

# 간이 에너지 계산법과 동적 열부하 계산법의 비교 연구

## A Comparison of the ASHRAE Simplified Energy Analysis Procedure with the HASP/ACLD Results

金斗千\*, 崔鎮禧\*\*, 元永壽\*\*  
D. C. Kim, J.H. Choi, Y. S. Won

### ABSTRACT

The ASHRAE Simplified Energy Analysis Procedure using the Modified Bin Method (SEAP) is compared with the hourly calculation program, HASP/ACLD.

The HASP/ACLD model office building with VAV system in Seoul is used as the basis for comparison. And the parameters considered are glass to wall area ratio and internal heat gains.

The results show that SEAP predictions of annual energy use agree with HASP/ACLD predictions within 5% deviation. But there is a large difference in cooling and heating energy as glass to wall area ratio is varied. The SEAP cooling energy is 65-85% and the heating energy is 104-160% of the HASP/ACLD results.

This is probably due to the solar heat gain data, the data related to the SEAP must be developed prior to use it. ●

### 기 호 설 명

$A$	: 벽 또는 지붕의 면적	[ $m^2$ ]	$K$	: 벽체의 색채 보정계수	[ - ]
$A_F$	: 마루 면적	[ $m^2$ ]	$MSHGF$	: 최대 일사열 취득 계수	[ $W/m^2$ ]
$AG$	: 유리창 면적	[ $m^2$ ]	$QI$	: 실내부 발생 열부하	[ $W/m^2$ ]
$CLF$	: 냉방 부하계수	[ - ]	$QSOL$	: 유리창의 일사열부하	[ $W/m^2$ ]
$CLFTOT$	: 냉방 부하계수의 합	[ - ]	$QT$	: 전도열 부하	[ $W/m^2$ ]
$CLTD$	: 냉방부하 온도차 계수	[ $^{\circ}C$ ]	$QTOT$	: 전다변 부하	[ $W/m^2$ ]
$CLTDS$	: 일사열 냉방부하 온도차 계수	[ $^{\circ}C$ ]	$QTS$	: 벽과 지붕을 통한 일사열 부하	[ $W/m^2$ ]
$FPS$	: 일조율	[ - ]	$QZL$	: 조운의 잠열부하	[ W ]
			$QZS$	: 조운의 현열부하	[ W ]
			$QV$	: 외기에 의한 열부하	[ $W/m^2$ ]

\* 정회원, 육군사관학교 기계공학과

\*\* 육군사관학교 기계공학과

SC	: 유리창의 차폐계수	[ - ]
$T_i$	: 실내온도	[ °C ]
$T_o$	: 외기온도	[ °C ]
$T_{ic}$	: 중간 냉방 부하 온도	[ °C ]
$T_{ih}$	: 중간 난방 부하 온도	[ °C ]
$T_{pc}$	: 최고 냉방 부하 온도	[ °C ]
$T_{ph}$	: 최저 난방 부하 온도	[ °C ]
$t$	: 시간	[ h ]
$U$	: 총합 열전달 계수	[ W/m <sup>2</sup> ·°C ]
VSA	: 조운의 공급 공기량	[ l/S ]
$W_i$	: 실내 절대 습도	[ kg/kg ]
$W_o$	: 외기 절대 습도	[ kg/kg ]

< 하첨자 >

Jan	: 동절기에 관한 양
Jul	: 하절기에 관한 양
L	: 잠열에 관한 양
S	: 현열에 관한 양

## 1. 서 론

신축건물의 건축물과 공조장치를 최적설계 코쳐 할 때나 기존건물의 효과적이고 경제적인 보수방법을 결정함에 있어서 에너지 절약이 주된 관심사가 되고 있으며, 정확한 에너지 사용량의 판단이 중요하게 됨에 따라 각종 에너지 절약기준이나 법령에서는 그들이 정한 요구사항에 부응할 수 있는 에너지 계산 절차를 제시하고 있다.

공조장치의 에너지 소요량의 평가에 영향을 주는 건물데이터, 기후 데이터, 실내 발열 데이터 및 HVAC 시스템과 장치에 관한 데이터등의 모든 인자를 포괄적으로 고려한 DOE-2, BLAST 및 HASP/ACLD 와 같은 대용량의 전산기에 의한 동적 열부하 계산법이 이들의 요구를 충족시켜 줄 수 있는 부하 계산법으로 개발되어 이용되고 있다.

