

## 축소실험을 통한 내화시험에 관한 연구

문성웅 · 전준표\* · 이동호\*\*

인천대학교 대학원 안전공학과, 한국건설기술연구원 화재안전연구실\*,  
인천대학교 소방방재연구센터\*\*

### A Study on Fire Resistance Using The Scale Experiments

Moon, Sung Woong · Jeon, Jun Pyo\* · Rie, Dong Ho\*\*

Graduate School of Safety Engineering, University of Incheon,  
Fire Safety Research Division, Korea Institute of Construction Technology\*,  
Fire Disaster Prevention Research Center, University of Incheon\*\*

#### 요 약

국내에서는 방화구획을 설정하여 화재 확산 방지 및 재실자의 대피 시간을 확보하고 있다. 방화구획에 설치되는 방화문은 방화문의 내화시험방법(KS F 2268-1)에 따라 시험을 거쳐 성적서를 발급 받은 제품에 대해 설치하도록 의무화 하고 있다. 그러나 본 시험 방법은 시험체 제작, 설치 및 의뢰시험비용 등 상당한 비용이 소요될 뿐 아니라 제작, 설치, 시험에 소요되는 시간 또한 길다. 축소실험장치는 목재방화문 개발 중 재료의 내화성능을 평가할 장치로 개발되었으며, 표준시간-가열 온도곡선을 상회하는 가열실험을 통해 재료의 내화성능 결과를 얻을 수 있다. 본 실험에서는 난연 또는 불연성능이 뛰어난 재료를 대상으로 실험하였으며, 그 결과 난연목재는 5분, 마그네슘보드와 내화 직물원단은 60분의 내화성능을 갖춘 것으로 확인 되었다. 이 결과를 토대로 방화문의 내화시험방법과 상관성을 도출하여 목재방화문 개발의 지표로 활용 가능하게 되었다

#### 1. 서 론

현대사회는 기술의 발전으로 인한 고층 건축물들이 등장하였다. 이에 사용되는 건축 자재들이 다양화됨에 따라 화재 발생 시 유독가스생성 및 빠른 화재 확산으로 이어질 수 있다. 이러한 화재위험을 최소화하기 위하여 ISO를 비롯한 NFPA, UL, BS, DIN 등 각 나라별 지침을 마련하고 있다. 국내의 화재실험 방법으로는 한국산업규격에서 규정한 KS F 2257을 통하여 화재성능을 확인하여 건축구조물의 화재예방에 최선을 다하였으며, 1999년 국제규격 ISO 834-1에 따라 2000년도에 KS F 2257-1:(건축 부재의 내화 시험 방법-일반 요구 사항)이 제정되어 현재까지 구조물의 화재성능을 확인하고 있다. 또한 건축법에서는 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙을 통해 내화구조 및 방화구조, 내장

재료 등 각종 구조에 대하여 규정하여 화재로부터 피해를 최소화하기 위해 심혈을 기울이고 있다

이에 본 연구에서는 방화문 개발에 필요한 재료의 내화성능평가를 보다 쉽게 얻을 수 있도록 재료의 내화성능 실험을 단순화 한 실험장치를 제작하여 방화문 개발에 편의를 제공하고자 한다.

## 2. 실험개요 및 방법

본 연구에 사용된 실험장치는 방화문의 내화시험방법의 축소내화 실험 장치이다.

본 실험장치는 고온용 도가니타입 내화시험 장치로서 사면의 발열체는 Kanthal A-1 열선을 포밍하여 세라믹 보드에 설치하였으며, 내부 단열체는 Ceramic Fiber Board 1260을 사용하였다. 또한 5개의 열전대를 설치하여 이면 온도를 측정할 수 있도록 제작 되었다.

축소내화실험은 사면에서 발생하는 복사열과 대류열을 통해 300×300mm 의 시험체에 지정된 온도곡선에 따라 가열하도록 설계되었다. 축소내화실험은 표준온도곡선을 1.05배 이상 상회하도록 설계 하여 가혹한 환경에서의 실험결과를 통해 내화성능을 향상시켰다.

본 실험장치는 균등하게 배치된 열전대를 통한 실시간 이면 온도 측정이 가능하며, 이면에서의 화염 발생 여부, 시험체의 균열 및 개구부 등의 생성을 확인할 수 있어 재료의 차염성과 차열성능의 평가가 가능하다.

