

에너지管理 시스템

최근의 빌딩은 건축물에 대해 설비가 차지하는 비율이 높아졌으며 설비의 다양화, 복잡화, 그리고 거주자의 의식의 다양화가 현저히 나타나고 있다. 이러한 가운데 각설비의 관리, 운용은 거주자에의 서비스를 제일로 하면서 각설비의 감시제어를 일체화하는 한편 건물을 합리적으로 또한 경제적인 관리 운용하는 것이 가능한 빌딩관리 시스템이 요구되고 있다. 그 도입의 목적은 설비의 운용, 관리상에서 크게 다음의 5개 항목으로 집약된다.

- (1) 쾌적한 환경의 확보와 유지
- (2) 省力化
- (3) 에너지절약화
- (4) 안전성, 신뢰성의 확보와 향상
- (5) 관리력의 향상

한편 빌딩의 유지관리비의 내역에 대해 생각해보면 대체로 에너지비, 인건비, 외주비가 각각 3/1로 되어 있으며, 에너지 소비, 즉 에너지절약을 도모하는 것은 매우 중요한 대목이다.

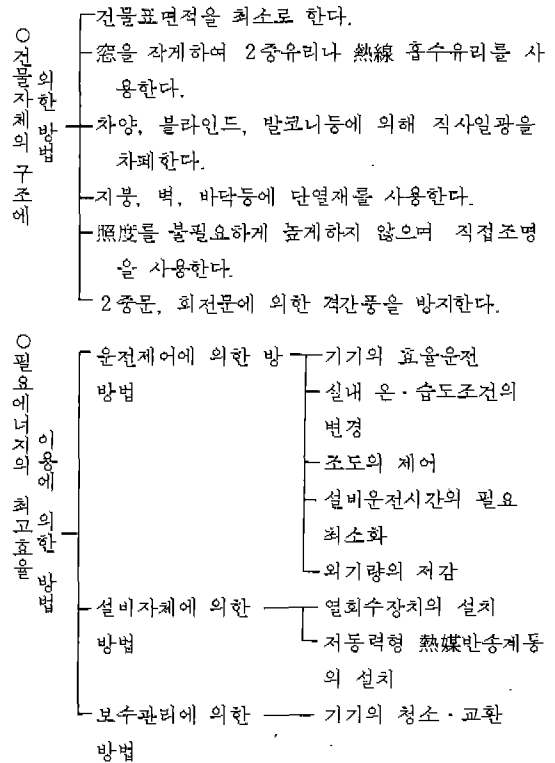
여기서는 이 에너지절약화(에너지관리)에 대해서 그 개요를 소개키로 한다.

1. 에너지節約化의 方法

에너지節約化에 있어서는 표1에 표시하는바와 같이 건물자체의 구조에 의한 방법과 필요에너지의 최고효율 이용에 의한 방법으로 대별할 수 있는데 後者は 다시

- (i) 운전제어에 의한 방법
- (ii) 설비에 의한 방법
- (iii) 보수관리에 의한 방법

〈표-1〉 빌딩의 에너지절약 방법



으로 분류할 수 있다. 여기에서 빌딩관리시스템에 의한 에너지절약화는 (i)의 운전제어에 의한 방법은 계산기에 의해 섬세하게 정확하게 신속히 실시하는 것으로서 구체적으로는 표2와 같이 정리할 수 있다.

