



한옥의 단열성능

연구위원 강재식

목 차

I. 국격 향상을 위한 신한옥 PLAN

II. Zero Energy 건축기술

III. Zero Energy 기술 & Green 안옥 기술 융합

IV. Green 신한옥 비전

01 국격 향상을 위한 신한옥 PLAN

❖ 한옥에 대한 인식 변화, “나도 한옥에 살고 싶다”

- 대표적 주거유형인 한옥, 산업화·도시화 과정에서 아파트 위주의 대량공급정책으로 급속히 멸실

(09년, 전국 한옥은 약 7만 채로 전체 주거의 0.5%)

- 최근, 삶의 질과 품격 있는 주거문화 수요 증가
- 친환경 웰빙 주택에 대한 선호 증가

(희망주거형태 조사결과, 한옥 선호(42%), 아파트(29%), 상업·공공 건물에 한옥 도입 시도)



❖ 녹색 건축으로서 한옥의 가능성 부각

- 자연친화적 재료사용 및 공간구성, 건축시 CO₂ 저감효과 등 친환경 주택으로서 한옥 가치 再조명
- 저탄소 녹색성장 시대의 대안적 주거유형으로 한옥 활성화 필요 시점
- 출고 더움의 근본적 문제, 에너지 다소비형 구조, 단열기술/신소재/신공법 융합 은 해결할 숙제

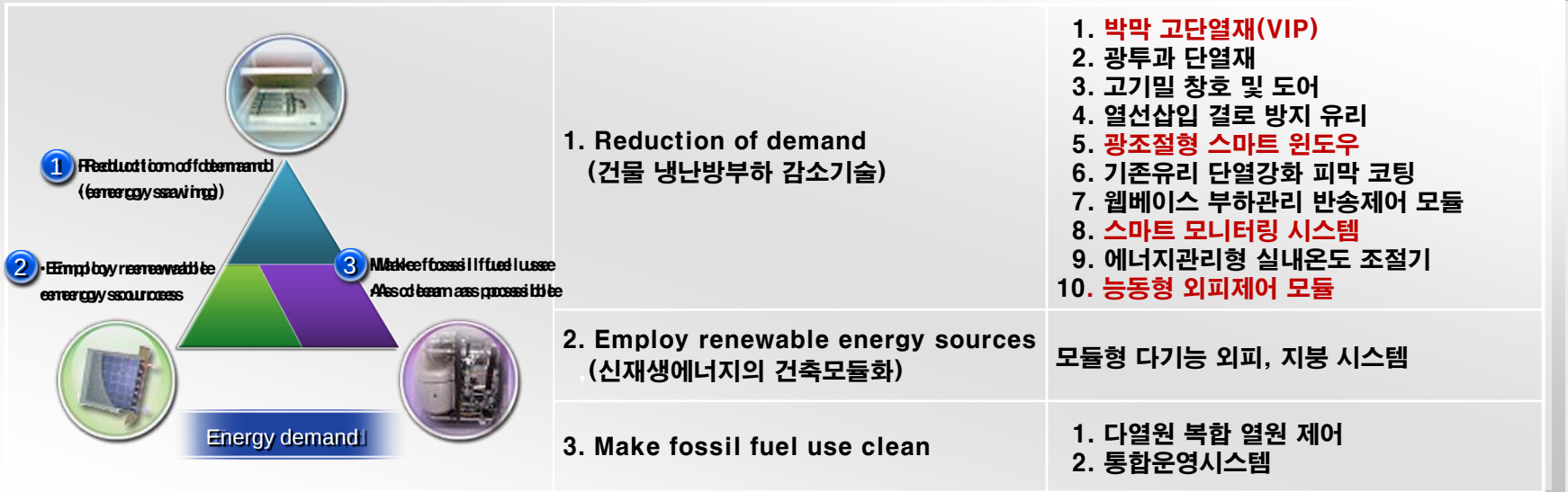
❖ 우수한 도시·문화 자산으로서 국가품격 향상

- 한복(衣), 한식(食)과 함께 한옥(住)은 우리 전통문화의 정체성을 구성하는 핵심요소
- 한옥 활성화로 전통문화 정체성 회복, 국토경관 품격을 높여 ‘전통 문화유산의 창조적 계승’에 기여

02 Zero Energy 건축기술



1. 배경 : 제로 에미션 빌딩을 위한 국제에너지기구(IEA) 추진전략



1

현 건축물의 에너지성능을 카본 뉴트럴 수준에 도달시키기 위한 기술적 해법 도출

passive energy storing construction materials, advanced (active, compact, loss-less) energy storing, heat pumps, LED-lighting, **smart glazing**, energy and cost-effective daylight capture through ceiling. **vacuum envelope**, thermo-chemical materials for heat storage, daylight storage...

2

기존 건축물의 에너지효율화를 위한 건식화 모듈화 기술 개발

High-performance, **prefabricated and modular solutions** need to be developed. Industrialization is the way to improved energy efficiency, quality and economy of retrofit solutions. These solutions include among other things **multifunctional building envelopes**...

