

기 획

건축용 바닥재 화재시험방법의 국제적 동향

글_ 진 영 화(건축구조부 연구원)

글_ 정 태 호(기술표준원 위촉연구원)

1. 서론

통상적으로 화재의 초기단계에서 바닥재가 화재 확산에 미치는 영향은 적은 것으로 알려져 있으나, 대형건물 특히, 많은 인원이 출입하는 쇼핑몰, 호텔과 같은 건물의 화재시 복도, 피난통로 등의 바닥재가 화재확산에 영향을 주는 것으로 유럽, 미국 등 방재 선진국에서 많은 연구결과사례에서 나타나고 있다.

1960년대 초기 영국에서 화재조사된 보고에 따르면, 화재의 2-3%만이 최초 발화지점에서 확산되어 이루어진 것으로 나타났으나, 최근 상당수의 화재에서 통로, 복도 등의 바닥재가 상당거리에 걸쳐 화재를 확산시키는 매체로서 위험성이 제기되고 있다. 이미 유럽 및 미국에서는 바닥재에 대한 실제적인 화재시험이 필요하다고 인식되어 미국에서 1966년 복사열에 의한 바닥재화재시험방법이 처음 실시되어 현재 유럽(EN, BS, DIN)과 미국(ASTM), 중국(BT)에서 시험규격으로 채택하고 있으며, ISO FDIS 9239-1,2의 국제규격 최종안이 제시된 상태이다. 또한 주요 선진 각 국에서는 건축물 통로 등에 사용되는 바닥재에 대하여 보다 엄격한 법규요건을 적용하고 있다.

그러나 국내에서는 바닥재가 건축법의 내장재 불연화 법적 규제대상에서 제외되어 (벽과 천정재만 대상)있으며, 단지 카펫 등 바닥재는 소방법에 의한 방염성능(초기불꽃 착화유무)만 요구하고 있어 건축물 화재시 바닥재로 인한 연소확대 위험에 취약하여 바닥재에 대한 화재시험 평가방법 도입이 필요한 실정이다.

본 조사에서는 유럽 및 미국의 바닥재화재시험방법의 동향과 특징을 조사하여 국내바닥재화재시험방법 도입논의에 따른 이해를 돕고자 한다.

2. 건축물 화재시 바닥재 연소확대성상

건축물에서 화재 발생시 불꽃은 1차적으로 벽과 천정을 타고 올라 천정상층부에 뜨거운 가스층을 형성하며, 점차 뜨거워진 가스층은 다시 2차적으로 바닥면으로 고온의 복사열을 방출하여 바닥재를 연속적으로 연소시키게 된다.

따라서, 바닥재의 연소확대는 실내에 형성되는 복사열 강도에 따라 결정되며, 그 특성곡선은 그림1과 같다. 또한 화재시 복사열 강도(열류량)는 화재출화원으로부터 거리에 따라 감소하는 특성이 있으며, 바닥면을 따라 흐르는 기류의 방향은 출화원 쪽으로 역기류를 갖게 된다. 그러므로 화재 초기 단계에서 바닥재는 발화하는 화재착화원으로부터 멀리 유입되는 기류를 거슬러 복사열 강도가 약한 쪽으로 화재를 확산시키게 된다. 이러한 실제 예상되는 조건을 유사하게 재현하는 바닥재화재시험을 도입하게 되었다.

