

성능위주 소방설계에 필요한 시험에 관한 연구

사공성호
한국소방검정공사

A Study for Fire Test in Performance Based Fire Protection Design

Sungho Sakong
Korea Fire Equipment Inspection Corporation

1. 서론

방화공학은 지난 30여년 동안 눈부신 발전을 이룩하여 왔다. 이에 따라 시험의 성격에도 많은 변화가 있었다. 본고에서는 규제위주의 소방설계를 위한 종래의 시험과 성능위주의 소방설계를 위한 새로운 시험의 종류 및 성격을 소개하고 비교, 파악해 봄으로써 앞으로의 소방시험에 새로운 방향을 제공하려 한다.

2. 규제위주의 소방설계를 위한 시험

규제위주의 소방설계는 건축재의 화염전파도 및 내화 시간 등을 판단하기 위하여 이들에 대한 시험을 아예 관련 법규에 명시하여 왔다. 이들의 특성은 한마디로 합격이나 불합격이냐를 가리는 것이 되었고, 시험에 사용되는 온도의 조건은 실제 대상물내의 연소 물질의 특성이나 건축 특성 등을 고려하지 아니하고 1918년에 확정된 온도-시간 곡선을 천편일률적으로 사용하고 있는 실정이다. 이들 시험의 종류 및 특성을 소개하면 다음과 같다.

내부마감재시험 (Interior Finish Tests)

Steiner Tunnel Test를 통한 건축물 마감재에 대한 화염전파특성을 판단하는 시험으로써 ASTM E84, UL723, 혹은 NFPA 255 등이 여기에 속한다.

내화시험 (Fire Resistance Testing)

건축시스템이나 자재의 내화 성능을 시험하는 방법으로 ASTM E-119 시험이 있다. 이 시험은 앞서 언급한 1900년도 초에 개발된 시간 온도 곡선을 사용하고 있으며, 시험의 실패범위는 다음과 같다.

- 부하를 견디는 데 실패
- 화재노출 이면에서의 온도 상승
- 화염이 전파되어 화재노출 이면에 설치된 면제품을 점화
- 철구조체의 과도한 온도 상승
- 소방호스 분사 시, 원형 유지 실패

이상의 범위에서 알 수 있듯이 종래의 시험은 단순히 실패나 성공이야 만을 알 수 있었다. 그러나 성능위주의 설계와 관련하여서는 실험에서 다음과 같은 내용을 알아내어야 한다.

- 만약에 실패할 경우, 실패 이유는?
- 정확히 언제 실패했는지?
- 실패한 시점에서의 시험체의 온도 및 시험로의 온도
- 만약 같은 시험체가 다른 온도조건에서 시험되었다면 결과는?

3. 성능위주의 소방설계를 위한 시험

성능위주의 소방설계에서의 두 번째 단계인 설계목표의 설정에서는 실내 온도 및 연기 깊이의 한계치 등을 거주가능조건으로 제시할 수 있다. 또한 감지기 혹은 스프링클러 등의 성능기준을 나타내는 방법으로 일정화재 크기에서의 작동을 제시하기도 한다. 이 경우, 설계자는 화재의 발전을 예측할 수 있는 화재시물레이션 프로그램을 사용하게 되는데, 건물의 형태, 건축자재의 물리적 특성, 환기 조건 등과 함께, 가연 물질의 연소특성자료를 입력하여야 한다. 화재 모델링 시 사용되는 물질연소특성에는 다음과 같은 것들이 있다.

연소열 방출 및 연소생성물질

연소열은 연소물질이 연소시험 시 사용한 산소량을 기준으로 계산되며 그 단위는 kW로 표현된다. 그림 1부터 3은 서로 다른 시험체의 연소열 방출량을 보여 주고 있다.

