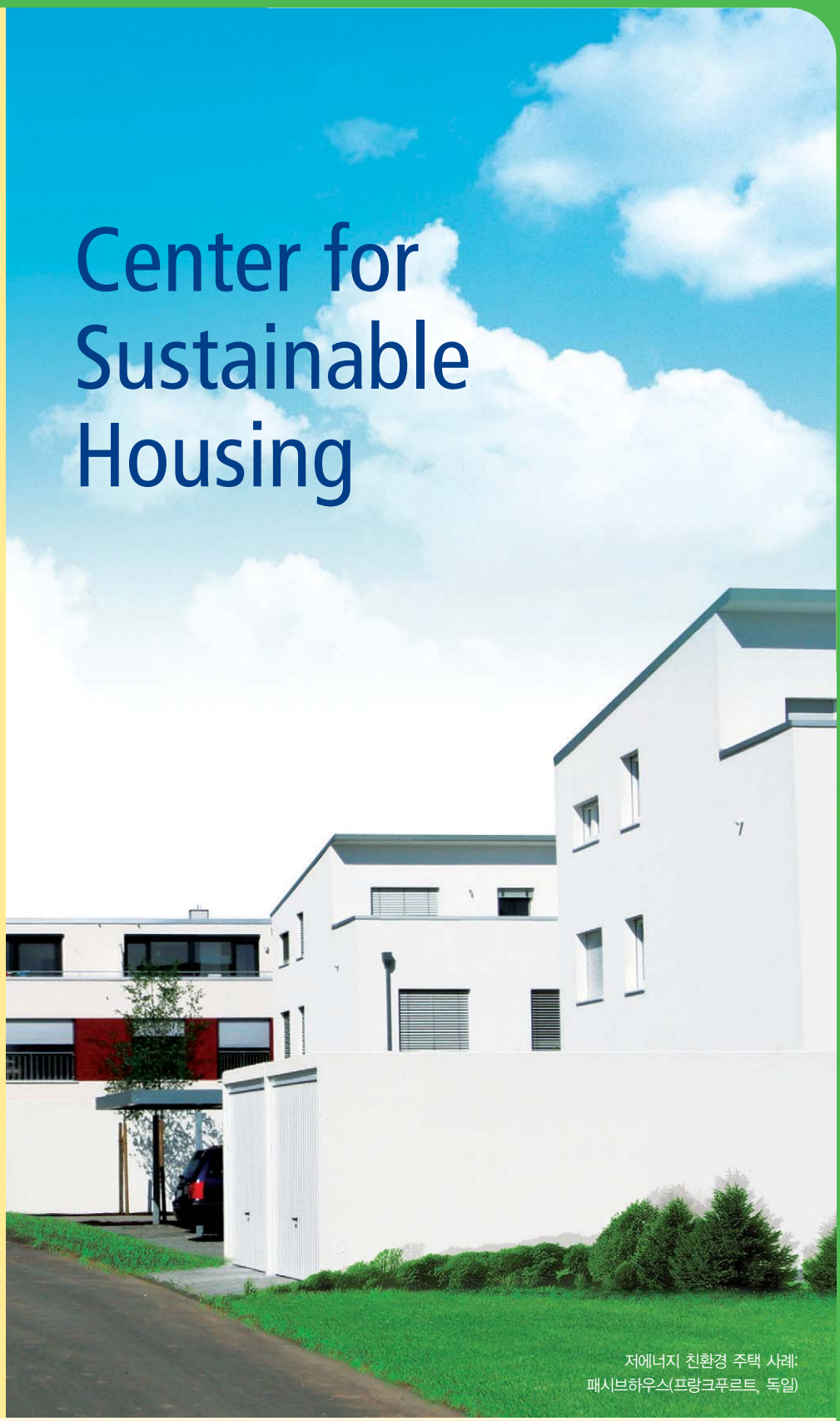
(Vol.9)
Newsletter
2009 JUNE

Center for Sustainable Housing

03 권두언
04 저에너지 친환경 공동주택 3세부 연구내용
12 해외출장 후기
17 연구단 주요소식



저에너지 친환경 주택 사례:
패시브하우스(프랑크푸르트, 독일)

저에너지친환경 공동주택 기술개발

서울시 서대문구 성산로 262 연세대학교 산학협동연구관 524호 저에너지 친환경 공동주택 연구단
Tel. 02)2123-7830, 7831 Fax. 02)313-7831 http://www.csh.re.kr

건강한 자연과
건강한 인간이 만나는
저에너지 친환경 공동주택

CSH

강원대학교 Kangwon National University
국민대학교
서울대학교
성균관대학교
아주대학교
안동대학교
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY
이화여자대학교
중앙대학교
한밭대학교
한국건설기술연구원
한국환경건축연구소
RIST 포항산업과학연구원
CERIK
한국에너지기술연구원
KN WALLDEX
SPACE GROUP
대림디엠
대동벽지(주)
대한주택공사
대신뉴켐
벽산
(주)연우 YOUN WOO
(주)일신종합환경
pium
KCC
쏠라테크(주)
(주)한국도시녹화 한국도시비오톱연구센터
(주)디아이엔바이로
한일그린(주)
한일엠이씨 HAN IL MECH ELEC. CONSULTANTS
J&S HANBAEK (주)제이앤에스 한백
(株)裕昌
제인상사(주)
ALU ENC
APACK
fine
BAS Korea
ECL Eco Culture Leader
Ventopia
GSA Consultants
MAT
Segi
(주)S.I.PAN
Samwoo ANC
somfy.
SAE:C
TELDA
UNSW
UNIVERSITY OF MINNESOTA
清華大學

Foreword

'녹색혁명' 시대의 건축

이 승 복 교수
저에너지 친환경 공동주택 연구단장

2008년 8월 정부에서는 '저탄소 녹색성장'이라는 새로운 국정목표를 설정하고, 향후 환경의 위기를 지혜롭게 극복하면서 지속적인 경제성장을 통하여 앞으로 인류가 나아갈 방향을 제시하였다.

이후 청와대를 비롯한 정부의 각 부처는 물론 각종 학회를 비롯한 관련단체, 그리고 민간기업과 개인에 이르기까지 '저탄소 녹색성장'은 이제 국민 모두의 화두가 되었다. 연일 '친환경, 그린에너지, 녹색성장' 관련 세미나와 포럼이 개최되고 있으며, 이내 각 분야의 전문가들을 포함한 전 국민들의 관심을 끌기에 충분했다.

'저탄소 녹색성장' 정책의 일환으로 '그린홈' 보급 사업이 발표되자 '그린홈'을 직접 볼 수 있는 곳이 없겠냐고 연구단으로 문의하는 사람들이 많다. 지난 몇 년간 개인적인 관심이나 일부 건설회사의 노력으로 마련된 몇 몇 실험적 시도들이 있었다. 그러나 저에너지 친환경 주택에 필요한 기술을 종합적으로 설명하고 통합된 모델을 구축하여 성능을 검증하고, 이를 토대로 주택 성능의 장기적 목표를 제시하는 것은 어려웠을 것이다. '저에너지 친환경 공동주택 기술개발' 연구 과제는 이러한 산발적인 시도에 의한 한계들을 극복하고 국가 R&D를 통해 공공의 이익을 추구하고자 시도된 것이다.

'저탄소 녹색성장'과 '그린홈'이라는 이름의 친환경 주택이 이슈가 된 지난 1년 동안 저에너지 친환경 공동주택 연구단은 총 5년간의 연구 중 절반을 넘어서는 3차년도 연구를 진행했다. 그 동안 개발된 요소기술들을 조합하여 성능 목표를 구현해 낼 수 있도록 설계하고 이를 실증적으로 검증할 수 있는 Pilot Project를 구현하는데 힘을 쏟았다. 정부의 의지와 국내외 환경변화를 반영하여 당초 40% 에너지 절감형 모델의 대안들로 계획했던 것을 60% 절감, 80% 절감, 나아가 탄소 배출 제로를 목표로 하는 모델에 이르기까지 가까운 미래에 상용화될 수 있는 모델로 범위를 넓혀 계획하고 현재 존재하는 기술이나 아직 국내에서 상용화되지 못한 기술들도 적용하여 그 가능성을 타진해보도록 하였다.

