

난연제 함침 방법에 따른 목재의 난연성능 평가

문성웅 · 임경범* · 이동호**

인천대학교 대학원 안전공학과, 혜천대학 소방안전관리과*,
인천대학교 소방방재연구센터**

A Study on the Fire Prevention Performance Evaluation of the Wood impregnated with flame retardant

Moon, Sung Woong · Lim, Kyung Bum* · Rie, Dong Ho**

Graduate School of Safety Engineering, University of Incheon

Dept. of Fire & Safety Management, Hyecheon University*

Fire Disaster Prevention Research Center, University of Incheon**

요 약

건축물의 밀집화로 인해 화재 확산으로 인한 피해를 막기 위한 연구는 꾸준히 진행되었다. 이에 방화구획이 도입 되었으며 이 중 방화문은 화염과 연기 전파를 차단하는 문의 역할을 한다. 본 연구에서는 목재방화문에 사용되는 목재의 난연제 처리에 따른 난연 성능을 평가하였다. 실험 결과, 0.7kgf/cm² 진공압력 내에서 30분간의 함침 처리를 통해 난연 성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

1. 서 론

건물의 고층화 및 밀집화로 인한 화재시 열이나 연기의 급속한 확산으로 인명 및 재산의 피해가 급증하고 있는 추세로 건축물의 내화성능에 대한 높여주는 건축내장재의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이 중 목재(木材)는 가공이 쉽고 비중에 비해 충격에 강하며, 열팽창이 적고 부드러운 질감과 따뜻한 촉감으로 인해 오래 전부터 중요한 건축재료로 사용되고 있다. 그러나 목재는 화재에 취약해 대형 화재의 원인이 되기도 하였다. 특히 국내에서는 승례문 화재로 인해 목재의 방염 및 난연 처리에 대한 관심이 높아졌으며 이에 대한 연구도 다각도로 진행되고 있는 실정이다.(S.V. Soburs, 1999, G. Dobebe, 2007).

이에 본 연구에서는 주거지역의 실내 문에 많이 사용되는 목재를 선정하여 연소 실험을 진행하였으며, 목재나 종이, 직물 등에 사용되는 인계 난연제 처리방법에 따른 목재의 난연 성능을 비교하여 친환경소재용 목재방화문의 개발을 위해 수행되었다.

2. 실험개요 및 방법

2.1 시험편 선정 및 제작 방법

본 연구에 사용된 시험편은 목재방화문용 재료로 사용가능한 합판, 방수합판 및 MDF를 대상으로 하였다. 선행 연구를 통해 목재의 난연 처리는 70시간의 함침보다 진공 상태에서 1시간의 함침이 더 효율적이라는 것이 나타났다.(Sung-Woong Moon, 2010) 이에 본 연구에서는 목재의 진공처리 시간에 따른 난연성능을 분석하고자 한다. 모든 시험편은 100×100mm의 크기로 제작되었으며 콘칼로리미터를 사용한 열방출률 분석이 시행되었다.

목재 함침 시 진공 데시케이터를 활용하였으며, 항온항습실기를 사용하여 실험실 내 온도는 23℃ 습도는 50%로 일정하게 유지 되어, 외부 환경에 따른 오차가 발생하지 않도록 하였으며, 함침 진공압은 0.7kgf/cm²으로 설정하였다.

실험에 사용된 재료는 함침 시간별로 분류하여 실험이 진행되었으며, A 조건은 난연처리를 하지 않은 목재, B 조건은 5분간 진공 함침한 목재, C 조건은 10분간 진공 함침한 목재, D 조건은 30분간 진공 함침한 목재, E 조건은 60분간 진공 함침한 목재, F 조건은 120분간 진공 함침한 목재를 제작하여 총 6개의 시험편에 대한 난연성능 분석이 진행되었다.

2.2 시험편 선정 및 제작 방법

본 실험은 난연 처리에 따른 목재의 열방출률을 분석하기 위해 ISO 5660-1:2003 시험 방법을 기준으로 제작된 콘칼로리미터(Cone Calorimeter 2006, Festec International Co., Ltd.)를 활용하여 난연처리 조건에 따른 시험편의 열방출률, 착화시간 등의 측정을 통해 목재의 난연성능을 평가하였다.

열에 의한 목재의 휨 현상은 목재와 히터와의 간격을 변형시켜 정확한 열유량을 전달할 수 없어 그리드를 사용하여 시험편을 고정시켰다.

3. 실험 결과

본 연구는 실내 문으로 사용되고 있는 으며, 그 결과는 다음과 같이 나타났다.

3.1 목재의 열방출률 분석 결과

목재의 난연처리에 따른 열방출률을 Figure 1-3에 나타냈다.

그림 1은 합판의 난연처리 조건에 따른 열방출률을 나타낸다.

그림 1에 나타난 바와 같이 A 조건은 40초에 착화되었고, 열방출률은 평균 82.05kW/m²로 나타났다. 최대치는 95초에 129.52kW/m²가 발생하는 것으로 분석되었다. A 조건을 제외한 모든 조건의 열방출률은 지속적으로 증가하였으며, 모든 시험편은 착화되지 않았다. B 조건의 시험편의 최대 열방출률은 19.69kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 7.18MJ/m²

으로 나타났다. C 조건의 시험편의 최대 열방출률은 59.21kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 17.51MJ/m²로 나타나 함침한 합판 중 가장 높게 나타났다. D 조건의 시험편의 최대 열방출률은 14.97kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 7.18MJ/m²로 나타났다. E 조건의 시험편의 최대 열방출률은 9.41kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 2.77MJ/m²로 나타났다. F 조건의 시험편의 최대 열방출률은 11.20kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 3.13MJ/m²로 나타났다.

