

공동주택의 실규모 화재 재현 실험

유용호 · 권오상 · 김흥열 · 최영화* · 유명열** · 서문수철*** · 이동호****
 한국건설기술연구원, 삼성화재*, 경기도소방재난본부**, 경기경찰청***,
 인천대학교****

An Real Scale Fire Reproduce Experiment on Apartment House

Yoo, Yong Ho · Kweon, Oh Sang · Kim, Heung Youl · Choi, Young Hwa
 · Yoo, Mounng Youl · Seo Moon, Soo Cheol · Rie, Dong Ho
 Korea Institute of Construction Technology, Samsung Loss Control
 Center, Gyeonggi Fire Services, Gyeonggi Provincial Police Agency,
 Incheon Univ.

요 약

본 연구에서는 화재위험성이 높은 공동주택을 대상으로 실규모의 화재 재현 실험을 실시 하였다. 여러 가지 발화 요인중 발생 빈도가 높은 6가지를 선정하여 재현실험을 실시 하였으며, 실험결과를 토대로 화재감식 및 화재위험성을 분석하고자 하였다. 실험 결과 발화 후 약 4분이 경과후 화재가 빠른 속도로 성장하다가 5분경에 이르면서 내부로 화재가 완전히 전이 되는 것을 확인하였다. 화재시 발생하는 일산화탄소 농도는 최대 8200 ppm으로 측정되어 유독가스로 인한 질식사의 위험도 매우 높음을 보여주었다. 또한, 화재 현장의 화재감식을 실시함으로써 화재조사관의 현장 감식능력을 배양하고 화재조사경험 및 정보 공유를 위한 실질적인 기회를 제공하고자 하였다.

1. 서 론

지난 10년 동안 우리나라의 화재발생 건수는 매년 증가하는 경향을 보이고 있음은 물론 대형 화재사고가 빈번히 발생하고 있다. 이는 성장위주의 경제·산업정책에 따른 안전의식 미약, 사회구조 재편에 따른 소방대상물의 급격한 증가, 생활환경 변화와 에너지 사용 증가 등 화재유발인자의 다양화에 기인한다고 하겠다. 국내에서 발생하는 연간 화재 건수는 지난 1998년 3만건 시대에 접어들기 시작하여 작년(2009년)의 화재발생현황은 총 화재 건수 47,318건으로 집계되었으며, 인명피해 2441명, 재산피해 251,853 백만원에 달하는 것으로 보고 되었다. 화재장소별 발생순서는 비주거 34.8%(16,482건), 주거24.9%(11,767건), 차량 12.6%(5,981건)등으로 나타났다. 또한, 발화요인별 화재발생현황을 살펴보면 부주의가 48.1%(22,763건)로 가장 높은 발생율을 보였고, 다음으로 전기적요인 22.8%(10,786건), 기계적요인 7.7%(3,651건), 방화·방화의심 7.1%(3,361건), 교통사고 1.31%(622건), 화학적

요인 0.6%(285건), 가스누출 0.45%(212건) 순으로 집계되었다. 인명피해 발생 순서는 주거(44.2%), 비주거(36.7%), 차량(8.9%), 임야(4.3%), 위험물·가스 제조소등(0.6%), 철도·선박·항공기 등(0.4%) 순이었다. 특히, 2009년 47,318건의 화재 중 판매시설과 공장·창고·음식점 등 비주거용 건물에서 16,482건의 화재가 발생하여 99명이 사망하였고, 주거용 건물에서는 11,767건의 화재가 발생하여 226명이 사망함으로써 주거지역에서의 화재 위험도가 상대적으로 높음을 확인할 수 있다¹⁾. 이렇듯 화재로 인한 인적·물적 피해가 증가하고 있는 실정에서 주택의 실물화재실험 등을 통한 화재위험성 분석과 효과적인 소방안전 대책을 강구함으로써, 주택화재로 인한 피해와 발생율을 획기적으로 저감시킬 기술 개발에 대한 사회적 필요성 대두되고 있다.

2. 본 론

2.1 실험대상 주택 및 내부 가연물

건축물 화재의 경우 창문등 개구부의 위치, 크기 및 형상, 가연물의 양과 배치상태 그리고 화재원의 종류 등 화재초기의 제반현상에 따라 매우 다양한 패턴을 나타낼 수 있다. 따라서 실제 사람이 거주하는 공간과 유사하도록 모사하는 것이 성공적인 실험을 위하여 매우 중요하다. 이를 위하여 재개발을 위해 철거 예정중인 공동주택을 확보하여 실 거주 공간과 유사하도록 공간을 모델화 한 후 실험을 수행하였다.

2.2 실험조건

2.2.1 내부가연물

전술한 바와 같이 화재에 대응하기 위한 기술 개발을 위한 첫 번째 단계는 화재안전설계를 위한 화재하중의 결정이다. 이를 위하여 주거지의 용도별 단위공간을 거실, 침실, 공부방, 주방 등 4구획으로 대별하고 문헌조사 및 실제 주택의 구성품들을 조사·분석함으로써 내부 가연물을 선정·배치하였다²⁾. 선정된 가연물 목록과 배치 사진은 <표 1>에 각각 나타내었다.