본 연구는 난연 또는 불연성능이 뛰어나며, 기존 방화문 내장재를 대체하기 위한 경량화 제품을 대상으로 실시되었다. 난연처리를 한 합판과 허니컴 종이는 공통 재료로 사용하였으며, 기존 목재방화문에 보편적으로 사용되고 있는 마그네슘보드, 직물 방화원단을 독립변수로 사용하였다. 시험체의 크기는 300×300×1-70mm로 제한되었으며, KS F 2268-1의 기준에 따라 평가 되었다.

## 3. 실험 결과

본 연구에서는 방화문의 내화시험방법의 축소 내화장치를 활용하여 난연 처리한 합판, 직물 방화원단 및 마그네슘 보드에 대한 차염성과 차열성에 대한 평가를 진행하였다.

### 3.1 마그네슘 보드의 내화성능 실험

재료의 내화성능 실험을 위해 난연 목재와 난연 종이허니컴의 내화성능실험이 실시되었다. A 조건의 시간별 열전대의 온도 변화를 그림 1에 정리하였다.

실험 시작 직후 다량의 연기가 발생하였으며, 상부 목재가 4분 이후 탄화되기 시작, 6분에 관통하는 개구부가 발생하여 실험이 종료되었다.

### 3.2 마그네슘 보드의 내화성능 실험

목재방화문에 사용되는 마그네슘 보드의 내화성능 평가를 위해 목재와 내장재의 기본

조합에 마그네슘 보드를 삽입하였다. 이러한 B 조건의 시간별 열전대의 온도 변화는 그림 2와 같이 나타났다.

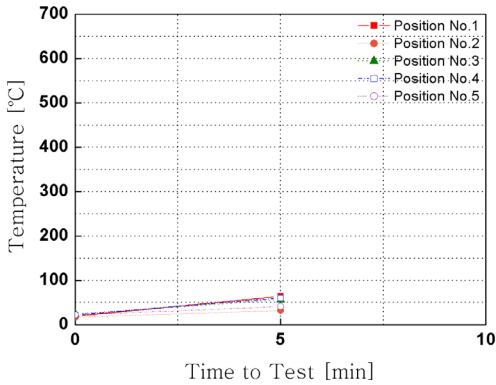


그림 1. Result of the Case A.

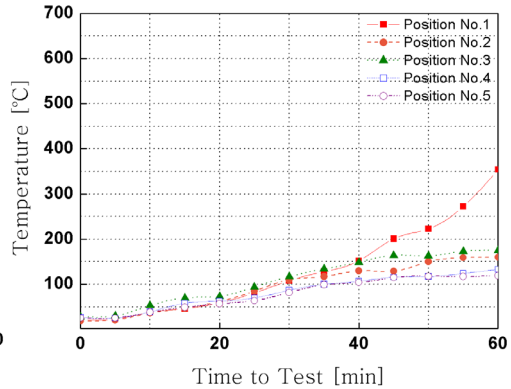


그림 2. Result of the Case B.

5개의 열전대 중 1번 열전대가 40분 이후 180°C를 넘어 차열성능은 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 40분 이후 1번 열전대 온도 상승이 높게 나타나는 특징을 확인하였으며, 이는 실험 종료 후 마그네슘 보드를 관찰한 결과, 마그네슘 보드의 산화로 인해 보드 두께가 얇아져 차열 성능이 저하된 것으로 확인되었다. 상부목재는 실험 시작 25분 이후부터 탄화되기 시작하였으며 실험 종료 시 100mm 가량의 개구부가 확인되었다. 또한 하부 목재는 완전 연소되었고, 하부 마그네슘 보드는 산화되어 3cm의 보드가 0.5cm 가량 남아 있었다. 그러나 개구부는 발생하지 않았다. 상, 하부 마그네슘 보드에 관통하는 개구부나 균열이 발생하지 않아 내화성능을 만족하는 것으로 나타났다.

### 3.3 내화 직물원단의 내화성능 실험

내화성능을 갖춘 직물원단은 두께가 얇고 차열성능이 뛰어난 장점을 활용할 수 있을 것으로 판단하여 목재와 허니컴의 기본 조합에 삽입하여 실험을 실시하였다. C 조건의 시간별 열전대의 온도 변화는 그림 3과 같이 나타났다.

