주거용건물의 에너지절약 계획

본고는 한국동력자원연구소에서 「주거용 건물의 설계 개선방안」에 관한 연구보고서 중 「주거용건물의 에너지절약 계획」을 발췌, 3회에 걸쳐 연재키로 한다. (편집자 주)

에너지절약계획의 개요

1. 에너지절약계획의 수립

일반적인 건축물의 에너지절약계획 수립 순서는 〈표-1〉과 같다. 먼저 주어진 계획 조건에 의해 건물의 개략적인 기본안이 작성되면 유사한 건물로부터 에너지 소비실태를 파악하여 에너지절약목표의 개략치를 정한다. 다음으로 에너지절약 체크리스트에 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. 에너지절약계획의 개요

건축물의 에너지절약방법의 원리로서 다음의 다섯가지 기본사항을 들 수 있다.

첫째, 단열이나 일사차단 등의 방법으로 부하가 되는 작용인자들의 작용을 경감시킨다.

둘째, 자연환기등 설비에 의한 도움이 없이도 가능한 작용인자들을 이용한다.

세째, 고효율기기의 사용, 제어방법 및 설치조건의 효율화등, 건물내의 설비운전효율을 높인다.

넷째, 태양열, 지열등의 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.

- 에너지원별 이용방법
- 비슷한 조건의 대상건물에 대한 소비실태 파악, 예측
- 에너지절약 방안에 의한 절약량과 초기투자액의 비교
- 설비기기, 건물의 내용년수, 즉 라이프 싸이클 코스트 등의 균형을 맞춰 계획할 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 운전 에너지로 공간의 적정 환경상태를 유지시키는 것이다. 이를 구체화시키기 위한 방안은 크게 건축적기법과 설비적기법으로 대별할 수 있다.

건축적인 에너지절약기법의 주요요소는 건물형상, 표면상태, 건물방위, 개구율, 일사, 단열 등이다.

또 설비적요소들로는 설비의 시스템 효율, 기기 효율, 제어, 자연 및 배에너지 이용, 설정조건의 적부 등이 있다.

그러나 실제로 위와 같은 조건들을 적용하기 위해서는 대상 건물별로 적용 가능한 요소가 다양하기 때문에 각 요소별로 세밀한 구분이 필요하다. 효과적인 에너지절약방안을 수립하기 위해서는 대상건물의 소요에너지量을 예측하고 요소별 체크리스트에 의한 검토를 하는 것이 좋다.

주거용건물의 에너지절약방안

1. 우리나라의 기후

가. 난방도일

우리나라는 국토가 넓지 않기 때문에 본래는 각 지방별로 건축구조물의 열관류율 규제치를 별도로 구분치 않고 동일한 값을 적용하여 왔다. 그러나 〈그림 1〉에서와 같이 우리나라의 난방도일은 지역별로 1,485[℃ · day]에서 3,105[℃ · day]에 이르기까지 차가 많으며 동일한 열관류율 규제치를 적용할 경우, 그 난방부하의 심한 격차는 물론 규제치의 적정선에 대해서도 문제가 대두된다. 이런 이유로 당연구실에서는 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. 온도와 습도

