

주요국의 제로에너지빌딩 정책 및 개발 동향

전황수

ETRI, 경제분석연구실 책임연구원
chun21@etri.re.kr

1. 서론
2. 주요국의 제로에너지빌딩 정책
3. 국외 기술개발 동향
4. 국내 기술개발 동향
5. 시사점

1. 서론

제로에너지빌딩(Zero Energy Building: ZEB)은 단열 성능을 극대화하여 에너지 요구량은 최소화하고, 태양광·지열 등 신재생에너지를 활용하여 냉난방 등 에너지를 자급자족하는 건물을 말한다. 제로에너지빌딩기술은 건설-IT 융합의 핵심요소이며, ① 청정에너지 전력원 개발, ② 절전형 스마트윈도 개발, ③ 생성된 청정전력원의 고효율 전력변환을 위한 전력 모듈 기술개발, ④ 전력을 저장, 배분, 관리하는 빌딩에너지관리시스템(BEMS) 기술개발, ⑤ BEMS의 핵심 소자/부품/시스템 기술개발 등으로 구성되어 있다[1].

핵심요소인 빌딩에너지관리시스템(Building Energy Management System: BEMS)은 ‘블랙아웃’ 사태를 막는 첩병으로 여름철 냉방기 가동률이 급증하면서부터 주목을 받기 시작하였다. 최근 3~4년간 에어컨 보급과 지구온난화의 영향으로 에너지 소비도 급증하고 있으며, 5,000개 빌딩에 BEMS를 적용하면 1년에 2,500억 원을 절약할 수 있다.

지구온난화를 억제하고, 탄소배출량 감축을 줄이기 위해 제로에너지빌딩 핵심기술 개발이 필요하다. 또 빌딩의 건축에서 소멸까지 필요한 전 비용 중 83%를 차지하는 운영 및 유지보수 단계에서의 에너지 절감기술에 대한 수요가 증가하고 있다. 단순 에너지 모니터링 수준에서 시스템 기반 실시간화, 온라인화, 자동화, 지능화, 최적화, 통합화 관리기술로 진화되는 추세이다.

* 본 내용과 관련된 사항은 ETRI, 경제분석연구실 전황수 책임연구원(☎ 042-860-5115)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

Pike Research 에 따르면, 세계 제로에너지빌딩 관련 매출은 2020 년까지 6,900 억 달러, 2035 년에는 약 1 조 3,000 억 달러에 달할 것이며, 세계 BEMS 시장은 2012 년 18 억 달러에서 매년 14%씩 성장하여 2020 년 60 억 달러 규모로 커질 것으로 전망된다[2].

본 고에서는 미국, 유럽, 일본, 한국 등 주요국의 제로에너지빌딩 정책과 업체들의 개발 동향을 살펴본 후 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2. 주요국의 제로에너지빌딩 정책

세계 각국은 자원 고갈에 대비하고 이산화탄소 배출 억제를 통해 기후변화에 대응함으로써 미래 성장동력으로 녹색시장을 선점하기 위해 노력하고 있다. 유럽, 미국 등 선진국들은 2000 년대 초반부터 탄소 배출을 억제하고 에너지를 절감하는 패시브 하우스(에너지 낭비를 막는 주택) 1 만 가구를 건설하고 있다.

국제에너지기구(International Energy Agency: IEA)는 제로 에너지 규제, 지원, 계획 관리를 담당하고 있으며, 국제기후변화협약 규정 탄소배출량 저감 의무국(Annex I)은 제로에너지 타운을 조성하는 계획을 추진중이다[3].

가. 미국

부시 대통령은 2006 년 연두교서에서 에너지 해외 의존도를 줄이는 진전된 에너지정책(Advanced Energy Initiative: AEI)을 발표하였다. 장래의 ‘Energy Zero House’를 건설하기 위해 태양전지의 연구개발 및 시장 확대를 촉진하는 계획을 수립하였다. 에너지부(DOE)의 건물기술 프로그램과 태양에너지 기술 프로그램 모두 에너지 효율을 개선하고, 새로운 주택에서 에너지 효율과 신재생에너지 기술을 접합시키는 비용을 줄이는 방향으로 연구개발 및 시장 보급 활동에 초점을 맞추고 있다[4].

미국은 2009 년 The Zero Energy Commercial Buildings Consortium(CBC)이 산업계와 정부로 구성되어 상업용 빌딩의 net-Zero 수준 에너지를 목표로 LBNL, NREL, ORNL 등 국가연구소 주도로 관련 연구를 활발하게 진행중이다. ZEB 확대를 통해 2020 년까지 45%, 2050 년까지 80%의 온실가스 발생 감축을 목표로 하고 있다[5].

