

유리 블럭벽의 내화성능

조 중 달 (방재시험소 방내화실장)

1. 머리말

건축물의 내부를 수직 분할하는 벽은 주요구조부의 하나로서 1개의 실을 형성하는 기능과 동시에 화재사 인접실과의 연소를 차단시킬 수 있는 기능을 가져야 한다.

일반적으로 이러한 기능을 충족시키는 벽 구조로서는 철근콘크리트벽과 조적조의 분협회 부설 방재시험소 벽 등이 이용되어 왔다. 최근에는 건축물이 고층화되어 감에 따라 경량 이면서도 내화성이 좋은 석고보드벽 등 경량벽이 점차 늘어가고 있는 실정이다.

특히 인간의 심리적 욕구를 충족시킨다는 면에서 투광율 및 경관이 좋은 유리블럭과 같은 건축부재를 선호하는 경향이 있다.

건축물의 채광 또는 미관을 위해 내외벽으로 사용되고 있는 이러한 유리블럭은 중공부분이 있어 경량이면서 보온성도 좋으나 열에 약한 특성을 가지고 있으므로 화재사 인접실로의 연소차단능력을 갖기 위해서는 내열성있는 유리블럭을 사용하지 않으면 안된다.

2. 유리의 열적 특성

유리는 규사, 탄산소다, 탄산석회 등을 고온으로 녹인 후 냉각시켜 만든 투명도가 높은 물체로 일명 초자라고도 한다.

일반적으로 용해된 액체를 냉각시키면 일정한 온도에서 응고되어 결정으로 되지만, 어떤 종류는 냉각되어도

응고, 결정화되지 않고 온도가 낮아짐에 따라 점차 점성이 증가하여 나중에는 굳은 고형물이 되는 것도 있다.

유리는 규산을 주체로 한 규산염유리가 대표적이지만 현재 봉산염유리와 인산염유리 등 산화물 유리가 실용화된 단계이며 황화물, 셀렌화물 등의 칼코게나이트계 유리도 특수한 목적을 위해 연구개발되고 있다.

유리의 내열성이라고 하면 고온에서 연화되거나 변형되지 않는 성질외에 온도의 급변, 즉 열충격에 견딜 수 있는 성질을 말하며 고온에서 연화되지 않고 온도가 급변하여도 파괴되지 않는 유리를 내열성이 좋다고 말한다.

고온에서 연화되지 않는다는 의미에서 내열성이 높은 유리는 석영유리, 붕규산유리, 알루미늄 규산유리 등을 꼽을 수 있다. 특히 석영유리는 열 팽창율이 매우 작아 열 충격에도 강한 것으로 알려지고 있다.

3. 유리블럭의 종류

유리블럭이란 2개의 상자형 유리를 맞대어 약 600℃로 용착시키고 가운데 빈 공간에 0.5기압정도의 건조공기를 봉입시킨 중공블럭을 말하며, 감압봉입된 건조공기에 의하여 단열 및 차음효과를 얻을 수 있다.

가시광선의 투과율은 70~80%이며, 차음효과는 보통의 판유리보다 좋아 두께 96mm의 경우 약 50dB의 투과손실이 있다.

또한 유리 및 시멘트 몰탈과의 접착성능이 좋고 내구성있는 도료(예 : 염화비닐계 도료)를 칠하거나 규사, 강모래 등을 뿌리는 몰탈공법에 의해 벽체를 용이하게 축조할 수 있다.

유리블럭은 빛깔에 따라 무색과 착색으로 구분하고, 빛의 확산·지향성에 의하여 확산유리와 지향유리로 구분한다.

