

도시화재의 물리적 연소성상 예측 모델구축 및 이를
활용한 도시화재리스크 평가기법의 개발(I)
-한·일 연구체계 구축 및 한국의
화재경계지구 실태조사-

구인혁 · 신이철 · 권영진 · 남동군* · 林 吉彦**
호서대학교 소방방재학과 · 한국소방산업기술원* · 日本建築研究所**

A Development Study on the Urban Fire Risk Assessment
Using Physically-based Prediction Model for Burning Phenomena
in Korea

Koo In-Hyuk, Shin Yi-Chul, Kwon Young-Jin,
Nam Dong-Gun*, Hayashi Yoshihiko**
HOSEO Univ · Korea Fire Equipment Inspection Corporation*
· Building Research Institute Japan**

요 약

우리나라에서 발생하는 화재의 대부분은 건축물 화재이며, 이중 노후화된 시가지 등 화재에 취약한 지역에서 화재발생시 도시화재로 확대될 우려가 높다. 이러한 도시화재 확대를 방지하기 위한 도시화재의 물리적 연소성상예측모델과 도시화재 리스크평가기법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 우리나라의 도시화재위험성평가 구축을 위한 한·일 공동연구체계와 주요 대상인 화재경계지구에 대하여 소개하였다.

1. 서론

우리나라의 화재통계 자료를 보면 2000년 이후 전체 화재건수 약 3만건 중 건축물화재가 약 80%이며 특히 노후화된 시장, 공장 및 시가지등 화재에 취약한 지역의 경우 화재발생시 피해가 더욱 큰 것을 알 수 있다. 우리나라는 화재 시 막대한 인명·재산피해가 발생할 것으로 예상되는 이러한 지역에 화재경계지구를 지정 관리하고 있다. 또한 이러한 밀집지역의 시설물들은 노후화가 급격히 진행되어 있으며 대부분의 시설들이 화재에 매우 취약한 목조시설로 이루어져 있어 화재발생시 그 피해는 매우 막대할 것으로 보임. 또한 이러한 화재경계지구에서 화재발생시 심각한 도시화재로 확대될 우려가 높으며 그로인한



그림 1. 대구서문시장 화재



그림 2. 낙산사 문화재 화재

그림 3. 호주 멜버른 도시화재

인명·재산피해가 막대할 것으로 예상된다. 이러한 도시화재로의 화재확대를 방지하기 위해서는 도시화재의 물리적 연소성상예측모델을 구축하고 도시화재 리스크 평가기법의 개발이 국가적으로 시급히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국의 도시화재위험성평가 시스템 구축을 위한 연구로 일본건축연구소와 공동으로 한·일 공동연구 프로젝트 (소방방재청 09년 국제공동연구) 수행을 위한 연구체계와 본 연구의 주요 대상인 한국의 화재경계지구의 현황조사에 대하여 소개한 것이다.

2. 화재경계지구의 화재사례 및 현황

2.1 국내의 대규모 화재사례

우리나라는 대규모 도시화재가 발생한 경험은 없지만 화재경계지구에 화재가 발생하여 피해규모가 큰 것으로 조사되었다. 그 예로 2005년 발생한 서문시장, 모란시장, 통영시장등에서 발생한 화재는 노후화 된 건축물에 다량의 가연물이 존재하여 화재의 확산이 빠르게 진행되어 700여개의 점포가 소실되었다.(그림1). 또한 소방설비가 설치되어 있어도 작동되지 않았다. 또한 2005년 발생한 낙산사 화재의 경우 강풍에 의해 화재가 확산되어 국가주요문화재인 낙산사가 소실되었으며(그림2) 2009년 발생한 호주 멜버른 화재도 낙산사 화재와 유사하게 강풍에 의하여 화재가 급속히 확대되어 주택 750채 이상이 전소되는 대형 화재로 확대된 것으로 나타났다.(그림3) 또한 표1에 나타낸 바와 같이 최근 10년간 연평균 51건의 화재가 발생하여 연간 6.4명의 사상자가 발생하여 화재 위험성이 높은 것으로 판단

표 1. 국내시장화재 발생 통계

구분	화재건수	인명피해			재산피해 (백만원)
		계	사망	부상	
1996	54	4	2	2	907
1997	45	1	0	4	1,637
1998	58	16	4	12	1,948
1999	83	4	1	3	1,378
2000	65	5	0	5	826
2001	49	4	0	4	575
2002	40	6	0	6	517
2003	48	5	0	5	654
2004	30	3	5	1	318
2005	47	11	2	10	19,643
2006	34	2	0	2	1,492
계	553	66	15	51	29,895

된다.