그러나 이들 동적 열부하계산법은 시간별 계산기법을 채택하고 있기 때문에 그 프로그램의 알고리즘이 매우 복잡하고, 입력자료가 방대하며, 많은 시간이 소요되기 때문에 실 사용자인 엔지니어에게 널리 보급되지 못하고

있는 실정이다.

반면에 디그리데이법이나 수계산에 의한 최대부하 계산법등은 계산 절차는 간단하나 정확도가 낮고 주택용이나 상업용 건물등에 포괄적으로 적용하기가 곤란하다. 따라서, 미국 냉난방 공조학회(ASHRAE)에서는 종래의 수계산법과 DOE-2 등의 동적 열부하 계산법을 비교 검토하여 각각의 문제점과 제한사항등을 찾아내고 이를 절충 보완하여 “수정된 빈 방법에 의한 간이 에너지 해석법”을 개발하고, 동적 열부하 계산용 기상자료로부터 미국내 51개 도시에 대한 빈 기상데이터를 작성하였으며, 1985년부터 편람에 냉난방부하 계산법의 한 방법으로 추천하고 있다.<sup>1-3)</sup>

우리나라에서도 서울을 비롯한 주요 6개 도시에 대한 동적 열부하 계산용 표준 기상데이터<sup>4,5)</sup>가 마련되어 일부 엔지니어간에 이용되고 있으나, 그 보급이 미진할 뿐 아니라 오히려 종래의 수계산법의 간편성에 집착하고 있는 실정이므로, 수정된 빈 방법에 의한 부하계산법의 검토와 그 기상자료의 작성이 절실히 요망되고 있는 실정이다.

본 연구의 목적은, ASHRAE TC 4.7에 의한 간이 에너지 해석법인 SEAP의 계산 절차를 검토하고 입력기상 자료인 Bin 기상 데이터를 작성하여 동적 열부하계산 프로그램 HASP/ACLD의 결과와 비교 하는데 있다.

이 두 가지 방법을 비교하기 위한 모델건물은 HASP/ACLD의 모형건물을 사용하였으며, 그 비교는 두 방법간에 가장 큰 차이가 발생하게 된다고 알려진 변수인 벽에 대한 창면적비와 내부 발열부하에 국한하였다.

## 2. 에너지해석법의 이론

### 2.1 동적열부하계산법과 최대열부하계산법

수정빈법에 의한 에너지해석법의 타당성과 그 사용한계를 규정하기 위한 동적 열부하계산법으로는 이미 우리나라에 널리 보급된 일본 공기조화·위생공학회의 HASP/ACLD-8001을 이용할 것이며<sup>6)</sup>, 공조설비계획에서

공조장치의 선정을 위한 건물의 최대열부하법은 미국의 ASHRAE 방법<sup>7,8)</sup> 과 일본 공기조화·위생공학회의 계산방법<sup>9,10)</sup> 및 서울의 최대열부하계산법의 실용자료<sup>11)</sup>를 사용한다.

2.2 수정빈법에 의한 다변부하(Diversified Load)의 계산

수정 빈법은 건물의 에너지소비에 영향을 주는 다수의 변수들을 고려하여 냉난방 설계 외기온도에 대한 1차 함수로 된 계산식을 구하고, 이를 이용하여 다른 외기온도에 대한 에너지소비량을 계산하며 여기에 연간 발생빈도수를 곱한 값을 합하여 건물의 연간 에너지 소비량을 산정하는 방법이다.

수정 Bin 법에서 열부하를 외기온도의 함수로 나타내기 위하여 일사열부하, 관류열부하, 침입외기부하 등의 건물 외피를 통한 열부하는 외기온도에 대한 1차 선형함수로 표시하고, 내부발열은 1일을 공조시간대와 비공조시간대로 구분하여 각각에 대한 평균값을 구하여 적용시키며, 내부 발열형태와 사용 시간대등의 특성에 따라 전 건물을 몇 개의 조운으로 구분하여 다음과 같은 부하 항목들을 계산한다.

(1) 일사열부하

보통 냉방부하계산에서는 쾌청일의 일사열취득을 고려하지만 난방부하계산에서는 무시하고 있다. 그러나 설계운전조건에서는 태양의 위치와 운망을 고려하여 하절기의 냉방부하를 수정하며, 동절기에도 일사열이 실내로 유입되면 벽면을 가열하여 난방부하를 감소시키기 때문에 일사열부하도 고려한다.

