

사무실 · 공장의 省에너지 空調 · 照明시스템 設備 도입사례

- “氷蓄熱空調시스템”과 “멜세이브시스템(省에너지 照明시스템)”의 병용을 계획적으로 도입함으로써 대폭적인 러닝코스트의 삭감과 대폭적인 전력피크다운에 의한 수전용량과 계약전력의 저감을 실현할 수 있다.
- 표준적인 사무실빌딩인 경우, 비축열공조시스템을 도입함으로써 값싼 야간전력의 이용과 빙축열의 고효율운전이 가능해져, 낮동안 공조소비전력을 약 10% 삭감할 수 있어 빌딩전체의 운전비를 약 16%, 전수전용량도 16% 저감할 수 있다.
- 또 멜세이브시스템을 도입함으로써 Hf조명기구, 주광이용, 초기조도조정 및 타이머제어의 활용으로 조명소비전력량을 약 50% 삭감할 수 있으므로 빌딩전체의 운전비를 18%, 전수전용량도 9% 저감시킬 수 있다.
- 조명소비전력량을 약 50% 삭감하면 조명의 발열에 의한 냉방부하도 적어지므로 그만큼 냉방용소비전력량도 공조분계약전력을 저감할 수 있다. 즉 양시스템을 개별로 도입하는 경우에 비하여 빌딩전체의 운전비를 5%, 전수전용량도 7% 저감할 수 있다.
- 양시스템을 병용도입한 경우의 빌딩전체의 연간운전비는 공조분 16%, 조명분 18%, 종합효과에 의한 공조분 5%, 합계 39%의 삭감이 가능하며, 전수전용량에 대하여도 공조분 16%, 조명분 9%, 종합효과에 의한 공조분 7%, 합계 32%의 저감이 가능하다.
- 양시스템의 도입으로 공조·조명설비의 러닝코스트의 대폭적인 삭감과 수전설비와 계약전력의 대폭적인 저감을 도모할 수 있게 되어 하계의 소비전력 피크다운과 CO₂ 배출량의 저감에도 기여한다.

1. 머리말

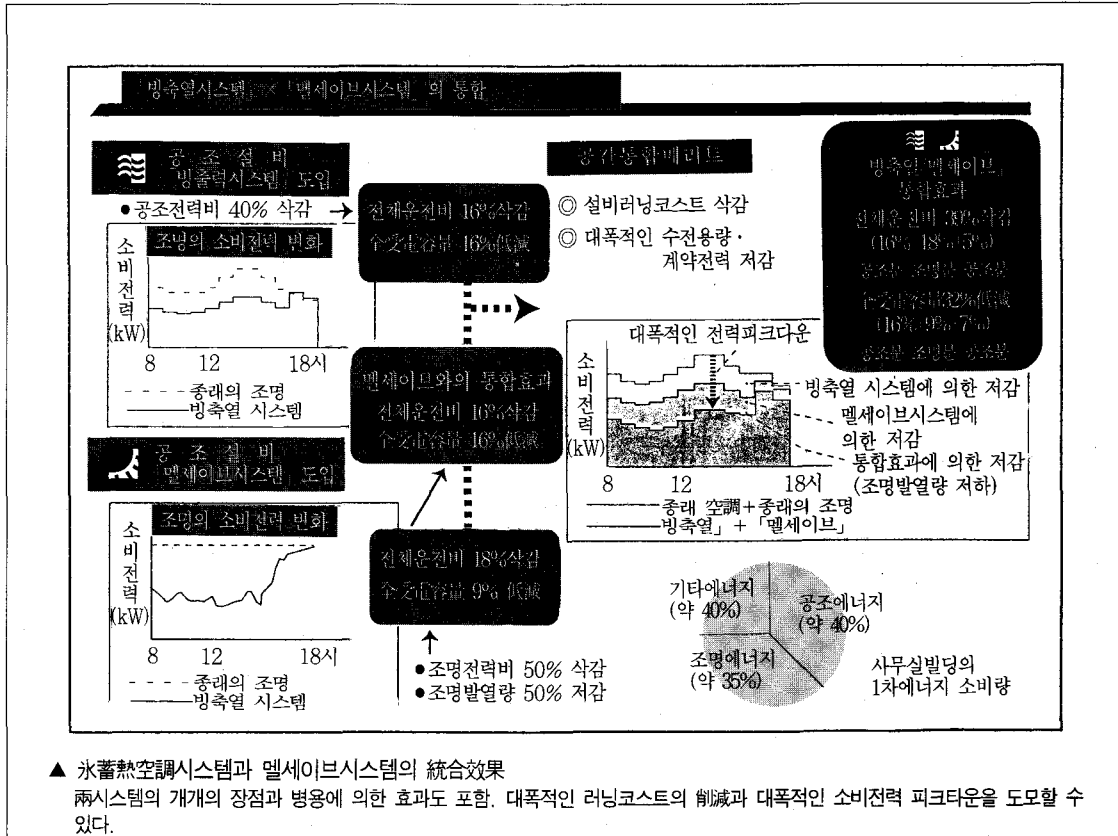
요사이 사회의 진보에 따른 에너지, 특히 사용하기 편리한 전력에너지소비는 증대일로에 있다. 한편 지구적 규모의 환경문제에 대한 관심이 높아지면서 省에너지화의 움직임도 활발해지고 있으며 특히 지구온난화에 큰 영향을 미친다고 하는 이산화탄소(CO₂) 배출량 억제체를 위하여 적극적인 省에너지에 대한 대책이 요구되