미국은 에너지 효율이 높은 주택에 별을 주는 ‘에너지 홈 스타’ 프로그램을 시행하고 있으며, 그린홈 보급 활성화를 위해 2009 년 에너지 부문을 강조한 ‘리드 3.0’을 발표하였

다. 미국립표준기술연구소(NIST)는 관련업계와 협력하여 건축물의 에너지 성능과 유지관리 비용을 최적화하기 위한 기능통합 지식시스템(Cybernetic Building System · 건축물 성능 및 비용 최적화 프로그램) 구축 연구를 활발하게 진행 중이다[6].

나. EU

2015년 신기후변화협약에 대비하여 탄소배출 감축목표 상향을 논의중이며 기준이 확대 강화될 것으로 예상된다. 유럽에서는 제로에너지빌딩이 의무화되고 있으며, 2010년 건축물 에너지 효율화 및 절감을 위해 Energy Performance of Building Directive(EPBD)를 수립하여 제로에너지 수준 건축을 의무화하는 방향으로 제정되었다. 유럽의회는 2019년부터 신축공공건물, 2021년부터 모든 신축건물을 Near Zero Energy Building(NZEB)으로 대체한다고 선언하였다[7].

영국 정부는 2016년부터 새로 짓는 모든 주택에 탄소 제로를 달성하도록 의무화 하였다. 지속 가능한 ‘주택 규범(CHS)’을 통해 2016년부터 건설되는 모든 주택은 태양열과 바람 등 청정에너지만을 사용하도록 하여 이산화탄소를 배출할 수 없도록 법제화 하였으며, CHS는 모두 6등급으로 분류되고 6등급은 탄소배출 ‘제로’ 단계일 때 부여된다.

다. 일본

일본은 정부(신에너지산업기술종합개발기구 · NEDO) 차원의 다양한 연구 개발과 도입지원이 이루어지고 있다. 2002년부터 2008년까지 1,500억 원을 투입하여 482건의 BEMS 도입지원사업을 진행하며, 도입 비용을 보조하고 도입 후 3년간 에너지 절약사항 보고의무를 부여하고 있다. BEMS 운용 전문인력의 직접 고용이 곤란한 중소형 건축물을 대상으로 중앙관제센터에서 다수의 건축물 네트워크를 통해 통합 관리하는 시스템을 도입하고 있다. 제로에너지빌딩의 가장 큰 과제는 일반 건물에 비해 30~40%가 더 비싼 건축비용으로, 기존 건물에 비해 에너지 효율성을 절반 이상 높여 주는 효과가 있으나 건축비를 줄이지 않는 한 보급 확산에 애로를 겪고 있다. 일본 정부는 제로에너지빌딩의 건축비 일부를 보조금으로 지원하는 방안을 검토하고 있다[8].

라. 두바이

두바이 정부는 환경친화적 녹색경제를 위한 목표로 그린빌딩을 추구하면서 2013년 5

월 2일 친환경 건축물 인증기준을 발표하였다. 2014년부터 공공부문뿐만 아니라 민간부문까지 친환경건축물 인증제도를 시행할 예정이다. 에너지와 수자원 효율을 강조하여 친환경적인 에너지 절약과 환경보전의 기술 수요가 증가할 전망이다. 인증서를 받기 위해서는 경제적, 환경적, 사회적, 문화적 기준의 설정에 따른다. 그린빌딩은 친환경적 방법으로 설계, 건설, 운영, 철거하는 등 에너지 효율을 향상시킨 빌딩으로, 자연친화적으로 건물의 냉난방부터 조명과 건물의 유지관리 등에 필요한 에너지 절약과 환경보전을 목표로 에너지 부하를 줄인다. 또한, 에너지 효율을 향상시켜 자원 재활용과 환경공해 저감기술 등을 적용하여 유지 관리한 후, 건물이 해체될 때까지 환경에 대한 피해가 최소화 하도록 계획된 건축물이다. 두바이 수력전력청은 2013년 2월 세계에서 가장 큰 정부 녹색건물로 미국 그린빌딩위원회(USGBC)에서 추진하는 LEED(Leadership in Energy and Environment Design) 환경건물 인증제에서 플래티넘 등급을 확보하였다[9].

마. 한국

정부는 2009년 11월 그린빌딩 활성화 방안을 제시하고 2020년까지 건축물에 의한 온실가스 배출량을 31% 감축, 약 6,300만 톤의 온실가스 감소 목표를 발표하였다. 2025년 신규 주택에 한해 제로에너지 성능 확보를 의무화하는 국가 로드맵을 계획하였다. 2010년부터 공공 건축물의 친환경 인증을 의무화, 2013년부터는 모든 건축물의 연간 에너지 소비량을 의무적으로 표시하고, 2025년부터 신규 건축물의 제로에너지 의무화를 단계적으로 추진할 계획이다.