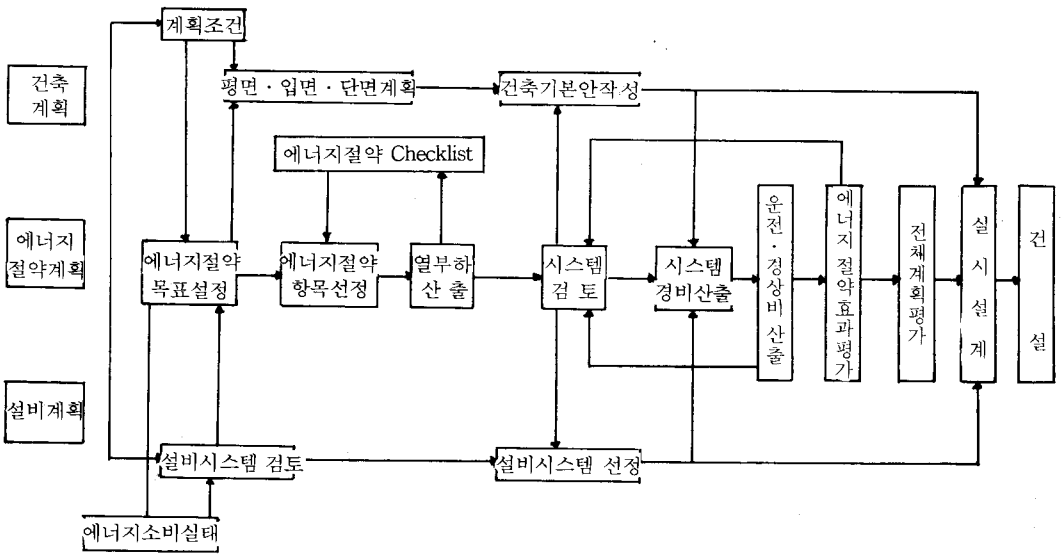
온도와 습도는 어느 지역의 기후를 특징적으로 나타내주며 온도와 습도를 동시에 파악하기 위한 방법으로는 기습도가 이용된다.

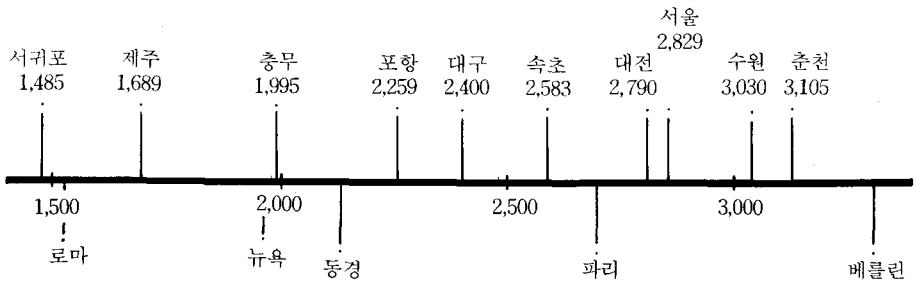
[그림 2]는 기후지역별로 대표적인 도시인 서울, 대전, 제주의 기습도이다. 이를 이용하면 연간 지역별 온도 및 습도의 월별 변화를 쉽게 알 수 있으며 우리나라의 기후는 여름철에 고온임은 물론 습도가 높음을 알 수 있다.

다. 일사

일사는 여름철의 냉방부하를 증대시키나 겨울철에는 난방부하를 경감시키는 등 건축물의 에너지절약에 중요한 요소가 된다. 일사량에 영향을 미치는 요소로는 그 지역의 위도, 대기의 청정도등 여러가지가 있으며 월별, 지역별, 방위별로도 차이가 크다. 〈표 2〉는 주요지역의 년평균 수평균 일사량을 나타낸 것이다. 우리나라