고 있다.

본고에서는 사무실, 공장에서의 에너지 소비웨이트가 큰 공조·조명설비의 省에너지사례를 소개한다.

2. 시장배경

OA화나 고정밀가공기술의 발달에 따라 사무실이나 작업공간의 쾌적성추구로 사무실과 공장의 공조·조명



설비의 전력부하가 증가하고 주간의 전력수요피크치를 밀어올려 이것이 전력량 주야간격차가 확대되는 요인이 되고 있다. 전력부하의 평준화와 쉼에너지화는 사회경제발전의 기반이 되는 전력에너지의 안정공급과 지구환경유지를 위하여 필수과제가 되고 있다.

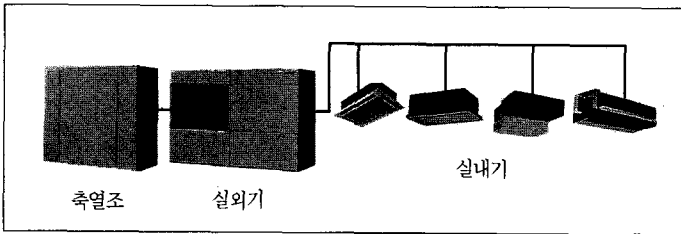
주야간의 발전량조정은 주로 석유나 LNG를 연료로 하는 화력발전설비가 담당하고 있으며 그 결과 주간전력에서는 CO₂ 발생량이 많아지고, 야간전력에서는 원자력, 수력발전구성이 높아져 결과적으로는 CO₂ 발생량이 적어진다.

빙축열공조시스템과 쉼에너지조명을 조합하여 사용함으로써 주간의 전력사용량을 삭감하고 야간의 전력사용량을 증가시켜 결과적으로 전력부하평준화, CO₂ 발생의 삭감을 도모할 수 있게 된다.

3. 시스템의 개요

3.1 氷蓄熱空調시스템

빙축열공조시스템이란, 하기의 냉방시에는 야간축열조내에 얼음을 만들어 주간에 그 얼음을 녹여 냉방에 이용하고, 동기의 난방시에는 야간축열조내에 온수를 만들어 그 온수가 갖는 열량을 주간의 난방운전에 사용하는 공조시스템이다. 그림 1에 빙축열멀티에어컨 "ICE-Y"의 외관을 표시한다. 특징으로서는 야간전력이 용으로 전기요금의 삭감, 수전설비 용량경감에 의한 수전코스트의 경감, 축열이용에 의한 안정된 공조의 실현, IPF(Ice Packing Factor: 빙충전율) 약 70%의 축열조에 의한 성스페이스 등이 있다.



〈그림 1〉 氷蓄熱空調시스템의 外觀

3.2 省에너지照明시스템 “멜세이브 시스템”

(1) 개요

이 시스템은 조명기구를 自動調光함으로써 작업면의 밝기를 적정조도로 유지하여 쾌적한 視環境을 확보하면서 종래의 조명설비에 비하여 50~70%의 대폭적인 省 에너지를 실현한다.