국토교통부는 2014년 1월 스마트한 에너지 관리로 쾌적한 실내환경을 조성하고 온실가스를 저감한다는 비전 하에 BEMS 보급 활성화 제도 기반을 조기 구축하고 신규시장을 창출한다는 전략을 수립하였다. 실천과제로는 △기술표준화 및 인증기반 마련, △기술개발 및 전문인력 양성, △보급촉진 및 신규시장 창출 등이 있다. 또 2014년 7월 제 11차 국가과학기술자문회의에서 2015년부터 에너지 소비가 없는 ‘제로에너지’ 아파트를 분양 받거나 사게 되면 취득세·재산세 감면 혜택을 받는 “제로에너지빌딩 조기 활성화 방안”을 발표하였다. 제로에너지빌딩 활성화에 걸림돌이 되고 있는 공사비 증가 문제를 건축 기준 완화와 세제 지원으로 해결하는 것이다. 30% 이상 추가되는 초기 공사비를 해결할 수 있도록 ‘국토 계획 및 이용에 관한 법률’ 범위 내에서 조례에서 정한 용적률 상한의 15%를 완화하고, 증가하는 공간을 분양하여 사업비를 충당할 수 있게 하였다. 사업자 또는 재건

축 조합 등이 사업비 부담을 덜게 되어 에너지 소비가 없는 제로에너지 아파트 분양가가 훨씬 저렴해진다[10].

미래창조과학부는 2014년 4월 에너지 절감을 위해 스마트 에코빌딩 기술을 깨끗하고 편리한 환경조성 6가지 기술 중 하나로 설정하였다[11].

녹색성장위원회는 2014년 9월 건물의 에너지 사용을 최소화하고 태양광 등 신재생에너지를 활용하여 에너지를 자급자족하는 제로에너지빌딩 건설을 촉진시키기 위해 2017년부터 시장형 공기업을 제로에너지빌딩 적용을 의무화하고, 이후에는 주민센터나 우체국 같은 소규모 행정기관까지 제로에너지빌딩화 할 계획이다. 2020년부터는 모든 공공건물 신축 시 제로에너지빌딩을 의무화하고, 2025년부터는 민간건물까지 제로에너지빌딩이 의무된다[12].

서울시는 2016년까지 단열성을 강화하여 최소한의 냉난방으로 실내온도를 유지함으로써 에너지를 60% 절감할 수 있는 ‘패시브하우스’를, 2023년에는 에너지 자급자족의 제로에너지 건축물을 목표로 지속적인 에너지 수요 감축을 추진할 예정이다. 또 서울시와 독일 프라운호퍼 태양에너지연구소(ISE)는 2013년 5월 28일 ‘에너지제로빌딩’을 비롯하여 건물에너지 효율 개선과 재생에너지 생산기반 확대에 협력하는 “에너지·기후변화 협력 확대에 대한 MOU”를 체결하였다. 협약내용은 △건물 에너지 최적화와 에너지 효율 개선을 위한 협력, △한·독 에너지 분야 기술교류를 위한 합동행사 개최, △분산형(지역형) 형태의 스마트 정보통신기술(IT) 시스템 도입, △공공·민간건물 태양광 패널 설치 협력과 분산형 재생에너지 생산 지원 등이다[13].

3. 국외 기술개발 동향

가. 미국

미국의 자동제어기술 개발은 초기단계이지만 정확한 건물에너지 계측방안과 데이터 분석기술 등 고성능 BEMS 도입 기반은 탄탄하다. 미국 BEMS 시장은 세계시장의 약 50%를 차지할 정도로 시장 수요가 크고 기술력이 높아 급속한 도입 확대가 예상된다. 버클리대 연구진은 적외선과 가시광선의 투과율을 개별적으로 제어할 수 있는 스마트 윈도를 개발하고 벤처기업 Heliotrope 를 설립하였다.

하니웰(Honeywell)은 빌딩자동제어통합시스템 기술인 EBI(Enterprise Building Integration)

의 한 구성요소로서 에너지관리기술을 개발하고 있다.

존슨컨트롤즈(Johnson Controls)는 확보하고 있는 메타시스 기반의 전통적인 BAS/BEMS 솔루션 에너지 관리에 대한 응용 서비스를 제공하고자 Energy Essential 솔루션을 개발하고 있다. 대규모 기업 통합 솔루션으로 Enterprise Sustainability Management를 기반으로 한 통합 에너지관리 기능을 제공한다[14].

