

건물에너지관리시스템(BEMS) 특성 및 기술개발 동향

우리나라에서 사용하는 총에너지의 97%를 해외에 의존하고 있으며, 총에너지의 약 30%를 건물에서 소비하고 있다. 건물에서의 에너지절약 및 효율적 관리가 우리나라 정책방향인 저탄소 녹색성장에 크게 기여하리라는 것은 쉽게 예측할 수 있다. 최근 국내에서 건물의 효율적인 관리를 위하여 BEMS(Building Energy Management System)가 도입되고 있는 실정이다. 본고에서는 저탄소 녹색성장에 기여할 수 있는 건물에너지관리시스템인 BEMS의 기술개발 현황과 그 동향에 대해 알아보기로 한다. 글 고려대학교 기계공학부 김용찬 교수

1. 서론

에너지의 해외 의존도가 97%에 달하는 우리나라의 전체 에너지 사용량 중 건물부문은 약 30% 에너지를 소비하고 있다. 건물부문 에너지 다소비업자의 현황을 살펴보면, 2008년도 기준 서울시는 전국 총 851곳 중 366곳으로 43%를 차지하고 있고, 건물부문에너지 사용량도 전국의 건물에너지 사용량 중 45%를 사용하고 있다. 비록 이 수치가 에너지 이용합리화법 시행령에 의해 연료, 열 및 전력의 연간 사용량 합계가 2000 TOE 이상의 건물들에만 적용된 것 일지라도 서울시는 우리나라 건물에너지 소비량의 절반 정도를 차지하고 있다. 서울시는 화석에너지 50% 감축을 위해 건물분야에서 에너지 저소비형 건물 확대, 에너지 절약형 그린모드로의 전환, 신재생에너지 개발 및 보급 확대 등 3대 분야를 중점적으로 관리해 나갈 예정이라고 밝혔다. 시장의 규모로 볼 때 건물자동화시스템(BAS)의 국내시장 규모는 IBS 시장 규모의 1/3 정도이나 국내외적으로 시장규모는 점진적으로 확대가 예상된다. BAS 세계 시장규모는 10조원/년(2007년)에서 30조원/년(2030년)에 달하고 BAS 국내 시장규모는 0.27조원/년(2007년)에서 1조원/년(2030년)에 달하는 거대한 시장이다.

건물에서의 각종 설비는 시간의 경과에 따라 경년열화에 의하여 그 성능이 저하될 뿐만 아니라 고장의 발생으로 인한 에너지 사용

량의 증가를 초래하므로 초기의 설계과정에서 설정한 설비의 성능 유지 및 관리를 위하여 효율적인 건물에너지관리가 필수적이다. 그러나 실제 건물 현장에서는 설비시스템에 대한 감시와 점검, 성능 및 고장·열화진단, 에너지 사용량 관리 등이 설비 관리자 개인의 임무로 부여되어 왔으며, 설비 관리자의 전문성 부족에 따라 체계적이고, 효율적인 관리가 이루어지지 않고 있는 것이 현재 상황이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 최근 들어 국내에서도 BAS(Building Automation System) 및 BEMS(Building Energy Management System)가 도입되고 있으나 아직은 시장 진입 초기단계로 보급 활성화를 위해서는 성능 및 고장진단 등의 설비 유지관리 및 건물 에너지관리와 직접적으로 관련된 서비스 기능을 확대하고, 유사 관리시스템간의 통합화가 필요하다. 본 기획토고에서는 건물 에너지절약 시스템인 BEMS의 기술개발 현황과 동향에 대하여 소개하고자 한다.

