

## 코오롱글로벌 e+ 그린홈 기술과 성능



이성진 코오롱글로벌 R&BD Center  
친환경건축연구소 소장, 부장

### 1. 그린홈 개발의 배경 및 목적

국내외의 에너지 소비량이 증가함에 따라 온실가스의 발생량 역시 증가하게 되고, 이로 인한 지구온난화와 지구환경 파괴가 발생하고 있다. 우리나라의 경우 2006년 기준 Co2 배출량이 4억 7500ton으로 세계 9위의 수준이다. 이에 따라 국가적인 차원에서 Co2 배출량에 대한 감축목표가 설정되고 이를 시행하기 위한 논의가 지속적으로 진행되고 있다.

세계적으로도 건물에너지 저감목표를 세우고 활발한 감축 활동을 벌이고 있다(표1).

전세계 65억 인구가 건물을 통해 사용하는 에너지는 전체 소비의 25%를 차지하고 있으며, 현재의 추세에 따라 지속적으로 에너지를 사용한다면, 2020년의 에너지 소비량은 1990년의 250%, 2006의 150% 증가된 수준으로 상승할 것으로

예상된다. 선진국으로 갈수록 전체 에너지 소비량 중 건물에 에너지의 비중이 증가하고 있으며, 이는 굴뚝산업의 축소와 저에너지 사업으로의 전환에 의한 것이다. 따라서, 장기적인 관점에서 건물에너지 소비를 줄이는 것이 국내 에너지 효율 향상에 있어 중요한 요소로 보여진다. 우선적으로 국내에서는 주택을 중심으로 에너지 저감 목표를 설정하고 있어, 그에 맞는 기술 및 계획요소 개발이 중요한 이슈로 부각되고 있다.

주거의 경우, 그린홈이라는 컨셉으로 다양한 에너지 수준의 주거가 개발되고 있으며, 궁극적으로는 제로에너지(Zero Energy 또는 제로에미션, Zero Emission)에 대한 고찰이 활발히 진행되고 있으며, 이를 뒷받침할 기술과 계획요소의 개발에 대한 건설사들의 고민들이 구체화되고 있다. 이에 코오롱글로벌에서도 패시브기술을 통해 에너지소비를 최소화하고, 액티브기술로 에너지를 생산해 내는 에너지플러스 하우스의 건설을 추진, 그 성능을 모니터링 하고 있으며, 개발된 기술과 설계노하우를 실제 소비자 주거에 대입시키기 위해 노력하고 있다.

코오롱글로벌 e+ 그린홈은 미래친환경주거개발을 위해 기존의 세부요소기술 개발에서 벗어나 각 개별요소를 통합하는 유기적인 시스템을 설계, 구축, 모니터링 하는 통합모델을 개발하고, 국내의 지역적인 특성을 고려하여 한국지역 기후 순응형, 국산자재를 사용하여 구현 가능한 경제성 있는 모델개발을 목적으로 하고 있다.

표 1. 국가별 건물에너지 및 Co2 저감목표

국가	한국	유럽	미국	일본	
주관부서	녹색성장위원회/ 국토부/지경부/환경부	EU Committee 각국정부	DOE 주정부	환경성	
건물에너지 저감목표 (연도별)	9	에너지총량제(건축물)		-	
	12	냉난방 50%(주택)			
	16		Zero Energy (주택, 영국)		
	17	냉난방 80%(주택)			
	19		Zero Energy (주택, EU)		
	20			Zero Energy (주택)	
	25	Zero Energy (주택, 건축물)		Zero Energy (건축물)	
Co2감축목표 (2005년기준)	20	-4%	-13%	-20%	-30%

### 2. 그린홈 계획요소 및 기술

경기도 용인시에 위치한 연구 및 교육시설인 e+ 그린홈은 연면적 314.99m<sup>2</sup>으로 고단열, 차양, 고성능창호, 기밀설계,



그림 1. e+ 그린홈 전경

표 2. e+ 그린홈 대표 25가지 기술요소 (Total 95가지 기술中)

