

목조문화재에 대한 수계소화설비의 소화성능 실험 연구

김현주 · 노삼규 · 함은구 · 김동철 · 김경식

광운대학교 건축학과

A study on the Fire Extinguishing performance test of Water-Based Fire Protection System on Wooden cultural property

Kim, Hyunju · Roh, Sam-Kew · Ham, Eun Gu · Kim, Dong Cheol · Kim, Kyung Sik

Department of Architecture Kwangwoon University

요 약

본 연구는 목조 건축물의 규모(높이)에 따른 수계 소화설비의 화재 진압 성능을 비교하여 최적의 소화설비를 선택함을 목적으로 한다. 높이 2.5m(소), 4m(중), 5.5m(대)의 모형 화재실을 제작하고 모형화재실 천장에 스프링클러헤드와 미분무헤드를 설치, 소화실험을 진행하여 천장부 온도변화 및 소화시간, 방수량을 측정한다.

1. 서 론

문화재는 역사상, 예술상, 민족학상, 학문상으로 보존할 만한 가치가 있는 민족단위의 공동체적 산물로서 한 민족의 정체성을 표출할 뿐만 아니라 인류의 가장 보편적인 성격을 가지고 있는 인류생활을 이해할 수 있는 문화자산이다. 국내 문화재 건축물의 많은 부분이 목조 건축물로 되어 있는데 사회적, 환경적 변화에 따라 화재 위험의 노출빈도가 증가되고 있다. 목조 건축물은 화재 발생 시 목재의 특성상 화재에 매우 취약하고 초기에 급격한 확산이 일어나므로 화재의 초기 진화가 무엇보다 중요하다. 일차적으로는 목조건축물에 대한 화재발생을 예방하는 것이 중요하지만 화재발생 시 최대한 신속하게 화재를 진압하여 화재로 인한 피해를 최소화하는 방안을 모색하는 것 또한 중요한 문제이다.

본 연구는 목조문화재 방호를 위해 수계소화설비 가운데 방수량이 비교적 적어 수손우려가 작고 소화성능도 양호하다고 알려져 있는 미분무소화설비와 수손의 피해는 미분무소화설비보다 크지만 소화능력이 우수하다고 판단되어지는 스프링클러설비의 소화성능을 확인해 보고자 한다. 이를 위해서 실제 상황을 고려한 실험방법 및 화재시나리오를 선정하고, 실제 규모의 모형 목조 구조물에 미분무소화설비, 스프링클러설비를 설치하여 화재 실험을 실시하고 이를 통해 두 설비의 소화성능을 평가하고자 한다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치

1) 모형화재실 구성

모형화재실은 철골구조에 합판을 덧대어 제작하고 치수는 가로4m 세로4m에 천장높이를 각각 2.5m, 4m, 5.5m(상부개방형)로 한다.

2) 화원 : 목재 클립 0.5단위, 1단위, 2단위(A급화재), 휘발유

- A급 1단위: 1단위 화재모형은 730mm×35mm×30mm 규격의 수분함유율이 9~13(%)인 소나무 또는 오리나무를 사용하여 교차 배열하되 목재 90개를 이용하여 설치, 화원은 점화용 연소대에 1.5ℓ의 휘발유를 넣고 점화

- A급 0.5 단위: A급 1단위 모형과 같이 배열하되 절반인 45개의 목재를 이용하여 설치, 화원은 점화용 연소대에 1ℓ의 휘발유를 넣고 점화.

- A급 2단위: 2단위 화재모형은 900mm×35mm×30mm 규격의 수분함유율이 9~13(%)인 소나무 또는 오리나무를 사용하여 교차 배열하되 목재 144개를 이용하여 설치, 화원은 점화용 연소대에 3ℓ의 휘발유를 넣고 점화.

3) 소화설비 : 미분무소화설비(방수압력 7bar, 총방수량 128~138ℓ/min),

스프링클러설비(방수압력 1bar, 총방수량 320~330ℓ/min):개방형 헤드사용

4) 열전대 배치

그림 1과 같이 천장면과 화원으로부터 20cm 이격한 위치부터 수직적, 수평적으로 등간격으로 열전대 배치.