02 Zero Energy 건축기술

▶ 2. 선진국의 건물부문 온실가스 감축 목표

• 일 본

- 2050년까지 40%감축
- 탈온난화 2050프로젝트에서 공포

• 영 국

- 2050년까지 1990년의 60%수준으로 감축
- 신축주택과 학교(2016년부터), 공공비주거건축물(2018년부터), 일반상업용건물(2019년부터) 제로카본화 추진

• 미 국

- 총량적 온실가스 감축량은 발표하지 않음
- 2020년 제로에너지주택, 2025년 제로에너지 건물 보급계획 발표(DOE)

• 캐 나 다

- Net Zero Energy 건물 개발에 가장 적극적
- 2030년에 모든 신축주택은 Net Zero Energy Standard에 부합하게 한다는 목표 설정

국제에너지기구(IEA)의 건물에너지 감축 예측

Blue Map(최고의노력): 40% / ACT Map(실현가능): 33%

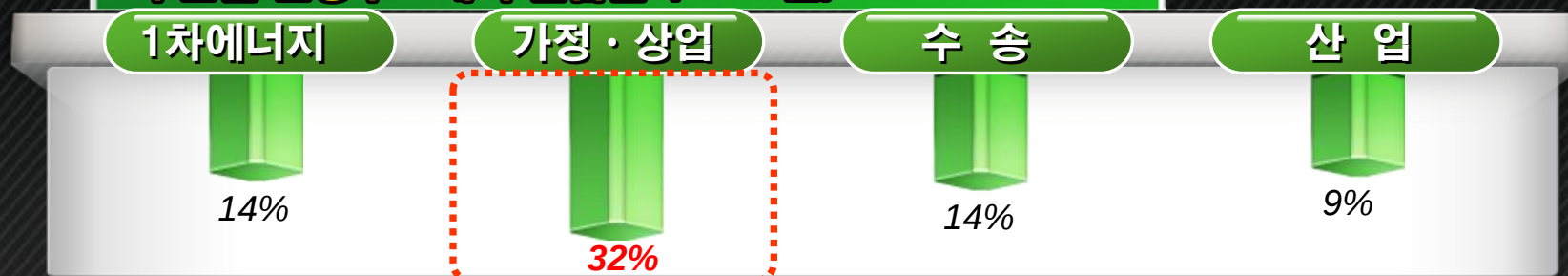
3. 우리나라 온실가스 감축 추진전략

2030년까지 국가 에너지효율 40%이상 향상

에너지 이용효율을 2012년까지 14%, 2030년까지 40%이상 개선



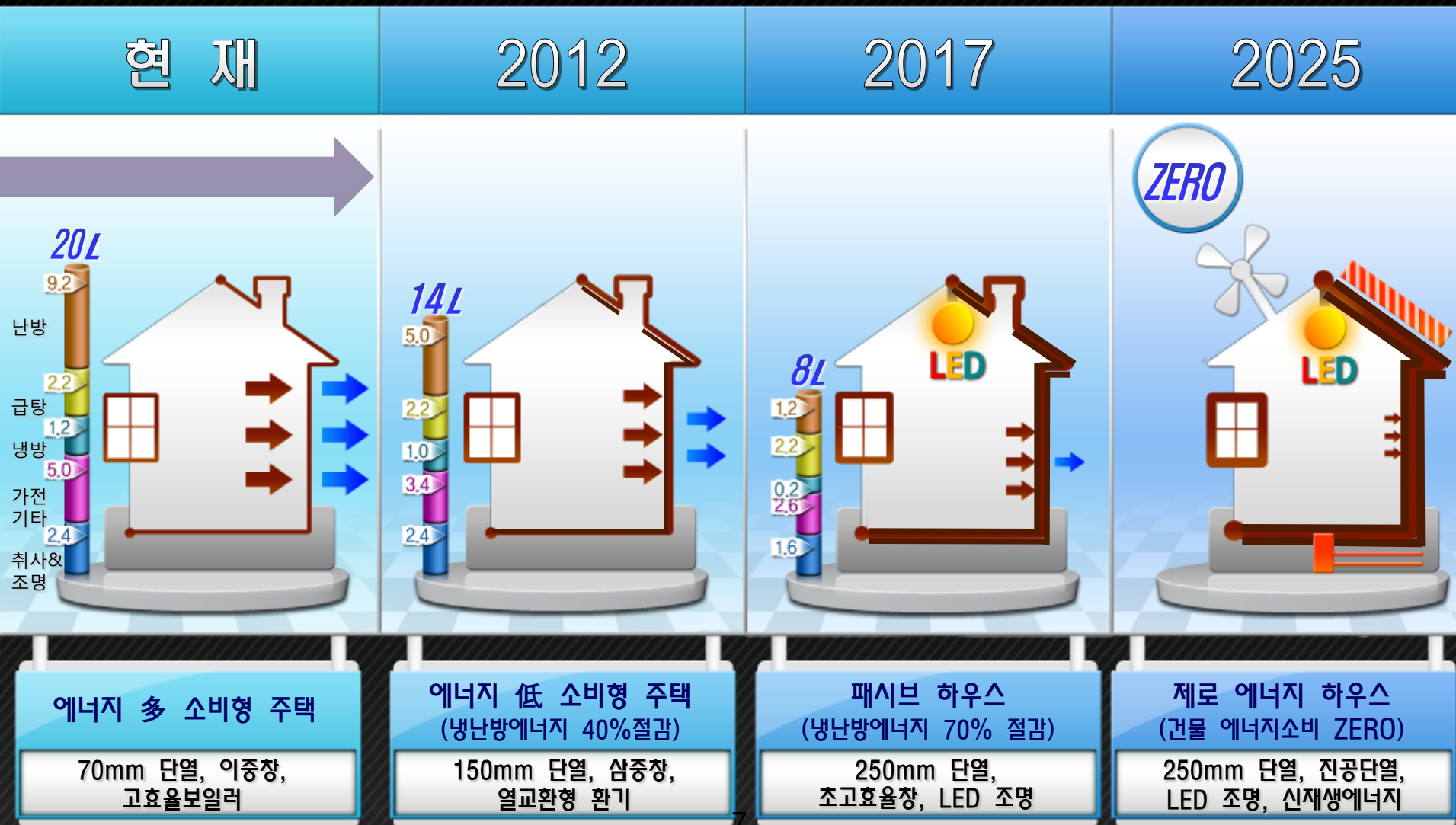
부문별 전망수요대비 절감률 (2030년)



