

地震火災事例로 본 國內 都市地域의 安全對策 研究

윤 명 오*

Yoon, Myung-O

김 광 일**

Kim, Kwang-Il

이 영 재***

Lee, Young-Jae

Abstract

This is a paper to figure out characteristics and damages of earthquake fire occurred in Kobe, Japan by analyzing the various damage cases. The policy implications were considered in terms of safety in metropolitan areas in Korea.

I. 지진화재사례의 검토

1. 고오베 지진은

1995년 효고縣 남부에서 1995년 1월 17일 05시 46분경 발생하였으며, 진앙지는 아와지시마(북위 34도 36분, 동경 135도 03분)로 확인되었다. 震源의 깊이는 14km로서 강도는 Magnitude 7.2(추정)로서, 동지역에서 85년도 이전에 예상적용 내진구조 설계 기준치를 상회하는 규모로 파악되었다.

2. 피해개요

효고縣 남부지진으로 고오베市, 아시야市, 니시미야市, 아와지시마를 중심으로한 광범위한 지역에서 막대한 피해가 발생했다. 사망자 5,501명, 행방불명자 2명, 부상자 36,938명(95년 4월 9일 현재)을 낸 관동 大震災(1923년) 이후 최대급 지진

재해가 되었으며, 구조체 파괴는 물론 막대한 지진 화재소실이 기록되었다.

(1) 인적피해 발생상황

사망자의 대부분은 건물의 倒塌 등에 의한 압사이며 장소는 고오베市를 중심으로한 효고縣에 집중된 것으로 나타났다.

사망자가 가장 많이 발생한 곳은 고오베市로 3,809명이었는데, 이는 1994년 4월 1일의 추정인구에 대하여 0.26%의 사망자 발생률이었다. 다음으로 니시미야市가 995명(0.24%), 아시야市가 394명(0.46%)의 순으로 사망자가 발생하였다.

부상자는 고오베市가 14,679명, 니시미야市가 6,386명, 오자키市가 3,786명, 아시야市가 2,759명, 이따미市가 2,581명 발생하였다. 부상자 발생률은 호끄단町가 6.99%(831명), 아시야市가 3.2%, 이찌노미야町가 1.56%, 니시미야市가 1.54%의 순으로 나타났다. 단, 발생시간이 새벽으로 업무시간대가 아니었기에 중심업무지역의 피해가 두드러지지는 않았다.

* 명지대학교 건축학과

** 인제대학교 산업안전보건학과

*** 대전산업대학교 건축설비공학과

(2) 물적피해 발생상황

가. 피해의 분포

건축물 등의 피해는 震源地에 가까운 아와지시마의 호끄단町에 효고縣 이따미市까지의 線上에 분포하는 活斷層과 밀접한 관계를 나타냈다. 고오베市에서는 바다쪽의 피해가 컸고 산쪽의 피해는 작았다. 또 국도2호선도 武庫川을 넘어서 오사카 방면으로 피해가 적고 특정 범위에 막대한 피해가 발생되었다.

全壞건물은 고오베市가 54,949동으로 가장 많고, 다음으로 니시미야市가 18,800동, 오자키市가 5,418동, 다카라즈카市가 1,339동의 순이다.

前半壞 건물의 被災세대의 발생률은 아와지시마의 이찌노미야町가 가장 높은 61.0%(1,845세대)이며 다음이 호끄단町으로 45.5%(1,691세대)이다. 이 2町에서는 반수 이상의 건물이 全壞 또는 半壞 이상의 피해를 입었다. 또, 아시아市 및 니시미야市의 피해율도 각각 35.4%, 32.3%로 높게 나타났다.

나. 피해상황

목조건물은 지붕이 지면에 닿은 것과 같은 倒壞 상황을 各所에서 볼 수 있고, 倒壞를 피하였다고 하여도 기와가 낙하하는 등의 피해가 여러 곳에서 발생하였다. 비교적 건설시기가 오래된 목조건물은 倒壞와 大破 등의 피해가 컸다. 年數가 새로운 목조건물(석고보드, 경량판 등)은 피해가 비교적 경미하였다. 즉 최근의 프리웨브 공법에 의한 공업화주택의 내진성능이 매우 발전하였다.

철근콘크리트조(RC造)의 피해는 85년도 이전

의 기준에 의한 건물의 피해가 크며 1층의 벽이 적은 건물과 벽이 偏在하는 건물 등의 기둥에 剪斷壞가 보였다. 舊기준으로 건설된 중고층 건물에서는 특정층(3-6층)만이 崩壞한 상황이 다수 보였다. 철골조(S조)의 피해로서는 외장재 등의 비구조 부재를 제외하고 柱脚部の 파손 經年劣化에 의한 층파괴와 경사, pent house의 변형, 용접부의 破斷, 인접건물과의 충돌에 의한 것으로 보고되고 있다.

다. 건물부속설비의 피해

고오베 시내에서는 복구 및 서구를 제외하고는 거의 전지역에 유리창, 기와, 외벽, 건물의 부속물(옥외광고, 에어컨 外機 등) 또, 중량벽돌(블록, 석벽돌, 흙벽돌), 자동판매기 등의 지진시에 위험하다고 하는 물건의 낙하 또는 倒壞가 보였다. 특히, 블록벽돌은 기초콘크리트와 블록 경계부에서 도괴한 것이 많고, 지지벽을 가진 것은 기초콘크리트에서부터 도괴된 흔적이 나타났다.