〈표 1〉 에너지절약계획 수립순서



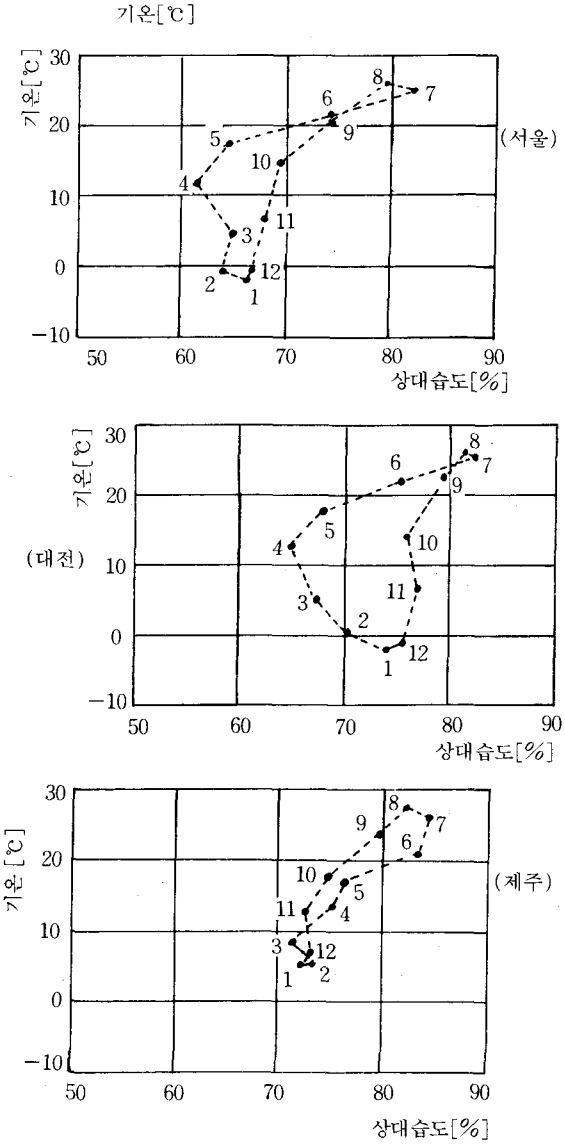


[단위:℃ · day]

〈그림 1〉 지역별 난방도일

※ 자료출처:주요지역별 기상자료, 동자구, 1983

〈그림 2〉 지역별 기습도



의 경우 작게는 정읍의 182.7[cal / ㎠ · day]로부터 크게는 승주의 311.5[cal / ㎠ · day]까지 많은 차가 있다. 계절별로는 여름철의 일사량이 많아 겨울철의 2~3배에 달하기도 한다.

〈표 2〉 주요지역별 연평균 수평면 일사량

지 역	일사량[cal/㎠·day]	지 역	일사량[cal/㎠·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 읍	182.7
수 원	287.9	담 원	234.0
울 진	232.6	광 주	271.9
문 경	211.5	목 포	290.2
산 청	203.4	승 주	311.5
진 주	287.3	제 주	282.2

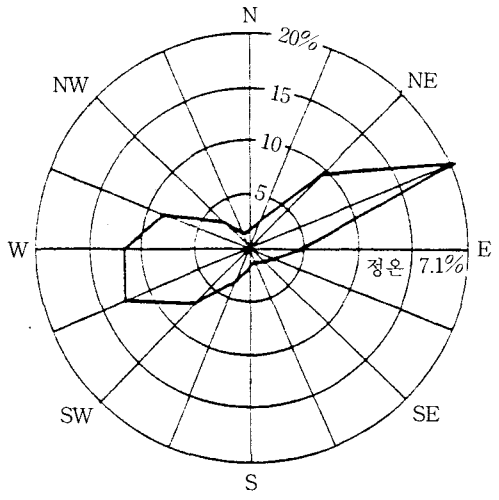
라. 바람

풍향, 풍속은 건물의 통풍계획, 출입구방향, 배기구의 위치결정 등 건축계획시 고려해야 할 주요요소의 하나이다. 어느 지역의 풍향을 쉽게 파악하기 위해서는 계절별로 풍향에 따른 빈도를 나타내는 풍배도를 이용하는 것이 효과적이다. 〈그림 3〉는 여름철 서울지방의 10년간에 걸친 풍향의 평균빈도를 나타낸 것이다. 이로 미루어 서울 지방의 주풍향은 WSW와 ENE임을 알 수 있으며 여름철 통풍효과를 기 위한 건물개구부 및 수목의 배치 등에 이용할 수 있다.

2. 건축계획

가. 대지

건물의 외부공간과 관련하여 고려해야 할 에



〈그림 3〉 하계(6~9월) 서울 지방의 풍배도(1971~80 년)

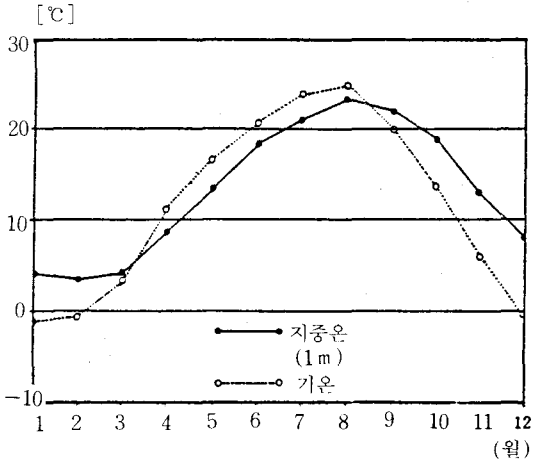
너지절약 대책으로는 건물에 입사하는 일사조절, 지표면 등에 의한 반사조절, 통풍조절, 방풍 등이 있다. 이들에 대한 구체적인 대책을 마련하기 위해서는 기상조건이나 부지 조건들을 파악하여 설계에 충분히 반영해야 한다.

