

영동지역 사찰의 구성요소별 화재하중을 통한 화재위험성 평가

Fire Risk Assessment of Temple Components in Young-dong Areas using Fire Loads

이해평* · 김수영**

Lee, Hae Pyeong · Kim, Su Young

Abstract

In this study, we have assessed the fire risk of Buddhist temples located in Youngdong area by means of fire loads of components. First, we categorized the components into Buddhist temples (Dae-Ung-Jeon, Pal-Sang-Jeon), Sam-Seong-Gak (Chil-Seong-Gak, San-Sin-Gak), a Buddhist temple dormitory (Sim-Geom-Dang, Seol-Seon-Dang), Lu, Il-Ju-Mun and then carried out a field survey. Then, we examined the area of each room, types as well as quantity and dimension of combustibles. The fire loads calculated in this way were 446.96 kg/m² for Buddhist temples, 331.71 kg/m² for Sam-Seong-Gak, 164.14 kg/m² for the Buddhist temple dormitory, 463.91 kg/m² for Lu and 1042.14 kg/m² for Il-Ju-Mun, thus showing Il-Ju-Mun with the biggest fire load. We speculate that this is because construction materials were similar in size and quantity to others albeit the area of Il-Ju-Mun is smallest.

Key words : fire loads, temple components, fire risk assessment, young-dong area

요 지

본 연구에서는 강원도 영동지역의 사찰을 대상으로 불전(대웅전, 팔상전), 삼성각(칠성각, 산신각), 요사(심검당, 설선당), 루, 일주문 등 구성요소별로 구분하여 현장조사를 통해 가연물의 종류를 구분하고, 실의 면적, 가연물의 재질 및 크기 등을 조사하여 화재하중을 산출함으로써 사찰의 구성요소별 화재 위험성을 판단하였다. 사찰의 구성요소별 총 화재하중은 불전 446.96 kg/m², 삼성각 313.71 kg/m², 요사 164.14 kg/m², 루 463.91 kg/m², 일주문 1,042.14 kg/m²인 것으로 확인되었다. 사찰의 구성요소별 화재하중은 일주문이 가장 큰 것으로 확인되었으며, 그 다음으로 루, 불전, 삼성각, 요사의 순으로 나타났다. 일주문은 바닥 면적이 다른 구성요소들에 비하여 가장 작은 반면, 건축 구조재는 다른 요소들과 비슷한 크기와 수량으로 구성되었기 때문에 상대적으로 다른 구성요소보다 화재하중이 높게 나타난 것으로 사료된다.

핵심용어 : 화재하중, 사찰 구성요소, 화재위험성평가, 영동지역

1. 서 론

사찰은 대부분 목재로 구성되어 있고, 목재의 부재를 하나씩 짜 맞추어 복잡하게 결구된 가구식 구조법으로 이루어져 있다. 목재는 뛰어난 가공성과 부드러운 질감 등으로 인해 전통건축의 중요한 재료로 사용되어 왔고, 미적인 외관뿐만 아니라 물리적·화학적으론 우수한 성질을 지니고 있기 때문에 건축 구조재, 마감재 및 창호재로 널리 사용되고 있다(최성희 등, 2003). 하지만 목조건축물은 화재 시, 플래시오버 도달시간 및 최성기에 도달하는 시간이 내화건축물의 화재보다 빠르고 고온 단기형이기 때문에 화재 시, 짧은 시간에 연소되는 단점이 있다(이춘하 등, 2003).

또한, 사찰은 대부분 도심과 떨어진 산속에 위치하여 화재

진화에 소방력의 접근성이 용이하지 않다. 따라서 화재 시 초기 진화가 어렵다(공하성, 2007).

전통 사찰은 역사적·문화적 가치가 크기 때문에 화재로부터 안전하게 보호되어야 하므로 보존과 유지관리를 위하여 화재 예방적 측면에서 화재 위험성을 사전에 평가해야 한다. 화재의 위험성을 평가하기 위한 방법 가운데 하나는 건축물의 구조재와 적재가연물의 종류와 양, 화재실의 규모 등 사찰의 화재하중을 산출하여 평가하는 방법이다(김대회 등, 2002).

