

# 사무소 건물의 화재하중 분포

## A Survey of Fuel Loads in Office Buildings

김 운 형\*  
Kim, Woon-Hyung

.....  
Abstract

The surveying method for determine moveable fuel load estimates is presented. Two types of offices, open plan design and compartmented layout were surveyed and Data are presented for fuel load densities in ten office buildings.

Office building fuel load in Korea range from 36 kg/m<sup>2</sup> to 52 kg/m<sup>2</sup> with 95% confidence level and represented mean 44.27 kg/m<sup>2</sup>. The results of the study presented the impact of the office layout and computer accessory contribution on the fuel load. In addition, a comparison of fuel load that found at this survey and that found at Fire Protection Dept., University of Maryland, U. S. A was made.

국문요약

본 연구에서는 국내 10개 설계 사무소 건물을 대상으로 화재하중 분석방법과 현재의 화재하중 분포를 제시하였다. 조사범위는 건물 완공 후 거주자가 반입한 이동성 물품(이하 이동하중)으로 제한하였다. 조사결과는 평면배치, 바닥면적, 사용인원 및 가연물의 특성에 따른 이동하중과의 관련성과 함께 미국의 조사 결과와 비교 분석하였다. 현재 국내 사무소 건물의 이동하중은 95% 신뢰도 기준으로 36.13kg/m<sup>2</sup> 에서 52.41kg/m<sup>2</sup> 사이에 분포하며 평균 화재하중은 44.27kg/m<sup>2</sup> 으로 나타났다. 한 미간의 분포는 미국이 평균 66.84kg/m<sup>2</sup>로 한국의 44.27kg/m<sup>2</sup> 에 비해 상당히 높게 나타났다. 본 연구결과는 향후 건물의 화재위험도 분류 및 화재 실험시 가연물량 기준에 적용되며 내화설계의 기준 결정을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

.....  
I. 서 론

건물의 구조적 내력(Integrity of Structure)

\* 종신회원, Department of Fire Protection Engineering, Univ. of Maryland, Ph.D.  
\*\* 본 연구는 '96 학술진흥재단의 박사후 연수과정 지원 결과임.

확보는 건물방화의 중요한 목적중 한 요소로서 모든 건물은 화재시 예상되는 화재심도(Fire Severity)에 견딜만한 적정 수준을 만족하도록 설계되어야 한다. 화재심도는 건물내 가연물량, 공기의 공급 조건, 공간의 크기, 개구부의 면적, 내장재의 열 저항 정도 등에 따라 결정되며 이 중에서도 가연물량은 화재시 인명 안전 및 구조

적인 내화 수준을 결정하는 가장 기초적인 자료가 된다. 예를 들면 사무소 건물의 적정 내화설계는 사무공간의 화재하중 분포 조사가 선행되고 여기에 환기 조건 등 내화설계 관련 요소의 함수관계가 종합적으로 반영되어야 함에도 불구하고 지금까지 국내에서는 용도별 화재하중 분포에 대한 연구조사가 거의 없는 실정이다.

일반적으로 화재하중(Fuel Load 또는 Fire Load)은 공간내 섬유성 가연물의 총량으로 정의되며 이를 구획된 바닥 면적으로 나눈 값을 화재하중 분포 (Fire Load Density)라고 한다. 화재하중 분포에 관련된 외국의 연구 결과는 공간내 가연물의 대부분이 목재임을 제시하고 있으며 이에 따라 섬유질 이외의 가연물은 목재를 기준으로 한 연소 열량으로 환산하여 가연물이 완전 연소할 때 예상되는 발열량을 구하게 된다. 이러한 배경에서 1922년 N. B. S의 S. H. Ingberg는 실험을 통해 공간내 평균 가연물량의 완전 연소시 예상되는 내화 시간과의 관련성을 규명한 화재하중 개념을 제시하였으며 이 후 화재하중 50 kg/m<sup>2</sup> (10 psf)당 1시간의 화재심도를 기본으로 한 내화관련 법규가 여러 나라에 널리 적용되어 오고 있다.

화재하중 분포는 일차적으로 건물의 용도나 실의 이용 목적, 평면 구성 등에 의해 결정되지만 Baldwin(1970), Culver(1978), Melinek(1979), Bush (1991) 등 외국의 관련 연구 결과는 나라별, 시대별, 사회 문화적 배경 등에도 많은 영향을 받고 있음을 시사하고 있다.

그러므로 개인별 사무공간을 위주로 배치되고 컴퓨터의 사용이 없었던 1970년대에 조사된 결과와 사무 환경이 크게 바뀐 현재의 사무소 화재하중 분포간에는 총 가연물량 및 그 내용별 분포에서 많은 차이가 있음을 예상할 수 있다. (표 1.