① 유리창을 통한 일사열부하

하절기의 7월과 동절기의 1월에 대한 일사열취득을 구하고, 이것을 하절기와 동절기의 외기 설계온도에 대응시켜 외기온도의 함수로 표시한다.

하절기의 유리창을 통한 일사열취득은

$$QSOL, Jul = \frac{\sum_{i=1}^{N \text{ EXP}} (MSHGF_i \times AG_i \times SC_i \times CLFTOT_i \times FPS)}{t \times A_f} \dots\dots\dots (1)$$

로 부터 구하며, 동절기인 1월의 일사열취득 QSOL, Jan 은 식(1)에 공조설비의 운전시간 수 t=24로 계산한다.

외기 설계온도와 일사열취득을 대응시키고 외기온도 T<sub>0</sub>의 함수로 표시하면 다음과 같이 된다.

$$QSOL = M \times (T_o - T_{ph}) + QSOL, Jan \quad (2)$$

여기서,  $M = (QSOL, Jul - QSOL, Jan) / (T_{pc} - T_{ph})$

② 벽과 지붕을 통한 일사열부하  
불투명한 외피인 벽과 지붕등을 통한 하절기의 일사열부하는 다음 식으로 구한다.

$$QTS, Jul = \frac{\sum_{i=1}^{N \text{ EXP}} (A_i U_i \times CLTDS_{Jul} \times K \times FPS_{Jul})}{A_f} \dots\dots\dots (3)$$

동절기에 대한 것 QTS, Jan 도 식(3)과 같이 구하고, 외기온도의 함수로 표시한다.

$$QTS = M(T_o - T_{ph}) + QTS, Jan \quad \dots(4)$$

여기서,  $M = (QTS, Jul - QTS, Jan) / (T_{pc} - T_{ph})$

(2) 전도열부하

벽과 지붕 및 유리창을 통한 전도열부하는 다음 식으로 구한다.

$$QT = \frac{\sum_{i=1}^{N \text{ surf}} (UA)_i \times (T_o - T_i)}{A_f} \dots\dots(5)$$

(3) 내부발생열부하

사용 스케줄에 따른 이용지수를 고려하여 공조시와 비공조시를 구분하여 계산한다.

$$QI = \frac{(Average Usage) \times (Maximum Load) \times (Heat Factor)}{A_f} \dots\dots\dots (6)$$

여기서, Heat Factor 는 열부하의 단위 변환계수이며, 평균사용율(Average Usage)은 공조시와

비공조시의 조명기구나 기기의 사용율이다.

(4) 외기부하

침입외기에 의한 현열부하와 잠열부하는 다음 식으로 계산한다.

$$QV_s = 1.232 \cdot (VSA) \cdot (T_o - T_1) / A_F \dots\dots\dots (7)$$

$$QV_L = 3012 \cdot (VSA) \cdot (W_o - W_1) / A_F \dots\dots\dots (8)$$

(5) 전 다면부하

일사일취득, 전도열부하, 내부발생열 및 외기부하를 재실자가 있는 공조시와 그렇지 않은 비공조시로 구분하여 계산하면, 외기온도  $T_o$ 의 1°C에 대한 공조마루면적당의 전 현열부하는 식(2), 식(4), 식(5), 식(6) 및 식(7)을 합하면 다음의 함수형으로 표시된다.

$$QTOT = aT_o - bT_1 + C \dots\dots\dots (9)$$

또 전잠열부하는 식(6)과 식(8)의 합으로부터 계산한다.

2.3 에너지 소모량의 계산

실의 열부하를 감당하기 위한 2 차측을 변

풍량방식의 공기시스템으로 하고 1 차측 시스템이 냉각기, 보일러 및 냉각탑으로 구성된 냉난방시스템의 플랜트에너지소요량의 계산 참고문헌 1)의 계산절차에 따른다.

