

T
637
第68回

碩士學位論文
指導教授 李 明 浩

國立中央大學圖書館



T0055121

畜熱效果를考慮한冷房負荷 計算에關한研究

—事務所 建物을 中心으로—

A Study on the Cooling Load Calculation with
Consideration of the Thermal Storage Effect.

中央大學校 大學院

建築學科 建築學專攻

河 致 潤

1987年 12月 日

丁
20
2019
11/11

46173

697-87-17 14805

畜熱效果를考慮한冷房負荷 計算에關한研究

—事務所 建物을 中心으로—

A Study on the Cooling Load Calculation with
Consideration of the Thermal Storage Effect.

이 論文을 碩士學位論文으로 提出함.

中央大學校 大學院

建築學科 建築學專攻

河 致 潤

河致潤의碩士學位論文을 認准함.

審查委員長 _____ 印

審查委員 _____ 印

審查委員 _____ 印

1987年 12月 日

中央大學校 大學院

목 차

ABSTRACT	
제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 목적	1
제 2 절 연구의 방법과 범위	2
제 2 장 축열계수의 개념	4
제 3 장 기초 사항	9
제 1 절 설계외부조건	9
1) 설계 외부온도	9
2) 최대부하 발생시간	10
3) 위험율(TAC)	10
제 2 절 설계내부조건	11
제 3 절 상당온도차(CLTD)	13
1) 직 달일사와 천공일사	13
2) 상당외기온	15
3) 상당온도차	16
제 4 절 냉방부하요소	17
1) 전도에 의한 지붕, 벽체의 열회득	17
2) 유리창을 통한 열회득	19
3) 인체 발생열에 의한 열회득	25

4) 전 등에 의한 열회득	26
제 4 장 냉방부하계산	30
제 1 절 계산조건	30
제 2 절 냉방부하의 수기계산	31
제 3 절 전산처리에 의한 냉방부하	53
제 4 절 건물의 형태에 따른 축열효과	56
제 5 장 결 론	68
참 고 문 헌	
부 록 1 . 구조체의 열관류율	73
2 . ASEAM 프로그램의 개설	75
3 . 부하계산용 임력자료	81
감 사 의 글	

표 목 차

표 3-1 : 서울지역의 외기 조건	9
표 3-2 : 흡열유리의 일사량 흡열율	22
표 4-1 : 수계산 대상건물의 벽체와 유리창의 면적	30
표 4-2 : Percentage of the Daily Range	33
표 4-3 : 유리의 열관류율값	38
표 4-4 : 차폐계수 (SC : Shading Coefficient)	41
표 4-5 : 인원, 조명 산출용 참고값	45
표 4-6 : SAMPLE1 건물의 벽체와 유리창의 면적	57
표 4-7 : SAMPLE2 건물의 벽체와 유리창의 면적	58
표 4-8 : SAMPLE3 건물의 벽체와 유리창의 면적	58
표 4-9 : 평균 유효 온도차	79

그 림 목 차

그림 2-1 : 일사에 의한 냉방부하 (서향)	5
그림 2-2 : 조명에 의한 냉방부하	5
그림 2-3 : 구조체에 따른 냉방부하	6
그림 2-4 : 초기 냉방부하	7
그림 2-5 : 실제 냉방부하	7
그림 3-1 : 유리창을 통하는 열량	19
그림 3-2 : 일사량의 열류도 (熱流圖)	21
그림 3-3 : 일사의 강도	24
그림 3-4 : 전등의 발열	27
그림 4-1 : 수계산 대상건물의 형태	31
그림 4-2 SAMPLE 건물의 형태	58

기 호 정 의

U : 열 관류율 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

A : 면적 (m^2)

CLTD (Cooling load temperature differential): 상당온도차($^\circ C$)

CLTDcorr (CLTD + Correction) : 보정 상당온도차($^\circ C$)

LM (Latitude and Month): 위도와 월에 대한 보정계수

K : 표면색에 대한 보정계수

f : 천정의 상태에 따른 계수

T_R : 설계 내부온도($^\circ C$)

T_0 : 평균외기온도($^\circ C$)

T_s : 설계 외부온도($^\circ C$)

SC (Shading Coefficient) : 차폐계수

SHGF (Solar Heat Gain factor) : 표준일사취득열량 (W/m^2)

CLF (Cooling load factor) : 축열계수

NO : 채실자수

HG (Heat Gain) : 1인당 열획득량 (W/in)

Sen H·G (Sensible Heat Gain) : 인체의 현열부하 (W)

Lat H·G (Latent Heat Gain) : 인체의 잠열부하 (W)

DF (Diversity factor) : 동시부하율

SA (special allowance factor) : 형광등의 안정기에 의한 추가 보정계수

ABSTRACT

A Study on the Cooling Load Calculation with Consideration of the Thermal Storage Effect

Ha, Chi Yoon
Dept. of Architectual Eng.
The Graduate School of
Chung-Ang University
Advised by Prof. Lee Myong Ho

The sum of all instantaneous heat gains at any given time does not necessarily equals the cooling load for the space at that time.

It is because of the thermal storage effect of the radiant energy obtained from occupants, lights and solar heats etc.

Up to the present the thermal storage effect of occupants, lights except solar heats is not considered in cooling load calculation.

The object of this study is to investigate what the thermal storage effect of occupants and lights affect the maximum cooling load of the sample building and to suggest a method of determining a rational and economical cooling equipment capacity.

The conclusions are as follows.

- 1) When the thermal storage effect of occupants and lights is adopted, its rate of the maximum cooling load by the hand calculation and the ASEAM program is 11.1%, 11.8% respectively.

Consequently, it is analyzed that the thermal storage effect of occupants, lights as well as solar heats should be considered.

- 2) When thermal storage effect of occupants and lights is adopted, the rate of load components by the hand calculation is
- 1) Transmission loads: 10%(roof:2%, wall:1.7%, glass:6.3%)
 - 2) solar loads: 33%

- 3) Internal loads: 57%(occupants:28%, lights:29%)

In the view of the results, solar loads is important, then lights, occupants and transmission loads in that order.

- 3) The hand calculation take much time and high occurrences of errors and is difficult to see easily the effect of the variables when variables is changed, but the ASEAM program not.

Therefore, in design steps, using the ASEAM program to compute the maximum cooling load is effective.

But the maximum cooling load computed by the ASEAM program is 5% less than by the hand calculation.

The reason is that in hand calculation, transmission loads is computed when the maximum cooling load is generated, while in ASEAM program the 24 average transmission loads is computed.

- 4) The thermal storage effect of occupants, lights varies inversely with the surface of the wall and the glass. The reason is that as the more surface of the wall and the glass, the more maximum cooling load, and therefore the rate of the thermal storage effect is decreasing.

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 목적

실내의 쾌적상태는 온도, 습도, 기속, 복사열, 청정도 등에 의해 결정되며 이러한 실내 환경 요소 중 온도는 쾌적조건에 매우 중요한 요소로써 에너지 소비량과 밀접한 관계가 있다.

쾌적한 실내 환경 조성과 에너지 소비량의 절감이라는 측면에서 공기조화 시스템의 적절한 설계가 이루어져야 한다. 적절한 공기조화 시스템을 결정하기 위해서는 정확한 냉난방부하계산이 필요하며 그 목적에 따라 최대부하와 연간부하를 산출한다.

본 논문의 대상이 되는 냉방부하라 함은 보통 공기조화 시스템의 용량을 결정하기 위한 최대부하를 말하며 이를 위해서는 먼저 실내의 열획득량을 알아야 하는데 실내의 열획득은 1) 지붕과 벽체, 유리를 통한 열전도 2) 유리창을 통한 일사의 수열 3) 내부간막이, 벽, 천정, 마루을 통한 열전도 4) 재설자, 전등, 기계 등의 발열 5) 환기와 틈새 바람 등에 의해 열획득이 일어난다.

실내의 열획득 중 유리창을 통한 일사와 인체 발생열 중 약 45 %, 형광등에 의한 발생열 중 약 40 %, 백열등에 의한 발생열 중 70 %가 복사열에 의한 열획득이다.

복사열은 물체의 표면에 입사되면 일부는 반사, 나머지는 물체에 흡수되며 흡수된 복사에너지 는 물체를 덥힌 후 주위 공기온도보다

높은 온도가 된 후에 주위로 열을 방출하게 된다.

이러한 복사열의 특성으로 인해 실내 발생열 전부가 곧바로 냉방부하로 작용하는 것이 아니라 벽체, 지붕, 마루 등의 구조체와 실내가구 등에 일부 축열되었다가 몇 시간이 경과한 후에 냉방부하로 작용하게 된다.

이러한 축열효과로 인해 최대 냉방부하는 순간 열획득보다 적어지는데 현재 설계사무실에서는 일사에 대한 축열효과는 고려하고 있으나 인체와 조명의 축열효과는 고려하지 않고 있다.

따라서 본 연구는 냉방부하계산시 인체와 조명의 축열효과를 고려하기 위해 축열계수를 적용함으로써 보다 합리적인 냉방설비용량 결정의 방향을 제시함과 동시에 설계과정에서 설계변수를 변화시켰을 때 최대냉방부하에 미치는 영향을 쉽게 파악할 수 있는 방법을 제시함을 그 목적으로 한다.

제 2 절 연구의 방법과 범위

본 논문은 다음과 같이 크게 3 가지에 대해서 알아보기로 한다.

1) 지하 1 층, 지상 4 층, 건물면적 $1,276 m^2$ (294 평)인 건물을 대상으로 ASHREA에서 제시한 방법과 자료를 근거로 9 ~ 18 시 동안 매시간별로 수계산에 의해 최대 냉방부하와 그 발생시간을 구함으로써 인체와 전등의 축열효과가 최대부하에 미치는 영향을 파악한다.¹⁾

註 1) 매시간별로 계산하는 이유는 최대부하발생시간은 건물의 특성에 따라 차이가 있기 때문이다. 따라서 발생시간이 불확실할 때는 매시간별로 계산해야 한다.

2) 수계 산은 시간이 많이 소비됨과 동시에 계산과정에서 오류발생빈도가 높고 임의의 변수를 변화시켰을 때 전체 냉방부하에 미치는 영향을 파악하기 어렵다.

따라서 본 연구는 작은 규모의 사무실의 에너지 분석을 위해 미국 에너지성 (DOE)의 용역으로 1983년에 개발된 ASEAM 프로그램으로 전산처리의 결과를 수계 산의 결과와 비교, 분석함으로써 그 정확성을 검증하였다.

3) 정확성의 검증을 토대로 건물의 형태가 냉방부하에 어떤 영향을 미치는지를 파악하기 위해 수계산 대상건물의 형태를 3가지로 변화시켜 ASEAM프로그램으로 전산처리시켜 그 영향을 비교, 분석하였다. 이때 건물의 전체 바닥면적, 공조면적, 벽체와 지붕의 열관류율, 창문의 비율 등은 변화시키지 않고 건물의 높이, 폭, 표면적만을 변화시켰다.

냉방부하계산시 틈새 바람, 환기, 실내 발열기기, 바닥으로부터의 열획득에 의한 냉방부하는 고려하지 않았으며 출입구에 의한 열획득의 경우 창문과 열관류율이 다르기 때문에 단위 면적당 열획득량이 다르지만 출입구 면적이 적기 때문에 계산을 간단하게 하기 위해 창문에 포함시켜 유리창과 같은 열관류율을 가진 유리문으로 보고 계산하였다.

또한 지하설로부터의 열획득은 여름철 지중온도가 8월을 기준으로 지표면이 27.4°C이고 설계실내온도가 28°C이므로 지하로부터의 열획득은 없는 것으로 보고 계산에서 제외하였다.

제 2 장 축열계수의 개념

실내에서의 순간 열획득은 구조체 내외부의 온도차에 의한 전도, 일사, 조명, 인체 발생열, 기계기구 등에 의해서 이루어진다.

이러한 순간 열획득 중 복사에 의한 열획득은 순간부하로 작용하지 않는다.

복사열은 먼저 실내의 고체표면등에 직접 도달, 흡수되어 물체내부의 온도보다 물체표면의 온도를 상승시킴과 동시에 표면부근의 공기온도를 상승시킨다.

이러한 물체내부와 물체 표면의 온도차에 의해 물체내부로의 전도에 의한 축열이 이루어지게되고 물체의 표면온도가 실내온도보다 높게되면 대류에 의해 실내공기로 전열됨으로서 냉방부하로 작용하게 된다.

복사열중 축열되는 비율은 물체내의 열저항과 공기막의 열저항의 정도에 따라 결정된다.

대부분의 건물구조재재료의 열저항은 공기의 열저항보다 매우 적으므로 복사열의 대부분은 축열된다.

이러한 복사열의 흡수가 진행됨에 따라 물체의 온도는 올라가며 열이 축열되는 비율은 적어지게 된다.

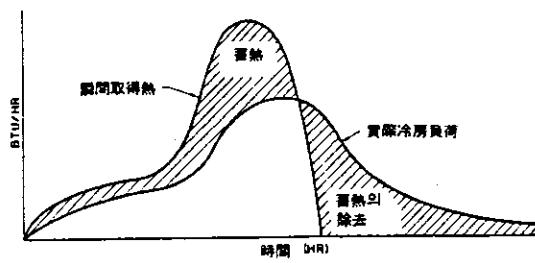


그림 2-1 일사에 의한 냉방부하

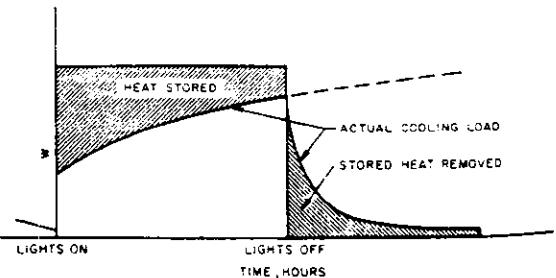


그림 2-2 조명에 의한 냉방부하

그림 2-1과 2-2는 일사와 조명에 의한 축열효과를 보여주고 있다.

여기에서 빛금친 부분은 구조체에 축열된 열과 이 축열의 제거를 나타내고 있다. 공기내의 열획득량과 제거되어야 할 열량은 같아야 하므로 두 곡선의 면적은 같으나 최대열량과 그 발생시간에는 차이가 있다.

냉방부하에 영향을 미치는 축열효과는 구조체의 열용량, 장치의 가동시간에 따라 좌우된다.

1. 열용량 (Heat capacity)

열용량이란 물체의 온도를 1°C 상승시키는데 필요한 열량을 말하며 물체의 질량과 비열의 곱으로 나타낼 수 있다.