(3) Life Line의 피해상황

전기, 수도, 가스, 전화 등의 라이프 라인은 재해발생 직후로부터 고오베市를 중심으로 사용불능이 되었다. 소화전의 사용불능과 전화의 폭주, 신호기의 정지 등이 소방활동에 커다란 장애요인으로 지적되고 있다. 이는 방비된 근대도시에서 도시지역의 생활환경의 보장에 대한 매우 심각한 문제를 제기하는 현상으로 판단된다.

가. 전기

일본 간사이 전력에 의하면 지진직후 5개 발전소에서 함께 9대의 화력발전시설이 정지하고 한신

표 1. 府縣別 인적피해(95년 4월 9일 16:00 현재).

	효고縣	오사카府	교토府	합 계
사 망	5,480	21	1	5,502명
부 상	34,900	1,929	109	36,938명
행방불명	2	0	0	2명

표 2. 府縣別 건축물의 피해현황(95년 5월 23일 현재).

	全 壞	全 燒	半 壞	半 燒	計
효고縣	92,280	7,119	101,135	340	200,874
오사카府	875	1	6,833	7	7,716
교토府	3	0	3	0	6
도쿠시마縣	4	0	84	0	88
計	93,162	7,120	108,055	347	208,684

지구를 중심으로 약 65만호가 정전되었다. 그 후 정전범위가 확대되어 91만 6천호가 정전되었다. 발생시간대가 심야나 저녁무렵이었다면 구조활동은 더욱 심대한 타격을 받았을 것이다.

나. 전화

고오베시내의 NTT전화국에는 지진 직후 교환기에 이상이 발생하여 전화回線 약 28만 5천회선이 발신 불능되었다. 유선에 의한 통신은 거의 기대할 수 없었다. 따라서 각종 자료에서 아마츄어 무선 등의 역할이 매우 컸던 것으로 보고되고 있다.

다. 가스

가스공급은 지진직후에 고오베市와 아시아市를 중심으로 공급을 정지하였으나, 그 후 공급정지 범위의 확대로 약 83만 4천호가 정지되었다. 2일 후인 19일에는 약 85만호로 증대된 것으로 보고되고 있다. 그러나 대규모 가스폭발 등은 확인되고 있지 않다.

라. 수도

고오베市를 중심으로 수도관의 파괴에 의한 斷水가 발생되었다. 지진발생후 2일부터는 斷水世帶가 약 107만호로 증대된 것으로 나타나고 있다. 이는 구조 및 복구과정에서 군수병의 절대부족 현상을 발생시켰다.

(4) 도로, 철도, 항만구조의 피해

가. 도로시설

주된 피해는 한신고속도로 神戸線, 灣岸線, 空港線, 環狀線의 여러 곳에서 교각의 붕괴, 노면의 침몰, 램프(ramp)의 변형 등의 피해가 발생하였다. 고오베市 히가시나다區에서는 고가다리가 10개소 이상 낙하하여 후카에 부근에는 약 600m에 걸쳐 옆으로 顛倒하였다.

또한, 일반국도와 縣道에서도 노반의 균열, 교량과 연결부 도로의 段差와 교각이 어긋나는 등의 피해가 속출했다. 특히 계산된 구조적인 내력이 동일한 경우라도 두 개의 기둥에 의한 지지형태에서는 도괴가 없었고, 중심기둥으로 지지하는 고속고가도로는 연속 도괴 되는 현상을 보였다.

나. 철도시설

JR(Japan Railroad) 新幹線은 아마가사키市, 이따미市, 니시미야市, 고오베市內에서 고가교의

낙하 및 로코 터널 내에서의 벽체의 박리와 균열을 발생, 1964년 新幹線 개업이래 최대의 피해가 발생하였다.

JR(在來線), 한규, 한신 등도 니시미야市로부터 고오베市 사이에서 고가교의 낙하와 교각의 倒壞, 驛舎의 도괴 등의 피해가 발생하였다. 또한 산노미야에서 포트 아일랜드를 연결하는 포트 라이너도 교각의 붕괴에 의한 落橋와 경사 등의 피해가 발생하였다. 또, 고오베 고속철도의 다이카이驛에서는 지하철의 천정이 3m 정도 낙하하여 콘크리트로 만든 支柱 대부분이 위에서 아래로 강한 압력에 눌린 상태가 되었다.

3. 지진화재의 피해

통상 지진 피해에서 85%가 지진 화재에 의한 것으로 인지되고 있으며, 동 재해의 경우에도 광범위한 화재소실이 발생되었다.

(1) 효고縣 남부지진에 의한 화재는 293건이 발생하여 약 66만m²(약 20만평)가 소실되었다. 화재는 약 90%가 효고縣內에서 발생하였다. 소실된棟數는 총 7,538동으로 그 중 98.6%가 고오베市內에서 소실되었다. 119에 의한 화재통보는 175건이었다.

