

건축물의 화재성상 시뮬레이션을 위한 주요가연물 연소특성 DB 구축

서윤정, 김동은, 홍해리, 황현배*, 권영진**
호서대학교 소방방재학과, 한국교통안전공단*
호서대학교 소방방재학과 교수**

An Study on the Preparation of Fire Behavior of Fixed Combustibles for Fire Simulation in Building

Seo Yoon Jeong, Kim Dong Eun, Hong Hae Ri, Hwang Hyen Bea, Kwon Young Jin
Dept. Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ.
Korea Transportation Safety Authority*
Professor/Ph.D, Dep. Fire & Disaster Prevention, Hoseo Univ.**

요 약

최근 건축물에서 공동주택의 비율이 증가하고 있으며 동시에 공동주택의 화재비율도 증가하는 경향을 보이고 있다. 또한 화재 시 인명 피해의 주원인인 가연물은 소재가 다양화되고 있으나 안정성 보다는 디자인, 기능성에 치중되어 그에 따른 화재 위험성도 커져가고 있다. 따라서 본 연구는 전보의 실내장식물에 이어 공동주택에서 많이 사용되어지는 적재가연물을 가연물 조사를 바탕으로 선정하여 Furniture Calorimeter를 이용해 그 연소특성을 알아보았다. 그 결과, 소파가 타 시료에 비해 화재 시 높은 위험성을 나타냈으며, 일본건축학회에 발표된 데이터와 비교한 결과 소파의 데이터가 유사한 것으로 나타났다.

1. 서 론

최근 주거용 건축물중 공동주택이 점유하는 비율은 증가하고 있는 추세이며 공동주택의 화재비율 또한 매년 증가하는 경향으로 이러한 공동주택에서 사용되는 가연물은 고급화, 다양화 되어가며 많은 종류의 소재가 개발되어 사용되고 있다.

화재 시 발생하는 연기와 유독성 가스에 의한 질식 등이 인명피해의 주원인으로 조사되고 있어 공동주택의 다양한 가연물은 화재 시 높은 온도의 열기와 다량의 유독가스를 발생시켜 많은 인명피해와 재산피해 등의 심각한 피해를 초래할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 기존의 가연물 조사¹⁾를 바탕으로 공동주택에서의 대표적인 가연물을 선정하고 전보의 'Cone Calorimeter를 활용한 주거시설의 고정가연물 연소특성에 관한 실험'²⁾에 이어, Furniture Calorimeter를 이용한 연소특성 실험을 실시하였으며 향후 공동주택의 화재성상의 예측을 위한 적재가연물의 DB구축의 기초자료로 사용하는데 그 목적이 있다.

2. 실험개요

본 연구는 ISO9705 기준에 따라 3MW Tester를 이용하여 표1에 나타난 바와 같은 가연물로 최대측정발열량 3000kW, 배기용량 1atm, 25°C에서 최소35m³/s의 조건으로 50ml의 에탄올을 화원으로 실시하였다.

측정방법 및 항목은 단일가연물에 대한 시료의 크기 및 중량을 측정후 HRR, CO, CO₂ 및 SPR을 측정하였다.

표1 측정가연물의 종류

구분	가연물 정보	크기 (W×D×H mm)	중량(kg)
TV	CRT, 21인치	510 x 470 x 470	17.75
수납장	5칸	720 x 460 x 1110	38
매트리스	싱글	1090 x 200 x 2000	21.40
장롱	3자	805 x 610 x 1880	49.40
소파	2인용, 인조가죽	1180 x 650 x 960	24.95

