

# 空氣調和設備의 에너지節約과 에너지消費評價

孫章烈

본회 설비연구분과 위원회 위원  
漢陽大學校教授, 工博

머리말

오늘날의 문명 발달과 함께 建築도 거대화, 복합화, 과밀화하여 왔으며 현대의 건축은 냉난방, 조명, 급양, 환기 등의 각종 설비의 발달과 더불어 많은 에너지를 소비하면서 거주공간을 창출하고 있다.

세계적인 오일 쇼크 이후 건축분야에서도 에너지 소비절약에 대하여 깊은 관심을 기울이게 되었으며 우리나라에서도 그동안 많은 연구를 수행하여 건축물에서의 에너지 절약대책을 강구하고 있다.

건축물에서의 에너지 소비는 대부분 건축설비를 통하여 이루어지고 있으며 逆으로 건축설비란 건축물에서 에너지를 공급, 제어하는 기술이라고도 할 수 있다.

특히 建築設備中에서도 공기조화설비에서 가장 많은 에너지를 소비하는데 本稿에서는 공기조화설비의 에너지 절약방안과 그 방안에 의한 計劃案에 대하여 효과를 판단하는 에너지 소비 평가방법에 관한 일반사항에 대하여 서술한다.

\*本稿는 상당한 부분이 「에너지 절약을 위한 건물의 설계기준에 관한 Workshop」(동력자원연구소주최, 1984년 9월)의 발표내용과 중복되어 있음.

## 1. 熱負荷의 減少對策

空調에서 에너지절약 효과를 달성하기 위하여서는 건축물의 에너지 요구량인 열부하의 감소가 기본적으로 고려되어야 하는데, 건축의 기본설계 단계에서 부터 이에 대한 검토가 진행되어야 한다.

熱負荷에는 외계조건의 영향에 의한 것과 내부조건의 영향에 의한 것이 있으며 그 내역은 표1 및 그림1과 같다.

열부하의 각 요소를 작게하기 위하여서는 건축적으로 다음의 사항에 대하여 고려할 필요가 있다.

### (1) 垜地條件 및 附近條件

垜地 및 부근의 입지조건으로서 지면에서의 열반사, 인접건물에서의 열반사, 주위의 식수 등에 대하여 충분히 검토하여야 한다. 또한 분수를 설치할 경우, 증발냉각의 효과는 있으나

〈표1〉 熱負荷의 內訳

負 荷 內 容	熱傳達 經路
① 日 射	태양으로 부터 유리창을 통과 또는 벽체, 지붕에 蓄熱되는 열량
① 貫 流	실내의 온도차에 의하여 손실 또는 취득하는 열량
③ 室内發生熱	조명기구, 인체, 기구등에 의하여 실내에서 발생하는 열량
④ 外 氣	외기와 실내와의 온도차가 있으므로 취입되는 新鮮空氣에 의하여 생기는 열량 및 틈새바람에 의한 열량
⑤ 其 他	配管, 덕트로 부터의 열손실, 구조체 및 기구에 의한 蓄熱

분수펌프의 동력이 필요하므로 에너지 절약을 위하여 분수를 설치하는 것은 그다지 의미가 없다.

### (2) 方位, 配置計劃

일반적으로 그림2와 같이 건물의 축이 동서인 경우 부하가 가장 적으며 축이 남북인 경우 가장 크다.

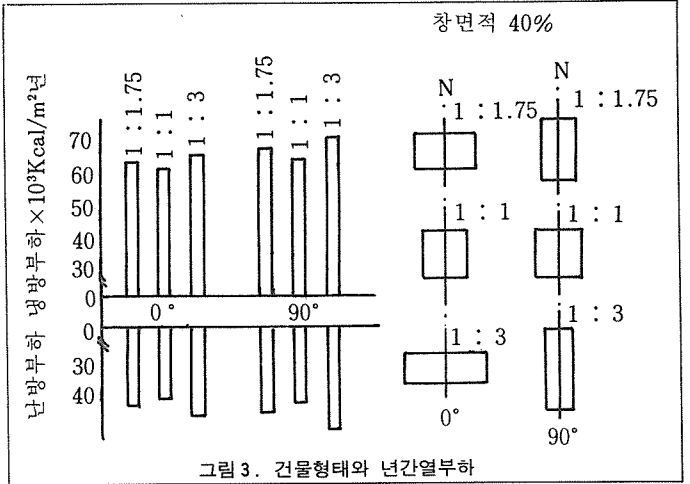
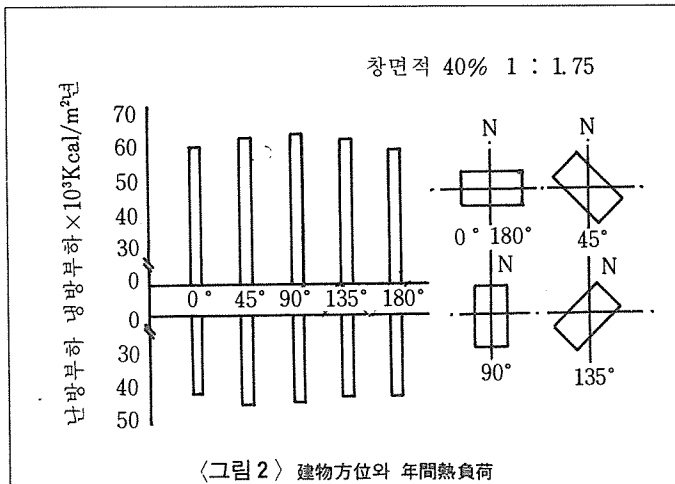
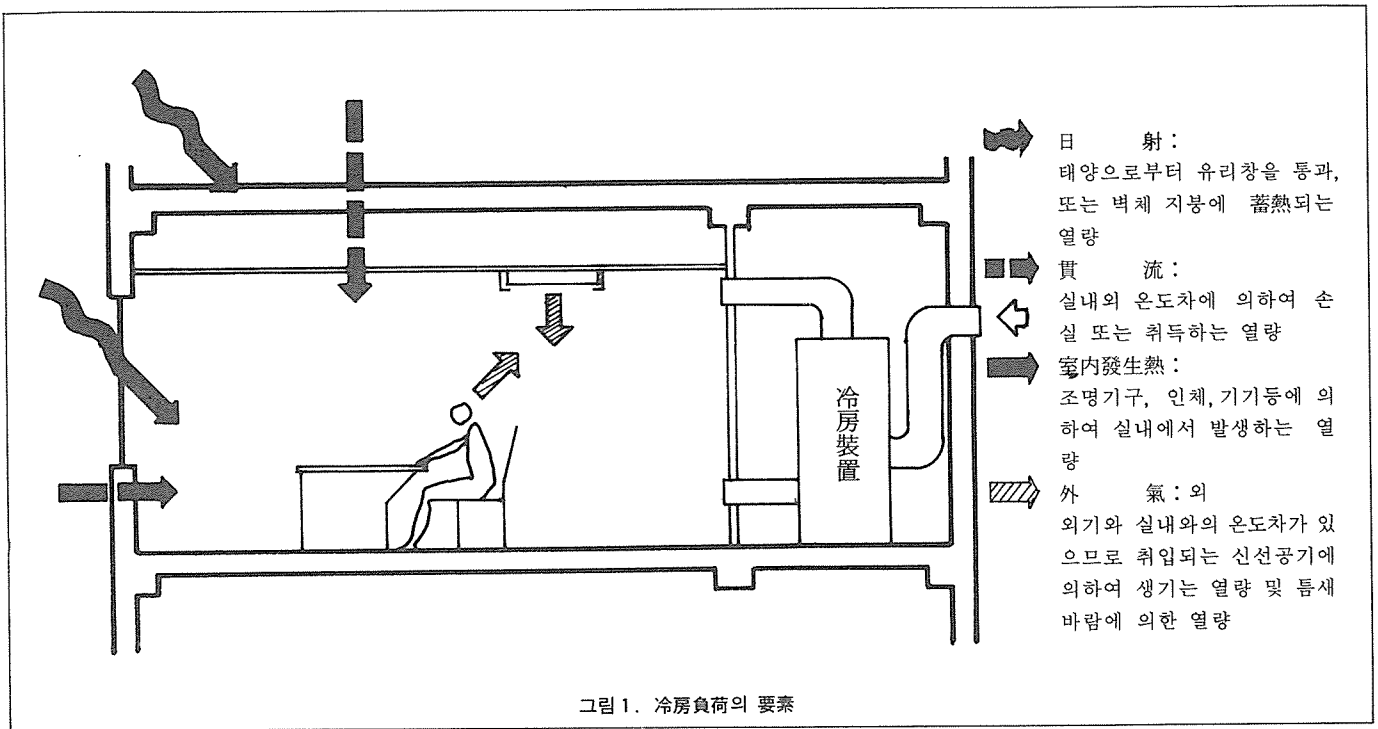
### (3) 形態

