

건물의 에너지 소비량 해석 및 경제성 평가기법에 관한 연구 VI

글/한국건설 기술연구원 설비연구실

7. 계수변화에 따른 에너지 소비량의 변화

1. 계수변화방법

본 장에서는 3장에서 5장까지의 연간부하, 최대용량 및 연간 에너지소비량 등 각 결과값을 구하는 계산식중에서 계산에 사용된 인자의 값이 변함에 따라 최대부하 및 에너지소비량이 어떻게 변하고 있는지를 검토해 본다.

이러한 변화를 관찰함으로써 각 인자가 에너지소비량에 미치는 영향을 파악할 수 있으며 설계자가 각 인자값을 어느 정도 범위내에서 결정을 하여야 에너지 소비가 적은 건물을 설계할 수 있는지를 예상할 수 있게 된다.

계수변화에 사용된 인자의 선정은 연간 에너지소비량이 가장 민감하게 변화하는 것으로 판단되는 인자로 하였으며, 계수변화에 따른 연간 에너지소비량 항목은 난방에너지(보조기기의 에너지 포함), 냉방에너지(보조기기의 에너지 포함), 팬에너지(공급 및 리턴팬)의 3종류로서 단위는 연간 단위면적당 에너지인 $kwh/m^2/year$ 이다. 이와함께 최대난방 및 최대냉방부하도 함께 나타내어 비교할 수도 있도록 하였다. 최대난방 및 최대냉방부하도 함께 표시한 것은 최대냉·난방부하에 따라서 냉·난방기기의 용량이 결정되며 이 용량에 따라서 냉·난방에너지가 변화하기 때문이다.

계수변화에 따른 에너지소비량 변화에 사용된 인자를 보면 다음과 같다.

- 1) 냉방설계 월
- 2) 냉방설계 시간
- 3) 냉방시 외기 평균온도
- 4) 난방시 외기 평균온도
- 5) 바닥재료의 열관류율
- 6) 지붕재료의 열관류율
- 7) 벽 재료의 열관류율
- 8) 유리창재료의 열관류율
- 9) 차폐계수
- 10) 냉방시 실내설정온도(재실시)
- 11) 난방시 실내설정온도
- 12) 난방시 실내설정온도(비재실시)
- 13) 냉방시 공급공기 최저온도
- 14) 난방시 공급공기 최대온도
- 15) 냉방시작온도
- 16) 난방시작온도

2. 냉방설계 월

그림 7.1이 최대냉방부하가 발생할 것으로 예측되는 냉방설계 월의 변화에 따른 에너지 소비량의 변화이다. 그림에서 각 표시가 의미하는 것은 다음과 같다.

- C-Load : 최대냉방부하 (KWh)
- H-Load : 최대난방부하 (KWh)
- Heating Energy : 난방기기(보조기기 포

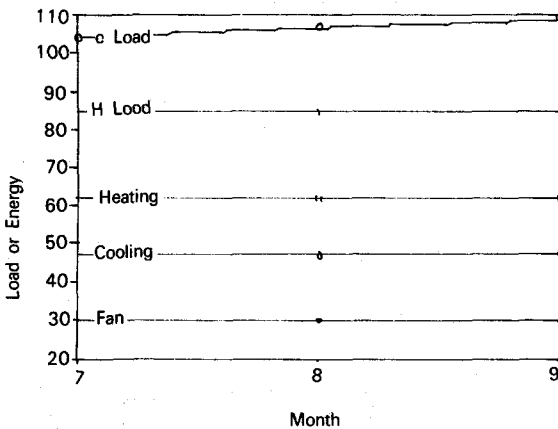
암)의 소비에너지 (KWh/m²/year)

- Cooling Energy : 냉방기기(보조기기 포함)의 소비에너지(KWh/m²/year)
- Fan Energy : 팬(공급팬 및 리턴팬)의 소비에너지(KWh/m²/year)

그림에서의 표시는 이후에 계속되는 7장의 모든 그림에서 같은 의미를 갖는다. KEES에서는 냉방설계 월은 7월, 8월 및 9월의 3개월만을 검토대상으로 하였는데 이는 국내에서는 최대냉방부하가 발생할 수 있는 월이 7월, 8월 및 9월중인 것으로 일반적으로 알려져 있기 때문이다.

