

발간등록번호

11-1613000-001532-01

친환경/고품질/고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발 최종보고서

2016. 11

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 충북대학교 산학협력단
공동연구기관 / 한남대학교 산학협력단
사단법인 한국패시브건축협회
(주)금성종합건축사사무소
위탁연구기관 / 한국해양대학교 산학협력단

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원



제 출 문

국토교통부 장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "한스타일 생태건축 모델 개발 및 구축 기획"과제(단위과제 "친환경/고품질/고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발")의 보고서로 제출합니다.

2016. 11

주관연구기관명 : 충북대학교 산학협력단
주관연구책임자 : 이병연
연구원 : 남혜령
" : 장운정
공동연구기관명 : 한남대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 한필원
공동연구기관명 : 사단법인 한국패시브건축협회
공동연구책임자 : 최정만
공동연구기관명 : (주)금성종합건축사사무소
공동연구책임자 : 김용미
위탁연구기관명 : 한국해양대학교 산학협력단
위탁연구책임자 : 이주석

보고서 요약서

과제고유번호	2015N004	해당 단계 연구기간	2014.12.22.~ 2016.08.21	단계구분	1 / 1
연구사업명	국토교통 연구기획 사업				
연구과제명	최상위 과제명	한스타일 생태건축 모델 개발 및 구축 기획			
	단위과제명	친환경/ 고품질/ 고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발			
연구책임자	이병연	총연구기간 참여 연구원수	총 : 24명 내부 : 24명	총연구비	정부 : 280,000 천원 계 : 280,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	충북대학교 산학협력단 한남대학교 산학협력단 사단법인 한국패시브건축협회 한국해양대학교 산학협력단(위탁)	참여기업명	(주)금성종합건축사사무소		
국제공동연구	상대국명 : (해당없음)		상대국연구기관명 : (해당없음)		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	231
<p>1. 기술의 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 - 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 개발 <p>2. 기술의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 경제성장에 부합하는 품격 있는 국토 공간 조성의 필요성 - 전통기술의 과학화와 세계적 수준의 원천기술 확보의 필요성 - 한스타일 생태건축의 건강성 및 쾌적성 향상을 위한 기술개발의 필요성 <p>3. 비전</p> <ul style="list-style-type: none"> - 친환경, 고기능성 건축자재 개발 및 평가기준 개발을 통한 고품격의 한스타일 생태건축 주거환경 조성 <p>4. 중장기 전략 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 중점과제 도출 → 3세부의 핵심과제 도출 - 연구개발 로드맵 - 예비타당성 조사 					
색인어 (각 5개 이상)	한글	한스타일, 생태건축, 친환경자재, Prefab, 평가기준 및 기법			
	영어	Han-Style, Eco Architecture, Environmentfriendly Building Material, Prefab, Standards and Evaluation Methods			

요 약 문

I. 제 목

친환경/ 고품질/ 고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준

II. 연구개발과제 개요

1. 기술의 정의

○ 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

- 전통건축 및 천연의 건축재료를 활용하여 한스타일 생태건축의 친환경성, 인체 무해성의 특징을 수반하는 친환경건축자재 개발 및 전통건축자재의 성능향상
- 전통건축재료의 흙·방습(조습), 유해물질 저방출 등의 성능을 활용한 기능성 건축자재 개발
- 열에너지 저장 기술을 활용한 실내환경 능동형 자기조절 기능성 건축자재 개발

○ 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

- 한스타일 생태건축의 치수체계 및 표준 규격 마련
- 한스타일 생태건축의 기술/가격 경쟁력 확보를 위한 Prefab·모듈화 전략개발
- Prefab·모듈화 자재·부재 개발

○ 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 개발

- 한스타일 생태건축 자재·부재의 실내환경적 영향성과 구조적인 안정성 검증
- 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 및 평가지표의 개발

2. 연구개발 배경

- 건강하고 쾌적한 실내 및 주거환경에 대한 현대인의 지속적인 수요 증가
- 전통건축재료 및 전통건축양식의 장점과 효과에 대한 관심의 증대
- 국산재의 활용방안 및 사용처 개발과 국산재를 이용한 목조건축의 활성화 토대 마련
- 국내 주거용 목조주택에 대한 관심과 수요 증가

3. 연구개발 필요성

- 전통건축재료의 정량적 성능검증 및 지표의 미흡함
- 전통건축기술에 대한 관심 증대 및 연구의 필요성
- 전통 건축 및 목조건축의 실내 온열환경 쾌적성 향상
- 전통 기술의 과학화와 세계적 수준의 원천기술 확보의 필요성
- 건설산업 사회적, 자연적 환경변화에 따른 공기단축 및 공장제작 필요성 대두

- 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 확보를 위한 Prefab 산업체계 구축
- 한스타일 생태건축의 치수체계 확립
- 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발 필요성

III. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 연구과제의 비전 및 목표

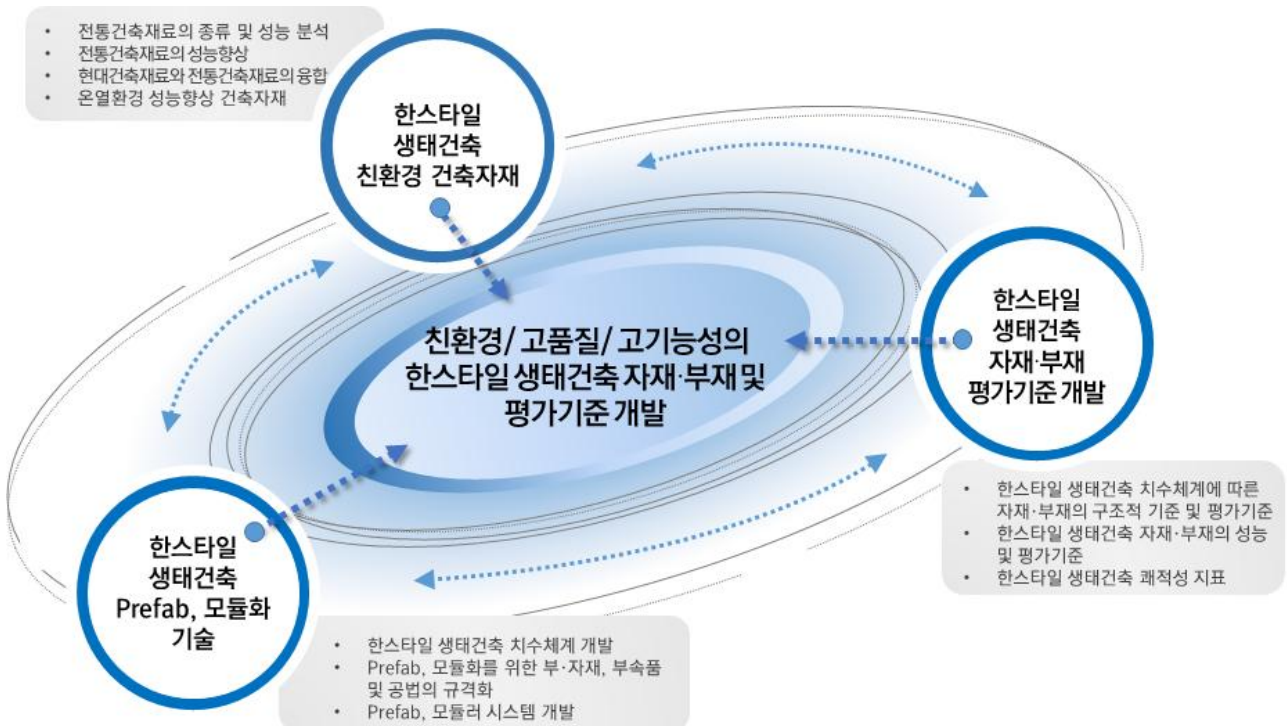
1) 비전

- 친환경, 고기능성 건축자재 개발 및 평가기준 개발을 통한 고품격의 한스타일 생태 건축 주거환경 조성

2) 목표

- 한스타일 생태건축의 친환경 건축자재 개발/ 접목을 통한 고품질의 주거문화
- 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 개발을 통한 쾌적한 실내환경 조성
- 한스타일 생태건축 Prefab/ 모듈화를 통한 기술/ 가격경쟁력 강화
- 성능기반의 평가기준을 통한 한스타일 생태건축의 품질확보 및 고품격화

2. 연구과제의 구성

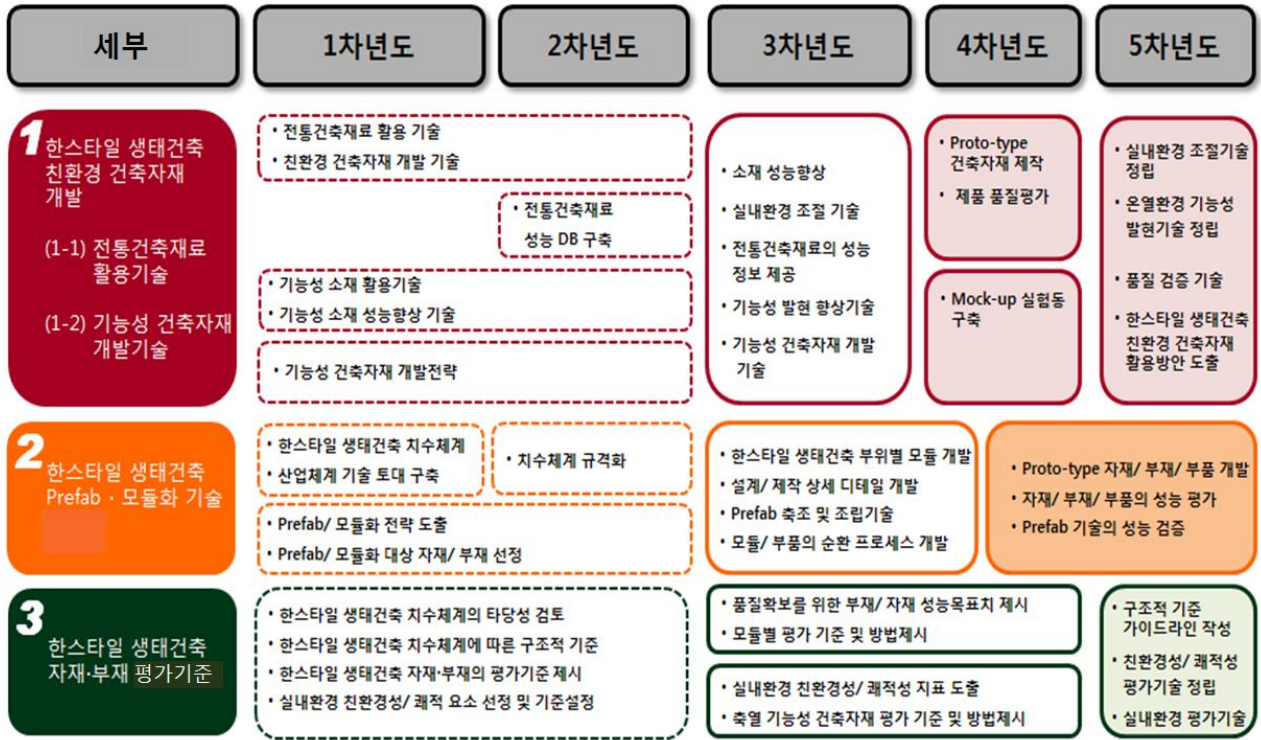


3. 연구의 내용

대분류	중분류	소분류	예산 (억 원)	기간 (년)	
1. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발	1-1. 실내환경 영향성 평가 기술	1-1-1. 실내 공기질, 온열, 음환경, 빛환경 평가 기술에 대한 연구	1	1	
		1-1-2. 쾌적 실내공간 기준 및 구성에 대한 연구	1	2	
		1-1-3. 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가 연구	1	2	
	1-2. 전통건축자재 종류 및 성능 DB 구축	1-2-1. 전통건축자재 정의 및 리스트 작성	1	1	
		1-2-2. 전통건축자재의 객관적인 성능평가 기술	1	2	
		1-2-3. 전통건축자재 성능 분석 및 DB 작성	1.5	2	
	1-3. 현대적 주거환경에 적합한 적용방안 도출	1-3-1. 현대적 주거환경과 전통건축재료의 적용 방안 연구	1	3	
		1-3-2. 현대적 주거환경과 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가	2	2	
		1-3-3. 전통건축재료의 현대적 주거환경 적용성 및 영향성 도출	1	4	
	1-4. 한스타일 생태건축 기능성 건축소재 개발 기술	1-4-1. 기능성 소재 정의 및 활용방안	2	3	
		1-4-2. 기능성 소재 활용 기술	2	5	
		1-4-3. 기능성 소재를 활용한 건축자재의 성능향상 및 평가	2	3	
	1-5. 현대건축재료와 의 융합 및 성능향상 기술	1-5-1. 기능성 건축소재와 전통건축재료와의 성능평가 및 융합 기술	1	3	
		1-5-2. 전통건축재료를 이용한 친환경 건축자재의 성능향상 기술	1	4	
		1-5-3. 기능성 건축소재와 전통건축재료와의 융합을 통한 성능향상 기술	2	4	
		1-5-4. 전통건축재료와 기능성 건축소재의 융합을 통한 실내환경 능동형 자기조절 건축자재 개발	2	3	
	2. 한스타일 생태건축 Prefab·모 듈화기술	2-1. Prefab 맞춤형 재료 선정 및 기준 개발	2-1-1. 모듈화, Prefab 전략 도출	0.5	2
			2-1-2. 모듈화, Prefab 를 위한 주요 부재 선정	0.5	2
			2-1-3. Prefab 부재별 기준 도출	0.5	2
			2-1-4. Prefab 부재별 성능 기준 도출	1	2
2-2. 모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품의 및 공법의 규격화		2-2-1. 국내 모듈러, Prefab 기술현황 파악	1	3	
		2-2-2. 주요 기술 통합방안 도출	1	3	
		2-2-3. 규격 및 기술 표준 마련	1	3	