연면적이 일정하다면 지붕면적은 층수에 반비례하고, 외벽면적은 층수의 平方根에 비례하므로 지붕면적과 외벽면적에 의한 부하의 변동을 검토하여 층수를 결정할 수 있다. 또한 가로, 세로의 비에서는 그림3에서 보는 바와 같이 正方形建물이 가장 유리하다.

### (4) 平面, 室의 配置.

다음 사항을 고려하여 평면계획을 하는 것이 바람직하다.

- ① 열환경에 관계없는 室(코어, W.C, 기계실 등)은 열부하가 큰 부분에 배치,
- ② 자연채광, 日射의 이용등 에너지의 효율을 생각하면서 간막이 등을 배치,
- ③ 출입구로 부터의 열손실, 열취득을 줄이는 계획-위치, 기밀성,
- ④ 덕트의 경로, 반송동력 등을 고려하여 유리한 장소에 기계실 배치,
- ⑤ 隔煙실을 설치하여 일반 실내공간의 공기청정도를 유지시키면서 외기負荷의 감소 도모.



(5) 外壁, 開口部

대부분의 열부하는 外周部の 외벽이나 개구부를 통하여 발생하며, 따라서 외기의 영향이 실내에 크게 미치지 않도록 설계한다. 외주부의 에너지 절약 방법으로는 외벽의 단열이나 창, 출입구 등 개구부에 대한 처리가 있다. 단열은 법규에 따른 의무에 앞서 경제성 검토등을 통하여 적극적으로 채용하여야 한다. 内断熱, 外断熱 등 공법에 여러가지가 있으며 각각 특성을 가지고 있다. 그림 4는 断熱材의 유무와 熱負荷의 크기를 각월별로 비교한 예이다. 또한 창면적은 에너지 소비에 큰 영향을 미치는 요소이므로 신중하게 고려하여야 한다. 그 외에도 유리창의 성능(그림 5), 채양, 루-비의 설치, 틈새바람, 晝光利用 등에 관해서도 에너지 절약적 면에서 검토할 필

요가 있다.

(6) 室内環境

실내환경은 空調의 중요한 기본적인 조건으로 다음 사항에 대하여 실내환경 기준을 만족시키면서 에너지 절약방안을 검토하여야 한다.

- ① 室温, 温度.
- ② 風速.
- ③ CO<sub>2</sub>농도, CO농도
- ④ 먼지.
- ⑤ 조도.