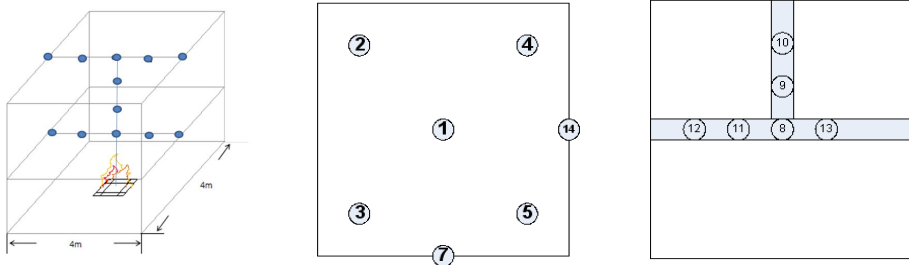


그림 1 열전대 배치

2.2 실험방법

- 스프링클러 헤드 또는 미분무 노즐을 높이 2.5m, 4m, 5.5m 모형화재실의 천장 중심을 기준으로 대칭적으로 각 천장높이에 2×2 격자 형태(헤드간격 2.9 m)로 설치한다.

- 화재 모형에 점화하여 모형구조물 중앙에서 0.5단위는 2분간, 1,2단위는 3분간 자유연소 시킨 후 소화설비를 수동 기동하여 소화수를 방출한다.

- 실험시간은 방수 후 5분으로 하며 실험기간 동안 방수압력, 방수량, 소화여부, 각 측정위치별 온도 변화를 기록한다.

3. 실험결과 분석

3.1 소화성능실험 결과

1) 스프링클러설비

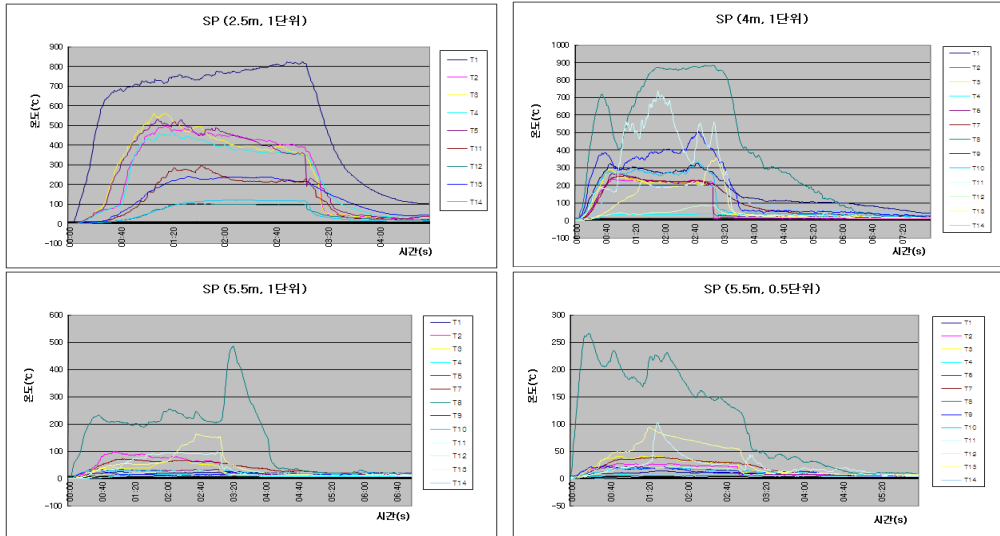


그림 2 스프링클러설비 높이별, 단위별 온도변화 그래프

스프링클러 소화설비의 경우 1단위 화원은 높이 2.5m, 4m에서 소화되었고(천장온도 100°C 도달시간: 높이 2.5m-96초, 높이 4m-172초 소요), 높이 5.5m(상층개방형 구조체)에서는 소화 실패하였다. 2단위 화원은 높이 2.5m에서는 화세제어에 성공하였으나, 높이 4m에서는 소화 실패하였다. 높이 5.5m, 0.5단위 화원은 쉽게 소화되었다.