화재하중과 관련된 해외 연구 동향을 살펴보면 1928년부터 1940년까지 NBS에서 이루어진 주거, 사무실, 학교, 병원 등의 화재하중 조사를 실시한 연구(Superintendent of Documents, 1942), 산업용, 상업용 건물의 용도별 화재하중 조사 연구

*정회원 · 강원대학교 소방방재학부 교수(E-mail : crelab@kangwon.ac.kr)
**학생회원 · 강원대학교 방재전문대학원 석사과정(교신저자)

(Robertson 등, 1970), 화재하중에 대한 데이터를 얻는 방법으로 구획실의 내용물에 대한 실측조사와 공식에 의한 방법, 선행된 조사에 의한 결과의 유사용도에 대한 추정방법을 제시한 연구(Purkiss, 1996), 화재노출면적에 따라 화재 시 연소 정도의 정도가 다르다고 인정하고 가연물의 화재노출 정도에 따른 가중치를 제안한 연구(Campbell, 1997) 등이 있다.

현재까지 화재하중과 관련된 국내 연구결과를 살펴보면, 내화설계 데이터베이스 구축의 일환으로 초등학교 화재하중을 조사함으로써 화재하중의 조사방법과 화재하중의 분포를 제시한 연구(김대희 등, 2002), 건물 내 존재하는 모든 가연물이 연소하였을 때 발생하는 열량을 측정하고, 발생하는 열량을 제거하기 위하여 사용되어야 하는 필요한 가연물의 양을 산출한 연구(이영팔, 2003)와 공동주택의 화재하중을 현장 조사하여 공동주택의 실별 및 재료별 이동화재하중에 관한 연구(윤광찬 등, 2007) 등이 있다. 하지만 사찰을 대상으로 한 화재하중에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 강원도 영동지역의 사찰을 대상으로 불전(대웅전, 팔상전), 삼성각(칠성각, 산신각), 요사(심검당, 설선당), 루, 일주문 등 구성요소별로 구분하여 가연물의 종류를 구분하고, 실의 면적, 가연물의 재질 및 크기 등을 조사하여 화재하중을 산출함으로써 사찰의 구성요소별 화재 위험성을 판단하는데 목표를 두었다. 본 연구에서 제시한 사찰의 화재하중, 가연물 분류 및 조사방법 등은 사찰을 비롯한 목조건축물의 화재 위험성을 판단하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 연구 방법

2.1 이론적 고찰

2.1.1 화재하중의 정의

화재하중이란 “화재실 또는 건물 안에 포함된 모든 가연성 물질의 완전연소에 따른 전체 발열량으로 정의되어진다.” (Yii, 2000) 이 경우에 단위 면적당 발열량은 화재하중 밀도 (Fire Load Energy Density라고 불리며, 일반적으로 화재하중 밀도는 화재하중이라 표현된다(이평강 등, 2002).

2.1.2 화재하중의 계산

목조건축물 내에는 각종 재료들이 배치되어 사용되고 있으며, 이들 재료는 연소 시 각각 발열량이 다르다. 따라서 화재구획 내의 가연물을 동발열량의 목재량으로 환산한 등가목재중량으로 환산하여 사용하는데 이를 등가가연물량이라고 한다. 본 연구에서는 다음과 같은 식(1)을 사용하였다(김대희 등, 2002).

$$g = \frac{\sum(G_i \cdot H_i)}{H_o \cdot A} = \frac{\sum Q_i}{H_o \cdot A} \quad (1)$$

여기서, q : 화재하중 (kg/m^2)

H_i : 가연물의 단위 발열량 ($Mcal/kg$)

A : 화재구획내의 바닥면적 (m^2)

G_i : 가연물 중량 (kg)

H_o : 목재의 단위 발열량 ($Mcal/kg$)

$\sum Q_i$: 화재구획 내 가연물의 전체발열량 ($Mcal$)

2.2 화재하중의 조사방법

2.2.1 조사대상 선정 및 범위

사찰의 경우, 구성요소별로 크기 및 용도가 다르다. 따라서 본 연구에서는 화재의 위험성도 구성요소별로 다르다고 판단하여 사찰의 구성요소별 화재하중을 산출하여 비교해 보았다. 조사 대상은 표 1에 나타내었다. 모든 구성요소의 화재하중은 계산에 일관성을 두기 위해 목측으로 확인 가능한 부분의 화재하중만을 산출하였다. 따라서 실제 화재하중 값과 목측으로 확인 가능한 부분의 화재하중을 산출한 결과와는 다소 차이가 있을 것으로 사료된다. 현장조사를 통하여 실의 면적, 건축 구조재의 가연물의 종류, 적재 가연물의 종류 및 수량, 크기 등을 조사하여 철재 또는 유리 등의 불연재를 제외한 목재, 종이, 플라스틱 등의 재료로 구성된 가연물로 제한을 두고 화재하중을 조사하였다.