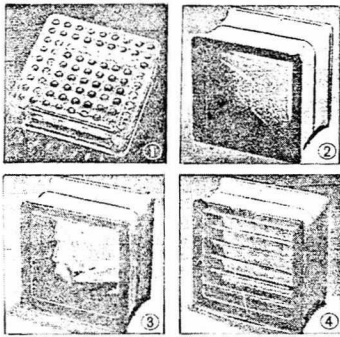
유리블럭의 무늬에 따라 외광을 확산시키는 것을 확산유리블럭이라고 하고, 프리즘 형상에 의하여 겉모양을 일정한 방향으로 굴절시킨 것을 지향

(표 1.) 유리의 열적 특성

유 리	비중	선팽창율 (0~300℃)	연화온도 (℃)
석영유리	2.20	5.5×10^{-7}	1,667
바이코유리	2.18	8×10^{-7}	1,500
붕규산유리 (저팽창)	2.23	32×10^{-7}	820
알루미늄붕규산유리 (이화학용)	2.36	49×10^{-7}	795
소다석회유리 (판, 용기)	2.50	85×10^{-7}	730
소다석회유리 (전구용)	2.50	92×10^{-7}	696
납알칼리유리 (전구용)	2.85	91×10^{-7}	626

유리블럭이라 한다(〈그림1〉 참조)

〈그림1〉 유리 블럭



①은 천장이나 복도에서 채광을 위한 프리즘 블럭이고,
② ③ ④는 외벽이나 칸막이 벽에서 빛을 통하게 하기 위한 착색유리 블럭

4. 벽의 내화성능기준

가. 건축부위별 성능기준

내화구조의 건축부위별 성능기준은 건설부고시 제528호(85. 12. 6)로 제정고시되어 있다. 이중벽에 대한 내화성능기준은 〈표1〉과 같다.

따라서 유리블럭을 사용한 벽구조의 내화성능도 사용장소와 위치에 따라 30분, 1시간, 2시간의 내화성능을 가져야 한다.

〈표1〉 건축부위별 벽의 내화성능기준
(건설부고시 제528호)

구 조 별		층 별	최상층부터 세어서	최상층부터 세어서	최상층부터 세어서
			5층까지	층수가6~14이내의층	15층 이상의 층
외벽	비내력	연소우려부분	1시간	1시간	1시간
		연소우려없는부분	30분	30분	30분
	내력벽	내력벽	1시간	2시간	2시간
		칸막이벽	1시간	2시간	2시간

나. 시험기준상 성능기준

건축구조의 내화성능시험방법은 KSF2257(건축구조부분의 내화시험방법)에 규정되어 있고, 이는 건축법 시행령 제26조(내화구조) 제8호에 의하여 건설부장관이 내화구조를 지정할 경우의 시험방법(건설부고시 제528호)에 해당된다.

짐이 없을 것.

○ 가열중 구성재가 눈에 띄이는 발열을 하지 않고, 가열 종료후 10분이상 잔염이 없을 것.

우리나라의 경우 위와 같이 외벽으로서 옥내로부터 가열할 경우에만 초과하지 않을 것.(단, 외벽으로서 옥내로부터 가열할 경우는 제외)

구 분		A시험체	B시험체
블럭 규격	크기	115×115mm	190×190mm
	두께	80mmt	80mmt
제 조 원		서독 Weck사	서독 Weck사
재 질		미상	미상
수평단면도 (단위 mm)			

벽에 대한 내화시험은 실제구조의 시험체를 제작 설치하여 표준가열온도곡선에 따라 시험체를 가열하여 다음의 3가지 성능기준에만족하는 시간까지로 내화등급을 분류한다.

1) 안전성(stability)

○ 가열중 내화상 또는 구조강도상 해로운 변형, 파괴 및 탈락 등의 변화가 없을 것.

2) 차염성(Integrity)

○ 가열중 화염을 통과시키는 갈라

3) 단열성(Insulation)

○ 가열중 뒷면온도가 260℃를 벽의 단열성 기준을 배제하고, 그 외의 모든 경우에는 단열성능까지 만족하도록 규정되어 있다.

