

제로에너지빌딩¹⁾, 그린시티 실현을 위한 통합 마이크로에너지그리드(K-MEG) 시스템의 개발 및 활용



글 조현춘 \ 한국에너지기술평가원 국제협력팀장 \ 전화 02-3469-8370 \ E-mail energykorea@ketep.re.kr



1. 배경

화석 에너지의 지속적인 사용과 이에 따른 에너지원의 고갈은 유가 상승이라는 경제문제와 지구온난화 등의 환경문제를 야기하여 현재 전 세계는 환경위기와 함께 자원위기를 동시에 직면하고 있다.

이에 따라 지구 온난화의 주요 원인인 이산화탄소 배출량을 규제하기 위하여 각 국가별로 경쟁적으로 에너지 효율화와 에너지 사용관련 규제를 권고 우주에서 의무 우주로 강화하고 있다.

우리나라의 경우 전체 에너지 소비량과 온실가스 배출량에서 세계 9위이고 에너지 수입량은 세계 4위로 대외 에너지 의존도가 97%에 달하고 있는 실정이다.

특히 건물부분에서 총 에너지 소비량의 약 24%, 온실가스 배출량의 30%를 차지하고 있어 건물부분에서의 에너지 효율화는 매우 중요한 정책적 수단이 되고 있다. 미국과 유럽의 경우에도 건물부분이 총에너지 소비량의 40%(주거 22%, 사업용 18%)를 차지하고 있어 선진국에서는 에너지 소비량이 가장 큰 건물에 대해 사용 에너지 효율을 높이고 사용량을 절감하고 나아가 에너지를 생산하는 그린빌딩 추진 정책과 기술개발을 적극 추진하고 있다.

이에 따라 그린빌딩, 그린시티 건설에 대한 기대감으로 관련 시장이 크게 성장할 것으로 예측하고 있다.

이러한 맥락에서 건설부분에서의 새로운 세계시장의 선점과 그린빌딩, 그린시티(산업단지 포함) 등의 에너지 생산과 소비의 최적화를 달성할 수 있는 마이크로에너지그리드(K-MEG) 개발이 매우 필요하다.

본 고에서는 그린빌딩과 관련된 각 나라의 정책, 시장 등을 살펴보고 이를 해결하고, 시장을 선점할 수 있는 새로운 개념인 마이크로 에너지그리드(K-MEG)에 대해 소개하고자 한다.

2. 국내·외 추진현황

최근 주요 선진국은 그린빌딩(제로에너지 빌딩)을 10년 내에 보급하는 것을 경쟁적으로 추진하고 있다. 미국 DOE(Department of Energy)는 Building America사업의 일환으로 고효율 저에너지 소비를 통한 에너지 사용 최소화(Active + Passive)로 60~70%의 에너지를 절감하고, 신재생에너지원 등으로 30~40%의 에너지를 자체 생산하여 2020년까지 제로 에너지 빌딩 실현을 목표로 기술개발과 실증을 적극 추진하고 있고, 영국은 2016년부터 전체 주택을 제로에너지주택으로 보급하겠다고 선언했으며 공공비 주거 건축물은 2018년, 일반상업용 건물은 2019년부터 제로 카본화를 추진할 계획이다. 국제에너지기구(IEA)는 2007년~2012년 전략추진계획에서 제로에너지 도시 추진을 확정 제시(OECD 국가 중심)하였고, 일본은 2050년까지 온실가스를 60~80%까지 감축하기 위하여 제로 에미션 시범주택 구현을 위한 기술개발을 적극적으로 추진하고 있다.

현재 주요 선진국에서는 상기 정책목표를 달성하기 위하여 기술성숙화 단계인 패시브 기술을 기반으로 IT융합을 통한 에너지관리기술 및 신재생에너지 융합을 통해 시장 주도권을 확보하고 있으며 최종 목표는 자립형 또는 제로에너지 수준의 건물을 구체적으로 구현하기 위한 NZEB(Net ZeroEnergy Building)프로젝트

1) 제로에너지 빌딩은 건축물·설비의 에너지 소비량(CO₂ 배출량 포함)에 대해 에너지절감성능을 향상하고 부지 내 재생가능에너지의 활용 등에 의해 자체 에너지를 생산함으로써 건물의 연간 에너지소비량(CO₂ 배출량 포함)이 "0" 이 되도록 하는 건축물

를 추진하고 있으며 이를 위해 건축 산업구조, 정책·제도 전반의 개혁 및 지원을 통하여 제로에너지 건물의 보급 확대를 위한 시장 전환(Market Transformation)을 진행 중에 있다.

