

# 사무소 건물의 설계변수 열성능 평가 및 부하예측방정식 개발

석 호 태\*, 김 광 우\*

영남대학교 건축공학과, \*서울대학교 건축학과

## Thermal Performance Evaluation of Design Parameters and Development of Load Prediction Equations of Office Buildings

Ho-Tae Seok\*, Kwang-Woo Kim\*

Department of Architectural Engineering, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

\*Department of Architecture, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

(Received July 24, 2001; revision received August 17, 2001)

**ABSTRACT:** The objective of this study is to evaluate the design parameters and to develop the cooling and heating load prediction equations of office buildings. The building load calculation simulation was carried out using the DOE-2.1E program. The results of the simulation was used as a data for ANOVA and multiple regression analysis which could develop the load prediction equations.

**Key words:** Design parameters(설계변수), Analysis of variance(분산분석), Multiple regression analysis(다중회귀분석), Load prediction equations(부하예측방정식)

### 기 호 설 명

### 그 리 스 문 자

$DF_E$  : 오차의 자유도

$\rho$  : 설계변수의 기여율 [%]

$DF_T$  : 처리항의 자유도(degrees of freedom)

### 1. 서 론

$MSE$  : 오차의 평균제곱(=  $SS_E/DF_E$ )

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

$P_{Ai, Bi}$  : 각 변수  $i$  수준에 대한 영향력

$SS_E$  : 오차의 제곱합

건물의 에너지 절약을 위한 설계는 연속적인 의사결정의 과정이라고 할 수 있다. 설계 초기단계에서 건축가는 건물의 방위(향), 건물의 형상, 평면형태, 벽체 및 창 면적 등과 같은 건물의 기하학적인 형상을 결정한다. 그러나 건물의 열성능 평가는 설계 초기단계에서는 알 수 없는 건물에 대한 상세한 정보를 요구하므로 건물에 대한 설계가 거의 완성되는 최종설계단계에 이르러서야 에너지 해석을 실시할 수가 있다. 또한 최종설계단계에서의 정확한 에너지 시뮬레이션은 더 이상 수정하기 어려운 중대한 결정을 가지고 있다. 그러므로 모든 건물의 상세를 결정한 후에

$SS_T$  : 처리항의 제곱합(sum of squares)

$SST$  : 총제곱합

$Y_i$  : 각 실험번호의 시뮬레이션 계산치

$T_m$  : 81회 시뮬레이션 계산치의 총평균

† Corresponding author

Tel.: +82-53-810-2423; fax: +82-53-816-3460

E-mail address: hotstone@yu.ac.kr

정확한 열성능을 평가하는 것보다는 설계 초기단계에 열성능에 큰 영향을 미치는 설계변수의 상대적인 중요성을 파악하여 설계 실무자에게 제시하는 것이 무엇보다 중요하다고 하겠다.

따라서 본 연구에서는 건물의 열성능에 영향을 미치는 설계변수의 상대적인 중요성을 해석하고, 건물에너지 소비량 추정을 위한 단순한 부하예측방정식을 개발하여 설계 초기단계에서부터 에너지 디자인 최적화를 이루고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

사무소 건물의 열성능은 건축적 설계변수(창면적비, 차폐계수, 천장고 등)와 설비적 설계변수(설계 온·습도 조건, 공조방식과 조닝 등)에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서는 사무소 건물의 열성능에 큰 영향을 미치는 설계변수를 선정함에 있어, 건축가가 설계기법을 통하여 열성능을 향상시킬 수 있는 건축적인 변수들로 제한하였으며, 설비적인 변수들은 일단 건축설계를 통하여 부하가 결정되면, 이 부하를 해결하기 위한 대상으로 간주하여 고려대상에서 제외하였다.

이러한 사무소 건물의 열성능에 영향을 미치는 건축적인 설계변수들은 매우 다양하며, 이러한 설계변수들의 영향을 평가하기 위해서는 설계변수의 기준조건을 설정하고, 그 설계변수의 수준을 변화시키며 시뮬레이션을 실시하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 시뮬레이션을 위한 사무소 건물의 표준모델을 작성하고, DOE-2 건물에너지 해석 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션은 실험횟수를 줄이면서도 주 효과에 대한 정확한 정보를 제공해 주는 실험계획법을 이용하였다. 시뮬레이션 결과에 대해 SAS (Statistical Analysis System)를 이용하여 분산분석(analysis of variance) 및 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하여, 유의한 설계변수들을 선정하고 냉·난방부하에 미치는 각 설계변수의 영향력을 계산하였다. 최종적으로는 건물의 연간 단위면적당 냉·난방부하 예측방정식을 개발하였다.

