발열 1,470 ㎉/kg
- 충격·마찰에 매우 민감하므로 **운반** 시 **다공성물질**에 흡수시킨다.
- 증기는 코를 자극하고 취급 시 피부와 점막을 통하여 체내에 흡수되어 혈관을 확장시키는 작용을 하여 발열·눈에 자극·두통 등의 중독증상이 있으며 **심장발작**(심장마비)의 **응급약**으로 사용된다.

④ **나이트로글라이콜**(nitroglycol, ethylene glycol dinitrate, 1,2-dinitroxy ethane, $CH_2ONO_2-CH_2ONO_2$, $C_2H_4N_2O_6$, 니트로글리콜) → **10** kg

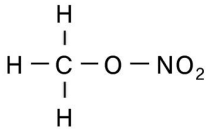
$$\begin{array}{l} CH_2-O-NO_2 \\ | \\ CH_2-O-NO_2 \end{array}$$

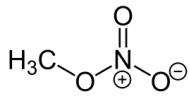


- 순수한 것은 무색, 공업용은 담황색의 기름상의 액체이다.

- 끓는점 105.5 ℃, 녹는점 −22.9 ℃, 비중 1.5, 증기비중 5.2
- 화학적 조성, 화약적 성질이 NG와 비슷하며 NG보다 물에 녹기 쉽고, 휘발성도 NG보다 크며 들이 마시면 격렬한 두통을 일으킨다.
- 나이트로글라이콜로 제조한 다이너마이트(부동 다이너마이트)는 여름철에 휘발성이 커서 흘러나오는 결점이 있다.
- 충격을 주거나 급열하면 폭굉하나 NG보다는 둔감한 편이다.
- 여름철에는 인화성 증기를 발생하여 인화점이 낮은 석유류와 유사하다.
- 운송 시 안정제에 흡수시켜 운반한다.

⑤ **질산메틸**(methyl nitrate, CH_3ONO_2, CH_3NO_3, 초산[23] 메틸) → **10** kg

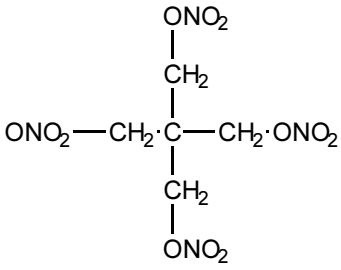


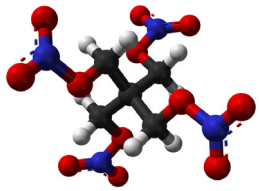


- 무색투명한 유독성·휘발성·폭발성 액체로 방향이 있다.
- 로켓 추진제로 사용한다. 폭발속도 6,300 ㎧
- 끓는점 65 ℃(분해·폭발), 녹는점 −82 ℃, 비중 1.22, 증기비중 2.65
- 물에는 약간 녹고 알코올에는 잘 녹는다.
- 끓는점 이상 가열하면 폭발하며, 제4류 위험물 제1석유류와 같은 위험성을 갖는다.

⑥ **펜트라이트**(penthrite, pentaerythritol tetranitrate, PETN, PENT, PENTA, TEN, corpent, $C(CH_2NO_3)_4$, $C_5H_8N_4O_{12}$, 펜트리트, 펜스릿트, 펜틴, 펜타에리트리톨 테트라니트레이트, 사질산펜타에리스리트) → 10 kg

23) 초산(硝酸)은 질산(HNO3)의 일본식 이름이다. 초산(醋酸) = 아세트산
※ 초산에틸이라고도 하는 질산에틸(ethyl nitrate, C2H5NO3)은 끓는점 17 ℃의 기체이므로 비위험물이다. 녹는점 −94.6 ℃, 인화점 −34 ℃, 폭발범위 4.1~50 %, CAS번호 625-58-1 [wikipedia 'ethyl nitrate']





- 백색분말 또는 결정으로 물, 에테르, 알코올에 녹지 않는다.
- 도폭선의 심약, 폭약, 첨장약(뇌관을 채우는 약), 군용탄약으로 쓰인다.
- 발화점 225 ℃, 녹는점 141 ℃, 끓는점 180 ℃, 비중 1.77
- 가열하면 150 ℃ 이상에서 분해하기 시작하여 210 ℃에서 폭발한다.
- 폭발속도 8,400 ㎧, 폭발열 1,500 ㎉/kg, 폭발온도 4,230 ℃
- 열에 대해서는 둔감하지만 충격에 대해서는 예민하다.
- 습기가 있어도 뇌관에 의해 폭발하며 위력이 큰 고성능폭약이다.
- 1891년에 최초 합성된 후 1912년 독일에서 생산되어 2차 세계대전에서는 원자폭탄의 가장 중요한 기폭제였다. 현재는 RDX로 대체되고 있다.

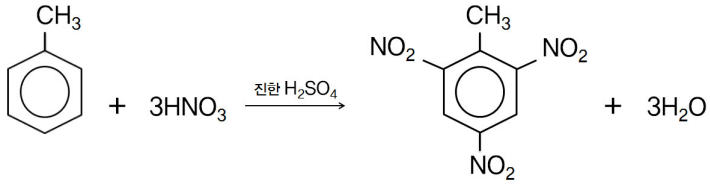
3) 나이트로화합물(nitro compounds, 니트로화합물) – 200 kg

– 나이트로기(-NO_2)를 가진 유기 화합물(R-NO_2)

– 유기 화합물의 탄소와 결합된 수소원자가 나이트로기(-NO_2)로 치환된 화합물

① **2,4,6-트라이나이트로톨루엔**(2,4,6-trinitrotoluene, 2,4,6-trinitrotoluol, TNT, **T.N.T.**, $C_7H_5N_3O_6$, $C_6H_2CH_3(NO_2)_3$) → 200 kg

- **톨루엔**을 진한 질산과 진한 황산의 혼합액으로 **나이트로화**시키면 만들어진다.

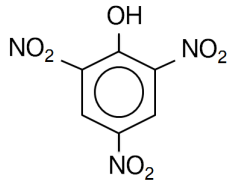


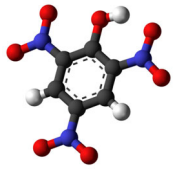
- 순수한 것은 무색결정이나 보통은 담황색의 주상결정이다.
- **햇빛**에 의해 **다갈색**으로 변한다.
- 강력한 폭약이며 폭발력의 기준이 되기도 한다. 다른 나이트로화합물에 비해 폭속(6,900 ㎧)이나 폭발력은 상대적으로 낮지만 융점이 적당하고 금속에 작용하지 않으며, 물에 녹지 않고, 둔감하며 독성이 없는 등 작약의 조건을 모두 갖추고 있으므로 폭넓게 이용된다.
- 인화점 2 ℃, 녹는점 81 ℃, 끓는점 240 ℃, 비중 1.66
- **물**에 녹지 않고 **알코올**, **벤젠**, **아세톤** 등에 잘 녹는다.
- 알칼리와 혼합하고 있는 것은 발화점이 낮아서 160 ℃ 이하에서 폭발한다.
- 분해하면 다량의 기체를 발생한다.

$$2C_7H_5N_3O_6 \longrightarrow 3N_2\uparrow + 2C + 5H_2\uparrow + 12CO\uparrow$$

- 환원성 물질과 격렬히 반응하고 강산화제와 혼촉하면 발열, 발화, 폭발한다.
- 분말에 의하여 피부염, 모발의 변색을 일으키며 흡입 또는 피부에 침투하여 구토·식욕부진·위장 및 간장장애를 일으킨다. 눈을 자극하며 체내에 침투하면 황달이나 시력장애를 일으킨다.

② **피크린산**(picric acid, 2,4,6−trinitrophenol, TNP, $C_6H_2(NO_2)_3OH$, $C_6H_3N_3O_7$, **피크르산**, 트라이나이트로페놀, 트리니트로페놀) → 200 ㎏





- 순수한 것은 무색이지만 보통 공업용은 휘황색의 침상결정이다.
- 황색염료, 농약, 도폭선의 심약, 뇌관의 첨장약, 금속부식제 등으로 사용된다.
- 수용액(강한 산성)은 황색을 띠며 쓴맛과 독성이 있다.
- 인화점 150 ℃, 발화점 300 ℃, 녹는점 121 ℃, 비중 1.8, 폭발속도 8,100 ㎧
- 충격·마찰에 비교적 둔감하며 공기 중 자연분해하지 않기 때문에 **장기간 저장**할 수 있다.
- 물, 에탄올, 아세톤, 에테르에 녹는다.
- **금속**과 반응하여 H_2를 발생하고, **Fe · Pb · Cu · Zn** 등의 금속과 화합하여

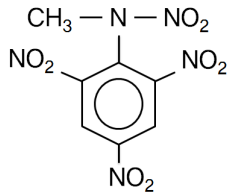
예민한 금속염(**피크린산 염**)을 만들며 건조한 것은 폭발 위험이 있다.

- **단독**으로 충격·타격·마찰에 **둔감**하고 탈 때 검은 연기를 내고 타지만 폭발은 하지 못한다. 그러나 에틸알코올을 혼합한 것은 타격으로 폭발한다.
- 용융하여 **덩어리**로 된 것은 타격에 의해 **폭굉**(detonation, 爆轟)을 일으키며 TNT보다 폭발력이 크다.
- 가열하면 300 ℃에서 분해·폭발한다.

$$2C_6H_3N_3O_7 \longrightarrow 4CO_2 + 3N_2\uparrow + 2C + 3H_2\uparrow + 6CO\uparrow$$

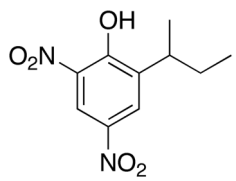
- 용기는 나무상자가 적당하며, 운반 시에는 수분을 10~20 % 정도 침윤시킨다.

③ **테트릴**(tetryl, N−methyl−N,2,4,6−tetranitroaniline, nitramine, tetralite, tetril, 2,4,6−trinitrophenylmethylnitramine, $C_7H_5N_5O_8$, $(NO_2)_3C_6H_2N(CH_3)NO_2$, 2,4,6−트라이나이트로페닐메틸나이트라민) → 200 ㎏



- 담황색의 침상결정이며 흡습성이 없다.
- 산업용 점폭약, 뇌관의 첨장약으로 사용된다.
- 발화점(분해점) 190 ℃, 녹는점 129 ℃, 비중 1.7, 폭발속도 7,570 ㎧
- 물에 녹지 않으나 알코올, 에테르, 아세톤, 벤젠 등에 녹는다.
- 피크린산·TNT보다 충격 마찰에 예민하고 폭발력도 크다.
- 테트릴 65~75 % + TNT 35~25 % 혼합 폭약을 테트리톨이라 한다.

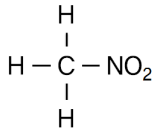
④ 디노세브(dinoseb, 2−sec−butyl−4,6−dinitrophenol, $C_{10}H_{12}N_2O_5$, 디노셉) → 200 ㎏



- 노란색에서 주황색까지의 결정이다.

- 인화점 100 ℃, 녹는점 42 ℃, 끓는점 184 ℃, 비중 1.27, 증기비중 8.3
- 살충제(진드기), 제초제, 고엽제로 사용된다.
- **제초제**로 사용되었던 다이나이트로페놀(dinitrophenol)의 대용품이었으나 선천적 기형을 유발하는 독성이 보고됨에 따라 미국에서는 1986년에 유통을 금지시켰다.
- 물에는 잘 녹지 않으나 에탄올, 에테르, 톨루엔, 자일렌에 녹는다.

⑤ 나이트로메테인(nitromethane, nitrocarbol, CH_3NO_2, 니트로메탄) → 200 kg



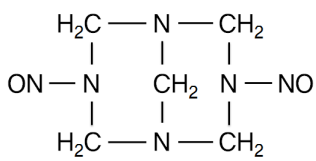
- 나이트로화합물 중 가장 간단한 것으로 점성이 있는 무색투명한 액체이다.
- 인화점 36 ℃, 녹는점 −29 ℃, 끓는점 102 ℃, 비중 1.14, 증기비중 2.1, 연소범위 7.3~100 %, 물 용해도 9.5 vol%
- 추출용제, 살충제, 화학 안정제, 화학 중간체, 폭발성 혼합물의 성분, 코팅제, 세척제, 로켓과 **경주용 차량 연료**, 가솔린첨가제 등에 사용된다.
- 물, 에탄올, 에테르, 아세톤, 사염화탄소, 알칼리에 녹는다.
- 알칼리나 이물질 혼입에 의한 폭발 위험이 있고, 발암성 물질이다.

4) 나이트로소화합물(nitroso compounds, 니트로소화합물) − **200** kg

− **나이트로소기**(−NO)를 가진 유기 화합물(R−N=O)

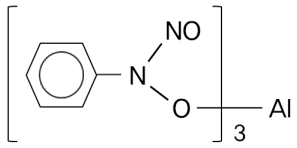
− 유기 화합물의 탄소와 결합된 수소원자가 나이트로소기(−NO)로 치환된 화합물

① N,N'−다이나이트로소펜타메틸렌테트라민(N,N'−dinitrosopentamethylene tetramine, DPT, $C_5H_{10}N_4(NO)_2$)



- 담황백색의 분말로서 가열하거나 산을 가하면 폭발하기 쉽다.
- 스폰지·고무·플라스틱의 **발포제**로 가장 오래전부터 사용되어 왔다.
- 녹는점 190 ℃, 분해온도 203 ℃, 비중 1.45
- 물, 벤젠, 알코올, 아세톤에는 조금 녹으며, 석유, 휘발유에는 녹지 않는다.

② N-나이트로소페닐하이드록실아민알루미늄염(aluminum N-nitrosophenyl - hydroxylamine, $(C_6H_5N_2O_2)_3Al$)

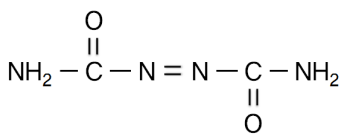


- 연한 황갈색 분말이다.
- 열중합 금지제, 열안정제, 경화지연제 등으로 사용된다.
- 녹는점 160 ℃(분해)
- 물에는 녹지 않으며, 유기용제에 녹는다.

5) 아조화합물(azo compounds) - 200 kg

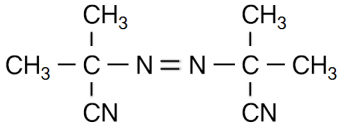
- **아조기**(-N=N-)를 가진 유기 화합물(RN=NR')이다. R 및 R'이 동일한 탄화수소기인 경우에는 그 탄화수소 이름에 아조를 따서, 예를 들면 $C_6H_5-N=N-C_6H_5$를 아조벤젠이라 표기한다. R 및 R'이 다를 경우에는 예를 들면 $C_6H_5-N=N-CH_3$은 사이에 아조를 넣어서 벤젠아조메탄이라 부른다.
- **제조공정**은 **불안**하나 완성품은 안정하다. 주로 **염료**로 쓰인다.

① 아조다이카본아마이드(azodicarbonamide, azobisformamide, 1,1'-azobisformamide, diazenedicarboxamide, $NH_2CON=NCONH_2$, $C_2H_4N_4O_2$, 아조비스폼아미드, 디아젠디카복시아미드, 폼아마이드)



- 담황색 또는 오렌지색의 분말로 무독성이며 물보다 무겁다.(비중 1.65)
- 고무·합성수지의 발포제, 식품 첨가제(E927), 밀가루표백제 등으로 사용된다.
- 녹는점 205 ℃에서 분해하여 다량의 가스를 발생한다.
- 발포공정에 있어서는 폭발적으로 분해할 위험이 있다.
- 건조상태, 고농도의 높은 고온에서 매우 위험하고 강한 타격에 의해서도 위험하다.
- 물에는 녹지 않으며, 에틸알코올, 에테르, 벤젠에는 잘 녹는다.

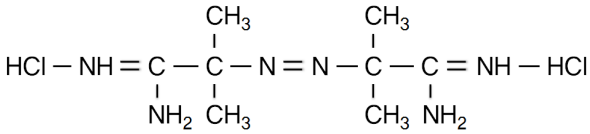
② 아조비스아이소뷰티로나이트릴(azobisisobutyronitrile, 2,2'-azobisisobutyronitrile, AIBN, 2,2'-azobis(2-methylpropanenitrile, $(CH_3)_2C(CN)N=NC(CH_3)_2CN$, $C_8H_{12}N_4$)



- 백색결정성 분말로 물에 잘 녹지 않고 알코올, 에테르에 녹는다.
- 중합 개시제, 고무·합성수지의 발포제 등으로 사용된다.
- 녹는점 102 ℃에서 분해하여 많은 가스를 발생하며 일부 유독성가스(HCN)를 낸다.

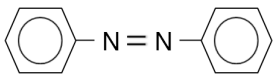
③ 2,2'-아조비스-(2-아미노프로판)다이하이드로클로라이드

(2,2'-azobis-(2- aminopropane)dihydrochloride, $C_8H_{18}N_6 \cdot 2HCl$, 2,2'-아조비스(2-아미노프로판)이염산염)

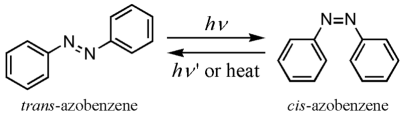


- 담황색의 결정으로 물에 녹고 알코올, 아세톤에 잘 녹지 않는다.
- 합성수지의 수용성 중합개시제로 사용된다.
- 녹는점 178 ℃

④ **아조벤젠**(azobenzene, $C_6H_5N=NC_6H_5$, $C_{12}H_{10}N_2$)



- 적색 또는 오렌지색의 결정으로 트랜스(trans)형과 시스(cis)형이 있다.
- 염료, 액정의 광스위치 등으로 사용된다.
- 트랜스아조벤젠: 등적색 결정, 녹는점 68 ℃, 끓는점 293 ℃, 인화점 476 ℃
- 시스아조벤젠: 트랜스아조벤젠의 용액에 빛을 비추면 시스형으로 이성화되며, 불안정하여 실온에서 다시 안정한 트랜스형으로 된다.

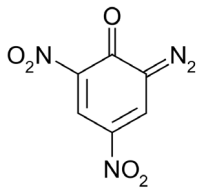


- 물에 녹지 않으며, 알코올, 에테르, 아세트산 등 유기용제에 잘 녹는다.

6) 다이아조화합물(diazo compounds, 디아조화합물) – 200 ㎏

- **다이아조기**(=N_2)를 가진 유기 화합물
- 빛, 자외선에 의해 분해되기 쉽고, 유기과산화물과 비슷한 위험성을 갖는다.
- 반응성이 대단히 풍부하여 유기합성에 중요한 물질이다.
- 저장 시에는 황산알루미늄을 안정제로 첨가하여 저장한다.

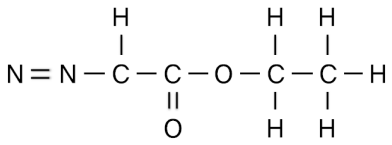
① **다이아조다이나이트로페놀**(diazodinitrophenol, DDNP, $C_6H_2ON_2(NO_2)_2$, $C_6H_2N_4O_5$)

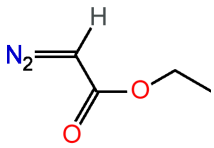


- 빛나는 황색의 미세한 분말 또는 결정으로 물에 녹지 않지만 탄산칼슘($CaCO_3$), 수산화나트륨(NaOH) 용액에 녹는다.
- 기폭제, 점폭약, 공업용 뇌관 등으로 이용된다.
- 발화점 170 ℃, 녹는점 158 ℃, 비중 1.63, 폭발속도 6,900 ㎧

· 매우 예민한 물질로서 낮은 압력을 가하거나 가열하면 폭발한다.

② 에틸 다이아조아세테이트(ethyl diazoacetate, 2-diazoacetic acid ethyl ester, N=NCHC(O)OC_2H_5, $C_4H_6N_2O_2$)





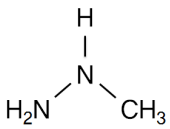
· 유기화학의 분석시약으로 사용되는 노란색의 투명한 기름형태의 액체이다.
· 인화점 46 ℃, 녹는점 −22 ℃, 끓는점 140 ℃, 비중 1.085
· 물에 녹지 않으며, 에탄올, 에테르, 벤젠에 잘 녹는다.

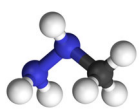
7) 하이드라진 유도체(hydrazine derivatives, 히드라진 유도체) − 200 kg

− **하이드라진**(N_2H_4)은 제4류 위험물(제2석유류)이지만, 하이드라진으로부터 유도된 화합물은 「위험물안전관리법」상 제5류 위험물의 한 품명(히드라진 유도체)으로 정하고 있다.
− 폭발성, 강한 환원성 물질로 불안정하고 연소속도가 빠르다.

① **황산하이드라진**(hydrazine sulfate, hydrazinium hydrogen sulfate, Sehydrin, $N_2H_4 \cdot H_2SO_4$, $NH_2NH_2 \cdot H_2SO_4$, $H_6N_2O_4S$)
· 무색무취의 결정 또는 백색의 결정성 분말이다.
· 플라스틱발포제, 농약, 중합촉매, 합성수지, 의약품 등으로 사용된다.
· 녹는점 254 ℃(분해), 비중 1.37
· 강력한 산화제이며 피부접촉 시 부식성이 강하고 유독하다.
· 온수에 용해하기 쉬우나 알코올에는 녹지 않는다.

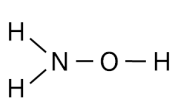
② **메틸하이드라진**(methylhydrazine, hydrazomethane, CH_3NHNH_2)

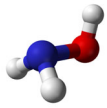




- 암모니아 냄새가 나는 무색투명한 폭발성·맹독성·부식성 액체이다.
- 농약·의약의 원료, 미사일 추진제, 고분자 첨가제, 사진 약품 등에 사용된다.
- 인화점 1 ℃, 발화점 196 ℃, 녹는점 −52.4 ℃, 끓는점 87.5 ℃, 비중 0.87, 증기비중 1.59, 폭발한계 2.5~92 %
- 저분자량 알코올에 모든 비율로 녹는다.
- 공기 중에서 물을 흡수해 흰 연기를 발생하고 자연발화한다.
- 목재, 옷감, 석면, 흙 등의 다공성 물질과 접촉하면 공기 중에서 자연발화한다.
- 35 % 이하의 수용액은 인화 위험성이 없으나 고농도의 용기는 항상 질소로 밀봉해 보관한다.

8) 하이드록실아민(hydroxylamine, hydroxyazane, amionl, azanol, NH_2OH, H_3NO, 히드록실아민, 하이드록시아제인, 아미놀, 아제놀) − **100** kg





- 암모니아의 산화된 유도체이다.
- 순수한 것은 조해되기 쉽고 독성이 있는 무색의 바늘모양의 불안정한 결정이나 대부분 수용액 상태로 사용된다.
- 유기합성, 사진정착액, 로켓추진제 연료 등으로 사용된다.
- 인화점 129 ℃, 발화점 265 ℃, 녹는점 33 ℃, 끓는점 58 ℃(분해), 비중 1.22
- 고체인 경우 실온에서 불안정하여 $NH_3 + N_2 + H_2O$ 로 되고 일부는 N_2O가 되기도 한다.
- 공기 중에서 가열하면 폭발하여 질소가스와 수증기를 발생한다.

$$4NH_2OH + O_2 \longrightarrow 2N_2\uparrow + 6H_2O\uparrow$$

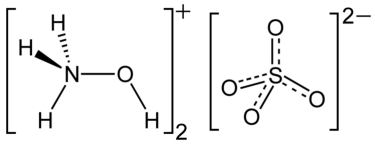
- 화학적으로는 암모니아와 비슷하며, 수용액은 강알칼리성으로 환원제로 쓰인다.
- 50 % 수용액은 무색투명하며, 비중은 1.12, 끓는점은 116 ℃(분해)이다.
- 1999년 이래로 50 % 수용액이 **철** 또는 **철이온**에 의해(정확한 이유는 알려지지 않음) 분해되어 폭발한 사고사례가 일본에서 수차례 보고됨에 따라 우리나라에서도 하이드록실아민이나 하이드록실아민염류를 취급하는 설비에는 철이온 등의 혼입을 방지하거나 안전거리를 강화하는 등의 조치를 2004년 7월 7일

「위험물안전관리법 시행규칙」 제정 시부터 법적으로 강제하고 있다.

9) 하이드록실아민염류(히드록실아민염류) – 100 kg

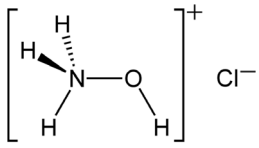
– 하이드록실아민과 산의 화합물, 하이드록실아민으로부터 유도된 화합물

① 황산하이드록실아민(hydroxylamine sulfate, hydroxylammonium sulfate, $H_8N_2O_6S$, $(NH_3OH)_2SO_4$, 하이드록실암모늄황산염, 하이드록실아민황산염)



- 암모니아 냄새가 나는 무채색 또는 흰색의 고체이다.
- 분해점 120 ℃, 녹는점 170 ℃, 비중 1.88
- 가열하면 120 ℃에서 분해가 시작되고, 170 ℃ 이상에서 폭발적으로 분해한다.
- 강력한 환원제인 동시에 완만한 산화제이기도 하다.
- 물에 매우 잘 녹으며, 수용액은 강산성으로 **금속**(**철**, **동**, **알루미늄 등**)을 **부식**시키고 금속과 접촉하면 수소가스가 발생되므로 스테인리스제, 또는 폴리에틸렌 내장의 용기에 보관한다.

② 염산하이드록실아민(hydroxylamine hydrochloride, hydroxylammonium chloride, NH_3OHCl, 하이드록실암모늄염산염, 하이드록실아민염산염)



- 백색 결정으로 습한 공기 중에서 서서히 분해한다.
- 끓는점 152 ℃(분해), 비중 1.67
- 115 ℃ 이상으로 가열하면 폭발하는 경우가 있다.
- 그 밖의 성질은 황산하이드록실아민과 유사하다.

10) 금속의 아지화합물(azide) – 200 ㎏

- 아자이드화수소(HN_3)의 수소가 금속으로 치환된 것(**$-N_3$기를 갖는 화합물**)
- 불안정하며 폭발성이 있는데 은, 수은, 납, 구리 등의 염은 특히 격렬하다. 알칼리 및 알칼리토금속의 염은 폭발성이 없고 가열하면 온화하게 분해하여 질소와 금속이 된다.
- 납을 비롯한 각종 중금속의 아자이드화물은 뇌관, 신관 등의 **기폭제**로 사용된다.

① 나트륨아자이드(sodium azide, NaN_3, 아지화나트륨)

- 맹독성을 갖는 무색무취의 소금모양 결정이다, 비중 1.846
- **자동차에어백**, 살충제, 뇌관, 항공기의 안전슈트 등에 사용된다.
- 물에 잘 녹고, 에테르에는 녹지 않는다. 수용액은 알칼리성이다.
- 가열하면 275 ℃에서 격렬히 분해하여 질소와 나트륨이 된다.

$$2NaN_3 \longrightarrow 2Na + 3N_2\uparrow$$

② 납아자이드(lead(Ⅱ) azide, $\mathbf{Pb(N_3)_2}$, PbN_6, 아지화납, 아지드화납Ⅱ)

- 순수한 것은 무색결정이나 햇빛에 의해 갈색으로 변한다.
- 기폭제, 포탄의 뇌관으로 사용되며 가열, 충격, 마찰 등에 쉽게 폭발한다.
- 녹는점 350 ℃(발화점), 비중 4.7, 폭발속도 5180 ㎧
- 일단 점화하면 순간적으로 폭발하고 물속에서도 폭발한다.
- **구리**, **아연**, **카드뮴**과 반응하여 이들의 아자이드를 만들며, 특히 구리와 접촉하면 매우 격렬하게 반응하므로 뇌관을 만들 때 구리관체의 사용을 금한다.
- 매우 민감하므로 고무용기로 절연하여 **물** 속에 저장한다.

11) 질산구아니딘(guanidine nitrate, $C(NH_2)_3NO_3$, $CH_6N_4O_3$) – 200 ㎏

- 질산(HNO_3)과 구아니딘($C(NH)(NH_2)_2$)의 화합물로 질산에스터에 속하지만 별도 품명으로 구분하고 있다.
- 백색결정으로서 매우 강한 산화제이다.
- 연소 시 낮은 화염온도와 높은 가스방출력을 가진 물질이므로 **모형헬리콥터·모형비행기의 일원추진제**, 고체연료, 작약의 혼합성분, **에어백용 화약**의 재료로 쓰인다.
- 녹는점 214 ℃, 비중 1.436
- 가열(250 ℃ 이상), 충격, 마찰에 의하여 분해·폭발한다.
- 연소하면 독성·부식성 물질인 질산, 질소산화물을 생성한다.
- 물, 알코올에 녹고, 아세톤, 벤젠, 에테르에는 녹지 않는다.

제6절 제6류 위험물(산화성 액체)

1. 산화성 액체란

산화성액체란 산화력이 있는 액체로서 산화력의 잠재적인 위험성을 판단하기 위하여 고시로서 정하는 시험에서 고시로서 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

산화력의 잠재적 위험성을 판단하기 위한 시험이란 연소시간 측정시험으로 목분에 산화성액체를 혼합하여 연소시간을 측정한다. 산화성액체는 제1류 위험물 산화성고체와 더불어 자신은 불연성이지만 조연성의 성질이 있어서 연소속도를 빠르게 하기 때문에 위험물안전관리법상 위험물로 분류하여 관리하고 있다. 일반적으로 산화성 액체는 산화성고체보다 더 위험하다고 할 수 있는데 이는 산화성액체는 그 자체가 점화원이 될 수 있고 액체상이기 때문이다.

2. 산화성액체의 종류 및 지정수량

품 명	지정수량	설 명
1. 과염소산	300 kg	$HClO_4$
2. 과산화수소		H_2O_2, 농도가 36 wt% 이상인 것
3. 질산		HNO_3, 비중이 1.49 이상인 것
4. 그 밖에 총리령이 정하는 것		할로겐간화합물(할로젠간화합물)
5. 위의 어느 하나 이상을 함유한 것	300 kg	

3. 일반성질

가. 모두 **불연성** 물질이지만 다른 물질의 연소를 돕는 **산화성 · 지연성** 액체이다.

나. **산소**를 많이 함유하고 있으며(할로겐간화합물은 제외) 물보다 무겁고 물에 잘 녹는다.

다. 증기는 **유독**하며(과산화수소 제외) 피부와 접촉 시 점막을 부식시키는 유독성 · 부식성 물질이다.

라. 염기와 반응하거나 물과 접촉할 때 **발열**한다.
마. 강산화성 물질(제1류 위험물)과 접촉 시 발열하고 폭발하며 이때 가연성 물질이 혼재되어 있으면 **혼촉발화**의 위험이 있다.

4. 저장 및 취급방법

가. 용기의 파손, 변형, 전도방지
나. 용기 내 물, 습기의 침투방지
다. 가연성 물질, 강산화제, 강산류와의 접촉방지
라. 가열에 의한 유독성가스의 발생방지

5. 화재진압방법

가. 화재 시 가연물과 격리한다.
나. 소량화재는 다량의 물로 희석할 수 있지만 원칙적으로 **물을 사용하지 말아야 한다.**
다. 유출 시 마른 모래나 중화제로 처리한다.
라. 화재진압 시는 공기호흡기, 방호의, 고무장갑, 고무장화 등 보호장구는 반드시 착용한다.

6. 제6류 위험물 각론

제6류 위험물에 해당하는 대표적인 물질들의 성상은 다음과 같다.

1) 과염소산(perchloric acid, $HClO_4$) – 300 kg

- 무색무취의 기름형태의 액체이며 **공기노출 시 발연(HCl 가스)**한다.
- 분석화학용 시약, 유리합성용 촉매, 금속 용해제 등으로 쓰인다.
- 황산이나 질산보다 더 강력한 산이며, 순도 72.4 % 이상의 과염소산은 위험해서 상품으로 유통되지 않는다.
- 염소의 산소산 중 가장 강한 산이다.($HClO$ 〈 $HClO_2$ 〈 $HClO_3$ 〈 $HClO_4$)

- 녹는점 −112 ℃(72 %수용액은 −17 ℃), 끓는점 39 ℃(공비혼합물 203 ℃), 비중 1.76, 증기비중 3.5
- **매우 불안정**하며 강력한 산화성, 불연성·유독성·자극성·부식성 물질이다.
- 알코올과 에테르에 폭발위험이 있고, 불순물과 섞여있는 것은 폭발이 용이하다.
- **물**과 접촉하면 소리를 내면서 **발열**하며 6종류의 안정된 고체수화물을 만든다.

  → $HClO_4 \cdot H_2O$, $HClO_4 \cdot 2H_2O$, $HClO_4 \cdot 2.5H_2O$,
  $HClO_4 \cdot 3H_2O$(2종류가 있음), $HClO_4 \cdot 3.5H_2O$
- 가열하면 폭발하고 분해하여 유독성의 HCl을 발생한다.
- 많은 유기물과 접촉 시 폭발적으로 발화 또는 폭발한다.
- **Fe**, **Cu**, **Zn**과 격렬하게 반응하고 산화물이 된다.
- 가열하면 92 ℃ 이상에서는 폭발적으로 분해하여 염소와 산소 가스를 발생한다.

$$4HClO_4 \longrightarrow 2Cl_2\uparrow + 7O_2\uparrow + 2H_2O$$

2) 과산화수소(hydrogen peroxide, dihydrogen dioxide, H_2O_2) − 300 kg

- 농도가 **36 wt%** 미만인 것은 위험물에 해당하지 않는다.
- 순수한 것은 점성이 있는 무색투명한 액체로 다량인 경우는 청색을 띤다.
- 표백제, 의약품, 식품의 살균제, 소독제, 로켓연료, 치아미백 등으로 사용되며, 농도에 따른 용도 및 특성은 다음과 같다.

농도(%)	용도 및 특성
3	상처 소독[옥시돌, 옥시풀], 핏자국 제거, 표백제
3~8	머리카락 탈색 'peroxide blonde'
8 이상	피부와 점막을 상하게 할 수 있다.
30~35	보통의 시판품, 공업용 표백제, 병원의 감염전파 방지
36 이상	위험물로 규제됨
50	펄프와 종이 표백
60 이상	충격에 의해 단독 폭발 가능
65 이상	가연성 물질을 발화시킨다. 기름 모양의 액체
70 이상	분해가스를 이용한 일원추진제(monopropellant), 로켓 추진제, 1940년대~1950년대에는 잠수함 엔진 작동용으로도 사용함

- 불연성이지만 유독(강한 표백작용과 살균작용)하며 반응성이 크다.
- 고농도의 경우는 피부에 닿으면 화상(수종)을 입는다.

- 증기는 유독하지 않다.
- 농도에 따라 밀도, 녹는점, 끓는점 등 물리적 성질이 달라진다.

농도(%)	35	50	70	90	100
밀도(g/cm^3)	1.13	1.19	1.28	1.39	1.46
녹는점(℃)	-33	-52	-40	-11	-0.43
끓는점(℃)	108	114	125	141	150

- 물, 에테르, 알코올에 녹고, 벤젠, 석유에테르에는 녹지 않는다.
- **가열**에 의해 끓는점 부근에서 분해하면 물과 **산소**가 발생한다.

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$$

- 저농도(30 % 이하) 수용액은 서서히 분해하며, 분해할 때 발생하는 발생기 산소[O]에 의해 **살균**작용을 한다.

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + [O]\uparrow$$

- 암모니아와 접촉하면 폭발의 위험이 있으며, 탄소화합물과 접촉 시 분해된다.
- 수용액은 불안정하여 **금속 분말**이나 **수산이온**이 있으면 **분해**한다.
- 강력한 산화제이나 환원제로도 사용된다.
- **90 %** 이상의 수용액은 분해 작용을 이용하여 유도탄 발사, 로켓의 추진제, 잠수함 엔진의 작동용으로 쓰인다.

$$N_2H_4 + 2H_2O_2 \longrightarrow 4H_2O + N_2$$

- 분해를 막기 위하여 수용액에는 안정제(**인산** H_3PO_4, **요산** $C_5H_4N_4O_3$)를 가한다.
- 용기는 착색하여 직사광선이 닿지 않도록 하며(**갈색유리병**) 뚜껑은 **작은 구멍**을 뚫거나 가스가 빠지는 구조로 하여 분해가스를 방출하게 하여야 한다.
- **금속용기**와는 급격히 반응하여 산소를 방출하며 때로는 폭발위험이 있으므로 사용하지 말아야 한다.

3) 질산(nitric acid, HNO_3) – 300 kg

- **비중이 1.49(약 89.6 %) 이상인 것**만 위험물로 규정한다.
- 표준품질은 순도 98 %, 비중 1.51과 순도 68 %, 비중 1.41, 끓는점 121 ℃이다.
- 무색 또는 담황색의 **유독성·부식성** 액체로서 **공기와 접촉으로 백연**을 발생한다.
- 의약품, 셀룰로이드, 화약, 폭약제조 원료, 비료, 염료, 야금 등 다양하게 사용

된다.

- 녹는점 −42 ℃, 끓는점 83 ℃(순도에 따라 다름), 비중 1.502, 증기밀도 3.2
- **CS_2**, 아민류, 하이드라진 유도체와 혼촉하면 발화 또는 폭발한다.
- **피부**에 닿으면 노랗게 변한다.(**크산토프로테인 반응**−단백질 검출)
- 피부에 닿으면 화상을 입고 눈에 들어가면 실명의 위험이 있다.
- 상당히 **유독**하며 강한 산화성물질로 3대 강산(황산, 질산, 염산) 중 하나이다.
- H_2S, PH_3, HI, C_2H_2등과 반응·폭발하며 유기물 중에 침투되면 자연발화한다.
- 햇빛에 의해 분해하여 **NO_2**를 발생하므로 **갈색병**에 넣어 냉암소에 보관한다.

$$4HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + 4NO_2 + O_2$$

- 묽은 산은 금속을 녹이고 **수소**가스를 발생한다.

$$Ca + 2HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2\uparrow$$

- **Fe**(철), **Co**(코발트), **Ni**(니켈), **Al**(알루미늄), **Cr**(크롬) 등은 묽은 질산에는 녹으나 진한 질산에서는 부식되지 않는 얇은 피막이 금속표면에 생겨 **부동태**가 되므로 녹지 않는다.
- 질산과 염산을 1:3의 부피로 섞으면 **왕수**가 되어 금과 백금을 녹일 수 있다.
- 가열하면 분해하여 적갈색의 유독한 이산화질소와 발생기 산소를 발생한다.

$$2HNO_3 \longrightarrow H_2O + 2NO_2\uparrow + [O]$$

- 환원성 물질이나 유기물과 혼합하면 발화한다.

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$$

○ **발연질산**(fuming nitric acid, 發煙窒酸, HNO_3+nNO_2)

- **진한 질산**에 **이산화질소**를 과잉으로 녹인 무색 또는 적갈색의 발연성 액체로 공기 중에서 갈색증기(NO_2)를 낸다.
- 용액 내에 질산의 비율이 86 %가 넘으면 발연질산이라 부른다.
- 이산화질소가 들어 있는 양에 따라 흰색과 붉은색으로 특징화된다.
- 산화제, 나이트로화제, 유기합성, 의약품, 염료합성 등에 사용된다.
- 인체에 **유독하며 진한 질산보다 산화력이 세다.**

4) 할로젠간화합물(interhalogen compound, 할로겐간화합물) − 300 ㎏

− 일반식 XYn(X가 Y보다 무거운 할로겐인 경우, n−1,3,5,7)

– 보통 2개의 할로젠(F, Cl, Br, I)으로 이루어진 불안정한 2원자 화합물이다.

① 삼플루오린화브로민(bromine trifluoride, BrF_3)

· 자극적인 냄새가 나는 연한 노란색의 유독성 액체이다.
· 끓는점 125 ℃, 녹는점 8.77 ℃, 비중 2.8
· 황산에 잘 녹고 물과 접촉하면 폭발할 수 있으며, 가연성 물질을 점화할 수 있다.

② 오플루오린화브로민(bromine pentafluoride, BrF_5)

· 자극적인 냄새가 나는 연한 노란색의 부식성 액체이다.
· 끓는점 40.75 ℃, 녹는점 −60.5 ℃, 비중 2.5
· 물과 접촉하면 폭발할 수 있으며, 산과 반응하여 부식성 가스를 발생시킨다.