3. 모델건물 및 계산방법

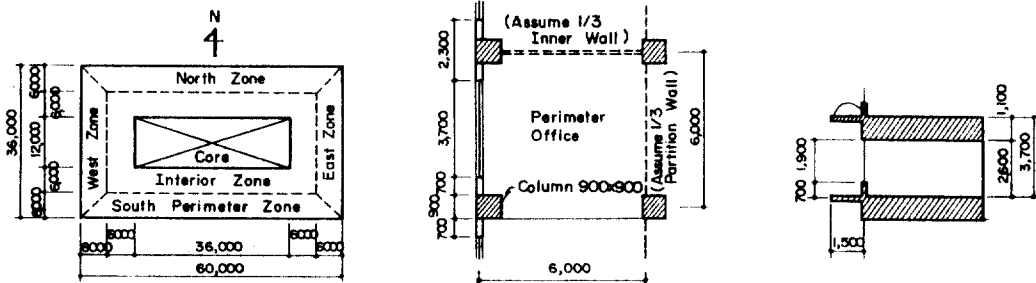
3.1 모델건물의 개요 및 설계조건

본 연구에서는 수정 Bin 법에 의한 연간열부하를 산정하고 동적열부하계산법의 하나인 HASP/ACL D와 비교하기 위하여 참고문헌(6)의 모델건물을 선택하였다.

동적열부하법은 실의 열용량에 의해 크게 열부하가 달라지기 때문에 입력자료의 부정확으로 인한 오차를 줄이기 위하여 Fig. 1의 외주부의 동, 남, 서, 북 조운만을 고려한다.

(1) 모델건물의 형태 및 위치

모델건물은 서울지방에 위치한 사무실 건물의 중간층의 외주부로 하였으며, 그 평면도와 입면도 및 구조체 가 부위의 상세는 Fig. 1과 같고, Table 1은 부위별 크기와 총합열 전달계수를 나타낸 것이다.



(a) Typical Floor Plan

(b) Dimensions of perimeter Zone

Plywood 3 Glasswool Board 50 Concret 100 Mortar 20 Tile 8	Tile 8 Mortar 20 Concrete 300 Glasswool Board 45	Plaster 3 Mortar 15 Concrete 100 Mortar 15 Plaster 3	Plywood 6 Air Space 70 Plywood 6	Absorbing 8 mm	Asphalt Tile 3 Mortar 20 Concrete 130 Air Space 892 Glasswool 40 Rockwool Board 15
OUT WALL	BEAM WALL	WALL	PARTITION	GLASS	FLOOR

(c) Construction of Building Envelopes

Fig.1. Descriptions of Model Building

Table 1. Overall heat transfer coefficient and area of each parts of space

Parts	U(W/m <sup>2</sup> ·°C)	Zone Area (m <sup>2</sup> )		Remark
		East/ West	North/South	
Outside wall	0.663	51.4	85.7	dark color K=1.0 No. 72 SC = 0.54
Beam wall	0.675	39.6	66.0	
Window	5.230	42.2	70.3	
Inside wall	3.189	26.0	46.8	
Partition	3.196	20.8	41.6	
Ceiling/ Floor	0.649	180.0	324.0	
Beam (300 × 700)	-	54.0(m)	102.0(m)	

(2) 열부하 계산조건

① 외기의 설계조건<sup>1)</sup>

하절기 : 건구온도 31.1 °C, 습구온도 25.8 °C,  
 지중온도 24.4 °C, 일조율 0.40  
 동절기 : 건구온도 -11.9 °C, 습구온도 -1.1 °C,  
 지중온도 0.5 °C, 일조율 0.59

② 실내 조건

하절기 : 건구온도 25.5 °C, 상대습도 55 %  
 중간기 : 건구온도 23.0 °C, 상대습도 50 %  
 동절기 : 건구온도 22.0 °C, 상대습도 45 %

③ 실내 발열조건 및 스케줄

조명 : 20 W/m<sup>2</sup>; 사용율 - 공조시 80 %, 비공  
 조시 10 %  
 기기 : 10 W/m<sup>2</sup>; 사용율 - 공조시 100 %, 비  
 공조시 0 %

인체 : 0.15 인/m<sup>2</sup>; 현열 62.8W/인, 잠열  
 55.8W/인 체실스케줄 - 공조시 80 %  
 비공조시 0 %

④ 공조시간

평일 : 08:00-19:00. 토요일 : 08:00-13:00

⑤ 환기량 : 1 l/s · m<sup>2</sup>

투입공기량 : 0.25 l/s · m<sup>2</sup>

3.2 계산절차

수정방법에 의한 에너지소요량의 계산절차는 다음과 같다.

① 최대 열부하계산법에 의해 각 조운의 최대현열부하와 잠열부하 및 최대냉열부하를 계산한다.

