

# RTS-SAREK 프로그램 소개

2001년 ASHRAE에서 발표한 RTS법(Radiant Time Series)을 기초로 하여 학회 공조부하계산 표준화 프로그램 특별위원회에서 학회 공인 프로그램으로 개발 완료한 냉난방 부하계산 및 장비 용량 선정을 위한 전용 프로그램인 RTS\_SAREK을 소개하고자 한다.

김 강 산 / 두산산업개발(주)(mtdia@doosan.com)

오 명 도 / 서울시립대학교 기계정보공학과(mdoh@uos.ac.kr)

## 서론

현재 건물의 냉난방 열부하 계산법으로는 LCC 분석 등의 총량적인 에너지 사용량 분석을 위해 사용되는 연간부하 계산법과 건물 설계시 장비의 용량 선정을 위해 사용되는 최대부하 계산법이 있다.

최대부하를 계산하기 위한 방법으로는 미국 ASHRAE를 중심으로 1967년에 TETD/TA법이 처음으로 열취득을 정밀하게 계산하기 위해 제시되었고, 1972년에는 부하거동을 전도전달함수(Conduction Transfer Function)와 룸전달함수(룸 Transfer Function)로 표현한 TFM(Transfer Function Method)이 제시되었다. 1977년에 TFM의 복잡한 함수 계산 대신 그 값을 표로 간략화하여 실무적으로 간단히 사용될 수 있는 일반 실무용으로 CLTD/CLF 법이 개발되었고, 1992년에는 CLTD/CLF법이 변화된 CLTD/SCL/CLFC법이 제시되어 현재까지 사용되어 오고 있다.

국내에서는 설계 현장에서 건물의 최대부하 계산을 위하여 CLTD/CLF법을 기초로 하여 국내에서 개발된 "LOADSYS", "HCL" 등이 사용되어 왔고, 또한 CLTD/SCL/CLF법을 기초로 한 "미래98"이 개발 판매되어 설계사 마다 실정에 따라 임의로 선택하여 사용하고 있다. 그러나 이러한 프로그램들은 계산의 정확성과 실용성에 대한 객관적인 검증과정을 거치지 않았고, 또한 여러 가지 요소들로 인하여 그 사

용이 제한되고 있는 실정이다.

2001년ASHRAE Handbook-Fundamentals 에 처음으로 소개된 RTS(Radiant Time Series)법은 열평형 방법인 HB(Heat Balance)법을 간소화하여 설계 냉난방부하를 단순하게 계산하기 위한 방법이다. RTS 법은 기본적으로 TFM, CLTD/CLF 법, TETD/TA 법과 같은 또 다른 모든 단순화된 방법으로 HB 법을 효과적으로 대체한다. 이 방법은 기본적으로 열취득 계산을 위해서 TFM의 전도전달함수와 유사하게 전도시계열(Conduction Time Series)를 사용하고 TFM의 룸전달함수는 복사시계열(Radiant Time Series)을 사용하여 정밀하면서도 반복적인 계산을 요구하지 않고, 또한 각 구성요소가 전체 냉방 부하에 미치는 영향을 정량화하기 위하여 개발되었다. 또한, 이 방법은 사용자가 다른 구조 및 존 형식에 대한 계수를, 결과에 대한 그들의 상대적 영향을 설명하는 형식으로 검사하고 비교할 수 있기 위해 필요하며 냉방부하 계산 과정 동안 사용자의 기술적인 판단을 돕는다.

따라서, 본 학회의 "공조부하계산 표준화 프로그램 특별위원회"에서는 국내 표준화 최대 냉방부하 계산 방법으로 2001년 ASHRAE에서 제시한 RTS 법을 기본으로 하여 학회에서 공인할 수 있는 실용 프로그램을 개발 완료하였고, 각 설계사에 적극적으로 보급하여 우리나라의 부하계산 표준화 프로그램으로 활용하고자 하는 차원에서 본고를 게재한다.



## 프로그램 내용

### 부하계산 방법

냉방부하계산 방법은 ASHRAE, Fundamental 2005년, Chapter 30 에 게재된 Cooling and Heating Load Calculation 방법인 RTS(Radiant Time Series) 법의 계산식을 준용하였다.

냉방용 외기온도는 설계 건구 온도에서 각 시간에 해당하는 1 일 온도 범위의 비율을 빼서 시간별 온도를 계산하였으며, 절대습도는 설계조건과 일정하다고 가정하였다. 다만, 시각별 변화로 상대습도가 95% 이상으로 나타나는 시간대에는 상대습도 95% 점의 절대습도를 계산값으로 활용하였다.

난방부하계산 방법은 외기온도가 난방용 외기온습도 설계 기준치 상태로 1시간 동안 지속되며 정상열전달이 이루어진다고 가정할 때의 부하를 계산하도록 하였으며, 방위별 할증이 가능하도록 시스템 내부에 방위계수를 내장하여 적용 가능하도록 하였다.

냉난방 부하계산의 안전율은 외부부하와 내부부하로 구분하여 설계자가 임의로 적용할 수 있도록 하였으며, 침입외기에 대한 안전율은 적용하지 않았으므로 이를 적용하고자 할 경우에는 최초 입력값에서 할증하여야 한다.

장비용량선정 프로그램의 알고리즘은 엔지니어들이 수 계산에 의해 장비용량을 선정하던 계산식과 계산서 양식들을 조사 분석하고, 학계 및 업계 전문가들의 자문을 받아 계산식과 계산 과정이 간단 명료하게 나타나도록 구성하였다.

습공기의 상태값(건구온도, 습구온도, 노점온도, 상대습도, 절대습도, 엔탈피 등) 계산프로그램을 내장시켜 공조방식 (CAV, VAV, CAV-With Reheat, FCU, PAC, Radiator, OAHU, HVU, Heat Recovery 방식 등)별로 공기선도상 상태변화 과정과 그 값을 자동적으로 입력 계산되도록 하였고, 습공기선도상에 상태변화 Graph가 자동적으로 작성되도록 하였으며, 시스템별로 다이어그램과 기기의 제원을 자동 출력하여 오류 검증, 자체/외부 기술자간 원활한 Communication 등 다양한 기능을 갖추었다.

건물부하 분석은 각 부하 요소별, 장비별로 다양하게 제공하여 사용자가 가장 합리적으로 열원 장비를

선정하도록 하였으며, 실별 부하 계산과 분리하여 실제 장비 선정시 활용한 실과 미 활용실, 중복사용실의 데이터를 제공함으로써 계산 방법에 따른 서로 간의 오차를 없앨 수 있도록 지원한다. 추가 제공하는 Fan 선정은 공조기의 실별 Air Balancing과 연계하여 사용함으로써 그 기능을 활성화 시킬 수 있다.

