

## 시뮬레이션을 이용한 우리나라 도시화재 위험성평가기법 구축에 관한 연구

구인혁 · 신이철 · 권영진 · 林 吉彦\* · 大宮喜文\*\*

호서대학교 소방방재학과 · 일본건축연구소\* · 동경이과대\*\*

### A Study on the Development of Simulation Assessment Method of Urban Fire Risk in Korea

Koo In-Hyuk, Shin Yi-Chul, Kwon Young-Jin,

Hayashi Yoshihiko\*, OHMIYA Yoshifumi\*\*

Dept. Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ ·

Building Research Institute Japan\* · Tokyo University of Science\*\*

#### 요 약

최근 우리나라는 건축물 화재의 지속적인 증가 및 지진으로 인한 화재위험성의 증가로 대규모 도시화재의 발생가능성이 증가하고 있다. 하지만 현재 이에 대한 위험성 평가 및 대응책이 공학적인 접근이 아닌 단순한 통계에 의존하고 있는 현실이다. 본 연구에서는 도시 화재 시뮬레이션을 이용해 도시화재 위험성을 평가하여 향후 우리나라 도시화재 위험성 구축을 위한 자료로 활용하고자 하였다.

#### 1. 서론

우리나라는 최근 급속한 사회적 발전으로 건축물이 점점 고층화 · 대형화 되어 가고 있는 추세이며 이와 더불어 연간 화재발생량 또한 늘어 가고 있다. 한편, 전체 화재 발생건수 중 약 80% 가 건축물 화재로서 화재의 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 건축물 화재의 경우 화재가 발생하여 인접한 건물로 화재가 전파 · 확대되며, 노후화된 주택, 시장 및 공장 밀집지역 등에서 화재가 발생할 경우 그 피해가 더욱 커지게 된다. 또한 지진 및 산불 등의 원인으로 도시 내부에서 화재가 동시다발적으로 발생할 경우 대규모 도시화재로 확대될 위험성이 있다. 실례로 1995년에 발생한 고베 지진과 2009년 호주 멜버른 산불로 인해 대규모의 도시화재가 발생하여 많은 피해를 가져왔다.

이처럼 대규모의 피해가 발생할 수 있는 도시화재를 예방하고 그 피해를 줄이기 위해서는 사전에 도시의 방재성능을 평가하고 그에 대한 대비책을 마련해야 한다. 하지만 현재 국내의 경우 도시화재 위험성을 공학적인 접근방식이 아닌 단순한 과거의 화재 사례에 의한 통계에 의존하고 있는 현실이다. 반면, 일본의 경우 1990년대 중반부터 일본건축연구

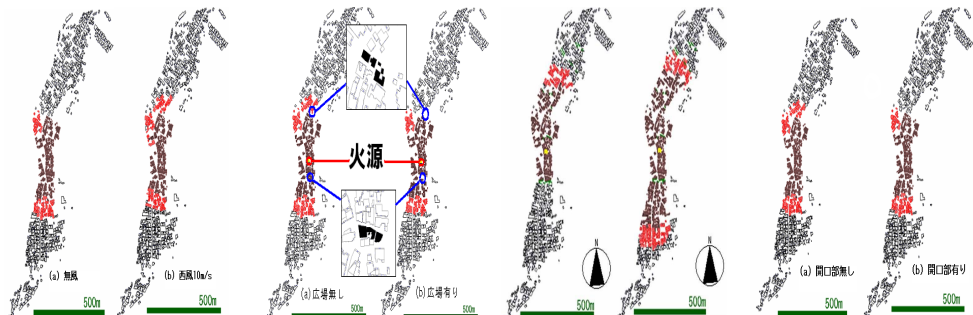
소를 중심으로 시뮬레이션을 이용한 도시화재 위험성 평가방법이 개발·활용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 도시화재 위험성 평가 시스템 구축을 위하여 일본의 도시화재 위험성 평가 수법에 관하여 분석한 후 시뮬레이션을 통한 우리나라의 적용성 검토를 통해 향후 우리나라의 도시화재 위험성 평가기법 구축에 관한 자료로서 활용하고자 한 것이다.

