

사무실의 사용기간 최대 적재하중에 대한 확률론적 분석

Probabilistic Analysis of Lifetime Extreme Live Loads in Office Buildings

김	상	효*
Kim,	Sang	Hyo
조	형	근**
Cho,	Hyung	Keun
배	규	웅***
Bae,	Kyu	Woong
박	홍	석***
Park,	Hung	Seok

요 약

본 연구에서는 사무실 적재하중을 체계적으로 조사·수집하여 등가등분하중을 산정하였다. 등가등분 하중은 슬래브, 보, 기둥등의 부재별로 영향선을 이용하여 분석하였다. 여기에서 하중효과는 보와 슬래브에서는 휨모멘트, 기둥에서는 축력이 고려되었다.

산정된 등가등분하중 자료로부터 적재하중의 확률적 특성과 영향면적과의 상관관계가 분석되었으며, 다른 하중조사결과와도 비교되었다.

분석된 적재하중의 확률모형을 이용하여 사용기간 동안의 극한값을 산정하였으며, 이 결과는 현행 설계적재하중과 비교되었다. 또한 보다 합리적인 설계적재하중을 결정할 수 있는 기초자료로서 영향 면적에 따른 설계하중식을 제안하였다.

ABSTRACT

Live load data in domestic office buildings have been collected in a systematic manner. Based on surveyed data, equivalent uniformly distributed load intensities, which produce the same load effect as the actual spatially varying live load, have been obtained for various structural members (such as slab, beam, column, etc.). Influence surface method has been employed to compute load effects under real live load, including beam moment, slab moment as well as axial force in column.

The results have been examined to find probabilistic characteristics and relationship between influence area and load intensity (or coefficient of variation). The results were also compared with other survey results and found to be reasonable.

Based on the probabilistic load models obtained, the lifetime extreme values have been analyzed and compared with current design loads. Tentative equations applicable to decide more rational design loads are also suggested as functions of influence area.

* 한국건설기술연구원 구조연구실장 수석연구원
 ** 한국건설기술연구원 구조연구실 선임연구원
 *** 한국건설기술연구원 구조연구실 연구원

이 논문에 대한 토론을 1990년 9월 30일까지 본 학회에 보내주시면 1991년 3월호에 그 결과를 게재하겠습니다.

1. 서론

건축구조물의 설계에 있어 적재하중(live load)은 고정하중(dead load)과 함께 매우 중요한 하중이다. 특히 우리나라와 같이 자연발생적 하중(풍하중, 지진하중 등)이 심각하지 않은 지역에서는 경제적이며 안전성 있는 구조물 설계에 가장 많은 영향을 가지는 것이 적재하중이다. 특히 고정하중은 설계하중을 결정하기가 비교적 용이하지만, 적재하중은 그의 시간적, 공간적 변화특성 때문에 합리적인 설계하중의 산정이 어렵다. 현재 사용되고 있는 설계하중은 일반적으로 오랜 경험에 의해 결정된 것이며, 우리나라의 경우는 이웃 일본의 설계하중을 그대로 도입하여 사용하고 있다.

본 연구에서는 국내의 실정에 맞는 합리적인 설계하중의 선정 및 하중 및 저항계수설계법에 의한 현대적인 국내 구조설계 기준의 개발을 위한 연구의 기초 작업으로 사무실의 적재하중을 체계적으로 조사·분석하였다. 또한 이 결과에 기초하여 사용기간 최대적재하중의 특성을 확률 이론을 이용하여 분석하였다. 이는 아파트 적재하중에 관한 연구[1]와 함께 국내에서 최초로 실시된 본격적인 적재하중 관련 연구이다.