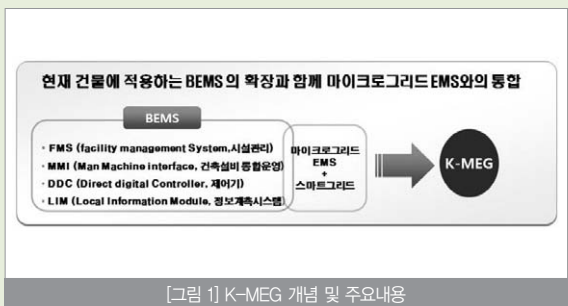
한편 우리나라는 2010년 10월부터 냉방에너지 저감기준을 신설하여 EPI²⁾60점 이상의 법적 의무화를 강화한 에너지절약 설계기준 개정안을 마련하여 시행 중에 있으며, 에너지 저소비형 건축물의 보급 확대를 위해 에너지 절약적으로 설계·시공한 건축물의 자발적 신청에 의해 등급별 인증을 부여하는 고효율 친환경 건축물 성능인증 제도를 시행하고 있다. 또한 건물부문의 에너지절약 및 온실가스 감축을 통한 저탄소 녹색성장을 효율적·체계적으로 추진하기 위하여 에너지목표관리제³⁾를 녹색성장기본법에 근거하여 2010년부터 도입하고 있다.

3. 마이크로에너지그리드(K-MEG)

1) K-MEG의 정의

우리의 강점인 IT기술을 접목한 스마트그리드 기술과 분산전원 기술, 최종 사용에너지(열, 전기, 가스, 공기, 물 등)기술 등을 융합한 차세대 에너지 기술로서 에너지 생산과 사용을 효율적으로 운영하여 제로에너지 빌딩, 에너지 자급자족 도시를 구현할 수 있는 토털 에너지솔루션 기술이다.

이런 의미에서 K-MEG은 에너지 저소비·저탄소 사회로의 전환을 위한 혁신적인 수단이고 또한 자원고갈과 지구온난화 문제해결과 동시에 지속가능한 신 성장동력을 창출할 수 있는 전략적 중요성을 가진다고 볼 수 있다.



2) 주요 기술개발 내용

K-MEG의 기술개발은 건물 내 에너지효율 향상을 위한 액티브 기술과 BIPV 등 신재생 전원을 포함하는 마이크로그리드 기술을 포함하는 기술개발이며 기술성숙단계에 있는 패시브 기술은 포함하지 않았다.

① S/W 부분

신재생에너지 등 새로운 분산전원 공급과 사용을 위한 마이크로그리드 EMS, 스마트그리드와 기존 BEMS를 연계·통합하는 운영 및 제어 S/W 기술개발, 건물 사용에너지 평가 툴 (설비성능 평가프로그램 포함)과 빌딩정보 등 모델링 기술, 방재·방법 소프트웨어, 양방향 전력거래 및 실시간 신호처리 기술 등의 개별 S/W 기술개발이 있다. 또한 기존 BEMS 시스템을 개선하기 위한 IP기반 센서네트워크 기술, 에너지 사용 설비의 최적 제어 기술, 자연에너지의 적극 활용 기술, 운영 최적화를 위한 다양한 에너지 절약 알고리즘, 기기별 에너지 소비량의 정확한 파악 및 분석을 위한 계측 시스템, 설비의 고유 성능 유지를 최적 유지관리 시스템 등의 기술개발도 매우 중요하다.

또한 향후 건물 내 사용에너지의 대부분을 차지하는 전기에너지의 효율적인 이용을 위해서는 직류(DC)운영과 전력 등 에너지 시장과의 연동을 위한 기술개발도 필요하다.