가장 작업량이 많은 룬 데이터 입력의 간편화를 위해서 설계 기준의 외부/내부부하 인자를 코드화함으로써 반복되는 작업과 오류 발생을 최소화하였으며, Code 의 변경, 삭제 등에도 AHU, 터미널 유닛 선정의 해당 룬 부하가 자동 재 계산하도록 하여 장비 선정시 잘 못된 부하를 이용하는 것을 방지하도록 하였다. 룬 부하 계산과 장비 선정을 분리하여, 공조 시스템의 결정 전에도 룬 데이터를 입력 가능하고, 장비 선정시 룬 부하 요소를 선택하도록 함으로써 시스템의 변경 등에도 매우 신속하게 대처가 가능하다. 또한, 각종 입력 데이터의 오류 방지 시스템을 내장하여 사용자의 입력 오류를 제한하도록 하였다.

### 부하계산 절차

냉난방 부하계산을 위한 항목과 계산범위 및 계산식은 표 1과 같다.

### 프로그램의 구성

#### □ 파일의 구성

프로그램은 실행 파일인 Main 파일 과 데이터 파일로 구성되어 있다.

- Main 파일 : RTS-SAREK.xls (Visual Basic 6.0 으로 작성)
- Sub 파일 : kvalue.mdb (재료의 물성치)

#### □ Flow Chart (그림 1 참조)

#### □ 적용 범위

- 계산 가능 위도 범위 : 북반구 전지역
- 냉방용 실내온도 범위 : 15 ~ 30℃ DB
- 냉방부하 (Cooling Load) 계산 시각 : 24시간
- Software : Microsoft의 Excel 2000 이상
- 표준 단위 : SI 단위계 적용

□ 계산 가능 범위

- 계산 가능 실(룸) 수 : 990개
- AHU, 터널 유닛 담당실 수 : 190 개/시스템
- AHU, 시스템 수량 : 180개
- 장비용량 선정이 가능한 시스템 종류
  - 정풍량 단일덕트 시스템 (CAV AHU 방식)
  - 변풍량 단일덕트 시스템 (VAV AHU 방식)
  - 팬코일 유닛 방식 (FCU 방식)
  - 팬코일 유닛 + 정풍량 단일덕트 시스템

- (FCU + CAV AHU 방식)
- 팬코일 유닛 + 변풍량 단일덕트 시스템 (FCU + VAV AHU 방식)
- 정풍량 단일덕트 재열 시스템 (CAV AHU with Reheat 방식)
- 전외기 공조 시스템 (OAHU 또는 HVU 방식)
- 패키지 에어컨 시스템 (PAC 방식)
- 방열기/콘벡터 (Radiator / Convectore)
- 배열회수 시스템 (Heat Recovery System)

<표 1> 냉난방 부하계산 절차

No.	항 목	계산 범위 및 요소	입력/계산 Data
1	일사 관련 계산 - Solar heat gain - Sol Air Temp	북반부 전 지역	2005 ASHRAE HoF, ch.30, Table 14 $t_e = t_o + \alpha E_t / h_o - \epsilon R / h_o$
2	설계 외기 온습도	냉방 : 50°C 이하 난방 : -50°C 이상	냉방 : $t_{oh} = t_o - t_h \times D$ . Range 난방 : 설계기준 값 적용
3	K 값 계산 - Glass - Wl / Rf / Pt	Glass : 15개 R/W/P : 40개	$K = 1/(\alpha_1 + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 \dots + \alpha_o)$
4	CTS 계수	Wall/Roof : 35/19개	2005 ASHRAE HoF Ch. 30, Table 17, 18
5	RTS 계수	Zone : 24개	2005 ASHRAE HoF Ch. 30, Table 20, 21
6	Glass 열 취득 - SHGC 값 - IAC 값	Direct/Diffuse/Conduction의 열 취득	$Q_b = A \cdot E_o \cdot SHGC(\theta) \cdot IAC$ $Q_d = A \cdot (E_d \cdot E_r) \cdot \langle SHGC \rangle \cdot IAC$ $Q_c = K \cdot A \cdot (T_o \cdot T_i)$ $Q = Q_b + Q_d + Q_c$
7	Wall/Roof 열취득	시각별 상당 외기 온도차 / CTS 계수	$Q_{i, a-n} = K \cdot A \cdot (t_{e, a-n} - t_{rc})$ $Q_q = C_0 Q_{i, a} + C_1 Q_{i, a-1} + C_2 Q_{i, a-2} + C_3 Q_{i, a-3} + \dots$
8	내부 열 취득	인체 부하(현열, 잠열) 전등, 기기 부하	$Q_p = U_f \times Pnos \times (Psh + Plh)$ $Q_L = B.F \times U_f \times Lid,$ $Q_E = Eld \times U_f$
9	복사/대류 열취득	6,7,8 항에 적용	각 인자(내부, G/R/W) 의 열 취득을 복사/대류로 구분
10	복사 냉방 부하	9항 중 복사열 취득에 적용	$Q_{r, \theta} = r_0 Q_{r, \theta} + r_1 Q_{r, \theta-1} + r_2 Q_{r, \theta-2} + r_3 Q_{r, \theta-3} + \dots + r_{23} Q_{r, \theta-23}$
11	Part. 냉방부하	전도식	$Q_{oT} = K \cdot A \cdot (T_b - T_i)$
12	침입외기냉방부하	환기횟수/직접입력	$Q_F = 1.2 \times V \times (Ent_o - Ent_i)$
13	전체 냉방부하	복사/대류 부하, 유리의 전도 부하, 간벽 부하, 침입외기 부하의 합	$Q_T = 9\text{항 대류 열 취득} + 10\text{항} + Q_c + Q_{PT} + Q_{FT}$
14	난방 부하	외부(G/R/W), 간벽 부하 및 유리 부하	$Q_h = K \cdot A \cdot (T_o - T_i)$ $Q_{RF} = 0.335 \times V \times (T_{out} - T_{in})$

(주) 상세한 계산식에 대한 설명은 ASHRAE Fundamental 2005, Chapter 30 참조



### 프로그램의 주요 기능과 특징

#### 프로그램의 주요 기능

본 프로그램은 신속하고 편리하게 정확한 냉난방 부하를 계산하고 계산결과를 자동 분석하여 최적의 장비용량을 선정할 수 있도록 하기 위해 다음과 같은 기능을 부여하였다.