	2-3. 전통건축 모듈의 특성요인 도출 및 분석	2-3-1. 전통건축 부재별, 구조체 별 모듈 분석	1.5	2	
		2-3-2. 부재, 모듈별 특징 및 공법분석	1.5	2	
	2-4. 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발	2-4-1. 모듈 제작을 위한 결구법, 부품의 통일방안 마련	1	1	
		2-4-2. 모듈 제작 공법 도출	1	1	
		2-4-3. 부재별 모듈/ 부품 제작 상세도 개발	2	1	
		2-4-4. 모듈/ 부품 부재의 순환 프로세스 개발	2	2	
		2-4-5. 모듈/ 부품 부재의 표준설정 및 규격화	1	2	
		2-4-6. Prototype 모듈 제작	4	2	
	2-5. Prefab 공법 맞춤형 조립기술 및 표준공정표	2-5-1. Prefab 공법 맞춤형 공법 지침 개발	1	2	
		2-5-2. Prefab 공법 맞춤형 조립기술 개발	1	2	
		2-5-3. 표준공정표 개발	1	2	
	3. 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준	3-1. 한스타일 생태건축 차수체계의 성능기준	3-1-1. 한스타일 생태건축 차수체계의 구조적 기준	2	2
			3-1-2. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기술 정의	1	2
		3-2. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 기준	3-2-1. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 도출	1.5	3
			3-2-2. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 평가기술 정의	1.5	3
3-3. 한스타일 생태건축의 건물에너지 평가모델		3-3-1. 한스타일 생태건축 단열, 기밀, 열교의 기준 도출	1.5	4	
		3-3-2. 성능에 기반 한 건물에너지 평가기술 정의	3.5	4	
3-4. 기능성 건축자재 평가기술		3-4-1. 축열기능성 건축자재 평가 기준 및 방법 도출	1.5	3	
		3-4-2. 기능성 건축자재의 실내환경 영향성 평가기술	2.5	3	
계		60	5		

4. TRM



IV. 최종 연구성과 및 활용방안

1. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

연구최종 정량적 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 학술지 논문게재 • 전통건축재료 정량적인 물성의 성능 DB • Proto-type 친환경/ 기능성 건축자재 • 친환경/ 기능성 건축자재의 성능평가 보고서
-----------------	--

과제명	목표성과물	활용방안
전통건축재료의 종류 및 성능 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 전통건축재료의 성능 분석 결과 • 성능 결과 보고서 	<ul style="list-style-type: none"> • 전통건축재료 종류 및 성능 DB • 전통건축재료의 실내환경 영향성 분석
한스타일 생태건축 건축자재 성능향상	<ul style="list-style-type: none"> • 건축자재 성능향상 방안 • 성능 분석 결과 	<ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 전통 건축자재 성능향상 기술 • 현대 건축재료와의 융합 기술
기능성 전통소재 성능 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 기능성 전통소재 성능 분석결과 • 성능 결과 보고서 • 실내공간 적용 방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 기능성 전통소재 성능평가 및 성능 향상 • 전통건축재료의 실내공간 적용방안 도출
기술 융합형 건축자재 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건축자재 개발 방안 • 실내환경 조절 기능성 분석 결과 	<ul style="list-style-type: none"> • 실내공기질 조절 기능성 건축자재 • 온열환경 조절 기능성 건축자재

2. 한스타일 생태건축, Prefab, 모듈화 기술

- 연구최종
정량적 성과물
- 학술지 논문게재
 - Proto-type 자재·부재
 - 한스타일 생태건축 Prefab/ 모듈 상세디테일
 - 보고서

과제명	목표성과물	활용방안
모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품 및 공법의 규격화	<ul style="list-style-type: none"> • 기술규격 및 기준 • 기술 체계 보고서 	<ul style="list-style-type: none"> • 통일된 기술규격 및 기준마련 • 모듈화, Prefab기술체계 정립 • 부재별 표준설계 시스템 • 부재간 결구방식 매뉴얼
한스타일 생태건축 모듈러, Prefab 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러, Prefab 건축자재 • 모듈러 기술 연구 및 기술보고서 • Prefab 기술 개발 및 상세디테일 	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러, Prefab 시스템의 Proto-type • 모듈러, Prefab 전용 부·자재 • Prefab 맞춤형 표준공정표

3. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

- 연구최종
정량적 성과물
- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 기준
 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 성능 기준
 - 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표

과제명	목표성과물	활용방안
한스타일 생태건축 평가기준	<ul style="list-style-type: none"> • 구조성능 평가기준 제시 • 실내환경 평가기준 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조체, 부·자재 열적성능 평가 방안 도출 • 한스타일 생태건축 온열환경 평가기준 제시
한스타일 생태건축 품질기준	<ul style="list-style-type: none"> • 품질향상 방안 제시 • 품질 가이드라인 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 기술 확산 및 보급 • 한스타일 생태건축 품질보증 지원체계 구축

V. 인력투입 소요예산 산정

1. 연구일정에 따른 인력투입계획

1) 전체사업 인력투입계획

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
1세부	6.4	8.1	9.9	8.1	4.7	37.2
1세세부	1.5	1.5	0.7	-	-	3.7
2세세부	1.4	1.8	0.7	-	-	3.9
3세세부	1.8	1.4	2.8	1.7	-	7.7
4세세부	1.2	1.5	2.8	3.1	2.3	10.9
5세세부	0.5	1.9	2.9	3.3	2.4	11
2세부	6.4	7.9	9.7	7.9	4.7	36.6
1세세부	3.2	3.3	-	-	-	6.5
2세세부	3.2	2.5	6.1	-	-	11.8
3세세부	-	2.1	3.6	-	-	5.7
4세세부	-	-	-	4.7	2.5	7.2
5세세부	-	-	-	3.2	2.2	5.4
3세부	4	4.7	5.2	4.7	4	22.6
1세세부	2	1.8	-	-	-	3.8
2세세부	2	1.5	1.8	-	-	5.3
3세세부	-	1.4	1.5	2	2	6.9
4세세부	-	-	1.9	2.7	2	6.6
총괄	16.8	20.7	24.8	20.7	13.4	96.4

2. 소요예산 산정

1) 예산 산정방법

○ 민감부담 비율 산정: 총 개발 비용에 대한 민감 부담 비율은 25%로 가정함

(국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조 관련)

○ 연차별 소요예산 산정

- 1년차: 한스타일 생태건축 자재·부재 개발 및 평가기준을 정립하기 위한 기반연구와 원천기술 개발을 위한 기초연구가 착수되는 시점으로 연구비를 비교적 적게 배정하여 전체 연구비의 17.0%(1,018/6,000 백만원)를 산정함

- 2년차: 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준의 요소기술 개발 착수 및 관련 전문기관과의 시험체계 구축을 시작하는 단계로 전체 연구비의 20.4%(1,226/6,000

백만원)를 산정함

- 3년차: 한스타일 생태건축 자재·부재 개발 및 평가기준에 대한 원천기술을 확보하는 시기로, 현대건축재료와 전통건축재료의 융합을 통한 자재개발, 한스타일 치수체계 확립을 통한 부재의 구조적 안정성 및 한스타일 생태건축의 쾌적성 지표 도출이 이루어지는 단계로서 전체 연구비의 29.2%(1,753/6,000 백만원)를 산정함
- 4년차: 한스타일 생태건축 자재·부재의 Proto-type 제작을 착수하며, 성능에 기반한 평가기법을 통해 개발된 자재·부재의 정량적인 성능 평가와 평가기법 간의 통합적인 검증을 실시하는 단계로 전체 연구비의 20.4%(1,226/6,000 백만원)를 산정함
- 5년차: 한스타일 생태건축 자재·부재의 정량적인 성능평가를 통한 성능지표 마련, Prefab, 모듈러 순환 프로세스 및 보급시스템 구축, 한스타일 치수체계 마련 및 가이드라인 제시 등 개발된 기술에 대한 검증과 더불어 보급·활성화를 추진하는 단계 전체 연구비의 12.9%(776/6,000 백만원)를 산정함

2) 전체사업 소요예산

구분		1세부	2세부	3세부	총괄
1차년	정부	430	328	260	1,018
	민간	143	109	87	339
2차년	정부	450	449	327	1,226
	민간	150	150	109	409
3차년	정부	593	763	397	1,753
	민간	198	254	132	584
4차년	정부	490	395	341	1,226
	민간	163	132	114	409
5차년	정부	287	314	175	776
	민간	96	105	58	259
합계	정부	2,250	2,250	1,500	6,000
	민간	750	750	500	2,000

SUMMARY

I. Title

Green, high quality and high performance building materials and components of ecological Han-style buildings and their technical standards

II. Summary

1. Definition

- Green materials of ecological Han-style buildings
 - Improvement of performance of traditional building materials for ecological Han-style buildings in terms of eco-friendliness and harmless to humans
 - Evaluation of empirical performance of indoor moisture control and low emission of noxious substances using traditional building materials
 - Development of passive building materials using heat storage technologies
- Prefabrication and modularization of ecological Han-style buildings
 - Standardization of ecological Han-style buildings
 - Establishment of strategies for competitive technologies and price of ecological Han-style buildings
 - Development of building materials and components for prefabrication and modularization
- Technical criteria for building materials and components of ecological Han-style buildings
 - Development of criteria and indices to evaluate indoor environmental quality
 - Development of structural stability of building materials and components for ecological Han-style buildings

2. Background

- Increase in demand for a healthy indoor environment
- Increase in interest in traditional building materials
- Increase in demand for wooden buildings
- Increase in expectations of vitalization of wooden buildings using domestic building materials

3. Research necessity

- Insufficiency of quantitative analysis and indices of traditional building materials
- Increase in interest in traditional building techniques
- Improvement of indoor thermal comfort in traditional buildings and wooden buildings
- Scientification of traditional technique and need for fundamental technology
- Need for schedule compression and prefabrication technique by change in the construction industrial environment
- Construction of a prefabrication industry to secure competitive price for ecological Han-style buildings
- Establishment of standardization of ecological Han-style buildings
- Development of criteria for building materials and components of ecological Han-style buildings

III. Research configuration and strategies

1. Vision and objectives

1) Vision

- Development of a high-quality residential environment by an ecological Han-style building with its green and high functional materials and its technical criteria

2) Objectives

- Development of a high-quality residential environment through green building materials of ecological Han-style buildings
- Development of comfortable indoor environment through passive functional building materials using heat storage technologies
- Enhancement of competitive technologies and price through prefabrication and modularization of ecological Han-style buildings
- Improvement of quality of ecological Han-style buildings through technical standards based on the empirical and quantitative performance research

CONTENTS

I . Technology Definition and Necessity

- 1.1. Technology Definition / 22
- 1.2. Technology Development / 26
- 1.3. Technology Necessity / 29

II . Domestic and International Trend and Environment Analysis

- 2.1. Domestic and International Policy Trend / 33
- 2.2. Domestic and International Market Condition and Prospect / 51
- 2.3. Technical Trend Analysis / 70
- 2.4. Technical Level Analysis / 96
- 2.5. Comparable Research Analysis / 107
- 2.6. Research Infra Analysis / 122
- 2.7. Overall Analysis / 140

III . Research Development Composition and Performance Strategy

- 3.1. Vision and Goal / 152
- 3.2. Selection of Core Technology Element and TRL / 153
- 3.3. Research Development Composition / 159
- 3.4. Main Contents of detailed Assignments and Performance Strategy / 162
- 3.5. Relationship between detailed Assignments / 173
- 3.6. Technology and Outcome Roadmap / 174
- 3.7. Outcome Application Plan / 178
- 3.8. Suggestion of Research Performance Structure / 181

IV . Validity Review in Advance

- 4.1. Policy Validity / 182
- 4.2. Technology Validity / 185
- 4.3. Economic Validity / 187
- 4.4. Overall Validity Review / 189

V. Manpower Plan and Necessary Budget Calculation

5.1. Manpower Plan according to Research Schedule / 192

5.2. Necessary Budget Calculation / 196

VI. Request for Proposal

6.1. Request for Proposal / 202

6.2. Evaluation Criteria / 228

Appendix

References / 229

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성

- 1절. 기술의 정의 / 22
- 2절. 연구개발 배경 / 26
- 3절. 연구개발 필요성 / 29

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

- 1절. 국내외 정책동향 / 33
 - 1. 국내 정책동향
 - 2. 국외 정책동향
- 2절. 국내외 시장현황 및 전망 / 51
 - 1. 국내 시장현황
 - 2. 국외 시장현황
- 3절. 기술동향 분석 / 70
 - 1. 관련 기술개발 동향
 - 2. 기존 기술(연구)과의 차별성
- 4절. 기술수준 분석 / 96
- 5절. 유사과제 분석 / 107
- 6절. 연구개발 인프라 분석 / 122
- 7절. 종합분석 / 140

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 1절. 비전 및 목표 / 152
- 2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표 / 153
- 3절. 연구개발과제 구성 / 159
 - 1. 연구개발과제의 구성
 - 2. TRM
- 4절. (세부과제별) 주요내용 및 추진전략 / 162
- 5절. (세부과제 간) 연계관계 / 173