참조)

화재하중은 크게 구조부재와 공간내 이동성 물품, 내장재 등 수납물품으로 구분되며 이 중에서 구조부재와 창호, 실내 마감재 등 내장재 관련 물품은 설계단계시 그 양과 종류를 파악할 수 있다. 따라서 전체적인 화재하중 분포를 알기 위해서는 건물 완공 후 거주자가 반입한 이동성 물품 (이하 이동 하중)에 대한 정확한 조사가 진행되어야 한다. 이에 따라 본 연구에서는 사무소 건물의 개방형 평면과 개실형 평면을 대상으로 이동 하중 분포를 조사하였으며 그 결과는 미국의 분포와 비교, 분석하였다.

본연구는 화재하중의 분석 방법 및 현재의 사무소 건물의 화재하중 범위를 제시함으로써 공학적인 내화 설계와 건물 화재 위험도 분류의 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## II. 실태 조사

### 2.1. 조사 개요

현대 사무소 건물의 특성은 컴퓨터의 급격한 사용 증대와 이에 따른 개방형 평면으로의 변화, 시스템화 된 실내 칸막이 등에 있다. 또한 공간내 가연물의 종류 중 종이 및 서적 류가 가장 높은 비율을 차지하는 외국의 선례 연구 결과를 고려하여 이에 가장 부합된다고 판단되는 설계 사무소를 선정하여 이동하중 분포를 조사하였다.

조사 대상은 서울 시내 강남지역에 소재하며 개업후 3년에서 5년이 경과된 바닥면적 165 m<sup>2</sup> 이하의 10개의 설계 사무소를 대상으로 계층적 표본으로 추출하였다. 조사범위는 건물 완공후 거주자가 반입한 가구, 장비, 서적 등 목재나 플라스틱 재료로 구성된 가연성, 이동성 물품으로 제한하였으며 철제 책상, 캐비닛 등 불연성 재료

표 1. 외국의 화재하중 분포(사무소 건물)

누적 확률분포 (%)	화재하중(등등 목재 가연물량/바닥면적, 단위 : kg/m <sup>2</sup> )				
	미 국 1)	독 일 2)	스 웨 덴 3)	네덜란드 4)	영 국 5)
25	20	25	24	5	5
50	35	43	28	10	20
80	50	60	38	24	32
99	100	130	70	46	110

는 제외하였다.

조사방법은 사전 교육된 조사요원의 직접 계량법을 이용하여 개방형 평면(Open plan)으로 구성된 설계실과 개실 형 평면(Compartment layout)의 소장 실로 구분하여 조사하였으며 회의실, 창고, 주방 등은 제외하였다.

한편, 책상 서랍이나 철제 캐비닛 등 수납된 가연물은 화재시 노출상태에 따라 전체적인 화재하중에 미치는 영향을 고려하여 미국의 G. S. A (General Services Administration)에서 사용된 주관적 가중치(Derating Factor)를 적용하였다. 칸막이는 그 벽면적을 계산하여 화재하중을 산정 하였다.(표 2. 참조)

조사물품은 유사한 재료 구성을 고려하여 아래의 5개 항목으로 분류하였다. 한편, 컴퓨터, 가구, 및 기타 항목 중 목재 이외의 플라스틱 재료는 목재와의 연소열량 (CIB 1986 자료)을 기준으로 한 환산계수를 설정하여 화재하중 분포를 구하였다.(표 3. 참조)

- 1) 종이류 /서적류
  - 노출된 것(책상, 선반위 등)
  - 수납된 것(서랍 등)
- 2) 컴퓨터 장비 등
  - 모니터, 본체, 키보드, 마우스, 패드, 프린터, 플로터, 전선, 디스크 및 보관함
- 3) 가구(목재, 플라스틱 재료만 포함)
  - 책상, 의자
  - 컴퓨터 책상
  - 제도판
- 4) 칸막이(목재)
- 5) 기타

표 2. Derating Factor.