2. 빌딩管理 시스템의 機能

〈표-2〉

방 법	구 체 적 방 법	효 과	문 제 점
기기의 효율운전	1. 변압기의 대수 제어 2. 무효전력제어 3. 보일러·냉동기등의 관리제어 4. 냉동기의 증발온도, 凝縮온도를 가능한한 각각 높거나 낮게 한다.	· 저부하시에 있어서의 철손의 감소 · 무효전력의 감소 · 저부하운전을 없도록 하여, 종합효율의 향상 · 성적계수의 향상	· 개폐기기의 동작회수가 늘어난다.
실내온습도 조건의 변경	1. 실내온도 설정을 여름은 높고, 겨울은 낮게한다. 예 : 여름 26℃→28℃ 겨울 : 22℃→20℃ 2. 실내습도 설정은 여름은 높고 겨울은 낮게한다. 예 : 여름70%이하, 겨울35%이상	· 냉난방부하의 감소 · 일차공기의 露點온도 변경에 의한 省에너지	· 환경조건의 악화 · 동상
조도의 제어	1. 조도의 감소 : 400lx정도까지 감소 2. 국부조명의 이용 3. 조도의 제어, 창부근조명의 불필요시의 소등	· 사무소빌딩의 에너지절약 · 연간조명전력의 감소 · 냉방부하의 감소 · 난방부하의 증가	· 환경조건의 악화 · 점소등 시간의 증대
설비운전시간의 필요 최소화	1. 기동시간의 최적화 : 계절, 요일등에 의한 자동스케줄 운전제어 2. 예열·예냉시간의 예측 최적화 3. 정지시간의 검토 : 축열효과를 이용하여 종업전의 적당한 시각에 정지	· 운전시간의 적정화에 의한 에너지절약	· 환경조건의 악화
외기량의 저감	1. 필요외기량의 기준치의 검토 2. 외기량의 조정 : 탄산가스의 측정치동에 의해 외기량을 필요 최소량에 조정한다. 3. 외기량의 제어 : 필요외기량의 변동에 대응하여 외기량의 제어를 행한다. 자동제어 : 탄산가스농도에 의해 외기 덤퍼를 자동조작한다. 수동제어 : 인원변동등에 의해 운전스케줄을 만들어 수동조작 한다.	· 외기량 1m ³ /h의 감소에 의한 부하의 감소 8月 : 냉방부하 감소 2月 : 난방부하 감소 단, 연평균기상데이터를사용 실내는 여름 : 25℃ 50%RH 겨울 : 22℃ 40% RH로 한다.	· 법규의 재검토 : 탄산가스농도만의 규제가 아니라 臭氣의 발생이나 제거장치의 검토도 필요하게 된다. · 탄산가스 농도외에도 臭氣나 실내의 압력 밸런스도 생각할 필요가 있다.

(1) 기능개요

빌딩관리 시스템의 기능을 대별하면 감시·제측·기록·제어의 4가지로 구성되며, 감시·제측·기록 기능은 省力化에 제어기능은 省力化, 에너지節約化에 기여하는 것으로 된다.

빌딩관리 시스템의 기능을 표 3에 표시한다.

(2) 에너지절약 기능

빌딩관리 시스템은 전항과 같은 기능을 갖고 있는데, 에너지관리, 즉 에너지절약에 대응한 기능을 파악하여 개개의 기능내용에 대해 설명한다.

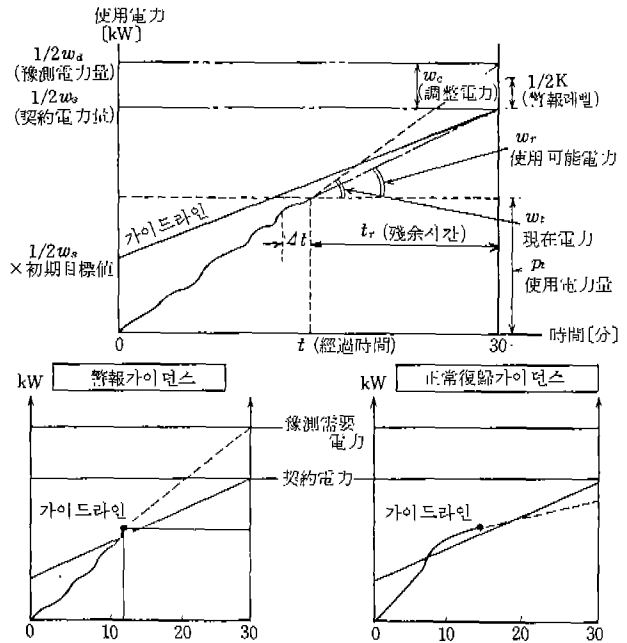
(a) 전력실비율 대상으로 한 경우

(7) 데먼트監視제어 : 수전전력이 부하의 사용상

〈표-3〉

機能項目	
監視 / 計測	運轉狀態監視 故障·異常監視 프로세스데이터 表示 프로세스데이터 上下限監視 機器不動作監視 運轉時間積算
操作 / 設定	機器選擇操作 파일엔데너스
記錄	이벤트記錄 運轉日誌作成
受電設備自動制御	데먼드監視制御 無効電力制御 變壓器台數制御 自家發負荷配分制御
空調·衛生動力設備自動制御	스케줄運轉制御 外氣冷房制御 外氣補償制御 豫熱豫冷制御 熱源미연드制御 펌프台數制御 熱源台數制御 空調機節電運轉制御 인버터省에너지制御 空調코트루올러連系制御
照明設備自動制御	스케줄運轉制御 調光센서連動制御 在室센서連動制御 照明콘트롤올러連系制御
防災設備自動制御監視	防災機器連動制御 火災時 팬停止制御 防災副監視

