

빌딩 에너지관리 시스템(BEMS) 보급과 활성화 방안

지난 3월 제21회 오토메이션 월드 박람회가 코엑스에서 열렸다. 이 전시회 중 '서울국제지능형빌딩시스템설비전'에 사람들의 관심이 유독 뜨거웠다. 관람객들은 빌딩자동화시스템과 에너지관리시스템으로 에너지절감을 앞당겨야 한다는 데 한 목소리를 냈다. 빌딩 에너지관리 시스템(BEMS) 보급과 활성화 방안에는 어떠한 것들이 있는지 살펴보고 일본의 운용 사례를 소개한다. 글 신영기(세종대학교 기계공학과 교수)



서론

건물에서의 에너지 낭비는 빌딩 내 건축설비의 비효율적인 운전 및 관리와 관련되어 있다고 볼 수 있으며, 특히 하절기 전력수요의 20% 가량이 건물의 총 부하 중에서 냉방부하의 몫이라는 결과는 냉방부하가 피크전력과 전력 예비율에 상당한 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 건물에서의 에너지 절약방법으로는 단열, 건물 방위 및 형상 등을 통한 건축 계획적 접근방법과 에너지 사용기기 및 시스템의 운전효율을 향상시키는 등의 설비적 접근방법이 있다. 특히 설비적 에너지 절약방법 중에 있어서 단기간의 연구개발로 에너지의 커다란 절감을 실현시킬 수 있는 방법은 시스템의 효율을 극대화할 수 있도록 하는 건물에너지 관리 및 최적제어 기술의 도입이다.

빌딩 에너지관리 시스템인 BEMS (Building Energy Management System)는 빌딩거주자의 쾌적도를 저하시키지 않으면서 기존 건물을 대상으로 에너지 및 비용을 극소화하기 위한 에너지 절약 전략으로 건물의 생애기간 동안 최상의 조건을 유지하면서도 경제성을 고려하는 건물 에너지관리 시스템을 의미하며 일본

에서 실용화가 시도되고 있는 개념이다. 국내에서도 유사한 개념의 건물에너지 절약시스템이 신축건물에 시공되어 있으나 제대로 운용되는 사례는 적다. 본지에서는 BEMS 활성화가 미흡한 원인을 살펴보고 국가적 에너지 절감을 위한 BEMS의 보급 및 활성화 방안을 모색해본다.

빌딩에너지 관리시스템이란?

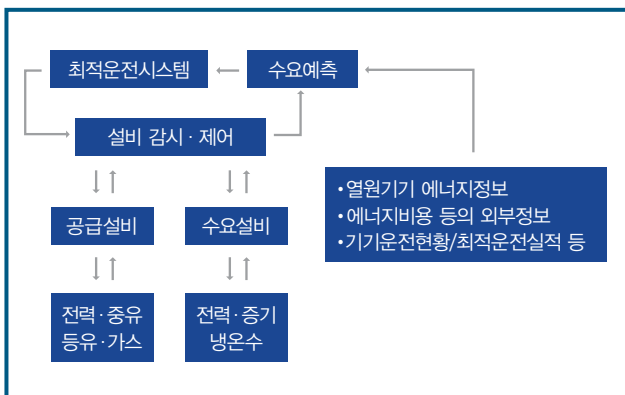
일본 공기조화 위생 학회에서는 BEMS를 '실내환경과 에너지 성능의 최적화를 도모하기 위한 빌딩 관리 시스템'으로 정의하고 있다. BEMS는 업무용 빌딩이나 공장, 지역 냉난방의 에너지설비 전체의 에너지절약 감시 및 제어를 자동화 일원화하는 시스템이다. 이것에 의해 건물 내의 에너지 사용 상황이나 설비기기의 운전 상황을 일원적으로 파악하여 그때 그때의 수요 예측에 근거한 최적 운전 계획을 신속히 수립·실행할 수 있어 치밀한 감시제어에 의해 별도의 인력소요 없이 건물 전체의 에너지 소비를 최소화할 수 있다. BEMS는 감시·제어 서버를 핵심으로 한 네트워크에 의해서 자동 제어를 수행하여 LAN에 의해 멀리 떨어져 있는 공

장, 지사 등의 원격 감시도 가능케 하는 톨이다.

