

건축재료의 화재위험성

가연성 플라스틱은 수 많은 대형 화재손실의 원인이 되어왔다. 이 글에서는 플라스틱 재료를 사용하는 건물의 화재위험성을 점검하고 플라스틱 제품의 화재위험성을 평가하기 위해 실시한 여러 가지 화재시험 내용을 소개한다.

상업용 및 산업용 건물을 건축하는 데 사용하는 재료는 벽돌, 목재, 강철, 콘크리트, 유리 등이며, 최근에는 플라스틱 재료로 많이 대체되고 있다. 예로써, 폴리우레탄폼은 코르크 대신 슬라브 바닥판 아래의 단열재로 약 50년 전부터 사용되고 있다.

건물의 마감재료로서 플라스틱 재료를 사용하면 많은 장점이 있다. 특히 건물에서 편리하게 사용할 수 있고 제품을 쉽게 조달할 수 있는 장점이 있다. 플라스틱 재료는 다음과 같은 장점이 있다.

- 무게 대비 높은 강도
- 내부식성
- 내수성
- 청소 및 유지관리 용이성
- 높은 전기 절연성 및 보온성
- 설치 및 조립의 용이성

그러나, 중대한 단점은 가연성 재료이고 어떤 면에서는 심각한 화재위험이 있다는 것이다. 플라스틱 재료의 화재위험 수준은 재료의 열방출율에 달려 있다. 열방출율이 증가하면 화재위험도 증가한다. 플라스틱 재료의 열방출

율 단위는 kW/m²로 측정할 수 있으며 목재와 같은 일반적인 가연성 재료보다 3배~5배 더 높다.

1. 손실 분석

공장 및 상업용 보험물건용 주로 취급하는 FM Global의 연구결과에 따르면, 많은 화재에서 플라스틱 건축재료가 손실에 중대한 역할을 한 것으로 드러났다. 최근 10년간(1988~1997) 70건의 대형 화재사고에서 플라스틱 건축재료

플라스틱 건축재료의 화재사고
(1988~1997)

건축형태	건 수
플라스틱 폼 단열재	33
샌드위치패널	19
GRP패널	11
플라스틱 천장재료	5
플라스틱 방수재	1
플라스틱 마감재	1
합 계	70

• 건축재료의 화재위험성 •

가 건축과정에서 사용되었으며, 화재 시 중대한 역할을 한 것으로 FM Global은 보고하고 있다.

이러한 많은 화재 중에서 건물 공사과정에서 발생한 화재가 사용 중인 건물에서의 화재보다 더 위험하고 손실도 더 큰 것으로 나타났다.

이 기간 동안 대형화재 중 60%는 플라스틱 폼 단열재와 금속단열패널을 포함하고 있었다. 또한 24건은 폴리우레탄을 포함하고 있었고 14건은 발포 및 압출 폴리스티렌을, 4건은 폴리소시아네이트를, 나머지 10건은 어떤 종류의 플라스틱인지 밝혀지지 않았다.

가장 높은 손실액은 금속/광업 및 식품산업에서 발생하였다. 금속/광업산업에서 작업장 내 화재하중은 무척 낮다. 그러나 건물의 벽이나 지붕에 설치된 플라스틱 단열재가 화재위험을 평가할 때 자주 간과되었다. 식품산업에서는 냉동 저장창고에 금속단열패널을 많이 사용하고 있다. 이러한 곳에는 스프링클러가 설치되어 있으나, 화재는 스프링클러 작동보다 더욱 빠르게 확대되고, 또한 금속패널 속으로 화재가 확산되며 금속패널에는 소화수가 잘 침투되지도 않는다.

화재원인이 밝혀진 화재 가운데 37%는 화기 사용 작업, 즉 용접 및 절단작업 등 나화를 사용하는 작업이 차지하고 있으며, 그 다음으로 전기적 원인이 25%를 차지하였다.