2009년 7월부터 시작되어 2010년 4월까지 10개월간 진행되는 4차년도 연구에는 이러한 요소기술들이나 통합 모델들이 완성되어 최종 결과물로 나타나는 만큼 그 동안 함께 한 연구자들이나 주변 관계자들의 기대가 크다.

연구단의 가장 큰 최종 성과물이라고 할 수 있는 Pilot Project가 완성되면 연구과제가 종료되는 시점에서는 요소기술들이 통합적으로 적용된 각 SH-2011, 2015, 2020, 2030 모델들의 성능과 가격, 기술수준을 고려한 적용 가능성 등을 분석하고 주택분야의 중장기적인 에너지 · CO2 절감 방안에 대한 제시를 할 수 있을 것이다. 연구단이 제시하는 저에너지 친환경 공동주택의 실증적인 모델과 이를 뒷받침할 수 있는 성능 데이터들, 그리고 향후 나아갈 방향이 정부의 '그린홈' 보급 사업뿐만 아니라 향후 건설산업의 미래와 '저탄소 녹색성장'이 가는 녹색혁명의 길에 등불이 될 것을 기대한다.

저에너지 친환경 건물을 위한 에너지효율화 정책 방안

이 승 언 박사 | 한국건설기술연구원 | 건축도시연구본부장 | 3세부 과제책임자 |

우리 정부는 "저탄소 녹색성장"을 국정지표로 선정하였고 이의 실현을 위하여 다각적인 대책의 강구 및 기존 정책의 강화를 추진하고 있다.

우리나라에서 시행되고 있는 건물 부문 온실가스 저감 대책은 대부분 에너지효율화 정책과 연계되어 있다. 건물에너지 절약을 위한 법제도는 건축법 및 에너지이용합리화법을 중심으로 운영되며 건축법은 신축건물의 설계단계에서 에너지 절약제도를 중심으로 에너지이용합리화법은 기존건물의 운영이나 고효율기기 사용 등을 중심으로 에너지 절약제도를 규정하고 있다.

에너지효율화 정책은 1979년 신축건물의 단열 기준이 시초이며 이후 에너지다소비형 건축물에 대한 에너지절약계획서 제출 의무 등의 조치가 시행되어졌다. 1979년 건축법에서는 에너지절약형 단열재를 사용토록 규정하였으며 1986년에는 에너지 절약 설계기준에 따라 고효율기기 사용을 의무화, 1994년 기존건물의 합리적 에너지사용을 위한 에너지관리기준 제정하였다. 그리고 2001년 종합적 에너지효율을 향상시키기 위하여 건물 에너지효율등급인증제도가 도입되었다. 건물에너지 절약을 위한 법제도는 건축법 및 에너지이용합리화법에서 규정되고 있다.

| 기후변화 대응 건축물 법령 및 제도 |

(1979년) 건축법 : 신축건물의 단열기준 신설

1980년대 | 건축물에너지 기준 도입기 | 개별 사양 관리

에너지다소비형 건축물의 에너지절약계획서 제출 의무화

(1986년) 고효율기기 사용을 의무화 (기계설비 및 전기설비)

1990년대 | 건축물에너지 정책 성장기 | 건축과 설비의 부분적 연계

(1994년) 에너지관리기준 제정 (기존건물합리적 에너지사용)

2000년대 | 환경개념의 도입기 | 통합성능 중심, 친환경적(에너지+환경) 통합 관리

(2001년) 건물에너지효율등급인증제도

(2009년 예정) 건축물 에너지소비 총량제도 도입

¤ 건물에너지효율화를 위한 방안

국제에너지기구(IEA)가 제안하고 G8 정상회의에서 채택한 행동계획은 다음과 같은 에너지효율정책에 대한 권고 내용을 담고 있다. 저비용으로 상당한 에너지 절감을 하는 경우, 기존의 시장 왜곡이나 장벽을 해소하는 경우, 기존의 효율정책에 존재하는 현저한 갭을 해결하는 경우, 일정한 국제적인 합의가 이루어진 경우에 대해서는 적극적인 정부의 대응을 촉진하도록 권장하고 있다. 이러한 내용은 시장의 에너지효율화 촉진을 위하여 고효율 에너지기술의 적극 보급 및 보급 정책 이행 장애물의 능동적 제거를 위해 정부가 적극적으로 개입하여야 한다는 사실을 강조하고 있다. 그리고 건물부문의 조치영역 개요 및 권고사항을 구체적으로 제시하고 있는데, 그 내용은 다음과 같다.

¤ 신축건물의 건물코드

신축건물에 대한 에너지절약설계기준 및 효율인증제도를 조속히 개발하여 시행하며 정기적 개정을 의무화 한다. 신축건물에 법적 요구 수준을 합리적인 범위 내에서 최대한 강화한다. 중앙 및 지방정부는 신축건물의 에너지효율등급기준을 설정 시 건물 수명 대비 생애비용이 최소화되는 라이프사이클 관점에서 목표를 설정하도록 한다.

¤ 패시브하우스와 제로에너지건물

정부는 패시브하우스와 제로에너지건물에 대한 지원 및 장려, 그리고 실제적 보급을 위해 노력하여야 한다. 2020년까지 시장 보급 목표를 수립하고 건물에너지효율등급 관련 규정 등에 패시브하우스 또는 제로에너지건물 등의 목표치를 반영하여야 한다.

¤ 기존건물의 에너지효율 개선대책

기존 건물의 에너지효율화 장애요인 정보를 체계적으로 수립하며, 국가별 비교와 사후관리, 우수사례선정을 위한 지표를 산출한다. 그리고 장애요인 해소를 위한 종합대책 수립(리모델링 기준설정, 종합대책의 설정 및 시장에 대한 시그널 부각)을 한다.

¤ 건물에너지효율인증제도

건축주 및 세입자에 대한 에너지효율 정보 및 에너지절감 기회에 대한 정보 제공의 강화, 건물에너지효율인증제도 시행, 그리고 건물에너지효율 정보에 대한 상시 제공 체계를 구축한다.

¤ 창호의 에너지효율개선

라이프사이클코스트를 고려한 단열창호의 에너지효율기준 적용, 창호에 대한 에너지효율라벨 부착 의무화. 고기밀 고단열 창호 보급을 위한 시범사업계획의 개발 및 조달 정책을 시행한다.

건물에너지효율화에 대한 정책의 이행 방법은 의무화와 권장이라는 두 가지 방법이 있으며, 주로 선진국들은 의무화보다는 권장의 방식으로 제도를 운영해 왔다. 그러나 기후변화협약 등에 의해 정책 추진의 이행성을 높이기 위해서는 기존의 권장 방식으로는 실제적인 시장의 변화 속도가 느리며 효과가 작다는 인식을 갖게 됨에 따라, 최근 의무 이행 및 건물에너지효율화의 근간이 되는 기준(code)에 역할에 대하여 관심이 커지고 있다. 또한 제로에너지건물 등 건물에너지효율화의 최첨단적인 목표 수준을 설정하고 이를 시장에 인지시킴과 동시에 정책적으로 지원함으로써 제로에너지건물 등의 구현 시기를 촉진시키는 역할을 하게하고 있다. 한편, 기존 건물의 대부분을 구성하는 기존 건축물에 대한 적극적 효율화 추진, 창호 등 건물 열손실의 가장 큰 취약 부위에 대한 기준 강화 등이 그 주요 내용을 구성하고 있다.

