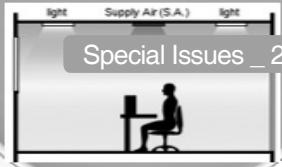


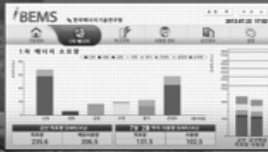
실시간 감성반응 기반
BEMS



수요예측 가능한
BEMS



건물에너지
통합운영 시스템



4F SERVER

스마트 그린빌딩의 요소기술 개발현황 및 적용 전망



정학근

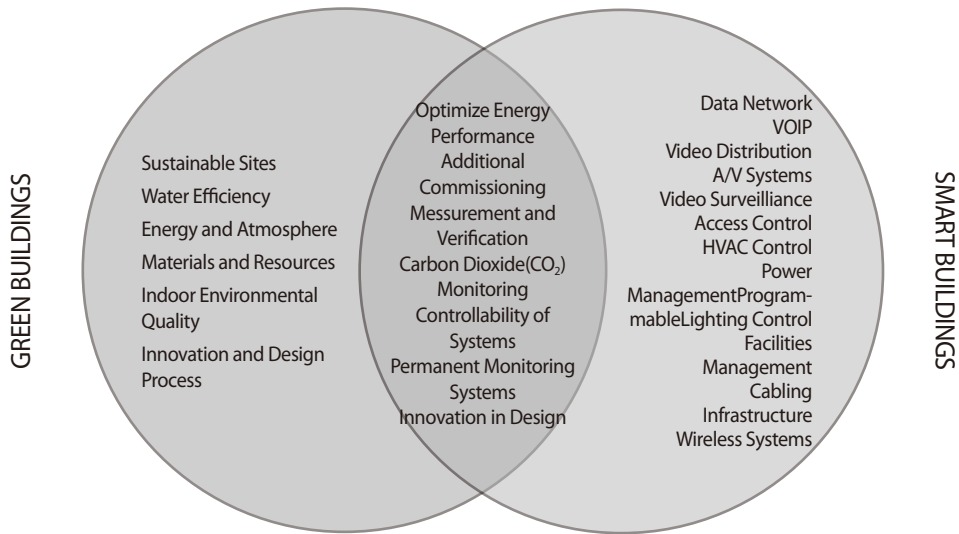
한국에너지기술연구원 에너지절약연구실 선임연구원

1. 개황

그린빌딩은 건물의 생애주기 영향 등을 자연 친화적인 방법으로 접근하여 자원을 효율적으로 사용하고 환경을 보전하는 에너지 절약 빌딩이며, 스마트 빌딩은 건축, 통신, 사무자동화, 빌딩자동화 등의 시스템을 유기적으로 통합하여 운영과 관리의 효율을

높인 빌딩이다. 즉 스마트그린빌딩이란 그린빌딩과 스마트빌딩의 기술적 장점을 통합한 건물로 시스템 제어성능, 지속적인 모니터링 시스템, 혁신적인 설계 등을 이용하여 건물에너지 성능을 최적화한 건물이다.

빌딩의 대형화와 양적 증가 등에 발맞추어 시스템 화되고 집적화된 에너지 관리 시스템의 도입이 필요



[그림 1] 그린빌딩과 스마트빌딩의 관계

한 실정이며, 건물을 지속적으로 관리하고 에너지 사용을 최적화하기 위해 BEMS(Building Energy Management System)를 주로 활용하지만, 아직 국내에서는 대형빌딩 위주로 냉난방, 공조, 조명, 전력 등의 설비 자동화 시스템을 적용하는 정도이며 건물 에너지 성능을 최적화하기 위한 시스템 도입이 저조한 상황이다. 또한 실제 건물 사용설비 단위의 에너지를 계측하고 관리할 수 있는 시스템이 필요하나 현재는 전무한 실정이라 할 수 있다. 따라서 에너지 관리를 시스템화하며 체계화하는 방법이 필요하다.