이러한 70건의 대형화재에서 화재가 확대된 주요 요인 중의 하나는 스프링클러설비가 화재 하중에 따른 성능에 맞지 않게 설치되어 필요로 하는 수준까지의 방호가 이루어지지 않았기 때문이다. 즉 차단밸브, 방수량, 방수압력 등이 스프링클러 설계 요구사항에 맞지 않게 설치되

플라스틱 화재의 원인
(1988~1997)

원 인	건 수
화기작업	19
전 기	13
고온표면	6
노 출	4
담배불	2
가스버너	1
각종 스파크	2
자연발화	1
방 화	2
마 찰	2
기 타	18
합 계	70

었다. 따라서 이러한 사고 중 66%는 성능 미달의 스프링클러설비가 설치되었기 때문이었다. 스프링클러가 효과적으로 방호하지 못한 사고의 평균 손실액은 440만 파운드이고 반면에 스프링클러가 효과적으로 방호한 사고의 평균

산업별 플라스틱 공정장치 화재
(1988~1997)

산업별	덕트/후드	탱크	스크리버
금속/광업	29	22	2
화학공업	5	1	-
고무산업	3	4	-
식품산업	3	1	1
제지산업	-	-	1
기타	13	2	2
합 계	53	30	6

손실액은 47만4천 파운드였다.

최근 10년 동안 생산공정장치에서 플라스틱과 관련된 화재를 분석하였다. 이기간 동안 플라스틱에 관련된 덕트/후드, 탱크, 스크러버 등에서 89건의 화재가 발생하였는데, 손실액은 약 1억1천만 파운드였다.

2. 대규모 화재시험

물질이 화재에 어떻게 반응하는가를 결정하기 위해서 각 나라마다 고유의 화재시험방법(영국, BS 476, 독일 DIN 4102, 프랑스 NF P92-501, 미국 ASTM E84)을 보유하고 있다. 그러나 FM Global 및 기타 인증기관에서는 이러한 시험방법으로 시험한 플라스틱 재료들이 실제 화재에서도 반드시 같은 결과를 나타내는 것이 아니라는 사실을 알게 되었다.

1970년 초반에 FM Research, FM Global사는 전통적인 소규모 화재시험의 한계를 인식하고 대규모 화재시험 방법을 개발하였다. 이 시험은 340kg의 목재를 벽체에서 30.5cm 떨어진 위치에 1.5m 높이로 놓고 건물의 코너에서 수행한다. 실제적으로는 공장의 코너에서 1.5m 높이의 빈 목재 펠릿을 쌓아놓은 것과 같다. 벽과 천장의 코너에서 분출된 화염은 550℃ 이상의 온도를 발생한다.

15분 이내에 구조물(건물)의 범위까지 화재가 확산되지 않으면 플라스틱 재료는 시험을 통과한 것으로 한다. FM 화재방호기준에 따르면 시험을 통과한 재료는 9.1m 높이까지의 건물에서 사용하도록 허용한다. 이보다 더 높은 건물에서는 비슷한 시험기기로 플라스틱 재료를 시험하고 그 높이는 15.2m까지 확대된다.

FM 코너시험의 목적은 LPS 1181의 실내시험과 비슷하다. 본 시험은 플라스틱 벽체나 천장재료가 건물 내의 화재전파에 큰 영향을 미치지 않는다는 것이다. 그러나 이러한 두 가지 시험방법으로부터 얻어진 시험 결과를 서로 관련시키는 어떠한 연구도 아직까지 수행되지 않았다.

3. 소규모 화재 시험

대규모 화재시험은 비용이 많이 든다. 이러한 이유로 FM Research의 과학자는 모든 플라스틱 재료에 대하여 신뢰성 있는 소규모 시험방법을 개발하였다. 10년간 연구 후 물질의 인화성을 평가하는 시험장치, 즉 FM Research 50kW 규모 화재전파 시험장치를 개발하였다. 처음에는 단지 순수 연구목적으로만 사용하다가 시간이 지남에 따라 열경화성수지 시험을 위한 FM 인증 목적으로 사용하였다. 소규모 화재시험 결과와 대규모 코너시험 결과를 서로 관련시켜 연구하였다. 따라서 소규모 인화성 시험을 통과한 새로운 제품이나 재료는 대규모 시험을 받을 필요가 없다.