KEES의 수행결과 7월(104.3KWh)보다 9월(108.9KWh)이 4% 정도 큰 것으로 나타났으나 4%의 변화에 의하여는 냉방에너지 난방에너지 및 팬에너지는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

<그림 7.1> 냉방설계 월 변화에 따른 에너지변화

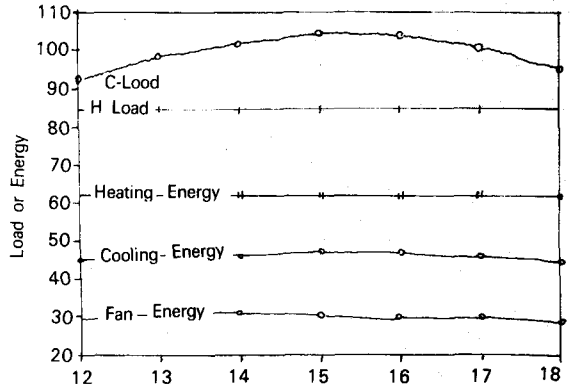


3. 냉방설계시간

그림 7.2는 냉방설계시간을 변화시켰을 때 에너지소비량의 변화를 나타낸 것이다. 이 그림에서와 같이 냉방부하는 15시(104.3KWh)에 가장 큰 냉방부하를 보여주고 있으며, 12시(92.3KWh)나 18시(95KWh)에 비교하여 약 11.5% 큰 것으로 나타났고, 냉방부하변화에 따라 냉

방기기의 에너지는 12시(45KWh)나 18시(45KWh)에 비하여 15시의 에너지소비량(47KWh)이 약 4.3% 더 큰 것으로 나타났으며 팬에너지는 미소한 증가(약 3%)를 보였다.

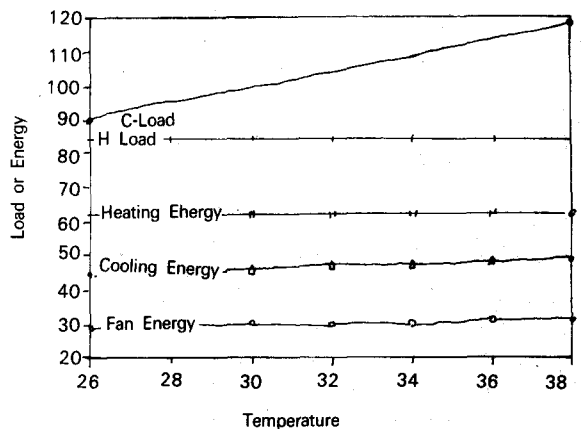
<그림 7.2> 냉방설계시간 변화에 따른 에너지변화



4. 냉방시 외기평균온도

냉방시 외기평균온도는 냉방부하에 큰 영향을 미치는 인자로서 그림 7.3에서와 같이 외기평균온도가 2°C 증가할 때마다 냉방부하는 약 4.4% 증가하는 것으로 나타났으며 냉방에너지는 약 2%씩 증가하는 것으로 나타났다. 팬의 에너지는 냉방에너지보다는 완만하지만 역시 서서히 상승하는 것을 그림 7.3은 보여주고 있다.

