

Clear Designs

- 위험기반 화재안전설계에서 방화유리의 역할 -

Mike Wood

위험기반 화재안전설계는 해외 건축물에서 성장하는 복잡성에 부응하는 의심할 여지없이 중요한 발전이다. 각각의 건물의 필요에 맞춰진 기능적인 성능위주의 설계는 영국 공학 관행 중에서 가장 전통적인 실질적 해결책이다. 음향공학과 과학적 원리에 기초한 위험기반 기능본위의 접근은 중요하고 실질적인 발전이다.

그러나 위험기반 접근은 함축성 없이 존재할 수 없다. 화재안전 측면에서 성공적인 설계는 신뢰성과 건축자재의 예측 가능한 반응(변화)에 따라 결정된다. 가장 중요한 필수요소 중의 하나는 specifier들과 기술자들의 관련된 정보이다. 필수 고려사항들 중 일부는 표준유리를 참조함으로써 설명될 수 있다. 유리는 오늘날의 건축물에 사용되는 중요한 건축재료이며, 화재 반응과 관련하여 화재발생시 초기 단계의 인지를 가능케 하는 요소 중 하나이다.

□ 기초적 내화성능 (Basic fire performance)

유리는 근본적으로 내화성능이 없다. 유리는 가시광선에는 투명하나(열복사는 흡수하며), 급격한 온도의 변화나 스트레스에 의해 쉽게 깨지는 성질을 갖고 있다. 화재상황에서 표준 서냉 판유리(standard annealed flat glass)가 열에 노출되었을 경우 일반적으로 1분 이내에 그 고유의 기능을 상실한다. 표준 가열시험에서는 프레임으로부터 분리된 유리의 경우, 일반적으로 5분 내지 12분 사이에 그 기능을 상실한다. 그 원인은 유리가 열 충격에 의해 가장자리부터 다각적인 균열이 생기기 때문이다. 열에 의한 온도 상승이 50°C 정도일 경우 유리에 균열을 야기할 수 있으나 정확한 온도의 범위는 알 수 없다. 유리의 근본적인 성질과 구조 때문에 유리에 균열이 생기는 온도의 범위를 예측하는 것은 불가능하다.

강화유리 (Toughened glass)

열 강화 소다석회실리카(soda-lime-silica) 유리는 열처리된 서냉 판유리보다 5배

이상 강하다. 하지만 이러한 형식의 유리는 화재 시 예측할 겨를도 없이 붕괴되기도 하는데, 이는 150℃ 정도의 열 충격으로도 충분히 가능하다. 이러한 붕괴의 경우 창유리는 산산조각 나게 된다. 이는 충격안전의 측면에서 필요하다고 볼 수 있으나 화재 상황에서는 그렇지 않다. 심지어 내화성을 가진 강화유리조차도 붕괴 위험을 최소화할 수 있는 방향으로 설치되어야 한다. 국소적인 가열은 유리의 보전성에 위협이 되며 특히 창틀에 끼워져 있는 상태 및 유리표면의 상태는 매우 중요하다. 유리를 창틀에 끼울 때 붕괴의 위험을 최소화하기 위하여 가장자리는 최대한 들어가게 해야 한다(보통 10mm 까지가 최대이다). 유리의 보존성은 유리를 끼우는 부분의 마감 상태 및 작업 형태에 달려있다. 작업과정으로 인하여 결정된 창유리의 크기, 조립 상황, 표면의 질 등은 강화유리가 화재에 노출되었을 때 어떻게 반응하게 될지에 대한 중요한 요소이다.

고온 유리와 물 (Hot glass and water)

만일 고온의 유리에 대한 살수(예를 들어, 스프링클러 등)가 있을 경우, 창유리의 표면에 대한 균등하고 연속적인 살수가 중요하다. 그러나 창유리가 틀에 끼워진 상황에서 적당한 물이 유리와 접촉할 수 있는 이상적인 조건은 성취되기 어렵다. 이는 내부시설의 위치·가구·문설주·칸막이 등이 물의 접촉을 방해하기 때문이다. 예상치 못한 붕괴 위험의 감소는 본질적으로 건물 목적에 맞도록 하는 맞춤형 설계 여부에 달려 있다. 결과적으로 설비는 그저 주어진 요소를 짜맞추는 것이 아니라, 실제적 시험결과에 따라 충분히 고려된 후 설계되어야 한다. 화재시 유리 성능에 대한 성공적인 발휘는 거주자의 물품비치에 의해서도 영향을 받는다.