2. 건물에너지관리시스템(BEMS)의 개념

〈표 1〉

Level 1 - 기본 BEMS

BA(Building Automation)로서 갖춰야 할 최소한의 기능을 구비

Level II - 확장 BEMS

DDC(Direct Digital Control)를 포함하는 제어기능, 각종 제어·감시기능, 유지관리 정보가 충실함

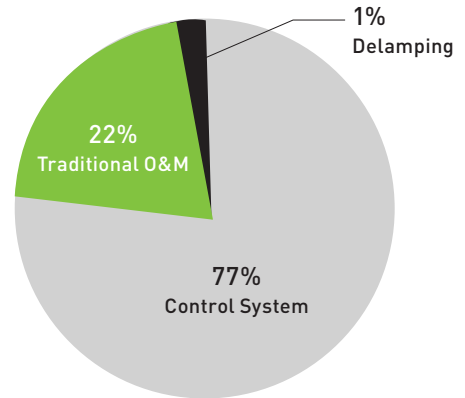
Level III - 고급 BEMS

BA로서 갖춰야 할 최적제어기능, 개인대응제어, 유지관리시스템의 충실성 외 각종 정보관리시스템·방법방재 등의 정보와 데이터베이스의 공유가 가능

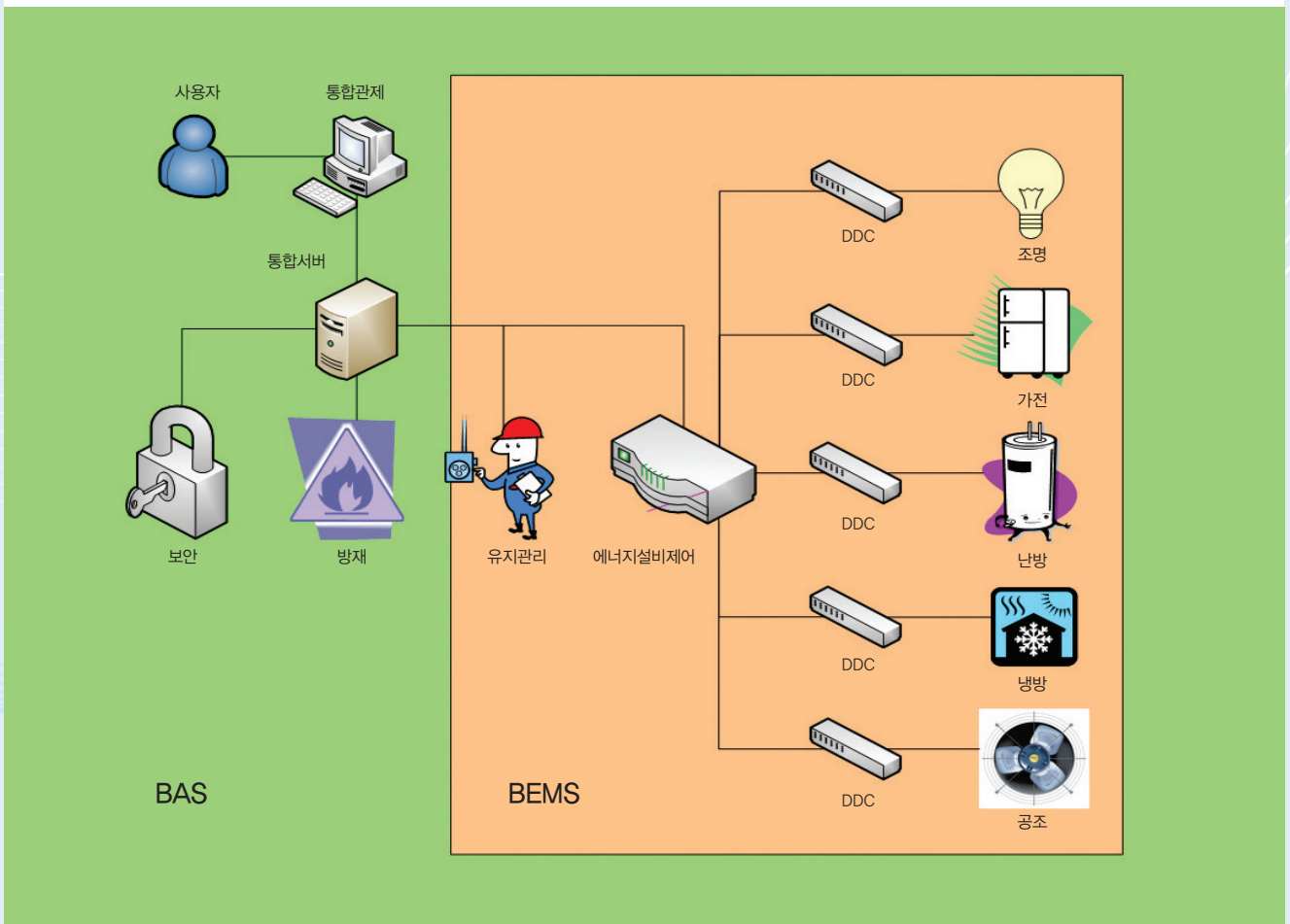
Level IV - 종합 BEMS

정보통신 네트워크와 컴퓨터가 유기적으로 결합되어 관련 데이터베이스의 공유 및 효과적인 활용을 도모, 시스템의 개방 추구, 기상 데이터 등 외부로부터의 정보 도입 가능, 군관리 등의 네트워킹 추구

건물자동화시스템(BAS)은 설비, 조명, 엘리베이터, 방재 등을 포함한 통합관리 시스템이다. 건물에너지관리시스템(BEMS)은 건물에 대한 각종 정보의 수집 및 건물자동화를 통한 최적의 에너지관



〈그림 1〉



〈그림 2〉

리 및 환경관리를 담당하는 시스템이며 BAS의 중앙감시 시스템과 연계되어 통합관리를 할 수 있고 BEMS만 설치하여 사용될 수도 있다. <표 1>은 BEMS의 단계별 기능을 나타내고 있는데 <그림 2>에서 보여지는 것과 같이 DDC를 사용하여 에너지설비의 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 에너지설비 제어 서버와 통신하여 에너지설비 모니터링 및 BEMS 제어기능을 구현하는 것이 Level II의 BEMS이다. Level II의 BEMS에서 BAS와의 정보, 데이터베이스 공유가 가능해지면 Level III의 시스템이라고 할 수 있겠다. 