대부분의 구조체의 비열은 대략 $0.84\text{KJ/kg}^{\circ}\text{C}$ ($0.2\text{BTU/Lb}^{\circ}\text{F}$)¹⁾ 정도이므로 열용량은 그 구조체의 무게에 직접적으로 비례한다고 볼 수 있다.

그림 2-3는 공간의 온도가 일정할 때 경구조 中구조, 重구조의 순간 열획득과 실제 냉방부하를 나타내고 있다.

註 1) 김교두, 공기 조화 설비 설계 핸드북, P 1-28, 금탑, 1984

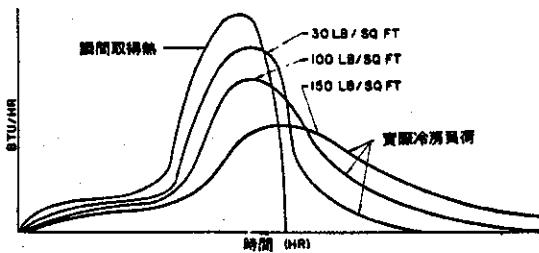


그림 2-3 구조체에 따른 냉방부하

그림에서 알수 있듯이 경량구조 건물에서는 축열용량이 적기 때문에 피크시의 축열열량의 적고, 중량구조물인 경우는 피크시의 축열열량이 크다. 따라서 건물의 중량이 클수록 최대냉방부하의 크기가 적게 되므로 적은 냉방용량의 장치로 가능하게 된다.

2. 운전시간

그림 2-1은 24시간 운전의 경우의 실제 냉방부하를 설명하고 있다. 실제 사무실 등은 그 사용시간이 제한되어 있으므로 24시간 운전이 거의 일어나지 않는다. 따라서 운전시간은 축열에 영향을 미치므로 냉방부하계산시 이를 고려해야 한다.

만일 공조장치가 일정시간만 운전되고 정지된다면 축열된 일부 열이 건물의 구조체에 남아 있게 된다.

이 열은 제거되어야 하며 그림 2-4에서와 같이 다음날 냉방장치를 가동할때 초기냉방부하 (Pull down load)로 나타나게 된다. 이 초기

냉방부하는 장치의 운전시간은 짧을수록 커지는데 이는 장치의 정지시 더 많은 축열이 잔류하기 때문이다.

그림 2-4는 12시간과 16시간 운전시의 초기냉방부하를 나타내고 있다.

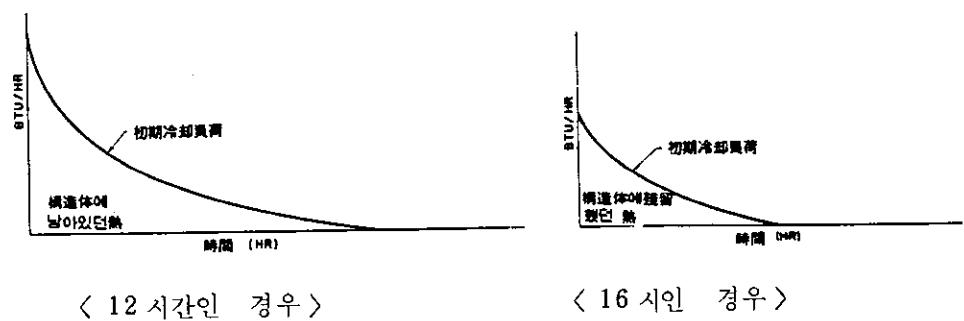


그림 2-4 초기 냉방부하

초기냉방부하가 발생하면 그림 2-5와 같이 그날의 냉방부하에 초기냉방부하를 더한 것이 실제 냉방부하가 된다.

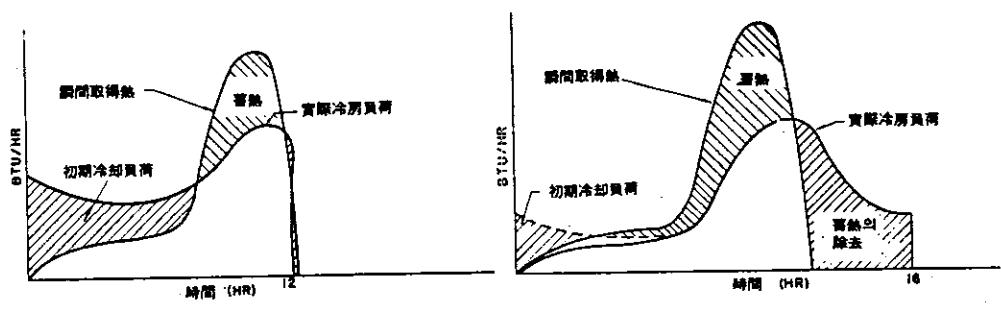


그림 2-5 실제 냉방부하

그럼에서 윗 부분의 곡선은 순간취득열량이며 아래 부분의 곡선은 실내온도를 일정하게 유지했을 때의 실제 냉방부하를 나타내고 있다.

점선은 전 날의 축열효과로 인해 전물 구조체에 남아있던 초기 냉방부하이다.

공간의 온도는 장치의 운전 정지 중 야간에 일어나는 전열부하와 축열에 의해 상승되며 이것이 초기 냉방시에 제어온도까지 내려가게 된다.

제 3 장 기 초 사 항

제 1 절 설계외부조건

냉방부하를 계산하기 전에 설계 조건을 먼저 결정해야 한다.

설계 조건 결정사항에는 설계외기온도, 설계내부온도, 위험율, 최대부하 발생시간과 월 등이 있다.

실내부하가 최대가 되는 설계 조건을 선택함으로써 최악의 상태에서도 냉방의 기능에 지장을 초래하지 않도록 설계해야 한다.

1) 설계외기조건

이것은 장치 설계의 대상이 되는 외기 온습도의 최고 상태를 말하며 6~9月 동안의 전 냉방시간에 대한 위험율 2.5%를 기준으로한 외기온도와 일사량을 사용하여 작성된 상당온도를 사용하여 서울 지역의 외기 조건은 다음과 같다.

분류	년도	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	평균전구온도	상대습도
겨울	1%	-17.5	-13	-10.3	-15.6	-14	-11.2	-16.5	-15.8	-14.4	-13	-14.1 ℃	65.1 %
	2.5%	-15.4	-12.4	-9.1	-11.3	-13.4	-11	-15.5	-15.2	-13.2	-10.8	-12.7 ℃	
	5%	-13.3	-11	-8.8	-10.6	-12.5	-10.3	-14.2	-15	-12	-9.6	-11.7 ℃	
여름	1%	33.9	33.2	35.2	34.5	33.7	34.6	33.5	34.7	36	32.3	34.2 ℃	54.2 %
	2.5%	33.8	32.2	34.2	34.4	32.6	34.1	32	34.4	34.8	32.2	33.5 ℃	57 %
	5%	32.4	31.8	32.9	33.3	31.6	33.3	31.3	33.7	33.8	31.9	32.6 ℃	59.8 %

표 3-1 서울지역의 외기 조건¹⁾

註 1) 방규원, 한국의 냉난방설계용 외기조건. 공기조화·냉동공학 제14권제4호

특별히 정확도가 요구되는 경우와 엄밀한 항온 항습장치가 요구되는 경우, 실내 상태가 어떤 조건에서 벗어나서는 안되는 경우일 때는 그 요구도를 충분히 검토한 후에 허용 한도내에서 작은 위험율을 적용시키는 것이 바람직하다.

2) 최대부하 발생 시간

냉방시 풍량, 송풍온도, 실내 냉방장치의 용량을 결정할 때 그 방의 실내 부하가 최대가 되는 계절(月)과 시간에 대하여 계산을 해야 한다.

일반적으로 동쪽에 면해 있는 실은 오전중(9~11시), 남쪽은 오후 12~14시, 서쪽은 저녁 15~17시에 최대 부하가 발생한다.

그러나 실내부하는 반드시 외기가 최대가 되는 여름철이나 오후 2~3시경에 최대가 되는 것은 아니다.

그 이유는 일사에 의한 열획득은 오후 2~3시경이 가장 크지만 인체에 의한 열획득이나 조명기구에 의한 열획득이 일사에 의한 열획득보다 클때에는 다른 시간에서 최대 열획득이 발생하기 때문이다.

따라서 최대 부하 발생시간이 불확실할 때에는 배 시간별로 계산해야 한다.

3) 위험율(TAC)

외기 온도는 연도별, 계절별, 시간별로 변한다.

따라서 설계외기온도를 결정할 때는 수년간의 기상자료를 근거로 한 평균기상조건에서 발생빈도가 적은 최악의 외기조건을 기준으로

부하계산을 하면 장치의 용량이 커지게되어 운전효율이 불량하고 송풍기, 펌프 등의 운송동력이 커지게 됨으로써 소비에너지가 크게 되어 경제적인 설계가 된다.

따라서 이런 점을 고려하여 위험율 (TAC)¹⁾이라는 개념을 적용하게 된다.

위험율 2.5%란 난방 또는 냉방기 간중 총시간에 대한 온도 출현빈도 분포에서 여름의 경우에는 높은 쪽으로, 겨울의 경우는 낮은 쪽으로 부터 총시간의 2.5%를 제외시킴을 의미한다.

즉 여름철 6 ~ 9月 동안의 총시간 2928 시간중 2.5%에 해당하는 73 시간을, 겨울철 12 ~ 3月 동안의 총시간 2904 시간중 2.5%의 73 시간을 냉난방부하계산에서 제외시킨다는 의미이다.

제 2 절 설계내부조건

실내온도는 인체에 가장 쾌적을 느낄 수 있는 상태이어야 하지만 외기와의 온도차가 너무 크면 실내에 출입할 때 콜드쇼크 (Cold Shock) 또는 히트쇼크 (heat shock)를 받아서 불쾌하게 느끼게 된다. 인체의 쾌감을 위주로 한 경우의 실내조건은 온도, 습도, 기류의 영향을 고려한 유효온도 (ET) 혹은 이것에 주위의 복사열에 의한

註 1) 설계온도는 TAC 1%, 2.5%, 5%을 기준으로 하며 이의 결정은 건물의 누기, 단열 등의 특성에 따라 이루어져야 한다. 국내에서는 일반적으로 TAC 2.5%을 많이 적용한다.

영 향까지 고려한 수정유효온도 (CET)로 나타내는 것이 적합하다.

인체의 체감을 대상으로 할 때에는 방의 사용목적이나 사람의 활동 정도에 따라서 약간씩 달라진다.

예를들면 상점이나 슈퍼마켓과 같이 비교적 단시간 출입이 이루어지는 곳을 약간 높은 온도로, 실험실과 같이 긴장된 작업을 하는 장소에서는 약간 낮은 온도로 하는 것이 바람직하다.

여기서 장치용량의 경제성도 조금 감안하여 일반적으로 25 ~ 27 °C, 40 ~ 60 %의 범위가 쓰이며 에너지 이용 합리화법의 규정에 따라 유효온도 (ET) 범위내에서 가능한 한 온습도 조건을 완화하여 28 °C, 상대습도 50 %를 권장하고 있다.¹⁾

하계 이외에 중간기와 동기에도 냉방부하 계산이 필요할 때가 있다.

이 경우에는 설계실내온도를 중간기에는 25 °C 동기에는 24 °C, 상대습도는 모두 50 %로 한다.

공장내의 생산 프로세스와 격납, 보관을 대상으로 하는 공업용 공조의 실내조건은 물품에 따라 달라지므로 각각 사용자나 전문가의 의견에 따라 결정한다.

또한 공업용의 특수목적에 따라 항온 항습실은 일정한 온습도 유지가 필요하다.

註 1) 김영호·장준익 공저, 건축설비, p.448, 보성, 1986.

이와같은 경우에는 공조장치의 구성이나 자동제어에 유의함은 물론 부산계산에서도 외기 조건으로써 기상기록상의 최고, 최저치를 적용하는 등 위험도가 없도록 해야한다.

제 3 절 상당온도차(CLTD)

외기에 직접 면해있는 벽체, 지붕 또는 유리를 통한 열획득은 실내외의 온도차에 의한 전도열과 일사에 의한 태양 복사열에 의해 일어난다.

태양복사에너지는 일사가 외벽에 닿아서 열에너지로 전환되어 그 표면온도가 상승함으로서 일어나는 온도차에 의하여 전도열과 비슷한 열이동이 실내로 발생하게 된다.

ASHREA에서는 이러한 실내 열획득을 냉방부하로 쉽게 계산하기 위해서 상당외기온, 상승온도차라는 개념을 도입하고 있다.

1) 적 달일사와 천공일사¹⁾

지구의 대기권 외곽의 일사량은 태양이 지구와 가장 가깝게 되는 12月 21日에 약 $445 \text{ Btu}/\text{hr} \cdot \text{ft}^2$ 이며 가장 멀어지는 6月 21日에는 약 $415 \text{ Btu}/\text{hr} \cdot \text{ft}^2$ 이다.

따라서 지구의 대기권밖의 일사량은 이 한계내에서 넓중 변화하게 된다.

註 1) 김교두, 공기조화설비 설계 핸드북, p.1-41, 금탑, 1984.

지구 표면에 도달하는 일사는 그 중 많은 양이 확산되고 대기권 밖으로 반사되고 또한 대기에 의하여 흡수되어서 위의 값보다 상당히 감소하게 되어 실제로 지구 표면에 도달되는 양은 $272 \text{ Btu} / \text{hr} \cdot \text{ft}^2$ (860 W/m^2) 정도이다.

이와같이 확산된 복사를 천공복사 또는 확산복사 (sky or diffuse radiation)이라 한다.

이것은 대기 중의 먼지, 수증기, 오존에 의한 반사에 의한 것이다. 태양고도가 $80 \sim 90^\circ$ 일 때의 확산 일사에 의한 수평면의 획득일사량은 약 $60 \text{ Btu} / \text{hr} \cdot \text{ft}^2$ (190 W/m^2) 정도이며¹⁾ 수평면의 최대 일사 수열량은 태양이 남중했을 때 발생하며 태양고도가 작아짐에 따라 급격하게 줄어든다.

반면에 대기를 투과하여 직접적으로 지구 표면에 도달하는 일사를 직달일사 (Direction radiation)이라 한다.

직달일사와 천공일사 및 그 전체 일사간의 관계는 다음과 같은 두 가지 요소에 의하여 좌우된다.

1. 지구상의 한 시점에서 도달하는데 있어서 대기중을 통과하는 거리

2. 공기중의 煙露量

여기에서 도달거리 또는 연무량이 증가함에 따라서 천공일사량이 증가되고 직달 일사량은 감소한다.

