

소 방 전 술 I

(화재진압 2)

강원도소방학교

소방서비스 헌장

우리 소방인은 화재로부터 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호하는 일이야말로 소방의 진정한 책무임을 깊이 인식하고, 국민 여러분께서 안전하고 행복한 생활을 영위할 수 있도록 보다 질 높은 소방서비스를 제공하기 위해 최선을 다하겠습니다.

1. 신속한 출동과 효율적인 현장활동으로 피해를 최소화 시키겠습니다.
1. 긴급구조와 화재예방을 위해 더욱 노력하겠습니다.
1. 국민의 사랑과 신뢰를 바탕으로 성장하는 소방인이 되겠습니다.

앞으로도 소방행정의 전반에 대한 지속적인 개선으로 공공 질서유지와 국민의 복리증진을 위하여 열과 성을 다할 것을 약속드립니다.

校 訓

배움으로 先進消防

나눔으로 奉仕消防

현장으로 最强消防

반 명	
교 번	
성 명	



목 · 차

CONTENTS

제1편 현장안전관리

제 1 장 안전관리의 기본 / 9

제 1 절	안전의 원리	9
제 2 절	재해와 사고	12

제 2 장 소방활동 안전관리 / 14

제 1 절	소방활동의 특성	14
제 2 절	소방활동과 안전	18
제 3 절	안전관리의 필요성	19
제 4 절	기업과 소방조직의 안전관리 차이	20
제 5 절	소방 안전관리의 특성	20

제 3 장 재해의 원인 / 22

제 1 절	위험의 요인	22
제 2 절	불안전한 상태와 불안전한 행위	22
제 3 절	재해(사고)발생 이론	27

제 4 장 재해예방 및 조사 / 36

제 1 절	재해예방 대책	36
제 2 절	재해(사고) 조사	38

제 5 장 안전 교육 / 42

제 1 절 안전교육의 개관 42
 제 2 절 위험예지훈련 51

제 6 장 신체의 적합성과 체력증진계획 / 63

제 1 절 소방업무와 신체능력과 적합성 63
 제 2 절 소방대원의 체력증진계획 71
 제 3 절 스트레스(Stress)의 예방 및 관리 77

제 7 장 훈련시의 안전 / 82

제 1 절 소방공무원의 교육훈련과 안전 82
 제 2 절 훈련시의 잠재적 위험요인의 발견 83

제 8 장 소방차량운행 등의 안전 / 87

제 1 절 안전운행의 의의 및 주요 고려요소 87
 제 2 절 안전한 운전기법과 방어운전 90
 제 3 절 안전운행을 위한 환경적인 고려요소 95

제 9 장 화재현장에서의 안전 / 98

제 1 절 화재현장에서의 안전과 표준작전절차(SOP) 98
 제 2 절 안전담당간부(안전담당관)의 지정과 활용 99
 제 3 절 붕괴사고의 예방과 현장활동단계별 전술적 고려사항 101
 제 4 절 화재의 성장단계별 주요 화재현상의 이해와 대응 105
 제 5 절 인명구조활동시의 안전 110

제 10 장 소방활동과 보호구 / 121

제 1 절 보호구의 개요 121
 제 2 절 소방용 보호구 124

【부 록】

1. 소방현장안전관리지침 131
 2. 교육훈련용시트(Sheet) 152

제2편 소화약제

제 1 장 소화약제의 개요 / 167

제 1 절 소 화 167
 제 2 절 소화약제의 조건 167
 제 3 절 소화약제의 분류 167

제 2 장 소화약제로서의 물 / 170

제 1 절 개 요 170
 제 2 절 물의 물리적 성질 170
 제 3 절 물의 화학적 성질 172
 제 4 절 물의 주수 형태 172
 제 5 절 물소화약제의 첨가제 173
 제 6 절 소화 효과 175
 제 7 절 특수 화재와 물 176

제 3 장 포 소화약제 / 178

제 1 절 개 요 178
제 2 절 포 소화약제의 종류 178
제 3 절 공기포 소화약제 181
제 4 절 소화 효과 및 적응 화재 184

제 4 장 이산화탄소 소화약제 / 188

제 1 절 개 요 188
제 2 절 소화 효과 189
제 3 절 소화 농도 190
제 4 절 적응 화재 192
제 5 절 사용 제한 및 특성 192

제 5 장 할로겐화합물 소화약제 / 195

제 1 절 개 요 195
제 2 절 종류 및 특성 198
제 3 절 소화 기구(extinguishing mechanism) 199
제 4 절 적응 화재 200
제 5 절 소화 농도 201
제 6 절 Halon의 오존층 파괴 202
제 7 절 청정 소화약제 203

제 6 장 분말 소화약제 / 212

제 1 절 개 요 212
제 2 절 종류 및 특성 213
제 3 절 소화 효과 221
제 4 절 적응 화재 223

제3편 화재조사실무

제 1 장 화재조사의 개요 / 227

제 2 장 최근 화재조사 분야의 환경변화 / 236

제 3 장 화재조사의 범위 / 241

제 4 장 화재조사 방법 / 242

제 1 절	화재원인 조사방법	242
제 2 절	화재원인 조사절차	245
제 3 절	화재피해조사 방법	246

제 5 장 발화개소 판정 / 249

제 1 절	연소강약 및 연소방향의 판정	250
제 2 절	발화건물의 판정	254
제 3 절	발화층의 판정	258
제 4 절	발화범위의 한정(발굴·복원전)	260
제 5 절	발화개소의 판정(발굴·복원후)	287

제 6 장 화재조사서류 / 288

제 1 절	화재조사서류의 개념	288
제 2 절	화재발생종합보고서	290
제 3 절	화재현장조사서	292
제 4 절	화재현장 출동보고서	313
제 5 절	질문기록서	317

제 7 장 화재조사 관련법률 / 321

제 1 절	소방기본법	321
제 2 절	소방기본법 시행규칙	328
제 3 절	화재조사 및 보고규정	330

01

현장안전관리

Gangwondo Fire Service Academy

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 의미를 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 행동자의 정신적·신체적인 직·간접적 상태는 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 불안정한 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.

제2절 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 당면 하는 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 사용 중에 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 탈출

하여 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 불안정한 행동이나 조건이 선행되어, 일을 저해하거나 또는 능력을 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 상해 재해보다 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.

제2장 소방활동 안전관리

제1절 소방활동의 특성

1. 순직·공상자 발생 현황

우리 소방조직은 점증하는 국민의 생활안전 욕구와 비례하여 그 활동영역이 확대됨에 따라 위험이 잠재하는 각종 재난현장에서 재난수습의 최일선에서 활동하는 실정이다. 때문에 소방공무원 안전사고의 위험이 증가하여 매년 다수의 공사상자가 발생하고 있는 실정이다. 최근 '96년부터 '98년까지 매년 공사상자 발생이 증가하였으나, 안전관리교육을 강화한 결과 '99년 이후에는 감소하는 추세에 있다.

그러나 2001년 3월 서울 홍제동 주택화재시 붕괴사고로 6명의 소방대원 순직과 2008. 7. 20. 경기도 광주시 곤지암천에서 수난구조 활동 중 와류에 휘말려 구조대원 1명 순직, 2008. 8. 20. 서울 은평구 나이트클럽 화재에서 소방공무원 3명이 샌드위치 패널로 시공된 천정부의 붕괴로 순직하는 사고가 발생하여 다시 한 번 소방공무원의 안전관리에 대한 중요성을 일깨워 주었다.

최근 5년간 총 1,642건의 순직 및 공사상 사고 발생의 유형으로 화재진압이 426건으로 25.6%였으며, 그 외 구급이 363건으로 22.1%, 구조가 188건으로 11.9%, 교육훈련이 164건으로 10.0%를 차지하였다.

최근 5년간 순직 및 공사상자 발생현황(업무유형별)

구분	계	비율	'06	'07	'08	'09	'10
총계	1,642	100.0%	304	286	346	358	348
화재진압	426	25.6%	92	74	89	81	90
구조	188	11.9%	38	32	28	49	41
구급	363	22.1%	57	70	79	78	79
교육훈련	164	10.0%	23	30	34	48	29
기타	501	30.3%	94	80	116	102	109

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

최근 5년간 순직자 발생현황

구 분	계	평균	'06	'07	'08	'09	'10
합 계	1,642	328.4	304	286	346	358	348
순 직	33	6.6	6	7	9	3	8
공 상	1,609	321.8	298	279	337	355	340

2010년도 순직, 공상 발생현황

구 분		합 계	화재	구 조	구 급	교육훈련	기타
합 계	인 원	348	90	41	79	29	109
	비 율	100	26.9	12.3	23.7	8.7	28.4
순 직		8	0	3	1	1	3
공 상		340	90	38	78	28	106

2010년도 순직, 공상 발생현황을 살펴보면, 전체 348건 중 화재에서 90명의 공상자가, 구조에서 38명의 공상자와 3명의 순직자가, 구급에서 78명의 공상자와 1명의 순직자가, 교육훈련에서 28명의 공상자와 1명의 순직자가, 기타에서 106명의 공상자와 3명의 순직자가 각각 발생하였다.

위와 같은 추세는 화재뿐만 아니라 구조·구급 등 소방행정의 수요 증가와 비례하여 증가한다는 것을 알 수 있으며, 앞으로도 화재는 물론 자연재난과 유해화학물질의 사용 증가 등 소방공무원이 각종 위험에 노출될 것으로 예상되어 소방활동시 안전사고방지를 위한 대책이 중요한 과제로 제기되고 있다.

이와 같이 소방활동은 사고발생의 위험이 항상 잠재하고 있는 것이므로 민간 기업이나 타 분야의 행정조직과는 대비되는 여러 가지 특수성을 감안하여 업무수행 중 소방공무원의 공사상 방지를 최우선하는 방향으로의 안전관리에 접근해야 할 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 장애

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

특히 내화건물 및 지하 화재에 있어서 화염은 물론 짙은 연기와 열기로 인한 진입장애로 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 활동장애 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 장애가 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 체력 소모, 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.

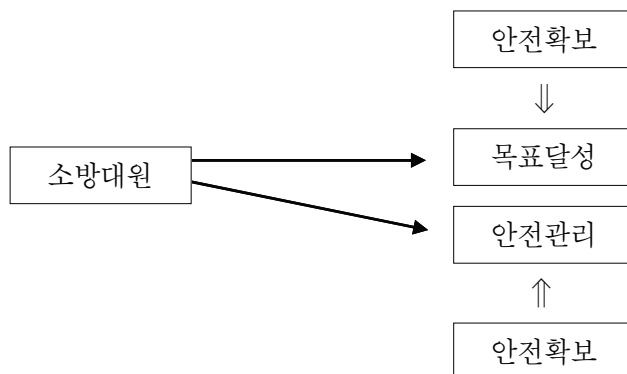
안전한계를 구체적으로 선을 긋는다는 것은 상당히 곤란하기 때문에 지휘자나 대원은 항상 안전에 대한 배려와 확인을 한 후에 현장 임무를 달성해야 한다.

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, 관찰배치, 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, 불안정한 상태 혹은 불안정한 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 올바르게 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, 필수 기자재, 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 건물 내부를 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 연결되어 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.

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 디더 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 불안정한 상태에 불안정한 행위가 겹쳐 발생한 사고가 대부분이다. 따라서 안전관리의 기본적 대책으로서 불안정상태의 제거에 중점을 두어야 할 것인가, 아니면 불안정행위의 제거에 중점을 두어야 할 것인가에 대해서는 산업안전 측면에서 논의가 계속되고 있는 과제이나, 소방활동 측면에서의 안전관리의 방향은 근원적 한계가 있는 불안정한 현장의 환경개선은 어렵지만 그 밖의 불안정한 상태의 개선과 병행하여 불안정한 행위를 배제할 수 있는 대책을 중점적으로 실시해야만 할 것이다.

제2절 불안정한 상태와 불안정한 행위

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

1. 불안정한 상태

불안정한 장비를 사용하면 사용자가 아무리 주의를 기울여도 언젠가는 재해(사고)가 일어나게 되며 불안정한 작업환경에서는 보통 때와는 다르게 사고발생 가능성이 높아지게 된다. 안전화 된 장비라면 사용자가 부주의로 불안정한 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 착용 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. 불안정한 행위

불안정한 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 불안정한 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 불안정한 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 안전하게 업무를 수행할 수 없다. 원인으로서는 다음과 같다.

- (1) 교육하지(배우지) 않았기 때문에
- (2) 기억하지 못하기 때문에

(3) 잊었기 때문에

(1)항의 경우는 본인보다는 관리자의 잘못된 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 불안정한 행위로 나타난다. 이러한 불안정한 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) 상황 파악에 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

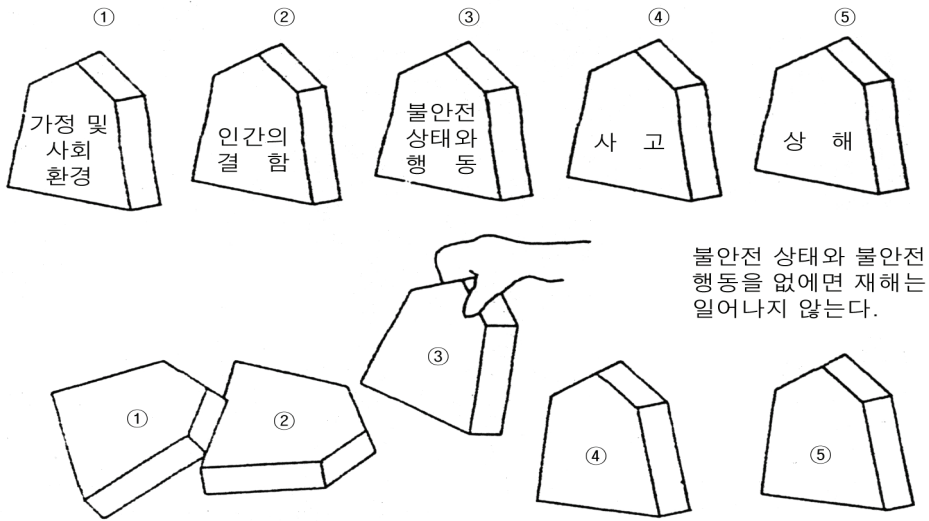
재해발생은 작업자가 작업을 시작하여 시간이 경과함에 따라 인간과 환경 및 기계 중 어느 하나가 잘못되어 일어나는 사고현상으로 인간, 환경, 기계를 안전사고 발생의 3대 요소라고 한다.

1. 하인리히(H.W.Heinrich) 이론

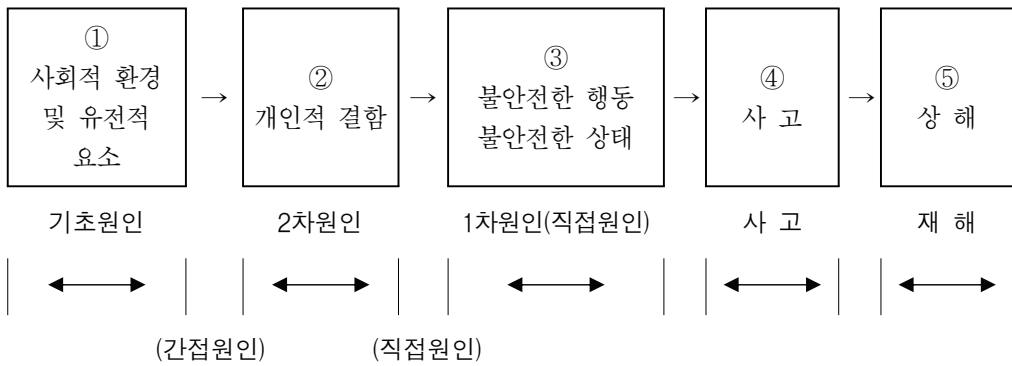
산업재해 발생 원리에 대한 최초의 것으로 하인리히의 저서 「산업재해방지론」에서 주장한 이른바 사고발생의 연쇄성을 강조한 도미노(domino)이론으로서, 재해란 상해로 귀착되는 5개 요인의 연쇄작용의 결과로 초래된다는 것이다. 즉, 상해는 항상 사고에 의해 일어나고 사고는 항상 순차적으로 앞서는 요인의 결과로 일어난다고 하였다.

하인리히는 사고발생 과정을 5개의 골짜기이론으로서 다음과 같이 나타내었다.

(Heinrich 5개의 골패 원리)



〈Heinrich 이론〉



① 사회적 환경 및 유전적 요소

부모, 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 불안정한 행동을 일으키거나 또는 기계적, 물리적인 위험성이 존재하게 하는데 밀접한 원인이 된다.

③ 불안정한 행동이나 불안정한 상태

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

④ 사 고

물체의 낙하, 비레(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.

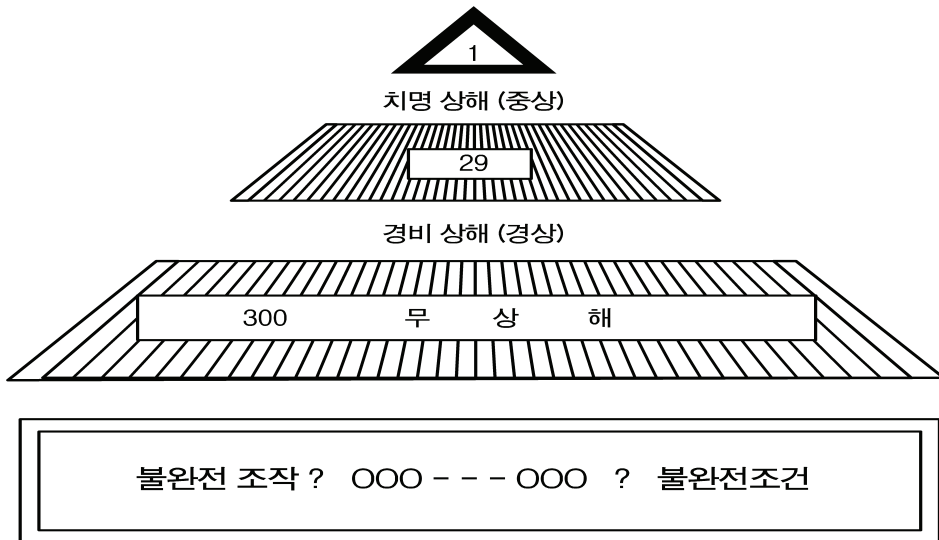
안전관리활동에 의해 제거할 수 있는 것은 ③의 불안정 행동과 불안정 상태이다. 그러므로 사고·재해를 방지하기 위해서는 불안정한 행동 및 불안정한 상태의 두 개를 모두 없애지 않으면 안 된다는 것이다.

불안정한 행동과 불안정한 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 정신 주의적인 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 불안정 행동과 불안정 상태가 있다고 하는 것이다.

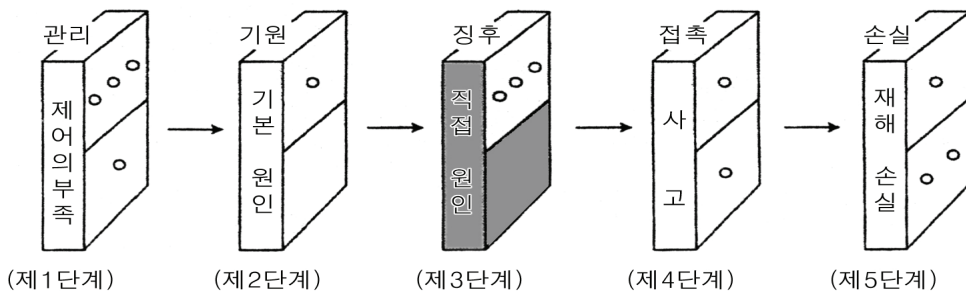
〈Heinrich 재해 구성비율〉



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 사고연쇄 중의 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 불안정한 행동 또는 불안정한 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.

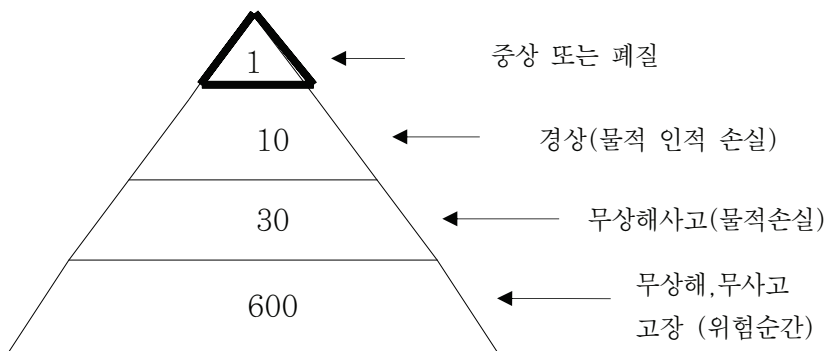
마. 상해-손실(5단계)

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)

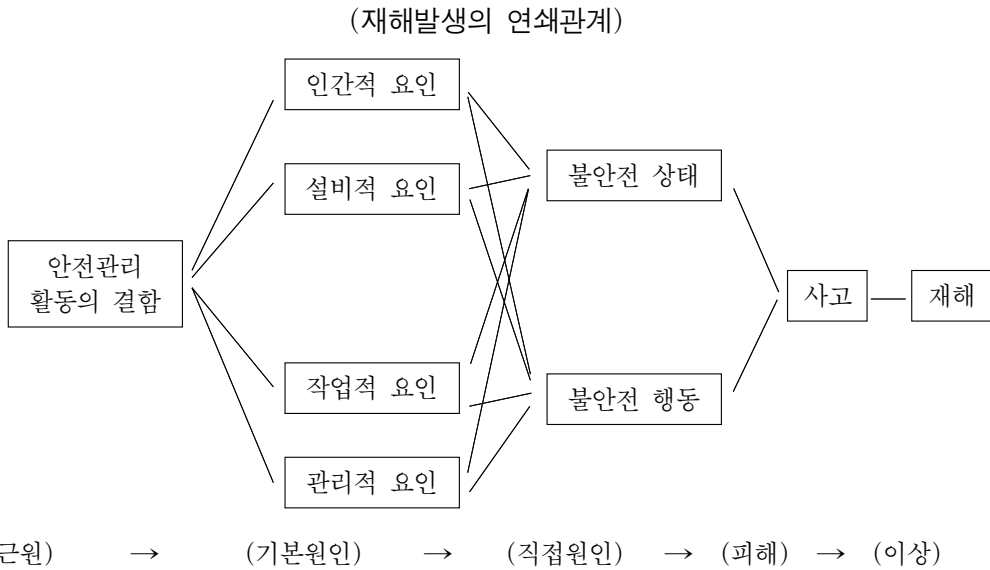
Media란 본래 인간과 기계를 연결하는 매체라고 하는 의미지만 구체적으로는 작업 정보, 작업방법, 작업환경 등이다.

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.



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〉

<p>Man (인간)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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
<p>Machine (작업시설)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ① 기계·설비의 설계상의 결함 ② 위험방호의 불량 ③ 본질 안전화의 부족(인간공학적 배려의 부족) ④ 표준화의 부족 ⑤ 점검 정비의 부족
<p>Media (작업)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ① 작업 정보의 부적절 ② 작업자세, 작업동작의 결함 ③ 작업방법의 부적절 ④ 작업공간의 불량 ⑤ 작업환경 조건의 불량
<p>Management (관리)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ① 관리조직의 결함 ② 규정·매뉴얼의 불비, 불철저 ③ 안전관리 계획의 불량 ④ 교육·훈련 부족 ⑤ 부하에 대한 지도·감독 부족 ⑥ 적성배치의 불충분 ⑦ 건강관리의 불량 등

제4장 재해예방 및 조사

제1절 재해예방 대책

1. 재해예방의 4원칙

가. 예방 가능한 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 공정하게 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, 관리부문 뿐만 아니라 유통이나 판매업자와도 관계가 있을지 모른다. 그와 같은 경우 타 부문의 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 경우

가 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 않는다는지 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 매뉴얼, 작업순서, 직장규율(관습) 등이며 문제

접이라는 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.

제5장 안전 교육

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 부여하고 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. 교육대상자가 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 계발 작용도 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 기본적인 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 불안정한 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 연기함으로써 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 무엇을 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 불안정한 행동으로 나타나고 불안정한 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	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취급하는 기계·설비의 구조, 기능, 성능의 개념형성 ○ 재해발생 원리를 이해시킨다. ○ 안전관리, 작업에 필요한 법규, 규정, 기준을 알게 한다. 	알아야 할 것의 개념 형성을 피한다.
	문제 해결 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원인지향의 문제해결로 과거·현재의 문제를 대상으로 하여 사실확 인에서 문제점의 발견, 원인탐구에서 대책 을 세우는 순서를 알게 한다. ○ 목표지향의 문제처리를 할 수 있게 한다. 	사고력과 종합능력을 육성한다.
	기능 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화재진압·구조·구급 등의 작업방법, 기계·기구류의 취급 등 조작방법을 숙달시킨다. 	응용능력의 육성이며 실기를 주체 로 한다.
인간 형성	태도 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 불안정한 상태(주1) 및 불안정한 행위(주2)라고 하는 위험요인에 노출되어 있기 때문이다.

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

(주1)

■ 불안정한 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 불안정한 상태를 말한다. (그림1)
- ② 훈련·연습 시에는 예를 들어 비 올 때 높은 장소 진입훈련, 훈련시설의 노후화·부식화, 훈련장소의 난잡 등

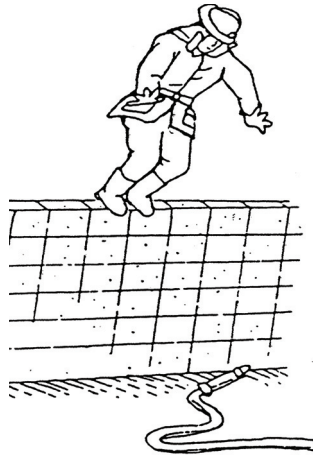


현장의 위험요인, 현장의 미정리, 난잡에 의한 위험성(그림1)

(주2)

■ 불안정행위라고 하는 것은 ?

안전한 상태를 불안전 상태로 바꿔 놓는 행위 또는 사고 발생의 조건을 유발시킬 우려가 있는 행위를 말한다. 예를 들면 물이 찬 수관을 밟거나, 주의를 하지 않고 뛰어 내리거나(그림2), 불안한 자세로 중량물을 지지하거나, 농연이 충만 된 개구부를 함부로 열거나, 아래를 확인하지 않고 상층부의 유리를 파괴하는 등의 행위를 말한다.



부주의하게 뛰어 내림에 따른 위험(그림2)

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.

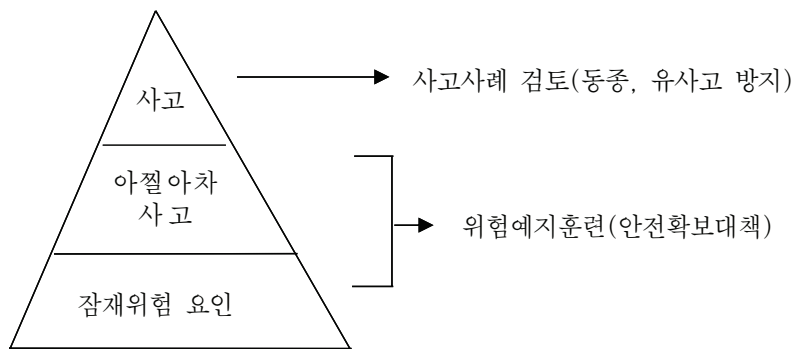
2. 위험예지훈련의 의의 및 목적

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』 사례와
- (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 참가되는 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.
- (6) 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 있는가” 소대원이 토론할 경우 다음의 문제 해결의 4가지 단계를 거쳐 순서에 따라 진행한다.

위험예지훈련 진행사항

라운드	문제해결 라운드	위험예지훈련 라운드	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 구체 적인 대책을 세운다.
4R	행동계획을 결정 (목표달성)	「우리들은 이렇게 한다」	대책 중 중점실시 항목에 ※표를 붙여 그 것을 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 후판 등에 빨리 기록한다.
 - (바) 기록한 위험요인은 그것이 유발한 현상이나 결과(사고의 형)를 상정하여 “~하여 ~으로 된다” 와 같이 문장화한다.

나. 제2라운드

- (1) 항목 : 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 그렇지 않은 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 시트(Sheet) 및 리포트 작성 예

가. 리포트 작성 예

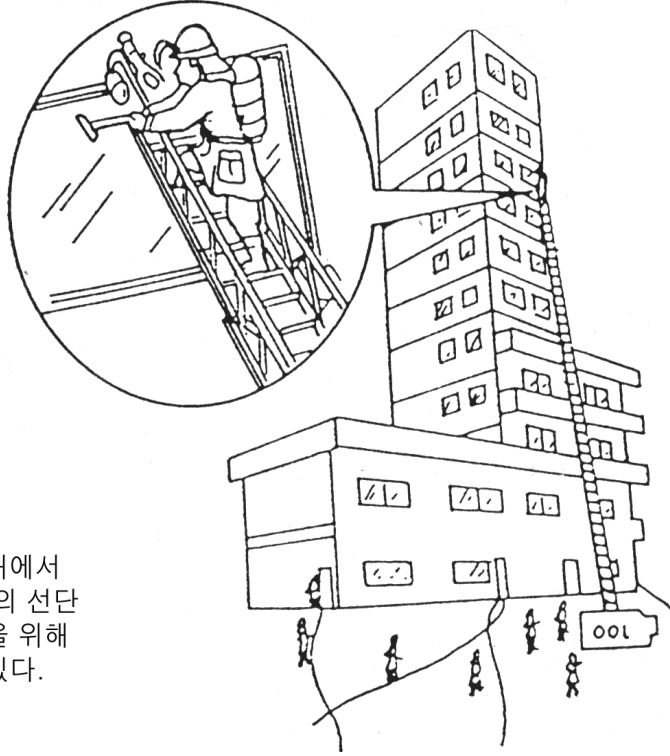
작성 예로 표에서 (제1~제4라운드)를 제시하고 있다. 이 리포트에 사용되는 훈련 시트는 아래 그림이다.

나. 훈련시트

훈련용 시트를 별첨으로 첨부한다. 더구나 이 외에도 자기가 직접 만든 시트, 다른 사람이 만든 시트 등을 폭넓게 선정하여 훈련을 실시하면 좋은 효과를 기대할 수 있다.

위험예지훈련 시트 예

<위험예지 시트>



(상황)
내화조 복합빌딩 화재에서
A소방상은 사다리차의 선단
위에서 진입구 설정을 위해
유리창을 파괴하고 있다.

위험예지훈련 리포트 작성 예

훈련의 과정에서 모조지나 흑판에 기재한 내용을 다음 양식에 따라 기록한 것이다.

시트No. 1~	위험예지훈련 리포트(작성 예)	년 월 일	
1		장 소	
119안전센터명	소 장	서 기	대 원
○○ 119안전센터	소방위 ○○○	소방사 ○○○	소방사○○○ 소방교○○○

(1) 현상파악 (어떠한 위험이 잠재하고 있는가, 소대의 토의로 위험요인을 발견함)		
(2) 본질추구 (이것이 위험의 포인트이다, 중요위험에 ○표, ◎표를 붙인다)		
No	평가	위험요인과 그것에 기인하는 현상을 생각해서 (~해서 ~게 된다)
1	○	유리의 파편이 날아 눈을 다치게 한다.
2	◎	파괴된 유리가 낙하하여 지상의 대원이 부상을 입게 된다.
3	○	파괴시 유리에 접촉되어 부상을 입다.
4		유리를 파괴한 후, 실내로 진입하였던 대원 또는 요구조자가 유리의 파편으로 부상을 입다.
5	○	파괴기구가 손에서 미끄러져 떨어지므로 지상의 대원이 부상을 입다.
6	◎	유리를 파괴하였을 때, 화염이 확대되어 자기나 타 대원이 부상을 입다.
7		유리를 파괴하였을 때 허리를 심하게 비틀어 부상을 입다.
8	◎	안전벨트를 착용하지 않아 유리를 파괴하는 순간, 몸의 균형을 잃어 떨어졌다.
9		기관원이 떨어지는 유리조각을 피하려는 찰나 조작대 선회 레버를 건드려 급격히 사다리가 선회되는 충격으로 대원이 떨어졌다.
10		2층 옥상에서의 고압방수에 눈을 맞아 부상을 입다.
11		4층 옥상에서의 고압방수에 다리를 맞아 균형을 잃어 떨어졌다.
12		빌딩 특유의 돌풍에 휘말려 균형을 잃어 떨어졌다.
13		옥상으로 떨어진 전선에 감전되어 충격을 받다.
14		야간에 조명을 직접 받아 갑자기 눈이 어두워져 균형을 잃어 떨어졌다.