#### □ 설계 조건 및 기준 설정

- 외기/실내온습도 조건 자동 계산
- 구조체 열관류율값 (K-Value) 자동 계산
- 실내온도에 따라 인체발생열량 자동 보정
- 외기온습도 설계조건외의 복수선택
- 부하계산 안전율 임의 지정

#### □ 냉난방 부하계산 기능

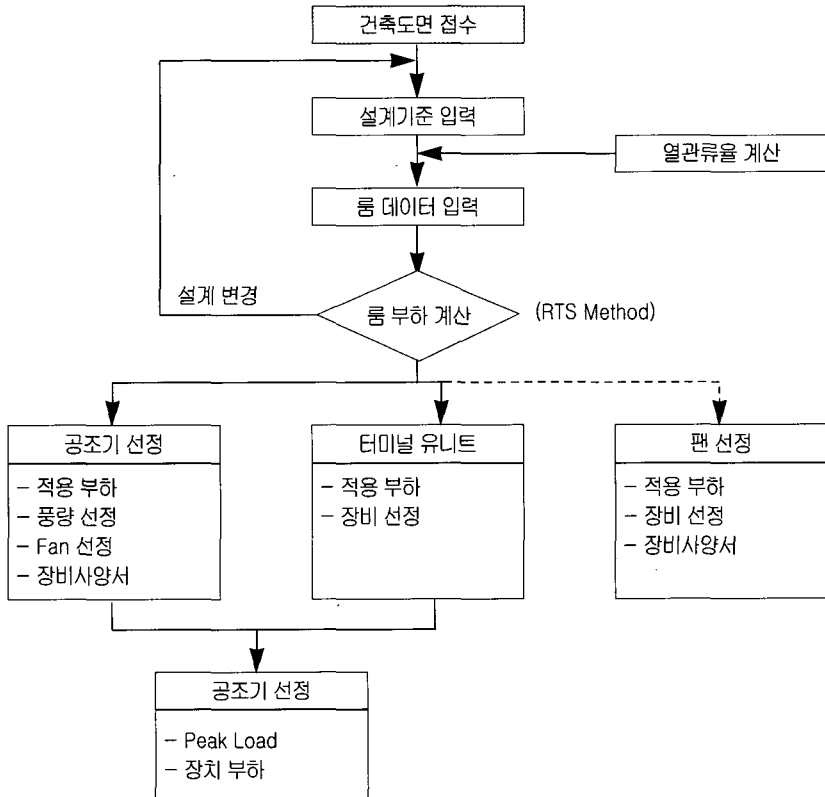
- 방위별/시각별 냉난방 부하계산
- Projection 에 대한 일사량 보정 계산
- 계산 적용 데이터의 전체/일부의 변경 기능
- 입력된 룬의 자동 정렬 기능

#### □ 부하집계 및 부하분석 기능

- 방위별/시각별 각실의 Peak Load 자동집계
- 공조 Zone별 Peak Load 자동집계
- 건물의 Block Peak Load 자동집계 (중복 사용실, 그래프 등 작성)

#### □ AHU 선정 및 시스템 분석 기능

- Zone에 포함할 실/부하 요소를 임의선택
- Zone별 Peak Load 자동집계
- 외기량 선정기준 임의선택 (인당 외기량/직접입력/급기량과 동일)



[그림 1] RTS-SAREK 의 Flow Chart

- RSHF / 급기 풍량 자동계산
- 습공기선도상 상태변화 자동 작성
- 송풍기 열 취득 자동계산
- 장치용량/송풍기 동력 자동 계산
- 실별 풍량 발란싱 시트 자동 작성
- 시스템의 다이어그램 작성

□ 터미널 유닛 용량 선정 기능

- Zone에 포함할 실/부하 요소를 임의선택
- Zone별 Peak Load 자동 집계 및 장비 선정

□ 각종 환기 팬 용량 선정 기능

- 실별 배기 팬 풍량 선정 및 집계
- 정압 계산 및 팬 모터 용량 자동 계산

□ 장비 일람표 자동 작성 기능

- 공기 조화기 사양서 자동 출력
- 팬 사양서 자동 출력

**프로그램의 특징**

□ 사용상의 편의성 및 유용성

설계 순서에 따라 기 입력된 데이터 와 입력에 필요한 각종 데이터를 화면에 나타내어 연계되는 후속 입력 작업에 바로 활용 가능하게 하여 작업을 용이하게 하였다.

- 룸 데이터 입력시 설계 기준 리스트 생성
- 장비 선정시 룸 리스트 생성
- 계산 결과의 화면상 출력 기능

또한, 출력 형태는 엔지니어 체크 항목 및 계산 과정을 나타나도록 하여, 사용자의 검증이 용이하며, 엔지니어에 익숙한 양식이 되도록 하였다.

□ 신속성 및 효율성

활용하는 모든 데이터를 코드화하여 용도/실명/계통 명칭 및 기준 데이터를 반복해서 입력하지 않도록 하였으며 코드값 한번의 변경으로 연결된 모든 데이터가 따라서 변경되도록 하여 부하계산에 소요되는 시간이 최대한 단축되도록 하였다.

건축 계획의 변경(재료 두께 변경, 실면적 변경, 실 용도 변경 등) 및 설계 기준 변경시 신속하게 입력

데이터의 추가/수정/삭제가 가능하도록 하였으며 변경 결과를 스크롤바로 이동시켜가며 용이하게 검색할 수 있다. 또한 변경된 계산결과와 집계도 자동적으로 이루어지므로 변경되는 장비용량도 쉽게 선정할 수 있다.

장비용량 선정과 동시에 장비일람표를 출력할 수 있으므로 장비연결 배관에 설치되는 각종 밸브, 트랩의 관경 선정을 용이하게 할뿐만 아니라 타 분야 협의용(전기 동력, 자동제어 설계, 방진, 소음 설계 및 건적용 등)으로 즉시 활용할 수 있으며 Air Balancing Sheets는 덕트 도면 작성 및 취출구 규격 선정시 신속 정확하게 활용할 수 있다.

계산에 활용한 입력 데이터 파일과 출력물 파일로 분리하여 저장할 수 있도록 구분되어 있어서 효율적인 관리가 가능하며, 출력물 파일은 연산 Sheets상에 결과물을 나타내므로 타 용도의 계산시(관경 계산서 작성 등) 활용이 가능하다.

□ 정확성

ASHRAE에서 새로운 부하 계산법으로 제시한 RTS 법의 알고리즘을 준용하였기 때문에 계산결과가 정확하고 공기조화가 용량 선정에 필요한 습공기선도상 상태점 변화는 내장된 상태점 계산 프로그램으로 계산하므로 시스템 선정시 오류가 발생되지 않는다.

