

빌딩總合運營 管理시스템

1. 머리말

빌딩管理시스템(Building Automation System : BAS)은 1960년대에 빌딩의 諸設備(공조·조명·수배전·급배수 등)의 운전을 개별적으로 自動制御하는 시스템으로 출발하여 그후 1970년대의 오일쇼크, 1980년대의 인텔리전트빌딩(Intelligent Building : IB)의 등장 등을 거쳐 단순한 監視制御 시스템에 머무르지 않고 빌딩내의 사람에게 쾌적성·안전성·편리성을 제공하며 아울러 省에너지·省人力을 실현하기 위하여 각 설비를 統合管理하는 總合시스템으로 변모하여 왔다.

또 빌딩오너나 운영관리자에게는 빌딩의 경영, 운영관리에 필요한 데이터를 수집·관리하거나 테넌트에 대한 課稅業務를 서포트하는 시스템으로서 빌딩매니지먼트시스템(Building Management System : BMS)이 제공되기에 이르렀다. 특히 대규모빌딩에서는 건물 및 설비기기의 관리항목이 15,000항목에 이르는 것도 있어서 빌딩설비의 관리·유지보수를 위해 計算機에 의한 支援시스템이 불가결하다.

同社에서도 빌딩관리시스템 “MELBAS”시리즈, 빌딩매니지먼트시스템 “MELMANAGE”시리즈를 포함하는 미쓰비시인텔리전트빌딩시스템 “MIBASS”(Mitsubishi Intelligent Building Automation System and Services)으로 이들의 기능을 제공하고 있다.

한편 1990년대에 들어 빌딩을 둘러싼 환경도 변화되었고 특히 “버블經濟”時期에는 빌딩을 세우기만 하면 테넌트가 들어온다고 하던 상황은 끝나고 금후 당분간은 사무실빌딩은 공급과잉상태가 계속될 것으로 생각된다. 이때문에 빌딩운영의 효율화를 위하여 BMS에 대한 기대가 높아짐과 동시에 구체적인 운영경비삭감효과가 요구되고 있다.

이 보고에서는 이와 같은 니즈의 실현에 중점을 둔 금후의 BMS의 바람직한 모습에 대한 검토의 일단을 소개한다.

2. BMS의 現況과 動向

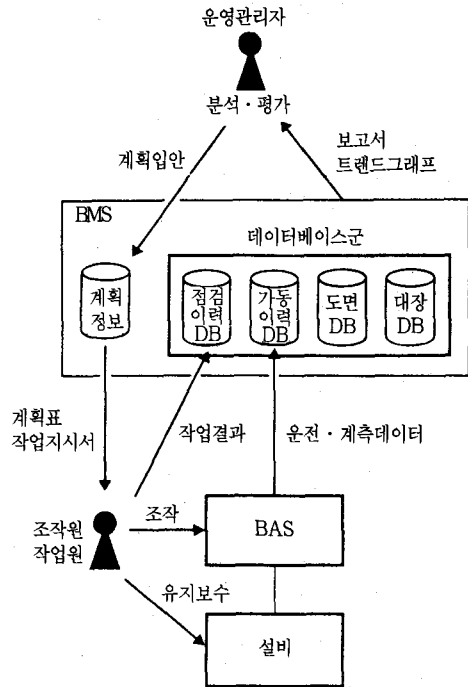
2.1 現況

오너가 본 빌딩의 運營業務는 표1과 같다. 현재의 BMS에서는 주로 설비관리, 건물관리, 테넌트영업, 테넌트서비스, 사무회계의 각 업무를 지원하는 기능을 제공하고 있다. 이 가운데 운영경비삭감에 직접 관계되는 설비·건물관리부분의 개요는 그림1과 같다.

BMS는 건물이나 설비의 각종 대장·도면, 입주 테넌트나 업자의 정보를 데이터베이스화하여 관리하고 있다. 또 BAS로부터 각종설비의 운전·계측 데이터를 정기적으로 수집하여 稼動履歷情報로 관리한다. 운영관리자는 이들의 데이터를 보고서나

