

住居用 建物の 設計改善方案 研究(1)

朴相東 朴孝洵 尹龍鎮

Report/ A Study on the Energy Efficient
Design Methods in Residences
Park, Sang-Dong Park, Hyo-Soon Yoon, Yong-Jin

I. 序

에너지절약에 대한 관심이 날로 커짐에 따라 韓國動力資源研究所 建物研究院에서는 건물에서의 에너지소비 절약을 위한 연구를 지속적으로 수행하여 왔다. 주거용 건물의 에너지절약과 관련해서는 1980년 이래 농촌 표준형 단독주택의 에너지절약방안 제시('80)를 시작으로 기존 및 신축 단독주택('81,82), 집합주택의 부분난방('84) 및 개수방안 연구('85)를 하였으며 아울러 이들 연구를 뒷받침하기 위한 기상자료의 정리('81), 快適環境基準('82,84)을 설정하였다. 특히 신축주택과 관련된 연구로서 에너지절약형 시험주택을 동 연구소내에 건립('81)하여 단계별로 비거주난방조건('82), 비거주난방조건('83), 모의거주조건('84)하에서의 에너지소비 행태에 따른 실험 및 실측을 통해 에너지소요량 및 실내기후 환경 분석을 하였다. 본 연구는 이들 연구를 통해 도출된 결과들을 이용하여 주거용건물의 에너지 절약을 위한 수립하며 또한 에너지절약형 주거용건물의 모범설계도서를 작성함으로써 건축물의 설계자 및 건축주의 이해를 돕고 에너지절약형건물의 보급 확대를 위한 목적으로 수행한 것이다.

II. 建築과 에너지節約

1. 에너지 消費實態

1. 家庭·商業部門의 에너지消費量 推移

우리나라에서의 1976년 이래 에너지소비량을 부문별로 구분하면 [그림-1]과 같다. 모든 부문의 발전과 더불어 꾸준히 증가되어 온 에너지소비량은 1985년의 경우, 10년전인 1976년의 25.948 MTOE 에 비해 1.82배나 증가한 47.397 MTOE 를 기록하였다. 이 중 가정·상업부문의 에너지 소비량만을 보면 1976년의 10.815 MTOE 에 비해 17.831 MTOE 로 1.65배의 증가를 보여 전체 에너지 소비량의 증가에 비해 다소 낮으나 전체 에너지소비량의 37~40%를 차지하여 이 부문의 에너지소비량이 전체 에너지소비량에 미치는 영향이 대단히 큼을 알 수 있다. 한편, 외국의 에너지소비 構成比와 우리나라의 構成比를 비교하면 [그림-2]와 같다. [그림-2]에서 보는 바와 같이 일본의 경우는 민생부문의 에너지소비량이 약 26.8%로 타국에 비해 비교적 작은 편이나 전체 에너지사용량의 차이에도 불구하고 미국이나 유럽 각국의 경우는 35~40%로 우리나라와 같이 비율이 매우 큼을 알 수 있다.

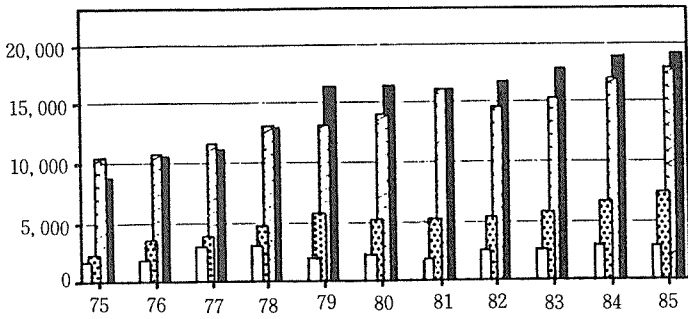
■ 필자약력

朴相東 : 韓國動力資源研究所
建物研究室長, 工学博士

朴孝洵 : 韓國動力資源研究所
建物研究室 先任研究員

尹龍鎮 : 韓國動力資源研究所
建物研究室 研究員

[단위 : 1,000TOE]

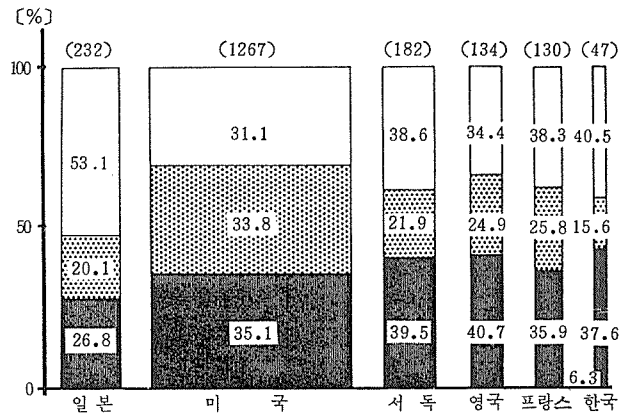


(그림-1) 年度別 需要部門別 에너지消費

공공·기타
수송
가정·상업
산업

*자료출처 : 동력자원부, 에너지통계연보, 1986

[단위 : %]



(그림-2) 主要國家別 에너지消費構成비(1982)
*()内는 石油환산 100萬t
**자료출처 : 通産資料調査會, '85省エネルギー總覽, 1984

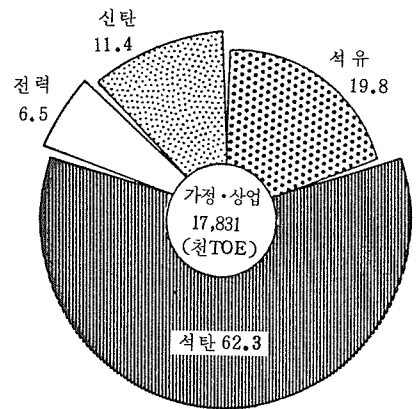
산업
수송
가정·상업
공공·기타

2. 에너지源別 消費率

가정·상업부분의 에너지소비량을 에너지원별로 구분하면 [그림-3]과 같다. 1985년의 총 에너지소비량은 17,831 MTOE 로 이 중 석탄이 차지하는 비율이 62.3%로 가장 높다. 석탄의 대량소비로 미루어 아직도 우리나라 주택의 주요난방수단이 연탄임을 짐작할 수 있다. 한편, 석유의 소비율은 19.8%이며 전력은 6.5%로 가장 작다.