접합유리 (Laminated glass)

플라스틱 PVB(Polyvinylbutyral)가 삽입된 접합유리는 화재에 대한 복원력을 가지고 있으며, 충격이나 보안에 대한 방안으로 사용되기도 한다. 화재 상황에서 이러한 형태의 중간재는 50℃ 이상에서 녹을 수 있고, 180℃ 이상에서 붕괴될 수도 있으며, 유기 중간재는 많은 양의 연기를 발생시키거나 격렬하게 발화될 수도 있다. 이러한 접합유리 사이에 위치한 플라스틱 내장재는 충격에 강한 반면, 좋은 내화성을 가지고 있다고는 할 수 없다. 화재실험에서 5~8분 동안에 이러한 내장재가 300℃까지 상승되면서 빠르게 연소되고, 성능이 저하되는 것을 알 수 있었다.

□ 내화유리 기술(Fire-resistant glass technologies)

내화유리는 고도의 기술이 필요하며, 대부분의 내화유리는 각각 다른 특성을 가지고 있다. 모든 내화유리가 동일하다는 것은 잘못된 생각이다. 비록 '유리'라는 동일한 명칭상의 분류를 가질지라도, 세부 중요한 부분들에서 주요 차이점들을 갖고 있다. 무엇보다도, 한 개의 내화유리가 발휘하는 성능이 다른 방화유리로는 이루지 못할 수도 있다. 테스트를 통해 허가 받은 것들은 개개의 형상, 유리의 크기, 재료의 결합, 개개의 프레임화된 시스템, 응용 등에 적용할 수 있다. 테스트의 범위는 한 개의 내화유리에서 또 다른 내화유리까지 매우 다양할 수 있다.

일반적으로 유리와 관련해서만 내화성을 생각하는 것은 잘못된 것이다. 차열성, 차열성은 내화유리의 명확한 설계목표와 관련하여 매우 중요한 고려사항이다. 차열성과 차열성의 성능 사이에는 커다란 차이점이 있다. 본질적으로 열의 전달 특성이 다르다. 게다가 우선적인 목표가 화재의 초기 단계에서의 인명 안전, 또는 화재가 보다 발전된 단계에 도달하여 고온의 열이 발생하는 상황에서 인명 안전, 마지막으로 화재가 점점 진행되는 상황에서의 소방관의 안전과 같이 다른 상황에서는 다른 사양이 사용되어야 한다. 이와 비슷하게, 지속된(분 단위가 아닌 시간 단위) 화재노출시의 재산보호 및 건물기능의 유지와 같은 다양한 목표는 그에 따른 다양한 성능사양을 요구할 수 있다. 필수불가결한 구획 유지가 요구될 경우, 지속된 화재노출은 더 강한 내화성을 필요로 한다.

□ 차열성과 차열성(Integrity and insulation)

차열성을 사용하는 내화유리는 모든 화재메커니즘에 대해 차열 성능을 갖도록 설계되어야 한다. 차열 성능 분류를 위한 표준 테스트에서는 벽체(유리)의 측면을 보호하는 재료의 표면온도가 평균 140°C보다 높아서는 안 되며, 개별적인 재료의 최대 온도가 180°C보다 높아서는 안 된다. 벽체의 측면을 보호하는 재료에 전달되는 복사열의 수준은 대지에 전달되는 태양복사열보다 낮아야한다. 이는 화재시 인명과 재산을 보호하기 위함이다. 차열성은 차열성보다 아주 높은 성능기준을 가지고 있으며, 몇몇 내화유리만이 강력한 차열성 기준을 만족시킬 수 있다.

