

제199호

2010. 11

위험관리정보

□ 방재정보

- ✓ 주차장의 교운 / 1
- ✓ 대규모 인원에 대한 안전관리 / 8
- ✓ 보행자의 위치방위측정과 옥내기하(屋內幾何) 모델링 / 12

□ 신착자료 목록 / 22

□ 안내

- ✓ 판매도서 안내 / 28

주차장의 교훈

Raisin Cullinan, BRE
(화재안전 그룹 컨설턴트)

2006년, 영국의 행정자치부 소속 지속가능 건축부문(Sustainable Building division)에서는 BRE(Building Research Establishment)와 함께 3년짜리의 '주차장 화재 확산 연구' 프로젝트를 시작하였다. 이 프로젝트의 결과는 2009년 10월의 컨퍼런스에서 발표되었고, 이 모임에서는 100여 명의 전문가가 참석하였다. 이 글은 이 컨퍼런스의 요약본이고, 이 연구과제의 중요 사항들에 대해 기술하였다.

컨퍼런스 내용 요약

최초 연사로, 지속가능 건축부문의 책임 건축사인 Brian Martin은 다음과 같이 이 연구의 목적을 요약했다. 주차장에 대한 현재의 가이드의 기본은 ADB(Approved document B)에 규정되어 있고, 잉글랜드와 웨일스에서 사용되며, 오래된 자동차들에 관계된 화재에 대해 규정되어 있다. 이 프로젝트의 주목적은 현재 도로에서 달리고 있는 자동차들의 최신 실험정보를 생성하여서, 현재의 화재안전 가이드라인이 재검토되고 필요시에는 개정될 수 있도록 하기 위함이다.

BRE 프로젝트 팀장인 Martin Shipp은 연구과제의 배경에 대해 설명하였다. 최근에 몇 건의 사망 및 부상 사고가 주차장에서 있었으며, 자동차에서 사용되는 재료들이 많이 변했으므로, 이러한 연구가 필요하게 되었음을 설명하였다. 즉 플라스틱 연료탱크, 유리강화섬유 플라스틱 패널, 대체연료 등이 그러한 변화들이다. 그는 여러 건의 이슈들에 대해 설명하였다.

- 화재하중이 제대로 정의되었나?
- 층간 화재 확산 확률이 낮은가?
- 차량 간의 화재확산 확률은 어느 정도인가?
- 현재의 가이드가 얼마나 신뢰할만한가?

다음으로, BRE 컨설턴트인 David Crowder 가 연구과제의 일부로 작성된 논문들에 대해 설명하였다. 현재 최신 자동차들은 안전, 편의성, 성능, 환경보호 등에 주안을 맞추어 설계되고 있지만, 화재안전에 주안점을 두지는 않고 있다. 자동차에서 플라스틱 사용은 증가추세이고, 대체연료도 이제 소비자들이 선택할 수 있다. LPG, 바이오디젤, 하이브리드 자동차는 환경적 관심 증가로 인해 대중적으로 인지도를 얻고 있다고 하였다. 또한, 주차장의 설계도 바뀌어서, 쇼핑몰, 아파트, 업무용 빌딩 내에 들어가도록 설계되고 있다. 도시에서는 공간이 주요한 변수이고, 자동 주차타워(stacker)등도 흔해지고 있지만, 이것들에 대한 화재 리스크 관심은 거의 없다고 할 수 있다.

2006년 12월에 영국에서 발생한 주차장에서의 화재 사건에 대한 검토가 그 뒤를 이었다. 이 사고는 Monica Wills 요양병원에서 일어났는데, 이 건물의 주차장(일부 면이 개방되어 있고, 스프링클러는 미설치됨)에서 발생한 화재로 22대의 차량이 소실되었다.

통계적 분석

영국에서의 화재통계에 대한 분석이 BRE 컨설턴트인 Raisin Cullinan에 의해 소개되었다. 데이터는 소방서의 1994년에서 2005년까지의 화재조사보고서(FDR-1 형식)로 모아졌고, 12년 기간 동안 통계분석으로 다음과 같은 사항들이 밝혀졌다.