(3) 대책수립 (중요위험을 해결할 수 있는 대책을 수립한다)			(4) 목표설정 (소대의 목표를 정한다)	
◎ 표 의 No	중 요 위 험	대 책	중점실시 대책에 ※표를 붙여 그것을 실시하기 위한 목표를 슬로건으로 설정한다.	
			평가	팀 목표
2	파괴된 유리가 낙하하여 지상 대원이 부상을 입다.	1. 유리파괴는 지상의 대원을 대피시킨 후 실시한다.	※	○ 아래 지상의 안전 확인
		2. 경계원을 배치시킨다.		
		3. 경계선을 설치한다.		
6	유리를 파괴하였을 때 화염이 확대되어 자신이나 타 대원이 부상을 입다.	1. 연소상황을 확인한 후에 파괴한다.	※	○ 지휘대장의 통제하에 실시하도록 ○ 창문 옆에 위치하도록
		2. 창문의 옆에 위치하여 파괴한다.	※	
		3. 화염확대에 따라 각대의 위험을 고려하여 지휘관의 통제하에 실시한다.	※	
8	안전벨트를 착용하지 않아 유리를 파괴하는 순간 몸의 균형을 잃어 떨어졌다.	1. 안전벨트를 활용한다.	※	○ 몸체 상부에서의 활동은 『안전벨트의 활용』 과 『작업자세』
		2. 작업 자세를 정확하게 취한다.	※	
		3. 도끼와 신체를 결착한다.		

(주) 표 중에서 (1)~(4)는 훈련의 단계(라운드)를 나타낸다.

제6장 신체의 적합성과 체력증진계획

제1절 소방업무와 신체능력과의 적합성

1. 소방업무와 체력증진

가. 소방업무의 특성

앞서 언급한 것처럼 소방업무는 가장 위험하며, 육체적 힘을 많이 요구하는 직업중의 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 장소에

서 심장마비 등과 같은 질환으로 사망하고 있는지를 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 현장 업무로부터의 어려움, 곤란성으로부터 발생할 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 발생하는 질병이 직업병(職業病)과 관련 있는지를 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 어떠한가?

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(顛倒), 전락(轉落), 골절 및 피부조직 손상 등의 사고를 방지할 수 있다. 또한 폐활량(肺活量)이 적정한 상태에 있는 경우 CO₂의 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.

○ ○ 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 _____

주 소 _____ 보호자 _____

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 가능한 자의 성명, 주소, 전화번호(직장, 자택)을 기록

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

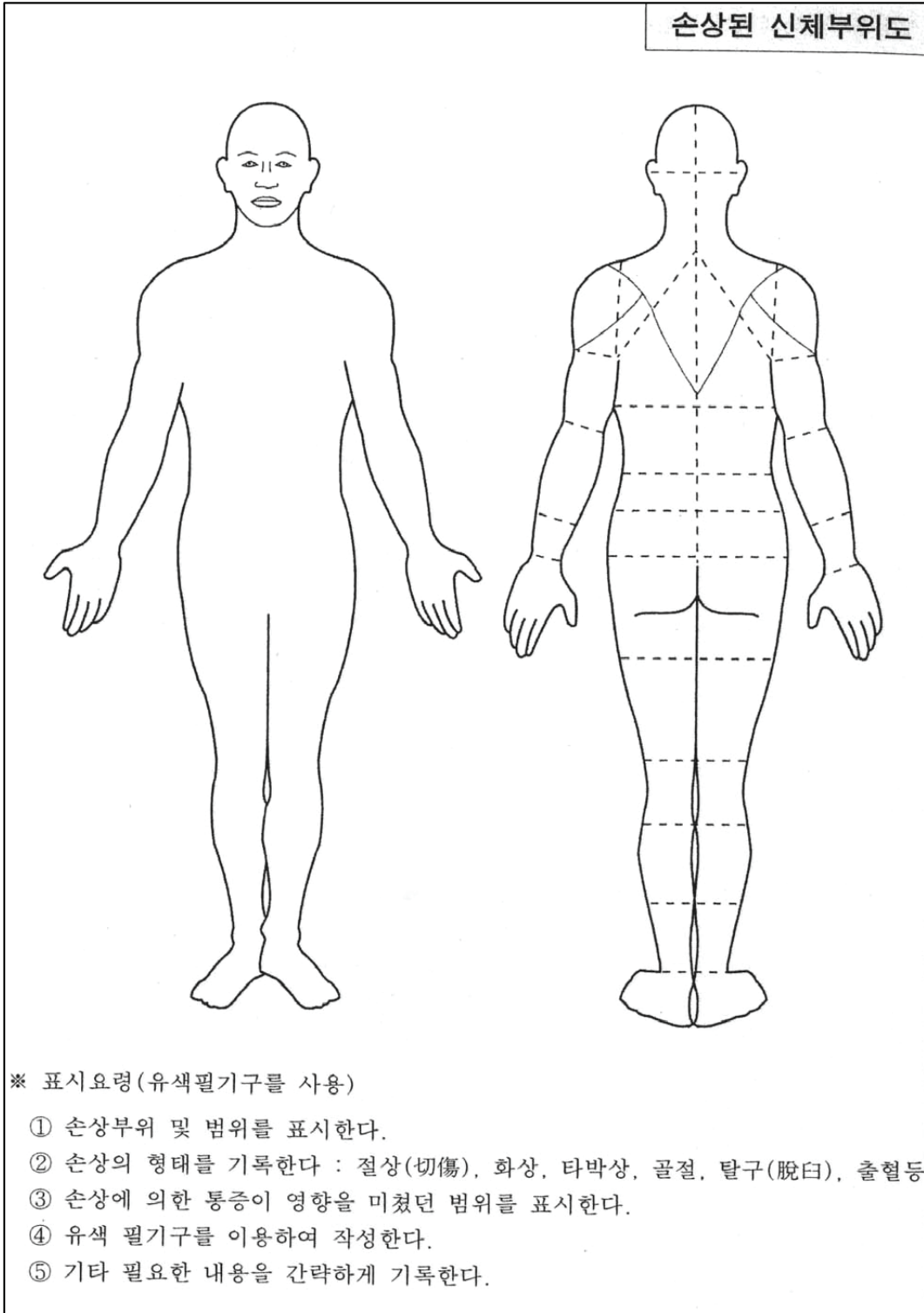
이 사고의 설명이나 보고에 관련되는 첨부물(보고서, 진술서, 관련서류, 등)을 기록(첨부물의 내용은 사실과 동일한 것이어야 함.)

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 _____



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 (1개를 선택)	작업중 화상/열	장비 화학물질	손 전기	기구 자동차	동작 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 원인으로 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 주요기능을 강화하는 데 있어야 하며 그 내용은 다음과 같다.

가. 심장순환계기능의 강화

(1) 많은 에너지를 소비하는 활동을 전개할 때 소방대원에게 크게 중요시되는 신체기능 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 심장순환기능의 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 신체 근육의 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.

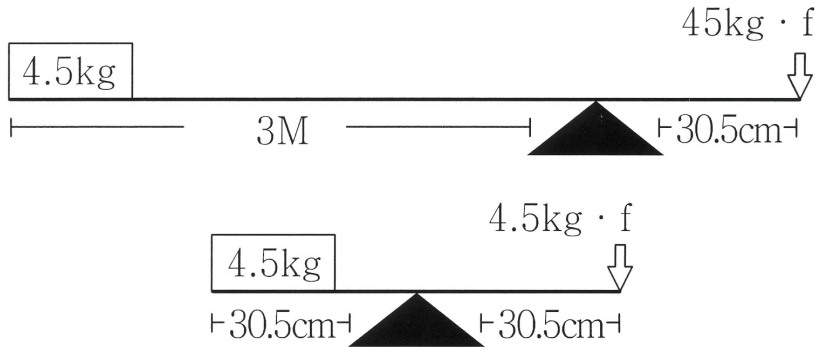
(2) 척추손상의 주요 원인

척추의 손상은(外傷은 제외함) 주로 척추 자체가 약해지거나 척추를 지탱해 주는 각종 근육이나 신경이 손상되어 발생된다. 이러한 약화현상은 갑작스러운 외부충격에 의해 발생하는 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 발생할 가능성이 많다는 것을 쉽게 알 수 있다.

(3) 지렛대의 원리와 척추

척추는 지렛대의 원리에 의해 작용하며, 지렛대의 지지점에 가해지는 부하는 지지점으로 부터 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 발생하는 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 죽어갈게 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(數值)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 미치지 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 발생하는 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 호느낌·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 같

이 업무와는 직접적으로 무관한 것으로도 발생할 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) 신입대원(新任隊員)들보다 비교적 적은 양의 스트레스를 겪으면서 구조활동에 임할 수 있다. 왜냐하면 그 사고와 유사한 수많은 사고를 수습했던 경험이 있기 때문이다. 반면에 경험이 부족한 신입대원인 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 개인이 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.

다. 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.

제7장 훈련시의 안전

제1절 소방공무원의 교육훈련과 안전

1. 신입소방공무원의 교육훈련

소방공무원으로 임용된 신입대원(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.

신입자(新任者)들의 교육에 있어서 교관의 안전에 관한 철저한 실천이 매우 중요하다. 왜냐하면 신입자들 또한 교관의 행동을 본받기 때문이다. 만약 신입교육 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 발생할 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 발생할 가능성이 높다. 교관의 눈에 보이지 않고, 통제되지 아니하는 교육생일수록 사고의 발생가능성

이 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 철저히 파악하고 있어야 하며, 항상 교육생들에게 이 사항에 대한 주의를 환기시켜야 한다.

실제 화재진압 훈련시 조교요원들은 휴대용 소화기나 옴호방수용 호스 및 응급처치 세트를 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 원칙적으로 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(強行)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 불안정한 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 중요하다.

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(強壓的)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 발생할 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 철저히 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.

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, 개인 승용차를 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 발생하는 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) 불안정한 교량 등

관내에 불안정한 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 사

이렌 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

“긴급자동차라 함은 소방자동차, 구급자동차 그 밖의 대통령령이 정하는 자동차로서 그 본래의 긴급한 용도로 사용되고 있는 중인 자동차를 말한다.”라고 도로교통법에서 정하고 있다.

나. 긴급자동차의 특례

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)을 말한다.

다. 긴급자동차의 유의사항

긴급자동차로서의 특례(特例)혜택을 받기 위해서는 반드시 경광등이나 사이렌을 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 범

위내에서 이루어져야 하며, 긴급현장으로의 출동이 결코 사고를 정당화시킬 수 없다는 것이다. 소방차량의 우선통행권에 있어서도 비록 권리(權利)를 가지고 있기는 하지만 그것이 절대적 권리(絕對的權利)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 강도¹⁾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

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

(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.

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 바깥 차선으로 피양(避讓) 또는 양보한다는 것이다. 그러나 이것은 주행중인 차량 일 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 30km/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 위해서

는 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 운전 요원은 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 사전

에 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(都市騒音)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 위협에 노출된다.

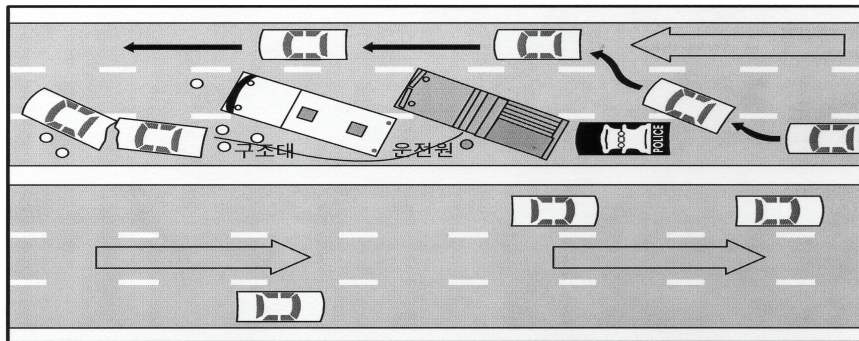
고속도로상에서의 현장활동시 대원들이 위협에 노출될 가능성이 있다고 판단될 경우 교통의 흐름을 차단하거나 통제하여야 한다.

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 진행되는 차량으로부터 대원의 안전을 확보하도록 한다.
- (3) 주차된 소방차량의 앞 바퀴는 사고현장과 일직선이 아닌 방향으로 즉 사고현장의 외곽부분으로 향하도록 정렬하여 진행되는 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.

제9장 화재현장에서의 안전

제1절 화재현장에서의 안전과 표준작전절차(SOP)

1. 화재현장에서의 안전의 의의

가. 의의와 중요성

소방대원들의 부상이나 사망사고가 가장 많이 발생하는 곳은 당연히 화재현장(火災現場)이며, 따라서 화재현장에 대한 각종훈련, 계획, 조사, 교육 등이 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한 화재현장에서 발생하는 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 높이는 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 교육되어

야 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 철저히 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)²⁾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) ICS : 『Incident Command System(사고지휘체계)』의 약자임.

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.

나. 안전담당간부의 권한행사

권한의 행사는 지휘계통에 따라 수행하여야 함에도 불구하고 안전 분야에 있어서 안전담당간부는 현장에서의 불안정한 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 안전

기능(安全機能)을 보강시켜야 한다는 것이다. 우리의 경우 대형화재시는 안전담당관을 소방과장(보좌 : 장비계장)으로 지정·운영할 수 있으며 안전담당관은 각 방면별로 보조자를 둘 수 있도록 방호활동전술지침에 명문화하고 있다.

제3절 붕괴사고의 예방과 현장활동단계별 기술적 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 22cm정도가 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 붕괴 사고에 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 위험 요소들은 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

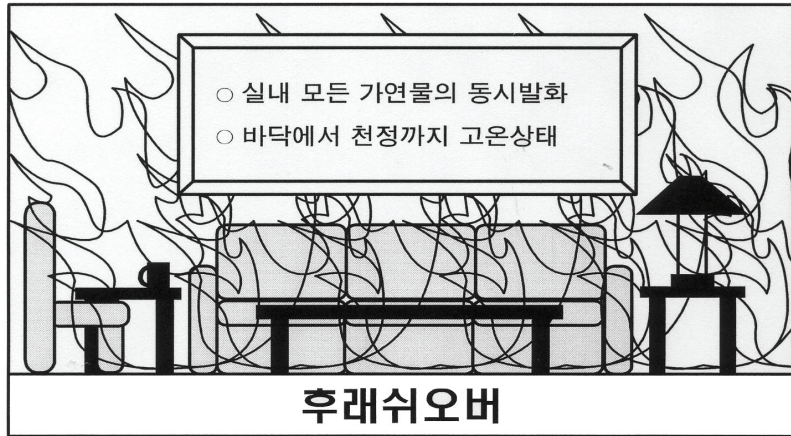
후래쉬오버현상이란 대류(對流)와 복사(輻射) 또는 이 두 가지의 결합에 의해 충분히 가열된 공간에 있는 가연물이 발화(發火) 되는 것을 말하며, 이 공간 안에 있는 가연물은 발화점까지 가열되어 있는 상태에 있기 때문에 동시연소(同時燃燒)의 형태를 가진다. 다시 말하면, 실내 전체가 발화온도까지 미리 충분히 가열된 상태에서 한순간에 화재로 뒤덮이는 상태를 말한다.

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(鎮火作業)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

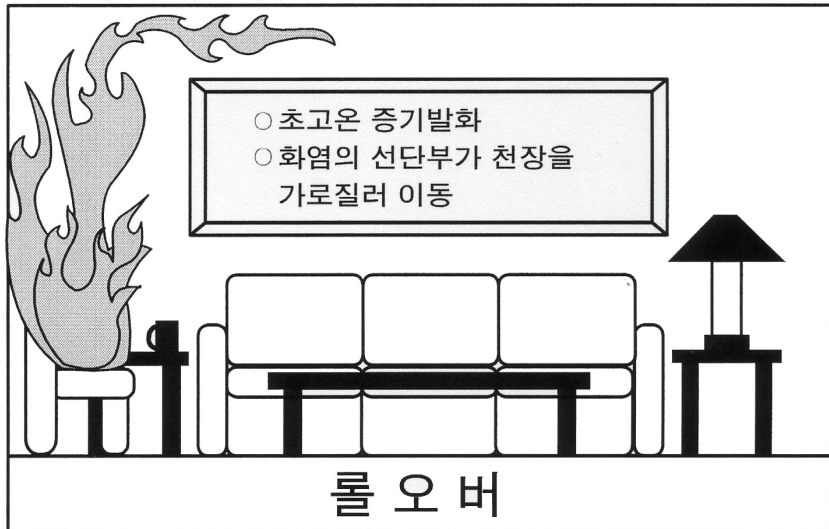
롤오버(Rollover)란 화재의 초기단계에서 발생된 가연성 가스가 산소와 혼합하여 천장부분에 집적(集積)될 때 발생하며, 뜨거운 가스가 실내공기압의 차이에 따라 천장을 구르면서 화재가 발생되지 않은 지역으로 굴러가는 현상을 말한다. 가연성 가스가 발화온도에 도달하여 발화되면 화재의 선단부(先端部)는 급속한 속도와 화염을 형성하면서 천장으로 지나가게 된다. 따라서 호스를 연장하거나 실내에 진입할 경우 낮은 자세를 유지하라는 것은 바로 이러한 이유 때문이다.

후래쉬오버와 롤오버의 가장 큰 차이점은 롤오버의 경우 후래쉬오버와 같이 복사열

에 의한 영향이 그리 많지 않다는 것과 한순간에 전체지역을 발화시키는 원인이 되지 않는다는 것이다.



롤오버(Rollover) 이전의 상황



롤오버(Rollover)의 상황

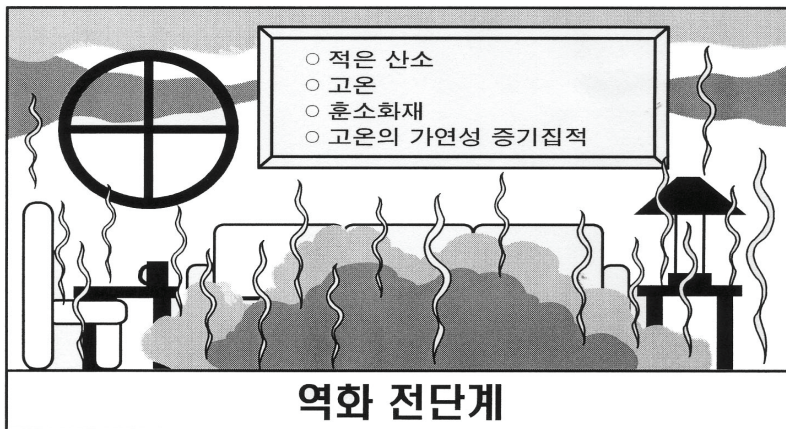
3. 역화(逆火, Backdraft) 현상

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 발생할 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 효과적이거나 수직 배연활동을 하기전에 창문이나 문을 통한 수평진입(水平鎮壓)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

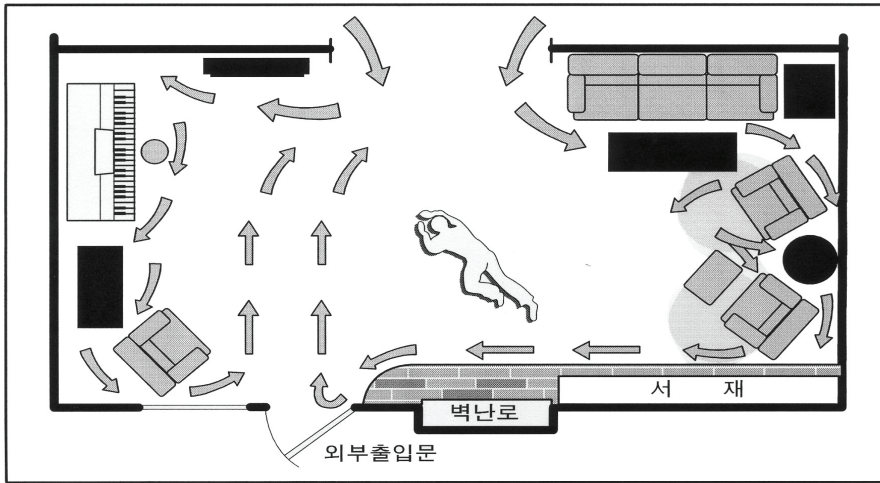
소방(구조)대원은 업무의 특성상 인명이 위험한 상황이 처해 있는 현장에서 활동하여야 하며, 만약 인명이 위험에 처해 있는 경우 최우선적으로 인명구조 활동을 실시해야 한다. 그러나 구조대원은 이러한 위험상황이 더 위험한 상황으로 반전(反轉)되지 않도록 하기 위하여 냉철하고 정확한 판단하에서 최대한 안전하게 현장활동에 임해야 한다. 불안정한 상태에서의 성급한 구조활동의 전개는 요구조자(要救助者) 뿐만 아니라 소방(구조)대원에게도 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로 최대한 안전하고 침착한 행동으로 구조활동에 임해야 한다.

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, 엄호용으로 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 수도 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 연소생물이 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

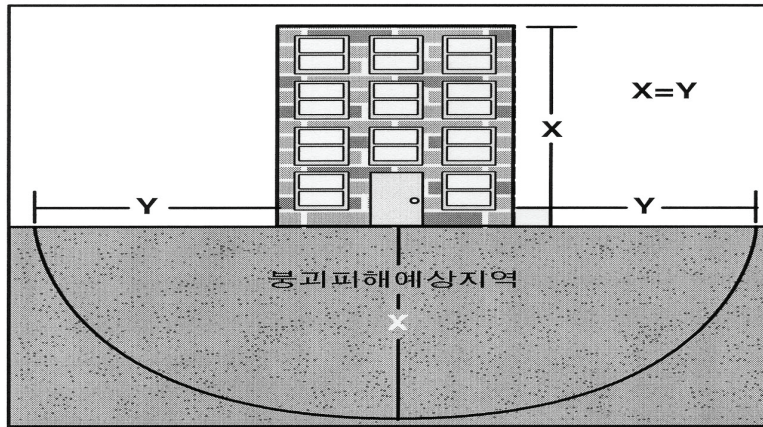
가. 공중에서의 방수활동시 유의사항

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 발생할 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 차량에

서 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 현장 지휘관의 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 찢리는 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 발생하는 보편적인 불안정한 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(鎮壓活動)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, 창문사시, 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 음료를 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 발생할 수 있다.
- (2) 비정상적인 기후로 인해 발생할 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)³⁾을 느낄 경우 신속히 지휘관에게 보고하여야 하며, 마찬가지로 현장의 지휘관들도 소속대원이 이러한 징후(Sign)⁴⁾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 100~150g 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.

3) 증상(Symptom) : 환자가 호소하는 내용을 말한다.(예 : '팔이 부러진 것 같다.')

4) 징후(Sign) : 의료인이 환자를 관찰하거나 검사함으로써 얻을 수 있는 정보를 말한다(혈압, 맥박, 호흡 등).

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 : 공기 호흡기)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 안전관리자

의 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, 방열 상·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, 겹창, 선심, 안감 등으로 구성되어 있다.

5. 공기호흡기

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

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

최근에 나온 신형의 공기호흡기는 안면 마스크를 쓴 상태에서 대기호흡을 할 수 있는 대기호흡장치가 부착되어 사용의 편리성이 한층 높아졌다.

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 하

며, 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 폭신한 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 응급처치 등의 활동이 가능하도록 한 보호복이다.

부 록

1. 소방현장안전관리지침

- 화재진압활동 안전수칙
- 화재현장 소방작전 활동 안전관리
- 구조현장 안전관리
- 구급현장 안전관리
- 소방차 출동 및 귀서시 교통사고 예방
- 소방훈련 기본안전관리

2. 교육훈련용시트(Sheet)

1. 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 붕괴(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 다음

과 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 활동하여야 한다.
- 다. 현장내부 진입하는 대원은 개인장구를 착용하고 2인1조로 행동하는 것을 원칙으로 한다.
- 라. 대원들은 화재진압·인명구조를 위한 탐색·구조에 임할 때는 지휘관(안전관리자)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 전력을 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 확정기 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 확정기나 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 안전거리를 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. 스텝지붕·플라스틱지붕에 부득이 올라갈 경우에는 사다리나 판자 등으로 받디딜 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, 형짚 등으로 표시하여 두도록 하라.
- 차. 공사중인 건축물, 벽체가 없는 골마루, 계단, 베란다에는 로프를 쳐놓고 추락방지를 피하도록 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·카바이드 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 창살과편은 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 착용 하여야 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 : 상황 파악) 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 불안정한 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 방지하고, 차량 잔해물은 안전한 곳으로 제거한다.
- (6) 사고 상황에 따른 대원들의 비상식량을 확보한다.
- (7) 로프 등 설치시 확보물의 강도확인 및 2개 이상의 지지점을 설치한다.
- (8) 스프레드시붕, 플라스틱시붕을 올라갈 경우 발 디딤에 주의하여 추락방지
- (9) 창문 등으로 진입시 창가 베란다에 있는 화분 등이 떨어지지 않도록 주의한다.
- (10) 좁은 공간에서 대원상호간 접촉, 장애물과의 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 걸착한다.
- (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 장애물에 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 걸착해야 한다.
- (5) 얼음 아래의 잠수는 반드시 입수한 곳으로 출수해야 하므로 잠수장비의 사용 시간이 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 체력상 황에 맞추어 등반한다.
- (2) 숲이 우거진 지역에서는 뱀, 독충 등에 의한 부상방지 조치를 한다.
- (3) 산악 사고 시에는 무리한 등반은 대원의 체력을 급속히 소모시키므로 체력상 황에 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. 구급원의 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. 대원의 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 대원의 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 장비계장 또는 장비반장

나. 직장교육훈련 → 기관원 교육훈련 → 연간 교육계획 수립 운용

다. 기관요원 교육

- (1) 기관원으로서의 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 조성 및 상하·동료간 원만한 동료의식을 갖도록 지도한다.
- (6) 교통사고사례 검토·연구 - 차량 유도요령의 숙지

2. 소방차량 안전운전 관리 지침

가. 기관요원의 화재출동전 안전점검수칙

- (1) 운전원은 차량 일일점검 및 수시 점검을 실시하여 출동에 지장이 없도록 한다.
- (2) 운전원은 출발전 출동인원을 점검하고 출발하여야 한다.
- (3) 운전원은 적재비품을 낙하위험이 없는가 사전점검을 하여야 한다.
- (4) 경광등 점등, 사이렌 취명에 지장이 없는가 점검하여야 한다.
- (5) 운전원은 차고에서 출발할 때에 안전하게 출발하여야 하며, 다른 출동차량에 방해를 주어서는 안 된다.

나. 긴급출동시

(1) 승차원 전원에 의한 안전운행의 확보

긴급출동시 교통사고 방지는 기관원을 비롯 탑승자 전원이 일치 협력하여 안전 운행에 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) 운전원은 차량장비 이상 유무를 확인 후 귀서해야 한다.
- (3) 운전원은 경방요원이 탑승했나 확인하고 출발해야 한다.

3. 관리자가 처리하여야 할 사항

가. 기관원의 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. 기관원 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 경방요원 전원이 이를 확인할 것

다. 주의력의 거양

긴급 주행 중에 있어서는 도처에 위험이 잠재하고 있으므로 기관원은 방어운전에 전력할 것이며 경방요원 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 기관요원과 경방요원이 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 화재 출동중이라 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. 대원

- (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

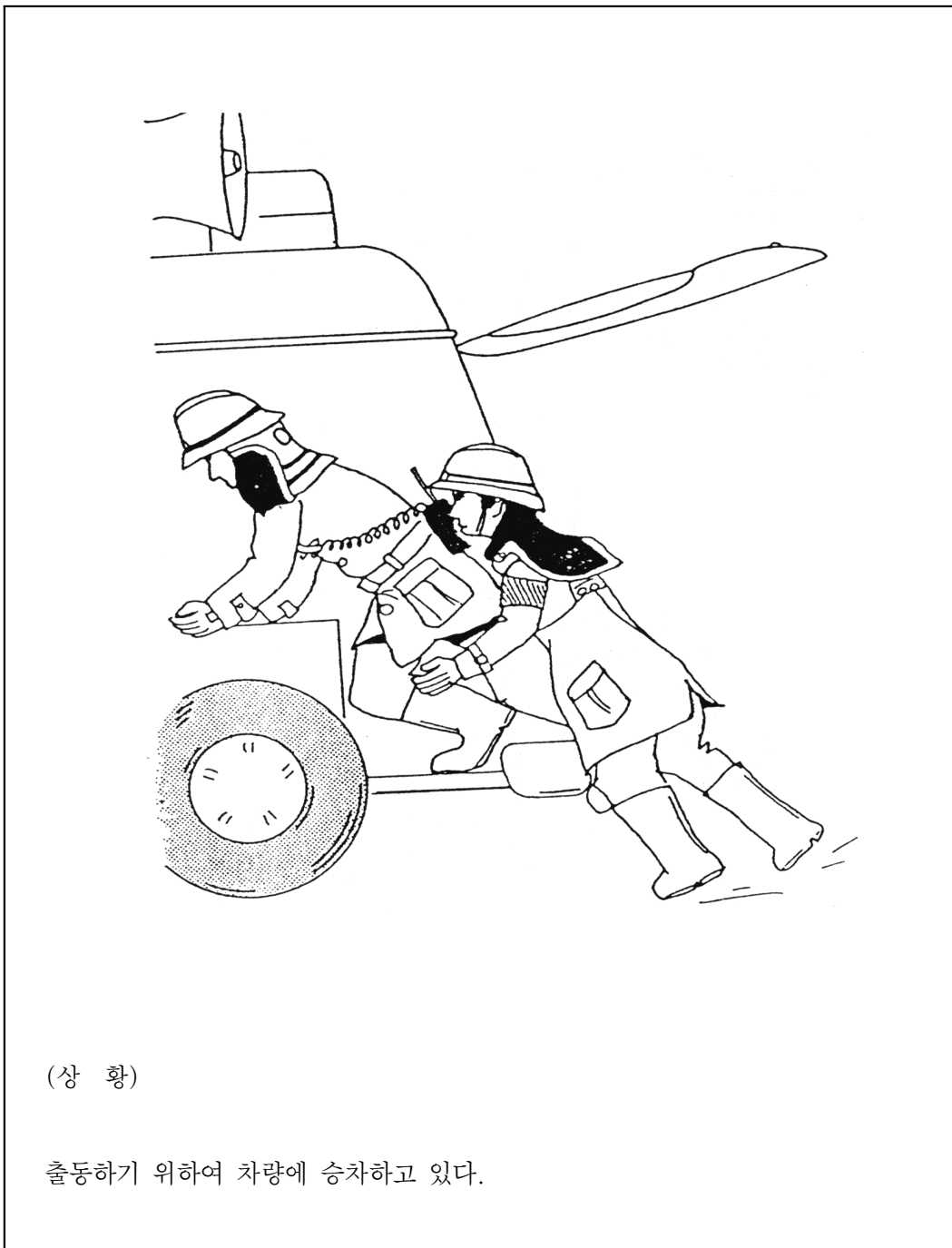
- (1) 훈련용 기재의 취급은 적정한가?
- (2) 확인구령은 부치고 있는가?
- (3) 모험적인 행동과 안전을 무시한 행동은 없는가?
- (4) 작업 공간을 확보하였는가?
- (5) 제한·금지사항은 준수하고 있는가?
- (6) 기타 전반적인 불안정한 상태는 없는가?

사. 기 타

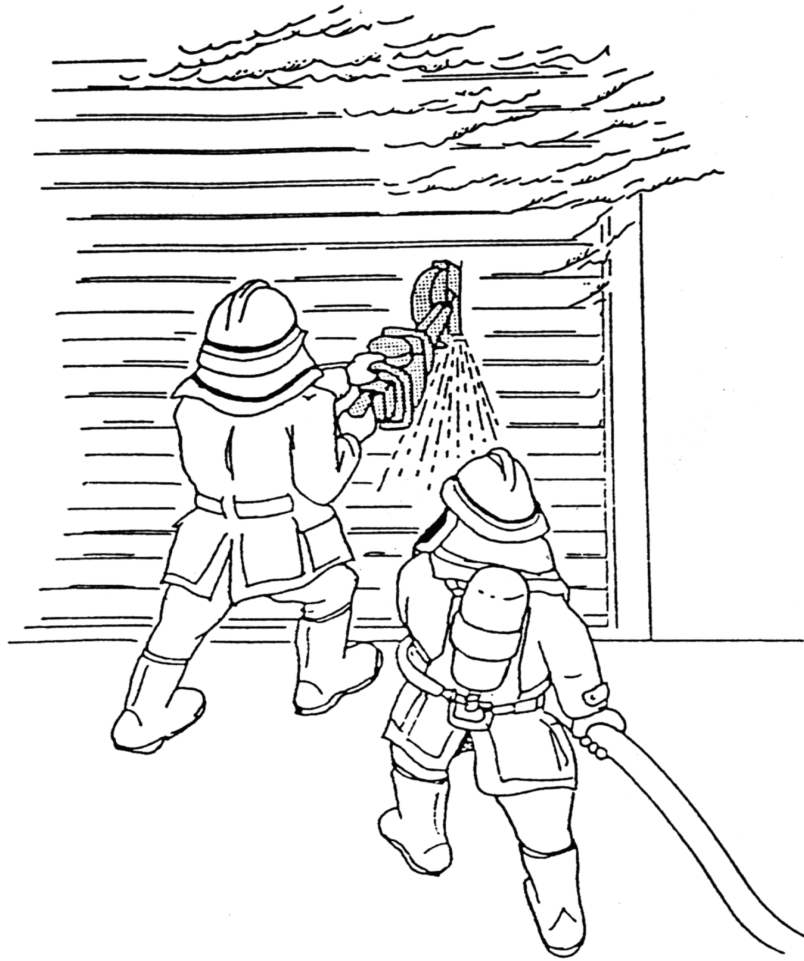
구급약품을 준비하는 등 대원 부상시 응급구호 태세가 고려되어 있는가?