프로그램의 실행 순서 및 실행 방법상의 오류 발생시와 숫자와 문자 등의 입력 데이터가 규정된 범위를 벗어나게 입력하는 경우는 에러 메시지와 입력 가능한 값이 화면에 표시되도록 하여 즉시 수정 입력할 수 있는 오류 입력 방지 시스템을 채택하고 있다.

부하 계산 결과로 부하 요소별 단위 면적당 부하값 및 부하 비율을 자동 분석할 수 있고, 시스템 용량 선정 Sheets상에도 단위 면적당 부하 계산값, 단위 면적당 공조 용량 및 환기 횡수 등이 자동 분석 표시 되도록 하여 계산에 참여하지 않은 엔지니어들도 경험치와 비교 검토 할 수 있도록 하였다.

**프로그램의 데이터 입력**

□ 설계기준 입력 개요 (그림 2 참조)

건물의 개요, 층별 규모 및 용도등 설계 관리에 필

요한 데이터와 인체 발열량 기준 등 계산에 필요한 근거 자료를 입력한다.

- 인체 발열량 기준 : 경작업, 중작업, 정좌, 댄스 등 9개의 형태까지 입력

□ 부하계산 기준 입력 (그림 3 참조)

직접 계산에 사용되는 표준 경도, 경도, 위도, 냉방 월, Clearness, Ground Reflection의 냉방 계산기준과 내부 부하기준, 외기 온습도조건, 간벽 부하기준을 입력한다. 특히 내부 부하기준과 간벽 부하기준은 룸 입력시 적용될 「인체, 전등, 기기」부하에 대한 기준과 비 냉난방실과 면하는 벽과 바닥의 온도차를 코드화 하여 룸 데이터 입력의 단순화 및 오류 입력을 방지토록 하였다.

- 냉방월 : 1 ~ 12 월
- 외기 온습도 조건 : 2개까지 입력 가능하도록 기능 부여 (온도, 습도, 일교차)
- 내부 부하 기준 : 인체 부하기준, 작업형태, 전등/기기 부하기준과 Radiant(%) 입력
- 간벽 부하 기준 : 냉방, 난방시 실내와 인접실의 온도차 입력

□ 재료 물성치 변경 입력 (그림 4 참조)

재료별의 물성치를 데이터 값으로 프로그램에 내장하였고 이 값을 이용하여 외벽/지붕/ 간벽의 열관류율을 계산하고 코드화 함으로써 룸 데이터 입력을 용이하게 하였다.

- Glass : K값, AC(감쇄 계수), SHGC 입력
- Wall/Roof/Partition : Wall/ Roof 의 CTS No., Emittance, Absorptance, Conductances 입력 및 재료별 두께 및 열전도율 입력 계산
- 재료 변경 : 기본 입력 재료의 물성치를 변경하거나 추가/삭제시 활용
- 습공기선도 상대점 : 부가 기능으로 임의점 계산시 활용 가능

□ 룸 부하계산 데이터 입력 (그림 5 참조)

제일 많은 작업 빈도의 입력 작업으로 코드화되어 입력된 설계/부하계산 기준을 쉽게 이용할 수 있도록 리스트를 생성한다. 또한, 반복되는 계산 적용 데이터는 변경이 없을 경우 계속 사용하며, 추가/수정/삭제 및 검색이 용이하게 구성하여 입력 작업을 최대한 간편하도록 하였다.

설계기준/열관류율										
설계개요   부하계산기준   Glass   Wall/Roof/Partitions   재료변경										
건물 개요				구분		회사명				
Project Name : SAMPLE PROJECT 2003				Location : 서울		건축주 : 가나다 주식회사				
대지면적(m²) : 4500		건축면적(m²) : 3342		연면적(m²) : 17229.1		출구모 : 지하 4층/지상 3층		건축설계 : 가나다 건축설계		
						설비설계 : 디라 설비설계				
인체발열량 기준										
Code		작업 형태		22℃	23℃	24℃	25℃	26℃	27℃	
B		경작업(은발)		SH	73	70	67	63	58	52
				LH	56	62	64	69	73	79
추가		수정								
Code		작업 형태		22℃	23℃	24℃	25℃	26℃	27℃	
A		경작업(시문스)		72/47	69/50	65/53	63/56	57/62	52/66	
B		경작업(은발)		75/53	70/52	67/51	62/59	58/65	52/73	
C		안문자면(상업)		81/64	78/67	74/71	70/76	65/80	58/87	
D		경작업(은발)		66/27	63/30	60/33	58/35	55/37	51/42	
E		경작업(은발)		71/34	67/37	64/41	59/45	56/49	51/53	
F		경작업(은발)		91/107	84/114	78/120	71/127	65/133	58/140	
G		댄스(중작업)		99/127	92/134	86/140	79/147	72/154	65/160	
H		안문자면(중작업)		115/149	109/156	100/164	94/170	87/177	79/185	
I		안문자면(중작업)		156/227	150/233	145/237	138/244	127/256	122/261	
* 기타 적용 : 22℃ 이하 및 27℃ 이상의 값은 22℃, 27℃의 값을 보정 없이 사용한다.										
SAMPLE PROJECT 2003				설계 기준 출력		8 (시작 시간, h)		Main Menu		

[그림 2] 설계기준 입력

설계기준/열관류율

설계개요 부하계산기준 | Glass | Wall/Roof/Partitions | 재료변경 |

냉방 계산 기준

Std Merid.	Longit.	Latit.(° N)	Mon.(CL)	Clearness	Gnd Refl.
135	127	37	7	1	0.2

Clearness : 0.9~1.15(Clear/Dry) | Hazy/Humid(1)  
Gnd Refl. : New/Old Conc.=0.32/0.23, Grass=0.25  
Crushed Rock=0.2, Bitumen & Gravel  
Roof=0.14, Bituminous Parking Lot=0.1

외기온습도조건

조건	하계	동계
	°C DB   % RH   일교차	°C DB   % RH
A	31.2   69   10	-11.9   69
A 조건	31.2   69   10	-11.9   69
B 조건	33   59.8   9	-14.9   69

내부 부하 기준

Code	Room Type	인/㎡	Type	전등 W/㎡	기기 W/㎡
OF	사무실	0.2	A	30	20
		Radiant (%)	60	80	30

Code	하계	동계	Remarks
	Δ(K°C)	Δ(K°C)	
C	2.6	15.9	계단실
A	5.1	31.9	지하층
B	2.6	15.9	비난방실
C	2.6	15.9	계단실
D		11.9	

Code	Room Type	인/㎡	Type	전등 W/㎡	기기 W/㎡
ME	회의실(메식)	0.5	58	A	40
SM	사무실	0.5	58	C	40
HE	헬스클럽	0.7	58	C	25
LO	로비	0.5	58	C	25
KT	커피점	0.1	58	C	25
CO	복합용도실	0.1	58	A	20
AR	사무실	0.5	58	A	20
CA	카메라리아	0.7	58	A	30