<표 1> 빌딩의 運營業務

| 구분 | 내용 | |
|---------|---|--|
| 빌딩운영관리 | 청 소 | • 건축물 내부청소 |
| | | • 건축물 외부청소 |
| | 위생관리 | • 공기환경관리 |
| | | • 급수관리 |
| | | • 배수관리 |
| 설 비 관 리 | • 해충방제 | |
| | • 폐기물처리 | |
| 건 물 관 리 | • 건축설비의 운전감시와 유지보수 (전기통신설비, 공기조화설비, 급배수위생설비, 소방용설비, 승강기설비) | |
| | • 건물구조물의 점검정비 | |
| | • 건축설비의 점검정비 | |
| 보 안 경 비 | • 경비업무 | |
| | • 방화방재업무 | |
| | • 주차장관리 | |
| 빌딩경영 | 테넌트영업 | • 테넌트모집 • 임대차계약 • 주차장 |
| | 테넌트서비스 | • 셰어드테넌트서비스 • 외래자와의 대응 • 거주자와의 대응 • 테넌트공사대응 |
| | 사 무 회 계 | • 청구업무 · 지불업무 • 관공청계출 • 수지계획 • 자산관리 |



<그림 1> 現狀BMS 情報의 흐름

트렌드그래프로 볼 수가 있으며 그것을 분석·평가하여 장기운영계획이나 개별작업계획을 입안한다. 그것들은 계획정보로서 BMS가 관리하며 개별계획표나 작업지시서로 출력된다. 조직원이나 작업원은 계획·작업지시에 따라 BAS의 조작에 의한 설비의 運轉과 점검·유지보수작업을 하며 결과를 BMS에 입력시켜 그후의 계획에 반영시킨다.

이와 같이 실제로는 빌딩설비의 監視制御를 하는 BAS와 운영을 위한 情報處理를 하는 BMS는 명확히 역할분담이 되어 있으며, 情報의 주고받음은 있으나 별도의 시스템으로 되어 있다.

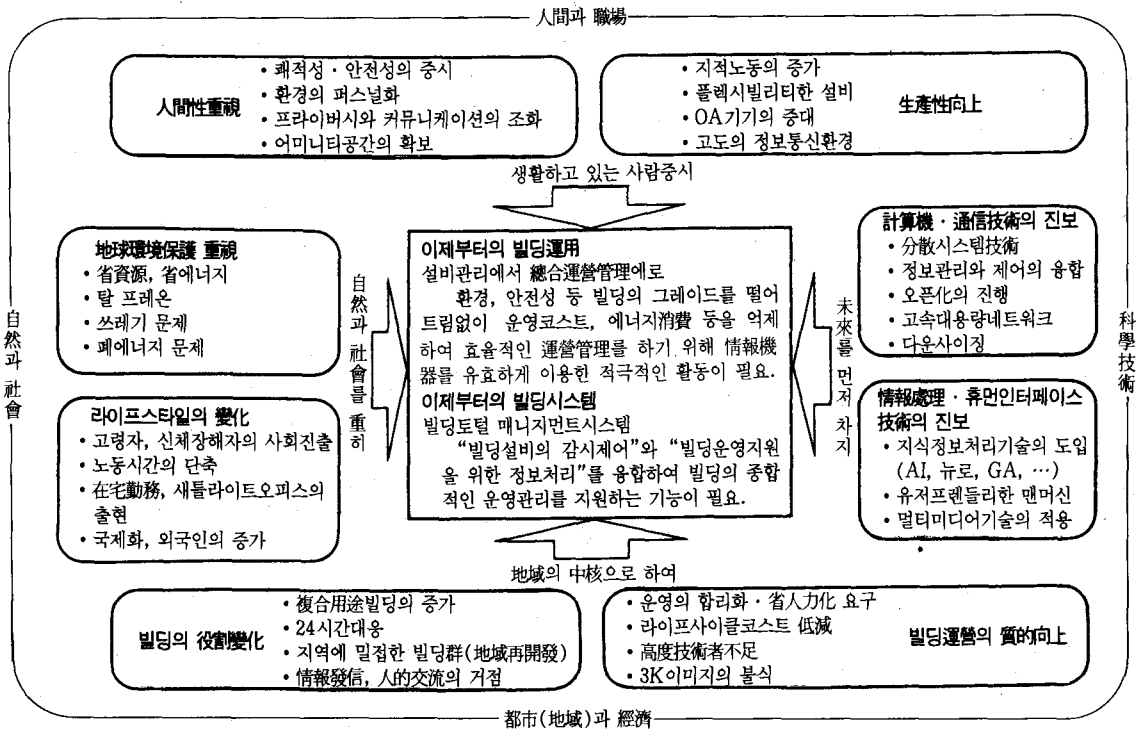
2.2 니즈의 變化와 今後의 動向

앞장에서 기술한 것과 같이 빌딩을 둘러싼 사회적환경의 변화나 경제상황의 변화에 수반하여 빌딩

運營의 質的向上이 강하게 요구되고 있고 지금까지 이상으로 BMS에 대한 기대는 높아지고 있다. 또 기술적진보에 의하여 그에 적절한 가격으로 답할 수 있는 BMS의 구축이 가능해지고 있다(그림 2 참조).

