

목모보드를 이용한 벽체시스템의 내화성능 평가

김대회, 최동호, 이유식
방재시험연구원

Fire Resistant Performance for Wall System using Wood Wool Board

Kim Daehoi, Choi Dongho Lee Yusik
Fire Insurers Laboratories of Korea

1. 서론

목모보드는 국내에서 목모시멘트판으로 목재의 칩과 다량의 시멘트를 혼합하여 만든 공극이 없는 저가형 자재의 대표적인 소재로 알려져 왔으나, 목재를 갈날을 이용하여 실의 형태로 가공하고, 소량의 백시멘트를 결합재로 혼합하여 압축성형한 다공질의 고급형 목모보드가 소개됨에 따라 국내의 목모시멘트판의 KS 개정 작업등이 이루어졌다. 그러나 이 제품은 전량 외국제품의 수입을 통해 공급이 이루어지고 있어 목모보드의 흡음성, 단열성, 미관 우수 및 친환경성 등의 다양한 장점에 비해 활용이 제한되어 왔다.

그러나, 2005년 국내 L사에서 목모보드 제조공장을 설립하고 목모보드의 국내 생산이 가능해짐에 따라 국내에서도 고품질 목모보드의 다양한 활용이 가능해졌으나, 국내 사용사례 및 적용분야 개발 미비로 인해 극히 제한적으로 사용되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 목모보드의 사용영역을 확대하기 위해 목모보드를 구성재료로한 복합벽체를 개발하고 성능을 평가함으로써 활용분야 확장 가능성을 타진해보고자 하였다.

2. 목모보드 일반사항

2.1 목모보드의 제조

목모보드는 천연목재 및 간벌목이나 폐목재 등 다양한 목재 자원을 원료로 사용할 수 있으며, 목재를 Figure 1 과 같은 섬유 형태로 가공한 목모를 소량의 결합재(백시멘트)와 혼합 후 보드형태로 고르게 펴고 판상으로 압력을 가하여 성형하고 상온에서 일정시간의 양생을 통해 제조된다.



Figure 1. 목모

2.2 목모보드의 친환경성

최근 실내 공기질에 대한 평가가 의무화되어 목모보드의 실내마감재 사용에 따른 유해물질 방출량을 확인하기 위하여 포름알데히드 및

TVOC 방산량을 측정하였으며, Table 1과 같은 결과를 얻었으며, 이는 한국공기청정협회에서 제시하는 최우수등급 건축자재에 해당되는 것이다.

Table 1. 유해가스 방출량 시험결과

항 목	단 위	결 과	성능기준
포름알데히드	mg/m ³ h	0.001	0.03 이하
TVOC		0.047	0.1 이하

2.3 목모보드의 단열성 및 흡음성

목모보드는 열전도율이 낮은 목재로 이루어진 다공질의 보드형태로 우수한 단열성과 흡음성을 지니고 있으며, 각각의 성능은 Table 2와 같다.

Table 2. 목모보드의 열전도율 및 흡음시험 결과

항목	성능값	관련규격	성능범위
열전도율	0.085~0.0916 W/m·K	KS L 9106	보온재 0.15 이하
흡 음 율	0.44	KS F 2805	흡음용 내장재

2.4 목모보드의 난연성능

목모보드는 기존 난연시험방법인 KS F 2271에 의한 시험방법결과 난연2급이 입증된 제품이며, 최근 개정된 KS F ISO 5660-1의 시험방법을 실시한 결과 10분 가열시 Table 3과 같은 결과를 나타내어 난연2급(준불연재료)임을 확인하였다.

Table 3. 목모보드의 난연성능시험결과

시험체	가열시간	총열방출량 (MJ/m ²)	최대열방출률 (kw/m ²)	성능기준
목모보드 두께 25 mm	10분	7.0	18.44	총열방출량 8 이하 최대열방출률 200 이하

3. 목모보드를 이용한 세대간 경계벽 개발

목모보드를 이용한 벽체는 흡음성능을 이용한 공간구획용 벽체와 내화성능을 지닌 방화구획상 벽체로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 용도별 목표를 공동주택에서의 세대간 경계벽을 목표로 설정하고 Table 4와 같은 성능을 만족하는 벽체의 단면을 설계하여 시험을 실시하였다.