2. 空調시스템의 에너지 節約方案

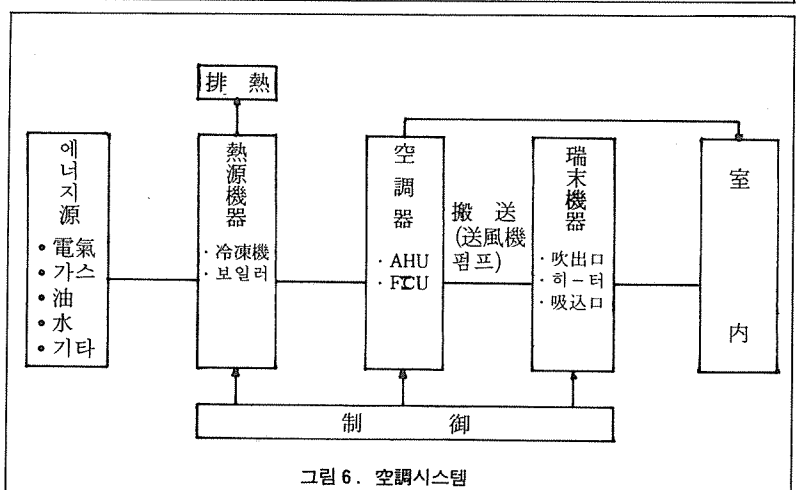
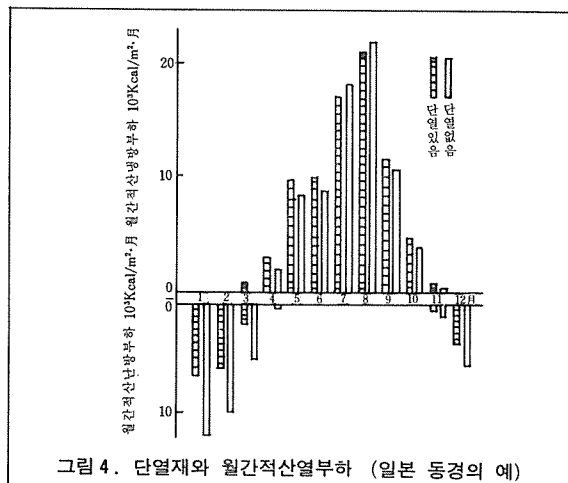
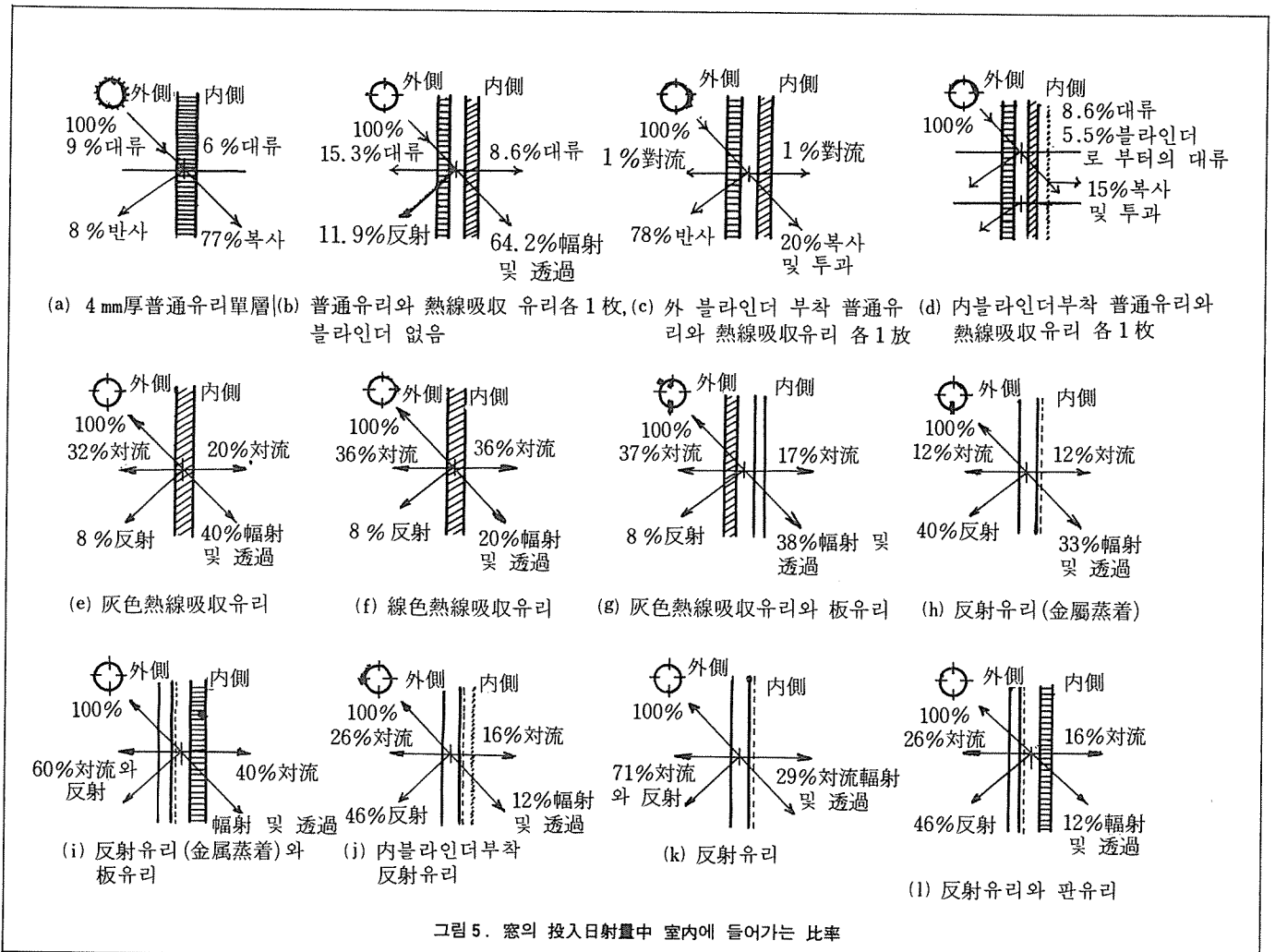
空調설비에서 에너지절약 방안으로는 앞에서 기술한 열부하의 감소대책 외에 최소운전 에너지에 의한 유지관리 및 공조시스템에서 절약방안 적용

이 있다. 그림 6는 공조시스템의 구성으로, 각 부위에서 위의 사항에 대하여 검토하고 에너지절약 대책을 추진해야 한다. 이것은 空調設備의 기본 계획 단계에서 부터 충분히 고려되어야 한다.

(1) 空調조닝

공조시스템에서 에너지절약을 위하여서는 ①실내의 적절한 온도, 공기청정도로 유지시킬 것, ②시스템 구성상 그 기능을 발휘하기 위하여 불필요한 에너지의 소모가 없을 것, ③장치의 운전시간을 짧게 할 것 등에 대한 검토가 필요하며, 이들 제 조건을 무리없이 달성하기 위하여 空調조닝(Zoning) 계획이 적절히 이루어져야 한다.

공조조닝에서는 다음의 각 사항에



대하여 고려할 필요가 있다.

- ① 실내 온습도 조절.
- ② 室方位
- ③ 室사용시간(실용도)
- ④ 室負荷 구성(顯熱比, 부하변동)등
- ⑤ 各 室로 보내는 熱搬送経路

(2) 空調方式

1) 各種 空調方式의 特徵

공조방식에는 여러가지가 있으며 그 적용은 건물용도, 규모, 공조조닝의

방법, 熱源시스템과의 조화, 제어등을 고려하여 결정한다. 각종 공조방식에 대하여 에너지 절약 계획적으로 본 특징을 표 2에 나타낸다.

2) 外氣冷房

대규모의 건물에서 내부 발열량이 증가하면 건물 內周部는 외계의 영향을 받기 힘드므로 1년내내 냉방을 할 필요가 생긴다. 또 외주부에서도 방위에 따라서는 日射負荷의 영향으로

冬期 및 중간기에는 외기온이 室温보다 낮아져 냉방이 필요한 경우가 있다. 이러한 경우에 냉동기를 가동시키지 않고 자연의 冷熱源인 외기를 냉방에 필요한 양만큼 취입시켜 실내를 냉방하는 것을 외기냉방이라고 한다. 이러한 외기냉방시스템을 채용하고 실내 온습도를 제어하기 위하여서는 시스템구성, 제어방식, 에너지 절약 정도의 파악 등 여러 면에서의 검토가 필요하다. 예를 들면 외기냉방을 실시