운영의 질적인 향상을 위한 중요한 과제는 빌딩의 라이프사이클코스트(Life Cycle Cost : LCC)의 적절한 관리와 삭감이다. LCC 중에서 에너지비용이나 인건비를 포함한 運營관리비가 점하는 비율은 설계·건설 등의 초기코스트의 數倍가 된다고도 하며 빌딩오너에게는 준공후의 運營관리비를 삭감하는 것이 중요한 과제가 되어 있다.

이와 같은 니즈에 응하여 빌딩전체로서의 省에너지나 適正保全에 의한 인건비의 삭감 등을 도모하기 위해서는 “빌딩設備의 監視制御”를 행하는 BAS와 “빌딩運營支援을 위한 情報處理”를 행하는 BMS의 보다 긴밀한 연대와 시스템의 인텔리전스의 향상이 필요하게 될 것으로 생각된다. 빌딩설비의 實運轉데이터나 빌딩내환경의 센서데이터를 리



<그림 2> 빌딩을 둘러싼 環境

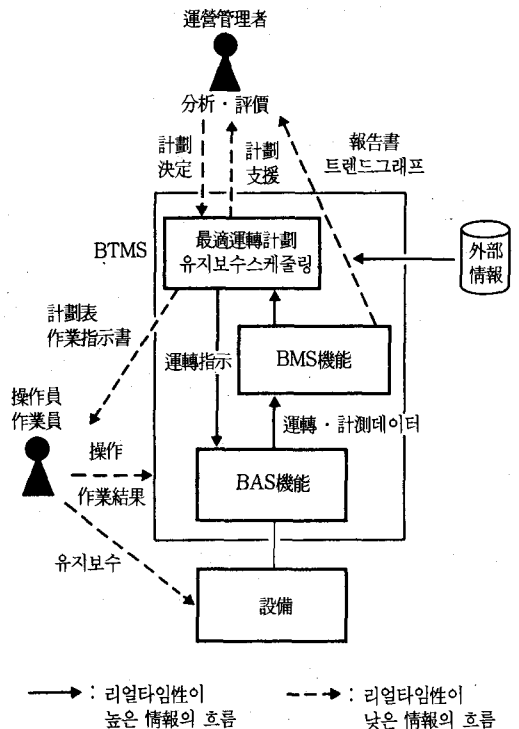
일타임으로 수집하여 지식처리에 의하여 설비의 最適制御計劃이나 스케줄링을 하며 그 결과를 設備制御에 반영시킨다(그림 3 참조).

이와 같이 종래의 BAS, BMS의 프레임을 넘어서 빌딩의 제설비를 綜合적으로 運營관리하는 시스템을 여기서는 “빌딩토털매니지먼트시스템(BTMS)”이라 부르기로 한다. 다음 章에서는 BTMS의 키가 되는 “인텔리전트피드백”의 개념과 그 구체적인 예인 에너지매니지먼트에 대하여 기술한다.

3. BTMS

3.1 인텔리전트피드백

지금까지의 BAS에서의 설비제어는 제어대상의 센싱정보와 설정치의 오차를 없애도록 제어하는 통상의 피드백系로 구성되어 있으며, 설비를 설정치대로 자동제어한다는 의미에서는 완성된 시스템이다. 문제는 효율적인 運營을 하기 위해서는 設定值



<그림 3> BTMS 情報의 흐름

를 어떠한 값으로 하면 좋을지의 판단을 작업원이 하지 않으면 안되는 점이다. 현재는 배터랑조작원의 경험에 의하여 그 값이 설정되고 있으나 그 값이 빌딩의 효율적운영이라는 점에서 최적의 것이라 보증은 없다. 설정치를 변경한 경우 그것이 운영경비에 어떤 영향을 미치는가 하는 것도 그리 파악되어 있지 않으며 변경도 季節調整 정도만으로 빈번하게 행해지지 않고 있다.