〈표 3〉 각종 표면의 반사율

표 면	반사율
방금내린 눈	60~90
눈 또는 얼음	46~86
초 지	14~37
밭	3~25
검은색 흙	8~11
사 막	21~28
마른 모래	18
젖은 모래	9
삼 림	3~10
흑색 비금속표면(아스팔트, 슬레이트, 페인트, 종이)	2~15
빨간기와, 빨간타일, 콘크리트, 돌, 완색페인트	20~35
황색의 거친면을 가진 기와, 돌	30~50
연마하지 않은 황동, 동, 알루미늄	35~60
황색계통의 크림색기와, 타일, 페인트, 종이, 플라스틱, 표면이 매끈한 황동, 동	70~50
표면이 매끈한 알루미늄	60~90

부지 지표면의 반사율이 낮은 것이 좋다. 건물이 놓여지는 부분외의 부지는 잔디나 콘크리트, 벽돌, 자갈 등으로 처리된다. 벽돌이나 콘크리트 등 일반 재료의 반사율은 10~50%, 녹색의 잎은 대개 10% 전후이다. 이러한 지표면의 반사율이 높을 경우에는 여름철에는 냉방부하를 증가시키게 되며 또한 glare 현상을 일으킨다. 각종 재료 표면의 반사율은 〈표 3〉과 같다.

흙, 지중온의 일변화 및 연변화는 기온의 변화에 비해 매우 안정된 편이다. 건물을 지중에 매설할 경우에는 이러한 지중온의 특성으로 인해 에너지소비량을 많이 줄일 수 있다. 〈그림 4〉은 서울 지역의 년중 월평균 기온과 지중 1 m 에서의 지중온 변화를 비교한 것이다. 년중을 통해 평균지중온도는 영하로 떨어짐이 없이 최대 · 최저온도 간의 차가 기온차에 비해 훨씬 작다.



〈그림 4〉 서울지역 지중온 · 기온의 연변화

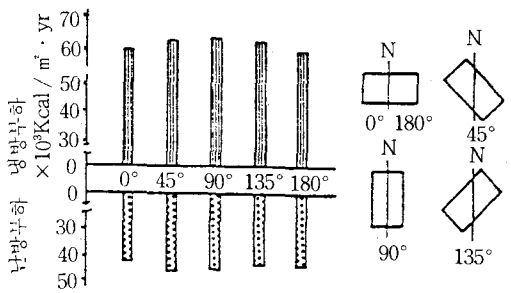
식물, 즉 수목이나 잔디밭, 담쟁이 덩쿨 등은 부지의 에너지 효과 조절에 좋은 재료이다. 이들을 이용하면 기온, 습도의 완화, 일사조절, 방풍대책 외에 심리적 효과, 소음방지, 먼지의 실내취입 방지 등의 효과도 거둘 수 있다. 그러나 이는 대상 식물의 양과 질에 따라 차가 많기 때문에 그에 따르는 효과를 충분히 검토하여야 한다. 즉 대상 식물의 크기 높이, 형태, 밀도 등에 대한 검토가 필요하다.

건물 주변에 수목이나 화단을 적절히 배치하면 통풍 및 방풍 효과를 얻을 수 있다. 그러나 배치가 나쁠 경우에는 오히려 통풍을 방해할 수가 있기 때문에 수목 배치에 따른 통풍 경로

에 대한 고려가 필요하다. 이 외에 잎이 많은 나무를 건물의 벽체에 인접하여 배치할 경우에는 나무와 벽 사이에서 공기가 정체되어 외벽표면의 대류열전달율이 작아지게 된다. 이 때문에 겨울철 벽체를 통한 열손실을 줄이기 위해서는 잎이 많은 상록수를 건물에 접해 심는 것도 좋은 수단이 될 수 있다.