표 1 SPEC 국가의 건물에서의 전기에너지 사용 비율

국가	비율	국가	비율
미국	73%	중국	18%
한국	46%	캐나다	56%
일본	56%	호주	53%
인도	29%	평균	52%

※ 자료 : 미국 DOE 발표자료(2012)

② H/W 부분

전기자동차 충전기 설치 및 BIPV 등 분산전원 적용 등에 따른 DC망 운영지원을 위한 양방향 정류장치, 직류 차단기(저압용 및



2) EPI : 에너지 성능 지표(Energy Performance Index)
 3) 현재 10 개소 시범사업 추진후 1만 toe 이상 전 건물(46개소)로 확대 예정

건물 내 변전소 용), 직류계통 연계형 DC/DC 컨버터, 분산전원 용 PCS, 교류·직류 하이브리드 분전반 등의 개발이다.

또한 건물 내 각종 데이터의 수집 및 제어를 위한 전력량 센서, 설비 진단 스마트 센서, 저 가격 유량계, 저가격 온도·습도 등 통합센서 등 스마트 센서의 개발이 필요하다.

이 밖에도 효율적인 열원을 활용하기 위한 히트펌프 기술, 청정 전력을 공급하기 위한 연료전지 응용기술, 에너지 저장 연계기술 등이 개발되어야 한다.

3) 기술수준 비교

건축기술과 에너지관리기술, 신재생에너지 기술에 대한 융·복합 패키지 기술은 현재 국내·외적으로 기술개발 초기 단계이다. 건축 기술의 경우 개별기술간 융합이 최근 시도되고 있으나 아직까지 통합 패키지로서 개발되어 적용된 사례는 매우 적다. 제로에너지 건물(그린빌딩)을 구현하기 위한 융합 패키지 기술, 사용자 기술, 제도, 해외시장 모델, 표준화 등으로 구분하여 전문가 의견을 반영한 수준은 <표 2>와 같다.

4) 시장규모 및 전망

Global Green Building Trends, McGraw Hill Construction (2008)에 따르면 친환경 저에너지 건축물 관련 기술은 기후변화 협약 이행, 유가변동 등에 따른 그린빌딩, 그린홈 보급 확대와 함께 2008년 전체 건설시장의 5% 비중에서 2012년 이후 16%에서부터 최대 60%까지 비중이 증가할 것으로 예상하고 있다.

이에 따라 관련 시장규모가 2007년 1,750억 달러에서 2030년 까지 연 평균 약 21% 증가하여 7조 1,090억 달러에 이를 것으로



추정된다(<표 3> 참조). 가장 진보된 형태의 그린빌딩인 제로에너지 건물이나 에너지 자급자족형 도시 구현의 필요성 또한 점차 증대되고 있으나 아직 시장은 크게 형성되지 않고 있다.

녹색 건설상품을 유형별로 분석한 건설산업연구원의 연구자료에 의하면, 그린빌딩의 시장 매력도는 최고수준, 건설역량의 성숙도는 중상수준으로 향후 발전 가능성이 가장 높은 상품으로 분석하고 있다.

그린시티, 더 나아가 탄소 제로 도시(Zero-Carbon City) 등 도시 차원의 에너지 절감을 위한 크고 작은 프로젝트가 전 세계에서 추진 중으로 향후 관련 시장이 크게 증가할 것으로 전망되고 있다.

5) 선진국 그린빌딩 인증제도 비교

녹색빌딩이 증가함에 따라 각 국가 혹은 국가내에서도 대상 건물의 친환경성을 평가하는 시스템이 개별적으로 개발 활용되고 있는 실정으로 대표적인 것을 <표 4>에 정리하였다.