BTMS에서는 종래의 制御系에 더하여 센싱情報를 해석·판단하는 지식처리기능을 갖게 하여 시스템이 설정치나 제어패턴의 변경까지 포함한 피드백을 한다. 판단을 하는 지식처리자체도 센싱情報에 의하여 다이내믹하게 지식베이스를 경신하면서 실제로 빌딩의 운용상태에 적용하여 간다. 또 자동제어 이외의 사람손에 의한 운영활동에 대하여도 知的處理에 따른 情報提供을 하여 지원한다.

이와 같이 지식처리에 기초한 판단을 센싱情報에 더하여 제어대상에 피드백하는 루프의 프레임을 制御工學分野에서는 인텔리전트컨트롤이라 하는데, 여기서는 機器制御뿐만 아니라 관리요원에 대한 지원이라고 하는 의미에서의 피드백도 포함하여 인텔리전트피드백이라 부르기로 한다(그림 4 참조).

인텔리전트피드백의 프레임에서는 다음의 세가지가 주요한 기술과제가 된다.

(1) 센싱

종래부터 해오고 있는 설비의 운전상태에 대한 센싱뿐만 아니라 빌딩내에 있는 사람의 동태나 공

간 상태 등의 정보도 리얼타임으로 취한다.

(2) 시뮬레이션

리얼타임으로 센싱한 데이터와 과거에 수집한 統計데이터, 그리고 날씨나 市況 등의 외부데이터에 기초하여 설비의 이용예측, 수명예측, 에너지需要豫測, 在館人數豫測, 사람의 움직임에 대한 예측 등을 시뮬레이션한다.

(3) 最適運用計劃

시뮬레이션결과로부터 운영지침에 따른 最適設備運用計劃을 세워 설비의 운전제어나 운영관리, 유지보수·보전작업에 피드백한다. 운전제어에의 피드백은 分·時間單位, 운영관리에의 피드백은 日·年單位의 루프로 된다.

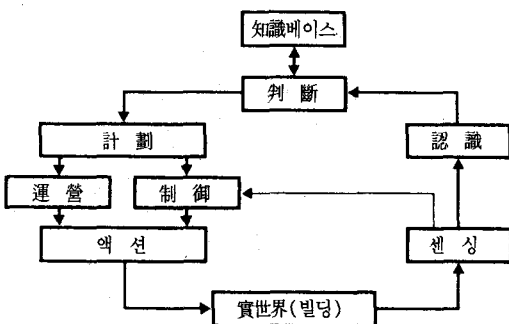
3.2 에너지매니지먼트

인텔리전트피드백에 의한 BMS의 구체에로서 LCC 중에서 큰 비중을 점하는 에너지코스트를 최소화하는 에너지매니지먼트시스템에 대하여 소개한다.

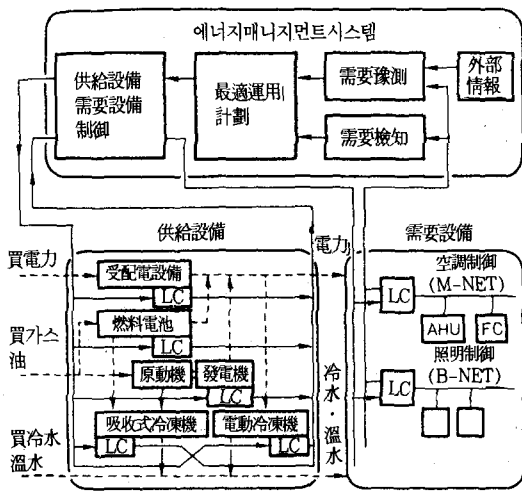
근년 세계적인 환경문제에 따른 1차에너지이용의 다양화에 의하여 에너지공급설비의 機器構成이 복잡해졌고 빌딩관리자에의 부담중대, 경험차이에 따른 관리코스트의 차이가 나타나는 등의 문제가 생기고 있다. 이와 같은 문제를 해결하는 수단으로서 에너지管理를 자동적으로 하는 매니지먼트시스템이 필요하게 된다. 그림 5는 이와 같은 니즈에 응하기 위한 에너지매니지먼트시스템의 개념이다.

이 시스템은 1차에너지를 수요측에 필요한 2차 에너지로 변환하는 공급설비와 공조, 조명설비 등의 수요설비 및 이들 설비를 로컬컨트롤러를 통하여 統合管理하는 에너지매니지먼트시스템本體로 구성되어 있다.