6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵 / 174

7절. 성과의 활용방안 / 178

8절. 연구수행체계 제안 / 181

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성 / 182

2절. 기술적 타당성 / 185

3절. 경제적 타당성 / 187

4절. 타당성 검토 종합(정부지원 필요성 포함) / 189

5장. 인력투입 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 / 192

1. 전체사업 인력투입계획
2. 세부과제별 인력투입계획

2절. 소요예산 산정 / 196

1. 예산 산정방법
2. 전체사업 소요예산
3. 세부과제별 소요예산

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP) / 202

2절. 평가기준 설정 / 228

부 록

참고문헌 / 229

표 목차

표 1. 한국 전통 건축 재료 사례	22
표 2. 2019년도 실내공기질 관리 목표	28
표 3. 부처별 실내공기질 관리현황(2015)	29
표 4. 의무기준	30
표 5. 권장기준	30
표 6. HB 마크제도 건축자재 인증등급	31
표 7. 친환경건축자재 도안과 인증대상 제품군의 예(환경마크제도)	32
표 8. 건설공사 품질관리 제도의 변천	35
표 9. 대한민국 건설명장 등록 업체	36
표 10. 주요국가의 환기기준 규정	38
표 11. 국외 주거용건물의 실별 환기 기준	39
표 12. 실내환경 관련 인증체계 비교	40
표 13. LBC V3.0 Matrix	41
표 14. TQB 평가 범주 및 기준	43
표 15. 구조재 판매 규격	48
표 16. 목조 철물 연결부재 규격	48
표 17. 2009년 이후 하자심사분쟁조정 신청 현황	50
표 18. 관리주체별 설계기준과 표준 시방서	51
표 19. 건수별 하자 발생 현황	52
표 20. 모듈러 건축사례별 특징	54
표 21. 구조재료 및 재사용 여부에 따른 모듈러 건축시장의 유형 분류 및 특성	55
표 22. 일본에서 생산/ 판매중인 기능성 건축자재의 현황	58
표 23. IBC의 목차(2012)	59
표 24. 국외 모듈러 건축 기술 개발과 실증 사례	61
표 25. 한옥 에너지성능별 냉난방부하량 비교 (Type 1)	70
표 26. 저에너지 표준주택 개발 사례	71
표 27. 전통공간의 지속가능한 형식의 자연도입 방법	73
표 28. 동양적 생태미학 특성으로의 공간 특성	75
표 29. 주요 모듈 제작사 현황 분석	79
표 30. 스티드의 최대 허용 높이(mm)	81
표 31. 국외 모듈러 건축 기술 개발과 실증 사례	87
표 32. 모듈 디자인 기술	88
표 33. 국외 Prefab 업체의 모듈 사례	89
표 34. 관련 키워드 분석 도표	91
표 35. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제	102
표 36. 유사과제 주요 연구내용	102
표 37. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제 차별화 방안	107
표 38. 전통건축 재료 관련 유사과제	108
표 39. 유사과제 주요 연구내용	108
표 40. 전통건축재료를 활용한 건축자재 개발 기술 및 유사과제 차별화 방안	111
표 41. 모듈러, Prefab/ 공업화건축 관련 유사과제	112

표 42. 유사과제 주요 연구내용_2	112
표 43. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제 차별화 방안_2	115
표 44. 취업자 천명당 연구인력 수 (2013년, 2003년)	118
표 45. 연구수행주체별 전공별 연구원 현황(2014년 기준)	122
표 46. 국가연구시설장비 표준분류 - 데이터 처리장비 및 물리적 측정장비	124
표 47. 연구수행주체별·연구장비분류별 연구기자재 구축현황(2010~14년, 3천만원 이상)	125
표 48. 국내 공공연구기관 주요장비 현황	126
표 49. 독일 Fraunhofer IBP 연구소의 주요부서 및 수행내용현황	126

그림 목차

그림 1. 한스타일 생태건축 친환경자재 및 Prefab 기술 개발 예시	18
그림 2. 한스타일 생태건축의 평가기준 및 품질확보 지원체계 제시	20
그림 3. 건설공사기준 코드체계	33
그림 4. 국가건설기준센터의 건설기준코드 제공 모습	34
그림 5. 공동주택 관리 정보 시스템(www.k-apt.go.kr)의 관리비 정보 조회	35
그림 6. 이상적 성공 지표 설정	41
그림 7. LBC의 로고와 개념	41
그림 8. 웹 기반의 평가 틀	43
그림 9. 평가결과	43
그림 10. 영국 공인 표준 상세	44
그림 11. 영국 고성능 표준 상세	44
그림 12. 국내 연도별 건축물 총 착공현황	46
그림 13. 국내 연도별 목구조 건축물 총 착공현황	47
그림 14. 목조건축자재 판매현황	47
그림 15. 유통중인 목조 구조재 등급별 외형	48
그림 16. 유통중인 목재연결철물 상세	48
그림 17. 국내 목재수급 현황	49
그림 18. 국산재 사용의 이점과 고려사항	49
그림 19. 국내 모듈러 건축 현황	53
그림 20. 모듈러 제작 및 설치 모습	54
그림 21. 하우스타일 시스템	56
그림 22. 하우스타일 주택 사례	56
그림 23. 지붕, 벽체, 바닥 2중 단열공법	57
그림 24. 집의 수명을 올리는 아이템	57
그림 25. 토탈서비스	57
그림 26. IBC code components의 예	60
그림 27. 영국 모듈러 건축 시장의 확대 과정	62
그림 28. 일본의 재료별 공업화주택 시장	62
그림 29. 일본 프리패브 주택 건설실적 비율	62
그림 30. 주요 선진국의 건물에너지소비 증명서	64
그림 31. 미국 EPA의 Radon 가이드라인	64
그림 32. 축열건축의 예(전통구들, Trombe Wall 활용사례)	65
그림 33. 축열벽 시스템의 개념도	66
그림 34. 축열벽 시스템 적용 시의 실내 온열환경 분석	66
그림 35. PCM을 활용한 지붕 구조체 개발 연구의 사례	67
그림 36. NZEB 구현을 위한 PCM 요소기술 모식도	67
그림 37. 일반적인 물결모양 지붕	68
그림 38. PCM이 들어간 단열 지붕	68
그림 39. 지붕층에 따른 실내온도 분석결과	68
그림 40. PCM 적용을 위한 지붕층 콘크리트 구조물의 모식도 및 Mock-up 이미지	69
그림 41. PCM이 들어간 경사 지붕 레이어 모식도	69

그림 42. 냉방시즌 기준 지붕층의 온도변화	69
그림 43. 기성 기능성 건축자재 사례	72
그림 44. nanoPCM이 적용된 wallboard 모식도	72
그림 45. 한지를 이용하여 전통적 공간으로 구성한 ‘통영 용남초등학교’	74
그림 46. 전통 한지와 좌식 문화를 담고 있는 ‘하얏트 리젠시 제주 한실’	74
그림 47. 국내 공업화 주택의 기본설계계획	76
그림 48. 국내 공업화 주택의 설계 고려 단계	76
그림 49. 국내 공업화 주택의 모듈 블록 계획 단계	77
그림 50. 국내 공업화 주택의 모듈별 성능 및 조립 단계	77
그림 51. 상변화물질 적용 건축자재의 축열성능 평가를 위한 장치 모식도	80
그림 52. 개발된 PCM 타일의 모식도 및 사진	81
그림 53. Performance Framework	83
그림 54. 단계별 성능 기준 제시	83
그림 55. 민간시장 제품/ 솔루션으로서의 제안 예시/ (ruralZED™)	84
그림 56. Rural ZED, [The ZeroCarbon House is Ready]/ Page 6	85
그림 57. LCT ONE(집성목 프리패브 중층 오피스)	86
그림 58. LCT ONE(목재 프리패브 파사드 시공)	86
그림 59. Der Weber Haus(목조 리모델링 패시브 하우스)	86
그림 60. Der Weber Haus(목조 인테리어)	86
그림 61. Der Weber Haus(목조 리모델링 패시브 하우스 기초 단면, 외벽 상세)	86
그림 62. Der Weber Haus(단면 및 창호 설치 상세)	86
그림 63. NREL/Habitat ZEH	87
그림 64. NREL/Habitat ZEH_2	87
그림 65. 건축공사표준시방서의 목공사 방법 일부 내용	95
그림 66. 농어촌 표준주택 기본설계도면 예시	95
그림 67. 캐나다 우드에서 간행한 목조건축 규격 및 표준상세	96
그림 68. ICC의 다양한 참여자들의 참여를 유도하는 웹기반 서비스 제공 예	97
그림 69. 캐나다 NBC(National Building Code)에 따른 목구조 상세	97
그림 70. 미국의 기계등급구분 구조재에 대한 등급인	97
그림 71. 블라우에 라구네 주택 전시사진	98
그림 72. 프리컷 가공부재	99
그림 73. 고강도 철물	99
그림 74. 목조 맞춤	99
그림 75. 구조용 집성재	99
그림 76. 고강도 접합철물	99
그림 77. 지진에너지 흡수 패널	100
그림 78. 메탈 터치 접합	100
그림 79. 유닛 구조	100
그림 80. D-NΣQST(디 넥스트) - Σ 형태장치	101
그림 81. Σ 형태장치 단면도	101
그림 82. 전통한옥의 단점과 세부내용	104
그림 83. 한옥기술개발 연구단의 연구내용	105
그림 84. 유사과제 분석결과와 차별성 분석 요약	116
그림 85. 취업자 천명당 연구원(FTE) 수 (2013년기준)	117

그림 86. 노동연령인구 (25세~64세) 천명당 박사학위자 수(명, 2012년)	119
그림 87. 연구원의 취업 부문별 분포 현황 (2013년, FTE 기준 비중)	120
그림 88. 한국 연구원 수 연도별 추이	121
그림 89. 최근 5년간(2010년~2014년) 연구수행주체별 연구시설 장비 투자현황(구축액)	123
그림 90. 최근 5년간(2010년~2014년) 국가연구시설장비 표준분류별 투자현황(구축액)	124
그림 91. 국내 중소기업의 Prefab 경량목구조 건축물 시공 현장의 모습	183
그림 92. 정부지원의 필요성과 연구개발 투자의 시급성	186

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

※ 본 연구는 한스타일 생태건축의 건강성 및 쾌적성 향상을 위해 전통건축재료와 현대적 건축재료의 성능향상, 기능성 부여 및 융합방안을 통해 한스타일 생태건축을 구현할 수 있는 친환경 건축자재를 개발하고, 전통건축양식 및 목조건축의 범주를 포함하여, 품질과 기술/ 가격경쟁력을 향상시킬 수 있는 Prefab 요소기술과 부재를 개발하며, 정량적인 성능평가를 위하여, 한스타일 생태건축 건축자재와 부재의 시험항목과 평가기준을 개발하는데 그 목적이 있음.

- 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

- 전통건축 및 천연의 건축재료를 활용하여 한스타일 생태건축의 친환경성, 인체 무해성의 특징을 수반하는 친환경건축자재 개발 및 전통건축자재의 성능향상
- 전통건축재료의 흡·방습(조습), 유해물질 저방출 등의 성능을 활용한 기능성 건축자재 개발
- 열에너지 저장 기술을 활용한 실내환경 능동형 자기조절 기능성 건축자재 개발

- 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

- 한스타일 생태건축의 치수체계 및 표준 규격 마련
- 한스타일 생태건축의 기술/가격 경쟁력 확보를 위한 Prefab·모듈화 전략개발
- Prefab·모듈화 자재·부재 개발

- 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 개발

- 한스타일 생태건축 자재·부재의 실내환경적 영향성과 구조적인 안정성 검증
- 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 및 평가지표의 개발

1. 세부 기술 정의 및 목표

가. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

- 전통재료의 현대화, 제품화를 위한 연구를 수행하며, 객관적 성능평가를 기반으로 전통건축재료 및 자재의 현대화방안을 도출하고, 한스타일 생태건축의 특징을 반영한 인체 무해성, 친환경성을 구현할 수 있는 전통건축재료를 활용한 건축자재의 성능향상을 목표로 함
- 한스타일 생태건축의 실내환경 쾌적성 극대화를 위한, 전통건축재료를 활용한 친환경 건축자재의 개발
- 대표적 전통건축재료인 황토, 목재, 한지 등을 이용한 건축자재가 개발되어, 현재 활발히 사용되어지고 있으나, 객관적인 성능에 대한 지표는 미흡한 실정이므로, 전통건축재료의 열적성능, 실내환경 영향성에 대하여 정량적인 성능평가를 통해 객관적인 지표를

제시하고, 이를 분석하여 전통건축재료의 활용 방안을 도모

- 전통건축재료의 현대화방안

- 친환경성/ 인체무해성의 뛰어난 성능을 지닌 전통건축재료를 현대적 주거환경에서 적용하기 위해, 적용 부위, 재료의 형태 및 건축자재 개발 등의 연구를 수행하며, 개발되는 건축자재의 실내환경 영향성을 평가하여 현대적 주거환경에 적합한 적용방안을 도출

- 전통건축재료와 현대건축재료와의 융합 및 성능향상 기술

- 시멘트, 석고와 같은 석회질 기반의 대표적인 현대건축재료의 성형성, 시공성, 구조적 안정성 등의 강점과 전통건축재료인 황토, 한지, 목재 등 오염물질 저방출, 흡·방습 조습성능 등의 친환경성, 경제성, 접근성 용이의 장점을 융합하여 한스타일 생태건축 친환경 건축자재를 개발함