Table 4. 세대간 경계벽의 성능기준 및 시험체 사양

성능항목	내화성능	차음성능	단열성능
요구성능	1시간, 2시간	차음구조지정수준	0.64 W/m ² ·K 이하 (외기에 접하지않은 경우)
시험체크기	3 m × 3 m	4 m × 2.8 m	1.5 m × 1.5 m

3.1 단면설계 및 연구진행방법

세대간 경계벽의 요구성능에 따른 단면설계를 조사한 결과, 차음성능을 만족시키기 위하여 스티드의 형태 및 간격의 조정, 단열재의 사용 등이 필수적인 것으로 나타났으며, 목모보드의 낮은 내화성능을 고려하여 방화석고보드를 조합한 형태로 다음의 Figure 2와 같이 4종의 단면을 설계하였다.

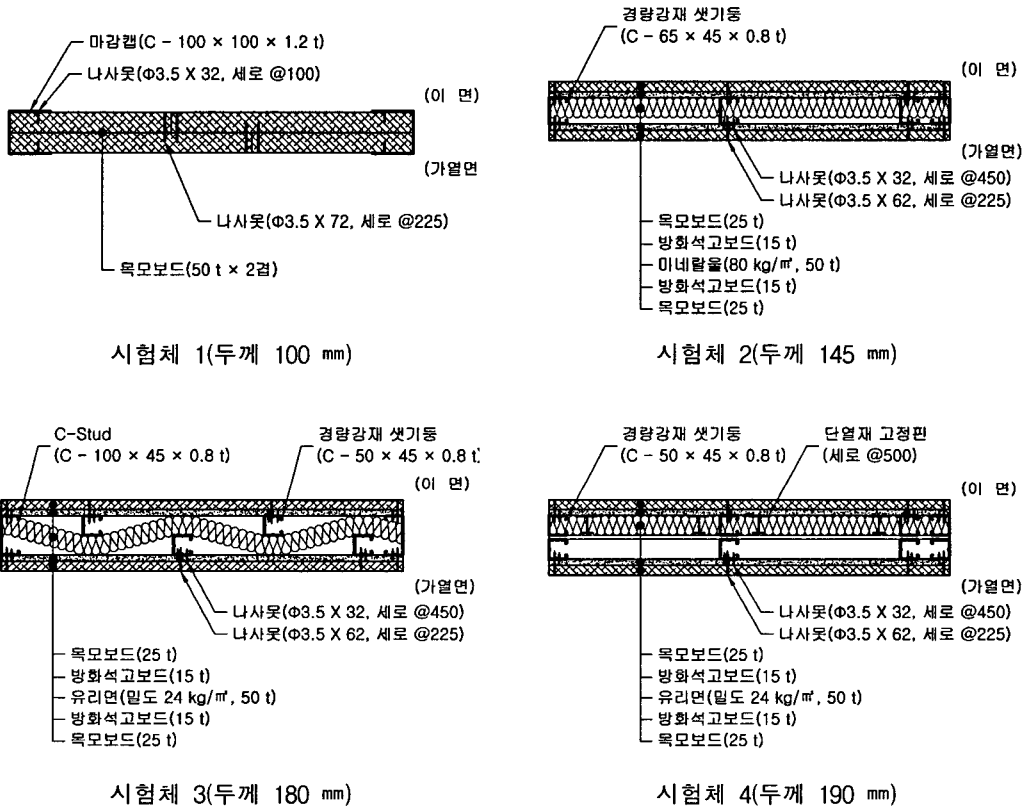


Figure 2. 소형시험체 단면구성

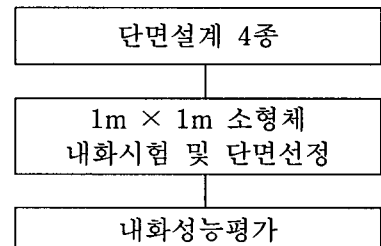
연구의 진행은 각 단면에 대하여 1 m x 1 m 크기의 시험체를 제작하여 내화성능을 확인 후 내화성능이 가장 우수한 단면을 선정 및 개량하여 Table 4에 제시된 내화, 차음, 단열에 대한 시험체를 제작하여 성능을 평가하는 것으로 하였다.

3.2 시험방법

(1) 소형시험

소형시험은 단면선정 시험으로 4종의 시험체를 1m x 1m의 크기로 제작하여 KS F 2257-8(건축 부재의 내화 시험방법-수직 비내력 구획 부재의 성능 조건)의 시험방법을 준용하여 다음과 같은 방법으로 시험을 실시하였다.