③ 오플루오린화아이오딘(iodine pentafluoride, IF_5)

· 자극성 냄새가 나는 무색~연한 노란색의 유독성·부식성 액체이다.
· 끓는점 100.5 ℃, 녹는점 9.43 ℃, 비중 3.25
· 물과 격렬하게 반응하여 유독물질 또는 인화성가스를 발생한다.

예방실무 Ⅱ

제3장 위험물 사고 대응요령

위험물은 「위험물안전관리법」상의 인화 및 발화의 위험성 외에 위험물의 화학적 특성상 독성이 있거나 화재 또는 물과의 접촉으로 인해 유해한 물질이 발생할 수 있기 때문에 현장활동 시 대원의 안전 기타 주민의 안전을 고려한 작전을 수행하여야 한다.

위험물사고 발생시 대원의 안전 및 주민의 안전을 위해서 취하여야 할 조치를 살펴보면 다음과 같다.

1. 현장 도착 전 파악해야 할 사항

위험물사고 발생시 현장도착 전까지 사고 발생과 관련하여 파악 할 수 있는 모든 정보를 사전에 파악하는 것이 중요하다. 현장도착전 파악해야할 필수 사항을 알아보면 다음과 같다.

가. 누출된 물질명이 무엇인지 알아야 한다.

나. 누출된 물질의 사고대응요령을 파악한다.

다. 바람의 방향을 파악한다.

2. 현장접근

위험물 사고 현장에 접근할 때는 가능한 한 천천히 그리고 조심스럽게 높은 곳으로부터 바람이 불어오는 쪽에서 접근하여야 한다. 바람을 등에 지고 낮은 쪽으로 움직여야 한다는 것이다. 또한 연기, 증기운, 화재 또는 폭발음 등의 현장상황에 주의하고, 잔디 또는 나무, 새 또는 다른 동물들이 죽어 있는지 확인한다. 바람의 방향을 확인하기 위해서는 깃발, 굴뚝연기 또는 증기운을 체크해 보아야한다.

상황요원은 기상청에 연락하여, 현재의 기온, 풍속, 습도 등 향후 몇 시간 동안

의 일기 예보를 확인하여야 한다. 출동 중 이러한 정보는 초기 사고현장 평가에 도움을 줄 것이다. 대원들은 정확성을 높이기 위해서 사고현장에서 풍속과 방향을 측정할 수 있는 능력을 개발하여야한다.

현장지휘소를 세우거나, 인명대피 지역을 결정할 때 바람의 방향이 변할 수 있음을 항시 명심해야 한다. 차량은 필요시 긴급히 이동할 수 있도록 사고현장에서 떨어진 곳에 부서하여야 한다. 차량이 점화원이 될 수 있으므로 차량부서 장소는 사고장소로부터 안전거리를 유지해야 하며, 사고발생지점에서 활동하는 대원의 수를 제한하여야 한다.

3. 현장보안

사고현장에는 많은 사람이 운집한다. 사고가 난 현장의 관계자, 기자들, 그리고 주변 주민들 등이 운집할 것이다. 이런 사람들은 현장활동에 아무런 도움이 되지 못하며 오히려 신속하고 효율적인 현장활동에 방해가 될 뿐이다. 따라서 다음과 같은 현장보안 활동이 이루어져야 한다.

가. 현장에 들어가지 말고 현장을 고립시킨다.
나. 인명 및 주위환경의 안전을 확보한다.
다. 현장에 인명출입을 통제한다.
라. 장비를 옮기거나 철수를 위한 공간을 확보한다.

4. 위험성 확인

사고와 관련된 위험물의 어떤 위험성이 있는 것인지 현장상황으로부터 파악하여야 한다. 위험물의 위험성을 판단할 수 있는 몇 가지 단서를 알아보면 다음과 같다.

가. 감각 이용(조심스럽게)

많은 위험물질은 냄새를 가지고 있거나 식별 가능한 증기운을 발생한다. 몇몇 물질들은 매우 낮은 또는 무독성의 수준에서 냄새로서 식별할 수 있고, 어떤 물질들은 냄새 없이도 치명적일 수 있다. 만일 냄새가 난다면 이미 너무 가깝게 접근했을 수 있으며 퇴각할 필요가 있다.

나. 사고현장의 용도 이용

건물의 형태에 따라서 어떤 종류의 물질이 있을 거라고 예측할 수 있다. 예를 들어 헛간 등에는 살충제나 제초제 등이 있을 수 있다. 제조시설에는 다양한 종류의 솔벤트가 있기 쉽다.

다. 컨테이너의 형태

컨테이너가 사고에 포함 되어 있다면 그 형태가 내용물에 대한 단서를 제공할 것이다.

라. 용기, 건물 또는 시설에 붙어 있는 표지판

위험물을 저장하는 시설이나 탱크 등은 표지판을 부착하도록 되어 있다. 이러한 표지판을 이용하면 유해화학물질의 종류를 파악하는데 단서를 제공할 것이다. 이러한 표지판은 가능한 최대한 거리를 두고 확인하여야 한다. 따라서 초기 대응 자는 망원경을 휴대할 필요가 있다.

마. 유해화학물질과 관련한 서류

이송중일 경우 선적서류 등에서 사고 관련 물질에 대한 정보를 얻을 수 있고, 고정 시설의 경우 비치되어 있는 MSDS(Material Safety Data Sheets)를 이용하면 관련 정보를 얻을 수 있다. 일반적으로 위험물질 이송 중 사고사 이러한 서류에 접근할 수 없을 경우가 많다. 이런 경우 물질이 확인될 때 까지는 매우 유해한 물질로 취급하여야 한다. 표지판, 용기의 라벨, 관련서류, 물질안전자료(MADS), 사고현장 목격자 등을 통해 사고 위험물이 무엇인지 확인한다.

5. 상황평가

다음과 같은 사항을 고려하여 현재 위험물사고의 상황평가를 실시하여야 한다.

가. 화재/누출여부

나. 기후조건

다. 지형

라. 위험에 처한 것이 무엇인지(사람, 재산, 환경)

마. 인명대피가 필요한지

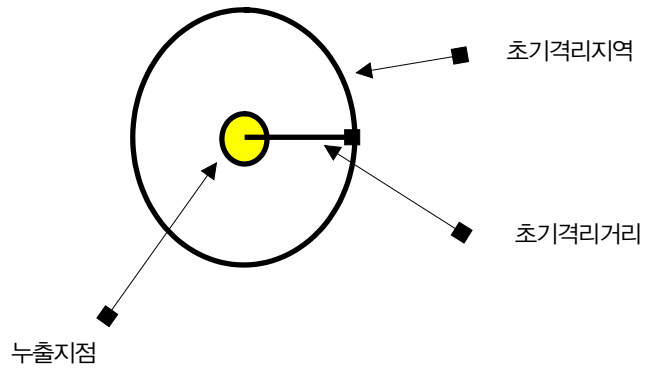
바. 방유제의 설치가 필요한지(어떤 자원(사람, 장비)이 필요하고 쉽게 구할 수 있는지)

6. 도움요청

종합상황실에 연락하여 관련 전문기관의 전문가의 도움을 요청하여야 한다.

7. 현장진입 결정

위험물질 사고현장을 격리시키는 것은 초기 대응 자에게 매우 중요한 활동이다. 특히 위험물의 종류와 누출 양을 모를 경우 즉각적으로 어느 정도의 지역을 격리시켜야 할지 명확하지 않을 수 있다. 특히 위험물질이 매우 유독하다고 알려진 물질일 경우에는 넓은 지역을 격리하는 것이 좋을 것이다.

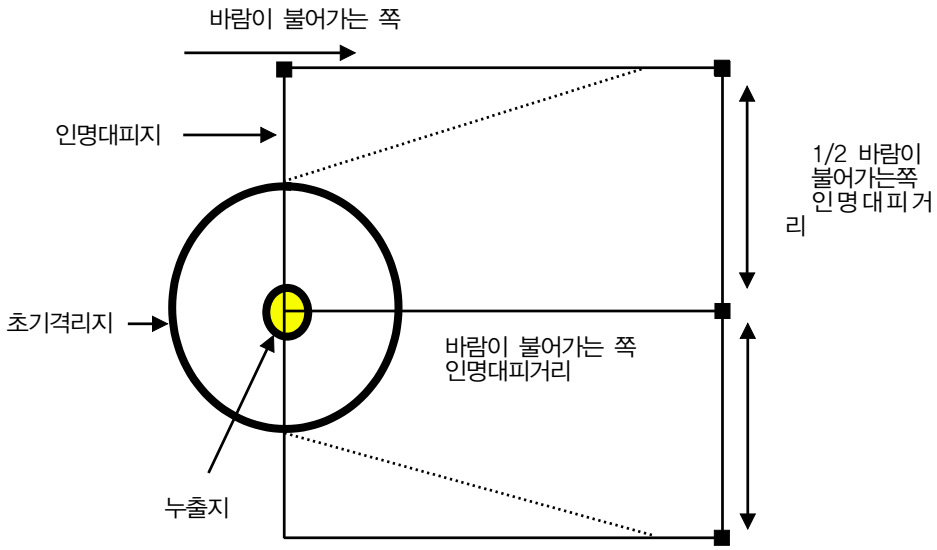


[그림 2] 초기격리거리

일반적으로 스파크 화염 등의 점화원은 누출된 물질이 인화 및 폭발위험이 없는 물질이라고 판명될 때까지 제거하여야 한다.

인화성 폭발성 또는 독성 위험물이 대량 누출됐을 경우, 초기 대응 자는 주변 거주민에게 경보를 발령해야 한다. 이는 특히 공기보다 무거운 증기의 경우 필요하다. 이는 공기보다 무거울 경우 잘 흩어지지 않고 고이기 때문이다.

낮은 지역이나 바람의 하류 방향에 들어가 위험물질에 자신을 노출시키지 말아야 한다. 몇몇 물질 또는 상황에서는 인명 대피가 필요할 수 있으며, 어떤 경우에는 집안에서 움직이지 않는 것이 최선일 수 있다. 즉 사람은 집안으로 들어가 유해한 증기나 가스가 지나가거나 흩어질 때 까지 문과 창문을 닫고 공기 흡입구를 차단해야 한다. 바람의 방향은 사고 동안 변할 수 있음을 기억해야 한다. 따라서 위험한 사람 및 지역은 그 지역의 바람의 방향에 따라 계속적으로 재평가해야 한다.



[그림 3] 인명대피거리

※ 인명대피활동은 누출지역에서부터 시작해서 바람이 불어 가는 방향으로 전개해 나감. 물과 반응하여 독성가스가 발생하는 물질이 강물이나 시냇물에 누출되었을 시 독성가스의 원천은 누출지점의 하류 쪽으로 물의 흐름에 따라 움직일 수 있음

죽거나 다친 초기 대응 자는 누구에게도 도움이 되지 않는다는 걸 명심해야 한다. 자신부터 보호해야 한다. 오염된 지역에 들어가지 말아야 하고, 매우 유독하고 위험한 물질에 오염된 요구조자를 구조하려고 시도하지 말아야 한다. 일반 방화복은 화학보호복이 아니다. 많은 위험물질은 특수한 화학보호복을 필요로 하고, 초기대응자등의 능력을 상회하는 전문성을 요한다.

일반적으로 현장에 진입할지 여부를 판단할 때 검토해야 할 사항을 보면 다음과 같다.

가. 인명구조, 재산 및 환경보호를 위한 모든 노력들은 대원이 사고를 당할 가능성과 비교 검토하여 결정하여야 한다.

나. 적절한 보호장구를 갖춘 경우에만 진입한다.

8. 사고대응

초기 대응자는 사고대응 시 우선 누출을 조절하고 퍼지는 것을 방지할 수 있는 안전거리에서 방어적 활동을 수행하여야 한다. 이런 활동들은 위험물의 누출영향으로부터 인접한 사람, 재산 그리고 환경을 보호하는데 집중되어져야 한다. 일반적으로 초기 대응자가 주어진 상황과 물질에 대응하기 위한 특수훈련을 받지 않았다면 사고발생지점에 들어가면 안된다.

가. 위험물의 누출만 있을 경우(화재 미발생)

초기 대응자는 누출된 위험물이 하수구나 배수로를 통해 요염이 확산되는 것을 방지하기 위해 방유제를 쌓거나 유체의 흐름을 차단하는 등의 조치를 해야 한다. 이는 사람에게 노출되는 것을 방지하기 위해 누출된 유체가 흘러가기 전에 해야 하고, 위험하지 않을 경우에만 해야 한다. 가스의 제거를 위해 무인관창을 이용한 물분무 등으로 증기운을 억제할 수 있을 것이다. 특히 독성 유증기가 대량 누출됐을 경우 누출장소의 바람의 하류 방향 또는 낮은 쪽의 사람들을 집안에 잇게 하거나 대피를 고려하여야 한다.

사고가 발생한 동안에 바람의 방향이 이동할 수 있음을 기억해야 하고 사고발생장소의 바람방향을 모니터링해야 한다. 안전거리로부터 누출을 차단할 수도 있을 것이다. 이는 누출된 물질이 확인되고 차단지점이 발생지점 밖일 경우에 가능한 것이다.

나. 누출 및 화재 발생시

위험물에 누출과 더불어 화재가 발생하였다면 사고는 더욱 더 복잡한 양상을 띤다. 모든 대원의 임무가 미리 논의 되어져야 하고 화재를 진압할 것인 지 여부 및 어떻게 진압할 것인지도 결정되어져야 한다.

연소생성물이 누출된 화학물질의 덜 유해하다면 최선의 방호책은 타도록 내버려

두는 것이다. 사고의 발생장소가 이러한 결정을 하는데 영향을 준다. 만일 사고지점이 시골이고 주택이 넓게 분포되어 있다면 주요 도심의 거리에서 보다 타도록 내버려 두는 결정이 쉬울 것이다. 지역주민들로부터 불편함을 최소화하기 위해서 현장지휘자에게 화재를 진압하라는 압력이 들어 올 것이다. 고려 가능한 모든 요소들을 저울질 하여 부하직원과 지역 주민의 위험을 최소화하는 길을 택해야 한다. 잠재적 유해성은 항상 편의보다 중요하다. 어떤 상황에서 특히 화학물질의 종류가 확인되지 않았다면 화재를 진압하기 보다는 생명과 재산을 보호하는데 중점을 두어야 할 것이다.

폼(foam)은 많은 인화성 액체의 화재를 진압하고 증기발생을 억제하는데 효과적이다. 알코올과 아민 같은 몇몇 물질들은 수용성이고 정상적인 폼을 파괴한다. 물질이 수용성이면 내알코올 폼을 사용하여야 한다. 내알코올 폼은 이러한 물질을 위해 설계된 것이다. 내알코올 폼을 사용할 수 없다면 일반적인 폼도 유용하다. 단 한꺼번에 대량으로 사용해야 한다. 또한 가지고 있는 폼의 양을 확인해야 한다.

물과 반응하는 물질에는 폼을 사용하는 것이 바람직하지 않다. 반응으로부터 오는 피해는 폼을 사용하는데서 얻는 이익보다 클 수 있기 때문이다. 만일 폼을 이용해서 화재를 진압코자 할 경우에는 진압에 임하기 전에 충분한 폼이 현장에 있는지 반드시 확인해야 한다. 만일 진압하기에 충분하지 못한 폼을 가지고 화재진압을 시도했다면 화재는 폼막을 부수고 되 살아 날것이고 폼을 사용해서 얻고자 했던 이익을 잃어버릴 것이다.

이산화탄소와 분말소화약제는 많은 화학물질에 효과적이다. 그러나 적용방법상 한계가 있다. 일반적으로 이러한 소화약제는 수동식소화기이기 때문에 화재에 가깝게 접근해야 한다. 이것은 초기 대응자에게 너무나 가까운 거리이다. 수동식 소화기는 초기응급화재진압 및 소규모화재 진압수단이다. 이러한 이산화탄소나 분말소화약제를 차량에 탑재한 특수 소화시설이 있다. 대규모 소방서에는 대부분 이러한 장비를 가지고 있다. 이런 장비를 가지고 있다면 좀 더 큰 화재 진압에 유용하게 사용할 수 있을 것이다. 이산화탄소나 할론은 밀폐된 장소에서 진화에 매우 효과적이나 진압요원을 질식시킬 우려가 있다. 가연성 금속이 포함된 화재는 드라이파우더가 필요하다. 만일 물이 사용하기에 적절하다면 대량의 분무형태로 적용해야 한다. 고체를 뿌리면 물질들을 사방으로 흩어지게 한다. 타고 있는 액체에 고체를 뿌리면 타고 있는 물질을 튀게 하고 화재를 퍼지게 할 수 있다. 만일 고정된 시설에서 진화작업을 하고 있다면 미리 화재진압에 사용할 수 있는 물의 양이 얼마 인지를 알고 있

어야 한다. 운송 중 사고의 경우 화재를 진압하기에 충분한 물을 가지고 있지 않을 경우가 많다. 이 경우 물러서서 노출을 방호하는 것이 최선의 선택일 것이다. 물이 없으면 전쟁터에 나가지 마라.

무인관창에 의한 물분무는 증기발생을 억제하는데 효과적이다. 그러나 작은 물입자는 땅에 떨어져 오염시켜서 이에 대한 관리가 필요하다. 이는 물질이 흘러가기 전에 방유제나 댐을 만들어서 관리할 수 있다. 사람이 물질에 오염 및 접촉으로부터 보호되도록 주의해야 한다. 고랑을 파서 유출물을 담을 수 있다. 몇몇 위험물질들은 고랑에 유출물을 희석하여 유해성을 줄일 수 있다. 이는 물과 반응하는 물질로부터 생성된 증기를 제거하는데 효과적이다. 이러한 상황 하에서는 물이 물질에 접촉하지 않도록 주의해야 한다. 무인관창을 물질 앞쪽에 잘 설치하고 바람의 방향과 속도 변화를 주시해야 한다.

많은 액체탱크는 가열 됐을 때 BLEVE 또는 폭발할 수 있다. BLEVE시 탱크의 조각은 먼 거리까지 날아 갈 수 있다. 이러한 탱크조각의 방향은 예측할 수 없으며 탱크의 부분에 따라 다르다. 탱크에 화재가 발생하였을 경우에는 주의해서 접근해야 한다.

MSDS를 사용할 수 있다면 이는 가장 좋은 물질에 대한 정보를 제공할 것이다. 만일 고정된 시설에 사고가 발생했을 경우 그곳의 안전관리자의 협조를 구해야 한다. 그는 그 시설에 대해 초기 대응자 보다 더 많은 것을 알고 잇다. 그러나 그는 주변 주민의 안전보다는 공장의 안전을 먼저 생각할 것이다. 결정을 내릴 때 항시 주민의 안전을 염두 해 두어야 한다.

사고발생지점의 희생자를 구조할 것인지 여부를 결정하는 것은 어려운 일이다. 위험물질과 관련하여 고도의 훈련을 받았거나 화학 보호복이 없다면 구조하지 말아야 한다. 일반적인 방화복은 위험물질 사고로부터 자신을 보호할 수없다.

9. 기타 주의사항

가. 누출된 물질을 만지거나, 밟지 말아야 한다.

나. 유독성물질이 없다고 판명되었어도 물질의 증기, 연기 등을 흡입하지 말아야 한다.

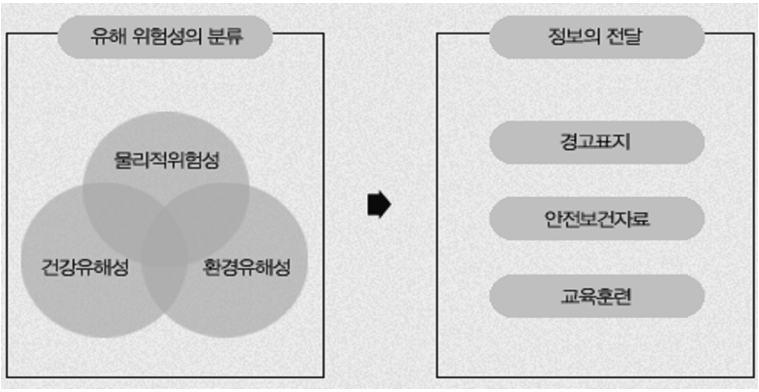
다. 냄새가 없어도 가스나 증기가 무해하다고 생각하지 말아야 한다.
(냄새가 없는 가스 및 증기도 해로울 수 있음)

예방실무 Ⅱ

제4장 위험물 분류 및 표지에 관한 기준(GHS)

제1절 GHS란 무엇인가?

GHS란, 화학물질 분류표지에 관한 세계조화 시스템(Globally Harmonized System on Classification and Labeling for Chemicals)으로써, 전 세계적으로 통일된 분류기준에 따라 화학물질의 유해위험성을 분류하고, 통일된 형태의 경고표지 및 MSDS로 정보를 전달하는 방법을 말한다.



많은 국가 또는 기관들은 지난 몇 년 동안 경고표지나 물질안전보건자료(MSDS)를 통하여 사용하는 화학물질을 전달하고 준비하기 위하여 요구되는 정보에 대한 법률이나 규정을 개발하여 왔다.

이러한 기존의 법률 또는 규정은 여러 부분에서 서로 유사하지만, 그 상이점 때문에 결과적으로 동일 제품에 대해서 나라마다 다른 경고표지 또는 MSDS를 작성하게 된다.

유해성 정의가 상이함에 따라, 어떤 화학물질은 한 나라에서는 인화성 물질로 간주되지만, 다른 나라에서는 그렇지 않을 수 있다. 또는 한 나라에서는 발암 물질로 간주되지만 다른 나라에서는 그렇지 않을 수 있다.

화학물질의 분류표지에 관한 세계조화시스템(Globally Harmonized System of Classification and labeling of Chemicals, GHS)은 화학물질의 국제 교역이 넓게 행해지고 있는 현실을 반영하여 세계적으로 통일된 접근방법에 의한 화학물질의 안전한 사용, 운송, 폐기의 수단을 확보하기 위한 필요성 때문에 도입되었다.

GHS는 그 자체로는 화학물질의 분류표지의 전 세계 표준이 되거나 법적인 효력을 가지고 있지는 않지만, GHS 문서 (“Purple Book”)를 통해 GHS 시행을 위한 도구를 개발하는 국가나 기관을 지원하기 위한 지침을 제공한다.

GHS 시행을 위한 규정은, 당면할 어떠한 요건에도 적응할 수 있도록 유연성을 유지하면서도, 각 국가 정책의 통일적인 개발을 가능하게 한다.

제2절 주요내용 및 표시방법

1. 주요내용

구 분	주요내용	비 고
유해 위험성 분류	○ 27개 항목 - 물리적 위험성(16개): 폭발성 물질 또는 화약류, 인화성가스, 인화성 에어로졸, 산화성 가스, 고압가스, 인화성액체, 인화성 고체 자기반응성, 자연발화성 액체, 자연발화성고체, 자기발열성, 물반응성, 산화성액체, 산화성고체, 유기과산화물, 금속부식성 물질 - 건강 유해성(10개): 급성독성, 피부 부식성 또는 자극성, 심한 눈 손상 또는 눈 자극성, 호흡기 또는 피부과민성, 생식세포 변이원성, 발암성, 생식독성, 특정 표적장기 독성(1회노출), 특정표적장 기독성(반복노출), 흡인유해성 물질 - 환경 유해성(1개): 수생환경 유해성 물질	제3조 및 제5조 제1항 별표3
경 고 표 지	○ 6개정보: 제품정보, 그림문자, 신호어, 유해 · 위험문구 (H-Code), 예방조치문구(P-Code), 공급자 정보 - 경고표지에는 다음 각 호의 항목을 포함 • 제품정보: 물질명 또는 제품명, 함량 등에 관한 정보 • 그림문자: 분류기준에 따라 위험성의 내용을 나타내는 그림 • 신호어: 위험성의 심각성 정도에 따라 표시하는 “위험” 또는 “경고”로 표시하는 문구 • 유해 · 위험 문구(H-CODE): 분류기준에 따라 위험성을 알리는 문구 • 예방조치 문구(P-CODE): 화학물질에 노출되거나 부적절한 저장 · 취급 등으로 발생하는 위험성을 방지하거나 최소화하기 위한 권고조치를 명시한 문구 • 공급자 정보: 제조자 또는 공급자의 명칭, 연락처 등에 관한 정보	제4조 제1항 별표1
표지부착 방법	○ 단일 용기 · 포장과 이중 용기 · 포장으로 구분 - 운송그림문자의 우선 적용 표시, 운송과 조합한 표시도 가능토록 규정 - 전체크기 및 그림문자 크기를 탄력적으로 조정 가능 - 색상: 바탕은 백색으로, 문자와 테두리는 흑색으로 하되, 용기의 표면을 바탕색으로 사용할 수 있다. 다만, 바탕색이 흑색에 가까운 경우 문자와 테두리를 바탕색과 대비되는 색상	제4조 제5항 별표2

2. 표시방법

<table>
<tr><th>구 분</th><th>표시방법</th><th>구 분</th><th>표시방법</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1. 폭발성물질
또는 화약류</td><td>
폭탄의 폭발
(Exploding bomb)</td><td rowspan="2">5. 고압가스</td><td>
가스실린더</td></tr>
<tr><td>신호어 | 위험/경고</td><td>신호어 | 경고</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2. 인화성가스
6. 인화성액체
7. 인화성고체
13. 인화성에어로졸</td><td>
불꽃(Flame)</td><td rowspan="2">8. 자기 반응성
물질 및 혼합물
15. 유기과산화물</td><td>
폭탄의 폭발과 불꽃</td></tr>
<tr><td>신호어 | 위험/경고</td><td>신호어 | 위험/경고</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11. 자기발열성
물질 및 혼합물
12. 물반응성
물질 및 혼합물</td><td>
불꽃(Flame)</td><td rowspan="2">9. 자연발화성액체
10. 자연발화성 고체</td><td>
불꽃(Flame)</td></tr>
<tr><td>신호어 | 위험/경고</td><td>신호어 | 위험</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4. 산화성가스
13. 산화성액체
14. 산화성고체</td><td>
원위의 불꽃
(Flame over circle)</td><td rowspan="2">16. 금속부식성물질</td><td>
부식성
(Corrosion)</td></tr>
<tr><td>신호어 | 위험/경고</td><td>신호어 | 경고</td></tr>
</table>

※ 황린의 경고표지 (예시) ⇒

황린
(Yellow Phosphorus)

위험
공기에 노출되면 자연발화

• **예방조치문구**
예방: 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오
- 금연
공기에 접촉시키지 마시오.
보호장갑·보호의·보안경·안면보호구를 착용하시오.
대응: 피부로부터 입자상 물질을 털어내고, 차가운 물에 담그거나 젖은 붕대로 감싸시오.
화재 시 불을 끄기 위해 소화기를 사용하시오.
저장: 발열성이 있으므로 저온으로 보관하시오
폐기: 없음

• **공급자 정보**: ○○화학, 경기도○○시 ○○동 ○○○번지 ☎(031)000-0000

5편 소방시설공사업법

01 소방시설공사업법의 제정

02 총 칙

03 소방시설업

04 소방시설공사

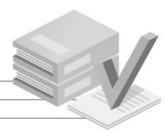
05 소방기술자

06 소방시설업자협회

07 보 칙

08 벌 칙

09 부 칙



소방전술 Ⅰ(화재 2)

제1장 소방시설공사업법의 제정

소방시설공사업법은 기존의 소방법을 분법[24]하면서 소방법 제6장(소방시설공사업 등) 및 제6장의2(소방시설의 설계 및 공사감리업)의 부분을 따로 분리하여 법률로 제정한 것이다.

소방기본법은 소방업무와 관련된 기본적인 사항을 규정한 것이며, 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 「위험물안전관리법」은 소방과 관련한 안전성의 확보를 주된 목적으로 하는 규제법인데 반하여 소방시설공사업법은 사업법으로서 각종 소방관련업을 규제함으로써 간접적으로 소방안전을 담보하는 법률이다

소방산업 분야는 시장경제원칙에 의하여 시장자율에 맡겨 두는 것이 가장 바람직하나 국민의 생명보호와 재산의 보전이라는 안전과 관련된 분야에 있어서는 사업 또는 사업자에 대한 최소한의 수준을 확보토록 하고, 일정한 수준이 뒷받침 되는 안전의 항상성을 담보하기 위함 뿐만 아니라, 국가 전체적으로 소방산업을 육성 또는 조성하여 화재로부터 공공의 안전을 확보하기 위하여 이 법이 제정되었다

일반적으로 소방기본법에서는 조직과 장비 및 기본적인 소방활동에 대하여 규율하고 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 「위험물안전관리법」은 소방대상물 또는 관계인의 행위에 대한 제한을 중점적으로 하고 있으며 소방시설공사업법에서는 소방시설업의 발전과 소방기술의 진흥을 위하여 소방시설공사 및 소방기술의 관리에 관한 사항을 중점적으로 규정하고 있다

이 법이 소방시설의 적정, 적법한 시공을 담보한다는 점에서 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 「위험물안전관리법」의 실효성을 간접적으로 뒷받침 하고 있으며 궁극적으로는 소방기본법에서 규정하고 있는 목적달성에 기여한다고 볼 수 있다

소방시설공사업법은 소방안전을 위하여 각종 소방시설이 설치되는 소방시설의 설계, 공사 등에 있어서 부실시공으로 인하여 발생할 수 있는 위해를 미리 예방하고 소방산

24) 소방기본법 제정배경 참조

업의 발전과 기술진흥을 위하여 소방시설업, 소방시설공사, 소방기술자, 소방기술심의위원회 등을 전체적으로 규율하고 있어 업무규제 및 자격규제법률이 중점을 이루고 있다.

제1절 소방시설공사업법의 제정배경

1958년에 제정되어 2004년 5월까지 시행되었던 소방법은 크게 화재예방 등 안전에 관한 사항, 소방 활동에 관한사항, 공사업 등 소방 관련업에 관한사항 및 구조·구급에 관한 사항으로 규제하고 있었으며 화재예방 등 안전에 관한 사항은 전체적으로 예방, 소방시설 및 위험물관련 사항으로 다시 세분하여 규정하였다

기존의 소방법은 다양한 영역의 소방행정 분야를 하나의 법률인 소방법이라는 단일법으로 규정하고 있어 그 내용과 체계가 복잡 다양하여 쉽게 이해할 수 없을 뿐만 아니라 소방관련 기타 여러 법령과도 일관성 및 연계성이 부족하였으며 제정이후 25차례나 개정되면서 시대적 상황 대응 입법으로 인하여 법률 체계상의 하나의 일관된 원칙과 기준에 대한 불명확성이 심화되었다

이러한 기존의 소방법의 문제점을 해결하고자 소방법을 4개의 법으로 분법 하고, 분법중 소방시설공사업법은 소방사업에 대한 규제인 사업법으로서 기존의 소방법에 규정되어 있는 소방시설업, 소방시설공사, 소방기술자 및 소방기술심의위원회 등 소방시설공사 및 소방기술의 관리에 관한 사항을 분리하여 별도의 법률로 제정함으로써 소방시설의 시공 및 유지·관리의 표준화, 소방산업기술의 건전한 육성과 소방기술능력의 향상을 도모하며 아울러 소방시설공사 등과 관련된 사람들의 책임감을 더욱 높일 수 있도록 하여 안전관련 법령에서 규정하고 있는 각종 소방시설의 안전을 간접적으로 확보하고, 화재로부터의 안전과 국민경제에 이바지함에 그 목적을 두고 제정되었다.

제2절 주요골자

가. 시·도지사에게 소방시설설계업·소방시설공사업 및 소방공사감리업의 등록을 한 사람의 경우에만 소방시설의 설계·시공 또는 감리를 할 수 있도록 하여 국민의 생명

과 재산을 담보하는 소방시설공사의 적정·적법이행을 확보하도록 하였다.(법 제4조)

나. 법령위반 등으로 소방시설업자가 영업의 정지사유에 해당하는 경우 영업정지 처분을 하는 것이 그 이용자에게 심한 불편을 주거나 그밖에 공익을 해칠 우려가 있는 때에는 영업정지 처분 대신 3천만원 이하의 과징금을 부과할 수 있도록 하여 영업정지 등으로 인한 부실공사 및 공사의 지연 등을 방지하고자 하였다(법 제10조).

다. 특정대상물은 그 용도, 위치, 구조, 수용인원, 가연물의 종류 및 양 등을 고려하여 설계(“성능위주설계”)하여야 한다(법 제11조)

라. 소방시설공사의 부실에 대한 책임의 한계를 명확하게 하기 위하여 소방시설공사의 감리자는 소방시설 등의 설치계획표의 적법성 검토, 설계도서의 적합성검토, 시공 상세도면의 적합성 검토 등의 업무를 수행하도록 규정하였다(법 제16조).

마. 소방시설의 부실시공을 방지하기 위하여 소방시설공사는 반드시 시·도지사에게 등록한 소방시설공사업자에게 도급(都給)하도록 하였다(법 제21조).

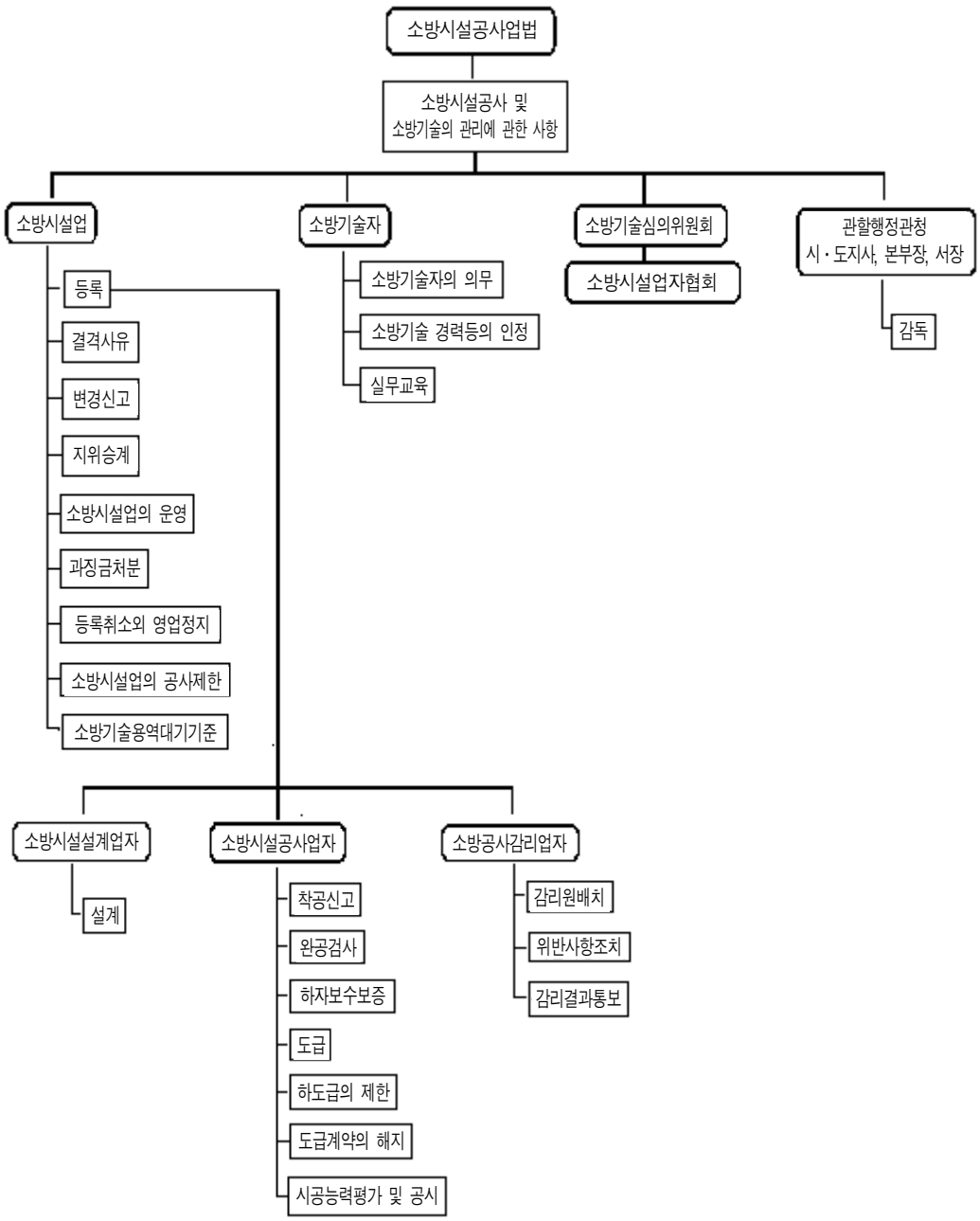
바. 종전에는 동일한 특정소방대상물에 대하여 동일인이 시공과 설계, 시공과 감리를 함께 할 수 없도록 하였으나, 앞으로는 동일인이 동일한 특정소방대상물에 대하여 시공과 감리만 함께 할 수 없도록 함으로써 소방시설 설치에 있어서 안전성과 효율성을 도모할 수 있도록 하였다(법 제24조).

제3절 소방시설공사업법의 구성

법률의 일반적인 구성이 제명과 본칙 및 부칙으로 구성되어 있고 본칙은 총칙규정, 실체규정, 보칙규정, 벌칙규정으로 되어 있듯이 소방시설공사업법 또한 전체적으로 제명, 본칙 전문 제7장 제40조 및 부칙 제7조로 구성되어 있다.

본칙은 목적과 정의 등을 규정한 총칙부분과 소방시설업, 소방시설공사, 소방기술자, 소방기술심의위원회를 규율하고 있는 실체규정과 감독, 청문, 권한의 위임·위탁, 수수료 등 법률의 일반적인 사항을 규정하고 있는 보칙 규정과 이하 벌칙규정으로 구성되어 있다.

제4절 이 법의 규정체계


소방시설공사업법
소방시설공사 및 소방기술의 관리에 관한 사항
소방시설업
등록
결격사유
변경신고
지위승계
소방시설업의 운영
과징금처분
등록취소와 영업정지
소방시설업의 공사제한
소방기술용역대가기준
소방기술자
소방기술자의 의무
소방기술 경력등의 인정
실무교육
소방기술심의위원회
소방시설업자협회
관할행정관청
시·도지사, 본부장, 서장
감독
소방시설설계업자
설계
소방시설공사업자
착공신고
완공검사
하자보수보증
도급
하도급의 제한
도급계약의 해지
시공능력평가 및 공시
소방공사감리업자
감리원배치
위반사항조치
감리결과통보

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제2장 총 칙

총칙규정은 법률의 가장 앞부분에 위치하고, 법률 전체에 공통된 원칙적·기본적·총괄적 사항을 내용으로 하는 부분으로서 일반적으로 법률의 가장 앞부분에 위치하고 있다. 소방시설공사업법의 총칙에서는 본 법률의 입법 목적을 간략하게 표현하고 있는 목적, 법률 중에 쓰이고 있는 용어의 뜻을 명확하게 하는 정의 및 이 법과 다른 법률(소방관련 법률)의 적용범위에 관한 사항을 규정하고 있는 다른 법률과의 관계 등 3개의 조문으로 구성하고 있다.

제1절 목 적

> 제1조(목적) 이 법은 소방시설공사 및 소방기술의 관리에 필요한 사항을 규정함으로써 소방시설업을 건전하게 발전시키고 소방기술을 진흥시켜 화재로부터 공공의 안전을 확보하고 국민경제에 이바지함을 목적으로 한다.

1. 의 의

목적규정이란 법률의 입법목적을 간명하게 요약한 문장으로서, 이것은 제명(題名)[25]과 함께 그 법률의 입법취지를 명확히 하며 또한 그 법률규정의 운용·해석지침을 제시하는 역할을 한다.

이런 의미에서 목적규정은 정의규정과 함께 법률규정의 의미를 당해 법률 또는 다른 법률 중에서 입법적으로 명확히 하는 법규적 해석의 기능을 지닌 규정이라고 할 수 있다

본 조의 목적 규정은 기타 사업법의 목적[26]규정과 유사함을 알 수 있어 사업법으로서의 성격을 알 수 있다.

