

빌딩과 공장을 위한 Energy Management 개발

* 본 자료는 일본열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임.

1. 머리말

빌딩이나 공장 등의 에너지설비의 운전은 장기간 양성된 관리자의 경험으로 관리되고 있는곳이 적지않고 자동화시설이 되어있다고 하여도 많은 공장에서도 가고 오는 냉온수 온도 등을 Local 정보에 의하여 운전관리를 하고 있다. 이들 방식으로서는

- ① 급격한 부하변동에 추종 불가능.
- ② 여러臺를 저효율로 운전.
- ③ 1차에너지비용을 고려하지 않으므로 확실한 비용절약화가 파악되지않는 문제가 있다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여 수요예측에 기초하여 설비의 최적인전계획을 입안, 1차에너지비용을 최소한으로하는 에너지관리시스템 (EMS : Energy Management System)을 개발하였다.

본고에서는 EMS의 기능을 설명하고 EMS 도입의 Merit를 즉석에서 진단하는 EMS 설계지원Tool의 개발에 관해서 설명한다.

2. EMS의 기능

2.1 시스템의 구성

EMS의 개략적인 구성을 그림-1에 표시하였다.

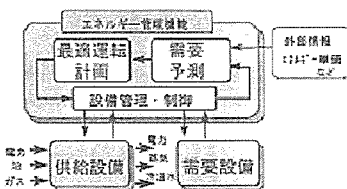


그림-1 시스템 구성

EMS는 1차에너지를 수요측에 필요한 2차에너지로 변환하는 에너지공급설비와 공조, 조명, 그리고 제조설비 등의 에너지 수요설비, 이

들 설비를 Local Controller를 통하여 통합관리하는 설비관리시스템으로 구성된다.

본 기능은 먼저 Local Controller를 통하여 현재의 에너지수요량을 검지하고 기상정보 등의 외부정보를 획득하여 수요를 예측한다. 다음으로 수요검지결과, 예측결과 및 1차에너지가격 등의 Data Base의 정보를 기초로 1차에너지가 최소로, 운전비용이 최소가 되도록 에너지 공급설비의 운전계획을 입안한다. 입안된 운용계획을 각 설비에 명령하고 에너지공급설비의 상태를 검출하여 이들을 제어한다. 이상의 동작을 적당한 週기로 Online Sampling을 반복한다.

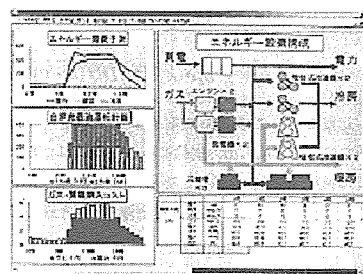


그림-2 EMS화면 사례

또한 에너지절약 및 비용절약 우선의 운전관리의 변경은 운전계획에 있어서 評價關數를 바꾸는 것으로 용이하게 할 수 있다. 이와같은 구성에 의하여 종래의 로칼정보에 의하여 별개로 행하여지던 관리에 수요설비도 포함된 에너지 공급설비의 운전관리가 폭 넓게 행하여지고 있으므로 종래에 비하여 에너지절약화, 비용절약화에 대한 운전관자에의 부담을 경감시켜주는 이점이 있다.

2.2 수요예측

수요예측법의 많은 것은 과거의 경험으로 장래의 수요를 예측하는 방법이나 본 수법에서는 기상과 요일을 고려한 수요예측법을 개발, 예측의 정확성을 높이고 있다 (그림-2). 냉방수요예측은 현 시각의 외기온도와 절대온도 및 냉방수요의 실측치를 説明變數로한 回歸豫測式으로부터 구한다. 이 예측식의 회귀계

수는 수주간분 同曜日의 각 설명변수와 냉방수요의 실측치로부터 구한다. 본 방법은 각시각의 예측식을 가지고 수요의 이력정보에 외부(氣象)정보를 가미한 수요예측법이 되었다.

하절기 (그림-3) 평일 23일간의 시간마다의 평균예측오차 (오차표준편차/최대실측치×100)를 종래법과 비교하여 그림-4에 표시하였다.