2. 표준모델건물의 작성

본 연구에서는 서울 시내에 소재한 사무소 건

물의 현황조사 결과<sup>(1,2)</sup>를 바탕으로 건축적 요소와 표준건물운전상태(standard building operating conditions)를 고려하여 표준모델건물을 작성하였다. 건축적 요소는 건물의 규모 및 형태 등과 같은 건물의 디자인적 요소와 벽체와 창의 열관류율 및 차폐계수 등과 같이 건물의 열성능에 영향을 미치는 설계변수를 포함한다. 표준건물운전상태는 각종 냉·난방 설비의 가동시각과 운전기준, 건물내 재실밀도, 조명밀도, 기기밀도 등의 실내 발열밀도와 각 발열의 스케줄 등을 포함한다.

2.1 표준모델건물의 개요

표준모델건물의 기준층은 다섯 개의 열적 존으로 나뉘며, 공조 조닝은 방위별로 외벽으로부터 5m 깊이에 4개 외주부 존과 1개 내주부 존으로 나누고 외주부 존에서는 자연채광의 도입에 따른 조명제어가 가능하도록 하였다. Fig. 1은 표준모델건물의 기준층 평면도, 입면도 및 단면도이고 Table 1은 표준모델건물의 개요이다.

표준모델건물의 외피 및 유리창의 열관류율은 건축법 시행규칙 제21조 및 건설교통부 고시 제2001-118호에 의한 기준값으로 하였다. 즉 벽체 및 지붕의 열관류율은 건축법에서 규정하는 범위의 단열재를 포함하여 열관류율 상한치를 만족하도록 하였다. 창의 열관류율은 현재 사무소 건물에서 사용되고 있는 24mm 투명복층유리의 열관류율 3.26 W/m<sup>2</sup>·K를 적용하였고, 차폐계수는 투명복층유리의 일반적인 값인 0.6으로 결정하였다.

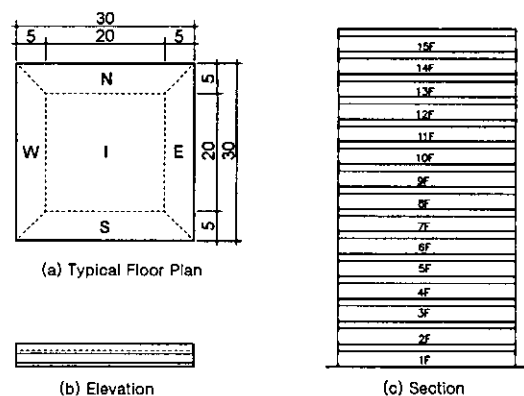


Fig. 1 Typical floor plan, elevation and section of simulation model.

Table 1 Simulation model summary

Design parameters	Conditions
Typical floor area	30×30 m (900 m <sup>2</sup> )
Number of floors	15
Aspect ratio	1 : 1
Orientation	south
Internal load density	35 W/m <sup>2</sup>
Ceiling height	2.6(3.8) m
Window-to-wall ratio	0.4
Projection factor	0
Daylighting	500 lux
Insulation thickness	65 mm
Insulation position	internal
K-value of window	3.26 W/m <sup>2</sup> · K
Shading coefficient	0.6

Core type : center core  
Core area : 20% of typical floor area

## 2.2 표준모델건물의 운전상태

건물의 표준운전상태는 건물의 에너지 소비에 큰 영향을 미치는 중요한 요소 중의 하나이다. 실내의 발열부하는 채실, 조명, 기기로 구분되며 에너지 사용량에 가장 큰 영향을 미치는 설계변수이다. 표준모델건물에서는 실내 발열밀도의 기준값으로 35 W/m<sup>2</sup>를 적용하였고, 채실, 조명, 기기 스케줄은 평일 근무시간 오전 9시부터 오후 6시, 토요일은 오전 9시부터 오후 1시까지를 기준으로 결정하였다. 그리고 조명발열부하의 80%는 현열획득의 형태로 추가되는 것으로 하였다.