나. 방위, 배치계획

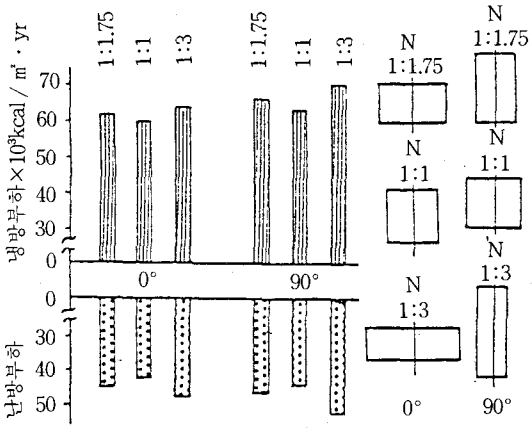
일반적으로 건물의 facade의 방위에 따라 건물의 부하량에도 차가 난다. 〈그림 5〉는 건물의 방위에 따른 연간 적산냉난방부하를 나타낸 것이다. facade의 방위가 남북일 경우의 부하량이 가장 작으며 동서일 경우가 가장 크다. 이는 최대부하시에도 마찬가지로 여름철의 태양은 고도가 높기 때문에 상대적으로 남측의 실내로는 태양사입량이 작은 반면 동서측(일출, 일몰)의 고도는 낮아서 부하가 커질 수 있다. 반면 겨울철에는 태양고도가 낮아서 입사량이 많아져 남측의 난방부하를 줄여준다. 그리고 건물에 비해 대지에 여유가 있을 경우에는 건물을 북측에 배치하여 남면 대지를 충분히 활용할 수 있도록 하되 지면으로부터의 반사, 인접 건물로부터의 반사, glare 등을 고려하여야 한다.



〈그림 5〉 건물방위와 연간적산 냉난방부하

다. 형상

건물 내부와 외기와의 열교환은 대부분 건물외피를 통해 이뤄지기 때문에 건물의 형상과 관련, 에너지를 절약하기 위해서는 가능한 한 외피면적을 줄이는 것이 가장 좋은 방법이다. 건물의 면적이 동일할 경우, 건물형상에 따른 장단변비의 변화에 의한 연간 부하량의 변화는 〈그림 6〉과 같다. 이 경우 건물의 방위에 관계없이 장단변비가 1:1일 경우(正方形)의 부하량이 가장 작다. 그러나 이는 벽체에 대한 창면적비가 40%에 해당할 정도로 큰 경우이며 건물이 남향이 경우, 대체로 장단변비가 1:1로부터 1:1.5일 경우가 적정하다.



〈그림 6〉 건물형상과 연간적산 냉난방부하

라. 평면계획

건물과 외기와의 열교환은 대부분이 건물외피를 통해 이뤄지기 때문에 건물외피의 열성능이 중요시되지만 평면계획이나 단면계획도 에너지소비에 큰 영향을 미친다. 평면계획시에는 가능한 한 자연채광을 적극 활용할 수 있도록 하는 것이 좋다. 특히 열환경의 질이 문제가 되지 않는 실은 건물부하에 비춰 불리한 위치(북측, 외주부등)에 배치시킨다. 이런 배치 형태로 자연채광을 소요실에서 적절히 이용할 수 있으며 또한 외기차단을 위한 열적완형공간의 역할도 한다. 이때 이러한 실들은 결로방지에 주의해야 한다.

출입구를 통한 열손실도 건물부하에 큰 비중을 차지한다. 출입구를 통한 열손실을 줄이기 위해서는 출입구의 위치 선정시 풍향을 고려하여 바람의 영향을 가급적 줄이도록 하되 전실의 설치로 방풍을 해 주면 좋다. 특히 건물 내부측에 열원실을 배치하면 굴뚝을 통한 열손실도 줄일 수 있다.

〈다음호에 계속〉