에너지매니지먼트시스템은 우선 ① 수요설비의 로컬컨트롤러를 통하여 현재의 에너지수요량을 檢知함과 동시에 氣象情報 등의 외부정보를 얻어 需要豫測을 한다. 다음에 ② 수요검지결과, 예측결과 및 1차에너지 가격 등의 데이터베이스情報에 기초



<그림 4> 인텔리전트피드백의 개념



LC : 로컬컨트롤러 FC : 펜코일
 AHU : 에어핸들링유닛

<그림 5> 에너지매니지먼트시스템의 개념

하여 에너지코스트가 최소가 되도록 공급설비 및 수요설비의 운용계획을 작성한다. 그리고 ③ 입안된 운용계획을 각 설비에 지시함과 동시에 공급설비의 상태를 검출하여 그것들을 제어한다. 이상의 ①에서 ③까지의 동작을 적당한 샘플링周期로 온라인으로 반복함으로써 運用管理를 행한다.

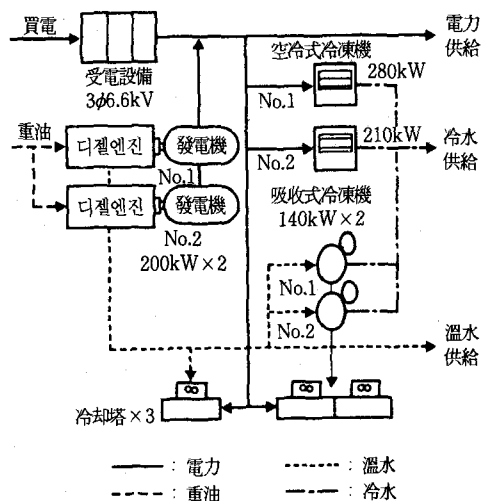
이와 같이 빌딩의 에너지管理에 인텔리전트피드백을 도입함으로써 종래의 로컬情報에 의하여 개별적으로 시행하고 있던 관리에 더하여 모든 수요 및 공급설비의 운용관리가 글로벌로 행해지므로 종래에 비하여 省코스트化 나아가서는 빌딩管理者에의 부담이 경감될 수 있는 등의 메리트가 있다.

에너지매니지먼트시스템에서 중요하게 되는 運用計劃作成에 대하여는 機器의 靜特性에 기초하여 최적계획을 구하는 시도가 地域冷暖房플랜트 등의 대규모설비의 운용관리에서 행하여지고 있는데, 최근의 동향으로는 기동시나 정지시에 크게 영향을 주는 기기의 動特性 및 負荷率의 차이로 인하여 에너지變換效率이 변동한다고 하는 機器의 非線形特性을 고려하는 운용계획이 논의되게 되었다. 여기서는 機器의 動特性을 시간지연요소로 近似하게 함과 동시에 에너지공급량의 將來値를 운용계획의 未知

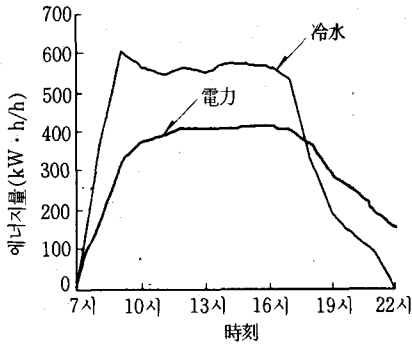
變數로 나타내고 이 將來値가 需要豫測値를 만족한 다라는 관계에서 機器의 動特性을 고려한 운용계획을 작성하는 수법을 사용한 경우의 사례를 소개하고, 그 有効性を 종래의 靜特性에 기초한 방법의 의한 것과 비교한다.

事例에서 취급하는 에너지供給設備의 機器構成을 그림 6에 표시한다. 이 설비는 延床面積 약 13,000 m²의 電算機빌딩에 설치된 것으로 그림에서 실선은 電力, 파선은 重油, 점선은 溫水, 일점쇄선은 冷水의 흐름을 각각 표시하고 있다. 受電設備에서 買電에 의하여 얻은 전력과 증유에 의하여 구동되는 디젤엔진을 원동기로 하여 발전된 전력은 빌딩에 공급됨과 동시에 2대의 공냉식전동냉동기 및 3대의 냉각탑에 각각 공급된다. 디젤엔진의 재킷冷却水와 배가스의 熱回收로 얻은 온수는 빌딩에 공급됨과 동시에 2대의 온수흡수식냉동기에 공급된다. 1대의 냉각탑에서 온수공급에서의 잉여 溫水熱量을 처리하고 2대의 냉각탑에 의하여 온수흡수식냉동기의 排熱處理를 한다. 빌딩에의 냉수공급은 공냉식전동냉동기 및 온수흡수식냉동기에 의하여 행하여진다.

