

침대 매트리스에 대한 화재 안전성 평가 연구

박계원 · 정재군

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원

Study on Fire Safety Test Method for the Bed Mattress

Kye-Won Park · Jae-Gun Jeong

Fire Insurers Laboratories of Korea (Subsidiary of Korea Fire Protection Association)

ABSTRACT

This study aims to inform of current situation related to fire safety performance regulation on bed mattress in domestic and foreign countries, and even to make a slight analysis report on heat release rate of bed mattress based on preliminary KICT study which has comparasion data together with several items inside house.

1. 개 요

침대산업은 건설·유통·목재·섬유 등 관련 산업으로의 파급효과가 크며, 고도의 기술이 요구되는 산업으로 국내의 지속적인 소득수준 향상 및 서구식 생활양태의 급속한 증가로 인해 2003년도 3400억원의 시장규모가 2006년도에 6300억원대로 연평균 28%대의 성장률(한국침대협회 자료)을 이루어 올 정도로 주거시설, 병원, 청소년 수련시설 등에 널리 보급되어 왔음.

이러한 침대는 크게 침상과 침대 매트리스로 구성이 되는데 특히 가연성 침대 매트리스(돌침대 등의 무기소재 제외)는 화재시에 건물 전면화재로의 확대 요인 중에 하나로 분석되어지고 있음. 특히 2010년 주택화재는 9414건으로 전체 화재의 24.9%를 차지하며 이중 5.55%가 수면시에 발생되었음을 감안할 때 침대 매트리스에 화염 전파시에 야기될 화재위험 개연성에 대한 연구가 진척되어야 함.

주택의 내장 가구류 중에, 일반적인 침대 매트리스는 스프링 등을 기반으로 지지되는 직물 육면체로 공기층을 포함한 가연물이며 더불어 침대 매트리스가 유기 직물로 구성될 경우 인화점이 낮아 화재시 화염확산의 매개체로서 작용을 할 수가 있음. 따라서 불완전 연소로 인해 실 전체로의 플래시오버 및 심재의 고분자물질 발화로 인해 유독가스 발생의

가능성을 내포하고 있음. 화재로 인한 실내 플래시오버 발생시에는 재실자의 피난(evacuation)이 불가능해지기 때문에 플래시오버 촉발제로서의 가능성을 억제하기 위해 국내 침대 매트리스에 대한 실험규모 화재 시험의 필요성이 제기되고 있음. 본 연구에서는 침대 매트리스에 대한 화재 안전성을 평가하기 위한 동향 및 선행 연구에 대한 검토 및 분석결과를 보고하고자 함.

2. 본 론

2.1 침대 매트리스에 대한 국내외 동향

미국은 매트리스 제품에 대한 담뱃불 관련 표준은 제정되어 있으나 일반 火源(open fire: 라이터, 촛불, 성냥불 등)에 대한 기준은 마련돼 있지 않아 2006년 소비자 안전위원회(CPSC : Consumer Product Safety Commission)에서 매트리스와 침구 제품의 안전도 개선을 위해 열방출율 등의 정량적 측정을 중심 평가항목으로 시험하는 난연 규정(CPSC 16 CFR Part 1633)을 제정하였음. 캐나다 또한, 미국의 난연규정을 근간으로 하는 침대 매트리스의 정량적 측정 시험방법인 CAN/ULC-S137을 채택하고 있음. 또한, 화재안전 국제표준화기구(ISO TC92)에서는 SC1(화재발생 및 성장분과)에서 2008년 침대매트리스에 대한 국제표준안 초안 작업에 착수(ISO Brussel conference 2008.10)한 상태로 국제적으로 침대 매트리스의 정량적 표준화 제정을 위해 활발한 작업을 진행 중에 있는 상태임. 따라서, 향후 침대시장의 국제표준화 통용 기준의 대응을 위해 국내 실정을 감안한 정량적 시험방법의 개발 및 국제표준작업의 대응과 검토가 시급함.

Table 1 Bed mattress related fire standards in foreign countries

규격	번호	내 용	비고
BS	7177	Specification for resistance to ignition of mattresses, divans and bed bases	1996
NISTIR	6497	Flammability Assessment Methodology for Mattresses	2000
CPSC	16 CFR Part 1633	Standard for the Flammability (Open Flame) of Mattresses set	2006
CAN	ULC -S137	Standard Method of Test for Fire Growth of Mattresses (Open Flame Test)	2007
ISO	NWIP	Standard Test Method for Measuring the Heat Release Rate of Low Flammability Mattresses and Mattress sets	2008

국내의 침대 매트리스 관련 화재안전성능 기준은 KPS(자율안전확인 안전기준) 부속서 43(침대 매트리스)에 가연성시험(7.2.7절)으로 부분적인 시험을 기술하고 있으며, 이는 침대매트리스 소재에 담뱃불로 점화시, 불꽃 착화여부 및 손상범위를 육안 관찰하는 정성적

시험평가에 국한되어 있는 실정으로 실제 화재를 가상하여 열방출률 및 연기발생량을 정량적으로 계측하는 종합적인 화재안전성 시험방법의 도입이 절실히 요구되며, 침대 내부 구조 및 매트리스 소재에 대한 평가를 통해 플래시오버를 발생시킬 개연성을 분석할 수 있는 연구가 진척되어야 함.

