



사무용 공간의 화재 성장 예측을 위한 실물화재실험

권오상, 김흥열, 김정현

한국건설기술연구원

The Study on Real Scale Fire Test for Fire Growth of Office

Kweon, Oh Sang[†] · Kim, Heung Youl^{**} · Kim, Jung-Hyun^{**}

Korea Institute of Construction Technology

요 약

사무공간의 화재성상을 예측하기 위해 화재하중 25 kg/m² 값을 적용하여 2.4(L) × 3.6(W) × 2.4(H) m 크기의 Mock-up 화재실험을 진행하였다. 화재실험은 실물화재실험 장비인 LSC(Large Scale Calorimeter)에서 실시하였으며, 열방출률 및 질량감소율을 측정하였다. 실물화재실험 시작 후 약 1110 초에 플래시오버가 발생하였으며, 최대 열방출률은 1241.1 KW로 측정되었고 질량은 초기 219 kg에서 102 kg로 감소하였다.

1. 서 론

국내의 화재안전 기준은 국외의 코드 중심의 화재안전 설계보다는 건축법과 소방법으로 구분되어 있다. 현재 소방법은 “소방시설등의 성능위주설계 방법 및 기준”이 입법예고 중에 있어 향후 소방시설의 성능위주 화재안전 설계가 이루어질 수 있을 것이다. 성능위주 화재안전 설계를 위해서는 필수적으로 공학적인 화재위험도 평가가 진행되어야 하며, 이를 위해서는 현재 국내에서는 FDS, Cfast, Simulex 등과 같은 CFD 프로그램에 의존하고 있다. 건축물 전체의 화재위험도 산정에 어려움 등으로 인하여 CFD 프로그램 등을 이용한 방법들이 사용되고 있지만, 최소한의 신뢰성 확보를 위한 실물화재실험 데이터와의 비교·분석은 필수적임에도 불구하고 국내 특성에 맞는 실물화재 데이터가 부족하여 신뢰성 검증에 많은 어려움을 나타내고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 문헌 조사를 바탕으로 사무 공간의 화재화중에 따른 단위 공간의 실물화재 실험을 진행하여 향후 진행되는 화재 위험도 평가 등에 신뢰성 확보를 위한 기초 데이터를 얻고자 하였다.

사무공간의 실물화재실험

2.1 사무공간의 화재 하중 산정

화재하중은 단위 구획내 가연물의 총량으로 정의되며 이를 구획된 바닥면적으로 나눈 값을 화재하중분포(Fire Load Density)라고 한다. 화재하중분포에 관련된 외국의 연구 결과는 공간내 가연물의 대부분이 목재임을 제시하고 있으며 이에 따라 섬유질 이외의 가연

물은 목재를 기준으로 한 연소 열량으로 환산하여 가연물이 완전 연소할 때 예상되는 발열량을 구하게 된다.¹⁾ 김운형, “사무소 건물의 화재하중분포(한국화재소방학회 논문, 1997)”에서는 국내 10개 설계 사무소 건물을 대상으로 평균 화재하중을 44.27 kg/m^2 로 제시하고 있으며¹⁾, 김대희, “건축물의 용도별 화재하중 산정에 관한 연구(건국대학교 박사학위논문, 2003)”에서는 서울시에 위치한 15층 이상의 빌딩에 위치한 사무실 9개소와 5층 건물의 1개소를 대상으로 평균 화재하중을 25 kg/m^2 로 제시하고 있다.²⁾ 사무 공간의 경우 문서 위주의 업무 환경에서 컴퓨터 등을 이용한 업무 환경 등의 변화로 인하여 화재하중이 감소되는 것으로 판단되며, 본 실험에서의 화재하중은 25 kg/m^2 값으로 사용하였다.

2.2 사무 공간의 실물화재 실험

본 연구에서는 KS F ISO 9705 시험법에서 제시하고 있는 단위 공간($2.4(L) \times 3.6(W) \times 2.4(H) \text{ m}^3$) 크기를 적용하였으며, 외부에는 내화석고보드를 사용하였다. 실물화재실험은 실험대의 실물화재 10 MW 급의 실험 장비인 LSC(Large Scale Calorimeter)에서 진행하였으며, 산소소모율법에 의한 열방출률을 측정하였다. 내부의 가연물의 총 하중은 바닥 면적(8.64 m^2)을 고려하여 219 kg으로 산정하였다. 단위 공간 내부에는 책장, 책상, 의자, 컴퓨터, 모니터, 종이류 등을 위치시키고 내부의 온도측정을 위한 열전대선을 설치하였다. 실물화재 실험시 환기의 영향을 판단하기 위하여 입구와 창문에 아크릴을 이용하여 초기 외부 환기의 영향을 차단하였다.