Concept	기술분류	NO.	기술명	세부기술
에너지 절감	Passive Tech.	1	고단열	건식외단열, 복합중공단열, 방수 습식외단열, 열교차단구조재, 고기밀화 시공
		2	축열	저온복사냉방, 건식바닥온돌
		3	고성능창호	3중창호, 2중 복층창호, 고단열방화문
		4	자연채광	보도매입형, 수직채광덕트, 광선반, 외부차양장치, 차양셔터, 차양제어시스템
		5	PCM	창호
		6	녹화	옥상녹화, 벽면녹화, 비오톱
		7	자연환기	연돌 효과, 환기타워, 쿨루브시스템
	Active Tech.	8	고효율기자재	설비 및 전기기기
		9	제습 및 냉방	쿨링라디에이터
		10	고효율조명	LED
		11	복사냉난방	건식바닥패널
		12	절약형기기	설비 및 전기기기
에너지 생산	Renewable Energy	13	태양광	결정형모듈 PV, 박막투과형 BIPV
		14	태양열	메가집열기, 창호일체형집열기
		15	지열	에너지슬래브형, 수직형
		16	풍력	소형터빈
		17	축전지	
에너지순환	Sustainable	18	BIOTOP	생태연못(수생비오톱)
		19	바닥포장	투수성포장
		20	친환경마감	내오염페인트, 열교환도로, 친환경벽지, 고밀도목재패널
	Reuse	21	우수재활용	우수열교환기, 우수저류형보도
		22	중수재활용	KIMAS 정수시스템
		23	폐열회수	전열교환 환기
		24	재활용마감재	경량벽체, 강화마루
	Green IT	BEMS	25	BEMS

열교차단 등의 기술을 통해 에너지 소비를 최소화하고, 쿨루브, 쿨링라디에이터, 우수 재이용 등의 자연원리를 최대한 이용하였으며, 태양광, 태양열, 지열을 통한 에너지 생

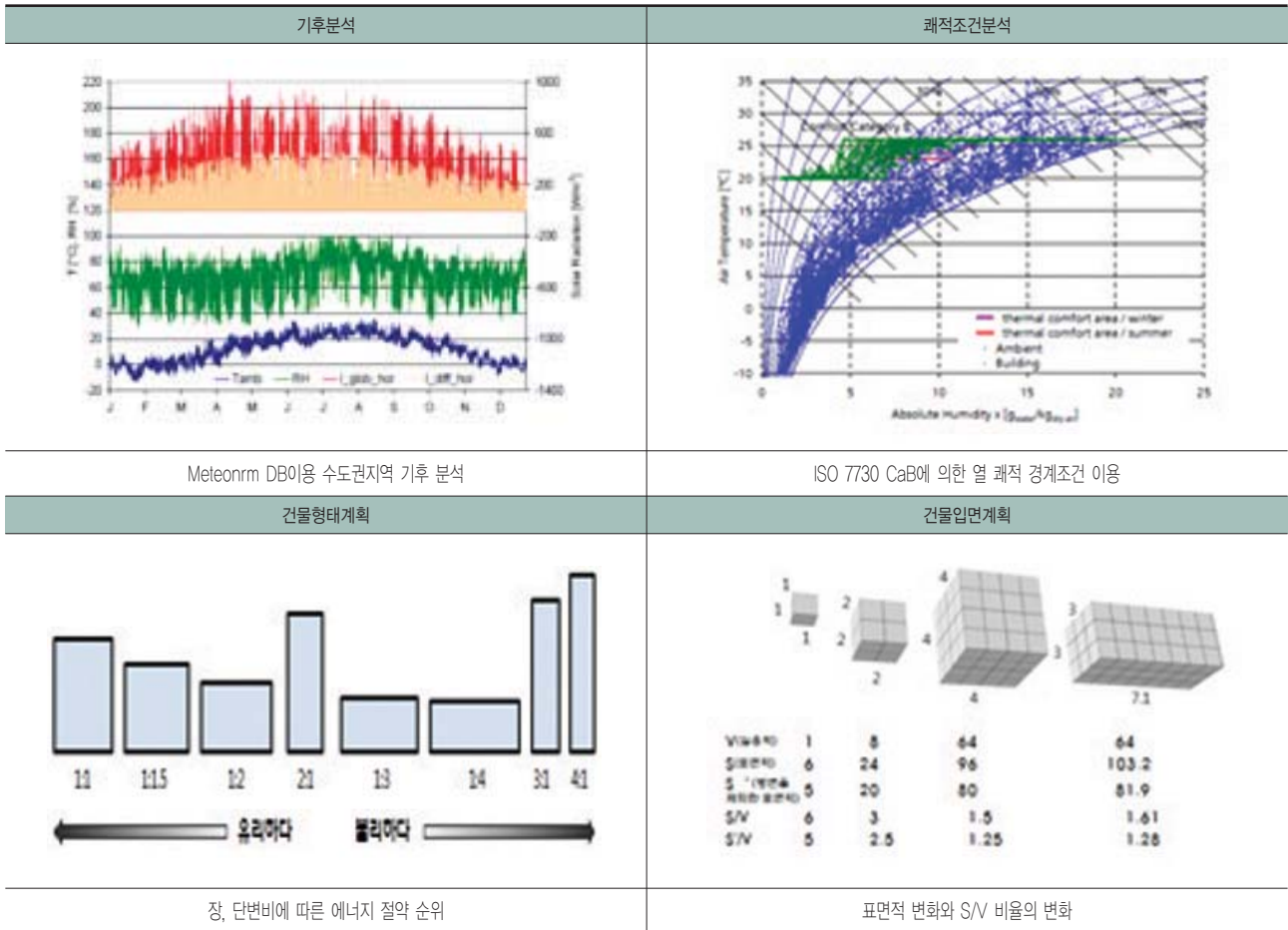
산을 극대화하였다. 총 95가지의 친환경기술이 접목되어 있으며, 대표적인 25가지 기술요소(표2)는 개발상용화에 들어갔다.