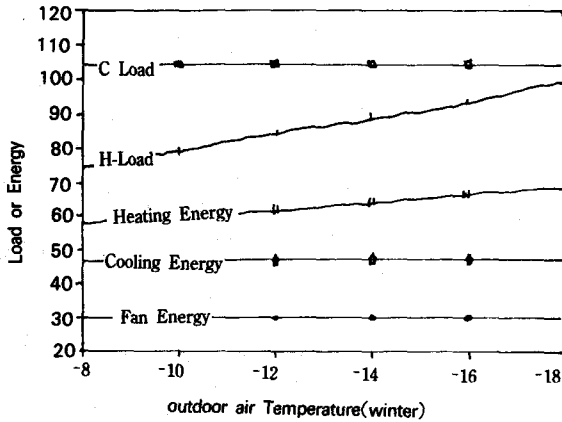
<그림 7.3> 냉방시 외기평균온도 변화에 따른 에너지변화



5. 난방시 외기평균온도

지금까지 7.3에서 7.4까지는 모두 냉방부하에 변화를 일으키는 인자들이었으므로 냉방부하 및 냉방에너지에만 영향을 미치고 난방부하와 난방에너지에는 영향을 미치지 않았으나 난방시 외기평균온도는 냉방부하와 냉방기기 에너지에는 영향을 미치지 않으며 그림 7.4에서와 같이 최대난방부하의 큰 변화를 보여주고 있다. 난방시 외기평균온도 역시 부하에 큰 영향을 미치는데 외기온도 2°C가 낮아짐에 따라 최대난방부하는 약 5.6% 정도 증가하는 것으로 나타났으며 난방기기의 에너지소모는 약 3.2% 정도 증가하는 것으로 나타났다. 팬의 에너지는 냉방시 평균외기온도가 변화하는 경우보다 완만한 변화를 보여주고 있으나 -8°C~-18°C의 변화를 보여주는 그림 7.4에서는 팬의 에너지의 변화는 나타나지 않았다.

<그림 7.4> 난방시 외기평균온도 변화에 따른 에너지 변화

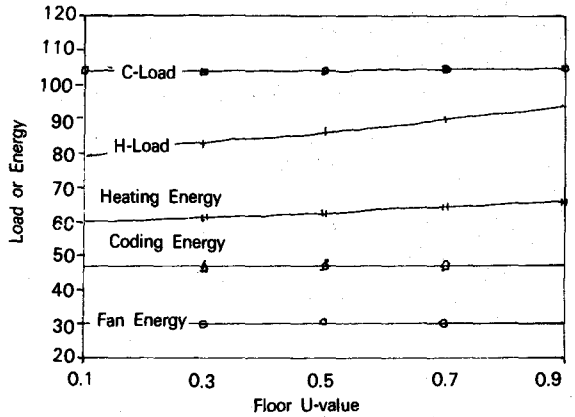


6. 바닥재료의 열관류율

바닥재료의 열관류율을 0.1에서 0.5까지 변화시켰을 때의 최대부하 및 에너지변화이다. 바닥재료의 열관류율 변화에 따라 최대냉방부하는 아주 완만한 상승을 보이고 있으나 최대난방부하는 냉방부하보다 심하게 변화하고 있음을 보여주고 있다. 최대냉방부하의 완만한

변화에 따라 냉방기기의 에너지 소비는 변화하고 있지 않으나 열관류율이 0.2씩 상승할 때마다 난방기기의 에너지소모는 약 3% 정도씩 거의 규칙적으로 증가하고 있었다. 팬의 에너지는 변화하지 않았다.

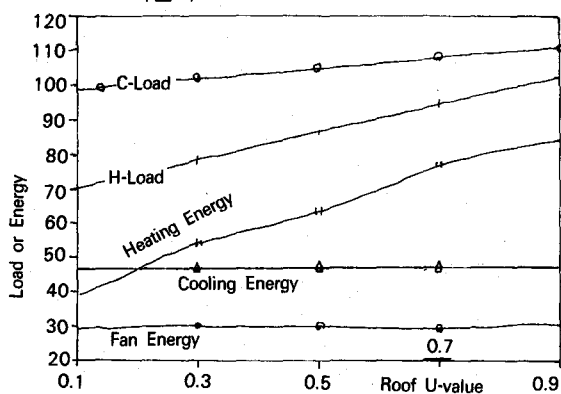
<그림 7.5> 바닥재료의 열관류율 변화에 따른 에너지 변화



7. 지붕재료의 열관류율

지붕재료의 열관류율을 0.1에서 0.9까지 변화시켰을 때의 결과가 그림 7.6에 나타나 있다. 앞에서 바닥재료의 열관류율 변화는 최대냉방부하의 약간의 변화 그리고 그보다 심한 최대난방부하의 변화를 일으켰지만 지붕재료의 열관류율은 바닥재료의 열관류율보다 큰 최대냉방부하와 최대난방부하의 변화의 폭을 보여주고 있다. 이에 따라 열관류율이 0.1에서 0.9로 변화할 때 난방기기의 에너지는 약 217%의 증가를 보여주고 있으며 또한 팬에너지의 상승(6.4%)도 눈에 띈다. 지붕재료의 열관류율 변화에 따른 이러한 난방부하 및 난방에너지의 변화는 단층인 건물인 경우 건물의 에너지소비량에 커다란 영향을 미칠 수 있다는 중요성을 보여주고 있다. 건물의 층수가 많은 경우 지붕재료의 열관류율은 큰 영향을 미치지 않겠지만 그림 7.6은 단층인 건물인 경우이므로 이러한 큰 변화를 나타낸 것으로 판단된다.