수납물품 종류	재료	Derating Factor		
		(수납물품내 완전밀폐된 가연물량 / 전체 가연물량) %		
		50% 미만	50% - 80%	80% 이상
책상, 테이블, 캐비닛	목재, 플라스틱	1.0	1.0	1.0
	철 제	0.40	0.20	0.10
책 장	목재, 플라스틱	1.0	1.0	1.0
	철 제	0.75	0.75	0.75
기 타	불연성	0.75	0.75	0.75

(자료 : John A. Campbell, Confinement of Fire in Building, N. F. P. A. Handbook, 1992)

-옷, 옷걸이, 전화기, 선풍기, 오디오, 우산, 정수기, 비디오 등

## 2.2. 분석방법

조사 자료는 통계적 방법을 이용하여 사무소 건물의 평균 화재하중 분포를 산출하였으며 그 결과는 표 4.와 같다. 조사대상 건물이 10개 임을 고려하여 T-Distribution Curve를 사용하였으며  $V=N-1$ , 모집단의 표준편차  $Z_{SEM}$ 은 신뢰도 수준 90%, 95%, 99%에 대하여 각각  $\alpha=0.050, 0.025, 0.001$ 에 대한 곡선의 면적으로 구하였다.

$$\bar{y} \pm t_{\alpha/2}(\sigma / \sqrt{n}) = \bar{y} \pm t_{\alpha/2}(s / \sqrt{n})$$

여기서  $v$  : Degrees of Freedom

$n$  : 표본수

$\bar{y}$  : 표본의 평균치

$t$  : (n-1) Degrees of freedom을 기준 한 분포

$\sigma$  : 모집단의 표준편차

$s$  : 표본 표준편차

표 3. 연소열량 환산기준.

재 료	연소열량 범위(MJ /Kg)	환 산 계 수
목 재	17 - 20	1.0
A B S	34 - 40	2.0
Acrylic	27 - 29	1.5
Polystyrene	39 - 40	2.0
P V C	16 - 17	0.9
Melamine	16 - 19	1.0

(자료 : A.H. Buchanan, Fire Engineering Design Guide, Univ.of Canterbury, 1995)

표 4. 화재하중 분포.

		화재 하중 분포 (kg/m <sup>2</sup> )			
		Min.	Max.	Mean	Std. Dev
Open Plan	90%	38.46	50.25	44.36	10.16
	95%	37.08	51.63		
	99%	33.91	54.80		
Compartment Plan	90%	34.98	57.80	46.39	19.69
	95%	32.30	60.48		
	99%	26.16	66.62		
전체 화재하중	90%	37.67	50.87	44.27	11.38
	95%	36.13	52.41		
	99%	32.57	55.98		

### Ⅲ. 결과 및 고찰

조사대상 건물의 평균 바닥면적은 개방형 67.34m<sup>2</sup>, 개실 형 24.97m<sup>2</sup> 이며 전체적으로 92.31m<sup>2</sup>이다. 평균 근무 인원은 6.6명으로서 1인당 바닥면적은 10.20m<sup>2</sup> 정도로 나타났다.

조사 결과 전체적인 화재하중 평균은 44.27 kg/m<sup>2</sup> 이며 평면구성별로 보면 개방형 평면이 44.36 kg/m<sup>2</sup>, 개실 형 평면이 43.39kg/m<sup>2</sup> 로 나타났다. 조사항목 중 칸막이는 개방형 평면에 서만 조사되었으며 전체적으로 볼 때 미리 분류된 각 항목별로 조사하는데는 큰 어려움이 없었으나 조사 시간이 많이 소요된 것과 조사 시간 동안의 업무 방해 등이 문제가 되었다.

조사 결과는 평면배치 특성, 실의 면적, 사용 인원 특성 및 가연물 특성을 고려하여 고찰하였으며 아울러 미국의 연구 결과와 비교 분석하였다.

#### 3.1. 평면배치에 따른 분포

평면배치에 따른 화재하중 분포는 표 4와 같다. 신뢰도 95%를 기준으로 한 전체 화재하중 분포는 36.13kg/m<sup>2</sup> 부터 52.41kg/m<sup>2</sup> 사이로 조사되었다. 평면 구성별로는 개방형이 37.08kg/m<sup>2</sup> 부터 51.63kg/m<sup>2</sup>, 개실 형이 29.30kg/m<sup>2</sup> 부터 57.48kg/m<sup>2</sup> 로서 개방형에 비해 개실 형이 사무소별로 분포 차가 큰 것으로 나타났다.

개실 형 평면의 이동하중이 높은 것은 상대적

으로 1인당 점유면적이 개방형에 비해 2배 이상 되며 개인용 서적이나 장서가 많고 대개 철제보다는 목재 가구나 책상을 사용하기 때문에 판단된다. 또한 개실 형 평면은 개인별 공간 사용 형태와 직장내 지위, 역할 등에 따라 가연물량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이에 반해 개방형 평면은 설계 및 사무 자동화의 영향과 시스템화된 실내 가구 배치 등으로 인해 상대적으로 낮은 분포를 보이고 있다.