국제기구 및 주요 선진국들은 건물에너지효율화의 실제적인 이행을 위한 방안 마련을 위해 다각적인 검토를 하여 왔다. 이러한 국제 동향을 토대로 향후 우리나라의 건물에너지효율화를 위한 방안을 정리해보면 다음과 같다.

a 에너지절약설계기준(코드)의 강화 및 이행성 강화

b 건물 에너지 성능 인증 시스템의 도입

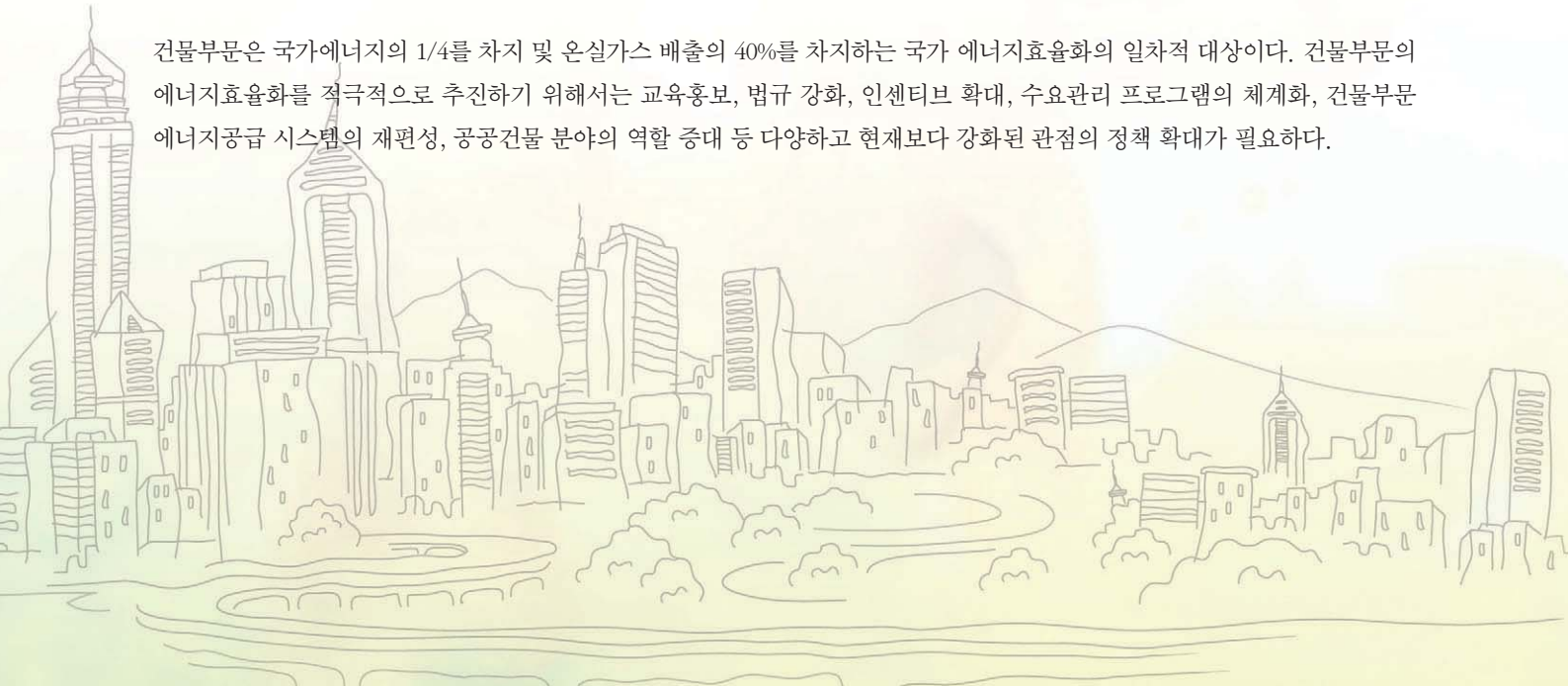
c 에너지효율화 건물에 대한 보상 인센티브 강화

d 에너지효율을 위한 교육 및 홍보기능의 강화

e 에너지효율화 달성을 위한 수요관리(DSM) 프로그램의 확대

f 공공건물 에너지 효율화를 위한 혁신적 재정 구축

건물부문은 국가에너지의 1/4를 차지 및 온실가스 배출의 40%를 차지하는 국가 에너지효율화의 일차적 대상이다. 건물부문의 에너지효율화를 적극적으로 추진하기 위해서는 교육홍보, 법규 강화, 인센티브 확대, 수요관리 프로그램의 체계화, 건물부문 에너지공급 시스템의 재편성, 공공건물 분야의 역할 증대 등 다양하고 현재보다 강화된 관점의 정책 확대가 필요하다.



저에너지 친환경 공동주택
중장기 의사결정 모형 개발

정 영 선 | 한국건설기술연구원 | 건축계획환경연구실 | 3-2 세세부 참여연구원 |

국내외 동향

세계 에너지소비의 약 1/3을 차지하는 건물 분야는 수송부문과 함께 향후 인구증가와 글로벌 경제의 지속적 성장에 의한 에너지 소비 증가를 줄일 수 있는 가장 직접적인 부문으로 간주되고 있다.

온실가스 감축을 위한 가장 잠재성이 큰 분야로 건물 부문이 지목을 받음에 따라 각국 정부는 최근 건물분야의 에너지 소비의 혁신적 절감을 위한 프로그램 및 정책을 앞 다투어 제시하고 있다. 또한 국제에너지기구(ISO), 국제표준기구(ISO) 그리고 한국, 미국, 중국, 인도 등 세계 에너지의 50%이상을 사용하는 7개국이 모여 추진하는 APP(Asia Pacific Partnership) 등 국제기구 및 국제공동사업에서도 제로에너지건물(NZEB, Net Zero Energy Buildings)에 대한 논의를 활성화 시키고 있다.

미국은 2020년에 제로에너지주택을 2025년에는 제로에너지빌딩을 일반화시킬 예정이며, 영국은 2016년부터 자국의 주택을 전부 제로에너지주택으로 보급하겠다고 선언하고 있다. 우리 정부도 기후변화화 자원고갈 등에 선제적으로 대응하고 새로운 발전 패러다임인 저탄소 녹색성장을 구현하기 위해 그린홈 100만호 건설사업을 저탄소 녹색성장의 핵심산업으로 선정하고 이를 구체화 하고 있다.

이러한 국내외동향에 대응하고 건축물의 에너지 효율화를 위한 중장기적 대응방안을 마련하기 위해서는 건물부문(주거부문)의 온실가스 배출량을 추계하고 합리적인 감축목표 설정 및 대응 방안별 효과에 대한 예측이 우선되어야 한다.

DB의 조사 / 분석

- 국가기관 통계자료 수집
- 국토해양부의 통계자료
- 주거건물의 총면적
- 주거건물의 에너지사용량
- 가정 및 시나리오, 전망분석
- DataBase구축