(2) 지진 직후의 화재

소방활동에 가장 영향을 미치는 지진 직후의 동시 다발 화재의 발생상황은 지진발생부터 1시간 14분이 경과한 07시까지의 출화건수는 고오베市에서 70건(17일 출화건수의 64.2%), 被災지역에서는 137건(50.2%)이 출화되었다. 09시 전까지가 147건(64.5), 지진 당일에 214건(지진화재의 73.4%)이 출화되었다.

또한, 건물의 倒壞가 많았던 고오베市, 아시아市, 니시미야市에서는 지진발생부터 수일간에 걸친 화재가 발생하였다. 즉, 지진화재는 화재직후에 60%정도가 발생하나 재해복구기간중에도 지속적으로 발생하는 것으로 확인되어 재해지역의 화재예방활동의 중요성이 큰 것으로 판단된다.

(3) 출화원인

1) 고오베 대학의 원인조사

고오베 대학 공학부 다카라자키 연구실에서 지진 후의 주민 Hearing에 의한 화재원인 조사결과

에 의하면, 가스·전기에 기인한 것이 60%를 차지하고 있다. 출화원인으로는 가옥의 倒壞에 의해 누설된 가스가 어떤 火源에 착화, 복구단계의 通電으로 손상된 배선·전도·낙하된 전기기구에 서의 出火 등이다.

도시가스에 대해서 마이콤 메타의 설치율은 오사카 가스공급지역에 76%가 설치되어 있으나, 예상을 뛰어넘은 地震動에 의해 마이콤 메타가 작동하여도 가스메타의 1차측 배관의 손상으로 가스가 누설되어 어떤 화원으로부터 착화하여 출화되었다고 생각된다.

2) 고오베市 소방국

고오베市 소방국 관내에서 발생한 지진화재 175건의 출화원인(4월 14일)은 전기설비기구·전원코드·배선 등 업무용 전동미싱을 포함하여 44건(44.2%)이 전기관계로부터 출화되었고, 연소기구류에서의 출화는 10건(10%)이다.

지진발생후의 전기관계로 출화한 것은 전기스토브에 의한 것(9)건이 가장 많고, 다음이 열대어용 水槽관계(열대어용 히터, 열대어용 기구류; 8건), 육내배선 관계(5건) 등으로 많다.

연소기구류로는 석유 스토브 5건, 가스콘로 3건, 가스 스토브 2건이다. 또한 放火에 의한 화재도 9건으로 판명되었다.

(4) 연소확대의 상황

고오베市 소방국 관내에서 지진발생 직후부터 07시까지의 사이에 53건의 동시다발화재가 발생하여 통상의 소방능력을 넘었고 도로의 장애, 정체와 소화전의 사용불능 등에 의한 대규모 시가지 화재로 확대되었다고 생각된다. 특히 나가다區, 효고區의 화재는 數街區(블록)에 걸쳐 대화재로 되었다.

각종 보고 자료를 종합하면 연소확대의 요인으로는 다음의 것을 들 수 있다.

- 고오베市의 여러 곳에서 화재가 동시 발생하고 지진에 의한 家屋이 顛倒하여 연소확대가 빨랐다.
- 진도 7의 激震에 의해 시가지의 대부분(특히 시내 중심부의 中高層群, 목조가옥 밀집지)이 壞滅的인 피해를 받아 구조활동도 다발하였다.

- 건물 등의 도괴, 도로의 파괴와 균열에 의해 소방차의 통행장애가 발생하였다.
- 수도관이 피해를 받아 소화전이 사용불능하였다.
- 고오베市의 지역산업인 케미칼 슈즈 관련 공장이 밀집되어 있는 지역이 있었기 때문에 인화성의 위험물이 산란하여 화재하중이 컸다.
- 지진발생 당일은 건조주의보가 발표되어 있어 기상상황이 북서풍, 풍속 4.6m/s, 습도 54%, 기온 3℃로 연소확대가 좋았던 기후조건이었다.

(5) 延燒動態

1) 延燒상황

- 목조, 防火造 건물이 많이 倒壞되었고 도괴를 면한 건물이라도 방화물탈 외벽과 기와가 낙하하여 화재에 대해 약하게 되었다. 또한, 도로상에 도괴된 건물이 연소확대하는 媒介요인으로 분석되었다.
 - 목조건물에 접한 내화건물에도 개구부를 통하여 연소가 확대되어 延燒阻止요인으로서의 효과가 없었다.
 - 내화건물에서 내화건물로 延燒확대한 상황도 있었다. 延燒경로로서는 창과 개구부 및 개축 등에 의한 방화성능이 충분하지 않은 箇所로 추정된다.
 - 내화에서 내화건물로의 확대는 목조에서 목조로의 延燒에 비해 延燒속도는 매우 낮았다.
 - 市街區의 단독화재에서 다른 市街區로의 飛火, 동일 블록에서도 수 개소에 비화하여 시가지 대화재로 확대된 상황이 보였다.
 - 건물과 도로 등의 블록구성 및 화재의 延燒상황으로 판단되고, 소규모 화재旋風이 발생하여 복잡한 연소경로를 경유한 경우도 발견되었다.
 - 아케이드(幅 약 100m)가 연소경로를 형성하여 다른 블록으로 확대된 상황도 있었다.
- ### 2) 燃燒차단효과
- 燃燒흔적을 보면 한 棟의 화재로 끝난 것, 내화건물과 도로에 의해 燃燒 중지된 것 등 지역에 따라 延燒성상이 다르게 나타났다.
 - 도로 폭에 의한 燃燒 증지는 15m 정도의 도

로에서는 효과가 현저하였으나, 8m 전후의 도로에서는 내화건물, 목조건물이 도괴하여 도로가 봉쇄되고 산란된 가연물과 복사열에 의해 延燒확대되는 등 燃燒중지 효과가 없었던 부분이 수 개소에서 보였다.

