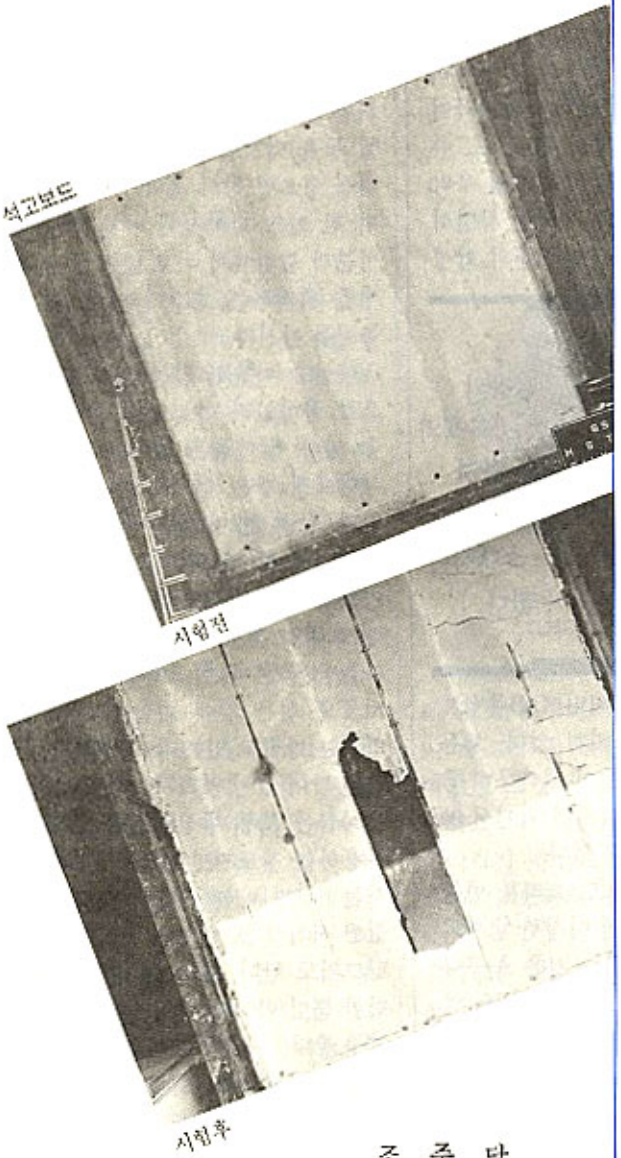
시험연구

건축구조(경량벽)의 내화도 시험



조 중 달
〈흥한회 방재시험소 선임연구원〉

1. 서론

내화구조라 함은 통상의 화재시 가열에 충분히 견딜 수 있는 내화성능을 갖고 화재 후 간단한 수리로 재사용이 가능한 구조를 말한다. 내화구조로 하여야 할 건축물의 부위는 벽, 기둥, 보, 바닥, 지붕, 주계단 등 건축물의 주요 구조부로서 현행 건축법령상 ① 특정용도 또는 불특정 다수인이 사용하는 건축물 ② 방화지구내의 건축물 ③ 공동주택의 경계벽, 학교, 의료시설, 숙박시설의 간막이 벽은 내화구조로 하도록 의무화 되어있다. 또한 화재시 건축물의 개구부를 통하여 화재가 연소 확대되는 것을 방지하기 위하여 연소 우려가 있는 내외벽의 개구부에는 방화문, 방화샷다 등의 방화설비를 설치하도록 하고 있다.

이에 당 시험소에서는 국내에서 널리 제작, 시공되어지고 있는 건축구조부재 및 방화설비의 내화성능 실태를 파악하고자 관련 시험기준에 따라 이들 부재 및 설비에 대한 내화도 시험을 실시하고 있으며, 본고에서는 '86년도에 선정 실시한 것 중 경량벽을 위주로 하여 그 내용을 살펴보고자 한다.

2. 내화성능 기준

가. 건축구조

건축물의 부위 및 부분(층)별로 구조체가 받는 하중 및 내력은 차이가 있으므로 벽, 바닥, 보, 기둥 등 건축물의 각 부위마다 해당 부위가 위치한 건축물의 층에 따라 화재시 견디어야 할 내화성능도 다

〈표1〉 내화구조의 건축부위별 성능기준

층별 / 부위별		최상층에서부터 5층까지	최상층에서 세어서 층수가 6층이상이고 14층이내의 층	최상층에서부터 15층이상
외벽중 비내력벽	연소의 우려가 있는 부분	1시간	1시간	1시간
	연소의 우려가 없는 부분	½시간	½시간	½시간
외벽중 내력벽, 간막이벽, 바닥		1시간	2시간	2시간
기둥, 보		1시간	2시간	3시간
지붕		½시간		

르다.