- 온열환경 조절 기능성 건축자재

- 전통양식의 주거환경이 친환경적인 성능에도 불구하고, 취약한 온열환경이 가장 큰 단점으로 부각되어, 소비자들의 사용과 선택이 기피되고 있는 실정에서, 이를 보완하기 위해, 고축열 성능의 상변화물질을 현대 건축자재와 융합하여, 실내 온열환경을 능동적으로 조절할 수 있는 기능성 건축자재를 개발하고자 함

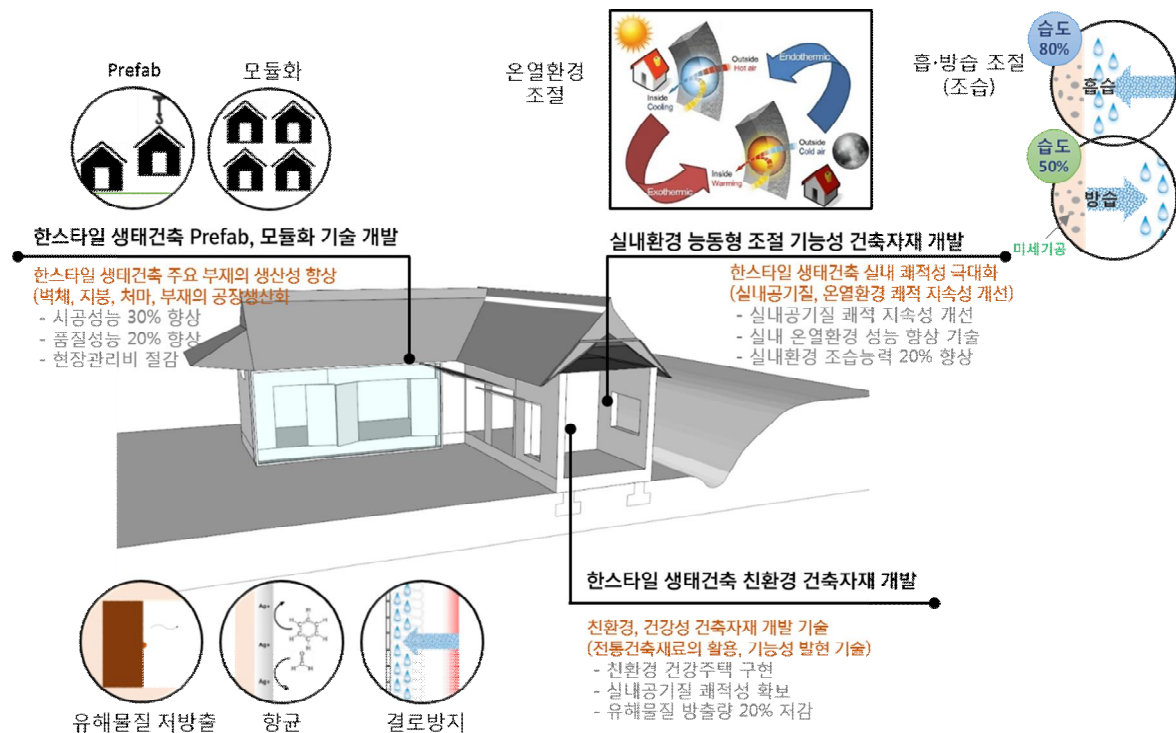


그림 1. 한스타일 생태건축 친환경자재 및 Prefab 기술 개발 예시

나. 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

- 한스타일 생태건축의 모듈화, Prefab의 산업체계를 구축하고, 관련 산업을 성장시키기 위하여, 현재 중소기업 규모로 개발되고 있는 모듈화, Prefab 기술의 부·자재, 부속품 및 공법을 규격화하여 제반기술의 기초 완성을 목표로 하며, 한스타일 생태건축 치수체계를 도출함
 - 국내 목조건축 기준 및 기술의 표준화
 - 국내 목조건축의 기준 및 규격 등에 대해 한스타일 생태건축으로서 표준화체계를 구축 및 추진하고자 함
 - Prefab 전용 부재, 건축자재 개발 및 모듈·부품화
 - 현대적 건축생산체계인 Prefab 및 모듈화를 한스타일 생태건축에 적용 및 산업체계 구축을 통해 관련 기술의 성숙도를 높일 수 있음
 - 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발
 - 한스타일 생태건축 부·자재, 부속품의 유형별 표준설계 가이드라인을 개발 및 보급하여 전통양식기법인 한스타일의 활성화를 추진하고자 함
 - 한스타일 생태건축 Prefab 설계, 시공 상세도 개발
 - Prefab 설계기법, 시공 상세도 마련으로 한스타일 생태건축 설계의 표준화를 추진할 수 있으며 시공 후 균일화된 성능의 발현이 가능하도록 상세도를 개발함

다. 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준개발

- 한스타일 생태건축의 실내환경지표를 도출하여, 한스타일 생태건축의 자재·부재의 실내환경 영향성을 분석할 수 있는 기준 및 평가방법의 개발을 목표로 함
 - 한스타일 생태건축 실내환경 영향성 평가기준
 - 한스타일 생태건축의 최소 품질을 보증하고, 정량적인 에너지성능을 판단 할 수 있는 성능기반의 평가기준 개발
 - 단열성능, 열교 방지 디테일, 기밀성능 등 건물에너지 성능과 관련된 평가기준을 개발하여 최소 건물에너지 성능을 확보하고, 기술규격 및 기준제시를 통해 한스타일 생태건축의 고품질화 고성능화를 목표로 함
 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준
 - 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 자재·부재의 안정성을 확보하기 위하여 압축, 인장, 전단성능 등의 기준 및 평가방법을 개발함
 - 품질확보 지원체계 확립
 - 한스타일 생태건축의 기술지원 및 검증/ 가이드라인 제시/ 성능기준 구축을 통해 설계 및 제작 오류의 발생을 차단하여, 시공과정의 하자 발생을 제어하고, 한스타일 생태건축 기술요소의 확산 및 보급을 도모함



그림 2. 한스타일 생태건축의 평가기준 및 품질확보 지원체계 제시

2절. 연구개발 배경

1. 건강한 실내 환경에 대한 수요 증가

- 현대 도시인은 일상의 90% 정도를 실내공간에서 생활하고 있으며, 웰빙과 실내 환경 쾌적성에 대한 관심의 증대로 인해 건강한 실내 환경을 구성하려는 요구가 증대하고 있음
- 천연소재 의복, 유기농 먹거리, 운동 및 레저 등 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며, 그 일환으로 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 증대
- ‘환경부의 2007년 신축 공동주택 실내공기질 측정·공고 제도 모니터링을 위한 설문조사’ 결과에 의하면, 입주민의 93.5%가 실내공기질을 매우 중요하게 생각하며, 42.9%의 응답자는 실내공기질 개선을 위해 10~50만원을 투자할 의향이 있다고 조사되었음
 - 따라서 주거공간에서 실내공기질의 개선은 최우선적으로 해결해야 할 문제점 중 하나로 대두됨(환경부, 2006~2007)
- 현대인의 실내생활의 질 향상을 위해 주거환경에서 소음·진동, 결로, 누수·방수, 공기질과 같이 주거환경에 밀착된 항목들의 성능을 향상시키기 위한 생활밀착형 주거성능향상과 관련된 연구가 진행 중에 있으며, 건강한 실내 환경에 대한 수요는 지속적인 증가추세에 있는 것으로 판단됨

2. 전통 건축재료에 대한 관심 증대

- 한국의 전통건축은 우리 민족이 반도에 거주한 이래 수천 년 동안 주변 자연환경에 순응하며 발전되었으며, 한국의 지역적 기후특성에 알맞도록 많은 시행착오와 변화과정을 거쳐 우리나라의 자연환경에 가장 적합한 형태와 생태적인 요소와 성능을 가지게 되었음
- 한국의 전통건축은 건물의 배치 및 공간구성 그리고 세부 재료의 사용에 이르기까지 주변의 자연친화적인 생태적인 기법과 천연의 건축자재를 적절하게 사용함으로써 쾌적한 실내환경을 조성하는 형태로 진화하여 생태친화적인 건축으로 발전해 왔음
- 최근 들어 실내환경과 건강에 대한 관심이 증가함에 따라, 건축분야에서도 다양한 형태의 친환경 건축재료, 천연건축재료에 대한 관심이 증가하고 있으며, 흙, 나무, 왕겨, 스트로베일, 우드칩, 왕겨 숯 등 다양한 생태재료를 활용하는 연구가 활발히 진행 중에 있음
- 그 중에서도 국내의 경우, 수급이 용이하고 매장량이 풍부할 뿐만 아니라 원적외선을 방출하고 미생물의 작용과 정화작용, 습도의 조절 및 탈취기능 등의 뛰어난 성능으로 황토가 소비자들에게 주목받고 있으며, 황토방, 황토구들, 황토 마루 및 황토 벽체 등의 형태로 수요와 제품개발이 증가하고 있음
- 또한, 최근에는 한국적 생활문화공간의 개발사례로, 전통적 창호문양과 한지를 활용하여,

실내공간에 적용하려는 연구가 다수 진행되었으며, 이를 토대로 교육시설, 상업시설, 숙박시설 등에 적용하여 한국적 스타일 우수공간으로 구성한 사례가 존재함

표 1. 한국 전통 건축 재료 사례

재료 구분	재료	사용 부위
목재	육송	처마, 공포, 기둥, 벽체, 창호, 대문
석재	화강석	초석, 기단, 석물, 석단, 담장, 대문
	기와	지붕, 담장, 대문
	전돌	기단, 담장
토재	흙, 황토	담장, 벽체
	석회	지붕, 담장
초재	짚	지붕, 담장
지재	한지	창호
금속재	청동	벽체, 장식, 물, 창호

(출처 : 양은지, 김개천, 한국 전통 건축 공간에 나타난 건축 재료의 특성에 관한 연구(2012))

3. 국산재를 이용한 목조건축 활성화 토대 마련

- 국내의 목재 자급률은 2005년 8.8%의 수준에서 2014년 16.7%까지 꾸준히 증가하였으며, 국산재 이용촉진 정책과 국산재 수확시기가 다가오므로 자급률은 더욱 높아질 전망이다
- 또한 외국의 원목 수입 규제 강화로 인해 수입재는 점차 감소하고 있으며, 이에 따라 국산재의 이용정책이 더욱 활발해 질 것으로 전망됨
- 이러한 국가정책, 시기적 요인으로 국산재 활성화 방안에 대한 연구가 진행 중이며, 국산재를 이용한 목구조 건축부재 개발에 관련된 연구가 진행된 바 있으나, 구조적 안전성 검증에 집중되어 있어, 국산재 침엽·활엽 목재의 활용방안 및 부재디테일 개발에 대한 연구가 필요한 것으로 예상됨
- 국산재를 활용한 목조건축의 활성화를 위해서는, 국산재의 구조적인 성능검토를 바탕으로 국내 실정에 부합하는 치수체계 및 규격 도출, 목조건축 Prefab/ 모듈러 산업 양성을 통해 국산재의 목조건축을 활성화시키기 위한 토대 구축이 필요할 것으로 예상됨

4. 국내 목조주택의 수요 증가

- 우리나라의 5,000년 건축역사는 바로 목조건축의 역사이며, 이 지구상에서 가장 오래된 목조건축의 역사를 가지고 있는 나라 중의 하나가 바로 우리나라라고 할 수 있음
- 한국전쟁이후 폐허가 된 국토 위에서 콘크리트 건축문화가 형성되어 전 국토가

콘크리트로 건축되고 있는 실정이지만, 사실 콘크리트 문화의 역사는 40~50년에 지나지 않으며, 최근 들어 획일화된 아파트 공동주택의 주거문화에서 탈피하여, 목조건축 및 전통건축에서 거주하고 싶어 하는 현대인의 관심과 수요가 증가하고 있음

- 이는, 쾌적하고 건강한 주거환경을 요구하는 현대인의 요구가 증대하고 있기 때문이며, 마당, 텃밭 및 옥외공간의 활용이 가능하고 층간소음 등의 문제로부터 자유로운 단독주택을 포함한 저층형 주거단지에 대한 관심으로 이어지고 있음
- 또한, 주 5일 근무제도의 도입이래로 직장인들은 여가 생활에 큰 변화를 맞이하게 되었으며, 휴일의 증가와 더불어 인해 레저·관광과 연계된 원거리 지역의 전원주택에 대한 수요 증가도 목구조 건축물에 관심 증가요인으로 작용하고 있음

3절. 연구개발 필요성

1. 친환경 건축자재 개발의 필요성

가. 친환경건축재료에 대한 수요 증가

- 선진국에서는 이미 오래전부터 환경 친화적이고 지속가능한 개발의 개념을 도입한 환경친화적 건축, 지속가능한 건축, Green Building, 생태건축 등 다양한 이론과 개념으로 지구 환경문제에 대처하면서, 보다 쾌적하고 건강한 건축물을 창출하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있음
- 특히, 각종 건축자재에서 방출되는 오염물질의 실태를 밝혀내고 오염물질이 인체에 미치는 영향을 분석하여, 실내환경을 오염시키지 않는 건축재료의 목록을 포함한 DB를 구축하여 친환경재료의 사용을 유도하고 있음
- 또한, 환경친화적인 건축의 적절한 가이드라인 제시 및 건설촉진을 위한 환경관리기법으로서의 환경성능 평가 제도의 도입 및 시행이 활발히 추진되고 있음
- 향후, 국내에서도 국민의 삶의 질 향상과 웰빙과 친환경 제품에 대한 선호를 고려할 때 건축 재료 시장에서 친환경재료를 소재로 한 제품에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 기대됨