② 작성된 빈데이터로부터 각 온도빈의 중

Table 2. Desing Load Estimating

Cooling Load Summary							
	Park Sensible QZS (W)	Peak Latent QZL (W)	Zone TEMP (°C)	Out side TEMP (°C)	HUMID (g/kg)	Time	Month
Zone Total	107.230	15.214					
Block	77.390	15.126	25.5	31.1	19.2	15:00	July
Heating Load Summary							
	Zone Heat Loss (°C)		Zone Temp (°C)		Outside Temp (°C)		
Total	61,410		22.0		- 11.9		

간온도에 대한 절대습도 및 공조시와 비공조시의 빈도수를 계산한다. 그리고 수정방법에 대한 기본계산자료와 ①, ②항의 자료를 이용하여 다변부하를 계산한다.

③ HVAC 시스템과 플랜트 구성품의 성능에 관한 자료와 상기 ① 항의 자료로부터 시스템의 크기를 결정한다.

④ ②항과 ③항의 결과를 이용하여 장치제거 에너지와 공급에너지의 소요량을 산정한다.

(1) 최대 열부하의 계산

앞 절의 계산자료와 참고문헌 8)의 26 장의 설계자료인 최대일사열취득계수 SHGF, 냉방부하온도차 CLTD 및 냉방부하계수 CLF를 이용하여 계산한 결과는 Table 2와 같으며, 각 조운의 최대현열부하는 공기시스템의 용량을 결정하는데 이용되고, 외주부의 동, 서, 남, 북 조운을 합친 블럭의 최대현열부하는 송풍기와 코일의 설계에 사용된다.

Table 3. Annual Hour of Occurance

BIN	TEMP(°C)	TIME PERIOD GROUP							ABSOLUTE HUMIDITY	FREQUENCY OCCUPIED	FREQUENCY UNOCCUPIED
		1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	TOTAL			
33	35( 34.5)	0	0	0	5	1	0	6	0.0195	4.3	0.0
30	32( 31.5)	0	0	21	80	30	0	131	0.0173	94.1	0.0
27	29( 28.5)	4	3	101	157	121	14	400	0.0156	269.8	0.0
24	26( 25.5)	113	106	149	206	192	150	916	0.0142	407.8	0.0
21	23( 22.5)	157	146	185	149	178	195	1010	0.0123	397.0	0.0
18	20( 19.5)	203	186	154	125	130	180	978	0.0100	335.3	0.0
15	17( 16.5)	112	123	102	119	107	106	669	0.0073	260.4	0.0
12	14( 13.5)	102	88	95	78	120	124	607	0.0060	223.1	0.0
9	11( 10.5)	133	121	105	90	81	128	658	0.0051	226.8	431.2
6	8( 7.5)	126	135	88	102	93	103	647	0.0043	230.7	416.3
3	5( 4.5)	97	113	106	137	111	80	644	0.0031	277.3	366.7
0	2( 1.5)	101	103	127	117	141	131	720	0.0025	294.2	425.8
-3	-1(- 1.5)	93	64	80	45	75	89	446	0.0020	156.2	289.8
-6	-4(- 4.5)	117	139	85	32	51	93	517	0.0017	154.0	363.0
-9	-7(- 7.5)	62	67	37	16	22	48	252	0.0013	69.0	182.1
-12	-10(-10.5)	30	54	20	2	7	17	130	0.0012	34.0	96.0
-15	-13(-13.5)	10	12	5	0	0	2	29	0.0011	6.9	22.1

Table 4. Diversified Load Profile Summary

TEMPERATURE	$T_{pc}$ 34.5 °C	$T_{ic}$ 25.5 °C	$T_{ik}$ 10.5 °C	$T_{pk}$ -13.5 °C
Occupied				
Senside, QZS	68.873	51.129	21.555	-25.764
Latent, QZL	8.3589	8.3589	8.3589	8.3589
Unoccupied	-	-	8.7330	-45.978
Sensible				
Latent	-	-	0	0
In Equation Form:				
Occupied				
$QZS = 1.9716 T_o + 0.85311$				
$QZL = 8.3589$				
Unoccupied				
$QZS = 1.9716 T_o - 11.260 (2.2796 T_o - 15.203)^*$				
$QZL = 0$				
Note : ( ) * ... Infiltration Load is included				

(2) 수정방법에 의한 다변부하의 계산

Table 3은 서울의 연간 빈 기상데이터<sup>12)</sup>에서 계산한 각 빈의 중간 온도에 대한 절대습도와 공조시와 비공조시의 빈도수이고, 최대 열부하계산에서 사용한 기초자료와 1월과 7월에 대한 최대 일사열 취득계수 및 벽체의 일사열 취득에 대한 24시간 평균 냉방온도차와 전 냉방부하 계수를 참고문헌 8)에서 구하여 계산한 다변부하는 Table 4와 같다.