황에 의해 계약전력을 초과하는 일이 없도록, 예로 예측감시하거나 초과할 염려가 있을 경우 또는 초과했을 때에는 경보를 발하는 동시에 지도를 하여 오퍼레이터에 적절한 조치를 촉구한다. 또한 제어가능한 부하가 있을 경우에는 경보상태가 되었을 때에 계약전력을 초과하지 않도록 자동적으로 부하 조정하는 기능을 부가한다(표1 참조)



〈그림-1〉

(L) 무효전력제어: 전력계통의 역을개선 때문에 무효전력의 값에 의하여 진상 콘덴서의 자동투입, 개방을 행하고 전력회사의 역을관리대책, 에너지節約化를 도모한다(그림2 참조)

(C) 변압기 대수 제어: 전력부하의 추이에 의해 변압기의 운전대수를 제어하고 변압기의 고효율운전을 행하여 에너지節約化를 도모한다(그림3 참조)

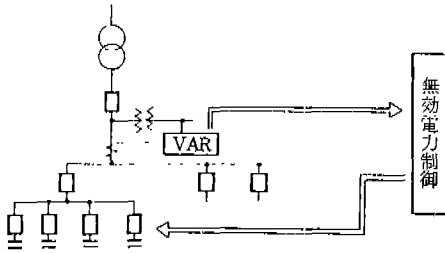
(b). 공조설비를 대상으로한 경우

(7) 스케줄운전제어: 빌딩내의 설비기기를 미리 설정된 시각에 따라 자동적으로 ON/OFF하는 기능으로서 또 운전시각의 연장(잔업예약)제어에 의해省力化, 정확화, 신속화, 에너지節約化를 도모한다

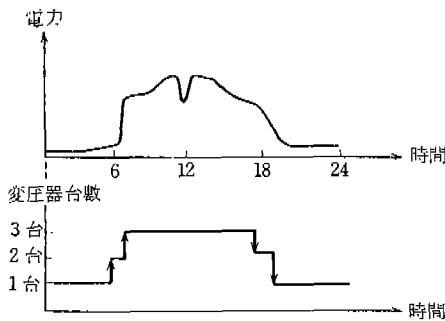
(L) 열원 운전대수제어: 공조부하나 축열량에 따라 냉동기의 운전대수를 제어함으로써 열원의 고효율운전을 실시, 에너지節約化를 도모한다.

(i) 냉동부하에 따라 변화하는 냉수열량을 보아 냉동기의 대수제어를 실시한다.

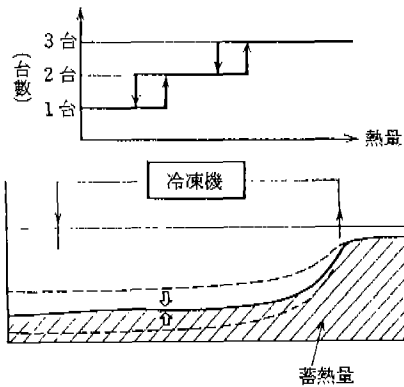
(ii) 축열조의 축열량에 따라 냉동기의 운전대수 제어를 실시, 축열량을 일정하게 유지하도록 제어를 한다(그림4 참조)



(그림-2)



(그림-3)

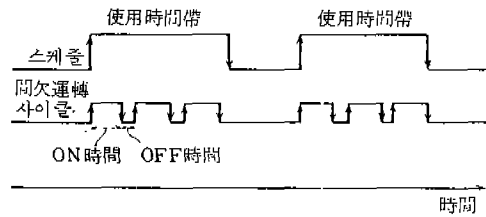


(그림-4)

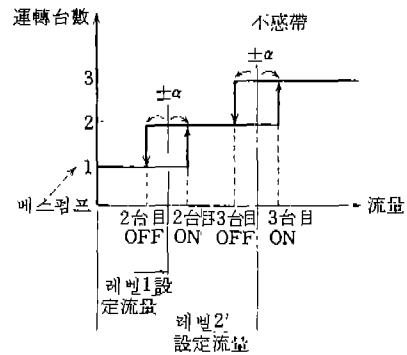
(c) 공조기 절전운전 제어 : 공조기의 스케줄운전 시간대에 있어서 공조기를 間欠운전시킴으로써 에너지절약을 도모한다.