#### 3.2. 바닥면적과 사용인원 특성

조사대상 건물의 평균 근무인원은 소장 1인을 포함하여 4명부터 14명까지로 다양하였으며 여러 명이 공유하는 개방형 평면의 크기는 24m<sup>2</sup>에서 127m<sup>2</sup> 사이로 나타나 1인당 평균 화재하중은 15.52 kg/m<sup>2</sup> 으로 조사되었다.

사무소내 근무 인원과 바닥 면적은 어느 정도 비례한다고 볼 때, 화재하중은 오히려 바닥면적의 증가와 함께 전체적으로 감소하는 추세를 보여주고 있다.(그림 1 참조) 이는 근무인원이 많아질 수록 개인용 물품보다는 함께 사용하는 수납 공간이나 서적, 컴퓨터 관련 기기가 증대되기 때문으로 판단된다.

다만 컴퓨터 사용 비율이 매우 높아 종이류나 도면의 보관 량이 비교적 적거나 서적, 잡지 등 업무 관련 서적이 상대적으로 많지 않은 일부 사무소의 경우는 바닥면적과 근무인원의 관련성이 거의 없는 것으로 나타났다.

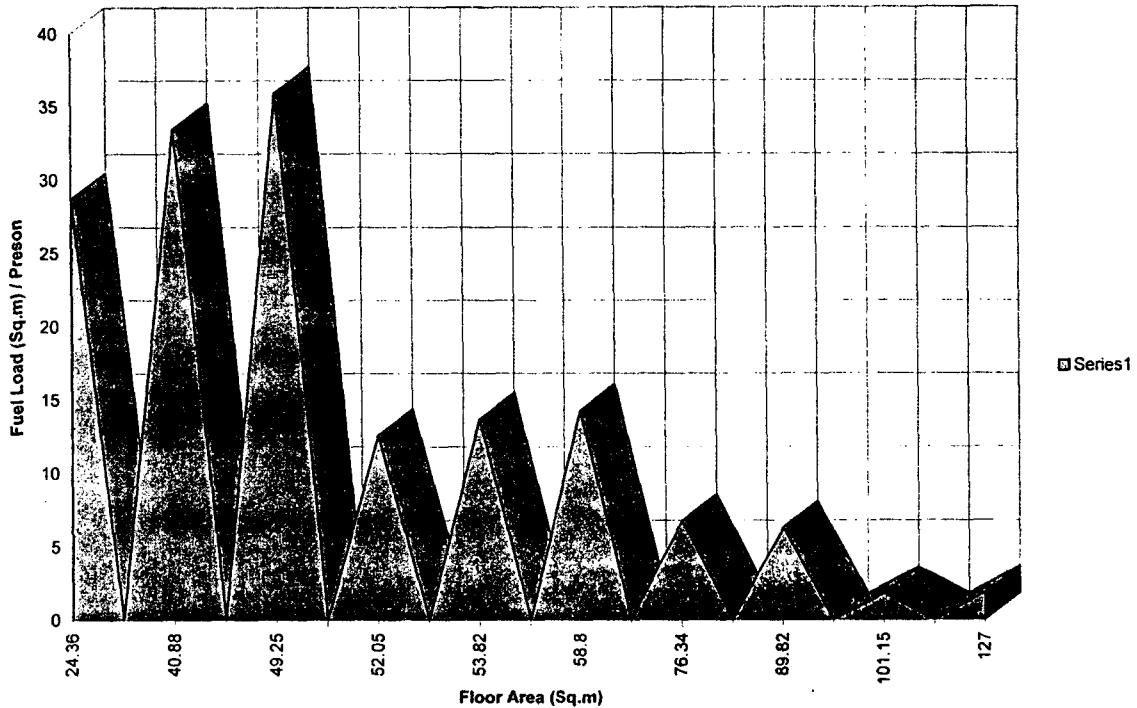


Fig. 1. Fuel Load Density per Occupant.

### 3.3. 가연물 분포 특성

조사대상 건물의 5개 항목별 이동하중 분포를 분석하였다.(표 5. 및 표 6. 참조) 항목별로 보면 가구 류가 전체 하중의 35% (개방형), 42% (개실형)로서 매우 높았으며 평균적으로는 16.44 kg/m<sup>2</sup> 으로 조사되었다. 종이와 서적류는 전체 하중의 30% (개방형), 47% (개실형)을 차지하였으며 평균치 15.45kg/m<sup>2</sup> 으로서 가구 류보다 약간 낮은 분포를 보였다. 따라서 가연물의 대부분은 가구와 종이, 서적류가 차지함을 알 수 있다.