그리고 향에 따른 각 층의 코일 부하를 구하기 위해서는 HVAC 시스템을 정해야 한다. 본 연구에서는 우리나라 사무소 건물에 일반적으로 적용되며 기본적인 공조방식의 하나인 CAV 시스템을 모델건물의 HVAC 시스템으로 채택하였다. Table 2는 설정된 표준모델건물의 공조설비 운전 조건이다.

## 2.3 기 타

이상에서 언급한 것 이외에도 에너지 사용량에 큰 영향을 끼치는 요소로는 환기량과 신선 외기 도입량을 들 수 있다. 환기량은 각 실에서 틈새

Table 2 HVAC operating conditions

	Heating	Cooling
Temperature	20℃	26℃
Humidity	35%	55%
Start date	1, November	11, June
End date	31, March	10, September
Operation start time	weekday 8 : 00 saturday 8 : 00	weekday 8 : 00 saturday 8 : 00
Operation stop time	weekday 18 : 00 saturday 13 : 00	weekday 18 : 00 saturday 13 : 00

와 창문을 통해 실내로 들어오는 외기량이며, 모델 건물에서는 외주부 존의 환기횟수를 시간당 1회로 하였다. 또 실내의 이산화탄소 발생 및 먼지 등으로 인한 공기오염을 해소하기 위해 공조기에서 일정한 양의 외기를 계속 도입하는데 본 모델 건물에서는 일반 사무소 건물에서 적용되는 기본적인 값인 1인당 16.7 CMH를 적용하였다.

## 3. 실험계획법에 의한 시뮬레이션

부하에 영향을 미치는 많은 설계변수들에 대하여 각각의 설계변수가 어떤 영향력을 갖고 있는가를 파악하기 위해서는 다른 설계변수를 모두 고정하고 하나의 설계변수를 다양하게 변화시켜 그 결과가 어떻게 변하는가를 검토해야 한다. 그러나 Table 1에서 제시된 14개의 설계변수를 3수준으로 변화시킨다 하더라도 3<sup>14</sup>회(=4,782,969회)의 많은 컴퓨터 시뮬레이션이 요구된다. 각 설계변수에 대한 열성능 평가를 위해서는 이러한 설계변수들의 조합에 의해 수많은 횟수의 시뮬레이션을 실시하여야 하지만 통계적인 방법인 실험계획법을 이용하면 일부의 실험만을 수행함으로써 전체 시뮬레이션 계산치와 거의 유사한 결과를 얻을 수 있다.<sup>(3)</sup>

### 3.1 시뮬레이션 설계변수 및 수준

실험계획법에 의해 Table 1에서 제시된 14개의 설계변수에 대한 냉·난방부하 시뮬레이션을 실시하기 위해 Table 3과 같이 3수준으로 범위를 나누고, 이를 바탕으로 3수준의 L<sub>81</sub>(3<sup>40</sup>) 직교배열표를 구성하였다.<sup>(5,6)</sup> 설계변수의 수준을 3수준으로

Table 3 Design parameters and values

Design parameters	Level		
	0	1	2
A Typical floor area (m <sup>2</sup> )	400	900	1600
B Number of floors	5	15	25
C Aspect ratio	1:1	1:1.5	1:2
D Orientation	S	SE	E
E Internal load density (W/m <sup>2</sup> )	15	25	35
F Ceiling height (m)	2.4	2.6	2.8
G Window-to-wall ratio	0.2	0.4	0.6
H Projection factor	0	0.25	0.5
I Daylighting (lux)	-	300	500
J Insulation thickness (mm)	65	80	100
K Insulation position	int	mid	ext
L Concrete thickness (mm)	100	150	200
M K-value of window (W/m <sup>2</sup> · K)	2.56	2.91	3.26
N Shading coefficient	0.4	0.6	0.8

로 생각한다는 것은 설계변수의 영향을 곡선적인 2차항까지 추정하는 것으로써, 대부분의 최적조건

을 위한 실험은 3수준으로 해결된다. 또한 창면 적비, 자연채광, 창 의 열관류율 및 차폐계수에 대해서는 2개 설계변수의 상호작용을 고려하였다.