종합적인 BEMS는 정보통신 네트워크와 연결되어 기상데이터, 실시간 전력가격 등의 외부정보를 도입하여 관리하거나 여러 개의 건물을 통합관리하는 군관리가 가능한 시스템이다.

<그림 1>은 ASHRAE에서 표본건물 132개를 기준으로 발표한 건물에서 에너지절약이 가능한 잠재적 요인을 분석한 것으로 BEMS를 이용한 최적제어로 절약할 수 있는 부분이 전체 절감 가능한 에너지량의 77%에 달한다고 보고하고 있다.

좋은 제어방안은 에너지 요구량을 줄이는 것이 아니라 낭비되는 에너지를 줄이는 것이다. 초기 BEMS의 사용으로 얻고자 했던 목표는 크게 6가지로 분류할 수 있다.

- 1) 불필요한 에너지 사용을 최소화하며 설비를 최적운전 상태로 유지시켜 에너지효율을 높이는 것
- 2) 환경조건을 개선시키는 것
- 3) 에너지 흐름, 에너지 사용량 및 건물의 설비성능이 디자인된 것과 얼마나 차이를 보이는지 분석하는 에너지관리와 유지보수 향상
- 4) 설비 커미셔닝에 관한 표준조건제시와 차세대 설계기준 확립
- 5) 화재 및 안전과 관련된 응급상황에 대한 대처방안 향상
- 6) 중앙집중식 설비관리를 통한 효율적인 인력사용

<표 2>는 초기 BEMS에 적용 가능했던 제어항목들을 나열한 것으로 이 항목들은 지금도 우리나라의 기후와 설비현황에 맞추어 계속 연구되어야 할 부분이다. BEMS는 신재생에너지의 발전과 신기술의 도입에 따라 끊임없이 진화하고 있다. BEMS의 활용범위는 기존설비의 최적제어만이 아니라 신기술이 적용된 새로운 설비의 교체나 추가를 고려한 에너지 절약형 건물까지 포함할 수 있으므로 건물에너지를 관리하는 모든 분야는 지속적인 BEMS의