Figure 1. Office Room Mock-up

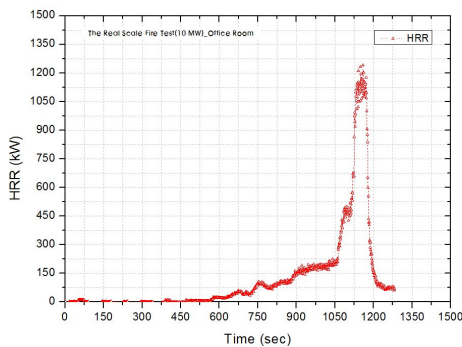
2. 실물화재 실험 결과

Figure 2에서는 사무공간의 실물화재실험을 나타내고 있다. 실물화재 실험을 점화 후 약 20분 동안 진행되었으며, 초기 점화는 소량의 헵탄을 사용한 점화원을 책상 하부에 설치하여 연소 반응을 진행하였다. 초기 점화 후 내부에서 화재가 확대되면서 입구 쪽 아크릴이 개방되는 시점에서 공기의 유입 등으로 인하여 열방출률이 급격히 증가하였다.

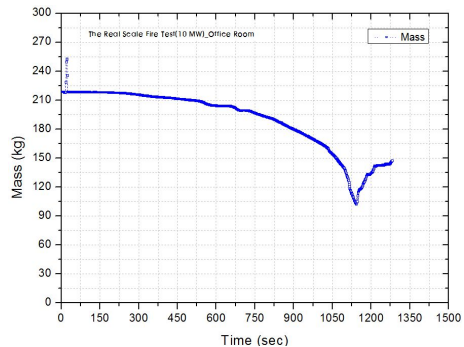


Figure 2. Real Scale Fire Test

Figure 3에서는 사무공간의 심물화재실험을 통한 열방출률과 질량소모율의 측정값을 나타내고 있다. 열방출률은 초기 점화 후 내부의 산소를 소모하며 서서히 증가하다가 입구 아크릴이 개방되어 산소의 유입이 증가하는 시점인 실험 시작 약 1050초 이후에 급격히 증가한 후 1159초에 최대 열방출률 1241.1 KW가 측정되었다. 질량감소율은 초기 점화 후 서서히 감소한 이후 열방출률이 급속히 증가하는 시점에서 급격히 감소하였다. 질량값의 변화는 1141초에 최소 질량값 102.3 kg을 나타낸 이후 내부의 화재로 인한 압력증가로 인하여 급격히 질량이 증가하는 모습을 나타내었다.



HRR(Heat Release Rate)



Mass Decreasing Rate

Figure 3. Real Scale Fire Test Result

3. 결 론

본 연구에서는 사무공간의 화재하중을 25 kg/m^2 값으로 산정하여 $2.4(\text{L}) \times 3.6(\text{W}) \times 2.4(\text{H}) \text{ m}$ 크기의 사무공간 Mock-up을 제작하여 실험 장비인 LSC(Large Scale Calorimeter)에서 실물화재실험을 실시하였다.

- 실물화재 실험을 점화 후 약 20분 동안 진행되었으며, 초기 점화 후 내부에서 화재가 확대되면서 입구 쪽 아크릴이 개방되면서 공기의 유입 등으로 인하여 열방출률이 급격히 증가하였다.
- 열방출률은 초기 점화 후 내부의 산소를 소모하며 서서히 증가하다가 입구 아크릴이 개방되어 산소의 유입이 증가하는 시점인 실험 시작 약 1050초 이후에 급격히 증가한 후 1159초에 최대 열방출률 1241.1 KW가 측정되었다.
- 질량감소율은 초기 219 kg에서 플래시오버가 발생하면서 최소 102 kg로 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 2011년 소방방재청 차세대 핵심소방안전기술개발 과제 1665005762 [NEMA-차세대-2011-3] 지원에 의하여 수행하였으며, 관계자들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. Woon-Hyung, Kim, "A Survey of Fuel in Office Buildings", Journal of Korea Institute of Fire Science & Engineering, Vol.11, No.1, pp.37-45(1997).
2. Dae-Hoi, Kim, "A Study on the Establishment of the Fire Load by Building Occupancy", Konkuk University, pp.85-93(2003).
3. KS F ISO 9705, "Fire tests-Full-scale room test for surface products"(2009).