2. 조사대상 선정 및 하중조사

적재하중의 확률적 특성을 분석하기 위한 가장 기본적인 중요한 단계가 적재하중의 측정이다. 하중 측정을 위해서는 조사대상 집단을 선정하여야 하는데, 본 조사에서는 서울특별시에 위치한 사무실용 건물중에서 이들이 밀집된 지역을 중심으로 지역, 층수, 입주특성을 고려하여 9개 사무실용 건물(22개업체, 28개층, 25932m²)을 조사대상으로 선정하였다.[2]

하중조사 자료는 건물별, 회사별, 실별로 우선 구분한 다음 4개의 기둥에 의해 구획되는 공간을 기본단위(unit)로 하여, 이를 다시 각 변에 대해 4등분한 16개 세부구획(sector)별로 정리하였다. 이 경우 대상건물의 세부구획은 4~7m² 정도의 면적을 가진다.

사용자의 하중은 일반 사무실의 경우 책상 1개당 성인남자 1명씩 적용하였으며 회의실, 소파등에는 의자수의 2/3정도에 해당되는 인원을 적용하였다. 그 밖에 본 연구에서는 전산실중 퍼스널 컴퓨터를 사용하는 전산실은 조사에 포함시켰으나 대형 컴퓨터 및 그 주변기기가 설치된 전산실은 해당 전문가의 별도의 조치가 이루어진것으로 보아 제외하였다.

3. 등가등분포하중의 분석

3.1 개요

적재하중의 특성을 분석하는 데는 일반적으로 단순등분포하중(uniformly distributed load)과 등가등분포하중(equivalent uniformly distributed load)이 이용되는데, 설계하중의 결정을 위해서는 구조체의 역학적 특성과 적재하중의 평면적 분포특성(집중 및 편중)을 반영하는 등가등분포 하중이 주로 분석된다.

등가등분포하중은 실제의 불규칙한 평면배치를 가지는 재하상태에서와 같은 하중효과를 재현하는 등분포하중이므로, 먼저 실제 재하상태에서의 각 부재의 최대하중효과를 산정하여야 한다. 따라서 적재하중 조사결과를 이용하여 구조 해석을 실시하여야 하는데, 이는 매우 번거롭고 많은 계산량을 요구한다. 그러나 사무실용 건물은 다른 건물과는 달리 평면구조배치가 대부분 정형적으로 되어 있기 때문에 영향선(influence surface)을 이용하여 많은 계산량을 줄일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 각 조사 대상건물에 대해 하나의 기본 구조형식을 정하여, 앞에서 설명한 각 세부구획에 대한 영향선을 작성하여 이용하였다.

등가등분포하중의 산정을 위해 본 연구에서 고려한 부재는 슬래브, 보 및 기둥이며, 부재별로 분석한 하중효과는 슬래브 및 보에서는 휨모멘트, 기둥에서는 축하중이다. 기둥은 실제의 불균등한 하중분포에 의해 축하중과 휨모멘트를 동시에 받는다. 따라서 축하중에 대해서만 산정된 등가분포하중은 축하중과 휨모멘트를 같이 고려한 실제 등가등분포하중보다 일반적으로 작아지게 된

다. 이렇게 발생하는 오차는 참고문헌 [2]에서 자세히 분석되었으며, 사무실용 건물에 있어서는 오차가 비교적 작을 것으로 분석되었다.

3.2 결과분석

산정된 등가등분포하중은 <표 1>에 부재별, 영향면적별로 정리되어 있다. 부재별 등가등분포하중을 살펴보면 슬래브가 94kg/m² (N=431) 로 가장 크며, 보가 69kg/m² (N=985), 기둥이 65kg/m² (N=702) 의 순으로 된다. 조사대상에서 기둥의 평균 영향면적이보의 평균 영향면적 보다 크다는 점을 고려하면 일반적으로 예상되는 결과이다. 부재별 변이계수도 슬래브 0.46, 보 0.43, 기둥 0.39로 영향면적과의 상관관계를 나타내고 있다.