---

25) 법률의 제목인 법률명을 말하는 것으로 "소방시설공사업법"을 말함

26) 전기사업법
제1조(목적) 이 법은 전기사업에 관한 기본제도를 확립하고 전기사업의 경쟁을 촉진함으로써 전기사업의 건전한 발전을 도모하고 전기사용자의 이익을 보호하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

2. 목적과 수단

소방시설공사업법은 소방시설업의 발전과 소방기술의 진흥이라는 1차적인 목적과 공공의 안전 확보와 국민경제에 이바지 하고자 하는 궁극적인 목적 달성을 위하여 소방시설공사 및 소방기술 관리에 필요한 사항을 규율하는 것을 그 수단으로 하고 있다.

3. 기능

일반적인 모든 법률에서와 같이 제1조 목적은 다양한 의미를 함축하고 있다. 소방시설공사업법에서 규정하고 있는 기능은

첫째: 법의 입법취지를 명확히 하며 이하 법률규정의 운용·해석의 지침이 된다.

목적규정은 이하 이 법의 모든 조항이 존재하는 실익이 본 조의 목적 때문에 있는 것이며 그러하기 때문에 이하 각 조항의 해석에 있어서도 본 조의 목적에 비추어서 해석하여야 함을 함축하고 있다.

둘째: 법이 규정하고 있는 내용과 성격을 알 수 있다.

"이 법은 소방시설공사 및 소방기술의 관리에 필요한 사항을 규정함으로써"라고 규정하고 있으므로 이 법은 소방시설공사와 관련된 사항 및 그에 따른 기술 관리에 관한 사항을 규정하고 있음을 알 수 있을 뿐만 아니라 목적 규정 내용을 보면 여타의 사업법에서 규정하고 있는 내용과 유사함을 알 수 있어 사업법의 성격이 있음을 알 수 있다.

셋째: 소방기본법의 목적과 상호 보완의 관계에 있다.

이 법과 소방기본법의 목적은 화재로부터 공공의 안전 확보임을 표현하고 있어 두 법은 각각의 개별법 이지만 전체적으로는 소방업무인 화재로부터의 안전 확보라는 하나의 목적을 수행하기 위하여 각각의 수단을 선택하고 있으며 이때 선택한 두 법률의 수단은 상호 유기적이고 보완적인 관계에 있어 전체적으로 하나의 목적을 달성하고 있음을 알 수 있다.

또한 종전 소방법이라는 단일법에서 분법 되었음을 비추어 보아도 각각의 목적을 위하여 제정이 되었지만 궁극적으로는 화재로부터의 안전이라는 소방업무의 전체적인 목적을 달성하고자 함을 알 수 있다.

제2절 정 의

제2조(정의)

① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “소방시설업”이란 다음 각 목의 영업을 말한다.
   가. 소방시설설계업: 소방시설공사에 기본이 되는 공사계획, 설계도면, 설계 설명서, 기술계산서 및 이와 관련된 서류(이하 “설계도서”라 한다)를 작성(이하 “설계”라 한다)하는 영업
   나. 소방시설공사업: 설계도서에 따라 소방시설을 신설, 증설, 개설, 이전 및 정비(이하 “시공”이라 한다)하는 영업
   다. 소방공사감리업: 소방시설공사에 관한 발주자의 권한을 대행하여 소방시설공사가 설계도서와 관계법령에 따라 적법하게 시공되는지를 확인하고, 품질·시공관리에 대한 기술 지도를 수행(이하 “감리”라 한다)하는 영업
   라. 방염처리업:「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한법률」제12조 제1항에 따른 방염대상물품에 대하여 방염처리(이하 “방염”이라 한다)하는영업
2. “소방시설업자”란 소방시설업을 경영하기 위하여 제4조에 따라 소방시설업을 등록한 자를 말한다.
3. “감리원”이란 소방공사감리업자에 소속된 소방기술자로서 해당 소방시설공사를 감리하는 사람을 말한다.
4. “소방기술자”란 제28조에 따라 소방기술 경력 등을 인정받은 사람과 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람으로서 소방시설업과「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 소방시설관리업의 기술인력으로 등록된 사람을 말한다.
   가.「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 소방시설관리사
   나. 국가기술자격 법령에 따른 소방기술사, 소방설비기사, 소방설비산업기사, 위험물기능장, 위험물산업기사, 위험물기능사
5. “발주자”란 소방시설의 설계,시공,감리 및 방염(이하 “소방시설공사등”이라 한다)을 소방시설업자에게 도급하는 자를 말한다. 다만 수급인으로서 도급 받은 공사를 하도급하는 자는 제외한다.

② 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 제1항에서 규정하는 것을 제외하고는「소방기본법」,「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」,「위험물안전관리법」및「건설산업기본법」에서 정하는 바에 따른다.

1. 의의

정의는 법 중에 쓰이고 있는 용어가 다의적이거나 해석상의 논란 또는 국민에게 생소한 용어일 경우 그 뜻을 명확히 하는 규정으로, 국민의 법 예측가능성 확보와 법률해석상 의문점을 해소하기 위하여 규정한 조항이다.

본 규정은 해석상 논란예방, 법 집행과정의 일관성의 확보 및 분쟁을 방지할 뿐 아니라 어려운 용어를 미리 설명하고 풀이함으로써 복잡한 조문의 내용을 정의된 용어로 사용할 수 있어 간결하게 표현할 수 있는 입법기술상의 장점이 있다.

일반적으로 대부분의 행정관련 법률에서는 실체규정에 들어가기 전에 총칙규정에 용어에 대한 정의규정을 두어 중요한 용어에 대하여 그 의미를 명확하게 하여 이하 법 해석상의 논란을 방지하고 있다.

2. 용어의 정의

가. 소방시설업

소방시설업이라 함은 소방시설공사에 기본이 되는 설계도서를 설계하는 소방시설설계업과 설계도서에 따라 시공을 행하는 소방시설공사업 및 소방시설공사가 설계도서 및 관계 법령에 따라 적법하게 시공되는지 여부에 대한 감리를 하는 소방공사감리업을 말한다.

나. 소방기술자

다음 중 어느 하나에 해당하는 사람으로서 소방시설업 또는 소방시설관리업의 기술 인력으로 등록된 사람

1) 법 제28조의 규정에 의하여 국민안전처장관이 소방기술 경력 등을 인정한 사람
2) 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 제29조에 따른 소방시설관리사
3) 국가기술자격 법령에 따른 소방기술사, 소방설비기사, 소방설비산업기사, 위험물기능장, 위험물산업기사, 위험물기능사

3. 소방관련법의 용어의 준용

법률이 용어를 정의할 때 이 법에서 주로 사용되고 또한 이 법에서 정의할 필요가 있는 용어에 대하여 당해 법률에 정의를 하여두고 이 법에서 사용되고 있지만 자주 사용하지 않는 용어, 이 법과 관련된 법에서 정의하고 있는 용어 등은 관련법 정의를 준용토록 함으로써 중복규정을 피하고 법률을 간결하게 함으로써 입법 기술적인 효율성을 증대하고자 함에 제2항의 규정을 두고 있다.

제3절 다른 법률과의 관계

> 제3조(다른 법률과의 관계) 소방시설공사 및 소방기술의 관리에 관하여 이 법에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」과 「위험물안전관리법」을 적용한다.

1. 의의

본 조는 이 법과 다른 법률(소방관련 법률)의 적용범위에 관한 사항을 규율한 것으로써 소방시설공사업법은 독립하여 존재하는 것이 아니라 헌법 등 여러 법률과 상호 관계를 가지고 있으며 특히 소방관련 법률[27]과는 상호 연관이 깊다.

본 조는 이 법과 관련된 사항이나, 미처 규정하지 못한 부분이 있거나, 이 법과 관련된 사항이 소방관련 법률에 규정되어 있을 경우에 있어서의 적용범위에 대한 사항을 명확히 하고 있으며, 이 조항은 소방시설공사업법이 소방관련 법률과 상호보완적이고 보충적이어서 전체적으로 하나의 소방안전의 목적을 수행하고 있음을 나타낸다.

27) 소방기본법, 소방시설설치유지및안전관리에관한법률, 위험물안전관리법

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제3장 소방시설업

특정소방대상물의 소방시설의 설치 유지·관리 등의 의무와 위험물 제조소등의 안전관리의 규정들은 소방대상물 또는 대상자의 행위에 대한 제한을 통하여 안전성을 확보하는 안전관리법률[28]인 반면, 소방시설공사업법은 사업법으로서 각종 소방안전의 기초가 되는 소방시설의 설계·시공·감리 등의 영업에 대한 규제를 함으로써 소방시설 등이 설계단계부터 완공까지 적정, 적법, 안전하게 설치될 수 있도록 하여, 간접적으로 일정수준 이상의 안전이 확보된 소방시설설치를 담보하여 궁극적으로는 소방안전에 기여하고자 함에 그 목적이 있으며 이를 위하여 소방시설업에 대한 규율을 하고 있다.

소방시설공사업법에 있어서 소방시설업에 대한 전반적인 규정은 일정한 요구조건을 충족하는 소방시설업자만이 소방시설업을 할 수 있도록 하여

첫째: 설계·시공·감리의 단계부터 미리 관련사항을 규정함으로써 부적정 설계 및 부실시공·공사 등으로 인하여 설치된 소방시설의 정상작동상의 장애 유발요인을 미리 제거하고

둘째: 소방시설의 공사는 그 특성상 한번 시공되면 다시 재시공 또는 수리 및 보수하기가 곤란한 점이 있는바 설계 - 시공 - 감리 - 완공의 일련의 사업을 이행하는 업종에 대한 규정을 둠으로써 적정공사를 확보 할 수 있으며

셋째: 항상 신뢰할 수 있는 소방시설이 설치됨에 따라 소방행정의 신뢰성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 건전한 경쟁을 유도하여 소방산업의 발전을 꾀할 수 있고

넷째: 궁극적으로 화재로부터 공공의 안전확보와 국민경제에 이바지라는 소방시설공사업법의 목적을 달성하는 기능을 하고 있다.

28) 위험물안전관리법, 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률

이러한 측면에서 소방시설업에 대한 법의 규정은 헌법상의 직업선택의 자유에 있어서의 합헌적인 제한의 정당성을 갖는다 할 것이다.

제 1 절 소방시설업의 등록

제4조(소방시설업의 등록)

① 특정소방대상물의 소방시설을 설계 · 시공하거나 감리하려는 자는 업종별로 대통령령으로 정하는 자본금(개인인 경우에는 자산 평가액을 말한다) 및 기술인력을 갖추어 특별시장 · 광역시장 · 도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시 · 도지사"라 한다)에게 소방시설업을 등록하여야 한다.

※ 소방시설업의 등록을 하지 아니하고 영업을 한 자는 3년 이하 징역 또는 1천500만원 이하 벌금

② 제1항에 따른 소방시설업의 업종별 영업범위는 대통령령으로 정한다.

③ 제1항에 따른 소방시설업의 등록신청과 등록증 · 등록수첩의 발급 · 재발급 신청, 그 밖에 소방시설업 등록에 필요한 사항은 안전행정부령으로 정한다.

④ 제1항에도 불구하고「공공기관의 운영에 관한 법률」제5조에 따른 공기업 · 준정부기관 및「지방공기업법」제49조에 따라 설립된 지방공사나 같은 법 제76조에 따라 설립된 지방공단이 다음 각 호의 요건을 모두 갖춘 경우에는 시 · 도지사에게 등록을 하지 아니하고 자체 기술인력을 활용하여 설계 · 감리를 할 수 있다. 이 경우 대통령령으로 정하는 기술인력을 보유하여야 한다.

1. 주택의 건설 · 공급을 목적으로 설립되었을 것
2. 설계 · 감리 업무를 주요 업무로 규정하고 있을 것

1. 의 의

소방시설업에 의하여 설계·시공되는 소방시설은 화재로부터 사람의 생명과 재산을 보호하는 안전시설인 관계로 인하여 소방시설업을 행하고자 하는 자에 대하여 일정한 인적, 물적인 요건을 구비하여 시·도지사에게 등록하도록 함으로써 부실시공을 방지하고 적정·적법 소방시설을 확보하여 소방시설에 대한 대국민 신뢰 확보와 소방산업에 대한 질적인 향상을 도모하도록 하고 있다.

본 조에 있어서는 소방시설의 종류 및 특정소방대상물의 규모에 관계없이 모든 소방시설에 대하여 설계·시공·감리하고자 하는 자에 대한 등록을 규정함으로써, 모든 소방시설이 적용되는 특정 소방대상물이 소방시설업의 영업대상이 된다고 할 수 있다.

다만, 주택건설을 목적으로 설립된 정부투자기관 등의 경우 시·도지사에게 별도의 등록절차 없이 자체 설계·감리를 할 수 있도록 단서로서 규정하고 있다.

정부투자기관 등이 소방관련 국가기술자격 취득자 등 자체 기술인력과 장비를 갖추고 있음에도 불구하고 설계·감리업무를 외부 민간업자에게 발주함으로써 이에 따른 예산이 소요되는 등 문제가 있으므로 이를 개선하려는 취지로 개정된 것이다.

공공주택의 건설을 주목적으로 설립된 정부투자기관 등이 소방시설 설계·감리업 등록기준에서 정하는 요건을 갖춘 경우에는 자체 설계·감리를 할 수 있도록 함으로써 업무의 효율화 및 예산절약 그리고 타 법령과의 불균형에서 초래될 수 있는 법집행의 혼선을 해소할 수 있는 효과가 있다고 볼 수 있다.

2. 소방시설 설계업

가. 의의

소방시설공사에 기본이 되는 공사계획·설계도면·설계 설명서·기술계산서 및 이와 관련된 서류를 작성하는 영업을 말한다.

나. 소방시설의 설계업자가 설계하여야할 소방시설

특정소방대상물에 설치되는 소방시설은 소방시설설계업자가 설계하여야 한다.

다. 소방시설 설계업의 등록기준 및 영업범위(시행령 별표 1)

업종별 \ 항목		기술인력	영업범위
전문 소방시설 설계업		가. 주된 기술인력: 소방기술사 1명 이상 나. 보조기술인력: 1명 이상	모든 특정소방대상물에 설치되는 소방시설의 설계
일반 소방 시설 설계업	기계 분야	가. 주된 기술인력: 소방기술사 또는 기계분야 소방설비기사 1명 이상 나. 보조기술인력: 1명 이상	가. 아파트에 설치되는 기계분야 소방시설(제연설비는 제외한다)의 설계 나. 연면적 3만제곱미터(공장의 경우에는 1만제곱미터) 미만의 특정소방대상물(제연설비가 설치되는 특정소방대상물은 제외한다)에 설치되는 기계분야 소방시설의 설계 다. 위험물제조소등에 설치되는 기계분야 소방시설의 설계
	전기 분야	가. 주된 기술인력: 소방기술사 또는 전기분야 소방설비기사 1명 이상 나. 보조기술인력: 1명 이상	가. 아파트에 설치되는 전기분야 소방시설의 설계 나. 연면적 3만제곱미터(공장의 경우에는 1만제곱미터) 미만의 특정소방대상물에 설치되는 전기분야 소방시설의 설계 다. 위험물제조소등에 설치되는 전기분야 소방시설의 설계

〈비고〉

1. 위 표의 일반 소방시설설계업에서 기계분야 및 전기분야의 대상이 되는 소방시설의 범위는 다음 각 목과 같다.
   가. 기계분야
      1) 소화기구, 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 간이스프링클러설비, 물분무등소화설비, 옥외소화전설비, 피난기구, 상수도소화용수설비, 소화수조, 저수조, 제연설비, 연결송수관설비, 연결살수설비 및 연소방지설비
      2) 기계분야 소방시설에 부설되는 전기시설. 다만, 비상전원, 동력회로, 제어회로, 기계분야 소방시설을 작동하기 위하여 설치하는 화재감지기에 의한 화재감지장치 및 전기신호에 의한 소방시설의 작동장치는 제외한다.
   나. 전기분야
      1) 비상경보설비, 비상방송설비, 누전경보기, 자동화재탐지설비, 시각경보기, 자동화재속보설비, 가스누설경보기, 통합감시시설, 유도등, 유도표지, 비상조명등, 휴대용비상조명등, 비상콘센트설비 및 무선통신보조설비
      2) 기계분야 소방시설에 부설되는 전기시설 중 가목2) 단서의 전기시설
2. 일반 소방시설설계업의 기계분야 및 전기분야를 함께 하는 경우 주된 기술인력은 소방기술사 또는

기계분야 소방설비기사와 전기분야 소방설비기사 자격을 함께 취득한 사람 1명 이상으로 할 수 있다.

3. 소방시설설계업을 하려는 자가 소방시설공사업, 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제29조에 따른 소방시설관리업(이하 "소방시설관리업"이라 한다) 또는 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제16조에 따른 화재위험평가 대행 업무(이하 "화재위험평가 대행업"이라 한다) 중 어느 하나를 함께 하려는 경우 소방시설공사업, 소방시설관리업 또는 화재위험평가 대행업 기술인력으로 등록된 기술인력은 다음 각 목의 기준에 따라 소방시설설계업 등록 시 갖추어야 하는 해당 자격을 가진 기술인력으로 볼 수 있다.
   가. 전문 소방시설설계업과 소방시설관리업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격과 소방시설관리사 자격을 함께 취득한 사람
   나. 전문 소방시설설계업과 전문 소방시설공사업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득한 사람
   다. 전문 소방시설설계업과 화재위험평가 대행업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득한 사람
   라. 일반 소방시설설계업과 소방시설관리업을 함께 하는 경우 다음의 어느 하나에 해당하는 사람
      1) 소방기술사 자격과 소방시설관리사 자격을 함께 취득한 사람
      2) 기계분야 소방설비기사 또는 전기분야 소방설비기사 자격을 취득한 사람 중 소방시설관리사 자격을 취득한 사람
   마. 일반 소방시설설계업과 일반 소방시설공사업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득하거나 기계분야 또는 전기분야 소방설비기사 자격을 취득한 사람
   바. 일반 소방시설설계업과 전문 소방시설공사업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득하거나 기계분야 및 전기분야 소방설비기사 자격을 함께 취득한 사람
   사. 전문 소방시설설계업과 일반 소방시설공사업을 함께하는 경우: 소방기술사 자격을 취득한 사람
4. “보조기술인력”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람을 말한다.
   가. 소방기술사, 소방설비기사 또는 소방설비산업기사 자격을 취득한 사람
   나. 소방공무원으로 재직한 경력이 3년 이상인 사람으로서 자격수첩을 발급받은 사람
   다. 법 제28조제3항에 따라 총리령으로 정하는 소방기술과 관련된 자격·경력 및 학력을 갖춘 사람으로서 자격수첩을 발급받은 사람
5. 위 표 및 제2호에도 불구하고「엔지니어링산업 진흥법」제21조제1항에 따른 엔지니어링사업자 신고 또는「건축사법」제23조에 따른 건축사업무신고를 하거나「기술사법」제6조제1항에 따른 기술사사무소 등록을 한 자가 소방시설설계업을 함께 하는 경우「엔지니어링산업 진흥법」,「건축사법」및「기술사법」에 따른 기술인력기준(주된 기술인력만 해당한다) 등이 위 표의 등록기준과 중복되는 경우에는 위 표의 등록기준에 맞는 것으로 본다.
6. 가스계소화설비의 경우에는 해당 설비의 설계프로그램 제조사가 참여하여 설계(변경을 포함한다)할 수 있다.

3. 소방시설 공사업

가. 의의

소방시설공사업은 설계도서에 따라 소방시설을 신설·증설·개설·이전 및 정비를

업으로 하는 소방시설업을 말한다.

소방시설은 건물의 공사시 처음부터 시작하는 것이고 한번 공사하면 재공사나 보수등이 상당히 어렵다. 또한 특정소방대상물의 용도·규모에 따라 소방시설 대상이 달라지고 나아가 소방설비공사를 수행해나갈 기술상·자본상·경험상 시공능력이 요구되는 바, 이에 소방시설공사업의 시공능력 공시 등을 통하여 소방시설공사업자가 충분히 공사를 할 수 있는 범위를 정하고 또한 알림으로써 실제 소방시설공사의 발주자가 적정한 공사업자를 선정할 수 있도록 하며 소방시설공사업 입장에서는 감당할 수 있는 범위의 공사만을 수주하게 됨으로서 철저·완벽한 소방시설공사를 할 수 있도록 함에 그 취지가 있다.

나. 소방시설공사업의 분야와 영업범위 및 등록기준(시행령 별표 1)

항목 / 업종별		기술인력	자본금 (자산평가액)	영업범위
전문 소방시설 공사업		가. 주된 기술인력: 소방기술사 또는 기계분야와 전기분야의 소방설비기사 각 1명(기계분야 및 전기분야의 자격을 함께 취득한 사람 1명) 이상 나. 보조기술인력: 2명 이상	가. 법인: 1억원 이상 나. 개인: 자산평가액 2억원 이상	특정소방대상물에 설치되는 기계분야 및 전기분야 소방시설의 공사 · 개설 · 이전 및 정비
일반 소방 시설 공사업	기계분야	가. 주된 기술인력: 소방기술사 또는 기계분야 소방설비기사 1명 이상 나. 보조 기술인력: 1명 이상	가. 법인: 5천만원 이상 나. 개인: 자산평가액 1억원 이상	가. 연면적 1만제곱미터 미만의 특정소방대상물에 설치되는 기계분야 소방시설의 공사 · 개설 · 이전 및 정비 나. 위험물제조소등에 설치되는 기계분야 소방시설의 공사 · 개설 · 이전 및 정비
	전기분야	가. 주된 기술인력 : 소방기술사 또는 전기분야 소방설비 기사 1명 이상 나. 보조기술인력: 1명 이상	가. 법인: 5천만원 이상 나. 개인: 자산평가액 1억원 이상	가. 연면적 1만제곱미터 미만의 특정소방대상물에 설치되는 전기분야 소방시설의 공사 · 개설 · 이전 · 정비 나. 위험물제조소등에 설치되는 전기분야 소방시설의 공사 · 개설 · 이전 · 정비

〈비고〉
1. 위 표의 일반 소방시설공사업에서 기계분야 및 전기분야의 대상이 되는 소방시설의 범위는 소방시설설계업의 등록기준 및 영업범위의 비고란 제1호 각 목과 같다.
2. 기계분야 및 전기분야의 일반 소방시설공사업을 함께 하는 경우 주된 기술인력은 소방기술사 1명 또는 기계분야 및 전기분야의 자격을 함께 취득한 소방설비기사 1명으로 한다.
3. 자본금(자산평가액)은 해당 소방시설공사업의 최근 결산일 현재(새로 등록한 자는 등록을 위한 기업진단기준일 현재)의 총자산에서 총부채를 뺀 금액을 말하고, 소방시설공사업 외의 다른 업을 함께 하는 경우에는 자본금에서 겸업 비율에 해당하는 금액을 뺀 금액을 말한다.
4. "보조기술인력"이란 소방시설설계업의 등록기준 및 영업범위의 비고란 제4호 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람을 말한다.
5. 소방시설공사업을 하려는 자가 소방시설설계업 또는 소방시설관리업 중 어느 하나를 함께 하려는 경우 소방시설설계업 또는 소방시설관리업 기술인력으로 등록된 기술인력은 다음 각 목의 기준에 따라 소방시설공사업 등록 시 갖추어야 하는 해당 자격을 가진 기술인력으로 볼 수 있다.
   가. 전문 소방시설공사업과 전문 소방시설설계업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득한 사람
   나. 전문 소방시설공사업과 일반 소방시설설계업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득하거나 기계분야 및 전기분야 소방설비기사 자격을 함께 취득한 사람
   다. 일반 소방시설공사업과 전문 소방시설설계업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득한 사람
   라. 일반 소방시설공사업과 일반 소방시설설계업을 함께 하는 경우: 소방기술사 자격을 취득하거나 기계분야 또는 전기분야 소방설비기사 자격을 취득한 사람
   마. 전문 소방시설공사업과 소방시설관리업을 함께 하는 경우: 소방시설관리사와 소방설비기사(기계분야 및 전기분야의 자격을 함께 취득한 사람) 또는 소방기술사 자격을 함께 취득한 사람
   바. 일반 소방시설공사업 기계분야와 소방시설관리업을 함께 하는 경우: 소방기술사 또는 기계분야 소방설비기사와 소방시설관리사 자격을 함께 취득한 사람
   사. 일반 소방시설공사업 전기분야와 소방시설관리업을 함께 하는 경우: 소방기술사 또는 전기분야 소방설비기사와 소방시설관리사 자격을 함께 취득한 사람
6. "개설"이란 이미 특정소방대상물에 설치된 소방시설등의 전부 또는 일부를 철거하고 새로 설치하는 것을 말한다.
7. "이전"이란 이미 설치된 소방시설등을 현재 설치된 장소에서 다른 장소로 옮겨 설치하는 것을 말한다.
8. "정비"란 이미 설치된 소방시설등을 구성하고 있는 기계 · 기구를 교체하거나 보수하는 것을 말한다.

4. 소방공사 감리업

가. 의 의

소방시설공사 발주자의 권한을 대행하여 소방시설공사가 설계도서 및 관련법령에 따라 적정·적법하게 시공되는지 여부의 확인과 품질·시공관리에 대한 기술 지도를 수행하는 업을 말한다.

나. 감리업의 등록기준 및 영업범위 (시행령 별표 1)

업종별 \ 항목		기술인력	영업범위
전문 소방공사 감리업		가. 소방기술사 1명 이상 나. 기계분야 및 전기분야의 특급 감리원 각 1명(기계분야 및 전기분야의 자격을 함께 가지고 있는 사람이 있는 경우에는 그에 해당하는 사람 1명. 이하 다목부터 마목까지에서 같다) 이상 다. 기계분야 및 전기분야의 고급 감리원 이상의 감리원 각 1명 이상 라. 기계분야 및 전기분야의 중급 감리원 이상의 감리원 각 1명 이상 마. 기계분야 및 전기분야의 초급 감리원 이상의 감리원 각 1명 이상	모든 특정소방대상물에 설치되는 소방시설공사 감리
일반 소방	기계분야	가. 기계분야 특급 감리원 1명 이상 나. 기계분야 고급 감리원 또는 중급 감리원 이상의 감리원 1명 이상 다. 기계분야 초급 감리원 이상의 감리원 1명 이상	가. 연면적 3만제곱미터(공장의 경우에는 1만제곱미터) 미만의 특정소방대상물(제연설비가 설치되는 특정소방대상물은 제외한다)에 설치되는 기계분야 소방시설의 감리 나. 아파트에 설치되는 기계분야 소방시설(제연설비는 제외한다)의 감리 다. 위험물제조소등에 설치되는 기계분야 소방시설의 감리
공사감리업	전기분야	가. 전기분야 특급 감리원 1명 이상 나. 전기분야 고급 감리원 또는 중급 감리원 이상의 감리원 1명 이상 다. 전기분야 초급 감리원 이상의 감리원 1명 이상	가. 연면적 3만제곱미터(공장의 경우에는 1만제곱미터) 미만의 특정소방대상물에 설치되는 전기분야 소방시설의 감리 나. 아파트에 설치되는 전기분야 소방시설의 감리 다. 위험물제조소등에 설치되는 전기분야 소방시설의 감리

〈비고〉

1. 위 표의 일반 소방공사감리업에서 기계분야 및 전기분야의 대상이 되는 소방시설의 범위는 다음 각 목과 같다.
   가. 기계분야
      1) 소화기구, 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 간이스프링클러설비, 물분무등소화설비, 옥외소화전설

비, 피난기구, 상수도소화용수설비, 소화수조, 저수조, 제연설비, 연결송수관설비, 연결살수설비 및 연소방지설비

2) 기계분야 소방시설에 부설되는 전기시설. 다만, 비상전원, 동력회로, 제어회로, 기계분야 소방시설을 작동하기 위하여 설치하는 화재감지기에 의한 화재감지장치 및 전기신호에 의한 소방시설의 작동장치는 제외한다.

3) 실내장식물 및 방염대상물품

나. 전기분야

1) 비상경보설비, 비상방송설비, 누전경보기, 자동화재탐지설비, 시각경보기, 자동화재속보설비, 가스누설경보기, 통합감시시설, 유도등, 유도표지, 비상조명등, 휴대용비상조명등, 비상콘센트설비 및 무선통신보조설비

2) 기계분야 소방시설에 부설되는 전기시설 중 가목2) 단서의 전기시설

2. 위 표에서 "특급 감리원", "고급 감리원", "중급 감리원" 및 "초급 감리원"은 총리령으로 정하는 소방기술과 관련된 자격 · 경력 및 학력을 갖춘 사람으로서 소방공사감리원의 기술등급 자격에 따른 경력수첩을 발급받은 사람을 말한다.
3. 일반 소방공사감리업의 기계분야 및 전기분야를 함께 하는 경우 기계분야 및 전기분야의 자격을 함께 취득한 감리원 각 1명 이상 또는 기계분야 및 전기분야 일반 소방공사감리업의 등록기준 중 각각의 분야에 해당하는 기술인력을 두어야 한다.
4. 소방공사감리업을 하려는 자가 「엔지니어링산업 진흥법」 제21조제1항에 따른 엔지니어링사업, 「건축사법」 제23조에 따른 건축사사무소 운영, 「건설기술 진흥법」 제26조제1항에 따른 건설기술용역업, 「전력기술관리법」 제14조제1항에 따른 전력시설물공사감리업, 「기술사법」 제6조제1항에 따른 기술사사무소 운영 또는 화재위험평가 대행업(이하 "엔지니어링사업등"이라 한다) 중 어느 하나를 함께 하려는 경우 엔지니어링사업등의 보유 기술인력으로 신고나 등록된 소방기술사는 전문 소방공사감리업 등록 시 갖추어야 하는 기술인력으로 볼 수 있고, 특급 감리원은 일반 소방공사감리업의 등록 시 갖추어야 하는 기술인력으로 볼 수 있다.
5. 기술인력 등록기준에서 기준등급보다 초과하여 상위등급의 기술인력을 보유하고 있는 경우 기준등급을 보유한 것으로 간주한다.

[부표]

소방공사감리업 등록시 갖추어야 하는 기술인력인 소방공사 감리원의 구분

구분	기술자격기준
특급 감리원	1. 소방기술사 자격을 취득한 사람 2. 소방설비기사 자격을 취득한 후 8년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 3. 소방설비산업기사 자격을 취득한 후 12년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람
고급 감리원	1. 소방설비기사 자격을 취득한 후 5년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 2. 소방설비산업기사 자격을 취득한 후 8년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람
중급 감리원	1. 소방설비기사 자격을 취득한 후 3년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 2. 소방설비산업기사 자격을 취득한 후 6년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람
초급 감리원	1. 소방설비기사 자격을 취득한 후 1년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 2. 소방설비산업기사 자격을 취득한 후 2년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 3. 소방 관련 학과 학사학위를 취득한 후 1년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 4.「고등교육법」 제2조제1호부터 제6호까지의 규정 중 어느 하나에 해당하는 학교에서 소방 관련 학과를 졸업한 후 3년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 5. 소방공무원으로서 3년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람 6. 제3호부터 제5호까지의 규정에 해당하지 않는 사람으로서 5년 이상 소방 관련 업무를 수행한 사람

〈비고〉

1. “소방 관련 업무”란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 업무를 말한다.
   가.「소방시설공사업법」 제28조제3항에 따라 소방기술과 관련된 경력으로 인정되는 업무
   나.「위험물 안전관리법」 제15조제1항에 따른 위험물안전관리자로 선임되어 수행한 업무
   다. 소방공무원으로서 수행한 건축허가 동의, 소방검사, 소방시설등완비증명발급,「사법경찰관리의 직무를 수행할 자와 그 직무범위에 관한 법률」 제5조제12호에 따른 사법경찰관 또는 사법경찰리의 직무
2. “소방 관련 학과”란 소방과 관련된 학과 중에서 소방방재청장이 정하여 고시하는 학과를 말한다.
3. 소방감리원의 경력 · 학력 인정은 다음 각 목의 어느 하나의 기준에 따른다.
   가. 2가지 이상의 경력이 같은 기간 내에 이루어진 경우에는 그 가운데 1가지만 인정하고, 중복되지 않는 기간의 경력은 각 경력기간을 해당 인정하는 경력 기준 기간으로 나누어 합산한 수치가 1 이상이면 해당 등급을 적용한다.
   나. 기계분야 및 전기분야를 모두 등록한 소방시설설계 · 공사 · 감리업체 또는 소방시설관리업체에서 근무하면서 소방 관련 업무를 수행한 경우에는 기계분야 및 전기분야의 경력을 모두 인정할 수 있다.
   다. 소방기술사, 기계분야 및 전기분야의 소방설비기사 또는 소방설비산업기사 자격을 취득한 사람이 방화관리자로 선임되어 그 업무를 수행한 경우에는 기계분야 및 전기분야의 경력을 모두 인정할 수 있다.
4. 기계분야 및 전기분야에 속하는 학과 · 학위 등에 관한 구체적인 사항은 소방방재청장이 정하여 고시하는 바에 따른다.
5. 제1호에 해당하는 경력으로서 위 표에서 정한 기술자격 취득 전의 경력은 그 경력의 50퍼센트만 인정한다.

5. 방염처리업

가. 의 의

특정소방대상물에 설치하는 방염대상물품에 대하여 관계법령에 따라 적정·적법하게 시공하고, 시공내용에 대하여 시험 등을 통하여 방염성능 여부를 확인하는 업을 말한다.

나. 방염처리업의 실험실 · 방염처리시설 · 시험기기 및 영업범위 (시행령 별표 1)

항목 / 업종별	실험실	방염처리시설 및 시험기기	영업범위
섬유류 방염업	1개 이상 갖출 것	부표에 따른 섬유류 방염업의 방염처리시설 및 시험기기를 모두 갖추어야 한다.	커튼·카펫 등 섬유류를 주된 원료로 하는 방염대상물품을 제조 또는 가공 공정에서 방염처리
합성수지류 방염업		부표에 따른 합성수지류 방염업의 방염처리시설 및 시험기기를 모두 갖추어야 한다.	합성수지류를 주된 원료로 하는 방염대상물품을 제조 또는 가공 공정에서 방염처리
합판·목재류 방염업		부표에 따른 합판·목재류 방염업의 방염처리시설 및 시험기기를 모두 갖추어야 한다.	합판 또는 목재류를 제조·가공 공정 또는 설치현장에서 방염처리

[부표]

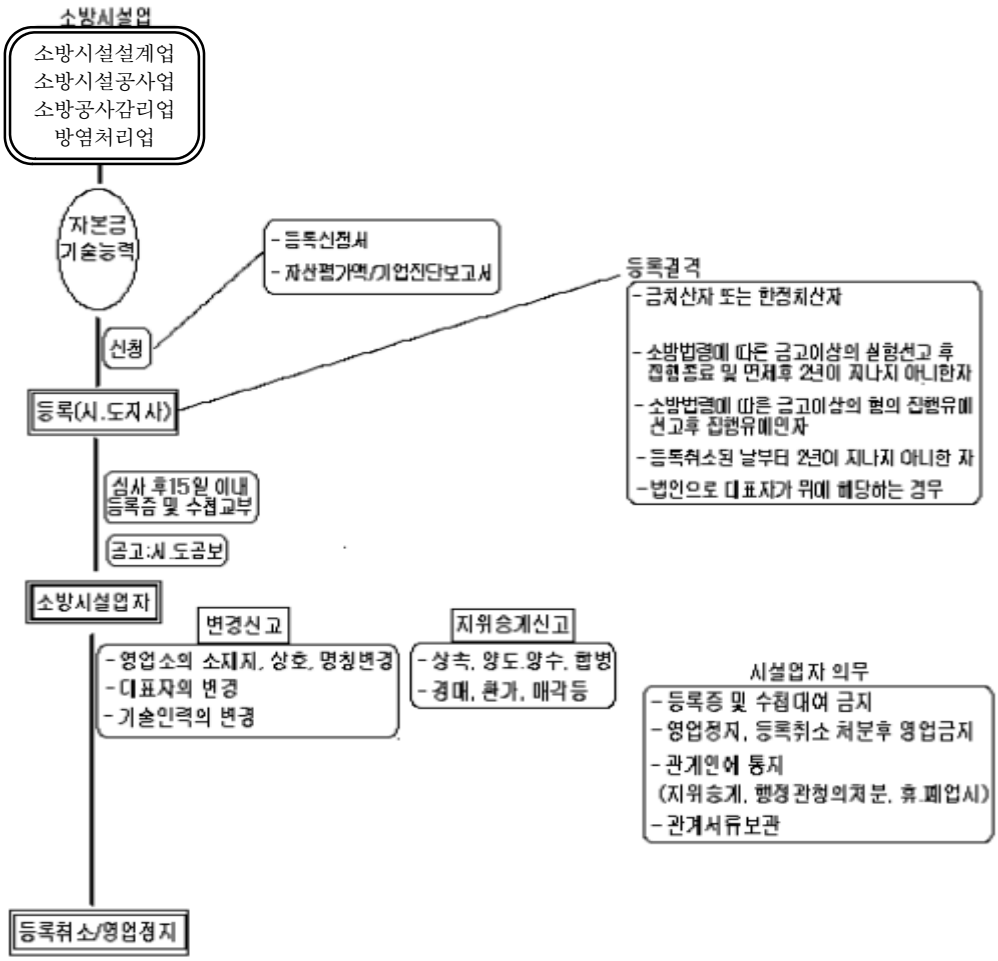
방염처리업의 방염처리시설 및 시험기기 기준

업종별	방염처리시설	시험기기
섬유류 방염업	1. 커튼 등 섬유류(벽포지를 포함한다)를 방염처리하는 시설: 200℃ 이상의 온도로 1분 이상 열처리가 가능한 가공기를 갖출 것 2. 카펫을 방염처리하는 시설: 다음 중 하나 이상의 설비를 갖출 것 가. 카펫의 라텍스 코팅설비 나. 카펫 직조설비 다. 타일카펫 가공설비	1. 다음의 어느 하나에 해당하는 연소시험기 1개 이상 가. 카펫 방염처리업: 연소시험함, 에어믹스버너, 가열시간계, 잔염시간계, 가스압력계, 전기불꽃발생장치가 부착된 연소시험기 나. 그 밖의 방염처리업: 연소시험함, 마이크로버너, 맥켈버너, 가열시간계, 잔염시간계, 잔신시간계, 착염후초가열시간계, 전기불꽃발생장치가 부착된 연소시험기 2. 항온기 1개 이상: 열풍순환식으로서 상온부터 107℃ 이상으로 온도조절이 가능하고, 최소눈금이 1℃ 이하일 것 3. 데시케이터 1개 이상: 지름이 36cm 이상일 것 4. 세탁기 1대 이상(커튼만 해당한다): 커튼의 방염성능시험에 적합할 것 5. 건조기 1대 이상(커튼만 해당한다): 커튼의 방염성능시험에 적합할 것 6. 카펫세탁기 1대 이상(카펫만 해당한다): 카펫의 방염성능시험에 적합할 것
합성수지류 방염업	다음 중 하나 이상의 설비를 갖출 것 1. 제조설비 2. 가공설비 3. 성형설비	섬유류 방염업과 같음
합판·목재류 방염업	1. 섬유판 외의 합판·목재류를 방염처리하는 경우: 다음 중 하나 이상의 설비를 갖출 것 가. 합판의 제조설비 나. 감압설비(300mmHg 이하) 및 가압설비(7kg/㎠ 이상) 다. 합판·목재 도장설비 2. 섬유판을 방염처리하는 경우: 제조설비 또는 가공설비를 갖출 것	1. 연소시험기: 방염성능시험에 적합하도록 연소시험함, 마이크로버너, 맥켈버너, 가열시간계, 잔염시간계, 잔신시간계, 착염후초가열시간계, 전기불꽃발생장치가 부착되어 있는 것 2. 항온기: 열풍순환식이며 상온부터 42℃ 이상으로 온도조절이 가능하고, 최소눈금이 1℃ 이하일 것 3. 데시케이터: 지름이 36cm 이상일 것

비 고

1. 둘 이상의 방염업을 함께 하는 경우 갖추어야 하는 실험실은 1개 이상으로 한다.
2. 둘 이상의 방염업을 함께 하는 경우 같은 업종 간에 중복되는 방염처리시설 및 시험기기는 중복하여 갖추지 아니할 수 있다.