변화를 요구한다. 제어적용 가능 항목도 계속 확대되어 왔고 또한 앞으로도 증가할 것으로 예상된다. 초기 BEMS의 적용항목 외에도 조명기구 관련하여 일광활용을 위한 자동차양 장치나 조도측정에 의한 디밍조절 등이 추가되었고, 냉난방 관련으로는 유체의 반송동력을 조절하기 위한 인버터사용, 냉각탑 효율운전 등이 추가되었다. 전력장비 관련하여 전력요금제를 분석하여 변경, 부하 분산 시스템 등이 있고, 단순한 보온이나 열저장 탱크 외에도 신기술 개발에 따른 태양열시스템, 지열시스템, 연료전지시스템, 커튼 월 등의 다양한 시스템들이 제어적용항목에 포함되고 있다. 최근 이슈가 되는 이산화탄소 배출량이 목적함수가 되어 제어 대상이 되기도 한다.

<표 2>

재실여부에 따른 프로그램 ON/OFF 제어	냉동기, 보일러 등의 최적화
실내/실외온도에 기초한 최적 ON/OFF제어	전력수요조절을 통한 최대전력부하저감
실내실정온도 변화에 따른 에너지 절감	에너지 절감을 위한 간헐운전 가능장치 조사
강제환기를 통한 자연냉각	방재시스템과 연계를 통한 화재감지
엔탈피 콘트롤	입출입 정보이력을 통한 안전성 강화
설비실정온도의 변화	출입카드 사용 등으로 외부 문에 대한 보안강화
설비의 운전상태 모니터링 및 경고감시	에너지 절감을 위한 운전시간 분석

3. BEMS 관련 기술개발 동향

국내의 BEMS 관련기술 적용은 무역센터 BEMS 구축사례를 들 수 있다. 에너지 사용분야를 전기, 수도, 냉난방, 조명, 전열, 동력 등으로 세분화해 시간, 날씨, 장소별 사용내역을 면밀히 분석한 후 세 시간마다 기상청에서 실시간으로 제공받은 날씨 자료를 토대로 냉난방과 조명 여건 등을 예측해 사전에 최적의 조건을 부여하고, 이를 바탕으로 시간, 날씨, 용도에 따라 언제부터 언제까지 냉난방을 공급할지, 얼마의 전력을 사용할지, 어떤 방식을 사용할지 등을 사전 시뮬레이션으로 분석해 가장 적은 에너지로 최대의 효과를 거둘 수 있는 조건을 찾아 제어토록 되어 있다<그림 3>. 무역센터 BEMS의 에너지절감 효과로는 연간 에너지 비용을 4~5% 절감할 수 있었으며, 이를 금액으로 환산하면, 2003년의 경우 8억 원의 에너지 요금이 절감 가능하다고 보고하고 있다.

