

## 문화재 수막설비의 소화특성에 관한 연구

김유식<sup>\*)</sup>, 육창일<sup>\*\*)</sup>, 최현탁<sup>\*\*)</sup>, 신민중<sup>\*\*)</sup>

### A Study on the digestion special quality of cultural asset meninges equipment

Yooshik kim<sup>\*)</sup> Changil Yoog<sup>\*\*</sup> Hyeontak Choi<sup>\*\*</sup> Minjong Shin<sup>\*\*</sup>

International University of Korea<sup>\*)</sup>

Graduatr School of International University of Korea<sup>\*\*)</sup>

#### 요 약

2000년 이후 세계적인 기상이변과 환경변화는 지구촌 곳곳에 많은 인적 물적 피해를 가져 오고 있으며, 이러한 다양한 화재들은 우리에게도 예외 일 수는 없다. 여러 가지 원인으로 반복된 낙산사화재, 송례문화재, 항일암 등. 문화재 화재는 우리의 유구한 문화유산의 소실은 물론 많은 국민들에게도 적지 않은 충격을 주고 있으며, 이러한 일들이 더 이상 반복되지 않도록 하기 위해서는 문화재 화재안전 및 방재 시스템에 적합한 보다 체계적인 수막설비의 인프라 구축과 문화재 화재 예방에 효과적인 방재시스템의 적용 및 관리규정 그리고 메뉴의 연구가 있어야 한다.

#### I.서론

19세기의 급속한 산업혁명과 2차 세계 대전은 우리가 생활하는 공간에도 많은 변화와 다양성을 가져 왔으며 그로 인하여 대중화와 생활패턴이 다변화 함을 알 수가 있다.

이러한 다양성과 다변화는 급속한 환경변화를 야기 시켰고 그러한 요인들은 산림자원의 훼손과 황폐로 인한 2차적인 변화로 다량의 CO2 양산은 지구의 냉장고인 남반구와 북반구에 위치한 많은 빙하를 녹게 했으며 이는 곧 우리에게 더욱 심각한 환경변화로 이어지는 연결고리로 나타나고 있다.

이러한 범 지구적인 환경 변화와 이상기온은 지구에 있어서 다양한 재난으로 나타나고 있으며 특히 온실효과는 지구의 많은 산림들을 화재로 소실되며 황폐화 하고 있다.

매년 반복되는 화재로부터 우리의 유구한 문화유산을 보호하기 위한 신사고의

방안이 있어야 한다. 특히 최근에 와서 낙산사화재(2005.4), 승례문화재(2008.2), 항일암(2009.12) 화재 등으로 인하여 야기된 우리의 많은 문화유산의 소실에 대해 반성을 해야 하며, 이러한 일들이 더 이상 반복되지 않도록 하기 위해서는 보다 체계적인 방재시스템의 설계 적용과 운영 그리고 특히 관리규정과 매뉴얼의 보완이 있어야 한다고 본다.

따라서 이러한 다양성과 실효성에 합당한 문화재 소화시스템의 도입을 검토한 여러 연구에 따라 그간 담당기관 및 부서에서는 국가적인 문화재에 방수총 및 수막설비 그리고 소화전용 호스릴 소화설비를 설치하고 있다. 특히 그중에 수막설비는 산림화재나 일반화재 등로부터 인접한 건축물에 문제가 될 수 있는 복사열 및 비화(비화)로부터 방호물(문화재) 보호를 위한 아주 효과적인 소화설비이다. 이러한 수막설비의 우수성에도 불구하고 검정되지 못한 시스템의 접목은 소방현장에 있어서 종합적인 연구 및 검토 절차가 생략된 상태로 접목되고 있어 많은 우려를 가져오고 있으며 또한 소화시스템의 실효성과 방재에 따른 소화효과에 부합하는 시스템의 접목과 방재 효과와 효율성을 높이는데 일조 하고자 본 연구를 수행하고자 한다. (그림 1. 우리 문화유산의 과거와 현재의 모습.)