부재의 배치위치에 관계없이 영향면적만으로 분류한 것을 살펴보면, 몇몇 경우를 제외하고는 전반적으로 영향면적의 증가에 따라 평균과 변이계수가 줄어드는 경향을 발견할 수 있다. '*'로 표시된 것이 특이한 경우인데, 이들은 모두 특정

조사대상 하나에 의해 나타나는 결과로 분석되었다. 즉 슬래브에서 영향면적 40-50m²에 해당하는 조사대상 회사는 모두 3군데 밖에 안되는데, 이들을 각 회사별로 분석하면 한회사에서 평균이 무려 120kg/m² 이 나와 나머지의 평균 84kg/m² 를 50% 가량 상회하고 있다. 이 조사대상의 영향이 보의 80-90m², 기둥의 80-90m², 160-180m² 등에 계속 미치고 있는 것이다. 이러한 현상은 조사대상규모를 보다 확대하면 무시할 수 있을 것으로 판단된다.

<그림 1>은 영향면적에 따른 등가등분포하중(평균)의 변화를 잘 보여주고 있다. (식 1)은 분석결과에 기초한 영향면적에 대한 등가등분포하중(평균)산정식이다.

i) 영향면적 $A < 60m^2$ 에 대하여

$$L_s = 50 + 55 \exp[-0.0275(A - 20) + 0.0856] \quad (\text{식 1. a})$$

ii) 영향면적 $A \geq 60m^2$ 에 대하여

$$L_s = 50 + 50 \exp[-0.0038(A - 60) - 0.9534] \quad (\text{식 1. b})$$

(식 1)을 조사결과와 비교한 것이 <표 2>이다.

표 1 사무실 등가등분포하중 분석결과

영향면적	30 이하	30 ~ 40	40 ~ 50	60 ~ 80	80 ~ 90	120 ~ 160	160 ~ 180	240 ~ 400	400 이상	전체
슬래브	102 (0.44)	90 (0.45)	93* (0.50)	56 (0.48)						94 (0.46)
보			77 (0.45)	67 (0.37)	71* (0.47)	60 (0.35)		37 (0.27)		69 (0.43)
기둥			78 (0.42)	61 (0.44)	75* (0.36)	61 (0.33)	66* (0.43)	58* (0.26)	34 (0.14)	65 (0.39)
전체	102 (0.44)	90 (0.45)	80 (0.46)	66 (0.38)	73* (0.42)	60 (0.34)	66* (0.42)	57* (0.28)	34 (0.14)	73 (0.46)
조사수	168	204	340	450	344	334	150	124	4	2118

표 2 등가등분포하중의 조사결과와 산정식의 비교

단위 : kg/m²

영향면적 (m ²)	30 이하 (25)	30 ~ 40 (35)	40 ~ 50 (45)	60 ~ 80 (70)	80 ~ 90 (85)	120 ~ 160 (140)	160 ~ 180 (170)	240 ~ 400 (320)	400 이상
조사결과	102	90	80	66	73*	60	66*	57*	34
식 1	102	90	80	68	67	64	63	57	-

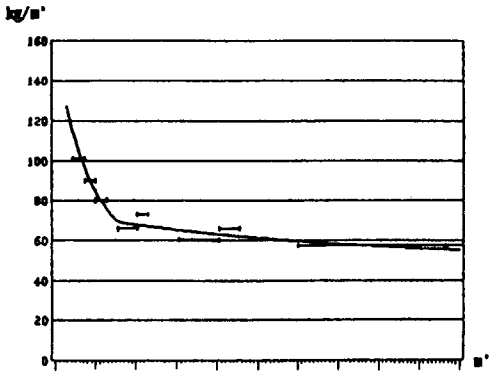
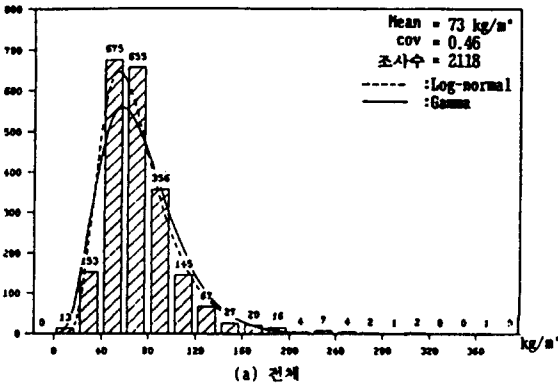