(2) 구성

그림 2에 표시하는 것과 같이 멜세이브 베이식-S조도 센서, 멜세이브 베이식-S컨트롤러, Hf32W연속조광기구로 구성된다. 또한 별매품으로서 타이머를 준비하고 있다.

(3) 기본기능

(a) 멜세이브 베이식-S조도센서

대상면의 밝기를 검지하여 밝기를 전압신호로 컨트롤러에 전한다.

(b) 멜세이브 베이식-S컨트롤러

조도센서로부터의 밝기와 설정조도를 비교하여 대상면의 밝기가 설정조도가 되도록 조광신호를 Hf32W연속조광기구에 출력한다.

(c) Hf32W 연속조광기구

컨트롤러로부터의 조광신호에 의하여 조광출력을 한다.

(4) 省에너지요소와 효과

(a) Hf조명기구

Hf조명기구를 채용함으로써 종래의 래피트스타터식 조명기구에 비하여 24%의 省에너지가 가능하다.

(b) 초기조도 조정

조명기구설치초기, 청소후나 램프교체후 등 필요조도 이상을 調光制御하여 약 12.5%의 省에너지가 가능하다.

(c) 주광이용

태양광에 의한 실내의 밝기를 이용하고 필요조도 이상을 조광제어하여 약 25%의 省에너지가 가능하다.

(d) 타이머제어

주간휴식시간 등의 정시각에 통상작업상태보다도 밝기를 억제하는 조광으로 약 5%의 省에너지가 가능하다.

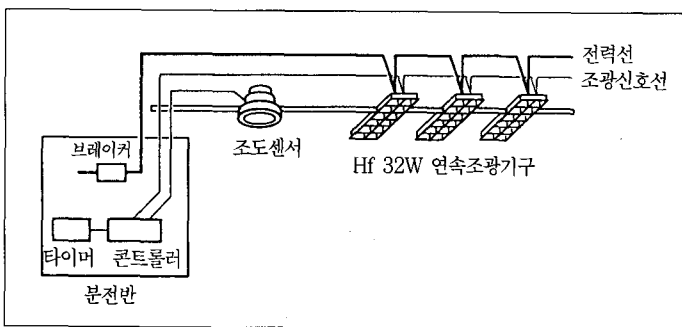
4. 사례

4.1 環境管理센터

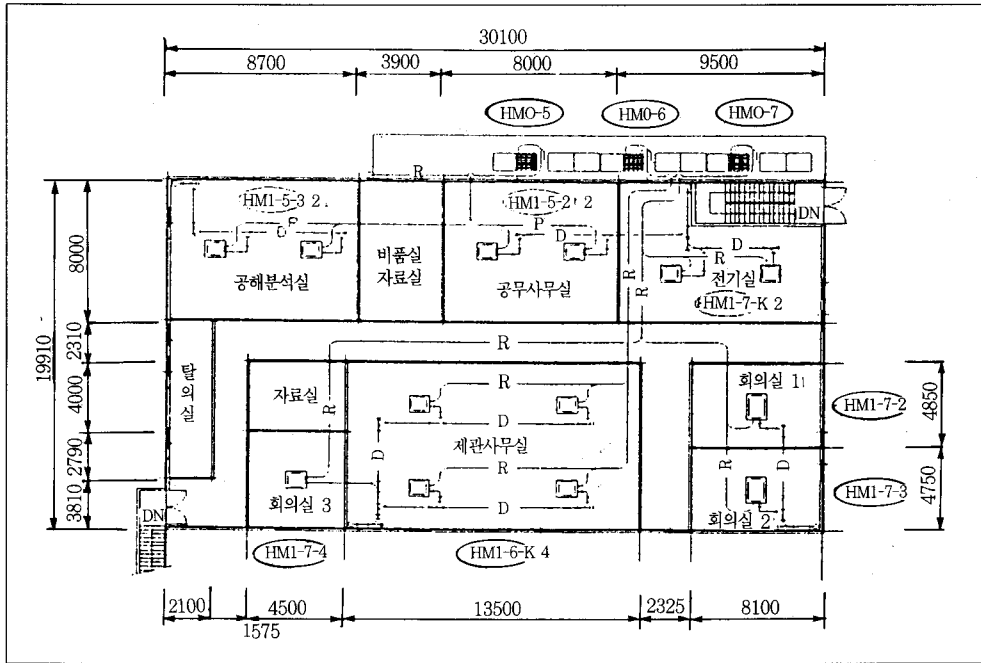
동사 冷熱시스템製作所의 環境管理센터는 2층건물로, 1층(마루면적 약 900m²)이 창고와 보일러실, 2층(마루면적 약 600m²)이 사무실이다. 1층의 창고와 2층에 氷축열이용 直膨式멀티에어컨을 채용하였으며, 조명은 2층에만 멜세이브시스템을 채용하였는데 그 개요를 설명한다.