6. 소방시설업의 등록절차



가. 소방시설업 등록 신청 (시행규칙 제2조)

1) 등록신청자 : 소방시설업을 하고자 하는 자

2) 민원인 제출서류

가) 국가기술자격증

나) 법 제28조 제2항에 따라 발급된 소방기술인정자격수첩 또는 소방기술자 경력수첩(자격수첩 및 경력수첩)

다) 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 자가 신청일 전 최근 90일 이내에 작성한 자산평가액 또는 기업진단보고서(소방시설공사업만 해당한다)

- 「공인회계사법」 제7조에 따라 금융위원회에 등록한 공인회계사
- 「세무사법」 제6조에 따라 기획재정부에 등록한 세무사
- 「건설산업기본법」 제49조제2항에 따른 전문경영진단기관

라) 자본금 기준금액의 100분의 20이상에 해당하는 금액의 출자·예치·담보 금액 확인서(소방시설공사업만 해당) 1부.

3) 담당공무원의 확인사항(민원인 제출 생략)

가) 법인등기부등본(법인만 해당된다)

> 민원인 제출서류는 「전자정부법」 제36조제1항에 따라 행정정보의 공동이용을 통하여 법인등기사항 전부증명서(법인만 해당된다)을 확인하여야 한다. 다만, 신청인이 담당공무원의 확인에 동의하지 아니하는 경우에는 해당서류를 첨부하게 하여야 한다.

나. 소방시설업등록증 및 등록수첩의 발급 (시행규칙 제3조)

시·도지사는 소방시설업의 업종별 등록기준에 적합하다고 인정되는 경우에는 등록신청을 받은 날부터 15일 이내에 소방시설업등록증 및 소방시설업등록수첩을 업종별로 교부하고, 제출된 소방기술자의 기술자격증(자격수첩)에 등록된 소방시설업의 기술인력자임을 기재하여 교부하며 소방시설업등록대장에 등록사항을 기재하여 관리하여야 한다.

※ 첨부서류미비 또는 서류내용이 불명확한 경우 10일 이내의 기간을 정하여 보완하게 할 수 있다.

다. 소방시설업등록증 및 등록수첩의 재교부 및 반납(시행규칙 제4조)

1) 재교부

가) 소방시설업자는 소방시설업등록증 또는 등록수첩을 잃어버리거나, 헐어 못쓰게 된 경우에는 시·도지사에게 재발급을 신청할 수 있다.

나) 시·도지사는 재교부신청서를 제출받은 때에는 3일 이내에 재발급하여야 한다.

2) 소방시설업자는 아래의 반납사유 발생시 지체 없이 반납하여야 한다.

가) 법 제9조의 규정에 의하여 소방시설업등록이 취소된 경우

나) 소방시설업을 휴업 하거나 폐업한 경우

다) 재발급을 받은 경우. 다만, 소방시설업등록증 또는 등록수첩을 잃어버리고 재발급을 받은 경우에는 이를 다시 찾은 경우에만 해당한다.

7. 등록의 결격사유

제5조(등록의 결격사유) 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 자는 소방시설업을 등록할 수 없다.

1. 피성년후견인
2. 삭제〈2015.7.20.〉
3. 이 법, 「소방기본법」, 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 또는 「위험물안전관리법」에 따른 금고 이상의 실형을 선고 받고 그 집행이 끝나거나(집행이 끝난 것으로 보는 경우를 포함한다) 면제된 날부터 2년이 지나지 아니한 사람
4. 이 법, 「소방기본법」, 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 또는 「위험물안전관리법」에 따른 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간 중에 있는 사람
5. 등록하려는 소방시설업의 등록이 취소된 날부터 2년이 지나지 아니한 자
6. 법인의 대표자가 제1호부터 제5호까지의 사람 중 어느 하나에 해당하는 법인
7. 법인의 임원이 제3호부터 제5호까지의 규정에 해당하는 경우 그 법인

결격사유란 특정 신분·자격 등을 얻는 데 있어서 해당되어서는 안 되는 일정한

요건을 말한다. 일반적으로 소방시설공사업법과 같은 사업법의 경우 자격부여와 특정영업에 관한 인·허가를 할 때에 결격사유에 관한 규정을 둔다.

본 조가 이러한 소방시설업의 등록에 대한 결격사유를 두는 이유는 특정 신분 또는 자격 등을 가진 자들이 대부분 국민의 안전 또는 재산에 중대한 영향을 미치는 전문 기술적인 분야에 종사하고 있기 때문에 이러한 분야에 종사해서는 안 될 사람들을 원천적으로 배제하여 당해 분야에 종사하는 자의 질을 일정수준 이상으로 유지함으로써 소방시설 설치의 완벽을 확보하여 화재로부터 국민을 보호하려는 것이다.

이러한 결격사유자에 대한 규제는 헌법상의 직업선택의 자유 또는 경제활동의 자유 등의 기본권을 제약할 수 있으므로 부득이한 경우에 한하여 규정하고, 반드시 법률에서 직접 규정하여야 하며, 과잉규제가 되지 않도록 그 내용을 명확하고 합리적으로 정하여야 할 것이다.

가. 결격사유

1) 피성년후견인

질병, 장애, 노령, 그 밖의 사유로 인한 정신적 제약으로 사무를 처리할 능력이 지속적으로 결여된 사람에 대하여 본인, 배우자, 4촌 이내의 친족, 미성년후견인, 미성년후견감독인, 한정후견인, 한정후견감독인, 특정후견인, 특정후견감독인, 검사 또는 지방자치단체의 장의 청구에 의하여 가정법원으로부터 성년후견개시의 심판을 받은 자를 말하는 것으로 민법에 의하여 피성년후견인의 법률행위는 취소할수 있도록 규정하고 있어 이는 소방시설업의 등록행위가 과도한 법률행위로 인정하고 있다는데 그 취지가 있다.

2) 일정한 전과사실이 있는 자

이 법 또는 소방관련 법령에 따른 전과사실이 있는 자를 소방시설업에 배제토록 하는 것은 이 법률뿐만 아니라 이 법과 관련이 있는 소방관련 법령을 위반함으로서 각종 불이익을 받을 수 있으므로 이를 위반하지 않도록 하는 즉 법률의 실효성을 확보함에 그 취지가 있다.

3) 이 법에 의한 처분을 받은 자(등록하고자 하는 소방시설업의 등록이 취소된 날부터 2년이 지나지 아니한 자)

이 법에 의하여 일정한 처분을 받은 자에 대한 등록의 배제는 등록한 소방시설업자의 성실한 법령준수 의무를 간접적으로 담보하는 법의 실효성 확보 수단이다.

4) 대표자 및 법인의 임원이 결격사유가 있는 법인

대표자 및 법인의 임원이 결격사유가 있는 법인에 대한 배제는 소방시설업의 운영에 영향을 미칠 수 있는 임원의 결격사유로 적정·적법업무의 이행상 장애가 발생할 수 있으므로 이를 제거하기 위하여 배제하고 있다.

8. 등록사항 변경신고

제6조(등록사항의 변경신고) 소방시설업자는 제4조에 따라 등록한 사항 중 총리령으로 정하는 중요 사항을 변경할 때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 시 · 도지사에게 신고하여야 한다.

※ 위반하여 신고하지 아니한 자 또는 거짓으로 신고한 자는 1차 위반시 10만원, 2차 위반시 50만원, 3차 위반시 200만원 이하 과태료

기 등록한 소방시설업에 있어 중요한 사항을 변경하거나, 변경된 사항이 이 법에서 정하는 등록 기준에 적합여부의 확인 외에도 관할 행정청의 감독권 행사 등을 위하여 변경신고 사항을 규정하고 있다.

가. 변경신고 사항 (시행규칙 제5조)

1) 명칭 상호 또는 영업소 소재지

2) 대표자

3) 기술인력

나. 등록사항의 변경신고 (시행규칙 제6조)

등록사항의 변경시 30일 이내에 소방시설업등록사항변경신고서에 변경사항별로 다음 각호의 구분에 의한 서류를 첨부하여 협회에 제출하여야 한다.

1) 민원인 제출 서류

가) 명칭·상호 또는 영업소소재지를 변경하는 경우

(1) 소방시설업 등록증 및 등록수첩

나) 대표자를 변경하는 경우

(1) 소방시설업 등록증 및 등록수첩

(2) 외국인인경우에는 해당국가의 정부나 공증인,해당국가에 주재하는 우리나라 영사가 확인한 서류 등

다) 기술인력을 변경하는 경우

(1) 소방시설업 등록수첩

(2) 기술인력 증빙서류

2) 담당공무원 확인사항(민원인 제출 생략)

가) 명칭·상호 또는 영업소소재지를 변경하는 경우

(1) 법인등기부등본(법인만 해당된다) 1부

(2) 사업자등록증 사본(개인만 해당된다) 1부

나) 대표자를 변경하는 경우

(1) 법인등기부등본(법인만 해당된다) 1부

(2) 사업자등록증 사본(개인만 해당된다) 1부

민원인 제출서류는 「전자정부법」 제36조제1항에 따라 행정정보의 공동이용을 통하여 법인등기사항 전부증명서(법인만 해당된다) 또는 사업자등록증 사본(개인만 해당된다)을 확인하여야 한다. 다만, 신청인이 담당공무원의 확인에 동의하지 아니하는 경우에는 해당 서류를 첨부하게 하여야 한다.

다. 변경사항 처리

협회는 변경신고를 받은 때에는 5일 이내에 소방시설업등록증 및 등록수첩을 새로이 발급하거나 제출된 소방시설업등록증·등록수첩·기술인력의 기술자격증 및 자격수첩에 그 변경된 사항을 기재하여 발급하여야 한다.

9. 지위승계

제7조(소방시설업자의 지위승계)
① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 소방시설업자의 지위를 승계한다.
1. 소방시설업자가 사망한 경우 그 상속인
2. 소방시설업자가 그 영업을 양도한 경우 그 양수인
3. 법인인 소방시설업자가 다른 법인과 합병한 경우 합병 후 존속하는 법인이나 합병으로 설립되는 법인
② 다음 각 호의 절차에 따라 소방시설 전부를 인수한 자는 그 소방시설업자의 지위를 승계한다.
1. 「민사집행법」에 따른 경매
2. 「채무자 회생 및 파산에 관한 법률」에 따른 환가(換價)
3. 「국세징수법」, 「관세법」 또는 「지방세기본법」에 따른 압류재산의 매각
4. 그 밖에 제1호부터 제3호까지의 규정에 준하는 절차
③ 제1항이나 제2항의 규정에 따라 소방시설업자의 지위를 승계한 자는 총리령으로 정하는 바에 따라 시 · 도지사에게 신고하여야 한다.

※ 위반하여 신고하지 아니한 자 또는 거짓으로 신고한 자는 1차 위반시 10만원, 2차 위반시 50만원, 3차 위반시 200만원 이하 과태료

④ 제1항이나 제2항에 따른 지위승계에 관하여는 제5조를 준용한다. 다만, 상속인이 제5조 각호의 어느 하나에 해당하는 경우 상속받은 날부터 3개월 동안은 그러하지 아니하다.

소방시설업의 등록은 학문상 일반적인 제한의 금지를 일정의 경우 해제하는 허가의 성격이 있다 할 것이며 허가는 성격 및 영업의 법적인 성질에 따라 영업의 인·허가를 받은 자가 해외이주·직업변경 등 개인적 사유로 그 영업을 계속할 수 없게 되는 경우나 영업자가 사망한 경우에는 그 인·허가를 양도하거나 상속하게 되는 것이 일반적이다

사업법[29]의 경우에 공사중에 공사업자의 지위변동으로 인한 공사의 혼란 및 부작용등을 방지하기 위하여 지위승계라는 제도적인 장치를 두어 지위변동으로 인한 영향을 최소화하고 있는 경우를 볼 수 있으며, 본 조 또한 소방공사의 경우 공사중에 소방시설업자의 지위변동에 따른 소방시설공사의 부작용을 방지하기 위하여 법률적으로 지위승계에 대한 규정을 두고 있다.

29) 전기사업법 제11조, 건설산업기본법 제17조등

일반적으로 지위승계의 시점은 사실상의 영업권을 승계한 시점이 아니라 법률적으로 영업권을 승계한 시점(등기부에 등재, 법률적으로 상속이 개시되어 상속권을 행사할 수 있는 시점 등)을 말한다.

가. 지위승계 요건 및 승계자

1) 소방시설업자의 사망 시 그 상속인
2) 소방시설업자가 그 영업을 양도한 영업을 양수한 자
3) 법인인 소방시설업자의 합병이 있는 때 합병 후 존속하는 법인 또는 합병에 의하여 설립되는 법인
4) 민사집행법에 따른 경매, 파산법에 따른 환가, 국세징수법·관세법 또는 지방세법에 따른 압류재산의 매각 등에 의하여 소방시설업의 시설의 전부를 인수한 자

나. 지위승계 절차 (시행규칙 제7조)

1) 소방시설업의 지위를 승계한 자는 지위를 승계한 날부터 30일 이내에 소방시설업 지위승계신고서(개인) 또는 소방시설업합병신고서(법인)에 서류를 첨부하여 협회에 제출.
2) 지위승계 신고서류를 제출받은 협회는 접수일부터 7일 이내에 승계한 사실을 확인한 후 그 결과를 시·도지사에게 보고하고, 시·도지사는 지위승계의 확인사실을 보고받은 날부터 3일 이내에 협회를 경유하여 등록증 및 등록수첩을 발급하고 지위승계 서류를 제출받은 협회는 소방시설업 등록대장에 지위승계에 관한 사항를 작성 관리하여야 한다.

가) 민원인 제출서류

(1) 소방시설업등록증 및 등록수첩
(2) 계약서 사본 등 지위승계를 증명하는 서류(전자문서를 포함한다)
(3) 기술인력의 기술자격증(자격수첩)
(4) 계약일을 기준으로 하여 작성한 지위승계인의 자산평가액 또는 기업진단보고서(소방시설공사업만 해당한다) 1부
(5) 출자·예치·담보 금액 확인서 (소방시설공사업만 해당한다) 1부

나) 담당공무원 확인사항

(1) 법인등기사항 전부증명서(지위승계인이 법인인 경우에만 해당된다)

(2) 사업자등록 사본(지위승계인이 개인인 경우에만 해당된다)

10. 운 영

제8조(소방시설업의 운영)

① 소방시설업자는 소방시설업의 등록증 또는 등록수첩을 다른 자에게 빌려 주어서는 아니 된다.

※ 위반하여 등록증 또는 등록수첩을 다른 사람에게 빌려준 자는 300만원 이하 벌금

② 제9조제1항에 따라 영업정지처분이나 등록취소처분을 받은 소방시설업자는 그 날부터 소방시설공사등을 하여서는 아니된다. 다만, 소방시설의 착공신고가 수리(受理)되어 공사를 하고 있는 자로서 도급계약이 해지되지 아니한 소방시설공사업자 또는 소방공사감리업자가 그 공사를 하는 동안이나 도급을 받아 방염중인 것으로서 도급계약이 해지되지 아니한 상태에서 그 방염을 하는 동안에는 그러하지 아니하다.

③ 소방시설업자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우는 설계, 시공 또는 감리를 맡긴 특정 소방대상물의 관계인에게 지체 없이 그 사실을 알려야 한다.

1. 제7조에 따라 소방시설업자의 지위를 승계한 경우
2. 제9조제1항에 따라 소방시설업의 등록취소처분 또는 영업정지처분을 받은 경우
3. 휴업하거나 폐업한 경우

※ 위반하여 관계인에게 알리지 아니한 자 또는 거짓으로 알린 자는 1차 위반시 10만원, 2차 위반시 50만원, 3차 위반시 200만원이하 과태료

④ 소방시설업자는 총리령으로 정하는 관계 서류를 제15조제1항에 따른 하자보수 보증기간 동안 보관하여야 한다.

※ 위반하여 관계서류를 보관하지 아니한 자는 200만원 이하 과태료

소방시설업에 대한 운영은 이 법이 규정하고 있는 소방시설업자 업무수행의 명확성과 적정성을 담보하기 위하여 소방시설업의 운영 및 소방시설업자의 의무에 대하여 규정하고 있다.

소방시설업에 대한 운영 및 업무 중 수행하여야 할 의무 등을 구체화하여 소방시설업의 건전한 발전을 도모하고 관할 행정청의 소방시설업에 대한 처분으로 인한 업무수행에 있어서 혼란과 부실을 방지하기 위하여 계속공사에 대한 제도적인 장치

를 마련하고, 소방시설업자에 대한 각종 관계서류를 보관토록 함으로써 간접적으로 부실공사를 방지할 수 있고 사고가 발생시 그 책임 관계를 명확히 할 수 있도록 하여, 전체적으로는 의무규정과 세부운영에 관한 사항을 명확히 함으로써 소방시설의 적정공사 및 소방산업 발전이라는 소방시설공사업법이 추구하는 바를 달성할 수 있도록 하고 있다.

가. 소방시설업자의 의무

1) 등록증 또는 등록수첩 대여 금지의무
2) 관계서류 보관의무: 하자보수보증기간동안
   가) 소방시설설계업: 소방시설설계기록부 및 소방시설설계도서
   나) 소방시설공사업: 소방시설공사기록부
   다) 소방공사감리업: 소방공사 감리기록부, 소방공사 감리일지 및 소방시설의 완공 당시 설계도서
3) 관계인에게 통지의무
   가) 지위승계를 한 때
   나) 등록취소 또는 영업정지의 처분을 받은 때
   다) 휴업 또는 폐업한 때

나. 행정처분(등록취소 및 영업정지)으로 인한 계속공사

관할 행정청으로부터 행정처분(등록취소 및 영업정지)이 있을 경우 소방시설업자는 처분을 받은 날로부터 공사를 계속 하여서는 아니 된다.

다만, 소방시설의 시공신고가 수리되어 공사 중인 것으로서 도급계약이 해지되지 아니한 소방시설공사업자 또는 소방공사감리업자가 당해 공사를 하는 동안이나 방염처리업자가 도급을 받아 방염중에 있는 것으로서 도급계약이 해지되지 아니한 상태에서 그방염을 하는 동안에는 그러하지 아니하다.

11. 등록취소와 영업정지

제9조(등록취소와 영업정지 등)

① 시 · 도지사는 소방시설업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 때에는 총리령이 정하는 바에 따라 그 등록을 취소하거나 6개월 이내의 기간을 정하여 시정이나 그 영업의 정지를 명할 수 있다. 다만, 제1호 · 제3호 또는 제7호에 해당하는 경우에는 그 등록을 취소하여야 한다.

1. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 등록을 한 경우
2. 제4조제1항에 따른 등록기준에 미달하게 된 후 30일이 경과한 경우, 다만 자본금기준에 미달한 경우 중 「채무자 회생 및 파산에 관한법률」에 따라 법원이 회생절차의 개시의 결정을 하고 그 절차가 진행중인 경우 등 대통령령으로 정하는 경우는 30일이 경과한 경우에도 예외로 한다.
3. 제5조 각 호의 등록 결격사유에 해당하게 된 경우
4. 등록을 한 후 정당한 사유 없이 1년이 지날 때까지 영업을 시작하지 아니하거나 계속하여 1년 이상 휴업한 때
5. 삭제 〈2013.5.22〉
6. 제8조제1항을 위반하여 다른 자에게 등록증 또는 등록수첩을 빌려준 경우
7. 제8조제2항을 위반하여 영업정지 기간 중에 소방시설공사등을 한 경우
8. 제8조제3항 또는 제4항을 위반하여 통지를 하지 아니하거나 관계서류를 보관하지 아니한 경우
9. 제11조나 제12조제1항을 위반하여「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」제9조제1항에 따른 화재안전기준(이하 “화재안전기준” 이라 한다) 등에 적합하게 설계 · 시공을 하지 아니하거나, 제16조제1항에 따라 적합하게 감리를 하지 아니한 경우
10. 제11조, 제12조제1항 또는 제16조제1항 또는 제20조의2에 따른 소방시설공사등의 업무수행의무 등을 고의 또는 과실로 위반하여 다른 자에게 상해를 입히거나 재산피해를 입힌 경우
11. 제12조제2항을 위반하여 소속 소방기술자를 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우
12. 제13조나 제14조를 위반하여 착공신고(변경신고를 포함한다)를 하지 아니하거나 거짓으로 한 때 또는 완공검사(부분완공검사를 포함한다)를 받지 아니한 경우
13. 제13조 제2항을 위반하여 착공신고 사항 중 중요한 사항에 해당하지 아니하는 변경사항을 공사감리 결과보고서에 포함하여 보고하지 아니한 경우
14. 제15조 제2항을 위반하여 하자보수의 이행을 보증하지 아니하거나 같은 조 제3항을 위반하여 하자보수 기간 내에 하자보수를 하지 아니하거나 하자보수계획을 통보하지 아니한 경우

15. 제17조 제3항을 위반하여 인수 · 인계를 거부 · 방해 · 기피한 경우
16. 제18조 제1항을 위반하여 소속 감리원을 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우
17. 제18조 제2항의 감리원 배치기준을 위반한 경우
18. 제19조 제1항에 따른 요구에 따르지 아니한 경우
19. 제19조 제3항을 위반하여 보고하지 아니한 경우
20. 제20조를 위반하여 감리 결과를 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 경우 또는 공사감리 결과보고서를 제출하지 아니하거나 거짓으로 제출한 경우
21. 제22조 제1항을 위반하여 하도급한 경우
22. 제21조의3제4항을 위반하여 하도급에 관한 사항을 관계인과 발주자에게 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 경우
23. 제22조의2제2항을 위반하여 정당한 사유 없이 하수급인 또는 하도급 계약내용의 변경요구에 따르지 아니한 경우

23의2. 제22조의3을 위반하여 하수급인에게 대금을 지급하지 아니한 경우

24. 제24조를 위반하여 시공과 감리를함께 한 경우
25. 제31조에 따른 명령를 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료 제출을 한 경우
26. 정당한 사유 없이 제31조에 따른 관계 공무원의 출입 또는 검사 · 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 경우

※ 위반하여 영업정지기간중에 업무를 한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 제7조에 따라 소방시설업의 지위를 승계한 상속인이 제5조 각호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 상속을 개시한 날부터 6개월 동안은 제1항 제3호를 규정을 적용하지 아니한다.

행정기관인 시·도지사가 소방시설업등에 대하여 법률이 정한 일정의 준수사항을 지키도록 하고 이를 위반 할 경우 시정명령·영업정지, 등록의 취소 등의 행정처분을 통하여 그 위반행위에 대한 제재를 가하는 것을 말하여 일반적으로 이러한 제재조치는 다른 제재수단으로도 위반상태를 시정할 방법이 없을 때 행하는 가장 강력한 최종적인 조치라 할 수 있다

이러한 제재는 위반에 대한 직접적인 조치라는 제재의 수단과 동시에 평상시에 위반을 하지 아니하고 관련 법령을 준수토록 하는 간접적인 기능도 가지고 있다.

가. 등록의 취소

일반적으로 행정관련 법상 대부분의 취소는 행정기관이 국민에게 이익을 주기로 한 행위 즉 허가·인가·등록·면허·인증 등의 효과를 장래에 향하여 배제하는 것으로 강학상의 철회에 해당하는 개념이며 본 조에서도 등록의 취소는 학문상 철회에 해당한다.

시·도지사의 본 조에 의한 등록취소라는 행정처분은 가장 강력하고 최종적인 것임으로 소방시설업의 등록기준에서와 같이 그 요건은 명확하게 법률로써 규정하고 있으며, 행정청의 무분별한 처분으로 인한 소방시설업의 피해를 최소화 하고, 처분의 적정성 및 공정성을 한 번 더 담보하기 위하여 법 제32조 에서는 등록취소 처분을 하고자 할 경우 청문을 실시하도록 규정하고 있다.

나. 시정명령 및 영업의 정지

처분으로 인한 상대방의 이익보장 및 처분의 공정성을 확보할 필요가 있어 취소처분시에는 청문 등의 절차를 두고 있으며, 처분요건을 명확하게 하고 있지만 이와 더불어 시정명령, 영업정지의 제재수단도 함께 규정함으로써 시정명령, 영업정지, 등록취소처분 등을 선택적으로 할 수 있도록 하여 처분의 공정성을 한 번 더 확보하고 있다.

이 법에서는 소방시설업이 이 법령 등의 위반시 시정명령과 영업정지에 대한 처분을 할 수 있는 근거규정을 두고 시정기간 및 영업정지 기간을 6월 이내로 하고 처분시 시·도지사의 재량의 여지를 부여하기 위하여 "할 수 있다"로 규정하고 있으며 영업정지 처분과 관련하여서는 이 법 제10조에서 과징금 제도를 두고 있다.

다. 시정명령 · 영업정지(9조 1항 2호 · 4호 · 5호 · 6호 또는 8호 내지 26호)

1) 제4조제1항에 따른 등록기준에 미달하게 된 후 30일이 경과한 경우, 다만 자본금기준에 미달한 경우 중 「채무자 회생 및 파산에 관한법률」에 따라 법원이 회생절차의 개시의 결정을 하고 그 절차가 진행중인 경우 등 대통령령으로 정하는 경우는 30일이 경과한 경우에도 예외로 한다.
2) 등록을 한 후 정당한 사유 없이 1년이 지날 때까지 영업을 시작하지 아니하거나 계속하여 1년 이상 휴업한 때

3) 제6조나 제7조제3항에 따른 신고를 하지 아니하거나 거짓으로 한 경우
4) 제8조제1항을 위반하여 다른 자에게 등록증 또는 등록수첩을 빌려준 경우
5) 제8조제3항 또는 제4항을 위반하여 통지를 하지 아니하거나 관계서류를 보관하지 아니한 경우
6) 제11조나 제12조제1항을 위반하여 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항에 따른 화재안전기준(이하 "화재안전기준"이라 한다) 등에 적합하게 설계·시공을 하지 아니하거나, 제16조제1항에 따라 적합하게 감리를 하지 아니한 경우
7) 제11조, 제12조제1항 또는 제16조제1항 또는 제20조의2에 따른 소방시설공사등의 업무수행의무 등을 고의 또는 과실로 위반하여 다른 자에게 상해를 입히거나 재산피해를 입힌 경우
8) 제12조제2항을 위반하여 소속 소방기술자를 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우
9) 제13조나 제14조를 위반하여 착공신고(변경신고를 포함한다)를 하지 아니하거나 거짓으로 한 때 또는 완공검사(부분완공검사를 포함한다)를 받지 아니한 경우
10) 제13조제2항을 위반하여 착공신고사항 중 중요한 사항에 해당하지 아니하는 변경사항을 공사감리 결과보고서에 포함하여 보고하지 아니한 경우
11) 제15조제2항을 위반하여 하자보수의 이행을 보증하지 아니하거나 같은 조 제3항을 위반하여 하자보수 기간 내에 하자보수를 하지 아니하거나 하자보수 계획을 통보하지 아니한 경우
12) 제17조제3항을 위반하여 인수·인계를 거부·방해·기피한 경우
13) 제18조제1항을 위반하여 소속 감리원을 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우
14) 제18조제2항의 감리원 배치기준을 위반한 경우
15) 제19조제1항에 따른 요구에 따르지 아니한 경우
16) 제19조제3항을 위반하여 보고하지 아니한 경우
17) 제20조를 위반하여 감리 결과를 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 경우 또는 공사감리 결과보고서를 제출하지 아니하거나 거짓으로 제출한 경우
18) 제22조제1항을 위반하여 하도급한 경우

19) 제21조의3제4항을 위반하여 하도급에 관한 사항을 관계인과 발주자에게 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 경우
20) 제22조의2제2항을 위반하여 정당한 사유 없이 하수급인 또는 하도급 계약 내용의 변경요구에 따르지 아니한 경우
21) 제22조의3을 위반하여 하수급인에게 대금을 지급하지 아니한 경우
22) 제24조를 위반하여 시공과 감리를 함께 한 경우
23) 제31조에 따른 명령을 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료 제출을 한 경우
24) 정당한 사유 없이 제31조에 따른 관계 공무원의 출입 또는 검사·조사를 거부·방해 또는 기피한 경우

라. 필요적 취소사유 (9조 1항 1호 · 3호 또는 7호)

1) 거짓 그 밖의 부정한 방법으로 등록을 한 경우
2) 제5조 각 호의 등록 결격사유에 해당하게 된 경우
3) 제8조제2항을 위반하여 영업정지 기간 중에 설계·시공 또는 감리를 한 경우

마. 소방시설업의 행정처분 기준 (시행규칙 별표 1)

1) 일반기준

가) 위반행위가 동시에 둘 이상 발생한 경우에는 그 중 중한 처분기준(중한 처분기준이 동일한 경우에는 그 중 하나의 처분기준을 말한다. 이하 같다)에 따르되, 둘 이상의 처분기준이 동일한 영업정지인 경우에는 중한 처분의 2분의 1까지 가중하여 처분할 수 있다.
나) 영업정지 처분기간 중 영업정지에 해당하는 위반사항이 있는 경우에는 종전의 처분기간 만료일의 다음날부터 새로운 위반사항에 대한 영업정지의 행정처분을 한다.
다) 위반행위의 차수에 따른 행정처분기준은 최근 1년간 같은 위반행위로 행정처분을 받은 경우에 적용한다. 이 경우 기준 적용일은 위반사항에 대한 행정처분일과 그 처분 후 다시 적발한 날을 기준으로 한다.
라) 영업정지 등에 해당하는 위반사항으로서 위반행위의 동기·내용·횟수·사유 또는 그 결과를 고려하여 다음 각 목에 해당하는 경우 그 처분을 가중하거나 감경할 수 있다. 이 경우 그 처분이 영업정지일 때에는 그 처분기준

의 2분의 1의 범위에서 가중하거나 감경할 수 있고, 등록취소일 때에는 등록취소 전 차수의 행정처분이 영업정지일 경우 처분기준의 2배 이상의 영업정지처분으로 감경(법 제9조제1항제1호·제3호·제6호를 위반하여 등록취소가 된 경우는 제외한다)할 수 있다.

(1) 가중사유

(가) 위반행위가 사소한 부주의나 오류가 아닌 고의나 중대한 과실에 의한 것으로 인정되는 경우

(나) 위반의 내용·정도가 중대하여 관계인에게 미치는 피해가 크다고 인정되는 경우

(2) 감경 사유

(가) 위반행위가 고의나 중대한 과실이 아닌 사소한 부주의나 오류로 인한 것으로 인정되는 경우

(나) 위반의 내용·정도가 경미하여 관계인에게 미치는 피해가 적다고 인정되는 경우

(다) 위반행위자의 위반행위가 처음이며 5년 이상 소방시설업을 모범적으로 해 온 사실이 인정되는 경우

(라) 위반행위자가 그 위반행위로 인하여 검사로부터 기소유예 처분을 받거나 법원으로부터 선고유예 판결을 받은 경우

2) 개별기준

위반사항	근거법령	행정처분 기준		
		1차	2차	3차
가. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 등록한 경우	법 제9조	등록취소		
나. 법 제4조제1항에 따른 등록기준에 미달하게 된 후 30일이 경과한 경우(법 제9조제1항제2호 단서에 해당되는 경우는 제외한다)	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 3개월	등록취소
다. 법 제5조 각 호의 등록 결격사유에 해당하게 된 경우	법 제9조	등록취소		
라. 등록을 한 후 정당한 사유 없이 1년이 지날 때까지 영업을 시작하지 아니하거나 계속하여 1년 이상 휴업한 때	법 제9조	경고(시정명령)	등록취소	
마. 삭제〈2013.11.22.〉				
바. 법 제8조제1항을 위반하여 다른 자에게 등록증 또는 등록수첩을 빌려준 경우	법 제9조	영업정지 6개월	등록취소	

위반사항	근거법령	행정처분 기준		
		1차	2차	3차
사. 법 제8조제2항을 위반하여 영업정지 기간 중에 소방시설공사등을 한 경우	법 제9조	등록취소		
아. 법 제8조제3항 또는 제4항을 위반하여 통지를 하지 아니하거나 관계서류를 보관하지 아니한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
자. 법 제11조 또는 제12조제1항을 위반하여 화재안전기준 등에 적합하게 설계·시공을 하지 아니하거나, 법 제16조제1항에 따라 적합하게 감리를 하지 아니한 경우	법 제9조	영업정지 1개월	영업정지 3개월	등록취소
차. 법 제11조, 제12조제1항 또는 제16조제1항에 따른 설계, 시공 또는 감리의 업무수행의무 등을 고의 또는 과실로 위반하여 다른 자에게 상해를 입히거나 재산피해를 입힌 경우	법 제9조	영업정지 6개월	등록취소	
카. 법 제12조제2항을 위반하여 소속 소방기술자를 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
타. 법 제13조 또는 제14조를 위반하여 착공신고(변경신고를 포함한다)를 하지 아니하거나 거짓으로 한 때 또는 완공검사(부분완공검사를 포함한다)를 받지 아니한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 3개월	등록취소
파. 법 제13조제2항을 위반하여 착공신고사항 중 중요한 사항에 해당하지 아니하는 변경사항을 공사감리 결과보고서에 포함하여 보고하지 아니한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
하. 법 제15조제2항을 위반하여 하자보수의 이행을 보증하지 아니하거나 같은 조 제3항을 위반하여 하자보수기간 내에 하자보수를 하지 아니하거나 하자보수계획을 통보하지 아니한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
거. 법 제17조제3항을 위반하여 인수·인계를 거부·방해·기피한 경우	법 제9조	영업정지 1개월	영업정지 3개월	등록취소
너. 법 제18조제1항을 위반하여 소속 감리원을 공사현장에 배치하지 아니하거나 거짓으로 한 경우	법 제9조	영업정지 1개월	영업정지 3개월	등록취소
더. 법 제18조제2항의 감리원 배치기준을 위반한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
러. 법 제19조제1항에 따른 요구에 따르지 아니한 경우	법 제9조	영업정지 1개월	영업정지 3개월	등록취소
머. 법 제19조제3항을 위반하여 보고하지 아니한 경우	법 제9조	경고(시정명령)	영업정지 1개월	등록취소

위반사항	근거법령	행정처분 기준		
		1차	2차	3차
버. 법 제20조를 위반하여 감리 결과를 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 경우 또는 공사감리 결과보고서를 제출하지 아니하거나 거짓으로 제출한 경우	법 제9조	경고 (시정명령)	영업정지 3개월	등록취소
서. 법 제20조의2를 위반하여 방염을 한 경우	법 제9조	영업정지 3개월	영업정지 6개월	등록취소
어. 법 제22조제1항을 위반하여 하도급한 경우	법 제9조	영업정지 3개월	영업정지 6개월	등록취소
저. 법 제21조의 3 제4항을 위반하여 하도급 등에 관한 사항을 관계인과 발주자에게 알리지 아니하거나 거짓으로 알린경우	법 제9조	경고 (시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
처. 법 제22조의2 제2항을 위반하여 정당한 사유없이 하수급인 또는 하도급 계약내용의 변경요구에 따르지 아니한 경우	법 제9조	경고 (시정명령)	영업정지 1개월	등록취소
커. 법 제22조의3을 위반하여 하수급인에게 대금을 지급하지 아니한 경우	법 제9조	영업정지 1개월	영업정지 3개월	등록취소
터. 법 제24조를 위반하여 시공과 감리를 함께 한 경우	법 제9조	영업정지 3개월	등록취소	
퍼. 법 제31조에 따른 명령을 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료 제출을 한 경우	법 제9조	영업정지 3개월	영업정지 6개월	등록취소
허. 정당한 사유 없이 법 제31조에 따른 관계 공무원의 출입 또는 검사 · 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 경우	법 제9조	영업정지 3개월	영업정지 6개월	등록취소

제2절 과징금

제10조(과징금처분)
① 시·도지사는 제9조제1항 각호의 어느 하나에 해당하는 경우로서 영업의 정지가 그 이용자에게 불편을 주거나 그 밖에 공익을 해칠 우려가 있을 때에는 영업정지 처분을 갈음하여 3천만원 이하의 과징금을 부과할 수 있다.
② 제1항에 따른 과징금을 부과하는 위반행위의 종류와 위반 정도 등에 따른 과징금과 그 밖의 필요한 사항은 총리령으로 정한다.
③ 시·도지사는 제1항에 따른 과징금을 내야 할 자가 납부기한까지 과징금을 내지 아니하면 「지방세외수입금의 징수 등에 관한 법률」에 따라 징수한다

1. 의 의

과징금이란 일정한 행정법상 의무를 위반하거나 이를 이행하지 않은 경우에 행정청이 그 의무자에게 부담시키는 제재금을 의미한다. 과징금은 본래 경제법상 의무위반자의 당해 위반행위로 인한 불법적인 이익을 박탈하기 위한 행정 제재금을 의미하는 것이었으나 오늘날에는 행정법상 의무위반에 대한 사업정지처분에 갈음하여 부과하는 금전적 제재를 의미하는 변형된 형태로 사용되고 있다. 예컨대 다수 국민이 이용하는 사업이나 공공에 중대한 영향을 미치는 사업을 시행하는 자가 행정법규의 위반으로 인한 영업정지 처분으로 영업을 정지 한다면 국민의 생활에 불편이나 공공에 영향을 미칠 수 있으므로 영업정치 처분에 갈음하여 과하는 금전상의 제재로 과하는 벌이라 할 수 있다.

본 조 또한 소방시설업자에 대한 영업정지 처분으로 인한 당해 업체의 존립이나 대외적인 신뢰도 저하문제, 소방시설공사 중단으로 인한 선의의 피해발생 문제 등을 해소하고, 영업정지처분에 갈음하는 행정처분의 실효성을 확보하기 위하여 행정청인 시·도지사가 구체적으로 행정법상 위반행위인 소방시설공사업법 제9조제1항 각호에 해당하는 소방시설업자에 대한 일정의 조건적 부담인 영업정지 처분에 갈음하여 3천만원 이하의 과징금을 부과 할 수 있도록 하고 있으며 이와 관련한, 위반행위·위반정도 및 과징금액의 범위에 관하여 하위 법령에 위임하고 있다.

(시행규칙 제10조 과징금을 부과하는 위반행위의 종별과 과징금의 부과기준)

(시행규칙 제11조 과징금 징수절차)

2. 과징금 부과기준 (시행규칙 [별표2])

1) 일반기준

가. 영업정지 1월은 30일로 계산한다.

나. 과징금 산정은 별표 1 제2호의 영업정기기간(일)에 제2호가목부터 다목까지의 영업정지 1일에 해당하는 금액란의 금액을 곱한 금액으로 한다.

다. 위반행위가 둘 이상 발생한 경우 과징금 부과에 따른 영업정지기간(일) 산정은 별표 1 제2호의 개별기준에 따른 각각의 영업정지처분기간을 합산한 기간으로 한다.

라. 영업정지에 해당하는 위반사항으로서 위반행위의 동기·내용·횟수 또는 그 결과를 고려하여 그 처분기준의 2분의 1까지 감경한 경우 과징금 부과에 따른 영업정지기간(일) 산정은 감경한 영업정지기간으로 한다.

마. 제2호나목에 따른 도급(계약)금액은 위반사항이 적발된 소방시설공사현장의 해당 공사 도급금액(법 제22조에 적합한 하도급인 경우 그 하도급금액은 제외한다) 또는 소방시설 설계·공사감리 기술용역대가를 말하며, 연간 매출액은 위반사업자에 대한 처분일이 속한 연도의 전년도의 1년간 위반사항이 적발된 방염처리업의 매출금액을 기준으로 한다. 다만, 신규사업·휴업 등에 따라 1년간의 위반사항이 적발된 방염처리업의 매출금액을 기준으로 하는 것이 불합리하다고 인정되는 경우에는 분기별·월별 또는 일별 매출금액을 기준으로 산출 또는 조정한다.

바. 별표 1 제2호 행정처분 개별기준 중 나목·바목·거목·퍼목 및 허목의 위반사항에는 법 제10조제1항에 따른 영업정지를 갈음하여 과징금을 부과할 수 없다.