### 3.2 시뮬레이션 및 데이터 베이스 구축

3수준의 직교배열표에 따라 81회의 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션은 건물 에너지 해석 프로그램인 DOE-2.1E를 이용하였고, 기상자료는 공기조화 · 냉동공학회에서 발표된 서울지역의 표준기상데이터<sup>(4)</sup>를 DOE-2용 기상자료 파일의 하나인 TRY(test reference year) 양식으로 변환하여 사용하였다. 시뮬레이션 결과는 분산분석 및 다중회귀분석을 위한 데이터로 정리하였다.

### 4. 분산분석에 의한 설계변수의 열성능 평가

정리된 데이터에 대해 다수의 변수들 중에서 유의한 변수를 선별하는 데 유용한 분산분석<sup>(3)</sup>을 실시하였으며, 그 결과 냉 · 난방부하에 미치는 설

Table 4 Results of the thermal performance evaluation of design parameters

Design parameters	Ratio of contribution (%)	Cooling load			Heating load			
		Effective power			Effective power			
		0	1	2	0	1	2	
A Typical floor area	17.46	5.30	-1.18	-4.12	55.69	6.84	-0.98	-5.85
B Number of floors	1.47	-1.28	1.55	-0.27	0.42	-0.16	-0.66	-0.50
C Aspect ratio	0.36	-0.67	-0.16	0.83	-	-	-	-
E Internal load density	11.63	-0.12	4.11	8.10	2.53	0.17	-1.23	-3.13
F Ceiling height	0.22	-0.66	0.09	0.58	1.56	-1.05	-0.07	1.13
G Window-to-wall ratio	33.71	-6.78	0.19	6.60	18.63	-3.77	0.15	3.63
I Daylighting	4.52	2.85	-1.33	-1.52	7.72	-2.76	1.39	1.38
J Insulation thickness	-	-	-	-	0.23	0.22	-0.22	-0.43
M K-value of window	0.32	1.12	-0.03	-0.36	4.73	-2.68	-0.44	1.19
N Shading coefficient	21.73	-5.39	0.03	5.36	4.78	1.86	0.06	-1.91
G×I Window-to-wall ratio × Daylighting	0.81	-1.07	0.15	0.91	-1.07	0.15	0.91	
		0.62	-1.20	0.59	0.40	-0.28	0.43	-0.16
G×M Window-to-wall ratio × K-value of window	0.70	0.44	1.05	-1.50	0.44	1.05	-1.50	
		-0.81	1.01	-0.21	-0.81	1.01	-0.21	
G×N Window-to-wall ratio × Shading coefficient	3.67	1.22	-0.15	-0.16	0.33	-0.48	0.22	0.25
		-0.41	-0.85	1.25	-0.41	-0.85	1.25	
G×N Window-to-wall ratio × Shading coefficient	3.67	3.02	-0.24	-2.79	3.02	-0.24	-2.79	
		-0.26	-0.27	0.54	1.35	0.26	0.41	-0.68
		-2.77	0.50	2.25	-2.77	0.50	2.25	

계변수의 기여율( $\rho$ )과 영향력을 구하였다. 냉·난방부하에 대한 각 설계변수의 기여율은 순변동 이 총변동에 어느 정도 기여하고 있는가를 백분 비로 나타낸 것으로서, 기여율이 클수록 냉·난 방부하에 중요한 요인으로 간주되며, 각 설계변 수의 기여율은 다음 식(1)에 의해 구하였다.

$$\rho(\%) = \frac{SS_T - DF_T \times MSE}{SST} \times 100 \quad (1)$$

설계변수의 영향력은 각 설계변수의 수준별 평 균에서 총평균을 뺀 것으로서, 각 설계변수들이 냉·난방부하에 미치는 효과를 나타내며, 다음 식(2), 식(3), 식(4), 식(5) 등에 의해 구하였다. Table 4는 설계변수의 열성능 평가 결과이다.

$$P_{A0} = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{27}}{27} - T_m \quad (2)$$

$$P_{A1} = \frac{Y_{28} + Y_{29} + Y_{30} + \dots + Y_{54}}{27} - T_m \quad (3)$$

$$P_{A2} = \frac{Y_{55} + Y_{56} + Y_{57} + \dots + Y_{81}}{27} - T_m \quad (4)$$

$$P_{B0} = \frac{(Y_1 + \dots + Y_6) + (Y_{28} + \dots + Y_{33}) + (Y_{55} + \dots + Y_{60})}{27} - T_m \quad (5)$$