이는 과거에 비해 현대 사무공간의 가구 구성이 작업의 흐름에 따른 시스템화,수납공간의 극대화를 추구하는 경향이 증대되면서 상대적으로 작은 면적에 큰 화재하중의 분포가 가능하다고 판단된다. 종이와 서적류 역시 컴퓨터의 사용 증대에도 불구하고 높은 비율을 나타내 실제 사무소의 업무 특성을 잘 보여주고 있다.

개실형 평면의 경우는 종이, 서적류 (47%)와

가구(42%)의 비율이 거의 비슷하게 나타났다. 이는 개인적으로 소유, 관리하는 서적이 상대적으로 많아 이를 위한 수납공간의 요구와 함께 개방형 평면에서는 볼 수 없는 소파 등 접대용 가

표 5. 개방형 평면의 항목별 분포.

	화재하중 (kg/m <sup>2</sup> )	비율(%)
1. 종이/서적류	13.52	30
2. 컴퓨터 장비 등	10.41	23
3. 가 구	15.47	35
4. 칸 막 이	0.91	2
5. 기 타	4.06	9
합 계	44.37	100

표 6. 개실형 평면의 항목별 분포.

	화재하중 (kg/m <sup>2</sup> )	비율(%)
1. 종이/서적류	21.8	47
2. 컴퓨터 장비 등	2.0	4
3. 가 구	19.65	42
4. 칸 막 이	0.00	0
5. 기 타	2.95	6
합 계	46.4	100

구의 사용에 기인한 것으로 판단된다.

컴퓨터 장비는 평균 7.83 kg/m<sup>2</sup> 로 조사되었다. 개방형 평면은 23%로 나타나 사무자동화 및 CAD 설계의 비중을 잘 반영하고 있으나 개실형의 경우는 매우 적은 비율(4%)을 보여 평면구성에 따라 큰 대조를 보였다. 또한 개실형 평면은 컴퓨터가 없는 경우도 4곳이나 조사되어 개인의 직급, 나이, 직장내 역할 등에 따라 사용 실태가 다를 수 있다.

한편 업무를 주로 컴퓨터에 의존하는 현행 설계 사무소의 특성에 비추어 볼때 이러한 결과는 일반 업무용 건물에 비해 약간 높은 분포로 보여지며 향후 컴퓨터의 사용 증대에 따라 그 비율은 점차 높아질 것으로 예상된다.

칸막이는 상대적으로 근무인원이 많거나 바닥면적이 넓은 4개의 사무소의 개방형 평면에 설치되었으며 평균 0.71 kg/m<sup>2</sup> 로 조사되었다. 전체적으로는 매우 낮은 비율을 보였으나 (2%) 칸막이의 재료 구성과 설치 높이에는 큰 차이가 없었다.

이외 기타 항목에서는 블라인드, 오디오, 비디오, 에어컨, 난방기구, 소형 냉장고, 복사기 등이 포함되었으며 평균 3.85 kg/m<sup>2</sup> 으로 조사되었다. 점유 비율에서는 개방형 평면이 9%, 개실형 평면이 6%로 나타나 개방형 평면의 가연물품이 더 다양함을 알 수 있다.

### 3.4 화재하중 분포의 비교

본 연구와 미국 메릴랜드 대학교 방화공학과에서 95년도에 실시한 6개 사무소 건물의 분포 결과를 비교 분석하였다. 미국의 경우, 조사 대상 건물은 대학과 관공서에서 개실형 평면과 개방형 평면별로 각 3개를 선정하였다. 표본의 수가 적지만 현재의 사무소 건물의 이동하중 분포 특성을 폭넓게 이해하는데 의미가 있다고 판단된다.

우선 전체적으로 미국이 평균 66.84kg/m<sup>2</sup> 로 한국의 44.27kg/m<sup>2</sup> 에 비해 상대적으로 높게 나타나 동일 용도에 따른 나라별 분포 차이가 적지 않음을 알 수 있다. (그림 2 및 그림 3) 평면