차열성은 화재에 저항하기 위한 물리적인 장벽을 의미한다. 연기, 불꽃, 뜨거운 가스들은 지연시킬 수 있다. 하지만, 이것이 화재에서 발생하는 열의 차단은 아니다. 많은 차열유리는 짧은 시간(약 15분) 내에 유리의 측면 방호층에 상당히 높은 수준의 복사열을 발생시킬 것이다. 이러한 복사열의 수준은 종이라든지 합성물질(가구, 고정용 재료 등)을 연소시킬 수 있을 것이다. 이러한 열전달 메커니즘에 의

한 이차적 연소는 방호층에 연기 농도를 증가시킬 수 있고, 발화에 의한 불꽃의 확산 위험을 높일 수 있다. 차염유리는 짧은 시간동안(약 15분) 차열성을 측정하는 수단으로 사용될 수 있다. 다른 보존형 유리는 이러한 수준의 신뢰성을 줄 수 없다.

□ 표준화재시험 (Standardised furnace testing)

기술자들은 종종 표준화재시험에 불만을 가진다. 왜냐하면 설계를 위한 적절한 공학적 데이터를 제공하지 못하기 때문이다. 위험기반 설계와 표준화재시험은 다른 프레임의 기준을 가지고 있다. 표준화재시험은 제품 분류를 위한 것이다. 그리고 시험의 제한요소가 무엇이든 간에 예상되는 결과의 기본적인 수준과 적절한 근거를 마련해준다. 가장 중요한 것은 이런 시험은 테스트된 요소들을 설치 및 사용할 때의 제어 수단을 측정할 수 있다. 표준화재시험에 의해 설명되어지는 중요한 원리는 화재 방호 제품들은 하나의 내화 시스템의 부분으로써의 기능을 가지고 있어야 한다. 예를 들어, 내화 유리에는 유리, 프레임, 비드, 고정물, 기타 유리 덮개 등이 포함된다. 또한, 건물 전체에 적용되어야 한다. 화재 안전이란 것은 하나의 시스템에 의한 것이 아니라, 상호 체계적인 결합에 의한 것이다.

설계자들이 얻고자 하는 정보는 생산자와의 대화를 통해서 얻을 수 있다. 표준화재시험으로부터 얻은 리포트 결과에는 시험 요소를 저하시키는 메커니즘에 관한 평가는 포함되어 있지 않다. 잠재적인 실패의 메커니즘은 중요한 관심사이다. 위험의 고려사항에는 느린 화재와 급격한 화재, 이에 따라 제어가능한 화재인지 예측가능한 화재인지의 근본적인 차이점과 파괴되는 유형(특수물질이 삽입된 일반유리로 제작된 방화유리), 갑작스런 파괴(상업적인 강화유리 등) 등이 있다.

□ 발전 방향 (Moving forward)

위험의 평가는 주관적이고 상황에 영향을 받는다. 결론은 매우 주관적이고 사고방식에 의존하며, 개인마다 또는 시간마다 다르다. 결과에 의한 디자인이 단순하든 그렇지 않든 간에 논쟁의 여지가 있다. 비전문가들에게는 단순해보이지 않을 수도 있다. 근원적인 가설과 전제를 알 수 없기 때문에 느낌이나 생각들이 추가될 수도 있다.

일관된 전문가의 판단은 제품의 반응을 좌우하는 기술적 요소들에 대한 이해와 공유된 지식을 필요로 한다. 화재에 대응한 설계가 성공하기 위해서는 주요 자재의 신뢰성 있고 예측가능한 성능이 중요하다. 특히 설계 콘셉트와 절차가 성능기

준을 기존의 관행보다 높게 요구할 경우 더욱 그러하다. 그러므로 공급자와 설계자 사이의 대화가 필요하며, 화재 및 구조의 경험이 많은 전문가의 도움도 필수적이다. 이러한 긴밀한 협조는 위험기반 설계가 확대될수록 더욱 중요해진다.

출처 : Fire Prevention Fire Engineers Journal (N0.286 2007.11)

번역 : 업무진단팀 권재철