4.1 냉방부하에 대한 설계변수 평가

각 설계변수별 냉방부하에 대한 기여율은 창면 적비가 약 33.7%를 차지하여 가장 큰 영향을 미 치며, 그 다음이 차폐계수, 기준층 바닥면적, 실 내발열밀도, 자연채광의 순으로 나타났다. 이로부터 건물 설계시 적정 창면적비 및 창의 차폐계수가 건물의 연간 냉방부하에 대해 매우 중요한 설 계변수라는 것을 알 수 있다. 유리 및 벽체의 전 도 열확득에 의한 영향은 극히 적으며 그 이유는 냉방부하의 경우 일사에 의한 요소와 실내 발열 에 의한 요소가 주 요인으로 작용하기 때문이다. 그외 나머지 설계변수들은 냉방부하에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

4.2 난방부하에 대한 설계변수 평가

각 설계변수별 난방부하에 대한 기여율은 기준 층 바닥면적이 약 55.6%를 차지하여 다른 설계변

수들에 비하여 월등히 높은 영향을 미치며 그 다 음이 창면적비, 자연채광, 차폐계수, 창의 열관류 율 순으로 나타났다. 기준층 바닥면적의 기여율 이 높은 이유는 기준층 바닥면적이 적은 경우에 난방부하의 대부분을 차지하는 외주부 존의 면적 이 상대적으로 크기 때문이다. 또한 창의 열관류 율 및 차폐계수의 기여율은 약 10% 정도이며, 자 연채광에 의한 조명발열부하의 감소도 난방부하 에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5. 다중회귀분석에 의한 부하예측방정식 개발

건물의 연간 냉·난방부하는 건물을 구성하는 각 설계변수들에 의해 복합적으로 영향을 받게 되므로, 변수들간의 상호작용을 고려한 부하예측 방정식의 개발이 필요하며, 개발된 방정식은 정 밀해석 프로그램의 결과에 상응하는 신뢰성을 가 지면서 사용이 편리한 도구로서 설계변수의 영향 및 냉·난방부하를 쉽고 정확하게 파악할 수 있 을 것이다.

5.1 독립변수의 설정

회귀분석에서 가장 중요한 작업 중의 하나는 종속변수를 정의하기 위해 사용되어지는 적절한 독립변수의 선택이다. 본 회귀분석에서 종속변수 는 연간 냉·난방부하로 구성되어 있고, 독립변 수는 Table 1에서 선정된 설계변수들을 기본변수 로 하여 보다 정확한 예측을 할 수 있는 회귀모 델의 개발을 위해서 기본변수를 적절하게 조합하 여 Table 5와 같이 설정하였다.

- (1) 기본변수 : 건물의 열성능에 영향을 미치는 기본적 외파요소를 나타낸다.
- (2) 물리적변수 : 외피를 통한 기본적 부하요소 (벽체전도, 창전도 및 일사 등)를 나타낸다.
- (3) 수학적변수 : 기존의 변수에 간단한 함수를 취하여 만든 새로운 변수이다.
- (4) 보조변수 : 자연채광의 이용 유무에 따른 영향력을 설명할 수 있는 변수와 그 외 변수들간의 상호작용을 설명할 수 있는 변수이다.

5.2 상관관계 분석

냉·난방부하와 관련성이 높은 설계변수를 파 악하여 회귀모델 설정을 위한 변수선정에 활용하

Table 5 Independent variables

Independent variables			Explanation
Basic variables	V1	A	Typical floor area
	V2	B	Number of floors
	V3	C	Aspect ratio
	V4	D	Orientation
	V6	E	Internal load density
	V7	F	Ceiling height
	V8	G	Window-to-wall ratio
	V9	H	Projection factor
	V10	I	Daylighting
	V14	J	Insulation thickness
	V15	K	Insulation position
	V16	L	Concrete thickness
	V17	M	K-value of window
	V18	N	Shading coefficient
Physical variables	V19	$(1-G) \times J/A$	$((1-\text{Window-to-wall ratio}) \times \text{Insulation thickness}) / \text{Typical floor area}$
	V20	$G \times M/A$	$(\text{Window-to-wall ratio} \times \text{K-value of window}) / \text{Typical floor area}$
	V21	$G \times N/A$	$(\text{Window-to-wall ratio} \times \text{Shading coefficient}) / \text{Typical floor area}$
Mathematical variables	V5	$1/A$	$1 / \text{Typical floor area}$
	V11	$AT/A$	$\text{Typical floor surface area} / \text{Typical floor area}$
	V12	$AT/(A \times F)$	$\text{Typical floor surface area} / (\text{Typical floor area} \times \text{Ceiling height})$
Auxiliary variable	V13	$H \times I$	$\text{Projection factor} \times \text{Daylighting}$