그림-3 냉방부하 사례 (하절기)

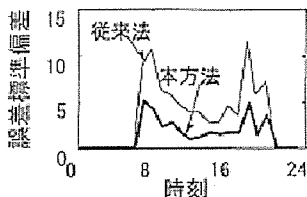


그림-4 냉방수요예측 오차비교

2.3 운전계획

정밀도가 높은 1차에너지 비용의 최소화를 달성하는 에너지공급설비의 최적운전계획은 설비의 부분부하운전에 의하여 나타나는 非線形特性이나 설비의 기동, 정지시에 크게 영향을 미치는 動特性을 고려할 필요가 있다.

설비를 구성하는 각 에너지기기의 입출력 특성을 기동 정지조건을 부가한 區分1次式으로, 다시 기기의 動特性을 時間遲滯要素를 가미한 최적운전계획 알고리즘을 개발하였다. 본 알고리즘에 의하면 운전의 정상상태에서 구분1차식에 의한 비선형특성이 반영되어 기동 및 정지시에 時定數에 의한 1차지연의 동특성이 기기특성에 반영된다. 이것에 의하여 운전계획을 실행할시의 최적화계산에 의한 설비기기특성 간소화에 의한 현상과의 不一致를 개선하여 에너지비용 최소화의 高精度化를 도모하고 있다.

2.4 시간별 전기요금·전력수요 대처기능

GasTurbine 등의 원동기를 사용하여 자가발전을 하고 동시에 원동기로부터 배출되는 고온의 열을 회수하여 이용하는 Cogeneration 설비는 구입전력요금과 원동기의 연료대를 고려한 전기와 열의 효율적인 이용이 포인트이다. EMS는 평소 구입가능한 전력량 (계약전력수요를 초과하지 않음)과 전기요금 및 원동기의 연료대를 시간별로 고려하여 1차에너지비용 최소화 설비운전계획을 입안한다. 금후 에너지 자유화

가 진전되면 1차에너지의 비용경쟁이 예상되므로서 EMS 도입에 따른 Merit가 있을 것으로 기대된다. 이상의 기능에 의하여 EMS는 연간 총에너지비용의 약 5~7%의 비용을 절감한다.

3. EMS 진단지원시스템

EMS 도입의 Merit는 설비구성이나 부하상황 및 1차에너지요금의 계약형태에 따른다. 이 때문에 도입 사례만으로는 提案先에게 실감을 줄 수 없는 실정이다. 여기서 도입 Merit를 즉석에서 실감나게 간단한 조작으로 비교적 계산정밀가 높은 Merit 계산이 가능한 EMS 진단지원시스템을 개발하였다. 본 시스템은 WWW 브라우저의 입력화면에 간단한 조건을 설정하면 (그림-5) EMS 도입 후의 Cost Merit, 초기 투자비의 에너지절약에 의한 回收年數그래프를 표시 (그림-6) 하고 상세한 진단결과가 필요하면 결과의 Down Load가 가능하다 (그림-7). 본 시스템의 주요한 장점은 다음과 같다.

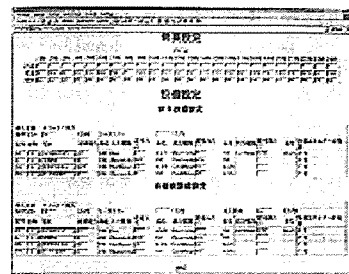


그림-5 診斷지원 입력화면

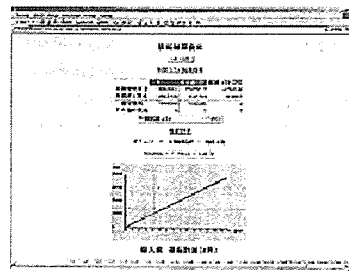


그림-6 진단지원 출력화면

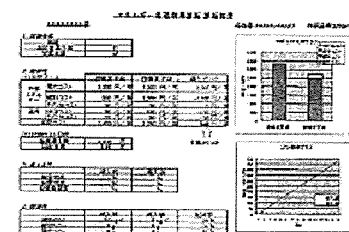


그림-7 결과 출력예

- ① 각종설비 (표-1)의 미리 설정된 드롭다운메뉴에 의한 설비구성의 선택기능.
- ② 延床면적과 사무소, 점포, 호텔, 병원 등 용도선택에 의한 假負荷 자동설정기능.
- ③ 전력, 가스 등 에너지요금의 사업회사별 選擇機能.
- ④ 초기도입비용의 에너지절약 Merit에 의한 單純年回收그래픽 표시기능.