4.1.1 氷蓄熱空調시스템

2층 사무실의 氷축열이용 직팽식멀티에어컨의



〈그림 2〉 構成圖



〈그림 3〉 平面圖

평면도를 그림 3에 표시한다.

製管사무실에는 실내기가 4대 설치되어 16마력의 실외기에 연결되어 있다. 기타의 방에도 각방의 최대냉난방부하에 맞는 능력의 실내기가 설치되어 각각 16마력의 실외기에 연결되어 있다.

빙축열공조와 비축열공조(직팽식멀티에어컨)의 경제성을 검토하는 계산조건으로서 냉방기간은 7월부터 9월, 난방기간은 12월부터 3월, 공조시간은 8시부터 18시, 일요일은 운전하지 않는 것으로 하고 全負荷相當운전시간법으로 계산하였다. 전기요금은 關西電力(株) 업무용축열조정 계약을 사용하였다. 양공조방식의 연간 소비전력량을 표 1에 표시한다.

공조분에 대한 계약전력이 빙축열공조쪽이 적은 것은, 정격능력은 같으나 소비전력이 작기 때문이다. 주간 소비전력량은 빙축열공조쪽이 작으나 야간분도 포함하면 빙축열공조쪽이 크게 된다.

양공조방식의 연간 전기요금을 표 2에 표시한다. 기

본요금은 빙축열공조쪽이 적고 종량요금도 야간축열할 이후 요금에 의하여 빙축열공조쪽이 적다.

양공조방식의 연간 CO₂ 배출량을 표 3에 표시한다. CO₂ 배출원단위에 대하여는 참고문헌에서 인용한 표 4의 값을 사용하였다. 야간의 축열운전시의 배출량을 포

〈표 1〉 兩空調방식의 연간 消費電力量 (kWh/期間)

구 분	空調分契約	夏期(7~9월)		기타 기간	
	전력 (kW)	주 간	야 간	주 간	야 간
非蓄熱空調	41.1	26,400	0	17,200	0
氷蓄熱空調	25.7	16,900	12,100	12,000	6,160

〈표 2〉 兩空調방식의 연간 電氣料金 (천엔/年)

구 분	基本料金	夏期(7~9월)		기타 기간		年 間
		주 간	야 간	주 간	야 간	
非蓄熱空調	818	381	0	226	0	1,425
氷蓄熱空調	512	244	51	158	26	991

〈표 3〉 兩空調방식의 연간 CO₂ 排出量 (kg-C/年)

구 분	夏期(7~9월)		기타 기간		年 間
	주 간	야 간	주 간	야 간	
非蓄熱空調	2,664	0	1,686	0	4,450
氷蓄熱空調	1,705	970	1,176	519	4,370

〈표 4〉 年間 CO₂ 排出原單位 (g-C/kWh)

夏期(7~9월)		기타 기간		年 間	
주 간	야 간	주 간	야 간	주 간	야 간
100.9	80.2	98.0	84.3	99.0	83.7

합하면 양공조방식 공히 동등의 CO₂ 배출량이 된다. 빙축열공조의 경우, 야간에 버려지는 전력의 일부를 사용하고 있는 점과 夏節期 낮동안의 전력피크다운에 기여하고 있음을 고려하면, 이들을 수치로 나타낼 수는 없으나 CO₂ 배출량의 저감에 공헌하고 있는 것이 된다.

