

장애인 복지시설의 주योग연물 조사 및 연소실험에 관한 연구

손인태 · 서동구 · 홍해리 · 권영진
호서대학교 소방방재학과

A Study on the Investigation and Combustibles Test of Combustion in Welfare Facilities of Handicapped Son, In-Tea · Seo, Dong-Goo · Hong, Hae-Ri · Kwon, Young-Jin Fire & Disaster Prevention of Hoseo Univ.

요 약

최근 국내 장애인 복지시설의 증가와 함께 많은 사고 사례가 발생하고 있다. 하지만 장애인 시설 화재시 재실자가 장애인으로 비장애인 보다 피난 효율이 저하되어 수 많은 인제가 발생하고 있다. 따라서 장애인시설 피난·방화와 관련하여 강화된 규정이 필요하고 많은 연구가 이루어져야 할 것이다. 이에 따라 국내 장애인복지시설을 대상으로 가연물 조사와 Cone Calorimeter 실험을 통해 화재하중과 가연물 연소성상 등을 연구 분석한 결과 장애인 시설의 화재하중이 공동주택보다 높다는 것을 확인하였다. Cone Calorimeter 실험을 통해서 6개 시료 중 4개의 시료가 기준치 이상의 발열량을 보였고, 방염블라인드의 경우 Co, CO₂ 유해연기의 검출량이 기준치 이상으로 그 위험성을 확인 할 수 있었다.

1. 서 론

최근 국내의 장애인 복지시설의 증가와 함께 많은 화재사고사례가 발생하고 있는 경향이 있다. 2009년 장애인개발원에서 조사한 자료에 의하면 장애인재활시설 2002년 336개소에서 2009년 1,563개소로 7년 동안 약 4배 이상 증가되는 경향을 나타내고 있어 화재위험성에 대한 대책마련이 시급한 실정이다. 장애인시설은 일반건축물보다 피난 및 방화 등에 관한 규정이나 성능기반의 피난계획, 소방설비 등과 같이 Passive System과 Active System이 유기적으로 운영되어야 할 것으로 판단된다. 국외의 경우 SFPE(미국방화기술자협회)에서는 고령자, 즉 재해약자 시설을 대상으로 성능설계를 Case Study하였으며, 특히 피난행동과 소방설비, 화재성상예측에 관해 중점적으로 분석하여 설계를 실시하였다. 현재 국내는 소방법에 성능위주설계의 입법화가 되었으며, 초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법이 2012년 시행을 앞두고 있다. 하지만 국내의 경우 이를 구체적으로 설계 및 평가 할 수 있는 방법론이 마련되어 있지 않은 상황이며, 특히 가연물 조사 및 연소특성에 관한 기초적 DB는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 장애인 복지시설의 화재성상을 예측하기 위해서 주योग연물 조사를 실시하여 각 실 및 전체의 최대 및 평균발열량[MJ/m²]을 예측하였다. 또한 가연물별 연소성

상실험(Cone Calorimeter)실험을 통하여 HRR(순간열방출량, kw/m²), SPR(연기발생량, m²/s), COY(일산화탄소 발생량, kg/kg), CO₂Y(이산화탄소 발생량, kg/kg)을 도출함으로써, 가연물 및 연소특성에 관한 기초자료를 제시하는데 목적이 있다.

2. 가연물 실험 개요 및 방법

2.1 주료가연물 조사

주요 가연물 조사는 고정가연물과 적재가연물로 구분하여 조사 하였다. 표 1에 나타난 바와 같이 3개 기관의 장애인복지시설에 대해서 조사 하였으며 그림 1은 조사방법을 나타낸 것이다. 천장이나 벽, 바닥에 고정되어 있어 실제 무게를 측정할 수 없는 것에 대해서는 시중에 유통되는 유사제품의 무게를 측정한 후 체적[m³]당 중량[kg]을 환산하는 방법으로 발열량을 산정하였다. 발열량을 산정하기 위하여 소재별로 표 2와 같이 구분하였고 2005년 일본 건축학회에서 발표된 식1,2를 이용하여 화재하중을 구하였다

$$Q_1 = \Sigma(V_n \times \rho_n \times H_n) \quad (\text{식1}) \quad v: \text{가연물체적}(m^3), \rho: \text{가연물의 단위체적당의 중량}(kg/m^3) \quad H: \text{단위 발열량}(MJ/kg)$$

$$q_1 = Q_1 / Ar \quad (\text{식2}) \quad Ar: \text{바닥면적}(m^2), n: \text{각 구성 재료의 종류}$$