단, 실내환경을 유지하는 범위로 한다. (그림 5 참조)

(2) 펌프대수 제어 : 건물내의 공조부하의 증감에 따라 변화하는 냉수, 온수流量을 보아 가장 적당한 펌프의 운전대수를 선택하여 운전을 행한다(그림 6)



(그림-5)



(그림-6)

(d) 外氣補償제어 : 실내온도의 설정 및 공조기 給氣온도를 연중 일정하게 하지 않고, 여름은 약간 높고 겨울은 약간 낮추는 등으로 하여 외기온도와 실내온도와의 온도차를 적게하여 히트쇼크를 줄이는 동시에 인체감각상, 쾌적하며 또한 에너지 절약을 도모한다(그림 7).

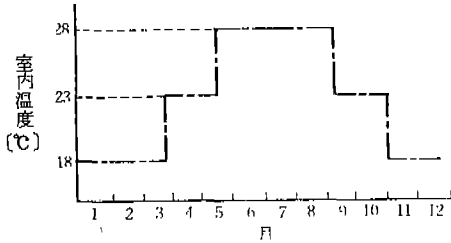
(b) 外氣냉방제어 : 중간기, 동기에 있어서 외기를 이용하여 빌딩내의 냉방을 실시함으로써 냉방부하를 경감하고 에너지절약을 도모할 수 있다.

제어조건으로서는 실내 엔탈피가 외기엔탈피에 비해 일정량 이상 높은 경우로 한다(그림 8).

(a) 열원데먼드제어 : 지역냉난방이 실시되고 있는 지역에 있어서 지역냉수 및 증기에 대해서 빌딩내의 공조부하의 운전상황에 의해 변화하는 流量 및 열량을 제약치를 초과하지 않도록 하며, 사용 流量 (혹은 열량)의 예측을 하여 초과의 염려가 있을 경우는 각각의 熱源에 응한 피크컷 제어를 한다.

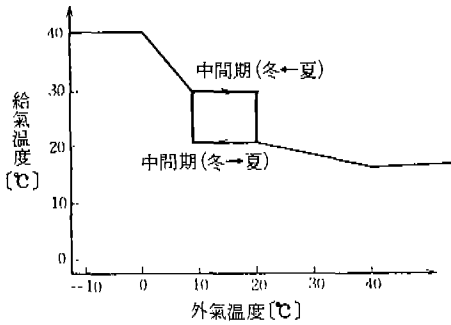
(c) 조명설비를 대상으로한 경우

(7) 調光센서연동제어 : 광센서에서 측정된 外光量에 의해 필요한 장소를 필요한 시간만큼 적절한



冬期: 1, 2, 3, 12月
 中期: 4, 5, 10, 11月
 夏期: 6, 7, 8, 9月

(a)



(b)

〈그림-7〉 外氣스케줄에 의한 空調機給氣 溫度 設定

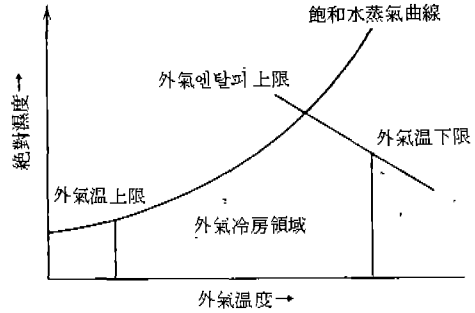
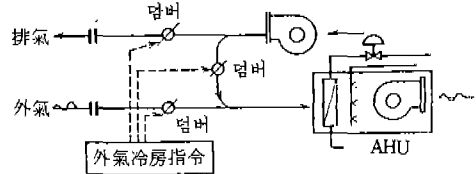
밝기로 제어하고 불필요한 전력소비를 없애는 省電力化와 관리운영의 간략화에 의한 省力化를 도모한다.

각 조명설비는 스케줄운전제어에 의해 점등/소등의 시간이 제어되는 동시에 광센서로 부터의 데이터에 맞추어 어느 등차레벨의 범위에서 (예로 100~50%의 범위에서 4레벨) 실내의 조광을 실시한다.

(L) 在室센서연동제어: 在室센서로 부터의 신호에 의해 실내 복도 조명의 점등/소등을 행한다.

적외선센서등의 재실센서를 이용하여 현관입구, 계단, 복도에 사람이 왔을 때 자동적으로 조명을 점등하고 통과한 후 일정시간내에 소등시킨다.