분석 및 평가

- 건물의 에너지원단위
- 건물의 에너지소비량추이
- 에너지소비 예측
- 건물의 온실가스 배출량
- 건물의 온실가스 모형 기반 데이터 및 분석

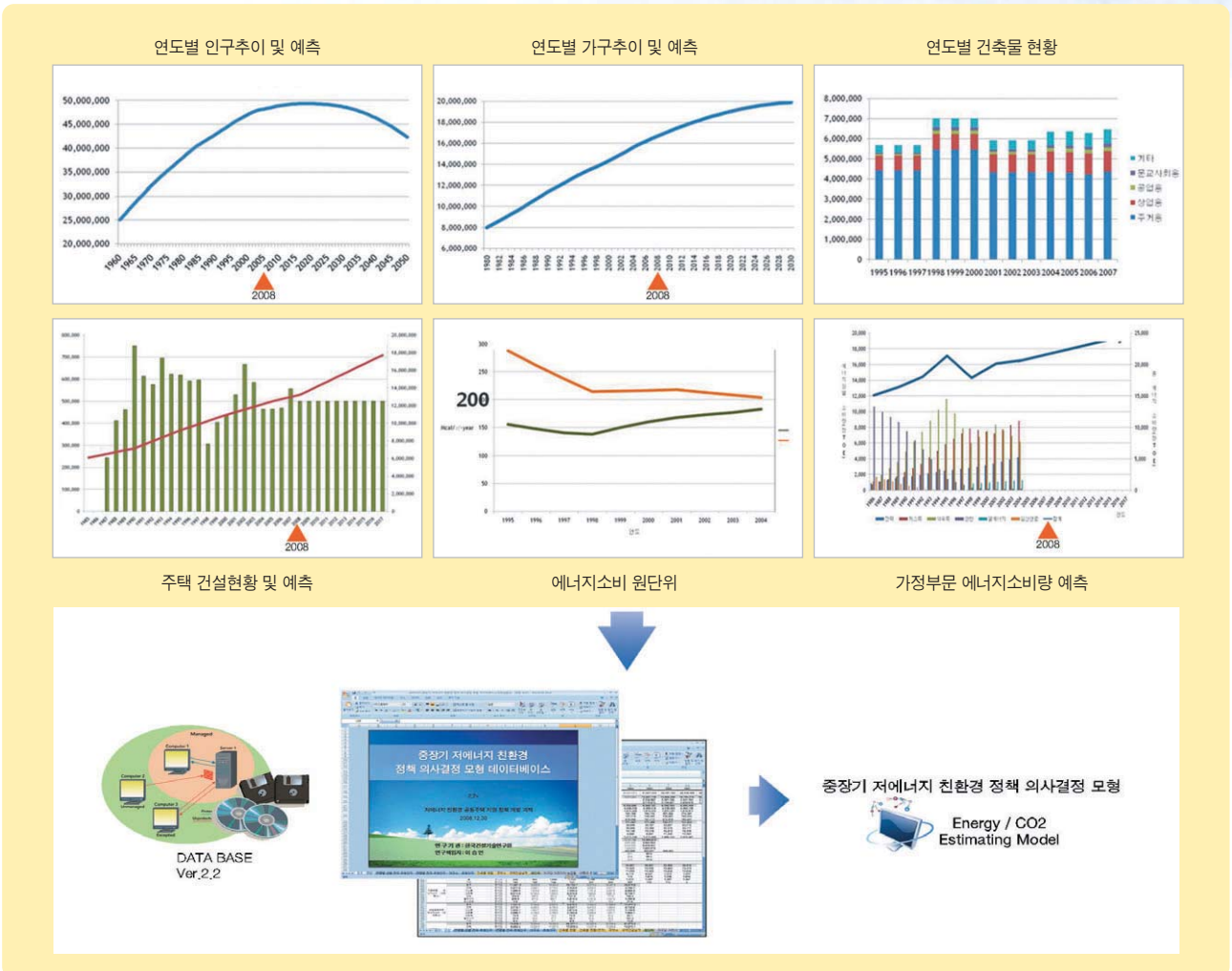
장기목표 설정 및 Action Plan

- 에너지 및 온실가스 감축 목표 설정
- 기존 제도/정책의 효과 및 개선
- 시나리오에 따른 효과 분석
- 장기적 Action Plan/로그맵
- 정부부처 및 CSH 연계

주거부문 중장기 에너지/온실가스 배출 추계모형을 위한 데이터베이스

주거부문의 중장기적 에너지 사용 및 온실가스 배출 예측을 위해서 현재의 에너지사용량 및 온실가스 배출량 분석이 필요하며 이를 위해 공식적인 국가기관의 통계데이터를 중심으로 1984년부터 2020년까지의 기간 중 조사 가능한 데이터를 최대한 수집하고 분류하여 데이터베이스화 하였다. 주요 데이터항목은 인구 및 가구 총조사/예측, 주택통계 및 주택건설 통계, 주택건설현황 및 예측, 연도별 가구 추이 및 건축물 현황, 에너지사용량 및 원단위 등이며 주택은 단독주택, 아파트, 기타로 분류하고 주택건설실적은 용도별로 단독주택, 아파트, 연립주택, 다세대주택으로 분류하였다.

| 중장기 저에너지 친환경 정책 의사결정 모형 데이터베이스 |



저에너지 친환경 공동주택 중장기 정책 의사 결정 모형 : 온실가스 및 에너지 배출 모형

'건축물의 에너지 및 이산화탄소 배출 예측 모형(정책수단에 의한 에너지소비 변화 및 이산화탄소 배출 중장기 전망)' 이라는 중장기 정책 의사 결정 모형을 개발하였다. 구성은 아래와 같다.

입력 및 결과 시트

데이터를 입력하고 그에 따른 분석 결과를 보여주는 시트로 정책 수단 등의 입력 시나리오에 따른 입력값에 따라 주거부문의 에너지 소비 및 이산화탄소 배출량을 예측하고 분석한다.

시나리오 시트

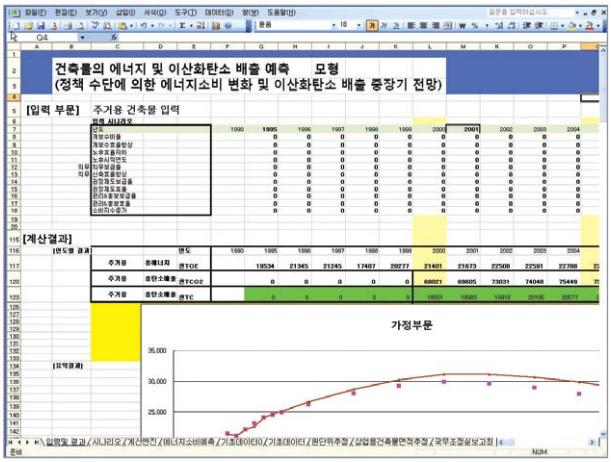
BAU(Business as Usual) 기준안에 대한 주택부분의 에너지원단위 분포의 입력 및 가정 데이터를 입력하고 향후 시나리오 설정에 따라 다양한 정책수단의 적용, 향후 정책 반영 정도 및 보급률 등 시나리오 설정에 따른 분석 입력값을 입력하고 분석에 반영토록 한다.

계산엔진 시트

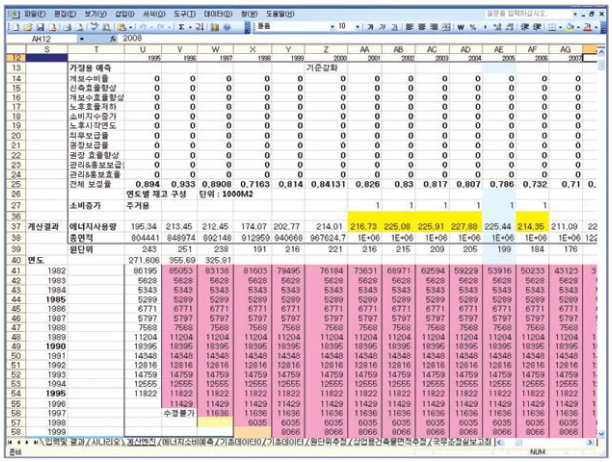
주거부문의 에너지 소비 및 이산화탄소 배출량을 산출하기 위한 주요 계산로직 및 입력 데이터, 장기 저에너지 친환경 정책 의사결정 모형 데이터베이스의 주요 데이터가 정리되어 입력되어 있으며 설정된 분석 방법에 따라 결과를 계산하게 된다.

그 외 구성

모형의 활용 및 결과 분석을 위해 활용 데이터에 대한 기초데이터 정리 시트, 에너지소비예측 시트, 건물의 원단위 추정 시트로 구성되어 있으며 기존의 결과를 정리한 추가시트로 구성되어 있다.



입력 및 결과 시트



계산엔진 시트

저에너지 친환경 공동주택 건설기술 요소별 **시장 분석 및 경제성 평가**

최 민 수 박사 | 한국건설산업연구원 | 3-1 세세부 연구책임자 |

최근 들어 저에너지 친환경 공동주택 건설기술의 적용을 의무화 혹은 장려하는 추세가 강화되고 있으며, 이에 따라 저에너지 친환경 건설기술을 개발하여 적용하는 사례가 급격히 증가하고 있어, 1, 2 세부과제에서 기수행된 저에너지 친환경 공동주택 건설에 필요한 요소기술의 개발과 통합 모델의 완성에 관한 연구를 기반으로, ①공급적인 측면에서 친환경 관련업체의 구체적인 시장규모, 업체수, 경쟁강도, 대제품의 위협 등 시장평가, ②경제적 관점에서의 내외시장의 확대 가능성과 신규 고용효과 추정 및 수요적인 측면에서의 비용증감요인, 신기술 등의 영업활동영향정도, 인식도, 매출점유비 등 조사, ③위의 결과를 토대로 개선이 필요한 사항을 제시하여, 향후 저에너지 친환경 기술 요소별로 공동주택 건설기술의 개발 방향과 지원 정책 수립을 위한 자료로 활용될 수 있도록 하였으며, 여기에서는 개략적인 주요사항에 대하여만 소개하고자 한다.