특히 우리나라의 경우, 난방에너지가 75%로서 에너지사용량의 대부분을 차지하여 주택에서의 효율적인 에너지사용을 위해서는 난방과 관련된 에너지의 사용行態에 대해 큰 관심을 기울여야 할 것이다. 한편, 주택형태별 가구당 에너지소비량은 <표-1>과 같다. 주택의 형태를 단독주택, 중앙 및 개별난방아파트, 연립주택으로 구분하여 가구당 연간 에너지소비량을 비교하여 보면 단독주택의 경우, 연간 17,908.1×10³ Kcal 를 사용하였으며 에너지원별로는 연탄 84.2%, 석유류 4.5%, 가스 3.9%, 전력 5.5%, 신탄 1.8%(주로 농촌지역만 사용)의 소비구성을 나타내었다.

[단위 : %]



(그림-3) 에너지源別 消費率(1985년)

*資料出處 : 동력자원부, 에너지經濟研究院, 에너지 통계연보, 1986.

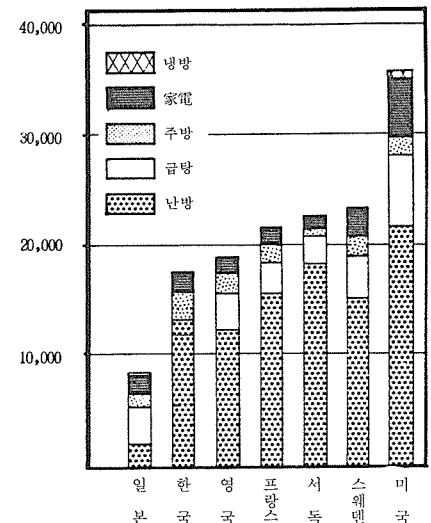
3. 住宅形態別 에너지消費量

1985년 한 해 동안의 우리나라 1 가구당 연간 에너지소비량은 17,961.6Mcal 이다. 이를, 통계년도('76~'79) 에 차이는 있으나 외국의 주택에너지소비량과 비교하면 [그림-4]와 같다. 이 중 일부 냉방에너지가 소비되는 국가도 있으나 그 비율은 극히 작은 편이다. 비교 대상국들은 대개가 온대성 기후대에 위치한 국가들로서 난방에 사용되는 에너지량의 비중이 크다. 일본의 경우('79)는 전체 에너지소비량도 작을 뿐 아니라 난방에너지 소비량도 무척 작다. 그러나 일본의 중부 이북, 북해도 등지의 난방에너지소비율은 타국의 그것과 비슷한 양상을 보여준다.

4. 에너지節約 目標

우리나라의 가정부분 에너지原單位는 1983년의 경우 가구당 1.45 TOE 이다. 이는 난방만이 아닌 취사 및 동력에너지를 모두 포함한 값이며 이를 참고로 설정한 가정부분 목표 에너지原單位는 <표-2>와 같다. <표-2>에 의하면 '86년도 목표 에너지原單位는 1.28 TOE 로 '83년 대비 약 5% 절감된 양이며 '91년에는 11% 절감된 1.29 TOE, 2001년에는 27% 절감된 1.06 TOE 를 목표로 하고 있다. 이 중 난방에너지 原單位만을 대상으로 하여 외국의 실정과 비교하면 <표-3>과 같다. 단독주택의

[Mcal / 세대·yr]



(그림-4) 家庭用 1세대당 年間 에너지消費量

*資料출처 : 通産資料調査會, '85省エネルギー總覽, 1984.

〈表-1〉住宅形態別 家口当 에너지消費量(年間)

[단위: 10³kcal]

에너지원 주택형태	합	계	연	탄	등	유	경	유	B-C유	프로판	도시가스	전	력	신	탄
단독주택	17,908.1	15,073.8	366.3	455.0	0.0	702.2	1.3	984.8	324.6						
중상난방아파트	20,887.9	0.0	0.0	142.1	17,793.1	30.9	1,431.8	1,489.9	0.0						
개별난방아파트	15,513.0	13,408.6	93.4	0.0	0.0	800.1	257.7	953.2	0.0						
연립주택	19,280.0	14,947.6	196.9	2,101.1	0.0	922.0	32.2	1,074.1	0.0						

*자료출처: 動資研, 1985년도 家計부문 에너지 常設 표본운영연구, 1985.

〈表-4〉에너지節約型 試驗住宅의 實測負荷計算 (서울기준)

理論暖房負荷 [Q: Kcal/h]	7,447.7	BLC = $\frac{24 \times Q}{\Delta t}$
B. L. C	5,603.3	
暖房基準度[°C]	18	
外氣平均度[°C]	-4.3	
室內平均度[°C]	5.3	
理論暖房度日 [°C·day]	223.2	
實測暖房度日 [°C·day]	127	

〈表-2〉家庭部門 目標 에너지 原單位

[TOE/가구]

年	1983	'86	'91	2001
原單位	1.45	1.38	1.29	1.06

*난방·취사·동력 포함

**자료출처: 에너지節約技術普及促進委員會 건물분과 회의자료, 1986.

〈表-3〉暖房 에너지 原單位

[Mcal/m²·yr]

建物類型	핀	란	드	프	랑	스	한	국
아	파	트	138.9	81.0	223.6			
單	獨	住	宅	135.2	108.6	248.4		

*자료출처: 에너지관리공단 建物에너지 關聯會議資料, 1986.