표 2 기술수준 비교

세부핵심기술	기술격차(년)	기술수준(%)	현 최고 대표 기술	
			국내	국외
외피, 차양, 환기, 공조 기술의 융복합 패키지화	10	50	해당없음 에너지절감율 20~30%	Shimizu Corp.(일) 에너지절감율 70~80%
건축기술과 에너지관리기술의 융복합 패키지화	10	50	해당없음	Shimizu Corp.(일) 에너지절감율 70~80%
Smart Grid, Micro Grid 기술과의 융복합 패키지화	10	50	해당없음	해당없음
그린홈, 그린빌딩 상용화 기술	10	50	해당없음	해당없음
제도·정책·표준화 개발	5	70	해당없음	해당없음

※ 자료 : 그린에너지 전략로드맵(2011)

표 3 세계 녹색건축기술 시장 규모 전망(단위 : 백만 달러, %)

세계시장 (세계생산액)	구분	2007년	2012년	2020년	2030년	연평균증가율(2007년~2030년)
		Parent Industry 부문	3,608,000	4,561,000	7,054,000	
	녹색건축 부문	175,000	769,000	2,067,000	7,109,000	21.2%

※ 자료 : Parent Industry 부문 - Global Insight(26 sep. 2007), 그린에너지 전략로드맵(2011)

표 4 국가별 녹색빌딩 인증시스템⁴⁾

BREEM(영국) Building Research Establishment Environmental Assessment	LEED(미국) Leadership in Energy and Environmental Design
<ul style="list-style-type: none"> • Building Research Establishment사에서 1998년 최종 개발 • 평가 스케일 <ul style="list-style-type: none"> - pass, good, very good, excellent • 주요 성과측정 항목 <ul style="list-style-type: none"> - energy use, health and well-being, pollution, transport, land use, ecology, material, water • 주요 대상 <ul style="list-style-type: none"> - office, homes, industrial units, prisons, schools, shopping malls, existing housing multi-residential unit 등 	<ul style="list-style-type: none"> • US Green Building Council에서 2000년 개발 • 평가 스케일 <ul style="list-style-type: none"> - certified, silver, gold, platinum • 주요 성과측정 항목 <ul style="list-style-type: none"> - sustainable sites, energy and atmosphere, materials and resources, innovation in design • 주요 대상 <ul style="list-style-type: none"> - new construction and major, renovation, existing building schools, homes 등
Green Star(호주)	CASBEE(일본) Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
<ul style="list-style-type: none"> • Green Building Council Australia에서 2003년 개발 • 평가 스케일 <ul style="list-style-type: none"> - 1~6개 별점 부여, 4개 이상인 경우 인증 획득 • 주요 성과측정 항목 <ul style="list-style-type: none"> - indoor environmental quality, energy, water, materials, emissions, innovation • 주요 대상 <ul style="list-style-type: none"> - office design, office as built, shopping center, healthcare, education, office, existing building 등 	<ul style="list-style-type: none"> • Japan Sustainable Building Consortium에서 2002년 개발 • 평가 스케일 <ul style="list-style-type: none"> - C(poor), B, B+, A and S(excellent) • 주요 성과측정 항목 <ul style="list-style-type: none"> - energy efficiency, resource efficiency, local environment, indoor environment • 주요 대상 <ul style="list-style-type: none"> - pre-design, new construction, existing building, renovation 등

※ 자료 : 건설이슈 포커스(2009.05)

4. 선진 사례(일본 시미즈 건설)

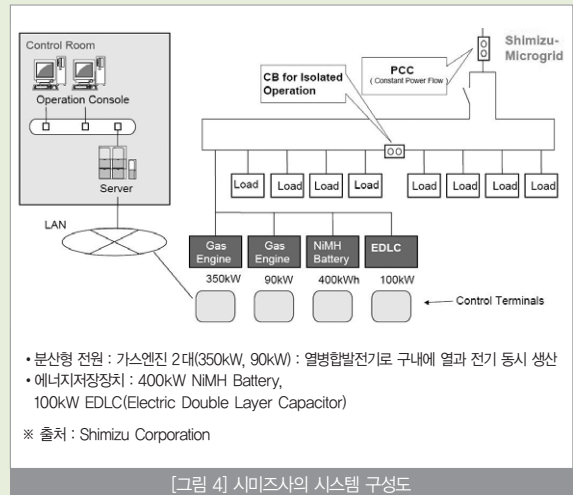
일본의 건설회사인 시미즈는 자체 예산을 투입하여 미래 에너지 자립형 건물을 상업화하기 위해 마이크로그리드를 실증시험하고 있다. 시미즈는 이미 2004년에 마이크로 터빈, 가스엔진, PV, 배터리로 구성된 79kW 규모의 소규모 마이크로그리드를 구축하여 단독운전에 대한 부하중종 제어 기술을 실증했고 2006년에는 실규모 마이크로그리드를 실증하고 있다.