다음으로 양공조방식의 경제성을 살펴본다. 양공조방식의 이니셜코스트와 이들을 비교한 것이 표 5~표 7이다. 기기대(값)와 공사비는 설계사무소의 견적가격을 사용하였고 빙축열공조에는 설비비를 저감할 수 있는

〈표 5〉 非蓄熱空調時的 이니셜코스트

구 분	臺 數	金額(천엔)
非蓄熱室外機 (16馬力)	3	6,510
非蓄熱室內機 (3.2馬力)	15	4,862
工事費 (概算)		5,950
합 계		17,322

〈표 6〉 氷蓄熱空調時的 이니셜코스트

구 분	臺 數	金額(천엔)
氷蓄熱室外機 (16馬力)	3	6,930
蓄熱槽	3	2,520
室內機 (3.2馬力)	15	4,862
工事費 (概算)		5,589
普及獎勵金		-767
에너지 革稅制		-1,053
합 계		18,081

〈표 7〉 非蓄熱과 氷蓄熱의 코스트 比較

구 분	이니셜코스트	러닝코스트(천엔/年)	
		電氣料	메인テナンス
非蓄熱空調	17,322	1,425	150
氷蓄熱空調	18,081	991	220

보급장려금과 에너지수급 구조개혁투자촉진세제의 적용도 포함하였다. 이니셜코스트는 빙축열공조쪽이 75만 9천엔 많으나 연간 전기요금과 메인テナンス를 포함한 러닝코스트는 36.4만엔 싸기 때문에 이니셜코스트의 증가분은 2.1년에 상각할 수 있게 된다. 이 상각년수는 공조기기의 가격설정과 연간운전율, 수전설비비의 삭감을 어느 정도로 하는가에 따라 달라지게 된다.

축열조의 용량을 크게 하여 익일의 냉난방부하량의 태반을 야간에 축열하도록 하여 낮동안의 공조기의 운전은 압축기를 운전하지 않고 반송동력만을 운전함으로써 연간의 소비전력량 전기요금, CO₂ 배출량을 더욱 저감시킬 수 있다.

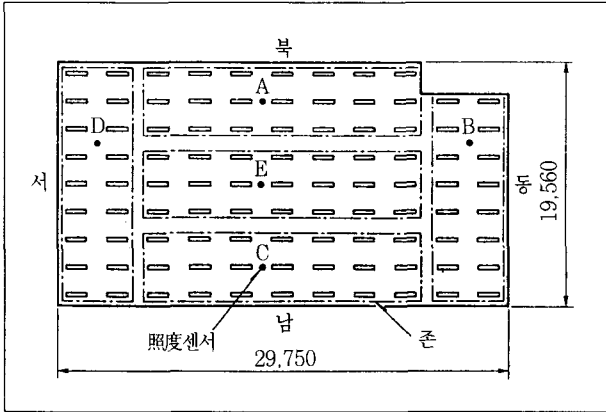
4.1.2 멜세이브 시스템

이 사무실은 동서남북의 각 방위에 창문이 있어 멜세이브시스템(省에너지 照明시스템) 도입에 의한 省에너지요소 중 가장 큰 효과를 기대할 수 있는 주광이용제어를 최대한으로 활용할 수 있다

그림 4에 표시하는 바와 같이 주광으로 얻는 밝기가 거의 같은 조건의 A.B.C.D.E의 5개의 존을 설정하여 존마다 조도센서 및 컨트롤러 각 1세트에 복수의 천정 직부형 Hf32W×2등 연속조광기구를 접속한다. 각 기기의 대수를 표 8에 표시한다.

이 시스템을 채용함으로써 조명연간전력량은 종래의 조명기구에 비하여 43% 감소하고 CO₂ 배출량도 43% 감소한다.