02 Zero Energy 건축기술

4. 우리나라 건물부문 제로에너지 정책 비전

난방 급탕 냉방 가전기타 취사&조명



02 Zero Energy 건축기술

5. 우리나라 제로에너지 건축 기술 현황

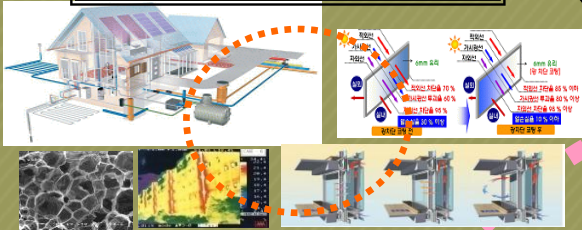


- 친환경주택 건설기준 : 20%, 공공청사 50% 이상 절감수준
- 국내 연구기관 & 건설사 - 친환경 저에너지 건축기술개발 박차
- 국토부, 녹색위, LH/SH, 지자체, 대우, GS, 코오롱, 한화, 현산, 현대, KCC 등 실증화 사업 추진 중

02 Zero Energy 건축기술

6. 녹색성장위원회 - 친환경 저에너지 건축 기술 TT

고효율 외피 기술



- 고효율 외피시스템 융복합 기술
- 에너지 열원설비 효율향상 기술
- 열교환/환기 효율향상 기술

친환경 & 저에너지 건축기술

Energy efficient buildings

Solar energy

친환경 건축자재기술



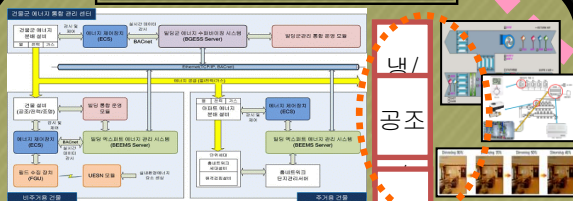
- 초단열 소재(진공단열, 고효율유리, 셀룰로소폼 등) 기술
- 친환경 에코 신소재 기술
- 친환경 건축자재 생산(시공) 기술

Hydropower

Biomass

grid improvement

에너지제어/관리 기술



- 건물 에너지/환경 수요예측 기술
- 건물 에너지 설계(BEDS)시스템/ 관리(BEMS)기술
- 공) 기술건물 공간 지능화(IPS)/가정자동화(HA)

에너지자립형 건물 구현 기술



- 건축기술과 에너지기술의 모듈화 및 융복합 기술
- 그린홈, 그린빌딩 건축물 설계/시공/관리기술)
- 에너지자립형 건물 평가, 인증 및 모니터링 기술
- 에너지자립형 건물 시범 적용사업

신재생에너지 융합기술



- 태양광, 태양열 설비의 건축물 융합 기술
- 히트펌프 등과 연계한 지열 활용 기술
- 연료전지의 컴팩트화 및 건물열원설비 연계 기술

Solar energy
Geothermal heat pumps
Fuel cells

Contents

1. 안옥 단열성능 연왕
2. Green 신안옥 핵심 건축 기술
 - 고효율 창호시스템
 - 저탄소 친환경 단열신소재
 - 벽체, 지붕 단열시스템
 - Low Exergy 온돌시스템



03 Zero Energy & Green 안옥 기술

1. 한옥의 단열성능 기준 & 현대건축 단열법규 현황

전통 한옥 U-value

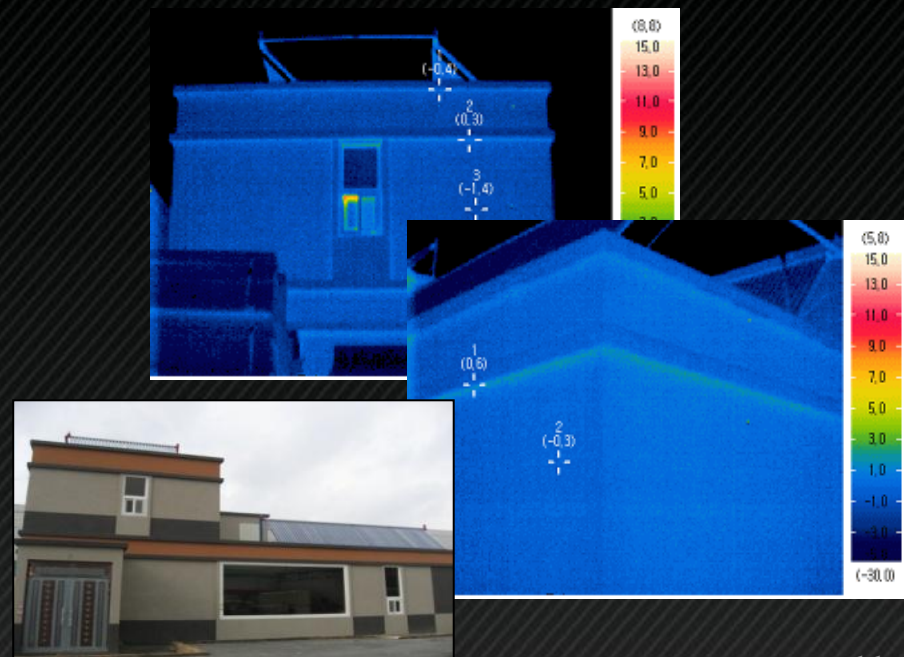
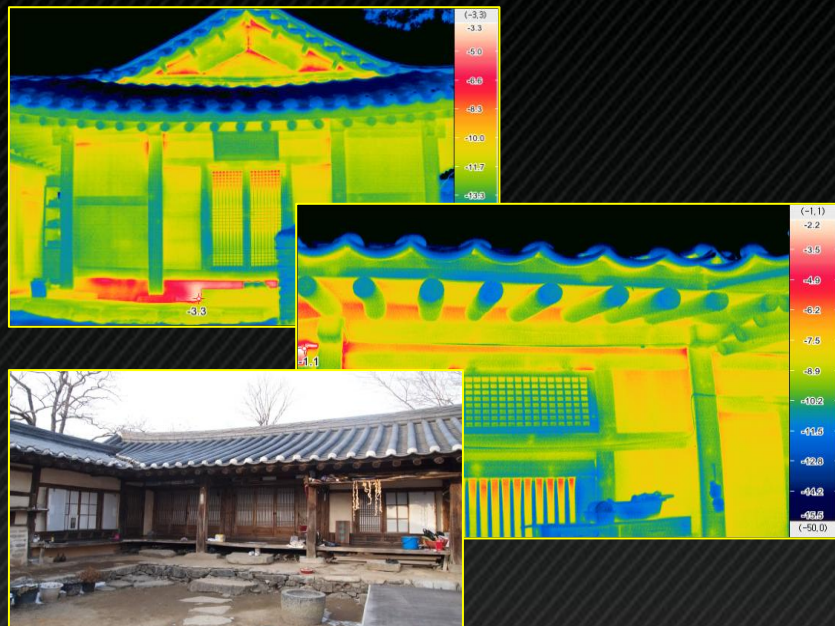
벽체 3.50 W/m²K
지붕 1.80 W/m²K
바닥 5.50 W/m²K
창호 8.16 W/m²K