2. 교육훈련용시트(Sheet)

(Sheet 1)

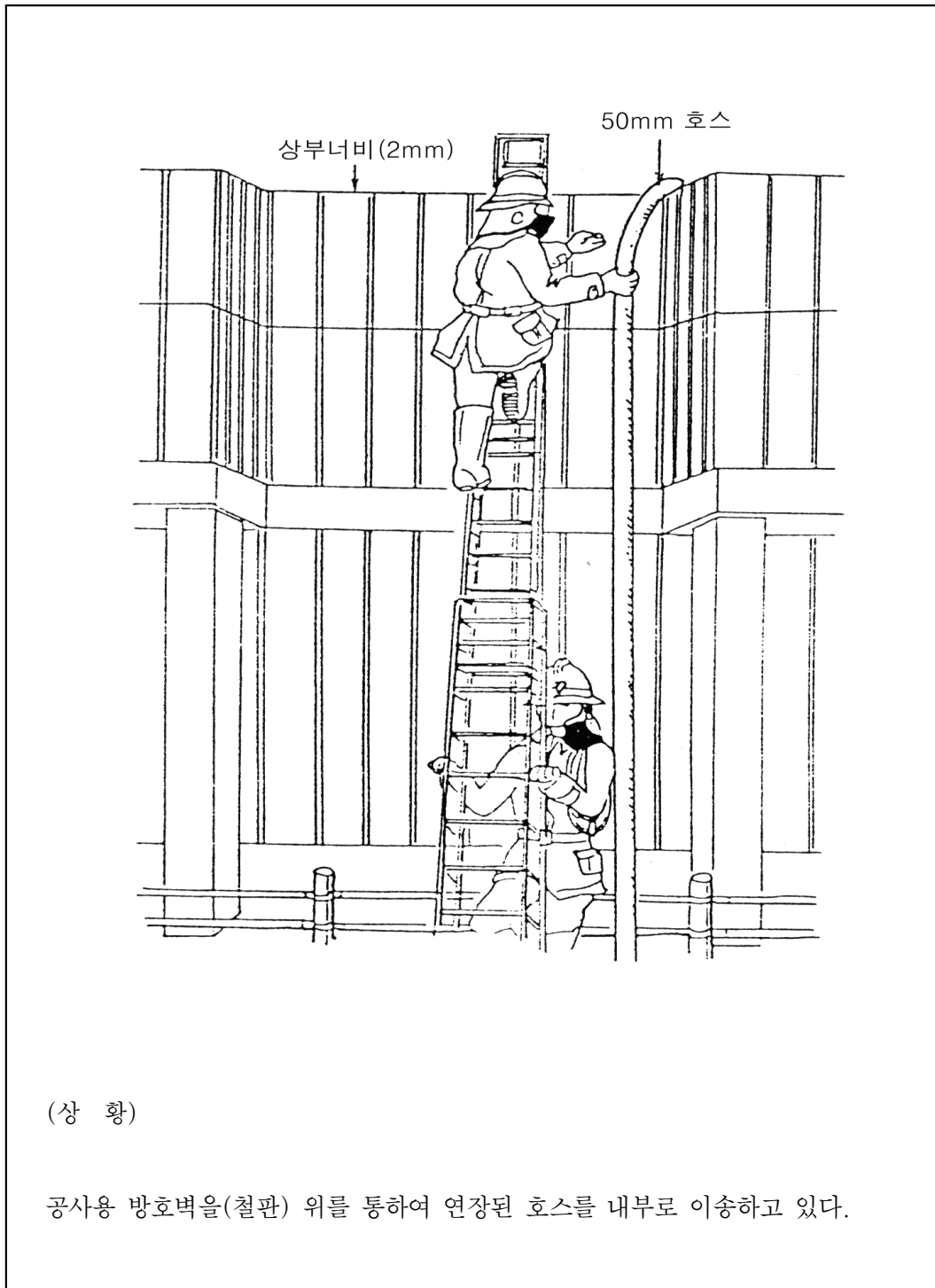


(Sheet 2)

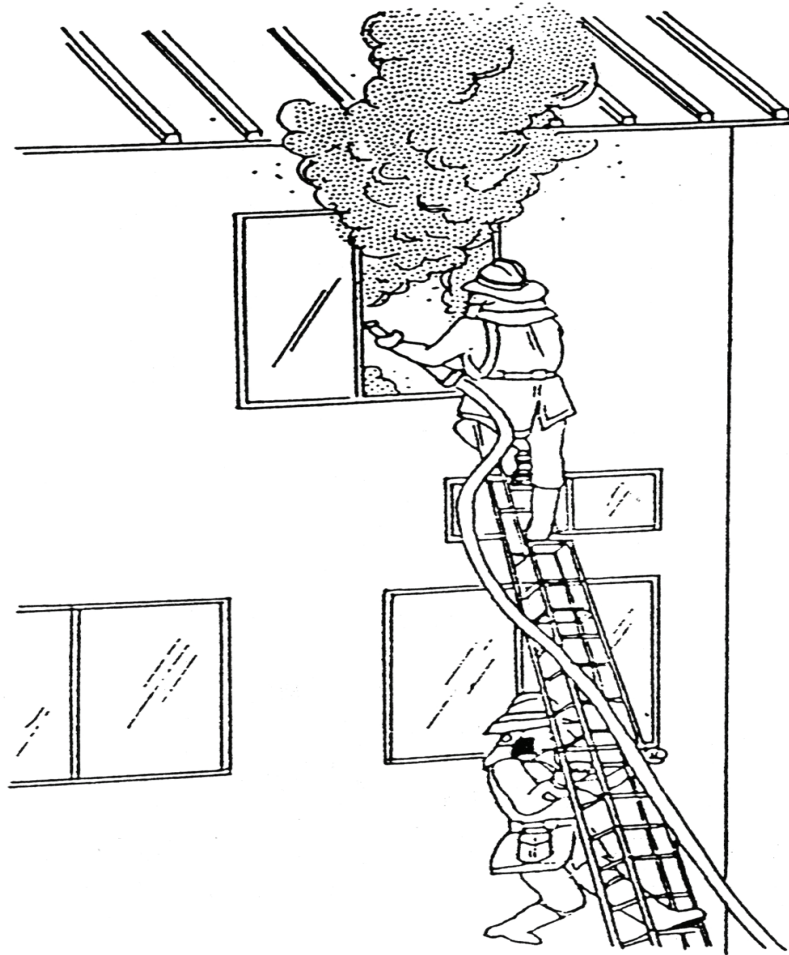


(상 황)

진입을 하기 위하여 동력절단기로 셔터를 절단하고 있다.

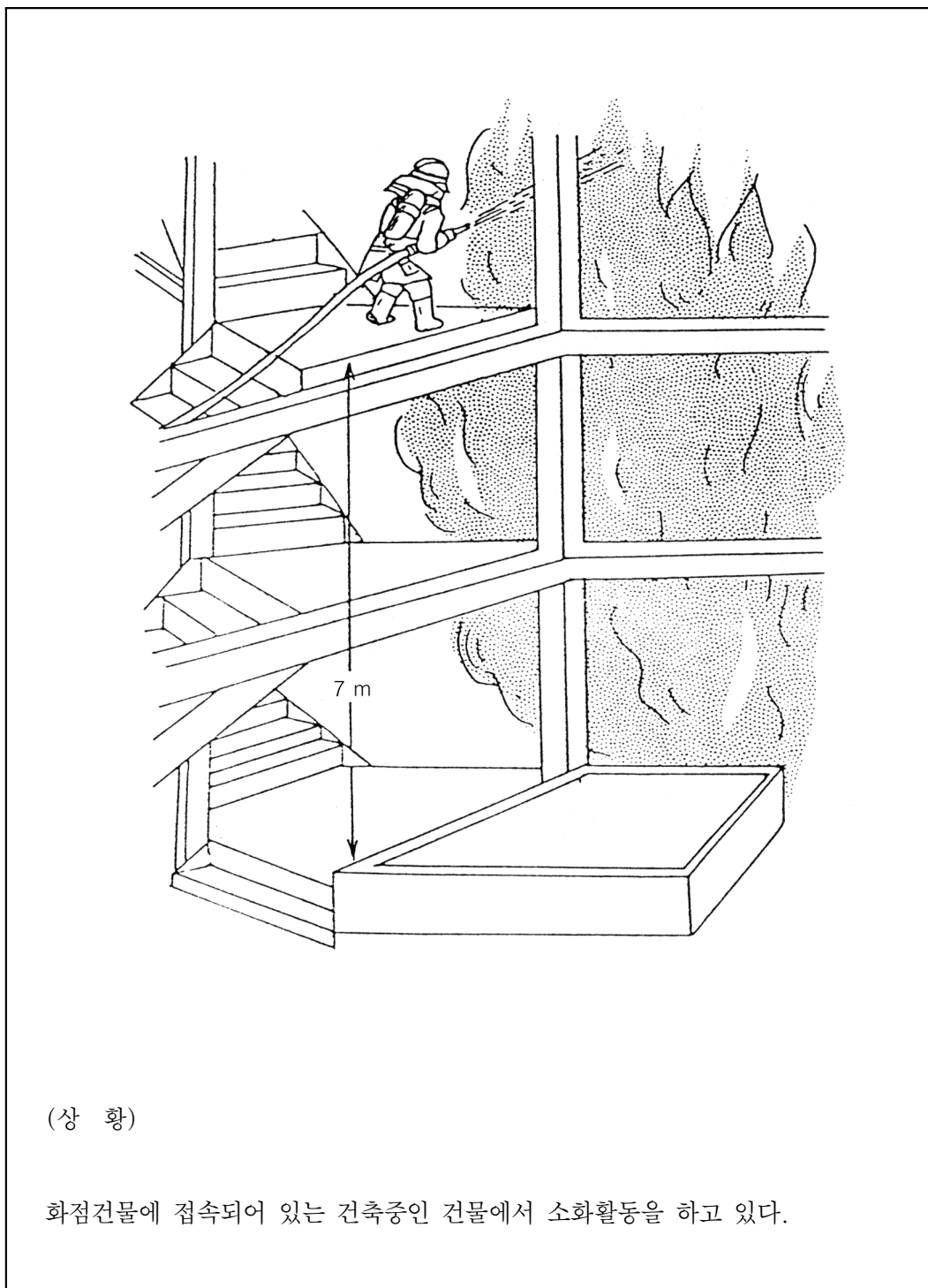


(Sheet 4)

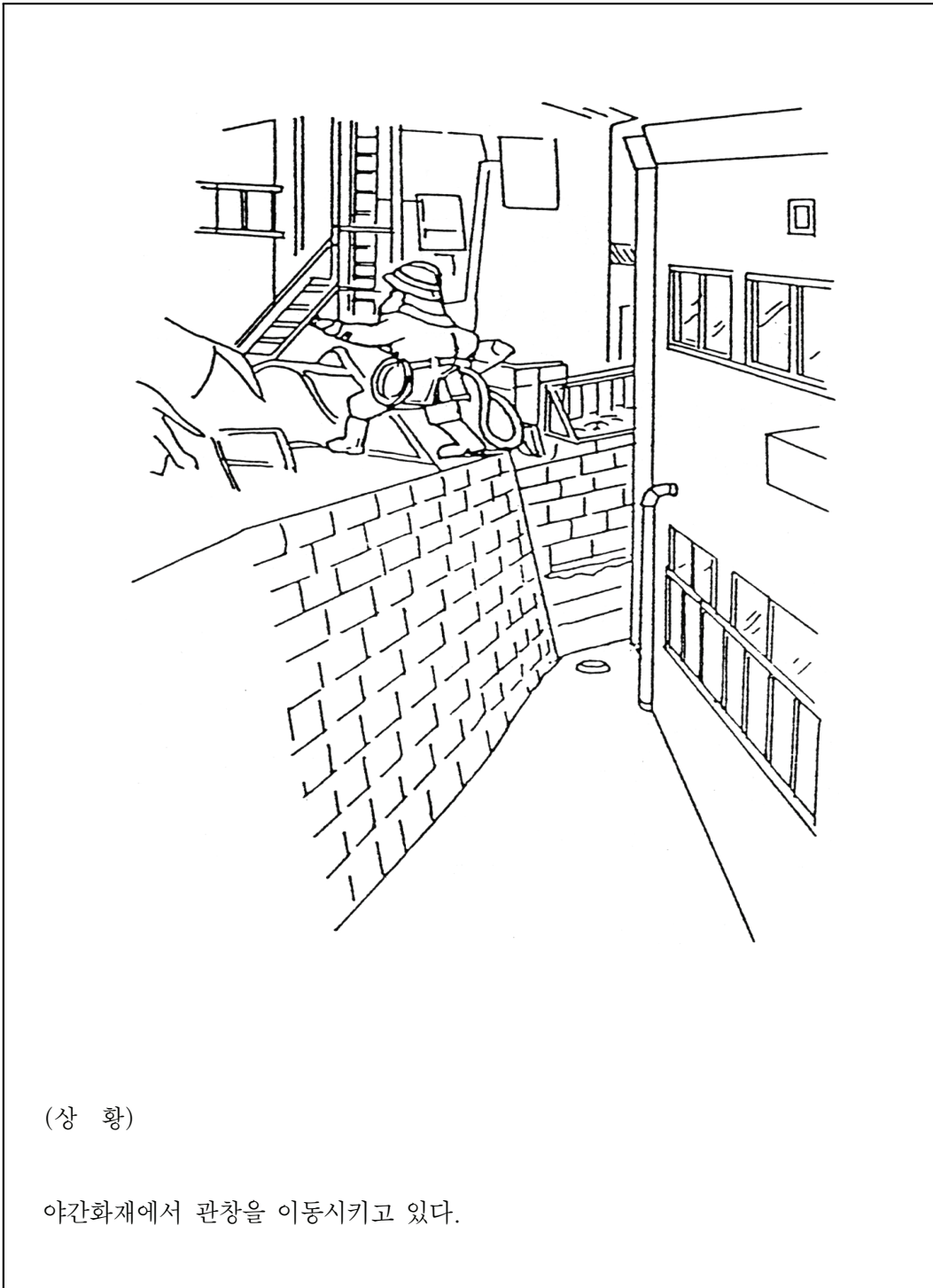


(상 황)

사다리에 오른 직후 관창으로 유리를 파괴하고 있다.

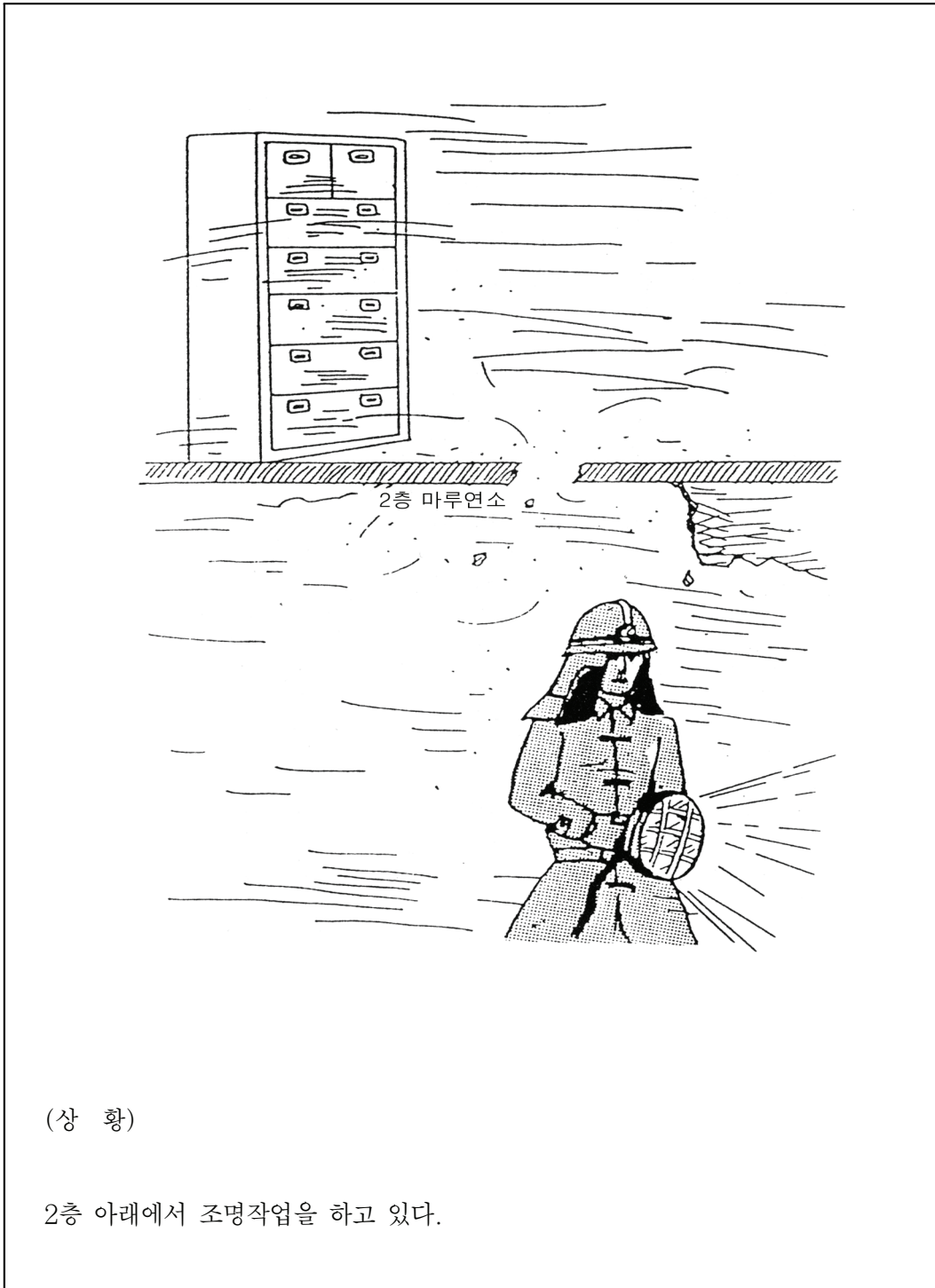


(Sheet 6)



(상 황)

야간화재에서 관창을 이동시키고 있다.

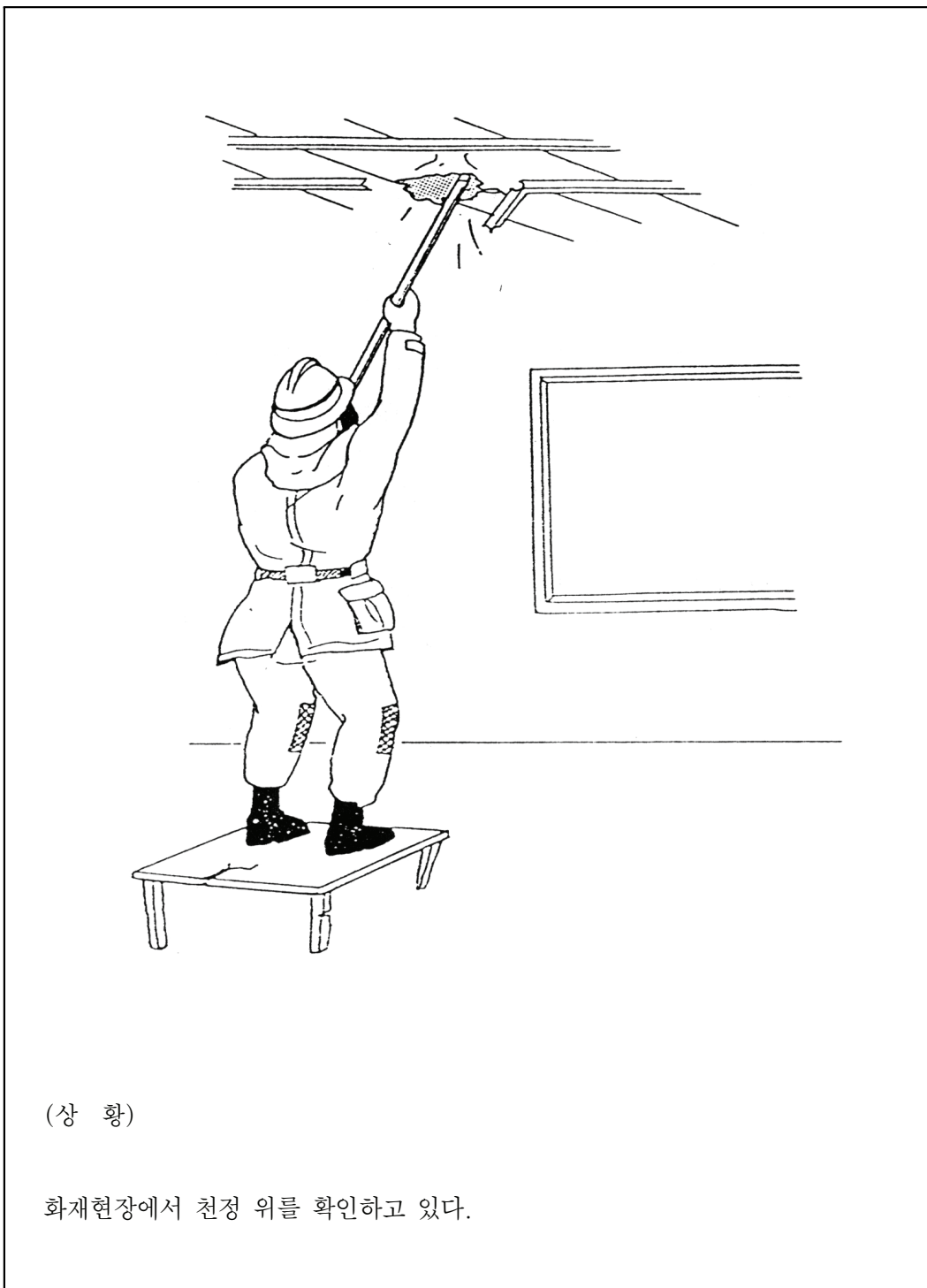


(Sheet 8)

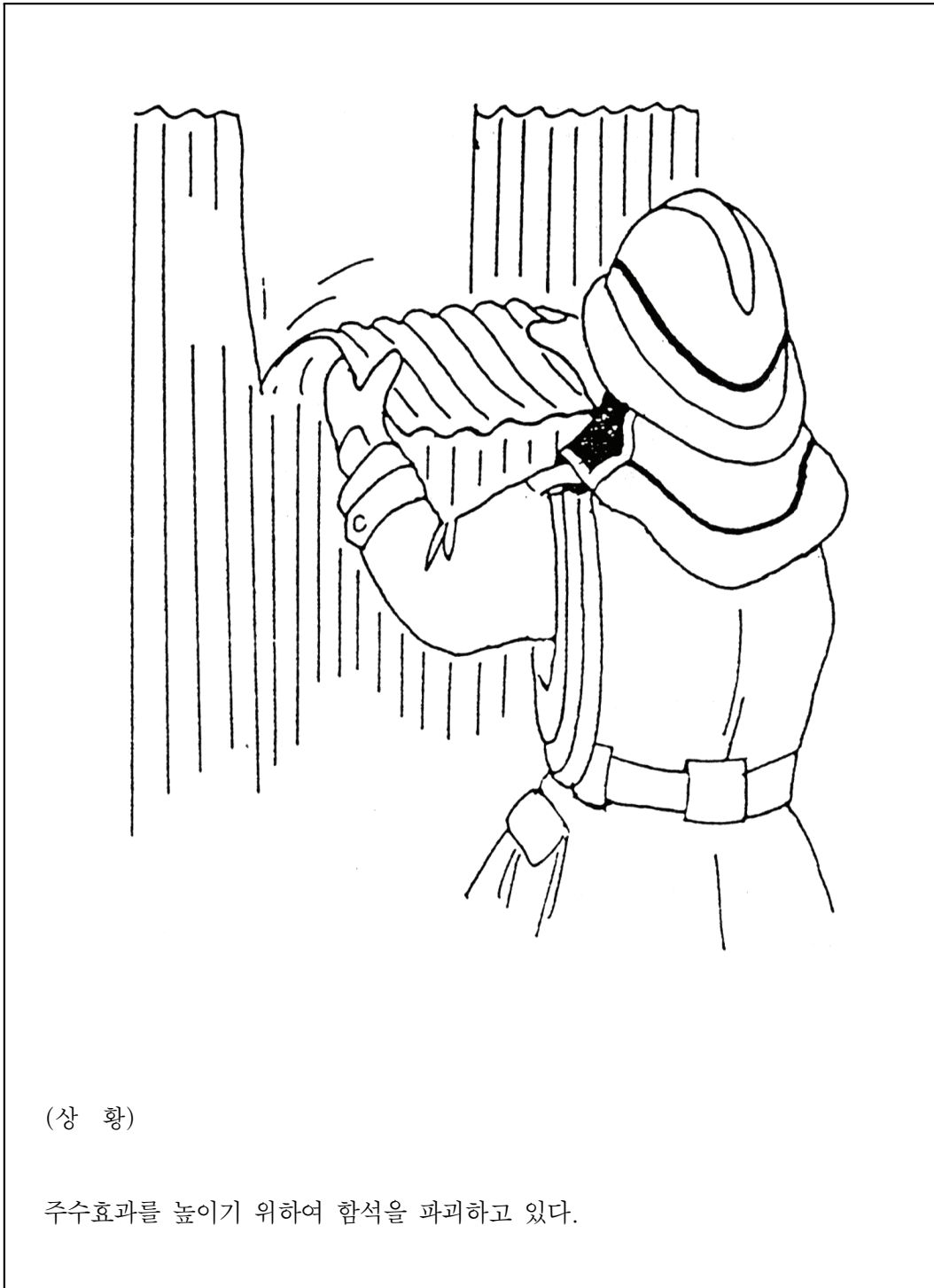


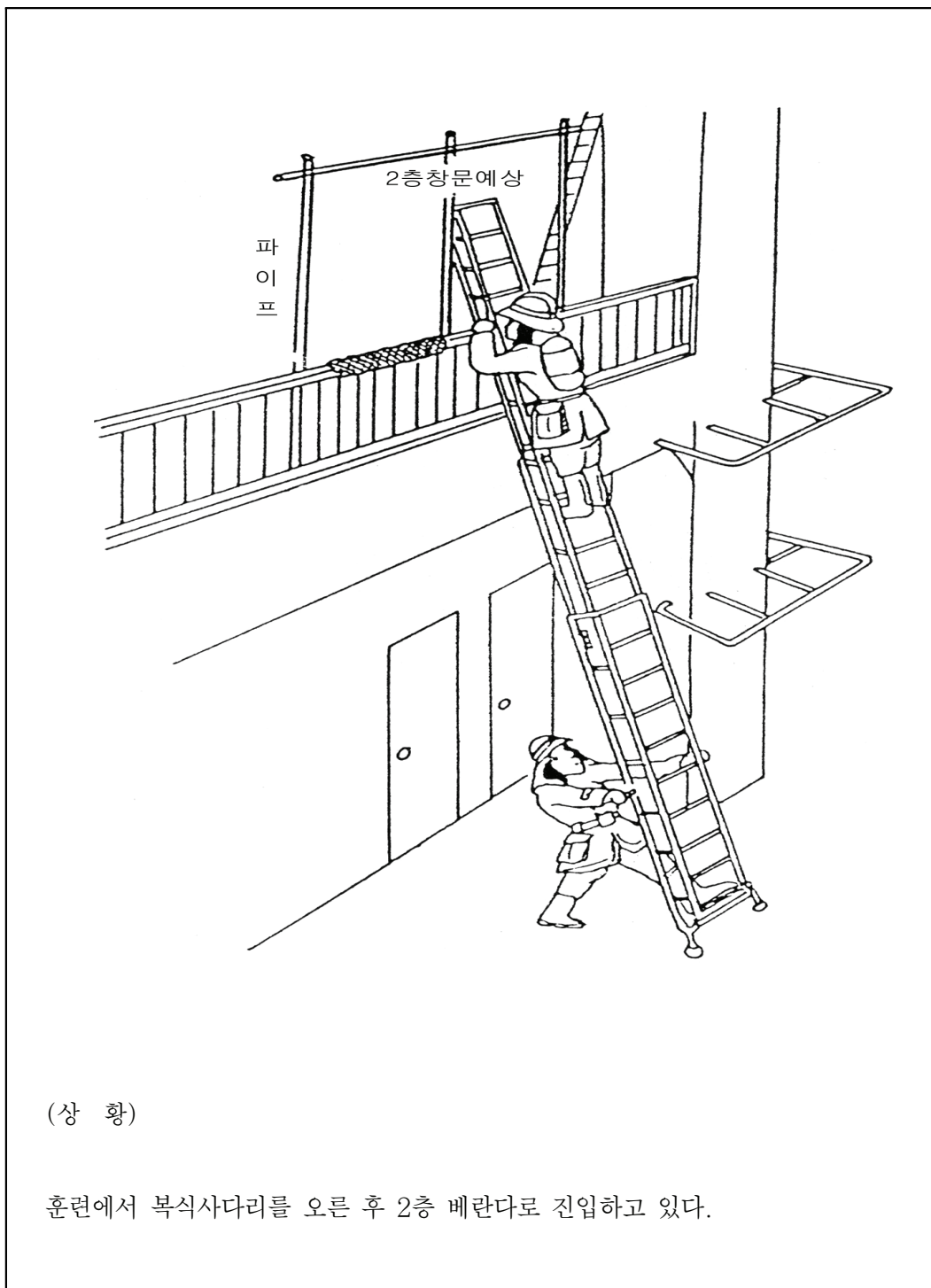
(상 황)

검색완료후 탈출을 시도하고 있다.

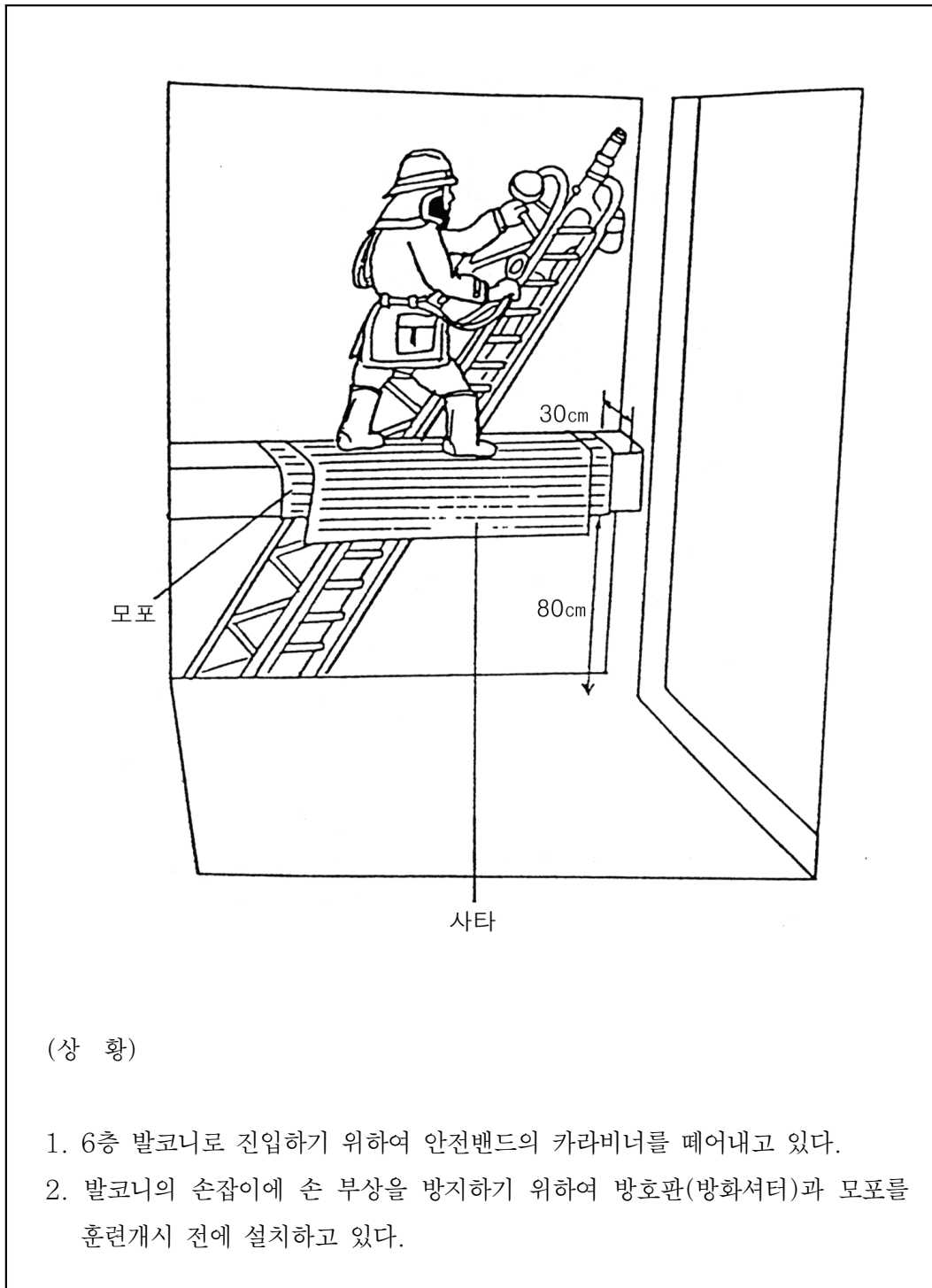


(Sheet 10)





(Sheet 12)



02

소 화 약 제

Gangwondo Fire Service Academy

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.