<그림 7.6> 지붕재료의 열관류율 변화에 따른 에너지 변화

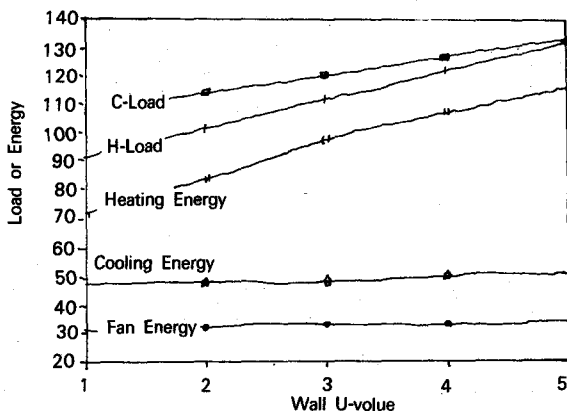


8. 벽 재료의 열관류율

벽 재료의 열관류율 값이 $1(W/m^2 \cdot ^\circ C)$ 증가할 때마다 최대냉방부하는 5%씩 규칙적으로 증가하였으며 최대난방부하는 이보다 더 큰 변화폭(약 9.3%)의 증가를 나타내었다. 최대냉방부하의 완만한 상승에 따라 냉방기기의 에너지도 약간의 상승을 보이고 있으나(약 2% 증가/ $(W/m^2 \cdot ^\circ C)$) 난방기기의 에너지는 큰 증가비율을 보여주고 있다.(약 10%/ $(W/m^2 \cdot ^\circ C)$)

이러한 추세로 보아서 열관류율은 난방에너지에 적지않은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 특히 열관류율이 클수록 냉방기기의 에너지와 난방기기의 에너지 차가 점차 커지고 있으므로 적절한 열관류율을 갖는 재료의 선정이 에너지절약에 큰 영향을 미칠수 있음을 알 수 있다.

<그림 7.7> 벽재료의 열관류율 변화에 따른 에너지 변화

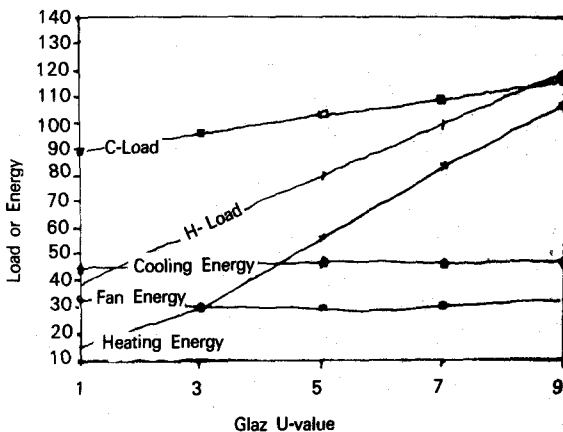


9. 유리창의 열관류율

유리창의 열관류율 증가는 최대냉방부하의 완만한 상승(약 $7\%/(W/m^2 \cdot ^\circ C)$)과 최대난방부하의 급격한 증가를(약 $34\%/(W/m^2 \cdot ^\circ C)$) 일으키는 원인이 되었다.

유리창의 열관류율이 적을 때는 난방부하와 함께 난방기기의 에너지도 대단히 적지만 열관류율의 증가에 따라 그림 7.8에서처럼 난방기기의 에너지는 큰 기울기로 상승하였다. 즉 유리창의 열관류율은 냉방에너지보다는 난방에너지에 더 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