註 1) Harris, MODERN AIR CONDITIONING PRACTICE, p. 122

위 도달거리, 열무량중 어느 하나 또는 두 요소 모두 증가하면
결과적으로 지표면에 도달하는 일사량은 감소하게 된다.

2) 상당외기온 (Sol air temperature)

외기에 직접 연해 있는 벽체, 지붕, 유리를 통한 열획득은 실내
외의 온도차에 의한 전도열과 일사에 의한 태양 복사열에 의해 일
어난다.

태양복사에너지는 일사가 외벽에 닿아서 열에너지로 전환되어 그
표면온도를 상승시킴으로써 일어나는 온도차에 의해 전도열과 비슷
한 열이동이 실내로 발생하게 된다.

이러한 태양복사열과 실내외의 온도차 두 요소에 의한 전열량과
같은 열량을 전열시킬수 있는 외기온을 상당외기온이라 한다.
표면에 입사된 열량을 식으로 표시하면 다음과 같다. (식 3-1)

$$\delta/A = \alpha I_t + h_o (t_o - t_s) - \varepsilon \cdot \Delta R$$

δ/A : 단위 면적당 입사된 열량 ($Kcal/m^2$)

α : 표면의 흡수율

h_o : 열전달계수 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

t_o : 외기온도 ($^\circ C$)

t_s : 표면온도 ($^\circ C$)

ε : 표면의 방사율

ΔR : 천공광과 주위로부터의 장파장과 흑체에서 방사
된 파장의 차 (W/m^2)

이 식을 다시 상당외기온의 함수로 표시하면

$$\delta/A = h_o (t_e - t_s) \quad (\text{식 3-2})$$

따라서 상당외기온 t_e 는

$$t_e = t_s + \alpha \cdot I_t/h_o - \varepsilon \cdot \Delta R/h_o \quad (\text{식 3-3})$$

천공광의 장파장의 복사만을 받는 수평면일 때의 ΔR 값은 대략 $63 W/m^2$ 이다. 수직면은 천공광 뿐만 아니라 주위 건물로부터 장파장 복사를 받기 때문에 정확한 ΔR 값을 정하기란 어려우며 보통 수직면의 ΔR 값은 0 으로 취급한다.

I_t 의 값은 맑은 날의 천공복사 지면 반사를 합산한 값이며 이 때 주위 벽체에 의한 반사에너지는 없는 것으로 본다.

3) 상당온도차

외벽의 온도는 겨울과 직달일사가 없을 때에는 외기온도와 같다. 그러나 여름철에 지붕, 벽체, 유리면이 직달일사를 받는 경우에는 상당한 태양열에너지를 흡수하여 외기온보다 $20 \sim 40 {}^\circ F$ 높아지게 된다.

표면온도의 상승은 표면의 색과 태양입사각에 의해 달라진다. 이러한 태양복사 열에 의한 온도 상승을 평가할 수 있는 정확한 방법은 없으나 경험치에 의해 평가된다.

ASHREA 에서는 이러한 영향을 간단한 전도식으로 산출할 수 있도록 벽체와 지붕구조에 따른 상당온도차에 대한 자료를 제시하고 있다.

상당온도차는 상당외기온과 실내온도의 차이며, 설계온도차, 태양복

사열, 시각, 외부온도변화, 축열에 의한 time lag 등을 고려하고 있으며 냉방부하 계산시에 유용하게 사용된다.

이러한 상당온도차는 시작, 방위, 구조체의 특성에 따라 그 값이 달라진다.

제 4 절 냉방부하요소

1) 전도에 의한 지붕, 벽체의 열획득

지붕, 벽체에 온도차가 발생하면 전도에 의한 열류가 생기는데 그 양은 다음과 같다.

$$q = U \cdot A \cdot (t_i - t_o) \quad (\text{식 3-4})$$

U : 지붕 또는 벽체의 열관률

A : 면적

t_i : 실내 온도

t_o : 실외 온도

실내와 실외의 온도차가 발생하면 높은 온도에서 낮은 온도로 열이 동이 생긴다.

여름철에는 외기 온도가 높기 때문에 벽체, 지붕, 유리창을 통해서 실내로 열이동이 생긴다.

이때 외기 온도가 갑자기 떨어졌다고 가정해보자.

벽체 외부온도는 일시적으로 외기온보다 높아지게 된다. 따라서 벽체 내부에서 실내로의 열전달이 계속됨과 동시에 벽체 외부표면에서 외부로의 열전달이 생긴다.

이런 상태에서 벽체의 열회득은 생기지 않고 열방출만이 이루어지므로 벽체의 온도는 차츰 떨어지게 된다.

이런 상황은 실내온도와 실외온도가 평행이 될때까지 계속 될 것이다.

다시 여러 시간이 경과한 후에 외기 온도가 올라가게 되면 외기에서 벽체 외부표면으로 열전달은 이루어지지만 일정시간동안 벽체 내부표면에서 실내로의 열이동은 증가되지 않을 것이다.

방출하는 열량보다 축열이 많아짐에 따라 벽체의 온도는 올라가게 된다.

이런 현상은 외기온도와 내부온도가 평행이 이루어질 때까지 계속될 것이다.

벽체의 내부표면온도는 외기온도가 변한 뒤 수시간 후에 변하게 된다.

이러한 외기온도변화와 실내 내부온도변화의 시간 간격을 time lag라고 한다.

즉 time lag란 벽체를 통해 열이 외기에서 실내표면으로 전달되는데 걸리는 시간이다.

time lag는 물체의 열용량에 비례한다.

이러한 전도에 의해서 전달된 열은 직접 냉방부하로 작용하게 되며 다음 식으로 냉방부하를 계산하게 된다.

$$q = U \cdot A \cdot CLTD \quad (\text{식 3 - 5})$$

여기에서 상당온도차는 축열계수 (CLF)와 마찬가지로 축열에 따

는 time lag 효과를 고려하고 있다.

2) 유리창을 통한 열획득

창문을 통해서 실내로 들어오는 열은 그림 3-1에서와 같이 유리를 직접 통과하여 침입되는 열(q_1), 복사열 중에서 일단 유리에 흡수되어 유리온도를 높인 다음 대류 및 복사에 의해 침입되는 열(q_2), 유리창내외의 온도차에 의한 전도에 의해 실내로 들어오는 열(q_3) 등 3 가지로 분류된다.

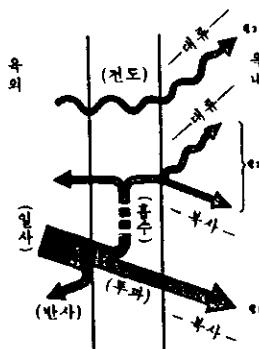


그림 3-1 유리창을 통하는 열량¹⁾

이중 ($q_1 + q_2$)는 넓은 의미에서 유리면을 통과하는 태양복사 열이라 할 수 있다.

앞에서 기술한 바와 같이 태양에 의한 복사 열획득은 직달 일사 와 천공일사로 이루어지며 직달일사는 창이 직접을 받을 때만 열

註 1) 김영호, 장준익 공저, 건축 설비, p.450, 보성, 1986.

획득이 이루어지지만 천공일사는 창이 일사를 받지 않는 경우에도 열획득이 이루어진다.

북측 창문에서도 열획득이 생기는 이유는 바로 천공일사에 의한 것이다. q_3 는 벽체, 바닥, 천정 등과 같이 온도차에 의한 전도 열획득으로 취급한다.

따라서 창문을 통한 획득열량은 태양복사열과 전도열획득을 합한 값이 되며 냉방부하게 산시에도 각각의 경우의 최대열량에 의한 냉방부하를 계산하여 합산한 값이 창문을 통한 열획득에 의한 냉방부하가 된다.

1. 창문을 통한 태양복사열획득

유리창을 통과한 태양복사열은 일단 실내의 바닥, 벽체, 실내가구 등의 고체표면에 도달하여 열로 바뀌고 일부 열은 대류에 의해 실내 공간으로, 일부는 전도에 의해 고체 내부로 축열된다.

이러한 축열효과로 인해 순간 냉방부하의 최대 열량과 발생시간이 다르게 되므로 냉방부하 계산시에 이를 고려해야 한다. 유리창을 통한 태양복사열 획득에 의한 냉방부하게 산은 다음 식으로 구한다.

$$q = A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF \quad (식 3-6)$$

차폐계수 (SC : shading coefficient)는 유리창의 종류 또는 차폐의 상태에 따라 태양열 획득량이 달라지므로 이를 고려하기 위한 것이며 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$SC = \frac{\text{유리창을 통과한 태양열획득}}{\text{2중 유리의 태양열획득}} \quad (식 3-7)$$

건물에 도달하는 태양 복사열량은 위도, 계절, 시각, 방위에 따라 다
르며 유리를 통과하는 열량도 유리의 종류, 차양 장치의 사용여부,
태양 복사강도, 창문의 방위 등에 따라 크게 영향을 받으므로 계
산하기 어렵다.

ASHREA에서는 3mm 두께의 표준유리를 통한 태양열 획득열량을 표
준일사취득열량(SHGF : Solar heat gain factor)이라 하여 이를 이
용하기 편리하게 하기 위해 7개의 주요 방위별로 매월 21일의 시
간별로 그 값을 제시하고 있다.

① 유리의 종류

보통 유리란 단층두께의 크리스탈유리를 말하며 一重 또는 二重
의 강도를 가지고 있다.

유리는 입사된 일사량중 적은 부분을 흡수하고 나머지는 반사 또
는 통과시킨다.

그림 3-2에서와 같이 입사각이 좁은 경우에 큰 8~9%가 반사
되고 약 86~87%가 통과된다.¹⁾

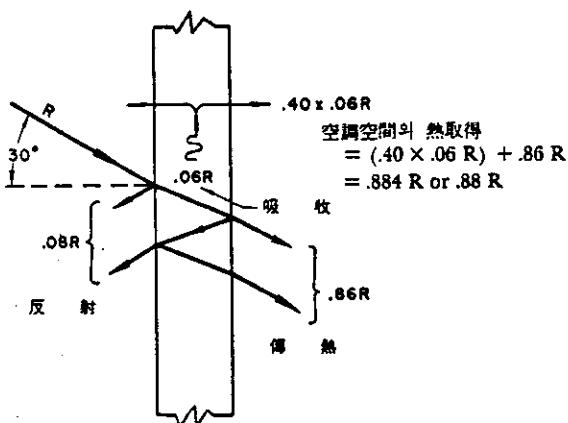


그림 3-2 일사량(R)의 열류도(보통 유리)

註 1) 김교두, 공기 조화 설비 설계 핸드북, p.1-41, 금탑, 1984

입사각이 증가함에 따라 반사되는 비율이 증가하여 통과하는 열량은 적어진다.

공조공간으로 전달되는 총 일사량은 이 통과 열량과 유리에 흡수되는 열량의 약 40 %이며 다음 표는 가장 일반적인 흡열유리의 흡열율이다.

상 표	제작회사명	두께(in)	색	흡열율
Aklo	Blue Ridge Glass Corp.	1/8	담청록색	56.6
Aklo	Blue Ridge Glass Corp.	1/4	담청록색	69.7
Coolite	Mississippi Glass Co.	1/8	명청색	58.4
Coolite	Mississippi Glass Co.	1/4	명청색	70.4
L.O.F.	Libbey-Owens-Ford	1/4	담청록색	48.2
Solex R	Pittsburgh Plate Glass Co.	1/4	담록색	50.9

표 3-2 흡열유리의 일사량 흡열율

이와같이 특수유리는 일사량의 통과가 적은 반면에 공조공간내로 훌러 들어가는 흡수일사량을 증가시킨다.

일반적으로 보통유리는 특수유리보다 반사율이 약간 적다. 유리의 내측 표면에서 반사된 열의 일부는 유리 표면을 통과하는 동안 유리에 흡수된다.

그러나 종합적인 결과를 보면 특수유리는 보통유리보다 공조공간

내의 일사량을 감소시키는 효과가 있다.

② 차폐 효과

여름철 실내의 입사열 침입을 막기 위해 차양장치(베니션 블라인드, 커어튼 등)을 사용한다.

모든 차폐 장치는 일사량의 대부분을 반사, 흡수하여 나머지 일부의 열만을 통과시킨다.

옥외의 차폐 장치는 실내의 것보다 더욱 효과적이다.

그 이유는 반사된 모든 일사열이 옥외에서 처리되고 또한 흡수된 열을 외기로 방출시키기 때문이다.

직달일사를 받는 유리창에 블라인드, 커어튼 등의 차폐 장치를 할 경우 $30 \sim 40\%$ 의 열을 감소시킬 수 있다고 한다.¹⁾

③ 방위

다음 그림 3-3은 여름과 겨울의 유리창에 도달하는 일사강도를 각 방위별로 나타내고 있다.

註 1) 공기 조화·위생공학회 편집부역, 공기 조화 위생설비의 알기쉬운 지식, p.29, 태령, 1982.

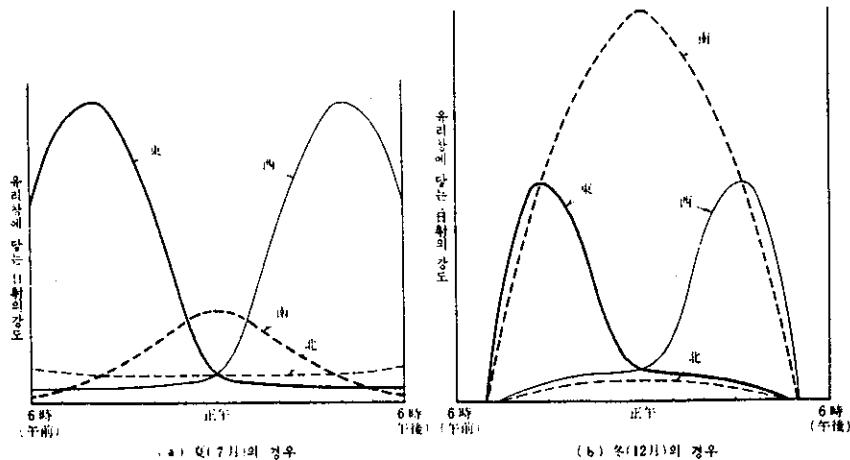


그림 3-3 일사의 강도

여름에는 동쪽은 오전 8시경, 남쪽은 정오, 서쪽은 오후 2시경
이 최대로 되는데 최대치는 동·서쪽이 높고 남쪽은 $1/3$ 정도 밖
에 안된다.

남쪽이 적은 이유는 태양고도가 여름철이 높아 수직면의 일사가
적기 때문이다.