e+ 그린홈은 설계 및 설비의 최적화를 위해 기후분석, 쾌적조건분석, 건물배치계획, 건물형태계획, 건물입면계획에 대한 분석과 Energy 플러스를 위한 신재생에너지 용량을 산출하였다. 기계설비의 경우, Passive Tech.에 의해 저감된 부하를 토대로 각 냉난방, 환기, 급탕시스템의 용량을 최적 산출하여 기존난방시스템(보일러) 대비 연간 난방에너지 60%, 기존 냉방시스템(에어컨) 대비 연간 냉방에너지 70%의 절감을 목표로 하였다.

기획에서부터 설계, 시공까지 코오롱글로벌의 기술이 녹아 든 e+ 그린홈을 통해 에너지제료를 넘어 에너지플러스의 실현과 구축된 기술요소들의 성능을 검증하고 꾸준한 모니터링을 통해 한국형 그린홈의 기준을 정의하고, 이를 실제 주거계획에 반영하는 방안을 모색하고자 한다.

모니터링의 주요측정항목은 실내쾌적환경분석(온도, 습도, Co2 농도, 일사량, 풍속, 풍향 등), 에너지 요구량(HVAC 및 TABS 등을 통해 각 실로 공급되는 열에너지, 조명 및 플러그용 전기에너지), 신재생에너지에서 얻는 최종에너지(PV, BIPV등에서 생산된 전기에너지)이다. 또한, 모니터링시스템과 BEMS(Building Energy Management System)가 연계되어 측정 데이터의 상세 정밀분석 및 통합관리가 가능하도록 하였으며, 총 500개의 센서를 통해 모든 에너지의 흐름이 계측되도록 하였다. 모니터링 데이터는 크게 동절기, 중간기, 하절기로 나누어 측정되었으며, 온열환경, 에너지 소비량, 에너지생산량을 통해 온열환경의 쾌적조건 유지여부와 에너지플러스의 밸런스에 대한 조건을 평가하고자 하였다.