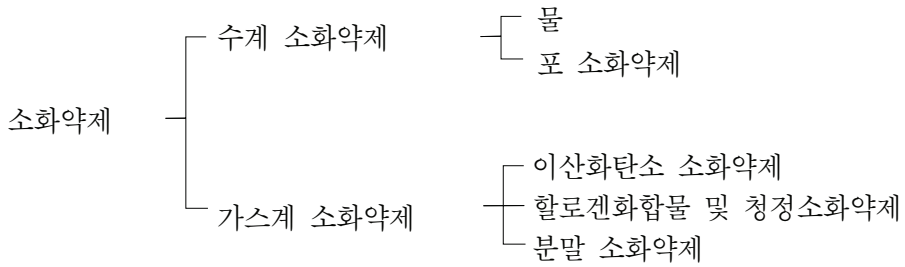
제2절 소화약제의 조건

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

특성 \ 종류	수계 소화약제		가스계 소화약제		
	물	포	이산화탄소	할로젠화합물	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(화재안전 기준 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

제2장 소화약제로서의 물

제1절 개요

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 냉각 효과가 우수하며, 펌프, 파이프, 호스 등을 사용하여 쉽게 운송할 수 있기 때문이다.

그러나 사용 후 2차 피해인 수손이 발생하고 추운 곳에서는 사용할 수 없는 단점도 있다. 특별한 경우를 제외하고는 주로 일반화재(A급 화재)에만 사용된다.

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 0.001044 l/g, 1.673 l/g)

〈표 3〉 물질의 용융열과 증발 잠열

물질명	용융열 (cal/g)	증발 잠열 (cal/g)	물질명	용융열 (cal/g)	증발 잠열 (cal/g)
물	79.7	539.6	에틸알코올	24.9	204.0
아세톤	23.4	124.5	납	5.4	222.6
벤젠	30.1	94.3	파라핀왁스	35.0	-
사염화탄소	4.1	46.3	LPG	-	98.0

〈표 4〉 물질의 비열

물 질 명	비열(cal/g · °C)	물 질 명	비열(cal/g · °C)
물(얼음, 0°C)	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 늬	0.217	수 은	0.033
부 탄	0.549	나 무	0.420

- ⑥ 1atm에서 물의 빙점(융점)은 0°C, 비점은 100°C이다. 이들 값은 압력에 따라 변한다.
- ⑦ 물의 비중은 1atm을 기준으로 4°C일 때 0.999972로 가장 무거우며 4°C보다 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 1kg/cm²의 압력 증가에 평균 3.0×10⁻¹⁰ ~ 5.0×10⁻¹⁰씩 부피가 감소한다.
- ⑨ 물의 점도는 1atm, 20°C에서 1.0cP(1centipoise=0.01g/cm · sec)이며 온도가 올라가면 점도는 작아진다(50°C에서는 0.55cP).
- ⑩ 물의 표면 장력은 20°C에서 72.75dyne/cm이며 온도가 상승하면 표면 장력은 작아진다(40°C에서는 69.48dyne/cm).

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 ~ 6mm 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 ~ 1.0mm 정도이다. 소화 효과의 측면

에서 본 최저 입경은 열전달과 물방울의 최대 속도와의 관계로부터 이론적으로 유도해보면 0.35mm 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 에멀전 효과에 의해 소화가 가능하다. 에멀전 효과란 물의 미립자가 기름의 연소면을 두드려서 표면을 물과 기름이 섞인 유화상으로 만들어 기름의 증발 능력을 떨어뜨려 연소성을 상실시키는 효과로, 에멀전 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 에틸렌글리콜(ethylene glycol, $C_2H_4(OH)_2$)을 가장 많이 사용하고 있다.

나. 증점제

물은 유동성이 크기 때문에 소화 대상물에 장시간 부착되어 있지 못하다. 따라서 화재에 방사되는 물소화약제의 가연물에 대한 접촉성질을 강화시키기 위하여 첨가하는 물질을 증점제라 하며, 물의 사용량을 줄일 수 있고 높은 장소(공중 소화)에서 사용시 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 $-26^{\circ}C \sim -30^{\circ}C$ 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 $1.25\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, 수소의 $3.41\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ 를 제외하고는 천연 물질 중에서 가장 크고 기화열(539cal/g)도 모든 액체 중에서 가장 크다. 따라서 물의 소화 효과 중 가장 대표적인 것은 냉각 효과이다.

2. 질식 효과(smothering effect)

100°C 의 물이 100°C 의 수증기로 변하면 체적이 약 1,700배 정도 늘어나 화재 현장의 공기를 대체하거나 희석시켜 질식 효과를 나타낸다. 만약 발생한 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 소화소요되는 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 특수 화재와 물

물은 가장 널리 사용되는 소화약제이지만 몇 가지 가연물의 화재에 대해서는 그 사용을 금지하거나 또는 주의를 해야 한다.

1. 화학 제품

일반적으로 카바이드, 과산화물 등과 같은 화공 약품은 물과 반응하여 가연성 가스와 열이 발생되기 때문에 화재 시 물을 사용해서는 안 된다. 생석회와 같은 물질이 물에 젖은 경우 열이 축적되어서 일정 시간 후에 자연 발화가 일어날 수도 있다.

2. 가연성 금속

일반적으로 K, Na, Mg, Al, Ti, Ca, Zn 등의 가연성 금속은 대부분 물과 만나면 수소 가스와 같은 가연성 가스를 발생시킨다. 따라서 이들의 화재 시 물을 사용하면 오히려 화재가 확대된다. 특히 화염의 온도가 높은 경우에는 이와 같은 현상이 두드러지게 나타난다.

3. 방사성 금속

방사성 금속의 화재에는 물을 연속적으로 사용해서는 안 된다. 만약 물을 사용했을 경우에 방사능에 오염된 물의 처리는 단순한 문제가 아니다.

4. 가스

가스화재에서 물은 일반적으로 과열된 탱크의 온도를 낮추기 위해 가스의 누출 및 폭발을 방지하기 위하여 사용된다. 만약 가스가 물에 녹는 경우에는 물을 무상으로 분사하여 가연성 가스의 농도를 희석시켜 화재를 억제하거나 소화하기 위해서도 사용한다.

제3장 포(泡) 소화약제

제1절 개요

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 수용액과 공기를 교반·혼합하여 공기를 핵으로 하는 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 효과적이거나 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 발생하는 탄산가스를 핵으로 한 포이고, 공기포(air foam)는 물과 약제의 혼합액의 흐름에 공기를 붙여 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, 중팽창

포, 고펡창포로 나눌 수 있다.

우리나라는 팽창비가 20미만인 저팽창포와 80이상인 고펡창포의 2가지로 구분하고 있다. 저팽창포에는 단백포, 불화단백포, 합성계면활성제포, 수성막포, 내알코올포가 있고, 고펡창포에는 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. 개요

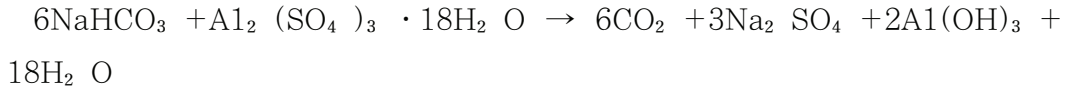
화학포는 2가지의 소화약제가 화학 반응을 일으켜 생성되는 기체(이산화탄소)를 핵으로 하는 포이다. 우리나라에서는 이 약제를 사용한 소화기가 가장 먼저 보급되었다. 이 소화기는 구조가 간단하고 고장이 없고, 조작이 간편하여 사용하기 쉽고, 소화 효과가 우수하기 때문에 널리 보급되어 사용되었으나, 동결이 잘 되고(응고점 : -5℃) 약제의 부식성, 발포 장치의 복잡성 등의 문제점 때문에 소방시설의 설치·유지 및 위험물제조소등의 기준 등에 관한 규칙(내무부령 제419호, 1984. 8. 16)에 의해 사용을 인정하지 않고 있다.

나. 성분 및 특성

화학포는 A약제인 탄산수소나트륨(중조 또는 중탄산나트륨, NaHCO_3)과 B약제인 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)의 수용액에 발포제와 안정제 및 방부제를 첨가하여 제조

한다.

이들 두 약제의 화학 반응식은 다음과 같다.



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 교반시키면서 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 단백질계와 계면활성제계로 나누어지며 단백질계에는 단백질포 소화약제, 불화 단백질포 소화약제, 계면활성제계에는 합성계면활성제포 소화약제, 수성막포 소화약제, 내알코올포(수용성액체용포) 소화약제가 있다.

제3절 공기포 소화약제

1. 단백질 소화약제(protein foaming agents)

동물성 단백질인 동물의 피, 땀, 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 사용시에 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 단백질과 수성막포의 단점을 보완한 약제로, 유동성과 내유염성(耐油染性 : 포가 기름으로 오염되기 어려운 성질)이 나쁜 단백질의 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 걸들게 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 단백질 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 고폽창포까지 넓게 사용되고 있다. 고폽창포로 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. 단백질 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 냉각 작용이 우수하다. 대표적으로 미국 3M사의 라이트 워터(Light Water)라는 상품명제의 제품이 많이 팔리고 있는데 유면에 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 끓

는 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 적용되는 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($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)과 같이 극성이 크고 탄소수가 작은 것은 소화가 용이하나, 부탄올($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) 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 적용 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 화제가 격해지지만 특히 ①

의 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

화재의 종류 \ 포의 종류	단백포	불화단백포	계면활성제포	수성막포
저장탱크 화재	○	○		
저장탱크 화재(SSJ*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.

제4장 이산화탄소 소화약제

제1절 개요

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 57.8kg/cm²·G(-18℃에서 20.4kg/cm²·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℃)	$3.60 \times 10^{-5} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$
기체밀도 (0℃, 1atm)	1.976g/ℓ	굴절률	1.000449
승화점 (1atm)	-78.50℃	정압비열 (Cp)(0℃, 1atm)	0.199cal/g · °C
임계온도(Tc)	31.35℃	정적비열 (Cv)(0℃, 1atm)	0.153cal/g · °C
임계압력(Pc)	72.9kg/cm ²	증발잠열 (0℃, 35.54kg/cm ²)	56.13cal/g · °C
삼중점	5.1kg/cm ² , -56.7℃	액체밀도 (0℃, 50kg/cm ²)	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 CO₂ concentration)는 이론적으로 구한 최소 소화 농도(theoretical minimum CO₂ 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 CO₂의 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 침투되기 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 CO₂ 를 분해시키는 반응성이 큰 금속(Na, K, Mg, Ti, Zr 등)과 금속수소화물 (LiH, NaH, CaH₂)
- 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 ₂ 의 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 CO₂ 소화 설비를 작동시킬 경우 실내의 CO₂ 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 상대적 산소농도에 기인하여 위험을 초래하는 기체임을 알 수 있다.

제5장 할로겐화합물 소화약제

제1절 개요

1. 개요

할로겐화합물 소화약제는 지방족 탄화수소인 메탄, 에탄 등에서 분자 내의 수소 일부 또는 전부가 할로겐족 원소(F, Cl, Br, I)로 치환된 화합물을 말하며 일명으로 Halon(**H**alogenated **H**ydrocarbon의 준말)이라고 부르고 있다.

이 소화약제는 다른 소화약제와는 달리 연소의 4요소 중의 하나인 연쇄반응을 차단시켜 화재를 소화한다. 이러한 소화를 부족매소화 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 나타나

지 않는다는 단점이 있다. Halon 번호를 보고 남아 있는 수소 원자의 개수를 계산하는 것은 포화탄화수소가 가지고 있는 수소의 수 $[(\text{탄소수} \times 2) + 2]$ 에서 치환된 할로겐족 원소의 합인 나머지 숫자를 빼면 된다.

$$\text{수소 원자의 수} = (\text{첫번째 숫자} \times 2) + 2 - \text{나머지 숫자의 합}$$

예를 들면 Halon 1001(CH₃Br)의 경우에 치환되지 않은 수소 원자의 수는 $(1 \times 2) + 2 - 1 = 3$ 이다.

〈표 10〉 대표적인 할로겐화합물 소화약제와 Halon 번호

명 칭	분 자 식	Halon No.
Methylbromide	CH ₃ Br	1001
Methyliodide	CH ₃ I	10001
Bromochloromethane	CH ₂ ClBr	1011
Dibromodifluoromethane	CF ₂ Br ₂	1202
Bromochlorodifluoromethane	CF ₂ ClBr	1211
Bromotrifluoromethane	CF ₃ Br	1301
Carbontetrachloride	CCl ₄	104
Dibromotetrafluoroethane	C ₂ F ₄ Br ₂	2402

3. 구조

Halon은 지방족 탄화수소인 메탄(CH₄)이나 에탄(C₂H₆) 등의 수소 원자 일부 또는 전부가 할로겐 원소(F, Cl, Br, I)로 치환된 화합물로 이들의 물리·화학적 성질은 메탄이나 에탄과는 판이하게 다르다.

예를 들면 메탄은 가볍고, 인화성이 강한 기체이지만 사불화탄소(CF₄)는 기체이면서 화학적으로 불활성이고 인화성이 없으며 독성도 아주 낮은 물질이다. 또한 사염화탄소(CCl₄)는 증발성 액체로 인화성이 없어 그의 독성에도 불구하고 오랫동안 소화약제로 사용되어 왔다.

불소는 주기율표상 오른쪽 상단에 위치하며 가장 전기 음성도가 큰 물질이다. 따라

서 이 물질이 다른 물질과 결합할 경우 결합에 관여한 전자를 강하게 잡아당기기 때문에 결합 길어도 짧고 결합력도 강해진다.

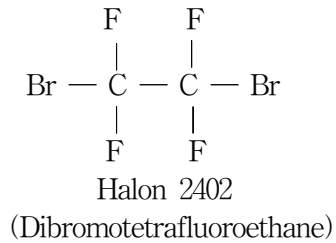
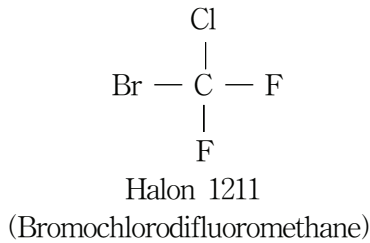
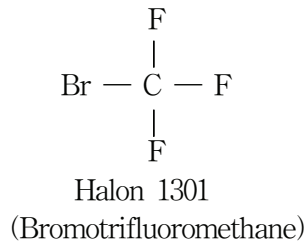
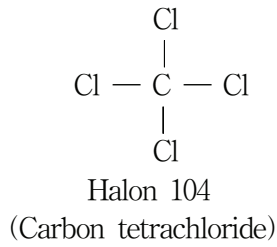
전기 음성도가 크다는 것은 다른 원소를 산화시키는 힘이 크다는 것을 의미한다. 따라서 불소는 모든 원소 중에서 산화력이 가장 크다. 그러므로 불소가 함유되어 있는 Halon은 연료로 사용되는 메탄과는 정반대로 중심 탄소가 산화되어 있는 상태이기 때문에 불연성이며 대기 중에서도 잘 분해되지 않는 안정된 물질이다.

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 소화 효과를 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

특징 \ 할로겐 원소	불소	염소	브롬
안정성	강화	-	-
독성	감소	강화	강화
비점	감소	강화	강화
열안정성	강화	감소	감소
소화효과	-	강화	강화



[그림 2] 대표적인 할로겐화합물 소화약제의 구조식

제2절 종류 및 특성

〈표 10〉에 나타난 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 소화기 용으로는 사용하지 않는다.

이들 4가지 할로겐화합물 소화약제의 개략적인 물성을 살펴보면 〈표 12〉와 같다.

〈표 12〉 할로겐화합물 소화약제의 개략적인 물성

특성 \ 종류	Halon 1301	Halon 1211	Halon 2402
분자식	CF ₃ Br	CF ₂ BrCl	C ₂ F ₄ Br ₂
분자량	148.9	165.4	259.8
비점(°C, 1atm)	-57.8	-3.4	47.3
빙점(°C)	-168.0	-160.5	-110.5
임계온도(°C)	67.0	153.8	214.5
임계압력(atm)	39.1	41.8	34.0
증발잠열(cal/g, 비점)	28.4	32.3	25.0
액체점도(cP, 25°C)	0.16	0.34	0.72
액체비열(cal/g · °C, 25°C)	0.19	0.18	0.18
액체비중(20°C)	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 공기중의 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.

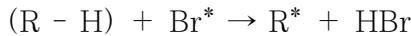
현재까지 정설로 여기고 있는 Halon의 화학적 소화 기구는 다음과 같다. Halon이 연소의 연쇄 반응(chain reaction)을 차단시키거나 방해 또는 억제하는 반응 기구에는 자유활성기 이론(free radical theory)과 이온 이론(ionic theory)의 두 가지가 있는데 Halon 1301을 예로 설명하면 다음과 같다.

1. 자유활성기 이론(free radical theory)

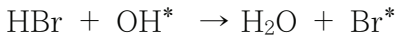
① Halon은 화염 속에서 다음 식과 같이 열분해 되어 두 개의 활성기로 나누어진다.



② 분리된 Br^* 은 가연 물질(R-H)과 다음과 같이 반응한다.



③ HBr은 반응 영역에서 활성화된 수산기(OH^*)와 반응한다.



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 심부화재에 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, CaH₂, LiAH₄ 등)
- ④ 유기과산화물, 히드라진(N₂H₄)과 같이 스스로 발열 분해하는 화학제품

제5절 소화 농도

이산화탄소는 질식 효과에 의해 소화하기 때문에 소화에 필요한 농도가 매우 높은 편이나(소화에 필요한 CO₂의 설계 농도 : 34 ~ 75vol% 정도) Halon의 경우는 화학적 억제효과에 의해 소화하기 때문에 소화에 필요한 최소 농도는 CO₂ 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

할로젠화합물은 할로젠 원소의 독특한 특성 때문에 독성이 거의 없는 안정된 화합물을 형성한다. 이러한 장점 때문에 할로젠화합물은 냉매, 세정제, 발포제, 분사 추진제, 용제, 소화제 등으로 널리 사용되어 과학 기술의 발전에 크게 기여한 물질의 하나로 평가받고 있다. 그러나 1980년대 이후 일부 할로젠화합물이 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 할로젠화합물로 알려진 CFCs (chlorofluoro carbons, 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.

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 청정 소화약제이다.

제7절 청정 소화약제

1. 개요

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 불활성 기체로서 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 조작성이 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 소화 에 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-22b1, 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 ₄ F ₁₀ (Perfluorobutane)
HCFC BLEND A	NAF S - III	CHCl ₂ CF 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 ₂ CF ₃ (Pentafluoroethane)
HFC - 227ea	FM - 200	CF ₃ CHFCF ₃ (Heptafluoropropane)
HFC - 23	FE - 13	CHF ₃ (Trifluoromethane)
HFC - 236fa	FE - 36	CF ₃ CH ₂ CF ₃
FIC - 13I1	Triiodide	CF ₃ I
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°C 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°C 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 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ 의 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°C 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 대체 물질은 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°C 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-engineered 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 대체한 형태이며 대기 중 수명이 1.15일에 불과하고 GWP가 1이하, 계산상 ODP가 0.008이하

로 추정된다. CF3I의 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 (°C)	밀도 (g/ml)	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°C)	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		0.00166 1		37.5
IG-100	NN100	28.0		0.00116 5		33.6
IG-541	Inergen	34.3		0.00143 4		29.1
IG-55	Argonite	34.0		0.00141 2		32.3

〈표 16〉 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

$$* \text{GWP(지구온난화지수)} = \frac{\text{물질 1kg이 기여하는 온난화 정도}}{\text{CFC-11 1kg이 기여하는 온난화 정도}}$$

$$* \text{ODP(오존파괴지수)} = \frac{\text{어떤 물질 1kg이 파괴하는 오존량}}{\text{CFC-11 1kg이 파괴하는 오존량}}$$

* 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 Concentration) : 반수(半數) 치사농도(ppm)

제6장 분말 소화약제

제1절 개요

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_2 의 압력)으로 분출시켜 소화하는 약제이다.

사용되는 분말의 입도는 $10 \sim 70\mu m$ 범위이며 최적의 소화효과를 나타내는 입도는 $20 \sim 25\mu m$ 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 유류 화재와 전기화재에 효과적이거나 제3종 분말 소화약제의 경우는 유류화재, 전기화재는 물론 일반화재에도 효과가 있다.

제2절 종류 및 특성

분말 소화약제는 적용 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 나눈다.

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 14〉 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 (Potassium bicarbonate)	KHCO ₃	담회색	B급, C급
제3종 분말	제1인산암모늄 (Monoammonium phosphate)	NH ₄ H ₂ PO ₄	담홍색 (또는 황색)	A급, B급, C급
제4종 분말	탄산수소칼륨과 요소와의 반응물 (Urea-based potassium bicarbonate)	KC ₂ N ₂ H ₃ O ₃	회색	B급, C급

〈표 15〉 분말 소화약제 주성분의 성상

항목 \ 성분	탄산수소나트륨	탄산수소칼륨	제1인산암모늄
분 자 식	NaHCO ₃	KHCO ₃	NH ₄ H ₂ PO 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

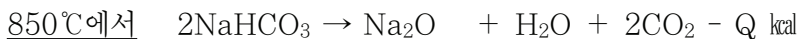
탄산수소나트륨(NaHCO₃)을 주성분으로 하고 이들이 습기에 의해 고화되는 현상을 막기 위해 금속의 스테아린산염이나 실리콘 수지로 표면 처리(방습처리)하고 분말의 유동성을 높여 주기 위하여 탄산마그네슘(MgCO₃), 인산삼칼슘(Ca₃(PO₄)₂) 등의 분산제를 첨가한 약제로 백색으로 착색되어 있다.

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.



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 $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K} > \text{Na} > \text{Li}$ 의 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.



3. 제3종 분말 소화약제

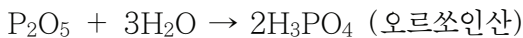
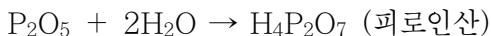
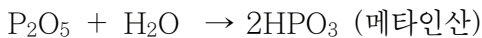
가. 개요

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.

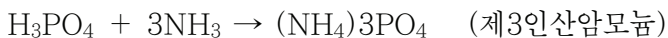
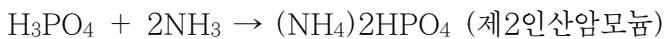
주성분은 알칼리성의 제1인산암모늄($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) (중탄산칼륨과 중탄산나트륨은 산성염)이며, 이의 개략적인 성상은 <표 15>와 같으며 약제는 담홍색으로 착색되어 있다.

제1인산암모늄에 대하여 좀 더 자세히 알아보면 다음과 같다.

인산은 물과의 결합 정도에 따라 메타인산, 피로인산, 오르쏘인산의 3가지로 나누어진다. 이것을 수화(水和)된 정도에 따라 구별해 보면 다음과 같다.



수화된 정도가 낮을수록 고온에서 안정하며 이 중에서 수화의 정도가 가장 낮은 메타인산(HPO_3)은 유리와 같이 용융하나 잘 용해되지 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.



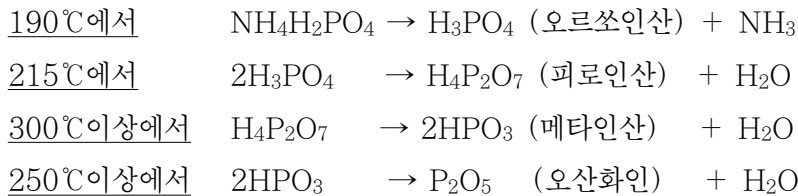
나. 소화 효과

소화 효과는

- ① 열분해시 흡열 반응에 의한 냉각 효과,
- ② 열분해시 발생하는 불연성 가스(NH_3 , H_2O 등)에 의한 질식 효과,
- ③ 반응 과정에서 생성된 메타인산(HPO_3)의 방진 효과,
- ④ 열분해시 유리된 NH_4^+ 와 분말 표면의 흡착에 의한 부촉매 효과,
- ⑤ 분말 운무에 의한 열방사의 차단 효과,
- ⑥ 오르쏘인산에 의한 섬유소의 탈수·탄화 작용 등이다.

제1인산암모늄은 열에 불안정하며 150°C 정도에서 열분해가 시작된다.

열분해 반응식은 다음과 같다.



제3종 분말 소화약제는 다른 분말 소화약제와 달리 A급 화재에도 적용할 수 있으며 그 이유는 다음과 같다.

- ① 제1인산암모늄이 열분해 될 때 생성되는 오르쏘인산이 목재, 섬유, 종이 등을 구성하고 있는 섬유소를 탈수 탄화시켜 난연성의 탄소와 물로 변화시키기 때문에 연소 반응이 중단된다.
- ② 섬유소를 탈수·탄화시킨 오르쏘인산은 다시 고온에서 위의 반응식과 같이 열분해 되어 최종적으로 가장 안정된 유리상의 메타인산(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($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)와의 반응물($\text{KC}_2\text{N}_2\text{H}_3\text{O}_3$)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 실현

되기 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(Al), 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 : 용점이 낮고 연소하면서 녹아 액상이 되고 증발하여 불꽃을 내면서 연소한다.
- ② 비중이 큰 금속 : 용점이 1000℃를 넘고 연소하기 어렵지만 연소하면 불꽃을 내면서 비산한다.

이러한 금속화재는 연소 온도가 매우 높기 때문에 소화하기가 어렵다. 특히 소화 약제로서 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, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)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 발생하는 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 앞서서도 설명한 것처럼 가연물의 연소 시 발생하는 H*나 OH* 등의 활성기(free radical)에 의한 연쇄 반응(chain reaction)을 차단하는 것이다. 이는 분말의 종류에 크게 좌우되며 소화 기구(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(NH₄H₂PO₄)을 주성분으로 하는 제3종 분말 소화약제의 경우는 이상의 기구로는 설명할 수가 없다. 이 약제가 활성기와 반응하는 것은 다른 약제보다는 덜 활발할 것이며 (H₂PO₄)⁻이온이 발생하는 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 오르쏘인산(H_3PO_4)으로 열분해 된다. 이때 생성된 오르쏘인산은 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 전기 화재에도 유효하다. 또한 빠른 소화 성능을 이용하여 분출되는 가스나 일반화재를 포함한 표면화재에도 사용되고 있다. 특히, 제3종(ABC) 분말 소화약제의 경우는 앞서도 설명한 것처럼 메타인산의 방진 효과 때문에 A급 화재에도 적용이 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 경우는 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, Al, Ti, Zr 등)

④ 소화약제가 도달될 수 없는 일반 가연물의 심부 화재

03

화재조사실무

Gangwondo Fire Service Academy

제1장 화재조사의 개요

1. 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 정의¹⁾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 정의²⁾하고 있다. 민법에 의하면 “고의 또는 과실로 인한 위법행위로 타인에게 손해를 가한 자는 그 손해를 배상할 책임이 있다.”라고 표현하고 있다.³⁾ 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 보고규정⁴⁾에 정의되어 있다.

즉 「화재」란 사람의 의도에 반하거나 고의에 의해 발생하는 연소현상으로서 소화시설 등을 사용하여 소화할 필요가 있거나 또는 화학적인 폭발현상을 말한다.

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.

1) NFPA, “NFPA921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2004 Edition”, p.11(2004)

2) 형법(법률 제10259호) 제164내지 170조

3) 민법(법률 제9650호) 제750조(불법행위의 내용)

4) 개정 2010.12. 9. 소방방재청 훈령 제229호

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 산화현상이 아니므로 연소가 아니다.
- 금속의 녹 : 산소와 결합하는 산화반응이나 반응시간이 장시간 계속되므로 열과 빛을 내지 않기 때문에 연소가 아니다.
- 핵융합 및 핵분열 : 열과 빛은 발하되 산화현상이 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, “화학적 폭발현상”을 화재로 정의하는 이유는 지속적인 연소현상이 없는 폭발현상에 의한 파손, 화상 등 인적·물적 피해가 발생한 경우에도 「화재」로 분류하지 아니하고, 「안전사고」 등으로 분류하여 처리하고 있어 화재예방대책 자료화가 불가능하며, 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.

가. 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.

나. 화재의 판정사례

예1) 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.

예2) 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 물로서 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.

예3) 저녁식사 준비를 위하여 가스레인지에 된장국을 끓이던 중 창문을 통하여 들어온 바람에 의해 가스불이 꺼져 버려서 재 점화하기 위하여 점화버튼을 눌렀

는데 누설된 가스에 인화되어 순간적으로 폭발하여 집기류가 파손되었으나 연소되지는 아니하였다.

- ① 인간의 의도에 반하여 발생하였다.
- ② 화학적 폭발현상이다.

즉 ①과 ②의 요건으로 화재로 취급한다.

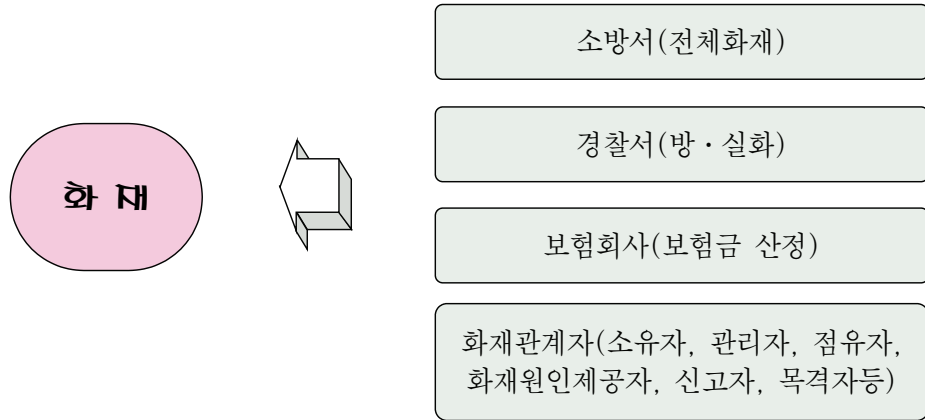
2. 화재조사의 의의

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 지휘하에 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.



3. 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 실태식별행위는 사법적 관점에 입각

한 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.

4. 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.

가. 화재조사는 현장성을 갖는다.

화재조사에 도움을 줄 수 있는 고급정보들은 주로 현장에서 얻어진다. 119신고를 받는 순간부터 신고일시와 신고자의 인적사항, 목소리(당시의 심경과약 등 중요한 자료로 활용됨) 등이 기록되면서 화재조사는 시작되며 출동 중에도 풍속과 풍향에 영향을 받는 화염과 연기의 움직이는 상황, 주변의 이상한 소리 등을 체크하는 조사가 진행된다. 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.

나. 화재조사는 신속성을 유지해야 한다.

화재조사에 관한 당사자(피의자)또는 참고인으로 진술해야 할 최초 발견자, 신고자, 목격자, 방화 또는 실화 혐의로 추정되는 자는 시간이 경과하면 거짓으로 진술할 수 있고 추후 법정에서 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 많

이 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.

다. 화재조사는 정밀과학성을 요구한다.

화재조사의 수단과 방법이 비과학적이거나 비전문적이라면 그 결과는 엄청난 모순으로 끝날 것이다. 엉뚱한 사람을 방화범 또는 실화범으로 몰거나 손해배상이나 보험금도 받아야할 정액보다 훨씬 적게 받을 수밖에 없는 오류로 이어질 것임은 자명한 일이다.

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.

라. 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.

마. 화재조사는 안전성이 반드시 보호되어야 한다.

화재현장은 전쟁터 보다 더 험하게 여겨질 정도로 참혹한 이수라장이다. 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.

바. 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.

사. 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.

5. 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 인정된 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.

6. 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.

제2장 최근 화재조사 분야의 환경변화⁵⁾

1. 제조물책임법의 제정, 시행

2002년 7월 1일부터 시행된 제조물책임법(법률 제6109호)은 제조물의 결함으로 인하여 그 제조물의 이용자 또는 제3자의 생명, 신체, 재산에 손해를 입혔을 때 제조물의 제조업자나 판매업자에게 결함이 있는 제조물로 인한 손해를 배상하도록 책임을 지우는 법리를 말한다.

앞으로 제조물의 결함으로 인해 발생한 손해에 대한 제조업자 등의 손해배상책임을 규정함으로써 피해자의 보호를 도모하고 국민생활의 안전향상과 국민경제의 건전한 발전에 기여함을 목적으로 제정된 제조물책임법과 국민들의 권리의식 향상으로 화재조사 결과에 따른 법정분쟁이 계속해서 늘어날 것으로 예상됨에 따라 향후 과학적이고 체계적인 화재조사의 역할이 과거 어느 때보다 강조되고 있다.