〈표 2〉 各種 空調方式의 에너지 절약면에서 본 特徵

空 氣 調 和 方 式		에너지 절약설계, 계획에서의 문제점	에너지 절약설계에의 適否, 조건등
單一덕트 定風量方式	센트럴方式	외기냉방채용 등으로 에너지절약계획이 가능하나 실내환경유지에는 불리, 조닝계획이 중요	실내온습도조건완화, 외기냉방의 채용을 조건으로 적용가
	존리히트方式 멀티존方式 터미널리히트方式	실내온습도 제어에는 좋으나 본질적으로 混合損失을 內在하고 있어 일반적으로 에너지절약설계로서 바람직하지 않음	엄격한 온습도 제어를 필요로 하는 때 이외에는 適用不可
單一덕트 變風量方式	給氣溫度一定 給氣溫度可變	급기온도 일정방식은 내주부에, 가변방식은 외주부에 알맞는 방식으로 부하감소시 필요송풍량의 감소와 함께 송풍기 동력을 줄일 수 있는 제어방식의 채용으로 반송동력을 대폭적으로 줄일 수 있음. 실내환경면에서는 풍량감소시의 최소 필요환기의 확보와 기류분포 악화에 유의	바람직한 에너지절약설계 적용가
2種덕트 方式	全減濕式 部分減濕式	실내온습도 제어면에서는 세밀한 제어가 가능하나 시스템으로서는 냉풍과 온풍의 혼합이 전제이므로 에너지절약적이아님. 송풍용동력도 과대	특수한 건물 이외에는 원칙적으로 채용하지 못함 適用不可
팬코일유 니트방식	外氣直接取入 方式	외부바람의 영향, 겨울철 가슴의 문제, 취출기류의 도달 거리 등의 문제는 있으나 공기 방식에 비하여 반송동력이 작고, 중간기 및 동기에 외기냉방이 가능하며, 개별제어가 쉬운 것 등, 에너지절약면 이외에도 장점이 많음. 공기청정의 면에서 약간 문제 있음	온습도 제어조건이 그다지 엄격하지 않은 일반사무실의 외주부, 개별제어를 필요로 하는 소규모 호텔의 객실등의 에너지절약 방식에 적합, 適用可
	(調和空氣)送 風方式	최소 필요외기를 계주부 계통으로 독립한 계통으로 처리 송풍하고 있는 경우는 문제가 없으나, 송풍계통을 내주부에서 단일덕트 방식으로 하는 일반적인 방식에서는 하는 일반적인 방식에서는 동기 ~ 중간기에 내주부와 외주부간에 다른 온도의 공기를 취출함에 의한 혼합손실의 발생이 우려됨. 3관식은 냉수, 온수의 혼합손실이 있음.	全공기방식에 비하여 반송동력이 감소함. 과냉, 과열을 방지하고 펌프 동력도 줄어드는 變流量制御를 채용조건으로 하면 에너지절약설계의 적합, 適用可

하기 위하여서 리턴팬(return fan)의 설치 등 舍外氣운전이 가능한 시스템을 구성하여야 하는데 이것은 외기냉방의 경우 보통방식의 환기량보다 많은 외기를 도입하여야 하므로 풍량의 배런스를 유지시키기 위한 것이다.

다음으로 실내온습도조건, 조명 등의 내부 부하밀도, 방위특성에 의한 일사 부하에 관련하여 외기냉방에 유효하게 존별로 공조 계통을 분할하는 것을 검토할 필요가 있다. 조명 등의 내부발생열밀도가 높을수록 외기 냉방효과는 커지나 열회수시스템을 채용하여 冬期에 조명 排熱을 外周部の 난방 열원으로 이용할 경우에는 외기 냉방보다 열회수를 우선하여야 한다. 또 冬期和 夏期에 全熱交換器를 사용하는 시스템에서는 외기 냉방시에는 이것을 바이패스 시키는 덕트의 설치가 필요하다.

### 3) 可變風量方式

덕트 계통에서 에너지 절약 효과를 얻기 위한 방법에는 여러가지가 있으나 그 대표적인 것이 可變風量方式(Vari cable air Volume, VAV)의 채용이라 할 수 있다.

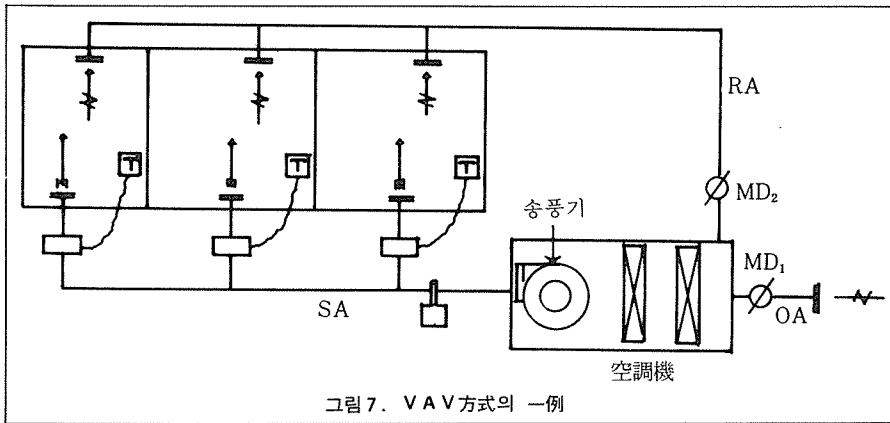
定風量方式(Constant air Volume, CAV)에서는 냉난방 부하율과는 관계 없이 송풍기는 언제나 全負荷運轉을 하고 있다. 따라서 低부하시에는 불필요한 풍량을 공급하여 에너지의 낭비를 초래하기도 한다. 한편 일반적인 사무소 건물의 평균부하율은 매우 낮으므로 반송용 설비 동력을 줄이고 에너지 절약 효과를 얻기 위하여서는 부하량에 따라 풍량을 조절하는 可變風量方式(VAV)의 채용이 필요불가결하여 진다.

VAV방식에서는 負荷에 따라 풍량을 변동시키므로 CAV방식과는 전혀 다른 특징을 가지고 있으며 다음과 같은 장점을 지니고 있다.

- ① 個室제어가 가능.
- ② 搬送동력의 절감.
- ③ 시운전시에 풍량조절불요.
- ④ 과잉설계의 영향이 작음.

그림 7은 VAV방식의 구성 예를 나타내고 있다. VAV의 공기조화기는 기본적 CAV방식과 마찬가지로 VAV방식에서는 개별페어가 가능하여 부하특성이 다른 구획을 하나의 공조기 계

공 기 조 화 방 식		에너지절약설계, 계획에서의문제점	에너지절약 설계에의 課題, 조건 등
인덕션유 니드方式	全空氣인덕션 유니트方式 水·空氣인덕 션유니트方式	일반적인 水·空氣인덕 션유니트방식에서는 再 熱손실의 발생要因이 內 在되어 있으며, 또한 고 압취출로 인한 송풍기 동력도 증대하므로 에너 지절약적이라고 할 수 없음	照明排熱을 再熱용열원 으로 이용하지 않으면 에너지절약설계에 적합 하지 않음. 이경우에 도 1차 공기송풍동력의 증 가분과 열회 수분과의 손익에 대한 검토가 필 요
팩케지空 調機方式	水冷方式 空冷方式	실내 환경 유지에는 약 간의 문제가 있으나, 에 너지 절약에는 바람직 함	제어법, 사용법에 주의 하면 適用可, 變風量方 式의 실시도 가능함



통으로 할 수 있으므로 CAV방식보다 공조기 용량이 작아진다. VAV방식에서는 실내의 부하에 따라 송풍기를 조절하나, 이 때에 취입외기량을 확보하기 위하여 그림 7의 MD<sub>1</sub>, MD<sub>2</sub> 를 제어한다.