그러나 유리부재는 고온에서 연화되는 성질이 있고, 열전달률이 높아 단열성이 타 재질에 비하여 떨어지기 때문에, 국제규격인 ISO3009(Fire resistance tests—Glazed elements) 등에서는 유리부재의 내화성능을 안전성(Stability) 및 차염성(Integrity)에 의하여 결정하고, 단열성(Insulation)은 이면으로부터의 복사열량을 측정하여 수납물과 인명에 대한 안전한 복사수준한계를 국가에서 별도로 규정하도록 권고하고 있다.

5. 시험체의 선정 및 제작

시중에서 유통되고 있는 유리블럭의 내화도를 측정하기 위하여, 동일두께의 유리블럭(비내력 내외벽으로 사용)을 크기별로 2가지를 선정하여, 표준시공방법에 따라 시험체를 제작 설치하였다.

6. 시험실시

본 시험은 KSF2257의 가열시험방법에 의거해 성능기준에 실격될 때까지 표준가열온도곡선에 따라 시험체를 가열하여 유리블럭벽의 안전성, 차열성, 단열성능을 추적하였다.

1. 시험방법

- 1) 유리블럭벽 시험체를 1M×1M 수직가열로에 부착함
- 2) 가열로내에 설치한 열전대 5개에서 측정된 온도의 평균값이 KSF2257의 표준가열온도곡선에 맞도록 시험체를 실격될 때까지 가열함
- 3) 가열로내 압력이 1±0.5mmH₂O의 정압이 되도록 로내의 압력을 제어함
- 4) 가열시험중 시험체 이면 5개소에 설치된 열전대로 이면온도를 측정하여 유리블럭벽의 단열성능을 추적함
- 5) 가열시험중 시험체의 내화상 유해한 변형, 파괴, 탈락 등의 변화와 화염을 관통시키는 균열의 발생여부를 관찰하여 시험체의 안전성 및 차열성능을 파악함.

7. 시험결과

동일회사의 제품으로 두께는 같으나 크기가 다른 유리블럭벽의 2종에

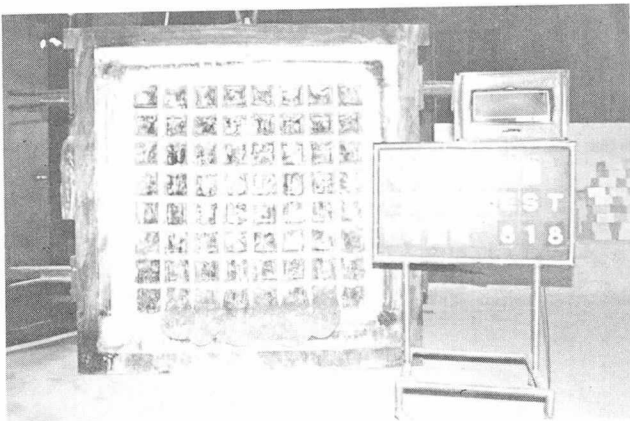
대하여 가열시험을 실시한 결과, 주요 내용을 요약하면 <표2>와 같이 크기에 따라 내화성능이 현저하게 다른 것을 알 수 있다.