국가의 경제규모가 커짐에 따라 건물이 대형화되고, 건물과 시설의 운영에는 많은 에너지가 사용되고 있다. 따라서 다음과 같은 배경으로 인해 건물의 에너지를 합리적으로 절약하기 위한 BEMS의 필요성이 대두되었다.

- 1) 복합건물은 시설이 복잡하고 운영시간과 부하량이 상이하므로 설비별, 종류별, 용도별로 에너지사용 분포를 파악하고 분석하여 에너지 절약 및 경제성을 고려한 계획을 수립함으로써 에너지 비용을 최소화할 수 있다.
- 2) 하절기 건물의 전력수요는 냉방부하의 영향이 가장 크기 때문에 냉방 부하를 예측하고 또, 이 냉방부하에 맞추어 적정 냉동기를 운전할 수 있는 스케줄 제어가 요구된다.
- 3) 냉열원 생산 설비별 열원생산 단가를 에너지 수급 단가의 변화에 따라 산출하고, 생산 설비의 용량을 파악하여 외기온도의 변화 및 시설의 사용현황을 적용한 일일 냉방 부하량을 예측하여 운영경비가 적게 되는 설비를 선택 운영하여 에너지 절감을 할 수 있다.

〈그림 1〉



〈그림 1〉은 BEMS에 의한 에너지 절약을 위한 수요예측과 최적 운전 제어 계통을 보여준다. 일기예보, 열원기기 운전이력, 에너지원별 단가 등을 고려하여 내일의 에너지 수요를 예측하고 수요에 합당한 경제적인 열원기기를 선택하고 최적운전 제어 알고리즘에 따라 운전을 준비한다.

일본의 BEMS 운용 사례

일본에서도 BEMS는 아직 시범사업 단계에 있어 에너지 관련 정부조직인 NEDO의 재정지원으로 이루어진 시범사업의 사례가 많다. 예컨대, 일본 동경가스 주식회사의 신과학관의 경우 BEMS 도입 전후를 비교하면 11.4%의 연간 에너지 절감을 이루었다.

또 다른 사례는 Bay Quarter Yokohama라는 건물 〈그림 2〉이다. 이 건물에서는 BEMS를 활용한 결과 무려 31.7%의 에너지 절약이 가능하였으며, BEMS의 구체적 실시〈그림 3〉와 관련 기술자의 구체적 노력을 소개한다.

〈그림 2〉



〈그림 3〉



〈표 1〉

구분	분류	항목	실시내용
중앙감시		스케줄 관리	기기, 조명등의 기동정지 스케줄의 설정, 관리를 실시한다
		데이터 보존	서버에 수집 데이터를 보존한다
공조	외부 공기 도입 제어	바깥 공기 냉방 (공조 시간 내)	전기 실내의 냉각으로 바깥 공기 자연 환기 가능 시기에 패키지 에어컨을 정지해 제1종 환기
		열교환기 (전열교환기 등)	외기 도입해 외부 공기와 실내 배기의 열교환
		워밍업 (바깥 공기 컷)	외부 공기 처리 공조기와 패키지 에어컨의 운전 관리를 타임 스케줄로 실시해 실현
	환기	농도제어 (CO 등)	주차장 환기팬을 실내 CO농도 상황에 의해 인버터로 가변속운전
		스케줄 운전	스케줄에 의해 자동적으로 기동정지를 실시한다
열원제어	대수 제어	냉온수 발생기 2대의 대수 제어	
전기	조명	스케줄 제어	타임 스케줄에 의한 점멸 제어

〈표 2〉

에너지 구분	기기명칭 및 항목	관제점
열원동력	흡수식 냉온수기, 패키지 에어컨	103 points
펌프 동력	냉온수 펌프	2 points
조명 콘센트	점포 조명, 콘센트	87 points
그 외 동력	공조기, 엘리베이터, 에스컬레이터, 점포 동력	126 points
열원 가스	흡수식 냉온수기	2 points
	관제점 합계	320 points

구체적인 BEMS 활동내역은 다음과 같다.