표 1. 주료가연물 조사 시설물

고정가연물	적재가연물			
↓	↓			
소재 정보 및 체적 측정	소재 및 체적, 중량 측정			
↓	↓			
천장, 벽, 바닥				
↓	↓			
소재에 따른 연소열(MJ/kg) 적용				
↓	↓			
고정가연물 발열량 산출	적재가연물 발열량 산출			

구 분	기 관 명	현장조사	지 역
지체/뇌성마비복지관	A 강서뇌성마비복지관	6월 22일	서울
종합시설	B 강원도장애인복지관	7월 9일	강원도
	C 횡성장애인복지관	7월 8일	강원도

그림 1 가연물 조사

표 2. 가연물 소재에 따른 발열량

구 분	연소열 [MJ/kg]	밀도 [kg/m ³]
종 이	16.0	800
목 재	11.6	650
섬 유	23.5	1380
플 라 스틱	47.7	925
고 무	45.2	1,100.0

2.2 가연물 조사 결과

각 시설별로 공간 및 환경적 차이는 있으나 표 3에 나타난 바와 같이 전체적인 화재하중은 3개 시설 모두 유사한 경향을 나타내었으며 최대값 하중은 B복지관 1,257.37(MJ/m²)이 가장 높았고, 평균값은 A 복지관이 718.61(MJ/m²) 높다는 정보를 얻을 수 있었다.

본 조사 결과를 윤광찬 연구원의 공동주택 화재 하중 조사연구²⁾ 결과와 비교하여 불

1) 日本 建築学会, 耐火設計のための局所火源を考える - 魅力ある耐火設計に向けて -, 2005

2) 윤광찬, 공동주택의 화재하중 조사 연구, 부경대학교 공학석사 학위논문, 2007년

때 장애인 시설의 화재하중이 공동주택 화재하중보다 높게 나타는 것을 확인 할 수 있었다.

표 3. 가연물 조사 화재하중 결과

구 분	A 복지관	B 복지관	C 복지관
최대 값	1,173.40(MJ/m ²)	1,257.37(MJ/m ²)	1,224.91(MJ/m ²)
평균 값	718.61(MJ/m ²)	584.62(MJ/m ²)	683.69(MJ/m ²)

3. 실험 개요 및 방법

3.1 가연물 소재별 연소성상 실험 (Cone Calorimeter)

본 실험은 ISO 5660-1 Cone Calorimeter을 기준으로 10cm*10cm으로 측정하였으며, 주어지는 복사열은 기본 25kW/m², 35kW/m², 50kW/m²으로 실험에 따라 상이할 수 있으나, 본 연구에는 최악의 상황을 가정하여 50kW/m²으로 실험하였다. 실험횟수는 선정된 복사열의 크기에서 각각의 노출면에 대하여 3회 실험을 실시하고 실험시간은 최대 30분으로 시료마다 균일하게 측정을 한다. 각 시료는 장애인 복지시설에서 사용되고 있는 제품과 동일한 제품을 구입하였고 실험 환경은 실험실시전 온도 15 °C에서 30 °C, 상대습도 20%에서 80%, 통풍이 자유로운 실내에서 실시하였다.

3.2 Cone Calorimeter 실험 결과

그림 2에 나타낸바와 같이 바닥재는 17.74(MJ/m²), 매트 A와 B는 각각 27.88(MJ/m²), 19.65(MJ/m²), 흡음재는 19.43(MJ/m²)으로 나타나 건설교통부령 제 476호 건축물내장재 난연 성능기준(방출열량 8MJ/m²)에 부합하지 못했고, 적합한 제품은 방염 블라인드1.83(MJ/m²)와 천장재2.72(MJ/m²) 뿐인 것으로 나타났다. 그러나 방염 블라인드의 경우 표 4에서 나타낸 바와 같이 CO 와 CO2의 검출량이 높게 나타나 유해 연기농도로 살펴볼 때 위험성이 높을 것으로 판단된다.