그림 1. 영향면적에 따른 등가분포하중(평균)의 변화

본 연구의 분석결과를 외국의 결과와 비교해 보면 미국이나 유럽의 하중조사 [3, 4]에서는 일반적으로 평균은 12~13psf(60~65kg/m²)로 영향면적과의 관계를 보이지 않는 것으로 나타났으며

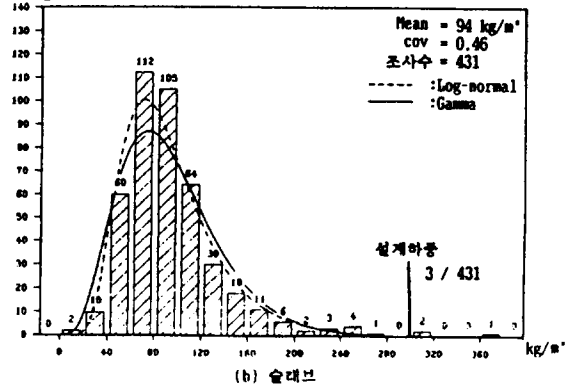
본 조사결과보다 작다(국내 전체 평균 73kg/m²). 단지 변이계수가 200ft² (18m²)에서 0.80, 1000ft² (90m²)에서 0.5, 5000ft² (450m²)에서 0.45로 영향면적과 밀접한 관계를 보이며 본 조사 결과보다 매우 크게 나타났다. 우리와 동일한 설계하중을 취하고 있는 일본에서의 최근 조사결과[5]에 의하면 슬래브(평균영향면적=21.8m²)에서는 평균은 92~108kg/m²로 본 결과(국내 슬래브전체 : 94kg/m², 0.46 ; A<30m² 슬래브 : 102kg/m², 0.44)와 비슷한 수준이며, 변이계수는 0.50을 상회하는 것으로 나타났다. 보(평균영향면적=53.1m²)에서는 평균 72kg/m², 변이계수 0.40 정도로 매우 비슷한 수준이다(국내 보전체 : 69kg/m², 0.43). 영향면적에 따른 분석과 기둥에 대한 결과가 없어 자세한 비교는 할 수 없으나, 본 조사결과의 타

조사빈도



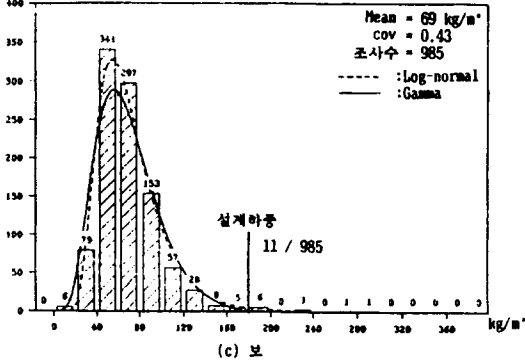
(a) 전체

조사빈도



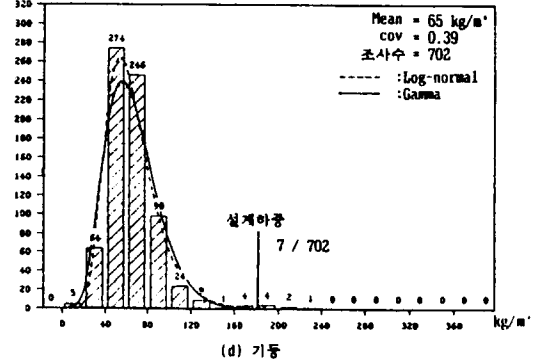
(b) 슬래브

조사빈도



(c) 보

조사빈도



(d) 기둥

그림 2. 등가분포하중의 부재별 분포도

당성을 어느 정도 보완해 주는 결과라고 할 수 있다.

포를 대표모형으로 선정하였다.