- ① 시험체를 시험체틀에 설치하여 수직가열로 전면에 고정하며, KS F 2257-1에서 정한 표준시간가열



- 온도곡선에 의해 성능초과시까지 가열하였다.
- ② 시험중 시험체의 이면에 열전대를 설치하여 평균온도와 최고온도를 측정하며, 시험중 화염발생이나 변형으로 인한 균열게이지 통과여부를 관찰하였다.
 - ③ 성능판정은 KS F 2257-8에서 제시한 화염발생, 균열게이지 관통여부, 이면평균상승온도 140℃ 및 이면최고상승온도 180℃를 초과하는 경우 성능초과로 판정하였다.

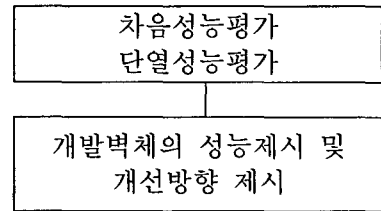


Figure 3. 연구진행

(2) 대형시험

소형시험결과 선정된 단면을 개선하여 내화, 차음, 단열에 대한 시험체를 제작하여 성능을 평가하며, 각 성능별 시험방법은 다음의 Table 5와 같다.

Table 5. 벽체 성능항목 및 관련 기준시험방법

성능항목	시험체 크기	시험방법	성능기준 출처
내화성능	3m × 3m	KS F 2257-8	내화구조의 인정 및 관리기준
차음성능	4m × 2.8m	KS F 2808	벽체의 차음구조 인정 및 관리기준
단열성능	1.5m × 1.5m	KS F 2299	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙

3.3 소형시험체 시험결과

4종의 벽체에 대한 소형가열로를 이용하여 내화성능을 평가한 결과는 다음의 Table 6과 같이 나타났으며, 목모보드만으로 구성된 시험체 1은 36분의 내화성능으로 목모보드 자체만의 내화성능은 취약한 것으로 확인되었다.

시험체 2가 시험체 3에 비하여 두께가 얇음에도 불구하고 내화성능이 더 우수한 것은 유리면보다 미네랄울이 내화성능이 더 우수한 것으로 판단되며, 목모보드도 이면에 위치하여 표면의 열전도를 막아 내화성능의 향상에 기여하는 것으로 판단되었다.

대형시험체는 가열시 변형으로 인한 내화성능의 저하가 예측되므로, 대형시험용 기본 단면으로는 내화성능이 가장 우수한 시험체 4를 기본구조로 선정하였으며, 선정된 시험체 4의 유리면을 미네랄울로 교체하여 시험을 실시하였다.

Table 6. 소형시험체 시험결과

번호	1	2	3	4
두께(mm)	100	145	180	190
내화성능(분)	36	139	131	150
시험 종료시 사진				

3.4 대형시험체 시험결과

예비시험을 통해 선정된 Table 7과 같은 단면으로 구성된 시험체에 대하여 내화, 차음, 단열시험을 모두 실시하였으며 다음과 같은 시험결과를 얻었다.

Table 7. 선정된 벽체의 구성

두께	구조특징	단면구성
190 mm	2중 Stud 구조	목모보드 25t + 석고보드 15t + C-STUD 50t (암면 60K, 50t) + 공간 10t + C-STUD 50t + 석고보드 15t + 목모보드 25t

(1) 내화성능

선정된 벽체를 이용하여 내화성능평가의 결과는 다음의 Table 8과 같이 89분 경과시 시험체의 상부 수평조인트 부분(Figure 4 참조)에서 목모보드가 변색되며 279℃의 온도 상승이 이동열전대에 의해 측정되어 최고상승온도 기준인 180℃를 초과하여 88분의 내화성능을 지닌 벽체로 판정되었다.