2) 개별기준

가. 소방시설설계업 및 소방공사감리업 과징금 금액 산정 기준

등급	도급(계약)금액(단위: 백만원)			영업정지 1일에 해당하는 금액(단위: 원)
1			5이하	23,000
2	50 초과	~	250 이하	70,000
3	20 초과	~	300 이하	80,000
4	300 초과	~	350 이하	95,000
5	350 초과	~	400 이하	110,000
6	400 초과	~	450 이하	125,000
7	450 초과	~	500 이하	140,000
8	500 초과	~	750 이하	160,000
9	750 초과	~	1,000 이하	180,000
10	1,000 초과	~	2,500 이하	210,000
11	2,500 초과	~	5,000 이하	240,000
12	5,000 초과	~	7,500 이하	270,000
13	7,500 초과	~	10,000 이하	300,000
14	10,000 초과			330,000

나. 소방시설공사업 과징금 금액 산정기준

등급	도급(계약)금액(단위: 백만원)			영업정지 1일에 해당하는 금액(단위: 원)
1			50 이하	10,000
2	50 초과	~	100 이하	29,000
3	100 초과	~	150 이하	48,000
4	150 초과	~	200 이하	67,000
5	200 초과	~	250 이하	70,000
6	250 초과	~	300 이하	80,000
7	300 초과	~	350 이하	95,000
8	350 초과	~	400 이하	110,000
9	400 초과	~	450 이하	125,000
10	450 초과	~	500 이하	140,000
11	500 초과	~	750 이하	160,000
12	750 초과	~	1,000 이하	180,000
13	1,000 초과	~	2,500 이하	210,000
14	2,500 초과	~	5,000 이하	240,000
15	5,000 초과	~	7,500 이하	270,000

16	7,500 초과	~	10,000 이하	300,000
17	10,000 초과			330,000

다. 방염처리업 과징금 금액 산정기준

등급	연간매출액(단위: 백만원)			영업정지 1일에 해당하는 금액(단위: 원)
1			30 이하	6,000
2	30 초과	~	50 이하	15,000
3	50 초과	~	100 이하	29,000
4	100 초과	~	150 이하	48,000
5	150 초과	~	200 이하	55,000
6	200 초과	~	250 이하	65,000
7	250 초과	~	300 이하	80,000
8	300 초과	~	350 이하	95,000
9	350 초과	~	400 이하	110,000
10	400 초과	~	450 이하	125,000
11	450 초과	~	500 이하	140,000
12	500 초과	~	750 이하	160,000
13	750 초과	~	1,000 이하	180,000
14	1,000 초과	~	2,500 이하	210,000
15	2,500 초과	~	5,000 이하	240,000
16	5,000 초과	~	7,500 이하	270,000
17	7,500 초과	~	10,000 이하	300,000
18	10,000 초과			330,000

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제4장 소방시설공사

1. 의의

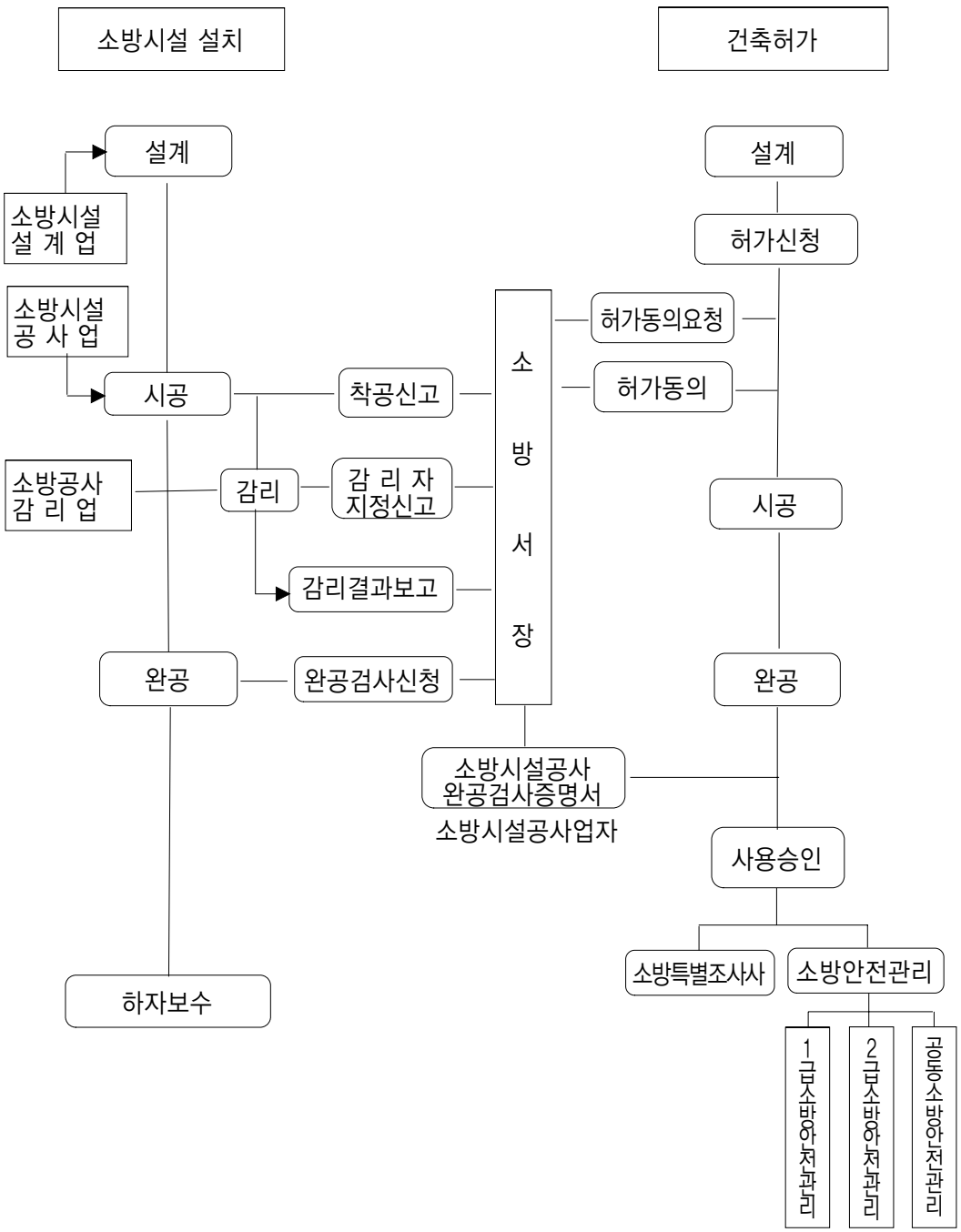
소방시설공사업법은 제2장에서 소방시설업의 전반적인 사항인 등록·운영 등에 대하여 규정을 하고 있으며 본 장에서는 소방시설업의 개별 영업인 설계·시공·공사·감리 등의 세부적인 사항에 대하여 규정하고 있다.

제2장이 소방시설업과 관련한 총칙에 해당되는 사항이라면 본 장은 소방시설업의 세부적인 사항에 대하여 구체적으로 필요한 사항에 대하여 규율하고 있어 소방시설업자의 영업행위가 실질적으로 이 법이 추구하고자 하는 목적에 부합하도록 담보하고 있다.

본 장은 전체적으로 4개의 절로 구분하고 있다. 제1절은 설계업자에 관한 사항, 제2절은 시공에 관한 각종 제도를 규정하여 부실시공을 차단토록 하고 있으며 제3절에서는 감리업자 및 감리업에 대한 규정을 두어 소방시설 공사의 적정·적법성을 확보하고 있으며 제4절에서는 소방시설 공사업에 있어서 관례적으로 부실의 원인이 되었던 각종 도급계약에 대한 절차적, 규제적 규정을 두어 명확하고 적정한 소방시설공사를 확보하도록 하고 있다.

이 장에서 규정하고 있는 규정들은 소방시설이 국민의 생명과 직결된 안전시설이란 점에서 법률적으로 정당화 될 수 있다 하겠다.

2. 시설업 전반개념도


소방시설 설치
건축허가
설계
소방시설 설 계 업
소방시설 공 사 업
시공
착공신고
소방공사 감 리 업
감리
감 리 자 지정신고
감리결과보고
완공
완공검사신청
하자보수
소 방 서 장
허가동의요청
허가동의
설계
허가신청
시공
완공
소방시설공사 완공검사증명서
소방시설공사업자
사용승인
소방특별조사사
소방안전관리
1급소방안전관리
2급소방안전관리
공동소방안전관리

제 1 절 설 계

제11조(설계)

① 제4조제1항에 따라 소방시설설계업의 등록을 한 자(이하 “설계업자” 라 한다.)는 이 법이나 이 법에 따른 명령과 화재안전기준에 맞게 소방시설을 설계하여야 한다. 다만, 「소방시설 설치 · 유지 및 안전관리에 관한 법률」 제11조의2제1항에 따라 중앙소방기술 심의위원회의 심의를 거쳐 소방시설의 구조와 원리 등에서 그 공법이 특수한 설계로 인정된 경우는 화재안전기준을 따르지 아니할수 있다.

※ 위반하여 설계한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 제1항 본문에도 불구하고 「소방시설 설치 · 유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조의3에 따른 특정소방대상물(신축하는 것만 해당한다)에 대해서는 그 용도, 위치, 구조, 수용 인원, 가연물의 종류 및 양 등을 고려하여 설계(이하 “성능위주설계” 라 한다)하여야 한다.

③ 성능위주설계를 할 수 있는 자의 자격, 기술인력 및 자격에 따른 설계의 범위와 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

④ 삭제〈2014.12.30〉

1. 의의

특정소방대상물의 소방시설에 대한 소방시설공사는 소방시설설계업자가 설계하도록 하고 있으며 본 조에서는 소방시설설계업자의 업무준칙에 대하여 규정을 하고 있다.

1차적으로는 일정한 등록요건을 갖춘 자가 설계업을 할 수 있도록 하고 나아가서 설계업자가 설계를 할 때에는 소방관련 법령에 적합하게 설계하도록 세부 법률적인 의무사항을 규정함으로써 소방시설공사의 설계단계부터 적법, 적정성을 담보 하도록 하고 있다.

본 조의 단서 규정은 소방시설 설계와 관련하여 새로운 설계기법 등의 도입 시 법령[30]의 경직성으로 인한 새로운 기술도입의 장애를 방지하고자 새로운 소방기술도입의 길을 열어주고 기술적인 문제 및 검증은 소방기술심의위원회의 심의를 거치도록 함으로써 무분별한 신 기법의 도입이 아닌 전문가들에 의하여 인증되고

30) 화재안전기준등

검증된 신뢰성 있는 기술을 도입할 수 있도록 함으로써 현재의 화재안전기준이 가지고 있는 사양중심 규정(Pre - Scription Fire Safety Design)으로 인한 규정의 경직성에 신축성을 부여하고 있다.

본 조의 단서 규정은 소방시설공사업자의 시공에 있어서도 같은 취지로 적용될 수 있다.

또한, 성능위주 화재안전설계 근거마련으로 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항의 규정에 의한 「화재안전기준」에 따라 연면적과 사양중심의 정형화되고 획일적인 소방시설의 설계기준을 적용함으로써 현대의 대규모 복합건축물에 맞는 화재안전설계를 하기에 한계가 있다는 측면, 따라서 특정소방대상물을 신축하는 경우에 당해 건축물의 용도·위치·구조·수용인원 가연물의 종류 및 양 등을 고려한 성능위주설계를 하도록 하려는 것이다.

특히 건축물이 고층화·지하화·복합화 되고 있는 현재의 상황에서 건축물의 특성에 따른 적정한 소방시설의 설계가 요구되고 있는 바, 건축물의 용도·위치·구조·수용인원 가연물의 종류 및 양 등을 고려한 성능위주설계를 할 필요성이 제기되고 있고 이에 대처하기 위해서 성능위주설계를 함으로써 화재발생시 불·연기·열의 확대 등의 화재성상과 재실자의 피난행동을 공학적으로 예측할 수 있으며 인명과 재산을 효율적으로 보호할 수 있을 것으로 기대된다.

참고로 국내에서 성능위주설계를 적용한 건축물은 용산고속철도역사, 인천신공항, 상암 월드컵경기장, 아셈건물 등이 있다.

가. 성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물의 범위(소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한법률 시행령 제5조의3)

1) 연면적 20만 제곱미터 이상인 특정소방대상물. 다만, 별표2 제1호에 따른 공동주택중 주택으로 쓰이는 층수가 5층 이상인 주택 제외
2) 건축물의 높이가 100미터 이상인 특정소방대상물(지하층을 포함한 층수가 30층 이상인 특정소방대상물을 포함한다) -「아파트 제외」
3) 연면적 3만 제곱미터 이상인 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 2 제6호 나목 철도 및 도시철도 시설, 같은 호 다목의 공항시설
4) 하나의 건축물에 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제10호에 따른 영화상영관이 10개 이상인 특정소방대상물

나. 성능위주설계를 할 수 있는 자의 자격 · 기술인력 및 자격에 따른 설계범위 (제2조의3 관련)

성능위주설계자의 자격	기술인력	설계범위
1. 법 제4조에 따라 전문 소방시설설계업을 등록한 자 2. 전문 소방시설설계업 등록기준에 따른 기술 인력을 갖춘 자로서 국민안전처장관이 정하여 고시하는 연구기관 또는 단체	소방기술사 2명 이상	제2조의2와 같다.

제 2 절 시 공

제1절에서는 설계에 대하여 규정을 하고 있고 본 절에서는 소방시설공사업자가 각종 소방시설 등의 시공 시에도 소방기술자의 현장에 배치 책임시공, 관할 소방본부장 또는 소방서장에게의 착공신고, 공사가 완료될 때에는 완공검사 및 일정기간 하자 보수의 보증 등 착공 - 시공 - 완공 - 하자보수까지 특정소방대상물에 대한 소방시설 공사의 전반에 대하여 과정별로 규정을 하고 있다.

이는 소방시설이 유사시 국민의 생명을 담보하는 안전시설인 관계로 설계단계부터 완공까지 전반에 대하여 법령으로 수준화, 규정화, 의무화하고 있다.

1. 시공

제12조(시공)

① 제4조제1항에 따라 소방시설공사업을 등록을 한 자(이하 "공사업자"라 한다)는 이 법이나 이 법에 따른 명령과 화재안전기준에 맞게 시공하여야 한다. 이 경우 소방시설의 구조와 원리 등에 서 그 공법이 특수한 시공에 관하여는 제11조제1항 단서 이를 준용한다.

※ 위반하여 시공한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 공사업자는 소방시설공사의 책임시공 및 기술 관리를 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 소속 소방기술자를 공사 현장에 배치하여야 한다.

※ 위반하여 소방기술자를 배치하지 아니한 자는 200만원 이하의 과태료

소방시설공사는 소방시설설치기준과 화재안전기준에 적합하여야 함은 물론 각종 소방법령에 일치하여야 함은 당연하며 이는 소방시설공사업자가 준수하여야 할 최소한 필요적 수준이라 할 수 있다.

시공에 대한 이 법의 규정은 특정소방대상물에 대한 소방시설공사를 소방시설공사업자에 의하여 하도록 하고 있으며 소방시설공사업자가 업무상 준수하여야 할 최소한의 한계를 규정하고 있다.

2. 책임시공의 확보

소방시설공사업자에게 주어진 각종 법령상의 의무(화재안전기준에 적합하게 시공 등)가 실제 시공 시에 실행되는지 여부에 대한 관리와 소방시설공사의 명확성 및 시공과 관련한 책임한계를 분명히 하기 위하여 이 법 제12조제2항에서는 당해 소방시설공사업의 기술인력으로 등록된 소방기술자를 현장에 배치토록 하고 있다.

일반적으로 현장에 배치되는 기술자는 당해 업무를 수행할 역량(육체적, 기술적 등)이 있어야 하며 정당한 사유 없이 현장을 이탈하지 않아야 할 것이다.

3. 착공신고

제13조(착공신고)

① 공사업자는 대통령령으로 정하는 소방시설공사를 하려면 총리령으로 정하 는 바에 따라 그 공사의 내용, 시공 장소 그 밖에 필요한 사항을 소방본부장이나 소방서장에게 신고하여야 한다.

② 공사업자가 제1항에 따라 신고한 사항 가운데 총리령으로 정하는 중요한 사항을 변경하였을 때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 변경신고를 하여야 한다. 이 경우 중요한 사항에 해당하지 아니하는 변경 사항은 제20조에 따른 공사감리결과보고서에 포함하여 소방본부장이나 소방서장에게 보고하여야 한다.

※ ①항 및 ②항 전단, 위반하여 신고하지 아니한 자 또는 거짓으로 신고한 자는 1차 위반시 10만원, 2차 위반시 50만원, 3차 위반시 200만원이하 과태료

신고는 사인의 공법행위의 하나로서 “사인이 행정청에 대하여 일정한 사실·관념을 통지함으로써 공법적 효과가 발생하는 행위”를 말하며 원칙적으로 행정청에 대

한 사인의 일방적 통지행위로서 접수된 때에는 관계법이 정하는 법적 효과가 발생하는 것이며 별도의 수리행위가 필요한 것은 아니다.

특정소방대상물의 규모 및 설치되는 소방시설의 종류에 따라 다르지만 일반적으로 건축허가를 득하고 건축물의 공사에 대한 시공신고 후에 건축물에 대한 공사를 시작한다.

건축물의 공사 시에 그 공정에 따라 소방시설공사도 같이 포함되어 공사되는 것이 일반적이며 소방시설 공사업자가 특정소방대상물의 일정규모 이상의 소방시설에 대한 소방시설공사를 하고자 할 때 미리 관할 소방본부장 또는 소방서장에게 그 공사에 대한 착공신고를 하도록 규정함으로써 공사업자는 명확한 공사의 이행을 간접적으로 확보하고, 관할 행정기관인 소방본부장 또는 소방서장은 당해 공사의 전반에 대한 지도·감독을 확보함으로써 공사의 시작단계부터 적정·적법한 소방시설공사가 될 수 있도록 하고 있다.

가. 착공 신고대상의 소방시설 공사 (시행령 제4조)

1) 소방시설의 신설공사

가) 옥내소화전설비, 옥외소화전설비, 스프링클러설비, 간이스프링클러설비(캐비닛형 간이스프링클러설비 포함), 화재조기진압용 스프링클러설비, 물분무등소화설비, 연결송수관설비, 연결살수설비, 제연설비(소방용과 겸용되는 제연설비를 기계설비공사업자가 공사하는 경우를 제외), 소화용수설비(기계설비공사업자 또는 상·하수도설비공사업자가 공사하는 경우를 제외) 또는 연소방지설비

나) 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비(정보통신공사업법」에 따른 정보통신공사업자가 공사하는 경우는 제외), 비상콘센트설비(전기공사업법」에 따른 전기공사업자가 공사하는 경우는 제외) 또는 무선통신보조설비(정보통신공사업법」에 따른 정보통신공사업자가 공사하는 경우는 제외)

2) 증축,개축,재축,대수선 또는 구조변경,용도변경되는 특정소방대상물에 다음의 소방시설의 설비 또는 구역 등을 증설공사

가) 옥내·옥외소화전설비

나) 스프링클러설비·간이스프링클러설비 또는 물분무등소화설비의 방호구역,

자동화재탐지설비의 경계구역, 제연설비의 제연구역(소방용 외의 용도와 겸용되는 제연설비를 「건설산업기본법 시행령」 별표 1에 따른 기계설비공사업자가 공사하는 경우는 제외한다), 연결살수설비의 살수구역, 연결송수관설비의 송수구역, 비상콘센트설비의 전용회로, 연소방지설비의 살수구역

3) 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 것의 전부 또는 일부를 개설(改設),이전(移轉) 또는 정비(整備)하는 공사. 다만, 고장 또는 파손 등으로 인하여 소방시설을 긴급히 교체 하거나 보수하여야 하는 경우에는 신고하지 않을 수 있다.

가) 수신반(受信盤)
나) 소화펌프
다) 동력(감시)제어반

나. 착공신고 (시행규칙 제12조)

소방시설공사업자는 소방시설공사를 하고자 하는 경우에는 소방시설공사의 착공 전까지 소방시설공사착공(변경)신고서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 신고(전자정부법 제36조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 첨부서류에 대한 정보를 확인할 수 있는 경우에는 그 확인으로 첨부서류에 갈음)

1) 공사업자의 소방시설공사업등록증 사본 1부 및 등록수첩 사본1부
2) 당해 소방시설공사의 책임시공 및 기술관리를 하는 기술 인력의 기술등급을 증명하는 서류 사본
3) 법 제21조의3제2항에 따라 체결한 소방시설 공사 계약서 사본1부
4) 설계도서(시방서를 포함하되, 건축 허가동의 시 제출된 설계도서에 변경이 있는 경우에 한한다)
5) 소방시설공사하도급통지서 사본(공사를 하도급하는 경우에 한한다)

다. 변경신고

1) 중요한 변경신고 대상

가) 시공자
나) 설치되는 소방시설의 종류
다) 책임시공 및 기술관리 소방기술자

2) 중요한 사항에 해당하지 않은 사항은 소방공사감리결과서에 포함하여 완공

검사시 제출

3) 변경신고절차

공사업자는 중요사항의 변경이 있는 경우에는 변경일로부터 30일 이내에 소방시설공사 착공(변경)신고서에 변경이 있는 해당 서류를 첨부하여 신고

라. 착공, 변경신고 처리

1) 소방본부장 또는 소방서장은 소방시설공사 착공신고 또는 변경신고를 받은 경우에는 2일 이내에 소방시설업 등록수첩에 소방시설공사현장에 배치되는 소방기술자의 자격증번호·성명·시공 현장의 명칭·소재지 및 현장배치기간을 기재하여 발급하고, 그 내용을 발급한 날부터 7일 이내에 협회 또는 소방기술과 관련된 자격·학력 및 경력의 인정업무를 위탁받은 법인에 통보하고 소방시설착공 및 완공대장에 필요한 사항을 기재하여 관리
2) 소방본부장 또는 소방서장은 공사업자에게 소방시설공사현황표지에 의한 소방시설공사현황의 게시를 요청할 수 있다.

4. 완공검사

제14조(완공검사)

① 공사업자는 소방시설공사를 완공하면 소방본부장 또는 소방서장의 완공검사를 받아야 한다. 다만, 제17조제1항에 따라 공사감리자가 지정되어 있는 경우에는 공사감리결과보고서로 완공검사를 갈음하되, 대통령령으로 정하는 특정소방대상물의 경우에는 소방본부장이나 소방서장이 소방시설공사가 공사감리결과보고서대로 완공되었는지 현장에서 확인할 수 있다.

※ 위반하여 완공검사를 받지 아니한 자는 200만원 이하의 과태료

② 공사업자가 소방대상물 일부분의 대한 소방시설공사를 마친 경우로서 전체시설이 준공되기 전에 부분적으로 사용할 필요가 있는 경우 그 일부분에 대하여 소방본부장이나 소방서장에게 완공검사(이하 “부분완공검사”라 한다)를 신청할 수 있다. 이 경우 소방본부장이나 소방서장은 그 일부분의 공사가 완공 되었는지를 확인하여야 한다.

③ 소방본부장이나 소방서장은 제1항에 따른 완공검사나 제2항에 따른 부분완공검사를 하였을 때에는 완공검사증명서나 부분완공검사증명서를 발급하여야 한다.

④ 제1항 부터 제3항까지의 규정에 따른 완공검사 및 부분완공검사의 신청과 검사증명서의 발급, 그 밖에 완공검사 및 부분완공검사에 필요한 사항은 총리령으로 정한다.

완공검사란 관할 행정기관인 소방본부장 또는 소방서장이 특정소방대상물의 소방시설공사가 법령상 또는 화재안전기준상 적정·적합하게 설치·공사 되었는지를 확인하는 것을 말하며 당해 소방시설공사업자는 공사를 마친 때에는 관할 소방본부장 또는 소방서장에게 완공검사를 받도록 규정하고 있다

이러한 완공검사에 대한 규정은 방재설비라는 소방시설의 특성상 명확·적정·적법한 설치를 확보하기 위한 여러 절차 중에 하나이다.

완공검사는 당해 특정소방대상물의 소방시설이 실제 사용 시에 화재 등 각종 상황에서 안전을 담보할 수 있는지에 대하여 확인하는 절차이며, 확인 후 합법적으로 설계와 동일하게 설계되고 각종 소방법령상에 적합한 경우 소방시설완공검사 증명서를 발급함으로써 법령상 당해 특정소방대상물이 문제가 없음을 증명하는 절차를 두고 있다.

가. 완공검사 방법

소방본부장 또는 소방서장이 모든 소방시설공사에 대한 완공검사를 하기에는 소방행정력이 많이 부족할 뿐만 아니라, 등록이라는 적정·절차를 거친 소방공사감리업자에 의한 공사감리업무와 중복성이 있으므로 감리자를 지정하여 소방공사를 하여야할 특정소방대상물의 소방시설공사는 소방공사 감리업자가 보고하는(공사가 완료된 후 7일 이내)감리결과보고서로 완공검사를 갈음함으로써 관설 소방력 부족을 보충할 수 있으며, 실질적으로 소방공사감리업자에게 권한을 주어 책임 하에 지도하도록 하고 있다.

하지만 특히 소방상 안전이 요구되는 특정소방대상물의 소방시설 공사에 있어서는 예외적으로 소방본부장 또는 소방서장이 감리결과보고서 대로 공사를 마쳤는지의 여부를 현장 확인할 수 있도록 규정하고 있다.

1) 소방본부장 또는 소방서장에 의한 완공검사

가) 대상: 소방공사감리자 지정대상이 아닌 특정 소방대상물의 소방시설공사로서 그 공사가 법 제13조에 의하여 착공신고 대상인 소방시설공사

나) 방법: 관계 소방공무원이 현장에 직접 방문하여 완공검사를 행한다.

다) 신청자: 소방시설공사업자

2) 감리결과보고서로서 갈음

가) 대상

○ 감리대상이 아닌 소방시설 공사에 있어 감리자를 지정한 소방시설의 공사

○ 공사감리자 지정대상 특정소방대상물

나) 방법: 감리업자의 감리결과보고서를 검토한 후 이상 유무를 파악함으로서 완공검사에 갈음

다) 신청자: 소방시설공사업자

3) 감리결과보고 접수 후 현장 확인

가) 대상

○ 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 숙박시설, 창고시설, 지하상가 및 「다중이용업소의 안전관리에관한 특별법」에 따른 다중이용업소

○ 가스계(이산화탄소·할로겐화합물·청정소화약제)소화설비(호스릴소화설비는 제외한다)가 설치되는 것

○ 연면적 1만제곱미터 이상이거나 11층 이상인 특정소방대상물(아파트는 제외한다)

○ 가연성가스를 제조·저장 또는 취급하는 시설 중 지상에 노출된 가연성가스 탱크의 저장용량 합계가 1천톤 이상인 시설

나) 방법: 감리업자의 감리결과보고서를 토대로 관계 소방공무원이 현장에 직접 방문 적정공사 여부 확인 및 감리결과보고서의 적정여부 확인 할 수 있다.

나. 부분완공검사

완공검사는 전체 건축물의 소방시설 설치공사가 완료된 때에 실시하는 것이 원칙이지만 건축물별 임시사용승인 및 준공 등 건축허가와 관련하여 소방서장이 건축물 부분별로 연동되는 소방시설이 없거나 임시사용을 받고자 하는 부분의 소방시설 등이 이 법의 제반규정에 적합한 경우에 한하여 건축물 부분에 대한 완공검사증명서를 발급 할 수 있다.

○ 조건: 소방대상물 일부분에 대한 소방시설공사를 마친 경우로써 전체시설 준공 전에 부분사용이 필요하여 소방시설공사업자가 신청한 때

다. 완공검사 증명서

1) 완공검사증명서의 의의

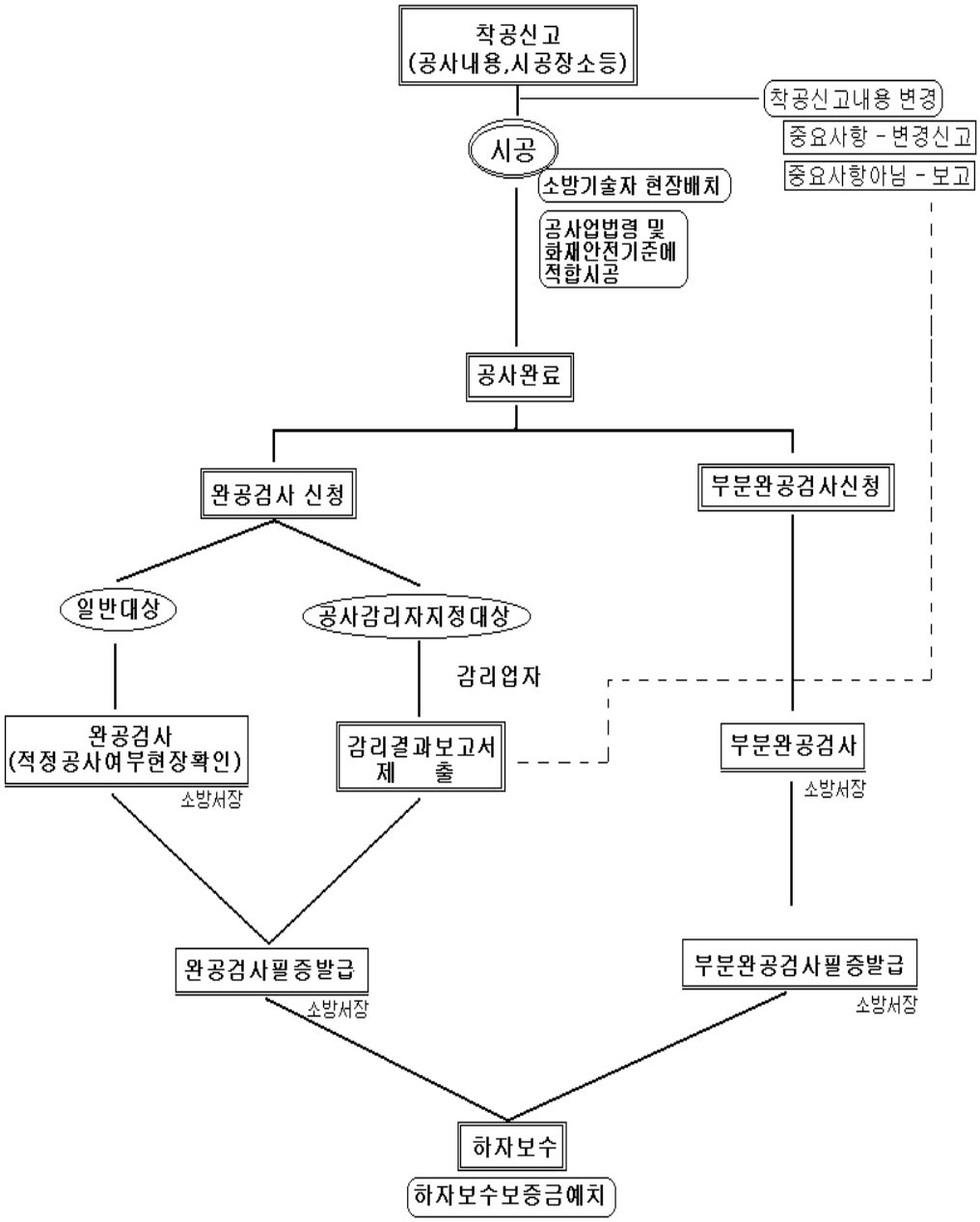
소방시설완공검사증명서은 당해 특정소방대상물내에 설치되어 있는 소방시설이 각종 소방법령상 적합하며 화재안전 기준에 적합함을 인정하여 이를 공적으로 증명 하는 관할 행정기관의 공증서라 할 수 있다.

2) 신청주체: 당해 특정소방대상물의 소방시설공사를 행한 공사업자
3) 발급주체: 당해 특정소방대상물의 공사의 시공지 또는 소재지를 관할하며, 완공 검사를 행한 소방본부장 또는 소방서장
4) 발급대상: 소방시설공사업자

라. 완공검사증명서의 소방법령상 의의

1) 소방시설공사의 적법성과 적정성의 인정
2) 건축물의 사용승인에 대한 동의서로 갈음
3) 건축허가등의 권한이 있는 행정기관에 있어서 허가 등을 할 수 있는 법정서류
4) 감리결과보고서가 적정하였음을 간접적으로 인증
5) 소방시설 설계가 적정하였음을 간접적으로 인증
6) 소방법령상 적정, 적법한 소방대상물로서 사용하여도 됨을 소방본부장 또는 소방서장이 인증

5. 착공신고와 완공검사 흐름도



6. 하자보수 등

제15조(공사의 하자보수보증 등)

① 공사업자는 소방시설공사 결과 자동화재탐지설비 등 대통령령으로 정하는 소방시설에 하자가 있을 때에는 대통령령으로 정하는 기간 동안 그 하자를 보수하여야 한다.

② 삭제〈2015.7.20.〉

③ 관계인은 제1항에 따른 기간 이내에 소방시설의 하자가 발생하였을 때에는 공사업자에게 그 사실을 알려야 하며, 통보를 받은 공사업자는 3일 이내에 하자를 보수하거나 보수 일정을 기록한 하자보수계획을 관계인에게 서면으로 알려야 한다.

※ 위반하여 3일 이내에 보수하지 아니하거나 하자보수계획을 알리지 아니한 자 또는 거짓으로 알린 자는 200만원 이하의 과태료

④ 관계인은 공사업자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 소방본부장이나 소방서장에게 그 사실을 알릴 수 있다.

1. 제3항에 따른 기간 이내에 하자보수를 이행하지 아니하는 경우
2. 제3항의 규정에 따른 기간 이내에 하자보수계획을 서면으로 알리지 아니한 경우
3. 하자보수계획이 불합리하다고 인정되는 경우

⑤ 소방본부장이나 소방서장은 제4항에 따른 통보를 받았을 때에는 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한법률」 제11조의2 제2항에 따른 지방 소방기술 심의위원회에 심의를 요청하여야 하며, 그 심의 결과 제4항 각 호의 어느 하나에 해당하는 것으로 인정할 때에는 시공자에게 기간을 정하여 하자보수를 명하여야 한다.

⑥ 삭제〈2015.7.20.〉

※ 후단 위반하여 하자보수보증금의 사용내역 및 하자보수 내용을 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 자는 200만원 이하의 과태료

이 법은 소방시설공사업자에게 등록절차를 두고 있으며 착공신고, 완공검사신청, 감리 하에 시공 등 각종 세부절차를 통하여 적정 소방시설 공사를 담보하고 있을 뿐 아니라 당해 소방시설의 공사를 완공한 후에도 법령이 정한 일정 기간 동안 공사로 인한 하자에 대하여 치유할 의무를 부과함으로써 공사업자가 소방시설의 공사시 책임시공 및 부실공사를 방지하여 이 법의 목적을 달성하고자 하고 있다.

가. 하자보수 대상 및 보증기간 (시행령 제6조)

1) 피난기구·유도등·유도표지·비상경보설비·비상조명등·비상방송설비 및 무선통신보조설비: 2년

2) 자동소화장치·옥내소화전설비·스프링클러설비·간이스프링클러설비·물분무등소화설비·옥외소화전설비·자동화재탐지설비·상수도소화용수설비 및 소화활동설비(무선통신보조설비를 제외한다): 3년

나. 하자보수의 이행보증 (시행령 제7조)

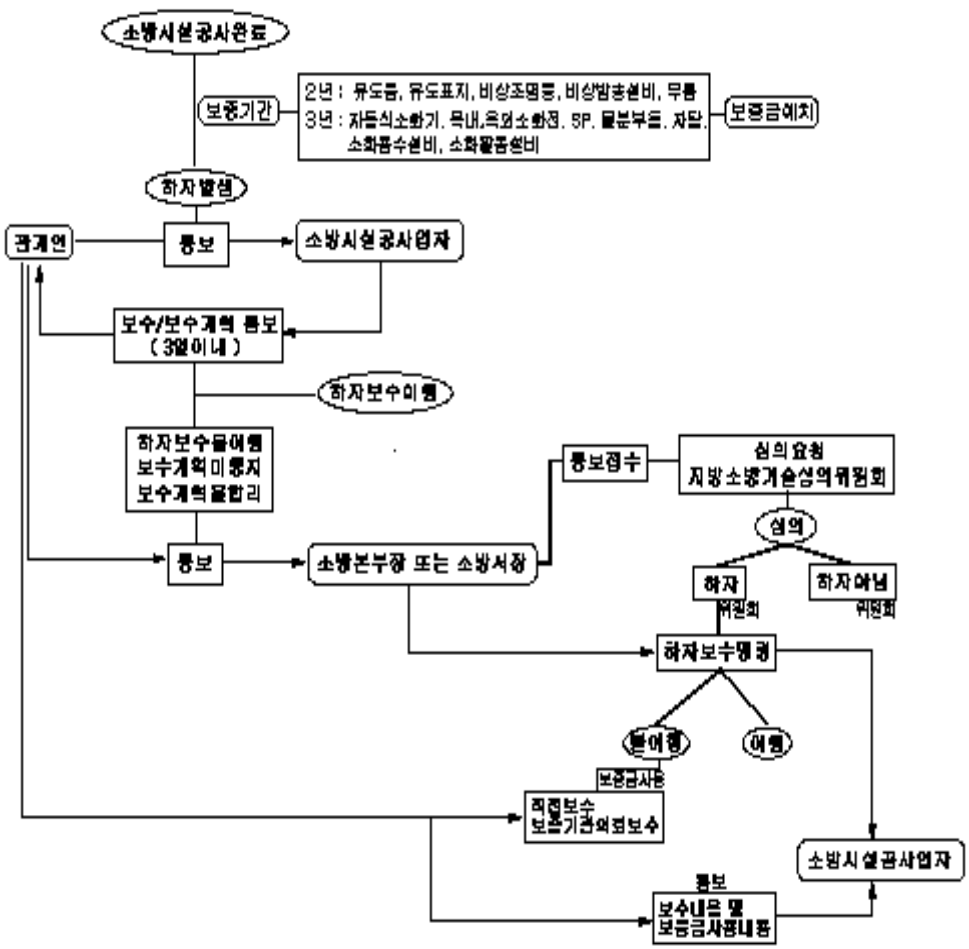
1) 이행보증 방법: 소방시설 공사업자는 소방시설이 설치되는 특정소방대상물의 관계인에게 하자보수의 이행을 보증하는 증서를 예치하여야 한다. 다만 계약금액(건축물대장의 건축물 현황도에 표시된 대지경계선안에 있는 지역의 소방시설등의 공사를 동일한 공사업자가 2회 이상 나누어 계약한 경우에는 이를 합한 금액을 말한다)이 5백만원 이하인 소방시설등의 공사를 하는 경우는 제외한다.
2) 하자보수 보증금: 소방시설공사금액의 100분의 3 이상.
3) 하자보수의 이행을 보증하는 증서
   가) 「보험업법」에 의하여 보험회사가 발행한 보증보험증권
   나) 「한국산업은행법」에 의한 한국산업은행, 「한국수출입은행법」에 의한 한국수출입은행 또는 「은행법」 제2조에 따른 은행이 발행한 지급보증서
   다) 「자본시장과 금융투자업에 관한 법률 시행령」 제192조제2항에 따른 상장증권
   라) 「신용보증기금법」에 의한 신용보증기금, 「기술신용보증기금법」에 의한 기술신용보증기금, 「지역신용보증재단법」에 의한 신용보증재단 또는 「엔지니어링기술진흥법」에 의한 엔지니어링 공제조합이 발행한 채무액 등의 지급을 보증하는 보증서
   마) 「은행법」 제2조에 따른 은행 또는 체신관서가 발행한 정기예금증서
   바) 「자본시장과 금융투자업에 관한 법률」에 따른 신탁업자가 발행하는 수익증권
   사) 「소방산업의 진흥에 관한 법률」 제23조에 따른 소방산업공제조합이 발행한 채무액 등의 지급을 보증하는 보증서

다. 하자시 보수절차

○ 관계인의 하자발생사실 통보(공사업자) → 공사업자의 보수 또는 보수계획

서 통보(3일 이내) → 보수불이행 또는 보수 계획 불합리 및 보수계획 미통지 → 관계인이 소방본부장 또는 소방서장에게 통보 → 소방기술심의위원회 심의요청 → 심의 → 보수불이행 또는 보수 계획 불합리 및 보수계획 미통지 인정 → 시공자에게 하자보수 명령 → 불이행 → 소방본부장 또는 소방서장 법령에 의거 시공자 조치→ 관계인이 하자보수 보증금으로 하자보수 또는 하자보수보증기관에 의한 하자보수 → 관계인의 시공자에게 보수내용 등의 통지

라. 하자보수보증 흐름도



제3절 감 리

소방시설공사업법 제3장은 소방시설공사에 대한 전반적인 사항을 규정하고 있다.