VAV방식에서 부하에 따라 送風量을 조절 할 때 부분 부하 특성이 나쁜 제어방식은 에너지 절약 효과도 저해된다. 송풍기 제어방식은 일반적으로 ① 댐퍼 제어. ② 석손 베인(suction vane). ③ 회전수 제어가 있다.

VAV방식의 터미날 유니트는 ① 風量조절기능. ② 定風量장치로서의 기능. ③ 취출구 특성의 유지의 기능이 필요하다.

(3) 運轉制御에서의 여러가지 問題.

① 取入 外氣量 制御.

일반적으로 설계에서의 취입외기량은 20~30 m<sup>3</sup>/h·λ, 이므로 설계시에 적절한 在室人員을 예상하여 과도한 외기 취입이 없도록 하여야 한다.

취입외기량의 감소는 에너지 절약 효과가 크므로 실내 환경을 악화시키지 않는 범위에서 외기량을 줄이는 것이 바람직하다. 또한 취입 외기량의

조정이 가능한 시스템을 갖출 필요가 있다. 외기량 제어 방법으로는 실내 CO<sub>2</sub>농도를 검지하여 댐퍼(damper)를 자동제어하는 방법, 在室인원을 감지하여 수동적으로 댐퍼를 조작하는 방식, 시간에 의한 스케줄에 따라 댐퍼를 제어하는 방식등이 있으므로 각 방식의 특징을 고려하여 적용하여야 한다. 또한 취입 외기량을 감소시키기 위하여서는 양질의 필터 사용이 전제되어야 하며, 외기관계의 에너지 절약을 위하여서는 全熱교환기, 외기냉방방식을 채용하는 것이 효과적이다.

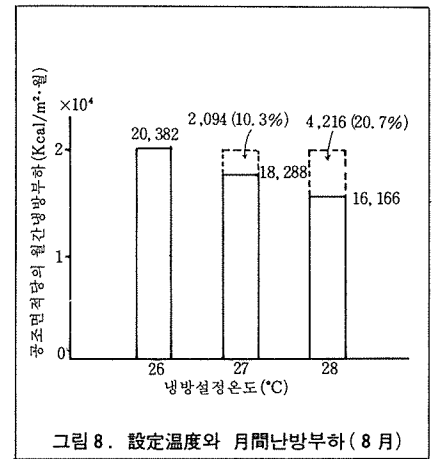
② 室内 溫·濕度조건의 완화.

실내 온·습도 조건의 완화에 의한 에너지 절약 효과는 매우 커서 1°C 완화에 대하여 기간 냉방부하, 기간 난방부하는 각각 5~10%, 10~15% 정도 줄어든다(그림 8).

공조시스템 설계를 위하여서는 실내 설계 온습도 조건과 실내 운전제어 온습도 조건이 있으므로 두가지의 차이점에 대하여 이해하여 둘 필요가 있다.

③ 과냉, 과열의 방지

냉·난방시 너무 춥거나 덥다는 것은 에너지의 낭비 뿐만 아니라 쾌감상,



보건위생상으로도 바람직하지 않다. 室의 과냉, 과열의 원인은 공조조정의 불합리와 자동제어 미비의 두가지가 있다. 그밖에 동시냉난방의 금지, 혼합손실의 방지, 재열손실의 방지등의 필요가 있다.

### 3. 建物에너지 消費評價

건축물의 에너지 절약을 위하여서 건축계획 및 건축설비에서 적절한 방법을 고려한 계획안이 완성되면 각 요소의 에너지 대책에 대한 종합적 효과를 평가 할 필요가 있는데 에너지 절약 효과를 정량적으로 파악하기 위한 期間熱負荷 계산 방법에 대하여 소개한다. 기간 열부하 계산은 에너지 소비량과 일치하지는 않으나 에너지 소비의 상대적 性能評價의 목표는 될 수가 있다.

(1) 디그리 데이 法에 의한 期間負荷 냉·난방에서 열부하를 발생시키는 제일의 요인은 외기 온도이다.

실내외에 온도 차가 있는 경우 건물 外皮를 통하여 손실되는 열은 온도 차에 비례하며, 그 비례 계수가 외피의 熱貫流率이 된다.

$$Q = \sum K_i \cdot A_i \cdot (\theta_r - \theta_o) \dots \dots \dots (1)$$

• Q : 관류 열손실 (kcal/h)

• K<sub>i</sub>, A<sub>i</sub>; 외피 부위 i의 열관류율 (kcal/m<sup>2</sup>h°C) 및 표면적 (m<sup>2</sup>)

• θ<sub>r</sub>, θ<sub>o</sub>; 실내 및 외기온도 (°C)

기간 열부하를 산출하기 위하여 디그리 데이(degree day) 法을 사용하기도 하는데 이것은 급세기 초부터 알려진 고전적인 것으로 그간 난방부하

를 추정하기 위하여 (1)식의 열관류 손실만을 적산하도록 되어 있다.

氣象 자료로서는 매일 평균 기온을 사용한다. 즉, 1년 중에서 j번째 되는 날의 평균 기온을  $\theta_{0,j}$ 라고 하고, 난방시 설계 실온  $\theta_r$ 보다  $\theta_{0,j}$ 가 낮은 날을 난방이 필요한 날로 생각하여 그 날 하루 종일의 난방 부하량  $\theta_{H,j}$ 를 다음과 같이 계산한다.

$$\theta_{H,j} = 24 \sum_i K_i \cdot A_i (\theta_r - \theta_{0,j}) \dots \dots \dots (2)$$

$\theta_{0,j}$ 가  $\theta_r$ 보다 높은 날은 난방이 필요없는 것으로 하여 기간 난방 부하  $Q_H$ 는 (2)식의 ( )안이 프러스(+)가 되는 날에 대하여만 積算하는 것으로 한다.

$$Q_H = \sum \{ 24 \sum_i K_i A_i (\theta_r - \theta_{0,j}) \} = 24 \sum_i K_i A_i \sum_j (\theta_r - \theta_{0,j}) \dots \dots (3)$$

$\sum_i K_i A_i$ 는 외피의 총 열관류율로  $K_T$ 로 나타내고,  $\sum_j (\theta_r - \theta_{0,j})$ 는 지역의 기상조건을 대표하는 것으로 난방 디그리 데이(heating degree day, Dor)라고 한다.

$$Q_H = 24 K_T D_{\theta_r} \dots \dots \dots (4)$$

마찬가지 방법으로 냉방 디그리 데이(Cooling degree day)도 만들수 있으나, 이것들은 負荷의 요인으로 관류열만을 고려하고, 日射, 환기, 내부발열 등을 무시하고 있으므로 정확한 기간 냉 난방 부하를 나타낸다고 하기는 어렵다.