표-1 주요설비

機器種別	出力種別
電熱冷温水機	冷水, 冷水+熱回収
電熱ヒートポンプ	冷水, 温水, 冷温水同時
ガス冷温水発生器	冷水, 温水
蒸気吸収式冷温水機	冷水
温水吸収式冷温水機	冷水, 温水
コージェネレーション設備	蒸気, 温水, 電力
蓄熱機器	冷水, 温水, 氷
ボイラー, 熱交換器	冷水, 温水

표-21

차에너지비용 진단결과 사례

No	投資(千円)	EMS(千円)	削減率	
A	51,480	47,870	7%	年間
B	20,880	19,616	5%	"
C	73,900	69,475	6%	"
D	3,043	2,753	9%	春夏
E	53,775	50,025	7%	夏

帳票에는 월별, 일별 수요부하, 설비용량 (정격능력, 보조기기 소비전력), 환경성 (NOx, SOx, CO₂ 배출량)의 산출결과가 기재된다. 본 시스템을 이용하므로써 번잡하고 시간을 요하는 진단작업이 휴대전화 등 Network 환경만이라도 있으면 장소에 관계없이 용이하게 실시될 수 있도록 되어 있다.

진단사례를 표-2에 표시하였다. 이들 데이터 중 종래의 비용과 실제 과거의 設備가동데이터를 사용하여 계산기를 시뮬레이션하여 구한 것이다. 약 5~7%의 1 차에너지 비용절약확가 예상된다.

4. EMS 설계지원 Tool

최적운전계획을 산출할 코아엔진은 당초 설비구성도를 기초로 숙련된 기술자가 수작업으로 실시하는데 상당한 시간이 소요되었다. 여기서 GUI 描畵情報를 집약하는 Network 表現行列을 정의하고 각 기기특성식으로 부터 각종 열원기기의 최적운전계획을 얻기 위하여 코아엔진에 필요한 目的關數 및 制約式을 얻는 방법을 새롭게 개발, 복잡한 설비구성에도 단시간에 정밀도 높은 코아엔진의 생성이 가능하게 되었다. 본 틀은 EMS에 관한 특별한 지식이 필요치 않도록 간단한 조작에 의하여 알고리즘의 特長인 에너지설비의 非線形特性이나 動特性 등의 세밀한 설정 파라미터가 용이하게 설정되어 단시간에 EMS 설계 및 EMS의 코아엔진부를 생성할 수 있게된다. 또한 코아엔진의 입출력 데이터의 Interface를 Text File 형식으로 간소화하여 각종 설비관리시스템을 용이하게 탑재할 수 있는 Interface로 되어있다 (그림-8).

조작상의 주요 특징은

- ⑤ 기존설비와 신 설비 도입의 Merit 산출 기능 (EMS 도입을 전제로 하지않은 경우에 상당)
- ⑥ 詳細 진단 결과의 Down Load 기능.

- ① 설비아이콘을 Drag & Drop으로 설비구성에 맞게 배치, 설비간을 마우스조작에 의하여 용이하게 접속.
- ② 화면상의 설비 및 설비간의 접속은 자유롭게 추가, 삭제 가능.
- ③ 설비List 클릭으로 설비데이터의 다이어그램 표시.
- ④ 설비리스트를 자유롭게 추가, 삭제 가능.
- ⑤ 부분부하특성을 그래프 표시, 편집 가능.
- ⑥ 설비의 정격능력 등의 측정치는 Dialog Box에 표시, 변경 가능.
- ⑦ 설비기기 리스트는 재이용이 가능.
- ⑧ 설계단계에서 EMS 시뮬레이션이 가능.

본 Tool의 설비 Object는 前節의 EMS 진단지원시스템과의 공통화를 도모하고 코아엔진의 생성은 EMS진단지원시스템의 고객 데이터를 그대로 이용하여 실시되는 것 처럼 되어있다.

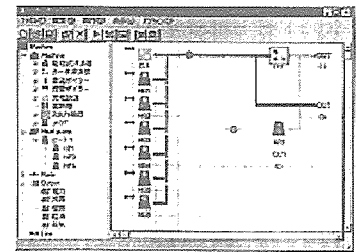


그림-8 설계지원 Tool 화면 예

5. 마지막으로

본고에서는 빌딩, 공장의 에너지관리의 기능을 설명하고 WWW上에서 간단히 사용되는 EMS 진단지원시스템, 고객설비의 주문을 용이하고 단시간에 설계, 지원하는 EMS 설계지원툴의 개발에 관하여 설명하였다.