그 중 제1절은 설계, 제2절은 시공, 제3절은 감리에 대하여 규정하고 있다.

본 절의 소방공사감리업에 관한 사항의 규정은 소방시설공사에 있어서 부실공사 방지 및 완벽한 시공을 담보하기 위한 또 하나의 제도적 장치이다.

본 절은 가장 먼저 감리업자의 업무수행 사항을 구체적으로 나열하고 있으며 감리업자의 지정, 현장에의 감리원의 배치 및 감리업자 지정신고에 대한 사항과 감리 중 시공에 있어서의 위반사항 적발 시의 조치사항과 감리가 종료되었을 때 감리결과 보고서의 제출까지 감리를 시작하여 감리가 종료할 때까지의 관련된 기본적인 사항 등을 규율하고 있다.

1. 감리

제16조(감리)

① 제4조제1항에 따라 소방공사감리업을 등록한 자(이하 "감리업자"라 한다)는 소방공사를 감리할 때 다음 각 호의 업무를 수행하여야 한다.

1. 소방시설등의 설치계획표의 적법성 검토
2. 소방시설등 설계도서의 적합성(적법성과 기술상의 합리성을 말한다. 이하 같다) 검토
3. 소방시설등 설계 변경 사항의 적합성 검토
4. 「소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한법률」 제2조 제1항제4호의 소방용품의 위치,규격 및 사용자재의 적합성 검토
5. 공사업자가 한 소방시설등의 시공이 설계도서와 화재안전기준에 맞는지에 대한 지도·감독
6. 완공된 소방시설등의 성능시험
7. 공사업자가 작성한 시공 상세 도면의 적합성 검토
8. 피난시설 및 방화시설의 적법성 검토
9. 실내장식물의 불연화와 방염물품의 적법성 검토

※ 위반하여 감리하거나 거짓으로 감리한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 용도와 구조에서 특별히 안전성과 보안성이 요구되는 소방대상물로서 대통령령으로 정하는 장소에서 시공되는 소방시설물에 대한 감리는 감리업자가 아닌 자도 할 수 있다.

③ 제1항에 따른 감리의 종류, 방법 및 대상은 대통령령으로 정한다.

감리에 대한 규정은 이 법에 의하여 등록기준을 갖춘 감리업자가 소방시설공사를 감리함에 있어서 수행하여야 할 전반적인 업무에 대하여 나열하고 있다.

감리업자는 소방시설공사업자의 공사 외에도 설계업자가 설계한 설계도서까지 적정·적법성을 검토하도록 하고 있어 설계부터 시공까지의 전반적인 사항에 대하여 재차 검토할 수 있도록 하여 완벽한 시공을 담보하고 있다.

특히 본 조는 감리업자의 업무를 구체적으로 열거함으로써 감리업에 대한 책임의 한계를 명확하게 함으로써 철저한 감리를 하도록 하고 있다.

2. 감리업자의 업무

감리업자는 소방시설공사업자의 시공과 관련된 사항 및 설계도서 대로의 시공여부를 확인하는 업무 외에도 소방시설설계도서의 적합성까지 검토할 수 있음으로서 소방시설의 설계·시공의 전반에 대한 전체적인 감리의 성격을 가지고 있다.

가. 소방시설등의 설치계획표의 적법성 검토
나. 소방시설등 설계도서의 적합성(적법성 및 기술상의 합리성을 말한다. 이하 같다) 검토
다. 소방시설등 설계변경 사항의 적합성 검토
라. 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한법률」제2조 제1항제4호의 소방용품의 위치,규격 및 사용자재의 적합성 검토
마. 공사업자의 소방시설등의 시공이 설계도서 및 화재안전기준에 적합한지에 대한 지도·감독
바. 완공된 소방시설등의 성능시험
사. 공사업자가 작성한 시공상세 도면의 적합성 검토
아. 피난·방화시설의 적법성 검토
자. 실내장식물의 불연화 및 방염물품의 적법성 검토

3. 감리업자가 아닌 자의 감리

가. 조건: 일반소방대상물 보다는 특히 보안성과 안전성이 요구되는 소방대상물
나. 대상: 원자력안전법 제2조제10호의 규정에 의한 관계시설이 설치되는 장소.
※ 원자력안전법 제2조 제10호의 시설
원자로냉각계통시설, 계측제어계통시설, 핵연료물질의 취급시설 및 저장시설, 방사선관리시설, 원자로격납시설, 원자로안전통제시설

4. 감리의 종류 및 방법 (시행령 별표 3)

종류	대상	방법
상주 공사감리	1. 연면적 3만제곱미터 이상의 특정소방대상물(아파트는 제외한다)에 대한 소방시설의 공사. 다만, 자동화재탐지설비 · 옥내소화전설비 · 옥외소화전설비 또는 소화용수시설만 설치되는 공사는 제외한다. 2. 지하층을 포함한 층수가 16층 이상으로서 500세대 이상인 아파트에 대한 소방시설의 공사	1. 감리업자가 지정하는 감리원(이하 "책임감리원" 이라 한다)은 총리령으로 정하는 기간 동안 공사 현장에 상주하여 법 제16조제1항 각 호에 따른 업무를 수행하고 감리일지에 기록해야 한다. 다만, 법 제16조제1항제9호에 따른 업무는 총리령으로 정하는 기간 동안 공사가 이루어지는 경우만 해당한다. 2. 책임감리원이 총리령으로 정하는 기간 중 부득이한 사유로 1일 이상 현장을 이탈하는 경우에는 감리일지 등에 기록하여 발주청 또는 발주자의 확인을 받아야 한다. 이 경우 감리업자는 책임감리원의 업무를 대행할 사람을 감리현장에 배치하여 감리업무에 지장이 없도록 해야 한다. 3. 감리업자는 책임감리원이 총리령으로 정하는 기간 중 법에 따른 교육이나 「민방위기본법」 또는 「향토예비군설치법」에 따른 교육을 받는 경우나 「근로기준법」에 따른 유급휴가로 현장을 이탈하게 되는 경우에는 감리업무에 지장이 없도록 책임감리원의 업무를 대행할 사람을 감리현장에 배치해야 한다. 이 경우 책임감리원은 새로 배치되는 업무대행자에게 업무 인수 · 인계 등의 필요한 조치를 해야 한다.
일반 공사감리	상주 공사감리에 해당하지 않는 소방시설의 공사	1. 책임감리원은 공사 현장을 방문하여 법 제16조제1항 각 호에 따른 업무를 수행한다. 다만, 법 제16조제1항제9호에 따른 업무는 총리령으로 정하는 기간 동안 공사가 이루어지는 경우만 해당한다. 2. 책임감리원은 총리령으로 정하는 기간 중에는 주 1회 이상 공사 현장을 방문하여 제1호의 업무를 수행하고 감리일지에 기록해야 한다. 3. 감리업자는 책임감리원이 부득이한 사유로 14일 이내의 범위에서 제2호의 업무를 수행할 수 없는 경우에는 업무대행자를 지정하여 그 업무를 수행하게 해야 한다. 4. 제3호에 따라 지정된 업무대행자는 주 2회 이상 공사 현장을 방문하여 제1호의 업무를 수행하며, 그 업무 수행 내용을 책임감리원에게 통보하고 감리일지에 기록해야 한다.

5. 감리자의 지정 등

제17조(공사감리자의 지정 등)

① 대통령령으로 정하는 특정소방대상물의 관계인이 특정소방대상물에 대하여 자동화재탐지설비,옥내소화전설비 등 대통령령으로 정하는 소방시설을 시공 할때에는 소방시설공사의 감리를 위하여 감리업자를 공사감리자로 지정하여야 한다. 다만, 제11조제1항 단서와 제12조제1항 후단의 규정에 따라 설계 · 시공하는 소방시설공사의 경우에는 그 설계업자를 공사감리자로 지정할 수 있다.

※ 위반하여 공사감리자를 지정하지 아니한 자는 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 관계인은 제1항에 따라 공사감리자를 지정하였을 때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 소방본부장이나 소방서장에게 신고하여야 한다. 공사감리자를 변경하였을 때에도 또한 같다.

※ 위반하여 신고하지 아니한 자 또는 거짓으로 신고한 자는 1차 위반시 10만원, 2차 위반시 50만원, 3차 위반시 200만원이하 과태료

③ 관계인이 제1항에 따른 공사감리자를 변경하였을 때에는 새로이 지정된 공사감리자와 종전의 공사감리자는 감리 업무의 수행에 관한 사항과 관계 서류를 인수 · 인계하여야 한다.

※ 위반하여 감리관계서류를 인수 · 인계하지 아니한 자는 200만원 이하의 과태료

이 법은 모든 특정 소방대상물의 소방시설공사에 대하여 감리업자를 지정하여 감리대상으로 하고 있는 것이 아니라 일정규모 이상의 특정소방대상물에 대해서만 감리대상의 소방시설 공사를 규정하고 있다.

신기술 등에 대한 소방시설의 설계 및 공사에 있어서는 그 신기술을 설계한 사람으로 하여금 감리하도록 하여 설계자의 의도에 맞는 시공이 되게 하고 있다.

관계인이 감리자를 지정할 때에는 행정기관에 신고하도록 규정하여 행정기관이 명확한 감리를 확보하여 관리·감독할 수 있도록 하고 있다.

또한 소방시설공사 및 감리자의 선정은 관계인과 소방시설업자와의 사경제적인 계약에 의하여 이루어짐으로 인하여 이 법이 정하고 있는 사항 외에는 계약의 취소 또는 해지 등이 자유롭다고 할 수 있는바 관계인의 감리업자의 변경으로 인하여 인수·인계의 미비는 감리업을 수행함에 있어 많은 장애의 발생 및 업무의 혼란을 야기할 수 있으므로 이를 미연에 방지하고자 본 조는 감리자를 변경할 때에도 소방본부장 또는 소방서장에게 신고의 의무를 둠과 동시에 업무의 인수·인계 사항에 대하여서도 규정하고 있어 소방시설공사의 적정·적법시공을 담보하고 있다.

가. 감리대상의 특정소방대상물의 소방시설 공사(시행령 제10조)

1) 연면적 1천제곱미터 이상의 특정소방대상물. 다만, 다음 각 목에 해당하는 특정 소방대상물을 제외한다.
   가) 비상경보설비를 설치하는 특정소방대상물
   나) 증축, 개축, 재축, 대수선 또는 구조변경·용도변경으로 인하여 다음의 어느 하나에 해당하는 소방시설을 추가로 설치하는 특정소방대상물
      1) 소화설비: 수동식소화기·자동식소화기 또는 간이소화용구
      2) 단독경보형감지기
      3) 비상방송설비
      4) 누전경보기
      5) 자동화재속보설비
      6) 가스누설경보기
      7) 피난설비: 미끄럼대, 피난사다리, 구조대, 완강기, 피난교, 피난밧줄, 공기안전매트, 방열복, 공기호흡기, 인공소생기, 유도등, 유도표지, 비상조명등 또는 휴대용 비상조명등.
2) 자동화재탐지설비, 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무등소화설비(호스릴소화설비 제외한다) 또는 제연설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(다만, 지하구는 제외한다)
3) 길이가 1천미터 이상인 지하구. 다만, 제1호 각 목에 해당하는 소방시설을 설치하는 것은 제외한다.

나. 감리자의 자격

1) 감리업자
2) 설계업자(중앙소방기술심의위원회에서 특수한 공법의 설계와 시공이 인정되는 소방시설공사의 경우)

다. 감리자 지정신고 및 변경신고(시행규칙 제15조)

1) 지정신고
   가) 감리자 지정신고자: 관계인
   나) 신고기한: 착공신고일 까지
   다) 소방공사감리자지정신고서 제출(첨부서류)

① 소방공사감리업등록증 사본 1부 및 등록수첩 사본 1부
② 당해 소방시설공사를 감리하는 소속감리원의 감리원 등급을 증명하는 서류(전자문서 포함) 각 1부
③ 소방공사감리계획서 1부
④ 소방공사감리용역계약서 사본 1부

2) 변경신고

변경일로부터 30일 이내에 소방공사감리자변경신고서(서류첨부) 제출.

「전자정부법」제36조제1항에 행정정보의 공동이용을 통하여 첨부서류에 대한 정보를 확인할 수 있는 경우에는 그 확인으로 첨부서류에 갈음할 수 있다.

3) 신고처리 절차

가) 처리기한: 2일 이내
나) 공사감리자의 등록수첩 교부: 감리원의 등급·감리현장의 명칭·소재지 및 현장 배치기간을 기재

6. 감리원의 배치

제18조(감리원의 배치 등)

① 감리업자는 소방시설공사의 감리를 위하여 소속 감리원을 대통령령으로 정하는 바에 따라 소방시설공사 현장에 배치하여야 한다.
② 감리업자는 제1항에 따라 소속 감리원을 배치하였을때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 소방본부장이나 소방서장에게 통보하여야 한다. 감리원의 배치를 변경하였을 때에도 또한 같다.
③제1항에 따른 감리원의 세부적인 배치 기준은 총리령으로 정한다.

※ 위반하여 소방시설 공사현장에 감리원을 배치하지 아니한 자는 300만원 이하의 벌금

소방공사 감리업무를 실질적으로 현장에서 수행하는 사람을 감리원이라 한다.

본 조는 소방공사감리의 실효성을 확보하기 위하여 이 법이 정하고 있는 감리업무를 구체적으로 현장에서 이행하는 감리원에 대한 현장배치 의무와 그 세부적인 배치기준에 관한 규정을 두어 실질적인 감리가 이루어지도록 하고 있다.

가. 소방공사감리원의 배치기준 (시행령 별표4)

감 리 대 상	감리원 배치기준
가. 연면적 20만제곱미터 이상인 특정소방대상물 공사현장 나. 지하층을 포함한 층수가 40층 이상인 특정소방대상물의 공사 현장인 경우	총리령으로정하는 특급감링원중 소방기술사
가. 연면적이 3만제곱미터 이상 20만제곱미터 미만인 특정소방대상물(아파트는 제외한다) 의 공사현장 나. 지하층을 포함한 층수가 16층 이상 40층 미만인 특정소방대상물의 공사 현장인 경우	총리령으로 정하는 특급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 또는 전기분야)
가. 물분무등소화설비(호스릴소화설비는 제외한다) 또는 제연설비가 설치되는 특정소방대상물의 공사현장 나. 연면적 3만제곱미터 이상인 20만제곱미터 미만인 아파트의 공사 현장	총리령으로 정하는 고급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 또는 전기분야)
연면적 5천제곱미터 이상 3만제곱미터 미만인 특정소방대상물의 공사현장	총리령으로 정하는 중급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 또는 전기분야)
가. 연면적 5천 제곱미터 미만인 특정소방대상물의 경우 나. 지하구의 공사현장	총리령으로 정하는 초급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 또는 전기분야)

나. 감리원 세부배치기준 (시행규칙 제16조)

1) 상주공사 감리대상인 경우

가) 기계분야의 감리원 자격을 취득한 자와 전기 분야의 감리원 자격을 취득한 자 각 1인 이상을 책임감리원으로 배치할 것. 다만, 기계분야 및 전기분야의 감리원 자격을 함께 취득한 자가 있는 경우에는 그에 해당하는 자 1명 이상을 배치할 수 있다.

나) 소방시설용 배관(전선관을 포함한다. 이하 같다)을 설치하거나 매립하는 때부터 소방시설 완공검사증명서를 발급 받을 때까지 소방공사감리현장에 책임감리원을 배치할 것

2) 일반공사 감리대상인 경우

가) 기계분야의 감리원 자격을 취득한 자와 전기 분야의 감리원 자격을 취득한 자 각 1명 이상을 책임감리원으로 배치할 것. 다만, 기계분야 및 전기 분야의 감리원 자격을 함께 취득한 자가 있는 경우에는 그에 해당하는 자 1명 이상을 배치할 수 있다.

나) 기간: “시행규칙 별표 3” 의 규정에 의한 기간 동안 배치

다) 책임감리원은 주 1회 이상 소방공사감리현장을 방문하여 감리할 것

라) 1명의 책임감리원이 담당하는 소방공사감리현장은 5개 이하(자동화재탐지설비 또는 옥내소화전설비 중 어느 하나만 설치하는 2개의 소방공사감리현장은 최단 차량주행거리로 30킬로미터 이내에 있는 경우에는 1개의 소방공사감리현장으로 본다)로서 감리현장의 연면적의 총 합계가 10만 제곱미터 이하일 것. 다만, 지하층을 포함한 층수가 16층 미만인 아파트의 경우에는 연면적의 합계에 관계없이 1명의 책임감리원이 5개 이내의 공사현장을 감리할 수 있다.

다. 감리원배치통보 등 (시행규칙 제17조)

1) 감리원 배치 및 변경통보 방법

소방공사감리업자는 감리원을 배치하거나 변경하는 경우 통보서에 해당 서류를 첨부하여 감리원 배치일부터 7일 이내에 소방본부장 또는 소방서장에게 알려야 한다. 이 경우 소방본부장 또는 소방서장은 통보된 내용을 7일 이내에 소방기술인정자에게 통보하여야 한다.

2) 소방공사감리원배치통보서에 첨부하는 서류

가) 감리원의 등급을 증명하는 서류

나) 소방공사감리계약서 사본 1부

3) 소방공사감리원배치 변경통보서에 첨부하는 서류

가) 변경된 감리원의 등급을 증명하는 서류(감리원을 배치하는 경우에만 첨부한다)

나) 변경 전 감리원의 등급을 증명하는 서류

7. 위반사항에 대한 조치

제19조(위반사항에 대한 조치)

① 감리업자는 감리를 할 때 소방시설공사가 설계도서나 화재안전기준에 맞지 아니할 때에는 관계인에게 알리고, 공사업자에게 그 공사의 시정 또는 보완 등을 요구하여야 한다.

② 공사업자가 제1항에 따른 요구를 받았을 때에는 그 요구에 따라야 한다.

※ 위반하여 시정 또는 보완하도록 한 감리업자의 요구에 따르지 아니한 자는 300만원 이하의 벌금

③ 감리업자는 공사업자가 제1항에 따른 요구를 이행하지 아니하고 그 공사를 계속할 때에는 총리령으로 정하는 바에 따라 소방본부장이나 소방서장에게 그 사실을 보고하여야 한다.

※ 위반하여 보고를 아니한 자 또는 거짓으로 한 자는 1차 위반시 50만원, 2차 위반시 100만원, 3차 위반시 200만원이하 과태료

④ 관계인은 감리업자가 제3항에 따라 소방본부장이나 소방서장에게 보고한 것을 이유로 감리계약을 해지하거나 감리의 대가 지급을 거부하거나 지연시키거나 그 밖의 불이익을 주어서는 아니 된다.

※ 위반하여 공사감리계약을 해지한 자, 대가의 지급을 거부하거나 지연시킨 자 또는 불이익을 준 자는 300만원 이하의 벌금

위반사항에 대한 조치도 감리업자의 업무범위에 포함하여 규정하고 있다. 감리업자에게 감리업무와 관련하여 법률적인 권한을 부여함으로써 실질적인 감리활동이 될 수 있도록 하며 또한 주어진 법률적 권한 행사의 실효성을 확보하기 위하여 적법한 감리업자의 권한행사로 인하여 관계인이 감리업자에게 불이익을 주는 행위를 금지하도록 하고 있다.

또한 본 조는 부실시공의 방지와 적정·적법한 시공을 확보하기 위하여 감리업에 대한 규정을 하고 있는 이 법의 취지에 비추어 볼 때 이와 같은 법률적인 권한의 부여는 당연한 것이라 할 수 있다.

가. 감리업자의 권한 및 의무

1) 이 법 제16조 제1항 각호에서 규정하고 있는 업무를 수행하기 위하여 각종 검토 및 지도·감독·시험을 할 수 있는 권한
2) 소방시설공사가 설계도서 또는 화재안전기준에 적합하지 아니한 때, 관계인에게 통지 및 공사업자에게 공사의 시정 또는 보완 요구 권한

3) 공사업자의 시정 또는 보완요구 불이행시 보고 의무
   가) 보고기간: 시정 또는 보완을 이행하지 아니하고 공사를 계속하는 날부터 3일 이내
   나) 보고기관: 소방본부장 또는 소방서장
   다) 제출서류: 소방시설공사 위반사항보고서(사진 등 증빙서류 첨부)

나. 관계인의 불이익 금지

이 법 제19조제4항은 감리업자가 감리업무를 수행함에 있어서 법령이 정한 적정한 권한의 수행을 담보하고 감리업무의 독립성을 보장하여 감리의 목적을 달성하기 위한 규정이다.

적법·적정한 감리업무 수행으로 인하여 불이익을 받게 된다면 법령이 정한 감리업무 수행을 담보할 수 없으며 나아가 부실공사를 초래하여 화재의 위험으로부터 공공의 안전이라는 소방관련 법률의 취지와도 어긋나게 된다. 이러한 부작용을 방지하고 감리업무 수행의 실효성을 확보하기 위하여 관계인은 적법한 감리업무 수행과 관련하여 감리업자에게 불이익 금지 규정을 두고 있다.

8. 감리결과의 통보

제20조(공사감리결과의 통보 등) 감리업자는 소방공사의 감리를 마쳤을 때는 총리령이 정하는 바에 따라 그 감리 결과를 그 특정소방대상물의 관계인, 소방시설공사의 도급인, 그 특정소방대상물의 공사를 감리한 건축사에게 서면으로 알리고, 소방본부장이나 소방서장에게 공사감리 결과보고서를 제출하여야 한다.

※ 공사감리결과의 통보 또는 공사감리결과보고서의 제출을 하지 아니한 자 또는 거짓으로 한 자는 200만원 이하의 과태료

감리업자가 감리업무를 종료한 때에는 그 감리결과를 통보 또는 보고하도록 함으로써 감리 업무의 종료 및 확인의 성격을 가지고 소방기관에서는 당해 소방시설공사가 법령과 화재안전기준에 적법하게 시공되었는지 여부에 대한 심사를 할 수 있는 자료가 된다.

이러한 감리결과보고서의 통보 및 제출은 감리업자의 명확한 감리업무 수행을 간접적으로 확보하는 한편, 감독기관인 소방본부장 또는 소방서장이 당해소방시설공사의 전반적인 사항에 대하여 적법·적정성을 최종적으로 확인하는 절차라 할 수 있다.

가. 감리결과보고서의 통보 및 제출 (시행규칙 제19조)

1) 대상

가) 서면통지: 특정소방대상물의 관계인, 소방시설공사의 도급인, 공사를 감리한 건축사

나) 보고서제출: 소방본부장 또는 소방서장

2) 소방공사감리결과보고(통보)서의 첨부서류

가) 소방시설성능시험조사표 1부

나) 착공신고 후 변경된 소방시설설계도면(변경사항이 있는 경우에 한하여 첨부하되, 설계업자가 설계한 도면에 한한다) 1부

다) 소방공사 감리일지(소방본부장 또는 소방서장에게 보고하는 경우에 한한다)

3) 기간: 공사가 완료된 날부터 7일 이내

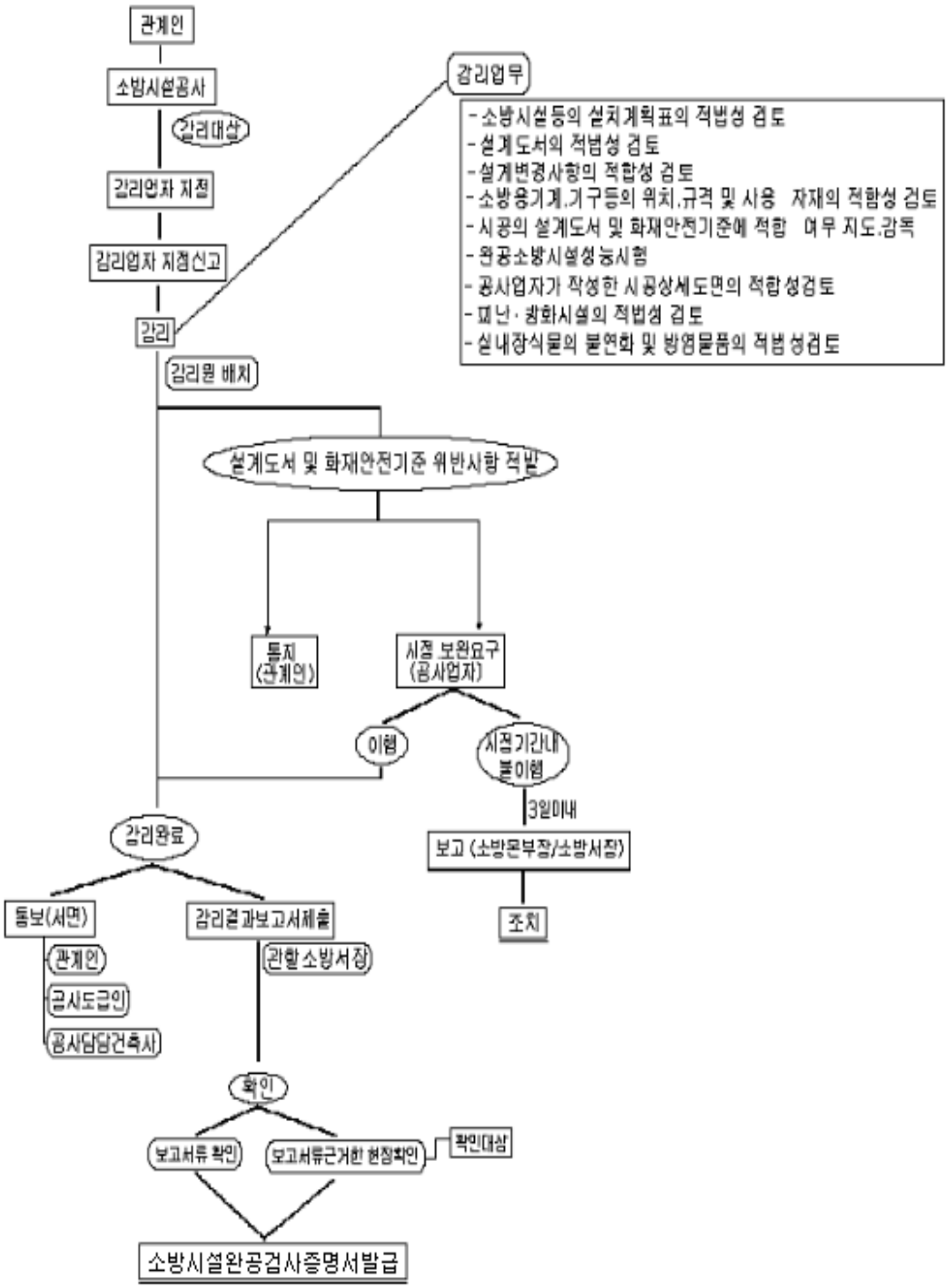
나. 감리결과보고서의 기능

1) 감리업무의 종료를 통보 또는 보고

2) 완공검사 갈음

소방시설공사가 법령과 화재안전기준에 적합하게 시공되었는지 여부에 대하여 소방본부장 또는 소방서장이 현장에서 최종적으로 심사하는 것을 완공검사라 하며 감리대상의 소방시설공사는 감리자가 현장에서 적합여부를 확인하고 그에 대한 서류인 감리결과보고서를 제출하였으므로 이 서류를 토대로 관계소방공무원이 현장에 가지 않고서도 공사의 전반에 대한 확인을 할 수 있기에 이를 근거로 완공검사증명서를 발급한다.

9. 감리 전반에 관한 흐름도



10. 기타

가. 감리업자의 의무

1) 법 제16조 각 호에 규정하고 있는 감리업무를 수행하여야 할 의무
2) 공사 중 감리업자의 변경 시에는 관계서류를 인수·인계하여야 할 의무
3) 공사감리 시 소속 감리원을 소방시설공사현장에 배치하여야 할 의무
4) 감리 중 법령 등에 위반사항 적발 시 관계인에게 통지 및 공사업자에게 시정·보완 요구 하여야 할 의무
5) 공사업자의 시정·보완 불이행시 소방본부장 또는 소방서장에게 보고의무
6) 감리 완료시 감리결과 통보 및 보고의무
7) 법 제31조에 의거 소방본부장 또는 소방서장의 감독권 행사를 수인할 의무

나. 감리와 관련한 관계인의 의무

1) 감리대상의 특정소방대상물 시공 시에 감리자를 지정하여야 할 의무
2) 감리자 지정 시 소방본부장 또는 소방서장에게 지정신고를 하여야 할 의무
3) 지정된 감리자 및 업무 중인 감리자를 변경할 시에 소방본부장 또는 소방서장에게 변경신고 할 의무
4) 공사업자의 시정·보완요구 불이행에 대한 감리업자의 소방본부장 또는 소방서장에게 보고한 사항과 관련하여 감리업자에게 불이익 조치 금지의 의무

제4절 도 급

도급계약이라 함은 당사자의 일방(수급인)이 어느 일을 완성할 것을 약정하고 상대방 (도급인)이 그 일의 결과에 대하여 보수를 지급할 것을 약정하는 계약을 말한다.

화재로부터 공공의 안전을 확보하고 국민경제에 이바지함을 목적으로 하는 소방시설 공사업법 목적에 수급인의 기술적인 부족·무능 및 공사업무 수행의 부적절 등은 도급인 뿐만 아니라 일반 공공의 안전에도 큰 영향을 미친다 할 것이다.

따라서 이 법은 적합하고 명확한 소방시설공사의 시공을 담보하기 위하여 특정소방대상물의 소방시설공사는 소방시설공사업으로 등록한 소방시설공사업자에게 도급을 하도록 규정하고 있으며, 소방시설공사의 발주자가 적정한 공사업자를 선정할 수 있도록 각종 정보를 제공해 주기 위하여 시공능력 평가의 공시를 하고 있으며, 수급인의 중간착취 등으로 인하여 소방시설 공사의 부실 등을 방지하기 위하여 하도급의 제한 및 소방시설 공사의 설계와 감리에 관한 약정시의 금액에 대한 기준도 마련하고 있다.

도급계약은 수급인이 일을 완성하기 전에는 도급인은 언제든지 손해를 배상하고 계약을 해지할 수 있으므로(민법 제673조) 수급인이 하도급 또는 특정의 사유(영업의 취소 등으로 공사업의 자격의 상실 등)가 발생할 때에는 도급인에게 통지의 의무를 두어 관계인이 적절하게 대처할 수 있도록 규정하고 있을 뿐만 아니라 특정의 사안의 경우 관계인이 도급계약을 해지할 수 있는 규정을 둠으로써 계약해지의 자유로 인한 소방시설공사의 부실을 예방할 뿐 아니라 소방시설공사업자는 적법 적정한 업무수행 범위 내에서 무분별한 도급계약의 해지로 인한 공사의 장애 또한 방지하고 있다.

1. 도급

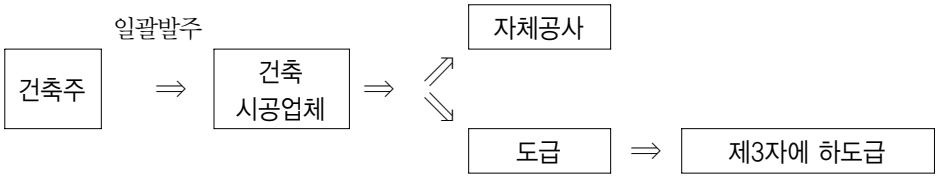
제21조(공사의 도급) 특정소방대상물의 관계인 또는 발주자는 소방시설공사를 도급할 때에는 해당 소방시설업자에게 도급하여야 한다.

※ 위반하여 공사업자가 아닌 자에게 도급한 자는 1년 이하 징역 또는 1천만원 이하 벌금

본 조는 특정소방대상물의 소방시설공사를 함에 있어서는 이 법에 의하여 등록한 소방시설공사업자에게 도급을 하도록 규정함으로써 과거 소방시설공사업으로 등록하지 않는 사람에 의하여 일차 도급계약을 한 후에 그 시공은 소방시설공사업자가 하는 예, 또는 종합건설업체가 도급을 한 후 소방시설공사업자에게 소방시설공사를 하도급 하는 경우 등이 빈발하여 이를 방지하여 이 법에 의하여 일정의 자격과 기술능력이 인정된 등록업체로 하여금 도급을 하도록 함과 동시에 등록된 업체로 하여금 시공토록 하여 도급과정에서의 부작용으로 인한 부실시공과 저가 낙찰의 여지를 없애고

전문성을 제고하여 실질적이고 명확한 소방시설공사가 될 수 있도록 하고 있다[31]

가. 일반적인 소방시설공사의 발주형태



2. 노임의 압류 금지

> 제21조의2(노임에 대한 압류의 금지) ① 공사업자가 도급받은 소방시설공사의 도급금액 중 그 공사(하도급한 공사를 포함한다)의 근로자에게 지급하여야 할 노임(勞賃)에 해당하는 금액은 압류할 수 없다.
> ② 제1항의 노임에 해당하는 금액의 범위와 산정방법은 대통령령으로 정한다.[본조신설 2011.8.4, 시행 2012.2.5]

본 조는 소방시설공사업자가 부도 등으로 노임(勞賃)이 포함된 도급금액을 압류당할 경우에는 근로자에게 임금을 지급할 수 없는 상황이 발생할 수 있으므로, 소방시설공사업에 종사하는 근로자의 노임에 대하여 압류할 수 없도록 하여 근로자의 생활안정을 도모할 수 있도록 하고 있다.

가. 압류대상에서 제외되는 노임

해당 소방시설공사의 도급 또는 하도급 금액 중 설계도서에 기재된 노임을 합산하여 산정한다.

---

31) 소방시설공사의 도급과 관련한 기존 소방법 체계하에서의 관련자료
○ 전문소방공사업체가 직접 도급받고 시공하는 경우
– 발주자 → 예정가액의 약85%이상 → 전문소방공사업체
○ 종합건설회사가 도급받고 전문소방공사업체에 하도급 하는 경우
– 발주자 → 예정가액의 약80%이상 → 종합건설회사 → 예정가액의 약50%이상 → 전문소방공사업체
※ 자료출처: 한국소방공사협회

3. 하도급의 제한

제22조(하도급의 제한)

① 제21조에 따라 도급을 받은 자는 소방시설공사의 시공을 제3자에게 하도급 할 수 없다. 다만, 대통령령으로 정하는 경우에는 도급받은 소방시설공사의 일부를 한 번만 제3자에게 하도급 할 수 있다.

※ 위반하여 제3자에게 하도급한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 삭제〈2014.12.30.〉

③ 삭제〈2014.12.30.〉

일반적으로 소방시설공사는 건설공사 등에 비하여 그 규모가 작을 뿐만 아니라 도급, 하도급과 관련하여 공사현장에 있어서는 저가낙찰, 부실공사의 가장 큰 원인이 되고 있다.

소방시설의 부실공사는 바로 국민의 생명의 위험을 초래할 수 있으므로 이 법에서는 소방시설공사와 관련된 여러 가지 규정을 두고 있으며 본 조에서는 도급계약에 있어서 하도급을 제한하고 또한 원도급자가 공사의 일부를 하도급 할 경우에 있어서는 관계인 및 발주자에게 통지하도록 규정하고 있음으로서 소방시설공사의 수주과정에서의 부작용으로 인한 부실공사를 미연에 차단하고 있다.

본 조의 규정은 적정·적법한 소방시설공사를 확보하고자 하는 취지도 있지만 한편으로는 소방시설공사업을 보호하고 건전한 발전을 유도하려는 취지도 있다.

가. 하도급의 제한

저가낙찰 부실공사 등을 방지하기 위하여 원칙적으로 소방시설공사는 하도급을 할 수 없으나 일정한 경우 하도급을 할 수 있도록 하고 있으며 이 경우에도 도급받은 공사의 일부에 대하여 1차에 한하도록 제한을 하며 또한 하도급계약, 하도급의 해지, 하수급인의 변경 등이 있을 때에는 관계인에게 관련사실을 통지하도록 함으로써 소방시설공사의 적정성을 담보하고 각종 수주와 관련하여 투명성을 제고함으로써 소방시설업의 건전한 발전을 도모하고 있다.

본 조의 이러한 하도급의 제한에 관한 규정은 건설업[32], 전기공사업[33], 정보통신공사업[34]

32) 건설산업기본법 제29조제1항

등에서도 도급 받은 공사를 원칙적으로 다른 공사업자에게 하도급 하는 것을 금지하고 있고, 예외적으로 도급 받은 공사의 일부를 다른 공사업자에게 하도급 할 수 있도록 하는 입법례와 유사하다고 할 수 있다.

나. 소방시설공사의 하도급 (시행령 제12조)

1) 하도급이 가능한 경우

소방시설공사업과 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업을 함께 하는 소방시설공사업자가 소방시설공사와 해당 사업의 공사를 함께 도급받은 경우

가) 「주택법」제9조에 따른 주택건설사업

나) 「건설산업기본법」제9조에 따른 건설업

다) 「전기공사업법」 제4조에 따른 전기공사업

라) 「정보통신공사업법」 제14조에 따른 정보통신공사업

2) 하도급의 범위

도급받은 소방시설공사의 일부(제4조 제1호 각목의 어느한에 해당하는 소방설비 중 하나 이상의 소방설비를 설치하는 공사)를 1차에 한하여 제3자에게 하도급

3) 하도급의 통지 (시행규칙 제20조)

가) 통지의무자: 공사업자

나) 통지대상: 관계인 및 발주자

다) 하도급내역서 1부

라) 소방시설공사 하도급통지서 첨부서류

① 하도급계약서 1부

② 예정공정표 1부

③ 공사량·공사단가 및 공사금액이 명시된 공사명세서 1부

④ 하수급인의 소방시설공사업등록증 사본 1부

---

33) 전기공사업법 제14조제1항

34) 정보통신공사업법 제31조제2항 제31조(하도급의 제한등)

① 공사업자는 수급한 공사의 전부를 다른 공사업자에게 하도급 하여서는 아니 된다.

② 공사업자가 수급한 공사 중 그 일부를 다른 공사업자에게 하도급 하고자 할 때에는 당해 공사의 발주자로부터 서면에 의한 승낙을 얻어야 한다.

③ 하수급인은 하도급 된 공사의 전부를 다른 공사업자에게 다시 하도급 하여서는 아니 된다.

※ 공사업자는 소방시설공사 하도급통지서 사본을 하수급자에게 주어야 한다.

※ 공사업자는 하도급계약을 해지할 경우 하도급계약 해지사실을 증명할 수 있는 서류를 관계인 및 발주자에게 통보하여야 한다.

4. 도급계약의 해지

제23조(도급계약의 해지) 특정소방대상물의 관계인 또는 발주자는 해당 도급계약의 수급인이 다음 각 호의 어느하나에 해당하는 경우에는 도급계약을 해지할 수 있다.
1. 소방시설업이 등록취소되거나 영업정지된 경우
2. 소방시설업을 휴업하거나 폐업한 경우
3. 정당한 사유 없이 30일 이상 소방시설공사를 계속하지 아니하는 경우
4. 제22조의2제2항에 따른 요구에 정당한 사유 없이 따르지 아니하는 경우

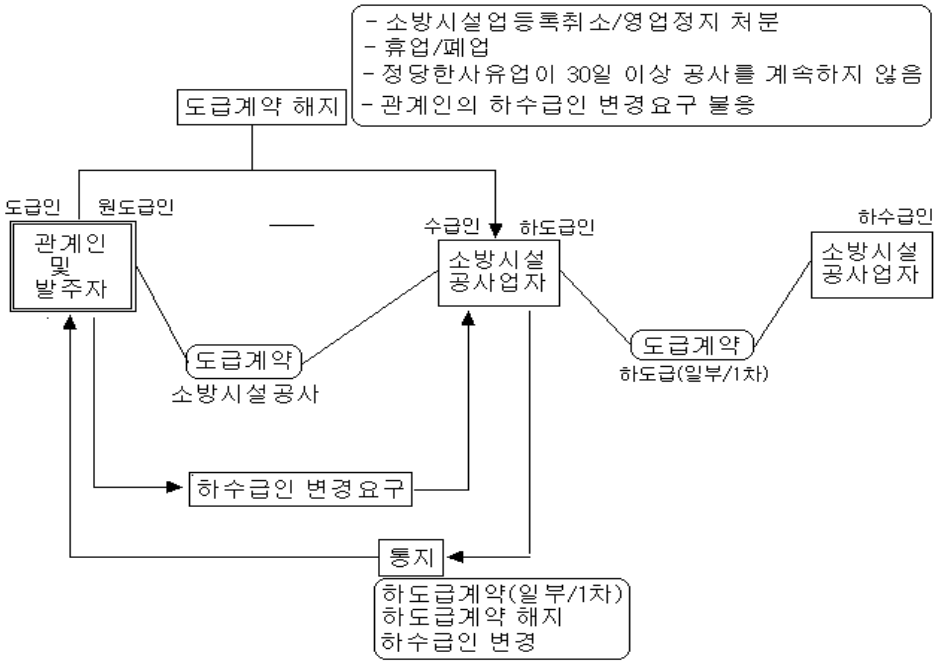
본 조는 도급인이 일정한 경우 일방적으로 도급계약을 해지할 수 있는 요건을 규정함으로써 도급으로 인한 소방시설의 부실공사 등을 방지하기 위함에 있다

소방시설공사업법은 소방시설공사의 수주와 관련하여 투명성의 제고와 공사의 부실 등을 방지하기 위하여 소방시설공사업자에 관한 규정을 두고 있을 뿐만 아니라 관할 행정기관인 소방본부장 또는 소방서장에게 감독 등의 절차를 두고 있으며 관계인에게도 본 조와 같이 소방시설공사업자에 대한 일방적인 해지에 관한 사항을 규정하여 둠으로써 공사업자, 관할행정기관, 관계인등 소방시설공사와 관련된 여러 분야에서 소방시설공사의 적정시공과 이행을 확보하고 있다.