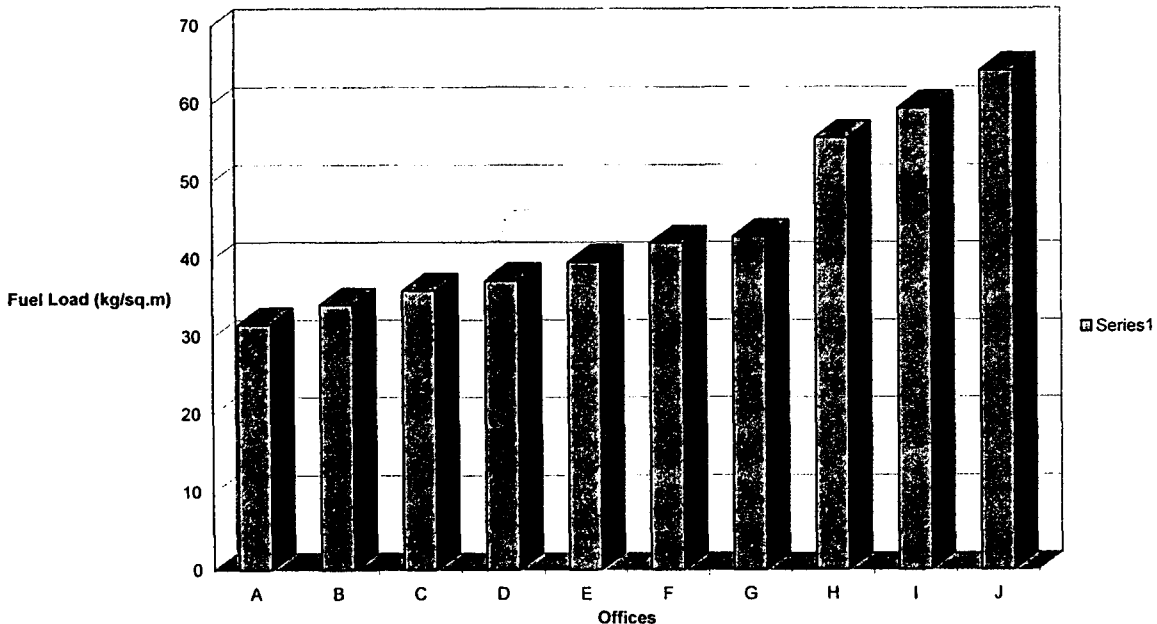


Fig. 2. Fuel Load Distribution (Korea).

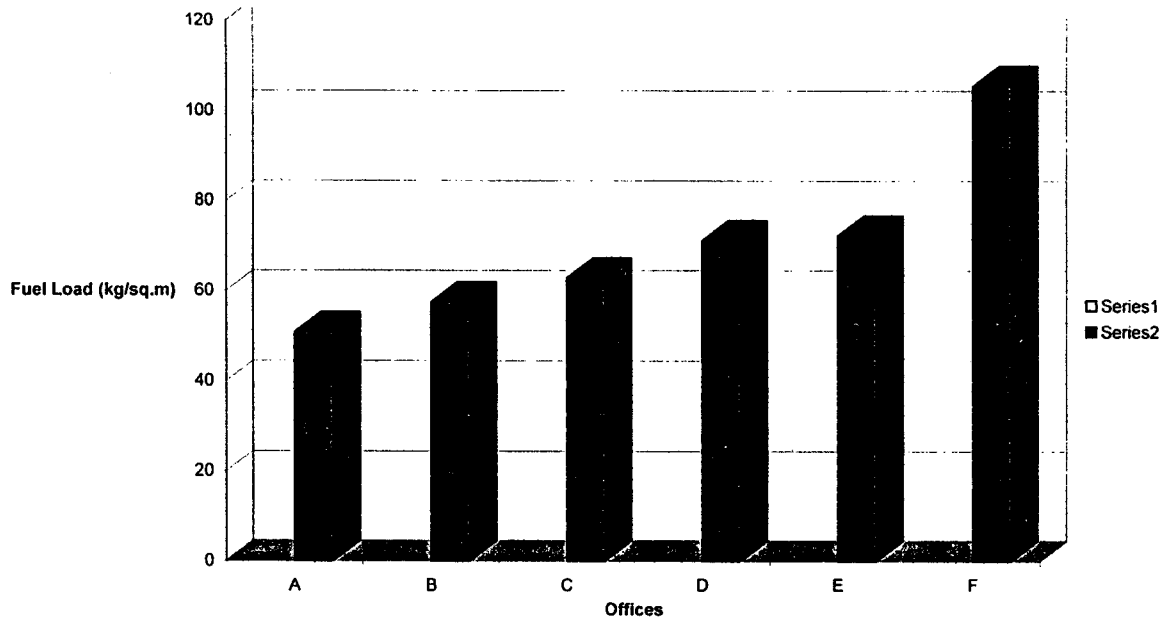


Fig. 3. Fuel Load Distribution(U.S.A.).