그림 1. 우리 문화유산의 과거와 현재의 모습

## II.본론

우리나라 국보급 목조문화재에 설치된 소방안전시설의 경우 소화기, 옥내소화전, 옥외소화전, 비상경보설비, 자동화재탐지설비 등 수동식 소화설비가 많고, 산불이나 불특정인의 방화 등 외부 화재요인을 감시할 수 있는 설비가 취약하며, 또한 승례문화재 이후 유네스코 지정 세계문화유산 및 국가지정문화재 등에 소방방재시스템 설치사업을 추진하고 있으나 소화설비의 경우 수동식 설비가 주를 이루고 있고 산불이나 방화에 대비한 자동화설비에는 아직 미흡한 것으로 나타나고 있다. 그에 반하여 항상 재난에 노출되어 있는 우리와 이웃한 일본의 경우 대표적인 목조문화재인 교야산의 부동당, 어영당, 동대사, 니조성, 청수사, 흥복사 등에 소방안전시설로 소화기구, 옥외소화전(방수총), 수막설비, 자동화재탐지설비(감지선형감지기, 정온식), 자동화재속보설비, 비상경보, CCTV,

금연표지판, 보호벽, 관람순로 지정, 방화구획, 자위소방대 등을 실효성 있게 효과적으로 운영하고 있다.

수막설비는 일반적으로 가압장치에 의해 가압되어 다수의 노즐을 통해 분사된 유체(물)가 일정한 높이와 면적을 가지는 수막을 형성하고 형성된 수막으로 복사열이나 비화(飛火)등을 차단함으로써 사찰, 문화재 등 보호대상물을 화재로부터 보호하는 소화설비를 말하며 수막노즐은 가압된 물이 분사될 때 일정 압력을 유지하며 노즐의 축심을 중심으로 원주상에 균일하게 분산시켜 수막을 형성하는 것을 말하며, 특히 가압장치에 따라 가변되는 유량과 양정으로 인하여 다양한 형태의 분사패턴과 소화특성을 나타내고 있다.



그림 2. 설계 및 운영상 문제된 수막설비 사례

그림 2.는 설계 및 운영상 문제로 제기된 사례이며 수막설비의 가압장치와 노즐간격 그리고 노즐의 방향에 따라 다양한 형태로 나타남을 잘 보여주고 있다. 본 연구에서는 가압장치로 고압용적형 회전펌프를 이용하였으며, 또한 노즐 간격은 250에서 350mm까지 3단계로 가변하여 실험하였고 압력은 0.8MPa에서 1.2MPa로 4단계 형태로 가변하여 실험을 하였다.

### III.검토 및 결과

본 연구를 수행하기 위하여 3가지 노즐을 가공하여 채택하였으며 IUK-30과 IUK-35,IUK-40을 사용하였다. 표 1.에서 표 3.은 IUK-30 노즐(Nozzle)을 이용하여 노즐 간격 250에서 300까지 3단계로 가변하여 실험한 결과이며, 실제 연소 실험에 있어서 수막을 사용하지 않고 실험한 부분에 있었어는 무풍과 5~15m/sec에 각각 시간적 차이는 있으나 모두 가연물에 발화가 일어났으나 수막을 형성하여 3단계로 나누어 실험한 모델에 있어서는 연소가 일어나지 않았으며, 또한 노즐의 방향과 수막의 폭에 따라 온도의 차단효과는 뚜렷하게 나타 남을 알 수가 있었다.

표 1. 노즐간격 250mm에서의 실험자료(IUK-30)

노즐간격	압력	방수량	분사높이	방수전온도	방수후온도	착화유무
250	0.8Mpa	13.55LPM	10.4M	200~250℃	62~82℃	착화안됨
	0.9Mpa	14.1LPM	10.7m			
	1.0Mpa	14.95LPM	10.9M			
	1.1Mpa	15.60LPM	11.3M			
	1.2Mpa	16.23LPM	11.5M			

표 2. 노즐간격 300mm에서의 실험자료(IUK-30)

노즐간격	압력	방수량	분사높이	방수전온도	방수후온도	착화유무
300	0.8Mpa	13.55LPM	10.4M	200~250℃	66~85℃	착화안됨
	0.9Mpa	14.1LPM	10.7m			
	1.0Mpa	14.95LPM	10.9M			
	1.1Mpa	15.60LPM	11.3M			
	1.2Mpa	16.23LPM	11.5M			

표 3. 노즐간격 350mm에서의 실험자료(IUK-30)

노즐간격	압력	방수량	분사높이	방수전온도	방수후온도	착화유무
350	0.8Mpa	13.55LPM	10.4M	200~250℃	68~86℃	착화안됨
	0.9Mpa	14.1LPM	10.7m			
	1.0Mpa	14.95LPM	10.9M			
	1.1Mpa	15.60LPM	11.3M			
	1.2Mpa	16.23LPM	11.5M			

표 4.는 노즐모델(IUK-35)을 이용한 노즐간격 350mm에서의 실험자료이며, 표 5.는 노즐모델(IUK-40)을 이용한 노즐간격 350mm에서의 실험결과를 나타내고 있다.

