

A-10

목재방화문의 내화성능에 관한 실험적 연구

안재홍, 여인환*, 인기호**, 민병렬***
한국건설기술연구원 건설방재시험연구센터

An Experimental Study on Fire Resistance Performance of the Wood Fire Door

Jae Hong An, In Hwan Yeo, Ki Ho In, Byung Yeol Min
Korea Institute of Construction Technology, Fire Test and Research Center

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건축물에 시공되는 방화문은 대부분 강재 또는 방화유리로 되어 있어 외관 및 재질의 변화가 극히 제한적이거나, 목재방화문은 외관상 미려하고 친환경 자재가 가지는 장점을 바탕으로 점차 사용이 늘어나는 추세⁴⁾이다. 그러나, 현재의 목재방화문의 경우 대부분 광물질 소재의 심재(心材)를 사용하고 있어 전체적인 문의 무게가 증가하며, 분진발생으로 인한 문제가 야기될 수 있다.

본 연구에서는 건축물의 방화구획을 구성하는 요소⁵⁾로서 방화문이 가지는 화재안전성 뿐만 아니라 가볍고 친환경적인 방화문 개발을 위한 대안으로 광물질 소재의 심재 대신 가볍고 분진발생의 우려가 적은 내화보강재를 사용한 목재방화문의 화재안전성을 평가하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 내화보강재인 난연보드, 발포성 난연시트 및 난연도료와 질석을 이용한 충전재를 사용한 목재방화문의 화재안전성을 평가하기 위하여, 내화성능시험을 실시하였다. 시험을 통하여 건축법상 방화문의 성능기준³⁾인 차염성에 대하여 고찰하였으며, 화재시 이면의 화염 확산 방지에 필요한 차열성을 평가하여 그 측정 결과를 기술하였다.

2. 내화시험

2.1 시험체 계획

목재방화문에 대하여 30분의 차염성 및 차열성을 확보하기 위한 방안으로 4가지의 대안을 설정하여 시험을 진행하였다. 각각의 대안은 Table 1에서 보는 바와 같이 1) 문 양측 마감면에 섬유질 난연보드 사용, 2) 심재로 질석계 충전재 사용, 3) 문 마감면에 발포성 시트 보강, 4) 프레임(Frame) 및 문 양측 마감면에 발포성 난연도료를 사용하였다.

Table 1. 시험체 일람표

시험체명	내화보강재	보강재 두께	보강위치
WFD-1	난연보드	6 mm	문의 양쪽 마감면
WFD-2	질석계 충전재	-	프레임(Frame) 사이 충전
WFD-3	발포성 난연시트	2 mm	문 안쪽 프레임(Frame)
WFD-4	발포성 난연도료	2 mm	프레임(Frame), 문 안쪽 마감면

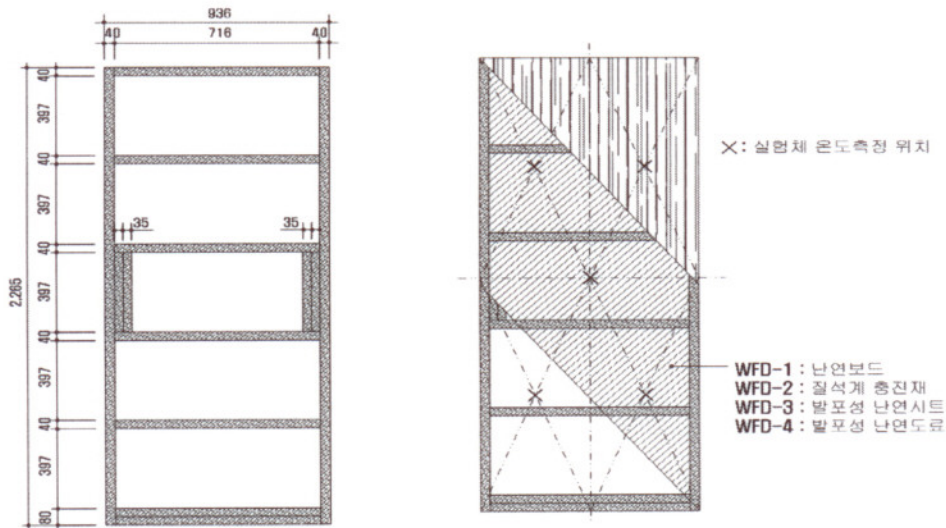


Figure 1. WFD(Wood Fire Door) 시험체 구성

2.2 내화시험 및 온도측정

내화시험은 KS F 2268-1(방화문의 내화시험방법)¹⁾ 및 KS F 2257-1(건축구조부재의 내화시험방법)²⁾의 표준시간-가열온도 곡선에 따라 실시하였으며, 시험체 비가열면의 차열성 및 차열성을 측정하였다. 가로, 세로 각 3m의 시험체 틀에 목재방화문을 설치하고 문 주위는 벽돌을 쌓아 벽체를 구성하여 내화시험을 실시하였다.