따라서 이러한 화재경계지구에 대한 화재안전대책 및 도심재개발을 목전에 둔 우리나라의 상황을 고려하여 노후화된 시가지에 대한 화재위험성 평가가 매우 중요하며 이를 통한 화재위험성 저감대책과 방재도시 구축이 필요하다고 평가된다.

2.2 화재경계지구 실태조사

표 2. 국내의 화재경계지구 현황

구분	시장지역	공장창고 밀집지역	목조건물 밀집지역	석유화학 공단지역	소방시설 소방용수시설 소방출동로가 없는 지역	소방 관서장 지정	계
계	86	3	13	3	1	10	116
서울	9	2	10	0	0	0	21
부산	2	0	0	0	1	1	4
대구	4	0	0	0	0	1	5
인천	7	1	1	0	0	0	9
광주	2	0	2	0	0	0	4
대전	4	0	0	0	0	0	4
울산	0	0	0	1	0	0	1
경기	15	0	0	0	0	6	21
강원	17	0	0	0	0	0	17
충북	4	0	0	0	0	0	4
충남	4	0	0	1	0	0	5
전북	7	0	0	0	0	1	8
전남	2	0	0	1	0	0	3
경북	6	0	0	0	0	1	7
경남	1	0	0	0	0	0	1
제주	2	0	0	0	0	0	2



그림 4. 화재경계지구 실태
(목조주택밀집지역)

그림 5. 주택밀집 지역

소방기본법 제13조의 화재경계지구란 도시의 건물 밀집지역등 화재가 발생할 우려가 높거나 화재가 발생할 경우 피해가 클 것으로 예상되는 지역으로 규정하고 있다. 그 예로는 시장, 공장, 창고, 목조건물, 위험물 등의 지역을 지정하여 소방검사 및 훈련·교육을 연 1회 이상 실시하는 것을 의무화하며 최근에는 초고층 복합건축물도 화재경계지구로 지정하기 위한 움직임이 있다. 이러한 화재경계지구 현황은 표2에 나타난 바와 같이 전국에 116개 장소가 지정되어 있으며 그 분포는 서울, 경기, 강원 순으로 높은 분포를 나타내고 있다. 또한 화재경계지구의 용도별 분류로는 시장지역이 86개소로 화재경계지구 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났으며 그 외에 목조건물 밀집지역이 많은 것으로 조사되었다.

그림4는 화재경계지구로 지정된 목조주택밀집지역의 일부를 나타낸 것이며 그림5는 화재경계지구로 속하지 않지만 노후화 된 전형적인 시가지 주택 밀집지역을 나타낸 것으로 건물 간 이격 거리가 매우 좁고 대부분 목재 및 노후화 된 조적조 혹은 철근콘크리트 구조로 이루어져 있다. 이러한 지역은 전국에 걸쳐 상당수가 분포하고 있다. 최근 국내의 경우 도심의 재개발에 관한 프로젝트가 활발히 논의되고 있으나 이러한 프로젝트는 일부지역에 국한되어 있는 실정이다.

3. 일본의 도시화재 기술개발 현황

일본의 경우 1960년대부터 각종 재해에 대응하기 위해 건축물의 가연물에 대한 실증적인 현장조사를 통해 각종 가연물의 현황 등 도시화재시 물리적 연소 성상에 관한 예측모델을 이미 구축하고 있다. 또한, 일반적으로 화재 시 강풍이 동반될 경우에는 다양한 연소

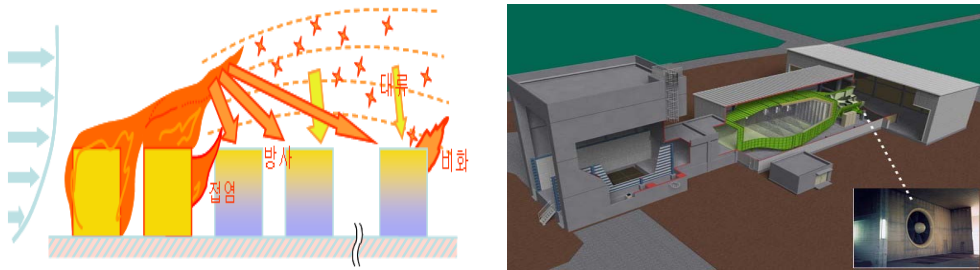


그림 6. 풍향을 고려한 화재실험장치 (일본건축연구소)