나. 전통건축기술에 대한 관심 증대 및 연구의 필요성

- 전통 건축기술의 공법과 생태친화적인 기법은 지구의 환경 부하를 저감시킬 수 있는 친환경 건축의 유력한 방법 중에 하나이며, 그에 대한 관심이 높아지고 있음
- 향후, 국민의 삶의 질 향상과 웰빙과 친환경 제품에 대한 선호를 고려할 때 건축 재료 시장에서 전통 재료를 소재로 한 제품에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 기대됨
- 국내의 전통적인 건축기술은 5천년 역사 속에서 지금까지 유지되어 내려오고 있으며, 환경친화적인 우수성이 여러 연구를 통해 확인되고 있어 그 잠재 가치는 대단히 높다고 할 수 있으며, 생태건축 기술과 전통의 건축재료는 삶의 질을 높일 수 있는 인간친화형 기술이라는 높은 브랜드 가치 이미지를 부여할 수 있음
- 환경문제가 인류의 생존과 직결된 최대의 현안으로 부각되면서 생태계파괴와 관련된 기존의 건축이 안고 있는 문제를 해결하기 위한 새로운 친환경 건축의 필요성이 대두되고, 새집증후군의 원인이 되는 건축자재나 벽지 등에서 나오는 유해물질을 예방할 수 있는 전통 친환경 건축 재료에 대한 요구가 증대되고 있음
- 현재 국내에서 적용하고 있는 친환경 및 기능성 건축자재의 개념은 폼알데하이드와 휘발성 유기화합물, 툴루엔 등 인체에 유해한 물질이 저감된 정도에 관해 등급화한 것을 말함

- 황토, 숯, 규조토 등의 자연소재를 혼합해 오염물질 저방출 및 기능성을 목적으로 한 건축 자재를 개발한 사례가 다수 존재하나 기능성에 대한 성능검증이 미흡하여 이에 대한 검증이 요구되고 있음
- 특히, 전통건축재료를 활용하여 개발된 건축자재의 경우, 그 성능에 대한 객관적인 지표가 정립되어 있지 않고, 성능 평가가 미흡한 실정이기 때문에 한스타일 생태건축에서 전통건축재료를 활용한 건축자재의 객관적인 성능 검증이 필요한 실정임

다. 전통 건축 및 목조건축의 실내 온열환경 쾌적성 향상

- 전통양식의 주거환경이 친환경적인 성능에도 불구하고, 취약한 온열환경이 가장 큰 단점으로 부각되어, 소비자들이 사용과 선택이 기피되고 있는 실정에서, 이를 보완할 수 있는 단열성능향상기술, 기밀성 확보, 열교차단 등 요소기술 및 건축자재 개발이 필요한 상태임
- 또한, 전통건축 및 목조건축은 콘크리트 구조체의 건축물보다 낮은 축열성능으로 인하여 외기온도에 대하여 냉·난방부하가 크게 변동하는 단점을 가지고 있기 때문에, 구조체의 축열성능을 강화하여 외기온도에 대한 부하를 저감시킬 수 있는 연구가 필요함
- 최근 상변화물질을 이용한 열에너지 저장 기법인 잠열 축열을 통하여 여름철 피크부하, 냉방부하나 겨울철 난방부하 절감에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 전통양식의 건축 및 목조건축에서도 이를 활용하여 온열환경을 개선하기 위한 연구가 필요할 것으로 판단됨
- 고성능의 한스타일 전통건축의 온열환경 쾌적성 향상을 위해서 전통재료를 이용한 고성능 단열 뿐 아니라, 현대적 에너지 절감 기법인 상변화물질의 에너지 저장을 이용한 건축물의 축열성능에 대한 연구는 필수적인 요소라고 판단됨

2. Prefab 부재·자재, 모듈러 기술 개발

가. 전통 기술의 과학화와 세계적 수준의 원천기술 확보의 필요성

- 세계 기후변화 협약에 따른 온실가스 배출 저감을 위한 저에너지 건축기술의 확대로 유럽 기술 중심의 고성능 건축 자재 시장 및 패시브 건축 기술의 성장
- 계절 변화가 뚜렷한 기후적 특성을 활용하여 유럽의 난방에너지 절감 중심 기술과 냉방에너지 절감을 위한 전통기술을 접목한 통합적 친환경건축 기술 개발의 필요성
- 지속적인 시장 확대가 예상되는 중국, 동남아시아, 중동 지역의 친환경건축 시장을 선도할 수 있는 원천기술 확보 및 기술 수출 전략의 필요성

나. 건설산업 사회적, 자연적 환경변화에 따른 공기단축 및 공장제작 필요성 대두

- 기존 현장채용 임시직 형태의 건설인력 고용구조를 공장채용 정규직 형태로의 고용의 질 및 건설생산성 제고의 필요성

- 숙련된 건설인력 구인난 및 기존 전문 인력의 고령화
- ※ 건설기능인력 수급 부족 : 73천명(2010년) → 145천명(2013년)
- 건설 기능인력의 노무비 상승으로 인한 건설원가 부담 증가
- ※ 2000년 이후 국내 생산자 물가 연평균 3~4% 상승, 건설노무비 5~7% 상승
- 건설행위에 대한 분쟁이 지속적으로 증가 → 건설공기지연 및 원가상승의 원인
- 지구온난화와 이상기후에 따른 현장공사불능일수(폭염, 강우, 결빙) 증가
- ※ 서울지역 공사불능일수: 68일(1970년대) → 83일(1990년대) → 91일(2000년대)

다. 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 확보를 위한 Prefab 산업체계 구축

- 전통문화와 이의 현대화를 통한 국가 브랜드 가치향상과 고유한 주거문화에 대한 관심, 친환경 건강주택으로서의 가능성 등 한옥 및 신한옥의 잠재적 수요는 높은 상황임
 - 최근 한옥에 거주하기를 희망하는 잠재적 수요가 40%에 육박하는 등 한옥 및 전통가옥에 대한 관심이 높아지고 있음
- 기존 한옥R&D에서 추진한 ‘보급형 한옥 모델’ 개발은, 한옥 시공의 단가를 절감시키는 중요한 시도의 의미가 있으나, 그 자체로 시장성을 갖춘 주택모델로 기능하지 못했음
 - 한옥양식에 대한 잠재적 수요자의 재산수준이 중산층인 점, 소유하고자 하는 한옥의 미학적 수준이 높은 점을 고려할 때, 저가의 재료·시공 방식으로 한옥은 주택시장에서 경쟁력 확보가 현실적으로 불가능할 것으로 예상됨
 - 한옥 연구 R&D의 연구개발이 기술적 성능향상과 공사비 절감측면에서는 소기의 성과를 거두었으나, 실제로 시장에서 작동이 가능하고 산업화를 통해 한옥공급의 저변을 확대하는 데에는 부족하였음
- 유럽과 일본의 경우 Prefab 목조주택이 활성화 되어있으며, 이는 사용자에게 불확실성(품질, 성능보증)의 제거와 투명한 가격형성의 이점으로 제공되고 있음
- 한스타일 생태건축 모델을 보급함에 있어, 재료생산, 시공단계에서의 원가절감은 필수적이며 모듈러·부품화를 통한 원가절감이 필수적일 것으로 예상됨

3. 한스타일 생태건축 자재·부재 규격 확립

가. 한스타일 생태건축의 치수체계 확립

- 국내 목조건축은 90년대 들어서 북미식의 목조주택이 보급되기 시작되어 일반인들에게 알려지기 시작하였으며, 1997년 KS F 3020 (침엽수 구조용재)와 KS F 3021 (구조용 집성재) 규격이 제정되고 1998년도에는 구조용재의 휨 시험 방법, 육안등급구분 방법, 허용성질 결정 방법 등의 시험규격이 제정되어져 왔으나, 국내의 현대 목구조의 역사는 다소 짧은 상태이며 대부분의 규격과 기준도 북미식의 기준을 참고하여 제정되어 있는 실정임

- 한스타일 생태건축을 구현함에 있어 북미식 기준 및 규격이 아닌 한스타일 생태건축의 치수체계의 구축과 국산재의 적용은 필수적인 요소로 판단되며, 국내 실정에 적합한 기준 및 규격이 부재인 상태를 해소하기 위한 제반연구의 수행이 이루어져야 한다고 판단됨
- 따라서 한스타일 생태건축의 세계적 경쟁력 확보, 정체성 강화 측면에서 국내산 침엽수 구조재의 평가를 통한 한스타일 치수체계를 확립할 필요가 있음

나. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발 필요성

- 목조건축물의 낮은 축열성능을 보완하기 위해, 현재 상변화물질의 높은 축열성능을 이용한 건축물의 온열환경 및 에너지성능 향상을 위한 건축자재 개발이 활발히 이루어지고 있지만, 건축자재의 축열성능 평가기준 현재 전무한 상황이며, 연구실 규모의 평가만 이루어지고 있는 실정임
- 건축물의 축열성능은 실내 온열환경 쾌적성 및 건축물 에너지 부문에서 지배적인 역할을 미치기 때문에 이에 대한 객관적인 성능평가가 반드시 이루어져야 할 필요가 있음
- 기존 Prefab, 모듈러 건축에서는 철골조, 콘크리트 구조방식이 주로 개발되었으며, 공급자 측면에서 생산방식에 대한 효율성 위주의 기술개발이 주로 이루어져, 거주공간의 쾌적성 향상을 위한 기술개발과, Prefab 목조주택의 거주자 쾌적성을 평가할 수 있는 기술개발이 이루어져야 할 것으로 판단됨
- 국산재를 적용한 한스타일 생태건축의 유형개발과 더불어, 한스타일 생태건축의 치수체계를 갖춰가기 위해서는, 치수체계에 따른 국산재 목재의 구조적인 성능과, 결구법의 안전성, 연결철물이 요구하는 성능치가 도출되어야 하며, 한스타일 치수체계의 자재·부재의 성능을 평가할 수 있는 방법과 기준의 정립이 필요함

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019)

- 실내공기질 관리가 중요해짐에 따라 ‘실내공기질 관리 기본계획(5년)’ 수립이 법정화 됨(2014. 3. 실내공기질관리법 개정)
 - 「환경보전종합계획」과 연계해 실내공기질 관리 정책방향 및 세부 추진계획 등 제시
- (비전 및 목표) “국민이 안전하고 행복한 실내 환경 조성”을 비전으로 2019년까지 실내공기 오염도 10% 이상 저감을 목표로 함

표 2. 2019년도 실내공기질 관리 목표

구 분	‘13년도	‘19년도
[다중이용시설] ▪ 미세먼지 평균농도 ▪ 실내공기 기준초과율	▪ 48.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ▪ 7.0%	▪ 43.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Δ 11.7%) ▪ 6.2%(Δ 11.4%)
[신축공동주택] ▪ 폼알데하이드 평균농도 ▪ 실내공기 기준초과율	▪ 60.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ▪ 14.8%	▪ 55.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Δ 9.5%) ▪ 12.0%(Δ 18.9%)
[자발적 관리기반 조성] ▪ 실내공기 관리 우수시설 인증 ▪ 취약계층(영세 어린이집 등) 공기질 진단	▪ 22개소 ▪ -	▪ 150개소 ▪ 1,000개소
[실내오염원 관리] ▪ 건축자재 관리	▪ 사후관리체계 (사후샘플조사)	▪ 사전관리체계 (사전시험)

(출처: 환경부, 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019))

- 중점 추진 내용
 - 신규 실내오염물질 관리체계 마련(미세먼지, 라돈, 미생물, 실내금연)
 - 실내오염원 사전 예방적 관리 강화(건축자재, 목질 판상제품, 대중교통 차량 내장재, 환기설비)
 - 다중이용시설 등의 관리체계 합리적 개편
 - 건강영향 사전 관리
 - 실내공기질 관리기반 선진화

나. 실내공기질 관리제도

- 현행 실내공기질 관리는 환경부, 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등 4개 부처에서 분산 관리
 - 환경부: 다중이용시설(어린이집, 지하역사 등 21개 시설군), 신축공동주택 및 대중교통 차량의 실내공기질 관리
 - 기타 관계부처: 교육부, 고용노동부, 보건복지부 등은 개별법에 따라 학교, 사무실, 공중이용시설(공연장, 실내체육시설 등) 등의 실내공기질 관리

표 3. 부처별 실내공기질 관리현황(2015)

구 분	환경부	교육부	고용노동부	보건복지부
관리대상	- 다중이용시설 - 신축공동주택 - 대중교통차량	- 학교	- 사무실	- 공중이용시설 (공연장, 실내 체육시설 등)
근거법	- 실내공기질 관리법	- 학교보건법	- 산업안전보건법	- 공중위생관리법
관리자 의무사항	- 공기질 측정 및 관리 - 관리기준 준수 의무 - 관계자 교육 - 기타 오염물질 방출 건축자재 사용금지	- 공기질 측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수	- 공기질 측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수 - 오염물질방출 건축자재 사용금지	- 관리기준 준수
관리기준	- 10개 항목(PM10, CO2, 폼알데하이드, 총부유세균, CO, NO2, VOCs, 라돈, 석면, 오존)	- 12개 항목 (진드기 등 추가)	- 9개 항목 (라돈 제외)	- 4개 항목 (PM10, CO2, HCHO, CO)
관리방법	- 지자체 점검 - 위반 시 과태료, 개선 명령 등	- 학교장 자체 점검 - 위반 시 시설보완 등 필요 조치	- 지도 및 권고 - 위반 시 제재 없음	- 지자체 점검 - 위반 시 개선 명령 등