2.2.2 가연물 구분방법

본 연구에서는 벽, 바닥, 천장 등 건축될 당시부터 고정되어 있는 가연물을 건축 구조재로 구분하였다. 적재가연물은 사찰 안에서 거의 변동 없이 고정되어 있는 불단, 불전함, 탕화 등을 고정가연물로 구분하였으며, 사람들의 유·출입으로 변동가능성이 잦은 방석, 양초 등을 이동가연물로 구분하였다. 표 2에는 대표적인 가연물의 구분을 나타내었다.

2.3 가연물의 중량 산출방법

건축 구조재와 고정가연물의 경우, 직접적인 중량 측정이 어렵기 때문에 체적을 계산하고 그 값에 비중을 곱하여 중량을 산출하는 방법을 이용하였다. 우리나라는 조선시대로부터 소나무가 큰 비중을 차지하였다(박원규 등, 2007). 따라서 본 연구에서는 조선시대 이후의 건축물들을 조사 대상으로 선정하였으므로 건축 구조재의 화재하중을 산출할 때, 나무의 구분을 두지 않고 모두 소나무의 비중(0.47)을 사용하였다. 또

표 1. 연구대상

구분	연구대상
불전	영은사 대웅보전, 영은사 팔상전, 보현사 대웅전
삼성각	영은사 칠성각, 댓재 산신각
요사	영은사 심검당, 신흥사 설선당
루	영은사 금련루, 낙산사 빈일루
일주문	영은사 일주문, 삼화사 일주문

표 2. 대표적인 가연물의 구분

구분	종류	
건축 구조재	기둥, 도리 및 장여, 보, 처마, 창호, 마루, 천장, 수장재	
적재 가연물	고정가연물	불전함, 불단, 탕화, 탁자, 기타
	이동가연물	방석, 목탁, 양초, 연등, 기타

한 건축 부재는 각각 부재의 평균 체적을 구하여 수량을 곱하는 방법으로 산출하였다. 가구 재료로는 활엽수가 많이 사용된다. 따라서 적재가연물에서 고정가연물은 그 중 대표적으로 많이 사용되는 밤나무(0.51), 느티나무(0.74), 오동나무(0.31), 단풍나무(0.72)의 평균 비중(0.57)을 사용하여 화재하중을 산출하였다(조준현, 2006). 이동가연물의 증량은 현장에서 직접 측정하는 방법을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 불전의 화재하중

표 4에 제시한 불전의 화재하중 중 건축 구조재의 화재하중이 90% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 인방, 주선, 벽선, 문선 외 창방 및 평방을 포함하고 있는 수장재의 화재하중이 91.93 kg/m² 정도로서 가장 높게 나타났다. 벽이 흙벽조로 이루어진 사찰도 있었지만 벽이 모두 목재로 구성되어 있는 사찰도 있었기 때문에 화재하중이 높게 산출된 것으로 판단된다. 그 다음은 마루, 처마의 순으로 나타났다. 사찰 건축의 마루는 그 위에 놓여 있는 가연물과 이동하는 사람들의 무게를 지탱해야 하므로 장귀틀, 동귀틀 등의 두께가 두껍게 구성되었기 때문에 화재하중이 높은 것으로 사료된다. 불전의

표 3. 각종 가연물의 발열량(김대희 등, 2002)

재료	발열량 (Mcal/kg)	재료	발열량 (Mcal/kg)
목재	4.5	벤젠	10.5
종이류	4.0	석유	10.5
연질보드	4.0	염화비닐	4.1
경질보드	4.5	페놀	6.7
울·직물	5.0	폴리에스테르	7.5
리노리움	4.0~5.0	폴리아미드	8.0
아스팔트	9.5	폴리스틸렌	9.5
고무	9.0	폴리에틸렌	10.4
가솔린	10.0		