(2) 擴張 디그리 데이 法에 의한 期間負荷

확장 디그리 데이란 디그리 데이에 日射, 내부 발생열을 포함시켜 내외 온도 차를 확장시킨 개념으로 日本 建設省에서 에너지 이용 합리화를 위하여 연간 열부하 계산용으로 개발한 것이다. 이것은 부하 계산에 사용하는 기상조건을 합리적으로 나타내고 있으며 주로 사무실 건물의 연간 열부하, 공조에너지 소비량 등을 산출하려고 개발한 것이며 건물에서 발생하는 열부하량을 다음 6 가지에 의하여 결정한다.

- ① 실내 설계실온  $\theta_r$ (°C)
- ② 외기온도  $\theta_o$ (°C)
- ③ 일사량  $I_s$ (kcal/m<sup>2</sup>h)
- ④ 長波 實効 放射量  $I_1$ (kcal/m<sup>2</sup>h)
- ⑤ 内部發熱密度  $G$ (kcal/m<sup>2</sup>h)
- ⑥ 건물사용 스케줄  
위에서 ⑥은 약간 성질이 다른 것

이므로 우선 ①~⑤의 항목을 고려한 정상외 난방부하식을 세우면 (5)식과 같이 된다.

$$Q_H = K_T (\theta_r - \theta_o) - \eta_T I_s + \frac{\epsilon'}{\infty} K_T I_1 - G$$

$A_F$ ..... (5)

- $K_T$ : 총 열관류율 (Kcal/h°C)
- $\eta_T$ : 총 일사투과율(m<sup>2</sup>)
- $\epsilon'$ : 장파방사율(-)
- $\alpha_o$ : 외표면 열전달율(kcal/m<sup>2</sup>h°C)
- $A_F$ : 바닥면적(m<sup>2</sup>)

(5)식에는 환기에 의한 부하가 무시되어 있으므로 다음에 추가하기로 한다. (5)식을 변형시키면

$$Q_H = K_T \{ \theta_r - \theta_o - I_s + 0.045 I_1 - \Delta\theta \} K_T \{ (\theta_{ref} - \theta_o) - e_s + 0.045 I_1 \} \dots \dots \dots (6)$$

- 여기에서  $\Delta\theta = G A_F / K_T$
- $\epsilon' / h_o \approx 0.9 / 20 = 0.045$
- $\rho = \eta_T / K_T$ ; 투과관류비
- $\theta_{ref} = \theta_r - \Delta\theta$ ; 참조온도

(6)식의 { }안은 온도의 차원을 가진 량으로 相當内外溫度差라고도 할 수 있는 것이다. 여기의  $\theta_o$ ,  $\Delta\theta$ ,  $I_s$ ,  $I_1$ 의 값은 하루 평균치를 사용하고 그 결과 { }안에 프러스(+)의 수가 되는 날을 난방이 필요한 날로 생각하여 그 값을 1년에 걸쳐 합산한다. 이것은 일반 난방 디그리 데이를 작성하는 것과 같은 조작에 의한 것으로 확장 난방 디그리 데이 (extended heating degree dey, EHD)라고 한다.

$$EHD = \sum_i \{ \theta_{ref} - \theta_o + 0.045 I_1 - e_{I_s} \} \dots \dots \dots (7)$$

마찬가지 방법으로 냉방부하에 대하여 검토하면 확장 냉방 디그리 데이 (extended cooling degree day, ECD)는 다음과 같이 된다.

$$ECD = \sum_i \{ \theta_o - \theta_{ref} + e_{I_s} - 0.045 I_1 \} \dots \dots \dots (8)$$

위의 전개에서  $\Delta\theta$ 는 내부발열량에 의한 실온의 자연 상승을 나타낸다. 즉 발열 G에 의한 난방 효과라 할 수 있다.  $0.045 I_1$ 은 실효방사의 상당 외기온도,  $I_s$ 는 일사의 상당외기 온도이다.  $I_1$ 과  $I_s$ 는 건물의외표면의 방위에 따라 변하는 요소이므로 EHD, ECD도 외표면의 방위별로 정의되어야 할 것이다. 계수 e는 건물의 物性係數이다.

재래의 디그리 데이는 이상의 日射 實効放射 및 내부발열을 무시한 것으로 지역과 설계실온이라는 2 가지 변수만에 의해서 결정되고 설계실온을 일정치로 고정하면 지역 디그리 데이는 1 개의 수치로서 확정된다. 이것에 비하면 확장 디그리 데이는 지역, 참조온도, 투과관류비, 방위의 4 가지 변수에 의하여 결정되는 것이다.

EHD, ECD의 값을 구체적으로 결정하기 위하여서는 각 지역의 기상자료가 필요하다. 이 목적에 맞는 기상 자료를 얻으려면 특정지역에서 적어도 몇년간의 기상자료를 통계 정리하여야 하므로 상당한 기간과 작업량이 필요하게 된다.

이 단계에서 최초의 검토에서 제외되었던 건물의 사용 스케줄의 영향을 補正係數라는 형태로 도입하면 (9)식과 같이 된다.

$$기간난방부하 Q_H = 24 K_H K_T (EHD) \dots \dots \dots (9)$$

$$기간냉방부하 Q_C = 24 K_C K_T (ECD) \dots \dots \dots (10)$$

(9), (10)식의  $K_H$ ,  $K_C$ 가 보정계수이고, 그 값으로 사용 스케줄에 따라 0~1의 수치를 사용할 수 있으며 하루의 24시간 중일 사용하는 건물에 대하여 1을 채택한다.

난방기간중 총 열손실량은 기간난방부하에 앞에서 보류했던 환기에 의한 열손실량을 합한 것이다. 환기에 의한 열손실량은 다음과 같다.

$$\theta_A = CV (\theta_r - \theta_o) \dots \dots \dots (11)$$

- C: 공기 1m<sup>3</sup>의 열량용(kcal/m<sup>3</sup>°C) = 공기의 정압비열(0.24 kcal/kg°C) × 공기의 비중(1.29 kg/m<sup>3</sup>°C) ≈ 0.3
- V; 필요환기량(m<sup>3</sup>)
- $\theta_r - \theta_o$ ; 실내온도와 외기의 온도차(°C)

난방기간의 합계로서 재래의 degree day를 사용함.