가. 해지사유

1) 소방시설업이 등록취소되거나 영업정지된 경우
2) 소방시설업을 휴업하거나 폐업한 경우
3) 정당한 사유 없이 30일 이상 소방시설공사를 계속하지 아니하는 때
4) 제22조 제2항에 따른 요구에 정당한 사유 없이 따르지 아니하는 경우

5. 도급관련 흐름도



제5절 소방시설업의 공사제한

제24조(공사업자의 감리제한) 다음 각호의 어느 하나에 해당되면 동일한 특정소방대상물의 소방시설에 대한 시공과 감리를 함께 할수 없다.

1. 공사업자와 감리업자가 같은 경우
2. 「독점규제 및 공정거래에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 기업진단의 관계 인 경우
3. 법인과 그 법인의 임직원의 관계인 경우
4. 「민법」 제777조에 따른 친족관계인 경우

※ 위반하여 공사 및 감리를 함께 수행한 자는 200만원 이하의 과태료

가. 의 의

본 조는 동일인이 소방시설업의 전부 또는 일부를 겸업하는 경우, 또는 독점규제

및 공정거래에 관한법률에 따른 기업진단의 관계자, 법인일 경우 임원중 1인이 겸업 하거나 동시에 2업종 이상의 임원이 된 경우, 민법에 따른 친족관계에 있어서 동일 소방대상물에 대한 소방시설의 공사와 감리를 할 수 없도록 규정함으로써 공사와 감리행위가 독립적 객관적으로 이루어 질 수 있도록 하고 있으며, 공사와 감리를 겸함으로써 발생되는 각종 부작용(시공자의 편의대로 공사의 변경, 부실공사 방치 등)을 미연에 방지 하고자 하고 있다.

나. 공사의 제한 등

1) 동일한 특정소방대상물에 대해 할 수 없는 영업

- 소방시설공사 및 감리

2) 동일한 특정소방대상물에 대해 할 수 있는 영업

- 소방시설설계 및 감리
- 소방시설설계 및 공사

제6절 소방기술용역의 대가기준

> 제25조(소방기술용역의 대가기준) 소방시설공사의 설계와 감리에 관한 약정을 할 때 그 대가는 「엔지니어링기술진흥법」 제31조에 따른 엔지니어링사업의 대가 기준 가운데 총리령으로 정하는 방식에 따라 산정할 수 있다.

가. 의의

본 조는 소방시설업의 영업을 함에 있어 그 업무에 따른 대가에 관한 기준을 규정하여 둠으로써 관련된 소방기술업과 소방기술자들의 활동을 보호·육성할 수 있으며 각종 소방시설업의 도급계약 등을 함에 있어서 일정한 기준점을 제시하여 줄 뿐만 아니라 관련 기술자들이 그에 상응하는 업무의 대가를 받음으로 인하여 적정하고 실효성 있는 업무의 실행을 담보할 수 있다.

본 조는 위와 같은 취지로서 소방기술용역에 대한 대가기준을 규정하고 있으며 그 산정에 있어서는 엔지니어링기술진흥법에 따르도록 하고 있다. 엔지니어링기술

진흥법은 엔지니어링활동주체의 기술집약화를 촉진하여 각종 관련사업의 균형 있는 발전을 도모하기 위한 법[35]이며 일반적으로 설계 또는 감리에 관한 비용에 있어서는 다른 물품과 같이 쉽게 가격을 결정할 수 있는 사항이 아닌 관계로 엔지니어링기술진흥법에서는 이와 관련한 사업대가에 관한 사항을 제31조[36]에 규정하고 있어 소방시설공사업법 또한 설계 또는 감리 등의 관련사항에 대하여서는 엔지니어링기술진흥법에 따른 대가기준을 채택하고 있다.

나. 산정방법

엔지니어링기술진흥법 제31조에 의하여 지식경제부장관이 인가한 엔지니어링사업대가의 기준 중 다음 방식에 따른다.

가. 소방시설설계의 대가: 통신부문에 적용하는 공사비요율에 의한 방식

나. 소방공사감리의 대가: 실비정액가산방식

제7절 시공능력평가 및 공시

제26조(시공능력평가 및 공시)

① 국민안전처장관은 관계인 또는 발주자가 적절한 공사업자를 선정할 수 있도록 하기 위하여 공사업자의 신청이 있으면 그 공사업자의 소방시설공사 실적, 자본금 등에 따라 시공능력을 평가하여 공시할 수 있다.

② 제1항에 따른 평가를 받으려는 공사업자는 전년도 소방시설공사 실적,자본금, 그 밖에 총리령으로 정하는 사항을 국민안전처장관에게 제출하여야 한다.

③ 제1항 및 제2항에 ㄸ、른 시공능력평가신청절차, 평가방법, 공시방법 및 수수료등에 관하여 필요한 사항은 총리령으로 정한다.

35) 엔지니어링기술진흥법 제1조 목적
이 법은 엔지니어링활동주체의 기술집약화를 촉진하여 제조업등 관련산업과의 균형발전을 도모하고, 과학기술분야에서 연구개발결과의 실용화를 촉진함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

36) 제31조(엔지니어링사업대가의 기준)
① 제5조제1항 각호의 자는 엔지니어링활동주체를 건전하게 육성하고 성과품의 질을 보장할 수 있도록 엔지니어링사업에 대하여 적정한 대가를 지급하도록 노력하여야 한다.
② 제1항의 규정에 의한 엔지니어링사업에 대한 적정한 대가의 기준은 협회가 지식경제부장관의 인가를 받아 정한다.
③ 지식경제부장관은 제2항의 규정에 의하여 엔지니어링사업대가의 기준을 인가하는 경우 기획재정부장관 및 국토해양부장관과 협의하여야 한다.

가. 의 의

소방시설 공사의 특수성에 비추어 소방시설 공사의 발주자가 적절한 공사업자를 선정할 수 있도록 각종 정보를 제공하여 주고 소방시설 공사업의 건전한 발전을 도모하기 위하여 공사업자의 신청이 있을 시 공인된 기관(소방안전협회)에서 공사업자의 공사실적·자본금·기술력·경력·신인도(이하 “시공능력”이라 한다)등을 평가하여 공시하는 것을 말한다.

본 조의 규정은 관계인 또는 발주자를 위할 뿐만 아니라, 소방시설공사업자간의 건전한 경쟁을 유발토록 하며, 공사업자가 당해 공사업의 역량으로 수행할 수 있는 공사를 수주 또는 계약할 수 있도록 함으로써 소방시설공사업의 발전을 유도할 뿐 아니라 내실 있고 적정·적법한 소방시설의 공사를 확보하고 있다.

나. 시공능력 평가공시 절차 (시행규칙 제22조)

1) 소방시설공사 시공능력 평가의 신청

소방시설공사의 시공능력의 평가를 받고자 하는 공사업자는 소방시설공사 시공능력평가신청서를 협회에 매년 2월 15일까지 신청서제출(각종 증빙서류 첨부) 단, 제5호의 서류에 대하여는 법인의 경우에는 매년 4월 15일, 개인의 경우에는 매년 6월 10일 신청, 이 경우 협회는 공사업자가 첨부하여야 할 서류를 갖추지 못하였을때에는 15일의 보완기관을 부여하여 보완하도록 함.

2) 시공능력의 평가 (시행규칙 제23조)

- ○ 평가방법: 시행규칙 별표 4
- ○ 평가된 시공능력은 공사업자가 도급받을 수 있는 1건의 공사도급금액으로 한다.
- ○ 시공능력평가의 유효기간: 공시일로부터 1년 동안으로 한다.

3) 시공능력 공시 등

- ○ 시공능력평가자는 평가결과를 공사업자의 등록수첩에 기재하여 교부
- ○ 매년 7월 31일까지 일간신문 또는 인터넷 홈페이지를 통하여 공시

4) 시공능력평가 및 공시를 위하여 제출된 자료가 거짓으로 확인된 경우에는 그 확인된 날로부터 10일이내에 공시된 해당 공사업자의 시공능력을 새로 평가하고 해당 공사업자의 등록수럽에 그 사실을 기재하여 발급

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제5장 소방기술자

본 장은 자격부여에 관한 규정으로, 소방기술자라 함은 이 법에 의하여 안전행정부장관이 소방기술자로 인정하는 자와 「소방시설공사업법」 및 「소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의한 소방시설관리업의 기술인력으로 등록된 자를 말하며 소방관련 법령에서 소방과 관련된 업종에 종사하는 사람 중 일정의 조건에 부합되는 사람을 기술자로 인정함으로써 소방기술자의 기술수준을 향상시키고 나아가 소방시설업 및 소방시설관리업 등의 소방관련업의 수준을 향상함과 동시에 소방시설의 공사의 부실방지와 관리의 철저를 기하여 법률의 목적을 달성하고자 함에 있다.

본 장은 소방기술의 향상과 일정수준 이상의 소방기술을 담보하기 위하여 소방기술자의 자격에 관한 사항 및 의무에 관한 사항을 규정하고 있으며 또한 새로운 기술의 보급 또는 변화된 소방 환경에 능동적으로 대처하기 위하여 소방기술자에 대한 실무교육에 관한 사항을 규정하고 있다.

제1절 소방기술자의 의무

제27조 (소방기술자의 의무)

① 소방기술자는 이 법과 이 법에 따른 명령과 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 및 같은 법에 따른 명령에 따라 업무를 수행하여야 한다.

※ 위반하여 법 또는 명령에 적합하지 아니하게 업무를 수행한 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 소방기술자는 다른 사람에게 소방기술인정자격수첩(제28조에 따라 소방기술 경력 등을 인정받은 사람의 경우에는 소방기술 인정 자격수첩을 말한다)과 소방기술자경력수첩(이하 "경력수첩"이라한다))을 빌려 주어서는 아니 된다.

※ 위반하여 소방기술인정 자격수첩을 빌려준 자는 300만원 이하의 벌금

③ 소방기술자는 동시에 둘 이상의 업체에 취업하여서는 아니 된다. 다만, 제1항에 따른 소방기술자 업무에 영향을 미치지 아니하는 범위에서 근무시간 외에 소방시설업이 아닌 다른 업종에 종사하는 경우는 제외한다.

※ 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 자는 300만원 이하의 벌금

1. 의의

본 조는 자격부여규정으로서 자격부여규정이란 일반적으로 일정한 업무를 수행하는데 필요한 전문적 지식 및 기능의 보유를 설정·공증하는 절차를 제도화 한 것이다.

소방기술자는 각종 소방업무와 관련하여 일정수준 이상의 자격을 갖춘 전문자격인으로서 소방법령이 인정하고 있는 사람을 말하는 바 이 법의 목적에 합치된 업무수행 및 관련 법령의 준수에 대한 의무규정은 당연한 사항이라 할 수 있으며 실무적으로 소방기술자의 적정업무 확보에 장애가 되는 자격증의 대여 및 이중취업에 관한 사항을 규제함으로써 소방기술자의 성실한 업무수행을 확보하고 있다.

일반적으로 법률에서 일정한 자격에 관한 사항을 규정하는 것은 그 자격자가 행하는 업무가 공공의 복리에 중대한 영향을 미치는 등의 공공적 필요에 의하여 자격에 대한 규정을 하고 있다. 본 조의 소방기술자에 대한 규정 또한 적정·적법한 소방시설의 설치 및 관리를 통한 화재로부터 국민의 생명보호라는 취지에 비추어 볼 때 자격에 관한 규정으로 인한 직업선택의 자유제한에 합헌성이 담보되어 있다 할 것이다.

2. 소방기술자

가. 이 법의 규정에 따른 소방기술자

○ 소방시설업의 기술인력으로 등록된 자중 소방시설관리사, 소방기술사, 소방설비기사, 소방설비산업기사, 위험물관리기능장, 위험물관리산업기사, 위험물관리기능사

나. 소방시설설치유지및안전관리에관한법률규정에 따른 소방기술자

○ 소방시설관리업의 기술인력으로 등록된 자중 소방시설관리사, 소방기술사, 소방설비기사, 소방설비산업기사, 위험물관리기능장, 위험물관리산업기사, 위험물관리기능사

다. 국민안전처장관이 인정하는 소방기술자

○ 법 제28조의 규정에 의하여 국민안전처장관이 인정한 소방기술자

3. 소방기술자의 의무

가. 소방시설공사업법 및 소방시설설치유지및안전관리에관한법률에 적합한 업무수행의 의무

나. 「소방시설공사업법」 및 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 명령에 적합하게 업무를 수행할 의무

다. 자격증 대여금지의 의무

소방기술자에 대한 인정은 개인의 일신전속에 관한 사항이므로 타인이 이를 대신할 수 없으며 또한 소방기술자의 인정제도 취지상 자격이 없는 사람에 의한 소방업무의 수행은 개인의 문제가 아니라 불특정 다수인의 생명과 관련된 사항이므로 이에 대한 법률적인 통제를 통하여 소방기술자에 대해서는 업무에 충실을 기하도록 하고 대외적으로는 기술능력을 인정받은 사람으로 하여금 각종 업무를 행하도록 함으로써 적정·적법한 소방시설의 설계·시공·감리 및 관리가 되도록 하고 있다.

라. 이중취업 금지의 의무

소방기술자의 이중 취업은 소방기술자로서 주어진 업무 외에 다른 영업을 함으로써 소방기술자의 업무에 충실할 수 없으며 또한 형식적인 업무수행이 이루어 질 수 있는바 이로 인한 각종 부작용을 방지하기 위하여 이중취업금지에 대한 규정을 둠으로써 소방기술자의 성실한 업무수행을 담보하고 있다.

다만, 소방기술자 업무에 영향을 미치지 아니하는 범위에서 근무시간 외에 소방시설업이 아닌 다른 업종에 종사하는 경우는 허용하여 과도한 규제로써 직업 선택의 자유를 제한하지 않도록 하였다.

제2절 소방기술 경력 등의 인정 등

제28조(소방기술 경력 등의 인정 등)

①국민안전처장관은 소방기술의 효율적인 활용과 소방기술의 향상을 위하여 소방기술과 관련된 자격 · 학력 및 경력을 가진 사람을 소방기술자로 인정할 수 있다.

② 국민안전처장관은 제1항 규정에 따라 자격 · 학력 및 경력을 인정받은 사람에게 소방기술 인정 자격수첩과 경력수첩을 발급 할 수 있다.

③ 제1항에 따른 소방기술과 관련된 자격 · 학력 및 경력의 인정범위와 제2항에 따른 자격수첩 및 경력수첩의 발급절차 등에 관하여 필요한 사항은 총리령으로 정한다.

④ 국민안전처장관은 제2항에 따라 자격수첩 또는 경력수첩을 발급받은 사람이 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 총리령으로 정하는 바에 따라 그 인정자격을 취소하거나 6개월 이상 2년 이하의 기간을 정하여 그 자격을 정지시킬 수 있다. 다만, 제1호와 제2호에 해당하는 경우에는 그 자격을 취소하여야 한다.

1. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 자격수첩 또는 경력수첩을 발급받은 경우
2. 제27조제2항을 위반하여 자격수첩 또는 경력수첩을 다른 사람에게 빌려준 경우
3. 제27조제3항을 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 경우
4. 이 법 또는 이 법에 따른 명령을 위반한 경우

⑤ 제4항 규정에 따라 자격이 취소된 사람은 취소된 날부터 2년간 자격수첩을 발급 받을 수 없다

1. 의 의

본 조는 소방기술자에 대한 경력 등의 관리에 관한 사항으로서 소방기술자의 효율적인 활용과 기술의 향상을 위하여 소방기술과 관련한 기술자격·학력 및 경력에

따라 소방기술경력에 관한 수첩 및 경력증명서를 발급하도록 하여 대내적으로 기술능력을 입증하는 서류로서 대외적으로 전문자격임을 인정하는 자료로서 활용할 수 있도록 하고 있다.

소방시설공사업법은 소방시설의 설계, 시공, 감리 등 소방시설이 설치되는 제반 과정에 전문성을 제고할 수 있는 소방시설업에 대한 규정을 두고 있으며 소방시설업에 있어 가장 기본적이고 필수적인 인력에 대한 기준을 소방기술자라는 개념을 도입하여 검증 및 인정토록 함으로써 인적·물적으로 일정수준 이상의 기술능력을 담보토록 하고 있다.

소방관련 기술자로 인정된 자에게 소방기술인정 자격수첩 및 경력수첩을 발급할 수 있도록 규정되어 있을 뿐 자격이 취소된 경우 자격수첩의 재발급에 대한 제한 규정이 없다.

따라서 법령의 위반 등으로 그 인정자격이 취소된 경우라 하더라도 취소된 다음 날 자격수첩의 발급을 신청할 경우 이를 제한할 수 있는 규정이 없으므로 이에 따라 개정안은 법집행의 실효성 확보를 위하여 인정자격이 취소된 경우에는 취소된 날부터 2년간 자격수첩 발급을 신청할 수 없도록 그 기준을 강화하려는 취지로서 그 필요성이 있다.

2. 소방기술과 관련된 자격 · 학력 및 경력 인정범위(시행규칙 제24조)

가. 소방기술과 관련된 자격: 소방기술사, 소방시설관리사, 소방설비기사, 소방설비산업기사, 위험물기능장, 위험물산업기사, 위험물기능사, 화공기술사, 화공기사, 화공산업기사, 전기기사, 전기산업기사, 건축전기설비기술사, 전기기능장, 전기공사기사, 전기공사산업기사, 건축사, 건축기사, 건축산업기사, 산업안전기사, 산업안전산업기사, 가스기술사, 가스기능장, 가스기사, 가스산업기사, 건축기계설비기술사, 건축설비기사, 건축설비산업기사, 공조냉동기계기술사, 공조냉동기계기사, 공조냉동기계산업기사, 일반기계기사, 광산보안기사 또는 광산보안산업기사

나. 소방기술과 관련된 학력: 소방안전관리학과(소방안전관리과, 소방시스템과, 소방학과를 포함한다), 전기공학과(전기과, 전기설비과, 전자공학과, 전기전자과, 전기 및 전자공학과, 전기제어공학과를 포함한다), 산업안전공학과(산업안전과, 산업공학과, 안전공학과, 안전시스템공학과를 포함한다), 기계공학과(기계과, 기계학과, 기계설계학과, 기계설계공학과를 포함한다), 건축공학과(건축과, 건축학

과, 건축설비학과, 건축설계학과를 포함한다) 또는 화학공학과(공업화학과, 화학공업과를 포함한다)를 졸업한 사람

다. 소방기술과 관련된 경력

1) 소방시설공사업, 소방시설설계업, 소방공사감리업, 소방시설관리업, 위험물안전관리업무대행기관, 한국소방안전협회, 한국소방산업기술원, 「화재로 인한 재해보상과 보험가입에 관한 법률」에 의한 한국화재보험협회, 국가, 지방자치단체, 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관, 「공기업의 경영구조 개선 및 민영화에 관한 법률」 제2조에 따른 정부출자기관, 「지방공기업법」에 의한 지방공사 또는 지방공단에서 소방시설의 설계·시공·감리 또는 소방시설의 점검 및 유지관리업무를 수행한 경력
2) 소방기술사·소방설비기사·소방설비산업기사 자격을 취득한 자가 방화관리자로 선임되어 방화관리업무를 수행한 경력

3. 자격수첩 발급절차

국민안전처장관은 소방기술과 관련된 자격·학력 및 경력을 가진 자를 소방기술자로 인정하는 소방기술인정자격수첩(이하 "자격수첩"이라 한다) 및 소방기술인정경력수첩(이하"경력수첩"이라한다)을 발급할 수 있다.

4. 자격의 정지 · 취소

소방기술자격자가 행하는 업무는 화재로부터 국민의 생명보호라는 공공복리에 있어 중요한 영향을 미치기 때문에 이들에 대한 의무 및 자격의 인정 등을 법률적으로 규정 하고 있다 하지만 이들 자격자가 그 업무 등을 올바르게 수행하지 않거나 관련법규를 위반하는 경우에 인정된 자격을 철회하여 소방기술자의 법령준수의 의무를 실질적으로 확보하고 소방시설업 등의 업무에 배제함으로써 적정·적법한 소방시설공사 및 관리가 이루어 질 수 있도록 하고 있다.

본 조에서 언급하고 있는 취소 또한 이 법 제9조에서의 취소의 의미와 같이 인증 등의 효과를 장래에 향하여 배제 하는 것으로 강학상의 철회에 해당하는 개념이다.

본 조의 자격취소는 소방기술자에 대한 가장 강력하고 최종적인 행정처분이므로 법률로서 그 요건을 명확하게 규정하고 있으며 사안에 따라 자격의 정지, 취소 등

을 선택적으로 할 수 있도록 하고 있을 뿐만 아니라 법 제32조 에서는 등록취소 처분을 하고자 할 경우 청문을 실시하도록 규정하고 있어 처분의 신중성과 적정성을 한 번 더 고려하도록 하는 절차를 두고 있다.

가. 자격취소 또는 정지사유

1) 제27조제3항의 규정을 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 때
2) 이 법 또는 이 법에 따른 명령을 위반한 때

나. 필요적 취소사유

1) 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 자격수첩을 발급받은 경우
2) 제27조제2항을 위반하여 자격수첩을 다른 사람에게 빌려준 경우

다. 자격 정지 취소의 기준 (시행규칙 별표5)

위반사항	근거법령	행정처분기준		
		1차	2차	3차
가. 거짓 그 밖의 부정한 방법으로 자격수첩 또는 경력수첩을 발급 받은 경우	법 제28조제4항	자격취소		
나. 법 제27조제2항의 위반하여 자격수첩또는 경력수첩을 다른 자에게 빌려준 경우	법 제28조제4항	자격취소		
다. 법 제27조제3항을 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 경우	법 제28조제4항	자격정지 1년	자격취소	
라. 법 또는 법에 의한 명령을 위반한 경우	법 제28조제4항			
(1) 법 제27조제1항의 업무수행중 해당자격과 관련하여 고의 또는 중대한 과실로 다른 자에게 손해를 입히고 형의 선고를 받은 경우		자격취소		
(2) 법 제28조제4항에 따라 자격정지처분을 받고도 같은 기간내에 자격증을 사용한 경우		자격정지 1년	자격정지 2년	자격취소

제3절 소방기술자의 실무교육

제29조(소방기술자의 실무교육)
① 화재 예방, 안전관리의 효율화, 새로운 기술 등 소방에 관한 지식의 보급을 위하여 소방시설업 또는 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제29조에 따른 소방시설관리업의 기술인력으로 등록된 소방기술자는 총리령으로 정하는 바에 따라 실무교육을 받아야 한다.
② 제1항에 따른 소방기술자가 정하여진 교육을 받지 아니하면 그 교육을 이수할 때까지 그 소방기술자는 소방시설업 또는 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제29조에 따른 소방시설관리업의 기술인력으로 등록된 사람으로 보지 아니한다.
③ 국민안전처장관은 제1항에 따른 소방기술자에 대한 실무교육을 효율적으로 하기 위하여 실무교육기관을 지정할 수 있다.
④ 제3항에 따른 실무교육기관의 지정방법 · 절차 · 기준 등에 관하여 필요한 사항은 총리령으로 정한다.
⑤ 제3항에 따라 지정된 실무교육기관의 지정취소, 업무정지 및 청문에 관하여는 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제43조 및 제44조를 준용한다.

1. 의의

본 조는 소방시설업 및 소방시설관리업의 기술 인력으로 등록된 자에 대한 소방기술의 향상과 실무상 발전된 소방기술을 실제 현장에 적용할 수 있도록 하고, 나아가 화재의 예방, 안전관리의 효율화, 새로운 기술 등 소방에 관한 지식의 보급 등에 관한 교육을 실시할 수 있도록 함으로써 변화하는 환경에 능동적으로 대처할 수 있도록 하고 소방시설업 및 소방시설관리업등 민간 소방산업의 발전과 역량을 극대화하여 국가 전체적으로 소방기술을 향상시켜 공공의 복리를 증진하고자 함에 그 취지가 있다.

본 조와 관련된 교육은 실무교육기관으로 지정된 기관에서 할 수 있도록 하여 과거에 실무교육을 소방안전협회에서 전담하였던 것을 일정한 기준에 도달하는 기관을 여러 개로 지정할 수 있도록 함으로써 이 또한 건전한 경쟁을 유발하여 소방기술을 향상시키기 위한 입법권자의 의도가 있다 할 것이다.

2. 실무교육 (시행규칙 제26조)

가. 대 상 자: 소방기술자

나. 교육횟수: 2년마다 1회 이상

다. 교육기관: 한국소방안전협회 또는 실무교육지정기관

라. 교육통지: 실무교육기관의 장은 교육일정계획을 수립 국민안전처장관에게 보고 후 교육실시 10일전까지 교육대상자에게 통지

※ 실무교육의 시간·교육과목 및 수수료 그 밖의 실무교육에 관하여 필요한 사항은 국민안전처장관이 정하여 고시.

마. 교육수료 사항의 기재 등

1) 실무교육기관의 장은 실무교육을 수료한 소방기술자의 기술자격증(자격수첩)에 교육수료 사항을 기재·날인하여 교부

2) 실무교육기관의 장은 소방기술자실무교육 수료자명단을 교육 대상자가 소속된 소방시설업의 업종별로 작성하고 필요한 사항을 기록하여 비치

3. 실무교육기관

가. 소방기술자 실무교육기관의 지정기준

1) 비영리 법인

2) 기술인력 및 장비

가) 조직구성

(1) 수도권(서울, 인천, 경기), 중부권(대전, 강원, 충남, 충북), 호남권(광주, 전남, 전북, 제주), 영남권(부산, 대구, 울산 경남, 경북)등 권역별로 1 이상의 지부 설치

(2) 각 지부에는 법인에 선임된 임원 1인 이상을 책임자로 지정

(3) 각 지부에는 기술인력 및 시설·장비 등 교육에 필요한 시설을 갖출 것

나) 기술인력

자격요건을 갖춘 강사 4인 및 교무요원 2인 이상을 확보할 것

다) 시설 및 장비

(1) 사무실: 바닥면적이 60㎡ 이상일 것
(2) 강의실: 바닥면적이 100㎡ 이상이고, 의자·탁자 및 교육용 비품을 갖출 것
(3) 실습실·실험실·제도실: 각 바닥면적이 100㎡ 이상
(4) 장비: 법정교육기자재

나. 실무교육기관의 지정

1) 민원인 제출서류

가) 정관 사본 1부
나) 대표자·각 지부의 책임임원 및 기술인력의 자격을 증명할 수 있는 서류(전자 문서를 포함한다)와 기술인력의 명단 및 이력서 각 1부
다) 건물의 소유자가 아닌 경우 건물임대차계약서 사본 및 그 밖에 사무실 보유를 증명할 수 있는 서류(전자문서를 포함한다) 각 1부
라) 교육장 도면 1부
마) 시설 및 장비명세서 1부

2) 담당공무원의 확인사항(민원인 제출 생략)

가) 법인등기사항 전부증명서 1부
나) 건물등기사항 전부증명서

> 「전자정부법」 제36조제1항에 따라 행정정보의 공동이용을 통하여 법인등기사항 전부증명서 또는 건물등기사항 전부증명서(건물의 소유자인 경우에만 첨부한다)을 확인하여야 한다. 다만, 신청인이 동의하지 아니하는 경우에는 이를 첨부하도록 하여야 한다.

3) 지정절차

국민안전처장관에게 신청서 제출 - 서류검사 및 현장 확인(미비시 15일 기간 내 보완가능) - 신청일로부터 30일 이내에 실무교육기관지정서 교부 - 관보공고

4) 지정사항의 변경

다음 각호의 지정사항 변경시 변경일부터 10일 이내에 국민안전처장관에게 보고.

가) 대표자 또는 각 지부의 책임임원

나) 기술인력 또는 시설장비 등 지정기준
다) 교육기관명칭 또는 교육기관의 소재지

다. 휴·폐업 신고 등

1) 실무교육기관이 그 휴업 또는 재개업을 하고자 하는 날의 14일 전까지 국민안전처장관에게 보고하여야 한다.
2) 국민안전처장관은 휴업보고를 받은 경우에는 실무교육기관지정서에 휴업기간을 기재하여 교부하고, 폐업보고를 받은 경우에는 실무교육기관지정서를 회수 하여야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제6장 소방시설업자협회

소방시설업자의 협회는 소방시설업자의 권익보호와 소방기술의 개발 등 소방시설업의 건전한 발전을 위하며 회원의 품위 유지 및 기술향상, 소방시설업의 기술개선, 기타 소방시설업의 건전한 발전과 회원의 복리증진을 기여하는 하기 위하여 소방시설 공사업법제 30조의 2의 규정을 근거로 2010.7.23.법률 개정을 통하여 근거를 마련하여 2011.12.28. 특수법인 설립인가 하였으며, 주요 업무 내용으로 소방시설공사업법의 시공능력평가 및 공시업무, 소방기술과 관련된 자격, 학력 및 경력의 인정업무 등을 수행해 오고 있다.

제 1 절 소방시설업자협회

제30조의2(소방시설업자협회의 설립) ① 소방시설업자는 소방시설업자의 권익보호와 소방기술의 개발 등 소방시설업의 건전한 발전을 위하여 소방시설업자협회(이하 "협회"라 한다)를 설립할 수 있다.
② 협회는 법인으로 한다.
③ 협회는 국민안전처장관의 인가를 받아 주된 사무소의 소재지에 설립등기를 함으로써 성립한다.
④ 협회의 설립인가 절차, 정관의 기재사항 및 협회에 대한 감독에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
제30조의3(협회의 업무) 협회의 업무는 다음 각 호와 같다.
1. 소방시설업의 기술발전과 소방기술의 진흥을 위한 조사 · 연구 · 분석 및 평가
2. 소방산업의 발전 및 소방기술의 향상을 위한 지원
3. 소방시설업의 기술발전과 관련된 국제교류 · 활동 및 행사의 유치
4. 이 법에 따른 위탁 업무의 수행

1. 소방시설업자협회의 설립인가 절차 등

가. 설립인가 절차: 법 제2조제1항제2호에 따른 소방시설업자 10명 이상이 발기하고 창립총회에서 정관을 의결한 후 국민안전처장관에게 인가를 신청 한다.

나. 국민안전처장관은 제1항에 따른 인가를 하였을 때에는 그 사실을 공고하여야 한다.

2. 감독

가. 법 제30조의2제4항에 따라 국민안전처장관은 협회에 대하여 다음 각 호의 사항을 보고하게 할 수 있다.

1) 총회 또는 이사회의 중요 의결사항
2) 회원의 가입·탈퇴와 회비에 관한 사항
3) 그 밖에 협회 및 회원에 관계되는 중요한 사항

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제7장 보 칙

총칙이 법령의 본체를 이루는 실체 규정의 전제로서 그 전반에 걸쳐 공통적으로 적용되는 사항이라면, 총칙으로 규정하기에는 적합하지 않은 절차적, 기술적인 사항에 대한 규정을 법제상 보칙규정이라 한다.

이러한 보칙규정은 "벌칙" 바로 앞부분에 두게 되는데, 장의 구분이 있는 경우에는 "보칙"이라는 장을 둔다. 일반적으로 보칙에 규정되는 내용으로는, 보고의무(자료제출의 요청), 출입·검사 또는 조사, 청문, 행정심판·행정소송, 손실보상, 수수료, 권한의 위임·위탁, 벌칙적용에 있어서의 공무원의제, 유사명칭의 사용금지, 관계 행정기관과의 협조·조정 등을 두고 있으며 이 법에서는 소방시설업에 대한 행정기관의 감독, 행정처분시 청문에 관한사항, 각종 권한의 위임·위탁, 수수료 등에 대하여 규정하고 있다.

제1절 감 독

제31조(감독)

① 시 · 도지사, 소방본부장 또는 소방서장은 소방시설업의 감독을 위하여 필요할 때에는 소방시설업자나 관계인에게 필요한 보고나 자료 제출을 명할 수 있고, 관계 공무원으로 하여금 소방시설업체나 특정소방대상물에 출입하여 관계 서류와 시설 등을 검사하거나 소방시설업자 및 관계인에게 질문하게 할 수 있다.

② 국민안전처장관은 제33조제2항부터 제4항까지 규정에 따라 국민안전처장관의 업무를 위탁받은 제29조제3항에 따른 실무교육기관(이하 "실무교육기관"이라 한다) 또는 「소방기본법」 제40조에 따른 한국소방안전협회(이하 "한국소방안전협회"라 한다), 협회, 법인 또는 단체에 필요한 보고나 자료 제출을 명할 수 있고, 관계 공무원으로 하여금 실무교육기관, 한국소방안전협회, 협회 법인 또는 단체의 사무실에 출입하여 관계 서류 등을 검사하거나 관계인에게 질문하게 할 수 있다.

※ ①항 및 ②항을 위반하여 보고 또는 자료제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료제출을 한 자, 정당한 사유없이 관계공무원의 출입 또는 검사 · 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 자는 100만원 이하의 벌금

③ 제1항과 제2항에 따라 출입 · 검사를 하는 관계 공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 이를 관계인에게 보여 주어야 한다.
④ 제1항과 제2항의 규정에 따라 출입 · 검사업무를 수행하는 관계 공무원은 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 출입 · 검사업무를 수행하면서 알게 된 비밀을 다른 자에게 누설하여서는 아니 된다.

※ 위반하여 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 업무상 알게 된 비밀을 누설한 자는 300만원 이하의 벌금

1. 의의

일반적으로 출입검사 및 보고 또는 자료제출 명령은 행정기관이 그 감독하에 있는 사업자나 당해 법률의 집행에 관계있는 사람에 대한 감독권 행사의 일종으로 감독하에 있는 사업자의 적정·적법한 운영을 간접적으로 확보할 뿐만 아니라 법률에 위반한 사항이나 부적절한 사항에 대해서는 감독행정기관이 적극적으로 조치 및 배제할 수 있는 근거를 둠으로써, 사업자 또는 관계인의 적정·적법한 사업 및 영업을 하도록 함에 그 취지가 있다.

본 조는 소방행정기관의 감독하에 있는 소방시설업에 대한 사업이나 영업에 대하여 보고를 받거나 서류제출을 요구하는 자료제출명령을 하거나 소방시설업체 또는 특정소방대상물에 출입하여 관련사항에 대하여 적극적으로 질문하고 소방시설업자가 소유하거나 점유하고 있는 장부·서류·기타 물건을 검사하는 출입검사에 관한 사항을 규정하고 있음으로서 소방시설업에 대한 소방본부장 또는 소방서장의 명확한 감독권 행사로 인하여 소방시설업의 적정·적법사업 및 운영을 간접적으로 강제하고 한편으로는 법령에 위반된 사항 또는 부당한 사항에 대해서는 적극적으로 조치하고 시정할 수 있도록 하여 소방시설공사업법이 추구하고자 하는 목적을 달성코자 하는데 그 취지가 있다.

보고 또는 자료제출 명령 및 출입검사를 위하여서는 관계 공무원이 질문이나 서류 등의 검사를 위하여는 현장을 출입하여야 한다. 현장 출입에 의한 질문, 검사 또는 조사에 대하여 개인(또는 법인)으로 하여금 수인(受忍)하도록 요구하는 것은 자유와 권리의 제한을 의미하므로 보고 및 서류제출과 마찬가지로 반드시 그 요건과 절차에 관한 법적 근거를 두어야 하며 이런 의미에서 본 조는 정당한 출입검사를 할 수 있는 법률적인 권원이 되고 있다.

2. 감독권을 행사할 수 있는 대상

가. 이 법에 의하여 등록된 소방시설업(소방시설설계업, 소방시설공사업, 소방공사감리업)
나. 이 법에 의하여 시공능력평가 및 공시에 관한 업무를 위탁받은 법인 또는 단체
다. 이 법에 의하여 소방기술과 관련된 자격·학력·경력인정 업무를 위탁받은 법인 또는 단체

3. 감독권 행사의 종류

가. 보고 또는 자료제출 명령을 할 수 있는 보고 또는 자료제출 명령권
나. 소방시설업체 또는 특정소방대상물에 출입하여 관계서류와 시설 등을 검사하는 출입검사권
다. 소방시설업자 및 관계인에게 질문하는 질문권

4. 감독권 행사의 범위

본 조에서는 감독을 위하여 “필요한 경우에 감독권을 행사할 수 있다.“ 라고 규정하고 있으나 보고 또는 자료제출명령 및 출입검사는 필요한 경우에 한하여 인정하고 시간적인 제한에 대한 규정은 하지 않고 있지만 출입 장소와 시간·검사대상의 장부나 시설 등에 대한 검사 시에도 그 정도는 이 법률의 목적을 집행하기 위한 필요한 최소한도에 그쳐야 할 것이며 [37] 부당하게 사인(私人)의 권리와 자유를 침해하는 일이 없도록 하여야 한다.

5. 출입・검사업무를 수행하는 관계공무원의 의무

○ 증표제시의 의무
○ 업무수행중 지득한 비밀누설 금지의 의무

6. 기타

가. 질문권과 벌칙

소방시설공사업법은 감독권 행사에 대한 거짓보고, 거짓자료제출, 조사 거부·방해 또는 기피한 자에 대하여 100만원 이하의 벌금에 처하도록 규정하고 있다[38] 하지만 질문에 있어서는 질문을 회피하거나, 기피하거나 묵비권을 행사하여도 이를 입증하기가 곤란하며 또한 답변을 거부한 자에 대한 벌칙을 둘 경우 “모든 국민은·형사상 자기에게 불리한 진술을 강요당하지 아니 한다.”는 헌법 제12조제2항과 관련하여 문제가 될 수 있으므로 질문권 행사와 관련하여서는 벌칙규정을 적용함에 있어서는 신중을 기하여야 할 것이다.

나. 소방관련 법률에서의 유사규정

본 조항은 소방기본법 제30조(출입·조사 등), 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 제4조 소방검사, 제46조 감독, 위험물안전관리법 제22조(출입·검사 등)에서 규정하고 있는 출입검사와 그 성격이 유사한 조항이라 할 수 있다

37) 과잉금지의 원칙, 헌법 제37조
① 국민의 자유와 권리는 헌법에 열거되지 아니한 이유로 경시되지 아니한다.
② 국민의 모든 자유와 권리는 국가안전보장, 질서유지 또는 공공복리를 위하여 필요한 경우에 한하여 법률로써 제한할 수 있으며, 제한하는 경우에도 자유와 권리의 본질적인 내용을 침해할 수 없다.

38) 제38조(벌칙) 다음 각 호의 1에 해당하는 자는 100만원 이하의 벌금에 처한다.
1. 제31조제1항 및 제2항의 규정에 따른 명령을 위반하여 보고 또는 자료제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료제출을 한 자
2. 제31조제1항 및 제2항의 규정을 위반하여 정당한 사유 없이 관계공무원의 출입 또는 검사 · 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 자

제2절 청 문

제32조(청문) 제9조제1항에 따른 소방시설업 등록취소처분이나 제28조제4항에 따른 소방기술 인정 자격취소처분을 하려면 청문을 하여야 한다.