인차별 열량 CODE  
A : 0.00000101 - (계단실)  
B : 0.00000102 - (비난방실)  
C : 0.00000103 - (사무실)  
D : 0.00000104 - (계단실)  
E : 0.00000105 - (지하층)  
F : 0.00000106 - (비난방실)  
G : 0.00000107 - (계단실)

□ Radiant(%) of Internal Load  
People : 정좌(Seated, 극장) - 60/27, 사무(Standing, 사무실) - 58/38, (저/고속) : 정좌(Seated, 극장) - 49/35, 사무(Standing, 사무실) - 54/19  
Lighting : 조명(조명, 사무실) - 67, 환광등(해광, 사무실) - 58, 조명(조명, 사무실) - 91, 벽등(벽등, 사무실) - 80  
Equipment : 30 (표준 조명)

SAMPLE PROJECT 2003      설계 기준 출력      8      (시작 시간, h)      Main Menu

[그림 3] 부하계산 기준

설계기준/열관류율

설계개요 | 부하계산기준 | Glass | Wall/Roof/Partitions | 재료변경 |

Wall/Roof/Partition Data

Type	명칭	W/(㎡.K)	CTS Type	Emittance	Absorptance	Conductances
W1	외벽-1	0.5133	22	0.9	(Light 0.45 -Dark 0.9)	0.1163

CTC Type for Wall

No.	Code	mm	재료 명칭	W/(m.K)	㎡.K/W
04	I07	50	글라스울	0.035	1.4286
01	A03		외부저항-벽체(직접)	0.043	추가
02	F08	30	외부단열	2.501	0.012
03	A09		외부기층-현장시공(1c)	0.066	추가
04	I07	50	글라스울	0.035	1.4286
05	C07	200	내부벽(경량)	0.745	0.2685
06	A01		내부저항-벽체	0.11	추가

Emittance/Absorptance

No.	Code	Emittance	Absorptance
01	Aluminum Foil, bright dlpp	0.03	0.1
02	Aluminum Alloy: 6061	0.04	0.37
03	Aluminum Roofing	0.24	0.24
04	Asphalt	0.88	0.88
05	Brass Oxidized	0.6	0.6
06	Brass Polished	0.04	0.04
07	Brick	0.9	0.9
08	Concrete, rough	0.91	0.6
09	Copper Electroplated	0.03	0.47
10	Copper Black oxidized in	0.16	0.91
11	Copper Plate, oxidized	0.76	0.76

SAMPLE PROJECT 2003      설계 기준 출력      8      (시작 시간, h)      Main Menu

[그림 4] Wall/Roof/Partitions 입력



- 기본 입력 데이터 : 룸 No, 실명, 면적, 수량 등 룸의 제원 입력
- 계산 적용 데이터 : 외기/실내 온도 조건, RTS Zone 등 계산에 필요한 조건 입력
- 침입 외기 데이터 : 풍량, 환기횟수로 구분 입력
- 내부 부하 데이터 : 코드 적용 또는 인체, 전등, 기기의 직접 입력으로 구분
- 외부 부하 데이터 : 유리/외벽/지붕/간벽의 Azimuth, Tilt, Radiant, 크기, Projection 데이터 입력

### □ 룸 부하계산 데이터 변경 입력

「룸 데이터 입력」의 계산 적용 데이터를 전체 또는 일부를 변경하고자 할 때 한번의 작업으로 변경가능토록 하여 반복되는 수정 작업을 단순화시키는 효율적인 기능을 가지고 있다.

- 변경 가능 항목 : 실내의 온습도 조건, 침입외기량, RTS Zone, 안전율 등
- 방위 조정 기능 : 전체/일부의 방위값을 시계, 반시계 방향으로 회전시 사용
- 삭제/복사 기능 : 전체/일부의 룸 데이터를 삭제, 복사하여 사용하는 기능

### □ 룸 부하계산 결과 출력 (그림 6 참조)

계산 결과를 화면상, Sheets 상에 출력하는 기능과 Projection 에 대한 24 시간 부하를 검증할 수 있는 부가 기능이 있다.

- 계산 결과 : 화면상에 부하 요소별 부하를 시간대별로 출력
- Output Sheets : 전체/일부의 출력물을 Sheets 상에 생성
- Projection 검증 : Glass 의 외부 Shading 에 대한 검증으로 24 시간 값 계산

### □ 공조기 선정기준 입력

공조기 선정의 기본 조건인 적용 시스템, 배열 회수기, 냉난방 코일, 가습기의 사용 유무 및 조건을 입력한다.

### □ 공조기 시스템 부하 형태 입력 (그림 7 참조)

계산된 룸 부하에서 시스템 선정시 적용할 실과 부하 형태를 선택 입력하므로 공조기의 요닝 계획이 매우 쉽고, 변경, 추가시에도 룸 입력 데이터 변경없이 공조기의 담당부하를 조정함으로써 계산에 적용

Room 부하계산

Basic Data Room Data 입력 | Room Data 변경 | 계산 결과 | Output Sheets

**Internal Load Data**

Code 적용  OF  직접 입력 (작업형태)

적용 제외 (Code 적용시)  인체  전등  기기

구분	인체	전등	기기
부하(인/kW/kW)			
Radiant (%)			

준비

ME	SM	OF	RE	LO	KT
0.5	40	58/59			
0.5	40	58/59	20		
0.2	30	60/60/30			
0.7	35	58/59			
0.5	35	58/59			
0.1	25	58/59			

**Glass Data**

Code	Azim.	Tilt	Rad.	W	H/L	O'ly	PH	PHI	PL	PLI	PR	PR1	Type
G1	0	90	0.0	15	3.4	1	1	0.2	2	0.3	0.8	0.2	Op.
G1	0	90	0.8	23									
G2	-90	90	0.8	5									
G2	-90	90	0.8	8									
G3	0	90	0.8	15	3.4	1	1	0.2	2	0.3	0.8	0.2	

G1 기중층 0.8 3.14  
G2 1층 강화 0.85 3.16  
G3 지하 0.85 3.14

추가 수정

**Roof/Wall/Partition Data**

Code	Azimuth	Tilt	Rad.	W	H/L	G No.
W1	-90	90	0.0	41	1	
W1	0	90	0.8	135		
W2	0	90	0.8	9		
W3	P1	A	90	20	4	