3.3 등가등분포하중의 확률분포

사무실 적재하중(등가등분포하중)의 분포특성을 분석하기 위하여 <그림2>에 분포도를 적재하중모형에 대하여 널리 이용되는 Gamma 분포와 대수정규분포(lognormal distribution)와 함께 정리하였다. χ^2 -test와 K-S test등을 이용한 확률분포도의 적합도 검정도 실시하였는데 전반적으로 두가지 확률분포가 모두 좋은 적합도를 보이고 있다.

4. 일시하중 및 사용기간 최대하중 분석

4.1 일시하중 분석

적재하중은 크게 상시하중(sustained live load)과 일시하중(transient or extraordinary live load)으로 구분될 수 있다. 이 분류는 주로 시간적인 개념에 의한 것으로, 일시하중은 상시하중에 비해 상대적으로 짧은 시간동안 재하되며 사용자의 변화가 없이도 하중크기의 변화가 심하며 따라서 그 예측이 상당히 어려운 하중이다. 사무실의 경우 이러한 하중은 집회, 회의등을 위한 손님방문이나 이사 또는 보수공사를 위한 가구의 이동, 밀집등에 의해 발생한다고 예상된다.

하중의 확률분포모형을 선정할 때 가장 중요한 것은 상부극한값 부분(upper tail)의 특성이다. 즉 대수정규분포는 Gamma 분포에 비해 매우 긴 상단꼬리(upper tail)를 가지게 되며 따라서 사용기간 극한값 분석에서 매우 다른 결과를 보이고 있다. 즉 Gamma 분포를 이용한 결과에 비해 사용기간 최대값의 매우 큰 기대값을 가진다. 참고로 외국의 조사결과 에서는 대부분 Gamma 분포를 추천하고 있다. 그러나 이들의 자료도 상단꼬리의 적합도를 정확히 분석할만큼 충분하지는 않았으며, 대부분 전문가의 판단에 의해 결정하였다. 결론적으로 본 연구에서도 Gamma 분포를 대표모형으로 선정하였으며, 대수정규분포에 의한 모형도 비교 분석하였다[2].

본 연구에서는 일시하중에 대한 직접적인 조사는 실시하지 않았다. 따라서 MaGuire와 Cornell[6]이나 Ellingwood와 Culver[7]에 의해 이용된 일시하중모형을 이용하고자 한다. 이 모형에서 일시하중의 평균과 변이(variance)는 다음과 같다.

$$\mu_E = \frac{\mu_Q \mu_R \lambda}{A} \tag{식 2}$$

$$\sigma_E^2 = \frac{\lambda K (\mu_Q^2 \mu_R^2 + \mu_R \sigma_R^2 + \mu_Q^2 \sigma_R^2)}{A^2} \tag{식 3}$$

- Q=하중그룹을 형성하는 하중단위 하나의 중
- R=하중그룹을 형성하는 하중단위의 수
- λ =영향면적(A)내의 하중그룹 수
- K=하중효과에 따라 결정되는 계수

부재별 등가등분포하중 조사결과와 현행 설계하중을 비교하면, 슬래브에서는 현행 설계하중(300kg/m²)을 초과하는 경우가 3번(전체 431)나 타났으며, 보에서는 설계하중(180kg/m²)에 대해 11번(전체 985), 기둥에서는 설계하중(180kg/m²)에 대해 7번(전체 702)이 나타났다. 부재별로 설계하중을 초과하는 빈도가 매우 유사하나, 보에서 약간 큰 것을 알 수 있다. 이러한 것은 동일한 설계하중을 적용하고 있는 보와 기둥의 평균(69와 65kg/m²)과 표준편차(30과 25kg/m²)의 차이에서도 판단할 수 있다. 보다 자세한 것은 사용기간 최대값분석에서 언급하였다.

본 연구에서 Ellingwood와 Culver의 하중모형을 이용하기 위해서 먼저 각부재별의 평균 영향면적(A)을 슬래브는 40m², 보는 80m², 기둥은 160m²으로 정하였다. 그리고 μ_Q 는 한국인 성인의 평균체중(60.5kg)을 고려하여 (μ_Q, σ_Q) = (65, 11)로 가정하였다(단위 kg). (μ_R, σ_R) = (4, 2)이며, λ 는 슬래브, 보, 기둥에 대해 각각 6.1, 10.8, 16.1을 적용하였으며, K=2.2를 이용하였다. 이 때의 각 부재별 일시하중의 평균과 편차는 <표3>과 같다. 일시하중의 평균발생 빈도는 참고문헌 7에서와 같이 년 평균 1회로 가정하였으며, 확률분포는 Gamma분포를 이용하였다.