4. 소방활동의 개요

(1) 소방시설의 피해

1) 소방서 건물

고오베시 소방국에는 이쿠다 소방서 외 3개의 소방서가 사용불능하게 되었으며, 그 외의 소방서에도 벽체의 균열과 유리창의 파손 등의 피해가 발생하였다. 나가다 소방서, 오하시 출장소에서는 地震動에 의해 차고의 서터가 변형하여 개폐불능이 돼 서터파괴에 약 30분 이상의 시간이 걸려 출동이 늦어졌다.

2) 消防 용수 및 배관개요

지진발생과 동시에 취수구에서 정수장에 이르는 導水管이 損壞됨과 함께 배수관의 손상과 저수지의 물이 유출되어서 고오베시와 주변도시에서 斷水되었다. 이 때문에 소화전은 극히 일부지역을 제외하고 사용불능이 되었다. 또, 防火水槽의 일부가 地震動에 의해 균열이 생겨 누수된 곳도 있었다.

(2) 119번 통보의 수신

지진발생시 소방관제실에는 감독자 1명 및 관제계원 4명이 근무하고 있었으나, 발생후 약 2분에 대기중의 관제계원 8명을 증원하여 대응하였다. 고오베시 소방국의 통신시스템은 1994년 3월에 완성하였으나, 122회선의 119번 전화중에 12회선이 불능 되었다. 지진발생과 거의 동시에 119번 회선의 모두가 수신상태가 되어 수신대 19대로 대처하였으나 전부 처리할 수 없었다. 1994년 중 하루 평균 수신건수는 436건이었으나, 지진당일은

표 3. 119번 수신상황(고오베시 소방국).

구 분	17일	18일	19일	20일	합 계
수신건수	6,922	3,483	2,306	1,690	14,401

표 4. 119번 수신상황(오사카시 소방국).

구 분	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일	24일	합 계
건 수	3,181	1,250	1,011	1,040	1,115	1,073	1,087	1,001	10,758

그 수십배의 수신 건수를 기록했다. 또한 제1보의 화재통보는 나가다 소방서에서 접수하였다.

(3) 소방대원의 집합현황

고오베시 소방국에는 震度 5이상의 지진이 발생된 경우에는 警防규정(제 119조 제 2항)에 의거 자동적으로 갑호 비상소집이 발령되어 쏠 소방대원이 참여·집합하게 되어 있다.

소방대원은 지진발생과 동시에 非職원의 소집이 개시되었으나, 교통기관의 두절, 도로 등의 통행불능 및 직원 자신도 피해를 입었기 때문에 소집에 곤란이 있어 발생후 2시간 내의 소집률은 쏠 직원의 50% 정도, 90% 이상 소집하는 데는 5시간이 필요하였다. 이러한 소집시간의 타당성 여부는 추후 LA지진의 경우와의 비교검토가 요구된다.

(4) 소화활동(고오베시 소방국)

지진 직후에는 비상소집에 의한 집합자가 없어 53건의 동시다발 화재에 소방대 51대로 대응하는 지금까지 없었던 苦戰을 겪었다.

소화전이 사용불능되어 방화수조와 풀(pool) 등의 사용, 물 탱크차에 의한 물의 피스톤 수송, 가까이 흐르는 내를 흙으로 막아 펌프에 의한 損水, 소방정에 의한 海水의 取水, 장거리 호스의 延長 등으로 대처하였다.

소집자의 임시 편성과 17일 오후부터 전국에서 소방대의 결집에 의해 소규모 화재는 거의 진압되어 11개소의 시가지 대화재가 남았다.

이 중에 효고區, 나가다區 등의 시가지 대화재에는 의용 소방대와 소방단이 결집되어 2km 이상의 中斷隊形이 조직되어 延燒 저지선 설정에 의한 소화활동이 행하여졌다. 이러한 사이에 국도에는 통행규제가 실시되어 있지 않았기 때문에 호스의 破斷 등이 여기저기서 발생하여 소화활동이 가끔 중단되는 경우가 있었다. 18일 날이 밝기 전부터 진압이 되어 18일 17시에 54만m²가 燒失된 후 진압단계에 들어선 것으로 보고되었다.