(출처 : 환경부, 실내공기질 관리 기본계획(2015~2019))

다. 환기기준

- 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제11조 제11항
 - 공동주택의 환기설비 기준: 신축 또는 리모델링하는 100세대 이상의 공동주택, 100세대 이상의 주택을 포함한 동일 건축물은 시간당 0.5회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치

라. 건강친화형 주택 건설제도

- 오염물질이 적게 방출되는 건축자재를 사용하고 환기 등을 실시해 새집증후군 문제를 개선함으로써 거주자에게 건강하고 쾌적한 실내 환경을 제공할 수 있도록 일정 수준 이상의 실내공기질과 환기성능을 확보한 주택으로, 의무기준을 모두 충족하고 권장기준 중 2개 이상 항목에 적합한 주택

- 사업주체가 주택법 제16조 제1항에 따라 500호 이상 또는 500세대 이상을 신축 및 리모델링하는 경우, 주택과 그 부속 토지는 건강친화주택으로 건설
- 자재 성능 기준 중심, 환기에 대한 기준 미비, 시공과정에서의 기준 중심

표 4. 의무기준

구분	평가내용 및 기준	평가방법
친환경 건축자재의 적용	실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용	소형챔버법
	7일후 TVOC 방출량 0.10mg/m ³ ·h 이하(단, 실란트는 0.25mg/m ³ ·h 이하), 7일후 HCHO 방출량 0.015mg/m ³ ·h 이하	
환기의 시행 (Flush out)	적정 온습도 조건의 유지, 시행시기의 준수, 외기도입량	
	실내온습도 섭씨 16도 이상 실내상대습도 60% 이하로 유지하여 실시, 가구설치 완료부터 입주 전까지, 1제곱미터 당 400m ³ 이상의 신선한 외기를 지속적으로 공급	
환기성능 확보	단위세대 환기성능의 효율적 확보	
	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에 고지된 기준에 적합한 자연환기설비, 기계환기설비, 혼합형(하이브리드) 환기설비	
환기설비 성능검증 (TAB)	에너지 효율적인 환기설비의 도입, 환기효율(실별 균일 환기량 확보), 환기설비의 효율적인 유지관리 방안, TAB의 시행	대한설비공학회 공동주택 환기설비 TAB에 적합하게 시행
	각 실의 환기량은 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 11조에 따른 환기기준으로 하되, 실별 편차 25% 이내로 유지	
입주 전에 설치하는 친환경 생활제품의 적용	친환경 불박이 가구 및 전자제품의 오염물질 방출량	KS X ISO, IEC 28360 KS I 2007
	(가전제품) TVOC 방출량 4.0mg/m ³ 이하, HCHO 방출량 0.03mg/m ³ 이하 (불박이가구) 7일 후 TVOC 방출량 0.25mg/m ³ 이하, 7일 후 HCHO 방출량 0.03mg/m ³ 이하	
건축자재, 접착제 등 시공·관리 기준	시공면의 적정 표면 온습도 유지, 적정 평할도 유지, 청결유지, 적정 실내 시공온도 유지	ISO24353, KSF2611, ISO16000-23, ISO16000-24, KSI3546, KSI 3547, ASTM D 6329, ASTM G-21, JIS Z 2801
	(흡방습건축자재) 흡방습량 65g/m ² 이상(흡습량과 방습량의 평균치. 단, 흡습량과 방습량의 편차가 20% 이내이어야 함) (흡착건축자재) 흡착률 65%이상, 적산흡착량 : 톨루엔 28,000μg/m ² 이상, 폼알데하이드 6,500μg/m ² 이상 (항공팡이건축자재) ASTM D 6329 : 항공팡이저항성 1.0log (CFU) 이하, ASTM G 21 : 0등급 이상 (항균건축자재) 항균활성치 2.0 이상	

표 5. 권장기준

구분	평가내용
흡방습 건축자재 적용	실내습도를 조절할 수 있는 흡방습 성능을 갖는 건축자재의 적용
흡착 건축자재 적용	유해화학물질의 흡착성능이 있는 건축자재의 적용
항공팡이 건축자재 적용	항공팡이 성능이 있는 건축자재의 적용
항균 건축자재 적용	항균 성능이 있는 건축자재의 적용

마. 국내 친환경 건축자재 인증제도

○ HB 마크제도

- 국내 대표적인 친환경 건축자재 인증제도로써 사단법인 한국공기청정협회에서 운영하는 건축자재 민간인증제도
- 바닥재, 벽지, 판넬, 실란트, 접착제, 페인트 등 825 종의 건축자재가 인증을 받아 친환경 건축자재로 분류되고 있음
- 건축자재의 HB마크 등급에 따라 오염물질 방출 수준을 소비자가 인지

표 6. HB 마크제도 건축자재 인증등급

단위(mg/m²·h)

구분		일반자재, 페인트, 퍼티	접착제	실란트
 최우수	TVOC	0.10 미만	0.10 미만	0.25 미만
	5VOC	0.03 미만	0.03 미만	0.075 미만
	HCHO	0.010 미만	0.010 미만	0.010 미만
	CH ₃ CHO	0.010 미만	0.010 미만	0.010 미만
 우수	TVOC	0.10이상~0.20 미만	0.10이상~0.30 미만	0.25 이상~0.75 미만
	5VOC	0.06 미만	0.09 미만	0.22 미만
	HCHO	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만
	CH ₃ CHO	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만	0.010 이상~0.030 미만
 양호	TVOC	0.20 이상~0.40 미만	0.30 이상~0.60 미만	0.75 이상~2.5 미만
	5VOC	0.12 미만	0.18 미만	0.75 미만
	HCHO	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만
	CH ₃ CHO	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만	0.030 이상~0.050 미만

※ 5VOC: 신축 공동주택의 실내공기질 물질[벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌]


※ 5VOC에서 Toluene 은 0.080 mg/m²·h 미만이어야 한다.

※ 실란트의 경우 환경부 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법 시행규칙 [별표 5] 건축 자재에서 방출되는 오염물질 총휘발성유기화합물(TVOC)이 1.5mg/m²·h 미만이어야 한다.

○ 환경마크제도

- 환경부와 한국환경산업기술원에서 운영하는 국가공인제도
- 환경마크제도는 동일 용도의 제품 중 생산 및 소비과정에서 오염을 상대적으로 적게 일으키거나 자원을 절약할 수 있는 제품에 환경마크를 표시하여 제품의 정확한 환경정보를 소비자에게 제공하고, 기업이 소비자의 선호에 부응하는 환경제품을 개발, 생산하도록 유도하는 제도이며 인체에 대한 건강정보보다 환경부하저감에 대한 측면이 강조된 제도임
- 2015년 12월 기준으로 167개 대상제품군에 대한 인증기준이 환경마크제도에서 운영되고 있으며, 해당인증 기준의 적용범위에 적합한 제품은 인증신청을 할 수 있음

표 7. 친환경건축자재 도안과 인증대상 제품군의 예(환경마크제도)

인증 마크	마크 도안	인증대상 제품군
친환경 건축자재		페인트, 벽지, 보온·단열재 및 흡음재, 건설용 방수재, 투수콘크리트 제품, 실내용 바닥 장식재, 조립식 바닥 난방시스템, 벽 및 천장 마감재, 층간 소음 방지재, 창호, 접착제, 장식용 합성수지 시트, 이중 바닥재, 장식용 섬유 제품, 초배지, 장식용 인조피혁

바. 건설 기술 표준화

○ 주택기술 표준화

- 국내 공동주택의 경우 일정수준 표준화되어 있지만 단독주택 중심인 저층주택의 경우 표준화가 미흡한 상황
- 현재 국내에 보급되고 있는 목구조 저층형 주거건축물은 대부분의 자재·부재를 북미에서 수입하여 시공되어지고 있으며, 관련 규격 또한 북미의 목구조방식을 따르고 있어, 국내 목구조 치수체계의 도출과 산업체계의 표준 및 규격의 설정이 필요한 실정

○ 코드체계 정비사업

- 국내 건설산업은 관련 제도와 정책에 있어 상호 부합되지 않는 규제나 특정 성능을 중심으로 하는 과도한 규제가 일부 존재하며, 특히 타 산업에 비해 건설산업은 국제 표준화와 부합성이 낮기에 국제 경쟁력 측면에서 낮은 효율성을 보임
- 이를 해소하기 위해, 현재 국내 건설공사 기준 코드체계를 767개의 코드 단위로 표준화하여 정비하는 사업이 현재(2014~2016년) 진행 중
- 표준화된 코드체계를 통해 23개의 기준 관리주체들이 제각각 기준을 관리하여 적시 개정이 어렵고 중복 및 상충되는 문제 해결을 기대
- 건설산업 기술경쟁력을 제고하는 기반 마련, 해외건설 진출확대, 공사비 절감 및 이용자 편의 제고 등을 기대

설계기준 코드체계
Korean Design Standard : KDS



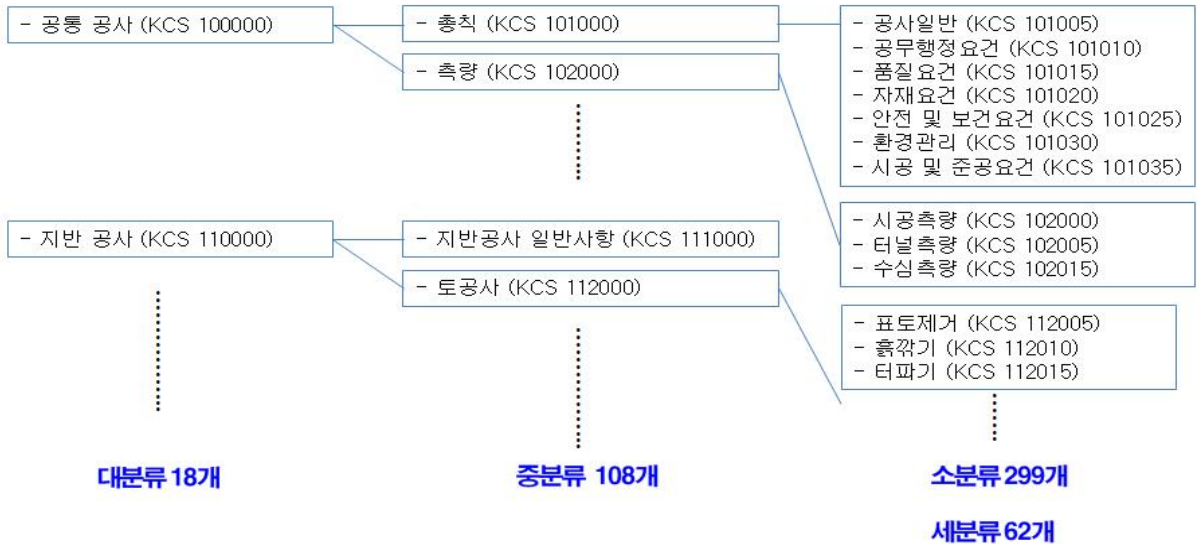
대분류 18개

중분류 89개

소분류 173개

<설계기준 코드체계>

시공기준 코드체계
Korean Construction Specifications: KCS



대분류 18개

중분류 108개

소분류 299개

세분류 62개

<시공기준 코드체계>

그림 3. 건설공사기준 코드체계

○ 국가건설 기준센터

- 국토교통부 산하의 국가건설기준센터를 통해 건설코드에 대한 정보를 제공하고 있음

HOME > 건설기준코드

건설기준코드

설계기준, 표준시방서 내용을 열람할 수 있습니다.