시미즈사의 개발 목적은 건물과 함께 신뢰성 높고 경제적인 자립형 에너지공급시스템을 상품화하기 위하여 개발하고 있으며 에너지 소비가 많은 대학 캠퍼스, 공장, 호텔 등과 무정전 전력공급이 필요한 병원, 데이터 센터, 은행 등을 주요 시장으로 보고 있다. 개발한 시스템은 분산형 전원(350kW, 90kW) 및 에너지저장장치로 구성되어 있으며 컨트롤 시스템은 Supply and Demand Server, Operation Consoles 2개, Remote Control Terminal 4개, LAN 환경으로 구성하였다(그림 4) 참조).

현재 추진중인 시미즈사의 프로젝트는 다음과 같다.

1) 중국 항주

일본 NEDO 지원으로 중국 항주 다이안찌 대학 건물에 태양광 발전비율을 50% 이상 유지하기 위한 마이크로그리드 건설 및 운영 사업에 참여하고 있다.



2) 미국 뉴멕시코주 사업

뉴멕시코주 Albuquerque에 있는 빌딩용 400kW 출력의 분산전원 마이크로그리드 사업에 참여하여 수요반응(DR)을 포함한 수요측 건설 및 운영 담당을 담당하고 있다.

3) 시미즈의 새로운 분사 건물

건물에 150kW의 태양광 발전(건물벽과 창호에 태양광 설치)과 에너지저장 기술을 이용한 마이크로그리드 설치, 2012년부터 운영하고 있다.

4) Key trend in the EU and US construction marketplace, smartmarket report, McGraw Hill Construction(2008)

5. 사업화를 위한 전제조건

우리나라를 포함한 선진 국가에서는 온난화 방지와 자원위기를 동시에 해결할 수 있는 가장 비용효과적인(Cost-effective) 수단으로 건물의 에너지효율을 향상시키는 정책을 가장 우선적으로 추진하고 있다. 이는 전술한 것처럼 미국 및 유럽국가에서 총에너지 사용량의 약 40%를 건물에서 사용하고 있기 때문에 이에 대한 대책이 가장 실효성이 있기 때문일 것이다.

이에 따라 최근 저에너지 사용 및 에너지를 자체 생산할 수 있는 그린빌딩(제로에너지 빌딩)에 대한 관심이 고조되면서 관련 시장이 급속하게 성장할 것으로 전문가들은 전망하고 있다. 이러한 트렌드는 당분간 지속될 것이지만 시장진입을 위한 사업화 추진 시에 다음과 같은 몇 가지 요인을 고려해야만 할 것으로 사료된다.

1) 기술력 확보

제로에너지 빌딩, 그린시티를 실현하기 위해서는 기존의 건물에너지 관리시스템(BEMS) 이외에도 새로운 다양한 기술이 적용되고 융합되어야 한다. 분산전원을 적용한 에너지 생산과 건물의 사용 에너지 효율⁵⁾을 크게 향상시킬 수 있는 스마트그리드 기술, 그리고 이들을 통합하는 기술개발은 그리 쉬운 문제가 아니다.

그러나 이렇게 다양한 기술을 확보하지 않으면, 아니 최소한 기술을 이해하지 못하면 미래 잠재된 큰 시장에 진입할 수 없어 기업의 지속성장에 장애요인이 될 수 있다.

따라서 일본의 시미즈 건설사의 사례가 시사해 주듯 최소한의 규모로 시스템을 운영해서 관련 기술을 경험하고 이해하고 있어야만 향후 그린빌딩에 대한 고객의 니즈에 대응할 수 있을 것이다.