표 3. e+ 기본 조건 분석 및 시뮬레이션



### 3. 그린홈 성능

#### 3-1. 온열환경 분석

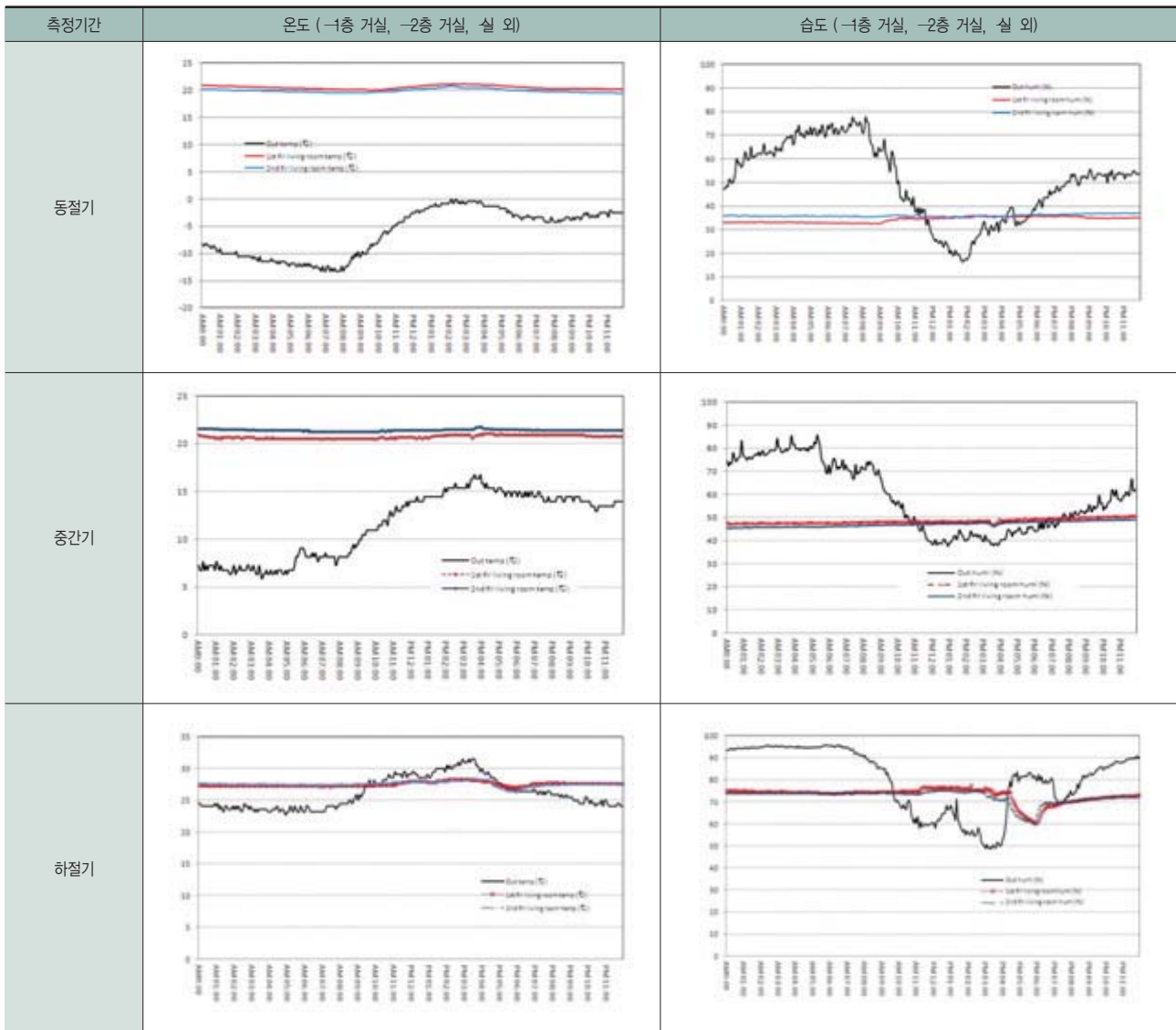
실내 온열환경에 대한 분석은 ISO7730 카테고리의 열쾌적조건을 기준으로 온열환경 변화의 특성, 그에 대한 영향요인분석, 사용된 시스템의 에너지 소비량을 분석하였다.