상부 목재는 실험 시작 12분 이후 탄화되어 개구부가 발생하기 시작하였으며, 20분 이후 완전히 탄화되어 탈락되었다. 5개의 열전대 모두 10~20분 사이에 180°C를 넘어 차열성능은 만족하지 못하는 것으로 확인되었다. 시험편은 내화 직물원단을 제외한 재료들이 대부분 연소되었으나 상, 하부 직물원단 모두 개구부가 발생하지 않아 내화성능을 만족하는 것으로 나타났다.

### 3.4 마그네슘 보드와 내화 직물원단의 혼합사용에 따른 내화성능 실험

B 조건과 C 조건을 통해 그 특성을 살펴 본 재료들을 혼합하여 사용하였을 경우의 특

성을 알아보려고 하여 실험을 수행하였다. D 조건의 시간별 열전대의 온도 변화는 그림 4와같이 나타났다.

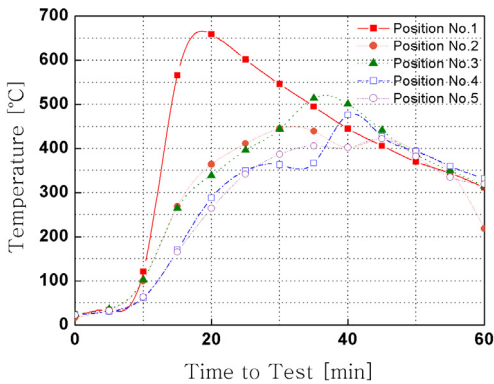


그림 3. Result of the Case C.

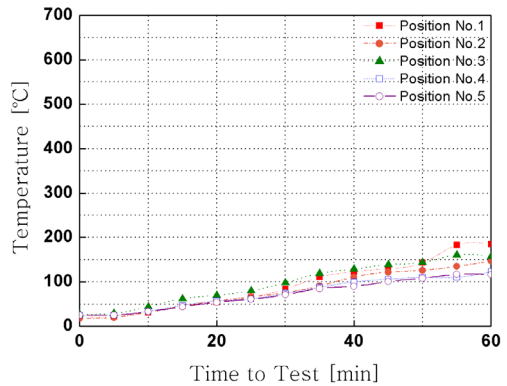


그림 4. Result of the Case D.

5개의 열전대 중 1번 열전대가 50분 이후 180°C를 넘어 차열성능은 만족하지 못하는 것으로 확인되었다. 상부 목재는 실험 시작 30분 이후부터 탄화되기 시작하였으나 실험 종료 시까지 탈락되지 않았다. 또한 하부 목재는 완전 연소되었으나, 내화 직물원단, 마그네슘보드는 개구부 발생, 이상이 없었으며, 난연 허니컴 또한 대부분의 형상을 유지하고 있어 내화성능을 만족하는 것으로 확인되었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 방화문의 내화시험방법(KS F 2268-1)의 축소내화 실험을 위한 간이실험장치를 제작, 방화문 시험편을 제작하여 실험을 진행하여 기존에 제시된 기준을 통해 성능을 평가 하였다. 또한 실험결과를 바탕으로 수집된 열전대의 온도 및 육안으로 관찰한 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

목재와 종이는 난연 처리를 통해 화염이 발생하지 않더라도 탄화로 인한 개구부가 발생하여 내화실험 6분만에 실험이 종료되었다. 직물방화원단은 10분만에 차열성 기준을 만족하지 못한 것으로 나타났으나, 60분 차열성능은 만족하여 목재방화문 재료로 사용이 가능한 것으로 나타났으며, 마그네슘보드는 40분의 차열성능과 60분의 차열성능이 나타났다. 본 결론을 바탕으로 추후 목재방화문 개발의 지표로 활용하게 될 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. KS F 2257-1 (2005). “건축 부재의 내화 시험 방법-일반 요구 사항”, 한국표준협회.
2. KS F 2268-1 (2006). “방화문의 내화시험방법”, 한국표준협회.
3. 전준표, 전수민, 조남욱, 인기호, 이동호 (2010). “방화문의 성능기준 개선방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회, 추계학술논문발표회 논문집, pp. 3-6.