2. 헌법재판소의 「실화책임에 관한 법률」 헌법 불합치 결정 및 개정

실화책임에 관한 법률은 경미한 과실로 불을 낸 사람의 과도한 배상책임을 면제해 주기위해 1961년 4월 28일 제정되었다. 그러나 이러한 실화책임에 관한 법률이 지나치게 실화자의 보호에만 치중하여 화재 피해자의 보호를 외면하는 등 일부 비판이 있어 2007년 8월 30일 헌법재판소 전원재판부(주심 曹大鉉 재판관)는 일반 불법행위와는 달리 경과실에 의한 실화의 경우에는 민법 제750조(불법행위의 내용 - 고의 또는 과실로 인한 위법행위로 타인에게 손해를 가한 자는 그 손해를 배상할 책임이 있다.)의 적용을 배제하고 있는 '실화책임에 관한 법률'이 헌법에 합치되지 않는다고 선고하면서 위 법률의 적용중지를 명하였다.⁶⁾

이와 같은 헌법 불합치 결정을 내린 이유는 '실화책임에 관한 법률'의 필요성과 입법 목적은 인정하나 경과실로 인한 화재발생 시 실화자의 배상책임을 전부 부정하는 것은 합리성이 없으며, 손해에 관한 공평분담 방안의 고려 없이 실화자만을 보호하여 균형성을 상실한다는 것이다.

5) 고기봉 외, "화재조사제도 발전방안에 관한 연구", 한국화재소방학회 논문지, 제23권 제2호, pp.103-104(2009)

6) 2004헌가25(전원재판부 2007. 8. 30), 실화책임에 관한 법률 위헌제출

이와 관련하여 2009년 5월 8일 실화책임에 관한 법률이 개정(법률 제9648호)되었는데, 이 법은 실화(失火)의 특수성을 고려하여 실화자에게 중대한 과실이 없는 경우 그 손해배상액의 경감에 관한 민법 제765조(배상액의 경감청구)의 특례를 정함을 목적으로 한다. 즉 실화가 중대한 과실로 인한 경우가 아닌 경우 그로 인한 손해의 배상의무자는 법원에 손해배상액의 경감을 청구할 수 있으며, 법원은 ① 화재의 원인과 규모, ② 피해의 대상과 규모, ③ 연소(燃燒) 및 피해 확대의 원인, ④ 피해 확대를 방지하기 위한 실화자의 노력, ⑤ 배상의무자 및 피해자의 경제상태, ⑥ 그 밖에 손해배상액을 결정할 때 고려할 사정을 확인하여 손해배상액을 경감할 수 있다.

우리 사회 전반적으로 불 때는 화재피해로 인한 소송 및 화재보험의 증가 등이 예상되고, 소방의 입장에서 불 때는 화재진압, 화재조사, 화재예방 등 많은 영역에 걸쳐 영향을 미칠 것으로 예상된다.

3. 교육기회 확대에 따른 시민들의 권리의식 향상

우리나라는 극심한 식민지 수탈과 민족분단 등 경제적, 정치적 혼란기의 최악의 여건을 딛고 1960년대 이후 경제개발계획을 수립·추진함에 따라 한강의 기적을 이룩하여 전 세계 사람들을 놀라게 하였다. 이와 같은 급속한 경제성장은 교육에 남다른 투자를 한 결과이기도 하다. 지난 1980년에는 대학수가 85개이던 것이 2009년에는 177개로 108.24% 증가했으며, 대학생수도 1980년에는 402,979명이던 것이 2009년에는 1,984,043명으로 392.35% 증가했다. 이러한 교육기회의 확대는 자연스럽게 시민들의 권리의식의 향상을 가져왔다.

향후 화재조사 관련 기관(경찰, 소방 등)을 대상으로 하는 행정정보 공개의 요구 및 민·형사 관련 법정 분쟁 등이 급속도로 증가할 것으로 예상된다. <표 2-1>은 지난 80년대 이후 대학교 및 학생 수 현황이다.

<표 2-1> 80년대 이후 대학교 및 학생 수 현황

구 분	1980년	1990년	2000년	2009년
대학수(개)	85	107	161	177
학생수(명)	402,979	1,040,166	1,665,398	1,984,043

※ 출처 : 교육인적자원 통계서비스(<http://std.kedi.re.kr/index.jsp>), 연도별 대학 현황

4. 변호사 수 증가에 따른 소송환경의 변화

변호사는 법률에 규정된 자격을 가지고 소송 당사자나 관계인의 의뢰 또는 법원의 명령에 따라 피고나 원고를 변론하며 그 밖의 법률에 관한 업무에 종사하는 사람을 말한다. 현재 우리나라에서 활동하고 있는 개업 변호사 수는 1995년 3,079명이던 것이 2006년에는 7,603명으로 146.9% 증가했다. 이러한 변호사 수 증가는 과거보다 많은 사람들이 적은 가격으로 화재와 관련 있는 법정분쟁에 변호사의 도움을 받을 수 있게 될 것이다. <표 2-2>은 개업 변호사 수 현황이다.

〈표 2-2〉 개업 변호사 수 현황

구 분	1995년	2000년	2002년	2004년	2006년
변호사(명)	3,079	4,228	5,073	6,299	7,603

※ 출처 : 통계청, 2006년 한국사회지표

5. 공공기관의 정보공개제도의 도입

공공기관의 정보공개에 관한 법률(법률 제8871호) 제1조는 “이 법은 공공기관이 보유·관리하는 정보에 대한 국민의 공개청구 및 공공기관의 공개의무에 관하여 필요한 사항을 정함으로써 국민의 알권리를 보장하고 국정에 대한 국민의 참여와 국정운영의 투명성을 확보함을 목적으로 한다.”고 명시하고 있다. 이에 모든 국민들은 공공기관(국가기관, 지방자치단체, 정부투자기관 등)이 보유·관리하고 있는 정보를 국가안전보장에 관련되는 정보 및 보안업무를 관장하는 기관에서 국가안전보장과 관련된 정보 분석을 목적으로 수집되거나 작성된 정보를 제외하고는 정해진 절차에 따라 정보공개를 요구할 수 있다. 또한 공공기관은 정보의 적절한 보존과 신속한 검색이 이루어지도록 정보관리체계를 정비하고, 정보공개 업무를 주관하는 부서 및 담당하는 인력을 적정하게 두어야 하며, 정보통신망을 활용한 정보공개 시스템 등을 구축하도록 노력하여야 한다. 따라서 화재발생에 따른 민·형사 관련 법정분쟁을 위한 화재조사 보고서 등 각종 화재조사 관련 정보의 공개요구가 많아 질 것으로 예상된다.

6. 자유무역협정(FTA) 체결에 따른 화재손해 보험시장 개방

자유무역협정(FTA : Free Trade Agreement)은 특정 국가 간에 배타적인 무역 특혜를 서로 부여하는 협정으로서 가장 느슨한 형태의 지역경제 통합이며, 지역무역협정(RTA : Regional Trade Agreement)의 주류를 이루고 있다. 이렇게 FTA로 대표되는 지역주의(Regionalism)는 세계화와 함께 오늘날 국제경제를 특징짓는 뚜렷한 조류가 되고 있다.

현재 발효 중인 197개의 지역협정 체결시기를 살펴보면, 70년대 이전 5개, 70년대 12개, 80년대 10개에 불과하던 것이 90년대 64개, 2000년 이후 106개가 체결되어 최근 지역주의의 광범위한 영향을 보여주고 있다. 지역무역협정 체결은 특히 1995년 1월 이후 매년 급속히 확산되어 2005년 기준 전 세계 교역량의 50% 이상이 지역무역협정 내 교역에 포함되는 것으로 추정된다.

FTA가 포함하고 있는 분야는 체결 대상국에 따라 상당히 다른 양상을 보이고 있다. 전통적인 FTA와 개도국 간의 FTA는 상품분야의 무역자유화 또는 관세인하에 중점을 두는 경향이 있다. 상품의 관세철폐 이외에도 서비스 및 투자 자유화까지 포괄하는 것이 일반적인 추세이다. 그 밖에 지적 재산권, 정부조달, 무역구제제도 등 범위가 점차 확대되고 있다. 다자간 무역협상 등을 통하여 전반적인 과세수준이 낮아지면서 다른 분야로 협력영역을 넓혀가게 된 것도 이 같은 포괄범위 확대의 한 원인이라고 할 수 있다.

현재 일부 외국계 화재손해 보험회사들이 국내에 진출하여 영업을 하고 있으나, 향후 세계 여러 나라와 자유무역협정(FTA)이 체결됨에 따라 더 많은 외국계 화재손해 보험회사들이 국내에 진출하여 국내 보험회사와 치열한 경쟁을 할 것으로 예상된다. 이와 관련하여 화재로 인한 민·형사 사건의 법정분쟁이 많이 발생함에 따라 화재조사의 역할이 과거 그 어느 때보다 중요하게 되었다.

7. 행정조직의 Paradigm 변화

현대 정보기술과 통신의 발달로 인한 정보통신혁명은 산업혁명이 당대에 미쳤던 영향력을 능가하여 현재의 정치·경제·사회·문화 전반에 걸쳐 새로운 사고를 요구하고 있다. 공·사조직을 막론하고 많은 조직들이 환경의 변화에 따른 신속한 대응능력

을 확보하기 위해 여러 조직혁신기법들을 시도하고 있으며, 이와 같은 노력은 학문의 영역에도 전파되어 경영학을 중심으로 조직혁신이론에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 환경의 변화에 민감한 기업조직의 경우 일찍부터 리엔지니어링(Reengineering), 리스트럭처링(Restructuring), 벤치마킹(Bench Marking), 학습조직, 다운사이징(Downsizing), 전사적품질관리(TQM : Total Quality Management) 등과 같은 환경대응적 조직 혁신방안들을 강구해 왔다.⁷⁾

이러한 행정조직 패러다임의 변화는 과학적이고 체계적인 화재조사 결과에 의한 각종 화재예방 정책의 수립과 과거 권위적인 관료제 조직에서 탈피하여 화재피해 이재민들의 권익을 최대한 보장해 주고 방화범 처벌 등 공익의 목적을 최대한 달성할 수 있도록 화재조사 조직 운영의 재검토를 요구하고 있다.

7) 사재명, “지방자치단체에 있어서 지식관리 이론과 도입에 관한 연구”, 강원대학교 행정대학원 박사학위논문, pp1-2(2002)

제3장 화재조사의 범위

화재조사는 <표 3-1>과 <표 3-2>에서 보는 바와 같이 화재원인 조사와 화재피해 조사로 나누어 이루어지고 있다. 화재원인 조사는 발화원인 조사, 발견·통보 및 초기 소화상황 조사, 연소상황 조사, 피난상황 조사, 소방·방화시설 등 조사로 이루어지고 있다. 그리고 화재피해 조사는 인명피해 조사와 재산피해 조사로 이루어지고 있다. 인명피해는 화재로 인한 사망자 및 부상자, 화재진압 중 발생한 사망자 및 부상자로 이루어져 있으며, 재산피해 조사는 소실피해(열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해), 수손피해(소화활동으로 발생한 수손피해 등), 기타피해(연기, 물품반출, 화재 중 발생한 폭발 등에 의한 피해 등)로 이루어져 있다.

<표 3-1> 화재원인조사

종 류	범 위
발화원인 조사	발화지점, 발화열원, 발화요인, 최초착화물 및 발화 관련기기 등
발견·통보 및 초기 소화 상황조사	발견동기, 통보 및 초기소화 등 일련의 행동과정
연소상황 조사	화재의 연소경로 및 연소확대물, 연소확대사유 등
피난상황 조사	피난경로, 피난상의 장애요인 등
소방·방화시설 등 조사	소방·방화시설의 활용 또는 작동 등의 상황

※ 출처 : 화재조사 및 보고규정 제3조

<표 3-2> 화재피해조사

종 류	범 위
인명피해조사	- 화재로 인한 사망자 및 부상자 - 화재진압 중 발생한 사망자 및 부상자
재산피해조사	- 소실피해 : 열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해 - 수손피해 : 소화활동으로 발생한 수손피해 등 - 기타피해 : 연기, 물품반출, 화재 중 발생한 폭발 등에 의한 피해 등

※ 출처 : 화재조사 및 보고규정 제3조

제4장 화재조사의 방법

제1절 화재원인 조사방법⁸⁾

화재조사는 아래 표에서 보는 바와 같이 화재원인 조사와 화재피해조사로 나누어진다.

화재원인조사

종 류	범 위
발화원인 조사	발화지점, 발화열원, 발화요인, 최초착화물 및 발화 관련기기 등
발견·통보 및 초기 소화 상황조사	발견동기, 통보 및 초기소화 등 일련의 행동과정
연소상황 조사	화재의 연소경로 및 연소확대물, 연소확대사유 등
피난상황 조사	피난경로, 피난상의 장애요인 등
소방·방화시설 등 조사	소방·방화시설의 활용 또는 작동 등의 상황

※ 출처 : 화재조사 및 보고규정 제3조

화재피해조사

종 류	범 위
인명피해조사	- 화재로 인한 사망자 및 부상자 - 화재진압 중 발생한 사망자 및 부상자
재산피해조사	- 소실피해 : 열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해 - 수손피해 : 소화활동으로 발생한 수손피해 등 - 기타피해 : 연기, 물품반출, 화재 중 발생한 폭발 등에 의한 피해 등

※ 출처 : 화재조사 및 보고규정 제3조

8) NFPA, "NFPA921 Guide for Fire and Explosion Investigations 2004 Edition", pp.14-15(2004)

1. 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.

가. 필요성 인식

우선 문제가 무엇인가를 결정하여야 한다. 즉 화재나 폭발이 일어났으며, 장래에 유사한 사고를 방지할 수 있도록 원인이 무엇인가를 확인하여야 한다.

나. 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.

다. 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.

라. 데이터 분석(귀납적 추리)

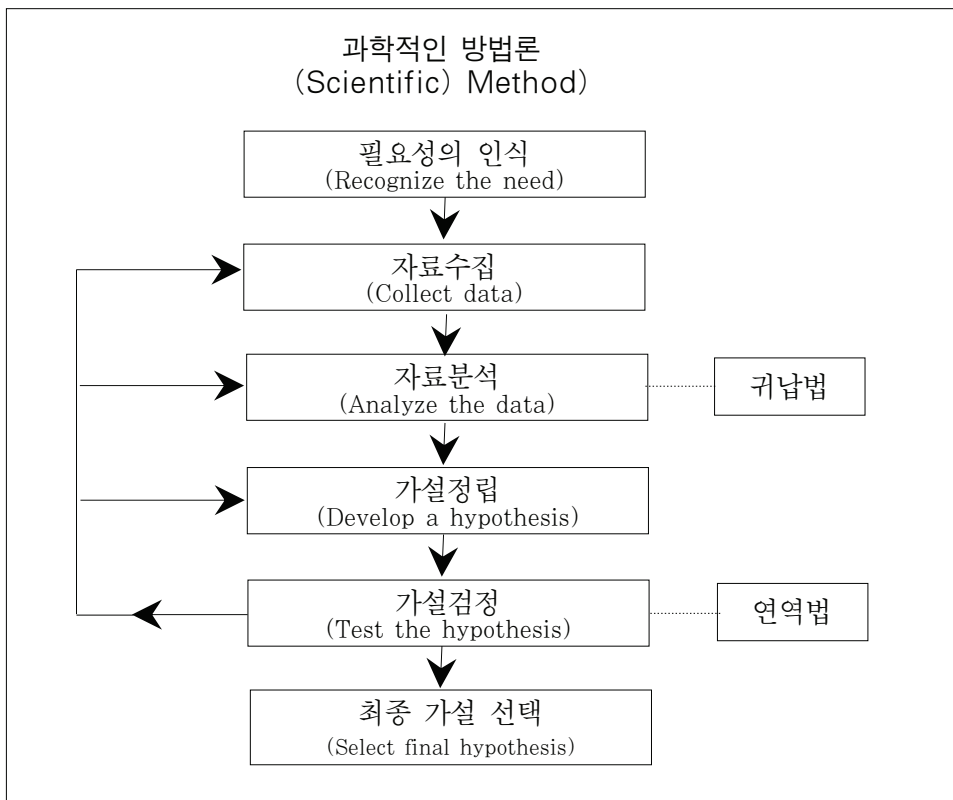
모든 수집된 자료는 귀납적 추리에 의해서 구체적으로 분석한다. 즉, 이것은 수집된 모든 경험적 데이터를 화재조사자의 지식, 교육 및 경험에 비추어 자세하게 조사하는 과정이다. 주관적 혹은 추리적인 자료는 분석에 포함될 수 없으며 단지 관찰과 실험에 의하여 확실히 입증될 수 있는 데이터만을 포함한다.

마. 가설설정

수집된 데이터 분석에 근거하여 화재조사자는 화재의 원인을 설명하기 위하여 가설이나 가설군을 설정하여야 한다. 이 가설설정은 단지 화재조사자가 수집한 경험적 데이터에만 의존하여야 한다.

바. 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 조사절차⁹⁾

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 조언 하여야 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.

9) 고기봉, “소방의 화재조사전문화 영향요인 분석에 관한 연구”, 강원대학교 방재전문대학원, pp23-28

4. 증거물의 수집과 보존

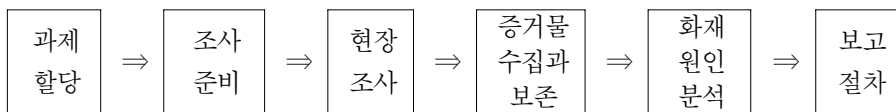
화재원인을 밝힐 수 있는 중요한 물리적 증거는 향후 화재감정 및 법원의 증거자료 제출 등을 위해 수집되어야 하며 적절한 장소에 보관되어야 한다.

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.



(그림 2-1) 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 소방방재청장이 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, ㎡, m³)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.

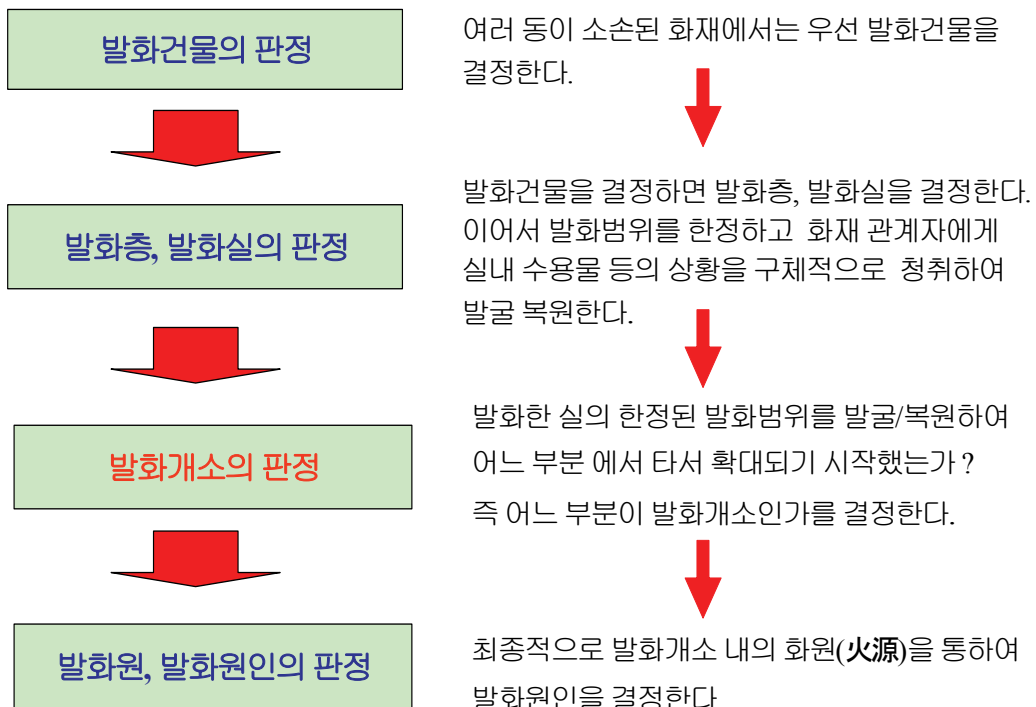
산정대상	산 정 기 준
집기비품	「회계장부상 현재가액×손해율」의 공식에 의한다. 다만 회계장부상 현재가액이 확인되지 않는 경우에는 「㎡당 표준단가×소실면적×[1-(0.9×경과연수/내용연수)]×손해율」의 공식에 의하거나 실질적·구체적 방법에 의해 피해액을 산정하는 경우에는 「재구입비×[1-(0.9×경과연수/내용연수)] × 손해율」의 공식에 의하되, 집기비품의 ㎡당 표준단가는 매뉴얼이 정하는 바에 의하며, 실질적·구체적 방법에 의한 재구입비는 물가정보지의 가격에 의한다.
가재도구	「(주택종류별·상태별 기준액×가중치)+(주택면적별 기준액×가중치)+(거주인원별 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.
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 임목	소실전의 임목가격에서 소실한 임목의 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 별표 3

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 신품 가액의 30% 내지 50%를 잔가율로 정할 수 있다.

제5장 발화개소 판정¹⁰⁾

화재원인조사는 진화된 후에 소손된 건물 등의 「소손상황」을 조사하고, 관계자로부터 청취한 건물 구조 등에 관한 「정보」 등을 종합하여 화재현장 전체의 불이 번져 나간 경로를 고찰하여 <그림 1>과 같이 「발화건물 ⇨ 발화층, 발화실 ⇨ 발화범위 한정(발굴·복원전) ⇨ 발화개소(발굴·복원후) ⇨ 발화원 ⇨ 발화원인」 등을 규명하는 업무이다.



(그림 1) 화재원인 판정 절차¹¹⁾

10) 이의평, 중앙소방학교, 2010년도 화재조사관 자격취득Ⅳ pp.334-337, 401-452

11) 화원(火源)이란 그 자체가 발화에 관계하거나 발화할 가능성이 있는 것을 말한다.

발화원이란 화원(火源) 중에서 발화에 직접 관계하거나 그 자체에서 발화한 것을 말한다. 발화개소란 화재가 시작된 개소, 즉 불이 발생한 개소를 말한다.

발화란 발화원과 가연물이 결부되어서 발염착화(發炎着火)를 시작하는 것을 말한다.

제1절 연소강약 및 연소방향의 판정

「발화개소」는 「소손상황」 조사를 통해 판단하며, 「소손상황」은 「연소강약」과 「연소방향」의 조사를 통해 파악한다.

건물별·방별(室別) 조사결과로부터 화재현장 전체의 「연소강약」을 판정하고, 이어서 「연소강약」을 비교하여 어디에서 발화하여 번져갔는지, 즉 「연소방향(燃燒方向, 불이 번져간 방향)」을 판정한다.

「연소강약」은 여러 가지 조건에 따라 좌우되는데, 최종적으로는 연소 시간, 온도, 에너지, 가연물의 양 등과 관련되어 결정된다. 고체는 열을 받아 각각 특유의 상태로 변화해 가는데, 변화 과정에서 소화시점도 「연소강약」에 영향을 미친다.

「연소강약」은 모두 비교에 기초하여 결정한다. 비교하는 대상은 재질, 형상, 상태 등이 거의 같은 조건이어야 한다.

또한 「연소강약」은 비교하는 복수의 동종 부재간(部材間, 예를 들면 기둥과 기둥)에 나타나는 경우도 있고, 판자의 표면과 안쪽면이나 기둥 4면에 나타나는 경우도 있다. 소손상황의 조사는 한 방향뿐만 아니라 여러 방면에서 하여야 한다.

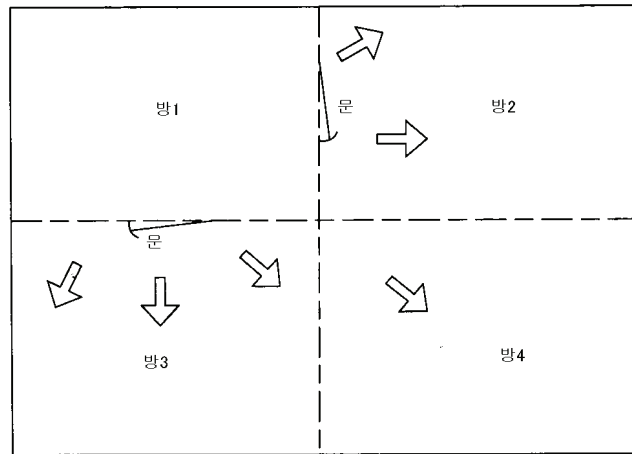
「소손정도 강약」의 판정을 근거로 화재현장 전체에 있어서 불의 번져간 경로를 파악한 것이 「연소방향」 판정이다. 이 방향을 치밀하게 체크하여 「불타다 꺼지거나 멈춘」 부분에서 소손정도가 강한 방향으로 순차적으로 찾아가서 「발화개소」를 판정한다.

예를 들면 건물 각실(各室)의 「연소강약」이 <그림2>에 나타난 화살표(⇨)와 같다면, 건물 전체의 「연소방향」으로부터 「방1」을 발화개소(발화한 방)로 판정할 수 있다. 이와 같이 「소손상황의 조사」는 「연소강약」을 기초로 건물 전체의 「연소방향」을 파악하여 귀납적으로 발화개소(그림2 예시의 경우에는 방) 등을 판정하기 위해서 한다.

그러나 국부적으로 이 방향과 모순된 부분이 있거나 발화개소에 가까운 쪽의 소손정도가 약한 경우도 있으므로 「연소방향」은 아래와 같은 각종 조건을 고려하여 판정한다.

발화범위란 화재현장 조사결과에 기초하여 발굴·복원을 하기 위해서 한정된 범위를 말한다.

- ① 1국면에 집착하지 말고 전체적으로 불타 번저간 방향을 파악한다.
 건물구조 등에 따라서는 발화개소에서 떨어진 부분이 국부적으로 강한 소손을 나타내는 경우가 있다.
- ② 연소조건외 파악
- 창문 등 개구부에 가까운 개소는 연소공기의 공급량이 많으므로 강한 소손을 나타내기 쉽다.
 - 휘발유 등 위험물이나 다량의 가연물이 있으면 발화개소에서 떨어져 있어도 그 개소는 강한 소손이 되기 쉽다.
 - 소방대 소화수의 방수개시가 늦은 부분은 연소시간이 길어지므로 강한 소손을 나타낸다.



[그림 2] 연소강약, 연소방향으로부터 발화개소(방)를 판정하는 예

- 화살표 방향(⇨)이 소손정도가 약한 방향이다.



[사진 1] 연소확대방향이 명확한 방

○ 이 방은 벽의 소손상황을 볼 때 좌측 방에서 타왔음을 알 수 있음



[사진 2] 연소확대 방향이 명확한 반자

○ 반자의 탄화상태 등을 볼 때 안쪽에서 앞쪽으로 타왔음을 알 수 있음

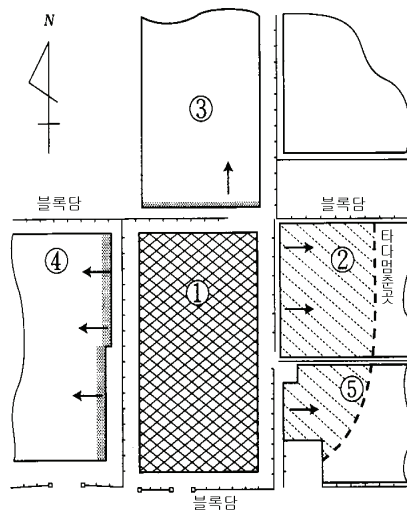


[사진 3] 연소확대 방향이 명확한 복도

- 복도는 천장의 탄화상태를 볼 때 안쪽에서 앞쪽으로 타왔음을 알 수 있음
- 이와 같이 「연소방향」을 파악하여 발화한 실(室) 등을 압축해 간다.

제2절 발화건물의 판정

발화건물의 판정순서는 『화재현장 전체의 「연소방향」의 파악 ⇨ 각 건물별 「연소방향」 파악 ⇨ 인접건물간의 「연소방향」 파악 ⇨ 발화건물의 판정』으로 하고 있다. 예를 들면, 5동의 건물이 아래 그림과 같은 연소방향을 나타내고 있는 경우, 화재현장 전체의 「연소방향」으로부터 최초로 발화한 것은 「①건물」로 귀납적으로 판정할 수 있다.



(그림 3) 건물배치도

발화건물 판정을 위한 포인트가 되는 조사요령은 다음과 같다.

- 화재현장 전체의 「연소방향」의 파악
화재현장 전체의 연소방향은 애써 「높은 곳」에서 파악한다.
높은 장소에서 화재현장을 보면, 전체적인 「연소방향」의 파악이 비교적 용이하다. 지붕재, 기타의 구조재 등의 잔존상황·타서 무너진 방향에 건물간의 연소방향이 나타난다. (사진4 참조)
높은 장소가 없는 경우에는 사다리차, 헬리콥터 등을 활용한다. (사진5 참조)

○ 각 건물별 「연소방향」의 파악

각 건물의 연소방향은 「타다 멈춘 부분」 또는 「연소강약이 명확한 부분」으로부터 파악한다.

「타다 멈춘」 부분은 「연소방향」이 명확하므로 발화건물 판정의 유효한 단서가 된다. 연소방향은 타서 허물어진 경우에도 나타난다. 발화개소측으로 타서 허물어지는 경우가 많다. (사진6~7 참조)

○ 인접건물간의 「연소방향」의 파악

복수의 건물이 소손되어 있으면 인접동 간격, 외벽의 구조, 대면하는 개구부의 상황 등으로부터 건물간의 「연소방향」, 즉 연소경로(延燒經路)를 명확히 하여 둔다. (사진8 참조)

〈 「높은 곳」에서의 관찰1(인접동 건물)〉



[사진 4] 근린의 고층건물

- 이는 여러 동이 소손된 화재현장이다.
- 도로측 건물에서 우측 건물로 연소확대되었음을 나타내고 있다.

〈「높은 곳」에서의 관찰2(헬리콥터)〉



[사진 5] 헬리콥터에 의한 촬영 - 현장이 광범위할 때에는 공중촬영도 고려한다.

〈건물별 관찰1 (연소방향이 명확한 부분)〉



[사진 6] 지붕

○ 우측 건물은 지붕재가 낙하되어 있는 안쪽에서 앞쪽으로 연소확대되었음

〈건물별 관찰2 (타서 허물어짐)〉



[사진 7] 지붕재

- 이 건물은 앞쪽의 지붕이 타서 허물어져 있다.
- 앞쪽에서 안쪽을 향해 연소확대 되었음을 알 수 있다.

〔건물간의 연소확대경로의 관찰〕



[사진 8] 을종방화문

- 연소확대된 건물의 연소경로(延焼経路)이다.
- 부엌 창문으로부터 연소확대 되어 왔음을 알 수 있다.

제3절 발화층의 판정

화재에서 보통, 화염은 위쪽으로 성장한다. 이 때문에 화재층은 보통은 소손이 있는 가장 아래층이 되는 경우가 많다.

그러나 아래층으로 연소확대된 화재나 소손한 층끼리의 소손규모를 비교하는 것만으로는 판별할 수 없는 화재도 있으므로 주의를 요한다.

〈아래층으로 연소확대된 화재〉

- ① 내화조 8층건물에서 6층에서 발화하여 베란다에 놓여 있던 등유가 든 통이 소손, 불이 붙은 등유가 배수구로부터 아래층으로 흘러 연소 확대한 화재 (사진 9 사진10)
- ② 방화조 2층건물의 불박이옷장에서 발화하여 그 옷장이 낙하하여 1층으로 연소된 화재

〈아래층으로 연소확대된 화재〉



[사진 9] 연소확대 중인 건물

○ 6층이 발화층인데, 5층의 베란다가 불타고 있다.



[사진 10] 연소경로인 배수관
불이 붙은 등유가 낙하한 베란다의
염화비닐제 배수관

〈연소확대 경로가 된 「계단」 을 보는 방법〉

계단의 소손상황은 발판의 표면과 이면에 나타난다. (사진11, 사진12)



[사진 11] 계단발판 표면

○ 발판 표면은 현저한 탄화모양이 보이지 않음



〈사진12〉 계단발판 이면

- 〈사진11〉과 같은 계단이다.
- 발판 이면은 현저한 탄화모양이 보이며, 소손정도가 강하다.

제4절 발화범위의 한정(발굴·복원전)

발화원인규명 과정에서 발화했다고 추정되는 개소(보통은 부엌, 거실 등의 室 단위)를 발굴한다. 발굴범위(발화개소)를 그르치는 것은, 단적으로 말해서 발화원인을 그르치는 것이며, 발굴범위의 판정은 신중을 기해야 한다.

발화범위를 한정하는 순서는 1. 발화건물의 판정과 유사하며, 『각 실별 「연소강약」 파악 ⇨ 건물 전체의 「연소방향」 파악 ⇨ 발화범위(실)의 판정』으로 한다. 제1장 〈그림1〉에 예시한 것처럼 연소방향을 파악하여 발화한 곳은 「방1」이라고 귀납적으로 판정하여 발굴범위를 결정하고 있다.