(3) HVAC 시스템과 플랜트 구성기기의 용량결정

Table 5의 입력 데이터와 2.3절의 절차에 따른 HVAC 시스템의 성능계산에 의한 단위 마분면적당 장치의 용량은 Table 6과 같다.

Table 5. The Operating Characteristics of the VAV System

Block Sensible Cooling Load	77385 W
Block Latent Cooling Load	15126 W
Block Heating Load	6140 W
Return Air Heat Gain	0 °C
Supply Air Temp. Difference	11.2 °C
Supply Air Fan Temp. Rise	1.1 °C
Supply Duct Heat Gain	0.5 °C
Outside Air Volume	1.0 l/s · m <sup>2</sup>
Fan Total Pressure	77.0 mmAq
Fan Efficiency	0.55
Nominal Full Load Power Ratio of Chiller	0.257 kW/kW
Chiller Water Pump Power Ratio	0.018 kW/kW
Cooling Tower Fan Power Ratio	0.013 kW/kW
Hot Water Pump Power Ratio	0.006 kW/kW
Boiler Efficiency	0.80

Table 6. Plant Sizing for VAV System

Components	Code	Unit	Capacity
Chiller	CHCAP	W/m <sup>2</sup>	143.40
Boiler	BCAP	"	105.20
Fan	FANCAP	"	5.8930
Chiller pump	CPCAP	"	2.5818
Cooling tower	CTCAP	"	1.8646
Boiler pump	BPCAP	"	0.63090
Air flow-rate	VSA	l/s/m <sup>2</sup>	5.5637

#### (4) 에너지 소요량의 계산

년간에너지의 소요량은 공조사와 비공조사로 나누어 계산하는데, 그 방법은 먼저 각 온도대의 중간온도에서 구한 플랜트 소요에너지와 그 온도대의 빈도수를 곱하고, 모든 빈에서의 구한 값을 합하는 것이다.

에너지 계산을 위한 프로그램은 참고문헌 14의 VAVSI 인데 이해를 돕기 위하여 Subroutine 을 쓰지 않고, 프로그램중의 네곳에 입력데이터를 직접 입력시키도록 구성하였다.

창면적비 38.2%, 실내열취득 40 W/m<sup>2</sup> 및

환기량 1 l/s/m<sup>2</sup>인 모델건물에 대한 연간 에너지소요량은 장치제거열량 47.6 kWh/m<sup>2</sup> 이고, 장치공급열량은 보일러 에너지와 보일러 펌프 에너지의 합으로서 98.0 kWh/m<sup>2</sup> 이며, 웬소요에너지를 포함한 전에너지 소요량은 154 kWh/m<sup>2</sup> 이다.<sup>14)</sup>

## 4. 결과 및 고찰

ASHRAE TC 4.7의 간이 에너지 계산법인 SEAP의 적합성과 적용가능 범위에 관한 연구는 Brotherton<sup>13)</sup>의 연구결과 뿐인데, 그는 SEAP와 DOE-2를 비교하기 위하여 ASHRAE 편람 기초편에 있는 사무용 건물을 선정하고 표면 무게비, 내부 발생열, 실내온도의 교축범위, 야간 설정 실내온도, 벽에 대한 창면적비, 건물의 형상비, 조운의 수 및 실내 취출공기의 온도차등을 변수로 보고 VAV시스템으로 시뮬레이션 하였다. 그 결과는 내부 발생열과 유리창면적비에 의해 두 방법간에 큰 차이가 나며 두 방법간에 10%이내의 오차를 보장하려면 유리창 면적비는 냉방시에 0-0.3이고, 난방시에는 0.25-0.5의 범위여야 하며, 내부 발생열은 냉방시에 0-54 W/m<sup>2</sup>이고 난방시에는 0-32 W/m<sup>2</sup>이어야 한다고 제시하고 있다.

따라서, 이 연구에서는 간이 에너지 계산법과 HASP/ACLD를 비교하기 위한 변수로는 유리창 면적비와 내부 발생열로 국한하였으며 벽면에 대한 유리창 면적비는 0.1, 0.38, 0.5, 0.7, 0.9로 하고, 내부 발생열은 10, 20, 30, 40 및 50 W/m<sup>2</sup>으로 변화시켰다. 그리고, 입력 자료 중에서 Bin 기상 데이터는 동적 열부하 계산을 표준 기상 데이터로부터 작성한 것을 사용하고, 그 외의 자료들은 ASHRAE의 자료를 이용하였다.