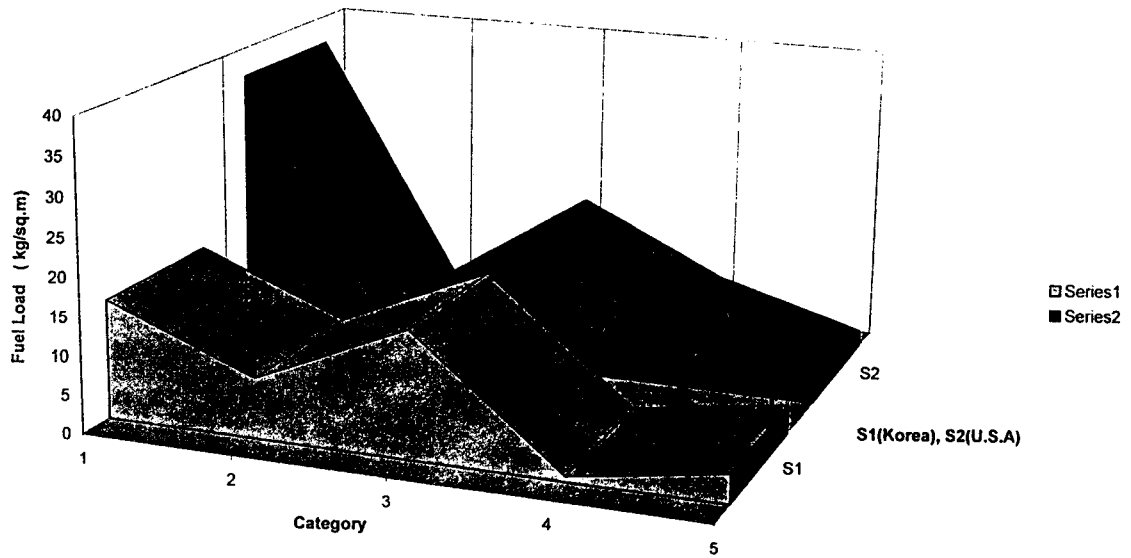


Fig. 4. A comparison of Category between Korea and U.S.A.

구성별로 살펴보면 개방형 평면의 경우 미국은 70.98kg/m<sup>2</sup>, 한국은 44.37kg/m<sup>2</sup> 로 차이가 있으며 개실형의 경우 미국은 64.89kg/m<sup>2</sup>, 한국은 46.4 kg/m<sup>2</sup>으로 나타나 평면 구성에 따른 약간의 분포 차이를 보였다.

그림 4.는 가연물의 항목별 분포 비교를 나타내고 있다. 미국은 종이류/서적류가 전체의 54% (36.13kg/m<sup>2</sup>), 칸막이가 11% 로서 (7.62 kg/m<sup>2</sup>) 대부분을 차지하고 있다. 반면 한국의 경우는 종이류/서적류가 35% (15.45kg/m<sup>2</sup>), 칸막이가 2% (0.71kg/m<sup>2</sup>)에 그치고 있다. (항목 1) 이는 미국의 조사가 공간 사용밀도가 비교적 높은 대학교의 일반 행정 건물과 관공서 건물을 대상으로 실시되었기 때문으로 보인다.

컴퓨터 장비의 점유 비율은 한국이 18%로 미국의 6%보다 상당히 높게 나타났으며 분포 하중은 한국이 7.83kg/m<sup>2</sup>, 미국이 4.15kg/m<sup>2</sup> 으로 조사되었다. (항목 2) 이는 컴퓨터의 사용 비율이 상대적으로 높은 설계 사무소의 업무 특성을 반영한 것으로 보인다.

가구 류는 한국이 37% (16.44kg/m<sup>2</sup>)로서 미국의 25% (16.75kg/m<sup>2</sup>)에 비해 높은 비율을 보였다. (항목 3) 한편, 칸막이는 한국의 2% (0.71kg/m<sup>2</sup>)에 비해 미국이 11% (7.62kg/m<sup>2</sup>)로 나타나 상대적으로 좁은 사무공간을 최대한 이용하고 있는 미국의 공간사용 실태를 반영한 것으로 판단된다. (항목 4)

기타 항목의 비교에서는 한국이 9% (3.85 kg/m<sup>2</sup>)로 미국의 3% (2.19kg/m<sup>2</sup>)보다 높게 나타나 사무공간내 개인적, 보조적인 가연물량의 분포가 높음을 알 수 있다. (항목 5)

#### IV. 결 론

본 연구에서는 국내 10개 설계 사무소를 대상으로 화재하중 분석 방법과 현재의 화재하중 분포를 제시하였다. 조사결과는 평면배치, 바닥면적, 사용인원, 가연물의 특성에 따른 화재하중과의 관련성과 함께 미국의 조사 결과와 비교 분석하였으며 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 현재 국내 사무소 건물의 화재하중은 95%

신뢰도 기준으로 36.13kg/m<sup>2</sup> 에서 52.41 kg/m<sup>2</sup> 사이에 분포하며 평균 화재하중은 44.27kg/m<sup>2</sup> 으로 나타났다. 아울러 평면 구성별로는 개실형 평면이 46.39kg/m<sup>2</sup> 으로 개방형 평면의 44.36kg/m<sup>2</sup> 에 비해 약간 높은 분포를 나타냈다.