<그림 7.8> 유리창재료의 열관류율 변화에 따른 에너지 변화



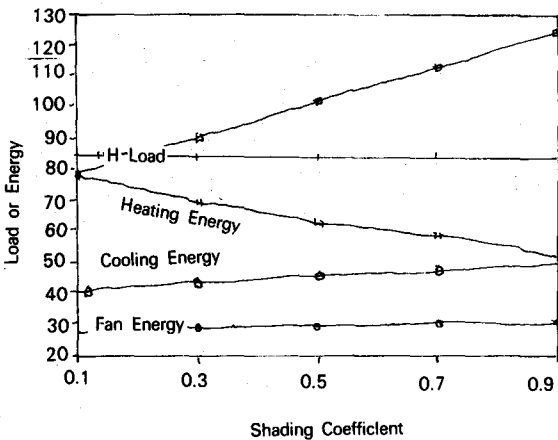
10. 차폐계수

차폐계수는 유리창에 설치된 차폐물의 차폐계수로서 그 값의 변화에 따른 에너지 및 부하의 변화가 그림 7.9이다. 유리창의 열관류율과는 달리 차폐계수의 증가는 난방부하에는 거의 영향을 미치지 않으나 냉방부하에는 그림 7.9에서처럼 큰 영향을 미치고 있었다. 그러나 냉방부하가 크게 영향을 받는 경우 냉방기기의 에너지가 그에 따라 변화하는 앞서의 모든 경우와는 달리 냉방에너지는 완만한 상승을 나

타냈으나 오히려 난방에너지가 적지않은 비율로 감소하고 있는 것이 다른 인자들의 변화형태와는 달랐다.

차폐계수의 증가에 따라 팬에너지도 약간의 상승을 보여주고 있었다.

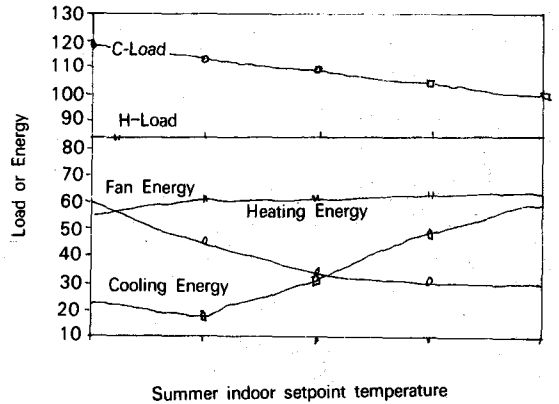
<그림 7.9> 차폐계수 변화에 따른 에너지변화



11. 난방시 실내설정온도(재실시)

재실시 냉방이 필요할 때 실내설정온도의 변화에 따른 부하 및 에너지의 변화가 그림 7.10에 나타나 있다. 그림에서 실내설정온도가 증가함에 따라 냉방부하가 감소하는 것은 당연하지만 냉방기기의 에너지가 20°C 부근에서 잠시 감소하였다가 다시 상승(7%/°C) 하는 것이 관찰되었으며 이 감소원인은 검토대상으로써 차후 조사할 계획이다. 냉방기기의 에너지소비량 감소에 따라 팬에너지도 그에따라 감소하였는데 실내설정온도를 18°C에서 24°C까지 변화시키에 따라 약6.6%/°C의 감소를 나타내다가 그 이후에는 완만한 팬에너지의 감소를 보여주고 있다. 이러한 것이 의미하는 것은 여름에 냉방시 실내설정온도를 높게 설정함에 따라 에너지의 변화가 적어진다는 것은 당연하지만 높은 온도에서의 변화보다는 낮은 온도에서의 변화가 더큰 에너지절약을 가져올 수 있다는 것이다.

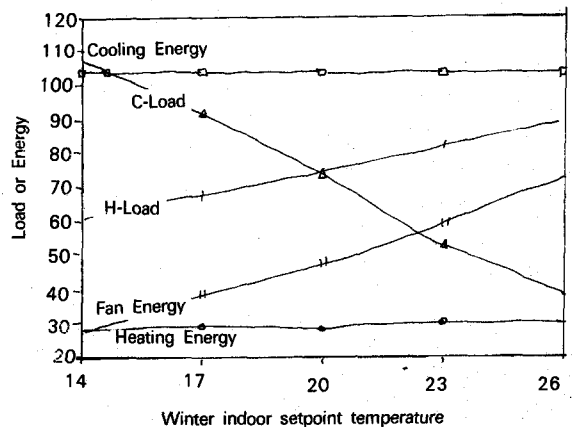
<그림 7.10> 냉방시 실내설정온도 변화에 따른 에너지변화



12. 난방시 실내설정온도(재실시)

그림 7.11은 난방시 실내설정온도 변화에 따른 에너지 및 부하의 변화이다. 난방시 실내설정온도가 증가함에 따라 난방부하는 약 5%/°C 증가하였으나 냉방부하는 변화하지 않았다. 난방부하의 증가에 따라 난방기기의 에너지도 거의 같은 비율로 상승하고 있음을 보여주고 있었다. 그러나 냉방부하가 변화하지 않음에도 불구하고 냉방기기의 에너지가 감소하고 있다는 것은 예상외이며 이에 관하여도 추후 연구를 계속할 예정이다.