Table 6 Selected independent variables

Load	Step	Variables	Partial R-square	R square	Significant probability (Prob > F)
Cooling	1	V21 $G \times N/A$	0.7232	0.7232	0.0001
	2	V6 E	0.1238	0.8471	0.0001
	3	V10 I	0.0366	0.8836	0.0001
	4	V18 N	0.0372	0.9209	0.0001
	5	V8 G	0.0498	0.9707	0.0001
	6	V3 C	0.0043	0.9749	0.0007
	7	V7 F	0.0029	0.9778	0.0028
	8	V17 M	0.0028	0.9806	0.0019
Heating	1	V5 $1/A$	0.5471	0.5471	0.0001
	2	V8 G	0.1867	0.7338	0.0001
	3	V10 I	0.0779	0.8117	0.0001
	4	V18 N	0.0484	0.8601	0.0001
	5	V17 M	0.0432	0.9033	0.0001
	6	V6 E	0.0180	0.9213	0.0001
	7	V7 F	0.0162	0.9375	0.0001
	8	V14 J	0.0044	0.9419	0.0225
	9	V19 $(1-G) \times J/A$	0.0032	0.9451	0.0460

고, 또한 독립변수 상호간의 선형관계를 파악하기 위해서 변수들간의 상관관계를 분석하였다.

상관관계 분석결과 V1(기준층 바닥면적)과 V5(1/기준층 바닥면적), V11(S/F비)과 V12(S/V비), V20(창진도부하)과 V21(창일사부하) 사이의 상관계수는 0.90 이상으로서, 이들 변수 사이에는 선형의 관계가 존재하여 다중공선성의 문제가 생길 가능성이 매우 높음을 확인하고 변수선정시 고려하였다.

### 5.3 부하예측방정식 개발

다중공선성의 문제가 있는 V1, V11과 V20을 제외한 모든 변수를 독립변수로, 냉방부하와 난방부하를 종속변수로 하여 다중회귀분석에 의하여 회귀식을 구하였다. 계산은 SAS를 이용하였으며, 변수선택의 방법으로는 설명력이 높은 변수별로 투입되는 단계별 분석방법(STEPWISE METHOD)을 택하여 통계적 유의성이 없는 변수를 자동으로 선별하여 회귀식을 산출하였다. 변수선택의 유의수준은 5%로 설정하여 통계적으로 유효한 회귀식을 구하였다.

Table 6은 변수선택법에 의해 선정된 독립변수들을 나타내며, 냉방부하의 경우 V21(창일사부하), V6(실내 발열밀도), V10(자동조명 제어시스템), V18(차폐계수), V8(창면적비), V3(장단변비), V7(천장고), V17(창의 열관류율)의 순서로 8개의 변수가 선정되었으며, 난방부하의 경우 V5(1/기준층 바닥면적), V8(창면적비), V10(자동조명 제어시스템), V18(차폐계수), V17(창의 열관류율), V6(실내 발열밀도), V7(천장고), V14(벽체의 열관류율), V19(벽체진도부하)의 순서로 9개의 변수가 선정되었다.

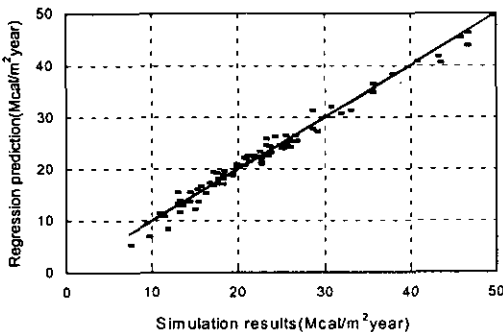


Fig. 2 Cooling load comparison.