Partition Code	Roof/Wall Code	Internal Radiant (%)
A 5.1 31.9 지하벽	R1 / 지붕-1 / 0.34 (15)	1. People(계속/고층)
B 2.6 15.9 벽공조실	R2 / 지붕-2 / 0.22 (15)	- 앉은(Seated, 고층)
C 2.6 15.9 계단실	W1 / 외벽-1 / 0.51 (22)	- 서서(Standing, 고층)
D 11.9	P1 / 가벽-1 / 0.11	- 앉은(Seated, 중층상)
	P2 / 가벽-2 / 0.11	- 서서(Standing, 중층상)
	P3 / 가벽-3 / 2.88	
	P4 / 외벽-4 / 0.32	

1. Lighting : 80/27  
- 조명(계속) : 60/27  
- 조명(Seated, 고층) : 58/38  
- 조명(Standing, 고층) : 49/35  
- 조명(Seated, 중층상) : 54/19

2. Lighting : 80  
- 조명(계속) : 87  
- 조명(Seated, RA) : 59  
- 조명(Seated, SA/RA) : 81  
- 조명(계속) : 80

3. Equipment : 80

추가 수정

0111 11/17 추가 수정 삭제 Main Menu

〔그림 5〕 룸 부하계산 데이터 입력



Room 부하계산

Basic Data | Room Data 입력 | Room Data 변경 | 계산 결과 | Output Sheets |

현재 입력된 Room 수량 : 53 (Type : 17)      계산시작 시간 : 8

No.	실 용 도	수량	면적
0101	회의실(배식실)	10	100
0102	미용실	10	40
0103	드레스룸	10	30
0104	선시관	10	46
0105	선시관	10	36
0106	선시관(폐백실)	10	46
0107	선시관	16	16
0108	대기실(선부대기실)	24	24
0109	선시관(선부대기실)	270	270
0110	선시관	135	135
0111	선시관	102	102
0112	미용실	8	8
0113	선시관	12	12
0114	선시관	24	24
0115	선시관	18	18
0116	선시관	16	16
0117	선시관	16	16

Room 계산 결과

0111 | 1 | 로비      950 m<sup>2</sup>      4 m

구분	부하인자	냉방 부하							단열부하
	P/W/A	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	
인체	180	4953	9004	9493	9831	10095	10245	3122	
전등	2800	11286	19562	21193	22321	23199	23701	10408	
기기	19000	9353	17953	18361	18543	18862	18988	2502	
유리	87	6596	7563	7956	7378	5981	3826	2557	11652
시공									
외벽	176	272	303	415	573	719	801	801	3344
간벽	80	947	947	947	947	947	947	947	5322
침입	3800	-2801	764	4965	7511	7511	5219	1910	40608
합계									
인체	180	5061	12122	12122	12122	12122	12122	0	
침입	3800	18062	28202	28519	28519	28519	28519	28519	
RA 전등	7125	2822	4891	5298	5580	5800	5825	2602	
합계 (W)		57551	101311	109268	113425	113755	110293	53468	61528

Listbox Click : 계산 결과 보기  
Listbox Double Click : List 보기

11/17    추가   수정   삭제   Main Menu

[그림 6] 룸 부하계산 결과

AHU 선정

선정 기준 | 담당 부하 | 풍량 선정 | Fan 선정 | Output Sheets |

Room List	Rm No	실 명	수량	면적(m <sup>2</sup> )
0206	복합계/음식점(취폐식당)	1	306	
0204	복합계/음식점(취폐식당)	1	96	
4001	회의실(배식실)	9	956	
4002	미용실	40	40	
4003	드레스룸	30	30	
4004	선시관	46	46	
4005	선시관	36	36	
4015	방채현타	1	24	
4016	방채현타	1	18	
9257	회의실(배식실)	1	370	
9258	다목적실(카페테리아)	1	170	
9259	복합계/음식점(취폐식당)	1	528	
9301	회의실(배식실)	10	356	
9302	미용실	10	40	
9303	드레스룸	10	30	
9304	선시관	10	46	
9305	선시관	10	36	
9306	선시관(폐백실)	10	46	
9307	선시관	16	16	
9308	대기실(선부대기실)	24	24	
9309	선시관(선부대기실)	270	270	
9310	선시관	135	135	
9311	선시관	99	99	
9312	미용실	102	102	

Room List 표시

☑ 전체  
☑ 비상용실

RM 추가

추가 ▶▶▶

RM 변경/제거

전체 변경

Remove 선택

담당 AHU(개)

부하 재계산

Room을 1개씩 추가/제거시 Listbox를 Double Click 하시오.

공조기 담당실	Rm No	수량	냉	방	단	방	실	명
0201			●●●●●	●●●●●			회의실(배식실)	
0202			●●●●●	●●●●●			선시관	
4017			●●●●●	●●●●●			회의실(배식실)	
4018			●●●●●	●●●●●			회의실(배식실)	
4019			●●●●●	●●●●●			선시관(취폐식당)	
4020			●●●●●	●●●●●			선시관(취폐식당)	
4021			●●●●●	●●●●●			선시관	
4022			●●●●●	●●●●●			선시관	
4023			●●●●●	●●●●●			다목적실(폐백실)	
4024			●●●●●	●●●●●			선시관	
4025			●●●●●	●●●●●			대기실(선부대기실)	
4026			●●●●●	●●●●●			회의실(배식실)	
4027			●●●●●	●●●●●			다목적실(카페테리아)	
B103			●●●●●	●●●●●			선시관	
B104			●●●●●	●●●●●			카페테리아-1,2	
B105			●●●●●	●●●●●			카페테리아-3,4	
B401			●●●●●	●●●●●			중앙관리실	

0201    수정

AH-004    1/165    추가   수정   삭제   Main Menu

[그림 7] AHU 담당 부하



할 부하량을 계산한다.

부하 형태는 6개로 구분하여 외벽, 유리, 지붕, 간벽, 내부, 침입외기 부하로서 적용 여부에 따라 각각 선택한다.

- 룸 리스트 : 비사용실을 선택시 시스템 선정시 사용하지 않을 실만 화면에 출력하여 중복 사용 등의 오류를 방지한다.

□ 공조기 풍량 선정 (그림 8 참조)

담당부하에서 적용/계산된 부하를 이용하여 외기량, 실별 풍량계산, 취출공기의 상태점 등을 계산한다. 냉방적용 풍량 계산시 취출 공기의 온도차(ΔT), 실내온도, 팬의 온도상승(팬 선정과 자동 연결), 재열(Reheating)의 온도차의 변화에 따라 자동으로 취출 공기의 상태점을 변화시켜 사용자가 화면상 검증이 가능하다.