겨울의 경우 태양고도가 여름보다 낮기 때문에 여름의 일사강도
보다 4배정도 크다.

이러한 방위에 따른 일사강도의 변화는 창문을 통한 열획득에 커
다란 영향을 미치게 된다.

2. 유리창의 전도에 의한 열획득

전도에 의한 열류는 실내외의 온도차에 의해서 일어나므로 일사
와 관계없이 일어난다.

전도에 의한 열획득량은 다음과 같다.

$$q = U \cdot A \cdot (t_o - t_i)$$

전도에 의한 열획득에 냉방부하는 태양복사열을 고려하여 다음과 같이 구한다.

$$q = U \cdot A \cdot CLTD$$

3) 인체 발생열에 의한 열획득

인체는 약 36.5°C 의 체온을 항상 유지하고 있다. 음식물을 섭취하여 체내의 산화작용에 의해 열에너지를 생산함으로써 체온을 유지하게 된다.

보통 건강체에서는 하루에 경작업을 하는 인체의 경우 약 3000 Kcal의 열량이 필요하다¹⁾고 하며 이 열량은 대부분 체온을 유지하는데 소비된다.

체온은 보통 실내외의 온도보다 높기 때문에 인체는 항상 주위로 열을 발산하게 된다.

외부 환경이 상당히 넓은 폭의 온도차를 가지고 있지만 항상 일정한 체온을 유지할 수 있는 이유는 인체 외피 표면으로 보내는 혈액 공급을 조절하여 끊임없이 인체 표면으로부터의 열생산이 조절되기 때문이다.

註 1) 박윤성, 건축계획원론, p.21, 문운당, 1980

즉 추운 상태에서는 혈관이 축소되어 혈액공급이 감소되고 더운 상태에서는 혈액 공급이 증가되어 인체 표면 온도를 변화시킨다.

이와같이 인체로부터의 실내외 열획득은 복사, 주위공기의 대류작용, 인체표피의 수분의 증발, 호흡작용 등에 의해 이루어진다.

일반적으로 보통 옷을 입고있는 안정시의 인체에서 발생되는 열 손실 비율은 복사 45 %, 대류 30 %, 증발 25 %, 정도이다. 이러한 인체 발생열에 의한 실내의 열획득은 주위의 온도를 높이는 열(현열)과 공기의 수증기로서 주어지는 열(잠열) 두가지에 의한 것이다.

복사와 대류에 의한 열획득은 현열에 속하며 증발이나 호흡작용에 의한 열획득은 잠열에 속한다.

활동상태가 심하게 될수록 전체 발생열량은 많아지고 잠열이 차지하는 비율은 커진다.

인체 발생열에 의한 냉방부하를 계산할 때 현열과 잠열을 구분하여 계산해야 하며 현열에 의한 냉방부하는 복사열에 의한 축열 효과를 고려하기 위해 축열계수를 적용시킨다.

$$\textcircled{1} \text{ 현열에 의한 냉방부하} : q = N_a \cdot S_{en} H.G \cdot CLF \quad (\text{식 3-8})$$

$$\textcircled{2} \text{ 잠열에 의한 냉방부하} : q = N_a \cdot L_{atH} G \quad (\text{식 3-9})$$

4) 전등에 의한 열획득

사무실 건물의 소요 조도가 점차 높아짐에 따라 전등에 의한 열획득이 냉방부하의 중요한 요소가 되었다.

전등에서 발생하는 열량은 실온과는 관계없이 입력된 열량 전부

가 현열로 실내온도를 높이게 된다.

전등에 의해 발생되는 에너지의 형태는 다음 그림 3-4 와 같다.

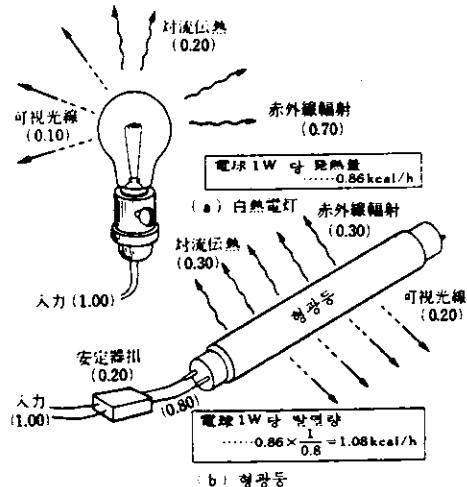


그림 3-4 전등의 발열 1)

그림 3-4에서와 같이 입력중 가시광선으로 되는 비율은 적고 대부분 복사나 대류작용에 의해 열로 변한다.

조명의 발열 중 형광등은 40%, 백열등은 약 70%가 복사 열이다.

전등에 의한 순간 열회득량은 다음과 같이 계산된다.

$$q = \text{전체 watt 수} \cdot \text{동시부 하율} \cdot SA \quad (\text{식 3-10})$$

註 1) 공기 조화·위생 공학회 편집부역, 공기 조화·위생 설비의 알기 쉬운 지식, p. 31. 태립, 1982

여기에서 동시부하율은 전체 Watt 수에 대한 냉방부하게산시의 점등 Watt 수의 비율로서 점포와 같은 상업용 건물의 동시부하율은 대개 1로 본다.

SA (Special allowance factor) 는 형광등과 같이 필요한 에너지보다 더 많은 에너지를 요구하는 전등인 경우 이를 고려하기 위한 것이며 형광등은 1.25, 백열등은 1이다.

형광등의 경우 안정기에 의해 소비되는 전력은 입력의 20 ~ 30 %이다.

앞에서 기술한 바와 같이 순간 열획득 중 복사에 의한 열은 구조체에 먼저 닿아서 표면에서 열로 전환되어 일부는 대류에 의해 실내의 공기를 덥히게 되며 나머지는 벽체나 바닥에 축열되었다가 일정시간이 경과한 후에 실내공기를 덥히게 되므로 이 경우에도 냉방부하게산시에 축열계수를 적용해야 한다.

이 축열계수는 점등시간수에 좌우된다.

전등에 의한 실제 냉방부하는 다음과 같다.

$$q = \text{전체 Watt 수} \cdot \text{동시부하율} \cdot SA \cdot CLF \quad (\text{식 3-11})$$

전등에 의한 발생 열량 및 일부는 대류에 의해 직접 실내 공기를 덥히게 되어 냉방부하로 작용한다.

실내에서의 환기 또는 배기를 천장 매립형의 조명기구를 통과하여 천장안 챔버에 흘러 들어가게 하고 그때에 전등의 방열을 흡수, 제거함으로써 냉방부하를 감소시킬 수 있다.

이것을 흡입 트로퍼 (Troffer : 공조 조명기구) 형 조명기구라 하여 조도가 높은 전물에서 사용되며 입력에 대해서 50 ~ 60 %의 열을 천장안에서 제거할 수 있으며 이 제거된 만큼의 조명열은 냉각 코일 부하가 된다.

제 4 장 냉방부하계산

제 1 절 계산조건

1. 건물의 개요

- 총수 : 지하 1 층, 지상 4 층
- 기준층 바닥면적 : 1134 m^2
- 전체 바닥면적 : 4536 m^2 (48827 ft^2)
- 공조 면적 : 3902 m^2 (44564 ft^2)
- 벽체면적, 유리창면적

()안의 단위 : ft^2

방위	벽체면적	%	유리창면적	%	전체면적	
동	263(2831)	83	53.4(575)	17	317	
서	263(2831)	83	53.4(575)	17	317	2852
남	765(8235)	69	344(3703)	31	1108.8	
북	809(8708)	73	299(3219)	27	1108.8	

표 4-1 수계산 대상건물의 벽체와 유리창 면적

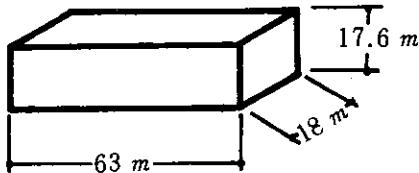


그림 4-1 수계 산 대상건물의 형태

- 설계외기온도 : 33.5 °C 상대습도 : 59.4 %
 - 설계내부온도 : 28 °C 상대습도 : 50 %

제 2 절 냉방부하의 수기 계산

1) 지붕의 전도 열획득에 의한 냉방부하

지붕을 통한 전도 열획득에 의한 냉방부하는 다음 식으로 계산된다.

$$q = U \cdot A \cdot CLTD$$

$$① \text{ 열과류율 } U = 0.45 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} (0.079 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{h})^{(1)}$$

$$② \text{ 지붕의 면적 } (A) = 1134 \text{ } m^2$$

③ 상당온도차 (CLTD)

ASHREA에서 제시한 CLTD 값은 위도 40°N , 7月 21日, 최대외기 온도 35°C , 평균외기온도 29.4°C , 일교차 11.6°C , 설계내부온도 25.5°C

註 1) 본 논문 부록 1 참조

°C 일 때의 값이며 이와는 다른 조건 일 때는 다음의 식으로 CLTD 값을 보정해야 한다.

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) \cdot K + (25.5 - T_R) + (T_o - 29.4)] \cdot f$$

..... (식 4-1)

CLTD : 상당온도차²⁾

LM : 위도와 月에 대한 보정값³⁾

K : 지붕표면 색에 대한 보정계수

어두운 색 또는 도시 지역에서 밝은 색 일 때

: K = 1

밝은 색 (농촌 지역) 일 때 : K = 0.5

(25.5 - T_R) : 설계내부온도 (T_R)에 대한 보정

f : 천정의 상태에 따른 계수

천정내에 턱트가 없을 때 f = 1

강제 환기 일 때 f = 0.75

여기에서 T_o 는 평균의 기온도로써 다음과 같이 구한다.

$$T_o = \Sigma t_o / 24$$

$$t_o = \text{설계외기온도} - \text{일교차} \times \text{Percentage of daily range}$$

註 2) ASHREA HANDBOOK 1985 FUNDAMENTALS p. 26.8, Table 5.

Roof No. 8 (With Suspended Ceiling)

3) ibid. p.26.12 Table 9, 40 °N Latitude

Time, h	%	Time, h	%	Time, h	%	Time, h	%
1	87	7	93	13	11	19	34
2	92	8	84	14	3	20	47
3	96	9	71	15	0	21	58
4	99	10	56	16	3	22	68
5	100	11	39	17	10	23	76
6	98	12	23	18	21	24	82

표 4-2 Percentage of the Daily Range¹⁾

이와같이 T_o 을 구하는 이유는 외기온도가 매시간별로 달라지므로 이를 고려하기 위함이다.

본 논문의 평균외기온도는 다음과 같다.

시각	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Percentage	87	92	96	99	100	98	93	84	71	56	39	23
t_o (°C)	25.67	25.22	24.86	24.59	24.5	24.68	25.13	25.94	27.11	28.46	29.99	31.43
시각	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Percentage	11	3	0	3	10	21	34	47	58	68	76	82
t_o (°C)	32.51	33.23	33.5	33.23	32.6	31.61	30.44	29.27	28.28	27.38	26.66	26.12

註 1) ibid, p.26.7 Table 3.

例) 14 시 일때의 t_o 는 설계 외기온도 = 33.5°C , 일교차 = 9°C 이므로

$$t_o = 33.5^{\circ}\text{C} - 9 \times 0.03 = 33.23^{\circ}\text{C}$$

따라서 평균외기온도

$$T_o = \Sigma t_o / 24 = 682.4 / 24 = 28.4^{\circ}\text{C}$$

이상과 같은 방법으로 9時 ~ 18時 동안의 CLTD_{corr} 값은 다음과 같다.

시각	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD _{corr}	7.1	5.1	5.1	5.1	7.1	9.1	12.1	14.1	17.1	19.1

$$\begin{aligned} \text{例) CLTD}_{\text{corr}} &= [(14 + 1.6) \cdot 1 + (25.5 - 28) + (28.4 - 29.4) \cdot 1 \\ &= 12.1^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

④ 냉방부하

시각	U (W/m ² ·°C)	A (m ²)	CLTD _{corr} (°C)	U·A·CLTD _{corr} (W)
9	0.45	1134	7.1	3623
10			5.1	2603
11			5.1	2603
12			5.1	2603
13			7.1	3623
14			9.1	4644
15			12.1	6175
16			14.1	7195
17			17.1	8726
18			19.1	9747

2) 벽체를 통한 전도 열회득에 의한 냉방부하

$$\text{계산식} : q = U \cdot A \cdot CLTD$$

① 열관류율 U : $0.605 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ($0.107 \text{ Btu}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F}$)¹⁾

② 벽체의 면적 A : 표면적 - 유리창면적

동측벽체면적 : 263 m^2 , 서측벽체면적 : 263 m^2

남측벽체면적 : 765 m^2 , 북측벽체면적 : 809 m^2

③ 상당온도차 (CLTD)

지붕의 경우와 마찬가지로 ASHREA에서 제시한 조건과 다를 경우에는 다음 식으로 보정해야 한다.

$$CLTD_{corr} = (CLTD^2 + LM) \cdot K + (25.5 - T_R) + (T_o - 29.4) \quad (\text{식 4-2})$$

이와 같은 방법으로 $CLTD_{corr}$ 을 계산한 결과는 다음과 같다.

시각		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$CLTD_{corr}$	동	4.5	5.5	5.5	6.5	8.5	9.5	9.5	10.5	10.5	11.5
	서	6.5	5.5	5.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.5	7.5
	남	5.7	4.7	4.7	4.7	4.7	5.7	6.5	7.7	8.7	9.7
	북	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.4

④ 냉방부하

註 1) 본 논문 부록 1 참조

2) Op.cit p.26.10 table 7. Wall type: Group B Walls.

시 각	방 위	U(W/m ² ·°C)	A (m ²)	CLTD _{corr}	U·A·CLTD _{corr} (W)	
9	동	0.605	263	4.5	716	
	서		263	6.7	1066	
	남		765	5.7	2638	4615
	북		809	0.4	195	
10	동	0.605	263	5.5	875	
	서		263	5.5	875	4120
	남		765	4.7	2175	
	북		809	0.4	195	
11	동	0.605	263	5.5	875	
	서		263	5.5	875	4120
	남		765	4.7	2175	
	북		809	0.4	195	
12	동	0.605	263	6.5	1034	
	서		263	4.5	716	4120
	남		765	4.7	2175	
	북		809	0.4	195	
13	동	0.605	263	8.5	1352	
	서		263	4.5	716	4438
	남		765	4.7	2175	
	북		809	0.4	195	

시각	방위	U(W/m ² ·°C)	A (m ²)	CLTD _{corr}	U·A·CLTD _{corr} (W)	
14	동	0.605	263	9.5	1512	
	서		263	4.5	716	5061
	남		765	5.7	2638	
	북		809	0.4	195	
15	동	0.605	263	9.5	1512	
	서		263	4.5	716	5431
	남		765	6.5	3008	
	북		809	0.4	195	
16	동	0.605	263	10.5	1671	
	서		263	4.5	716	6145
	남		765	7.7	3563	
	북		809	0.4	195	
17	동	0.605	263	10.5	1671	
	서		263	5.5	875	6768
	남		765	8.7	4027	
	북		809	0.4	195	
18	동	0.605	263	11.5	1830	
	서		263	7.5	1193	8687
	남		765	9.7	4489	
	북		809	2.4	1175	

3) 유리창을 통한 열회득에 의한 냉방부하
 이 경우에는 창문 내외의 온도차에 의한 전도 열부하와 태양복
 사열 회득에 의한 부하로 분리해서 계산해야 한다.