선정된 변수들을 투입하여 개발된 냉·난방 부하예측방정식은 식(6), 식(7)과 같다.

$$\begin{aligned} \text{냉방부하} = & -11.97 + 1.51 \times V3 + 0.41 \times V6 \\ & + 3.10 \times V7 + 15.22 \times V8 \\ & - 3.93 \times V10 - 2.02 \times V17 \\ & + 14.73 \times V18 + 21.515 \times V21 \\ & [4.186 \times \text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{year}] \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{난방부하} = & -24.22 + 6,517.75 \times V5 + 0.12 \times V6 \\ & + 5.46 \times V7 + 18.52 \times V8 \\ & + 4.14 \times V10 + 6.00 \times V14 \\ & + 5.94 \times V17 - 9.43 \times V18 \\ & [4.186 \times \text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{year}] \end{aligned} \quad (7)$$

### 5.4 타당성 검증

회귀모델의 결정계수 R<sup>2</sup>가 냉방부하의 경우 약 0.98, 난방부하의 경우 약 0.94로 나타나 개발된 부하예측방정식이 타당함을 확인하였다. Fig. 2와 Fig. 3은 DOE-2에 프로그램에 의한 냉·난방부하 계산치와 개발된 부하예측방정식에 의한 예측치를 비교한 것이다. 이는 개발된 방정식이 건물의 냉·난방부하예측에 있어 타당함을 나타낸다.

### 6. 결 론

본 연구는 건물의 에너지 성능을 손쉽게 평가할 수 있는 부하예측방정식을 제시할 목적으로 건물의 열성능에 영향을 미치는 설계변수에 대하여 시뮬레이션을 실시하고, 분산분석 및 다중회귀분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 냉·난방부하에 대한 각 설계변수의 기여율 및 영향력을 구하여 Table 4에 제시하였다.

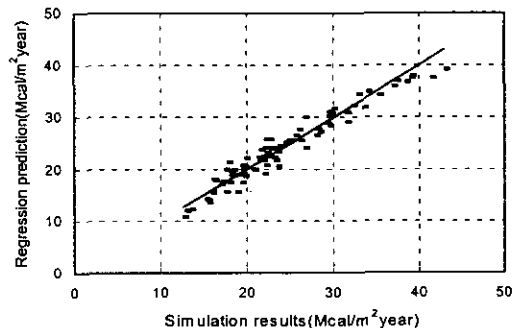


Fig. 3 Heating load comparison.

냉방부하에 대한 기여율은 창면적비가 약 34%로 가장 높고, 그 다음이 차폐계수, 기준층 바닥면적, 실내 발열밀도의 순으로 나타났다. 난방부하에 대한 기여율은 기준층 바닥면적이 약 56%로 가장 높고, 그 다음이 창면적비, 자연채광, 창의 차폐계수 순으로 나타났다.

(2) 다중회귀분석 결과 개발된 냉·난방부하 예측방정식은 건물의 연간 냉·난방부하를 94% 이상 예측하여 방정식이 타당성이 있음을 확인하였다.

이상의 연구결과를 볼 때 본 연구에서 개발한 부하예측방정식은 사무소 건물의 열성능 평가 및 냉·난방부하 산정의 수단으로서 충분히 유의하며 이 결과는 에너지 절약적인 건물설계에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

향후 설계변수의 대안 선정에 따른 초기투자비와 에너지 절약 성능간의 경제성 검토가 뒤따라야 할 것으로 생각되며, 이 경우 설계 초기단계에서부터 실질적인 에너지 디자인 최적화를 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. Kim, K. S. et al., 1993, Study on the im-

- provement of energy standards for buildings, Report of the Ministry of Construction, pp. 103-119.
2. Lee, M. H. et al., 1994, Energy standards for commercial and office buildings, Report of the Ministry of Construction, pp. 11-20.
3. Park, S. H., 1994, Experimental design by Taguchi method, Youngji Inc., p. 21.
4. SAREK, 1990, Seoul Standard Weather Data, SAREK.
5. Seok, H. T., 1995, A Study on the design parameters evaluation for the office building thermal performance using the experimental design, Proceedings of the AIK, pp. 351-356.
6. Seok, H. T., 1995, A Study on the development of load prediction equation and design guidelines for the energy conservation of office buildings, Ph.D. thesis, Seoul National Univ., Seoul, Korea.
7. Shaviv, E. and Capeluto, I. G., 1992, The relative importance of various geometrical design parameters in a hot, humid climate, ASHRAE Trans., Vol. 98, pp. 589-605.