2.2.2 화재원 및 화재시나리오

화재원 선정을 위하여 부주의로 인한 발화요인에 대한 통계자료를 분석한 결과 아파트·주택 등의 주거지역에서 담배꽂초방치, 음식물 조리중 부주의, 불씨·불꽃·화원 방치가 대표적인 3대 발화요인인 것으로 판명되었다. 이중 화재가 단시간에 전역화재로 전이되도록 설정하기 위하여 비교적 초기 발열량이 큰 주방의 음식물 조리중 부주의를 화재원으로 선정하여 화재시나리오로 적용하였다. 이를 위하여 프라이팬에 대두유 1.6리터를 채운 후 가스레인을 점화하여 용기 과열에 의한 발화가 발생하도록 설정하여 실험을 실시하였다. 화재실의 상세한 화재상황 계측을 위하여 각 공간별 공기온도를 측정하기 위한 열전대를 천장부와 바닥면으로부터 1.5m, 2.0m, 2.5m 높이에 설치하였다.

2.3 주택실물화재 실험결과

<그림 1>은 실물화재실험 수행 장면을 보이고 있으며 온도 측정 결과를 <그림 2>에 나

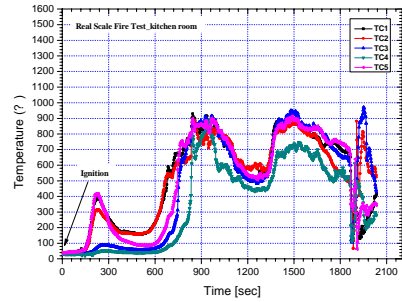
타내었다. 점화된 대두유 용기는 52분 30초가 경과된 후 발화가 일어났으며, 54분 58초에 가스렌인지 상부의 후드에 전이되면서 실 전체로 전이되기 시작하였다. 자연발화 후 4분이 지나면서 화재가 빠른 속도로 성장하다가 약 5분경에 이르면서 내부 온도가 급격한 감소를 보이기 시작한다. 이는 화재가 성장하면서 다량의 내부 산소를 소모하였기 때문으로 이 시점에 출입문을 개방하여 실험을 진행하였다. 실험결과 주방에서 발생한 화재는 5분 경과 후 주방 및 거실 내부로 완전히 전이 되었으며, 약 14분 경과 후 최고 온도인 930℃까지 이르는 것으로 파악되었다. 특히 발화 초기에 가연성 물질의 배치와 특성에 따라 최대 온도에 도달하는 시간에 차이를 보이겠으나, 약 13분이 경과하면 생존한계 시간이 5분이하인 143℃를 모두 초과하게 되는 것으로 예측되었다. 즉 화재 발생 초기에 가연성 공간에서 화재가 진화가 이루어지지 않으면 인체에 급격한 피해를 주는 온도로 화재가 성장하기 때문에 재실자들에게 심각한 피해를 줄 수 있다는 것을 나타내고 있다. 또한 유독 가스인 일산화탄소 발생량 최고 8295 ppm에 이르는 것으로 측정되어 단시간 노출 허용농도의 2.07 배에 이르는 매우 위험한 상황임을 알 수 있다.

<표 1> 내부 가연물 선정 및 배치

공부방	내부가연물
	<p>장롱, 오디오장식장, 서랍장, 테이블, 컴퓨터(모니터), 컴퓨터(본체), 컴퓨터책상, 의류, 의자</p>
침실	내부가연물
	<p>장롱, 의류, 서랍장, TV받침대, TV, 침대(메트리스 포함), 이불</p>
거실 및 주방	내부가연물
	<p>쇼파, 청소기, 싱크대(3EA), 찬장(3EA), TV, 가스렌지, 환풍기, 식탁 전자레인지, 전자렌지장, 의자(2EA) 냉장고, TV받침대</p>



<그림 1>주택실물화재실험 전경



<그림 2>주택실물화재실험결과(온도)

3. 결론 및 논의

본 연구에서는 공동주택의 화재위험도 평가 자료로 활용하기 위한 실물화재실험을 실시하였으며, 주택에서 화재가 발생했을 경우 대부분의 공간에서 약 5분 이내에 모든 온도 측정 지점에서 143 °C에 도달하여 화재가 확산에 의한 인명 피해가 발생할 것으로 예상되었다. 이러한 주택 실물 화재 실험은 실제 활용성 면에서 시사하는 바가 매우 크다. 이러한 실물화재실험은 화재사고에서 많은 사상자를 발생시키는 주거지 화재 시 발생할 수 있는 위험요소를 직관적으로 보여줄 수 있을 뿐 아니라, 건축물 구성 재료에 따른 열방출율, 실내온도, 유독가스량 등의 정량적인 판단이 가능하다. 더욱이 화재 시 발생하는 유해가스의 양을 계산함으로써, 재실자의 유독가스에 대한 노출 정도를 예측할 수 있으며, 실내 마감재의 선정에 도움을 줄 수 있을 것이다.

또한, 본 실험과 함께 실시된 화재감식대회(경기도 소방재난본부, 경기경찰청 주관)는 실제 현장에서 이루어지는 과학적인 화재감식 능력 배양과 함께 화재감식 인프라 강화에 크게 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 경기도 소방재난본부와 경기경찰청이 주관한 “화재재연실험 및 감식경연대회”와 “표준화재모델에 따른 화재확대방지 및 피난 안전설계기술개발”의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 2009년 화재발생현황 분석, 소방방재청
2. “내화구조기준개정연구(Ⅱ)”, 2000, 한국건설기술연구원