1 . 전도열회득에 의한 냉방부하

$$\text{계산식} \quad q = U \cdot A \cdot CLTD$$

① 유리창의 열관류율값 (U) : $5.1 \text{Kcal}/m^2 \cdot h \cdot ^\circ\text{C}$ ($5.93 \text{W}/m^2 \cdot ^\circ\text{C} = 1.04 \text{Btu}/ft^2 \cdot h \cdot ^\circ\text{F}$)

종류	열관류율	종류	열관류율
일중유리 (하)	5.1 ¹⁾	흡열유리	
일중유리 (동)	5.5 ²⁾	블루페인 3~6 mm	5.7 ²⁾
이중유리		그레이페인 3~6 mm	5.7 ²⁾
공기층 6 mm	3.0	그레이페인 8 mm	5.4 ²⁾
공기층 13 mm	2.7	서모페인 12~18 mm	3.0 ²⁾
공기층 20 mm 이상	2.6		
유리블록	2.7		
(평균)			

<주기> 평균풍속 1) $3.5 m/s$, 2) $7 m/s$
 표 4-3 유리의 열관류율값¹⁾

② 유리창의 면적 (A) :

- 동측유리창면적 : $53.4 m^2$
- 서측유리창면적 : $53.4 m^2$

註 1) 김영호, 장준익 공저, 건축설비, p.456, 보성, 1986

- 남측유리창 면적 : 344 m^2
- 북측유리창 면적 : 299 m^2

③ 상당온도차 (CLTD)

이 경우도 지붕과 벽체의 경우와 마찬가지로 ASHREA에서 제시한 설계조건과 다를 경우에는 다음과 같이 보정한다.

- 설계 내부조건에 대한 보정

설계실내온도 < 25.5°C 일 때 : $+ (25.5 - \text{설계실내온도})$

설계실내온도 > 25.5°C 일 때 : $- (25.5 - \text{설계실내온도})$

- 설계외기 조건에 대한 보정

설계평균외기온도 (T_o) < 29.4°C 인 경우 :

$- (29.4 - \text{설계평균외기온도})$

설계평균외기온도 (T_o) > 29.4°C 인 경우 :

$+ (29.4 - \text{설계평균외기온도})$

이와 같은 방법으로 CLTD 보정값 (CLTD_{corr})은 다음과 같다.

시각	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD_{corr}	-2.5	-1.5	-0.5	1.5	3.5	3.5	4.5	4.5	3.5	3.5

④ 전도열회득에 의한 냉방부하

시각	U (W/m ² °C)	A (m ²)	CLTD _{corr} (°C)	U·A·CLTD _{corr} (W)
9	5.93	749.8	-2.5	-11116
10			-1.5	-6670
11			-0.5	-2223
12			1.5	6670
13			3.5	15562
14			3.5	15562
15			4.5	20008
16			4.5	20008
17			3.5	15562
18			3.5	15562

2. 복사열회득에 의한 냉방부하

복사열회득에 의한 냉방부하게산식 $q = A \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF$

① 차폐계수 (SC : Shading coefficient) : 0.82¹⁾

② 최대일사취득열량 (SHGF : Solar heat gain factor) ²⁾

註 1) ASHREA HANDBOOK 1985 FUNDAMENTALS p.27.29 Type of
Glass:clear. Nominal Thickness:6mm. Solar Trans:0

2) ibid. p.26.15. 36°N Latitude.Aug.

최대부하를 구하기 위해서 각 방위별 최대 일사취득열량을 적용시킨다. 이때 시간에 따른 일사취득열량의 변화는 CLF에서 고려된다.

③ 축열계수(CLF : Cooling load factor)³⁾ : Medium construction

④ 냉방부하

Table 29 Shading Coefficients for Single Glass and Insulating Glass

A. Single Glass				
Type of Glass	Nominal Thickness ^b	Solar Trans. ^b	Shading Coefficient $h_o = 22.7$	Shading Coefficient $h_o = 17.0$
Clear	3 mm	0.86	1.00	1.00
	6 mm	0.78	0.94	0.95
	10 mm	0.72	0.90	0.92
	12 mm	0.67	0.87	0.88
Heat Absorbing	3 mm	0.64	0.83	0.85
	6 mm	0.46	0.69	0.73
	10 mm	0.33	0.60	0.64
	12 mm	0.24	0.53	0.58
B. Insulating Glass				
Clear Out, Clear In	3 mm ^c	0.71 ^c	0.88	0.88
Clear Out, Clear In	6 mm	0.61	0.81	0.82
Heat Absorbing ^d Out, Clear In	6 mm	0.36	0.55	0.58

* Refers to factory-fabricated Units with 5.6 or 12 mm air space or to Prim, windows plus storm sash.

^b Refer to manufacturer's literature for values.

^c Thickness of each pane of glass, not thickness of Assembled unit.

^d Refers to gray,bronze and green tinted heat-absorbing float glass

^e Combined transmittance for assembled unit.

• 축열계수를 적용했을 때의 냉방부하¹⁾

시각	방위	A (m^2)	SC	SHGF (W/ m^2)	CLF	A · SC · SHGF · CLF(W)	
9	동	53.4	0.82	688	0.5	15063	
	서	53.4		688	0.11	3314	
	남	344		413	0.21	24465	57653
	북	299		114	0.53	14814	
10	동	53.4	0.82	688	0.51	15364	
	서	53.4		688	0.12	3615	
	남	344		413	0.31	36115	71584
	북	299		114	0.59	16490	
11	동	53.4	0.82	688	0.46	13858	
	서	53.4		688	0.13	3916	
	남	344		413	0.42	48930	84872
	북	299		114	0.65	18168	
12	동	53.4	0.82	688	0.39	11749	
	서	53.4		688	0.14	4218	
	남	344		413	0.52	60580	96112
	북	299		114	0.7	19565	

註 1) 축열계수를 적용하지 않을 경우 즉 CLF = 1인 경우에는 SHGF 값
을 각시각별, 각 방위별에 따른 최대 SHGF 값을 적용시킨다. 축열
계수를 적용하는 경우 SHGF 값이 시각에 관계 없이 일정한 값을 갖
는 이유는 CLF 값에 시각에 대한 고려가 되어있기 때문이다.

시각	방위	A (m^2)	SC	SHGF (W/ m^2)	CLF	A · SC · SHGF · CLF(W)
13	동	53.4	0.82	688	0.39	10544
	서	53.4		688	0.19	5724
	남	344		413	0.57	66404
	북	299		114	0.73	20404
14	동	53.4	0.82	688	0.31	9339
	서	53.4		688	0.29	8736
	남	344		413	0.58	67569
	북	299		114	0.75	20963
15	동	53.4	0.82	688	0.29	8737
	서	53.4		688	0.4	12051
	남	344		413	0.53	61745
	북	299		114	0.76	21242
16	동	53.4	0.82	688	0.26	7833
	서	53.4		688	0.5	15063
	남	344		413	0.47	54755
	북	299		114	0.74	20683
17	동	53.4	0.82	688	0.23	6929
	서	53.4		688	0.56	16871
	남	344		413	0.41	47765
	북	299		114	0.75	20963

시각	방위	A (m^2)	SC	SHGF (W/ m^2)	CLF	A · SC · SHGF · CLF(W)	
18	동	53.4	0.82	688	0.21	6327	
	서	53.4		688	0.55	16569	
	남	344		413	0.39	45435	90412
	북	299		114	0.79	22081	

4) 인체의 열획득에 의한 냉방부하

인체에 의한 열획득은 대류와 복사에 의한 현열과 증발, 호흡작용등에 의한 잠열에 의해 일어나므로 냉방부하계산시에 현열과 잠열을 구분해서 구한다.

현열에 의한 냉방부하 계산식

$$q = N_o \cdot Sen H.G \cdot CLF$$

잠열에 의한 냉방부하 계산식

$$q = N_o \cdot Lat H.G$$

① 인원수 (N_o):

본 연구에서는 사무실면적 1 m^2 당 5人을 기준으로 인원수를 산정하였으며 사무실면적은 화장실, 계단실면적을 제외한 면적으로 하였다.

$$\text{인원수 } (N_o) = 3902 \text{ } m^2 \times 1 \text{ } \text{人} / 5 \text{ } m^2 = 780$$

실의 종류	인원 [$m^2/인$]	조명 [W/ m^2]	실의 종류	인원 [$m^2/인$]	조명 [W/ m^2]
일반사무실	5.0	20 ~ 30	호텔 객실	18.0	15~30
은행 영업실	5.0	60 ~ 70	백화점(평균)	3.0	
레스토랑	1.5	20 ~ 30	(혼잡시)	1.0	
상점	3.0	25 ~ 35	(한산)	6.0	
호텔 로비	6.5	20 ~ 40	극장	0.5	—

[주기] 조명은 호텔은 백열등, 기타는 형광등 기준임

표 4-5 인원, 조명 산출용 참고값¹⁾

② 현열에 의한 열획득 (Sens H·G : Sensible Heat Gain) :

$$67.39 \text{ W} (230 \text{ Btu/h})^2)$$

③ 잠열에 의한 열획득 (Lat H·G : Latent Heat Gain) :

$$55.67 \text{ W} (190 \text{ Btu/h})$$

④ CLF³⁾

⑤ 냉방부하

註 1) 김영호, 장순익 공저, 건축 설비, p.458, 보성, 1986.

2) George·E·Clifford, HEATING, VENTILATION AND AIR-CONDITIONING, p.398.

3) ASHREA HANDBOOK, 1985. FUNDAMENTALS. p26.21. Table 19. (Total Hours in space : 10).

- 축열계수(CLF)를 적용했을 때의 냉방부하

시각	No(인)	SenH·G (W/인)	Lat H·G (W/인)	CLF	현열부하(W) No · SenH·G · CLF	잔열부하(W) No · Lat H·G
9	780	67.39	55.67	0.53	27859	43423
10				0.62	32590	
11				0.69	36269	
12				0.74	38898	
13				0.77	40474	
14				0.80	42051	
15				0.83	43628	
16				0.85	44680	
17				0.87	45731	
18				0.89	46782	

- 축열계수를 적용하지 않을 경우의 냉방부하

$$\text{현열부하} = \text{No} \cdot \text{SenH} \cdot \text{G}$$

$$= 780 \times 67.39$$

$$= 52564 \text{ W}$$

$$\text{잔열부하} = \text{No} \cdot \text{LatH} \cdot \text{G}$$

$$= 780 \times 55.67$$

$$= 43423 \text{ W}$$

5) 전등의 열획득에 의한 냉방부하

계산식 $q = \text{전체 Watt 수} \cdot \text{동시부하율} \cdot SA \cdot CLF$

① 전체 Watt 수

본 연구에서는 필요한 조도기준을 사무소면적 1 m^2 당 25 W로 하였다.

$$\text{전체 Watt 수} = 3902 m^2 \times 25 W/m^2 = 97550 W$$

② 동시부하율 (Diversity factor) : 1

③ SA (Special allowance factor)

이 사무실 전체가 형광등을 사용한다고 가정했으며, SA는 형광등의 안정기에 의해 소비되는 전력을 고려하기 위한 것이며 보통 형광등의 열량의 20 ~ 30 %을 차지하므로 SA 값을 1.25로 보았다. (백열등의 경우 SA = 1).

④ 축열계수 (CLF) : "a" Coefficients = 0.55, "b" Classification = C (10 Hours)

⑤ 냉방부하

• 축열계수를 적용했을 때의 냉방부하

시각	Watt 수	동시부하율	SA	CLF	W수·동시부하율·SA·CLF
9	97550	1	1.25	0.12	14633
10				0.66	80479
11				0.68	82918
12				0.70	85356
13				0.72	87795
14				0.74	90234
15				0.75	91453
16				0.77	93892
17				0.78	95111
18				0.79	96331

• 축열계수를 적용하지 않았을 때의 냉방부하

$$= \text{Watt 수} \cdot \text{동시부하율} \cdot \text{SA}$$

$$= 97550 \times 1 \times 1.25 = 121938 \text{ W}$$

6) 전체 냉방부하

구분 시각	축열계수를 적용했을 때의 냉방부하								
	전도부하			일사부하	실내부하		합계		
	지붕	벽체	유리		인체	조명			
9	3623	4615	-11116	57733	72842	14633	142330		
10	2603	4120	-6670	71746	77573	80479	229851		
11	2603	4120	-2223	85122	81252	82918	253792		
12	2603	4120	6670	96442	83881	85356	279073		
13	3623	4438	15562	103448	85457	87795	300323		
14	4644	5061	15562	106983	87031	90234	309515		
15	6175	5431	20008	104103	88611	91453	315781		
16	7195	6145	20008	98611	89663	93892	315514		
17	8726	6768	15562	92748	90714	95111	309629		
18	9747	8687	15562	90609	91765	96331	312701		
% (15시)	2	1.7	6.3	33	28	29	100		
	10				57				
축열계수를 적용하지 않을 경우의 냉방부하									
15	6175	5431	20008	104103	97547	121938	355202		

위의 계산결과 인체, 조명의 축열효과를 고려하지 않을 경우 전체 최대 냉방부하(15시)는 355202W이며, 인체와 조명의 축열효과를 고려했을 때의 최대 냉방부하는 315781W로 나타났다. 따라

서 축열 효과는

$$1 - 315785 / 355202 = 11.1\%$$

즉 수계 산 대상건물일 경우 인체와 조명의 축열 효과는 최대 냉방부하의 11.1 %정도 영향을 주는 것으로 나타났다.

냉방부하 요소별로 살펴보면 지붕 2%, 벽체 1.7%, 유리 6.3%로써 전도열에 의한 냉방부하가 10%, 일사에 의한 냉방부하 (Solar Load) 33%, 인체발생열 28%, 조명 29% 등 실내 발생열에 의한 냉방부하 (Internal Load) 가 57%로 나타났다.