1. 의 의

법률상 청문이란 “행정청이 어떠한 처분을 하기에 앞서 당사자 등의 의견을 직접 듣고 증거를 조사하는 절차”를 말한다.[39] 즉 청문이라 함은 행정기관이 규칙의 제정, 쟁송의 재결, 처분 등의 행위를 함에 있어서 처분의 상대방 기타의 이해관계인 및 제3자의 의견을 듣거나 증거를 조사하는 절차를 말하며 이는 행정처분등을 함에 있어서 관계인의 권익의 보호 및 행정의 민주화 처분의 객관성과 공정성을 확보함에 그 취지가 있다

소방시설공사업법은 이 법에 근거한 처분중 상대방에게 중대한 권익의 침해(등록의 취소 등)가 있는 처분을 하기 전에 이해관계인에게 그 의견을 듣도록 하는 청문절차를 규정함으로서 상대방의 권익을 보호하는 한편 소방행정의 일방적인 행사로 인하여 발생되는 부작용 등을 미연에 방지하며, 처분의 객관성 및 공정성을 확보하고자 하고 있다

본 조에서 규정하고 있는 청문대상의 행정처분에 있어서 해당 처분 전에 청문의 절차를 거치지 않고 처분할 경우 법률상 규정하고 있는 중대한 절차상의 하자가 되어 처분행위는 무효가 될 수 있다.

2. 청문대상

가. 제19조제1항의 규정에 따른 소방시설업 등록취소

나. 제28조제4항의 규정에 따른 소방기술인정 자격취소

39) 행정절차법 제2조

3. 청문의 절차

본 조는 “청문을 실시하여야 한다.”라고 규정하여 청문을 필요적인 절차사항으로 규정하고 있다. 일반적으로 청문과 관련하여서는 행정절차에 관한 일반법인 행정절차법[40]에 상세히 규정하고 있으므로 개별법에서는 청문에 관한 규정만을 두고 그 세부사항은 당연히 행정절차법상 규정하고 있는 청문절차를 따르도록 하고 있다.

제 3 절 권한의 위임·위탁 등

제33조(권한의 위임 · 위탁 등)
① 국민안전처장관은 이 법에 따른 권한의 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 시 · 도지사에게 위임할 수 있다.
② 국민안전처장관은 제29조에 따른 실무교육에 관한 업무를 대통령령으로 정하는 바에 따라 실무교육기관 또는 한국소방안전협회에 위탁할 수 있다.
③ 국민안전처장관은 제26조에 따른 시공능력평가 및 공시에 관한 업무를 대통령령으로 정하는 바에 따라 협회에 위탁할 수 있다.
④ 국민안전처장관은 제28조에 따른 소방기술과 관련된 자격 · 학력 · 경력의 인정업무를 대통령령으로 정하는 바에 따라 협회, 소방기술과 관련된 법인 또는 단체에 위탁할 수 있다.

1. 권한의 위임

권한의 위임이라 함은 행정관청이 그 권한의 일부를 다른 행정기관에 위양(委讓)하는 것으로 권한의 위임을 받은 기관(受任機關)은 당해 행정관청의 보조기관·하급기관임이 통례이다.

이때 위임기관은 그 위임사항을 처리할 권한을 잃고 수임기관이 그 권한을 자기의 이름과 책임으로 행사하며 이는 법이 정하는 권한을 대외적으로 변경하는 일종의 사무 재 배분이므로 법의 명시의 근거를 필요로 한다.

본 조는 이 법에서 규정하고 있는 업무의 적정성 및 효율성을 기하기 위하여 일정한 한도 내에서 권한의 위임·위탁을 하고 있다.

40) 행정절차법 제27조 ~ 제37조

2. 위 탁

위탁이란 각종 법률에 규정된 행정기관의 사무 중 일부를 법인·단체 또는 그 기관이나 개인에게 맡겨 그의 명의와 책임으로 행사하도록 하는 것을 말한다.

위탁은 수탁자에게 어느 정도 자유재량의 여지가 있고 위탁을 한 자와의 사이에는 신탁관계가 성립되며 일반적으로 객관성과 경제적 능률성이 중시되는 분야 중 민간전문지식 또는 기술을 활용할 필요가 있을 경우 위탁을 주로 한다.

이러한 위탁도 법령으로 정하여진 권한분배의 실질적인 변경을 의미함으로 법적인 근거를 요구하는 바 본조에서 이를 규정하고 있다.

3. 업무의 위탁

가 국민안전처장관이 소방안전협회 또는 실무교육기관에 위탁

○ 법 제29조의 규정에 따른 소방기술자 실무교육에 관한 업무

나. 국민안전처장관이 소방안전협회, 소방기술과 관련된 법인 또는 단체에 위탁

○ 법 제26조의 규정에 따른 시공능력평가 및 공시에 관한 업무

○ 법 제28조의 규정에 따른 소방기술과 관련된 자격·학력 및 경력의 인정업무

제34조의 2(벌칙 적용시의 공무원 의제)

다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람은 「형법」 제129조부터 제132조까지의 규정을 적용할 때에는 공무원으로 본다.

1. 제16조, 제19조 및 제20조에 따라 그 업무를 수행하는 감리원
2. 제33조제2항부터 제4항까지의 규정에 따라 위탁받은 업무를 수행하는 실무교육기관, 한국소방안전협회, 협회 및 소방기술과 관련된 법인 또는 단체의 담당 임원 및 직원 [본조신설 2011.8.4, 시행일 2012.2.5]

4. 벌칙적용에 있어서 공무원의제

이 법에서와 같이 행정기관으로부터 위탁받은 사무를 수행하는 법인이나 단체의 임직원과 개인 등에 대하여 금품의 수수(收受) 등 불법행위와 관련하여 형법을 적용함에 있어서 이들을 공무원과 같이 취급하여 처벌할 수 있도록 하는 규정을 법제상 '벌칙적용에 있어서의 공무원의제'라 한다. 본 조는 높은 수준의 공공업무를 수행하고 있는 소방시설공사 감리원 등에게 형법 제129조 등의 규정을 적용할 때에는 공무원으로 보도록 하여 이들의 금품수수 등 비리행위를 사전에 방지하려는 것이다.

가. 벌칙적용에 있어서 공무원 의제대상 기관 및 단체

○ 한국소방안전협회
○ 실무교육기관
○ 협회 및 소방기술과 관련된 법인 또는 단체의 담당 임원 및 직원

제4절 수수료 등

제34조(수수료 등) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 총리령으로 정하는 바에 따라 수수료나 교육비를 내야 한다.
1. 제4조제1항에 따라 소방시설업을 등록하려는 자
2. 제4조제3항에 따라 소방시설업 등록증 또는 등록수첩을 재발급 받으려는 자
3. 제7조제3항에 따라 소방시설업자의 지위승계 신고를 하려는 자
4. 제28조제1항에 따라 소방기술자로 인정을 받으려는 사람
5. 제29조제1항에 따라 실무교육을 받으려는 사람

1. 의 의

"국가 또는 공공단체인 행정주체가 행정업무를 함에 있어서 특정인을 위하여 일정의 행정행위(이 법에서의 각종검사·허가·등록 등)를 함에 있어 그 역무에 대한 보상 또는 비용충당으로 부과하는 금전적 요금"을 수수료라 하며, 교육비라 함은

소방기술자가 이 법령에 의하여 실무교육기관에 교육을 받을시 그 교육에 상응하는 비용을 말한다.

이 법에서 규정하고 있는 소방시설업의 등록 등은 국민이 일정한 요건을 구비하고 허가 또는 등록을 요청할 수 있는 개인이 국가에 대한 공권의 개념이라 할 수 있다.

이때 소방행정기관은 그 신청을 한 사람에게 특정의 역무를 제공함에 대한 보상 또는 비용충당의 개념으로 부과하는 금전적인 요금의 개념으로 수수료 및 교육비가 있으며, 이에는 소방시설업을 등록하고자 하는 자 및 등록증 또는 등록수첩을 재교부 받고자 하는 자, 소방시설업의 등록사항을 변경하고자 하는 자 및 지위승계 신고를 하고자 하는 자는 그 등록 등의 업무의 대가로 수수료를 납부하도록 규정하고 있으며 이 법 제29조 규정에 의하여 실무교육을 받아야 하는 소방기술자가 실무교육기관에 실무교육을 받고자 하는 경우에도 그에 따른 교육비를 납부하도록 규정하고 있다.

2. 수수료 및 교육비

가. 수수료 납부대상

이 법령에 의하여 소방시설업의 등록, 등록증 및 등록수첩의 재교부, 등록사항의 변경, 지위승계 신고를 하고자 하는 자

나. 교육비 납부대상

이 법령에 의하여 소방기술자로서 실무교육을 받고자 하는 자

다. 납부방법

수수료는 그 지방자치단체의 수입증지로, 교육비는 현금으로 내야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제8장 벌 칙

벌칙이란 법률상의 의무 위반자에게 일정한 형벌 또는 과태료에 처하게 됨을 예고함으로써 심리적인 압박을 가하여 법률상의 의무이행을 확보하는 간접적인 기능 외에 의무의 불이행 또는 위반이 있을 경우에는 예정된 형벌 또는 과태료를 과하는 근거가 되는 규정이다.

본 장 규정중 제35조, 제36조는 징역과 벌금형을 제37, 제38조는 벌금형만을 규정하고 있으며 제39조에는 양벌규정, 제40조에는 과태료를 규정하고 있다.

1. 행정벌의 의의

행정법상의 의무위반에 대하여 일반통치권(一般統治權)에 근거하여 일반사인에게 과하는 제재로서 과하는 벌을 말한다.

이러한 행정벌은 과거의 의무위반에 대한 제재를 가함으로써 간접적으로 의무자에게 심리적 압박을 가하여(심리강제) 행정상 의무이행을 간접적으로 담보하는 기능도 아울러 가지고 있으며, 행위자체가 반인륜적 반사회적인 행위인 자연범 또는 형사범에 대한 벌이 형사벌이라면 법정범 또는 행정범은 행위 자체는 본래 반도덕적, 반사회적인 것이라고는 볼 수 없으나 공공복리의 요청상 작위 또는 부작위의무가 과하여지고 그 위반이 비로소 반사회성을 가지게 되는 범죄의 경우에 적용된다.

2. 행정벌의 종류

가. 행정형벌

제35조(벌칙) 제4조제1항을 위반하여 소방시설업 등록을 하지 아니하고 영업을 한 자는 3년 이하의 징역 또는 1천500만원 이하의 벌금에 처한다.

제36조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제9조제1항을 위반하여 영업정지처분을 받고 그 영업정지 기간에 영업을 한 자
2. 제11조나 제12조제1항을 위반하여 설계나 시공을 한 자
3. 제16조제1항을 위반하여 감리를 하거나 거짓으로 감리한 자
4. 제17조제1항을 위반하여 공사감리자를 지정하지 아니한 자

4의2. 제19조 제3항에 따른 보고를 거짓으로 한자

4의3. 제20조에 따른 공사감리 결과의 통보 또는 공사감리 결과보고서의 제출을 거짓으로 한자

5. 제21조를 위반하여 공사업자가 아닌 자에게 소방시설공사를 도급한 자
6. 제22조제1항을 위반하여 제3자에게 소방시설공사 시공을 하도급한 자
7. 제27조제1항을 위반하여 같은 항에 따른 법 또는 명령을 따르지 아니하고 업무를 수행한 자

제37조(벌칙) 다음 각호 어느 하나에 해당하는 자는 300만원 이하의 벌금을 처한다.

1. 제8조제1항을 위반하여 등록증이나 등록수첩을 다른 자에게 빌려준 자
2. 제18조를 위반하여 소방시설공사 현장에 감리원을 배치하지 아니한 자
3. 제19조제2항을 위반하여 감리업자의 보완 요구에 따르지 아니한 자
4. 제19조제4항을 위반하여 공사감리 계약을 해지하거나 대가 지급을 거부하거나 지연시키거나 불이익을 준 자
5. 제27조제2항을 위반하여 소방기술 인정 자격수첩을 빌려 준 사람
6. 제27조제3항을 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 사람
7. 제31조제4항을 위반하여 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 업무상 알게 된 비밀을 누설한 사람

제38조(벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 100만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제31조제2항에 따른 명령을 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 한 자
2. 제31조제1항 및 제2항을 위반하여 정당한 사유 없이 관계 공무원의 출입 또는 검사 · 조사를 거부 · 방해 또는 기피한 자

행정벌로서 형법에 정하여져 있는 형(사형·징역·금고·자격상실·자격정지·벌금·구류·과료 및 몰수)을 과하는 것을 행정형벌이라 한다.

이에 대해서는 원칙상 형법총칙이 적용되며 과벌절차는 형사소송절차에 의하나 예외적으로 즉결심판절차 또는 통고처분절차에 의하는 경우도 있다.

이 법에서 규정하고 있는 행정형벌은 징역·벌금만을 규정하고 있다

나. 행정질서벌(과태료)

제40조(과태료) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 200만원 이하의 과태료를 부과한다.

1. 제6조, 제7조제3항, 제13조제1항 및 제2항 전단, 제17조제2항을 위반하여 신고를 하지 아니하거나 거짓으로 신고한 자
2. 제8조제3항을 위반하여 관계인에게 지위승계, 행정처분 또는 휴업 · 폐업의 사실을 거짓으로 알린 자
3. 제8조제4항을 위반하여 관계 서류를 보관하지 아니한 자
4. 제12조제2항을 위반하여 소방기술자를 공사 현장에 배치하지 아니한 자
5. 제14조제1항을 위반하여 완공검사를 받지 아니한 자
6. 제15조제3항을 위반하여 3일 이내에 하자를 보수하지 아니하거나 하자보수계획을 관계인에게 거짓으로 알린 자
7. 제15조제6항 후단을 위반하여 하자보수 보증금의 사용 내용 및 하자보수 내용을 알리지 아니하거나 거짓으로 알린 자
8. 제17조제3항을 위반하여 감리 관계 서류를 인수 · 인계하지 아니한 자

8의2. 제18조제2항에 다른 배치통보 및 변경통보를 하지 아니하거나 거짓으로 통보한 자

9. 제19조제3항에 따른 보고를 하지 아니하거나 거짓으로 한 자
10. 제20조에 따른 공사감리 결과의 통보 또는 공사감리 결과보고서의 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 한 자

10의2. 제20조의2를 위반하여 방염성능기준 미만으로 방염을 한 자

10의3. 제21조의3제2항에 따른 도급계약체결시 의무를 이행하지 아니한 자(하도급계약의 경우에는 하도급 받은 소방시설업자는 제외한다)

11. 제22조의3제2항에 따른 하도급 등의 통지를 하지 아니한 자
12. 삭제 〈2011.8.4〉
13. 삭제 〈2013.5.22.〉

13의2, 제26조제2항에 따른 자료제출을 거짓으로 한자

14. 제31조제1항에 따른 명령을 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료 제출을 한 자

② 제1항에 따른 과태료는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관할 시 · 도지사, 소방본부장 또는 소방서장이 부과 · 징수한다.

3. 의의

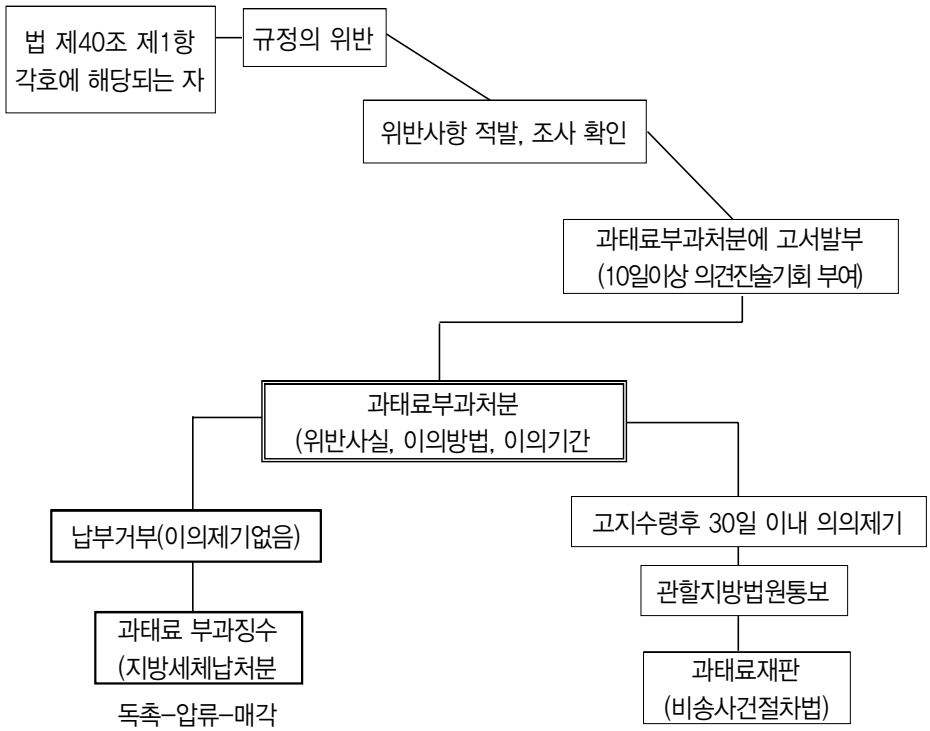
과태료는 행정법규의 위반행위가 직접 행정목적을 침해하는 것이 아니라 단순히 행정목적 달성에 장애가 되는 정도의 비행인 경우에 과하는 일종의 금전벌이다.

예컨대 신고·보고·장부비치 등의 행정상의 의무의 이행을 태만히 함에 대하여 과태료를 과하는 경우가 여기에 해당한다.

과태료는 형벌과는 성격이 다르기 때문에 형법총칙의 규정이 적용되지 아니한다. 따라서 과태료가 과하여져도 전과자가 되는 것은 아니며 다른 벌칙과의 사이에 누범(累犯) 관계도 생길 수 없다.

소방시설공사업법은 행정질서벌인 과태료를 제40조에 규정하고 있으며 부과·징수권자를 시·도지사, 소방본부장 또는 소방서장으로 하고 있으며 이와 관련한 절차에 대하여 규정하고 있다.

4. 과태료부과절차



5. 양벌규정

> 제39조(양벌규정) 법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인, 사용인, 그 밖의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제35조부터 제38조까지의 어느 하나에 해당하는 위반행위를 하면 그 행위자를 벌하는 외에 그 법인 또는 개인에게도 해당 조문의 벌금형을 과(科)한다. 다만, 법인 또는 개인이 그 위반행위를 방지하기 위하여 해당 업무에 관하여 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다.

행정법규에서는 법인의 대표자 또는 대리인·사용인 기타 종업원이 법인의 사무에 관하여 행정상 의무를 위반하는 행위를 한 때에는 그 행위자를 처벌하는 외에 법인에 대하여 재산벌을 과할 것을 규정하는 경우가 많다. 이와 같이 직접 행위를 한 자연인 외의 법인을 처벌하는 규정을 양벌규정이라 한다.

종래 형법이론에서는 법인의 범죄능력에 대하여 부정설(통설)과 긍정설이 대립되어 왔으나 오늘날에는 법인의 범죄주체성이 인정되어 가는 추세이다. 특히 기업범죄, 공해죄 및 일반경제범죄의 영역에서는 법인에게 무거운 벌금형을 부과하고 있다.

행정형벌은 형사벌과는 달리 정책적인 견지에서 행정상 의무위반이라는 객관적 위법 상태의 발생에 대하여 사회적 비난을 가하는 것이기 때문에 일반 예방적 또는 위하적 요소가 많다. 법인의 범죄능력과 수형능력을 부인하는 입장에서도 행정형벌은 윤리적 요소가 비교적 약하며 합목적적·기술적 요소가 강한 특수성을 강조하여 법인처벌의 명문규정이 있는 경우에는 그 예외를 인정하고 있다.

즉 실제로 법인을 위하여 행위를 한 법인의 대표자·대리인·사용인·종업원 등의 자연인만 처벌하여서는 법인에 의한 범죄를 예방할 수 없기 때문에 법인에 일정한 형벌을 가하는 양벌규정이 필요하며 또한 한편으로는 법인이 이 법과 관련된 업무를 수행함에 있어서 직원의 관리·감독 등을 강화하는 간접적인 기능도 함께 가지고 있다.

이 법 또한 여느 행정법과 같이 양벌규정을 규정하고 있으나, 영업주가 종업원 등에 대한 관리·감독상 주의의무를 다한 경우에는 처벌을 면하게 함으로써 양벌규정에도 책임주의 원칙이 관철되도록 하고 있다.

6. 행정벌과 행정처분

행정벌은 행정형벌과 행정질서벌이 있다 따라서 행정형벌과 행정질서벌은 행정벌이라는 동일한 제재의 성격이므로 동일한 사안에 대하여 병과 할 수 없으나 행정형벌과 행정처분, 행정질서벌과 행정처분은 병과 할 수 있다.

행정벌의 적용은 행정상 의무의 위반에 대한 제재로서 가하는 일반통치권에 기한 벌이며 행정벌은 의무위반상태를 해소하는 기능이 있는 것이 아니라 위반에 대한 제재인 관계로 위반된 상태를 바로잡기 위한 행정처분이 일반적으로 같이 이루어진다.

이 법령의 위반행위에 대하여는 행정처분의 해당여부·과태료처분 해당여부 및 벌칙 규정적용 여부 등을 종합적으로 검토하여 병과 하여야 한다.

소방전술 Ⅰ(화재 2)

제9장 부 칙 <법률 제11782호, 2013.5.22>

부칙이란 법률의 본칙에 부수하여 그 법률의 시행일·경과조치·다른 법률의 개정·폐지 등에 관한 사항을 규정하는 부분의 총괄적 명칭이다.

일반적으로 부칙은 본칙의 규정사항과 직접적인 관련성이 있는 시행일·유효기간·적용례·경과조치 규정 등의 부분과 본칙의 규정사항과는 직접적인 관련성이 없지만 본칙의 규정 사항을 시행하는데 필요로 하는 다른 법률의 폐지, 다른 법률의 개정, 다른 법령과의 관계에 관한 규정 등으로 구성되어 있다.

제1조(시행일) 이 법은 공포 후 6개월이 경과한 날부터 시행한다. 다만, 제5조의 개정규정은 공포한 날부터 시행한다.

제2조(등록의 결격사유에 관한 적용례) 제5조제5호의 개정규정은 이 법 시행 전에 종전의 제5조제1호 또는 제2호에 해당하여 등록이 취소된 자에 대해서도 적용한다.

제3조(금치산자 등에 대한 경과조치) 제5조제1호의 개정규정에 따른 피성년후견인에는 법률 제10429호 민법 일부개정법률 부칙 제2조에 따라 금치산 또는 한정치산 선고의 효력이 유지되는 사람을 포함하는 것으로 본다.

제4조(행정처분 및 과태료에 관한 경과조치) 이 법 시행 전의 위반행위에 대하여 행정처분(과징금처분을 포함한다) 및 과태료를 적용할 때에는 제9조 제1항제14호 및 제40조제1항제7호, 제9호, 제10호의 개정규정에도 불구하고 종전의 규정에 따른다.

제5조(하자보수 보증금 예치 등에 관한 경과조치) 이 법 시행 당시 제15조제1항에 따른 하자보수 보증기간이 만료되지 아니한 소방시설의 경우에는 제15조제2항 및 제6항의 개정규정에도 불구하고 종전의 규정에 따른다.

1. 시행일

법률의 시행일이란 적법한 입법과정을 통하여 제·개정된 법률의 효력이 그 규율하려는 대상에 대하여 현실적으로 효력을 발생하는 시기를 말한다.

법률의 시행은 시행자체에 의미가 있는 것이 아니라 그 시행이 국민의 권리와 의무관계에 어떠한 영향을 미치는가가 중요하다. 따라서 법률을 시행할 때에는 특별한 사유가 없는 한 국민이 새로이 시행되는 법률을 이해하고 준비할 수 있는 시간적 여유기간을 두어야 하며. 또한 법률이 일정한 사항을 하위법령에 위임하는 때에는 하위법령이 적기에 정비될 수 있도록 법률시행의 유예기간을 둘 필요가 있는 것이다. 이러한 이유로 법률의 시행일 즉 효력발생 시기를 규정하고 있고 소방시설공사업법은 다른 소방법령과 동일하게 법률의 시행에 따른 시간적인 여유를 1년으로 두어 하위법령의 정비에 따른 시간과 국민으로 하여금 이 법을 널리 이해할 수 있도록 하고 있다.

2. 경과조치

경과조치에 관한 규정은 법률을 제·개정할 때 종전의 상태를 계속 존속시키거나 기득권을 보호하는 것이 타당하다고 판단되어 구법의 효력을 신법에서 존속시키거나 구법의 상태를 신법에서 용인할 필요가 있는 경우에 사용한다.

법률이 제·개정되면 그 법률의 효력은 원칙적으로 모든 대상에 일반적으로 효력을 미친다. 따라서 법률이 제·개정되면 그 효력은 종전의 법률이 규율하고 있는 대상에도 미치며 종전의 상태와는 다른 변화를 초래한다. 예컨대 종전에는 규제대상이 아니던 행위가 새로이 규제대상이 되거나 또는 종전의 조직이 폐지됨으로써 그 구성원의 신분관계에도 변경이 일어난다. 이러한 경우에 종전의 상태로부터 새로운 상태로의 즉시 이행에는 혼란이 야기될 수 있기 때문에 신·구 상태의 원활한 조정을 위하여 경과적인 입법조치가 필요한 것이다.

이러한 경과조치는 신·구 양법 질서 사이에서 제도의 변화와 법적 안정성의 요구를 적절히 조화시키는 역할을 할 뿐만 아니라 신·구 양법률 사이에서의 적용관계를 명확히 하고자 하는 경우에 사용되며 이 법은 종전의 소방법과 관련하여 도급, 처분, 소방시설업 등록결격사유에 관한사항, 하자보수, 행정처분에 대하여 규정을 하고 있다.

3. 다른 법령과의 관계

법률을 제·개정하는 경우에는 그 법률의 규정을 인용하는 다른 법률의 규정내용을 개정하여야 한다. 특히 일정한 법률을 폐지하고 소방기본법과 같이 제명을 달리하여 새로운 법률을 제정하거나 법률을 전문 개정하는 경우에는 다른 법률의 규정내용을 상당히 많이 개정할 필요가 발생한다.

이러한 경우 입법실무의 능률성이라는 측면에서 “다른 법률의 개정”이라는 방식으로 인용하고 있는 다른 법률의 규정을 개정하고 있다. 그러나 인용하고 있는 다른 법률의 자구 또는 인용조문이 많을 경우 다른 법률의 개정이라는 방식으로 인용하고 있는 다른 법률을 개정하더라도 입법 낭비적인 면이 있다. 이러한 경우 “다른 법률과의 관계”라는 방식을 부칙에서 사용하면 다른 법률을 일률적으로 개정하는 효과를 거둘 수 있다. 이러한 이유로 이 법은 부칙에 다른 법령과의 관계에 대하여 규정을 하고 있다.

완비증명 현장 확인 체크리스트

(결과: ○, △, x)

구분	번호	점 검 항 목	결 과	비 고
소화기	1	적응성이 있는 소화기가 배치되어 있는가?		
	2	구획된 실의 소화기배치 등이 적정한가?		
	3	누락된 곳은 없는가?(자동확산소화용구 포함)		
	4	신속히 사용하기에 적합한 장소에 비치되어 있는가?		
	5	배치거리 및 적응 단위수는 적정한가?		
간이스프링클러설비	1	확보하여야할 수원은 적절하게 반영되었는지?		
	2	간이스프링클러 소화펌프의 양정 및 유량산정은 적정한가?		
	3	배관자재의 규격, 치수, 사용압력은 적정한가?		
	4	배관의 동파방지대책이 반영되어 있는가?		
	5	수평주행배관, 교차배관, 가지배관의 분기위치는 적절한가?		
	6	템퍼 스위치가 누락된 곳은 없는가?		
	7	배관의 관경은 적정한가?		
	8	시험밸브함의 분기위치와 구성방법은 적절한가?		
	9	행가의 설치위치가 적절한가?		
	10	헤드가 누락되는 곳은 없는가?		
	11	헤드의 설치위치는 적절한가?		
	12	천장유무에 따른 상향, 하향식헤드 선정의 적정성 여부?		
	13	천장내부의 층고에 따른 상향식헤드 추가해당 여부?		
	14	헤드 하나의 방호면적은 적절한가?		
	15	헤드와 헤드사이의 거리는 적절한가?		
	16	간이헤드에서 벽이나 칸막이까지의 거리는 적절한가?		
	17	사용 장소별 특성과 그에 맞는 헤드의 표시온도는 적절한가?		
	18	간이헤드 수별 급수관의 구경은 적절한가?		
	19	상수도직결식의 경우 상수도 흡입관의 구경은 적절한가?		
	20	배관내의 통수상태는 적절한가?		
	21	헤드의 살수장애는 없는가?		
	22	송수구의 설치위치, 구성부품, 개수 등은 적절한가?		

(결과: ○, △, x)

구분	번호	점 검 항 목	결 과	비 고
간이 S/P	23	간이스프링클러의 배치방법은 적절한가?		
	24	전용헤드 또는 표준형헤드 적용에 대한 용량계산은 적절 한가?		
	25	배관 및 헤드의 접속방법이 적절한가?		
	26	말단시험장치의 시험에 따른 배수가 적절한가?		
	27	헤드말단의 수압은 적절한가?		
	28	비상전원의 용량은 적절한가?		
유도등	1	피난구유도등이 누락된 곳은 없는가?		
	2	통로유도등이 누락된 곳은 없는가?		
	3	객석유도등이 누락된 곳이 없는가?		
	4	구획된 실에 유도등(유도표지 · 비상조명등)이 누락된 곳이 없는가?		
	5	유도등의 비상전원은 적절한가?		
	6	유도등은 전기회로에 점멸기를 설치하지 아니하고 항상 점등 상태를 유지(2선식)하는가?		
휴대용비상조명등	1	구획된 실 마다 휴대용비상조명등 설치여부?		
	2	방전방지조치(건전지) 및 상시 충전(충전식 배터리)여부?		
	3	사용시 자동으로 점등이 가능한가?		
	4	구획된 실마다 잘 보이는 곳에 설치여부?		
피난설비	1	건물의 용도와 규모에 맞는 피난기구가 설치되어 있는가?		
	2	피난기구 설치가 누락된 곳은 없는가?		
	3	부속실 또는 발코니는 적절하게 설치되어 있는가?		
	4	완강기의 경우 동일 직선상에 설치되지는 않았는가?		
	5	완강기 설치장소에 표시 및 사용설명서가 부착되었는가?		
	6	완강기 고정지지대는 로프전개에 지장이 없도록 설치 여부?		
	7	부속실 개구부 창문의 구조는 적절한가?		
비상경보설비	1	구획된 실에 비상경보설비의 발신기Set는 누락된 곳은 없는가?		
	2	구획된 실에 비상경보설비 대신 단독경보형감지기 또는 비상방송설비 스피커가 누락된 곳은 없는가?		
	3	업소의 비상경보설비와 건물전체의 경보설비 연동여부?		
	4	비상전원 및 음향장치의 음량은 적절한가?		

(결과: ○, △, x)

구분	번호	점 검 항 목	결 과	비 고
가스 누설 경보기	1	가스시설을 사용하는 주방 또는 난방시설이 있는 장소에 가스 누설경보기 설치여부?		
	2	가스누설감지기 부착위치는 적절한가?		
비 상 구	1	실내에서 양방향 피난할 수 있는 비상구가 확보되었는가?		
	2	비상구를 주출입구의 반대방향에 설치하였는가?		
	3	건물구조상 불가피한 경우 영업장의 장변의 2분의1 이상 떨어진 위치에 비상구 설치여부?		
	4	피난상 유효한 개구부는 적정하게 설치하였는가?		
	5	부속실을 설치한 경우 부속실의 구조 및 크기는 적절 한가?		
	6	발코니를 설치한 경우 발코니의 구조 및 크기는 적절 한가?		
방 화 문	1	주요구조부가 내화구조인 경우 비상구 · 출입구 방화문 설치여부?		
	2	보일러실과 영업장 사이의 출입문을 방화문으로 설치 여부?		
	3	방화셔터는 피난상 유효한 갑종방화문으로 부터 3m이내에 설치 하였는가?		
	4	방화문은 개방 후 자동으로 닫히는 구조로 설치되었는가?		
영상 음향 차단 장치	1	화재시 자동 또는 수동으로 하나의 스위치로 전체 음향 및 영상이 정지될 수 있는 구조인가?		
	2	수동차단스위치는 관계인이 상시 근무하는 장소에 설치 여부?		
누전 차단기	1	부하용량에 맞는 누전차단기(과전류차단기)를 설치하였는가?		
	2	누전차단기는 정상 작동되는가?		
피난 유도선	1	긴 통로와 복도가 있는 경우 피난유도선 등 Life line 확보여부?		
	2	피난 · 유도의 사각이 발생되는 곳은 없는지?		
방 염	1	목재 · 합판 방염후처리 대상물품은 방염처리 되었는가?		
	2	방염후처리된 물품은 방염성능검사를 신청하였는가?		
	3	방염후처리된 목재 · 합판에 방염성능검사 확인표시가 부착되었는가?		
	4	방염성능검사 신청내용과 현장방염처리물품은 일치한가?		
실내 장식물	1	목재 · 합판을 제외한 실내 장식물은 불연재 또는 준불연재로 설치되었는가?		

부록1 2016년도 공통교재 집필위원 연락처

교재명	교과목	소속	집필위원	연락처
1. 예방실무 I	소방시설 전기	광주	경.지용주	062-613-8981
	소방시설 기계	광주	위.허임	062-613-8982
	건축법	서울	경.권기백	02-2106-3731
2. 예방실무 II	위험물 시설	경북	위.황승호	054-840-7132
3. 소방법령 I	소방공무원법	강원	위.엄석원	033-580-0330
	부록(기타훈령)	강원	위.엄석원	033-580-0330
4. 소방법령 II	소방기본법	서울	경.권기백	02-2106-3731
	소방기본법 각론	부산	위.이철녕	051-760-5951
	화재예방, 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률	경북	경.이상현	054-840-7150
5. 소방법령 III	위험물 안전관리법	부산	경.이상기	051-760-5950
	다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법	부산	경.이상기	051-760-5950
	초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법	강원	위.김상진	033-580-0331
6. 소방차량 장비실무	소방자동차의 일반	인천	위.고정국	032-930-5946
	소방자동차 점검·정비	서울	위.안우석	02-2106-3729
7. 행정실무	행정업무 운영실무	중앙	경.김근식	041-550-0972
	보안 및 비상 대비	중앙	경.김근식	041-550-0972
	예산회계실무	경기	위.김성집	031-329-0415
	행정법	중앙	경.김근식	041-550-0972
8. 소방전술 I -1	화재진압 및 현장활동	경기	경.나종선	031-329-0421
	소방용수 시설	충청	위.이재홍	041-590-6412
	소방자동차 기본구조 및 원리	경북	경.신봉석	054-840-7160
	특수소방자동차	인천	위.고정국	032-930-5946

교재명	교과목	소속	집필위원	연락처
9. 소방전술 Ⅰ-2	현장안전관리	중앙	경.박영도	041-550-0984
	소화약제	중앙	위.권혁	041-550-0991
	화재조사실무	중앙	위.김성석	041-550-0973
	위험물 성상	서울	경.김창섭	02-2106-3735
	소방시설공사업법	충청	위.장홍렬	041-590-6413
10. 소방전술 Ⅰ-3	연소이론	경기	위.남성우	031-329-0451
	재난현장 표준작전 절차	충청	위.이재홍	041-590-6412
	재난 및 안전관리 기본법	부산	경.이정희	051-760-5920
11. 소방전술 Ⅱ	구조개론	경북	경.노경남	054-840-7170
	구조장비	경북	위.김일종	054-840-7174
	기본구조훈련	인천	위.문영현	032-930-5936
	응용구조훈련	인천	위.김영기	032-930-5943
	구조기술	중앙	위.김선제	041-550-0971
	생활안전 및 위험제거	중앙	위.김선제	041-550-0971
	현장안전관리	광주	위.김용현	062-613-8991
	119구조·구급에 관한 법령	서울	경.박구순	02-2106-3761
12. 소방전술 Ⅲ	응급의료이론(1~23장)	경기	경.김령아	031-329-0441
	응급의료 관련 법규	경기	경.김령아	031-329-0441
13. 인명구조사 2급	구조일반(1~5장)	중앙	장.정철이	041-550-0986
	119구조·구급에 관한 법령	중앙	장.정철이	041-550-0986
14. 화재대응능력 2급	화재대응능력실무(1~7장)	중앙	장.정철이	041-550-0986

부록2 2016년도 공통교재 교차검토 명단

교과목	담당	검토위원	교과목	담당	검토위원
소방시설 전기	서울	경.서백호	현장안전관리	경기	경.이종헌
소방시설 기계	서울	경.서백호	소화약제	경기	령.선병주
건축법	서울	경.권기백	화재조사실무	경기	위.남성우
위험물 시설	경북	위.황승호	위험물 성상	경북	위.황승호
소방공무원법	부산	경.이정희	소방시설공사업법	경북	위.김기환
부록(기타훈령)	부산	경.이정희	연소이론	충청	령.박창우
소방기본법	강원	위.엄석원	재난현장 표준작전 절차	충청	경.한상조
소방기본법 각론	강원	위.엄석원	재난 및 안전관리 기본법	충청	경.한상조
화재예방, 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률	강원	위.김상진	구조개론	광주	위.김용현
위험물 안전관리법	부산	위.이철녕	구조장비	광주	위.김용현
다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법	부산	위.이철녕	기본구조훈련	광주	위.김용현
초고층 및 지하연계복합건축물 재난관리에 관한 특별법	부산	경.이상기	응용구조훈련	광주	위.김용현
소방자동차의 일반	인천	위.전홍식	구조기술	광주	위.김용현
소방자동차 점검·정비	인천	위.고정국	생활안전 및 위험제거	광주	위.김용현
행정업무 운영실무	강원	위.김상진	현장안전관리	광주	위.김용현
보안 및 비상 대비	강원	위.엄석원	119구조·구급에관한법령	광주	위.김용현
예산회계실무	강원	위.김상진	응급의료이론(1~23장)	중앙	위.진춘기
행정법	강원	위.김관해	응급의료 관련 법규	중앙	위.진춘기
화재진압 및 현장활동	경기	경.나종선	구조일반(1~5장)	서울	경.박구순
소방용수 시설	경기	령.유재홍	119구조·구급에관한법령	서울	위.김금숙
소방자동차 기본구조 및 원리	인천	위.고정국	화재대응능력실무(1~7장)	인천	위.문영현
특수소방자동차	인천	위.전홍식			

부록3 **2016년도 공통교재 최종검토 명단**

연번	소 속(분야)	계 급	성 명	연번	소 속(분야)	계 급	성 명
1	“	소방경	최재용	16	“	지방소방위	김상길
2	“	소방위	김성석	17	“	지방소방장	정숙희
3	“	소방령	방장원	18	“	지방소방교	양정모
4	“	소방경	박영도	19	인천소방 안전학교	지방소방위	전홍식
5	“	소방위	진춘기	20	광주소방학교	지방소방경	지용주
6	“	소방교	김진수	21	“	지방소방교	임경준
7	“	소방위	권 혁	22	경기소방학교	지방소방경	김령아
8	“	소방령	김창수	23	강원소방학교	지방소방위	김상진
9	“	소방경	김근식	24	“	지방소방위	김관해
10	서울소방학교	지방소방경	박경서	25	충청소방학교	지방소방위	이봉섭
11	부산소방학교	지방소방경	이정희	26	“	지방소방위	장홍렬
12	“	지방소방교	신서원	27	“	지방소방경	한상조
13	“	지방소방장	문효찬	28	경북소방학교	지방소방위	김일종
14	“	지방소방장	전승훈	29	“	지방소방장	정재교
15	“	지방소방위	이철녕				

소방전술 Ⅰ (화재2)

▶ 발행일 : 2015년 12월

◆발　행 : 소방교육훈련발전위원회

◆인쇄처 : 금풍문화사

◆전　화 : (02)2264-2306

※이 책의 내용은 저자와 협의 없이 無斷再製 또는 轉載를 금합니다.