표 4. 노즐간격 350mm에서의 실험자료(IUK-35)

노즐간격	압력	방수량	분사높이	방수전온도	방수후온도	착화유무
350	0.8Mpa	21.36LPM	11.3M	200~250℃	71~92℃	착화안됨
	0.9Mpa	22.45LPM	11.6m			
	1.0Mpa	23.65LPM	11.8M			
	1.1Mpa	24.68LPM	12.1M			
	1.2Mpa	25.79LPM	12.6M			

표 5. 노즐간격 350mm에서의 실험자료(IUK-40)

노즐간격	압력	방수량	분사높이	방수전온도	방수후온도	착화유무
350	0.8Mpa	25.45LPM	13.0M	200~250℃	73~89℃	착화안됨
	0.9Mpa	26.80LPM	13.2m			
	1.0Mpa	28.05LPM	13.5M			
	1.1Mpa	29.18LPM	13.8M			
	1.2Mpa	30.42LPM	14.1M			

다음에 나타나는 그림 3은 IUK-40 노즐모델을 이용한 노즐간격 350에서 외부 방사하는 모습을 나타내고 있으며, 높이 100에서 풍향에 따라 수막 폭이 65에서 90까지 나타남을 알 수가 있었으며, 또한 실제 모형실험에서는 수막폭이 80이상 일 때 열 차단효과가 우수함을 알 수가 있었다.



그림 3. 정량화된 수막설비 시연(13~15m)

#### IV. 결론

문화재 및 사찰에 소방시설인 소화기 및 옥내/외소화전을 무조건 설치하였거나 설치하고자 하는 것은 단순한 소방법에 따른 매우 일반적인 화재에 대한 대비이다. 그러나 수손 등, 2차피해에 대한 실질적인 방안과 문화재 및 사찰의 화재안전에 대한 영구적인 예방의 대비와 보호방안 등에 대한 항구적인 개선이 필요하다. 따라서 전술한 검토 및 결과로 부터 토출된 다양한 수막소화시스템에 있어서 수막노즐의 크기와 간격에 따라 다양한 결과가 나타났으며, 동일 노즐에 있어서는 압력이 높을수록 수막 폭이 넓게 형성되었고 넓은 수막 폭이 열 차단 효과는 우수함을 알 수가 있었다.

1. 노즐모델 IUK-30, 35, 40에 있어서 노즐의 가격이 클수록 초기에는 열 차단효과가 적고 노즐 상단부로 갈 수록 열 차단 효과는 높게 나타남을 알 수가 있다.
2. 노즐모델 IUK-30, 35, 40에 있어서 노즐에 일정한 각을 주어 실험을 수행한

결과 노즐 각이 있으므로 해서 전반적으로 1차 열로 부터 수막으로 차폐해야 할 부분이 현저히 낮게 나타남을 알 수가 있었다.

3. 수막의 형성 높이는 비화(飛火)등으로 인한 화재의 전도를 효과적으로 차단하기 위하여 일반적으로 보호 대상물의 최고(最高)지점으로 부터 2m이상 높이까지 도달할 수 있어야 하므로 IUK-35모델에 있어서 1.1Mpa이 가장 효과적으로 나타남을 알 수가 있었다.

## V.참고문헌

1. 김유식.“문화재 화재 예방을 위한 소방장비 개발에 관한 연구”한국화재소방학회, "2010춘계 학술발표논문집"pp.238~245
2. 소방관련법령집 “스프링클러설비의 화재안전기준 (NFSC 103)”, 119magazine, 2007
3. 이명보외. 2005 “산림청, 대형산불 특성 및 확산요인 분석” 2005년도 삼척대학교 방재심포지엄 자료집. pp.12~25
4. 문화재청. 2004, “동산문화재의 보존과 관리”, 국립문화재연구소
5. 농림부.” 대형산불 예방 및 피해방지를 위한 산림기능 고도화 기술 개발”pp.333
6. 소방방재청. 2001~2004 화재연감
7. 소방방재청. 2005~2008 화재연감
8. G Holmstedt and P. Andersson, of water mist as a total flooding agent”, J. of Fire Protection Engineering, Vol. 9, No. 4, pp.31~50,(1999)
9. Fu C., P. E. Sojka, "Water mist impingement onto a heated surface", Proceedings of the 5th ASME/JAME Joint Thermal Engineering Conference, pp.1~5, (1999)
10. Kim M.B., Jang. Y.J., "Water mist fire suppression(1) -a personal computer", J. of Korea institute of Fire Science and Engineering, Vol 13 No.3, pp.27~33, (1999)
11. 화재소방학회 논문지. 1988, “국내 목조문화재의 방염현장과 그 대책에 관한 소고