(5) 구조활동

고오베市 소방국에는 동시다발 화재가 대규모적으로 일어났기 때문에 소방대는 소화활동에 주력을 하고 구조활동은 타 도시의 소방대 등의 협력에 의해 대응하였다. 구조활동의 내용은 거의 倒壊가옥 등의 갇힌 사고로부터의 구출이었다. 17일부터 31일까지 구조활동에 의해 구출된 인원은 1,913명, 그 중 사망한 사람이 1,293명이고 620명이 생존되었다. 단 구조과정에서 생존확인 보고 구조물 해체 및 소개를 우선하여 구출가능성이 축소되었다는 지적이 많이 나왔다.

(6) 구급활동

고오베市 소방국에서는 지진발생 직후 다수의 부상자가 소방서로 달려왔기 때문에 많은 소방서에서 구급대원이 응급처치를 행하는 등, 소방서가 현장 구급소의 역할을 함과 동시에 구급대는 부상자를 가까운 병원으로 搬送하였다.

병원 중에는 지진으로 倒壊되고 정전, 단수 등으로 수술이 불가능하여 일부 병원으로 환자가 집중하는 현상이 일어났다. 이 때문에 먼저 입원해 있던 많은 환자의 병원 옮김과, 고도의 구급처치를 필요로 하는 轉院搬送 또는 救急搬送이 집중된 병원이 다수 발생되었다. 전원반송은 고오베市の 의료기관만으로는 대응이 곤란하여 주변도시로의 원거리 반송으로 대응할 필요가 있었다. 또한 20만명을 넘는 被災者의 피난소로부터 구급요청도 많았다. 전반적으로 기동성 있는 구급계통 운영상의 문제가 논점이 되었다.

(7) 소방단의 활동상황

고오베市 소방국의 소방서에서는 06시 30분에 가입전화 또는 시가지 소방단 긴급연락 자동시스템으로 소방단에 연락을 행하였다. 소방서에 달려온 단원들에게는 곧 바로 分團의 개설과 동시에 피해상황 등의 파악을 지시하였다.

소방단원의 활동상황은 다음과 같다.

- ① 도피가옥에서 구조를 요하는 자의 구출 및 소방직원의 구조활동의 지원
- ② 소화활동 및 소방직원 소화활동의 지원(17일부터 31일까지 15일간에 걸쳐 총 23,572명이 지원됨)
- ③ 화재진압 후에는 경계 및 被災 주민에 대한

구호활동

(8) 피난권고

18일 이른 아침 히가시나다區 가계하마町の MC센터의 저온 LP가스 탱크(용량 2만톤)의 저부밸브부분에 균열이 발생하여 LP가스(액체)가 누설되어 부근 일대의 주민 7만명에게 피난권고를 실시하였다. 그후 다른 탱크로 LP가스를 이송하고 안전을 확인한 뒤, 12시간 후에 피난권고를 해제하였다.

19일 이후에는 도피의 염려가 있는 가옥, 산 사태의 염려가 있는 장소로 판명된 곳은 각 구의 재해대책본부로부터 피난권고가 계속적으로 행하여졌다.

5. 용원활동 등의 상황

(1) 타도시 소방본부의 용원활동

효고縣 지사를 통하여 소방청 장관에게 소방의 광역 용원요청이 있어 소방청 장관은 전국의 시·도지사에게 용원요청을 구하였다. 이것을 받아 홋카이도에서 가고시마縣까지의 각 소방본부로부터 용원출동이 행하여졌다.

동경소방청을 포함한 전국 소방본부로부터의 용원대는 소방대원 34,866명, 헬리콥터, 펌프 카, 구급차 등의 출동대 7,602대, 차량 7,628대가 출동되어 시가지 대화재의 소화활동, 구조활동, 구급활동, 정보수집, 人員物資의 반송 등이 실시되었다.

(2) 다른 방재기관의 용원활동과의 연계상황

1) 자위대

자위대는 헬리콥터에 의한 인원(부상자)의 반송, 보급반에 의한 물의 반송, 부대에 의한 인명구조 등이 전반에 걸쳐 지원이 행하여졌다.

2) 경찰

재해발생 당일에 용원부대를 포함하여 수천명 규모의 인원이 투입되어 구조활동, 교통정리 순찰 등이 행하여졌다.

3) 기타

스위스, 도야마縣, 요코스카市에서 救助犬의 용원이 있었다. 구조대원 27명, 구조견 14마리가 인명검색을 행하여 24개소에서 9명을 발견하였다. 또한 의용 소방대 조직 140명, 차량 43대가 지원

되는 활동도 있었다.

(3) 재해상황 조사

고오베市 소방국에서는 재해자에 대하여 조기에 재해증명을 발행하기 위하여 5일간 화재 및 倒塌 건물의 피해상황을 조사하였다.

1) 화재조사

각 소방서원 및 동경소방청을 포함한 응원소방대원(50명)

2) 도괴조사

구청 및 소방서가 합동으로 실시, 응원도시의

세무직원 및 소방대원 등(계 170명)

II. 도시지역 안전대책

前節의 고오베 지진의 개요 및 피해양상에서 나타난 震災時의 화재, 소방, 피난, 구조, 구급 등의 문제점을 분석하여, 이와 유사한 재해의 국내발생에 대비하기 위해 그 대책을 제시하면 다음 표 5과 같이 요약할 수 있다.