따라서 난방기간중 총 열손실량  $Q_1$ 은 (12)식과 같다.

$$Q_1 = Q_H + Q_A \dots \dots \dots (12)$$

냉방기간에 대하여서는  $(\theta_r - \theta_o)$ 를  $(\theta_o - \theta_r)$ 로 바꾸어

$$Q_A = CV (\theta_o - \theta_r) \dots \dots \dots (13)$$

이고 냉방기간중 총 열취득량  $Q_2$ 는 다음과 같다.

$$Q_2 = Q_C + Q_A \dots \dots \dots (14)$$

최종적으로 期間(年間, 月間, 日間 등) 열부하량 Q는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Q = Q_1 + Q_2 \dots \dots \dots (15)$$

(3) 動的 熱負荷計算에 의한 기간열 부하

오일 쇼크 이후 건물의 에너지 절약 연구가 활발해짐에 따라 각종 공조방식의 에너지 절약 효과를 定量的으로 평가하기 위하여 공조시스템과 건물을 하나로 취급한 시스템 시뮬레이션(System Simulation) 연구가 빈번히 수행되고 있다. 시스템 시뮬레이션을 위하여서는 열부하의 動的인 취급이 필요하며 이 動的인 熱負荷計算의 컴퓨터 프로그램에 의하여 기간냉난방 부하를 구하여 시스템 시뮬레이션 이전에 에너지 소비에 대한 평가방법으로 활용하기도 한다.

공조시스템을 설계함에 있어서 열교환기나 熱源器機 등의 필요최대능력을 결정하기 위하여 처음 단계에서 室의 최대 냉방부하와 최대 난방부하를 구해야 한다. 이때에 설계용 외계조건으로는 그 지역에서 예상할 수 있는 가장 더운 날의 태양이 내리쬐는 때(냉방용), 바람이 강한 가장 추운 날의 밤(난방용)을 가정하여 室의 内外가 이러한 상태에서 熱的定常상태로 당분간 계속되는 것으로 하여 계산한다. 日射의 방향이나 강도, 기온, 습도 등 비정상요소에 대하여서는 24시간을 주기로 규칙적으로 변화하는 주기적 정상상태를 생각하여 蓄熱係數와 相當溫度差의 數值表를 사용하여 설계한다. 이것이 설계용 부하계산법이고 動的인 열부하 계산이 실현되기 전까지의 유일한 계산 방법이었다.

이에 비하여 동적열부하 계산이 1년간의 최대치만 구하는 것이 아니고 모든 계절 또는 월마다의 각時刻別의 부하량을 구할 수 있으므로 최대부하는 물론 기간 열부하와 냉, 난방 열원이 필요 또는 불필요한 시기 등 많은 양호한 정보를 얻을 수 있다.

이러한 정보를 얻기 위하여서는 외계조건으로 보편성있고 타당성있는 어떤 평균적인 기상자료가 요구되는데 이것을 위하여 10년 또는 그 이상의 기상 데이터를 기초로하여 평균기상자료를 작성할 수가 있다.

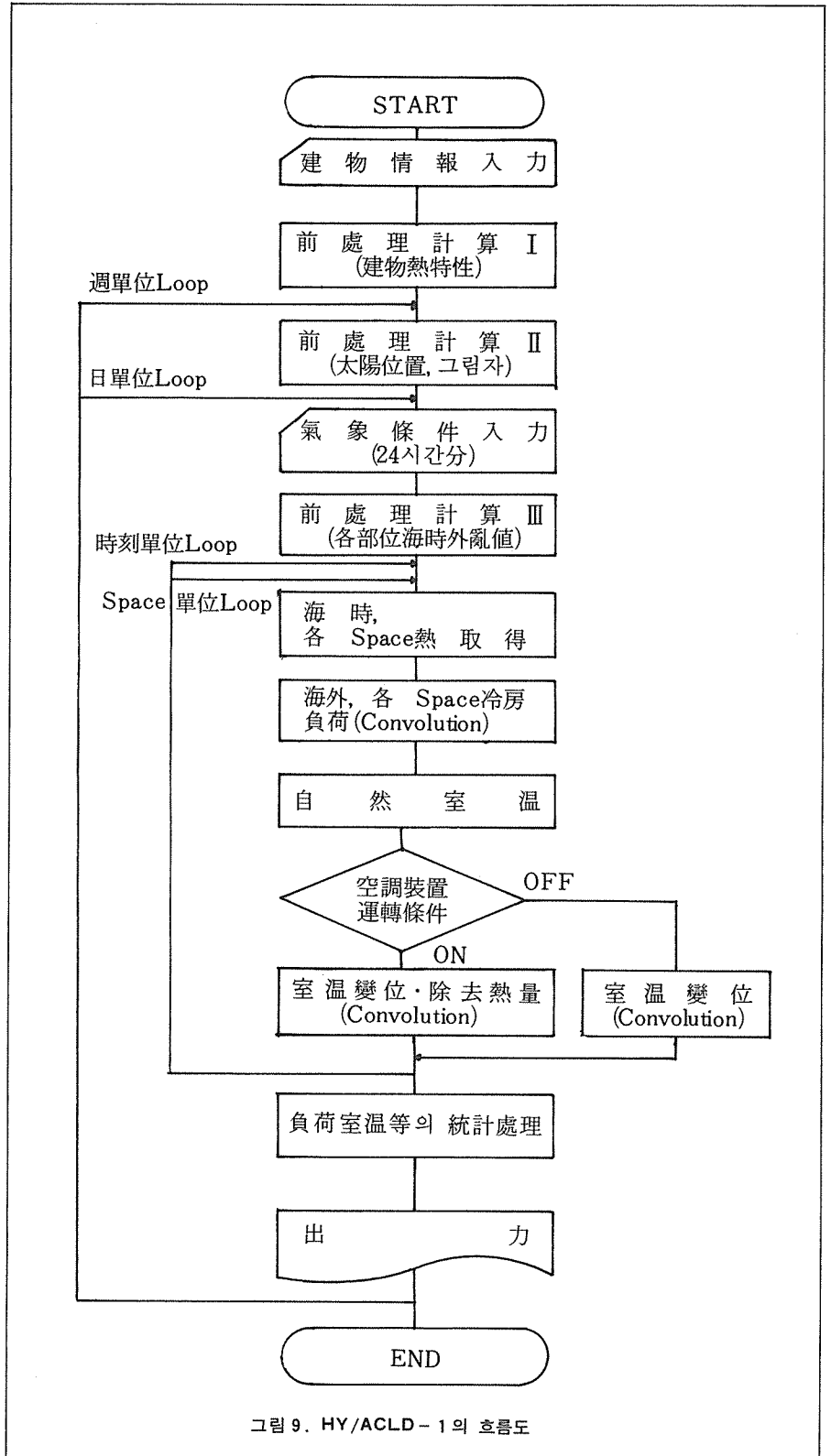


그림 9. HY/ACLD-1의 흐름도

동적열부하 계산은 캐나다 사람인 Stepherson과 Mitalas에 의해 창안된 response factor와 Weighting factor를 기초로 하여 구조체의 축열 영향까지 고려하고 있으며, 이것을 컴퓨터용 프로그램에는 미국의 에너지성(Department of Energy, DOE)이 개발한 「DOE-2」와 日本의 空氣調和 衛生工学会가 개발한 「HASP/ACLD/8001」

외에 다수가 있으며 우리나라에서 몇몇 연구기관에서 관심을 가지고 개발에 열중하고 있다. 필자 등은 「HASP/ACLD/8001」을 우리 실정에 맞게 수정하여 「HY/ACLD-1」을 개발하여 연구에 활용하고 있다.

