

# 에너지節約을 위한 HVAC系統設計

## HVAC System Design For Saving Energy

Sital Daryanani

(ASHRAE Journal February, 1973)

林 憲 一 譯

에너지 使用의 最適化는 建築設備系統의 各觀點을 다른 모든 事項들과 比較考察하는 (設置費에 對應하는 長期運轉 및 整備의 要求事를 考慮하는) HVAC系統設計로부터 얻어진다.

著者は 最上目標인 快適과 經濟性を 고려해서 全般的으로 各分野를 集約한 系統設計의 프로그램을 提示하고 있다.

에너지의 最適利用의 可能한 接近방법들을 고찰해 볼 때 (과제의 모든 요구조건을 고려한) 系統設計방법이 가장 좋은 방법일 것 같다. Design 이란用語는 이들 과제의 요구조건의 最適化를 의미한다. 과제의 요구사항 중에는 설치비대 운전비, 단기간대 장기간의 효과, 개인대 사회적인 면 등의 상충점을 갖고 있는 것이 있기 때문에 最適化는 折衷이 내포되고 있다. 운전하기에 편리한 系統(system)을 설계하는 일은 가능하나 설치비가 비싸다면 고객의 호응을 받지 못할 것이다. 또한 단기간의 효과만을 노린 나머지 계획과 실제(주위환경) 사이의 장기적 상호작용을 무시한 설계도 가능할 수 있다 하지만 적절한 설계는 이와같은 모순된 조건들을 고려해야 하며 滿足시켜야 하는 것이다.

그러면 이제 運轉費가 적게 들며 대체로 設置費가 적게 드는 系統의 예를 보기로 하자.

가장 一般的인 HVAC system 은 再熱型이다. (Fig. 1.) 이는 각기 다른 지역이나 실내에 공급되는 給氣가 항상 55°F로 냉각되고 각 房에는 실내부하 변화를 보상해 주기 위해 再熱코일이 마련되어 있다. 재열 system에서는 室부하가 0일 때 더 많은 에너지가 소비된다. 반면 공기를 재열시키는 대신에 실내부하 변화와 조화시키기 위해 給氣량을 감소시킬 수 있다. 후자의 방법은 VAV (Variable Air Volume)로 널리 알려져 있다. (Fig. 2)

VAV system의 에너지 소비는 室부하에 따라 감소한다. 그러므로 부분적인 負荷조건에서는 VAV system이 再熱 system 보다 훨씬 더 효율적이다. 관례적으로 HVAC system은 溫水加熱 system에는 20°F 冷水加熱 system에는 약 10°F의 온도차로 설계된다.

$$[Q = \text{gpm} \times \Delta T \times C_1; \text{hp} = (\text{gpm})^3 \times C_2]$$

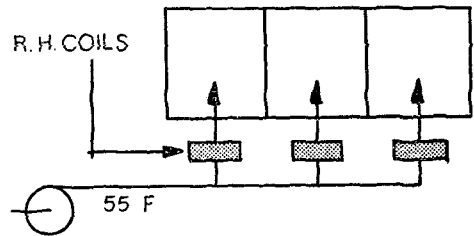


Fig. 1 Reheat System

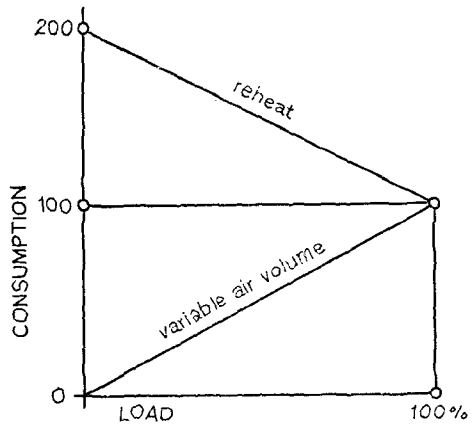


Fig. 2

만일 온도차가 2배로 되면 순환되는 水量은 1/2로 감소되고 따라서 에너지 소비를 줄이는데 도움이 된다.

온도차를 증가시키면 coil이나 radiator의 보다 큰 열교환 표면이 필요하게 될 것이나 이 증가는 piping system 비용절감 보다 더 절감됨이 연구결과로 나타나고 있다.

다음은 설치비를 증가시키지 않고 pumping energy를 어떻게 줄일 수 있는가 하는 또 다른 예이다.