## 2. 일본의 도시화재 위험성 평가 사례

일본은 1995년 고베 지진을 비롯해 여러 차례의 대 지진이 발생하고 이로 인해 대규모 도시화재가 발생하여 수많은 인명과 재산피해가 발생하였다. 이에 대한 대책마련을 위해 1998~2002년도에 일본 건축연구소 등이 참가하여 관련 연구가 진행되어 왔다. 이를 통해 도시지역의 화재확대 성상의 모델화 및 신뢰성확보를 통해 현재 도시화재위험성평가의 도구로서 활용되고 있다. 다음은 도시화재 시뮬레이션을 이용하여 도시의 방재성능의 향상 여부를 연구한 사례로서, 대상이 된 지역은 일본 규슈 나가사키현에 위치한 쿠로시마(黒島)지구로 해당 지구의 방재성능을 평가하기 위해 표1과 같은 변수를 적용하여 시뮬레이션을 수행하였으며 결과는 그림2와 같다. 시뮬레이션 수행결과 수목을 이용한 화염 전파의 차단 및 광장의 정비가 가장 효율적인 연소확대 차단 효과를 나타냈다. 또한 풍속 및 풍향에 따른 연소확대성상을 예측 함으로서 실제 화재 발생 시 소화활동에 중요한 참고자료로서 활용 될 수 있는 것으로 나타났다.

표 1. 연소확대 방지성능 향상을 위한 변수

변 수	비 고
개구부	개구조건에 따른 연소확대 방지성능의 평가
풍속	연간 평균 풍향, 풍속에 따른 연소속도의 평가
내화조건물의 배치	내화조 건물 배치에 따른 건물간 연소확대 방지성능평가
공터의 유무	공터의 유무에 따른 연소확대 방지 성능평가
수목의 배치	수목의 배치에 따른 연소확대방지성능 평가
건물간격조정	건물간 이격거리에 따른 연소확대 방지성능평가
공원(광장)정비의 효과	지구내부의 소규모 공원정비에 따른 연소확대방지성능평가



풍속에 따른 화염전파속도

공터의 유무 따른 화염전파

수목의 유무에 따른 화염전파

개구조건에 따른 화염전파

그림 1. 각 조건별 화염전파속도

### 3. 도시화재 시뮬레이션을 이용한 도시화재 위험성 평가

#### 3.1 시뮬레이션을 이용한 도시화재 위험성 평가방법

도시화재의 위험성 평가는 매크로 평가와 마이크로 평가의 2단계로 위험성을 평가한다. 매크로 평가 수법은 마을 각각의 집계 데이터로부터, 도시 전체 중 어느 지구가 방재상 문제점이 있는가를 추출하는 수법이며, 마이크로 평가수법은 방재상 위험하다고 판단된 지구를 대상으로, 마이크로 평가(시뮬레이션)를 실시하는 것에 의해서, 구체적인 장소에 어떠한 문제가 있는지를 분명히 파악하는 것이 가능하다.