저에너지 친환경 요소기술별 시장의 평가

저에너지 친환경 요소기술별 시장의 종합평가결과 시장규모, 성장성, 시급성, 수익성, 기술적가능성과 공공성 측면에서 전반적으로 상당히 우수한 평가를 보이고 있으며, 옥상녹화, 중수도설비, 복사냉난방 분야는 시장의 종합평가에 있어 상대적으로 우수하게 나타났다.

• **경쟁강도** : 대다수 품목의 경쟁 강도는 다소 심한 편으로 조사되어, 일반적으로 정부지원에 따른 관수시장에 의존되어 경쟁없는 독과점 폐해

요소기술	시장규모	성장성	시급성	수익성	기술적 가능성	공공성	종합평가
옥상녹화	●●●●	●●●●	●●●	●●●	●●●	●●●●	●●●◐
투수포장재	●●	●●●◐	●●●◐	●●	●●●●	●●●●	●●●
중수도설비	●●●◐	●●●◐	●●●◐	●●●◐	●●●	●●●●	●●●◐
절수형양변기	●●●●	●●●◐	●●◐	●●	●●●	●●●●	●●●
건축용도료	●●●	●●●●	●●●●	●◐	●●●	●●●●	●●●
단열재	●●◐	●●●	●●●	●●◐	●●●	●●●	●●●
바닥재	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
층간소음방지재	●◐	●●●	●●●	●●	●●●	●●●◐	●●◐
창호	●●●	●●●	●●◐	●●	●●◐	●●	●●◐
복사냉(난)방	●●●	●●●●	●●●●	●●●	●●●●	●●●●	●●●◐
전열교환기	●●	●●	●●	●	●●	●●◐	●●
지열	●	●●◐	●●●◐	●●	●●●●	●●●●	●●●
태양열	●●	●●●	●●●●	●	●●●●	●●●●	●●●

등의 우려와 달리 실제로 국산화나 효율증진위한 기술, 가격, 수입제품과의 상당한 경쟁이 유발되고 있다.

• **수입비중 추이** : 수입비중과 가격상승수준이 감소될 것으로 보임에 따라 초기 외국기술, 완제품의 수입에 의존하기 보다는 국내 관련 업계의 기술경쟁을 통한 생산, 공급이 확대될 수 있을 것으로 판단되며, 점차 그간 유사한 분야에서 발달되어온 여러 기술들이 저에너지친환경 요소기술별 구체화된 제품으로서 융합되어 발전될 것으로도 전망된다.

• **기술수준** : 우리나라의 저에너지 친환경 요소기술은 선진국 대비 80% 수준으로 대부분 성장기에 진입한 것으로 평가되어, 수요확대를 위한 제도지원방안과 홍보지원이 필요하다.

비용증감요인 및 경제성 평가

비용증감요인 및 경제성 평가

기술요소별 비용증감요인

비용상승 수준 정도는 시공비와 자재생산비를 포함하여 20% 전후의 비용이 상승하는 것으로 추정

경제성 분석

- **수요전망** : 정부정책의 일관성으로 관련업계 대부분 현재보다 5년후 수요증가에 있어 긍정적으로 기대하며 이를 토대로 장래 수요에 있어서는 대다수 크게 증가될 것으로 전망
- **수출가능성** : 베트남, 카자흐스탄, 알제리, 러시아, 중국 등 주택성능이 다소 낮은 국가가 대부분이나, 요소기술에 따라서는 선진국으로의 수출증가가 있을 것으로 예상되며, 전반적으로 중소기업위주이므로 수출지원이 필요하다.
- **신규예상 고용인원 추정** : 저에너지 친환경관련 요소기술별 조사된 2008년도 당초시장규모 5조2천억원에서 2013년에는 8조3천억원 수준에 달하며, 제조업분야 신규 고용인원 증가규모는 21.3천명수준으로 추정된다.

제도개선 사항

요소기술별 특성이 상이함으로 일괄적인 제도지원보다는 개별적 지원제도 수립마련과 수많은 자재들이 신규 또는 확실하게 검증되지 않은 채 공급될 수 있으므로 그린세척(green washing)자재에 대한 관리감독이 필요하고 기술경쟁을 지속, 촉진하기 위해서는 저에너지 친환경 관련한 어느 하나의 제품이 획기적으로 에너지부하나 환경부하를 절감할 수 있지 않으므로 요소기술의 융복합시스템의 지원체계구축이 필요한 점 등을 고려하여 효율적 정책방향 설정할 필요가 있다.

또한, 저에너지친환경 요소기술관련 제조업체는, 기존 인센티브만으로는 수요확대를 위한 현실감이 부족하므로 법적의무사용 강제와 친환경건축물인증기준 강화 또는 별도의 전문적인 친환경건축자재인증제도 신설이 불가피하며, 기업자체적인 홍보는 실효성의 한계로 국가차원의 홍보지원 시급, 친환경건축자재의 수출연계를 위한 정부시스템 구축, 사업수행위한 법제도적 절차간소화와 세제감면혜택 필요 등을 주요 개선사항으로서 공통적으로 지적하고 있다.

● **옥상녹화**
- 민간건축분야의 확대 위해 인센티브필요, 조경 업종과 분리하여 신규 업종으로 관리 필요(전문기술 존재), 녹화시스템에 대한 신기술필요

● **투수포장재**
- 검증되지 않은 제품 유통 금지 (Green washing), 친환경건축물 인증시 가산점을 받으나, 실시공되지 않는 사례가 많아 사후관리제도 마련필요

● **중수도설비**
- 하수도요금인상과 더불어 공공주택부문에 지원, 설치가 절대적으로 필요한 시점으로 무이자장기 융자의 시설자금과 중수사용감면 지원강화 필요

● **절수형양변기**
- KS규격 또는 환경마크인증기준 5리터로 상향 필요 고효율 절수형 양변기의 수출 정보 지원필요

● **도료**
- 수도권대기환경개선특별법상의 사용자에게도 책임부과와 전국으로 확대 필요
- 제조업체에게도 지원, 기타 친환경기준정립, 창구일원화, KS개정, 발주자 강제구매 등이 필요

● **단열재**
- 단열기준상향과 재활용원료사용에 대한 별도가점 및 생산에 대한 정부차원의 금융지원이 필요

● **바닥재**
- 휘발성유기물질 총량기준에 있어 단위자재는 인증되나, 복합되는 경우 초과하는 인증기준의 개선이 필요하며, 중국수출을 추진중에 있어 수출지원이 필요

● **층간소음방지재**
- 주택성능등급 인증후 등급 저하에 대한 클레임 발생, 실험실과 현장측정 차이로 규격단일화 필요, 인증 취득에 장기간 소요(약 6개월)로 인증기관 시설확대필요

● **발코니창호**
- 제품간 가격 편차가 심하여 업체평균가격 적용시 고효율 자재 사용 곤란, 성능중심으로 규제 필요

● **복사냉난방**
- 수출시에 국내의 친환경인증, 신기술인증기준이 반영될 수 있도록 추진 필요

● **전열교환기**
- 다양한 명칭의 통합과 관련기기의 인증지원도 필요
- 주로 중소기업에서 생산되나 대기업의 참여로 중소기업의 정책적 지원이 필요

● **지열, 태양열**
- 설치비뿐만아니라 관리비용 지원, 일정부하에 대한 강제조항 마련으로 공동주택 설치의무화 도입 및 건설업체 지원과 에너지 다소비사업장의 설치의무화와 법인세감면의 인센티브 부여 필요

13th International Conference on Passive House 2009 참석

원 종 서 박사 | 대림산업㈜ | 2-2 세세부 선임연구원 |

이번 출장은 13th International Conference on Passive House 2009에 참석하여 저에너지 친환경 주택의 기술 및 동향 파악과 에너지절약주택 구축을 위한 신소재 및 시공사례를 탐색하는데 그 목적이 있었다.

Conference는 패시브하우스의 수도[1]라 일컫는 독일 프랑크푸르트에서 4월17일~19일 3일간 개최되었으며, 약 1,000 여명 이상이 참석하여 건축에 있어 메가트렌드인 에너지절약과 탄소배출저감에 큰 관심을 나타내는 것을 알 수 있었다. 특히, 패시브하우스 창시자인 파우스트 박사는 18년 전에 다름슈타트에서 시작된 패시브하우스가 지금은 전세계적으로 관심을 받게 되었고, 2012년부터는 유럽의 건축기준으로 자리잡게 된 것에 남다른 감회를 느끼고 있었다.