<표2 시험결과 비교표>

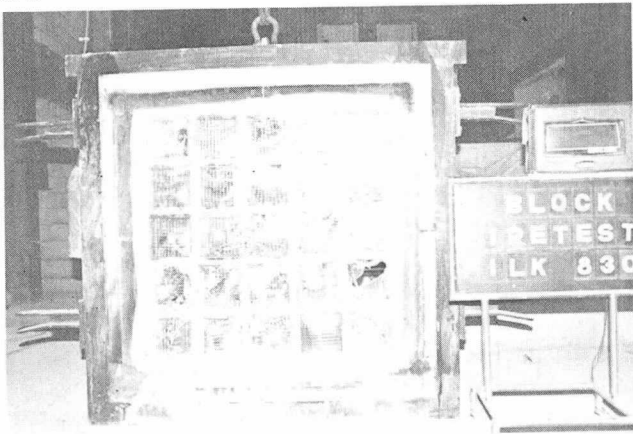
구 분		A시험체 (115×115×80mmt)	B시험체 (190×190×
가 열 시 간		120분	60분
기 준 초 과		32분	24분
시 간 및 온 도		(270℃)	(271℃)
관 측 사 항		○가열7분경과시 이면에 균열 발생시작, 12분에 균열이 심해짐 ○63분에 가열면 하부로부터 유리가 녹아내리기 시작, 83분에 가열면이 전체적으로 녹아내림 ○120분 가열종료시까지 이면에 달하는 구멍발생이 없었으며 유리도 녹아내리지 않음 (사진 1 참조)	○가열5분경과시 이면에 균열 발생시작, 10분에 가열면유리가 겹겹이 떨어지기 시작함 ○28분에 가열면에 구멍이 발생하고, 52분에 이면까지 달하는 구멍이 발생하여 60분에 시험종결함 (사진 2 참조)
성능 등급	안전성	120분	52분
	차열성	120분	52분
	단열성	31분	23분
평 가		단열성을 제외한 안전성, 차열성능만을 요구할 경우에는 「2시간 내화구조」로 분류되며 3가지 성능 모두 요구할 경우 「30분 내화구조」로 분류	단열성을 제외한 안전성, 차열성능만을 요구할 경우에는 「50분 내화구조」로 분류되며 3가지 성능 모두 요구할 경우 「20분 내화구조」로 분류

<표3 이면온도 측정표>

시간 (분)	5개소중 최고온도(℃)	
	A시험체	B시험체
0 : 00	29	23
10 : 00	52	74
20 : 00	141	200
24 : 00	183	271
30 : 00	247	390
32 : 00	270	439
40 : 00	360	—
50 : 00	474	—
60 : 00	555	—



〈사진1〉 2시간 가열시험 종료한 A시험체 상황
가열면의 유리가 전체적으로 녹아버렸으나, 이면의 유리는 그대로 형상을 유지하였다.



〈사진2〉 1시간 가열시험 종료한 B시험체 상황
가열면에서 이면까지 달하는 구멍이 수개소 발생하였다.

8. 결 언

건축구조부재에 대한 적절한 내화 등급의 분류는 건축행정 및 건축물의 방화조치상 매우 중요한 사항이다. 특히 고온에서 연화되는 성질로 인하여 화재시 구조적으로 취약한 유리블럭은 그 내화성능을 정확히 확인한

후 건축구조부재로 사용하지 않으면 안된다.

동일회사의 제품으로서 두께는 같고 크기가 다른 유리블럭시험체 두종류의 시험결과에서 나타나듯 유리블럭의 크기가 커짐에 따라 내화 성능이 현저하게 떨어지는 것을 인지할 수 있다.

단열성을 제외한 구조 안전성 및 차열성능에 의하여 분류한 유리블럭 벽의 내화성능등급은 A시험체(115×115×80t)가 2시간내화성능을, B시험체(190×190×80t)는 50분내화성능을 갖는 것으로 나타났으나, 이 경우 유리블럭벽 이면으로부터의 복사열량에 따른 수납물과 인명에 대한 안전 이격거리는 별도로 고려치 않으면 안된다.

내벽으로 사용되는 유리블럭은 고온에서 연화 또는 변형되지 않고 열 충격에 강한 내열성의 유리를 사용해 화재시 인접실로의 연소확대를 장시간 저지시킬 수 있다. 또한 단열성능을 높이기 위한 방법으로서 상온에서 응고되지 않는 겔형태의 유리를 중공부분에 충전시키는 방법을 채택할 수도 있을 것이다.

이러한 관점에서 볼 때 유리블럭 제조업체에서는 내화성능이 우수한 제품을 생산 공급하도록 부단한 연구 개발이 있어야 할 것이며, 이의 뒷받침을 위하여 관련 시험기관에서는 시험정보 데이터를 분석정리하여 업계에 제공할 필요성이 있고, 내화성능이 확인되지 않은 유리블럭은 전문 시험기관의 성능시험을 통하여 건축구조부재로 사용하도록 유도하여야 할 것이다. ☉