또 이 시스템과 종래조명기구와의 코스트 비교를 표 9에, 라이프사이클코스트를 그림 5에 표시한다. 시스템 도입으로 러닝코스트(연간조명전력요금)는 43% 삭감



〈그림 4〉 조닝

〈표 8〉 機器臺數

구 분	照度センサー(臺)	콘트롤러(臺)	照明器具(臺)
A 존	1	1	21
B 존	1	1	16
C 존	1	1	21
D 존	1	1	18
E 존	1	1	21

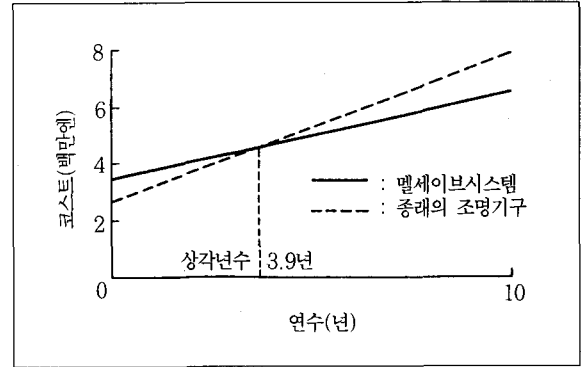
〈표 9〉 코스트 比較

구 분	이니셜코스트(천엔/年)	러닝코스트(천엔/年)
從來照明器具	2,585	530
멜세이브시스템	3,469	303

되고 이니셜코스트(초기 설비비 및 설비공사비)의 증가분은 3.9년에 상각할 수 있다.

4.1.3 綜合效果

비축열공조와 종래조명을 “종래방식”, 비축열공조와 멜세이브시스템을 “省에너지방식”이라고 하기로 한다. 성에너지방식에서는 개개의 러닝코스트저감 외에 조명 소비전력량이 종래의 50%가 되기 때문에 조명발열량이 준 만큼의 냉방소비전력량이 저감된다. 표 10에 표시하는 바와 같이 이니셜코스트는 성에너지방식쪽이

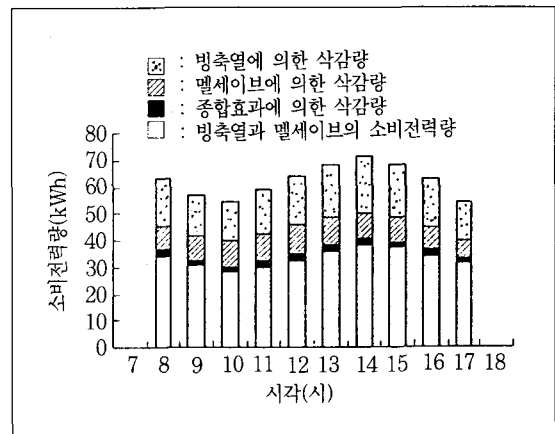


〈그림 5〉 라이프사이클코스트

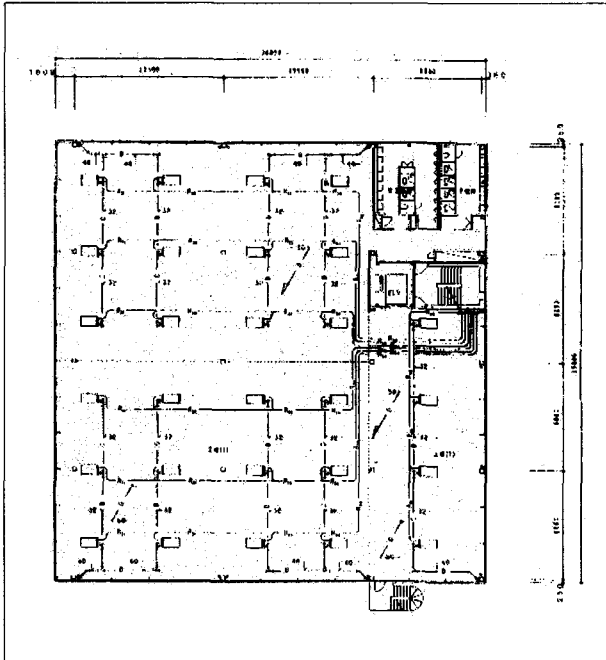
164만 3천엔 많지만 연간 전기요금과 메인テナンス를 포함한 러닝코스트는 68만 2천엔 싸기 때문에 이니셜코스트의 증가분은 2.4년으로 상각할 수 있게 된다. 8월