경우, 우리나라의 난방에너지原單位는 248.4[Mcal/m²·yr]로 핀란드 및 프랑스에 비해 1.8~2.3배나 크다. 한편 '81년도에 건립된 당 연구소의 에너지 절약형 시험주택(B형)의 실측 부하량은 〈표-4〉와 같다.²⁾ 서울지역의 暖房度日 3175[°C·day]를 기준으로 한 B형 시험주택의 단위면적당 난방부하량은 다음과 같이 계산한다.

$$Q = B.L.C \times H.D.D \times \frac{\text{實測 暖房度日}}{\text{理論 暖房度日}} \div \text{純面積} \dots (1)$$

여기서,
B.L.C: 年間暖房負荷係數 (Building Heating Loads Coefficient)
H.D.D: 暖房度日 (Heating Degree Day)

(1) 식에 의해 계산한 B형 시험주택의 난방부하는 99.2[Mcal/m²·yr]이다.

본 연구에서는 B형 시험주택의 난방부하를 기준으로 하여 에너지 절약형 주거용 건물의 설계목표를 설정하였다. 즉, 본

연구에서의 에너지 절약형 주택의 에너지소요량은 부하를 기준으로 '82년도 시험주택 실측부하량의 10% 절감량인 90[Mcal/m²·yr]를 목표로 하였다.

2. 建物の 에너지節約과 室內環境

건축물에서의 에너지 절약은 중요한 문제이다. 그러나 지나친 에너지 절약의 강조로 인한 실내 환경의 질 저하는 바람직하지 못하다. 예를 들어 換氣熱損失을 줄이기 위한 조치가 지나치면 환기 부족으로 인한 실내 공기의 오염이 우려되며 난방 에너지 소비 절약을 위한 난방 기준 온도 등의 하향 조정은 실내 거주자에게 熱的인 불쾌감을 일으키게 할 수 있다. 본 節에서는 우리나라의 전통적인 난방 방식인 바닥 輻射暖房과 관련된 열적 인 쾌적 조건들에 대해 설명한다.

1. 人體의 溫熱感

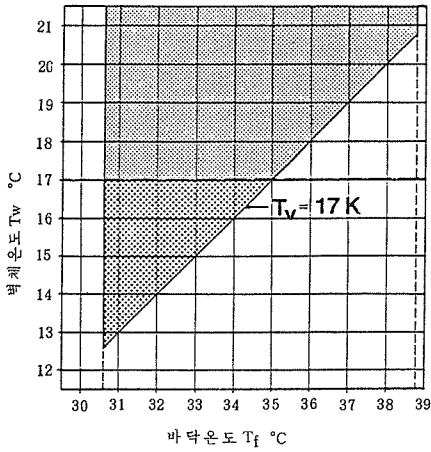
어떤 환경에서 인체의 쾌적을 위해 충족되어야 할 가장 중요한 점은 인체의 熱平衡이 이뤄져야 한다는 것이다. 즉 인체로부터의 발생열과

주위로의 손실 사이에 평형을 이뤄 적절한 체온, 피부 온을 유지시켜야 하는 것이다. 인체로부터의 열 방산의 경로 및 열 방산량의 비율은 환경의 상태에 따라 다르지만 대개 輻射, 對流, 傳導, 水分蒸發에 의해 일어나며 그 중 피부 표면에서의 방산이 약 88%를 차지한다. 또한 輻射에 의한 放散이 40%로 가장 크다. 인체의 쾌적에 영향을 미치는 주요 환경 요소로는 다음의 4가지를 들 수 있다.

- 氣 溫 (Ambient Air Temperature)
- 相對溫度 (Relative Humidity)
- 氣流速度 (Air Velocity)
- 輻射熱 (Heat Radiation)

이에 덧붙여 인체의 代謝量과 衣服着衣量이 고려되어야 한다. 이들 전체 요소들은 개별적으로 영향을 미치는 것이 아니기 때문에 이들의 영향을 종합적으로 평가해야 할 필요가 있다. 인간이 '쾌적하다'는 상태는 인체의 열 생산과 열 방산이 평형을 이룰 때이며 이 때를 熱的中性 (Thermal Neutrality) 상태라 하며 춥지도 덥지도 않은 상태를 일컫는다. 열 생산과 열 방산의 관계를 일반적인 열 평형식으로 표시하면 식(2)와 같다.