☑코드 보기

검색

설계기준
공통편
[10 00 00] 공통 설계기준
[11 00 00] 지반 설계기준
[11 10 00] 지반설계 일반사항
[11 30 00] 연약지반 설계기준
[11 44 00] 공돌구
[11 50 00] 기초설계
[11 50 05] 얇은기초 설계
[11 50 10] 얇은기초 설계기준
[11 50 15] 깊은기초 설계
[11 50 20] 깊은기초 설계기준
[11 50 25] 기초 내진설계
[11 50 30] 진동기초
[11 60 00] 앵커
[11 70 00] 비탈면 설계
[11 80 00] 옹벽설계
[14 00 00] 구조 설계기준
시설물편
사업편

건설기준 내용 신규 건설기준 비교 제·개정 연혁

KDS 11 30 05

얇은기초 설계기준

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 장은 기초의 근입깊이가 작고 상부 구조물의 하중을 기초하부 지반에 직접 전달하는 확대기초, 복합기초, 벽기초 및 전면기초에 적용한다.
(2) 얇은기초의 설계는 다음 사항을 검토하여 결정한다.
① 기초지반이 전단파괴에 대하여 안전하도록 한다.
② 과도한 침하나 부등침하가 발생하지 않도록 한다.
③ 기초가 경사진 지반에 설치될 경우 기초하중에 의한 비탈면 활동이 발생하지 않도록 한다.
(3) 기초구조물에 작용하는 하중은 그 지속시간에 따라 지속하중과 일시하중으로 구분하며,

그림 4. 국가건설기준센터의 건설기준코드 제공 모습

사. 품질확보와 관련된 정책 개선

- 건축기본법에 따라 5년 주기로 건축의 품격 및 품질향상, 도시경관 향상 등 건축정책에 관한 기본계획을 수립하고 있으며, 현재 제2차 건축정책기본계획(2015~2019) 기간에 해당
- 품질관리 제도의 변천
 - 품질관리 제도는 품질과 안전을 확보함은 물론 품질을 향상시키고 예상되는 하자를 미연에 방지함으로써 건설 및 운영관리 비용 절감을 목적으로 함
 - 국내 건설품질관리 관련 제도는 1984년 건설업법 제36조에 법적 제도로 명시된 이후 1996년에 건설기술관리법 제24조로 제명이 변경되었으며 최근까지 개정이 이루어짐
 - 건설공사가 국내에 미치는 경제적인 발전과 국민의 복지에 차지하는 비중 및 중요성을 생각할 때 건설관리 관련 제도는 비교적 늦게 도입된 것으로 판단되며 국내 건설산업의 특성을 반영하지 않고 국제규격을 도입함으로써 많은 어려움이 존재하고 있음

표 8. 건설공사 품질관리 제도의 변천

연도	내용
1963. 12.	민간부문 건축감리제도 도입 (건축법)
1987. 10.	건설공사 품질관리제도 도입 (건기법)
1987. 10. 24.	건설공사의 품질관리제도 도입 (건기법)
1990. 01.	공공부문 감리제도 도입
1995. 01.	설계감리제도, 설계 등 경제(VE) 검토 도입
1997. 01. 13.	건기법에 국제품질관리규격인 품질보증시스템 도입
1999. 01.	품질검사전문기관 지정제도 도입
2004. 12. 31.	품질경영시스템(ISO 9001:2000) 반영
2005. 01.	설계 등 경제성(VE) 검토 의무화
2007. 11.	레미콘, 아스콘 품질관리지침 개정
2007. 12.	품질검사전문기관 등록기준 개정
2008. 03.	주요건설자재 품질인증제품 사용 의무화(레미콘 등)
2008. 12.	레미콘, 아스콘 공장점검 매뉴얼 작성 및 배포
2010. 12. 28.	건설공사 품질관리지침 제정
2011. 07. 21.	레미콘, 아스콘 품질관리지침 개정

○ 건축품질정보 e시스템 확대

- 건축 통합 전산 시스템(조상규박사)
- 공동주택 관리 정보 및 관리비 공개



그림 5. 공동주택 관리 정보 시스템(www.k-apt.go.kr)의 관리비 정보 조회

○ 대한민국 건축명장제도 육성

- 현재 산업현장에서 15년 이상 종사하면서 관련 산업 및 기술발전에 크게 공헌한 장인을 선정하는 대한민국 명장제도를 운영
- 건축명장은 국내 최고의 중·소규모 시공사를 선정하는 시상제도로, 「2015 건축명장」은 신규명장 12개와 명장유지 17개사 등 총 29개 건설사가 선정
- On-demand식 주문형 경제체제가 건축에 적용됨에 따라 맞춤형 설계가 가능한 검증된 건설사의 수요가 점차 많아질 것으로 전망

- 건축명장제도는 신규 명장 + 명장 유지로 나누어 평가함으로써 정책 변동에 따라 검증된 명장을 선정해 제도적 신뢰도를 높이고 있음
- 건축명장제도를 육성하여 소비자들의 불신 해소와 고품질의 주택 보급

표 9. 대한민국 건설명장 등록 업체

구분	업체명	비고
명장 유지	(주)스튜가 목조건축연구소, (주)씨스페이스 건설, 씨앤오, 설(주), (주)이안알앤씨, 장학건설(주), (주)코렘시스, 기, 건설(주), 다산건설 엔지니어링(주), 예간종합건설, (주)예지인종합건설, 코아즈건설(주)	2012년 ~ 현재
	기로건설(주), 다산건설엔지니어링(주), 예간종합건설, (주)예지인종합 건설, 코아즈건설(주)	2013년 ~ 현재
	(주)다짐, 석장건설(주), 시스홈씨엔엘(주), 자담건설(주), 제이아키브건설(주), 효상건설기, 건설(주), 다산건설 엔지니어링(주), 예간종합건설, (주)예지인종합건설, 코아즈건설(주)	2014년 ~ 현재
신규명장	강산건설(주), 경민산업(주), 공정건설(주), (유)엔도종합건설, (주)일공일톱, (주)지디에이치, 진건종합건설(주), 참건축(주), 태백건설, (주)태인건설, (주)투고건설, (주)풍산우드홈	2015년 신규 선정

- 서울시는 건축명장과 연계해 ‘올해의 건축명장’ 을 시상함으로써 수주와 기성 실적으로만 평가하는 시공 중심 건설문화를 벗어나 장인정신을 기반으로 하는 근본적인 건축정신을 추구하는 건축제도를 장려하고 있음
- 서울시 주민참여형 주택개량 사업 시공분야 상담반에 건축명장을 추가함으로써 실질적인 맞춤형 주택개량 사업을 실시하고 있음
- 2015년 9월 기준, 한옥명장 및 명품한옥 인증제를 도입해 창의적이고 삶에 편리한 한옥건축을 유도하고, 목재유통센터·한옥공장 및 한옥교육원을 건립할 예정인 횡성군과 협업해 지속가능한 한옥산업 생태계를 구축할 계획임

아. 공업화 주택의 촉진 정책

- 국토교통부의 주요 정책 중 ‘ 서민에게 적합한 실용주택’, ‘임대단지 여유부지에 임대주택 건설’, ‘해외건설 5대 강국 진입’, ‘청년층 주거지원 강화’, ‘주택건설공급 활성화를 위한 규제 완화’ 등은 공통적으로 모듈러 및 공업화주택의 건축 시스템을 활용하여 정책목표 달성이 가능함
- 국토교통부는 위와 관련하여 모듈러 주택의 활성화를 위해 기존 공업화주택 인정제도를 개정함
- 공장제작이 주를 이루는 모듈러 건축기술은 건축 구조체 및 부품의 재활용 및 재사용을 기본 개념으로 설정하고 있어 건축 폐기물을 최소화 할 수 있는 자원순환형 건설이 가능하며, 온실가스 배출과 환경부하 저감에 대한 사회적 요구를 반영 할 수 있음

2. 국외 정책동향

가. 거주 가치 향상

- 해외의 국가 경쟁력을 비교하는 척도가 경제 수준에서 국민 삶의 질 수준으로 변화하고 있는 추세임
 - 캐나다 웰빙지수(CIW), 호주 향상지수(MAP), 프랑스 행복지수(GDH), 영국 웰빙지수(MNW), UN 국민총행복지수(GNH) 등

나. 실내공기질 관련 제도

- 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, 이하 EPA)
 - 실내공기질 전담부서로 실내환경과(Indoor Environments Division, IED)를 두고 있으며, 실내환경 문제와 실내오염 물질로 인한 인체건강 위험, 인체 노출을 저감하는 방법 등에 관한 연구를 수행하고 이를 일반에게 교육시키는 기능을 담당
 - EPA의 오염물질별 규제의 경우 담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS), 라돈, 석면, 납, 휘발성 유기화합물, 살충제 등 총 6가지를 중요한 오염물질로 간주하고 있음(EPA, supra note 16)
- 독일
 - 실내공기질에 대한 종합적인 입법은 존재하지 않지만 연방환경청에 설치된 실내공기위생위원회(AOLG)의 위원들로 구성된 임시위킹그룹에 의해 권고기준의 형태로 설정
 - 권고기준은 I(RW I-현재 건강에 위해를 초래하지 않는다고 판단되는 특정 화학물질 농도), II(RW II-일정시간 이상 노출되면 인체 건강에 해로울 수 있는 농도)로 나뉘어 설정
- 프랑스
 - 실내공기질 관리를 위한 종합적인 입법은 존재하지 않지만 다수의 법령에서 간접흡연, 우레아폼(Urea-foam), 라돈, 공기배출량 등을 규제
- 일본
 - 실내공기질 관리에 관한 법률로는 「대기오염방지법, 건축물기본법, 주택의 품질확보의 촉진 등에 관한 법률, 건축물에서의 위생적 환경의 확보에 관한 법률, 학교보건안전법, 건강증진법, 노동안전위생법」 등이 있음
 - 주요 관리대상 오염물질은 건축물 환경위생관리기준의 경우 부유분진, 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 온도, 상대습도, 기류, 폼알데하이드 등 총 7개 항목,
 - 학교환경위생기준의 경우 환기(환기기준 CO₂는 1,500ppm 이하), 온도, 상대 습도, 부유분진, 기류, 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 휘발성유기화합물 (폼알데하이드, 톨루엔, 자일렌, 파라디클로로벤젠, 에틸벤젠, 스티렌), 진드기 또는 진드기 알레르겐에

대한 기준을 적용하고 있음

- 건강증진법에서는 「직장에서의 흡연대책을 위한 가이드라인」 제정하여 흡연으로 인한 담배연기 확산을 방지하고 간접흡연을 막기 위하여 노력하고 있음

○ 대만

- 2005년 초반 「실내공기질 권장치」를 제정해 실내 장소를 취약계층과 다중이용시설 두 가지로 나누어 관리하며, 2012년 11월 「실내공기품질관리법」을 시행
- 규제대상 오염물질로 이산화탄소(CO₂), 일산화탄소(CO), 폼알데하이드, 휘발성유기화합물, 세균, 곰팡이, PM10, PM2.5, 오존, 온도 등 총 10개 항목을 관리하고 있음

표 10. 주요국가의 환기기준 규정

국가명	주거용 건물	사무소 및 학교 건물
미국	ASHRAE 62-2003 Ventilation for acceptable air quality	
일본	Japanese Building Standards(국토교통성 건축기준법), SHASE S102-2003	
유럽연합	prEN 1752 : Ventilation for Building-Design Criteria for the Indoor Environment(1996)	
벨기에	NBN D50-001:Ventilation system for housing. 1991	NBN B 62-003 Heat loss calculation
캐나다	CSA Preliminary Standard F326.1 M1989, ASHRAE 62.1-2 Ventilation for acceptable indoor air quality	NRCC No. 22432 Measurement for energy conservation in new buildings. 1983/ ASHRAE 62.1-2 Ventilation for acceptable indoor air quality
덴마크	DS 418 Calculations of heat loss from building : 1977	Danish Building Regulations 1982
핀란드	D2- Indoor climate and ventilation in building, Regulation and Guideline National building code of Finland	Indoor climate and Ventilation in buildings, regulations and guideline, 1985/ D2-National building code of Finland. 1987
프랑스	French regulation for ventilation of dwellings	Cahiers du CSTB No 2286-OCT. 1988
독일	DIN 1946 Part 2(1995) VDI 2088 Ventilation of Dwelling,1976	DIN 1946 Part 2 (1995) VDI Ventilation rules, 1983
이탈리아	Ministerial Decree 05.05.75 Ventilation requirements for residential building	Ministerial Decree 04.02.76 Ventilation requirements for schools
네덜란드	NEW 1087 Ventilation in dwellings NNI 1991	NRR 1019- Ventilation in school buildings
노르웨이	Norwegian Building code Chapter 47, Ventilation and installation. 1987	NS3031 Energy and power demands for heating of building Calculation rules
스웨덴	BSF1988:18 Chapter 4:1 Air Exchange. National Board of Housing building and planning.	Standards BFS 4:1 Air Exchange. National Board of housing building and planning.
스위스	SIA 384/2 Heating load calculation 1980/ SIA 382/1 Ventilation and AC plants 1992	SIA 382/1 Ventilation and AC plants 1992.
영국	Building Regulations Parts F : Ventilation(1995) British Standards BS 5820:1979 Code of Practice for mechanical ventilation and air conditioning in building./ British Standard BS 5925:1991 Code of Practice for Ventilation Principles and air Designing for National Ueatilation.	

(출처: 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III))

○ 국외 주거용건물의 실별 환기 기준

표 11. 국외 주거용건물의 실별 환기 기준

국가(기준명)	총 환기량	거실	침실	주방	욕실겸용 화장실	화장실
벨기에 (NBNB62-003)	0.7~1.0회/h 20~30m³/h인	-	0.1m³/s.m²	50~70m³/h	1.4m³/s	0.7m³/s
캐나다 (CSAF3261-M1989)	0.3회/h이상, 3 L/s.인			50 L/s, 간헐배기 3 L/s, 연속배기	2 L/s, 간헐배기 15L/s, 연속배기	-
덴마크(DS418)	-	0.4~0.6회/h	-	0.7회/h	0.7회/h	-
핀란드 (NBC-D2)	-	0.5 L/s.m²	4.0 L/s.인 0.7 L/s.m²	배기20 L/s	배기15L/s	-
프랑스(Arrete 24.03.82)	-	-	-	20~135m³/h	15~30m³/h	15~30m³/h
독일 (DIN18017 DIN1946 Pt.2)	-	최소 60m³/h 최대180m³/h	-	최소40m³/h 최대60m³/h	최소40m³/h 최대60m³/h	최소20m³/h 최대30m³/h
이탈리아 (MD 0507.75)	0.35~0.5회/ h	15m³/h.인	-	1.0회/h	1.0~2.0회/h	-
네덜란드 (NEN1087)	-	0.1 m³/s.m²	0.1 m³/s.m²	2.1 m³/s	1.4 m³/s	
뉴질랜드 (ASHRAE62)	바닥면적당 5%의 개폐 가능한 유리창 설치	-	-	-	25 L/s.실 (간헐환기) 10 L/s.실 (연속환기)	-
스웨덴 (BFS 1988 ch4)	최소(급기) 0.35 L/s.m²	급기 0.35 L/s.m²	급기 4.0 L/s.m²	10 L/s.실 (배기)	10~30 L/s (배기)	10 L/s (배기)
노르웨이 (NBC ch 47-1987)	-	급기: 외벽에 100cm² 이상의 개폐 가능한 개구부나 급기구 설치	급기: 외벽에100cm² 이상의 개구부 설치	기계배기: 60m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 150cm² 이상의 덕트 설치	기계배기: 60m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 150cm² 이상의 덕트 설치	기계배기: 40m³/h 자연배기: 지붕위 단면적 100cm² 이상의 덕트 설치
스위스 (SIS384/2)	-	-	80~120m³/h	-	-	-
영국 BS5720-1979 BS5925-1991 Build.Regs.pt.F CIBSE Guides A,B	권장 12 ~ 18 L/s.인 최소 8~12 L/s.인	바닥면적의 1/20이상인 환기구 및 최소4000mm² 이상 환기구 면적확보	바닥면적의 1/20이상인 환기구 및 최소4000mm² 이상 환기구 면적확보	기계급기60 L/s 또는 배기후드 설치, 최소4000mm² 이상 자연 환기구 설치 또는 1.0/h 확보	1.5 L/s (간헐환기)	바닥면적1/20 이상인 환기구 및 최소 4000mm² 이상 환기구 면적 확보
미국 (ASHRAE- 62.1 2007)	환기회수 0.35회/h이상(7.5 L/s.인) 이상의 환기량 확보	-	-	간헐환기 50L/s, 연속환기 12L/s, 개폐 가능창	간헐환기 25 L/s.실 연속환기 10 L/s.실 개폐 가능창	-
일본 (HASS102- 1997)	30m³/h.인 흡연시:130m³/ 담배 1개피		-	-	-	-

