

Cone Calorimeter를 활용한 주거시설의 고정가연물 연소특성에 관한 실험

표근태, 김남혁, 신이철, 권영진
호서대학교 소방방재학과

An Experimental Study on the Fire Behavior of Fixed Combustibles in residential facilities Using The Cone Calorimeter

Pyo Geun Tae, Kim Nam Hyuk, Shin Yi Chul, Kwon Young Jin
Dept. Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ.

요 약

최근 주거시설의 내장재는 다양화 되어 가고 있지만 안정성 보다는 디자인, 기능성에 치중되어 그에 따른 화재 위험성도 커져가고 있다. 또한 여러 가지 합성수지로 예상치 못한 화재성상을 보이고 있으나 이에 따른 법규는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 고정가연물중 주거시설에서 많이 사용되어지는 시료를 선정하여 Cone Calorimeter를 이용해 그 연소특성을 알아보았다 그에 따른 결과로 바닥재는 국내산이 높은 발열량을 보였고 벽지는 국외산이 높은 발열량을 보였다

1. 서 론

최근 주거시설의 경우 생활양식이 다양해지고 주거 환경에 대한 관심이 높아짐에 따라 다양한 실내공간이 연출되고 이에 따른 내장재 등도 다양화 되어 가고 있다. 그러나 사용자의 욕구에 의해 다양한 실내공간을 연출하다 보니 화재 안정성 보다는 디자인 기능성 등에 치중되어 화재 발생 시 내장재가 가연물로 작용하여 피해를 가중시키고 있다. 또한 유기합성수지를 사용한 고정가연물을 사용할 경우 많은 연기와, 다량의 유독가스, 높은 발열량 등으로 인해서 예상치 못한 화재성상을 초래하게 된다.

또한 현재 건축법 제24조에서는 건축물의 내부 마감 재료에 대해서는 불연,준불연 재료를 사용하도록 규정하고 있으나 실 거주자가 입주한 후에 사용되어지는 고정가연물에 대한 규정은 불명확한 실정이다.

따라서 본 연구는 이러한 문제점에 대해서 분석해 보고자 주거시설에서 많이 쓰이는 바닥재와 벽지를 시료로 콘 칼로리미터 실험 기구를 이용해 열 방출량과 가스 발생량 등을 측정해 그 연소특성을 분석해 보고자 한다.

2. 실험 개요 및 방법

2.1 실험개요

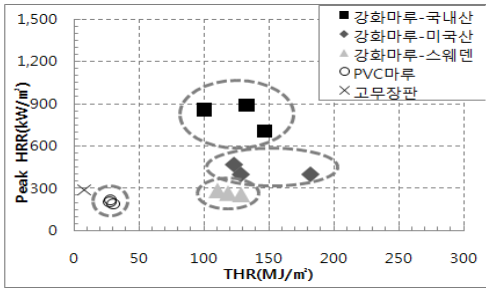
표 1에 시료의 중량 및 밀도 등 기본적인 실험조건을 나타내었다. 각 시료는 주거시설에서 많이 사용되는 강화마루 3종과 고무장판류 pvc마루를 선정하였다. 벽지는 실크벽지 3종과 실크방염벽지 종이벽지를 선정하였다. 주 시료인 강화마루의 성분은 MDF 합판이며 나무 톱밥을 압축하여 본드로 가공하여 만든 제품이다. 실크벽지는 일반 종이벽지에 PVC 수지를 입혀 양각의 무늬와 수분에 대한 내구성을 보완한 제품이다. 중량과 밀도 등을 측정하여 비교해 보면 바닥재의 경우 강화마루는 크게 차이를 보이지 않았지만 벽지의 경우 실크벽지는 국내산이 국외산보다 높은 것으로 확인되었다.