$$S = M - (\pm W) \pm E \pm R \pm C [Kcal/h] \dots (2)$$

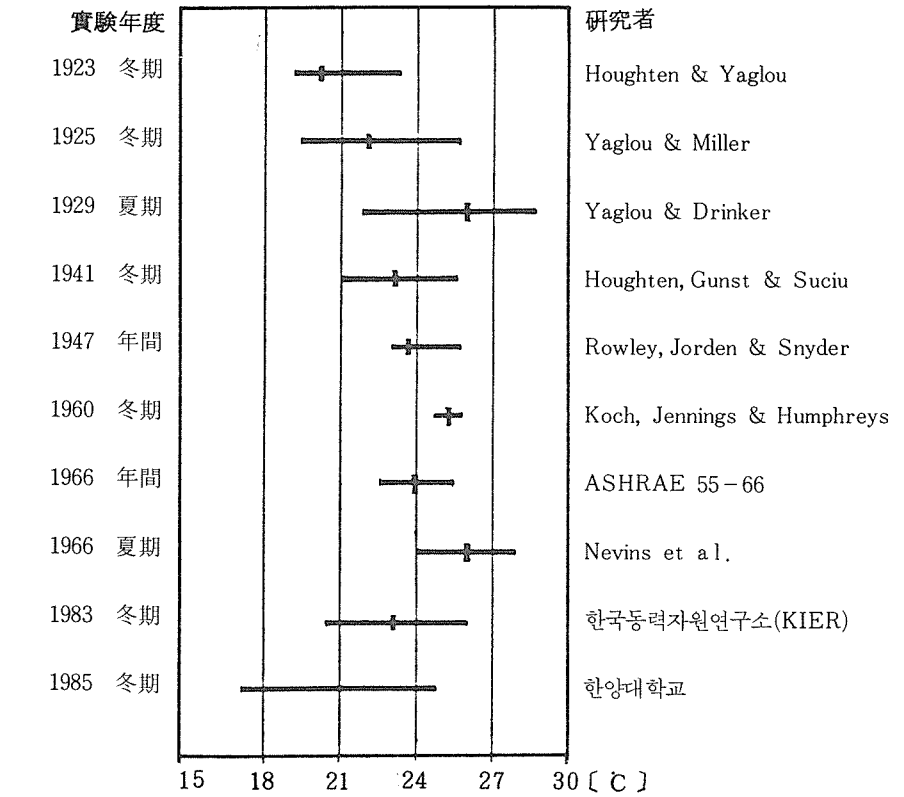


[그림-6] 壁體 및 바닥表面의 快適溫度範圍

여기서, S : 人體內에 축적된 熱量
[Kcal/h]
M : 代謝에 의한 發生熱量
[Kcal/h]
R : 輻射에 의한 顯熱交換量
[Kcal/h]
C : 傳導·對流에 의한 顯熱交換量
[Kcal/h]
E : 水分蒸發에 의한 熱損失量
[Kcal/h]
W : 일에 의한 發生熱量
[Kcal/h]

한편 대류난방이 아닌 온돌과 같은 복사난방공간이나 단열이 불량한 실내에서는 실내표면온도의 불균등으로 인해 국부불쾌감의 발생이 잦다. 국부불쾌감이란 신체의 일부분이 따뜻한 반면 다른 부위가 차갑기 때문에 발생하는 불쾌감으로 인체의 쾌적상태를 파악하는데 있어 전신쾌적감과 아울러 고려해야 할 사항이다. 이러한 국부불쾌감을 줄이기 위한 방법은 여러가지가 있으나 단열을 통해 실내표면온도차를 줄여주는 것도 한 방법이 될 수 있다. 국부불쾌감에 영향을 미치는 주요요소는 다음과 같다.

- 不均等 輻射場
- 對流에 의한 身體 一部分의 冷却(드래프트)
- 따뜻한거나 차가운 바닥의 접촉
- 氣溫의 垂直 分布差
- 不均等한 差應量



[그림-5] 乾球溫度에 의한 快適溫度範圍의 비교(HR ≈ 40%)

2. 快適環境範圍

실내환경의 상태를 나타내기 위해서는 앞서 언급한 온도, 습도, 기류, 복사열 등의 영향을 종합적으로 평가해야 한다. 이들을 요소로 하여 유효온도(ET), 수정유효온도(CET), 신유효온도(ET*), 작용온도(OT) 등이 평가척도로 이용되고 있으며 유럽에서는 합성온도(Resultant Temperature)가 이용되기도 한다. 乾球溫度만에 의해 설정한 쾌적범위는 [그림-5]와 같다. 쾌적범위는 물론 인간의 주관적 요소에 따라 달라지며 인종, 성별, 연령, 체격 등에 따라서도 차이가 있으나 각종 실험에 의한 통계적 처리에 의해 그 범위를 설정하게 된다. [그림-5]에 의하면 난방기의 쾌적온도범위는 1923년의 20°C에서 1966년에는 26.2°C로 높아졌음을 알 수 있으며 이는 새로운 난방기기의 개발, 보급 등 생활수준의 향상에 따른 현상으로 파악된다. 이와 같은 쾌적환경에 관한 연구는 근래 當 研究所를 비롯, 국내에서 활발하게 진행되고 있다. 한편, 溫水溫突暖房方式주택을

대상으로 온열환경요소의 측정 및 재실자의 반응을 조사하여 설정한 쾌적환경범위는 다음과 같다.

- 人體代謝量 1 Met, 衣服熱抵抗值 1.1 clo., 氣流速度 0.1 m/sec, 相對溫度가 30~40%일 때 室溫 17.5~24.5°C에서 溫熱中性感을 나타내며 이는 바닥輻射熱에 의한 영향으로서 對流暖房方式에서의 基準值보다도 下限값이 낮다.
- 適正바닥表面溫度의 範圍는 30.6~38.8°C로 外國의 立式生活方式에 의한 適正바닥表面溫度範圍에 비해 매우 높다.

[그림-6]은 위의 쾌적온도범위를 나타내는 것으로서 벽면과 바닥표면온도와와의 관계에 의한 쾌적온도범위(點線部)를 보여준다.

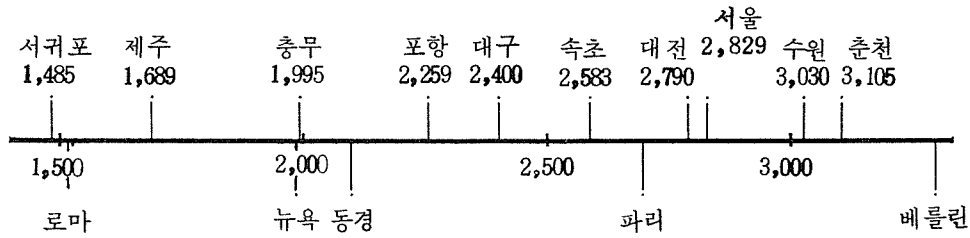
Ⅲ. 住居用建物の 에너지節約計劃

1. 에너지節約計劃의 概要

1. 에너지節約計劃의 樹立

일반적인 건축계획시 건축물의

[단위: °C·day]



[그림-7] 地域別 暖房度日

* 자료출처: 主要地域別 氣象資料, 動資研, 1983.