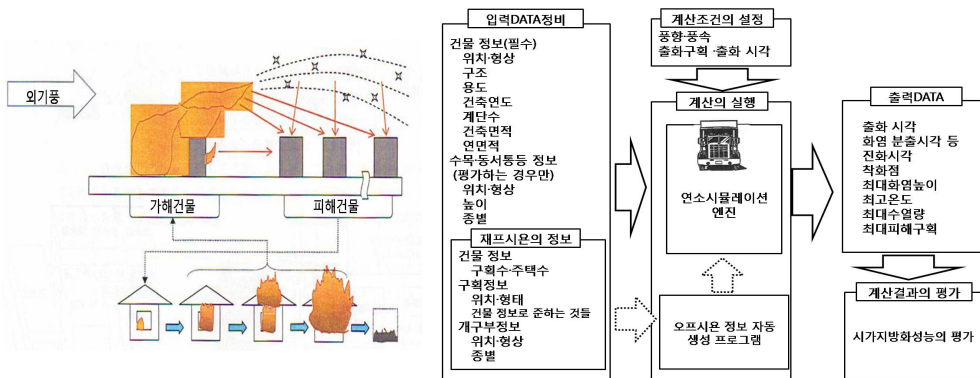


그림 7. 시가지 (화재경계지구)의 화재 확대 시나리오

확대 요인에 의하여 주변 시설물로의 연소가 급격히 확대될 우려가 높으며 이러한 현상은 시가지에서 더욱 분명하게 나타난다. 이에 따라 그림6에 나타난 것처럼 이러한 풍향에 따른 도시화재의 연소성장 예측모델을 구축하기 위해 일본의 경우 유풍 조건에서 불씨의 비산 시 거동에 관한 실험을 수행하여 그림7과 같이 건물의 위치 및 풍향풍속 조건을 고려한 시가지에서의 화염확대 성상을 해석적으로 예측할 수 있는 시가지 화재 시뮬레이션이 개발되어 활용되고 있다.(그림8) 따라서 우리나라의 경우도 화재경계지구 및 노후화된 주거 밀집지역에 대한 화재위험성평가 시스템 개발을 통한 도시화재 리스크 평가 기술의 확립이 요구된다.

4. 한·일 공동연구체계 및 계획

도시방화를 위한 평가 시스템의 구축과 더불어 방재도시 구축을 위한 소방방재청의 국제 공동연구 프로젝트 (2009년 소방방재청 국제공동연구, 책임연구원: 한국-권영진(호서대), 일본-林吉彦(일본건축연구소))가 수행될 예정이며 그림9는 연구의 추진 체계를 나타내었고 그림10은 본 연구에 대한 한국과 일본의 역할을 각각 나타낸 것이다. 진술한 연구결과를 토대로 향후 연소모델 구축을 통해 그림11에 나타난 바와 같이 실태조사 및 연소시뮬레이션 결과를 기초로 하여 문제점을 파악하고 이것을 참조로 한 화재안전 성능의 제