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 실험결과

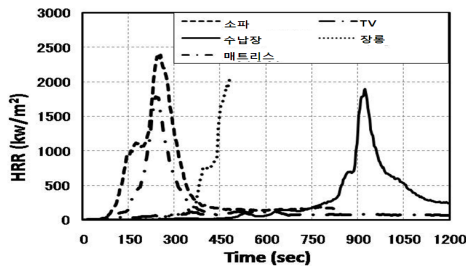


그림 1 각 가연물의 HRR 측정결과

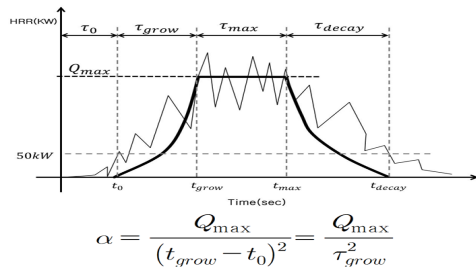


그림 2 화재성장속도 식

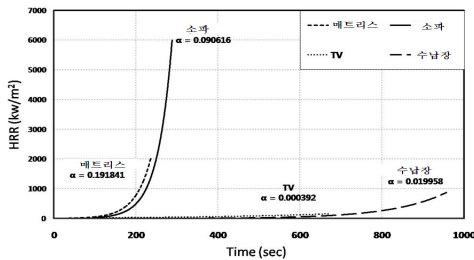


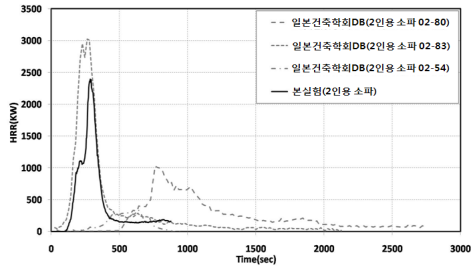
그림 3 각 가연물의 화재성장속도 α 값

표 2 각 가연물의 화재성장속도비교

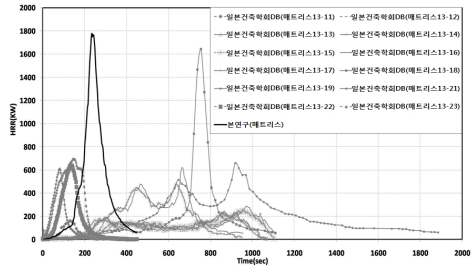
분류	본 연구	α	HRR (kW/m ²)
매트리스	Ultra-Fast	0.190432	1778.95
소파	Fast	0.090429	2033.06
수납장	Medium	0.019874	1891.80
TV	Slow	0.000388	135.09

그림 1은 표 1의 5종의 적재가연물에 대한 시간에 따른 HRR 값을 나타낸 것으로 매트리스와 소파의 경우 240~300초, TV는 360~600초, 수납장은 900~960초에서 가장 높은 열방출을 나타내었다. 반면, 장롱의 경우는 시험범위인 3MW를 초과하여 강제소화를 실시하였기에 측정결과를 파악하는 것에 어려움이 있었으나 화재 성장으로 미루어 보아 약 600초 전후에 최대Peak치가 나타났을 것이라 예상되었다. 또한 적재가연물의 HRR시험결과에 의해 그림 2의 식을 이용하여 각 가연물의 화재성장곡선의 α 값은 그림 3과 같다.

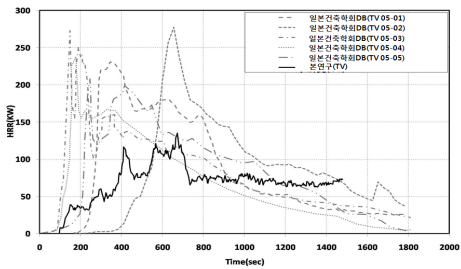
화재성장곡선의 α 값을 화재성장속도로 분류하여 표 2에 나타낸 바와 같이 매트리스는 Ultra-Fast, 소파는 Fast, 수납장은 Medium, TV는 Slow로 나온 것을 알 수 있다.



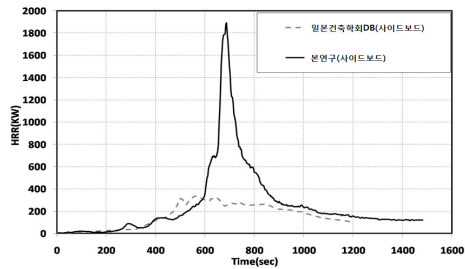
4-a 소파 HRR값 비교



4-b 매트리스 HRR값 비교



4-c TV HRR값 비교



4-d 수납장 HRR값 비교

그림 4 일본건축학회 DB와의 비교*

본 연구에서 측정한 HRR값은 2005년 일본건축학회에서 조사한 DB²⁾와 비교해본 결과는 그림 4와 같다. 소파의 경우, 기존 데이터와 유사한 경향으로 나타났으며 매트리스는 기존 데이터와 유사한 발열량이 나타났으나 Peak값에 도달하는 시간은 기존 데이터보다 빠른 특징을 보임을 알 수 있었다.

3.3 CO, CO₂, SPR에 관한 시험결과 및 분석

표 3은 가연물 연소 특성별 Peak값 및 중량의 변화를 나타낸 것이며, 그림 5는 적재가 연물의 종류에 따른 CO, CO₂ 및 SPR의 측정치를 나타낸 것이다. 표 3 및 그림 5에 따라 소파의 경우가 CO, CO₂ 및 SPR이 모든 시료의 측정치에서 가장 높은 Peak값과 이에 도달하는 속도가 빠르게 나타나 전술한 바와 같이 HRR의 측정치를 고려하면 초기화재성상에서 발열특성 및 유독가스 생성측면에서 위험성이 높은 적재가연물이라 판단된다.