에너지절약계획 수립은 대개 다음 순서에 의한다. 먼저 주어진 계획조건에 의해 건물의 개략적인 기본안이 작성되면 유사한 건물로부터 에너지소비실태를 파악하여 에너지절약목표의 개략치를 정한다. 다음으로 에너지절약 Checklist에 의해 각 항목을 검토하여 필요 요소들을 선정, 이 결과를 건축기본안에 반영하며 또 이에 대응되는 설비시스템을 검토한다. 이로부터 열부하를 산출하고 각 에너지절약 시스템의 가격, 운전, 경상비를 예측, 평가한다. 부하계산 및 경제성분석에 의한 효과를 판단한 후에 건축, 설비면과 에너지절약 시스템의 조정을 거쳐 시공을 하게 된다.

2. 에너지節約計劃의 概要

건축물의 에너지절약방법의 원리로서 다음의 다섯 가지 기본사항을 들 수 있다.

첫째, 단열이나 일사차단등의 방법으로 부하가 되는 작용인자들의 작용을 경감시킨다.

둘째, 자연환기등 설비에 의한 도움이 없이도 가능한 작용인자들을 이용한다.

셋째, 高效率器機의 사용, 제어방법 및 설치조건에 효율화등, 건물내의 설비운전효율을 높인다.

넷째, 太陽熱, 地熱 등의 대체에너지를 이용한다.

다섯째로 실내기준온도를 하향 조정하는 등 요구수준을 저하시키는 방법들이 있다.

위의 방법들을 이용하여 건물의 에너지절약계획을 수립할 때에는 우선적으로 다음의 사항들에 대해 충분히 고려해야 한다.

- 에너지源別 利用方法
- 비슷한 조건의 對象建物에 대한 消費實態 파악, 예측
- 에너지節約方案에 의한 節約量과 初期投資額의 비교
- 設備器機, 建物の 耐用年數, 즉 Life Cycle Cost 등의 균형을 맞춰 計劃할 것

일반적으로 건물의 에너지절약을 계획할 경우에는 대상건물 공간의 환경을 설정조건에 맞도록 유지시키기 위해 필요한 소요에너지량을 비용효과 측면에서 보아 최적이 되도록 해야 한다. 이를 위해 열부하를 경감시키고 최소 운전에너지로 공간의 적정환경상태를 유지시키는 것이다. 이를 구체화시키기 위한 방안은 크게 建築的技法과 設備的技法으로 대별할 수 있다.

건축적인 에너지절약기법의 주요요소는 다음과 같다.

- 建物形狀
- 開口率
- 表面狀態
- 日射
- 建物方位
- 斷熱

또 설비적요소들로는 다음의 것들이 있다.

- 設備의 시스템 效率
- 器機效率
- 制御
- 自然 및 排에너지 利用
- 設定條件의 適否

그러나 실제로 위와 같은 조건들을 적용하기 위해서는 대상 건물별로 적용가능한 요소가 다양하기 때문에 각 요소별로 세밀한 구분이 필요하다. 효과적인 에너지절약방안을 수립하기 위해서는 대상건물의 소요에너지량을

예측하고 요소별 Checklist에 의한 검토를 하는 것이 좋다.

2. 住居用建物の 에너지節約方案

1. 우리나라의 氣候

가. 暖房度日

우리나라는 국토가 넓지 않기 때문에 본래는 각 지방별로 건축구조물의 熱貫流率 규제치를 별도로 구분치 않고 동일한 값을 적용하여 왔다. 그러나 [그림-7]에서와 같이 우리나라의 난방도일은 지역별로 1,485[°C·day]에서 3,105[°C·day]에 이르기까지 차가 많으며 동일한 熱貫流率 규제치를 적용할 경우, 그 난방부하의 심한 격차는 물론 규제치의 적정선에 대해서도 문제가 대두된다. 이런 이유로 當 研究室에서는 기후별지역구분에 의해 규제치를 달리 적용할 목적으로 연구를 수행하였으며 현행 건축법규에서는 편의상 제주 및 제주를 제외한 전 지역의 두 지역으로 구분하여 열관류율 규제치를 적용하고 있다.

나. 溫度와 濕度

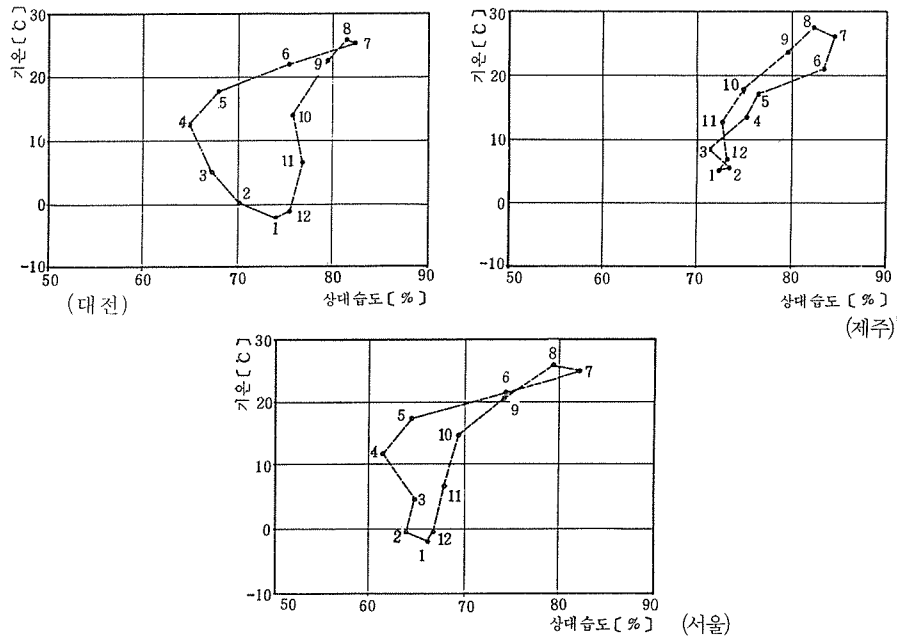
온도와 습도는 어느 지역의 기후를 특징적으로 나타내주며 온도와 습도를 동시에 파악하기 위한 방법으로는 氣溫度가 이용된다. [그림-8]은 기후지역별로 대표적 도시인 서울, 대전, 제주의 氣溫度이다. 이를 이용하면 연간 지역별 온도 및 습도의 월별 변화를 쉽게 알 수 있으며 우리나라의 기후는 대체로 다습함을 알 수 있다.