그림1. Conference가 개최된 프랑크푸르트 MESSE의 전경 및 내부모습

그림1-1. 패시브하우스 관련업체 전시회

1) 프랑크푸르트는 현재 신축의 경우 패시브하우스 기준을 적용하고 있다.

그림2. 패시브하우스 답사

양일간에 걸쳐(4.17~18) 컨퍼런스를 마치고 프랑크푸르트 인근의 패시브하우스 공동주택 및 학교를 투어하는 견학 코스에 참석(4.19)하였다. 기존에 단독주택 위주의 패시브하우스가 이제는 규모가 있는 공동주택, 기숙사, 학교건물 등 중규모 이상의 건물에도 적용이 되고 있었고, 그에 적합한 다양한 기술들도 개발되어 활용되고 있었다.

견학일정을 마치고 다음날(4.20) 만하임으로 이동하여 3차년도 파일럿프로젝트 시공에 필요한 기술협의를 위해 독일패시브하우스 시공사인 L사를 방문하였고, 프로젝트 매니저인 마르크스 펠릭스와 미팅을 가졌다.

그림3. 회의모습

우리나라만의 독특한 공동주택(초고층 및 규모) 문화에 대한 이야기를 나눴으며, 현재 저에너지 친환경 건축기술이 결코 독일에 비해 기술력이 낮은 상황이 아님을 알게 되었다.

다음날(4.21~22) 신소재 및 자재를 탐색하기 위해 프랑스 아비뇽에 있는 라파즈 테크니컬센터를 방문하여 미팅을 가졌으며, 보안상 촬영이 금지되어 라파즈 테크니컬센터에 대한 내부모습은 출장후기에 담지 못했다. 라파즈 테크니컬센터에서 재미있었던 것은 독일의 경우 대부분 외단열시스템이 적용되지만, 프랑스의 경우는 우리나라처럼 내단열을 채택(전통건물의 외관 유지 목적)하고 있어, 내단열을 적용하면서 열교를 최소화는 공법 및 기법에 대한 연구가 활발하였다.

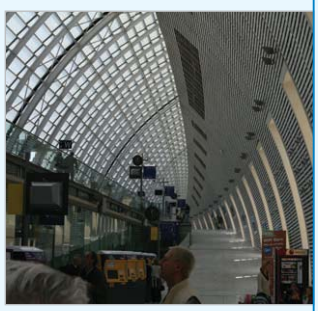


그림4. 라파즈 테크니컬센터에서 방문 후 기념촬영 및 아비뇽 TGV역사

8박9일 간의 긴 유럽출장 일정이었지만, 촉박한 일정으로 인해 에펠탑 야경도 못 본채 드골공항을 떠나며 아쉽기만한 출장후기를 마무리 짓고자 한다.

SNEC 3rd PV International Photovoltaic Power Generation EXPO 2009 기행

진 경 일 교수 | 김 효 중 연구원 | 1-G 세세부 한밭대학교 |

답사배경

세계의 정세와 건설시장 전반에 걸쳐 지구 환경보전과 탄소 저감이라는 과제 아래 곳곳에서 많은 노력들이 경주되고 있다. 특히 화석연료 저감이라는 목표를 실현하기 위해서 친환경 설비인 태양광 시스템에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 국내에서도 고도의 기술이 집적된 첨단 태양광 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 해외에서도 다양한 제품이 출시되고 있다. 이러한 태양광 분야의 새로운 제품들은 국제 규모의 전시장에서 많은 사람들에게 공개되면서 태양광 시스템의 이해와 시공, 유지관리에 대한 정보를 얻고 있다.

따라서 본 답사의 목적은 세계적으로 지명도가 높고, 전 세계 다양한 업체들이 다수 참여하는 "SNEC 3rd PV International Photovoltaic Power Generation EXPO 2009"를 답사하여 세계 태양광 시장의 동향과 국내 적용 가능 시스템 검토, 태양광 시장 주도국들의 연구결과 평가를 하는데 그 목적이 있다. 국외 전시회 답사는 국내에서 개최되는 국제적 전시회보다 규모와 참여업체 다양성에서 앞서고 있어 현재 진행되는 연구과제(CSH)에 여러 방면의 가능성을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이번 전시회는 신재생에너지 관련 산업 중에서 태양광 시스템이라는 단독주제로 세계 최대 규모라는 점에서 국외 답사의 타당성을 검토하였다. 국외의 지역 선정은 중국 상해를 선택함으로써 지리적으로도 인접해 있고, 낮은 환율로 여비 절감이라는 목적도 달성하였다.

그림1 전시회 홈페이지

정보수집

전시회 기간은 2009년 5월 6일 2009년 5월 9일까지이며 장소는 중국 상해 "New International EXPO Center" 라는 것을 확인하였다.

- 전시회명 : SNEC 3rd PV International Photovoltaic Power Generation EXPO 2009
- 홈페이지 : http://www.snec.org.cn/indexe.asp
- 주관 : Shanghai New Energy Industry Association (SNEIA)
- 위치 : Shanghai Expo Center(2345 Longyang Road,Pudong District, Shanghai,China)
- 전시면적 : 60,000㎡ • 참여기업 : 800 전시관
- Exhibition time : 9:00-16:00, May 6, 2009 (Wednesday) / 9:00-16:00, May 7, 2009 (Thursday) / 9:00-13:00, May 8, 2009 (Friday)
- 전화번호 : Tel : +86-21-64380781/+86-21-64276991
- FAX : +86-21-64642653 • E-mail : office@sneia.org
- 숙소명 : Dorure International Hotel, Shanghai
- 숙소위치 : China上海市上海四川北路1885号- 021-56969999

일정진행

1일 일정 (2009년 5월 6일) - 출국

아침 8시 인천공항에 도착해 비행기 티켓 수속을 진행하였다. 그리고 개인 여장을 점검한 후 아시아나 OZ 363편 상하이행을 올랐다. 약 1시간 30분 가량의 비행시간 후 중국 상해 푸동 신공항에 도착하였다. 국제적으로 유행하고 있는 신종플루 질병으로 인해 중국 보건당국의 까다로운 감염여부 심사를 거쳐면서 입국수속을 마치고 중국 공항을 빠져나왔다. 중국 공항에서 4번 리무진 버스를 타고 상해 황푸강 서쪽에 위치한 "홍커우 축구장"에 하차했다. 그리고 택시를 타고 한국에서 예약한 "Dorure International Hotel, Shanghai" 라는 숙소에 현지시각 오후 4시경 도착했다. 숙소에 도착해 Check IN 을 마치고, 숙소에서 여장을 풀었다. 첫 날은 여정의 피로를 가중시키지 않기 위해 계획대로 2km 이내의 근거리를 둘러보았다. 경찰서 위치, 편의점, 지하철역 및 버스승강장, 식당 등을 파악해 두었다. 외부에서 저녁 식사를 마치고 숙소에 돌아와 비상탈출구와 긴급전화 요령을 숙지한 후에 익일의 일정을 재검토 한 후 하루 일정을 마쳤다.

2일 일정 (2009년 5월 7일) - 전시장 관람 1일 째

그림2 차년 전시 안내

둘째 날, 날씨는 청명했고, 몸상태도 양호했다. 아침 7시 기상과 함께 상해 아침 풍경을 지켜보았다. 출근을 서두르는 행인과 공원 그늘아래 기체조를 하는 사람들의 무리를 볼 수 있었다.

세안 후, 호텔식으로 아침 식사를 마치고, 전시회장을 떠날 준비를 했다. 아침 8시, 숙소를 출발해 전시장으로 향했다. 숙소 근처 동바우싱루(东宝兴路) 역에서 전철을 타고 바오산루(宝山路) 역에서 4호선으로, 스즈다오(世纪大道) 역에서 2호선으로 갈아타기를 반복하며 최종 목적지 롱양루(龙阳路) 역에 도착하였다. 역에서 15분 정도 도보 이동 후 전시장 입구에 도착하였다.