본 연구에서 제외한 요소를 포함시킬 경우 축열효과는 다소 감소되며, 건물의 특성에 따라 차이가 있으리라 본다.

그러나 사무실의 소요조도가 증가추세에 있고 인체와 조명의 부하가 전체 냉방부하에 차지하는 비율이 높으므로 냉방부하게산시 이에 대한 고려를 해 줌으로써 보다 합리적, 경제적 설계가 이루어 져야한다고 본다.

2. 타연구 결과와의 비교

한국기술연구소에서 서울시 소재의 두 건물을 대상으로 1986년에 에너지 소비량을 측정, 분석한 냉방부하 요소별 비율은 다음과 같다.

부하성분	단층유리전물		복층유리전물	
	부하(MWH)	구성비(%)	부하(MWH)	구성비(%)
외벽	17.97	7.9	17.6	8.0
지붕	0.80	0.35	0.76	0.3
지하벽체	0	0	0	0
틈새바람(현열/잠열)	17.81	7.8	17.71	8.1
유리창전도열	18.85	8.3	12.56	5.7
투과일사열	84.13	36.9	79.52	36.3
인체(현열/잠열)	37.02	16.2	37.79	17.3
조명	48.03	21.1	49.43	22.6
내부발열기기	3.49	1.5	3.58	1.6
합계	228.10	100	218.95	100

냉방부하의 요소별 비율¹⁾

이 연구에서도 본 연구와 마찬가지로 투과일사열에 의한 부하가 냉방부하의 가장 큰 요인으로 되고 있으며, 조명, 재설자, 유리창, 외벽의 순으로 나타났다.

본 논문의 경우 일사부하가 33%, 실내부하(인체, 조명)가 57%로 나온 반면 타 연구는 일사부하가 36.9%, 실내부하(인체, 조명)가 38.3%로 나타나 본 논문의 실내부하의 비율이 다소 높은

註1) 한국기술연구소, 사무소용 건물의 에너지 효율향상에 관한 연구, 1986

것으로 나타났다.

이와같이 본 연구와 타 연구의 실내부하의 비율이 다소 차이가 발생한 이유는 본 논문의 실내부하의 비율은 최대부하에 대한 비율인 반면에 타 연구의 경우는 실제 업무상태의 부하에 대한 비율이기 때문이며 본 논문의 동시부하율을 다소 높게 (= 1), 설정했기 때문이라고 분석된다.

여기에서 수계산에 의한 측열계수를 적용했을 때의 냉방부하 요소의 비율에서 조명의 동시사용율을 0.9, 0.7로 했을 경우 전체 냉방부하의 26.8%, 22.2%로 나타났다.

제 3 절 전산처리에 의한 냉방부하

1. 축열계수를 적용했을 경우의 결과

```
***          A.S.E.A.M.      ***
***          LOAD-CALC ***
***          BUILDING NAME : OFFICE ***
***          PROJECT NAME  : TREATIE ***
***          RUN NUMBER  : 001 ***
***          DATE : 87/10/15 ***
```

ZONE NAME : SAMOLF- NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:	
SUMMER	353963.36
WINTER	503686.99

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK	
SUMMER	16800.8
WINTER	12180.58
INTERMEDIATE	
SUMMER	19320.92
WINTER	12180.58

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	148902	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	312128.38	0
TOTAL (SENSIBLE)	461030.38	0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	42842.04	
WINTER	-775776.94	-775776.94
INTERMEDIATE		
SUMMER	-192369.16	
WINTER	-187748.94	-187748.94

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	520624.8	
WINTER	2	-302414.4	-763596.36
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	288133.72	
WINTER	52	285613.6	-175568.36

2. 축열계수를 적용하지 않을 경우의 결과

*** A.G.E.H.W.
 *** LOAD-CALC ***
 *** BUILDING NAME : JIN-FILE ***
 *** PROJECT NAME : THEATRE ***
 *** RUN NUMBER : 001 ***
 *** DATE : 87/10/15 ***

ZONE NAME : SAMPLE- NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	353963.36
WINTER	503688.79

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	16800.8
WINTER	12180.58

INTERMEDIATE

SUMMER	19320.92
WINTER	12180.58

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	179400	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	416171.17	0
TOTAL (SENSIBLE)	595571.17	0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	42842.04	
WINTER	-775776.94	-775776.94
INTERMEDIATE		
SUMMER	-192369.16	
WINTER	-187748.94	-187748.94

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	655231.2	
WINTER	2	-168008	-763596.36
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	422540.12	
WINTER	52	420020	-175568.36

3. 전산처리의 분석 결과

수계 산에 의한 최대부하 발생 시간 15 시의 자료를 입력 시킨 결과
인체와 조명의 축열계수를 적용한 경우와 하지 않은 경우의 최대
냉방부하는 다음과 같다.

$$\text{최대냉방부하} = \text{일사부하} (\text{Solar Load}) + \text{실내부하} (\text{Internal Load})$$

$$+ \text{전도부하} (\text{transmission Load})$$

- 축열계수를 적용했을 경우

$$= 353963.36 + (148902 + 148200 + 312128.38) + 42842.04$$

$$= 1006035.57 \text{Btu/h}$$

- 축열계수를 적용하지 않은 경우

$$= 353963.36 + (179400 + 148200 + 416171.17) + 42842.04$$

$$= 1140576.57 \text{Btu/h}$$

- 따라서 축열효과는

$$= 1 - 1006035.57 / 1140576.57$$

$$= 11.8\%$$

이는 수계 산의 경우 (11.1%) 보다 약간 높게 나왔는데 축열의 영향이 없는 전도부하에서 적게 나왔기 때문에 결과적으로 볼 때 인체와 조명의 축열효과의 영향이 전산처리 시킨 결과가 수계 산의 결과보다 크게 나온 것이라 분석된다.

4. ASEAM 프로그램의 문제점

ASEAM 프로그램으로 최대 냉방부하를 구하는데 있어서의 문제점은 다음과 같다.

1) ASEAM프로그램에서는 인체와 전등의 축열계수와 전등의 SA(형광등의 안정기에 의한 발생열에 대한 추가 보정계수)에 대한 고려가 되어 있지 않았다. 따라서 본 연구에서는 인체의 혼열발생 열에 의한 축열효과를 고려하기 위한 축열계수(CLF)를 혼열부하에, 전등의 축열계수와 SA를 동시부하율(Diversity)에 포함시킨다.

2) 수계산과 전산처리의 결과 일사부하와 설내부하에서는 단위 환산과정에서의 미소한 차이가 발생한 반면 전도부하에서는 전체냉방부하의 4%에 해당하는 차이가 발생했다.

이와같은 결과는 전산처리의 경우 전도부하는 최대부하 발생 시간의 전도부하가 아니라 24시간동안의 평균전도부하를 산출하기 때문이라 생각된다.

3) ASEAM프로그램 자체가 최대냉방부하를 구하는 것이 아니라 연간냉난방부하를 산출하는 것이라 최대부하를 계산하기 위해서는 다시 수계산으로 계산해야하는 번거로움이 있다.

제 4 절 건물의 형태에 따른 축열효과

건물의 형태가 냉방부하에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위해 수계산 대상건물의 형태를 변화시켜 3 가지 건물형태에 대한 축열효과를 ASEAM프로그램으로 전산처리시켜 보았다.

건물의 형태는 건물의 전체 바닥면적, 공조면적, 벽체와 지붕의 열관류율 등을 변화시키지 않았으며 단지 건물의 높이, 층수, 표면적만이 달라지게 했다.

창문의 면적은 수계산 대상건물의 창문비율을 적용시켰다.

1. 건물의 개요(최대부하 발생시간: 15시)¹⁾

1) Sample 1

- 기준층 바닥면적: 378 m^2
- 건물의 층수: 12 층
- 벽체면적, 유리창면적

() 안의 단위: ft^2

방위	벽체면적	%	유리창면적	%	전체	면적
동	789(8493)	83	162(1744)	17	950.4	
서	789(8493)	83	162(1744)	17	950.4	4118.4
남	765(8235)	69	344(3703)	31	1108.8	
북	809(8708)	73	299(3219)	27	1108.8	

표 4-6 SAMPLE1 건물의 벽체와 유리창 면적

2) SAMPLE2

- 기준층 바닥면적: 567 m^2
- 건물의 층수: 8 층
- 벽체면적, 유리창면적

註1) 다른조건은 수계산 대상건물의 개요와 동일

()안의 단위 : ft²

방위	벽체면적	%	유리창면적	%	전체	면적
동	526(5662)	83	108(1163)	17	633.6	
서	526(5662)	83	108(1163)	17	633.6	3484.8
남	765(8235)	69	344(3703)	31	1108.8	
북	809(8708)	73	299(3219)	27	1108.8	

표 4-7 SAMPLE2 건물의 벽체와 유리창 면적

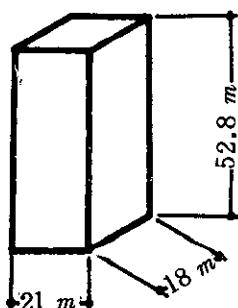
3) SAMPLE3

- 기준층 바닥면적 : 1134 m²
- 건물의 층수 : 4 층
- 벽체면적, 유리창면적

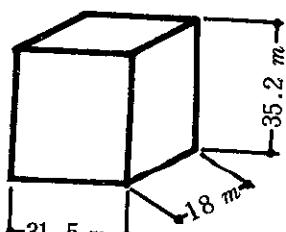
()안의 단위 : ft²

방위	벽체면적	%	유리창면적	%	전체	면적
동	492(5296)	83	101(1087)	17	592.6	
서	492(5296)	83	101(1087)	17	592.6	2370.4
남	409(4403)	69	184(1981)	31	592.6	
북	433(4661)	73	160(1722)	27	592.6	

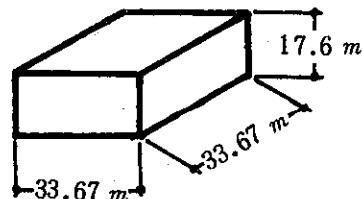
표 4-8 SAMPLE3 건물의 벽체와 유리창 면적



SAMPLE 1



SAMPLE 2



SAMPLE 3

그림 4-2 SAMPLE 건물의 형태

2. 입력처리 결과

1. SAMPLE1

① 축열계수를 적용했을 경우의 결과

```
***          A.S.E.A.M.      ***
***          LOGO-CALL ***
***          BUILDING NAME : OFFICE ***
***          PROJECT NAME  : TREATIE ***
***          RUN NUMBER  : 001 ***
***          DATE : 07/10/15 ***
```

ZONE NAME : SANACC NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	498152.96
WINTER	613484.74

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	23941.14
WINTER	15120.72

INTERMEDIATE

SUMMER	27301.3
WINTER	15120.72

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
--	----------------------	------------------------

PEOPLE (SENSIBLE)	148902	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	312128.38	0
 TOTAL (SENSIBLE)	 461030.38	 0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
--	----------------------	------------------------

PEAK		
SUMMER	50402.4	
WINTER	-972766.32	-972766.32
INTERMEDIATE		
SUMMER	-244451.64	
WINTER	-235211.2	-235211.2

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
-------------	----------------------	------------------------

PEAK			
SUMMER	97	535525.5	
WINTER	2	-496463.64	-957645.6
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	244031.62	
WINTER	52	241091.48	-220090.48

② 적용하지 않았을 경우의 결과

*** A.S.E.A.M. ***
 *** LOAD-UNLC ***
 *** BUILDING NAME : OFFICE ***
 *** PROJECT NAME : TREATIE ***
 *** RUN NUMBER : 001 ***
 *** DATE : 87/10/15 ***

ZONE NAME : SAMEXE - NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	498152.96
WINTER	613484.74

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	23941.14
WINTER	15120.72

INTERMEDIATE

SUMMER	27301.3
WINTER	15120.72

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	179400	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	418171.17	0

TOTAL (SENSIBLE) 595571.17 0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	30402.4	
WINTER	-972766.32	-972766.32
INTERMEDIATE		
SUMMER	-244451.64	
WINTER	-235211.2	-235211.2

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (°F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	869931.9	
WINTER	2	-362057.24	-957645.6
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	378438.02	
WINTER	52	375497.88	-220090.48

2. SAMPLE2

① 축열계수를 적용했을 경우의 결과

```
***          A.S.E.A.M.      ***
***          LOAD-CALC ***
***      BUILDING NAME : OFFICE ***
***      PROJECT NAME   : TREATIE ***
***      RUN NUMBER    : 001 ***
***      DATE : 87/10/15 ***
```

ZONE NAME : ACCSAM- NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:	
SUMMER	426489.86
WINTER	558915.59

DIVERSIFIED SOLAR LOAD(BTU/HR)

PEAK	
SUMMER	20580.98
WINTER	13860.66
INTERMEDIATE	
SUMMER	23521.12
WINTER	13860.66

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	148902	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	312128.38	0
TOTAL (SENSIBLE)	461030.38	0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	44522.12	
WINTER	-867761.32	-867761.32
INTERMEDIATE		
SUMMER	-218410.4	
WINTER	-210430.02	-210430.02

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	526285.06	
WINTER	2	-392718.7	-853900.66
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	266292.68	
WINTER	52	264612.6	-196569.36

② 축열계수를 적용하지 않았을 경우의 결과

*** A.S.E.A.M. ***
 *** LOAD-CALC ***
 *** BUILDING NAME : OFFICE ***
 *** PROJECT NAME : TREATIE ***
 *** RUN NUMBER : 001 ***
 *** DATE : 87/10/15 ***

ZONE NAME : EXESAM- NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	426489.86
WINTER	558915.59

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	20580.98
WINTER	13860.66

INTERMEDIATE

SUMMER	23521.12
WINTER	13860.66

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	179400	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	416171.17	0
TOTAL (SENSIBLE)	595571.17	0

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	44522.12	
WINTER	-867761.32	-867761.32
INTERMEDIATE		
SUMMER	-218410.4	
WINTER	-210430.02	-210430.02

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	660691.46	
WINTER	2	-258312.3	-853900.66
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	400699.08	
WINTER	52	379019	-196569.36