〈실별 연소확대방향 조사〉

○ 천장안쪽·천장·벽·기둥	(사진13~14 참조)
○ 가구·건구류(建具類)	(사진15~18 참조)
○ 개구부를 통한 연소확대	(사진19~22 참조)

〈실간 연소확대방향 조사1(경계벽 등)〉



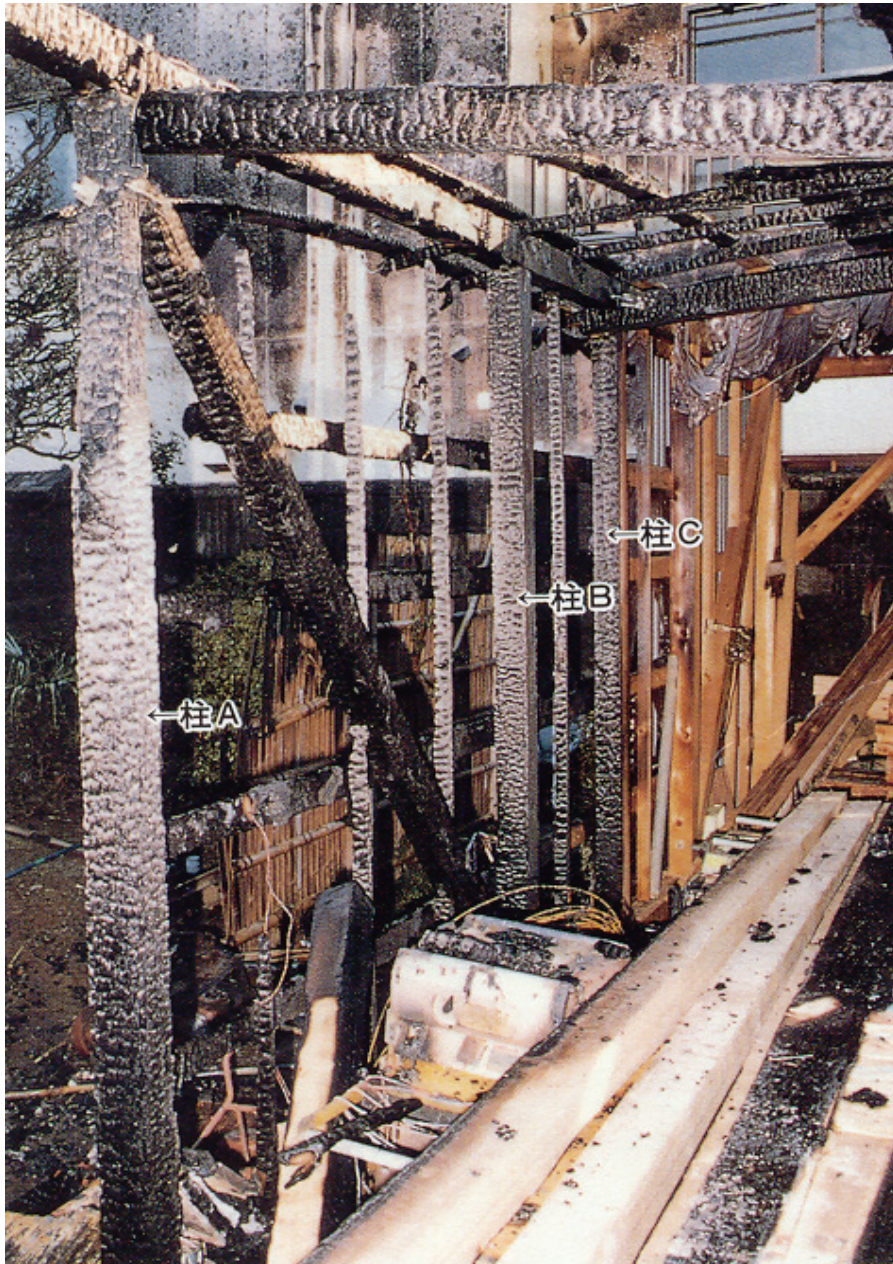
[사진 13] 실간 소손상황 비교

- 이 방은 정면 벽에서 타다 멈추었다.
- 천장의 소손상황 등을 볼 때 벽 안쪽의 건너편 방에서 타왔음을 알 수 있다.

〈실간 연소확대방향 조사2 (내벽)〉



[사진14] 내벽 - 좌측 안쪽의 하부 부근으로 부터 화염이 올라갔음이 확인된다.



[사진 15] 기둥

- 기둥의 「面」에 연소방향이 나타나 있다.
- A, B, C와 안쪽일수록 소손정도가 약하다.
- 또한 B와 C에 현저하지만, 각각 우측의 면보다 정면 쪽이 소손정도가 강하다.
- 이와 같이 다른 「面」에도 연소방향이 나오므로 주의 깊게 관찰한다.

〈실간 연소확대방향 조사3 (옷장류)〉



[사진 16] 주택

- 이 방은 왼쪽의 소손정도가 강하다.
- 정면의 옷장, 문종이 등의 소손상황을 볼 때 안쪽의 방에서 타 건너왔음을 알 수 있다.



[사진 17] 사진16의 안쪽방

- 바닥면까지 소손되어 있다.
- 인접방은 이방에서 연소 확대되었음을 알 수 있다.

〈실간 연소확대방향의 조사5 (미닫이문)〉



[사진 18] 미닫이문

- 미닫이문의 소손상황을 볼 때 연소방향은 좌측에서 우측임을 알 수 있다.

〈실간 연소확대방향의 조사6(정리장)〉



[사진 18] 정리장

- 표면은 좌측아래부분에서 우측 윗부분 쪽으로 소손되어 있다.
- 연소방향은 「좌→우」인 것으로 판단된다.

〈실간 연소확대방향의 조사7 (개구부로부터의 연소확대)〉



[사진 19] 개구부

- 개구부로부터의 「화염의 불어나옴」의 특징이 있는 소손
- 개구부의 윗쪽을 중심으로 벽, 천장이 소손되어 있다.
- 안쪽에서 앞쪽으로 연소확대 되었음을 알 수 있다.



[사진 20] 화염이 밖으로 나온 예



[사진 21] 화염이 방안으로 들어온 예



[사진 22] 화염이 안쪽으로 들어간 예



[사진 23] 부엌에서 화염이 밖으로 나간 예



[사진 24] 안쪽에서 밖으로 나온 화염의 흔적



[사진 25] 화염이 좌측쪽 문을 통해 나온 예



[사진 26] 화염이 출입문을 통해 들어오고 나간 상황

- 아파트 방출입문으로 윗부분은 내부에서 외부로, 아래쪽은 외부에서 방안으로 들어간 소손 상황임
- 문은 열린 상태에서 연소된 형상으로, 위쪽의 화염의 확대에 의해 형성된 연소흔적 외에 하단 부분에서 국부적으로 심하게 연소된 흔적이 식별됨.
- 문 하단의 국부적인 심하게 연소된 형상은 방바닥 중앙 부분 및 문 외측 부분에 액체인화성 물질 등을 이용하여 착화하였을 경우 나타날 수 있음.

이상과 같이 각 실을 조사하여 연소방향을 관찰한 후 발굴범위(방)를 결정한다.

〈타 내려간 상황의 조사〉

연소확대되어 온 실(室)은 화재열이 천장측에서 서서히 바닥으로 향해 간다. 위쪽에서 바닥방향 쪽으로의 소손상황을 「타 내려감」이라고 한다.

실간(室間)의 연소방향을 판단하는 포인트의 하나이다. (사진32 참조)



[사진 27] 타 내려감 - 일률적으로 위쪽만 탔다.

〈화염이 올라간 개소의 조사〉

내벽 등의 소손상태로부터 화염이 올라간 개소를 알 수 있으면 발굴범위를 좁힐 수 있다. 그 형상은 타 오른 개소의 조건인 「벽과 발화개소의 관계, 입상재(立上材)의 질·형상·상태, 소화시기」 등에 따라 여러 가지이다.

보통은 부채형(V형), 평행형(U형), 역부채형(역V형)이 된다. (사진110~127 참조)

▲ 발화개소에 면한 내벽 등이 전면 소손되고 연소확대되어 천장재 등이 낙하한 경우에는 낙하된 다른 장소에서 2차적으로 화염이 올라가는 경우도 있으므로 주의 깊게 관찰해야 한다.

〈화염이 올라간 개소의 조사 1〉



〔사진 28〕 부채형(V형, ▽형)

「부채형」이란 부채를 손으로 잡고 있는 형상의 것, 즉 V자 모양의 것을 말한다.

〈화염이 올라간 개소의 조사 2〉



[사진 29] 무염연소 후 화재로 진전되어 나타난 V-shaped Pattern

〈화염이 올라간 개소의 조사 3〉



[사진 30] 식용유과열로 인해 발생한 화재의 예¹²⁾

〈화염이 올라간 개소의 조사 4〉

12) 식용유에 의한 화재

1. 튀김용 식용유의 연소성상

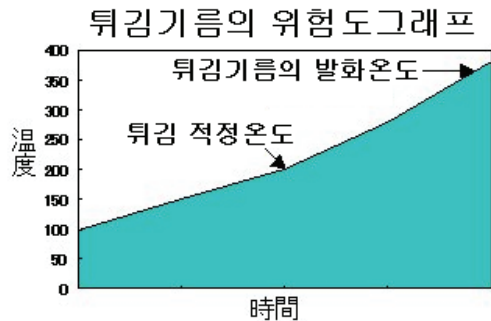
현재 시판되고 있는 튀김용 식용유(유채, 콩, 옥수수 등)의 인화점¹⁾은 약 300~315℃, 연소점¹⁾은 약 350~365℃, 발화점¹⁾은 약 390~405℃이다.

식용유의 온도가 인화점에서 연소점의 범위에서는 가스렌지 등의 불을 끌어서 일시에 유면(油面) 위를 불이 달리는 경우가 있지만 연소는 계속하지 않는다. 식용유의 온도가 연소점에서 발화점의 범위에서는 불씨(口火) 등이 없으면 발화하는 경우는 없지만, 가스렌지 등의 불이 있으면 옮겨 붙어 연소는 계속한다. 기름이 연소하고 있지 않으면 유온(油溫)의 상승속도는 2배 이상이 된다.

식용유의 온도가 발화점이상이 되면 불씨(口火)가 없어도 발화하여 화재가 된다. 이 때 화염의 높이는 20cm 이상이 되어 유온(油溫)의 상승속도는 다시 커진다.

일반적으로 가정에서 사용하는 유량(油量)인 0.5~1ℓ의 식용유를 가정용 가스렌지로 가열하면 20~30분에 발화점에 달한다.

또한 냄비, 벽에 튀김찌꺼기 등이 있으면 이것이 등심(燈芯)이 되어 200℃ 가까이에서도 착화하는 경우가 있으므로 주의할 필요가 있다.



2. 식용유 화재의 소화방법

요리 중에 튀김용 냄비나 용기 속에 불이 들어간 경우와 같이 유온(油溫)이 발화점이상이면 유온(油溫)을 20~50℃ 내림으로써 용이하게 소화할 수 있다. 이 경우, 가스렌지의 불을 조작손잡이를 돌려 가스공급을 멈추고 야채, 식염 등 물 이외의 것으로 냉각하여 소화하는 방법과 냄비의 전면(全面)을 덮는 뚜껑을 씌워 질식소화하는 방법이 효과적이다. 이와 같은 소화방법에 의한 경우의 목표로서 화염의 높이가 10cm 정도로 유면(油面) 위를 불이 이따금 움직이며 들고 있는 경우이다.

화염의 높이가 20cm 이상이 되어 안정된 상태에서 식용유가 연소하고 있는 경우에는 이미 유온(油溫)이 발화점이상이 되어 있다고 생각할 수 있다. 이와 같은 경우에는 화재의 억제 또는 질식만으로는 소화할 수 없으며 유온(油溫)을 충분히 냉각하지 않으면 소화할 수 없다.

또한 화염에 둘러싸인 식용유가 들어 있는 냄비를 옥외로 옮기거나 창문 등에서 옥외로 내던지는 예도 있는데, 이는 2차적인 재해의 방지라는 점에서 바람직하지 않다.

3. 구체적인 소화방법의 비교

식용유 화재의 구체적인 소화방법의 비교 및 그 유의사항은 다음과 같다.

(1) 간이자동소화장치에 의한 소화방법

가. 간이자동소화장치(하향방출형 부엌화재에 적합한 것)를 설치하여 소화하는 방법

사람이 없어도 자동적으로 소화하지만, 방출 후 가스공급을 멈추지 않으면 재착화할 위험성이 있다.

- 나. 간이자동소화장치(가스렌지용의 것)를 설치하여 소화하는 방법
사람이 없어도 자동적으로 소화하고 중간밸브를 잠글 수 있지만 설치비가 비싸다.
 - (2) 소화기에 의한 소화방법
 - 가. 분말소화기로 소화하는 방법
일단 소화한 후 소화제의 방사를 멈추면 재착화하므로 소화기에 충전되어 있는 진량의 소화제를 유중(油中)에 넣어 유온(油溫)을 냉각하는 것이 필요하다. 그러나 소화제를 방출하면 시계(視界)가 차단되어 불이 붙은 식용유를 못 볼 우려가 있으므로 주의가 필요하다.
 - 나. 할로겐계 소화기로 소화하는 방법
할로겐계의 소화제는 유온(油溫)을 냉각하지 않으므로 한번 소화하여도 재착화하므로 적당하지 않다.
 - 다.水泡 등 水系소화기로 소화하는 방법
물을 주성분으로 하는 소화기는 기름이 비산하여 화재를 확대시키므로 적당하지 않다.
 - (3) 질식소화하는 방법
 - 가. 젖은 목욕수건, 시트 등으로 덮음으로써 소화하는 방법
냄비를 감싸 넣을 크기 이상의 목욕타월, 시트 등을 물로 적시어 가볍게 짰 후에 식용유가 들어 있는 냄비를 덮는다. 냉각작용도 있으므로 소화할 수 있다. 그러나 당황하면 냄비를 뒤엎거나 냄비를 전면적으로 덮을 수 없는 경우도 있으므로 주의할 필요가 있다.
 - 나. 뚜껑을 덮어 소화하는 방법
정확히 냄비 전체를 뚜껑으로 덮을 수 있으면 소화효과는 있지만 화재시에는 정확히 뚜껑을 덮는 것을 기대할 수 없고 또한 냄비를 뒤엎을 가능성도 있으므로 적당하지 않다.
 - 다. 방석으로 덮어 소화하는 방법
방석으로 덮으면 일시적으로 소화된 것처럼 보이지만, 완전하게 소화할 수 없으며 꺼진 후 10분 이상 경과할지라도 방석을 제거하면 재착화할 가능성이 있다. 방석으로 덮는 경우에는 그대로는 방석이 탈 위험이 있으므로 식용유의 냉각을 겸해 화재가 없어지면 위에서 충분히 물을 끼얹어 장시간 그대로 유지하는 것이 필요하다. 또한 이 경우 물과 동시에 부엌용 중성세제를 방석에 끼얹으면 물이 잘 침투하므로 유효하지만 너무 많이 끼얹으면 좋지 않다.
 - (4) 야채 등을 넣어 소화하는 방법
 - 가. 야채를 넣어 소화하는 방법
식용유가 타기 시작한 직후라면 유효하지만, 油溫이 발화점보다 높아지면 소량의 야채로는 油溫을 燃燒點보다 낮추는 것은 곤란하다. 또한 야채를 냄비에 넣을 때 급격하게 화염이 커져서 화상을 입을 위험성도 있으므로 주의가 필요하다.
 - 나. 식염을 넣어 소화하는 방법
그다지 냉각효과가 없으므로 소화에는 적당하지 않다.
 - 다. 수용성 액체용 포소화제(고분자 겔생성형)을 넣어 소화하는 방법
넣은 순간 화염은 커지지만 그 후 서서히 작아지며 충분한 양을 넣으면 소화할 수 있다. 넣은 순간에 화염이 커지므로 주의가 필요하다.
4. 식용유화재의 예방과 효과적인 소화방법
- (1) 식용유 화재의 예방
튀김용 식용유의 착화하는 온도는 350℃이상이며, 이는 튀김을 하고 있는 때의 온도보다 200℃정도 높다. 그리고 착화 직전에는 다량의 백연(白煙)을 발생한다. 따라서 튀김용 식용유를 냄비에 넣어 불에 올린 채로 부엌을 떠나 있지 않으면 착화하기 이전에 이를 알아차리므로 화재를 발생시키는 경우는 없을 것이다.
식용유를 가스렌지 위에 올려놓고 불을 켜놓았을 때에는 절대로 그 장소를 떠나지 않도록 하고 꼭 떠날 필요가 있을 때에는 아무리 단시간이라도 불을 끈 후에 떠나는 습관을 길들여야 식용유 과열



[사진 31] 전자레인지로 중심으로 올라간 화재 패턴

(전자레인지에 1회용 라이터를 놓고 가동시켜 발생한 화재로 전자레인지를 중심으로 화재가 올라간 모습을 하고 있음)

로 인한 화재를 예방할 수 있을 것이다.

(2) 식용유화재의 효과적인 소화방법 지도

튀김용 식용유화재의 소화방법으로서는 현재 ① 젖은 목욕 타월, 시트로 냄비를 덮는 방법, ② 분말소화기를 이용하는 방법이 적당하지만, ①의 방법은 준비에 시간이 걸리는 결점이 있으며, ②의 방법은 도중에 소화제의 방출을 멈추면 재착화할 위험성이 있으므로 이러한 점을 충분히 주지한 후에 안전하게 소화할 수 있도록 지도할 필요가 있다.

또한 식용유 화재의 소화를 지도할 때에는 직접 물을 끼얹으면 대단히 위험(수증기폭발을 일으킴)한 행위임을 주지하는 것을 잊어서는 안된다.

〈화염이 올라간 개소의 조사5〉



[사진 32] 냉장고 뒤쪽 벽면의 V패턴 (벽체매입콘센트를 중심으로)

〈화염이 올라간 개소의 조사 10〉



[사진 33] V패턴의 예

〈화염이 올라간 개소의 조사 13〉



[사진 34] U패턴의 예

〈화염이 올라간 개소의 조사 14〉



[사진 35] 평행형 화염이 올라가서 천장에 도달하여 횡방향으로 뻗고 있다.

〈화염이 올라간 개소의 조사 15〉



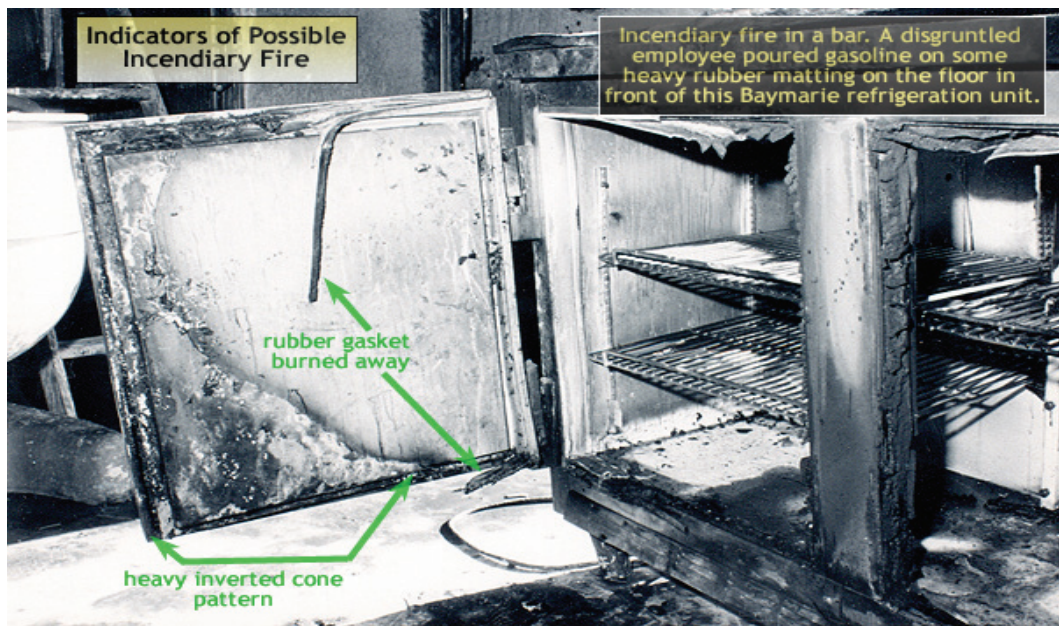
[사진 36] 역V패턴

- 양초의 불꽃과 같은 형상을 하고 있으며 화재초기 단계에 소화 되었을 때의 흔적임
- 식용유와 같은 기름이나 석유류 등 연소촉진제를 사용한 경우에도 나타나는 흔적임



[사진 37] 역부채형(△형, 역V형) 패턴

- 양초 불꽃과 같은 형상을 하고 있다.
 - 화재최성기 단계에서 소화되었을 때의 흔적이다.
- 注) 「역부채형」이란 부채를 상하 거꾸로 했을 때 원호상의 아래쪽의 형상을 가리킨다.



[사진 38] 석유류(인화성 액체)가 뿌려진 곳에 나타나는 △(逆V형)패턴¹³⁾¹⁴⁾

○ 역V패턴은 인화성액체를 뿌린 경우에 나타나는 패턴이므로 이 패턴이 있으면 방화여부를 신중히 검토해야 한다.

13) http://www.interfire.org/res_file/patt_cnw.asp

14) http://www.interfire.org/res_file/patt_cno.asp

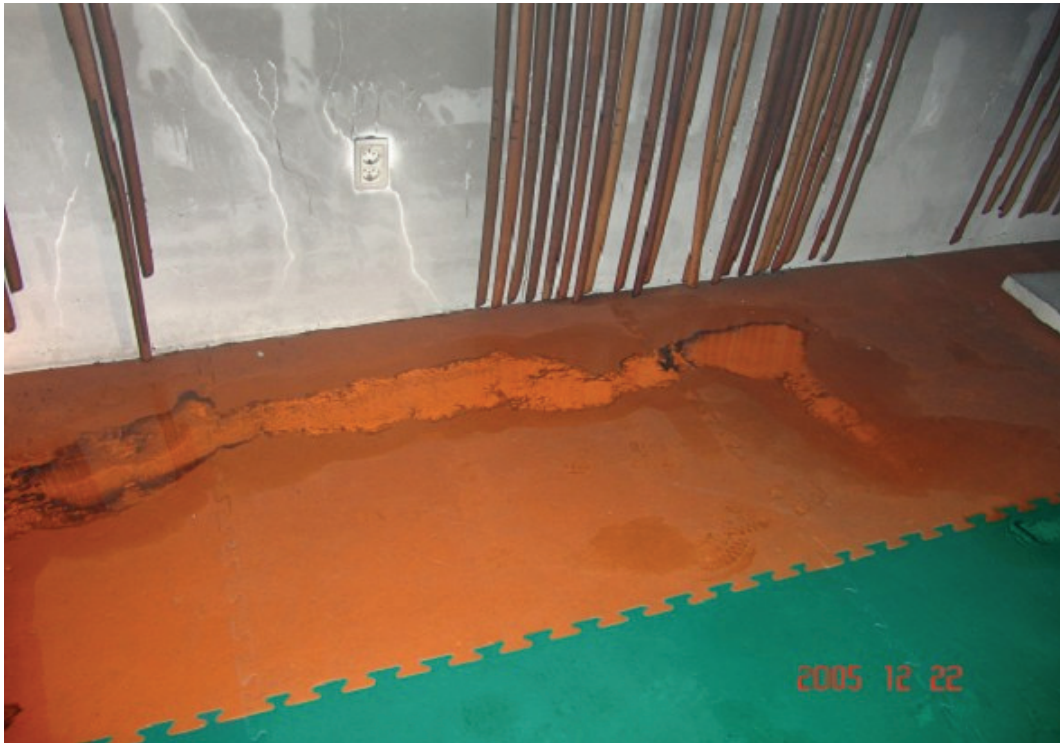
〈바닥 등의 특이한 연소상황〉

바닥에서 화재가 시작된 경우, 바닥에 소손상황을 남기는 경우가 있다.
특히 바닥에 시너 등 연소촉진제를 뿌리고 불을 붙인 경우에 그러하다.
화재가 확대되어 천장 가연물에 불이 붙어 떨어져 내린 낙하물로 인해 2차적으로 바닥이 소손되거나 벽을 타오르는 경우도 있으므로 주의해야 한다.



(사진 39) 바닥의 연소상황

- 불규칙적인 바닥재의 연소는 바닥에 연소촉진제를 뿌린 경우에 나타남



[사진 40] 바닥에 석유류를 뿌린 흔적의 예¹⁵⁾

15) <http://www.aeawv.com/images/fireinve2.jpg>



[사진 41] 연소촉진제의 살포에 의한 바닥의 소손상황¹⁶⁾



[사진 42] 연소촉진제의 살포에 의한 바닥의 소손상황

16) 바닥 장판이 소손된 모습으로 이와 같은 연소형태는 직상부 천장에서 형광등과 같은 전기시설이 낙하하여 발화되는 경우와 바닥에 인화성 액체를 뿌려 인위적으로 불을 낸 경우에 나타날 수 있는 형태이다. 장판이 소손된 곳 직상부의 천장에 전기시설이 없는 경우에는 인화성 액체에 의한 인위적인 화재라고 판단할 수 있음.

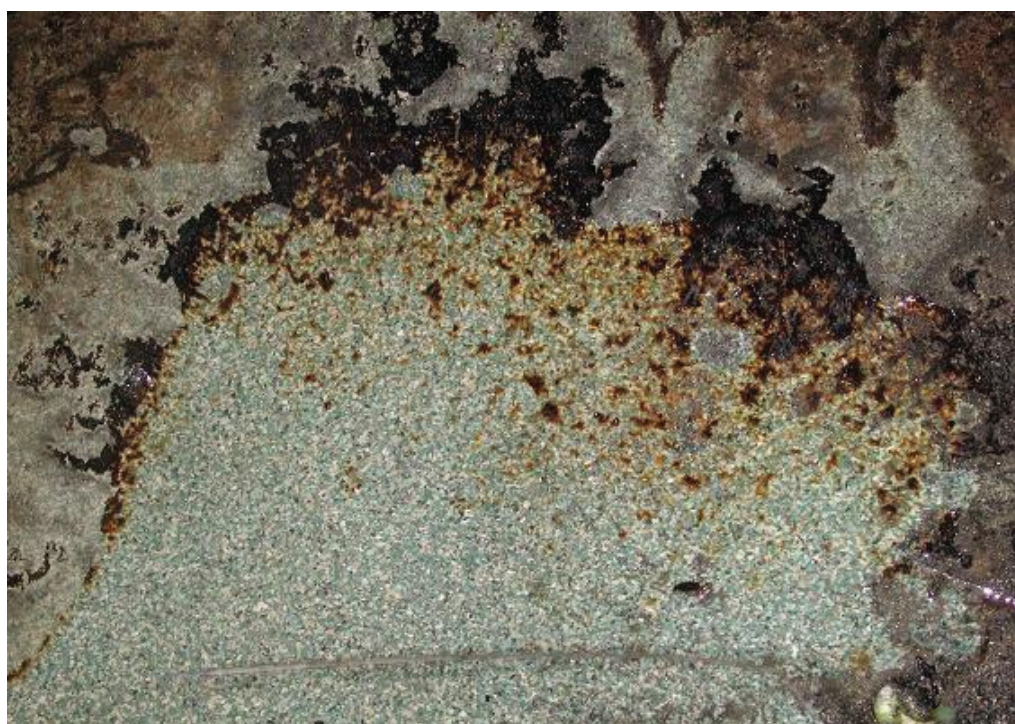


Figure (a) Doughnut burn pattern on carpet. 250 mL gasoline fire, extinguished at approximately 146 s with CO₂

(사진 43) 비닐장판과 카펫 위에 가솔린을 뿌리고 불을 질렀을 때의 예¹⁷⁾¹⁸⁾
(Flammable and Combustible Liquid Spill/Burn Patterns)

17) <http://www.interfire.com/features/burnpatterns.asp>

18) 고리모양으로 연소된 부분이 덜 연소된 부분을 둘러싸고 있는 도넛모양 형태로 가연성액체가 웅덩이처럼 고여 있을 경우 발생. 주변부나 얇은 곳에서는 화염이 바닥이나 바닥재를 탄화시키는 반면에 깊은 중심부는 액체가 증발하면서 증발잠열에 의해 웅덩이 중심부를 냉각시키는 현상 때문에 기인한다.



[사진 44] SPLASH PATTERN¹⁹⁾의 예



[사진 45] 유류에 의한 틈새의 연소 패턴²⁰⁾

19) ① POUR PATTERN

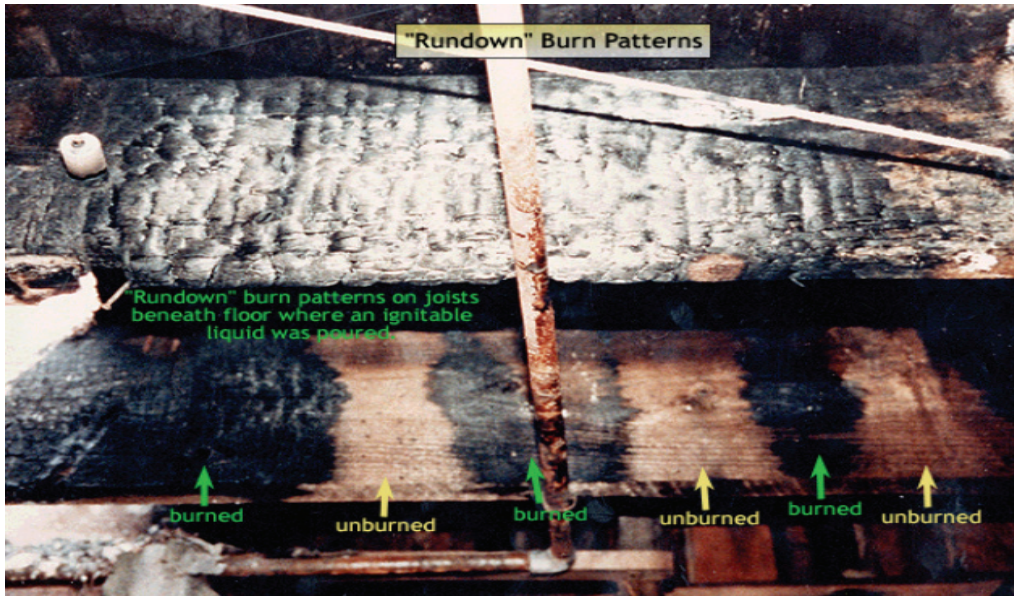
인화성 액체가연물을 바닥에 쏟아 부었을 때 바닥면에서 낮은 곳으로 흐르고, 이때 액체를 따라 화염이 연소진행하게 되는데, 액체가연물이 흐른 부분과 흐르지 않은 부분의 뚜렷한 탄화경계선을 가지게 된다. 이러한 연소형태를 POUR PATTERN이라고 한다.

② SPLASH PATTERN

바닥에 인화성 액체가연물이 연소시 가연물 표면에서 액체가 끓으면서 주변으로 튀겨 국부적으로 바닥에 연소된 형태이다.

POUR PATTERN 과 SPLASH PATTERN은 인화성 액체가연물을 사용한 경우에 나타는 대표적인 연소형태이다.

20) 목재마루 및 타일 등의 틈새, 문지방 및 벽과 바닥의 틈새 및 모서리에 가연성액체가 흐를 경우, 틈새를 따라서 흘러가거나 더 많은 액체가 고이게 되는데, 이 액체가 연소하면서 타 부위에 비하여 더 강하게, 더 오래 연소하게 되므로 진화 후에는 탄화정도에 따라서 구별을 할 수가 있음.



[사진 46] 액체의 흘러내림(Run down) 패턴

〈연소방향이 모순된 화재〉

발화개소에서 떨어진 연소공기의 공급이 양호한 창 등이 있는 실 쪽이 강하게 소손되어 있는 경우가 있다.

개구부가 출입구와 베란다측의 창만 있는 내화구조 공동주택에서 발생한다.

목조이더라도 조건에 따라서는 드물지 않은 현상이다.

〈연소방향에 영향을 미치는 개구부의 「개폐」 조사〉

유리창 등 개구부가 열려 있으면 연소공기의 공급이 양호하므로 그 방향의 소손이 강해진다. 개구부의 「개폐」를 확인하여 연소방향을 파악한다.

〈발화범위의 한정이 곤란한 현장〉

소손이 심해서 기둥 등만 남아 있는 현장에서는 발화범위는 넓게 잡는다.

함부로 전도재(轉倒材)를 이동시키지 말고 사용되고 있던 부분을 확인하여 본래의 위치로 되돌리며, 수직재는 세우고 수평재는 나열하는 등을 하여 「연소방향」을 본다.

제5절 발화개소의 판정(발굴·복원후)

명확한 화염이 올라간 흔적이 보이는 경우를 제외하고는 「발굴전」 발화범위의 한정은 실(室) 단위의 넓은 범위로 한다. 이에 비해 「발굴·복원후」에는 그 범위를 좁혀 아주 한정적인 부분(침대 주위, TV 주위 등)으로 압축하여 발화개소를 판정한다.

순서는 『실내의 각 가구재·건물구조재 개개의 「연소강약」 파악 ⇨ 이들 「연소강약」이 나타내는 실내 전체의 「연소방향」 파악 ⇨ 발화개소의 판정』으로 한다.

제6장 화재조사 서류

제1절 화재조사서류의 개념

1. 화재조사서류의 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 소방활동자료로서 소방업무전반에 활용된다.

한편, 화재조사서류는 공문서로서 정보공개 대상으로 되는 것은 물론 소방기관이 전문적이고 공평한 입장에서 작성하는 것으로 사법기관 등의 유효한 증거자료로서의 측면도 가지고 있다.