입장료는 사전에 인터넷 접수를 한 사람에 한해서 입장 무료의 혜택을 주어져 사전 인터넷 접수 인쇄물을 제출하여 무료입장을 할 수 있었다. 안내데스크에서 전시장 홍보물을 받아 살펴보니 총 7개의 관람장에서 태양광에 대한 전시가 이루어지고 있었다. 1개 관의 전시장 크기는 가로세로가 약 50m × 100m 정도였다.

전시관 관람 첫 날은 4개 관에 대해서 견학하기로 했다. 신재생 에너지 전시에서 태양광 단일 시스템으로 전시되는 것은 최대 규모이라는 것을 눈으로 실감할 수 있었다. 전시 품목은 종류별 다양한 셀, 태양광 모듈, 태양광 축전기 등이 주를 이루고 있으며, 부수적으로 태양추적 트랙커, 실리콘 잉곳, 인버터 설비, 전력 케이블 등이 전시되어 있었다.

그림3 전시장 상황

이번 전시로 세계 태양광 시장의 동향을 분석해 본 결과, 기존 전시에서 전시품목은 태양광 모듈이 90% 이상을 차지하고 있었으나, 근래에 들어, 태양광 모듈의 전시율이 축소되고 주변기기, 예를 들어, 트랙커, 인버터, 모듈케이스, 모듈 유리 재료 그리고 기타 태양광 아이디어 상품 등의 전시도 눈에 띄게 증가했다는 사실을 발견했다.

태양광 모듈 분야에서의 변화도 살펴보면 기존 전시장에서는 결정계 모듈이 대부분을 차지하고 있었으나, 본 전시로 살펴본 최근 동향은 결정계 외에 박막 아몰포스계 모듈, 플렉시블 모듈, 집광형 태양광 모듈 등의 전시도 증가하였다. 그만큼 결정계 태양전지 외에 다양한 태양광 제품이 시장을 차지해 가고 있다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 아직까지는 결정계 태양전지가 시장에서 적지 않은 부분을 차지하고 있었다.

관람 종료시각 오후 4시까지 두루 살펴보고 숙소로 향하는 전철에 올랐다.

a. 결정계 b. 박막 아몰포스 c. 플랙시블 d. 집광형

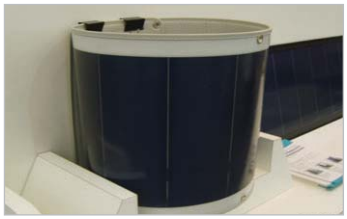


그림4 태양광의 다양한 전시품

3일 일정 (2009년 5월 8일) - 전시장 관람 2일 째

전일보다 조금 이른 시각에 전시장을 도착했다. 금일의 관람 종료 시각은 오후 1시 이므로 일정을 서두렀다. 금일은 전일 관람하고 남은 전시장을 둘러보았다.

금일 전시장 견학에서 깊이 느낀 점은 기존의 독립형 태양광 시스템이 아닌 건물과 일체화시키려는 태양광 시스템이 많이 등장했다는 점이다. 창호형 태양광 시스템이 대표적이라고 할 수 있으며 전시된 품목으로는 박막형 아몰포스 태양전지, 천공형 결정계 태양전지, Glass to Glass 타입 태양전지, 차양형 태전지 등이다. 이것은 건물에 태양광 시스템을 접목시킴으로서 디자인을 고려하게 되었다는 점을 시사하며, 건물과 태양광 시스템과의 조화를 도모하려는 의도로 파악된다. 또한 박막 아몰포스 태양전지의 대면적화의 출시는 대규모 오피스 건물의 컨트윌을 대신에 사용성이 높을 것으로 기대되며 여러가지 색상은 다양한 구매자들의 선택 성향도 맞출 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 차대세 창호형 태양광 전지로 주목받고 있는 염료감응형 태양전지는 전시장 어느곳에서도 찾아 볼 수 없어 아직 연구단계에 머물고 있다는 생각을 하게 되었다.

이틀 째 관람한 전시장은 전일과 동일한 전시품도 많았으나 태양광의 아이디어 상품이 다양하게 출시되고 있다는 판단을 하게 했다. 예를 들어, 지금은 쉽게 접할 수 있는 태양광 가로 등을 비롯해 휴대용 충전지, 가방과 일체화된 태양전지, 태양전지 손전등, 태양전지 경관조명 등이 그것 들이다.

대면적 아몰포스PV | 천공형 Cell | Glass to Glass type | 차양형 PV

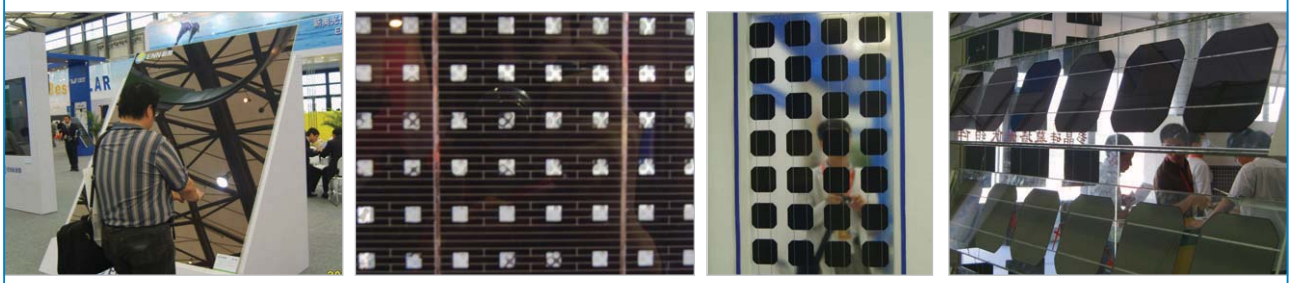


그림 5 창호형 태양전지

4일 일정 (2009년 5월 9일) - 귀국

마지막 날은 오후 4시 귀국 비행기 시간에 맞추어 일정을 오전에 도심지 및 주택가 태양광 설치 실태 조사 한 후 귀국하기로 하였다. 지난 3일 동안 전시장을 오가며 지켜본 결과 태양광 설치 사례는 전혀 볼 수 없었으나 금일 일정은 태양광 시스템만 집중적으로 살펴보기로 하고 다양한 장소를 조사하였다.

그러나 아쉽게도 태양광 전시는 세계 최고의 수준을 자랑하지만 실제 적용사례는 찾아 볼 수 없었다. 공항에 도착하기 전까지 많은 곳을 다녀 보았지만 거리에서 목측으로 단 한 곳도 발견할 수 없었다. 중국 상해에서 태양광 시장의 활성화는 진행되었지만 실제 보급 장려는 아직까지 적극적으로 이루어지고 있지 않다는 점을 파악할 수 있었다. 그러나 앞으로는 상해와 같이 대규모 도심지에서 에너지 사용을 줄이기 위해서 태양광이 다양한 모습으로 대량 보급될 것으로 기대해 본다.

오전 12시 숙소에 도착해 여장과 수집 자료를 확인하고, 오후 2시 공항에 도착했다. 그리고 오후 4시 예정대로 인천으로 가는 비행기를 타고 오후 7시 쯤 무사히 한국에 도착하였다.

01 국제세미나 '저에너지 친환경 주택의 발전' 개최

• **주 제** : "An Evolution of Sustainable Housing in Korea"의 제목으로 저에너지 친환경 공동주택 연구단 국제세미나가 대구 EXCO에서 그린에너지 엑스포 2009와 함께 개최되었다. 이번 국제세미나에는 연구단의 국제 공동연구 파트너인 중국의 칭화대학, 미국의 미네소타 대학, 호주의 뉴사우스웨일즈 대학의 전문가들과 국내 관계 전문가들을 모시고," 저에너지 친환경 주택의 발전"을 주제로 진행되었다. 이 국제세미나에서는 연구단에서 개발한 저에너지 친환경 주택 모델들과 해외의 친환경 건축물의 동향, 최신 요소기술에 대한 소개, 친환경 건축시장의 전망과 보급 정책에 대한 내용을 선보였다.