동절기의 경우, 최고 및 최저 온도 차가 19°C, 최고와 최저의 습도 차가 약 60%인 불쾌적인 외기 온습도 분포에도 불구하고, 실내온도(20°C)와 습도(35%)는 일정하게 유지되었다. 실내온도는 쾌적범위 내에 분포하고 있으나, 습도는 다소 가습(10%)이 요구되는 것으로 보여진다. 이를 각 기술요소 별 성능으로 분개하여 분석하였을 때, 고단열벽체와 고단열기밀창호의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났으며, 실제 4인 가족이 거주를 통해 취사, 세탁 등의 활동이 이루어지면 자연적 습도유지가 가능할 것으로 판단된다.

중간기의 실내외 온도변화를 살펴보면, 외기온도의 경우 최저 6°C에서 최고 16°C의 온도분포를 보이며, 최고와 최저온도의 차는 약 10°C이다. 이에 반해 실내 온도분포는 중간기 쾌적온도범위인 20~22°C를 나타냈으며, 실내 온도차이가 거의 변화 없이 일정하게 나타났다. 외기습도는 최저 39%에서 85%의 습도분포를 보이는 반면 실내 습도분포는 쾌적범위인 46~48%로 일정하게 유지되고 있다. 이는 고기밀 창호 및 공법에 의해 기밀성능이 매우 높아져 외기의 급격한 온도 및 습도변화에 덜 영향 받기 때문으로 판단된다.

하절기의 실내냉방 설정온도는 26°C로 설정하여 운전하였으며, 외부 일사량에 의해 전동블라인드 작동이 될 수 있도록 하여 실험한 결과, 실외 온도분포에 크게 영향을 받지 않았으며, 24~27°C 정도의 일정한 온도분포를 보여주고 있으나, 습도는 65~85%로 제습이 필요한 것으로 판단된다.

표 4. e+ 절기별 온열환경 분석



전체적인 e+ 그린홈의 온열환경을 살펴보면, 고단열, 고성능창호, 기밀설계 등을 통해 실내온도의 일정한 분포를 유지할 수 있음을 볼 수 있다. 겨울철의 기습과 여름철에 제습에 대한 고려가 추가적으로 필요한 것으로 판단되나, 이는 e+의 쿨링라디에이터와 쿨튜브 기술요소를 통해 제어가 가능한 것으로 분석되었다.

### 3-2. 에너지 생산량 및 소비량 분석

e+ 그린홈에는 1층과 2층 지붕에 각각 3.36kWp, 12.0kWp로 총 15.36kWp의 PV 시스템이 적용되어 있다. PV모듈의 발전효율을 극대화 하기 위해서 지붕층 구조체의

경사를 유도하였으며, 1층은 30°, 2층은 10°의 경사각을 가지고 있으며, 적용된 모듈은 15.2%의 고효율 태양전지이다.

동절기 일 평균 에너지 생산량은 55.26kWh, 중간기의 경우에는 기상상태의 변화폭이 커져 최소 6 kWh~최대 68 kWh까지 생산량의 변동이 다소 크게 나타났으며, 평균 31.9 kWh의 에너지가 생산되는 것으로 나타났다. 하절기에는 일사량이 풍부하여 평균 50.9 kWh의 에너지가 계측되었다.

년간 에너지 생산량은 13,990 kWh로 월평균 1,166 kWh가 생산되었다.

에너지 소비량은 FCU의 냉난방에너지 소비량, 환기전력 소비량(전열교환기시스템), 조명 및 가전소비량(가로등, 냉장고, TV 등)을 기준으로 도출하였다. 측정결과 동절기의



그림 2. e+ 에너지 생산 및 소비량 모니터링 (2012년)

에너지소비량은 일 평균 39.09kWh, 중간기 평균 20.02kWh, 하절기 평균 27.35kWh의 에너지가 소비되어, 연간 에너지 소비량은 총 9,234kWh로, 월평균 780kWh의 전력을 소비한다.