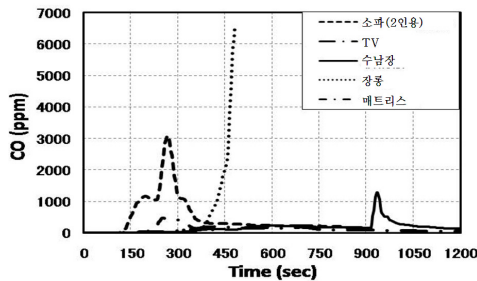


그림 5-a 가연물종류에 따른 CO 측정결과

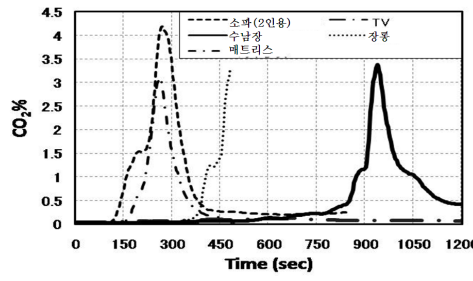


그림 5-b 가연물종류에 따른 CO₂ 측정결과

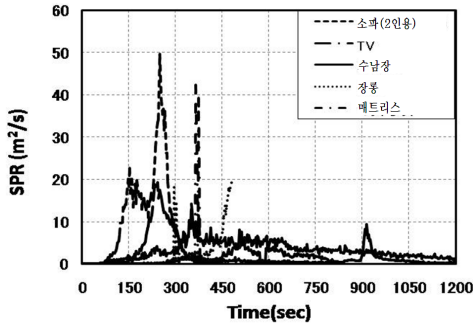


그림 5-c. 가연물종류에 따른 SPR 측정결과

표 3. CO, CO₂, SPR에 관한 시험 Peak값

구분	CO (ppm)	CO ₂ (%)	SPR (m ² /s)	중량(kg)	
				연소전	연소후
TV	199.61	0.12	14.17	17.75	14.90
수납장	1288.50	3.38	9.23	38.00	13.90
매트리스	454.94	3.11	18.72	21.40	-
장롱	3069.40	4.20	49.62	24.95	5.10
소파	6469.07	3.26	19.29	49.40	23.75

4. 결론

Furniture Calorimeter를 이용한 공동주택에 관한 주요적재가연물의 연소특성에 대해 알아본 결과는 다음과 같다.

1) 각 가연물에 관한 HRR값에서는 소파, 수납장, 매트리스 및 TV의 순으로 높게 나타났으며 수납장의 경우는 Peak값이 상대적으로 느리게 도달하는 특징을 보였다. 또한 각 가연물 중 소파의 경우가 CO, CO₂ 및 SPR 측면에서 모든 시료의 측정치에서 가장 높은 Peak값과 가장 빠른 도달 속도를 나타냈으며, 초기화재성상에서 발열특성 및 유독가스생성측면에서 위험성이 높은 적재가연물이라고 판단된다.

2) HRR값은 2005년 일본건축학회에서 조사된 DB와 비교한 결과, 소파의 경우는 기존 데이터와 유사한 경향으로 나타났으며 매트리스는 기존 데이터와 유사한 발열량이 나타났으나, Peak값에 도달하는 시간은 기존 데이터보다 빠른 특징을 나타내었다.

향후 장롱에 대한 정확한 데이터를 보완이 필요할 것으로 판단되며 단일 가연물의 종류별, 재질별에 따른 연소특성 데이터의 확보와 나아가 연소성상 예측 모델의 구축이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국 중소기업청 “건축 구조물의 가연물 및 개구부 조건에 대한 화재 성상 예측 시뮬레이션 개발”에 의한 것으로 관계자 분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. 김남혁 외4인, 韓國のアパートにおける摘載可燃物の調査研究, 일본건축학회 학술강연경개집(A-2, 2009), pp.93~94
2. 표근태 외 3인, Cone Calorimeter를 활용한 주거시설의 고정가연물 연소특성에 관한 실험, 한국화재소방학회 추계학술발표회 자료집, pp. 275~278, 2010
3. 일본건축학회, 耐火設計のための局所火源を孝える, 2005