Fig. 2와 Fig. 3은 유리창 면적비에 대한 냉방 에너지와 난방 에너지를 비교한 것으로 간이 에너지 계산법이 냉방에서는 65-85%로 HASP/ACLD 보다 작고 난방에서는 104-16%로 더 크게 나타나고 있으나, 전 에너지 소

요량은 Fig. 4와 같이 5% 이내로 일치함을 보여주고 있다.

이것은 간이 에너지 계산법의 다변부하 계산에서 유리창의 일사열 취득이 여름철에는 너무 작고, 겨울철에는 크게 입력됨으로서 식(2)의 M과 식(9)의 a 값이 작아져서 냉방에너지는 작고 난방에너지가 큰쪽으로 편이된 때문으로 볼 수 있는데, 그것은 여름철의 기준월인 7월의 일사열 취득에 관계되는 일조율 40% 대신에 8월의 48%를 기준으로 하면 Fig. 2와 Fig. 3 및 Fig. 4의 점선으로 표시된 선으로부터 확인할 수가 있다. 따라서 일사량 계산에 관계되는 자료를 검토하여 일사열 취득표와 일조율등의 자료의 작성이 요구된다. Fig. 5와 Fig. 6은 실내 발생열의 변화에 따른 냉, 난방에너지의 변화를 표시한 것으로 간이 에너지 계산법이 냉방에서는

72-90% 작고, 난방에서는 110-125%로 크게 나타나고 있으나, 유리창 면적비 보다는 그 차이가 작음을 알 수 있다.