등가등분포하중의 영향면적별 분포도와 적합도도 검정하였으며, 부재별에서와 같이 Gamme 분

표 3 부재별 일시하중의 평균과 변이계수

부재	슬래브	보	기둥	비고
영향면적	40	80	160	m ²
평균	44.0	35.1	26.2	kg/m ²
변이계수	0.64	0.51	0.41	

4.2 사용기간 최대하중 분석

지금까지 분석한 자료는 구조물의 사용기간중에 임의의 시점에서 발생하는 작용하중의 확률적 특성에 관한 것이다. 구조물의 사용자 측면에서 보면 임의의 시점에서의 적재하중의 크기가 중요하다. 그러나 설계자나 시방서 제정의 관점에서 보면 구조물의 예정된 사용기간동안 발생할 수 있는 최대하중효과가 가장 중요하다. 따라서 본 연구에서는 임의의 사용기간동안 발생할 수 있는 상시하중과 일시하중의 최대조합효과를 앞에서 분석한 확률모형을 이용하여 분석하였다.

상시하중과 일시하중의 조합효과는 확률과정의 조합에 관한 문제가 되어, 단순한 확률변수의 조합과는 달리 해석이 복잡해진다. 이러한 해석을 위한 기법에는 여러가지가 있으나, 본 연구에서는 Ellingwood의 하중조합기법(7)을 이용하였다. 이 기법에서는 상시하중과 일시하중의 발생빈도를 Poisson 확률과정으로 모형화하고, 각각의 발생강

도를 Gamma 분포를 이용하여 모형화하게 되면, 사용기간 동안의 최대조합 효과는 Gumbel의 Type-I 극한값 분포에 의해 확률적 특성이 결정되어진다. 여기에서 Type-I 분포의 형태를 결정하는 계수는 하중조합효과의 극한값(90%와 99%)에 대한 확률용지 상에서의 선형회귀에 의해 결정된다. 이때 하중조합효과의 극한값은 각각 상시하중의 사용기간 동안의 90% 최대값과 99% 최대값에, 일시하중의 상시하중 평균지속시간 동안의 최대값평균을 합한 것으로 선택되어졌다. 이러한 방법의 적합성은 Monte Carlo simulation에 의해 검증되어졌다.

<표 4>는 부재별 등가등분포하중의 사용기간(50년) 최대값을 분석한 결과이다. 부재별 현행 설계하중의 수준을 살펴보면, 슬래브와 기둥에서는 상시하중의 사용기간 99% 최대값을 약간 상회하는 것으로 나타나 외국의 조사결과 [3, 8]와 유사하다. 그러나 보에서는 현행 설계하중(180kg/m²)이 99% 최대값에 매우 못미치는 수준이다. 조합효과와 비교하면 보를 제외하고는 현행 설계하중이 평균값을 약간 상회하며, 90% 최대값과 비슷한 수준이다. 그러나 보에서는 역시 다른 부재에 비해 낮은 수준을 보이고 있다. 이러한 결과는 아파트 적재하중 분석(1)에서도 지적되었으며, 따라서 보와 기둥에 대하여 동일한 설계적재하중을 사용하는 것은 합리

표 4 부재별 사용기간 최대값 분석(Gamma-Gamma-Type I)

단위 : kg/m²

부재		슬래브	보	기둥	
상시하중	평균	94.0	69.0	65.0	
	C.O.V.	0.46	0.43	0.39	
일시하중	평균	44.0	35.1	26.2	
	C.O.V.	0.64	0.51	0.41	
사용기간 최대값	상시하중	90%	221	155	137
		99%	285	198	172
	조합효과	평균	261.6	186.9	155.5
		C.O.V.	0.13	0.12	0.12
		90%	307	217	180
		99%	371	259	215
설계하중		300	180	180	
상시하중 조사 최대값 (조사수)		372 (431)	289 (985)	227 (732)	