〈表-5〉 主要地域別 年平均 水平面 日射量

地 域	日射量[cal/cm ² ·day]	地 域	日射量[cal/cm ² ·day]
대관령	239.8	청 주	206.3
춘 천	293.6	충 주	236.8
강 릉	202.8	아 산	273.6
서 울	268.3	유 성	278.8
인 천	224.4	정 음	182.7
수 원	287.9	남 원	234.0
울 진	232.6	광 주	271.9
문 경	211.3	목 포	290.2
산 청	203.4	승 주	311.5
진 주	287.3	제 주	282.2

다. 日射

일사는 여름철의 냉방부하를 증대시키나 겨울철에는 난방부하를 경감시키는 등 건축물의 에너지절약에 중요한 요소가 된다. 일사량에 영향을 미치는 요소로는 그 지역의 위도, 대기의 청정도 등 여러가지가 있으며 월별, 지역별, 방위별로도 차이가 크다. 〈표-5〉는 주요지역의 연평균 수평면일사량을 나타낸 것이다. 우리나라의 경우 작게는 정읍의 182.7[cal/cm².day]로 부터 크게는 승주의 311.5[cal/cm².day]까지 많은 차가 있으며 계절별로는 여름철의 일사량이 많아 겨울철의 2~3배에 달하기도 한다.

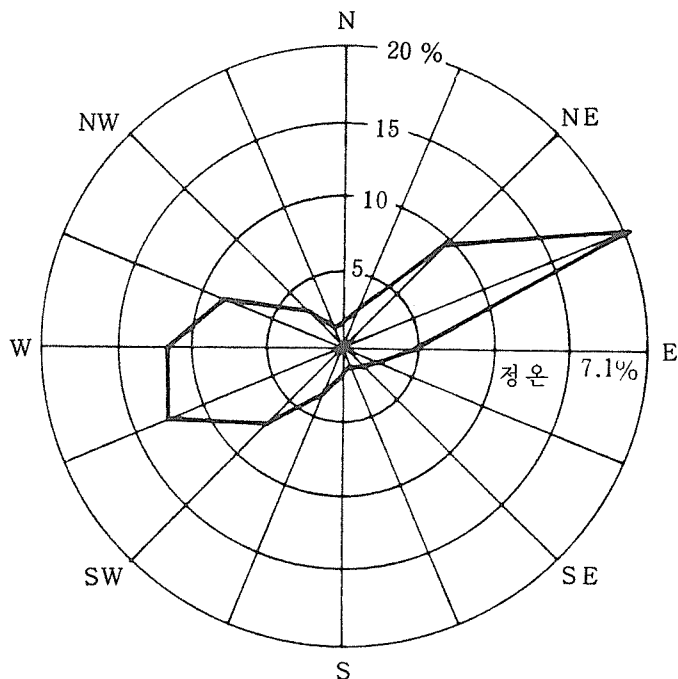


〔그림-8〕 地域別 気湿度

라. 바람

풍향, 풍속은 건물의 통풍계획, 출입구방향, 배기구의 위치결정등 건축계획시 고려해야 할 주요요소의 하나이다.

어느 지역의 풍향을 쉽게 파악하기 위해서는 계절별로 풍향에 따른 빈도를 나타내는 風配圖를 이용하는 것이 효과적이다. [그림-9]는 여름철 서울지역의 10년간에 걸친 풍향의 평균빈도를 나타낸 것이다. 이로 미루어 서울지역의 主風向은 WSW 와 ENE 임을 알 수 있으며 여름철 통풍효과를 얻기 위한 건물개구부 및 수목의 배치등에 이용할 수 있다.



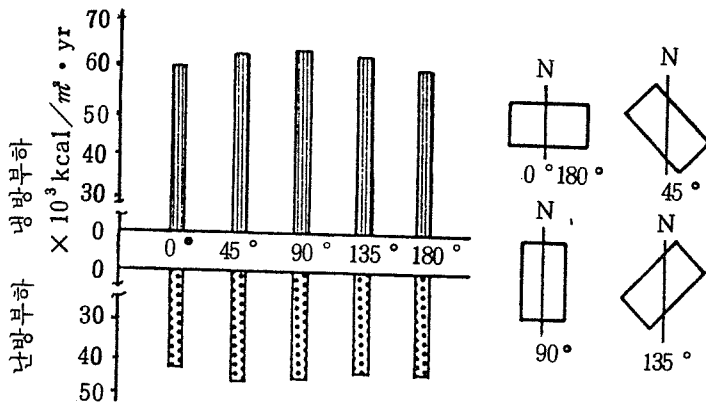
〔그림-9〕 夏季(6~9月) 서울 地方의 風配圖(1971~80年)