### 3-3. 성능모니터링 소결

e+ 그린홈에 대한 에너지 생산량과 소비량을 분석해 보면 연간 34%의 에너지가 추가적으로 발생하고 있으나, 가정용 거주패턴에 의한 실사용량 분석의 결과가 부족하여 조명 및 가전에서 추가적인 전력사용량이 발생될 것으로 예측되며, 시뮬레이션 상 결과치(일반가정 일상사용량 8.9kWh, 월 사용량 267kWh도입)를 도입하면 약 11%의 에너지가 플러스 될 것으로 보여진다.

e+ 그린홈의 온열환경 쾌적조건 유지를 위해서는 동절기에는 10%정도의 추가가습이 필요할 것으로 판단되며, 하절

기에는 20% 정도의 추가 가습이 요구됨을 알 수 있다. 고단 열벽체, 창호, 고기밀공법 등이 쾌적온도 유지를 위해 효과적이며, 가습을 위해서는 쿨튜브, 제습을 위해서는 추가적으로 쿨링라디에이터 등의 설비를 추가적으로 설치하는 것이 바람직하다.

## 4. 그린홈의 의의와 미래

e+ 그린홈은 친환경 설계 및 기술요소를 통해 에너지 플러스를 달성하였으나, 이 실험주택을 통해 궁극적으로는 한 국가후와 경제적인 여건에 맞는 Zero Energy Building에 맞는 기술요소와 통합설계를 구축하고자 한다. 설계 기준과 기술요소는 건축생애주기 전 단계에 디자인컨셉 및 기술설비에 반영하고, 패시브 및 액티브 요소기술을 통해 건물에너지 부하저감을 우선적으 고려하며, 신재생에너지를 통한 에너지 생산을 통해 제로에너지건축물을 실현하는 것에 초점을 맞추고 있다.

e+ 그린홈은 지속적인 성능모니터링과 기술요소의 업그레이드를 통한 친환경 건축기술이 통합된 최적의 시스템을 갖춘 지속 가능한 건축, 자연요소의 적극적인 이용을 통한 자연친화적 건축, 합리적인 에너지 이용과 생산을 통한 에너지제로건축의 구현하였다. 향후 국내 친환경주택 보급화와 더불어, 노후 건축물에 대한 리모델링 등에도 친환경기술요소가 적극 반영될 수 있도록 친환경 기술요소의 평가 및 실시공을 통해 더 발전된 기술로 친환경건축의 앞날을 제공해 줄 것이다.

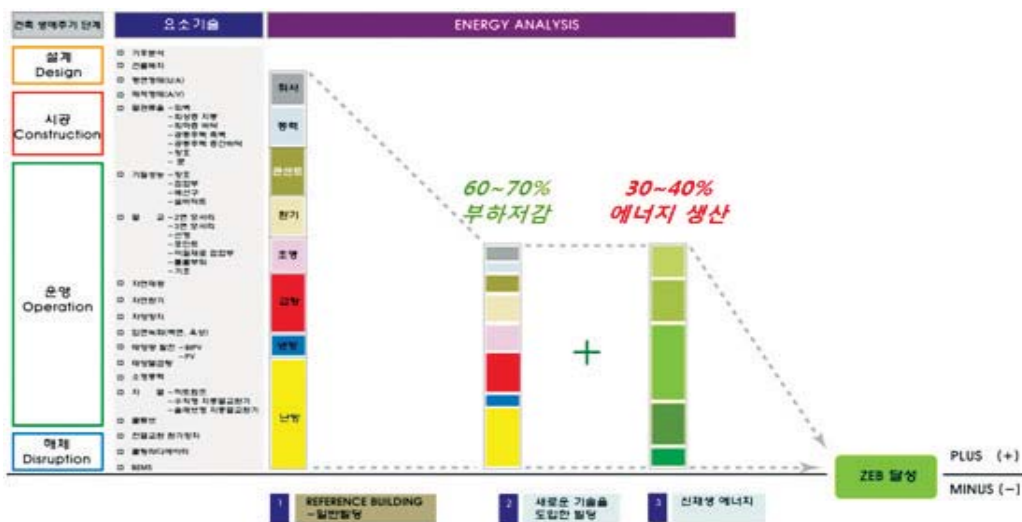


그림 3. e+를 통한 Zero Energy Building 달성을 위한 Concept