관련 시험규격에 따라 모든 시험체의 차열성은 10초이상 화염이 비가열면에 지속적으로 발생하였는지 여부를 확인하였으며, 차열성은 시험체 비가열면 다섯 부위에 동판 직경 12mm의 K-type 이면열전대를 부착하여 온도값을 측정하였다. 시험체 비가열면 온도측정 위치는 Figure 1에서 보는 바와 같이 시험체의 중앙점 및 방화문의 4분할면 중앙 위치에서 측정하였다.

3. 시험결과 및 고찰

목재방화문 내화성능시험결과 차열성은 각 대안별로 17분에서 35분 사이의 성능분포를 보였으며, WFD-1, WFD-3, WFD-4 시험체의 비가열면 온도를 측정한 결과 동일 방화문에서 각 측정위치에 따른 온도의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 시험 종료 직전까지 측정한 비가열면 온도값은 106℃에서 199℃사이의 결과를 나타냈다.

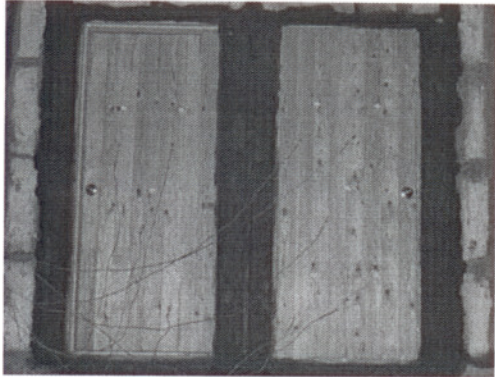


Figure 2. 시험체 설치 모습

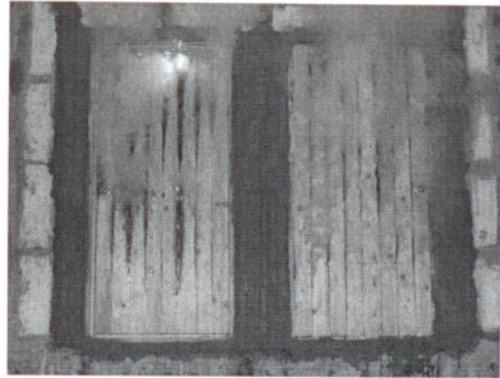


Figure 3. 시험체 화염 발생 모습

3.1 차열성능 고찰

시험체의 차열성능은 비가열면으로 10초 이상의 지속적으로 화염이 발생하였는지에 대한 성능³⁾으로, 시험 결과는 Table 2에 정리하였다. 6mm 난연보드를 문의 양측면에 부착한 WFD-1 시험체는 17분의 차열성을 보여 내화성능이 가장 취약한 것으로 나타났으며, 무기질계 질석을 포함한 충전재를 사용한 WFD-2 시험체는 35분의 차열성을 보여 가장 우수한 것으로 나타났다. 발포성 난연시트와 난연도료를 사용한 WFD-3, WFD-4 시험체의 경우 발포가 시작되면서 시험체 골구(Frame) 사이의 공간에 발포층이 형성되어 약 30분 정도의 차열성을 가진 것으로 나타났다.

Table 2. 목재방화문 차열성 결과

시험체 명	WFD-1	WFD-2	WFD-3	WFD-4
차열성 결과	17분	35분	29분	33분

3.2 차열성능 고찰

WFD-1 시험체의 경우 화염이 관통한 17분에 비가열면 온도값이 199℃로 측정되었으며, WFD-3 시험체는 29분에 시험체 상부에서 최고온도 133℃를 나타냈다. 발포성 난연도료를 사용한 WFD-4 시험체는 측정위치 모두에서 균일한 온도상승을 보이면서 33분에 최고온도 106℃가 측정되었다. WFD-1 시험체를 제외하고는 방화문 내화시험방법에서 규정한 차열성 기준인 최고온도 180℃를 넘지 않는 것으로 나타나 철재방화문 및 유리방화문 등과 비교했을 때 차열성능에서 매우 유리한 것으로 사료된다.