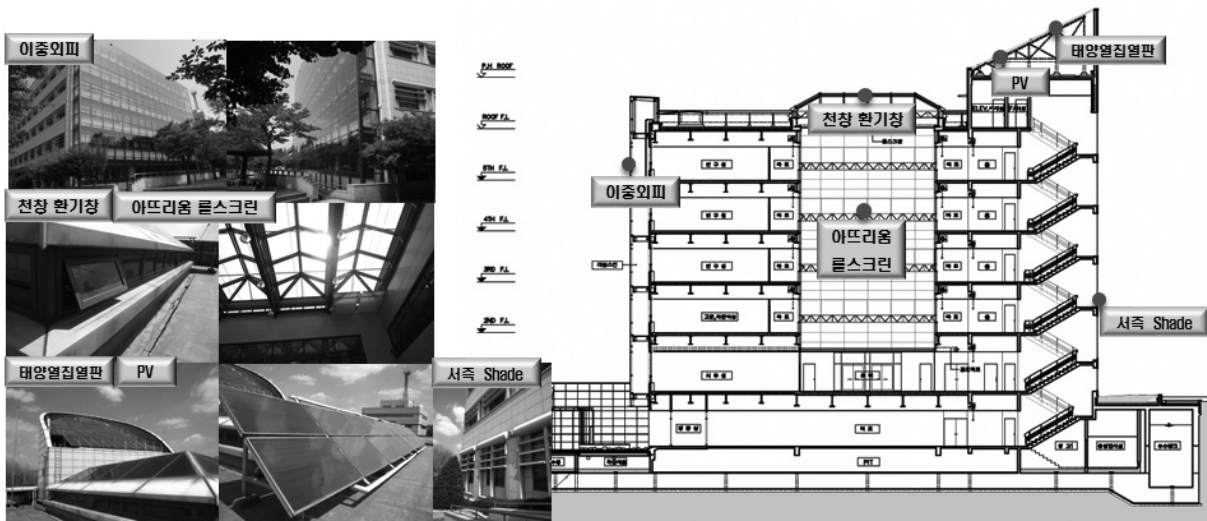
2. 그린빌딩의 현황

1992년 6월 브라질 리우에서 열린 환경 협약(Rio Environmental Agreement)에서 환경과 공존하는 지속가능한 경제 개발방식(ESSD; Environmentally sound and sustainable development)이 대두되었으며, 지구 온실화를 가속화시키는 주범인 이산화탄소 배출을 최소화하기 위해 환경친화적인 건축물을 설계하고 보급하기 위한 노력이 지속되었다.

에너지와 환경 문제를 동시에 해결하기 위한 방안으로 ‘그린빌딩’이라는 개념이 제안되었는데 ‘그린빌딩’이란 에너지절약과 환경보전을 목표로 자연 친화적으로 설계·건설·유지 관리된 후 수명이 끝나 해체될 때까지도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물을 의미한다. 그린빌딩에 적용 가능한 기술은 매우 다양하지만 건물의 냉난방, 조명 등과 같이 기본적으로 소요되는 에너지 부하를 줄일 수 있는 기술과 건물 설비의 효율을 높여 에너지를 절감할 수 있는 기술이 필수적이라고 할 수 있다.

하지만 기술 집약적으로 건축물을 설계하고 효율이 높은 설비를 채택하여 운영하더라도 건축물은 시간이 지남에 따라 자연히 성능이 저하되며 노후화된다. 이와 같은 이유로 그린빌딩의 건물 생애주기 중 유지관리에 더욱 집중하여 지속적인 에너지 관리와 에너지 절감 방안이 요구된다.

예를 들어 우리나라 최초의 그린빌딩인 대전의 그린빌딩 연구동은 재활용 자재의 사용, 남측 면의 2중 외피, 아트리움을 이용한 자연채광, 태양열 급탕 등 100여 가지 이상의 많은 에너지절약 및 환경기술을 적용하였다. 이와 같은 수많은 패시브 기술에 지속적



[그림 2] 그린빌딩과 스마트빌딩의 관계

인 에너지 관리를 위한 통신, 모니터링 기술 등이 접목된다면 그린빌딩의 장점을 최대한 활용하면서 스마트빌딩의 장점을 접목시킨 스마트그린빌딩의 개발이 가능할 것이다.