- 1) 건물 전체의 에너지 사용 상황을 기록, 분석한다.
- 2) 세입자를 포함한 용도별의 에너지 사용 상황을 기록, 분석한다.
- 3) 각 세입자에 대해서도 에너지 절약에의 이해와 협력을 얻을 수 있도록 홍보에 노력한다.
- 4) BEMS에 의해 기록되는 전자 데이터는 항상 읽고 쓰기 쉬운 형태로 보관 및 관리한다.

BEMS의 주된 실시내용은 〈표 1〉과 같다. 〈표 1〉에서 공조부분은 전철에서 언급한 공조설비 최적제어 운전의 일부를 나타낸다. 〈표 2〉는 BEMS 운용과 관련한 관제점의 특성과 관제점 수를 나타낸다. 에너지의 효과적 절약을 위해 많은 관제점이 요구되나 〈표 2〉와 같은 많은 수의 관제점은 계측기 비용 증대, 데이터 관리 비용 및 복잡한 분석프로그램의 필요 등으로 인하여 BEMS의 경제성 확보에 불리할 수 있다.

중앙 감시장치는 계통마다 전기량, 가스량, 열량, 운전 시간을 계량하여 상황을 용이하게 파악 가능하도록 비주얼로 표시한다. 또, 데이터는 3년 이상 보관한다. (보관 데이터 종류는 장표(세월보 데이터, 에너지 관리 소프트웨어 계통별 수집 데이터 등) 공조·전기 중앙 감시 기능은 운전 스케줄 설정이 상황에 따라 변경되어 쓸데없는 공조, 전기 에너지가 소비되어 있지 않음을 정기적으로 기록하고에너지관리공단, 체크한다. 또한 각 공조기 계통의 온·습도 설정 상황을 정기적으로 기록하여 계절, 상황에 따른 변경을 하고 있는지 관리한다. 이러한 사항은 전철에서 언급한 건물 최적 운전 결과를 설비관리자가 수시로 체크해야 함을 의미한다.

사용 열량의 경우, 부하 측에서 사용되는 열량을 기록하여 에너지 소비 실태를 매월 확인한다. 소비 에너지가 과잉인 경우에는 시계열 그래프 형태로 공조 계통마다의 사용 상황을 분석하고 시정한다. BEMS의 효과를 극대화할 수 있는 것은 결국 관리자의 개입에 의해서 가능하므로 항상 사용 열량 저감의 가능성이 없음을 BEMS로부터 얻을 수 있는 구체적 데이터에 기초를 두어 검토하고 개선을 도모한다.

전력량과 가스량의 경우, 각 계통의 사용 전력량 및 열원 기기의 전력량, 가스량의 기록을 실시해 적절한 에너지 소비인지를 확인한다. 소비 에너지가 과잉인 경우에는 다음의 조치를 실시하여 시정한다.

- ① 외조기의 경우, 전열교환기의 능력 확인, 바깥 공기 냉방 전환 판단 조건의 확인, 분석

② 열원 기기의 경우, 흡수식 냉온수기 대수 제어의 운전 기록의 확인, 분석

그 외 항상 사용 열량 저감의 가능성이 없는가를 BEMS로부터 얻을 수 있는 구체적 데이터에 기초를 두어 검토하고 개선을 도모한다.

국내 BEMS 보급 및 활성화 장애요소

BEMS를 효율적으로 운용하면 연간 소비에너지를 최소 10% 이상을 줄일 수 있음에도 불구하고 BEMS의 사용이 활성화 되지 않았다. 가장 큰 이유는 제어의 안정성과 운전조건 변화에 대한 유연성 부족이다. BEMS는 수십~수백 개 이상의 센서와 작동기가 연동하여 작동하는 복잡한 장치이기 때문에 하나의 센서나 작동기만 오작동을 해도 전체 제어가 불안정해 질 수 있다. 그리고 사용환경이 변해 제어 설정을 변경하려 해도 다른 제어 영역에 모두 영향을 미치므로 설비 운전자가 자동운전을 포기하고 수동으로 운전하는 경향이 있다. 또한 최적제어 운전 프로그램을 계절, 부하 종류 등에 따라 최적으로 운전하기 위해서는 BEMS에 대한 전문적 지식을 갖추고 설비를 지속적으로 관리해야 하는데 이러한 자질을 갖춘 엔지니어를 관리자로 고용하기에는 인건비 부담이 큰 것이 현실이다.