2. 建築計劃

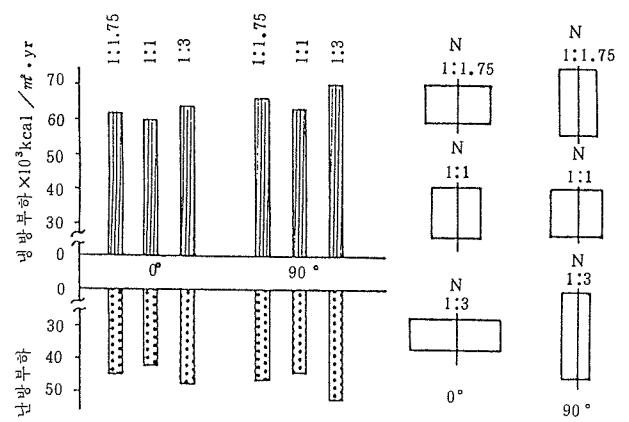
가. 垜地

건물의 외부공간과 관련하여 고려해야 할 에너지절약대책으로는

- 建物에 入射하는 日射調節



(그림-10) 建物方位와 年間積算 冷房暖負荷



(그림-11) 建物形状과 年間積算 冷房暖負荷

- 地表面 등에 의한 反射調節
 - 通風調節
 - 防風
- 등이 있다. 이들에 대한 구체적인 대책을 마련하기 위해서는 기상조건이나 부지조건들을 파악하여 설계에 충분히 반영해야 한다.

- 부지 지표면의 반사율이 낮은 것이 좋다. 건물이 놓여지는 부분외의 부지는 잔디나 콘크리트, 벽돌, 자갈 등으로 처리된다. 벽돌이나 콘크리트 등 일반 재료의 반사율은 대개 10% 전후이다. 이러한 지표면의 반사율이 높을 경우에는 여름철에는 냉방부하를 증가시키게 되며 또한 Glare 현상을 일으킨다.
- 흙, 地中溫의 日變化 및 年變化는 기온의 변화에 비해 매우 안정된 편이다. 건물을 지중에 매설할 경우에는 이러한 지중온의 특성으로 에너지소비량을 많이 줄일 수 있다.
- 식물, 즉 수목이나 잔디밭, 담쟁이덩굴 등은 부지의 에너지효과 조절에 좋은 재료이다. 이들을 이용하면 기온, 습도의 완화, 日射調節, 방풍대책외에 심리적 효과, 소음방지, 먼지의 취입 방지 등의 효과도 거둘 수 있다. 그러나 이는 대상 식물의 양과 질에 따라 차가 많기 때문에 그에 따르는 효과를 충분히 검토해야 한다. 즉 대상 식물의 크기, 높이,

형태, 밀도 등에 대한 검토가 필요하다.

- 건물 주변에 수목이나 화단을 적절히 배치하면 통풍 및 방풍효과를 얻을 수 있다. 그러나 배치가 나쁠 경우에는 오히려 통풍을 방해할 수가 있기 때문에 수목 배치에 따른 통풍경로에 대한 고려가 필요하다. 이 외에 잎이 많은 나무를 건물벽체에 인접하여 배치할 경우에는 나무와 벽사이에서 공기가 정체되어 외벽표면의 대류열전달율이 작아지게 된다.

나. 方位, 配置計劃
일반적으로 건물의 Facade의 방위에 따라 건물의 부하량에도 차가 난다. [그림-10]은 건물의 방위에 따른 연간 적산냉난방부하를 나타낸 것이다. Facade의 방위가 南北일 경우의 부하량이 가장 작으며 東西일 경우가 가장 크다. 이는 최대부하시에도 마찬가지로 여름철의 태양은 고도가 높기 때문에 상대적으로 南側의 실내로는 太陽射入量이 작은 반면 東西側(日出, 日沒)의 고도는 낮아서 부하가 커질 수 있다. 반면 겨울철은 태양고도가 낮아서 입사량이 많아져 南側의 난방부하를 줄여준다. 그리고 건물에 비해 대지에 여유가 있을 경우에는 건물을 北側에 배치하여 南面 대지를 충분히 활용할 수 있도록 하되 지면으로부터의 반사, 인접 건물로부터의 반사, Glare 등을 고려해야 한다.

다. 形狀
건물 내부와 외기와의 열교환은 대부분 건물 외피를 통해 이뤄지기 때문에 건물의 형상과 관련, 에너지를 절약하기 위해서는 가능한 한 외피면적을 줄이는 것이 가장 좋은 방법이다. 건물의 면적이 동일할 경우, 건물형상에 따른 장단변비 변화에 의한 연간부하량의 변화는 [그림-11]과 같다. 이 경우 건물방위에 관계없이 長短邊比가 1:1일 경우(正方形)의 부하량이 가장 작다. 그러나 이는 벽체에 대한 창면적비가 40%에 해당할 정도로 큰 경우이며 건물이 남향일 경우, 대체로 長短邊比가 1:1로부터 1:1.5일 경우가 적정하다.

라. 平面計劃
건물과 외기와의 열교환은 대부분이 건물외피를 통해 이뤄지기 때문에 건물외피의 열능성이 중요시되지만 평면계획이나 단면계획도 에너지소비에 큰 영향을 미친다. 평면계획시에는 가능한한 자연채광을 적극 활용할 수 있도록 하는 것이 좋다. 특히 열환경의 질이 문제가 되지 않는 실은 건물부하에 비취 불리한 위치(北側, 外周部 등)에 배치시킨다. 이런 배치로 자연채광을 소요실에서 적절히 이용할 수 있으며 또한 외기차단을 위한 열적완충공간의 역할도 한다. 이 때 이러한 室들은 結露防止에 주의해야 한다. 출입구를 통한 열손실도 건물부하에 큰 비중을 차지한다. 출입구를 통한 열손실을 줄이기 위해서는 출입구의

〈表-6〉地域別 Ko의 값

地 域	Ko[kcal/m ² h ² °C]
I	0.637
II	0.771
III	1.150

〈表-7〉地域区分에 따른 建物部位別 Ka값 [kcal/m²h²°C]

地 域	I	II	III
開口部	2.86	3.12	5.80
壁	0.44	0.57	0.70
지붕	0.33	0.43	0.52
바닥	0.55	0.67	1.00

위치 선정시 풍향을 고려하여 바람의 영향을 가급적 줄이도록 하되 前室의 설치로 방풍을 해 주면 좋다. 특히 건물 내부측에 熱源室을 배치하면 굴뚝을 통한 열손실도 줄일 수 있다.