2.2 실험방법

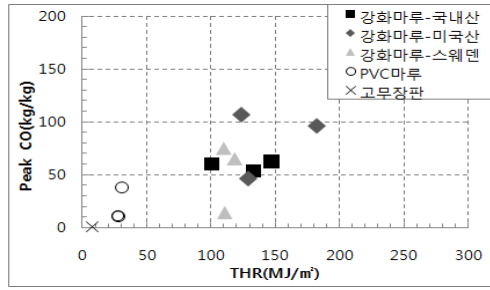
본 실험은 ISO 5660-1 콘칼로리미터법을 기준으로 실험을 하였으며, 복사열 50kw/m²의 조건으로 실험을 하였다. 시료 규격의 경우 100mm x 100mm을 기준으로 실험하였다. 사각 실험 틀에 실험 전 기구를 시운전하고 그때의 대기 상태를 맞추어 항시 동일한 상태를 유지하며, 시료를 넣어 실험을 진행하였다. 실험 시간은 각 시료를 기준으로 시료마다 동일하게 측정하였다.

표 1. 실험방법 및 조건

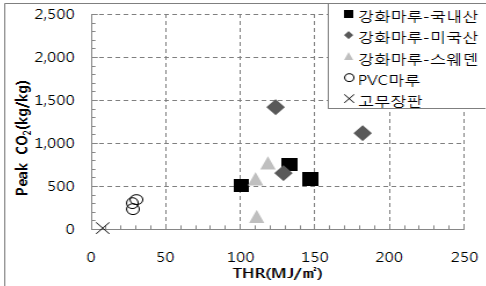
구분		복사열 (kW/m ²)	중량 (g)	밀도 (g/cm ³)	구성	주 사용시설
바닥재	강화마루	50	74	0.92	HDF(MDF) + Backing layer(laminated) + Pattern layer + Wear layer	주거시설 (아파트,주상복합 등) 교육시설 (학교)
			75	0.93		
			74	0.93		
			85	1.06		
			85	1.06		
			85	1.06		
			76	0.95		
			76	0.95		
			73	0.91		
	PVC마루		49	1.63	UVCoating+WearLayer+PrintingLayer+GlassFiber+FoamLayer	업무,교육,의료시설 (회사,학교,병원)
			50	1.60		
			50	1.60		
고무장판	9.1	0.46	고무	주거시설		
벽지	실크벽지	50	4.1	1.02	Paper+PVC	주거시설 (아파트,주상복합 등) 숙박시설
			4.2	1.05		
			4.2	1.05		
			2.6	0.65		
			2.6	0.65		
			2.6	0.65		
			3.1	0.62		
			3.1	0.62		
			3.1	0.62		
	실크방염벽지		3.7	1.02	Paper+PVC+방염도료	
			3.5	0.97		
			3.7	1.02		
	종이벽지		1.6	0.80	Paper	