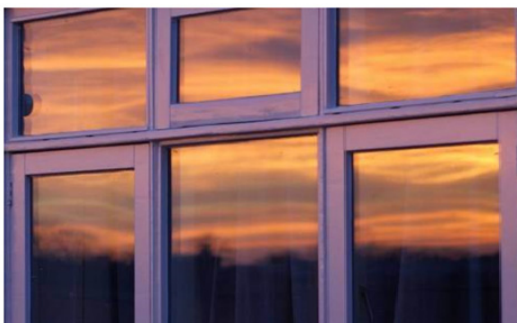
나. 유럽

EU는 BEMS 활용을 통한 건물에너지 절약과 쾌적도 향상 검증이나 효율적인 BEMS 운영과 관련 다양한 연구를 진행하고 있다. 벨기에, 핀란드, 독일, 네덜란드, 영국, 스웨덴, 프랑스, 스위스를 중심으로 최적화 설계와 제어, 고장진단, 사후처리, 통합화 등 관련 기술을 연구하고 있다. 실제로 고성능 BEMS를 실제 건축물에 적용할 수 있는 기술수준에 도달했다는 평가를 받고 있다.

지멘스(Siemens)는 EMC(Energy Monitoring & Control Platform)를 기반으로 원격에서 AOC(Advantage Operation Center)를 운영하고 있다.

슈나이더(Schneider Electric)는 중소형 빌딩 및 공장 등에 대해 원격으로 관리하기 위한 REM(Remote Energy Management)를 개발하여 시장에 진출하였다[15].

오스트리아 인스브루크의 패시브하우스는 유럽의 가장 큰 패시브하우스 단지로서 2009년 10월 완공되었다. 35,000m² 면적에 354 채의 아파트로 구성되어 있다. 태양광 집진시설, 나무 펠렛 등을 난방원료로 사용하는 등 녹색건축 기술 덕분에 영하 15도의 한파에서도 실내 온도 24도를 유지하는 데 드는 난방비가 월 25,000원에 불과하다[16].



버클리대 연구진이 개발한 스마트윈도



오스트리아 인스브루크의 패시브하우스

(그림 1) 해외의 제로에너지 기술 및 빌딩

다. 일본

일본에서는 후쿠시마 원전 유출사고로 전력 부족 사태를 겪고 있어 종합건설사들이 ‘제로에너지빌딩’ 건축에 나서고 있다. 제로에너지빌딩은 태양광, 지열 등 신재생에너지로 전력을 자체 생산하고, 건물 내 에너지 사용을 최소한으로 줄인 인텔리전트 빌딩이다. 전력회사 송전망을 통해 전기를 공급받기도 하지만 자체 생산한 전력 중 잉여 전력을 판매할 수도 있어 결과적으로 전력회사로부터 조달하는 에너지가 ‘제로’이다.

시미즈(清水) 건설이 2012년 3월 아마다시현에 짓는 업무용 빌딩이 일본 제1호 제로에너지빌딩이 될 전망이다. 자연 환기시스템과 건물 내 필요한 에너지를 최적 배분하여 주는 에너지관리시스템을 적용한 설계기술로 유명하다. 새로 짓는 건물에는 태양광과 바이오매스로 자체 발전설비를 가미하고, 조명기기를 모두 에너지 효율이 좋은 LED 조명기구로 대체할 계획이다.

히타치는 2013년부터 도시 개발을 위한 Area Energy Solution 을 제공하기 시작하였다. 지역 내에서의 에너지관리시스템, 축전지시스템, 여유 전력의 상호공급 설비 등을 일괄적으로 제공함으로써 스마트시티 기능을 시현할 것이다. 또한 미쓰이부동산 등이 추진 중인 지바현 ‘가사와노하 스마트시티’ 프로젝트에 솔루션을 제공할 예정이다.

AEMS(Area Energy Management System)는 오피스나 상업시설, 주택, 공공시설 등에 설치한 HEMS(Home Energy Management System), BEMS, 중앙감시시스템으로부터의 정보를 기초로 전력뿐만 아니라 물, 가스 등의 수급상황을 파악할 수 있게 해주고, 지역 전체의 에너지 정보를 분석함으로써 에너지의 일원적 관리, 수요 예측, 수급정보의 고객으로의 제공 등을 실현한다.

파나소닉은 HEMS 시장에 진출하기 위해 2013년 6월 일본의 관동지역과 관서지역의 각각 100세대 회사 사택에서 ‘스마트맨션’ 실증실험을 개시하여 약 2년 간에 걸쳐 기술 검증을 실시할 계획이다. 실증실험을 통해 점유구역에서는 분전반의 소비전력을 계측하고, 원격제어가 가능한 에어컨을 설치하여 이용한다. 계측과 제어에는 파나소닉이 단독주택용으로 판매중인 HEMS 기기 ‘AiSEG’를 이용하며, 이외의 전력정보를 표시하기 위해 태블릿 단말기를 세대별로 도입한다. AiSEG 와는 별도로 각종 센서를 부착하여 온도와 습도, 조도, 적외선을 이용한 인식센서 등도 배치하고, 거주자의 행동과 조합한 센서 데이터를 동사의 클라우드 서버에서 분석하여 집합주택에 최적화된 노하우를 축적하는 것이 목표이

다. 공유구역에서는 조명과 엘리베이터의 소비전력을 계측하며, 향후 산업용 추진시스템을 도입할 예정이다.