50kw 규모의 화재전파 시험장치는 재산손실예방 기준 개발, 특히 건축재료 개발과 미래의 연구를 위한 중요한 수단이 되었다. 이것은 2개 부분으로 구성되어 있다. 기본 개념은 대규모 화재 환경을 재창조하기 위해서 설계되었는데, 본 장치는 복사열 열원을 사용하며 상부에는 시료분석을 위해 포집 후드를 설치하였다. 본 장치는,

- 발화에 필요한 최소 열 유속
- 열 반응 계수

• 건축재료의 화재위험성 •

- 연소에 필요한 화학 및 대류열
- 기화열 등을 측정하도록 되어 있다

향상시키면 차열재를 설치할 필요가 없는 것으로 나타났다.

4. 스프링클러 방호

30년간의 시험 및 연구결과를 분석한 결과 FM Global은 자동식 스프링클러설비가 화재 손실방지에 커다란 기여를 하고 있다는 사실을 알게 되었다. 스프링클러설비에 대한 여러 가지 설계 계수는 FM Research에서 발간된 손실예방 데이터 시트에 명시되어 있다. 스프링클러설비는 거실 내 가연성 물질에서 발화하는 화재로부터 건물을 보호하는 데 주로 초점이 맞추어져 있다. 그러나 화재가 플라스틱 건축재료에서 발화하게 되면, 스프링클러시스템의 성능에 더 많은 주의를 기울여야 한다.

FM Research에서 수 많은 코너시험을 수행하였는데, 주로 강화 유리용 폴리에스테르 시트, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리우레탄 단열재를 사용한 샌드위치 패널 등이다. 이러한 시험으로부터 얻은 결과에 따르면, 거실용으로 설계된 스프링클러설비는 적절한 것으로 판명되지만, FM Research의 인증을 득하지 않았거나 FM Global 손실 예방 기준에 따라 설치된 스프링클러설비가 아니라면 문제가 될 수 있다. 그러한 경우 차열재와 같은 추가적인 방호설비를 벽이나 천장에 설치할 필요가 있다.

가장 최근에 8회에 걸쳐 7.6m 높이의 코너 시험을 폴리스티렌 단열재를 사용한 금속샌드위치 패널에 대하여 수행하였다. 본 시험에 앞서 차열재로 이러한 패널을 방호하도록 하였다. 시험결과, 벽체 상부에 추가로 스프링클러 헤드를 증설하거나 스프링클러 설비의 성능을

5. 플라스틱 재료 선택

플라스틱 건축재료는 많은 장점이 있지만 비 용편의분석을 통해 볼 때, 화재위험이 잠재해 있다는 점을 기억하는 것이 중요하다. 플라스틱 재료를 선택하기 전에 불연성의 대체 재료가 있는지를 먼저 확인하는 것 또한 중요하다.

전통적인 소규모 화재시험의 결과에 따르면, 실제 화재에서 플라스틱 재료가 어떻게 반응을 보이는지 신뢰성 있는 결과를 보여주지 못했다. 이것은 단지 대규모 화재시험에서만 확인할 수 있거나, 열경화성 플라스틱인 경우 FM Research 연소성 시험장치에서만 확인할 수 있다. 새로운 건축재료를 선정하여 사용할 경우 공인된 기관에 의해 인증된 재료인지 확인하여야 한다. 이러한 제품들은 충분한 시험을 거치기 때문에 엄격한 성능기준을 충족시킨다.

마지막으로 건물 내의 화재위험을 평가할 경우에도 주의를 기울여야 한다. 우리가 생각하고 있는 것보다 많은 플라스틱 재료가 건물 내에 숨어 있으며, 그 위험이 적절히 방호되지 않고 있다는 점을 명심하여야 한다. ☹

— Fire Prevention (2001.5)

— 발췌: 위험관리센터 과장 안광현