• **일 시** : 2009년 4월 9일 목요일 13:00~18:00

• **장 소** : 대구 EXCO 팔공홀

주제발표1

Introduction of CSH's Pilot Project, 이승복 교수
(연세대학교 건축공학과, 저에너지 친환경 공동주택 연구단장)

주제발표2

Design Guidelines for Sustainable Housing, John Carmody 교수
(Center for Sustainable Building Research, University of Minnesota, USA)

주제발표3

An Evaluation of Environmental and Economic Performance of Sustainable Building Technologies for Apartment Houses in Korea, 이언구 교수
(중앙대학교 건축학부)

주제발표4

BIPV Opportunities in Korea, Deo K. Prasad 교수
(Faculty of Built Environment, CSBE, University of New South Wales, Australia)

주제발표5

Building Integrated Renewable Energy in Korea, 이의준 박사
(Principal Investigator, 한국에너지기술연구원)

주제발표6

What we should do if we really want to reduce the building energy consumption?, Yi Jiang 교수
(Building Energy Research Center, Tsinghua University, China)

주제발표7

Policy Development for Sustainable Housing in Korea,
이승언 박사(건축도시연구본부장, 한국건설기술연구원)

주제발표8

Market Trends and Prospects for Low Energy Sustainable Housing, 최민수 박사
(Research Fellow, 한국건설산업연구원)

연구단 **주요소식**

02 3차년도 제2차 워크숍 개최

- **주 제** : 연구단은 3차년도 연구평가 및 향후 연구계획을 검토하기 위한 제2차 전체 워크숍을 4월 10일에 대구 EXCO에서 개최하였다. 이번 워크숍은 각 세부별의 연구진행 사항을 보고하고 연구실적을 검토함으로서 상호간의 필요한 의견교환을 하는 자리가 되었다.
- **일 시** : 2009년 4월 10일(금) 09:30~12:30
- **장 소** : 대구 EXCO 314호

03 요소기술 매뉴얼 관련 회의

- **주 제** : 요소기술 매뉴얼 진행현황 및 계획
  요소기술 매뉴얼 출판 관련, 기술개발 완료 후 실용화 전략에 대한 계획과 토론
- **일 시** : 2009년 4월 10일(금) 13:30~15:00
- **장 소** : 대구 EXCO 314호

04 연구원 동정

01. 대림산업(주)의 백기성 부장(2세부 과제책임자), 원종서 대리(2-2세세부 선임연구원), 연구단의 김지영 연구원(연세대학교)은 2009년 4월 17일부터 19일까지 독일 프랑크푸르트에서 개최된 13th International Conference Passive House 2009에 참석하여 저에너지 친환경 주택의 기술 및 동향파악과 에너지절약주택 구축을 위한 신소재 및 시공사례를 탐색하는 시간을 갖았다.

02. 진경일 교수(1-G 세세부 한밭대학교), 김효중 연구원(1-G 세세부 한밭대학교)은 2009년 5월 6일부터 2009년 5월 9일까지 중국 상해에서 개최된 SNEC 3rd PV International Photovoltaic Power Generation EXPO 2009에 참석하였다. 세계 태양광 시장의 동향과 국내 적용 가능 시스템 검토, 태양광 시장 주도국들의 연구결과를 평가하는 중요한 자리가 되었다.

05 언론 보도

01. KH Fair report (2009년 3월 31일)
2009년 2월 20일 2009 그린포럼 '그린홈, 에너지를 지키는 집'을 주제로 한 토론에 대한 보도

좌장 : 저에너지 친환경 공동주택 연구단의 이승복 단장
(연세대학교 건축공학과 교수)

02. 전원생활 2009년 3월호 기사 - 이승복 단장 (연세대학교 건축공학과 교수) 인터뷰

저에너지 친환경 공동주택연구단 이승복 단장

아파트 주거율 세계 최고… 우리만의 해법 필요

지난 2월 3~7일 서울 코엑스에서 열린 '조선일보 홈덱스 ' 에서는 다양한 친환경 건축자재 소개(50~51쪽참고)와 함께 '저에너지 친환경 공동주택 연구단' 의 세미나가 관심을 모았다. 연구단을 이끄는 이승복 교수(연세대 건축공학과)를 만나 '에너지 절약형 아파트' 연구의 이모저모에 대해 들었다.

연구단 설립 배경과 목표는? 2006년 10월 국토해양부와 한국 건설교통기술평가원이 진행하는 첨단도시 연구개발 사업의 일환으로 구성됐다. 수년 내 에너지 소비량을 40~50% 절감할 수 있는 저에너지 친환경 공동주택 공급을 현실화하기 위한 로드맵을 2011년까지 마련할 계획이다.

목표달성 위한 주요과제는? 국내 실정에 맞는 저에너지 친환경 공동주택 모델 개발과 검증, 이를 뒷바침할 중장기 정부 정책지원 프로그램(SH-2011) 개발이 주요 과제다. 현재 모델과 기준을 확립한 상태고, 이를 토대로 시범 프로젝트를 실시해 모니터링하며 검증할 단계에 와 있다.

저에너지 친환경 아파트, 왜 필요한가? 우리나라 에너지 소비량은 세계 10위, 온실가스 배출량은 9위다. 온실가스 배출량 가운데 건축물에 의한 이산화탄소 방출량이 50%를 차지한다. 아파트뿐 아니라 모든 주택이 온실가스 감축이라는 국가적 · 국제적 과제에서 자유로울 수 없다.

연구에서 가장 어려운 점은? 우리나라는 아파트 주거율이 60%를 넘어섰다. 세계 어디에서도 볼 수 없는 주거문화다. 그러니 서양의 연구결과를 그대로 적용할 수 없고, 우리만의 해법을 찾아야 한다. 게다가 아파트 같은 고밀도 주거공간에는 친환경적인 기술을 적용하기가 무척 어렵다.

경제 위기와 미분양 사태의 영향은? 최근경제위기로 저에너지에 대한 관심이 높아졌으나, 바로 이 때문에 친환경 신규 주택이 들어설 자리가 없다. 미분양의 원인에 대해서는 보다 정확한 진단이 필요하다. 수요와 공급이 사회적으로 조정되고, 이를 통해 균형발전을 꾀해야한다.

아파트가 '지속가능한 건축' 될 수 있나? 지속가능한 건축은 환경적 · 사회적 · 경제적 · 균형발전이 있고 난 뒤에 가능하다. 전국토가 고루 발전되어야 인구 분산이 가능하고, 그래야 고밀도 주택문화가 바뀔 수 있다. 그때까지는 우리 주거문화인 아파트에 저에너지 · 친환경적이라는 시대적 과제를 접목시켜 '지속가능성' 을 추구하기 위해 노력해야 한다.

06 공지사항

01. 뉴스레터에 싣고 싶은 자료가 있거나 연구원 동정에 실으실 자료가 있으시면 연구단 E-mail : csh2006@yonsei.ac.kr로 메일을 보내 주시기 바랍니다.

연구지원팀 ››

황석호
- **연락처** : 02-2123-7830
- E-mail : hwangsh@yonsei.ac.kr
- **담 당** : 1세부

김지영
- **연락처** : 02-2123-7830
- E-mail : jiyoeng@yonsei.ac.kr
- **담 당** : 2세부

박병용
- **연락처** : 02-2123-7830
- E-mail : qkqudy@yonsei.ac.kr
- **담 당** : 3세부

서현주
- **연락처** : 02-2123-7830
- E-mail : hyunjuseo@yonsei.ac.kr
- **담 당** : 홍보/국제

행정지원팀 ››

송정윤
- **연락처** : 02-2123-7831
- E-mail : jungyun43@yonsei.ac.kr
- **담 당** : 행사/정산

이미영
- **연락처** : 02-2123-7831
- E-mail : my830914@naver.com
- **담 당** : 예산/정산

국토해양부 · 한국건설교통기술평가원
저에너지 친환경 공동주택 연구단

120-749 서울시 서대문구 성산로 262 연세대학교 산학협동연구관 524호
Tel. 02-2123-7830, 7831 Fax. 02-313-7831 http://www.csh.re.kr
• 발행인 : 이승복 • 편집인 : 김태연, 황석호, 김지영, 박병용, 송정윤, 이미영, 서현주
• 발행처 : 저에너지 친환경 공동주택 연구단 • E-mail : csh2006@yonsei.ac.kr