표 5 영향면적에 따른 사용기간 최대값 분석 (Gamma-Gamma-Type I)

단위 : kg/m²

영향면적		30	40	50	70	100	200	300	
상시하중	평균	95.5	84.6	76.3	68.5	66.5	61.3	57.7	
	C.O.V.	0.44	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	
일시하중	평균	46.1	44.1	41.4	36.9	32.0	23.5	19.5	
	C.O.V.	0.72	0.64	0.59	0.53	0.47	0.39	0.35	
사용기간 최대값	상시하중	90%	218	193	174	147	143	131	124
		99%	279	247	223	185	179	165	156
	조합효과	평균	271	241	217	186	171	145	131
		C.O.V.	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13
		90%	314	279	252	213	198	169	154
		95%	332	295	266	224	209	180	163
	99%	375	333	300	251	234	203	186	
	ANSI A58.1-1982		250	240	222	197	175	142	127

* 상시하중 발생빈도 : 0.2/년
* 일시하중 발생빈도 : 1/년

적이 아닌 것으로 분석된다.

〈표 5〉에는 영향면적별 사용기간 최대값이 정리되어 있다. 여기에서 상시하중의 평균은 (식 1)을 이용하여 산정하였으며, 변이계수는 〈표 1〉에서 알 수 있듯이 영향면적에 따른 변화가 매우 작아, 60m² 이하의 모든 영향면적에 대해 0.44, 그 이상에서는 0.40을 선정하였다. 일시하중은 (식 2)와 (식 3)에 의해 추정하였다.

영향면적에 따른 변화경향을 살펴보면 상시하중과 일시하중의 조합효과의 사용기간 90% 최대값과 현행 설계하중이 매우 잘 비교되어 진다. 앞의 부재별 최대값 분석(〈표 4〉)에서도 현행 설계하중이 조합효과 90% 최대값과 비슷한 수준으로 나타났다. 〈표 5〉에서 보면 앞에서 부재별로 선정된 영향면적(슬래브-40m², 보-80m², 기둥-160m²)에서의 조합효과 90% 최대값이 보를 제외하고는 현행 설계하중과 비슷하거나 약간 작은 것으로 나타났다. 다른 연구결과[7]와 비교하여도 〈표 5〉의 최대값 분석결과가 약간 작은 것으로 나타났다.

〈그림 3〉은 〈표 5〉의 조합효과 90% 및 99% 최대값의 영향면적에 따른 변화를 잘 보여주고 있다. 〈그림 3〉의 실선은 영향면적과 최대값(90, 99%)의 관계를 나타낸다.

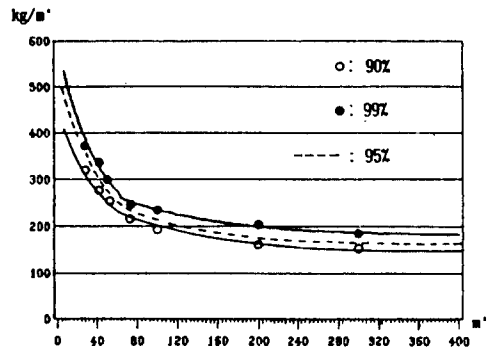


그림 3. 영향면적에 따른 사용기간 최대값의 변화(조합효과)

전반적인 분석결과에 의하면 영향면적에 따른 설계하중의 결정이 필요할 경우, (식 4)로 결정되는 조합효과 95% 최대값이 적정한 수준이라고 판단된다.

i) 영향면적 $A < 60\text{m}^2$ 에 대하여

$$L = 170 + 210 \exp[-0.0262(A - 20) + 0.0029] \quad (\text{식 4. a})$$

ii) 영향면적 $A \leq 60\text{m}^2$ 에 대하여

$$L = 155 + 90 \exp[-0.0095(A - 60) - 0.0833] \quad (\text{식 4. b})$$

영향면적에 따른 사용기간 최대값의 확률모형을 개발하기 위해서는 <표 5>에 정리되어 있는 조합 효과의 평균을 다음과 같이 수식화 할 수 있다.