3. SAMPLE 3

① 축열계수를 적용했을 경우의 결과

```
=====
***          A.S.E.H.R.          ***
***          LOAD-CALC*** 
***      BUILDING NAME : OFFICE*** 
***      PROJECT NAME  : TREATIE*** 
***      RUN NUMBER : 001*** 
***      DATE : 87/10/15*** 
=====

ZONE NAME : CLFACC-   NUMBER : 1

-----
SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)
CLEAR DAY:
    SUMMER     285492.26
    WINTER     342660.93

DIVERSIFIED SOLAR LOAD(BTU/HR)
PEAK
    SUMMER     13860.66
    WINTER     8400.4
INTERMEDIATE
    SUMMER     15540.74
    WINTER     8400.4

-----
INTERNAL LOADS :
          OCCUPIED        UNOCCUPIED
          (BTU/HR)        (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)           148902      0
PEOPLE (LATENT)            148200      0
EQUIPMENT                  0          0
LIGHTS                      312128.38      0
TOTAL (SENSIBLE)           461030.38      0

-----
TRANSMISSION LOADS :
          OCCUPIED        UNOCCUPIED
          (BTU/HR)        (BTU/HR)
PEAK
    SUMMER     48302.3
    WINTER    -604408.78      -604408.78
INTERMEDIATE
    SUMMER    -134826.42
    WINTER    -146586.98      -146586.98

-----
***      TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

          TEMP        OCCUPIED        UNOCCUPIED
          (F)          (BTU/HR)        (BTU/HR)
PEAK
    SUMMER     97       523344.92
    WINTER     2        -134826.42      -596008.38
INTERMEDIATE
    SUMMER     77       341696.28
    WINTER     52       322995.38      -138186.58
=====
```

② 축열계수를 적용하지 않았을 경우의 결과

ADDRESS : 41, LEE, S. K. R.
 CITY : LORDEVILLE***
 BUILDING NAME : OFFICE***
 PROJECT NAME : TREATIE***
 RUN NUMBER : 001***
 DATE : 87/10/15***

ZONE NAME : CLFEXE- NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	205492.28
WINTER	342660.93

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	13360.36
WINTER	8400.4

INTERMEDIATE

SUMMER	15540.74
WINTER	8400.4

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	179400	0
PEOPLE (LATENT)	148200	0
EQUIPMENT	0	0
LIGHTS	416171.17	0

TOTAL (SENSIBLE)

595371.17	0
-----------	---

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
--	----------------------	------------------------

PEAK

SUMMER	48302.3	
WINTER	-604408.78	-604408.78

INTERMEDIATE

SUMMER	-134826.42	
WINTER	-146334.98	-146334.98

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
--	-------------	----------------------	------------------------

PEAK

SUMMER	97	657751.32	
WINTER	2	-420.02	-596008.38

INTERMEDIATE

SUMMER	77	473302.68	
WINTER	52	457401.78	-138186.58

4. 건물 형태에 따른 축열효과에 대한 분석결과 1)
3 가지 건물형태의 최대냉방부하는 다음과 같다(최대부하 발생시간 : 15시)

$$\text{최대냉방부하} = \text{일사부하} (\text{Solar Load}) + \text{실내부하} (\text{Internal Load}) \\ + \text{전도부하} (\text{transmission Load})$$

1. SAMPLE1

축열계수를 적용했을 경우

$$= 498152.96 + (148902 + 148200 + 312128.38) + 50402.4 \\ = 1157785.74 \text{Btu/h}$$

축열계수를 적용하지 않은 경우

$$= 498152.96 + (179400 + 148200 + 416171.17) + 50402.4 \\ = 1292326.43 \text{Btu/h}$$

$$\text{축열효과} = 1 - 1157785.74 / 1292326.43$$

$$= 10.4\%$$

2. SAMPLE2

축열효과를 적용했을 경우

$$= 426489.86 + (148902 + 148200 + 312128.38) + 44522.12 \\ = 1080242.14$$

註 1) 수계산 대상건물의 경우와 마찬가지로 일사의 축열효과는 변화시키지 않고 조명과 인체의 축열효과만을 고려했을 경우와 하지 않은 경우를 비교하였다.

축열 계수를 적용하지 않은 경우

$$= 426489.86 + (179400 + 148200 + 416171.17) + 44522.12 \\ = 1214783.15$$

$$\text{축열 효과} = 1 - 1080242.14 / 1214783.15$$

$$= 11 \%$$

3. SAMPLE 3

축열 계수를 적용했을 경우

$$= 285492.26 + (148902 + 148200 + 312128.28) + 48302.3 \\ = 943024.84 \text{Btu/h}$$

축열 계수를 적용하지 않은 경우

$$= 285492.26 + (179400 + 148200 + 416171.17) + 48302.3 \\ = 1077565.73$$

$$\text{축열 효과} = 1 - 943024.84 / 1077565.73$$

$$= 12.4 \%$$

이상과 같은 결과를 종합해보면 인체와 조명의 축열 효과는 SAMPLE1 (벽체 표면적 : 4118.4 m^2) 10.4 %, SAMPLE2 (벽체 표면적 : 3484.8 m^2) 11 %, 수계 산 대상건물 (벽체 표면적 : 2852 m^2) 11.9 %, SAMPLE3 (벽체 표면적 : 2370.4 m^2) 12.4 %로 나타나 벽체의 표면적이 증가할수록 최대냉방부하는 커지는데 비해 인체와 조명의 축열효과는 적어지는 것으로 나타났다.

이와같은 결과는 벽체 표면적이 증가하면 유리창의 면적도 증가

하여 일사부하가 커짐에 따라 최대냉방부하는 증가하게되고 최대냉방부하에 대한 인체와 조명의 축열효과의 비율은 적어지기 때문이라 분석된다.

제 5 장 결 론

최대 냉방부하는 냉방설비용량을 결정하는데 필요하며 이를 구하기 위해서는 먼저 열회득량을 알아야한다. 현재 설계사무실에서는 열회득중 일사에 대한 축열효과는 고려해주고 있으나 인체와 조명의 축열효과는 고려하지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 최대 냉방부하에 대한 인체와 조명의 축열효과는 수계산과 전산처리시킨 결과 각각 11.1%, 11.8%로 나타났다.

본 연구에서 제외된 요소를 포함시킬 경우 축열효과는 다소 감소되리라 생각되며 건물의 특성에 따라 차이가 있으리라 본다.

그러나 사무실의 소요조도가 증가 추세에 있고 인체와 조명의 부하가 전체 냉방부하에 차지하는 비율이 높으므로 냉방부하계산시 이에 대한 고려를 해 줌으로써 보다 합리적, 경제적 설계가 이루어져야한다고 본다.

2) 건물의 형태에 따라 냉방부하에 어떤 영향을 주는가를 알아본 결과 유리창과 벽면적의 비율 등이 같을 경우 건물의 벽체 표면적이 증가할수록 냉방부하가 증가하는 반면 인체와 조명의 축열효과는 감소하는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 벽체의 표면적과 유리창의 표면적이 증가함에 따라 일사부하가 증가된다. 따라서 최대 냉방부하가 증가하게되어 인

체와 조명의 축열효과의 비율이 적어지기 때문이라 분석된다.

3) 수계 산 대상건물의 인체와 조명의 축열효과를 고려했을 경우 냉방부하 요소별로 보면 수계 산의 경우 지붕 2%, 벽체 1.7%, 유리 6.3%로써 전도부하 (transmission Load) 가 10%, 일사부하가 33%, 인체 발생열 부하 28%, 조명 29% 등 실내부하 (Internal Load) 가 57%로 나타났다.

반면에 ASEAM 프로그램의 전산처리의 경우 전도부하가 4.3% 일사부하가 35.2%, 실내부하가 60.5% (인체 발생열 부하 : 29.5%, 조명 : 31%)로 나타났다.

여기에서 인체와 조명의 동시 사용율을 다소 높게 설정하였는데 동시에 사용율을 낮게 설정하면 그 비율은 다소 낮아지게 된다.

예를 들어 수계 산에 의한 냉방부하 요소의 비율에서 조명의 동시 사용율을 0.9, 0.7로 했을 때 조명이 전체 냉방부하의 26.8%, 22.2%를 차지한다.

위의 분석결과 일사부하가 냉방부하 요소 중 가장 비중이 크며 그 다음으로 조명, 인체, 전도부하의 순으로 나타났다. 따라서 냉방부하를 줄이기 위해서는 일사부하와 실내부하를 줄이는 방법이 효과적이라 볼수 있다.

4) 수계 산과 전산처리 시킨 결과를 비교해 보면 일사부하, 실내부하에서는 단위환산과정에서 미소한 차이가 발생했으나 전도부하에서는 전체 냉방부하의 5%의 차이가 발생했다.

이것은 수계 산의 경우 최대부하 발생시간의 전도부하를 구하는데

비해 ASEAM 프로그램은 24 시간 평균 전도부하를 구하기 때문에 라
분석된다. (ASHREA에서 제시한 상당온도차를 구하는 공식과 적용시
키는 Data 값이 ASEAM 프로그램과 다르다)

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 1) 공기 조화·위생 설비의 알기 쉬운 지식, 공기조화·위생공학회 편집부역, 태림, 1982.
- 2) 건축 설비 핸드북(상), 김교두 역편, 금탑, 1984.
- 3) 공기 조화 설비 설계 핸드북, 김 교두 역편, 금탑, 1984.
- 4) 건축 계획 각론, 김정수외, 문운당, 1983.
- 5) 건축 설비, 김영호·장순익 공저, 보성, 1986.
- 6) 건축 환경 계획 원론, 박병전, 기문당, 1986.
- 7) 건축 계획 원론, 박윤성, 문운당, 1980.
- 8) 공동주택의 에너지 절약을 위한 설계 기준 연구, 연구보고서, 건설부·대한주택공사, 1985.
- 9) 공기·위생 설비 실무 핸드북, 도서출판 형제사, 1982.
- 10) 사무소용 건물의 에너지 효율 향상에 관한 연구, 연구보고서, 한국 건설기술 연구소, 1986.
- 11) 한국의 냉난방 설계용 외기 조건 분석, 방규원, 공기조화·냉동공학 제 14 권 제 4 호.
- 12) 수정빈(BIN) 법에 의한 건물의 열부하해석에 관한 비교, 연구, 이정재, 공기조화·냉동공학회 1987년도 하기 학술대회, 1987.

13) 비 난방 공간의 열적 완충성에 관한 연구, 김남규, 중앙대 대학원 석사 학위 논문, 1985.

2. 외국문헌

- 1) Architectural interior system, John. E. Flynn. Van Nostrand Reinhold, 1970.
- 2) Modern air conditioning practice (third edition), Norman C. Harris, MacGraw-Hill, 1975.
- 3) Ashrae Handbook, Fundamentals, 1981, 1985.
- 4) Heating, Ventilation and air conditioning, George, E. Clifford.
- 5) A simplified energy analysis method microcomputer program users manual, 1983.
- 6) Trane air conditioning manual. The Trane Company.
- 7) Solar engineering of thermal process. John A. Duffie & William, A. Beckman, A. Wiley - International Publication, 1980.
- 8) Simplified energy analysis procedure. Tamani Kusuda. Ashrae Journal, 1982.
- 9) Effect of heat storage and variation in outdoor temperature and solar intensity on heat transfer through walls. ASHVE Transactions, 1939.

부 록 1. 구조체의 열 관류율

• 지붕의 열 관류율

명 청	두께 (mm)	열 전도율 (Kcal/mhr·°C)	열 저항 ($m^2 \cdot hr \cdot °C / Kcal$)
외부열 저항	-	-	0.033
콘크리트	70	1.4	0.05
스티로폼	50	0.032	1.563
아스팔트방수	-	-	0.041
콘크리트	125	1.4	0.089
스티로폼	20	0.032	0.625
석고보오드	7	0.12	0.058
내부열 저항	-	-	0.125

$$R(\text{관류열 저항}) = 2.584$$

$$K(\text{열 관류율}) = 0.387 \text{Kcal}/m^2 \cdot hr \cdot °C (= 0.45 W/m^2 \cdot °C = 0.079 \text{Btu}/ft^2 \cdot hr \cdot °F)$$

• 벽체의 열 관류율

명 청	두 깨 (mm)	열 전도율 (Kcal / mhr· °C)	열 저항 ($m^2 \cdot hr \cdot °C / Kcal$)
외부공기열저항	-	-	0.033
타 일	8	1.1	0.007
모 르 타 르	20	1.2	0.017
시 멘 트 벽 돌	100	1.3	0.077
스 티 로 폴	50	0.032	1.563
시 멘 트 벽 돌	100	1.3	0.077
모 르 타 르	20	1.2	0.017
내부공기열저항	-	-	0.143
R (관류 열 저항) = 1.934			
K (열 관류율) = 0.52 Kcal / $m^2 \cdot hr \cdot °C$ (= 0.605 W / $m^2 \cdot °C$ = 0.106 Btu / $ft^2 \cdot hr \cdot °F$)			

2. ASEAM 프로그램의 개설

1) ASEAM 프로그램의 개요

본 연구에서 사무실의 최대부하를 구하기 위해 사용된 전산 프로그램은 미국 에너지성 (DOE)의 용역으로 1983년에 개발된 ASEAM (A Simplified Energy Analysis Program) 프로그램이다.

이 프로그램은 미국 공기조화 냉동 공학회 4.7 기술분과위원회 (ASHREA TC 4.7)에서 제안한 수정 빈 방식을 이용한 건물의 열부하 계산방법을 미국 에너지성에서 개발한 동적 열부하 계산의 알고리즘은 W.S.Fleming & Associates에서 개발하였으며, 중소규모의 건물에서는 그 결과가 DOE-2와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 이 프로그램은 대규모 용량의 대형 컴퓨터를 사용하지 않고 APPLE이나 IBM-PC와 같은 마이크로 컴퓨터를 사용하여 비교적 정확한 에너지 분석을 할 수 있다. 특히 이 프로그램은 건물의 에너지 소비에 영향을 미치는 수 많은 변수 중에서 어느 한 가지나 몇 가지 요소를 변화시킴으로써 일어나는 에너지소비변화를 이에 해당하는 입력자료만 바꿔줌으로써 바로 예측해낼 수 있는 특징을 갖고 있는데, 이와같은 변수의 정밀분석을 통하여 에너지 절약 설계를 위한 디자인 도구로써도 널리 사용될 수 있다.

2) ASEAM 프로그램의 배경

ASEAM 프로그램에서 사용되는 건물의 열부하 계산을 미국의 T.Kusuda와 I.Sud의 연구보고서인 “A Simplified Building Energy

"Calculation Procedure"에 발표된 내용과 T.Kuuda의 보고서인 "A Comparison of Energy Calculation Procedure"를 근거로 한 것이다.

이 프로그램이 채택한 수정 빈 방식은 분석하고자 하는 건물이나 Zone의 순 부하를 계산한다.