2. 화재조사서류의 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 활용 범위도 확대시키기 위해 표준적인 서류구성과 그 양식에 기초할 필요가 있는 것이다. 이런 이유 때문에 기본적인 양식이 소방방재청 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 사

법기관의 증거자료도 된다. 본 서류가 지닌 성질 때문에 「화재발생종합보고서」, 「화재 현장조사서」 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 화재조사 서류로서는 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 보아서 안 된다.

다. 필요한 서류의 첨부

소방방재청에서 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.

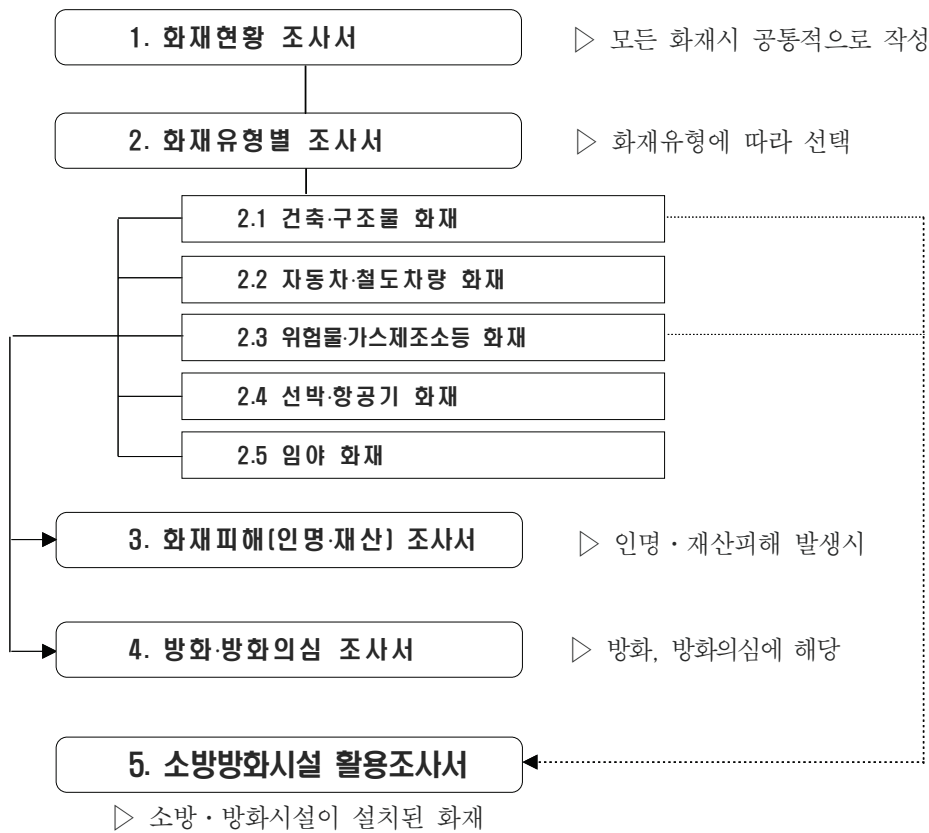
제2절 화재발생종합보고서

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 화재현장조사서 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 작성해야 한다.

첫째, 화재발생종합보고서 작성시 모든 화재에 공통적으로 화재현황 조사서를 작성

둘째, 화재유형에 따라 화재 유형별 조사서를 작성(건축·구조물화재, 자동차·철도 차량화재, 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.

보고서 작성 양식

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】
화재현장 조사서(임야,기타화재)	【별지 제3-13호 서식】
질문 기록서	【별지 제4호 서식】
화재현장 출동 보고서	【별지 제5호 서식】
재산피해 신고서	【별지 제6호 서식】

위 서식중 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 아래절에서 설명하고자 한다.

제3절 화재현장조사서

1. 작성 목적

화재현장조사서는 발화원인, 연소확대 원인, 사상자 발생원인 등을 조사한 서류로 유사화재 방지, 연소확대 및 인명피해방지 등의 화재예방을 중심으로 한 소방행정에 반영함을 목적으로 한다.

소방행정에 반영으로 대외적으로는 잠자리에서의 담배에 의한 화재, 가스렌지방치에 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 소방행정반영과 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 화재조사서류의 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 발굴작업이나 복원작업상황을 상세하게 기록한 증거보존 자료로서의 일면도 가지고 있다.

2. 작성자

화재현장조사서는 조사현장에서 자기가 직접 관찰·확인한 사실을 기재하는 것이다. 작성자는 현장조사를 직접 행한자로 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 기재 방법은 금한다.

현장조사서의 기재는 조사자의 의사나 판단이 개입되지 않도록 현장상황이나 소손 물건 등을 객관적으로 가능한 있는 그대로 표현하는 것이 좋다.

나. 사용금지 용어

현장조사서에는 화재원인에 대한 확정적인 단어를 사용하지 않는 것이 원칙이다. 이것은 화재현장을 발굴·복원하여 결과에 검토나 주관적 판단을 통하여 도출된 사항을 「화재원인판정서(란)」에서 사용하는 용어이기 때문이다. 본 조사서의 작성자는 이미 조사현장에서 발화원인 등의 결론을 알고 있어 무의식적으로 사용하는 경우가 있으나 그것은 본 조사서에서는 부적절한 용어이다. 또한, 문장을 강조하기 위하여 불필요한 형용사를 사용하여 조사서의 객관성을 잃어버리는 경우가 있으므로 형용사의 사용에 주의할 필요가 있다.

다. 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 설명 시켜 실태를 파악하면서 확인·관찰하거나 발굴을 실시할 필요가 있다.

그러나 화재현장조사서 작성시 입회인의 설명내용을 마치 조사원이 확인·관찰한 사실인 것처럼 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 없어져 있었고 외벽은 블럭벽돌조 단층건물로서 95㎡의 주택이 건축되어 있었다.」고 한다. 건물의 구획 등을 입회인의 설명을 토대로 첨부도를 작성하였다. 이후 이 도면을 기준으로 확인 관찰한다.

라. 발굴·복원단계에서의 조사사항 기재

조사의 핵심이 되는 「발굴·복원단계」에서의 관찰·확인 은 발화원·경과·착화물과 결부된 사실을 구체적이며 상세하게 기재해 둘 필요가 있다. 특히, 발화원인으로 된 화원에 대하여 긍정해야 할 사실 뿐만 아니라 화원으로서 부정해야 할 사실을 빠짐 없이 조사하여 기재하여야 한다. 본 조사서에서 기재되지 않은 사실은 화재조사서 확인·관찰한 것으로 화재원인판정에 인용할 수 없기 때문이다.

마. 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 왜곡하

는 듯한 과대한 표현 등은 피해야할 기술 형태이다.

바. 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 관찰조사한 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.

사. 각조사서에 기재한 사실등의 인용방법과 인용개소의 기재

각 조사서에 기재된 사실등의 「인용」은 발화원인등을 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.

4. 화재현장조사서의 기재사항

화재현장조사서의 표준적 기재사항은 다음과 같다. 각각의 항목에 대하여 설명하고자 한다.

가. 서류형식상 필요한 사항

현장조사결과 외에도 다음과 같이 작성일, 현장조사자 등 서류형식상 필요한 사항을 기재한다.

- 현장조사서의 작성일
- 현장조사서의 작성자
- 현장조사 일시
- 현장조사 장소 및 물건
- 현장조사시 입회인

1) 화재현장조사서의 작성일

화재현장조사서는 화재조사를 실시한 후에 작성한다. 따라서 작성일은 현장조사 일시를 지나서가 된다. 그러나 한정 없이 늦어도 좋다는 것은 아니다.

현장조사에서 조사내용 전부를 기록하여 두는 것은 불가능하다. 본 조사서 작성시는 기억을 되 살려 가면서 기재하는 경우도 적지 않다. 시간의 흐름과 더불어 기억이 불 명확하게 되므로 현장조사 직후에 작성할 필요가 있는 것이다.

2) 화재현장조사서의 작성자

소방서명, 계급, 성명을 기재하고 날인한다.

3) 현장조사 일시

가. 현장조사의 개시와 종료의 연·월·일·시각을 기재한다.

나. 현장조사는 하루만에 종료하지 못하고 수일에 걸쳐 실시하는 경우도 있다. 이러한 경우 실시일마다 화재현장조사서를 작성하여야 한다.

4) 현장조사 장소 및 물건

통상 현장조사 장소는 화재현장 부근이 된다. 따라서 관찰·확인대상은 그 장소에 있는 소손 또는 수손된 건물 등 모든 물건이 된다. 그러나 화재현장에서는 관찰·확인하지 못한 물건을 소방관서에서 감식을 행한 경우 장소는 소방관서로 되고 물건은 감식을 행한 물건 그 자체가 된다.

5) 현장조사시 입회인

현장조사는 공평성과 중립성을 중시하며 반드시 관계자의 입회하에 실시한다.

나. 현장조사결과

현장조사결과는 「발화원인의 판정」 등의 근거주체가 된다. 본항에서는 다음 항목에 대하여 기술하고자 한다.

- 현장의 위치 및 부근상황
- 현장의 모양
- 소손상황

1) 현장의 위치 및 부근상황

「현장의 위치」는 부근의 목표가 될만한 건물, 철도역, 소방서 등 기타 목표지점을 명시하여 위치관계를 기술한다. 그러나 주소나 건물명칭으로 현장위치를 명확히 알 수 있는 경우에는 생략할 수 있다.

「부근의 상황」은 현장을 중심으로 한 주변의 지형이나 도로의 상황, 건축물의 밀집도나 노후도, 구조 등의 개요, 수리상황 등에 대하여 소방적인 견지에서 기재하여야 한다.

2) 현장 상태

현장상태에서는 발굴작업전에 있어서 화재현장 전체의 확인·관찰결과를 기술하는 것인데 건물 및 소유자마다의 소손, 파손 및 수손이 어느 범위까지 미쳤는가를 구체적으로 기술하여 나간다. 기재의 포인트는 발화건물이 어느것인가, 그 건물의 어떤 실(室) 또는 부분에서 발화했는가가 화재원인 판정에 인용될 수 있도록 소손상황을 표현한다. 이를 위하여는 화재연소확대의 방향성을 알 수 있도록 소손상태를 기술하여야 한다.

다수의 건물이 소손된 경우는 「건물개요」, 「손해개요」 등의 소손건물 일람표를 작성하여 이 일람표에 붙여진 건물번호에 따라 조사결과를 기재하는 것도 한 방법이 된다.

3) 소손상황

소손상황은 발화건물 가운데서도 발화했다고 추정되는 거실(방) 등 발굴, 복원작업을 실시한 범위의 소손상황을 기재하는 것으로 화재현장조사서 중에서도 가장 중요한 부분이다. 「화재현장조사서 작성상의 유의사항」에서 해설한 바와 같이 구체적이고 상세한 기록이 필요하며 기재상의 요점은 다음과 같다.

(가) 발굴순서에 따라 기재 할 것

소손상황에서는 단순히 복원후의 소손상황이 기재되어 있으면 되는 것이 아니라 발굴의 진행상황을 알 수 있도록 해 둘 필요가 있다.

(나) 연소확대의 방향성을 기재 할 것

연소확대의 방향성과 관계된 조사내용의 기재는 발화건물이나 발화지점의 판정뿐만 아니라 발화원인의 판정에서도 중요한 요소가 된다. 발굴은 통상 실(방)단위로 실시하지만 「발화지점」은 발굴된 실(방)중에서도 어느 한정된 부분 등이 많아 그 부분에 존재하는 화원에 대하여 검토하여 발화원인을 판정한다.

좁은 방이 있으면 거기에 존재하는 모든 화원에 대하여 검토하여도 좋으나, 방이 넓으면 역시 화원도 많게 되어 검토항목이 증가하게 된다. 연소의 방향성이 명확하여 발화지점의 범위에서 완전히 배제가능한 부분이 있으면 거기에 존재하는 화원의 검토는 필요치 않게 되어 효율적이다.

이와 같이 연소 확대의 방향성에 관계된 조사내용의 기재는 발화지점 이라고 하는

좁은 범위에 있어서도 필요한 것이다.

(다) 특이한 사실 등을 빠지지 않게 기재할 것

- 불꽃이 타고 올라간 흔적이 있는 소손상황
- 특이한 사실
 - 미소화원 특유의 연소물(담배·향·촛불)
 - 전기배선의 단락흔(발화지점의 특정 등)
 - 유류·신문, 조연재의 유무(방화)
 - 전기설비의 사용 유무(스위치「열림, 단힘」의 구분)
 - 기 타
- 관계자의 진술과 관련된 물품 등

(라) 연소매체로 된 가연물의 관찰·확인내용을 기재할 것

발화지점 부근에는 담배 등의 화원이 있어도 그 주변에 종이, 섬유 등의 가연물이 없으면 착화하지 않고 그것에 착화하여도 커튼 등의 매개체가 없으면 연소 확대되지는 않는다. 화원뿐만 아니라 이것과 관계된 소손물건에 대한 관찰·확인내용을 기재한다.

(마) 관찰·확인 위치 및 대상을 명확하게 할 것

조사현장의 건물구조재, 가구, 집기 등은 그것과 판별이 불가능할 정도로 소손되어 있는 것이 일반적이다. 본 조사서에는

- 조사자의 위치
- 관찰·확인의 방향
- 관찰·확인의 대상

이라는 3가지 사항을 명확하게 하여야 한다. 이것이 나타나지 않는 보고서 작성은 무엇을 어떤 형태로 관찰·확인하고 있는가를 이해할 수 없게 된다.

또한 조사방향을 「우측」, 「좌측」이라고만 표기하는 경우가 있으나 좌우의 기준이 애매한 것이 많고 관찰·확인대상을 분명하게 알수 없는 경우가 있으므로 「동, 서, 남, 북」의 방위를 표시하는 용어로 표현하여야 한다.

《건물내의 기재 예》

2층 공부방 입구에서 실내를 관찰·확인하면 남서측에 의류수납장이...

(바) 사진이나 도면은 조사의 보충자료로서 취급할 것

사진이나 도면은 조사자가 문장표현하기 어려운 소손상황을 보다 알기 쉽게 하기 위한 보충자료가 된다. 사진과 도면을 주체로 구성하여 구체적인 기술을 하지 않은 현장 조사서로서는 부적절한 것이다.

《기재가 부적절한 例》

계단 위의 2층 아이의 공부방 입구에서 실내를 관찰·확인하면 이 방에는 첨부 제 2도와 같은 물품이 배치되어 있다.
천정, 내벽은 사진 10내지 15와 같이 소손되고, 의류수납장은 사진 16내지 18과 같이 소손되어 있음.

(사) 증거자료의 기재

발화원이나 착화물 등 화재원인으로서 단서가 되는 증거물건은 다음과 같이 항목을 추가하여 상세하게 기술하여야 한다.

- 발견위치(실측거리)
- 발견상황(크기, 소손상태...)

또한, 의류나 바닥 등에 부착된 기름류의 품명 등 그 장소에서는 특정할 수 없고 일자나 장소를 바꾸어 감식이나 기기 등을 사용하여 분석하여야 하는 경우는 그 취지를 기재해 둘 필요가 있다.

《기재 例》

바닥 카펫에서 등유냄새가 나서 검지관식검지기로 확인하여 보니 바닥 카펫 표면 ○cm×△cm 범위에서 유지반응이 확인됨.(제○도, 사진△참조)
유지의 종류를 정확히 확인하기 위하여 사진△에서 표시된 A 내지 C의 3개소의 카펫 일부를 채취함.

다. 발화건물의 판정

발화건물의 판정은 발화원인규명에 있어서 제1단계에 위치하고 있다.

여기에서는 소손건물이 2동 이상 있는 경우 어떤 건물로부터 발화하였는가 즉, 발화건물은 어디인가에 대해서 판정하여 기재한다. 소손된 건물이 1동인 경우 또는

수개의 동이 소손되어 있으나 전소는 1동뿐이며 이외에는 외부가 그을린 정도이거나 누가보아도 발화건물이 명확한 때는 반드시 기재할 필요는 없다.

다만, 이러한 경우에는 「발화지점의 판정」의 서두에 다음의 예시와 같이 발화건물에 대해서 간결하게 기재하여 둔다.

A건물이 옥내까지 소손되어 있는 것에 반하여 B건물로부터 D건물은 A건물에 면하는 외벽이나 창문유리가 소손되어 있지만 하므로 발화건물은 명확하게 A건물이고 발화건물의 판정은 생략한다.

발화건물 판정의 순서는 다음의 항목 순으로 기술한다.

- 1) 현장관찰·확인상황
- 2) 화재현장출동시의 확인·조사상황
- 3) 발견상황
- 4) 결 론

우선1)현장관찰·확인상황에서는 「화재현장조사서」 2)화재출동시의 확인·조사상황에서는 「화재현장출동보고서」 3)발견상황에서는 「질문조사서」에서 각각 판정에 필요한 사항을 인용하여1)로부터3)까지 각 항목별로 「발화건물」에 대하여 기재사항에 고찰을 더하여 최종적으로 「발화건물의 판정」을 한다.

라. 발화지점의 판정

전향에서는 어떤 건물로부터 발화했는가를 밝혔으나 본향에서는 발화건물의 어느 부분에서 발화했는가를 명확하게 하는 것이다.

「발화지점의 판정」은 전향의 「발화건물 판정」의 경우와 달리 소손건물의 동수와는 관계없고 반드시 기재하여야 한다.

1) 발화지점 판정의 필요성

발화원인은 ① 우선 발화건물의 안에서부터 연소확대의 방향성을 끝까지 보고 확인하여 발화했다고 판단되는 「한정된 부분」을 발굴하고 ② 다음으로 발굴한 중심에서부터 「발화범위」를 결정하고 ③ 마지막으로 그 범위의 중심에서 발화원으로서 가능성이 있는 것에 대한 검토를 통하여 판정한다.

발화원인규명의 순서로서 이것이 실무상으로 가장 합리적인 방법이다. 여기에서 말하는 발화범위가 「발화지점」이다.

혹시 「발화지점」이 한정 될 수 없다면 소손범위내에 존재하는 모든 화원(火源)에 대해서 발화원으로 될 수 있는가를 검토하여야 한다.

2) 발화지점 판정의 순서

발화지점 판정의 순서는 전항 “다. 발화건물의 판정”과 같다.

발화지점의 판정은 발화원인 규명의 가부와 관계가 있는 극히 중요한 부분이므로 이용하는 사실은 「발화건물의 판정」항목 보다는 상세하게 선정할 필요가 있다.

3) 발화지점의 범위

발화지점이라고 하면 「극히 한정되어 있는 범위」라고 해석되고 있으나 그 범위는 화재규모나 소손상황 등에 따라 다르다.

전소화재 등에서는 「○m²거실 남서측 텔레비전을 중심으로 한 부근」이라고 비교적 넓은 범위가 되는 경우가 많다.

발화지점의 범위를 좁히는 만큼 발화원이 한정되어 발화원인 단정이 용이하게 된다. 그러나 발화지점의 판정을 잘못된 때는 진정한 발화원을 검토에서 빠뜨려 발화원인을 잘못 판정하는 결과가 발생한다. 이 때문에 발화지점은 너무 좁히지 말고 여유로운 범위로 한다.

4) 발화지점판정의 기재 예

발화지점판정은 판정서 작성안의 중요한 포인트가 되므로 기재 예를 열거하여 해설하고자 한다.

《 기재 예 주택 2층이 연소한 화재 》

1) 현장 관찰·확인상황

가. 화재현장조사서 소실상황5)에 기재된 바와 같이 천정, 내벽 등은 발화건물 서측의 2층 거실○○㎡에서부터 연소확대 된 상황을 관찰·확인하고 있는 사실

나. 동조사서 소손상황(10)에 기재된 바와 같이 거실에 있던 옷장, 거실바닥의 잡지, 테이블 등은 전부 공부용 의자에 면하고 있던 방향에서부터 연소 확대한 상황을 관찰·확인하고 있는 사실.

다. 결론

벽재나 천정재의 소손은 공부용의자 부근에서의 연소 확대를 보여주고, 거실 바닥의 잡지 등도 동일한 양상이다.

이상의 사실로부터 현장 관찰·확인 상황에 의한 발화지점은 건물 서측 거실○○㎡내의 공부용 의자부근으로 인정됨.

2) 화재현장 출동시의 확인·조사 상황

가. 화재현장출동보고서 현장도착시의 상황2)에 기재된 바와 같이 발화건물을 남측에서 보면 서측 2층 거실 창에서부터 화염이 분출되고 있으나 다른 방의 창에서는 검은 연기만 보이고 불꽃은 관찰되지 않은 사실.

나. 동보고서 현장도착시의 상황3)에 기재된 바와 같이 발화 건물을 북측에서 보면 2층 서쪽 거실 내부가 진한적색으로 되어있으나 아직 창문유리는 파손되지 않은 것을 관찰한 사실.

「방에서 검은 연기가 분출하고 있었고 그 방안에 있는 책상의자 주변에 불꽃이 천정까지 뿜치고 있었다」고 진술하고 있음.

다. 결론

이상의 사실은 2층 서측 거실에서의 연소 확대를 보여주고 있고 그 가운데서도 유리의 잔존을 고려하면 남측으로부터의 연소 확대를 보여주고 있다. 그러나 발화시의 개구부 상태에 따라 연소상황이 다를 수 있고 발화지점의 범위까지는 관찰 불가능. 따라서 화재현장 출동시의 확인·조사 상황으로부터의 발화지점은 2층 서측 거실로 인정됨.

3) 관계자로부터의 진술

가. 발화건물에 거주하는 주부○○○(○세)의 질문조사서에 의하면 「2층 거실에서 취침 중 호흡이 곤란하여 잠을 깨어 연기가 층만하여 베란다로 나가보니 서쪽 방에서 검은 연기가 분출하고 있었고 그 방안에 있는 책상의자 주변의 불꽃이 천장까지 뿜치고 있었다」고 진술하고 있음.

나. 서쪽 인접주택의 주부 △△△(△세) 의 질문조사서에 의하면 「○○○가 화재사실을 알려 밖으로 나와 보니 2층 서쪽 실이 연소되고 있었다。」고 진술하고 있음.

다. 결론

이상 관계자의 진술로부터 발화지점은 2층 서쪽 거실의 책상 의자 부근으로 인정됨.

4) 결론

이상의 사실을 고찰하여 보면 발화지점은 2층 서쪽 거실의 책상의자 부근이라고 판정함.

전항의 「발화건물 판정」에서 설명한 판정순서는 「발화지점의 판정」에서도 동일하며 그 포인트는 다음과 같다.

- 1) 현장조사 상황에서의 순번을 기재할 것
- 2) 현장조사상황등의 항목별로 각각 판단된 발화지점을 기재하여둘 것
- 3) 인용사실은 조사서 등에 기재되어 있을 것
- 4) 결론(판정)은 논리적 고찰에 의할것

기재예의 경우1)에서부터3)까지는 문제가 없으나4)의 결론(판정)에는 전혀 고찰이 없이 단도직입적으로 결론에 이른다. 판정시 판정자는 각 조사서 등의 사실을 어떻게 관련지어 해석했는가, 그 결과 어떻게 결론에 도달했는가를 논술하여야 한다.

바람직한 기재예를 표시하면

4) 결론

화재현장출동시 관찰·확인 상황에서는 발화지점까지 진입은 불가능하다. 그러나 유리의 잔존상황을 고려한다면 남측에서부터 북측으로의 연소확대상황을 나타내고 있다고 판단됨. 따라서 화재출동시의 관찰·확인상황은 현장조사상황과 모순되는 바가 없음. 또한, 관계자의 진술에서는 두 사람 모두 2층 거실에서부터의 발화를 나타내고 발화건물관계자인 주부는 의자부근에서 불꽃이 일어나는 것을 보았다고 하며 관계자의 진술도 현장조사 상황과 일치함.

따라서 화재현장출동시의 관찰·확인상황의 사실 및 관계자의 진술은 현장조사 상황의 사실을 뒷받침하고 있고 전혀 모순이 없으므로 발화지점은 책상 의자부근으로 판정함.

따라서 판정을 논술하는 경우에는 인용사실과 결론이 어떻게 연결되는가에 대한 이유를 기술하여야 한다. 판정근거로 되는 사실의 인용문 기재만으로는 안 되고 인용된 구체적 내용이 왜 판정 사항의 입증으로 되는가 충분한 설명을 하지 않으면 안 된다.

마. 발화원인의 판정

전항까지에서는 어느 건물의 어떤 지점에서부터 발화했는가를 밝혀왔다. 여기에서는 화재조사의 핵심사항인 발화원인을 밝히고자 한다.

발화원인은 단순히 발화기구의 특정 등이라고 하는 피상적인 것이 아니라 다음 항목

에 따라 치밀한 검토를 통하여 규명되어야 한다.

- 발화원과 착화물
- 발화원으로부터 가연물로의 착화경과와 연소 경과
- 발화에 이른 인적·물적 유인

1) 발화원인 판정의 기재방법

이것을 명확하게 해나가는 방법은 앞에서 해설하였고 질문조사서 등의 서류로부터의 사실인용과 합리적·과학적인 논리전개가 중심으로 된다.

원인 판정시 이러한 자료만으로 부족한 경우에는 재현실험의 데이터나 각종문헌 등을 인용하는 것도 필요하다.

판정이론의 기술은 「화재조사서류작성상의 유의사항」에서도 해설했으나 난해한 전문용어나 어려운 이론을 열거하는 것은 피하여 누구라도 쉽게 이해할 수 있는 표현으로 가급적 계통적·논리적인 것으로 하여야 한다.

2) 연역법에 의한 발화원인의 판정

발화원인은 통상 소거법(消去法)을 이용하여 증명하고 있으나 최근에는 연역법에 의한 증명을 요구하고 있고 특히, 제조물로부터 발화된 것과 같은 경우에는 연역법에 의한 객관적인 증명이 가능하도록 해야 할 필요가 있다.

구체적으로 다음과 같은 과학적 증빙 등을 통하여 극히 객관적으로 증명하여야 한다.

- 분석·측정기기 등에 의한 데이터의 제시
- 재현실험에 의한 재현성의 확보
- 각종 문헌을 인용한 객관성 있는 해설
- 유사화재 사례의 유무확인

3) 소거법을 주체로 한 발화원인의 판정

현재 행해지고 있는 소거법을 주체로 한 발화원인 판정의 순서는 다음과 같다.

- 발화지점내에 존재하는 화원을 전체적으로 열거한다.
- 화원 각각에 대하여 발화원으로서 가능성이 낮은 것으로부터 기재하여 다음순서로 검토하여 나간다.

- 〔 (가) 화재현장조사서
- (나) 건물조사서
- 〔 (다) 결 론

○ 통상 화원 각각의 결론으로부터 소거법에 의해 발화원을 특정하여 화재의 발생요인 및 발생경과와 병행하여 발화원인을 판정한다.

4) 발화원인판정에 필요한 기재내용

발화원인판정에 필요한 기재내용은 발화원인 가운데 존재하는 화원에 대한 검토를 통하여 어떤 화원에 의하여 발화했는가? 기타의 화원은 어떤 사유에서 부정되었는가? 앞3)의 순서에 의하여 각각의 사실을 표시하여 증명하는 것으로 다음과 같이 대별된다.

- 〔 ○ 발화원의 입증
- 발화원 이외의 화원에 대한 반증

(가) 발화원 입증의 기재 : 발화원인 판정시 가장 중요한 것은 「사실의 인정은 증거에 의한다.」 라고 하는 것이다. 요컨대 조사현장에서 발화원으로서의 「물증」을 찾아내어 그 상황을 기재한 화재현장조사서 중에서 구체적인 증거를 제시하여 관계자의 진술 등을 참고하면서 입증하여 나간다.

그러나 현실적으로 화재에서는 「물증」으로서의 발화원이 소실되기도 하고 방화에서는 범인이 도피하기도 하여 처음부터 현장에 없는 경우도 있다. 또 관계자가 사망하여 발화전의 상황진술을 받아낼 수 없는 경우도 적지 않다.

화재 각각의 특징에 따라 입증의 곤란성에 차이가 있으나 어떠한 경우에도 소손상황을 주체로 한 입증으로서의 판정이 되어야 한다.

이를 위하여 다음사항을 상세하게 기록할 필요가 있다.

- 가) 발화원은 착화물을 연소시키는 열에너지를 지니고 있는가
- 나) 열에너지를 지니고 있어도 발화원과 착화물과의 거리등의 상태가 발화에 이르는 환경하에 있는가
- 다) 착화물은 연소상태를 계속할 상태에 있는가
- 라) 커튼의 존재등 착화물 주변에 있거나 연소확대할 조건이 있는가
- 마) 현장조사결과에 따른 사실을 증명할 상황증거가 있는가
- 바) 질문조사서의 진술내용에는 발화원과 착화물이 발화로 연결될 환경하에 있을만

한 것이 녹취되어 있는가

가) 내지 라) 에서는 발화원과 착화물을 분석하여 양자가 발화시의 상태에서 존재하면 화재로 될 만 한 것을 증명하기 위한 항목이다. 마) 및 바)는 발화원과 착화물이 화재현장에서 어떠한 상태로 존재하였는가의 사실을 입증하기 위한 항목이다.

이러한 것은 발화원인 판정상의 기본적인 것으로 모두 화재에서의 항목검토가 기재되어 있어야 한다.

다음에서는 이에 대한 예를 해설하고자 한다.

가. 현장조사상황
 발화한 거실에는 심지상하식 반사형 석유스토브가 있고 심지는 위로 올려진 상태로 소손되어 있음. 석유스토브는 침대고정대^{*1}에 전면을 매트리스를 향한 상태로 관찰·확인되었고 그 부근에는 소손된 이불^{*2}이 널려있음.
 이와 같이 석유스토브는 사용상태였고 그 주변에는 이불이 있다고 하는 현장조사상황에서 석유스토브로부터의 발화는 충분히 고려된다.

나. 관계자의 진술
 관계자의 진술을 종합해보면 ○○○는 발화전 침대 위 이불속에서 책을 읽고 있었음. 석유스토브는 침대방향을 향하여 사용하고 있었음. 1층의 모친으로부터 『친구에게서 전화가 왔다』는 연락을 받고 ○○○는 급히 침대에서 일어나 실내의 전등이나 석유스토브를 끄지 않은 채 1층으로 내려감. 통화를 끝낸 후 2층으로 올라가지 않고 TV를 보았다는 점.
 약20분 후^{*3} 같이 있던 모친이 2층에서 소리가 나는 것을 듣고 ○○○에게 가보도록 함. ○○○는 계단을 올라가는 도중 위쪽에서 연기가 나는 것을 보고 『연기다 !!』라고 모친에게 알리고 2층 본인방을 열었을 때 연기가 분출되어 나오므로 화재가 난 것으로 판단함.
 이러한 관계자의 진술로부터도 석유스토브는 사용상태로 있었고, 침대위의 이불이 석유스토브에 접촉한 것은 충분히 고려되어짐.

다. 결 론
 이상과 같이 본 건 화재의 발화원인은 ○○○가 모친의 부름을 받고 일어났을 때 이불이 석유스토브에 접촉하였기 때문에 발화한 것임.

- *1. 침대와 석유스토브의 실측거리가 필요
- *2. 이불의 종류, 재질, 수, 침대에 놓여졌던 상태가 필요
- *3. 방을 나가서부터 이상을 느꼈을 때까지의 경과시간이 필요

이 예에서는 *1에서 *3까지의 요건을 기술하여 결론을 도출하여야 하나, 이에 대한 내용상의 흠결이 있다.

일부분이라도 빠지면 발화원 ⇒ 경과 ⇒ 착화물이라고 하는 일련의 계통적 논리전개가 이루어지지 않아 불완전한 판정이 된다. 또 이 화재에 있어서의 다른 가능성, 예를 들어 건조중이던 세탁물이 낙하될 가능성이 있는 경우 명확한 결론을 도출해 내야 하는바

이 화재는 건조중이던 의류가 사용중의 석유스토브 위에 낙하되었던가, 침대의 이불이 스토브위에 미끄러졌기 때문에 발화한 것.

이라고 기술한 경우 얼핏보면 발화원인이 명확하게 된것과 같이 착각하게 된다. 그러나 발화원은 석유스토브이나 착화물이 판명되지 않은 것이다. 이것은 무엇이 어떻게 경과되어 착화에 이르렀는가 해명되지 않으면 진정한 원인입증이라고 말할 수 없는 것이다.

(나) 발화원 이외의 화원에 대한 반증

1) 반증의 필요성 : 발화원에 대하여 상세한 입증이 있어도 발화지점에 존재하는 다른 화원에 대한 논술이 없는 경우 정확한 발화원인의 판정이라고 볼 수 없다. 왜냐하면 발화원인으로 된 발화원에서도 기타의 화원이 동일 장소에서 발화하면 소손상태가 유사할 가능성이 크기 때문이다. 기타화원에서 발화한 가능성을 부정(반증)해 두지 않으면 제3자가 본 판정서를 읽는 경우에 의문이 남게 될 것이다.

예를 들면, 전항의 화재사례의 경우 석유스토브 외에 흡연습관이 있는 경우에는 이것에 대한 반증을 기술하지 않으면 석유스토브가 발화원으로서 진정으로 입증되었다고 할 수 없다.