- i) 영향면적 $A < 60\text{m}^2$ 에 대하여

$$L = 130 + 165 \exp[-0.0241(A - 20) + 0.0850]$$
 (식 5. a)
- ii) 영향면적 $A \geq 60\text{m}^2$ 에 대하여

$$L = 125 + 70 \exp[-0.0099(A - 60) + 0.0008]$$
 (식 5. b)

변이계수(C.O.V)에서는 영향면적에 따른 변화를 보이지 않으며, 전반적으로 0.12정도의 수준이다. 여기에서 제안한 식(1), 식(4) 및 식(5)는 모두 영향면적이 $20 < A < 300(\text{m}^2)$ 인 경우에 적용가능하며, 이 범위를 초과하는 경우는 대부분 기둥의 경우일 것이므로 참고문헌[2]에 분석된 결과를 참조하여야 한다.

5. 결론

본 연구에서 분석된 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) 사무실 적재하중은 영향면적과 상관관계를 보이고 있다. 즉 적재하중의 평균이 영향면적의 증가에 따라 감소한다. 그러나 변이계수는 영향면적과 상관관계가 비교적 적은 것으로 나타났다.
- 2) 사무실 적재하중의 확률분포는 Gamma 분포가 적합한 것으로 분석되었다.
- 3) 상시하중과 일시하중의 조합효과에 대한 부재별 사용기간 최대값의 분석결과에 의하면 현행 설계적재하중의 수준은 슬래브와 기둥에서는 90% 최대값 수준이며, 보에서는 90% 최대값에 많이 미달되는 수준이다. 따라서 보와 기둥에 대해 동일한 설계하중을 적용하는 것은 합리적이지 않다. 본 연구결과에 의하면 슬래브와 기둥에 대해

현행설계하중을 유지할 때 보에 대한 설계하중은 $210\text{kg}/\text{m}^2$ 정도가 타당한 것으로 판단된다.

4) 부재별로 제시되어 있는 현행 설계하중도 타당성이 있으나, 향후 영향면적에 따른 설계하중산정법이나 부재종류와 영향면적을 같이 고려하는 설계하중산정법이 제시되는 것이 바람직하다. 영향면적에 따른 설계하중산정법을 택할 경우, 조합효과 90% 최대값이 현행 부재별 설계하중과 비슷한 확률적 수준을 유지하게 된다. 그러나 외국의 경우를 고려하면 95% 최대값이 보다 합리적인 수준이라고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 한국건설기술연구원, 아파트 적재하중에 관한 통계적연구, 최종보고서, 1988.
2. 한국건설기술연구원, 구조물의 신뢰성에 관한 연구, 최종보고서, 1989.
3. Corotis, R. B., and Doshi, V. A., "Probability Models for Live - Load Survey Results", ASCE Vol. 103, No. ST6, June, 1977, pp.1257 - 1274.
4. Ellingwood, B., et al, Development of a Probability Based Load Criterion for American National Standard A58, NBS SP. 577, 1980.
5. Kanda, J., and Kinoshita, K., "A Probabilistic Model for Live Load Extremes in Office Buildings", proceedings of ICOSSAR '85, JAPAN, 1985, pp. 287 - 296.
6. McGuire, R. K., and Cornell, C. A., "Live Load Effects in Office Buildings", Research Report R73-28, M.I.T., Dept. of Civil Eng., Cambridge, Mass., may, 1973.
7. Ellingwood, B., and Culver, C., "Analysis of Live Loads in Office Buildings", ASCE Vol. 103, No.
8. Peir, J - C., and Cornell, C. A., "Spatial and Temporal Variability of Live Loads", ASCE, Vol. 99, No. ST5, May 1973, pp.903 - 922

(접수일자 : 1990. 2. 28)