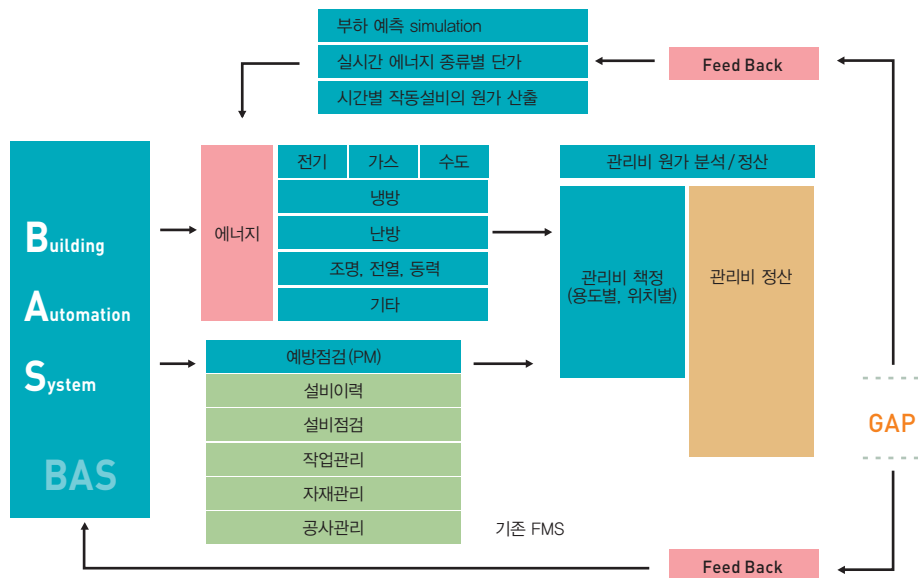
또한 2005년부터 2007년까지 3년간 산업자원부 지원 하에 한국 건설기술연구원과 한국에너지기술연구원 등의 공동연구로 “건물 에너지효율 평가기준 및 정책 개발”을 수행하였으며, 이를 토대로 공동주택에너지 효율등급 산출을 위한 프로그램을 개발하였다. 한편 일본에서는 건물 유지관리 전문업체를 중심으로 건물 에너지관리를 중요시하는 BEMS 및 IT 기술을 이용한 원격관리시스템이 활발히 보급되고 있는 추세이다. 일본의 대형 건물에서는 건물 에너지 절약을 위하여 BEMS 등을 도입하여 운영하고 있으나 수적으로 다수를 점하고 있는 중소형 건물에서는 비용, 관리체제, 설비 공간 등의 제약에 의해 BEMS 도입이 어렵다. BEMS를 중소형 건물에 도입하더라도 이를 효과적으로 활용하기 위해서는 운용기술을 보유한 인력이 필요하나 중소형 건물에서는 이런 인력을 고용할 여력이 부족하다. 따라서 최근에는 중소형 건물을 대상으로 하는 BEMS의 기능을 가지는 AEMS(Area Energy Management System)를 도입하고 있다. 한 예로 간사이(關西) 전력 및 니켄(日建)건설, 미쯔비스전기빌딩테크노서비스(株)의 3사가 2003년 4월에 공동연구에 착수하여 2005년 3월에 연구를 완료한 빌딩관리시스템은 각 종 정보의 계속, 계량 데이터와 인터넷을 통한 외부 데이터를 자동으로 취득하고, 그 데이터 처리를 행하여 다음날 부하 예상 기능에 의한 열원기기의 최적 운전제어를 수행하였다.

또한 네트워크를 이용한 군관리를 수행하여 중앙센터에서 원격지에 있는 복수의 건물을 통합 관리하고 있다.

일본은 초기 BEMS 연구팀에 합류하여 설비에 따라 BEMS 적용이 달라지고 그에 따른 알고리즘도 달라진다는 것을 인식하고 적용 알고리즘을 실행하기 위해 필요한 데이터센서들의 위치를 연구하였다. BEMS의 진화를 위한 건물 시뮬레이션 프로그램 또한 선진국들은 다양하게 개발하였고 지속적으로 보완중이다. IEA에서는 BEMS만이 아닌 FDD와 커미셔닝을 포함한 기술들도 더 이상 새로운 것이 아니다. 그들은 이미 충분한 시간과 세계의 분야별 전문인력을 이용하여 관련 연구를 분담하여 진행해왔다.

4. 결론

우리나라의 에너지 수입의존도와 건물분야 에너지사용량을 비추어볼 때 건물에너지 관리 시스템(BEMS)은 21세기 저탄소 녹색성장을 이루기 위해 반드시 극복해야 할 과제 중 하나이다. 최근 들어 정부의 지속적인 지원에 힘입어 우리나라도 뒤늦게나마 연구에 박차를 가하고 있다. 작은 기초연구를 소홀히 하지 않고 현장에 엔지니어와 설계 엔지니어, 에너지관련 연구자들이 힘을 합쳐야 그동안의 선진국들과의 연구공백을 가장 빠르게 보완할 수 있을 것이다.



〈그림 3〉