2) 미분무소화설비

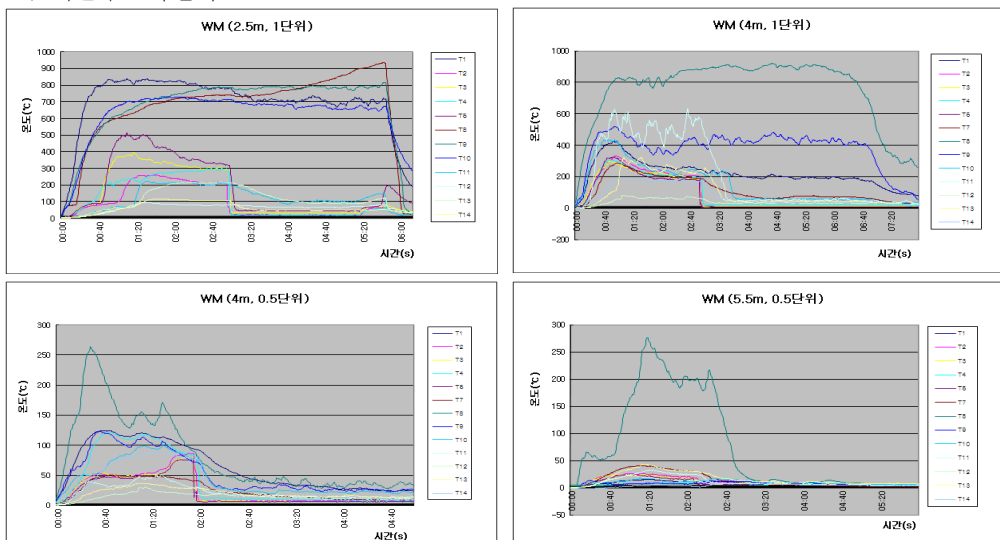


그림 3 미분무소화설비 높이별, 단위별 온도변화 그래프

미분무소화설비의 경우 1단위 화원은 소화수 방출 후에도 상당시간 동안 최고온도가 유지되면서 화재를 진압하기에는 역부족이었고, 0.5단위 화원은 대체로 쉽게 소화되었다.

3.2 소화성능비교분석

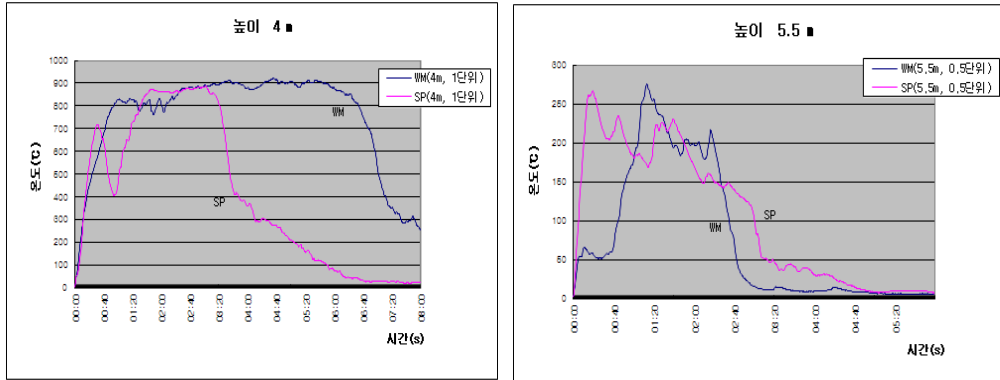


그림 4 스프링클러설비와 미분무소화설비 성능 비교 그래프

스프링클러설비와 미분무소화설비의 소화성능을 비교해보면, 높이 4m에서 1단위의 화원의 경우 천장온도 800℃~900℃에서 소화수의 방사를 시작하여, 스프링클러설비가 미분무소화설비보다 훨씬 빨리 소화가 시작되었고, 주위 온도 100℃ 도달시간이 스프링클러설비 172초(방수량 910ℓ), 미분무소화설비는 335초(방수량 770ℓ)로 스프링클러설비가 160초정도 빨랐다. 높이 5.5m의 경우 0.5단위 화원에서는 0.5단위의 화재가 작아 두 소화설비의 소화시간에는 큰 차이가 없었다.

4. 결론

목조문화재 방호를 위한 수계소화설비 중 미분무소화설비와 스프링클러설비의 소화성능 실험 결과, 소규모 화원(0.5단위)에서 화재를 감지하여 소화가 시작된다면 수손피해 등을 고려했을 때 미분무소화설비가 소화하는데 걸리는 시간은 스프링클러설비와 비슷하나 방수량이 상대적으로 적으므로 스프링클러보다 소화성능이 우수하다고 볼 수 있고, 1단위 이상의 화원일 경우 동일조건인 미분무소화설비로는 화재진압이 어려우므로 스프링클러설비를 선택하는 것이 바람직하다고 여겨진다. 물론 소화설비 선택 시에는 먼저 그 건축물에 대한 방재수준을 결정하고 그에 적합하도록 화재감지설비 등 기타 소방설비와 주변환경 등을 총체적으로 고려하여 선택해야 할 것이다.

참고문헌

1. 문화재청 (2008), “목조문화재 화재예방 및 진화시스템 개발연구”, 연구보고서.
2. 신민섭 외 (2008), “전통사찰 문화재의 화재안전 관리방안에 관한 고찰”, 한국문화재보존과학회 학회지 통권 제23호.
3. 최병갑 (2009), “문화재 소방안전관리방안에 관한 연구:목조건축물을 중심으로”, 경기대학교 석사학위논문.