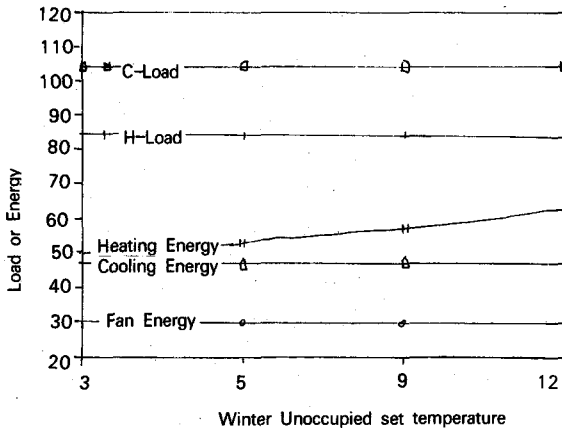
<그림 7.11> 난방시 실내설정온도 변화에 따른 에너지 변화(재실시)



13. 난방시 실내설정온도(비재실시)

그림 7.12는 난방이 필요할 때 비재실시의 실내설정온도를 변화시켰을 경우 최대냉·난방 부하 및 에너지소비량의 변화이다. 비재실시의 설정온도 변화이므로 최대난방부하에는 영향을 미치지 않았으며 냉방기기 및 팬의 에너지에도 영향을 미치지 않았다. 비재실시 실내설정온도를 상승시킴에 따라 난방에너지는 상승하였는데 실내온도를 높게 설정함에 따라 난방에너지가 점차 큰 폭의 상승을 보이고 있는 것으로 나타났으므로 비재실시 실내설정온도는 실내에 동파 또는 기타의 영향이 없는 범위내에서 낮게 설정하는 것이 에너지절약의 방법임을 알 수 있다.

〈그림 7.12〉 난방시 실내설정온도 변화에 따른 에너지 변화(비재실시)

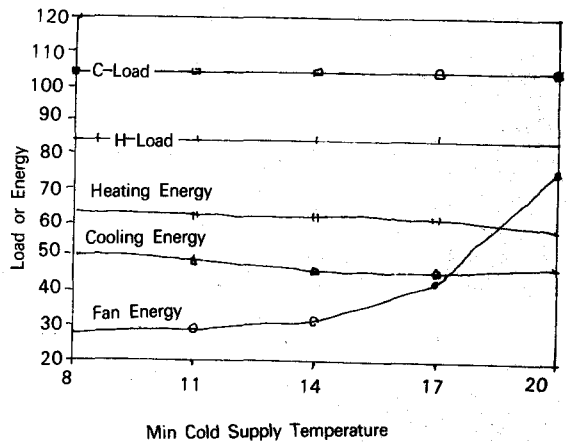


14. 냉방시 공급공기 최저온도

그림 7.13은 냉방시 실내에 공급되는 공급공기 온도를 변화시켰을 때 에너지의 변화를 나타낸 것이다. 공급공기의 온도증가에 따라 냉방기기의 에너지는 14°C~17°C 부근에서 약간 감소한 뒤 다시 약간 상승하였으나 그 상승폭은 아주 적었다. 그러나 팬에너지는 14°C보다 높아짐에 따라 급격한 증가를 보이고 있는데 이것은 냉방부하를 제거할 때 높은 온도의

공급공기를 공급하면 많은 양의 공기량이 필요하다라는 것을 의미하고 있는 것이다. 따라서 다른 제약도 있겠으나 냉방시 실내에 공급되는 공급공기의 온도는 14°C 부근이 적정함을 알 수 있었다.