그림 9는 「HY/ACLD-1」의 흐름도(flow chart)이다. 前處理計算 I, II, III은 뒤에 있는 Loop 계산의

맺는 말

건축의 공조설비를 중심으로 건축설비의 에너지 절약을 위하여 검토되어야 할 몇가지 사항에 대하여 개략적으로 서술하였다.

일반적인 건축물에서 공조설비의 에너지소비 비중은 매우 크므로 그것의 절약은 건축물에서의 에너지 절약을 의미한다고 하여도 지나칠 것이 없다.

우리 나라 공조설비의 기술 수준은 아직 에너지 절약면에서 그다지 높은 편이 되지 못하므로 관계자들이 깊은 이해를 가지고 많은 노력을 해야 할 것으로 생각되며 특히 에너지 소비 評價技法에 대하여서는 많은 연구를 거듭하여 定量的으로 에너지 소비를 평가하는 방안의 정립이 필요가 있다.

에너지 공급사정이 비교적 좋은 현시점이 에너지의 합리적 사용에 대한 연구를 蓄積시키기에는 적절한 시기인 것으로 생각된다.

参考文献

- 1) 日本建築学会 (1981) : 建築の省エネルギー計画, 東京, 彰国社
- 2) 日本建築設備士協會 (1980) : 建築設備の省エネルギー設計手法, 東京
- 3) 川之昭吾 外 (1981) : 建築設備の省エネルギー計画, 東京, 井上書院
- 4) 孫章烈, 安炳旭, 尹東源 : 事務所建物の断熱改修로 인한 에너지 消費節減效果에 관한 研究, 大韓建築学会誌, 28卷, 118号 (1984, 6), p. 63.
- 5) 孫章烈, 尹東源 : 아파트건물에서 주호의 위치, 단열, 창이 냉난방 부하에 미치는 영향에 관한 연구, Energy R & D, Vol 6, No. 2, ((1984), P. 112.

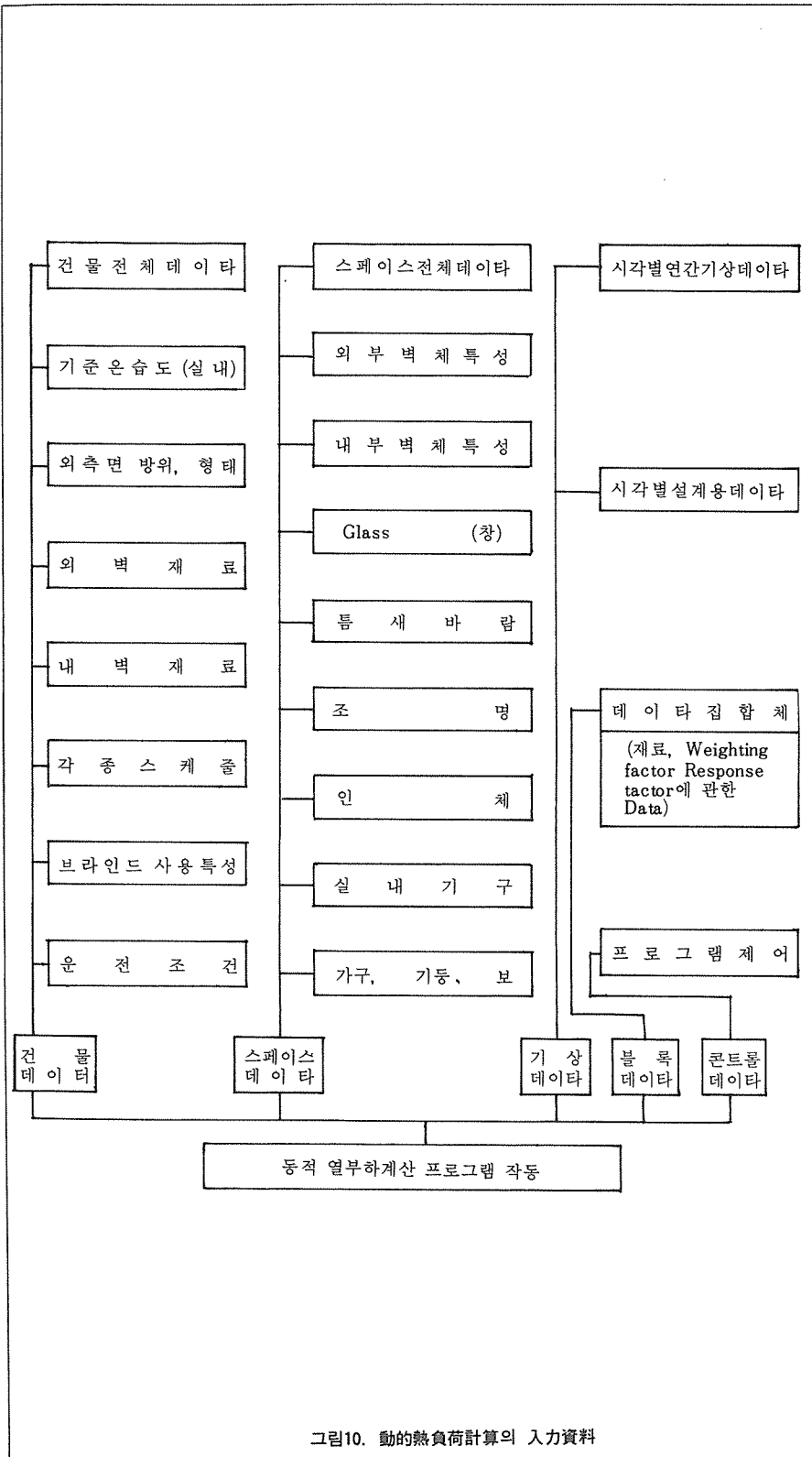


그림10. 動的熱負荷計算의 入力資料

演算량을 감소시키고 演算효과를 높이기 위한 것으로서 전처리계산 I은 건물의 열특성(response factor, weighting factor 등)을 산출하여 입력되는 각종 건물 정보를 판정하는 것으로 본 프로그램 중에서 가장 많은 스텝수를 가지고 있다. 전처리계산 II는 태양의 위치, 루-버 등에 의한 그림자의 계산을 실행하고 전처리계산 III에

서는 convolution積分이 가능한 시간마다의 外亂值를 작성하게 된다.

이 프로그램은 비정상 傳熱計算을 時系列(time series) 法으로 취급하고 각 요소마다의 부하를 계산하여 유효 필요精度를 유지하면서 연산시간을 단축시키고 있다.

그림 10에는 동적열부하 계산에 필요한 입력자료를 나타낸다.