내화구조의 건축 부위별 성능기준은 건설부고시 제528호(85. 12. 6)로 규정되어 있으며 그 내용은 〈표 1〉과 같다.

나. 방화설비

방화설비에 대한 내화성능 기준을 살펴보면, 방화문의 경우 KSF2268(건축용 방화문의 방화 시험방법)으로 시험방법은 제정되어 있으나, 건축물내 설치 부위 및 부분(층) 또는 설치 목적에 따라 요구되는 내화성능은 아직 정립되어있지 않으며, 옥내 방화구획용 샷다에 대하여는 건설부고시 제327호(자동방화샷다의 기준)로 2시간의 내화성능을 갖도록 규정되어 있다.

한편 환기·냉난방 풍도내에 설치하는 방화 담퍼의 구조기준은 건축법시행령 제30조 ⑥항 및 KSF2815 (배연설비의 검사기준)에 규정되어 있으나 그 내화성능기준 및 시험방법은 명문화되어 있지 않다.

3. 시험체

가. 시험연구 대상

건축구조부재 및 방화설비는 시험연구 대상이 〈표2〉와 같이다양하고,시험체를 실제 시공되어지고 있는 것과 동일한 구조와 크기로 제작 설치하여야 하는 작업공정이 수반되어야 하고, 시험장치의 운용, 인력 및 예산의 제한 등으로 인하여 단계적으로 수행하지 않을 수 없다.

초년도인 1차년도에는 근래 많이 사용되고 있는 경량벽 및 방화샷다를 선정하여 시험 실시하였으며 본고에서는 이중 경량벽 3종에 대하여 기술하고자 한다.

〈표2〉 시험연구 대상

시험대상		시험체 종류	크기(m)	비 고
건축구조	벽	· 멱돌조	3×3	1차년도
		· 보강블럭조	3×3	
		· 경량벽	3×3	
	보	· 철근콘크리트보	4	2차년도
		· 내화피복철골보	4	
	바 닥	· 철근콘크리트바닥	3×4	
		· Deck Plate 등	3×4	
	기 둥	· 철근콘크리트기둥	3	
		· 내화피복철골기둥	3	
방화설비	방 화 문	· 갑종방화문	3×3	2차년도
		· 을종방화문	3×3	
	방화샷다	· 내화용방화샷다	3×3	1차년도
		· 방화용방화샷다	3×3	

나. 선정시험체의 일반사항

우리나라에서 생산되고 있는 무기질 경량벽의 구조자재는 석고보드, 석면시멘트판넬, 경량기포콘크리트 등이 있으며, 시험에 사용한 이들 자재의 일반사항은 다음과 같다.

1) 석고보드

석고보드는 1890년 미국에서 개발하여 1920년경 본격 생산되기 시작한 것으로 국내에서는 천연석고자원이 없어 개발되지 못하던 중 1960년대 대규모 화학비료공장이 설립 가동됨에 따라 다량의 화학석고가 부산물로 생성되면서 석고보드의 개발에 성공하여 국내 건축업계에 건식공법을 보급하게 된 대표적인 경량벽 구조자재이다.

석고보드는 석고($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)를 약 200℃로 가열 탈수시킨 반수석고($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$)를 주원료로 하고, 이것에 혼화제를 넣은 물로 반죽하여 강인한 보드용 원지 사이에 넣어 안정된 결정상태의 석고로 환원시켜 판상으로 제조한 것으로 형상에 따라 평보드, 테파드보드, 석고텍스로 구분되며 공법에 따라 일반 보드, 방화보드, 방수보드, 미장보드 등으로 구분된다.

석고에는 21%의 결정수가 함유되어 있어 화재시 결정수의 방출이 종료될 때까지 온도상승을 억제하는 효과가 있어 초기 방화 및 연소를 지연시키는 방화성을 갖고 있으며, 대표적인 벽체구조공법으로는 경량철골바탕 간막이공법(Gypsum Board Metal Stal Partition)을 들 수 있다.

2) 석면시멘트판넬

석면시멘트판넬은 석면과 시멘트를 고압으로 압출 성형시킨 고강도 재질로 1970년경 미국에서 개발되어 1974년 일본이 판권을 인수받아 서독에 기술을 전하였고 국내에서는 1982년부터 생산되기 시작한 경량벽 구조 자재이다.

석면시멘트판넬은 중공부가 있어 경량화 및 단열성이 높으며 판넬의 종류는 두께와 폭에 의해 구분되고, 벽체구조공법으로는 조립식으로 내외벽은 물론 토목자재로도 사용된다.