Table 2 Bed mattress related fire standards in South Korea

규격	번호	내 용	비고
KS	G ISO 8191-1	가구-천을 씌운 가구의 가연성 평가방법 -제1부: 발화원, 타들어가는 담배	2003
KS	G 4300	주택용 보통 침대	2003
KPS	부속서 43	자율안전확인 안전기준 : 부속서 43-침대 매트리스	2008

2.2 침대 매트리스에 대한 선행연구 결과

선행 연구 중 건축물에 적용되는 구성가구·단위공간의 실대형 연소특성 분석을 위해 수행된 주택 내 일반적인 단위 가연물들에 대한 열방출률 연구 결과(Table 3 최대열방출률 HRR은 2009년 한국건설기술연구원에의 “표준화재모델에 따른 화재확대방지 및 피난 안전기술개발”의 측정값을 발체)를 참고하였으며, 이를 FIGRA(화재성장지수: 특정시점의 열방출율을 해당 소요시간으로 나눈 수치)로 분석해보면 Table 3과 같음.

Table 3에서는 의자, 소파(1인용 및 3인용), 장롱, 침대 매트리스, 5kg 의류, 책상, 책장에 대해 최대 열방출률(Max HRR) 발생 순서는 책상 > 책상 > 침대 매트리스의 순서로 나타났음.

하지만 해당 시간동안 얼마나 급격한 연소 확대가 진행되었는지를 나타내는 FIGRA(화

Table 3 HRR data for unit items

	Flashover (time)	Max HRR (time)	FIGRA
Chair	-	563.8 kW (579 sec)	0.97 kW/s
Sofa for 1 person	-	378.6 kW (497 sec)	0.76 kW/s
Sofa for 3 person	-	516.3 kW (384 sec)	1.34 kW/s
Cabinet drawer	-	832.1 kW (426 sec)	1.95 kW/s
Mattress	1 000 kW (402 sec)	1 061.9 kW (405 sec)	2.49 kW/s / 2.62 kW/s
5kg clothes	-	154 kW (612 sec)	0.25 kW/s
Desk	1 000 kW (936 sec)	1 241.2 kW (966 sec)	1.07 kW/s
Book shelf	1 000 kW (1 044 sec)	1 346.8 kW (1 089)sec	0.95 kW/s / 1.24 kW/s

제성장지수)로 환산하여 분석할 경우 침대 매트리스가 가장 급격한 화재확산이 발생했음을 알 수 있음. 이때 FIGRA 지수는 최대 2.62 kW/s이며 이는 유럽 EN 13501-1을 준용하여 등급분류시 내장재로서 적용할 수 없는 등급(B등급보다 하위 등급)으로서 화재 위험성에 대한 고려가 필요함을 알 수 있음.

특히 책장, 책상, 침대 매트리스는 플래시오버가 발생(열방출율 1 000 kW)하였지만, 플래시오버 발생시점에서의 FIGRA 수치를 비교해 보면 각각 0.95 kW/s, 1.07 kW/s, 2.49 kW/s로 책장 및 책상에 비해 침대 매트리스에서의 FIGRA 수치가 현격히 높음을 나타내어 기타 소재에 비해 침대 매트리스의 화재하중의 심도를 가늠할 수 있음.

3. 결론

- 1) 일반적인 침대 매트리스는 스프링 등을 기반으로 지지되는 직물 육면체로 공기층을 포함한 가연물이며, 선행연구 결과를 통해 피난 불능의 한계시점인 플래시오버에 영향을 줄 수 있는 매개체로서 작용할 수 있음이 도출되었음.
- 2) 주거 및 의료시설 등에서 화재시 침대 매트리스 등 침구 가연물에 인한 연소 확대가 인명 및 재산피해에 영향을 끼치고 있음. 침대 매트리스에 대한 현재 국내 화재안전 시험방법은 담뱃불 점화에 의한 매트리스의 손상정도 및 착화여부 등을 육안으로 관측하는 방식으로서, 실제 침대 매트리스가 화재 노출시 인명피해에 미칠 수 있는 위험요인(플래시오버 등)을 정량적이며 종합적으로 파악·평가하기에는 한계점을 가지고 있음.
- 3) 따라서 향후 본 연구의 계속적 진행을 통해 침대 매트리스에 대한 화재 역학적이며 정량적인 화재안전성능을 평가할 수 있는 실물규모 화재시험방법과 평가 기준의 개발을 계획 중이며 국제표준화에 대응하고자 하고자 함.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 표준기술력향상사업의 지원으로 수행되었음에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. "표준화재모델에 다른 화재확대방지 및 피난안전기술개발", 한국건설기술연구원, 2009
2. B. Sundstrom, "European Classification of Building Products", Interflam '99, 1999