- 3,096건의 화재가 주차장에서 발생하였고, 이중 1,592건은 자동차에서 화재가 시작되었다.
- 건물 내 주차장 화재 건수는 연평균 258건이며, 이 수치는 점차 줄어드는 추세를 보였다.
- 총 사망자 2명, 부상자 87명이 보고되었다.
- 주차장에서의 화재 시 다른 차량으로의 화재확산은 드물었지만, 만일 일어나는 경우 심각한 건물의 구조적 손실을 가져오는 것을 보였다.
- 주차장에서 다른 층으로의 확산은 드물었다.
- 주차장 화재는 전체 화재의 0.1% 이하를 차지하였다.

아파트 주차장 화재에서는 특이한 점이 부상자 수에서 발견되었는데, 아파트 주차장 화재는 전체 주차장 화재의 5.5%를 차지하였고, 부상자 수는 26%를 넘었다.

BRE는 주차장 화재 조사를 3년 과제로 수행하였다. 한 화재 조사 대상은 2007년 12월

의 혼잡한 쇼핑센터에서 발생하였다. 이 화재는 주차장 엔진부분에서 시작되어 확산되어 여러 차량으로 확산되었다. 이중 한 대는 전소되었다. 하지만 전소된 차량 바로 옆 공간의 소프트탑 차량은 전혀 피해가 없었다. 실험에서는 화재확산 확률이 클 것으로 보이는데, 실제 화재에서와 같이 확연히 전도가 잘 될 수 있는 상황에서도 화재 확산 확률이 작다는 것을 볼 수 있다. 화재 확산의 낮은 확률은 통계자료에서도 보여주고 있다.

시험을 위한 모델링 연구

BRE의 수석 컨설턴트인 Richard Chirty는 전산유체역학적(CFD)으로 해석한 결과를 보고하였다. 그는 Monica Will 요양병원 화재를 전산유체역학적으로 모델링했다고 한다. 이 모델에서는 인접한 자동차의 외부가 $10\text{kW}/\text{m}^2$ 의 열 방출에 노출될 때 화재확산이 일어난다고 추정하였다.