3. 스마트 그린빌딩의 요소 기술

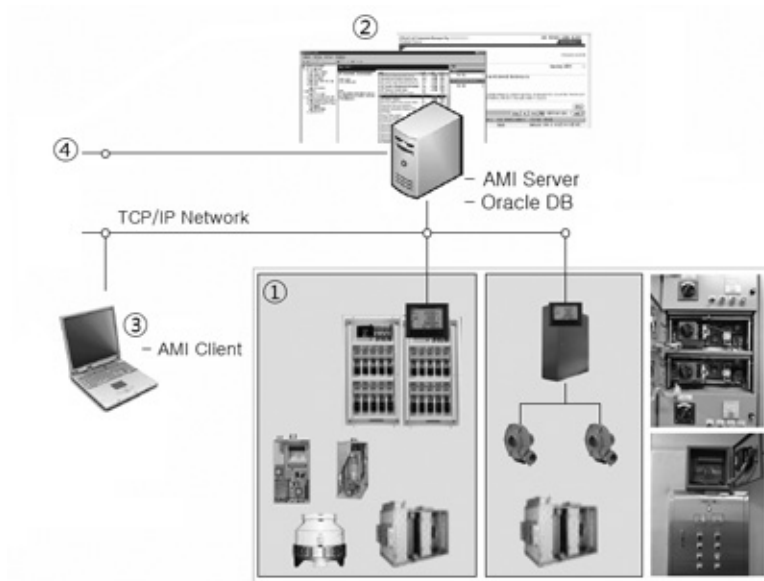
가. 건물에너지 통합운영 시스템

건물에너지 통합운영 시스템은 BEMS를 위한 건물에너지 관리 네트워크 설계를 의미한다. 스마트미터기와 통신하여 검침정보를 수집하고 검침된 데이터를 데이터베이스에 저장하여 에너지 사용을 감시할 수 있다.

건물에너지 통합운영 시스템은 스마트미터기 도입을 기반으로 하는데 한국전력공사에서는 2020년까지 전국 1,900만 호에 스마트미터기 보급을 완료하여 합리적인 에너지 소비문화를 확산시키고 검침 인력 비용을 절감하는 계획을 수립하였다. 이를 통해 비용절감뿐만 아니라 다양한 사회적 편익이 발생할 것으로 예상된다.

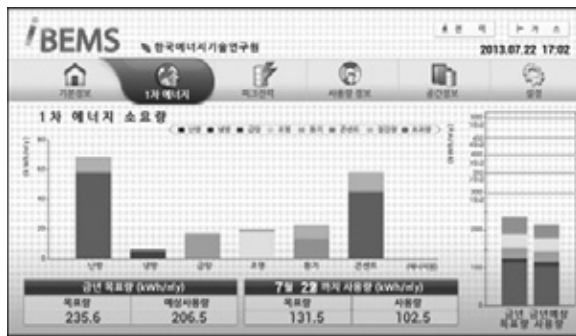
이미 세계 여러 나라에서는 에너지 사용현황을 정확히 파악하고 예측할 수 있는 스마트미터기 보급의 중요성을 인식하고 스마트미터기 설치에 대한 제도를 구축하고 있다. 특히 EU 회원국들은 제3차 에너지 시장거래(Energy Market Package)의 규제에 따라 스마트 그리드 운용 시 전력공급과 수요의 상호작용이 가능한 시스템을 구축하기 위해 노력 중이다. 법 규제와 시장의 노력 덕분에 유럽에서는 스마트미터기 관련 사업이 매우 활발하게 진행되고 있으며 일부 회원국들은 특정 법정 요구사항이 없음에도 불구하고 경제적인 이유로 스마트미터기를 자발적으로 설치하고 있다.

건물에너지 통합운영 시스템은 현재 정부에서 시행하는 건축물 에너지효율등급 인증제도와 연계할 수 있다. 건축물 에너지효율등급 인증제도는 건물에 성능별로 등급을 부여하는 제도로 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등의 다섯 가지 항목을 평가한다. 인증 프로그램으로 계산되는 건축물 에너지 예측 사용량에 건물에너지 통합운영 시스템을 통한 실제 에너지 사용 현황을 비교함으로써 사용자에게 보다 실질적인 에너지 정보를 제공할 수 있다.



- ① 최상위 BEMS 대응형 스마트 미터기 설치
- ② AMI(Advanced Metering Infrastructure) 서버 구축
- ③ AMI 사용자 환경 구축
- ④ BEMS 제어

[그림 3] 건물에너지 통합운영 시스템 설계



[그림 4] 에너지효율등급 연계형 건물에너지 통합운영 시스템

에너지효율 등급 인증 항목과 미터기 계측 포인트에 따른 AMI 계측 구분

구분	스마트미터기 계측 포인트
난방	난방용 보일러 기기 · 펌프 · 도시가스
냉방	냉동기, 냉동기 브라인 펌프, 냉수 · 냉각수 순환펌프, 냉각탑
급탕	급탕용 보일러 기기 · 순환펌프 · 도시가스
조명	층별 조명
환기	공조기 급 · 환기팬
콘센트	층별 전열

나. 수요예측 가능한 BEMS

건물에너지 관리시스템의 전 세계 시장 규모는 2014년에 28억 달러이며 연평균 14%의 성장 전망을 바탕으로 2020년 60억 달러에 이를 것으로 예측된다. 이와 같이 건물에너지 관리 시장이 점진적으로 확대되는 실정에서 수요예측이 가능한 BEMS를 개발하고 국내외 건물에너지 관리를 위한 선진화되고 실질적인 상용기술을 도입하였다.