표 4. 불전 화재하중

건축 구조재		고정가연물		이동가연물	
가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)
기둥	36.37	불단	15.98	방석	1.40
보	26.02	불전합	0.82	목탁	0.02
도리 및 장여	25.39	탱화	1.91	연등	2.33
공포	38.04	장식장	1.24	법전	1.63
처마	67.57	경탁	0.32	조형물	0.54
창호	4.06	합판	17.62	초, 향	1.44
마루	71.56	기타	0.87	기타	0.32
천장	39.58	-	-	-	-
수장재	91.93	-	-	-	-
합계	400.52	합계	38.76	합계	7.68

고정가연물은 불단 뒤에 부재로 세워진 합판, 불단 등의 화재하중이 높게 나타났고, 이동가연물은 연등, 법전, 방석 등의 순으로 높게 나타났지만 적재가연물은 총 화재하중에서 높은 비율을 차지하지 않는 것으로 나타났다.

3.2 삼성각의 화재하중

표 5에는 삼성각의 화재하중을 제시하였다. 삼성각의 화재하중 역시 불전과 마찬가지로 건축구조재의 화재하중이 95%를 차지하였다. 삼성각의 건축 구조재는 처마, 기둥, 수장재의 순으로 화재하중이 높게 나타났으며, 처마는 117.98 kg/m² 정도로 화재하중이 가장 높게 나타났다. 처마의 화재하중이 높은 이유는 다른 구성요소들은 천장에 서까래의 일부가 가려져 목측으로 확인이 불가능한 반면, 삼성각의 경우에는 처마가 존재하지 않아 서까래의 전체 길이를 목측으로 확인할 수 있었기 때문인 것으로 사료된다. 고정가연물은 불단, 불전합의 화재하중이 높았고, 이동가연물은 양초가 가장 높은 화재하중을 나타내었다. 하지만 삼성각의 전체 화재하중에서 적재가연물은 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

3.3 요사의 화재하중

표 6에 제시한 요사의 화재하중은 건축구조재가 96% 이상

표 5. 삼성각 화재하중

건축 구조재		고정가연물		이동가연물	
가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)
기둥	39.52	불전합	1.51	방석	0.69
보	14.28	불단	7.2	양초	6.59
도리 및 장여	28.69	탱화	0.73	기타	0.05
처마	117.98	탁자	0.21	-	-
창호	2.23	-	-	-	-
마루	44	-	-	-	-
천장	13.67	-	-	-	-
공포	10.72	-	-	-	-
수장재	25.64	-	-	-	-
합계	296.73	합계	9.65	합계	7.33

표 6. 요사 화재하중

건축 구조재		고정가연물		이동가연물	
가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)
기둥	27.63	불단	1.04	이불	0.04
보	16.94	책상	0.11	방석	0.23
도리 및 장여	10.97	탁자	0.46	책	0.46
처마	32.01	보시합	0.07	상	0.51
창호	2.15	장식장	1.68	기타	1.19
마루	16.62	탱화	0.05	-	-
천장	21.80	-	-	-	-
수장재	30.18	-	-	-	-
합계	158.3	합계	3.41	합계	2.43

을 차지하면서 적재가연물은 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 건축 구조재는 처마, 수장재, 기둥의 순으로 화재하중이 높게 산출되었다. 전체적으로 요사의 건축 구조재를 살펴보면, 대부분의 구조재들이 10~25% 정도의 비율을 차지하면서 화재하중이 다른 구성요소들에 비하여 비슷한 비율로 나타난 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 요사의 건축은 꾸밈이 소박하기 때문에 다른 요소들과 달리 전체적으로 비슷한 화재하중이 나타난 것으로 사료된다(한국건축역사학회, 2006).

3.4 루와 일주문의 화재하중

루와 일주문은 적재가연물이 존재하지 않으므로 건축 구조재의 화재하중만을 산출하였다. 표 7에는 루와 일주문의 화재하중을 나타냈다. 루의 화재하중은 처마, 마루, 기둥의 순으로 높게 나타났다. 처마는 다른 구성요소들에 비하여 서까래와 부연의 지름 및 크기, 박공널의 크기가 크게 건축되어졌기 때문에 화재하중 역시 높게 산출된 것으로 사료된다. 마루 또한 마루널, 장귀틀, 동귀틀의 면적이 넓은 이유로 화재하중이 높게 산출된 것으로 판단된다. 일주문의 화재하중은 루와 마찬가지로 처마의 화재하중이 가장 높게 산출되었고, 공포, 창방 및 평방의 순으로 나타났다. 일주문 처마의 경우, 조사 대상의 사찰들이 모두 맞배지붕 형태로서 정·배면에