이 빌딩에서는 200kW의 발전기를 2대 도입하고 있으며 빌딩의 규모에 대한 자가발전비율이 비교적 크게 되어 있다. 이 에너지設備에 대하여 그림 7에 표시하는 夏期의 대표적인 전력과 냉수의 에너지수



<그림 6> 에너지供給設備의 機器構成



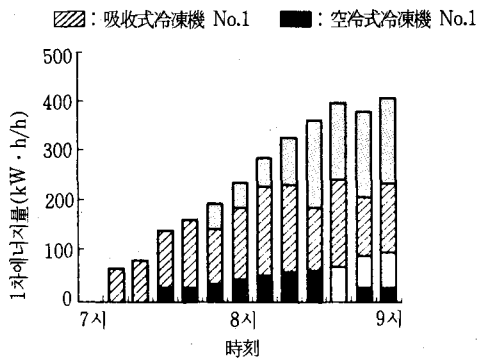
<그림 7> 需要에너지의 時刻經過

요에 대한 운용계획을 작성한다. 계획작성에 임하여 시스템의 制御샘플링周期을 10분, 買電과 重油의 코스트를 각각 40엔/kWh와 18엔/l, 機器의 動特性으로서 흡수식냉동기의 時定數를 30분, 전동냉동기의 냉수출력 및 디젤엔진으로부터의 온수회수의 시정수를 각각 10분으로 설정하였다.

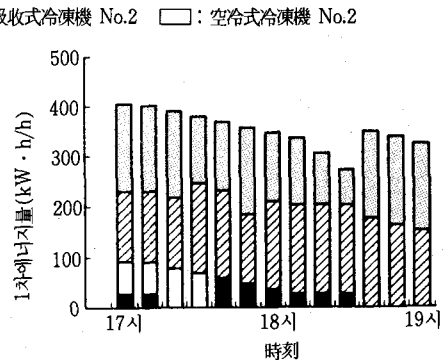
그림 8 과 그림 9 에는 설비의 起動期間인 7시부터

9시까지의 흡수식냉동기와 공냉식전동냉동기의 운용계획에 대하여 각각 종래법으로 구한 경우와 動特性을 고려하여 구한 경우에 있어서의 1시간당 投入 1차에너지량을 나타낸다. 그림 8에 나타낸 종래법에서는 우선 흡수식냉동기가 기동하도록 구하고 있으나 7시에 기동한 것이면 흡수식냉동기는 아직 정상상태에 달하지 못하고 있으며 실제의 운용에서는 사전기동이 필요하다. 이에 대하여 그림 9에 표시한 결과에서는 時定數가 작아 정상상태 진입이 비교적 빠른 전동냉동기가 우선 최초로 기동하고 다음에 흡수식냉동기가 기동하도록 하고 있다. 흡수식냉동기의 기동시에 投入 1차에너지량이 비교적 크게 되어 있는 것은 에너지變換效率이 정상상태에 비하여 낮게 되어 있기 때문이다.

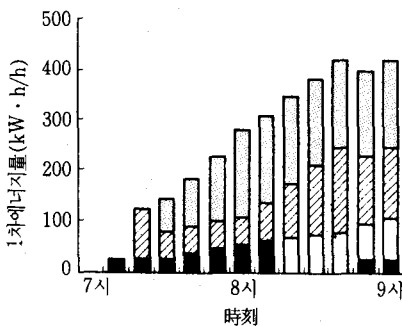
마찬가지로 그림 10 과 그림 11 에는 종래법과 이 방법으로 구한 '정상상태 진입(도달)' 기간의 운용 계획결과를 나타낸다. 18시 30분 이후의 흡수식냉