대부분의 Heating & Cooling system에서 流量을 50% 줄이면 열전달이 약 15% 減少된다. 다시 말하면 부분 부하 조건에서 流量을 1/2 減少하면 펌프소요마력은 약 1/8로서 充分한 열전달을 할 수 있다는 것이다. 감소된 유량은 각각 50%의 능력을 갖는 두개의 펌프를 마련하므로써 이루어 질 수 있다. 한개의 펌프가 85%의 열전달을 부담할 수 있으므로 두개의 펌프배치는 약 30%의 pumping cost를 줄일 수 있는 잠재적인 예비능력을 마련할 수 있을 것이다. 실질적인 에너지節約은 적절한 운전과 보수에 의해 이루어질 수 있다. 댐퍼를 통한 공기 누설, 부적당한 온도조절과 Valve의 누설은 에너지 낭비의 가장 일반적인 이유들이다. Capital cost expense가 포함되지 않기 때문에 적절한 운전과 정비를 통한 에너지 절약은 건물주가 받는 부수적인 이익이 될 것이다. 설계자는 운전상의 요구사항을 고려해야 한다. 이를테면 상업용 주방은 100% 外氣의 給氣가 必要할지 모르나 설계상의 最大 급기치는 항상 필요로 하지 않을 것이므로 Fan의 속도를 1/2로 줄여 에너지 소비를 줄일 수 있다. 가능한 한 보다 효율적인 기구와 설비가 특성화되어야 한다. 보다 효율적인 설비라해서 반드시 고액의 설치비가 든다는 것을 의미하지는 않는다. 에너지 소모가 절대적인 운전비에 비하면 시설비의 다소의 차이는 무시될 수 있다. 예를 들면 Room Aircon의 냉방능력을 11Btu/watt에서 7.5Btu/watt로 변화시킨다면 50%이상 효율적인 Aircon을 거의 추가비용없이 구입할 수 있다. 더욱이 에너지 절약이란 관점에서 system을 설계할 때 설계자는 전통적인 설계표준이 현재에도 타당성이 있는가를 의문시 해보아야 한다. 예를 들면 일반적으로 표준상 室外空氣給氣率이 0.25cfm/sqft로 설정된 사무실이 실내공기의 質의인 不合理한. 효과를 일으키지 없이 0.15cfm/sqft로 설계되어 왔다. 外氣給氣를 줄인다면 設置費 및 에너지費用을 줄이게 될 것이다. 같은 방법으로 사무실 및 一般的으로 快適感을 주기 위한 공업표준상의 空空氣供給量은 시간당 6回換氣로 되어 있으나 이것을 4回/hr로 줄일 수 없다는 확실한 이유는 없는 것이다. 아직도 外氣給氣 및 시간당 換氣量에 관한 설계표준의 조사검토는 계속될 필요가 있다. 뉴욕지역에 위치한 전통 5watts/ft<sup>2</sup>, 유리 100ft<sup>2</sup>의 구

조를 갖는 15×15ft 사무실을 예로 들어 보자. 유리를 통한 열손실과 전등으로 소모되는 에너지는 연간 500 gallons의 유류소비량에 상당한다. 다시 말해서 그 房에 있는 한사람이 연간 가족용 승용차의 oil 소비량만큼 소비시킨 셈이다. 이것은 에너지 절약에 충격을 주는 여러 문제점을 제시하고 있다. 왜 방의 크기를 에너지 절약면에서 약 30% 절약 시킬 수 있는 12×12ft로 하지 않고 15×15ft로 해야 하는가? 왜 전등을 ft<sup>2</sup>당 4W가 아닌 5W로 소비시켜야 하는가? 왜 75sqft의 유리 대신 100sqft를 갖추어야 하는가? 이러한 의문들은 居住者, 建物主, 建築家들이 포함되어 있기 때문에 HVAC system의 設計者만으로는 답을 얻을 수 없다. 에너지를 절약할 수 있는 잠재적인 큰 가능성은 이러한 전통적인 표준을 재평가 하므로써 이루어질 수 있다. 이것은 室의 거주자, 건물주, 건축가, 설계자간의 상호이해와 협조를 필요로 하게 된다. 우리가 필요한 것은 에너지 보존이란 관점에서 에너지 절약에 관한 연구, 開發인 것이다. 예를 들면 교실의 한 학생을 위해 얼마만큼의 에너지가 소비되어야 하는가에 관한 분석도 교실의 설계자체뿐 아니라 최소의 에너지 요구사항을 가져오는 교실 교육방법의 콤비네이션을 찾기위한 교육방법의 분석도 아울러 해야한다. 어떤 system이 에너지 절약을 위해 高價의 投資費가 요구될 때 그 system의 이익은 다음과 같은 life cycle cost의 요소들을 계산하므로써 측정할 수 있다.