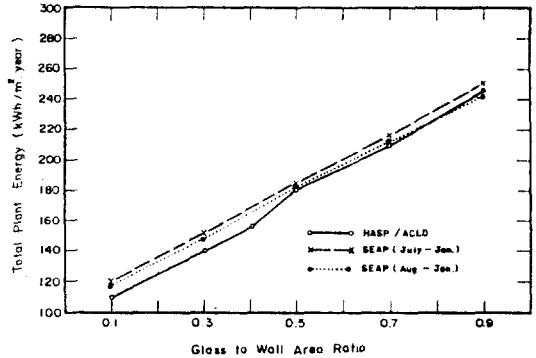


Fig. 4. Total Energy vs Glass to Wall Area Ratio

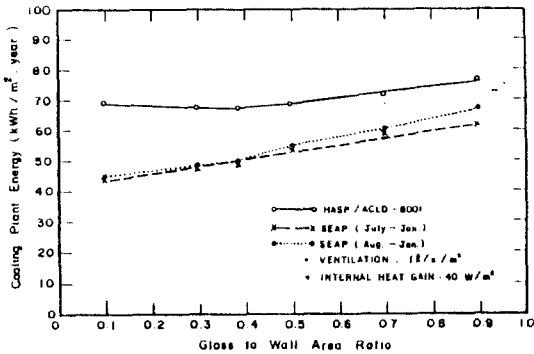


Fig. 2. Cooling Energy vs. Glass to wall Area Ratio

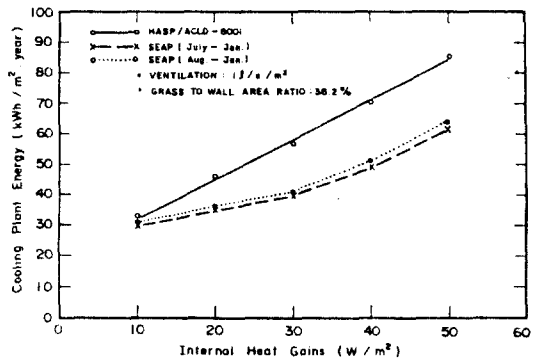


Fig. 5. Cooling Energy vs Internal Heat Gains

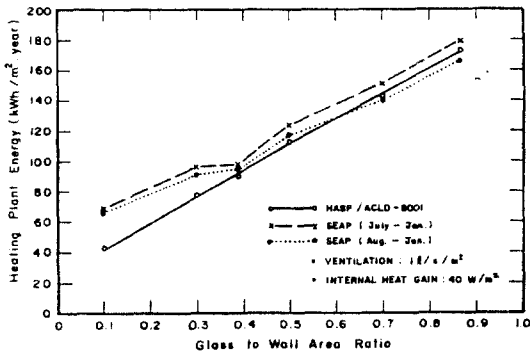


Fig. 3. Heating Energy vs Glass to Wall Area Ratio

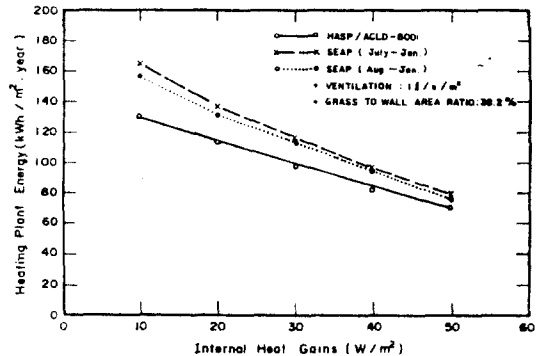


Fig. 6. Heating Energy vs Internal Heat Gains



## 5. 결 론

본 연구에서는 ASHRAE TC 4.7의 간이 에너지계산법의 계산절차를 검토하고 모델 건물을 가변풍량 시스템으로 시뮬레이션하여 연간 소요 에너지를 계산하고 동적 열부하 계산법인 HASP/ACLD의 결과와 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 두 방법으로 계산한 연간 전 에너지 소요량은 5%의 오차 범위 내에서 잘 일치하였다.

2) 간이 에너지 계산법의 적합성 평가에서 가장 중요한 매개변수는 유리창 면적비이며, 간이 에너지 계산법이 냉방에서 65-85%로 작고 난방에서는 104-160%로 크게 나타났다.

3) 실내 발생열의 변화에 따른 두 방법간의 차이는 냉방에서 72-90%이고, 난방에서는 110-125%로 다소 큰 차이를 나타내고 있다.

4) 두 방법으로 계산한 연간 에너지 소요량은 거의 일치하나 냉방에너지와 난방에너지가 큰 차이가 나는 것은 다변부하 계산에서 일사열 취득 계산자료의 부적합 때문이다. 따라서, 이 간이 에너지 계산법을 이용하기 위해서는 일조율, 일사열취득표 및 냉방부하 온도차등의 자료의 작성이 선행되어야 한다.

## 후 기

이 연구는 한국 과학 재단의 기초 연구 지원비에 의하여 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사사를 드린다.

## 참 고 문 헌

1. D. E. Knebel, "Simplified Energy Analysis using the Modified Bin Method", ASHRAE Research Project RP-363. ASHRAE, Inc., (1983).
2. D. Knebel, S. Silver, "Upgraded Documentation of the TC 4.7 Simplified Energy Analysis Procedure," ASHRAE Trans., Vol. 91, pt 2A, (1985).
3. L. O. Degelman, "Development of bin weather data for simplified energy calculations and variable base degree day information," ASHRAE Research Project RP-385. ASHRAE Technical Paper, No. 2854. (1984).
4. 김두천, "서울지방의 표준 기상 데이터 관한 연구", 공기조화 냉동공학 14 (2), (1985).
5. 김효경, "냉난방 시스템 최적 설계용 국내 표준 기상 데이터 설정에 관한 연구",
6. 日本建築設備士協會, "空調設備の動的熱負荷計算入門," 第3版, (1980).
7. ASHRAE, "Cooling and Heating Load Calculation Manual," ASHRAE GRP158. ASHRAE, (1979).
8. ASHRAE, Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning, (1985)
9. 日本空氣調和衛生工學, "手計算による最大負荷計算法," 空氣調和・衛生工學, 46 (3), (1972).
10. 空氣調和・衛生工學便覽, 第II卷 空氣調和篇 第2章, 日本空氣調和・衛生工學會, 第十版, (1981).
11. 김두천, 김정희, "最大熱負荷 計算法の實用資料", 空氣調和・冷凍工學, 第16卷 第6號, (1987).
12. 김두천, 최진희, "간이 열부하 계산용 Bin 기상 데이터," 空氣調和・冷凍工學 第17卷 第1號, (1988).
13. T. M. Brotherton, et al, "A Multiclimatic Comparison of the Simplified ASHRAE Building Consumption Model with DOE-2 Results," ASHRAE Trans., Vol. 93, pt. 2, (1987).
14. 김두천, 최진희, "Bin 데이터에 의한 간이 에너지 해석법에 관한 연구," 한국과학재단 연구보고서. (1988).