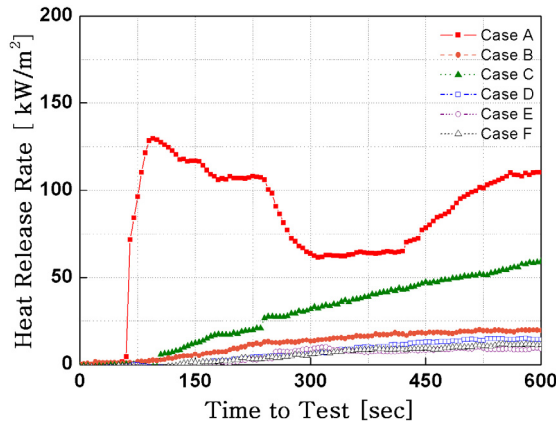


그림 1. Heat release rate (Plywood).

그림 2는 함침의 난연처리 조건에 따른 열방출률을 나타낸다.

그림 2에 나타난 바와 같이 A 조건은 28초에 착화되었고, 열방출률은 평균 87.12kW/m²로 나타났다. 최대치는 75초에 166.29kW/m²가 발하는 것으로 분석되었다. A 조건을 제외한 모든 조건의 열방출률은 지속적으로 증가하였으며, 모든 시험편은 착화되지 않았다. B 조건의 시험편의 최대 열방출률은 31.34kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 12.49MJ/m²로 나타났다. C 조건의 시험편의 최대 열방출률은 22.06kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 9.40MJ/m²로 나타나 함침한 MDF 중 가장 높게 나타났다. D 조건의 시험편의 최대 열방출률은 22.26kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 6.88MJ/m²로 나타났다. E 조건의 시험편의 최대 열방출률은 3.85kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 6.63MJ/m²로 나타났다. F 조건의 시험편의 최대 열방출률은 26.31kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 9.26MJ/m²로 나타났다.

그림 3은 난연처리 조건에 따른 열방출률을 나타낸다.

그림 3에 나타난 바와 같이 A 조건은 37초에 착화되었고, 열방출률은 평균 83.64kW/m²로 나타났다. 최대치는 105초에 143.83kW/m²가 발생하는 것으로 분석되었다. A 조건을 제외한 모든 조건의 열방출률은 지속적으로 증가하였다. A 조건과 C 조건을 제외한 다른 시험편은 착화되지 않았다. B 조건의 시험편의 최대 열방출률은 34.74kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 11.70MJ/m²로 나타났다. C 조건의 시험편의 최대 열방출률은 89.44kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 17.64MJ/m²로 나타나 함침한 방수합판 중 가장 높게 나타났다. D 조건의 시험편의 최대 열방출률은 14.09kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 3.95MJ/m²로 나타났다. E 조건의 시험편의 최대 열방출률은 13.95kW/m²로 나타났으며,

총 열방출량은 4.54MJ/m²으로 나타났다. F 조건의 시험편의 최대 열방출률은 15.67kW/m²로 나타났으며, 총 열방출량은 4.83MJ/m²으로 나타났다.

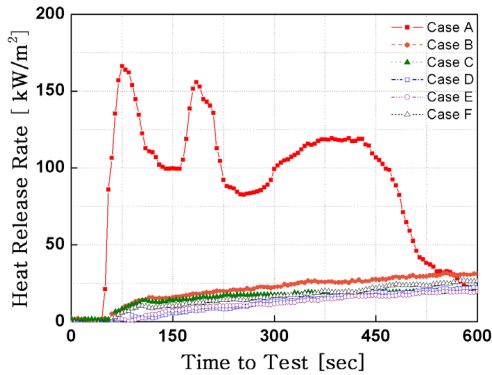


Figure 2. Heat release rate (MDF).

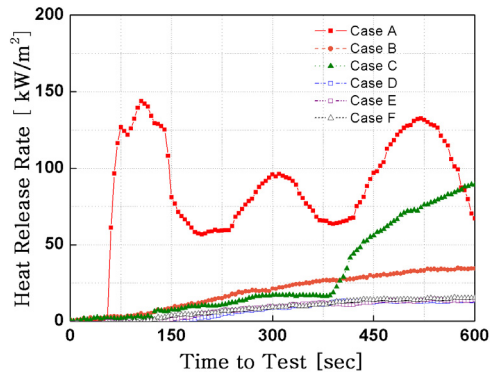


Figure 3. Heat release rate (Waterproof Plywood).

3. 결 론

난연제 함침에 따른 목재의 난연성능을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인계 난연제의 진공함침은 합판의 열방출률을 최대 94.4%, MDF의 열방출률을 최대 87.5%, 방수합판의 열방출률을 최대 91.0% 감소시키는 것으로 나타났다.
2. KS F 2271의 평가 방법에 따라 난연 성능을 확보하기 위해서는 합판, MDF, 방수합판 모두 30분 이상의 처리가 필요한 것으로 나타났다.
3. 인계 진공함침 처리는 한 시험편을 제외한 14 종의 시험편의 착화를 방지하여 목재 난연효과가 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. S.V. Soburs (1999). "Building Materials and Construction Fire Protection", Spectehnika, Moscow, p. 106.
2. G. Dobe, I. Urbanovich, A. Zhurins, V. Kampars, D. Meier (2007). "Application of analytical pyrolysis for wood fire protection control", Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 79, pp. 47-51.
3. Sung-Woong Moon, Kyung-Bum Lim, Dong-Ho Rie (2010). "A STUDY ON INCOMBUSTIBILITY OF AN ECO-FRIEDNLY WOOD FIRE DOOR", WCOGI.
4. KSFISO 5660-1 "연소성능시험 - 열방출, 연기발생, 질량감소율 - 제1부 : 열방출률(콘칼로리미터법)".