표 5. 震災時의 문제점과 대책

문 제 점	대 책	세 부 사 항
<ul style="list-style-type: none"> 고오베市 소방국의 3개 소방서 사용불능 地震動에 의해 차고의 셔터가 변형하여 개폐불능 → 셔터파괴에 약 30분 이상의 시간이 걸려 출동이 늦어짐 고오베市 소방국 관내에서 지진발생 직후부터 약 1시간여 동안 53건의 동시다발 화재발생 → 도로의 장해, 정체와 소화전의 사용불능 등에 의한 대규모 시가지 화재로 확대 건물 등의 倒塌, 도로의 파괴와 균열에 의해 소방차의 통행장애가 발생 市街區의 단독화재에서 다른 市街區로의 飛火, 동일 블록에서도 수 개소 飛火하여 시가지 대화재로 확대 병원 중에는 지진으로 도괴되고 정전, 단수 등으로 수술이 불가능하여 일부병원으로 환자가 집중하는 현상이 발생 	지역의 방재성 향상	<ul style="list-style-type: none"> 방재도시 조성에의 참여 소방서 및 防災員 宿舎 등의 정비 防災基地의 정비 震災대책에 관한 조사 연구 소방활동 곤란구역의 해소
<ul style="list-style-type: none"> 화재원인 조사결과 가스·전기에 기인한 것이 60%를 차지하였다. 	출화방지 대책	<ul style="list-style-type: none"> 화기사용 설비기구의 안전화 위험물 시설의 안전화 전기·가스시설의 안전화 査察時에 있어서 출화위험 배제의 철저 소방단원에 의한 주민지도 시민의 방재의식 등의 고양
<ul style="list-style-type: none"> 지진발생후 2시간 내의 소집률은 소직원의 50%정도 → 교통기관의 두절, 도로 등의 통행불능 	초기소화 대책	<ul style="list-style-type: none"> 시민방재 행동력의 향상 自主방재체제의 강화
<ul style="list-style-type: none"> 지진발생과 동시에 취수구에서 정수장에 이르는 도수관이 損壞됨과 함께 배수관의 손상과 저수지의 물이 유출되어서 고오베시와 주변도 시에서 단수 → 대부분의 지역에서 소화전의 사용불능 	화재확대 방지대책	<ul style="list-style-type: none"> 지역 종합 방재체제의 확립 消防水利의 정비 소방활동 기준의 정비
<ul style="list-style-type: none"> 동시다발 화재가 대규모적으로 일어났기 때문에 소방대는 소화활동에 주력 → 구조활동은 타도시의 소방대 등의 협력에 의해 대응 병원 중에는 지진으로 倒塌되고 정전, 단수 등으로 수술이 불가능 → 일부 병원에 환자가 집중하여 먼저 입원한 환자의 병원 옮김이 발생 → 轉院搬送으로 고베시 의료기관만으로는 대응곤란(주변 도시로의 원거리 搬送으로 대응) 	구조·구급 대책	<ul style="list-style-type: none"> 구조체제의 정비 응급구호체제의 정비 시민지도의 추진 부상자 운송체제의 정비 소방단원 등의 구조활동능력의 향상 재해약자에 대한 구호 체제의 확립

문 제 점	대 책	세 부 사 항
<ul style="list-style-type: none"> · 고오메시 소방국의 통신시스템 122회선의 119번 전화중에 12회선이 불능 · 1994년 중 고오메시의 하루 평균 수신건수는 436건이었으나, 지진 당일 은 그 수십 배의 수신건수를 기록했다. 	재해정보 대책	<ul style="list-style-type: none"> · 정보수집체제의 충실화 · 정보·통신체제의 정비 · 정보처리 전달체제의 충실 강화
<ul style="list-style-type: none"> · 국도에서 통행규제가 실시되지 않았기 때문에 호스의 破斷 등이 여기저기서 발생 <p>→ 소화활동이 가끔 중단</p>	피난·지진 후 대책	<ul style="list-style-type: none"> · 상황판단 기준의 확립 · 지진후의 혼란방지

1. 지역의 방재성 향상 대책(災害에 강한 도시 만들기)

재해에 강한 도시를 만들기 위해서, 건물의 不燃化, 市街地の 再開發, 오픈 스페이스(Open Space)의 확보, 도로의 정비 등을 적극적으로 추진하면서 지진시의 출화위험, 延燒危險의 측정 등을 실시한다.

1.1 방재도시 조성예의 참여

소방으로서의 입장에서 防災 생활권 구상의 핵이 되는 延燒 遮斷帶의 정비, 시가지의 재개발, 오픈 스페이스의 확보, 건물의 耐震·不燃化의 촉진 등 방재도시 조성 계획 등에 적극적으로 참여하는 시스템을 구축한다.

1.2 震災대책에 관한 조사연구

震災時에 있어서 출화원인 및 화재 확대요인의 해명 등을 행하여 지역의 실태에 맞는 구체적인 대책을 반영시킨다.

(1) 시가지 상황조사

震災대책을 세울 경우, 地盤과 도시구조, 인간 행동, 지리적 조건, 사회구조 등의 기초적 조사가 필요하다. 그 중에서 시가지의 상황조사는 도시구조의 중요한 기초자료를 작성한다.