국내 건축법 U-value

벽체 0.36 W/m²K
지붕 0.20 W/m²K
바닥 0.43 W/m²K
창호 2.10 W/m²K

패시브 하우스 U-value

벽체 0.15 W/m²K
지붕 0.15 W/m²K
바닥 0.15 W/m²K
창호 0.80 W/m²K



03 Zero Energy & Green 안옥 기술



1. 한옥의 단열성능 기준 & 현대건축 단열법규 현황

○ 지역별 건축물부위의 열관류율표(건축법 제21조)

(단위 : W/㎡K)

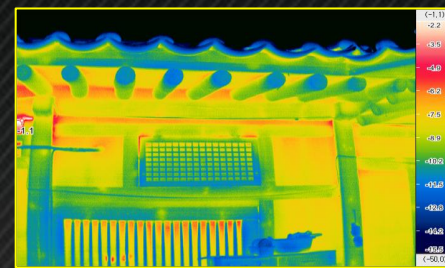
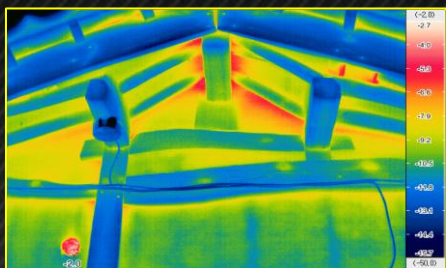
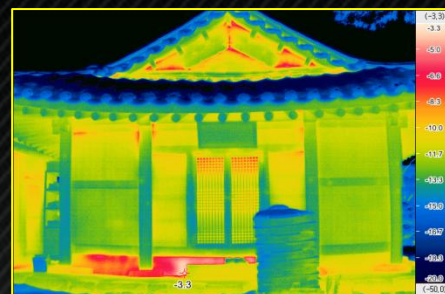
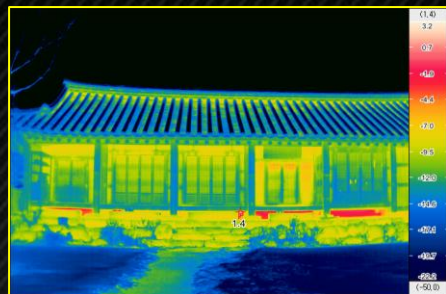
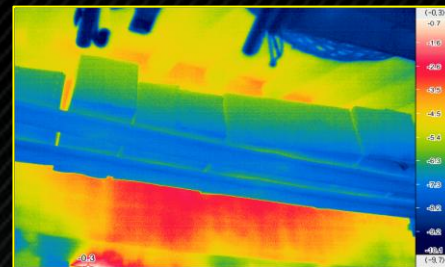
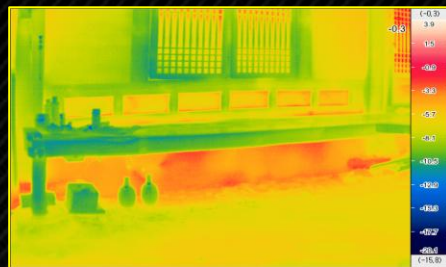
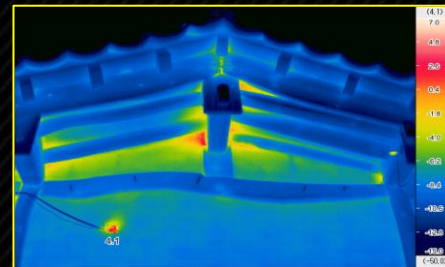
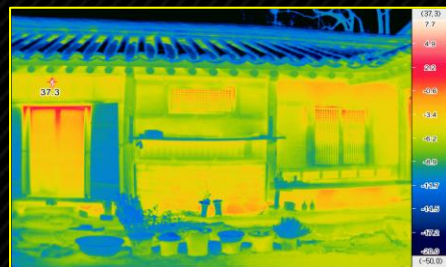
지역			중부지역 ¹⁾	남부지역 ²⁾	제주도
건축물의 부위					
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		0.36 이하	0.45 이하	0.58 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.49 이하	0.63 이하	0.85 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.20 이하	0.24 이하	0.29 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.29 이하	0.34 이하	0.41 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.30 이하 105~160mm	0.35 이하 90~135mm	0.35 이하 90~135mm
		바닥난방이 아닌 경우	0.41 이하	0.41 이하	0.41 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.43 이하 70~105mm	0.50 이하 60~85mm	0.50 이하 60~85mm
		바닥난방이 아닌 경우	0.58 이하	0.58 이하	0.58 이하
공동주택의 측벽			0.27 이하	0.36 이하	0.45 이하
공동주택의 층간바닥	바닥난방인 경우		0.81 이하	0.81 이하	0.81 이하
	그 밖의 경우		1.16 이하	1.16 이하	1.16 이하
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	2.10 이하	2.40 이하	3.10 이하
		공동주택 외	2.40 이하	2.70 이하	3.40 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	2.80 이하	3.10 이하	3.70 이하
		공동주택 외	3.20 이하	3.70 이하	4.30 이하