공조시스템업체 다이킨은 BEMS 시장 개척에 주력하고 있다. 경제산업성으로부터 BEMS Aggregator 간사 기업으로 지정을 받고 기업, 점포, 공장용 BEMS 시스템을 판매하고 있다. 소비전력량을 계측하는 기능과 원격지에서의 제어를 가능하게 하는 전용 어댑터를 공조기기에 장착하여 인터넷에 접속하고, 데이터센터와의 커뮤니케이션을 통해 고객에게 전력상황을 1일 단위로 알린다[17].

4. 국내 기술개발 동향

국내 제로에너지빌딩 기술 개발은 2009년 그린홈 추진 로드맵 발표 후 2025년까지 신축건축물 제로에너지 주택 의무화 선언으로 건축물 단열 설계기준 및 신재생에너지 설비의무 설치가 강화되고 있다. 제로에너지 슬라하우스 프로젝트로 차세대 에너지 자립형 주택기술 개발 프로젝트가 진행되고 있으나, 세계적인 추세에 비해 제한적이다.

가. 지자체

서울시 노원구는 국토교통부로부터 예산 240억 원을 지원받아 2016년까지 노원구 하계동에 ‘제로에너지 주택 실증단지’를 조성할 계획이다. 7층 3개 동 아파트와 단독주택 등 도시형 타운하우스 112가구를 건설한다. 벽면 두께를 50cm 이상으로 하는 초에너지 절약 기술을 적용하여 전체 에너지의 50%를 절감하고, 나머지 50%의 에너지는 태양열 등 신재생에너지를 통해 충당할 방침이다[18].

강릉시는 2014년 3월 제로에너지빌딩인 녹색도시체험센터를 개관하여 친환경 에너



노원구 제로에너지 주택단지 조감도



강릉 녹색도시 체험센터

(그림 2) 국내 지자체의 제로에너지빌딩

지 교육·연수는 물론 관광자원으로 활용할 계획이다. 에너지를 자체 생산하고, 절약하는 등 ‘에너지 제로’ 건축물로 생산성본부로부터 최우수 예비인증을 받았다. 컨벤션센터와 체험연수센터로 구성된 체험센터는 자연 채광을 위한 에너지 손실을 최소화하기 위해 3 중창을 적용하였고, 열효율을 높이려고 건물 외부를 일반 건물의 2 배 두께로 단열시공하였다. 지면에서 이어진 지붕에는 잔디를 심어 에너지 사용과 탄소배출량을 줄였다. 컨벤션센터 지붕과 체험연수센터 발코니에 설치한 태양광 발전 설비는 하루 492kWh, 연간 18 만 kWh의 전력을 생산하며, 생산된 전력은 100kWh 급 에너지저장장치에 저장하여 해가 진 후 체험연수센터 전력으로 활용된다. 센터의 냉난방과 온수 공급은 지열로 해결한다[19].

나. 연구소 및 대학

한국전자통신연구원(ETRI)은 2013년 1월 가정과 사무실, 공공장소 등의 에너지 효율을 최적화하여 통합 관리할 수 있는 IT+에너지 융합 플랫폼 기술을 개발하였다. 각 건물의 에너지 소비 패턴과 기상정보 등을 종합적으로 분석하여 건물별, 층별로 최적화된 에너지 관리 서비스를 제공함으로써 최근 불거지고 있는 에너지 수급 불안정을 해결할 수 있다. 이 기술은 건물 단위의 설비 자동제어와 에너지 절감기법을 적용한 설비 관리 기술에서 벗어나 층별, 기기별, 설비별 에너지 소비 정보와 온도·습도·조도 등의 다양한 환경센서 정보를 통합 관리 및 분석할 수 있다. 이 기술을 적용하면 건물 내 채광 등으로 실내온도가 높은 곳에서 절감한 에너지를 상대적으로 채광 조건이 좋지 않은 다른 공간에 활용할 수 있어 균형적이고 효율적인 에너지 관리가 가능하다. 또 에너지, 햇빛, 각종 사무기기 발열량 등으로 특정 공간의 실내온도가 급격히 높아질 경우, 건물 내 창문이 자동으로 열려 외부공기가 실내에 유입되도록 해 실내온도를 낮춰준다. 가정에서 이 기술을 활용하면 기기별 에너지 소비정보와 온도·습도·조도 등의 환경센서 정보, 보일러·에어컨 등의 홈네트워크 정보 등을 통합·수집·관리하여 사용자에게 관련 정보를 종합적으로 제공할 수 있다[20].