(2) 지역별 출화 위험도

대규모의 지진이 발생하였을 경우에 예상되는 出火건수는 震災 대책추진의 중요한 지표이다. 지역별 출화위험도는 어떤 요인으로부터 어느 정도의 출화가 예상되는지를 예측하여 효과적인 대책을 입안하기 위하여 행하는 측정조사이다.

(3) 지역별 延燒 위험도

지진에 동반하여 발생하는 화재의 연소 확대방지 대책의 효과적인 추진을 위해서는 지역의 연소 성상을 的確하게 파악하여 그 지역에 가장 적합한

대책을 강구할 필요가 있다. 이를 위해 지역에 잠재하는 연소확대 위험을 정기적으로 실시한다.

(4) 지진에 있어서의 화재 차단 효과

지진화재가 延燒 확대했을 경우, 일정 규모 이상의 도로와 하천 등에 의한 연소확대 저지의 可否를 판단하는 것으로 대규모의 지진화재시에 있어서의 소방부대의 효율적인 운용, 출화방지대책과 화재의 연소확대 요인의 삭감 등 지역의 방재 향상을 위해 기초자료로서 활용한다.

2. 出火방지 대책

불을 사용하는 설비기구와 위험물 시설의 안전화, 화학약품 등에서의 출화방지를 위해 관계 업계와 사업소에 대한 지도를 강화함은 물론, 시민에 대한 방재지식의 보급과 방재행동력을 높이기 위하여 지도를 강화한다.

2.1 화기사용 설비기구의 안전화

출화기구에 관한 실태의 해명, 분석을 행하여 지진시의 출화요인이 되는 燃燒機器의 안전화에 대한 업계의 지도 및 사용취급의 적정화를 꾀한다.

2.2 위험물 시설의 안전화

위험물 시설에 있어서 구조설비의 내진화 및 안전성 향상을 꾀함은 물론, 저장·취급의 적정관리에 의한 위험물 시설의 안전화를 추구한다.

2.3 화학약품에서의 출화방지

약품용기의 낙하방지 등의 지도와 화학약품의 혼합에 의한 출화방지에 대하여 강력하게 지도한다.

2.4 査察時에 있어서 出火 위험배제의 철저

특정 방화대상물, 다량의 화기를 사용하는 사업소 및 위험물 시설을 갖는 사업소 등을 중점적으로 사찰을 통해 지진시에 있어서의 출화위험의 배

제를 철저히 한다.

2.5 의용소방대원에 의한 주민지도

의용소방대원의 화재예방에 관한 지식 및 지도력을 높여 지역주민의 출화방지에 대한 행동력의 향상을 추진한다.

3. 초기 소화대책

가정과 직장, 지역의 초기 소화체제를 확립하기 위해 여러 가지의 기회를 통하여 훈련에 참가시켜 초기 소화기술 향상을 꾀한다.

3.1 自主防災 체제의 강화

사업소에 있어서의 재해 대응력을 높이기 위해 자치단체 등에 대한 교육 훈련을 강화하여 재해에 대처하는 방재행동력 향상을 꾀한다.

3.2 시민의 방재 행동력 향상

방재교육센터, 방재코뮤니티 센터 및 아동차량 등을 정비·확충, 계획적이고 효과적인 방재훈련을 실시하여 시민의 방재 활동력 향상을 추진한다.

4. 화재 확대 방지대책

소방활동 체제를 충실히 하고 消防水利의 정비, 可搬式 펌프의 배치, 소방력을 강화한다.

4.1 지역 종합 방재체제의 확립

의용소방대, 방재 시민조직, 사업소 등의 협력체제를 추진하면서 소방기관과의 유기적인 연대를 확보하여 지역의 종합적인 방재체제를 확립한다.

4.2 의용소방대 체제의 정비

의용소방대의 활동체제를 정비하고 충실히하여 震災時의 동시다발 화재에 대응할 수 있는 소방대의 활동력을 향상시켜 소방대원과의 連携를 강화한다.

4.3 消防水利의 정비

기존 소방수리의 기능을 유지하는 것 외에 震災 소방활동에 유효한 거대 水利를 포함하는 소방수리를 정비·개발함과 동시에 다용도 수원의 활용 등 도시 조성 과 일체가 되는 다각적인 소방수리를 확보한다.

4.4 소방 활동체제의 정비 강화

소방기동력, 장비機資材 및 통신기자재 등을 충

싹히하여 특성에 맞는 소방력을 정비·증강하고 광역재해에 대비하여 다른 방재기관과의 연대를 강화하여 활동체제의 충실을 기한다.

5. 구조·구급대책

지진시에는 많은 구조·구급 事象의 발생이 예상된다. 이를 위해 특별구조대·구급대의 증강정비, 구조·구급기술의 향상이 필요하다. 또한, 시민의 응급구호 능력의 향상도 적극적으로 추진한다.

5.1 구조체제의 정비

廣域的 또는 局地的으로 다수의 발생이 예상되는 救助事象에 대응하기 위해 보다 고도의 지식·기술을 가진 구조대원을 지도 육성하고, 구조 기자재를 정비, 신속하고 원활한 인명 구조체제를 강화한다.