표 7. 루, 일주문 화재하중

루 건축 구조재		일주문 건축 구조재	
가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)	가연물의 종류	화재하중 (kg/m ²)
기둥	64.54	기둥	80.66
보	33.93	창방 및 평방	143.15
도리 및 장여	54.43	보	57.26
종걸이, 받침대	11.46	도리 및 장여	82.35
창문	17.26	처마	381.08
난간, 계단	8.97	공포	162.39
처마	133.14	천장	135.25
천장	2.07	-	-
마루	100.68	-	-
창방	26.27	-	-
공포	11.16	-	-
합계	463.91	합계	1042.14

표 8. 사찰의 구성요소별 화재하중

	면적 (m ²)	건축 구조재 화재하중 (kg/m ²)	적재가연물 화재하중 (kg/m ²)		총 화재하중 (kg/m ²)
			고정 가연물	이동 가연물	
불전	55.81	400.52	38.76	7.68	446.96
삼성각	16.25	296.73	9.65	7.33	313.71
요사	173.43	158.3	3.41	2.43	164.14
루	66.56	463.91	-	-	463.91
일주문	12.63	1042.14	-	-	1042.14

서까래, 부연, 개관 등으로 이루어져 있고 측면에는 박공이 구성되어 있었다. 공포의 경우에는 소로, 주두, 익공포의 크기가 크고, 전체 수량이 많았기 때문에 화재하중이 높게 산출된 것으로 사료된다.

3.5 사찰의 구성요소별 화재하중

표 8에는 사찰의 구성요소별 화재하중을 나타내었다. 각각의 총 화재하중을 산출한 결과값을 살펴보면, 불전 446.96 kg/m², 삼성각 313.71 kg/m², 요사 164.14 kg/m², 루 463.91 kg/m², 일주문 1,042.14 kg/m²인 것으로 나타났다. 사람들의 유·출입이 잦은 불전과 요사 등의 화재하중이 제일 높을 것으로 예측했지만 실제 결과값은 일주문과 루의 화재하중이 가장 높은 것으로 확인되었다. 일주문은 바닥 면적이 다른 요소들에 비하여 가장 작은 반면, 건축 구조재는 다른 요소들과 비슷한 크기와 수량으로 건축되었기 때문에 상대적으로 화재하중이 높게 산출된 것으로 사료된다. 사찰의 구성요소별 화재하중을 살펴본 결과, 일주문, 루, 불전, 삼성각, 요사의 순으로 화재 위험성이 높은 것으로 나타났다. 건축 구조재는 전체적으로 처마가 가장 높은 것으로 확인되었고, 다음은 수장재, 마루, 기둥 등의 순으로 나타났다. 이 건축 구조재들은 건축물의 하중을 견디기 위한 중요한 부재들이므로 화재 시, 연소에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다. 적재가연물의 경우, 고정가연물은 특별한 상황이 아니면 항시 고정되어있는 가연물이지만, 이동가연물은 사람들의 유·출입 및 행사 등의 이유로 수시로 변동될 수 있는 가연물들이다. 하지만 화재하중에 미치는 영향을 살펴보면 적재가연물은 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서 강원도 영동지역의 사찰을 대상으로 구성요소별로 구분하여 화재하중을 산출하여 사찰의 구성요소별 화재 위험성을 살펴본 결과, 다음과 같은 결론들을 얻을 수 있었다.

- 1) 불전의 전체 화재하중 가운데 건축 구조재의 화재하중이 약 90% 정도를 차지하는 것으로 나타났으며, 불전의 화재하중 크기는 수장재, 마루, 처마의 순으로 나타났다. 수장재는 문선, 벽선, 인방을 비롯하여 모든 벽이 목재로 구성된 불전도 있었기 때문에 수장재의 화재하중이 높은 것으로 사료된다.
- 2) 삼성각의 화재하중은 건축구조재의 화재하중이 약 95% 정도로 대부분을 차지하면서 적재가연물은 차지하는 비중이 크지 않은 것으로 나타났다. 삼성각의 건축 구조재는 처마가 117.98 kg/m² 정도로서 화재하중이 가장 높았다. 이는 건축물의 구조에 따라 목측으로 확인 가능한 부분에 차이가 있기 때문인 것으로 사료된다.
- 3) 요사의 건축 구조재는 처마, 수장재, 기둥의 순으로 화재하중이 높게 나타났다. 요사의 건축 부재들은 대부분 10~20% 정도의 비슷한 비율로 구성되어있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 요사 건축의 꾸밈이 소박하기 때문

에 다른 요소들과 달리 전체적으로 화재하중이 비슷하게 산출된 것으로 사료된다.