〈표 10〉 從來方式과 省에너지方式의 코스트 比較

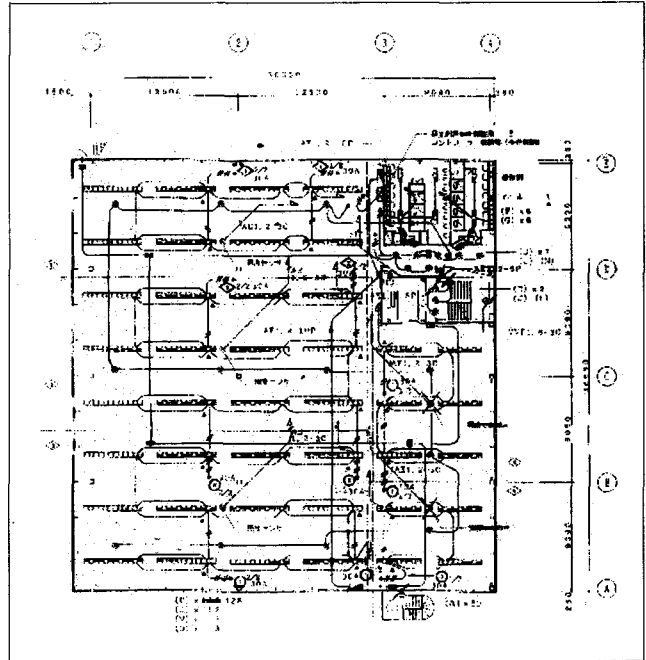
구 분	이니셜코스트(천엔)	러닝코스트(천엔/年)	
		電氣料	메인テナンス
從來方式非蓄熱空調	17,322	2,109	150
從來照明	2,585		
합 계	19,907	2,259	
省에너지方式氷蓄熱空調	18,081	1,357	220
멜세이브시스템	3,469		
합 계	21,550	1,577	



〈그림 6〉 8월의 時刻別空調·照明用消費電力量



〈그림 7〉 空調機器의 平面配置圖



〈그림 8〉 멜세이브시스템의 平面配置圖

의 하루 중의 공조·조명용 소비전력량의 변화를 그림 6에 표시한다. 성에너지방식은 종래방식에 비하여 빙축열이용과 멜세이브이용에 의하여 45%의 대폭적인 저감이 가능하다. 이것은 전력회사로서는 전력피크컷트 새로운 발전소 건설을 억제할 수 있게 되고 또 소비자로서는 수전설비의 소형화와 계약전력·기본요금에 저감되므로 큰 메리트가 있다.

4.2 동사 中津川製作所 第4事務所

이 사무소는 4층건물이며 3층 부분(마루면적 약 1,300m²)에 빙축열이용 직팽식멀티에어컨과 멜세이브

〈표 11〉 非蓄熱과 氷蓄熱의 コスト 比較

구 분	이니셜코스트	러닝코스트(천엔/年)	
		電氣料	메인テナンス
非蓄熱空調	27,380	2,271	250
氷蓄熱空調	28,464	1,738	300

시스템을 채용하였다. 그 평면배치도와 경제성검토 내용을 그림 7~그림 12와 표 11~표 14에 표시한다.

빙축열공조시스템과 멜세이브시스템의 이니셜코스

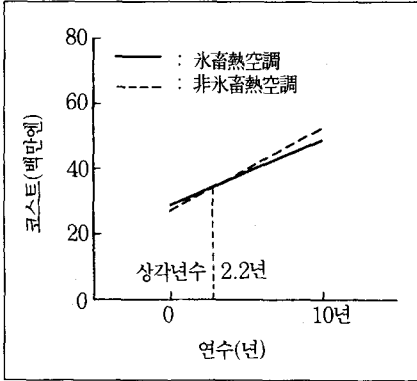
〈표 12〉 従來照明과 멜세이브의 コスト 比較

구 분	이니셜코스트	러닝코스트(천엔/年)	
		電氣料	
従來器具	4,728	507	
멜세이브	5,633	290	

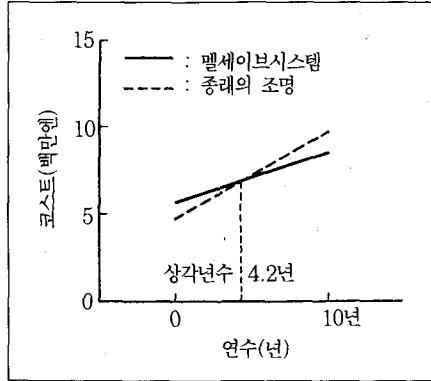
〈표 13〉 従來方式과 省에너지方式의 コスト 比較

구 분	이니셜코스트(천엔)	러닝코스트(천엔/年)	
		電氣料	메인テナンス
従來方式	従來照明	4,728	—
	非蓄熱空調	27,380	3,010
합 계		32,108	3,260
省에너지方式	멜세이브시스템	5,633	—
	氷蓄熱空調	28,464	2,104
합 계		34,097	2,404