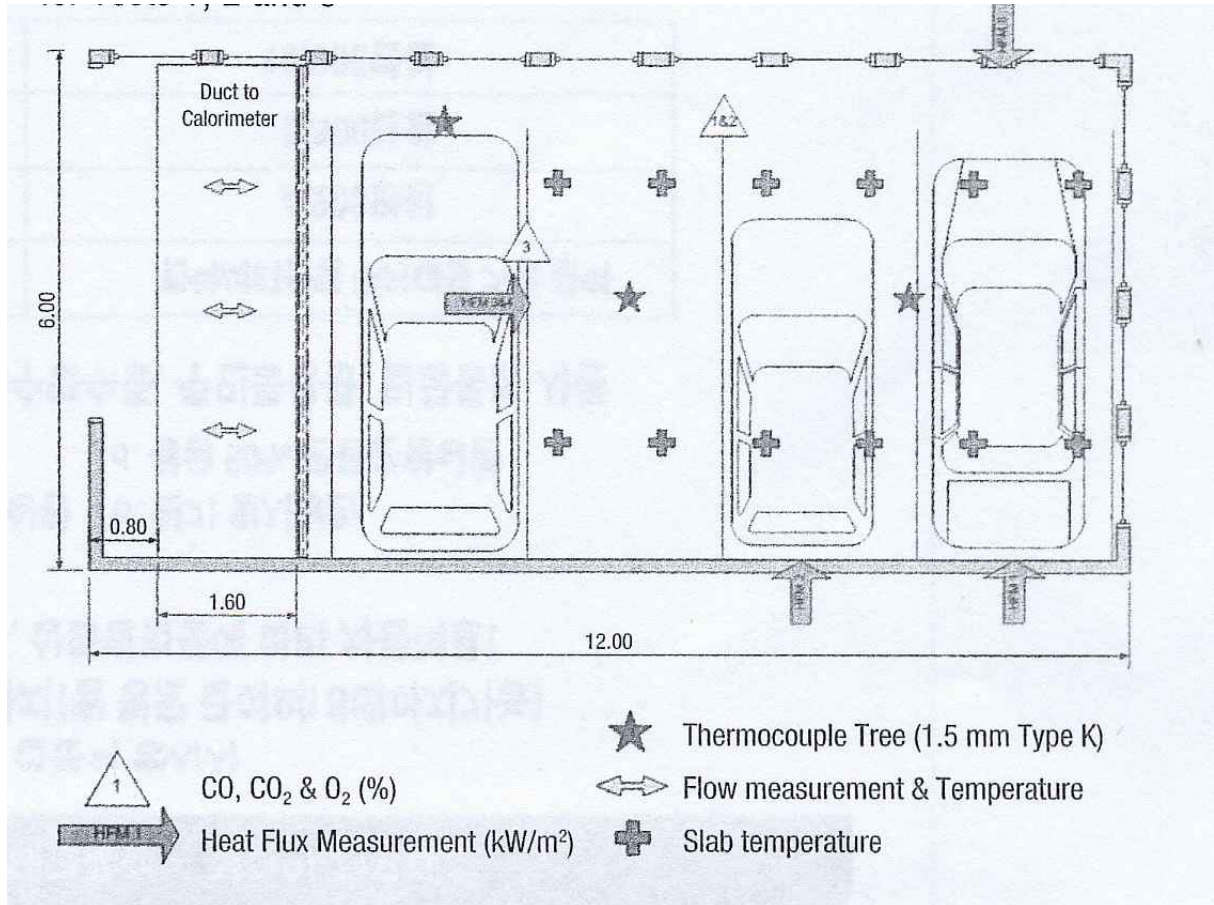
이 주차장은 요양병실 밑에 위치하여 2면이 외기에 개방된 구조였다. 한 차량의 전기적 결함으로 화재가 시작되어 화재가 31분간 진행되는 동안 22대의 차량으로 번지는 것을 CFD 모델이 보여준다. 이 CFD 모델은 22번째 차량에 불이 붙을 때까지 돌아가고, 열방출 곡선은 최대값이 60MW 이하로 나타난다. 이 모델의 결과는 화재 조사로 밝혀진 사실들과 유사하다고 그는 설명하고 있다.

실물화재 시험

다음으로는 BRE 선임 컨설턴트인 Phil Clark의 실물화재시험이 소개되었다. 시험 1에서 3가지 시험은 BRE의 Burn Hall의 10MW 칼로리미터가 설치된 시험시설에서 이루어졌다. 주차장 설계는 현재의 주차장 가이드라인에 기초하였고, BRE는 적절한 환기 수준을 결정하기 위해 CFD 모델링을 이용하였다.<그림1>

시험 4는 LPG 차량이 포함되어 있고 칼로리미터 측정 없이 개방된 구조로, Buxton의 Health and Safety 실험실에서 수행되었는데, 이는 폭발 위험성이 있기 때문이었다. 시험 4의 목적은 LPG 연료 차량과 관련된 화재 및 폭발 성향을 조사하려는 데 있었다.

모든 차량은 연식이 5년 이하이며, 차량 모델이나 제조업체와 상관없이 단지 연식, 크기를 따져 선별하였다고 한다.