❖ 단열성능 지표

1. 열전도율 - W/mK
2. 열관류율 - W/㎡K
3. 열전달율 - W/㎡K
4. 선형열관류율 - W/mK

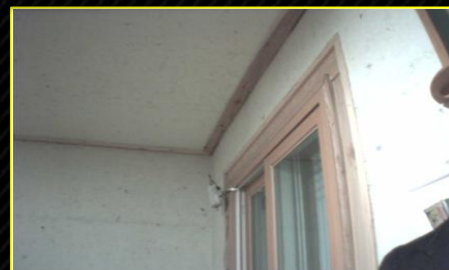
03 Zero Energy & Green 안옥 기술

▶ 2. 전통 한옥의 단열성능 현황

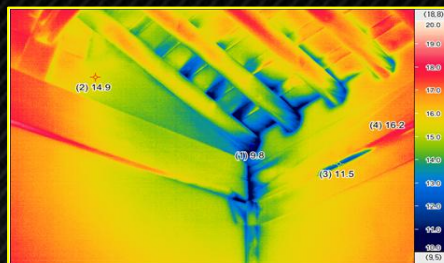


03 Zero Energy & Green 안옥 기술

3. 신한옥의 단열성능 현황



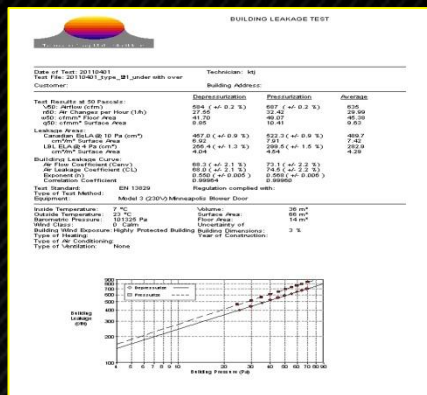
라벨	1	2	3	4
온도	18.5	22.2	22.5	18.2
TDR	0.48	0.17	0.14	0.5



라벨	1	2	3	4
온도	9.8	14.9	11.5	16.2
TDR	0.74	0.46	0.65	0.38

03 Zero Energy & Green 한옥 기술

4. 신한옥의 기밀성능 현황

[illegible]

구분		세대 전체	안방	방1	방2
ㄴ type	면적(㎡)	85	12.5	13.5	—
	체적(㎥)	240	30	33.8	—
	환기횟수(회/h)	57.53	36.6	37.9	—
— Type	면적(㎡)	82.64	14	9.9	12
	체적(㎥)	252.34	36	25.7	31
	환기횟수(/h)	41.01	29.9	36.3	32.7

- 패시브하우스 환기횟수 기준 : 0.6회/h (50 Pa), 공동주택 2회~4회/h, 기밀주택 1.5회/h

03 Zero Energy & Green 안옥 기술

5.1 Green 한옥 가능성 - 고효율 창호시스템

개요

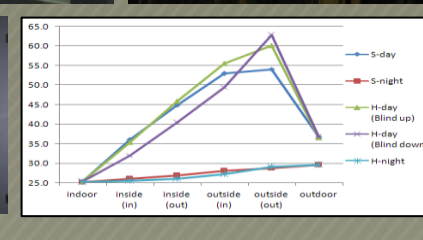
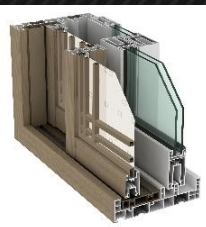
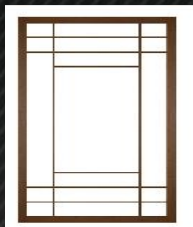
- 전통 창호 특성상 낮은 단열 & 기밀성능, 에너지손실 개선 필요
- 안옥 창호의 전통성, 디자인, 안지의 자연 채광 기능 기반
- 부가기능으로 완기, 열교완 등 다기능성 Active 기술 융합 필요

핵심 기술

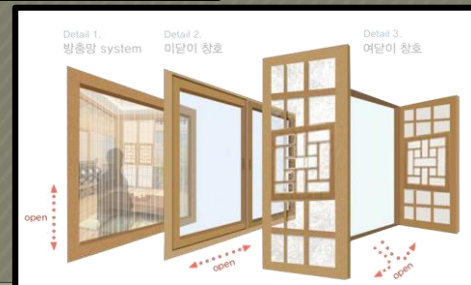
- 양여닫이 & 안지 미서기 복합 모듈에 의한 고단열, 고기밀 확보 기술
- 고효율 신소재 융합 - 프레임 다변화, 복층유리 고효율화 / 최적화
- 하이브리드 완기/열교완 시스템 융합 기술
- 안지에 의한 일사 가변성 확보 (G-value 냉방기 0.15 난방기 0.60)