또 실내에 사람이 입실과 동시에 조명을 점등시켜, 사람이 퇴출 일정시간 후에 소등시킴으로써 소등을 잇는 것을 방지하는데 도움이 되며 에너지절약의 효과를 도모할 수 있다.



〈그림-8〉

(d) 기타

인버터응용에 의한 성능에너지제어

송풍기, 펌프를 부하로 하는 전동기의 회전수제어를 행함으로써 에너지의 절약을 도모한다.

전동기의 軸動力P는 풍량(流量) Q와 압력(揚程) H와의 사이에

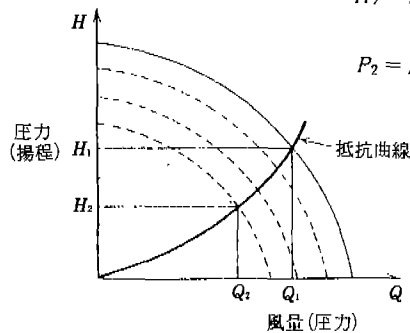
$$P \propto Q \times H$$

의 관계가 있으며, 풍량(流量) Q_1 보다 Q_2 로 가변할 때, 회전수가 N_1 에서 N_2 가 되었다고 한다면 회전수에 대한 Q, H, P의 관계는 다음과 같이 되어

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{N_1}{N_2}$$

$$H_2 = H_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$$



〈그림-9〉

소요전력은 회전수의 3 乘에 비례하여 감소하고 큰 성에너지를 얻을 수가 있다(그림 9).

3. 에너지節約効果의 검증

전항에서 빌딩관리 시스템에 있어서의 에너지管理面에서의 기능으로서 여러가지의 에너지節約제어에 대해서 간단하게 설명했으나 그 구체적인 에너지節約 효과의 검증에 대해서 예를 들어 설명한다.

(1) 외기냉방 제어

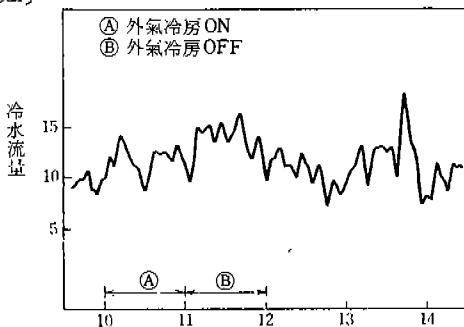
외기의 엔탈피가 실내엔탈피 보다 작을 경우에 외기를 도입하여 외기냉방을 실시 냉방부하의 경감을 도모한다.

(a) 검증방법 : 한시간마다 외기냉방 ON상태와 OFF상태를 모의적으로 만들어내어 對象空調機 12대에 공급되는 냉수열량과 往還온도차를 1분마다 기록하여 이들 소비열량을 산출하고 외기냉방 ON상태와 OFF상태와의 열원의 소비량을 비교한다.

(b) 검증결과 : 상기의 외기냉방 ON, OFF 시간대의 1분마다의 소비열량데이터의 평균치를 그래프화하여 보면 그림10과 같이 된다. 외기냉방 ON 시간대의 평균냉수열량=11.3Mcal. OFF 시간대의 평균냉수열량=14.8Mcal로서 그 차는 3.5Mcal이 된다. 이 데이터는 대상공기기 12대에 대한 값이므로 그 값은 全空調機 48대분으로 환산하면

(i) 1일분의 열량차

$$3.5(\text{Mcal}) \times (60 \times 8) (\text{h}) \times (48/12) (\text{台}) = 6720 (\text{Mcal})$$



(그림-10)

(ii) 1개월분의 열량차

$$6720 (\text{Mcal}) \times 25 (\text{日}) = 168 (\text{Gcal})$$

이상의 값이 데이터채집일(1985년 11월)에 있어서의 에너지 절약분이 되어 데이터채집월의 냉수 사용 열량은 30만Mcal로서 11월의 에너지 절약분 168 Gcal의 종량요금환산에 의하면 약 1할의 효과가 있었다.

(2) 인버터응용 空調機풍량제어

당빌딩에 있어서의 공조기의 내뿜는 풍량제어 방식은 스크롤던버방식과 인버터방식이 있으며 양방식의 제어는 로칼제어에 의해 행해지고 있으나 그 운전 데이터를 컴퓨터에 집어넣어 온라인해설을 행함으로써 에너지 절약의 효과를 산출할 수 있다.