2) 경제성 확보

그린빌딩, 제로에너지 빌딩을 실현하기 위해서는 다양한 새로운 기술이 적용되어야 하기 때문에 초기 투자비가 적지 않게 소요된다. 물론 전체 건설비를 고려하면 큰 비율은 아니지만 새로운 시스템을 적용한 후 에너지사용 절감에 따른 편익을 고려해야만 한다. 물론 투자에 대한 회수기간이 길어도 그린빌딩이 갖는 무형적 가치가 있기 때문에 이를 간과할 수는 없지만 그래도 가능한 투자 회수 기간이 짧아야 건물주가 새로운 기술을 채택할 수 있다.

따라서 다양한 기술을 활용하여 고객의 니즈에 맞출 수 있는 최적의 시스템 조합을 설계할 수 있어야 다양한 새로운 시장에 진입할 수 있다고 사료된다.

3) 규제 및 제도의 이해

최근 기후변화와 자원고갈의 위기를 대응하기 위하여 우리나라는

물론이고 선진국에서 에너지 소비가 가장 큰 건물에 대해 친환경 건물 등급 및 성능평가 등을 실시하는 제도와 신축/노후 건물에 대한 각종 규제를 내놓고 있다. 이는 한편으로는 시장을 위축시킬 수 있지만 다른 한편으로는 새로운 시장을 여는 기회가 된다고 볼 수 있다. 따라서 해외에서 요구하는 새로운 건설시장에 진입하기 위해서는 각 나라에서 시행하고 있는 제도 및 규제를 명확하게 이해하고 이를 잘 활용할 수 있는 지혜가 필요하다.

4) 비즈니스 모델 개발

그린빌딩 시장은 선진국과 개발도상국에 다르고 중동, 유럽, 동남아시아 등 지역적으로도 니즈가 다르다. 또한 건물주 또는 정부의 요구 조건이 다르기 때문에 각 니즈에 맞는 비즈니스 모델을 개발해야 한다. 즉 건설의 모둠화 공법처럼 다양한 시장에 맞는 비즈니스 모뮬화개발이 필요하다고 하겠다.

특히 선진국의 경우 신규 건설시장과 함께 노후 건물 리모델링 시장도 매우 크게 성장할 것으로 예측되기 때문에 이에 대한 비즈니스 모델 개발도 필요하다.

따라서 다양한 시장에 대응할 수 있는 건설사만의 특화된 비즈니스 모델 개발은 신규 시장 진출하는데 매우 중요하다.

6. 맺음말

현재 건설시장은 기후변화 대응이라는 외부 요인에 따라서 새로운 변곡점에 서 있다고 볼 수 있다. 많은 전문가들의 의견을 종합해 보면 이 변곡점은 새로운 커다란 잠재시장으로 전환될 것으로 전망하고 있다. 즉 건설시장은 그린빌딩, 제로에너지 빌딩, 그린시티 등으로 전환되는 것은 거부할 수 없는 대세이다.

그렇다면 우리에게 중요한 것은 새로운 패러다임의 변화에 대응할 수 있는 기술력의 확보와 시장의 변화와 니즈를 읽을 수 있는 노력이 필요한 시점이다.

그러나 새로운 기술의 사업화에는 많은 장애요소가 존재한다. 분명 이러한 장애요소는 극복할 수 있을 것이고 미래 새로운 건설시장은 우리의 것이 될 것으로 확신한다. **S**

참고문헌

- 1) 그린에너지 전략로드맵 2011, 한국에너지기술평가원 2011
- 2) 그린 S/W 기술 및 시장동향, 스마트빌딩 분야, 벤처기업협회 2009
- 3) 조기시장창출과제 기획보고서, 마이크로에너지그리드(K-MEG), 전략기획단 2011
- 4) 건설이슈 포커스 2009.05
- 5) 일본 시미즈 건설사 자료, 2010
- 6) Recent topics in building energy sectors(제로에너지 빌딩), 건설학회 발표자료, sakamoto Yuzo(동경대 교수), 2010

5) 건물의 사용에너지 중 전기에너지가 차지하는 비율이 미국의 경우 73%임. 따라서 전기에너지 절감을 위한 스마트그리드 기술이 매우 중요함