수요예측 가능한 BEMS란 건물에너지 사용량을 미리 예측하고 예측된 데이터를 기반으로 건물을 제어하는 것이다. 건물의 에너지 사용량 예측은 기상예보 데이터를 활용한다. 이 기술의 개발은 에너지 효율화 기술과 BEMS 제어 기술을 토대로 향후 양방향 통신 기술까지 접목한 최신 기술이라 설명할 수 있다. 이는 핵심 건설 IT 융합 기술로서 건축물에 고부가가치화 실현을 위한 타 기술의 파급효과를 기대할 수 있다.

현재 수요예측 가능한 BEMS의 실용화 기술 개발을 통해 한국에너지기술연구원 그린빌딩 연구동에



[그림 5] 수요예측 가능한 BEMS가 적용된 IHD(In-Home Display)

개발 기술을 적용하였고 모니터링을 통한 성능평가를 실시하여 개발기술을 보완하였다.

다. 실시간 감성반응에 기반한 BEMS

BEMS는 기본적으로 공조된 환경의 물리량을 측정하여 제어하지만 공조 환경의 최종 수혜자는 재실자이기 때문에 이들이 느끼는 온열환경이 매우 중요하다. 따라서 BEMS도 재실자들의 열적 선호도와 기대에 맞추어 운전될 수 있어야 한다.

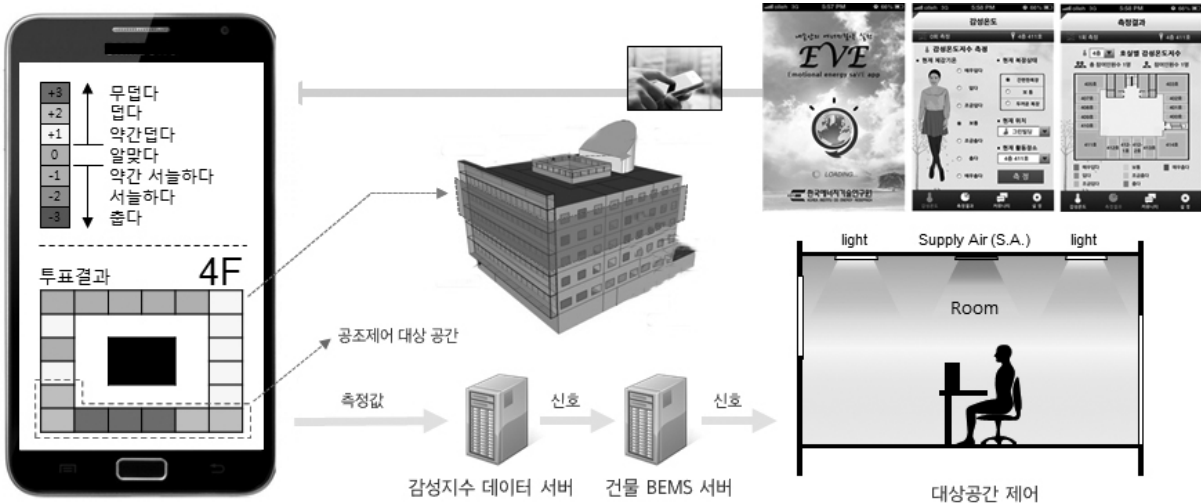
열환경 개선 요구를 공조시스템과 연계할 경우 10

~20%의 에너지 절약 효과를 기대할 수 있다는 일본의 보고 자료를 토대로 실시간 재실자의 온열환경 반응지수에 기초한 공조제어 기술이 연구되고 있다.

4. 향후 계획

현재까지 스마트그린빌딩 기술은 단순히 건물에 에너지를 관리하는 것에서 기상예보로 부하를 예측하여 BEMS 시뮬레이터를 가상의 공간에서 구현할 수 있도록 발전되었다. 앞으로 가상의 테스트베드를 실제 BEMS 제어와 연계하는 방안이 마련되어야 할 것이다.

또한 BEMS의 보급 활성화와 개발 시스템 구축 확대를 위한 표준화도 필요하다. BEMS 표준화는 기능적인 업무환경을 제공하고 운영자나 관리자들이 현장에서 쉽게 이해하고 적용하도록 도와준다. 이는 정부의 에너지 절약 정책과 연계가 가능하며 BEMS 시스템이 구축된 뒤 성과를 검토하고 효과를 검증하기 위한 평가 방안으로 유용하게 활용될 것이다. ^{KEA}



[그림 6] 실시간 감성반응에 기반한 BEMS 제어의 개념