그리고 국내 건물에 설치되는 BEMS는 대부분 해외 제품을 그대로 모방하거나 직접 수입 판매하는 형태이기 때문에 BEMS 공급업체의 경우 국내 실정과 고객의 불편을 즉각 수용할 수 있는 BEMS 프로그램 개발 능력이 낙후되어 있다는 점이다.

설비의 자동제어에만 주안점을 둔 기존의 건물자동제어 프로그램과는 달리 BEMS는 에너지 절약을 목적으로 하기 때문에 기존 자동제어용 센서 이외에 열량계와 같은 에너지 관련 계측기를 추가로 설치해야 하므로 비용 부담이 증가한다. BEMS에 필요한 부하수요 예측 프로그램도 사용하기 복잡한 구조이거나 신뢰성이 확보되지 않아 보편화되어 있지 않다. 특히 BEMS의 투자비 대비 에너지 절약비용의 경제성 확보가 상대적으로 열악한 중소형 건물의 경우에는 보급 및 활성화를 위한 기반연구가 선행되어야 한다.

국내 BEMS 보급 및 활성화를 위한 개선 방안

BEMS에 의한 건물에너지 절약은 무수히 많은 방법이 있을 수 있다. 건물 용도 및 설비가 다양한 만큼 개선방법도 다양할 수밖에 없으며 이 모든 상황을 자동제어 프로그램만으로는 해결할 수 없다. 결국 에너지 절약에 관심을 갖는 건물소유주, 설비 관리자 및 ESCO 사업자 등의 인적 노력이 가장 중요한 요소이다. 인적 요소 외 기술적 측면은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째로 설비의 고장 및 성능 열화가 에너지 소비의 가장 큰 요소이므로 BEMS 공급업체들은 신뢰도가 높은 고장진단 및 예지 프로그램을 개발해야 한다. 고장결과는 건물 관리자 및 ESCO 업체 등에 연락되어 신속히 해결되도록 해야 한다.

두 번째는 건물 최적운전 프로그램의 운용 극대화이다. 설비 고장이 있는 경우 최적운전 프로그램이 제대로 작동하지 않으므로 설비관리자는 수동운전을 하게 되고 그 결과는 에너지 낭비의 초래이다. 따라서 해당 건물의 에너지 절약을 관리하는 ESCO 업체는 BEMS 데이터를 원격으로 감시하여 자동운전이 실시되지 않는 경우 이를 개선하도록 지도할 필요가 있다.

세 번째는 BEMS 시스템 표준화이다. 건물마다 적용되는 제어기, 통신방식 및 제어프로그램 환경 등이 모두 달라서 이전업체가 설치한 건물자동제어 시스템을 모두 폐기하기 전에는 새로운 시스템 구축이 불가능할 정도이다. 국가적 에너지 절약을 위해서는 국가적 차원에서 BEMS를 위한 표준 관제점 지정, 표준 건물최적운전 알고리즘 개발 등을 통하여 BEMS에 필요한 최소한의 소프트웨어 기술을 표준화하여 다양한 업체들이 진출하고 경쟁할 수 있도록 유도해야 한다. 특히 서울의 대부분을 차지하는 중소형 건물의 BEMS는 투자비 대비 경제성 확보가 취약하므로 국가적 차원의 기반연구를 통해 경제성이 확보될 수 있는 저렴한면서 효과적인 BEMS의 표준설계가 요구된다. 자동제어 하드웨어도 저렴한 공개 통신방식을 선정하여 일부업체의 통신독점에 의한 비효율적이고 고비용 구조인 기존 BEMS를 개선해야 한다.

BEMS의 보급과 활성화는 아직 요원하지만 해결방안이 제시되어 있으므로 국가적 에너지 절약과 자동제어분야의 산학연 공동 발전을 위하여 함께 힘써야 할 때이다.