국립환경과학원은 2011년 4월 지구 온난화의 주범인 이산화탄소를 전혀 배출하지 않는 ‘탄소제로’ 친환경 건물을 국내 최초로 준공하였다. 벽과 지붕에 설치된 집광관을 이용하여 전기를 생산하고 태양열과 지열을 냉방과 난방에 이용한다. 건물 내부는 친환경 에너지를 최대한 효율적으로 쓸 수 있도록 설계되었으며, 자연채광기를 통해 유입된 태양 빛은 실내등으로 활용되고, 30W 짜리 형광등보다 4 배나 밝다. 환경과학원은 ‘탄소제로건물’

에 응용된 66 가지 신기술을 일반 건축물에도 적용하여 탄소배출을 줄여나갈 계획이다[21].

에너지기술연구원은 2014 년 3 월 대전 본원에 온실가스 저감과 건물에너지 절약을 달성할 수 있는 에너지 최적화 건물 ‘KIER 첨단 에코에너지연구센터’를 준공하였다. 채광이나 창면적, 재활용성 등을 최적화한 설계이다. 법적 외벽 단열기준보다 2.5 배 뛰어난 고성능단열을 구현하여 열손실을 60% 줄였다. 자연채광·자연환기·상하층부 온·냉공기의 재활용이 가능한 ‘아트리움 하이브리드 시스템’을 적용하여 쾌적한 환경을 조성하였다. 또 태양광 기술을 적용하여 빌딩 내 연구실 소요 전력을 100% 공급하고, 모든 연구실에는 지열을 기반으로 한 복사열 냉난방시스템을 적용하여 연구실 냉난방과 공조시스템에 공급한다. 건물 전체 조명에는 LED 를 적용하여 일반 형광등 대비 조명부하를 19% 저감한다[22].

건설기술연구원은 2014 년 1 월 삼성물산, 에스와이와 공동으로 “제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 개발” 관련 국가연구사업을 서울 청담동 래미안 아파트에 성공적으로 적용했다고 발표하였다. 이번에 적용된 제로에너지 그린홈 기술은 신재생 에너지와 에너지 절감 건축기법 등을 적용한 에너지 자급주택 기술로 단열 성능을 높이는 단열벽과 창호 기술 등이다. 이 기술은 지금까지 단독주택과 실험주택을 대상으로 적용되었을 뿐 아파트 단지는 이번이 첫 사례이다. 연구원은 청담동 래미안 아파트의 건물 전체를 외부에서 단열재로 감싸는 외단열 시스템을 적용하여 열손실을 제로 수준으로 줄였다. 건축법상 벽체 단열기준보다 2.4 배 높은 조립식 모듈 외단열 시스템(PAS)를 개발·적용하였고, 또 에너지 손실을 최소화하기 위해 초단열 문, 창호(창문) 등 에너지 낭비를 최소화하는 건축물 기술인 패시브하우스 기술도 적용하였다[23].



환경과학원의 기후변화연구동



에너지연구원의 에코에너지연구센터

(그림 3) 국내 연구원들의 제로에너지빌딩

다. 기업

현대건설은 용인시 마북동에 주거용과 오피스용 건축물 내부에 쾌적한 환경을 제공하고 에너지 절감을 실현하는 기술을 접목한 ‘그린스마트(Green Smart)빌딩’을 건설하고 있다. 주거 실증시설에서는 일반인이 입주하는 힐스테이트를 그대로 재현, 첨단 주거환경 기술을 적용하여 실증 및 시뮬레이션을 하였고, 에너지 제로하우스 구현을 위해 단열재, 다중창호 등 자재와 태양광, 지열 등 신재생 에너지를 접목하여 기존 세대에서 사용하는 전기와 냉난방 에너지를 어느 정도 절감할 수 있는지도 검증하였다. 2014년 3월 건물의 냉·난방 에너지를 35% 이상 절감할 수 있는 “지능형 건물 냉·난방 공조 복합제어기술”을 개발하였다[24].

포스코건설은 2013년 10월 하나인더스와 OCI, 이화여대와 공동으로 현존 최고의 단열성능을 가진 진공 단열재를 마감재와 맞붙인 ‘일체형 외단열시스템’을 국내 최초로 개발하여 송도 포스코 그린빌딩에 적용할 계획이다. 외장 마감재를 진공 단열재와 일체화시켜 단열재를 보호하고, 단열부터 마감재 시공까지 단일화 공정으로 시공이 가능하다. 건축물 철거시 99% 가량 재활용이 가능한 점까지 인정받아 녹색인증사무국으로부터 ‘녹색인증’을 받았다. GS 건설은 기술연구소에서 태양광, 지열, 연료전지 등을 이용한 신재생에너지 최적화 기술을 개발 중이다. 복사 냉난방, 폐열 회수 등의 에너지 절약설비 기술과 건물 에너지의 관리와 신재생 에너지를 이용한 스마트 그리드 개념을 도입한 통합에너지 제어기술 개발도 병행하고 있다. 서울 서교동 자이갤러리 내에 설치된 그린 스마트 자이는 태양광을 통해 전력 공급과 차양 효과를 거둘 수 있는 태양광 차양시스템과 에너지 절약형 특수 창호 및 단열시스템 등 다양한 에너지 절감기술이 접목되었다[25].