5.2 응급 구호체제의 정비

집중적으로 발생되는 것이 예상되는 구급·구호에 대응하는 응급 구호체제의 정비와 함께, 구급 기자재의 비축·개발을 추진한다. 또한 의료기관과의 연대로 종합적인 응급 구호체제를 확립한다.

5.3 재해 약자에 대한 구호 체제의 확립

舉動 부자유 노인 등 재해 약자의 안전을 확보하기 위해 지역 협력체제를 만들고, 사회복지 시설 등에 대한 지도를 강화하여 구호체제의 충실을 기한다.

6. 재해정보 대응

지진 발생직후에는 전화회선의 절단·폭주에 의해 재해정보의 수집·전달이 곤란하여지기 때문에 시민의 안전을 지키는 효율적인 소방활동 등을 행하기 위하여 高所監視 카메라와 헬리콥터 TV전송시스템의 유효활동, 무선공작차의 정비 등을 적극적으로 추진한다. 또한 지역무선 및 시청사에 있어서의 소방상황실의 활용 등, 多手段, 多루트화에 의한 정보수집 체제를 강화한다.

7. 震後대책

시가지의 화재로부터 시민의 안전을 지키기 위하여 피난도로와 피난장소 주변의 안전확보 대책

으로서 소방수리를 정비하고, 불연화를 추진하는 등, 지진후의 혼란을 방지하는 대책을 강구한다.

Ⅲ. 결 론

우리나라의 경우 아직까지 커다란 地震이 발생되지 않았으나 최근의 지각변동을 보면 한반도 지역에서의 지진활동에 대한 위협성이 점차 증대하고 있음을 알 수 있다. 단지 발생건수가 많지 않고, 피해의 규모가 적었을 뿐이다. 그러나 인구 밀도가 높은 도시지역에서 불시에 닥쳐올지 모르는 災殃에 항상 대비하는 것은 대단히 중요하다.

따라서 본 논문은 일본의 한신 大地震 후의 화재 특성을 면밀히 조사하고 검토·분석하여, 국내 도시지역에서 이와 유사한 재해가 발생했을 때 그 피해를 최소화하고자 한 것이다.

본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 지진 후에 발생하는 2차 재해인 화재에 대비해 도시계획 단계에서부터 도로의 확충·정비, 延燒확대의 방지, 구조·구급체계의 확립 등 종합적인 대책이 절실히 요구된다.

2) 재해에 있어서는 警報를 시작, 情報를 신속하고 정확하게 전달하는 것이 중요하다. 즉, 일본의 한신 大震災에서 나타난 정보통신 시스템의 결합을 거울삼아, 지진발생 직후 被災정보의 신속·정확한 파악이 무엇보다도 필요하다(재해정보체계의 확립).

3) 한신 대진재에서 나타난 일본 정부의 위기관리 능력상의 문제점(관료를 통괄 지휘할 수 없었음)을 통해 평상시의 대비태세로서 부서별 역할의 지정과 조직체계 극복이 매우 중요한 것임을 알 수 있다. 이는 우리나라의 재해에서도 여실히

노출된 문제점이었다.

이상과 같이 금번 연구를 통해 본 분석 결과는 이미 정리되고 확립된 방재공학의 원론적인 범주를 크게 벗어나지 않는다하여서라도 방비된 것으로 자부하는 현대도시의 신뢰성이 얼마나 취약한 것인가를 단적으로 보여주고 있다. 우리나라의 대도시 지역에서 방재대책의 절실함을 깨닫고 그 시행상의 효과성을 제고하기 위해서 금후에도 지속적으로 구체적인 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 東京 消防廳 防災部, “平成 7年 兵庫縣 南部地震 現地 調査 結果의 概要(通知)”, 消防 제153호, 1995년 4월 19일
2. 自治省 消防廳 消防研究所, “兵庫縣 南部地震에 있어서 神戸市의 市街地 火災 調査 報告(速報)”, 1995년 3월
3. 消防廳 編, “平成 7年版 消防白書”, 1995년 12월
4. 國土廳 編, “平成 7年版 消防白書”, 1995년 6월
5. 毎日新聞社, “緊急分析 阪神大震災”, 1995년 2월 18일, 제 74권 제 8호(通卷 4071호)
6. 朝日新聞社, “關西大震災(1995년 1월 17일 兵庫縣 南部地震)”, 1995년 2월 1일, 通卷 3794호(增刊)
7. 讀賣新聞社, “速報 阪神大震災”, 1995년 2월 14일, 제 54권 제 9호(通卷 2433호)
8. 中央日報社, “뉴스위크 한국판”, 1995년 5월 10일, 제 5권 제 19호(通卷 177호)
9. 朝鮮日報社, “삼풍死亡 4백명을 넘어서”, 1995년 7월 18일, 조선일보 p.39
10. 서울시 위기관리체계 구축에 관한 연구, 1995년, 서울시정개발연구원
11. 고베시의 재건계획과 안전한 도시의 건설, 시정연구회 도시안전 심포지엄
12. 방재기본계획, 중앙방재회의, 일본