이 때문에 발화원인을 판정하는 경우는 발화지점에 존재하는 모든 화원에 대한 검토를 통하여 진정한 발화원 이외에는 반증사실을 나타낸 부정을 하나갈 필요가 있는 것이다.

2) 반증의 방법 및 기재상의 주의 : 발화 가능성을 부정하는 논술방법은 기본적으로는 발화원의 입증과 동일하다.

다음과 같은 기술은 다소라도 발화원으로서의 가능성을 남기고 있는 것으로 해석될 수도 있는 것이다.

- ……의 소손상황으로서 고찰, TV로 부터의 발화는 거의 고려되지 않음.
- ……의 진술로부터 TV로 부터의 발화가능성도 고려되나 ……의 소손상황으로 부터 TV로 부터의 가능성은 적다고 인정됨.
- ……의 소손상황을 살펴본 결과, TV로 부터의 발화는 확인되지 않음.
- ……의 질문조사서에서는 「TV 부근에서 연소가 있었다」고 하는 진술이 있었으나, ……의 사실로 TV에서의 발화는 부정된다.

3) 결론의 기재 : 발화원인의 최종판단으로 되는 결론은 앞의 가와 나에서와 같이 검토·고찰하여 요점을 명시하고 『발화원』을 특정하여 어떠한 「경과」로 어떤 「착화물」에 착화했는가를 직·간접의 원인을 포함하여 기재한다. 합리적인 근거에 기초하되 판정자의 독단적인 추론을 하여서는 안된다.

예를 들면, 인위적 요소가 발화원인으로 이어지는 경우 발화전의 행위나 행동을 완벽하게 기록하여 진술할 수 있는 사람은 없다. 매우 능숙하게 질문하더라도 행위자의 기억이 단편적이라면 그 이상의 진술은 얻을 수 없다. 그러나 판정은 구체적으로 얻어진 진술을 토대로하여 합리적으로 판단하여야 한다. 즉 그 단편적인 진술이라면 전부 근거가 되는 것은 아니므로 판정자가 독단적으로 관계자의 행위를 추정하여서는 안된다. 또 「고인화점 위험물에 정전기스파크에 의하여 인화했다」는 등과 같이 과거에 사례가 없고 실증적으로 해명되지 않은 현상에 대하여 구체적 사실과 동떨어진 독단적인 판단도 모두 설득력이 없다.

결론은 판정까지의 과정에서 검토된 구체적 사실이 무엇을 근거로 했는가를 명확하게 나타내야 한다. 「우연히 그렇게 됐다」고 하는 추정은 물론 「이렇게 했으면 이렇게 됐을 것」이라고 하는 것처럼 증첩해서 추정에 추정을 더하는 식의 기술을 하여서는 안 된다.

화재조사현장이나 관계자의 진술 등에서 화재원인을 찾아 내는데는 적지 않은 어려움이 수반된다. 판정자가 노력하여 규명하는데도 해명되지 않는 부분이 나올 수 있다. 그러나 근거가 없는 추정이거나 비약적인 논리에 의한 무리한 판정은 무책임한 판정이 되므로 절대로 있어서는 아니 된다. 소거법으로 최후에 남아있는 것을 단순히 발화원으로서 하는 등, 발화원에 대한 입증이 없는 판정방법도 피하여야만 한다.

5. 도면 및 사진

가. 도면

현장의 위치, 건물배치, 실내의 가구류 배치 등 이 모든 것을 제3자에게 「문장으로만」으로 설명하는데는 한계가 있다. 그런면에서 도면은 제3자의 시각에 호소하여 요점을 간단하게 이해시키데 있어서 문장에는 없는 커다란 이점을 가지고 있다. 화재현장조사서 작성시에는 도면이 지닌 특징을 최대한 활용하여야 하는데 통상 본 조사서에는 다음과 같은 도면이 작성된다.

- 현장의 위치
- 건물의 배치(발화건물을 중심으로한 건물배치)
- 소손건물의 각층 평면도(실 배치를 중심으로)
- 발화실의 평면도(수용물의 개요를 중심으로)
- 발화지점의 평면도(증거물건의 위치 등, 실측거리 기재)
- 발화지점의 입면도
- 사진촬영위치도(다른 도면과 병용하는 것도 가능)

1) 도면의 위치

도면은 원칙적으로 지도와 같은 형태로 「북」을 위쪽으로 작성한다. 방위가 정확하게 나타나지 않은 도면은 문장 이해에 혼란을 준다.

2) 도면의 축척

축척을 무시하고 단순히 ○평의 방이라고 기재한 도면은 자료로서의 가치성이 적으므로 현장조사에 기초하여 정확한 축척으로 작성하여야 한다.

3) 도면의 기호

도면은 누가보아도 이해가 되도록 작성하여야 한다. 제도기호 등의 표준화된 기호로 작성하는 것이 기본이며 필요에 따라서는 문자도 삽입하여 알기 쉬운 도면을 작성한다.

4) 도면의 표제

「사용금지의 용어」에서 사용금지 용어는 도면의 표제에서도 사용할 수 없다.

「발화건물」 평면도, 「발화지점」 평면도와 같은 표현은 삼가고, 「A건물」 평면도, 「주방」 평면도등으로 표현한다.

나. 사 진

화재조사현장을 서류로서 있는 그대로 기록하려고 할때 사진 이상으로 효과적인 수단은 없다. 발화원인의 판정 등에 필요한 소손상황은 물론 화재로 인한 그대로의 사실을 나타낼 수 있는 것이다. 아무리 언어로 자세히 표현한다해도 1장의 사진에 견줄 수는 없는 것이다.

1) 사진 촬영의 포인트

주로 「현장의 모양」과 「소손상황」에 사용하는 것으로 화재현장조사서 작성의 흐름에 따라 촬영한다. 통상 아래에 열거한 사진이 필요하다.

- 소손현장의 전경
- 소손건물의 전경
- 소손건물의 내부
- 발굴전의 발화지점 부근
- 복원후의 상황
- 발굴범위의 화원
- 연소경로
- 화재에 의한 사망자
- 기타 필요한 사항

여기에서는 단순히 현장을 찍기만 하면 좋다는 것이 아니라 발화건물의 판정 등을 명확하게 할 수 있도록 요소요소를 포착하여 촬영하지 않으면 안 된다.

가. 소손현장의 전경 : 소손현장의 확인·관찰은 처음에는 연소확대의 방향성을 확인하기 위하여 높은 지점 등 소손현장 전체가 보일수 있는 장소에서부터 시작한다. 이러한 건물이 없는 경우에는 사다리차 등을 이용하여 촬영한다. 한 장에 들어가지 않는 경우에는 「연결(파노라마)사진」으로 화재현장전체가 파악될 수 있도록 각별히 신경써서 촬영한다.

나. 소손건물의 전경 : 소손잔존상황, 연소되어 나간 상황, 낙하 등 연소의 방향성을 보여주는 부분을 넣어 4면의 외주부분을 촬영한다.

다. 소손건물의 내부 : 방(실)별로 연소의 방향성과 소손상황을 알 수 있도록 촬영한다.

라. 발굴전의 발화지점 : 부근 발굴한 부분은 발굴전의 상황을 알 수 있도록 소손상황 전체를 천정, 기둥, 벽, 수용물 등을 빠지지 않도록 촬영한다.

- 마. 복원후의 상황 : 복원한 상태에서는 발화지점에서부터 연소확대 된 증거물건을 중심으로 촬영한다.
- 바. 발굴범위의 화원 : 담배, 성냥(라이터), 난방기구 등 발화원으로 될만한 것은 발견시와 복원시를 상방으로 촬영하여 둔다.

2) 사진 촬영상의 유의점

화재조사현장의 사진 특히, 발굴도중의 현장을 기록하는 사진은 수정하기가 불가능하다. 사진이 지닌 자료가치를 인식하여 조사사진으로서 사용 가능하도록 촬영에 심혈을 기울인다.

- 촬영 포인트는 현장조사자의 의도를 이해하여 촬영한다.
- 촬영대상은 장식장 등 주위와의 위치관계를 알 수 있도록 촬영한다.
- 중요한 증거물건은 표지, 백묵 등으로 명확하게 표시한다.
- 인물, 발굴용기구 등은 사진에 들어가지 않도록 주의한다.

제4절 화재현장 출동보고서

1. 작성목적

화재현장 출동보고서의 작성목적은 소방대가 소방활동중에 관찰·확인한 결과를 기록하여 화재원인판정에 있어서 『발화건물의 판정』 등의 자료로 활용하는데 있다.

화재조사에서는 타다 남은 화재현장을 보고 어떤 건물의 어디에서부터 발화되어 어떻게 연소 확대되어 나갔는가를 판단하여 발굴범위를 결정하여야 한다. 그러나 이러한 연소 확대의 경로는 신고가 현저하게 지연된 화재에 있어서는 그 판단도 어려울 수 밖에 없다. 이러한 때는 최초로 화재현장에 도착하여 연소건물이나 연소범위를 냉정하게 판단한 소방대원의 정보가 귀중한 판단자료로 된다. 또한, 발화와 관계된 당사자는 초기단계에서는 진실을 말하는 경우가 일반적이므로 이러한 정보도 「발화원인의 판정」 등에 중요하게 작용한다.

본 보고서는 이러한 정보를 기록한 문서로서 「발화건물의 판정」 등의 귀중한 자료가 되는 것이다.

2. 작성자

화재현장출동보고서는 화재현장에 출동한 소방대원이 실제로 관찰·확인한 연소상황이나 관계자로부터 얻은 정보를 직접 기재하여야 한다. 따라서 본 보고서의 작성자는 화재현장에 출동한 소방공무원으로 한정된다. 소방공무원이라면 직위, 직종에 관계없이 모두 작성자에 해당된다.

그러나 원칙적으로는 대원을 지휘하면서 화재현장에 선행하여 화재상황을 파악하고 일반대원 보다도 대국적으로 화재상황을 파악하고 있는 선착대의 대장을 작성자로 하는 것이 타당하다. 그러나 선착대의 대장보다도 다른 소방공무원이 보다 많은 상황을 정확하게 파악하고 있다면 그가 구조대원이든 구급대원이든 관계없이 본 보고서의 작성자가 될 수도 있다.

3. 화재현장출동보고서의 기재사항

화재현장출동보고서의 표준적인 기재사항은 다음 【별지 제5호 서식】(개정 2006. 12. 27.)양식과 같다.

다음에서는 기재 항목 순으로 해설하고자 한다.

가. 기재사항

화재현장 출동시에 있어서의 관찰·확인사항은 화재를 각지하여 출동한 시점에서부터 시작된다. 따라서 본 조사서의 내용은 기본적으로는 화재각지시에서부터 소방활동 종료시점까지 관찰·확인한 사실이 된다. 본 보고서에서는 관찰·확인한 내용을 일반적으로 다음 3가지 항목으로 나누어 기재한다.

- 출동도중의 관찰·확인 상황
- 현장도착시의 관찰·확인 상황
- 소방활동중의 관찰·확인 상황

1) 출동도중의 관찰·확인 상황

본 항에서는 화재를 각지한 소방대가 현장으로 향하는 도중에 관찰·확인한 상황을 기재한다. 그 포인트가 되는 항목은 다음과 같다.

- 화재 각지시의 위치

- 출동도중의 불꽃이나 연기, 냄새, 이상한 소리, 폭발 등의 상황과 그것을 확인한 때의 위치
- 출동로의 차단, 교통지체, 기타 현장 도착지연 이유
- 부서의 위치

이러한 내용을 구체적으로 기재하는 것으로 연소 확대중의 화재인가, 지붕이 내려앉아 붕괴되고 있는가, 풍향은 어떠한가, 연소물이 자극적인 냄새를 풍기는 위험성 물질이었는가 등 초기에 있어서의 화재개황을 파악할 수 있다.

2) 현장도착시의 관찰·확인사항

본 항은 현장도착시에 관찰·확인한 사실을 기재하는 것으로 포인트가 되는 항목은 다음과 같다.

- 하차후의 행동
- 발화건물 등의 불꽃이나 연기의 상황, 연소상황, 지붕 등이 연소로 내려앉는지 여부, 처마·개구부로부터의 화연분출상황, 화세의 강약과 확인시의 위치
- 이상한 소리, 특이한 냄새, 폭발 등 특이한 현상과 확인시의 위치
- 관계자 등의 부상, 복장, 행동의 개요 및 응답내용
- 건물의 출입문, 창문, 셔터 등의 개폐 및 잠금 상태

이러한 관찰·확인내용은 넓게 보아 소화대상인 「건물」과 피난·구조 등의 대상인 「관계자」로 구분된다. 초기의 건물 관찰·확인은 「발화건물 판정」등에 관계자에 관한 관찰·확인인 「발화원인의 판정」등의 단서로서 화재현장출동보고서 중에서 중요한 부분이 된다.

3) 소화활동중의 관찰·확인사항

본 항은 소방대의 소화활동 개시시점에서부터 진화시까지 관찰·확인한 사실을 기재하는 것으로 앞에서의 「현장도착시의 관찰·확인내용」과 달리 다음 항목의 관찰·확인이 필요하다.

- 연소확대 상황
- 관계자의 발언내용
- 누설전류·가스누설 유무, 가스밸브의 개폐상황, 기타 화재원인판정에 필요한 사항
- 잔화작업시 발화지점 부근의 물건이동, 도괴, 손괴상황 등

화재출동시는 소화활동시 얻은 각종정보가 진화후의 조사활동에 큰 의미를 지니고 있음을 인식하여 앞의1)~3)까지에서 기술한 정보를 수집하여 본 보고서에 기재하여야 한다.

나. 기재상의 유의사항

1) 문장형태

화재현장출동보고서의 문장형태는 현재형으로 할 것. 본 보고서는 사실상 관찰·확인한 일정시간 경과 후 작성하게 된다. 따라서 「불꽃이 분출하였다」 등의 과거형으로 하는 것이 자연스런 표현이라고 할 수 있으나 시시각각으로 변화하는 현장양상을 말로 표현하는 것이기 때문에 현재진행형으로 기재할 필요가 있는 것이다.

2) 관찰·확인위치의 기재

화재현장출동보고서에서는 화재현장조사서와 같이 원칙적으로 관찰·확인한 위치를 명시할 필요가 있다. 그러나 「출동도중의 관찰·확인」 기재의 경우에는 출동경로를 너무 상세하게 기재할 필요는 없다.

3) 도면·사진의 활용

관찰·확인위치를 말로만 기술하게 되면 문장이 너무 길어지게 되고 오히려 이해가 되지 않을 수 있으므로 관찰·확인위치를 명확하게 나타내는데는 도면을 활용하는 것이 유용하다. 시간경과에 대응한 관찰·확인장소에 기호나 번호를 붙이면 간략하게 기재할 수 있고 문장의 생략도 가능하다.

또한, 「현장 도착시에 있어서의 연소범위」나 「발화지점 부근의 진화작업 전의 상황」 등의 기술에 대한 진실성을 확보하기 위한 사진의 활용도 매우 유용한 것이다.

4) 기재대상의 기호화·간략화

기재대상이 되는 건물이나 거실 등의 호칭도 앞의3)과 같은 형태로 하는 것이 좋다. 예를들어, 「(주)○○○물산 빌딩」, 「○○○○점유 사무실」 등과 같이 너무 긴 고유명사를 반복해서 기재하는 것 보다는 「A건물」, 「101호실」 등과 같이 기호화하는 방법이 읽기도 쉽고 효율적인 문서작성이 될 것이다.

제5절 질문기록서

1. 작성 목적

화재원인조사에서는 소손물건을 확인·관찰하고 물증을 주체로하여 발화원인을 추구하는 것이 원칙이다.

그러나 화재로 소손된 물건은 발화전의 상태를 유지하기가 어렵고 발화로 연결된 현상을 증명할 물건이 소실되어 버린다. 또한, 상식적으로는 생각할 수 없는 잘못된 사용형태가 원인이 된 화재도 있다. 이러한 화재에서는 관계자 외에 알 수 없는 발화전의 기기이상이나 일상의 사용방법을 파악할 필요가 있으며, 객관적인 타당성 파악 이외에도 관계자의 진술녹취는 불가결한 것이다.

2. 작성자

소방기본법상 화재조사를 위한 질문을 행하는 주체는 「소방방재청장·소방본부장 또는 소방서장」으로 규정되어 있다. 현실적으로는 조사규정 등 내부규정으로 일반 소방직원이 이것을 담당하고 있다.

질문기록서의 작성자는 가능한 한 현장조사에 임하여 그 화재에 대한 상황을 충분히 이해하고 있는 조사요원이 하는 것이 바람직하다.

3. 작성상의 유의사항

질문기록서는 관계자 없이 작성하는 것은 불가능하다. 「사람」을 대상으로 한 조사서의 작성에는 질문의 장소, 시간대 등을 배려할 필요가 있다.

가. 작성 절차

질문기록서의 녹취사항이 증거로서 존재가치를 가지기 위해서는 관계자의 진술이 「임의」로 행하는 것이어야 한다. 임의성을 담보하기 위하여는 서류작성상 진술에 대하여 다음과 같은 절차에 따라야 한다.

- 녹취내용을 확인시킨다.
- 서명을 하게 한다.

1) 녹취내용의 확인

녹취를 종료하는 경우에는 진술자에게 읽게 하여 진술내용과 녹취사항에 오류가 없는가를 확인시키고 잘못됨이 없음을 인정한다면 서명을 시킨다.

2) 미성년자 등에 대한 질문

18세 미만의 청소년, 정신장애자 등에 대한 질문을 하는 경우는 친권자등의 입회인을 입회시켜야 하며 진술자는 물론 입회자에게도 서명시켜야 한다.

나. 질문의 방법

본 조사서 작성상 특별히 정해진 질문방법은 없다. 그러나 진술자의 기본적인 인권을 고려하고 유도심문을 피하여 진술에 임의성을 확보하여야 한다.

다. 질문의 실시장소

1) 화재현장에서 작성하는 경우

질문대상자는 화재피해자, 발화행위자, 관계자 등 이해나 발화책임의 당사자가 많다. 특히, 발화와 관련하여 과실을 의식하고 있는 사람은 제3자나 이해관계자 앞에서 공공연하게 진실을 말하는 경우는 적다.

당사자의 이러한 심정을 이해하여 관계자로부터 임의의 진술을 받아내기 위해서는 가능하면 제3자를 의식하지 않는 장소에서 질문을 청취한다.

2) 소방관서에서 작성하는 경우

진술하는 사람에게 있어서 소방관서에서는 이해관계자를 의식할 필요가 없어 경우에 따라서는 적당할 것으로 보이나 제복을 입은 공무원들 주변에서 특별한 긴장감이 생겨나기도 한다. 이 때문에 내방객 등의 이목을 의식하지 않고 긴장감도 줄일 수 있는 공간에서 진술을 받는 것이 좋다.

라. 질문의 실시시기

시간이 경과함에 따라 법률지식이나 주변의 사람들에게서 들은 정보로 사실의 의도적인 조작 가능성이 높아지게 된다. 관계자에게 질문은 이러한 사실의 왜곡이 생기기 전에 기억이 선명한 화재발생 직후에 가능한 조기에 행하는 것이 좋다.

마. 진술의 기록

질문기록서는 관계자의 진술을 기록하는 것이지만 진술한 말을 전부 기록할 필요는 없다. 무의미한 말은 생략하고 요점이 진술자의 말로서 기록되면 좋다.

사투리나 어린아이 특유의 표현, 노인의 말 등은 본 조사서를 작성하는 직원이 표준어나 상식적으로 바꾸어 있는 그대로 기록할 필요가 있다. 관계자밖에 알지 못하는 사실을 관계자의 인간성이나 생활환경을 나타내는 본인의 말로 기록하는 편이 보다 증거가치를 높이는 자료가 된다.

4. 작성대상자와 녹취(기재)사항

질문기록서의 표준적 기재사항은 다음에서 예시하는 바와 같다. 여기서는 관계자별 녹취사항에 대하여 해설하고자 한다.

진술을 요구할 관계자는 화재양상을 보고 결정하여야 하지만 통상은 다음과 같은 사람을 대상으로 한다.

- 발화행위자
- 화원관계자
- 발견·신고·초기소화자
- 기타 관계자

특히, 제조물 화재의 경우 발견자의 목격정보에서 「화연이 나온 위치가 제조물 본체인가」 그렇지 아니한가가 쟁점이 될 수가 있으므로 상세한 청취가 필요하다.

특이한 사용형태는 없었는가, 취급설명서·사용상의 경고표시의 인식이 있었는지도 청취하여 둔다.

가. 발화행위자

발화행위자란 「화재를 발생시킨 사람」 또는 「화재발생에 직접 관계가 있는 사람」을 말한다. 발화행위자는 화재조사의 주된 목적인 「발화원인」과 결부된 정보를 가지고 있으므로 현장조사 결과와 모순이 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여서 청취한다.

발화행위자는 책임을 회피하려는 의식을 지니고 있는 것이 당연하기 때문에 제3자에게 목격당한 행위 이외에는 있는 그대로 진술하기를 주저하는 것이 사실이다. 사망자가 발생했거나 주위의 건물에 커다란 손해를 준 경우에는 더욱더 그러하다.

당사자의 이러한 심리에 입각하여 발화원인 등의 본질에 관한 진술을 얻어내기 위하여 질문의 각도를 바꾸어 가면서 청취한다.

나. 발화관계자

발화관계자란 발화건물의 책임자, 거주자, 종업원 등 발화건물과 관계된 모든 사람을 말한다.

1) 발화관계자로부터는 원인규명에 관한 사실 이외에 다음과 같은 화재발생유인이나 환경, 사업소 등의 상황도 녹취한다.

- 건물의 구조·설비·증개축 등
- 사업내용·규모·사원수 등
- 기계기구의 개요
- 작업내용
- 화기관리의 상황
- 화재보험 등

2) 각각의 구체적 작업내용 등은 방화관리자, 종업원 등 업무에 정통한 사람으로부터 청취한다.

3) 발화전의 작업내용이나 기기의 이상 등 발화원인과 밀접한 관계가 있는 정보는 전해 듣는 것으로는 부족하므로 반드시 본인으로부터 직접 청취한다.

다. 발견·신고·초기소화자

화재초기의 상황은 발견, 통보 및 초기소화자가 가장 상세하게 목격한다. 발화지점이나 발화원인의 규명 이외에도 유력한 정보를 지니고 있는데 앞에서 열거한 녹취 항목을 중심으로 하여 화재에 관한 다양한 정보를 청취한다.

진술이 필요한 대상자를 결정할 때는 다음 항목을 고려하여야 한다.

- 화재 각지시간이 빠른 사람을 우선한다.
- 관찰(목격)방향이 다른 복수의 사람으로부터 청취한다.

진술청취시 말에만 의존하게 되면 정확한 정보를 얻기 어려우므로 도면에 표시하면서 청취하거나 경우에 따라서는 관계자 본인에게 발견위치 등에 대한 도면을 작성시키게 할 필요도 있다.

제7장 화재조사 관련법률

제1절 소방기본법²¹⁾

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 소방방재청장·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 행정안전부령으로 정한다.

<취지>

- 소방방재청장·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 적절한 입장이며, 그 조사결과를 직접 소방 행정 수행에 이용하려는 것이다.

21) 소방관련 제정법률(안) 설명자료(행정자치부, 2002), pp.23~26.

- 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 행정안전부령으로 정하도록 하여 화재조사 업무의 신뢰성을 확보할 수 있는 근거를 마련하였다.(제2절 소방기본법 시행규칙 참조)

〈해설〉

- 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 (출입·조사 등)

- ① 소방방재청장·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.

<p>제52조 (벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 300만원 이하의 벌금에 처한다.</p> <p>2. 제30조제3항을 위반하여 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 화재조사를 수행하면서 알게 된 비밀을 다른 사람에게 누설한 사람</p> <p>제53조 (벌칙) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 200만원 이하의 벌금에 처한다.</p> <p>2. 정당한 사유 없이 제30조제1항에 따른 관계 공무원의 출입 또는 조사를 거부·방해 또는 기피한 자</p>

〈취지〉

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 횡수, 기간, 출입인원 등에 제한을 두지 않는 등 화재조사에 대한 불응과 저항을 강제적으로 극복하기 위한 권한을 제시하고 있다.

〈해설〉

- 소방방재청장·소방본부장 또는 소방서장 : 강제조사권의 주체를 명시하고 있다. 그러나 소방방재청장·소방본부장 또는 소방서장에게만 질문권, 자료제출요구권이 있는 것은 아니며 권한의 위임에 의하여 화재조사에 종사하는 소속공무원이면 누구에게나 이러한 권한이 주어질 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 관리자

라 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) 소방방재청장·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 소방방재청장, 소방본부장 또는 소방서장의 신속한 화재조사를 위하여 특별한 사유가 없으면 조사에 협조하여야 한다.

<취지>

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.

소방방재청장·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.

<해설>

- 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, 현행 법상 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.²²⁾

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.

- 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.

22) 형사소송법 제195조 내지 제197조

제195조(검사의 수사) 검사는 범죄의 혐의 있다고 사료하는 때에는 범인, 범죄사실과 증거를 수사하여야 한다.

제196조(사법경찰관리) ①수사관, 경무관, 총경, 경감, 경위는 사법경찰관으로서 검사의 지휘를 받아 수사를 하여야 한다.

②경사, 순경은 사법경찰관리로서 검사 또는 사법경찰관의 지휘를 받아 수사의 보조를 하여야 한다.

③전2항에 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.

- 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.

<해설>

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.

<취지>

화재로 인한 인명 및 재산상의 손실을 예방하고 재해복구와 인명피해에 대한 적정

한 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. 긴급상황보고

종합상황실장이 소방서의 경우는 소방본부, 소방본부의 경우는 소방방재청 상황실에 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 소방방재청장이 정하는 재난상황

2. 화재조사의 시기, 종류, 범위

가. 화재조사의 시기 : 화재조사는 소화활동과 동시에 개시되는데 이때 소화활동의 개시는 화재의 각지시점 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 사무처리에 필요한 사항을 정하여 일선 화재현장에서의 원활한 조사가 이루어질 수 있도록 하였고 현실에 맞지 않는 용어 및 조사책임, 화재 피해액 등을 조정하였으며, 또한 『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 준용토록 하여 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. 화재조사 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, 현장확인, 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 소방 상황을 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
- 화재진압중 발생한 사망자 및 부상자

2) 재산피해

- 소실피해 : 열에 의한 탄화, 용융, 파손 등의 피해
- 수손피해 : 소화 활동으로 발생한 수손피해
- 기타피해 : 연기, 물품반출, 화재중 발생한 폭발 등에 의한 피해 등

3. 조사업무의 체계

가. 조사책임

- 1) 소방본부장 또는 소방서장은 관할구역내의 화재에 대하여 조사를 하여야 한다.
- 2) 운행중인 차량, 선박, 항공기에서 발생한 화재는 소화활동을 행한 장소를 관할하는 소방본부장 또는 소방서장에게 조사책임이 있다.

나. 조사업무의 능력향상

- 1) 본부장 또는 서장은 조사업무를 담당할 인원과 차량 및 기자재를 기준이상으로

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 본부와 소방서에 화재조사 전담부서를 설치 운영한다.
- 2) 화재조사 전담부서는 간부급 소방공무원과 소방학교장이 실시하는 화재조사반 과정 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 있거나 소방공무원으로 5년 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 조사상 특히 전문지식과 기술이 필요하다고 인정되는 경우 감식 및 감정을 전문기관 또는 전문인에게 의뢰하거나 전문인 또는 전문기관과 합동으로 조사할 수 있다.
- 2) 본부장 또는 서장은 과학적이고 합리적인 화재원인 규명을 위하여 화재현장에서 수거된 물품에 대하여 감정을 실시하고 원인입증을 위한 재현 등 시험을 실시할 수 있다.
- 3) 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 하며 다음과 같은 책임을 진다.
 - 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 입회 하에 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 암시하

는 등의 방법으로 유도하여서는 아니 된다.

- 소문 등에 의한 사항은 그 사실을 직접 경험한 사람의 진술을 얻도록 하여야 한다.
- 4) 조사관 및 조사자는 관계자 등으로부터 조사상 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 사회관념상 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

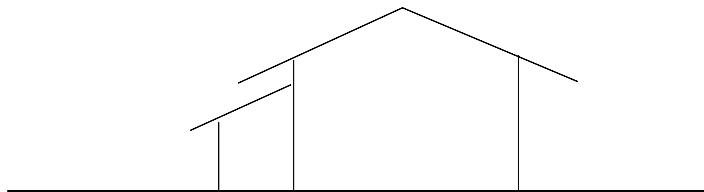
건축·구조물화재의 소실정도는 3종류로 구분하며 그 내용은 다음과 같다

- 1) 전 소 : 건물의 70%이상(입체면적에 대한 비율을 말함. 이하 같다)이 소실되었거나 그 미만이더라도 잔존부분이 보수를 하여도 재사용 불가능한 것
- 2) 반 소 : 건물의 30%이상 70%미만이 소실된 것
- 3) 부분소 : 전소, 반소에 해당되지 않는 것

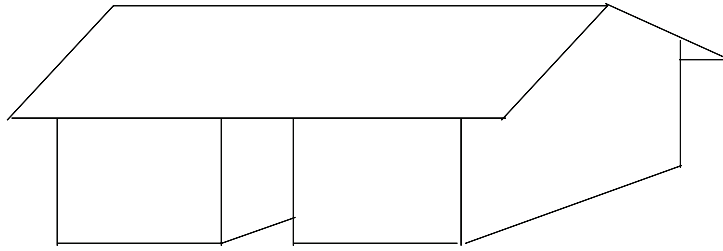
※ 자동차·철도차량, 선박 및 항공기 등의 소실정도는 위의 규정을 적용한다.

바. 건물동수 산정

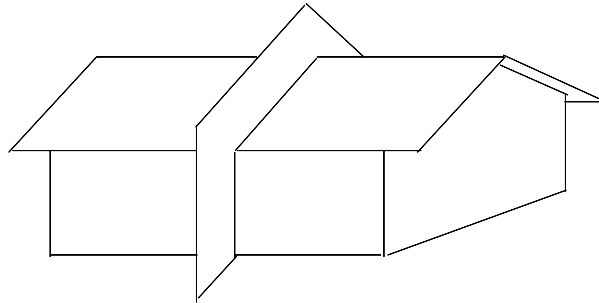
- 1) 주요구조부가 하나로 연결되어 있는 것은 1동으로 한다. 다만 건널 복도 등으로 2이상의 동에 연결되어 있는 것은 그 부분을 절반으로 분리하여 각 동으로 본다.
- 2) 건물의 외벽을 이용하여 실을 만들어 헛간, 목욕탕, 작업실, 사무실 및 기타 건물 용도로 사용하고 있는 것은 주건물과 1동으로 본다.(그림참조)



- 3) 구조에 관계없이 지붕 및 실이 하나로 연결되어 있는 것은 동일 동으로 본다. (그림참조)

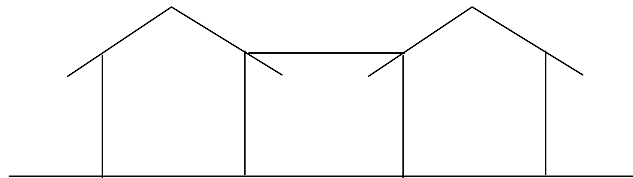


- 4) 목조 또는 내화조 건물의 경우 격벽으로 방화구획이 되어 있는 경우도 동일 동으로 한다.(그림참조)



- 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 있고 건물 내부와 구획되어 있는 경우 별동으로 한다. 다만, 주된 건물에 부착된 건

물이 옥내로 출입구가 연결되어 있는 경우와 기계설비 등이 쌍방에 연결되어 있는 경우 등 건물 기능상 하나인 경우는 동일 동으로 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 출동중에도 조사에 도움이 되는 사항을 확인하여야 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 소방활동구역 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 긴급상황으로 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 연소확대 여부, 인명구조활동 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 화재 별로 각 호의 규정에 의하여 본부장에게 보고하고 기록유지 하여야 한다.

- 1) 긴급 상황보고에 해당하는 화재 : 화재 각지로부터 7일 이내, 다만, 화재의 정확한 조사를 위하여 조사기간이 필요한 때는 총 30일 이내
- 2) 일반화재 : 화재 각지로부터 5일 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 유체물이 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 주관에 개입할 여지가 많기 때문이다.

따라서 산정기준에서의 화재로 인한 피해액 산정대상은 경제적 가치가 있는 재산 등의 직접적 손실에 국한시킨다.

- 1) 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 화재 발생일 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 감가 수정액을 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 타당하다고 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.

$\text{화재피해액} = \text{재건축비 또는 재취득가격} - \text{사용기간 감가수정액}$

※ 일부 수선 또는 수리의 경우, 재건축비 또는 재취득가격은 수선비 또는 수리비가 된다.

참 고 자 료

- 국가화재분류체계 매뉴얼, 소방방재청, 2009
- 화재피해액 산정 매뉴얼, 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 2004 Edition", p.11(2004)
- 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 Fire and Arson Investigation, CRC Press, Inc, 1993.
- NFPA, patterns of fire casualties in home fires by age and sex, 2001
- Massachusetts Boston Fire Department, Massachusetts public fire and safety education, 1999