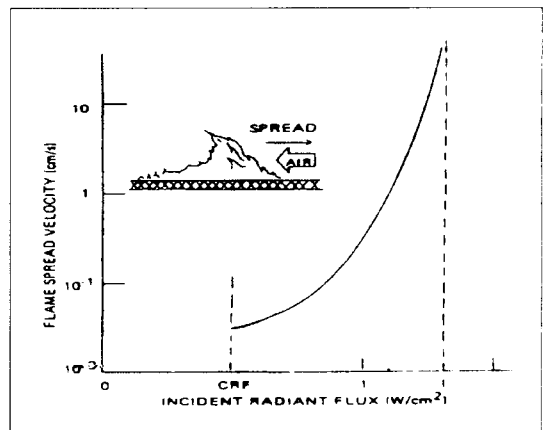


그림1. 복사열류량이 화염전파속도에 미치는 영향

3. 바닥재 화재시험방법 특징

복사판넬시험방법은 실제 화재시 바닥재의 화염 전파과정을 가상적으로 재현 해석이론에 근거에서 처음 제시되었다. 이 시험방법에서 도출된 화재특성은 바닥재 재질의 화염전파를 지속시키는 데 필요한 최소의 복사열류량 즉, 임계복사량으로 나타낸다. 기본적으로 시험장치의 복사열판은 건축물 통로 등의 실내 천정부에 축적된 통로의 뜨거워진 복사열층을 나타내기 위한 것이며, 바닥재의 화염부근에서의 직접적인 열전달은 기류를 따라 확산될 때 나타나는 바닥재의 실제 화재 형태와 유사하게 재현될 수 있다.

바닥재는 입사되는 열류량이 재질에서 건디는 한계 복사열류량, 즉 임계열류량을 초과하면 착화불꽃은 화염전파를 시작하여, 복사열류량이 떨어지면서 화염전파가 지연되며, 임계복사열류량 미만에서의 화염전파는 정지하게 된다.

이것은 실내 가연재량 화재하중(총열량)을 예측이 가능하다면 바닥재 임계복사열류량을 근거로 사용할 바닥재 종류 선정이 가능하다는 것을 입증한다. 다만 화재하중 및 각실 및 복도의 형태, 기류의 영향과 같은 요인들은 이 시험방법으로 결정할 수 없다. 하지만 제한된 조건하에서 지침자료를 제공할 수는 있다.

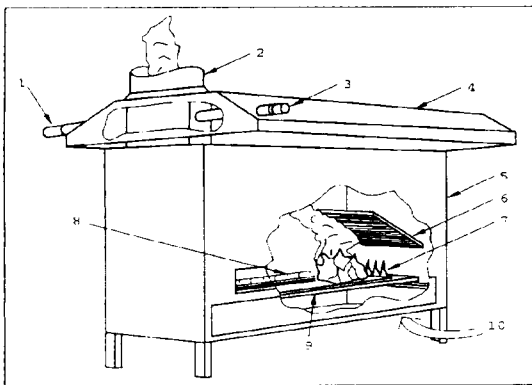
또한 규격에 제시된 시험방법은 천장 및 벽은 불연성 재료이며 복도에 가연성 바닥재가 있는 경우에 대한 시험방법이므로 시험결과를 가연성 벽이나 가연성 천장 마감재가 설치된 장소에 적용하는 경우 해당 바닥재로 인한 화재 위험성은 더 증대된다고 볼 수 있다.

4. 바닥재 화재시험장치 개요

ISO바닥재화재시험장치는 그림2와 같이 규정된 불연성 재료로 구획된 연소실(L1,400×H725 × W500)내에 바닥재 시험체(L1,050×W230)를 수평으로 설치하고 바닥재 시험체면 위로 거리별(50mm~950mm)로 1.1~10.9kW/m²(고복사시험인 경우 2.6~25.2kW/m²)의 복사열류량에 피폭되도록 연소실 내부에 다공질 고내화물의 복사패널을 수평시험체에 대하여 경사각이 30° 되도록 설치되어 있으며, 착화불꽃을 접염하여 30분 동안의 화염전파한 최대거리 지점에서의 임계복사량을 측정하고 아울러 시험중 발생한 연기량은 배기굴뚝에 설치된 연기측정장치를 이용하여 가시광선을 투과시켜 광투과율(%)을 측정하는 시스템으로 구성되어 있다.