포스코건설 일체형 외단열시스템



삼성물산 그린투모로우 하우스

(그림 4) 국내 업체들의 제로에너지빌딩

삼성물산은 자체 개발한 에너지 절감기술인 ‘그린 투모로우(green tomorrow)’를 통해 ‘에너지 사용량 제로(0) 건축’ 시대를 열어가고 있다. 신재생에너지, 친환경 건축자재, 에너지관리시스템, 폐기물 재활용 총 68 개의 친환경 기술이 집약되었다. 건물 내 에너지 사용을 최소로 줄일 뿐만 아니라, 자연의 에너지까지 이용하여 화석 연료 대신 태양과 대지가 간직한 에너지를 끌어 내 이를 건축 현장에 적용한다. 건설에서부터 운영, 폐기까지 전 생애주기에서 이산화탄소 발생이 없는데, 건설 단계에서는 일부 이산화탄소를 배출하기도 하지만 그 대신 그보다 더 많은 양을 신재생에너지 발전으로 저감한다. 외단열과 3 중창호 등으로 냉난방에너지를 대폭 줄이고, 창문 일체형 태양광 발전과 지중열 냉난방을 통해 에너지를 전혀 사용하지 않는 ‘제로 에너지’ 아파트를 공급할 계획이다[26].

5. 시사점

첫째, 한국형 기후 여건에 맞는 제로에너지빌딩용 건축자재 개발이다. 우리나라에서 제로에너지 빌딩 확산을 위한 에너지 효율적 냉난방과 제습에 대한 기술적인 선결과제로 한국형 기후에 맞는 국산 건축자재를 개발할 필요성이 있다. 여름철 날씨가 더워 냉방 부하가 높아지고, 겨울은 춥고 건조하여 난방뿐만 아니라 제습까지 필요하다. 건축비용이 많이 들어 우리 실정에 맞는 국산형 제품 개발을 통해 제로에너지빌딩의 단가를 낮출 수 있으며, 건축기간도 단축하는 등 제로에너지 빌딩의 시장성을 확보할 수 있다.

둘째, 제로에너지빌딩 인증시스템 확대이다. 제로에너지빌딩 인증제도는 건축물의 설계부터 철거에 이르기까지 전 과정에 환경 성능평가를 수행하고, 그 결과에 따라 환경성 등급을 인증하는 제도로 이 제도를 통해 향후 환경 친화적인 건축물을 제공할 뿐 아니라 운영 및 유지의 효율성을 향상시켜 기후변화에 대응하는 효과 등을 기대할 수 있다. 대표적인 제로에너지빌딩 인증제도로는 미국의 리드(Leadership in Energy and Environment Design: LEED), 영국의 브리엄(BREEAM), 일본 카스비(CASBEE), 호주 그린스타(Green Star) 등이 실시 중이다. 국내에서는 2000 년부터 아파트 등 공동주택을 대상으로 ‘친환경 건축물 인증제도(GBCA)’를 시범적용하고 있다. 에너지 효율적인 건물들이 인정받고 시장에서 높은 가치를 형성하기 위해서 제로에너지 빌딩의 인증시스템 확대는 필수적이다[27].

셋째, 제로에너지빌딩의 비즈니스 모델화이다. 태양광발전, 배터리, 직류배전, 홈네트워크 등 각 분야에서 개발된 그린 IT 기술을 종합한 제로에너지빌딩을 구축하여 신비즈니스

모델로 발전시킬 필요가 있다. 솔라셀, 전력변환, 저장시스템 등 개별 연구기관들이 개발한 기술을 상용화하기 위해 시범단지사업 등이 요구되며, 컨소시엄을 통해 에너지 고효율 기술의 상용화도 앞당겨 ‘제로에너지 빌딩’의 수출상품화 등을 통해 에너지 절감기술의 국제 경쟁력을 확보하고 가정에서의 에너지 소비절감을 도모할 수 있다. 태양광 발전과 배터리, LED 조명의 조기 실용화를 촉진하고, 직류가전제품과 부품의 세계시장 선도여건을 마련해야 한다.