즉 일반적인 단순 열 발생과 태양열 획득을 함께 계산하여 외부로의 열 손실로 부터 이를 뺀 값으로 부하 계산을 하게 된다. 따라서 건물의 규모나 기능에 따라서는 조정을 해주지 않을 경우 실제로 난방이 필요한 경우에도 계산 결과는 냉방부하가 생길 수 있다. 따라서 이 프로그램에서는 건물을 적절한 조정계획에 따라 구분하여 부하 계산을 하는 것이 필요하다. ASEAM프로그램에서 사용한 수정 빈 방식의 내용을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

3) 부하게 산방식

수정 빈 방식은 4 가지 서로 다른 외기조건에서 평균 부하 혹은 다변부하 (Diversified Load)를 계산하게 된다.

이를 외기조건은 기후조건과 건물의 사용에 있어서 중요한 기점이 되는 온도 빈의 중간값으로 다음과 같다.

- 최대냉방 (T_{pc} : 일반적으로 연 최고기온이 나타나는 빈의 중간값을 택한다.)
- 중간냉방 (T_{ic} : 이 온도는 건물에서 열 관류와 틈새바람의 영향만으로 냉방부하가 발생하는 최저 빈의 중간값으로 건물에 따라 값이 다르지만 대개 25°C (77.5°F)로 한다.)
- 중간난방 (T_{ih}) : 건물의 순 부하가 냉방에서 난방부하로 바

뀌는 빈의 중간온도로써 대개 12°C (52.5°F)로 한다.

• 최대난방 (T_{ph}) : 일반적으로 연 최저기온이 나타나는 빈의 중간값을 택한다.

수정 빈 방식에 의한 열 부하계산에서는 다음과 같은 기본적인 가정을 전제로 한다.

① 외부로 부터의 부하 (관류열, 태양열 등)는 외기온도변화에 정비례 한다.

② 내부의 부하 (인체 열 발생, 조명 등)는 공간이 점유된 시간 (Occupied period) 동안 각각 이에 알맞게 평균되어 나타난다.

중요한 부하의 계산 방법은 ASHREA Fundamentals에 의한 냉난방부하계산 방식에 따르며, 4 가지 기본 온도 조건에서의 다변부하 (Diversified Load) 계산이 끝나면 그 사이 온도 조건에서는 정비례 보간법으로 각각 부하를 결정한 후 빈의 연간 빈도수를 점유시간과 비점유시간에 따라 곱하면 건물의 연간 냉난방부하가 계산된다.

계산방식은 다음과 같다.¹⁾.

a) 태양복사열 부하 (Solar load)

• 최대부하 (Clear Day Solar Load) = $A \cdot SC \cdot SHGF \cdot TCLF$

註 1) A SIMPLIFIED ENERGY ANALYSIS METHOD MICROCOMPUTER
PROGRAM USERS MANUAL p.D-1.1

A : 유리창 면적 (ft²)

SC : 차폐계수

SHGF : 표준 일사 취득열량 (Btu / ft² · h)

TCLF : 24시간동안의 전체 CLF²)

- 다변부하 (Diversified Solar Load)³⁾ = 최대부하 × 가조율
(% Sunshine)

b) 관류열 부하 (Transmission Load) = U · A · CLTD

U : 열관류율 (Btu / ft² · °F · h)

A : 면적 (ft²)

CLTD : 상당온도차

여기에서 CLTD = (TR - ST) + CLTDF + (78 - Ts) · k

TR : 외부온도

Ts : 내부온도

CLTDF : 평균유효 온도차

k : 표면색에 대한 보정계수

註 2) 연간 냉방부하를 구하기 위해서는 24시간 동안의 전체 CLF 를 합한값을 입력시키지만 최대부하를 구하기 위해서는 최대부하 발생시간의 CLF 값을 입력시킨다.

3) ASEAM에서는 먼저 최대 부하를 구한 뒤에 가조율을 고려한 다변부하를 구해서 연간 냉난방부하를 산출하게 된다. 따라서 다변부하는 최대 냉방부하와는 관계가 없다.

24-HOUR AVERAGE COOLING LOAD TEMPERATURE
DIFFERENCE FACTOR (CLTDF)

	Mass of the Structure (lb/ft ²)			
	20	40	60	80
Roof with Suspended Ceiling	14	13	12	11
Roof without Suspended Ceiling	16	14	13	13
West Facing Wall	18	14	9	9
East Facing Wall	9	6	4	4
South Facing Wall	4	2	1	-1
North Facing Wall	-5	-5	-5	-5
Windows (ALL)			-11	

표 4-9 평균 유효 온도차

한편, 난방기 간중의 관류율 부하에서는 태양복사열의 영향이 낭방 기간에 비하여 미비하므로 단지 실내외 온도차로 계산하고 있다.

c) 내부부하 (Internal load) ¹⁾

註1) ASEAM프로그램에서는 인체와 전등의 축열효과와 전등의 SA(형광등 안정기에 의한 발생열을 고려하기 위한 계수)에 대한 고려가 되어 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 인체의 축열효과를 고려하기 위한 CLF을 현열부하 (Sen H.G)에, 전등의 CLF와 SA는 동시에 부하율에 포함시켰다.

- 전등에 의한 부하 = $LO \cdot 3.413 \cdot A \cdot DF$

LO : 전등의 Watt 수 ($Watt/ft^2$)

A : 공조면적 (ft^2)

DF : 동시부하율 (본 논문에서는 동시부하율에 SA 와

CLF 값을 포함시켰다.)

- 인체에 의한 부하 = $NO \cdot HG \cdot DF$

NO : 인원수 (인)

HG : 1 인당 열획득 (Btu/in)

ASEAM 프로그램에는 인체 현열부하와 조명에 CLF에 대한 고려가 되어있지 않기 때문에 본 논문에서는 HG (Heat gain per person) 와 DF에 CLF 값을 포함시켜 입력시켰다.

3. 부 하계산용 입력자료

• 공통 입력자료

** ASHRAE PROGRAM **
**
** SUMMARY OF LOADS INPUT **

** BUILDING INFORMATION **

BUILDING NAME: OFFICE
BUILDING LOCATION: SEOUL
PROJECT NUMBER: TREATIE
RUN NUMBER: 001
RUN DATE: 87/10/15

*** ZONE DATA ***

NUMBER OF ZONES ON THIS SYSTEM: 1
GROSS TOTAL BUILDING AREA: 48827 SQ.FT.

*** % SUNSHINE / HOURS ***

SUMMER PEAK: 48%
SUMMER INTERMEDIATE: 55%
WINTER PEAK: 59%
WINTER INTERMEDIATE: 59%

NUMBER OF SUMMER OPERATING HOURS: 10
NUMBER OF WINTER OPERATING HOURS: 24

NUMBER OF OCCUPIED HOURS PER DAY
FOR HOUR ENDING TIME PERIOD

MON THRU FRI
01:00 TO 08:00= 0
09:00 TO 16:00= 8
17:00 TO 24:00= 2
SAT
01:00 TO 08:00= 0
09:00 TO 16:00= 6
17:00 TO 24:00= 0
SUN,HOL
01:00 TO 08:00= 0
09:00 TO 16:00= 0
17:00 TO 24:00= 0

*** DESIGN TEMPERATURES (DEG. F.E) ***

PEAK SUMMER: 92
PEAK WINTER: 2
INTERMEDIATE SUMMER: 77
INTERMEDIATE WINTER: 52

SUMMER THERMOSTAT SETPOINT: 82.4
WINTER OCCUPIED THERMOSTAT SETPOINT: 68
WINTER UNOCCUPIED THERMOSTAT SETPOINT: 68

*** LIGHTING ***

LIGHTING WATTS/SQFT FOR OCCUPIED PERIODS: 2.3225
LIGHTING WATTS/SQFT FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** LIGHT FIXTURE TYPE ***

1)--- SUSPENDED FLUOR.

⑥ 수계산 대상건물의 입력자료

- 축열계수를 적용했을 경우의 입력자료

/// EQUIPMENT / PEOPLE ///

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 190.9BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

/// DIVERSIFICATION ///

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: .9375

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

/// ZONE AREA - SQ.FT. ///

ZONE # 1 AREA 42002

\\ GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN \\ \\ ZONE # 1 \\ NUMBER OF EXPOSURES: 4

/// EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ///

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 575

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

/// EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ///

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 575

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

/// EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ///

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 3703

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

/// EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ///

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 3219

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

*** TRANSMISSION SURFACES ***
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES: 6

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 2831
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 2831
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8235
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 12207
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 8071
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

축열계수를 적용하지 않은 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 230BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: 1.25

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

*** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN *** ZONE # 1 *** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 575

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 575

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 3703

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 3219

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

*** TRANSITION SURFACE ***
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSITION ON SURFACES: 0

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 2831
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 2831
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8235
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 12207
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 9071
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***
NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

② SAMPLE1의 입력자료

- 측열계수를 적용했을 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0
UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 190.9BTUH
LATENT HEAT GAIN/PERSON: 170BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: .9375
EQUIPMENT: 0
PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN *** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 218
WINTER: 166
GLASS AREA (SQ.FT.): 1744
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TLLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 218
WINTER: 166
GLASS AREA (SQ.FT.): 1744
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TLLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTHERN-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 131
WINTER: 252
GLASS AREA (SQ.FT.): 3703
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TLLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 36
WINTER: 22
GLASS AREA (SQ.FT.): 3219
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TLLF: .76

*** TRANSMISSION SURFACES ***
ZONE # 1 *** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES: 6

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8493
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8493
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8235
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 4069
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 10409
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

- 축열계수를 적용하지 않았을경우 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 230BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: 1.25

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN ** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS **

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1744

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS **

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1744

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS **

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 3703

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS **

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 3219

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

*** TRANSMISSION SURFACES ***
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION SURFACES = 4

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8493
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8493
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8236
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 4069
'U' VALUE: .077
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 10409
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***
NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

③ SAMPLE2 입력자료

- 축열계수를 적용했을 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0
UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 190.9BTUH
LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: .9375
EQUIPMENT: 0
PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN *** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 218
WINTER: 166
GLASS AREA (SQ.FT.): 1163
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TCLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 218
WINTER: 166
GLASS AREA (SQ.FT.): 1163
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TCLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 131
WINTER: 252
GLASS AREA (SQ.FT.): 3703
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TCLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:
SUMMER: 36
WINTER: 22
GLASS AREA (SQ.FT.): 3219
GLASS SHADE COEFF.: .82
24 HR. TCLF: .76

*** TRANSMISSION SURFACES ***
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES: 0

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 5662
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 5662
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8235
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 6873
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 9247
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

- 축열계수를 적용하지 않을 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 230BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: 1.25

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN ** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1163

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1163

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 3703

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 3219

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

\\ \\ TRANSMISSION SURFACES \\ \\
** ZONE # 1 \\ \\ NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES:

\\ \\ SURFACE #: 1 EAST-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 5662
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 2 WEST-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 5662
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 3 SOUTH-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 8235
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 4 NORTH-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 8708
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 5 ROOF \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 6873
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 6 ALL-GLASS \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 9247
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ OCCUPANCY \\ \\

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

\\ \\ HUMIDITY RATIOS \\ \\
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

SAMPLE3 의 입력자료

• 축열계수를 적용했을 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 190.9BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: .9375

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN ** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1087

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1087

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 1981

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 1722

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

\\ \\ TRANSMISSION SURFACES \\ \\
** ZONE # 1 \\ \\ NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES:

\\ \\ SURFACE #: 1 EAST-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 5296
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 2 WEST-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 5296
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 3 SOUTH-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 4403
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 4 NORTH-WALL \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 4661
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 5 ROOF \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 12207
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ SURFACE #: 6 ALL-GLASS \\ \\
NET AREA (SQ.FT.): 5877
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ \\ OCCUPANCY \\ \\

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

\\ \\ HUMIDITY RATIOS \\ \\
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

- 측열계수를 적용하지 않을 경우의 입력자료

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: 0

UNOCCUPIED: 0

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 230BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: 1.25

EQUIPMENT: 0

PEOPLE: 1

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: 0

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 42002

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN ** ZONE # 1 ** NUMBER OF EXPOSURES: 4

*** EXPOSURE #: 1 EAST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1087

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .29

*** EXPOSURE #: 2 WEST-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 218

WINTER: 166

GLASS AREA (SQ.FT.): 1087

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .4

*** EXPOSURE #: 3 SOUTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 131

WINTER: 252

GLASS AREA (SQ.FT.): 1981

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .53

*** EXPOSURE #: 4 NORTH-GLASS ***

SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: 36

WINTER: 22

GLASS AREA (SQ.FT.): 1722

GLASS SHADE COEFF.: .82

24 HR. TCLF: .76

*** TRANSMISSION SURFACES ***
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION ON SURFACES: 6

** SURFACE #: 1 EAST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 5296
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 6
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 2 WEST-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 5296
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 14
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 3 SOUTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 4403
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: 2
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 4 NORTH-WALL **
NET AREA (SQ.FT.): 4661
'U' VALUE: .106
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 5 ROOF **
NET AREA (SQ.FT.): 12207
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 13
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

** SURFACE #: 6 ALL-GLASS **
NET AREA (SQ.FT.): 5877
'U' VALUE: 1.04
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***
NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 780
UNOCCUPIED: 0

*** HUMIDITY RATIOS ***
AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): .011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H2O)/LB(AIR)): 3E-03

감사의 글

종결과 시작의 의미를 새움미하며 또 다른 시작에서 새로운 길을 걸어 나가기 위한 갈림길에서 알 수 없는 아쉬움이 남는 지금, 그 동안 말로 표현하지 못한 고마움을 전해야 할 분들이 계십니다.

인자하시고 세심한 지도를 해 주신 이 명호 교수님, 사랑과 관심으로 저의 힘이 되어 주신 이 연구 교수님, 학문의 영역을 넓혀주신 이 현호 교수님, 손 세관 교수님, 그리고 신 협식 교수님, 김 덕재 교수님, 정 현수 교수님, 충실대의 김 광우 교수님께 진심으로 감사드립니다.

물심양면으로 많은 도움을 주신 서울 건축의 김 남규 형님께도 감사의 뜻을 전하고 싶습니다.

또한 관심을 기울여 주신 전봉구 선생님, 송국섭 선생님, 황정하 선생님, 지난 대학원의 시간들을 즐겁고 보람된 나날이 될 수 있게 하여 준 환경연구실의 안태경 형, 동환, 관호 그리고 대학원 선후배님과 결실의 기쁨을 같이 나누고 싶습니다.

그리고 고된 나날을 사랑과 웃음으로 저를 지금까지 보살펴 주신 부모님, 형님 내외분, 동생 그리고 친구들에 진심으로 감사드립니다.

87.12. .

하치윤 올림