(a) 검증방법 : 인버터방식** 스크롤방식*의 공조기의 데이터에서 소비전력량, 냉방부하, 소비전력량/냉방부하의 3개 항에 대해서 다음의 조건에 따라 비교를 했다.

(조건) • 5월~10월의 6개월의 수집데이터를 냉방기간으로 한다.

• 1일의 운전시간은 운전시간 실적에서 판단하여 평균 10시간으로 한다.

• 1개월의 데이터비교는 실제의 일수 가운데 평일만으로 행한다.

(b) 검증결과 : 양방식에 의한 공조기운전비교 데이터를 표 4, 표 5에 인버터에너지 절약 효과 분석 결과를 표시한다.

이상의 결과에 의해 어느 달의 데이터도 동일열량당에서의 소비전력량은 인버터방식 쪽이 스크롤방식보다도 적으며, 인버터방식의 채용에 의한 에너지 절약 효과가 인정되었다.

또, 냉방부하를 200Mcal로 했을 경우 인버터방

[注] *스크롤방식 : 送風ダクト내에 부착된 差压 検出器에 의해 静压을 檢査하여 静压이 設定値와 일치하도록 스크롤던버의 開度를 조절하고 풍량의 콘트롤을 행하는 제어방식

**인버터방식 : 풍량제어 유니트로 부터의 덤버위치, 풍량 등의 상태를 콘트롤러에 입력하고 콘트롤러는 송풍량에 가장 알맞은 회전수를 지령하는 제어방식

〈표 - 4〉 인테리어空調機運轉比較데이터

(注) 冷水冷房期間：5~10月

月		4	5	6	7	8	9	10	11
運轉日數(日)		24	平均 23.23						24
			22	24	23	20	25	26	
스크롤方式空調機	消費電力量[kWh]	44	37	67	35	65	41	55	40
	冷房負荷[Mcal]	69	70	367	183	582	126	189	108
	[kWh/Mcal]	0.64	0.53	0.18	0.19	0.11	0.33	0.29	0.37
VVVF方式空調機	消費電力量[kWh]	36	72	47	12	27	22	41	28
	冷房負荷[Mcal]	59	175	411	129	490	123	188	114
	[kWh/Mcal]	0.61	0.41	0.11	0.093	0.055	0.18	0.22	0.25
電力量差[kWh/Mcal]		0.03	合計 0.56						0.12
			0.12	0.07	0.097	0.055	0.15	0.07	

〈표 - 5〉 에너지절약效果分析結果

(冷房期間：5~10月)

		인테리어	페리미터
a. 電力量差合計	[kWh/Mcal]	0.56	0.77
b. 月平均電力量差	[kWh/Mcal]	0.094	0.13
c. Mcal 當 月平均에너지節約金額 ⁽¹⁾	[円/Mcal]	3,102	4,29
d. 日平均에너지節約金額 ⁽²⁾	[円/日]	6,204	8,580
e. 冷房期間中 에너지節約金額 ⁽³⁾	[円]	867,300	1,199,000

(1) 1kW, -33원으로 한다면 (c) = (b) × 33

(2) 收集기간중의 日報데이터에 의해 求한 인버터方式의 空調機의 空調負荷의 平均値를 200[Mcal/日]로 하면

$$(d) = (c) \times 200 \times 10 [\text{h}]$$

(3) 5月~10月の 운전일수平均値23.3日에 의해

$$(e) = (d) \times 23.3 \text{日} \times 6 \text{개월}$$

식 1대에 대해 1일 평균 34,100원 냉방기간중(5월~10월) 478만원정도의 에너지 효과가 검증되었다.

× × ×

빌딩관리시스템의 기능 가운데 에너지관리, 에너지절약제어를 중심으로 기술했으나, 앞으로도 더욱 빌딩관리시스템에 있어서의 중요한 요소임은 변함이 없을 것으로 전망된다.

에너지절약 기능은 여러가지가 있으나 내용을 생각해 보면, 설비별, 로깅기기 단위에 달려 있으므로 제어자신은 분산된 컨트롤러에 의한 분산제어의 시스템으로서 진행하게 되어 있으므로 이러한 컨트롤러가 유기적으로 결합되어 집중관리, 분산제어의 시스템으로서 구성되어 장차 인텔리гент 빌딩시스템에 있어서의 서브시스템으로서 정착되어 갈 것이다.

*