최종 목표

- 여닫이.미서기 융복합 모듈에 의해 U_w value $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ 이하
기밀성능 1 class 이하
- VIG 등 고효율 유리 융합 U_g value $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ 이하
- 안지 융합으로 G value 0.15~0.60 가변성 확보



한국형 다기능 고성능 창호시스템



한지의 자연채광과 G value 제어 최적화

5.2 Green 한옥 가능성 - 고단열/고기밀 벽체시스템

개요

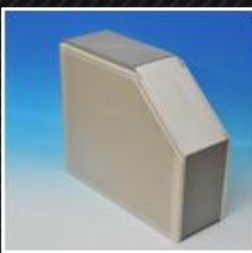
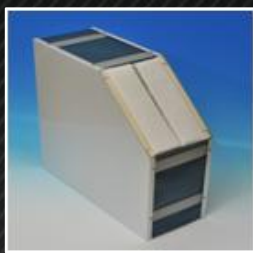
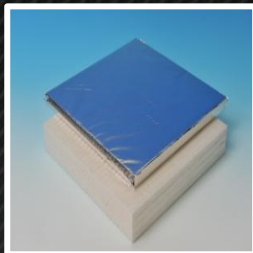
- 신안옥 벽체 단열성능 표준화 모델 개발 필요
- 안옥 목구조 전통성, 디자인 기반 - 시공성, 단열성, 기밀성 향상
- 안옥만이 지닌 목조건축의 접합부 단열 디테일 개발

핵심 기술

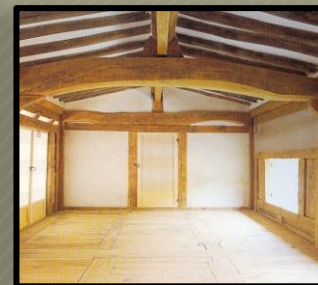
- 표준화 & 모듈화 패널시스템 기술
- 친환경 고효율 단열 소재 기술
- 구조재와 벽체간 접합부 디테일 기술(방수, 방습, 목재 변형 기밀성)
- 공업화 생산 및 시공 표준화 - 경제성 향상

최종 목표

- 벽체 Uw value $0.15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 이하
- 기밀성능 1.0 외/h (50Pa) 이하
- 선영열관류율 0.05 W/mK 이하, TDR 1급 확보



전통 한옥 벽체



한옥형 고단열/고기밀 벽체시스템



5.3 Green 한옥 가능성 - 고단열 지붕시스템

개요

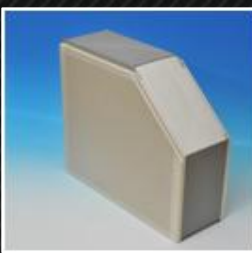
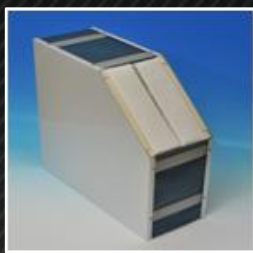
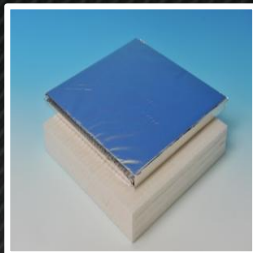
- 신안옥 지붕 단열성능 표준화 모델 개발 필요
- 안옥 목구조 전통성, 디자인 기반 - 시공성, 단열성, 기밀성 향상
- 안옥만이 지닌 목조건축의 접합부 단열 디테일 개발

핵심 기술

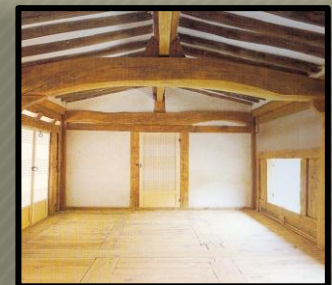
- 표준화 & 모듈화 패널시스템 기술
- 친환경 고효율 소재 기술(친환경 단열재, 방수, 방습 신소재)
- 구조재와 벽체간 접합부 디테일 기술(장여, 도리, 당골막이 등)
- 공업화 생산 및 시공 표준화 - 경제성 향상

최종 목표

- 지붕 Uw value $0.15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 이하
- 기밀성능 1.0외/시간 (50Pa) 이하
- 연열관류율 0.05 W/mK 이하, TDR 1급 확보



전통 한옥 지붕



한옥형 고단열/고기밀 지붕시스템



03 Zero Energy & Green 안옥 기술



5.4 Green 한옥 가능성 - 신재생에너지 융합 Low Exergy 온돌시스템

개요

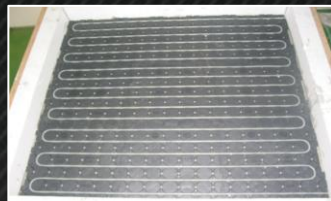
- 신안옥 온돌 표준화 모델 개발 필요
- 안옥 거주성 및 실내 열환경 확보
- 온돌 문화의 계승