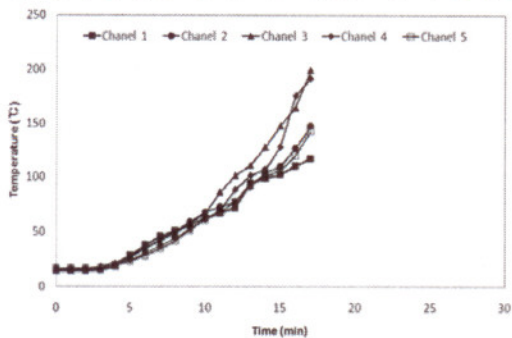


Figure 4. WFD-1 시간-온도 측정결과

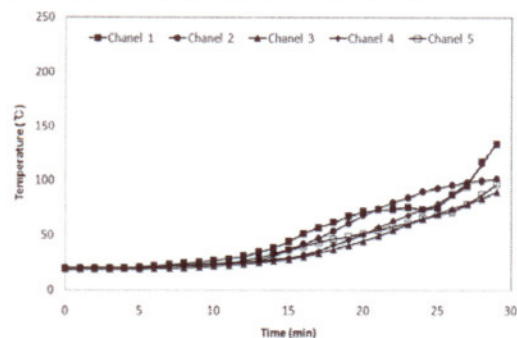


Figure 5. WFD-3 시간-온도 측정결과

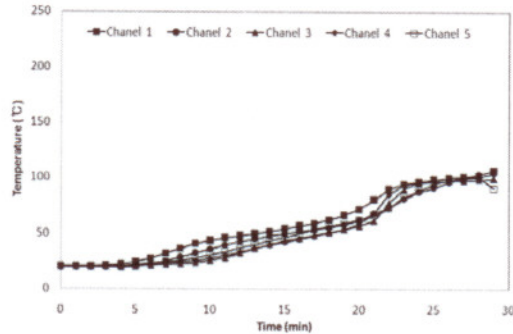


Figure 6. WFD-4 시간-온도 측정결과

비가열면 온도측정 위치별 시험 결과를 보면, 측정위치별로 비교적 균일한 온도상승을 나타내고 있어, 이 중 시험체 중앙에 위치한 Chanel 3번에 대한 시간-온도 측정결과를 Figure 7에 정리하였다. 난연보드를 사용한 경우, 시험시간에 비례하여 비가열면 온도상승이 다른 시험체에 비해 급격하게 진행된 것으로 나타났으며, 발포성 난연시트 및 난연도료를 보강한 시험체의 경우 완만한 온도상승을 보이고 있다. 이는 발포성 보강재가 발포층을 형성하면서 일정시간 동안 차열성능을 유지한 것으로 사료된다.

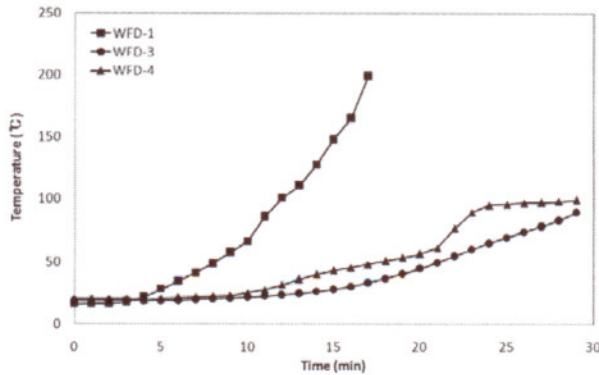


Figure 7. 시험체 중앙부(Chanel 3) 시간-온도 측정결과

발포성 난연시트를 보강한 WFD-3 시험체의 경우 난연시트의 탈락은 이루어 지지 않았으나, 비가열면에 복사열이 전달되면서 온도 상승 및 화염발생이 이루어진 것으로 나타났다. 발포성 난연도료를 사용한 WFD-4 시험체의 경우, 22분경에 화염과 압력에 의해 발포층이 손상되면서 온도 상승이 일부 구간에서 급격히 이루어진 것으로 나타났다. 따라서 발포성 난연도료를 사용한 경우 발포층이 유지될 수 있다면 30분 이상의 내화성능을 충분히 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

분진의 발생이 우려되는 광물질 소재의 심재를 대신한 난연보드, 질석계 난연충진재, 발포성 난연시트 및 난연도료를 보강하여 제작한 목재방화문의 내화시험 결과는 아래와 같다.

첫째, 건축법상 방화문의 성능기준³⁾인 차열성에 대하여 보강재 종류에 따라 17분에서 35분까지의 성능을 보였으며, 이 중 난연보드를 보강한 경우를 제외하고는 30분 을 종방화문의 성능을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, 방화문의 이면온도를 측정하여 차열성을 시험한 결과 난연보드 사용 시험체가 최고온도 199℃를 보였으며, 발포성 난연시트 및 난연도료를 사용한 경우는 비가열면 온도가 방화문의 차열성기준¹⁾인 최고온도 180℃를 만족하는 106℃~133℃로 측정되어 차열성능을 가진 을종방화문으로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

셋째, 친환경소재인 원목을 사용함으로써 외관상 미려하고 경량(輕量)의 목재방화문 으로서 차열 30분 성능의 을종방화문의 개발이 가능한 것으로 확인되었으며, 발포성 난 연도료 및 난연시트를 위주로 하여 발포층을 유지할 수 있다면 60분 성능의 차열방화 문도 개발 가능할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 한국산업규격 KS F 2268-1(방화문의 내화시험방법), (2006)
2. 한국산업규격 KS F 2257-1(건축구조부재의 내화시험방법), (2005)
3. 건설교통부고시 제2005-232호 「자동방화셔터 및 방화문의 기준」, (2005)
4. 월간 창호기술 137호 기획기사,(2006)
5. 권영진, 김찬영, 문종욱, 백민호, 이수경, 홍순강, “건축과 화재”, pp262~264, 도서출판 동화기술, (2006)