#### 3.2 시뮬레이션의 설정 및 수행결과

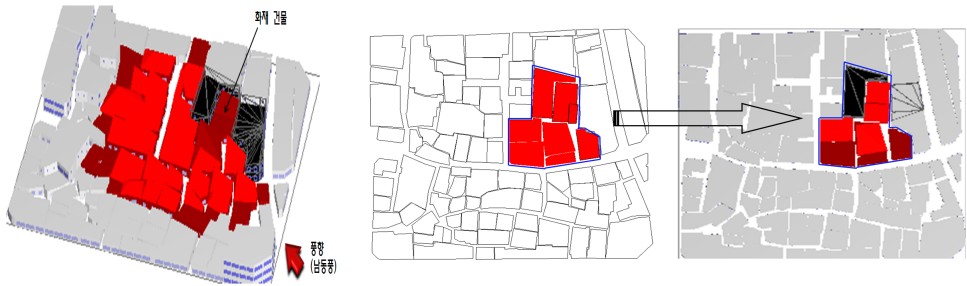
상기의 조건을 기반으로 시뮬레이션을 수행하였으며 평가 대상은 서울시 종로 5가에 위치한 신진시장을 대상으로 하였다. 신진시장을 선정한 이유로, 서울시 종로 5가 일대를 대상으로 매크로 평가를 실시한 결과 신진시장 일대가 가장 화재 위험성이 높은 지구로 나타났으며, 실제로 지난 2008년과 2009년 연속적으로 화재가 발생하여 화재 위험성이 높다고 판단하여 평가 대상으로 선정하였다. 이를 바탕으로 시뮬레이션 구동을 통해 실제 화재 시 화재전파과정 및 피해건물상황과 시뮬레이션 결과를 비교 분석하였다. 표2는 신진시장 화재의 피해규모 및 전파과정을 나타낸 것 이며 표3은 시뮬레이션 구동 조건을 나타낸 것 이다. 신진시장을 대상으로 시뮬레이션을 수행하여 실제 화재 확대 사례와 비교한 결과는 그림 2와 같으며, 시뮬레이션상의 22분 후의 결과와, 실제화재시의 약 한시간 후의 피해결과가 일치하는 것으로 나타났다. 이는 실제 화재시 소방대원이 현장에 도착했을 때 목조건물밀집지역의 특성상 인근 건물로 화재 확산이 빠르게 진행된 상태였으며, 피해를 최소화하기 위하여 화재건물에 대한 소화활동보다는 인근건물로의 화재 확대를 방지시키기 위한 소화활동을 한 것으로 보고되어, 초기 확대 이후 화재전파가 진행되지 않은 것으로 판단되므로 화재전파 결과가 시뮬레이션의 초기 화재확대 성상과 일치하는 것으로 판단된다. 또한, 시뮬레이션에서도 실제화재와 동일하게 지붕으로의 화재확산과 개구분출화염에 의한 확산이 주요한 원인으로 확인되었다.

표 2. 신진시장 화재의 개요 및 전파과정

일 시	장 소	피해금액	화재원인	화재전파과정	
				전파	건물수
2009. 10.17	종로5가 신진시장	점포13동(6동 붕괴), 2억2천만원 재산피해	원인불명 (전기합선추정)	개구부에서 지붕으로 전파	1
				지붕에서 지붕으로 전파	6
				개구부에서 개구부로 전파	3
				지붕에서 개구부로 전파	2

표 3. 신진시장의 시뮬레이션 조건 설정

구분	구획구조	구획용도	개구부	지진피해	해석시간	발화지점	풍향/풍속
종로구 신진시장	목조구획	상업시설	보통유리	피해없음	120분	임의로 설정	6m/s



신진시장의 시뮬레이션 개요

실제 화재피해

시뮬레이션 평가  
결과(22분 후)

그림 2. 신진시장의 도시화재 위험성 평가 결과

#### 4. 결론

우리나라의 경우 도시화재의 발생빈도나 발생경험은 적으나 지진의 발생빈도의 증가 및 곳곳에 산재되어 있는 화재에 취약한 화재경계지구 등이 존재하므로 도시화재의 위험성을 간과할 수 없다. 이에 따라 도시화재의 위험성 평가 기법을 구축하기 위하여 신진시장 화재사례를 중심으로 시뮬레이션을 통한 위험성 평가를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 국내 도시화재 위험성 평가수법 구축을 위해 도시내 건물의 구조 및 도로등에 대한 기초DATA Base의 구축이 필요하다.
- 2) 위험도가 높은 지구를 대상으로 시뮬레이션 평가를 실시하여 실제 화재 사례와 비교한 결과 시뮬레이션의 신뢰도를 확보 할 수 있었다.

이를 기반으로 한국형 도시화재 위험성 평가수법의 구축 및 시가지화재시뮬레이션을 개발함으로써 도시 화재위험성평가 시스템을 구축하고 향후 안전한 방재도시 구현을 위한 평가기술로써 활용될 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

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

#### 참고문헌

1. 신이철 (2010). “도시화재의 연소성상 예측을 위한 개구분출화염에 관한 실험적 연구”, 호서대학교 석사논문
2. 신이철, 구인혁, 남동균, 林吉彦, 권영진 (2009). “도시화재의 연소예측모델에 관한 연구” 한국화재소방학회 추계학술발표논문집 pp.40-45.
3. 林 吉彦 (2004). “市街地火災の延焼メカニズム” 日本建築研究所 .
4. 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.