핵심 기술

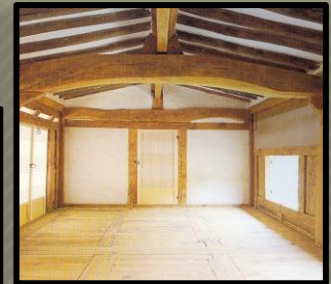
- 신안옥 온돌 표준화 & 모듈화 패널시스템 기술(습식, 건식)
- 고효율 온돌시스템 - 방열능력을 극대화한 저온난방 기술
- 지열, 태양열 등 신재생에너지 융합 - 복합 열원과 /도시의 연계극복
- 벽체 접합부, 지면 접합부 단열 디테일 기술

최종 목표

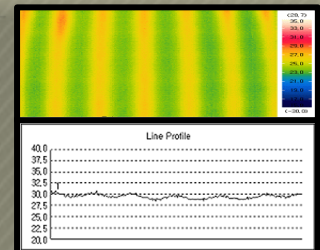
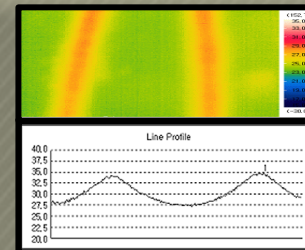
- 방열능력 60 W/m^2 이상
- 40°C 내외 저온수 난방시스템
- 히트펌프 연계 지열시스템, 태양열시스템 복합열원 최적화



전통 한옥 지붕



한옥형 고단열/고기밀 지붕시스템



03 Zero Energy & Green 안옥 기술

5.5 Green 한옥 가능성 - 실증 사례

개요

- 패시브하우스 수준의 신한옥 표준화 가능성
- 안옥 실내 열환경 & 에너지절감 확보
- 안옥 문화의 계승 유지

핵심 기술

- 벽체 - U value 0.15 급/선영 열관류율 0.05 급
- 지붕 - U value 0.15 급/선영 열관류율 0.05 급/당골막이 단열구조 (모듈화 건식 패널 공법 - 시공성, 고기밀/고단열 구조 유지)
- 창호 - U value 1.0 급/안지용압, 3중유리, Ar + 로이유리/양여달이
- 온돌 - 바닥 단열(U value 0.15급/Low Exergy 온돌)

최종 목표

- 난방에너지 15 kWh/m² year 이하의 패시브하우스
- 40C 내외 저온수 난방시스템 적용/태양열, 태양광 - 제로에너지와



패시브하우스 수준의 Green 신한옥 사례

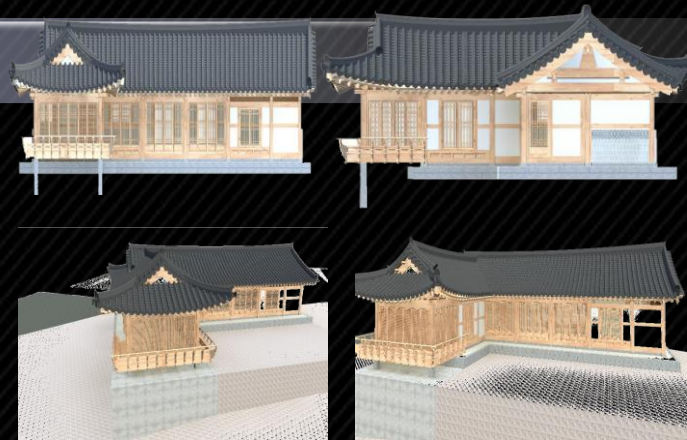
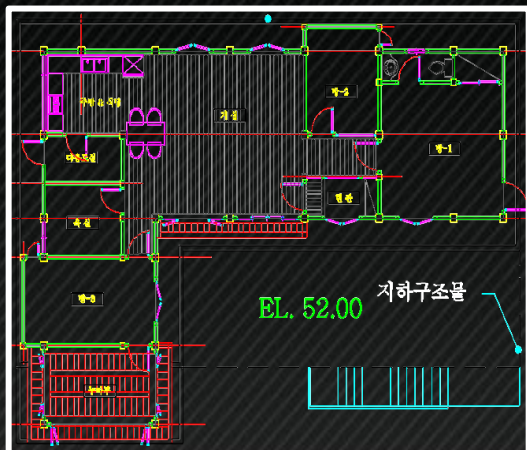


03 Zero Energy & Green 안옥 기술

5.6 Green 한옥 가능성 - 실증 사례

Green 한옥 실증 주택

- 대지위치: 대구광역시 동구 제로에너지 타운
- 층수: 지아1층(창고), 지상1층(단독주택)
- 바닥면적: 지아1층(185.78m^2)
지상1층(114.48m^2)
- 연면적: 300.26m^2
- 2012.5.준공
- 성능목표 : 제로에너지 목표 성능
- 고효율 창, 문, 단열 벽체, 고단열 지붕, 지열 연계 온돌