〈그림 7.13〉 냉방시 공급공기의 최저온도변화에 따른 에너지변화



15. 난방시 공급공기 최대온도

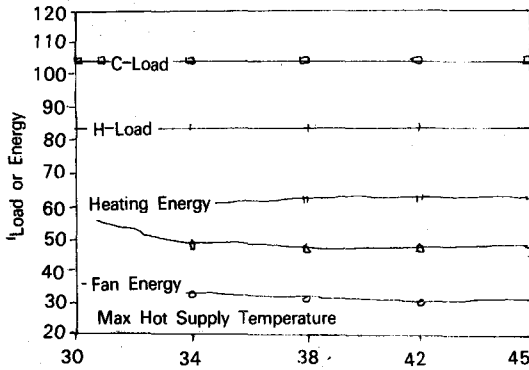
그림 7.14는 난방시 공급공기 최대온도의 변화에 따른 에너지소비량의 변화이다. 그림에서 알 수 있듯이 난방공급공기의 온도가 증가함에 따라 30°C~38°C 구역에서 냉방기기 소비에너지의 약간의 감소가 관찰되었으며 난방기기의 에너지는 약간 증가하고 있음을 알 수 있었다.

난방시 공급공기의 최대온도는 38°C가 될 때까지는 약간 증가하였으나 그보다 높은 때에는 난방에너지가 변하고 있지 않음도 관찰되었으며 난방기기의 에너지는 약간 증가하고 있음을 알 수 있었다.

난방시 공급공기의 최대온도는 38°C가 될 때까지는 약간 증가하였으나 그보다 높은 때에는 난방에너지가 변하고 있지 않음도 관찰되었는데 이것은 공급공기의 온도가 일정온도보다 높으면 난방에너지 절약에 별로 도움이 되지 못한다는

것이다. 그러나 팬의 에너지는 온도의 증가에 따라서 감소하고 있으므로 팬의 에너지감소량과 난방기기의 에너지소비량 증가를 고려한 적정한 온도구간인 약 38°C~41°C 부근의 온도가 적절한 난방공급공기의 온도임을 알 수 있었다.

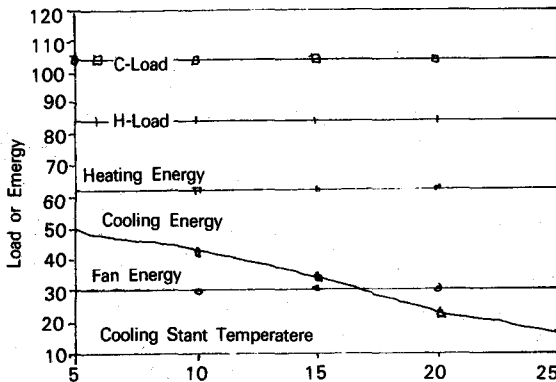
〈그림 7.14〉 난방시 공급공기의 최대온도변화에 따른 에너지변화



16. 냉방시작온도

그림 7.15는 건물에서 냉방이 시작되는 외기 온도의 변화에 따른 에너지소비량의 변화를 나타낸 것으로서, 냉방시작온도를 5°C에서 25°C까지 변화시킬 때 냉방기기의 에너지 소비가 약 3배 정도까지 변화하고 있음을 나타내고 있다. 냉방시작온도는 냉방기기에너지에 큰 영향을 미치고 있는 것으로서 재실시가 무리가 없는 범위내에서 가능한한 높게 취하는 것이 에너지 절약에 유리하다.

〈그림 7.15〉 냉방시작온도 변화에 따른 에너지변화



17. 난방시작온도

그림 7.16은 난방이 시작되는 외기온도를 변화시킴에 따른 에너지 소비량의 변화를 표시하고 있다. 외기온도를 낮게 설정하면 할수록 난방기기의 에너지가 서서히 감소하고 있는데 특히설정외기온도가 6°C에서 2°C로 변화하였을 때 큰 폭(약 30%)의 난방기기 에너지감소를 관찰할 수 있었다. 따라서 난방이 시작되는 외기온도 역시 재실자에게 무리가 없는 범위내에서 낮게 하는 것이 에너지 절약방안임을 알 수 있는데 14°C~8°C 부근이 에너지 소비량의 차이가 크게 없는 외기온도범위임을 알 수 있었다.

〈그림 7.16〉 난방시작온도 변화에 따른 에너지변화