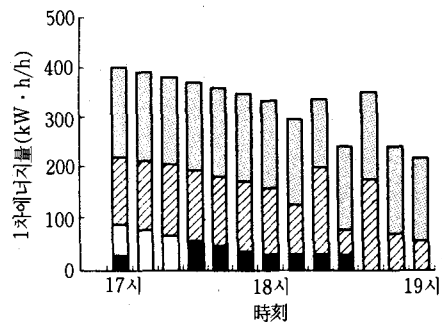
<그림 8> 従來法에 의한 運用計劃(7시부터 9시까지)



<그림 10> 従來法에 의한 運用計劃(17시부터 19시까지)



<그림 9> 動特性을 고려한 運用計劃(7시부터 9시까지)



<그림 11> 動特性을 고려한 運用計劃(17시부터 19시까지)

동기에의 投入量은 종래법에 의한 결과에 비하여 動特性을 고려하여 구한 결과 쪽이 작게 되어 있으며 흡수식냉동기의 '정지단계 진입' 特性에 의한 殘存에너지가 유효하게 이용되고 있음이 推察된다. 또 여기서는 소개하지 못하였지만 機器의 非線形特性을 區分混合整數線形計劃法으로 近似하게 구하는 방법을 제안하여 보다 실태에 가까운 운용계획을 구할 수 있음을 蒸氣보일러시스템의 사례에서 확인하고 있다.

4. 맺음말

빌딩의 運營·設備管理는 그 效率化로 인하여 더욱 그 중요성이 높아갈 것으로 생각되는 BMS의 曄후의 모습에 대하여 현재 검토하고 있는 내용의 일단을 소개하였다. 이 보고에서는 에너지매니지먼트

를 중심으로 설명하였지만 이외에 에너지費用과 함께 LCC에서 큰 비중을 점하고 있는 유지보수비용의 소멸도 해결하지 않으면 안될 과제의 하나이다.

현재는 설비의 운전상황에 관계없이 일정주기로 유지보수하는 定期保全이 일반적이지만 각 설비의 운전시간, 부하상황, 경보이력, 점검이력, 크레임 등의 실적을 기초로 광잉보수가 되지 않도록 적정한 스케줄計劃을 세울 機能이 필요하게 될 것이다. 또 베테랑유지보수원의 부족을 보충하기 위하여 원격에서 현장의 유지보수원을 지원하는 정비센터를 설치하여 멀티미디어通信에 의하여 센터와 현장을 잇는 작업지원을 하는 것도 검토할 필요가 있다.

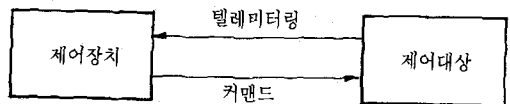
금후 이상과 같은 검토내용을 기초로 빌딩의 運用費用을 總合的으로 삭감하는 機能을 가진 새로운 빌딩시스템의 제품화를 위해 개발을 추진해 가고자 한다.

메커트로닉스 용어해설

리모트 컨트롤 (remote control)

원격제어라고 번역하고 리모컨으로 약칭한다. 제어대상에서 멀리 떨어진 곳에서 제어를 하는 것의 총칭으로, 공장 특히 프로세스 제어에 사용하지만 로켓이나 인공위성의 제어 등도 포함된다.

리모컨의 개념은 그림에서처럼 표시된다. 즉 먼저 제어대상에서 제어장치에 정보를 보내야 하고 이것을 텔레미터링(telemetry: 원격측정)이라 한다. 이에 대해 제어장치에서 제어대상에 보내는 정보를 커맨드(command: 지령)라고 한다.



예를 들면 제철소나 화학 플랜트 등에서는 원료, 제품, 연료, 전력 등 각종 수량이나 가공상황을 센서로 검출해서 중앙조작실에 보내어 집중제어를 하고 있다. 공업용 TV로 보내진 화상을 인간이 보고 판단하여 조작하는 것도 광의의 원격제어에 포함된다. 국소적인 제어를 하는 장치는 제어대상의 가까이 설치하는 일이 많으므로 그림의 제어장치는 전부를 원격지에 두는 것이 아니라 몇 개의 계층으로 구분된다. 중앙 조작실에 제어용 컴퓨터를 설치하여 각 제어대상이 균형있게 최적으로 동작하도록 연산 제어한다. 제어용 정보의 전송에는 광 파이버를 사용하는 일도 많다. 또 로켓이나 인공위성에서는 관측 데이터나 각 부의 상태 데이터를 전파로 지상에 송신하여 패러볼러 안테나로 수신한다. 반대로 커맨드는 안테나에서 송신된다.