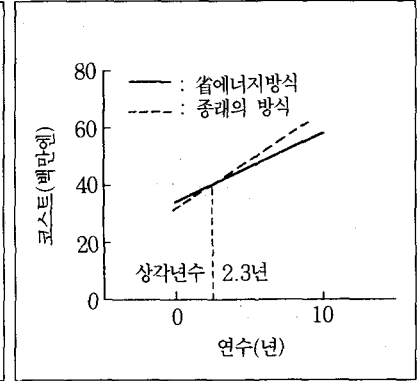
• 省에너지 방식의 계약잔액저감은 공조분과 조명분을 포함함.



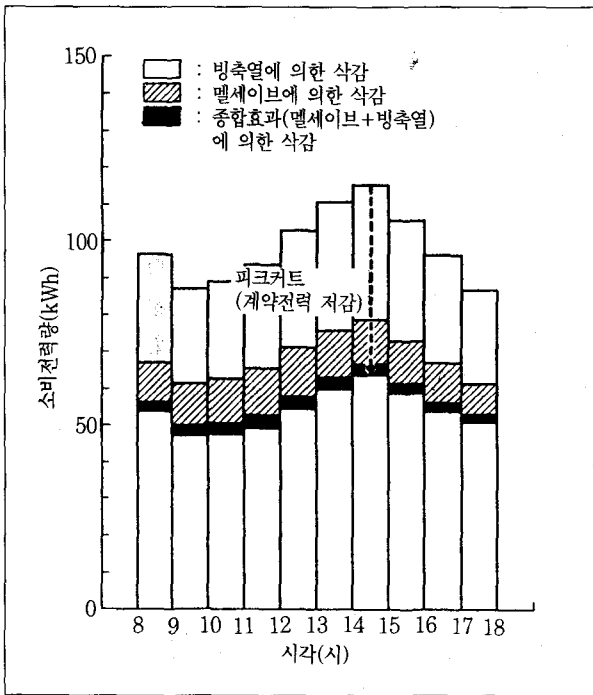
〈그림 9〉 空調(非蓄熱과 氷蓄熱)의 러닝코스트



〈그림 10〉 照明(從來器具와 螢光)의 러닝코스트



〈그림 12〉 從來方式과 省에너지方式의 코스트 比較



〈그림 11〉 8월의 時刻別照明·空調用消費電力量

〈표 14〉 電氣料金 【中部電力(株)産業用蓄熱調整契約】

基本料金	1,605(엔/kW/月)	
기간	夏期(7~9月)	기타 기간
通常料金 (엔/kWh)	10.81	9.83
蓄熱割引後料金 (엔/kWh)	4.26	4.26

트의 증가분은 각각 2.2년과 4.2년으로 상각되고 있으며, 양시스템을 병용한 이니셜코스트증가분은 2~3년 내에 상각되고 있다. 또 그림11에 표시하는 것과 같이 종래의 시스템에 비하여 양시스템을 병용하면 하계의 낮동안 피크다운을 45%까지 가능하게 할 수 있으므로 수전설비와 계약전력의 대폭적인 저감이 가능하게 된다.

5. 맺음말

빙축열공조시스템과 螢光시스템은 개개의 장점 뿐만 아니라 병용함에 따르는 통합효과도 있어 연간의 소비전력량, 전기요금, CO₂ 배출량을 저감시킬 수 있고, 나아가 하계의 전력피크다운과 수전설비의 소형화, 계약전력과 기본요금의 저감이 가능하다.

앞으로의 사무실이나 공장 등의 신축 및 리폼에 있어서는 양시스템의 병용을 계획적으로 도입하는 것이 바람직하다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.