넷째, 제로에너지 빌딩 건설에 따른 소비자 부담 가중문제를 해결해야 한다. 정부나 업계가 제로에너지빌딩 건설을 추진하고 있으나 예산확보, 소비자 부담가중 등은 문제점으로 남아 있다. 태양열 발전기 등 신재생에너지 시설을 설치하는 주택이나 친환경 신도시 조성에는 많은 비용이 들어가 분양가격이 높아질 수밖에 없다. 완벽한 제로에너지빌딩을 구현하기 위해서는 현재보다 30~40% 정도의 공사비 상승이 불가피하고 분양가 상승으로 이어진다. 제로에너지빌딩시스템이 완벽하게 정착되기 위해서는 취득·등록세 감면, 에너지 절감에 따른 단계별 용적률 추가 허용 등 보다 세밀한 정부 지원정책이 조기에 시행되어야 한다.

마지막으로 해외의 그린 프로젝트 등에 진출해야 한다. 국제 경쟁력을 갖춘 한국의 녹색기술에 국내 건설산업과 IT 산업 등을 연계하여 미국 내 제로에너지빌딩 재건축 시장에 진출할 수 있도록 지원하는 방안을 고려해야 한다. 미국에만 리모델링이 필요한 상업용 빌딩이 250 만 개에 달하고 있어 이 프로젝트의 참여만으로도 거둘 수 있는 후방효과가 클 전망이다. 정부와 건설업계는 국제적 인지도를 높이고 신뢰도를 제고하기 위해 이러한 미국 등 해외의 그린 프로젝트 등에 참여하여 건설 IT 융합의 블루오션 창출의 계기로 삼아야 한다.

<참 고 문 헌>

- [1] 박완기·이일우, “빌딩에너지관리시스템(BEMS)의 기술 및 표준화 동향”, TTA Journal, 141 호, 2013. 6, pp.81-82.
- [2] 김지섭, “5,000 개 빌딩에 BEMS 적용하면 1년 2,500 억 원 절약”, 조선일보, 2014. 4. 3.
- [3] “Energy Efficiency Policy”, IEA, www.iea.org
- [4] The White House, “The Zero Energy Commercial Building Consortium(CBC)”, georgebush-whitehouse.archives.gov

- [5] www.zeroenergycbc.org
- [6] www.nist.gov/cybernetic-building-systems-portal.cfu.
- [7] European Commission, “Towards 2020 Nearly Zero-energy Building”, www.epbd-ca.eu
- [8] 김창원, “전력난 일 에너지제로빌딩 신축붐”, 동아일보, 2012. 2. 29.
- [9] “두바이, 그린빌딩 친환경건축물 인증제도 출시”, KOTRA, 2013. 5. 12.
- [10] 홍창기, “제로에너지빌딩 지으면 용적률 완화. 세금감면”, 파이낸셜뉴스, 2014. 7. 18.
- [11] “국가 중점과학기술 전략로드맵 확정”, 미래창조과학부, 보도자료, 2014. 4. 23.
- [12] 이종현, “제로에너지빌딩 2025년부터 모든 건물에 의무화”, 조선일보, 2014. 9. 5.
- [13] 최석환, “서울시-프라운호퍼 에너지제로빌딩 협력”, 머니투데이, 2013. 5. 29.
- [14] 김진태·허재두, “건물 에너지 관리정책과 기술동향”, IITP, 주간기술동향 1655 호, 2014. 7. 23, pp.10-11.
- [15] “ESS/EMS 와 연계된 ESCO 분야 에너지 신산업 비즈니스모델 설계를 위한 연구용역”, 에너지관리공단, 2014. 2. 26.
- [16] 김성환, “제로에너지주택이 왜 필요한가”, 한겨레신문, 2013. 11. 5.
- [17] 이지평·김혜경, “에너지솔루션 비즈니스에 주력하는 일본기업”, Japan Insight, 2013. 11, pp.6-19.
- [18] 권이상, “국내 최초 제로에너지주택 노원구서 본격추진”, 아주경제, 2013. 12. 31.
- [19] 이찬호, “강릉에 에너지 제로화 빌딩”, 중앙일보, 2014. 3. 29.
- [20] 이준기, “건물에너지 최적화 기술개발, 디지털타임스, 2013. 1. 23.
- [21] 송인호, “세계 최초 탄소제로 빌딩”, SBS, 2011. 4. 22.
- [22] 박희범, “에너지기술연구원, 국내 최고수준 에너지최적화 건물 준공”, 전자신문, 2014. 3. 21.
- [23] 허우영, “노후아파트 난방비 70% 확줄인 비결”, 디지털타임스, 2014. 1. 7.
- [24] 허우영, “인공지능으로 빌딩 에너지 관리”, 디지털타임스, 2014. 4. 25.
- [25] 최호, “에너지 절약이 경쟁력이다-GS 건설”, 전자신문, 2013. 1. 24.
- [26] 하정민, “삼성물산 제로에너지건물 짓는다”, 동아일보, 2012. 12. 11.
- [27] 손은경, “그린빌딩 인증시스템 확대 나서자”, 디지털타임스, 2013. 8. 22.