

## 단청목재의 방염특성에 관한 연구

김인범 · 현 성호

경민대학 소방행정과

### A Study on Flame Retardant Characteristics of Wood Finished with Painting

Kim, In Beom · Hyun, Seong Ho

Dept. Fire Protection Administration, Kyungmin College

#### Abstract

This study was carried out to investigate the flame retardant characteristics of wood finished with painting by followed in exposure conditions and flame retardant application method. According to painting types and flame retardant application methods salting occurrences undergoing an influence about the wood finished painting, confirmed. And influence to flame retardant characteristics of exposure condition on large scale not to be and occurrence quantity of the combustion gas undergone and influence In application method of flame trrtardant.

#### 1. 서 론

목조 문화재나 목조 건축물 등에 사용되어지는 목재는 화재 시에 발생하는 대류열과 복사열로 인해 가열되면 분해되어 가연성 가스를 배출하고 외부 화염에 의해 연소가 진행되어지기 때문에 화재로 인한 소실 위험성을 줄이기 위한 방법으로 방염액이 적용되고 있다. 방염액이 적용됨으로서 목재는 점화가 지연되어지고 열방출과 화염전파속도가 감소되는 효과를 얻을 수 있는데 주로 사용되어지는 방염액으로는 인화합물계, 질소화합물계, 붕소화합물계 등이 있으며 이러한 방염액은 약제를 단독 또는 혼합하여 목재에 주입, 도포 또는 함침 등의 방법을 적용하여 사용하며 각각의 처리방법에 따라 여러 가지 장단점을 나타내고 있다. 특히, 목조 문화재나 사찰 등의 목조 건축물의 경우에는 목재가 건조시의 균열이나 해충 등의 침해를 방지하고 외관상의 미를 표현하기 위해 단청을 칠하여 사용하는데 이렇게 단청이 채색되어진 목재에 대해 방염액을 적용하였을 때 단청과 방염액의 상호작용으로 인해 단청 표면에 백화현상 또는 염석(salting)현상이라고 불리는 방염성분 약제의 석출현상이 발생할 수 있다. 이러한 염석현상이 반복되어질 경우 방염의 내구성 및 단청도료의 변색 및 변질을 가져올 수 있기 때문에 단청목재에 대한 방염액의 선택과 적

용방법 및 영향조건 등을 파악하여 그 상관관계를 이해하는 것이 중요한 문제라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 단청이 채색되어진 육송 목재시편에 대해 방염액을 도포 또는 함침시킨 후 기후 변화와 외부 및 내부환경에 노출시켰을 때의 단청목재의 변화를 2개월간에 걸쳐 파악하고 여기에서 얻어진 실험시료에 대한 방염성능을 비교하여 보았고, 연소시켰을 때 발생하는 연소가스들의 종류 및 양을 측정하여 단청목재의 방염특성을 비교해 보고자 하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서 사용되어진 재료는 가로 20 cm×세로 25 cm×두께 1 cm 의 육송을 사용하였으며 그 한 쪽 면에 석간주(빨강), 장단(오렌지), 양청(파랑), 하엽(초록), 황색(노랑), 먹색(검정)의 6가지 색깔의 단청을 도색하였으며 사용되어진 방염액은 인 화합물계 방염액을 사용하였다.

### 2.1 내후성 실험

단청이 채색되어진 목재에 대해 방염액을 적용하였을 때 염색현상(백화현상)의 발생가능성을 파악하기 위해 적용하는 방법으로 본 연구에서는 단청 및 방염액이 적용되어진 시료에 대해 옥내 또는 옥외의 환경에 노출시켰을 때 나타나는 색상 변화 및 외적인 변화를 2개월간에 걸쳐 조사하였는데 적용되어진 시료에 대한 조건을 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험에 사용된 시료 및 실험조건

시료	노출조건	방염액 적용방법
A	실외, 햇빛·비에 직접 노출	도포
B	실외, 햇빛·비에 간접 노출	도포
C	실외, 햇빛·비에 간접 노출	고압함침
D	실내, 햇빛·비에 노출시키지 않음	

### 2.2 방염성능

방염처리된 단청목재의 방염성능은 방염성능 기준 KOFEIS 1001에 근거한 45°연소시험 방법에 의해 진행하여 잔염시간, 잔신시간, 탄화면적 및 탄화길이에 대해 측정하였으며 일반 목재와의 비교를 위해 일반 육송목재(sample E)에 대해서도 방염성능실험은 진행하여 위의 내후성테스트 시료와 비교하여 보았다 .

### 2.3 연소가스 측정

방염처리되어진 단청목재가 연소할 때 발생되어지는 연소가스에 대한 분석실험을 NES 713(Naval Engineering Standard 713)방법에 의해 진행하여 유독성의 정도를 비교분석해 보았는데 NES 713 방법에 의해 테스트 챔버와 시료를 준비하여 실험하였으며 가스측정

은 가스검지관을 테스트 챔버 내에 삽입하여 분석하였고 가스분석장치인 GA-21plus (Madur Co. 오스트리아)를 이용하였다. 독성의 측정방법은 일정량의 시료를 공기가 공급되는 상황에서 연소시켰을 때 GA-21plus 가스분석기와 가스검지관을 사용하여 측정된 양을 시료 100g에 대한 유독가스 발생으로 환산하여 나타내었으며 방염성능 실험 때와 마찬가지로 일반육송목재시료(sample E)에 대해서도 연소가스의 발생량을 측정하여 그 유독성 여부를 비교하여 보았다.