- 2) 화재하중과 바닥면적과의 상관성의 분석 결과, 조사 대상 건물의 바닥면적의 증대에 따라 화재하중은 전체적으로 감소하는 추세를 나타냈다.
- 3) 화재하중의 항목별 분포 결과는 가구의 비중이 전체의 35% (개방형), 42% (개실형)로서 매우 높았으며 평균 16.44kg/m<sup>2</sup> 으로 조사되었다. 종이와 서적류는 전체하중의 30% (개방형), 47% (개실형)으로 평균 15.45kg/m<sup>2</sup> 으로 나타났다. 따라서 이 두 가지 항목이 가연물량의 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 컴퓨터 장비의 분포는 평균 7.83 kg/m<sup>2</sup> 로서 개방형 평면은 전체의 23%로 비교적 높았으나 개실형 평면의 경우는 4%에 그쳐 평면 구성별 차이가 크게 나타났다.
- 4) 한 미간의 현재 화재하중 분포는 미국이 평균 66.84kg/m<sup>2</sup>로 한국의 44.27kg/m<sup>2</sup> 에 비해 상당히 높게 나타났다. 전체적으로 한국은 가구 및 기타 물품의 점유 비율이 높은 반면 미국은 종이, 서적류 및 칸막이의 점유 비율이 높아 나라별 공간 사용 특성에 따른 분포 차이를 반영하고 있다.

본 연구결과는 향후 사무소 건물의 화재위험도 분류 및 화재 실험시 가연물량 기준에 적용되며 내화설계의 기준 결정을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대할 수 있다. 아울러 조사대상 건물이 현재 사무소의 속성을 잘 나타내고 있다고 보여지나 화재하중 분포가 조사 기법이나 평가 방법 등에 영향을 받는 통계적 변수임을 고려할 때 향후 회의실, 비서실, 창고 등 사무소내 다른 용도에 대한 조사와 함께 관공서 및 일반 사무소에 대한 폭넓은 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.



## 참 고 문 헌

1. BSS 85 Survey Results for Fire Loads and Live Loads in Office Buildings, National Bureau of Standards.
2. Fire Safety in Construction Steelwork Report CECM 111-74-2E, Convention Europeene de la Construction Metallique.
3. Berggren, k. and Erikson, U., "Brandbelastning I Kontorhus Statistik Inventering och Utvardering", Rapport 18 : 1.
4. Witteveen, J., "Brandveiligheid Staalconstructies", Centrum Bouwen in Staal Rotterdam.
5. Baldwin, R., Law, M., Allen, G. and Griffiths, L. G., "Survey of Fire Loads in Modern Office Buildings - Some Preliminary Results", Fire Research Note 808, Fire Research Station, U. K.
6. Ingberg, S. H., Dunhan, J.W. and Thompson, J. P., "Combustible Contents in Buildings", BMS Report 149, Washington, D. C. : N. B. S., 1957.
7. Culver, C. G., "Survey Results for Fire Loads and Live Loads in Office Buildings", NMS Building Science Series 85, Gaithersburg, MD : NBS, 1976.
8. Culver, C., and Kushner, J., "A Program for Survey of Fire Loads and Live Loads in Office Buildings", NBS Technical Note 858, Gaithersburg, MD : NBS, 1975.
9. Mitchell, G. R., Woodgate, R. W., "A Survey of Floor Loadings in Office Buildings", CIRIA Report 25, London, England, August, 1970.
10. Melinek, S. J., "Fire Load Densities in Office Buildings", Fire Research Station, Borehamwood, England, 1979.
11. Fire Resistance Classification of Building Construction, Building Materials and Structures Report 92, National Bureau of Standards, Washington, D. C., October, 1972.
12. William Mendenhall, Terry Sincich, Statistics for Engineering and the Sciences, Prentice Hall, New Jersey, U. S. A., 1995.
13. T Z Harmathy, Fire Safety Design and Concrete, John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, U. S. A., 1993.