마. 外皮計劃

앞서 언급한 바와 같이 외피는 건물의 열성능에 가장 큰 영향을 미치는 부위이다. 당연구실에서는 1983년, 유관 단체와 공동으로 건물에너지절약과 관련하여 '建物の部位別 性能 및 設備基準(案)'을 작성한 바 있으며 여기서는 이 중의 '建物外皮'項에 대해 설명한다. '建物外皮의 性能基準(案)'은 에너지절약을 위한 건물외피구조의 최저 조건을 제공하기 위한 것으로 '84년도에 1차 개정된 바 있다.³⁾

1) 一般事項

건물설계시에는 이 기준 외에도 건물의 위도, 경도, 건물이 위치한 장소의 고도, 형태, 건물의 길이와 폭의 비, 건물면적에 대한 층수, 건물의 열용량, 건물외부의 색, 인접구조물, 주위의 표면 또는 식물에 의한 음영과 반사등의 건물에 관한 조건과 외기의 대기압, 풍속, 풍향, 시간별 태양일사등을 고려함이 좋다. 난방되는 모든 건물은 여러 요소가 규정된 열적성능을 만족하도록 건축되어야 한다. 지붕과 천정, 벽, 開口部, 바닥 등에 대해 임의의 K 값을 사용하여 계산한 외피 전체에 대한 Ko 값을 초과하지 않는다면 本基準(案)의 해당지역의 각 부위별 성능기준의 Ka 값에 제한받지 않는다.

$$K_o \geq K, K = \frac{\sum K_i A_i}{\sum A_i}$$

여기서, A_i : 各 部位面積 [m²]
 K_i : 各 部位의 平均熱貫流率 [kcal/m²h²°C]
 K : 建物外皮 전체의 熱貫流率 [kcal/m²h²°C]
 K_o : 各 地域別 總平均貫流率 基準값 [kcal/m²h²°C]

한편, 겨울철의 난방기준온도는 18°C로 한다.

2) 部位別 性能基準

신축건물의 각 부위별 평균열관류율(Ka)은 다음 〈표-7〉에 표기된 해당 지역의 부위별 열관류율 이하가 되도록 해야 한다.

주거용건물 중 화장실, 현관, 계단실, 복도(통로 포함)등은 제외한다.

① 벽

어떤 지역의 난방되는 건물의 벽은 〈표-7〉에 의한 해당 지역의 열관류율 이하가 되도록 해야 한다. 단 2종류 이상의 벽이 사용되는 경우에는 다음 식에 의한다.

$$K_w = \frac{K_{w1} A_{w1} + K_{w2} A_{w2} + \dots}{A_w}$$

여기서, K_w : 壁의 平均熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_w : 壁面積中 開口部の面積(窓 및 門)을 제외한 純壁面積 [m²]
 K_{wn} : 壁 n의 熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_{wn} : 壁 n의 面積 [m²]

② 지붕과 천정

어떤 지역의 난방되는 건물의 지붕과 천정은 〈표-7〉에 의한 해당지역의 열관류율 이하가 되도록 해야 한다. 지붕과 천정은 일체화된 구조로 간주한다. 단 2종류 이상의 지붕과 천정에 사용되는 경우에는 다음 식에 의한다.

$$K_c = \frac{K_{c1} \cdot A_{c1} + K_{c2} \cdot A_{c2} + \dots}{A_c}$$

여기서, K_c : 天井의 平均熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_c : 天井의 面積 [m²]
 K_{cn} : 天井 n의 熱貫流率

$$[Kcal/m^2 h^2 \text{ } ^\circ C]$$

A_{cn} : 天井의 面積 [m²]

③ 開口部

어떤 지역의 난방되는 건물의 개구부는 〈표-7〉에 의한 해당 지역의 열관류율 이하가 되도록 해야 한다. 다음 식은 K 값을 충족시키도록 창 및 문의 열관류율을 결정하는데 사용한다.

$$K_p = \frac{K_f \cdot A_f + K_d \cdot A_d}{A_p}$$

여기서, K_p : 開口部の 平均熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_p : 開口部の 全面積 [m²]
 K_f : 창문의 熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_f : 창문의 面積 [m²]
 K_d : 문의 熱貫流率 [Kcal/m²h²°C]
 A_d : 문의 面積 [m²]

단, 2종류 이상의 문과 창일 경우에는 다음 식에 의한다.

$$K_p = \frac{K_{f1} \cdot A_{f1} + K_{f2} \cdot A_{f2} + K_{d1} \cdot A_{d1} + K_{d2} \cdot A_{d2} + \dots}{A_p}$$

④ 바닥

어떤 지역의 난방하는 건물의 바닥은 〈표-7〉에 의한 해당 지역의 열관류율 이하가 되도록 해야 한다.

〈다음호에 계속〉

□ 주

- 1) 朴相東外, 에너지節約型 住宅研究 및 建設, 韓國動力資源研究所, 1981.
- 2) · 앞의 책, p. 227
 · 朴相東外, 新築住宅의 에너지節約研究, 韓國動力資源研究所, 1982, pp. 116 ~ 118.
- 3) 高層建物の 設計基準 및 評價技法開發研究(III), 韓國動力資源研究所, 1984, 참조.