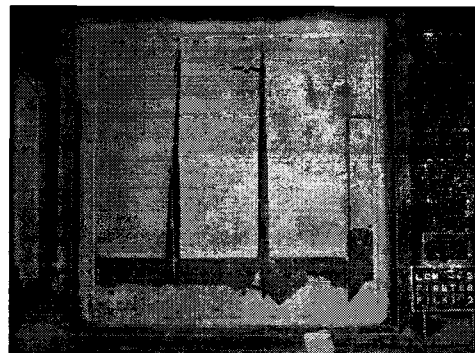
Table 8. 내화시험결과

구 분	시 험 결 과
면패드 적용	개구부 및 화염발생 없음
균열게이지 적용	균열게이지 적용 개구부 발생 없음
이면의 화염발생	화염발생 없음
이면평균 상승온도	63 ℃ / 90분(상승온도/경과시간)
이면최고 상승온도	279 ℃ / 89분(상승온도/경과시간)

Figure 4. 내화시험결과 사진



시험후 이면



시험후 가열면

(2) 차음성능

동일 단면에 대하여 차음시험을 실시한 결과, Table 9와 같이 차음구조지정에서 정하고 있는 값보다 높은 음향감쇄율을 나타내어 차음구조의 성능기준에 만족하는 것으로 나타났다.

Table 9. 차음시험결과

중심주파수(Hz)	측정결과	성능기준	성능기준 출처
125	36.5	30	건설교통부 고시 제1999-393호
500	53.8	45	
2,000	59.8	55	

(3) 단열성능

단열성능 측정을 위해 열관류율을 측정하였으며, 단열시험은 2회를 실시하였다. 1회차의 경우 시험체 조인트부 처리를 하지 않고 시험을 실시하여 전국기준에 미달되는 단열성능을 나타냈으며 이를 개선하여, 2회차에는 석고보드 조인트에 석고퍼티 바름을 통하여 공기유동을 억제후 시험을 실시한 결과는 Table 10과 같으며, 전국적으로 사용가능한 단열성을 지닌 것으로 개선되었다.

Table 10. 단열시험결과

회차	조인트 처리방식	측정결과	성능기준	활용가능지역
1	미처리	0.72	0.47 (W/m ² ·K)	외기에 직접면하는 거실의 벽체(전국)
2	석고퍼티 바름	0.45		

4. 결 론

목모보드의 활용 증대 및 신제품 개발을 위하여 목모보드의 특성시험 및 경량벽체 개발에 대한 연구를 진행중이며, 지금까지의 세대간 경계벽 개발시험에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 목모보드를 이용한 경량벽체 개발을 위하여, 예비시험 및 내화, 차음, 단열 시험을 실시한 결과 3가지 성능을 모두 만족하는 목모보드 경량벽체(안)을 다음과 같이 제안하였다.

개발구조	두께
목모보드 25t + 석고보드 15t + C-STUD 50t (암면 60K, 50t) + 공간 10t + C-STUD 50t + 석고보드 15t + 목모보드 25t ※ 석고보드 조인트는 석고퍼티바름을 실시함.	190 mm

2. 제안된 목모보드 경량벽체(안)의 성능은 다음과 같다.

성능항목	경량벽체(안) 성능			활용범위
내화성능	88 분			1시간 내화구조로 4층 20m 이하의 건축물에 사용가능
차음성능	125Hz	500Hz	2,000Hz	차음구조지정이 가능한 수준
	36.5dB	53.8dB	59.8dB	
단열성능	0.45 W/m ² ·K			전국 거실벽체로 사용가능

향후, 목모보드 경량벽체의 시장확대를 위하여 내화성능 2시간 구조의 개발이 요구되며, 목모보드의 흡음성, 미관, 친환경성을 고려한 용도별 성능기준 설정 및 간막이벽체의 개발이 요구되어진다.

감사의 글

본 논문은 2005년도 산업자원부 공통핵심기술개발사업 과제 지원에 의해 수행되었음.(과제번호 10021304)

참 고 문 헌

1. KS F 2271, “건축물의 내장재료 및 구조의 난연성 시험방법”, 한국표준협회(1998).
2. KS F 2257-8, “건축 부재의 내화 시험 방법 - 수직 비내력 구획 부재의 성능 조건, 한국표준협회(2004).
3. KS F ISO 5660-1. “연소성능시험-열방출, 연기발생, 질량감소율 - 제1부: 열방출율(콘칼로리미터법)”, 한국표준협회(2003).
4. 건설교통부 고시 제 1993-393호, “벽체의 차음구조인정 및 관리기준”
5. 건설교통부령 제 270호, “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”
6. 건설교통부고시 제 2006-476호, “건축물 마감재료의 난연성능기준”, 건설교통부(2006).
7. 윤상천외, 공사주택의 경량벽체 시스템 실용화를 위한 기술개발, 대한주택공사 부설 주택연구소(2001).