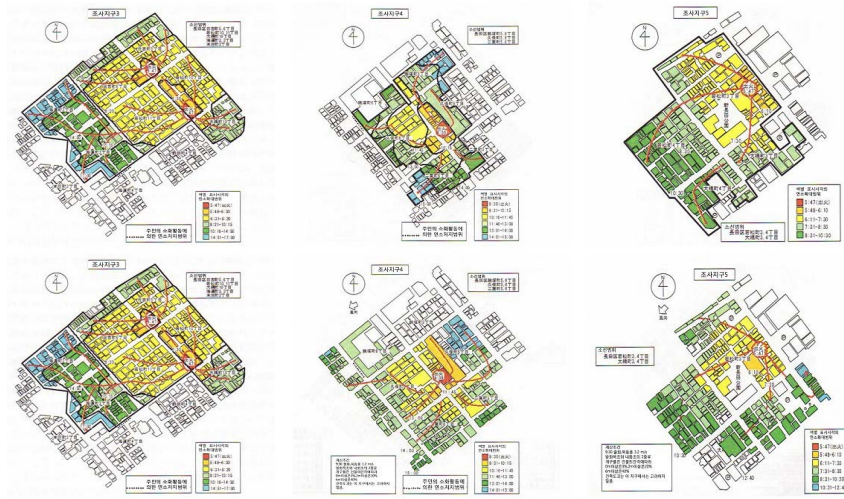


그림 8. 일본의 시가지 화재시물레이션 적용 사례

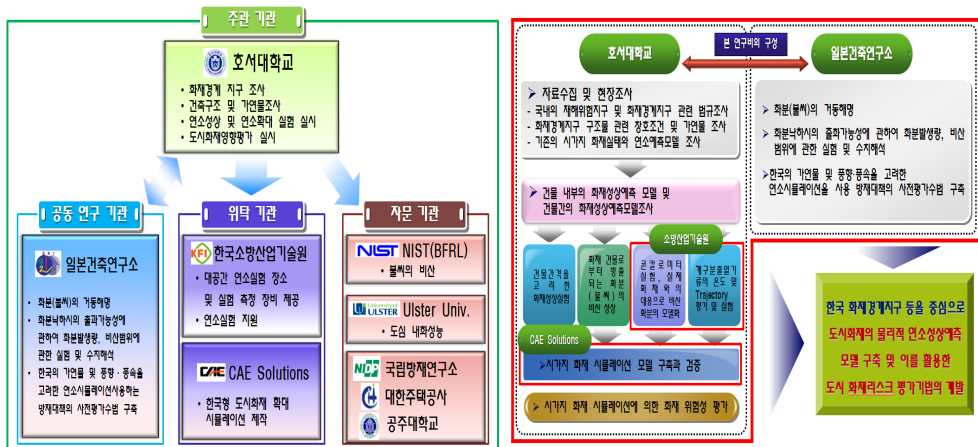


그림 9. 연구 추진체계 및 전략

그림 10. 연구 추진 계획

설정, 분석된 문제점에 대한 대응책강구, 시물레이션을 통한 화재안전 성능에 관한 정량적인 평가를 수행하고자 한다. 또한, 대응책이 안전 성능에 만족할 경우 대책의 하나로 채용하며 안전 성능에 만족하지 못하는 경우 조정 작업을 반복하여 적절한 대책 강구하고자 한다.

5. 결론

전술한 연구 결과를 토대로 향후 우리나라의 도시화재의 물리적 연소성상 예측모델 구축 및 도시화재 리스크 평가기법의 개발을 통해

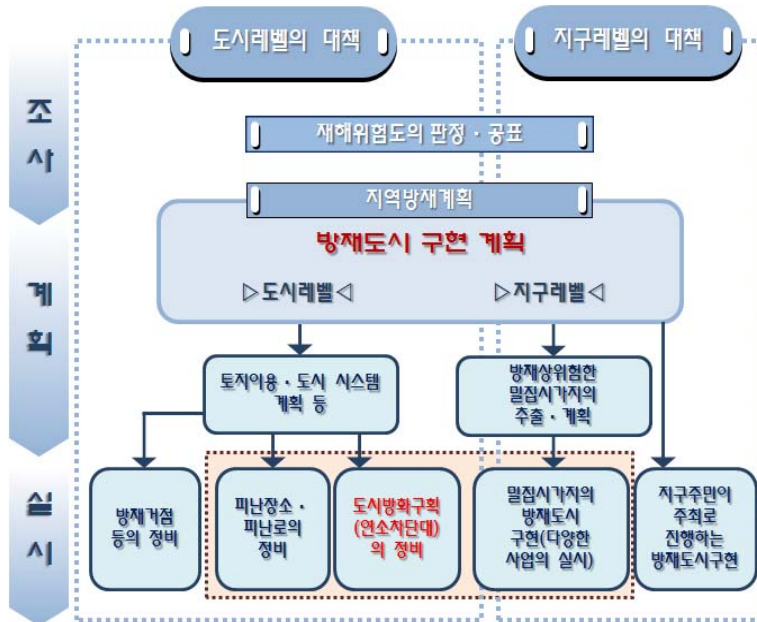


그림 11. 화재 안전대책의 입안과정

- 1) 환기계수 및 화재하중 등 화재경계지구의 가연조건에 따른 화재성상 예측 연구를 통해 국내 사정에 적합한 시가지 구획에서의 화재성상 예측모델 제안
- 2) 건물 내부의 화재성상 예측 모델과 건물 간의 화재성상 예측 모델을 구축하기 위한 모형 및 실험 규모 화재실험을 통해 국내 실정에 적합한 시가지 화재시물레이션 모델 구축을 위한 데이터베이스 확보
- 3) 실증적 연구결과를 바탕으로 국내 시가지 화재시물레이션 모델 및 프로그램을 개발·검증
- 4) 최종 개발된 시가지 화재시물레이션에 의한 국내 주요 밀집시가지의 화재위험성 평가 및 화재안전 대책을 수립하여 방재도시 구현을 위한 평가기술로써 정착될 것으로 전망된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 소방방재청 국제공동연구인 『도시화재의 물리적 연소성상 예측모델의 개발과 이를 이용한 화재리스크 평가기법의 개발』 지원에 의하여 수행하였으며 관계자께 감사드립니다.

참고문헌

1. 日本建築研究所 (2006). “市街地の延焼危険性評価手法の開発” 建築研究報告.