3) 경량기포콘크리트

경량기포콘크리트는 고압증기로 양생한 콘크리트로 일명 A.L.C(Autoclaved Lightweight Concrete)로 불리우고 있으며,1889년 프랑스에서의 제

조공법의 출원을 효시로 1929년 스웨덴에서 석회와 소성혈 암분의 slurry에 알미늄분말을 첨가시켜 고압증기로 양생하는 공법을 개발하여 시판되기 시작하였고 그 후 소련, 미국, 영국, 일본 등 선진 각국에서 A.L.C 제품 생산에 참가하여 현재 30여 개국에서 생산되고 있으며, 국내에서는 최근에 Autoclave 공법에 의한 제품이 생산보급되기 시작하였다.

A.L.C는 주원료인 규사, 생석회에 알루미늄분말, 발포제를 혼합하여 발포 성형한 후, Autoclave에 넣어 고온고압증기로 경화시켜 제조하는 것으로 내부는 wire mesh로 구조보강되어 있으며, 규격은 폭, 두께, 길이별로 다양하다. A.L.C는 prefab구조재로서 높은 단열성을 지니고 있으며 조립식 공법으로 벽체를 형성한다.

4. 시험방법

가. 내화시험 개요

건축구조의 내화성능시험은 실제구조 및 재질의 시험표본을 실제 화재시의 실내 상승온도와 유사하게 화재노출시켜 시험 중 구조상 해로운 변형, 파괴, 탈락 등의 발생, 이면의 상승온도, 내부 강재온도, 화염의 통과여부 등에 의해 해당 구조체의 안정성, 차염성, 단열성을 측정하여 그 내화성능을 판정한다.

1) 안정성(Stability)

내력 또는 비내력 건축구조부재는 화재시 그가 가지고 있는 기능을 더 이상 수행하지 못할 정도로 붕괴되어서는 안되므로 보나 바닥의 경우 붕괴를 예측하는 기준으로써 시험체 중앙부의 최대처짐량 및 시간당 처짐률, 내부강재 상승온도의 한계치 초과여부에 의하여 안정성을 확인한다.

또한 건축물의 수직화재구획부재(벽, 방화문 등)에 대하여는 가열시험외에도 주수시험, 충격시험에 의하여 안정성을 확인하며 경우에 따라서는 수평화재구획부재(보 · 바닥)도 주수 및 충격시험을 한다.

2) 차염성(Integrity)

건축물 내부를 두개로 분할하는 기능을 갖는 벽, 바닥 등의 구조부재는 한쪽면을 가열하였을 때 화염과 고온의 열기가 그 부재를 관통하거나 뒷면에서 발염이 생기서는 안된다. 이 경우 시험부재 뒷면에 면직물을 갖다대어 발화되거나 뒷면에서 지속성 발염현상이 발생되면 차염성이 결핍된 것으로 간주한다.

3) 단열성(Insulation)

건축물 내부 분할요소인 벽, 바닥 등의 구조부재에 대하여는 가열하지 않은 뒷면에 온도상승 제한을 두어 단열성을 요구하고 있다. 대부분의 경우 시험체 이면의 평균상승온도 및 최대상승온도의 한계치를 설정하여 단열성을 판정한다.

나. 벽의 내화시험방법

벽에 대한 내화성능시험은 KSF2257(건축구조부분의 내화시험방법)에 의거 가열시험, 주수시험, 충격시험을 실시하였고, 시험항목별 시험방법 및 판정기준을 요약하면 다음과 같다.

1) 가열시험

KSF2257에서 정한 표준가열온도곡선에 따라 시험체를 가열하여 가열도중 시험체의 이면온도, 강재온도 및 변형량을 측정하고, 시험체의 구조적인 변화를 관측하여 다음의 판정기준에 의하여 내화성능을 분류하였다.

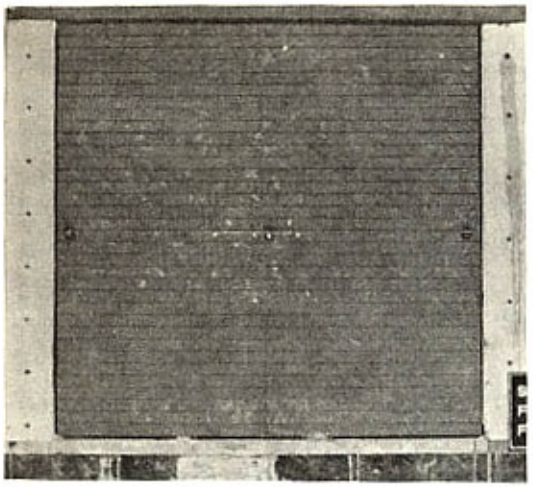
- 내화상 또는 구조상 유해한 변형, 파괴, 탈락 등의 발생여부
- 화염이 관통되는 균열의 발생여부
- 이면온도가 260℃를 초과하는지의 여부
- 강재온도가 규정치 이상을 초과하는지의 여부
- 구성재의 발염 및 가열 종료후 10분 이상의 잔염발생여부