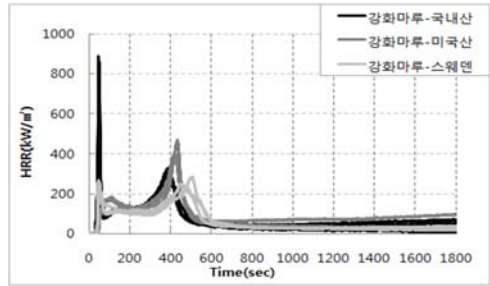
a. Peak HRR의 실험결과



b. Peak CO의 실험결과

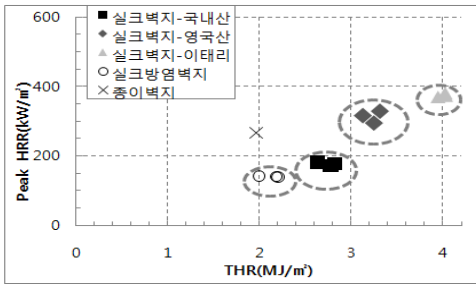


c. Peak CO₂의 실험결과

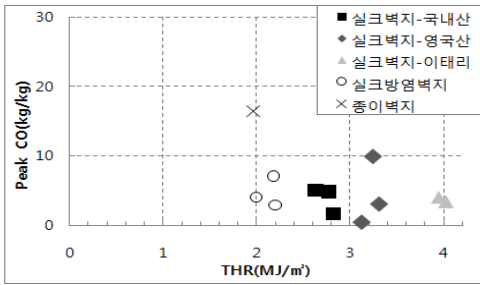


e. 시간에 따른 HRR 변화값

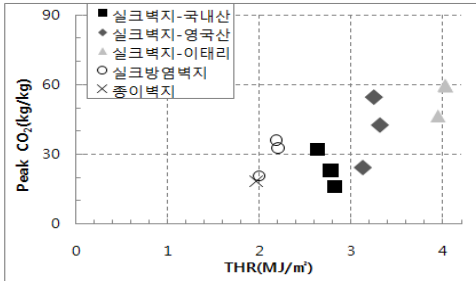
그림 1. 바닥재의 연소특성 실험결과



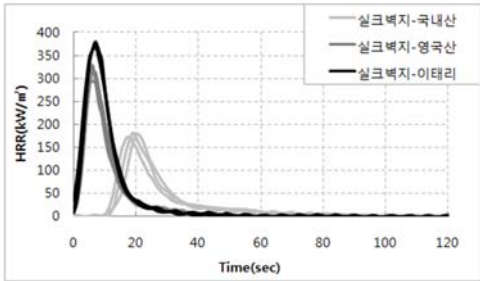
a. Peak HRR의 실험결과



b. Peak CO의 실험결과



c. Peak CO₂의 실험결과



e. 시간에 따른 HRR 변화값

그림 2. 벽지의 연소특성 실험결과

3. 실험 결과 및 고찰

본 실험에 대한 결과로 Peak HRR, CO, CO₂ 값을 그림 1,2에 그래프로 나타내었다. 그림 1의 그래프에서 Peak HRR의 실험결과를 살펴보면 국내산 강화마루가 가장 높게 나타났으며, CO 및 CO₂는 미국산에서 가장 많이 발생하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 바닥재 MDF 판의 목재 함유량의 차이에서 오는 것이라 사료된다. 시간에 따른 HRR 변화를 보면 국내산이 초기에 갑자기 급격한 HRR의 결과를 보이는데 3번의 시료 모두 이런 현상이 나타나 화재 초기 주변 가연물로의 연소 확대 위험성이 높은 것으로 판단되었다.

그림 2에서는 벽지의 연소특성 실험결과로 Peak HRR의 실험결과는 바닥재와 상이하게 국내산 보다는 국외산의 값이 높게 나타났다. CO, CO₂의 결과 값도 국내산이 국외산에 비하여 비교적 낮게 나온 것을 확인할 수 있다. 시간에 따른 변화 값에서는 HRR 값 역시 비슷한 결과를 나타났다. 따라서 벽지의 경우 국외산의 경우가 국내산에 비해 화재 초기 높은 열 방출량을 발생시켜 위험성이 높은 것으로 사료된다.

4. 결론

Cone Calorimeter를 활용한 주거시설의 고정가연물의 연소특성에 관한 실험을 실시한 결과 바닥재의 경우 국외산 보다는 국내산이 화재초기에 위험한 것으로 나타났으며, 벽지의 경우에는 국외산의 경우가 더 위험한 것으로 판단되었다. 또한 바닥재와 벽지 모두 화재 초기에 발열량이 높게 나타나 화재 초기에 인접가연물로의 연소확대 위험성이 높을 것으로 사료되었다. 따라서 향후 건축법 24조의 건축물의 내부 마감재에 대한 불연 준불연 기준을 고정가연물에도 확대할 필요가 있다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 “건축구조물의 가연물 및 개구조건에 따른 화재(열,연기)성상 예측 시뮬레이션 개발” 연구와, 2009년도 소방방재청 국제공동연구인 『도시화재의 물리적 연소성상예측모델의 개발과 이를 이용한 화재리스크 평가기법의 개발』 지원에 의하여 수행하였으며 관계자에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 김해림외 3명 “내장벽지의 연소특성에 관한 연구” 한국화재소방학회 학술대회 논문집 pp 520-525. 2009
2. 오규형외 2명 “내장벽지의 연소특성에 관한 연구” 한국화재소방학회 논문지, 제21권 제1호, pp 90-97. 2007
3. 김남혁외 5명 “화재경계지구의 화재위험성평가를 위한 목조건물 밀집지역의 가연물 조사” 한국화재소방학회 pp 159-164. 2009
4. 윤관선, 최근영 “유기물 건축내장재에 대한 화재법규” 한국화재소방학회 학술대회 논문집 pp 303-319. 2007
5. 日本建築学会, “局所火災に対する耐火設計を考える” 2005