<그림 1. 시험 1, 2, 3의 차량과 측정기기의 배치>

- 시험 1: 차량 3대 -중소형 차량, 스프링클러 미설치
- 시험 2: 차량 3대- 소형-대형 차량, 스프링클러 설치
- 시험 3: 1번 시험과 동일조건으로 대형차량
- 시험 4: 차량 4대 -LPG 차량, 스프링클러 설치

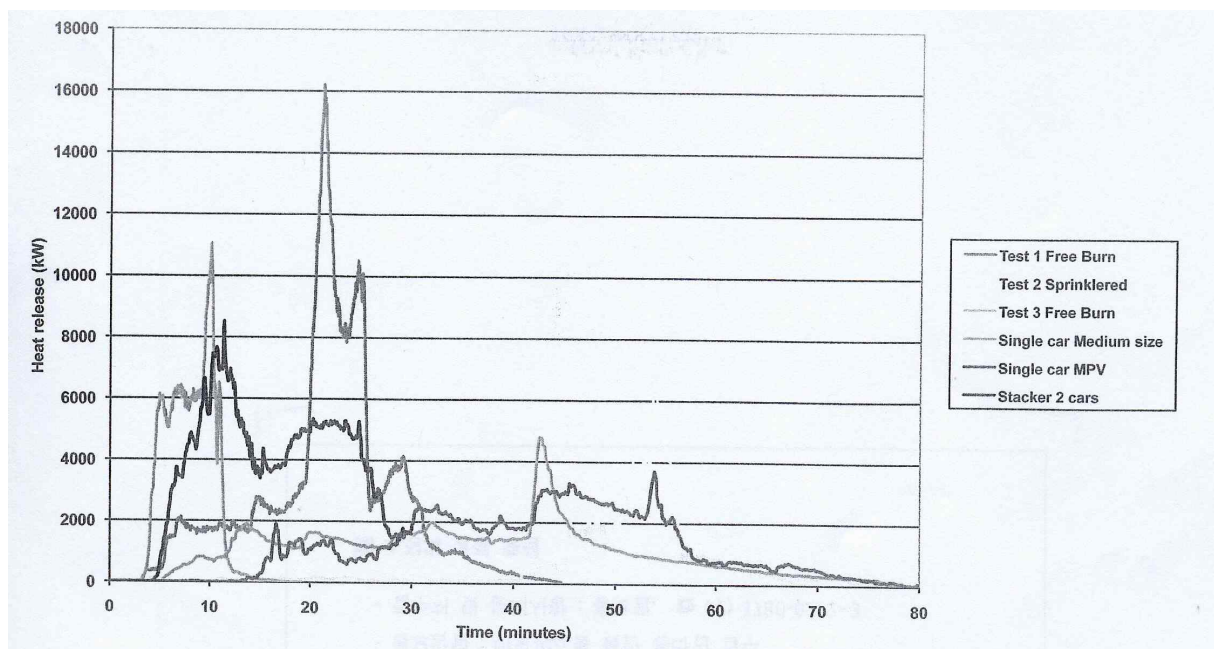
모든 시험에서는 1번 차량에서 화재가 시작되었다.

주요 시험 결과는 다음과 같다.

- 2번, 3번 차량으로의 화재 확산은 스프링클러 미설치 시험(시험1, 3)에서 일어났다.
- 차량 평균 크기가 커진 3번 시험에서는 2번 차량에서 3번 차량으로의 화재확산시간이 현저하게 줄어들었다.
- 1, 3, 4번 시험에서 2번 차량에 불이 붙자 3분 이내에 3번 차량(시험4에서는 3, 4번 차

량)까지 불이 번졌다.

- 시험1에서는 3번 차량이 불이 붙은 직후 최대 열방출량이 16MW로 나타났다. 그리고 3번 차량에 불이 붙은 직후 불이 꺼졌다.
- 시험 2에서는 2번 차량에 약간의 손실이 있었지만, 발화된 차량 바깥으로 화재 확산이 일어나지 않았다.
- 시험 2에서의 최대 열방출은 7MW이고, 이것은 발화 후 52분후이다.
- 시험4에서는 LPG탱크의 압력방출밸브가 성공적으로 작동하였다. 탱크가 파괴되지 않았고, 탱크가 화재 크기나 화재 발달에 영향을 미치지 않았다.



<그림 2. 실물화재시험에서의 열방출을 곡선>

서로 다른 발화 시나리오(엔진, 구획실, 방사 패널, 대형/ 중소형차 화재)에서의 화재 발달 가능성에 대해 조사하기 위해 BRE에서 수행된 6번의 1차량 화재시험 결과에 대해서도 Clark씨는 설명하였다.