5. 각국의 바닥재 화재시험방법 및 성능 기준 채택현황

바닥재 화재시험규격은 유럽, 미국을 중심으로 개발되어 EN, DIN, ASTM 등 국가규격으로 채택하여 사용하고 있으며, 국제규격인 ISO FDIS 9239-1,2(중복사 및 고복사조건)로 최종규격안이 나와 있는 상태로서, 최근 중국에서 GB 국가규격으로 도입 사용하고 있다. 그러나 화재성능분류방식이 각 국가별로 일부 차이가 있으며, 특히 유럽에서는 연기량도 부가적으로 평가하여 분류하는 등 강화된 기준을 가지고 있다. 바닥재화재시험 규격 및 성능분류기준을 채택하고 있는 주요 국가 현황을 보면 표1과 같다.



1. 광원부(연농도)
2. 배기 덕트
3. 수광부(연농도)
4. 배기 후드
5. 시험 챔버
6. 복사 패널
7. 파일럿 불꽃
8. 눈금자
9. 시험체홀더
10. 공기유입구

그림2. 바닥재 화재시험장치 구성도

표1. 주요국가의 바닥재화재시험규격 및 성능분류기준 채택현황

구 분	미 국	유 럽(EN)	독 일	중 국
시험 방법	ASTM E 648 NFPA 253, UL 992	EN ISO 9239-1,2	DIN4102-14	GB/T 11785
성능분류기준	IBC sec.804	EN 13501-1	DIN4102-1	GB 8624
화재 성능 분류 기준	성능 분류	ClassI 및 ClassII	A1, A2 및 B, C,D, E, F급	A급 B급 : B1,B2,B3
	성능 기준	ClassI ≥ 4.5kW/m ² ClassII ≥ 2.2kW/m ²	A2 및 B : ≥ 8.0kW/m ² C : ≥ 4.5kW/m ² D : ≥ 3.0kW/m ²	B1 ≥ 4.5kW/m ² B2 ≥ 2.2kW/m ²
		-	연기발생량 ≤ 750% × min	연기발생량 750% × min
비 고		영국규격 동일 BS EN ISO9239-1 BS EN 13501-1		미국의 시험방법 및 분류기준 채택

※ IBC(International Building Code : 미국통합건축기준),2001

6. 결론

건축물에서 바닥재는 화재확산에 미치는 영향이 큰 것으로 조사되었으며, 대형건물 특히 많은 인원이 출입하는 쇼핑몰, 호텔과 같은 건물의 화재시 복도, 피난통로 등의 바닥재가 화재확산으로 인한 피해가 증가하는 추세이다.

바닥재시험방법은 유럽(EN), 미국(ASTM, NFPA, UL), 중국(GB) 등 주요 국가규격으로 채택되어 있으며, 최근 ISO FDIS 9239 Part 1(중복사), Part 2(고복사)로 최종 규격안으로 채택된 상태에서 공통 규격화하고 있는 추세이며, 성능분류기준 등도 제정하여 건축물 바닥재의 사용제한 등에 적용하고 있다.

바닥재화재시험방법은 화재공학적 이론에 근거한 것으로서, 바닥재에 대한 임계복사량 및 연기량 측정 값은 실제 건축방재계획시 화재예측 시뮬레이션 기초자료로서 사용이 가능하다.

국내에서는 바닥재는 건축법의 내장재 불연화 법 적규제대상에서 제외되어 (벽과 천정재만 대상)있으며, 단지 카펫 등 바닥재는 소방법에 의한 방염 성능(초기불꽃 착화유무)만 요구하고 있어 건축물 화재시 바닥재로 인한 연소확대 위험에 취약하여 바닥재에 대한 화재시험 평가방법 도입이 필요한 실정이다.

참고로, 우리 연구원에서는 기술표준원과 함께 2001년도 산업자원부 표준화과제로서 바닥재에 대한 화재안전성평가방법 규격화연구를 진행중에 있으며, 차후 KS기준안 및 성능분류기준안이 제시되어 국내 규격화될 것으로 판단된다. (FILK)