2) 주수시험

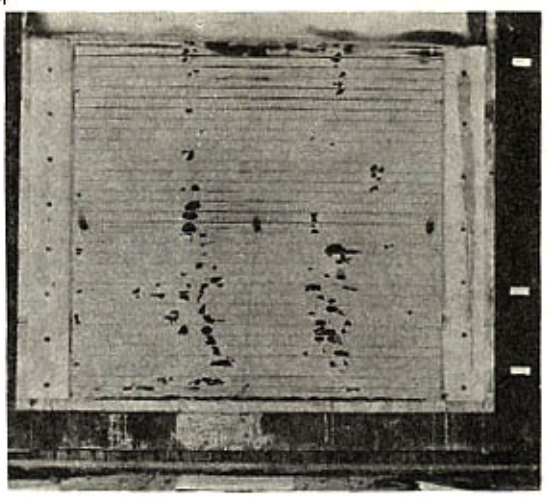
주수시험은 화재시 열을 받는 구조부재가 주수에 의한 냉각작용시 보이는 구조적인 안정성의 정도를 시험하는 것으로 30분이상 가열한 시험체의 가열면에 규정된 방법에 따라 2분간 주수하여 심한 파손, 결락이 발생하는지의 여부를 확인하였다.

3) 충격시험

충격시험은 수열받은 구조부재의 내충격성을 시험하는 것으로 30분이상 가열한 시험체의 가열면을 위로 해서 수평으로 놓고 가지형 추(5, 10kg)를 1m 높이에서 떨어뜨려, 내화피복재의 전 두께에 걸친 벗겨짐 또는 뒷면까지 구멍이 발생하는지의 여부를 확인하였다.



시험전



시험후

5. 시험결과 및 분석

본 시험은 경량벽구조 등에 대한 내화성능 실태 파악을 그 목적으로 하기 때문에 제조자가 제시하는 내화성능이상의 시험결과가 나왔을 때 적합한 것으로 분류하였다. 금번 실시한 경량벽구조의 내화도 시험결과를 요약하면 〈표3〉과 같다.

이상의 경량벽구조 3종만으로는 국내 경량벽에 대한 전반적인 평가는 할 수 없겠으나 금번 시험결과에서 나타난 성능실태 및 문제점을 요약하면 다음과 같다.

〈표3〉 경량벽의 내화도 시험결과(요약)

시험체	구 조	예상내화도	크기·수량	시험결과
방화석고보드벽	15mmt Single (내부 50mmt 단열재)	1시간내화	3×3m:3개 1×1m:3개	적합
	15mmt Double (내부 50mmt 단열재)	2시간내화	3×3m:3개 1×1m:3개	적합
석면시멘트판넬벽	35mmt Double (내부 30mmt 단열재)	1시간내화	3×3m:1개	부적합
	50mmt Double (내부 30mmt 단열재)	2시간내화	3×3m:1개	부적합
경량기포콘크리트벽	100mmt 판넬	2시간내화	3×3m:1개	적합

註: 시험항목과 시험데이타는 기재 생략

가. 내화성능

최근에 국내에서 개발되어 생산 보급되고 있는 방화석고보드 및 경량기포콘크리트(A.L.C)는 두께 및 구조공법에 따라 내화성능이 다르겠으나 내화구조재로서 적합한 것으로 나타났으며, 중공압출성형된 석면시멘트판넬은 수열시 폭열발생 등으로 내화구조재로서 미흡하므로 내화성능의 향상을 위하여는 폭열방지용으로 무기섬유나 규사 등을 첨가하고 구조보강용 강선 등을 내부에 배근시킬 필요성이 인지되었다.

나. 제조공정 및 시공관리

석고보드의 경우 수열시 수분이 탈수되면서 수축·균열하는 특성이 있으므로 이의 보강을 위해 첨가되는 무기질 섬유의 배합공정관리에 유의를 요하며 시험결과 이음매부분의 이면온도가 다른 부분보다 높았고 일부 탄화 및 벌어짐 현상이 발생되고 있어 이음매부위의 정밀한 시공관리 유지가 요구되고 있다.

다. 시험체의 크기

석고보드의 경우 이면온도 및 샛기둥의 온도 상승치를 비교하여 볼 때, 실대구조인(실물크기) 대형시험체(3m×3m)가 소형시험체(1m×1m)보다 훨씬 높았고, 가열면의 탄화, 균열, 탈락현상도 대형시험체가 더욱 심하게 나타나고 있어 내화도 성능측정을 위한 시험체는 가급적 실물크기로 제작, 시험하는 것이 원칙인 것으로 확인되었다.