마지막 시험은 주차타워 기계(stacker)이다. 갈수록 늘어나는 주차타워 기계로 인해 그 화재 안전에 대해서도 관심을 가지게 되었다. 왜냐하면 타워의 구조상 화재확산이 급속할 수 있기 때문이다. 2대의 차량을 이용한 시험에서는 아래의 차량에서 위의 차량으로 불이 번지는 데 5분이 걸렸고, 이는 시험 1, 3, 4에서보다 무척 빠른 것이었다.

연구 요약

BRE 기술이사인 Martin Shipp은 이 연구결과가 화재안전 관계자들, 즉 기술자, 행정 기관들에게 화재안전상 더 안전한 설계를 할 수 있도록 해 주었다고 설명하였다.

더 넓은 화재안전측면에서 이 연구과제의 의미에 대해서도 이야기가 나누어졌다. 영국 표준위원회 FSH/25의 의장인 Morgan씨는 이 연구의 중요성에 대해 강조하였다. FSH/25는 유럽 표준 위원회의 'CEN/TC191/SC1; 연기 및 열 제어 설비 및 기기' 위원회와 함께 제연 기준을 개정하는 일을 맡고 있다. 이 연구를 통해 현재 기준에 대해 다시 한 번 생각할 수 있는 기회가 되었으며, 주차장에서의 스프링클러 설치가 좀 더 보편화될 수 있으리라고 이야기하였다.

웨스트민스터 지방 위원회의 Gordon Dewar씨는 제연과 환기 측면에서 주차장에서의 법규에 대해 이야기하였다. 2016년까지는 개정되지 않을 예정인 ADB의 관련 가이드 라인과 함께, 그는 BS 7346-7:2006:(열 및 연기 제어 설비. 폐쇄형 주차장의 열 및 연기 제어를 위한 계산방법과 기능적 권고사항)에 대한 개정이 있어야 하며, 설계화재 크기와 환기에 대한 권장사항들을 검토할 것을 요구했다.

Ian Gough는 영국 스프링클러협회 소속으로 BRE와 함께 주차타워기계에 스프링클러를 설치하여 화재시험을 하였다. 이 시험에서는 화재가 위의 차량으로 확산되었지만 이내 스프링클러로 인해 진압되었다. 그는 각각의 주차타워 장치마다 설계 및 구조가 다르기 때문에 각 설비에 맞는 방화설비 설계가 필요하다고 강조하였다. 물론무설비에 대한 시험 데이터는 현재로서는 미미하기 때문에 관련된 추가 시험이 필요하다고 하였다.

설계 요구사항

이 연구과제가 소방대에 대해 가지는 의미는 소방기술자 Paul Jenkins이 소개했다. 그는 주차타워에서의 진압설비 필요성과 그 유익이 이 연구에서의 시험을 통해 밝혀진 것이 무척 중요하다고 하였다.

마지막으로 스위스 취리히 Stuart Blackie는 보험의 관점에서 이야기를 하였다. LPG 시험에서 안도감을 느꼈지만, 차량 간 화재확산은 자동차 보험업계에서 한 이슈라고 하였다. 주차장은 분리된 공간이 아니며, 인접한 건물을 고려하여 화재의 파괴적 영향을 생각해야 한다고 강조하였다.

컨퍼런스는 참석자들에게 이 연구과제의 의미와 발견에 대해 공개적인 토론을 하였고, 참석자들은 ADB 기준의 개정이 몇 년 남은 상태에서 어떻게 하면 효과적으로 이 연구과제 결과를 이용할 수 있는가 의문을 품었다. 참석자들은 연구에서 밝혀진 것들이 이후의 설계에 반영되고, 또한 후속적인 연구가 필요하다는데 모두 동감하였다.

출처 : FRM Journal 2010년 4월호

번역 : 광주호남지부 대리 유효정