□ 공조기 팬 선정 :

팬의 형태, 내·외부의 정압계산, 팬 사양의 선정 기능으로 풍량 선정시 팬의 온도상승이 자동 연계하여 계산된다.

- 정압 자동 집계 및 자동 동력 계산 기능

□ 터미널 유니트/팬 선정

- 터미널 유니트 선정

룸 부하에서 적용할 실과 부하 형태를 선택하여 기별, Zone별로 입력하고 장비사양에 따른 실별로 적용 수량을 자동계산 또는 사용자 수정 입력이 가능하도록 기능을 부여하였다.

- 팬 선정

풍량 선정은 환기횟수, 직접입력, 발열량 기준으로 실별로 입력하며, 정압/동력은 덕트, 기구별로 입력하면 자동으로 집계 및 동력 계산을 수행한다.

□ 건물 부하분석

건물 전체의 부하 요소별/시간별 Block Peak Load를 작성하고, Zone별로 담당 공조기, 터미널 유니트를 선택하여 한 건물에서도 다양한 온도별로 구분된 부하분석을 수행한다. 룸 입력 후 미 활용실과 중복 사용실의 리스트를 작성하여 출력함으로써 정확한 검증이 가능하다.

AHU 선정

선정 기준 | 담당 부하 풍량 선정 | Fan 선정 | Output Sheets

- Room Load

냉방-SH(W)	냉방-LH(W)	난방 부하(W)
3753	2447	4849

Return Air Lighting Load

- 실내부하에 포함
- RA 온도상승 적용
- 적용 무시

실내 온도도

냉방	난방
°C DB   % RH	°C DB   % RH
25   55	20   40

외기량 선정 기준

- 급기량과 동일
- 인원수
- 직접입력

17 m<sup>3</sup>/h/인

급기량 선정 기준

- 취출공기 상태점
- 직접입력
- 환기횟수

취출공기(ΔT) | 재열 Coil(ΔT) | SA Fan(ΔT)

10 | 0.7

- 실별 풍량 계산

No	실 명	수량	A.C	급기	환기	배기	가압	풍도
0102	미용실	1	5.6	730	730			
0103	화장실	1	8.4	530	210	400	50	400
0104	선실	1	8.4	1150	1150			
0105	선시대	3	3.2	340	340			

Rm No 수량 급기량 배기 풍도/환기량 배기량 가압량

0103	1	1200	1050	400	50
------	---	------	------	-----	----

전체 풍량 1200 1050 133 17

선택 공기 계산 Data

취출공기 상태 / AC 14.3°C DB, 80.9% RH / 5.4회/h

A.D.P/Bypass Factor -0.6 °C DB / 54 %

1층 회의실(예식홀)

급기량(m<sup>3</sup>/h) | 1200 | 외기량(m<sup>3</sup>/h) | 204

AH-002 | 3 | 1/6 | 삽입 | Main Menu

[그림 8] AHU 풍량 선정

프로그램의 출력 형태

결론

모든 출력물은 Microsoft사의 Excel Sheet상에 생성하며, 설계기준/열관류율 (1개), 룸 부하 (6개), 공조기 선정(5개), 터미널 유닛 선정(5개), 팬 선정(3개), 건물부하분석(3개) 등 23개의 출력물로 구성된다. 주요 출력 형태는 다음의 그림 9 ~ 13에 나타낸다.

건물의 냉난방부하 계산법과 적용되는 데이터값은 실제 발생 부하와 일치되도록 하기 위해 오랜 시간에 걸쳐 연구되고 발전되어 왔다. 그 결과 ASHRAE의 경우 2001년에 Heat Balance 법을 단순화한 RTS 법을 발표하였으며, 2005년 판에서는 수정 보완한

SAMPLE PROJECT 2003

2-1. COOLING / HEATING LOAD ANALYSIS

2006-09-24 15:40

□ Building Summary

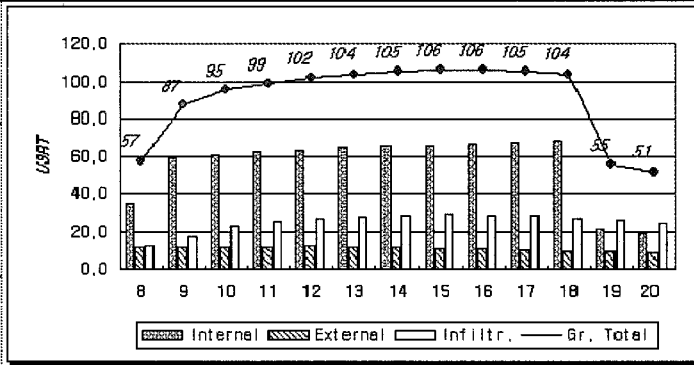
Room Quantity : 53  
CL Area (m<sup>2</sup>) : 3,241.0  
HT Area (m<sup>2</sup>) : 3,241.0

□ Cooling Load Analysis

People (p/m<sup>2</sup>): 0.23  
Light 'g (W/m<sup>2</sup>): 28.19  
Equip. (W/m<sup>2</sup>): 15.18  
Infil(m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>): 3.32

□ C/H Load Summary

Cooling (W/m<sup>2</sup>): 114.90  
Heating (W/m<sup>2</sup>): 89.14



[그림 9] 냉난방 부하 집계 중 일부 출력

SAMPLE PROJECT 2003

2-3. COOLING / HEATING LOAD CALCULATION

2006-09-24 15:40

No.	Capacity		Area	Cooling Load (W)							Heating	
	Az	Flt		8	10	12	14	16	18	20	D.F	W
No. 111 로비 <input type="checkbox"/> RTS : 17 (DF) <input type="checkbox"/> Out (°C/%) : 31.2/69 <input type="checkbox"/> S.F : 10/10 <input type="checkbox"/> In (°C/%) : 25/55												
1	950	4	m									-11.9/69 20/40
G1	0	90	3.14	23.0	1,014	2,032	2,646	2,183	1,566	987	661	1.05 2,661
G2	-90	90	6.16	5.0	1,378	996	620	599	529	388	283	1.10 1,189
G2	-90	90	6.16	8.0	2,205	1,578	992	959	846	620	453	1.10 1,902
G1	0	90	3.14	51.0	1,999	2,967	3,698	3,637	3,040	1,831	1,160	1.05 5,900
W1	0	90	0.51	135.0	176	157	215	348	491	575	583	1.05 2,537
W1	-90	90	0.51	41.0	96	146	200	225	228	226	218	1.10 807
P1	5.1/31.9	2.11		80.0	947	947	947	947	947	947	947	1.00 5,923
IF-S	CL	1 ac/h	3800 m <sup>3</sup> /h		-2,801	764	4,965	7,511	7,511	5,219	1,910	
IF-L	HT	1 ac/h	3800 m <sup>3</sup> /h		18,062	28,202	28,519	28,519	28,519	28,519	28,519	40,609
PE-S	0.2 p/m <sup>2</sup>	A	190 p		4,953	9,004	9,493	9,831	10,095	10,245	3,122	
PE-L	(SH/LH : 60/58 W/p)				6,061	12,122	12,122	12,122	12,122	12,122	0	
EQ	20 W/m <sup>2</sup>		19000 W		9,353	17,953	18,361	18,643	18,862	18,988	2,602	
LT	30 W/m <sup>2</sup>	1.25	28500 W		11,286	19,562	21,193	22,321	23,199	23,701	10,408	
RA	20% of Light 'g		7125 W		2,822	4,891	5,298	5,580	5,800	5,925	2,602	
	Sensible Load				33,428	60,987	68,628	72,784	73,114	69,652	24,949	
	Total Load				57,551	101,311	109,269	113,425	113,755	110,299	53,488	61,528