- 4) 루의 화재하중은 처마가 가장 높게 나타났다. 처마는 다른 구성요소들에 비하여 서까래와 부연의 지름 및 크기, 박공널의 크기가 크게 건축되어 있고 미루 역시 마루널, 장귀틀, 동귀틀의 면적이 넓기 때문인 것으로 사료된다. 일주문의 화재하중은 루와 마찬가지로 처마의 화재하중이 가장 높게 산출되었다.
- 5) 사찰의 구성요소별 총 화재하중은 일주문 1,042.14 kg/m², 루 463.91 kg/m², 불전 446.96 kg/m², 삼성각 313.71 kg/m², 요사 164.14 kg/m²의 순으로 나타났다. 일주문은 바닥 면적이 다른 구성요소들에 비하여 가장 작은 반면, 건축 구조재는 다른 요소들과 비슷한 크기 및 수량으로 구성되었기 때문에 상대적으로 다른 구성요소보다 화재하중이 높게 산출된 것으로 사료된다. 요사는 화재하중이 높을 것으로 예상되었지만 불전보다 격이 낮아 규모가 작고 꾸밈이 소박하기 때문에 건축 구조재가 다른 요소들과 비교하여 단순하였으며, 그 영향으로 화재하중이 낮은 것으로 사료된다.

참고문헌

공하성 (2007) 산림화재로부터 문화재를 보호하는 소방시설에 관한 연구.미분무수설비를 중심으로-. 한국화재소방학회 논문집, 한국화재소방학회, 제21권, 제4호, pp.44-51.

김대회, 서치호 (2002) 초등학교의 화재하중 분포에 대한 조사연구. 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제18권, 제9호(통권 167호), pp.149-156.

박원규, 이광희 (2007) 우리나라 건축물에 사용된 목재 수종의 변천. 건축역사연구한국건축역사학회논문집, 한국건축역사학회,

제16권, 제1호, pp.23-24.

윤광찬, 임영빈 (2007) 공동주택의 이동화재하중 조사연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 제27권, 제1호, pp.1017-1018.

이영팔 (2003) 화재하중에 따른 이론 소방용수의 산정. 제8회 전국소방학교 교관연찬대회, pp.4-9.

이춘하, 고덕근, 김영수, 우성천 (2003) 소방학개론. 신광문화사

이평강, 오민석, 이성주, 최인창, 김희서 (2002) 건축물 화재안전을 위한 용도별 화재하중 적용에 관한 연구-설계대상공간에 있어서 화재하중에 대한 국내런뒤 사례를 중심으로-. 대한건축학회 학술발표논문집, 대한건축학회, 제22권, 제1호, pp.513-516.

조준현 (2006) 건축재료학. 기문당.

최성희, 황인호, 권기혁 (2003) 전통 목조건축물의 구조적 특성. 구조물진단학회지, 한국구조물진단유지관리공학회, 제7권, 제4호, pp.5-6.

한국건축역사학회 편 (2006) 한국건축답사수첩. 도서출판 동녘.

Campbell, J.A. (1997) Confinement of Fire in Buildings. section7, chapter5, Fire Protection Handbook, Eighteenth Edition, National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts.

Purkiss, J.A. (1996) Fire safety Engineering design of structures. Butterworth-Heinemann, UK.

Robertson, A.F. and Gross, D. Fire Load, Fire Severity, and Fire Endurance. ASTM Special Tech, Pub, 464, pp.3-29.

Superintendent of Documents (1942) Fire Resistance Calculations of Building Constructions. Building Materials and Structures Report 92, National Bureau of Standards, Washington. D.C.

Yii, E.I. (2000) Effect of Surface Area and Thickness on Fire Loads. Fire Engineering Research Report, School of Engineering, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

◎ 논문접수일 : 10년 02월 24일
 ◎ 심사의뢰일 : 10년 03월 08일
 ◎ 심사완료일 : 10년 05월 11일