04 Green 안옥 근미래 비전



Contents

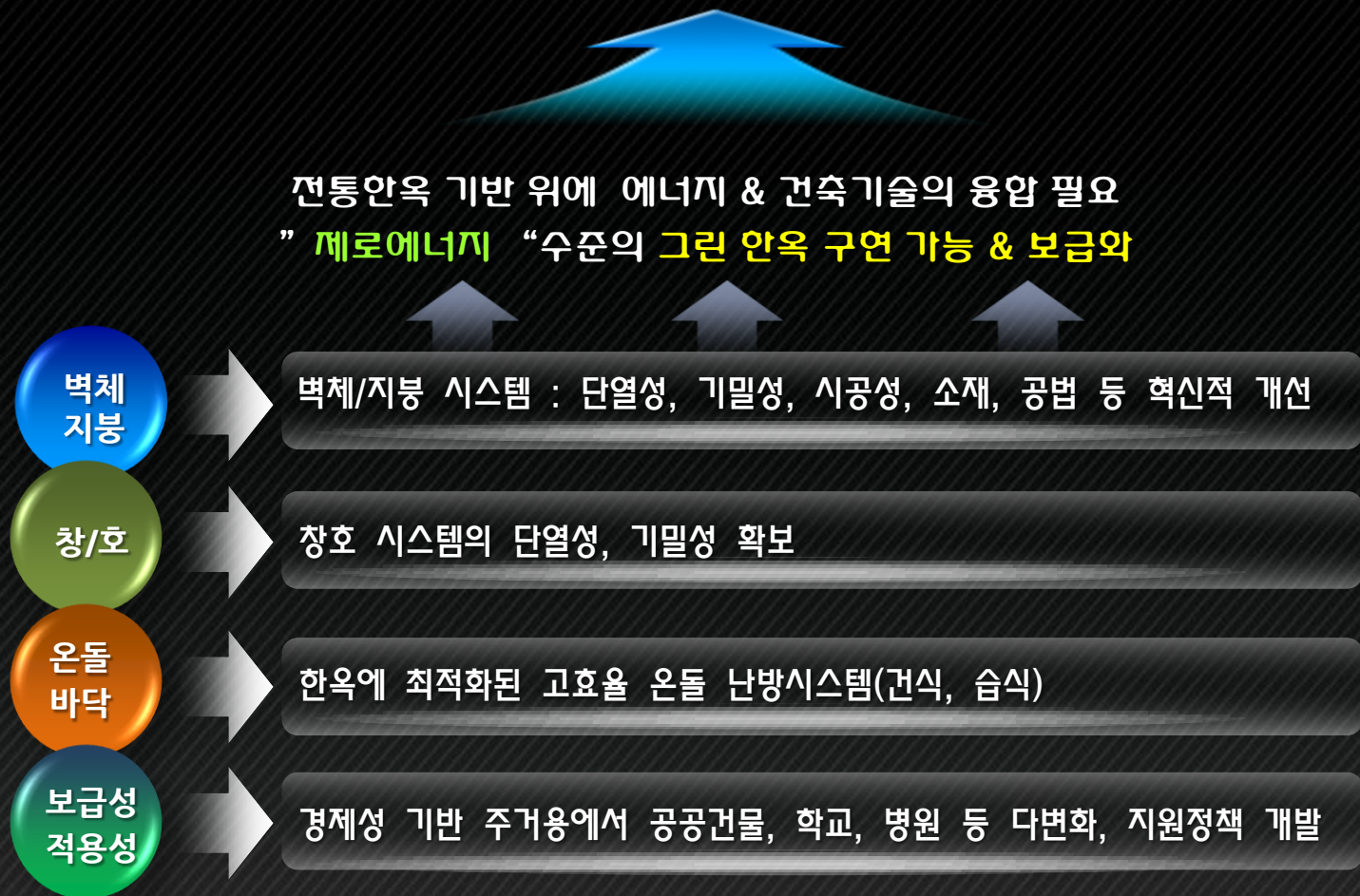
1. Green 안옥 비전
2. Green 안옥 성능목표
3. Green 안옥 근미래 전개

04 Green 안옥 근미래 비전

▶ 1. Green 한옥 비전

“21세기 녹색성장에 부응하는 신안옥의 개발과 보급”

전통한옥의 브랜드 가치 계승과 연대적 거주성능이 확보된 신안옥



04 Green 안옥 근미래 비전

2. Green 한옥 성능목표

- 신한옥 성능개발 최종 목표 : 경제성을 고려한 에너지 성능 단계별 보급형 신한옥 구현
최종적으로 제로에너지 수준의 그린 한옥 구현

난방에너지 소비	15 kWh/m ² year 이하
1차 에너지 소비	120 kWh/m ² year 이하
외피(벽, 지붕, 바닥) 단열성능	평균 U value 0.15 W/m ² K 이하 선형 열관류율 0.05~0.01 W/m ² K
창호 단열성능	평균 U value 0.8~1.0 W/m ² K 이하 및 가변형 G value 0.15~0.60 확보(안지영 채광)
환기 & 기밀성능	하이브리드형 자연 환기 기밀성 : 1.0 외/시 by 50 Pa, B/D test



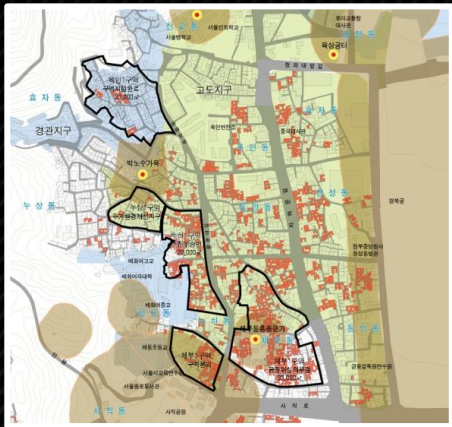
제로 에너지 하우스
(건축물 에너지 소비 ZERO)

250mm 단열, 고효율 창호,
LED 조명, 신재생에너지

04 Green 안옥 근미래 비전

3. Green 한옥 근미래 전개 – Green 국격 & 국가 브랜드 & 문화

<서울시 종로구 세부동 >



<안옥군 보존 : 성북구>



<안옥 호텔 : 경주 라궁>



북촌 게스트하우스
(숙박)



사간동 학고개
(미술 전시관 활용)



전주 안옥마을 안옥민박
(숙박과 전통문화 체험)



서울 예악동
주민 자치센터

04 Green 안옥 근미래 비전

▶ 3. Green 안옥 근미래 전개 – Green 국격 & 국가 브랜드 & 문화





정청해 주시어 고맙습니다.

한국건설기술연구원
연구위원/강재식
jskang @ kict.re.kr