[그림 10] 실별 냉난방 부하 출력



내용을 게재했다.

그 동안 국내 Engineer들에게 가장 익숙한 부하계산 방법은 ASHRAE의 CLTD/CLF법, CLTD/SCL/CLF법에 의

한 피크 냉방 부하계산법에 의한 방법을 주종으로 사용하고 있다. 그러나 이 방법은 ASHRAE Fundamental Handbook에는 더 이상 수록되지 않고 있다.

**SAMPLE PROJECT 2003**

**3-3. AHU SYSTEM DIAGRAM**

2006-09-24 15:42

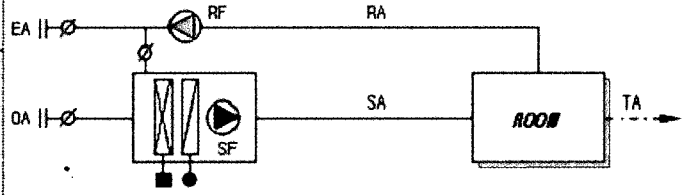
**HVAC SYSTEM - 1**

공조 SYSTEM : CAV

배열 회수기 : None

■ 냉방 코일 - 냉수 : 12 / 7 °C

● 가열 코일 - 온수 : 70 / 62 °C



AHU No.	Service	Location	Qty	Air Volume (m³/h)				CLTD DB	RH/C	PH/C	AH/C	Humid kg/h
				DA	SA	RA	EA					
AH-002	지하1층 플라자	지하1층	3	1,200 (204)	1,200	1,200	1,200	0	31		15	
AH-004	1층 회의실(메식홀)	1층 공조실	1	3,300 (493)	3,300	3,300	3,300	0	70		40	

[그림 11] 공조기 시스템 다이어그램 출력

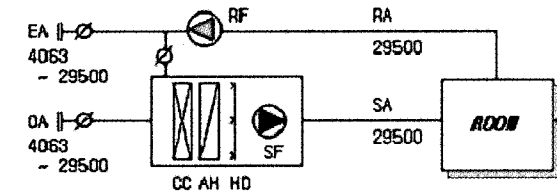
**SAMPLE PROJECT 2003**

**3-4. AHU SELECTION**

2006-09-24 16:05

**PSYCHROMETRIC CHART / SYSTEM DIAGRAM**

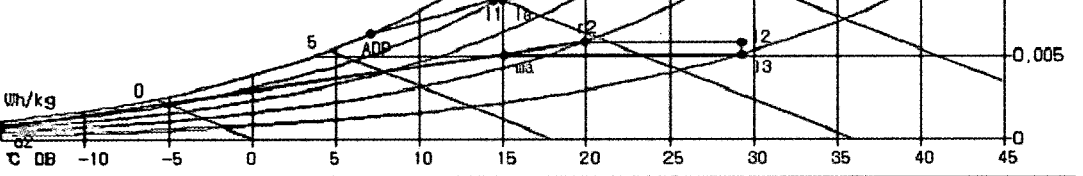
**System Diagram**



**Cooling Coil Status**

App. Dew Point : 7.1 °C DB

By-Pass Factor : 38.4 %



[그림 12] 공조기 선정 중 습공기선도 부분 출력

SAMPLE PROJECT 2003

5-1. BUILDING LOAD SUMMARY

2006-09-24 15:49

건물 PEAK LOAD

Peak Time : 7 Mon, 21st, 15:00

구분	단위	냉방부하 (W)				난방부하				
		냉방	난방	전열	%	W	%	㎡/hr		
외부부하	유리	390 ㎡	32,810		32,810	4.7	66,072	11.3	390 ㎡	
	지붕	540 ㎡	288		288	0.0	5,002	0.9	540 ㎡	
	외벽	707 ㎡	1,825		1,825	0.3	13,903	2.4	707 ㎡	
	간벽	2,749 ㎡	24,049		24,049	3.4	149,935	25.7	2,766 ㎡	
침입 외기 부하		15,776		118,118		150,794	21.4	168,916	29.0	15,800
내부부하	인체	1,134 p	62,501	80,345	142,846	20.3				
	전등	128.3 kW	103,439		103,439	14.7				
	기기	66.3 kW	65,101		65,101	9.2				
	RA L.	31.2 kW	25,046		25,046	3.6				
외기부하	AHU	14,469			144,936	20.6	161,522	27.7	14,469	
기타부하	SF/RF				12,711	1.8	17,394	3.0	가습 부하	
소계					703,845	100	582,744	100		
중복사용실 부하			-132,421	-78,050	-210,471		-145,092			
합계					493,374		437,652			
(140.4 USRT)										

\* OA Load : Recalculated to Peak Time (For Each Condition)

건물 부하 분석

\* Recheck quantity and area according to duplicated room

구분	수	합	냉방부하			난방부하		
			Load (W)	Area (㎡)	W/㎡	Load (W)	Area (㎡)	W/㎡
AHU Load	18	36	267,055	2,651	100.7	283,747	2,651	107.0

[그림 13] 건물부하 분석 중 일부 출력

대한설비공학회 “공조부하계산 표준화 프로그램 특별위원회”에서는 보다 정확하고 편리하고 신속하게 새로운 부하계산법을 이용할 수 있도록 하는데 목표를 두고 ASHRAE RTS법에 근간을 둔 RTS-SAREK 프로그램을 개발하였다. 계산 결과의 타당성은 ASHRAE Handbook의 계산 결과와 동일하게 나타나며, 수차에 걸친 검증과정을 통하여 확인할 수

있었다.

참고문헌

1. ASHRAE Handbook Fundamentals, 2001
2. ASHRAE Handbook Fundamentals, 2005