- 1) 설치비에 대한 減價償却費.
- 2) 총에너지 費用.
- 3) 운전 勞務費.

에너지 비용과 노무비는 운전비용에 속하기 때문에 실질적인 지출경비는 소유주의 세금수준에 달려있다. 50% 납세자 계층에 있는 소유자는 에너지절약으로 매불(\$)당 겨우 50cents의 실질이득을 갖게 될 것이다. 바꾸어 말하면 에너지 절약을 위한 동기부여는 30% 납세자에 비해 다소 적을지 모른다. 공학적인 관점만으로는 system 선택에 별다른 영향을 주지 못하지만 稅制는 에너지절약을 위한 동기부여에 강력한 영향을 줄 것이다. life cycle cost의 분석은 靜的이 아니라 動的이어야 한다. 즉 그것은 에너지 및 노무비에 예상되는 인상액을 포함시켜야 한다. 에너지비용은 5~7년에 배로 인상될 것이라고 믿어지고 있다.

만약 이런 요소들을 계산에 넣지 않는다면 분석은 상대적으로 靜的化될 것이며 따라서 분석은 비효율적인 system이 받아들여질 것이다. 현재의 연료가격에는 제반비용이 포함되어 있지 않기 때문에 에너지비용은 반드시

시 증가될 것이다. 예를 들어 연료획득이나 연료소비에 서 발생하는 생태학적인 피해를 보상하기 위해 소비자는 직접 간접으로 더 많은 지불을 에너지 값으로 지불하지 않으면 안될 것이다. 설계에 있어 life cycle cost의 영향은 그 프로젝트에 投資한 사람 즉 소유자의 의도에 따르게 될 것이다. 만일 소유자가 투자에 대해 신속한 대가를 원한다면 life cycle cost 기간을 일체 생각지 않는, 말하자면 시설투자비만을 고려하게 될 것이며, 그러한 투자는 시설비에만 급급하여 에너지 보존에는 관심을 두지 않을 것이다. 그러나 건물운명을 자신의 사업내지 기업으로 계획하고 있는 소유자는 life cycle cost에 에너지비용, 노무비등과 같은 운전비가 포함되기 때문에 꼭 관심을 기울일 것이다. 에너지 절약에 대한 關心度는 그 사람의 경제능력에 달려있을 것이다. 그러한 소유자를 위한 動的인 life cost 연구는 다음과같은 에너지 보존수단을 정당화시킨다.

- 1) 보다 효율적인 열보호책의 이용 — 절연, 二重窓
- 2) 건물의 내부열과 배기열을 회수하기 위한 장치.
- 3) 보일러, 냉동기, 선풍기, 모우터 等과 같은 보다 효율적인 설비의 적용.
- 4) 선풍기의 소요마력을 적게하는 압력 강하가 적은 자동 에어 필터

소유자는 또 한걸음 더 나아가 생각해야한다. life cycle을 고려할 때는 금전적인 직접이익뿐만 아니라 에너지 부족, 공기오염과 같은 장기적인 문제를 포함해야 한다. 이 소유자는 발전후에 남는 열에너지가 HVAC system을 위한 냉, 온수 생산에 이용되는 집약된 에너지 system에 호의를 보이게 될 것이다. 이러한 集約된 에너지 system은 에너지 소비와 환경오염을 最小로 줄일 수 있을 것이다. 오염면에서 고찰할 때 여러개의 小璽보일러 보다는 전기히이팅이 더 좋을지 모른다. 뉴욕의 경우 비록 여름철에 가장 높은 전기수요를 기록하지만 공기오염은 겨울철의 보일러가동으로 오히려 유황오염도가 더 높은 실정이니 말이다. 설계방법은 life cycle 분석요인에 의해 염두를 둔 HVAC system은 장기적인 목표를 염두에 둔 것과는 판이하게 달라질 수 있다. 각각의 계획을 적절하고 효율적인 system으로 개발시키기 위해 몇개로 分析해야한다. 에너지 보존은 즉흥적이고 개인적인 이익만을 생각해서는 달성될 수 없다. 설계의 결정은 시간의 척도와 다른 것에 미치는 영향을 고려해야 한다. 에너지 보존이 성공적일 때 우리들은 오랫동안 안락하게 이세상을 살아갈 수 있을 것이다.

原 稿 募 集

空氣調和 冷凍工學會

製品紹介・業界뉴스・特許消息・會員動靜

冷凍施設紹介・空調 衛生設備紹介

論說・論壇・展望

連絡處 空氣調和・冷凍工學會 74-7363