### 3. 결 과

#### 3.1 내후성 실험

5가지 색상의 단청이 도색되어진 시료에 대해 방염액의 도포방법 및 건조 후 노출되는 환경조건에 따른 영향을 파악하기 위한 실험을 2개월간 진행한 결과 특정 색깔의 단청과 방염액의 적용방법에 따라서 단청과 방염액의 성분이 오랜 시간에 걸쳐 서서히 반응함으로 나타나는 염색현상(또는 백화현상)이 발생함을 확인할 수 있었는데 특히 방염액을 목재에 가압함침시키는 방법에 의해 사용된 시료 C에서 가장 빨리 발생되어졌으며 장단(오렌지)색과 양청(파랑) 단청이 도색되어진 시료에서 가장 심각한 것으로 확인되었다. 또한 단청목재가 노출되어진 환경조건의 차이는 큰 차이를 보이지는 않았으나 햇빛이 차단되고 습도가 높게 유지되는 시료 D에서 약간의 염색현상이 보였다.



그림 1. 내후성 실험 전

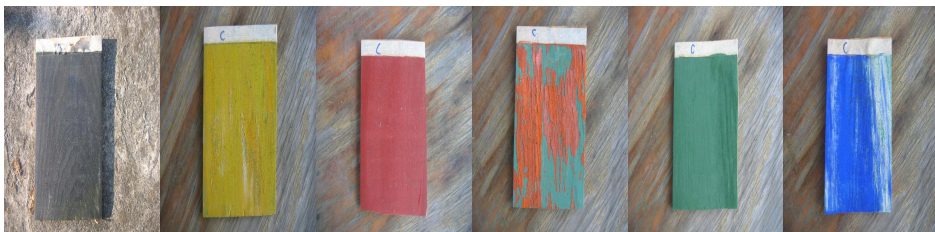


그림 2. 내후성 실험 전

#### 3.2 방염성능

방염처리된 단청목재의 방염성능은 2개월이 경과한 이후에도 네 가지 시료 모두 방염

성능기준을 통과하는 것으로 파악되었으며 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 방염성능 결과

시료	잔염시간(s)	잔신시간(s)	탄화면적(cm <sup>2</sup> )	탄화길이(cm)
A	0	0	5.7	5.5
B	0	0	8.1	4.7
C	0	0	6.7	6.5
D	0	0	7.9	7
E(일반육송)	90	30+	33.1	15

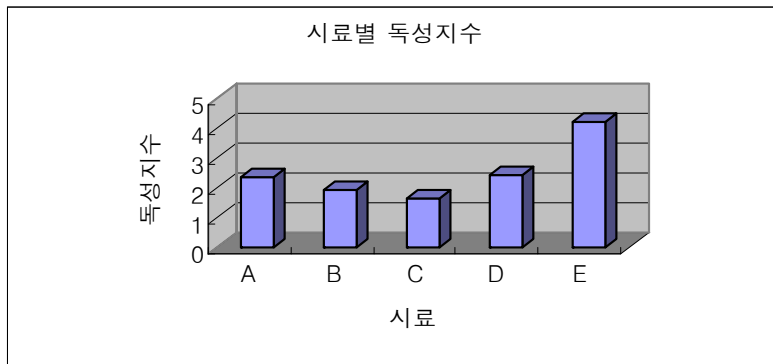
### 3.3 연소가스 측정

방염 처리되어진 단청목재가 연소할 때 발생되어지는 연소가스의 양을 표 3에 나타내었으며 이를 근거한 시편 100g에 대해 정량화한 결과를 그림 3에 나타내었다.

표 3. 연소가스 발생량

		A	B	C	D	E
( )	CO <sub>2</sub>	10809	7837	8164	10235	13291
	CO	6336	5214	3842	6671	8506
	NO <sub>x</sub>	32	22	63	47	337
	SO <sub>2</sub>	193	163	120	200	245
	H <sub>2</sub> S	32	33	21	0	0

그림 3. 시료의 독성지수



#### 4. 결 론

단청목재에 대한 방염성능은 적용되어진 단청의 색상 및 방염액의 적용방법에 따라 염석현상의 발생여부가 결정되므로 이에 대한 확인과 선별적인 적용이 필요할 것으로 생각되어지며 노출되어진 환경조건과 방염액의 적용방법이 방염성능에는 영향을 주지 않음을 확인할 수 있었으며 발생가스의 양과 유독성의 측면에서는 고압함침법이 다소 나은 것으로 판단되나 실험시료 모두 비슷한 경향을 보였다.

#### 참고문헌

1. NES 713(Naval Engineering Standard 713) ; Determination of the Toxicity Index of the Products of Combustion from Small Specimens of Materials Issue 3, March (1985)
2. Xu, J. Z., Gao, H. Z., Guo, X. I., Liu, Z., Li, H. Wang, and C. M. Tian. (2002). "Study on the Thermal Degradation of Cellulosic Fibers Treated with Flame Retardants.", J. Fire Sciences, 20, p227~235.
3. Ondrej Grexa and Henrich Lubke. (2001). "Flammability Parameters of Wood Tested on a Cone Calorimeter", Polymer Degradation and Stability, 74, p427~432.
4. Ondrej Grexa (2000). "Flame Retardant Treated Wood Products", Wood and Fire Safety, p101~110.
5. B. Garba. (1999). "Effects of Zinc Borate as Flame Retardant Formulation on Some Tropical Woods", Polymer Degradation and Stability, 64, p517~522.