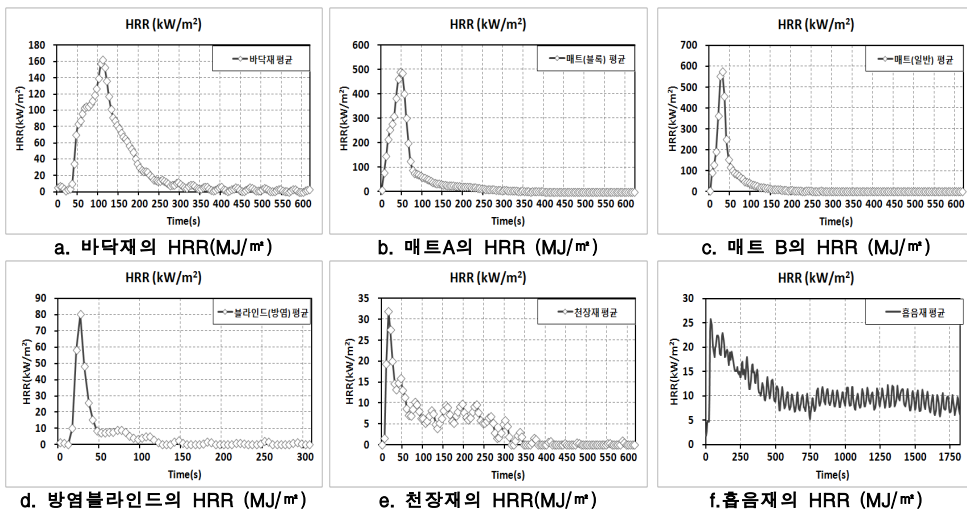


그림 2 각 소재별 HRR 실험 결과

표 4. 대표적 6개 시료의 열방출 특성 결과

구분	TTI (SEC)	최대값				THR (MJ/m ²)
		HRR (kW/m ²)	SPR (m ² /s)	COY (kg/kg)	CO ₂ Y (kg/kg)	
바닥재	38	162.4	0.04	0.88	32.07	17.74
매트A	3.3	491.10	0.06	6.12	394.29	27.88
매트B	4	574.34	0.13	59.79	654.04	19.65
블라인드	18.3	80.22	0.16	567.39	3186.27	1.83
천장재	12.7	31.89	0.0005	2.73	7.28	2.72
흡음재	28	25.79	0.0061	2.58	13.24	19.43

3.2 Cone Calorimeter 실험 결과

그림 2에 나타낸바와 같이 바닥재는 17.74(MJ/m²), 매트 A와 B는 각각 27.88(MJ/m²), 19.65(MJ/m²), 흡음재는 19.43(MJ/m²)으로 나타나 건설교통부령 제 476호 건축물내장재 난연 성능기준(방출열량 8MJ/m²)에 부합하지 못했고, 적합한 제품은 방염 블라인드(1.83(MJ/m²))와 천장재(2.72(MJ/m²),) 뿐인 것으로 나타났다. 그러나 방염 블라인드의 경우 표 4 에서 나타낸 바와 같이 CO 와 CO₂의 검출량이 높게 나타나 유해 연기농도로 살펴볼 때 위험성이 높을 것으로 판단된다.

4. 결 론

장애인 복지시설의 가연물 실험 결과에서 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 총 가연물은 3개 기관의 장애인 복지시설이 유사한 경향을 나타내었고, 최대값은 B복지관이 1,257.37(MJ/m²) 평균값은 A 복지관이 718.61(MJ/m²) 가장 높다는 결과를 얻을 수 있었다. 더욱이 장애인복지시설이 공동주택 보다 화재하중이 더 높게 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 그에 관한 강화된 피난·방화에 관한 규제가 필요할 것으로 판단된다.

2) Cone Calorimeter 실험 결과 6개의 시료 중 4개의 시료에서 기준이상의 방출열을 확인 하였다. 더욱이 CO와 CO₂의 검출량이 높게 나타나 유해연기농도로 살펴볼 때 위험성이 높을 것으로 판단된다. 또한 준 불연재료 및 난연재료를 지정함에 있어 가스유해성시험을 보다 면밀히 검증하여 시설의 기준을 강화할 필요가 있고 특히 유지 및 관리 등에 관한 매뉴얼의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김남혁 외 4명, 건축물의 용도에 따른 가연물 조사 연구, 한국화재소방학회 추계학술대회, 2010년
2. 표근태 외 3명, Calorimeter를 활용한 주거시설의 고정가연물 연소특성에 관한 실험, 한국화재소방학회 추계학술대회, 2010년
3. 윤광찬, 공동주택의 화재하중 조사 연구, 부경대학교 대학원 석사논문, 2007년
4. 日本 建築學會, 耐火設計のための局所火源を考える - 魅力ある耐火設計に向けて -, 2005