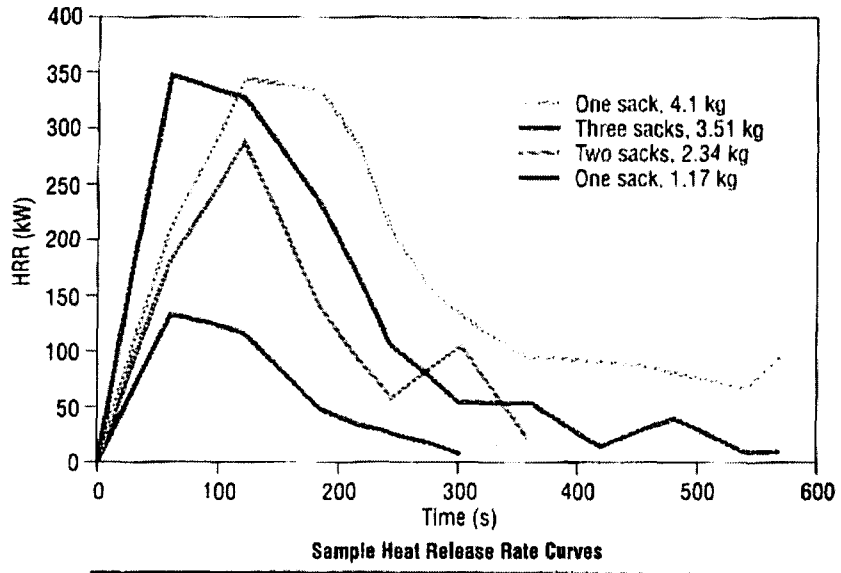


Figure 2

그림 1

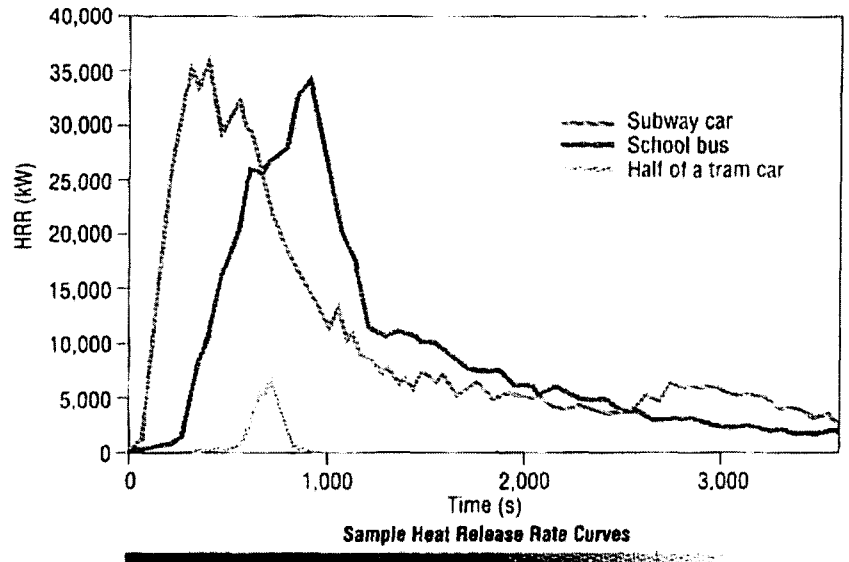


Figure 1

그림 2

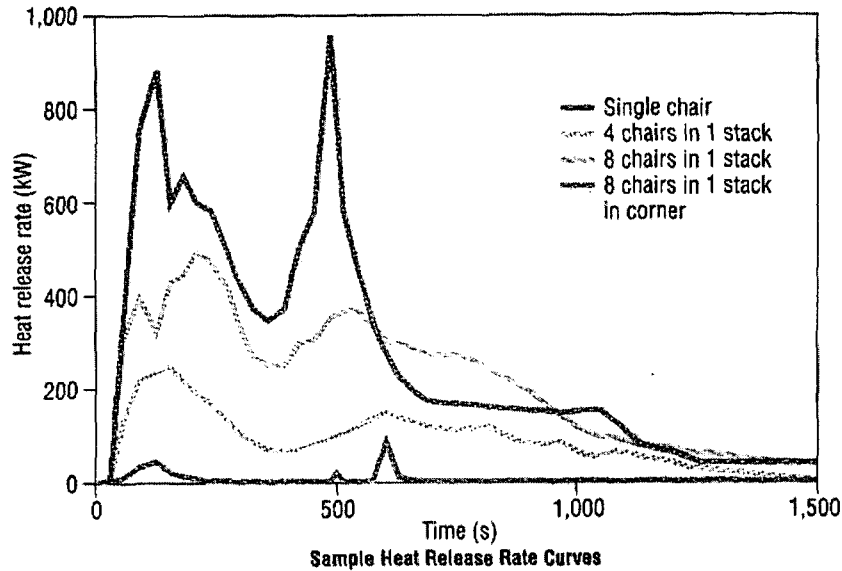


Figure 3

그림 3

연소열방출량 이외에도 연기와 독성물질의 생성 측정 시험도 요구되어 진다. 연소열을 측정하는 시험 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 이들 시험은 작은 규모의 “bench scale” 시험에서 메가와트 단위까지 시험할 수 있는 대규모 시험도 가능하다.

콘칼로리메터 (Cone Calorimeter)

연소방출열 측정에 가장 많이 사용되는 시험방법으로써 ASTM 1354 는 콘칼로리메터 시험법으로 알려져 있다. 시험체의 평균 연소열 방출량을 kW/m^2 로 측정하며 약 100kW/m^2 까지 측정 가능하다.

가구칼로리메터 (Furniture Calorimeter)

ASTM E-114-74 시험방법으로써 가구와 같은 큰 연소물질을 시험하는데 사용된다. 산소 사용량, 연기 및 기타 생성물질 측정, 질량 감소량 등이 측정된다. 시험은 공개된 장소에서 행해지므로 실내화재의 효과를 재현할 수 없다.

실칼로리메터 (Room Calorimeter)

NFPA 265 시험방법으로써 특정내장재의 사용 시 전실화재 (Flash Fire)가 일어나지 않는다는 것을 증명하기 위해서 사용된다. 실내화재의 조건을 재현할 수 있고 연소방출량 뿐 아니라 실내 온도도 모니터 할 수 있고 생성 물질 등도 수집 가능하므로 성능위주소방설계에 필요한 자료를 얻을 수 있다.

4. 결론

현재까지 국내, 외에서 수행된 화재시뮬레이션을 보면 대부분 연소방출열 자료가 정확하게 사용되고 있지 않다. 그 이유는 설계 초기에 공간에 배치될 가구 등이 정해지지 않아서 어쩔 수 없이 유사 시험 결과자료를 사용하는 경우도 있으나, 대부분 시간과 경비를 절약하기 위해서 실물 시험의 과정을 생략하고 있는 것이다. 같은 물질이라도 제작 형태에 따라 연소 패턴이 달라 질 수 있다. 따라서 실물 시험을 통한 연소방출열 자료를 획득하는 일은 정확한 화재시뮬레이션을 위해 필수 불가결하다고 할 수 있겠다. 따라서 PBD를 도입하는 과정에서 시험분야에 대한 준비는 철저히 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. Babrauskas, V., "The Cone Calorimeter, Section 3, Chapter 3, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd edition, National fire Protection Association, Quincy", MA, 2002.
2. Standard test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials, ASTM E84-91a, ASTM, Philadelphia, PA
3. 김원국, "성능위주의 소방설계의 설계 및 평가", 한국화재소방학회 국제세미나, 한국화재소방학회, 2001