(출처: 실내공기질 중장기 발전방향 연구(III))

다. 실내환경 평가 기준 및 인증체계

- 에너지·물리적 성능중심 친환경 인증체계
 - 실내환경 분야 지침 비교

표 12. 실내환경 관련 인증체계 비교

분류	G-SEED	CASBEE	LEED V4	BREEAM
공기 환경	7.1.1 실내공기오염물질 저방출 제품의 내용	4.1 발생원 대책	EQp4 라돈 방출 적은 구조 EQc7 화학물질 소량배출 재료 EQc2 오염물질관리	HEA2. 실내 공기질
	7.1.2 자연 통풍 확보 여부	4.2 환기	EAc9 창문	
	7.1.3 단위세대의 환기 성능 확보 여부	4.2.3 취입외기 에 대한 배려	EAc5 난방, 환기, 공기정화	
			EQp5 공기정화장치	
			EAc7 공기침입	
		4.2.4 급기계획	EQp1 환기량/ EQc1 보강된 환기장치	
온 열 환경	7.2.1 각 실별 자동 온 도 조절 장치 채택 여부	2.1 실온제어	EQc3 냉각과 난방 시스템 균형	HEA3. 온도 쾌적 (건물디자인/온열 설비조절성능)
		2.2 습도제어	-	
		2.3 공조방식	EAc2 효과적인 온수배분방식	
			EAc11 난방과 냉각 배분방식	
			EAc12 효율적인 가정의 온수장비	
음 환경	7.3.1 경량 충격음 차단 성능	1.2 차음	-	HEA5. 음향성능
	7.3.2 총량 충격음 차단 성능			
	7.3.3 세대 간 경계 벽의 차음 성능	1.1 소음 1.3 흡음		POL5. 소음저감
	7.3.4 교통소음(도로,철도) 에 대한 실내외 소음도			
	7.3.5 화장실 급배수 소음			
빛 환경	7.4.1 세대 내 일조 확 보율	3.1 주광이용	EAc9 창문	HEA1. 시야의 쾌적
		3.2 글레어 대책	EAc13 조명	
		3.3 조도	EAc14 고효율전기기구	
		3.4 조명제어		
기 타	주택성능 분야는 공동주 택 항목에만 해당	4.3 운용관리	EQp3 차고오염 방지 EQc2 보강된 차고오염 방지 EQp7 구획화/EQc2 보강된 구획화 EAc5 HVAC(난방, 환기, 공기정화) 자격증명서	HEA4. 수질 HEA6. 안전과 방법

*녹색건축 인증제도의 공동주택 항목 중 실내환경 분야의 항목을 기반으로 실내환경에 해당하는 항목 이외 일부 해당사항을 추가하여 작성

(출처: 이진우, 녹색건축 공동주택의 실내환경 설계 가이드라인에 대한 기초연구, 2015)

○ 거주자 만족도 중심의 인증체계

- Living Building Challenge(LBC, 2006)
- 차세대 인증제 중에서 가장 강력한 기준을 제시, 이름이 의미하듯 건물을 살아있는 생명체로서 이해하고, 완전한 친환경이라는 극단의 목표에 도전해 건축과 도시를 변화시키고자 함

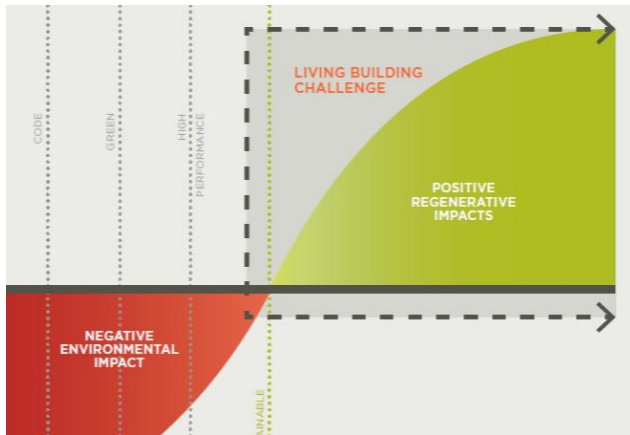


그림 6. 이상적 성공 지표 설정



그림 7. LBC의 로고와 개념

- 7개 평가영역, 20개 필수항목으로 구성
- 2단계의 인증단계가 있으며 모든 항목을 만족해야 인증을 받을 수 있음
- 부분인증은 3가지 영역을 충족할 경우 받을 수 있지만 에너지, 물, 재료 중 적어도 1가지를 반드시 충족해야 함

표 13. LBC V3.0 Matrix

PETAL	IMPERATIVE	Preliminary Audit	Final Audit
PLACE	01 Limit to growth	×	
	02 Urban agriculture		×
	03 Habitat exchange	×	
	04 Human powered living	×	
WATER	05 Net positive water		×
ENERGY	06 Net positive energy		×
HEALTH & HAPPINESS	07 Civilized environment	×	
	08 Healthy interior environment		×
	09 Biophilic environment	×	
MATERIALS	10 Red list	×	
	11 Embodied carbon footprint	×	
	12 Responsible industry	×	
	13 Living economy sourcing	×	
	14 Net positive waste		×
EQUITY	15 Human scale + Human places		×
	16 Universal access to nature & Place	×	
	17 Equitable investment		×
	18 Just organizations	×	
BEAUTY	19 Beauty + Spirit		×
	20 Inspiration + Education	×	

- Well Building Standard¹⁾
- 건물 거주자의 건강에 초점을 맞춘 최초의 표준체계
- 7개의 카테고리(공기, 물, 양분, 빛, 건강, 편안함, 정신)

Air		Light	
01	Air quality standards	53	Visual lighting design
02	Smoking ban	54	Circadian lighting design
03	Ventilation effectiveness	55	Electric light glare control
04	VOC reduction	56	Solar glare control
05	Air filtration	57	Low-glare workstation design
06	Microbe and mold control	58	Color quality
07	Construction pollution management	59	Surface design
08	Healthy entrance	60	Automated shading and dimming controls
09	Cleaning protocol	61	Right to light
10	Pesticide management	62	Daylight modeling
11	Fundamental material safety	63	Daylighting fenestration
12	Moisture management	Fitness	
13	Air flush	64	Interior fitness circulation
14	Air infiltration management	65	Activity incentive programs
15	Increased ventilation	66	Structured fitness opportunities
16	Humidity control	67	Exterior active design
17	Direct source ventilation	68	Physical activity spaces
18	Air quality monitoring and feedback	69	Active transportation support
19	Operable windows	70	Fitness equipment
20	Outdoor air systems	71	Active furnishings
21	Displacement ventilation	Comfort	
22	Pest control	72	ADA accessible design standards
23	Advanced air purification	73	Ergonomics: visual and physical
24	Combustion minimization	74	Exterior noise intrusion
25	Toxic material reduction	75	Internally generated noise
26	Enhanced material safety	76	Thermal comfort
27	Antimicrobial activity for surfaces	77	Olfactory comfort
28	Cleanable environment	78	Reverberation time
29	Cleaning equipment	79	Sound masking
Water		80	Sound reducing surfaces
30	Fundamental water quality	81	Sound barriers
31	Inorganic contaminants	82	Individual thermal control
32	Organic contaminants	83	Radiant thermal comfort
33	Agricultural contaminants	Mind	
34	Public water additives	84	Health and wellness awareness
35	Periodic water quality testing	85	Integrative design
36	Water treatment	86	Post-occupancy surveys
37	Drinking water promotion	87	Beauty and design I
Nourishment		88	Biophilia I - qualitative
38	Fruits and vegetables	89	Adaptable spaces
39	Processed foods	90	Healthy sleep policy
40	Food allergies	91	Business travel
41	Hand washing	92	Building health policy
42	Food contamination	93	Workplace family support
43	Artificial ingredients	94	Self-monitoring
44	Nutritional information	95	Stress and addiction treatment
45	Food advertising	96	Altruism
46	Safe food preparation materials	97	Material transparency
47	Serving sizes	98	Organizational transparency
48	Special diets	99	Beauty and design II
49	Responsible food production	100	Biophilia II - quantitative
50	Food storage	101	Innovation feature I
51	Food production	102	Innovation feature II
52	Mindful eating		

1) DELOS, WELL BUILDING STANDARD®

- Total Quality Building(TQB certification)
- 2001년 개발된 오스트리아의 종합 품질 평가 방식
- 5개의 평가영역(장소와 생활환경의 쾌적성, 경제적 · 기술적 수준, 에너지와 물, 건강과 편안함, 자원효율성)

표 14. TQB 평가 범주 및 기준

	Category and criteria (German original)	English translation
A	Standort und Ausstattung	Location and amenities
A.1	Infrastruktur	Infrastructure
A.2	Standortsicherheit und Baulandqualität	Security
A.3	Ausstattungsqualität	Amenities
A.4	Barrierefreiheit	Accessibility
B	Wirtschaftlich und technische Qualität	Economical and technical quality
B.1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	Life cycle cost assessment
B.2	Baustellenabwicklung	Construction site management
B.3	Flexibilität und Dauerhaftigkeit	Flexibility and longevity
B.4	Brandschutz	Fire prevention
C	Energie und Versorgung	Energy and water
C.1	Energiebedarf	Energy consumption
C.2	Energieaufbringung	Energy production
C.3	Wasserbedarf und Wasserqualität	Water consumption and water quality
D	Gesundheit und Komfort	Health and comfort
D.1	Thermischer Komfort	Thermal comfort
D.2	Raumluftqualität	Indoor air quality
D.3	Schallschutz	Noise protection
D.4	Tageslicht und Besonnung	Daylight and sun
E	Ressourceneffizienz	Resource efficiency
E.1	Vermeidung kritischer Stoffe	Avoidance of harmful substances
E.2	Regionalität, Recyclinganteil, zertifizierte Produkte	Quality of products (local production, recycling material, certified products)
E.3	Ökoeffizienz des Gesamtgebäudes	Eco-efficiency of the entire building
E.4	Entsorgung	Demolition and disposal

Test version of the TQB Tool

If you are using the test version of the TQB Tool it is not possible to save your files or upload any kind of data to our system. The demo version is only for testing and should give you some impressions how TQB is working.

The assessment categories A, B, C, D and E are weighted with 200 possible credits in each case. Below this assessment categories you will find the second assessment structure, including up to four assessment topics. The definite assessment criteria are on the third level of our structure.

If you want to store your projects and data, then you have to register. The use of our system is free of charge. After successful registration you receive an access to the full version from TQB.

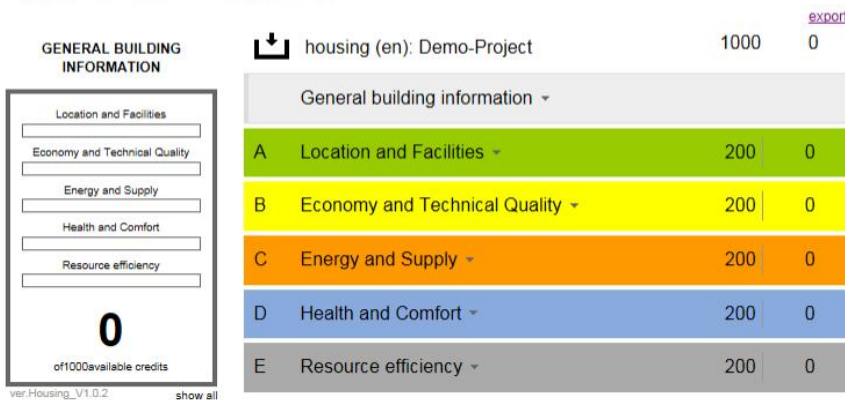


그림 8. 웹 기반의 평가 툴



그림 9. 평가결과

(출처: <https://www.oegnb.net/en/zertifikat.htm?typ=hs>)

라. 품질기반의 주택산업 인프라

○ 영국의 주택 품질 기준 제정 및 가이드라인 제공

- 장기주택성능확보 및 쾌적성 증대를 위한 핵심기술인 열교 및 기밀 성능 확보를 위한 건축 시공 가이드라인 제정
- 영국 : 주택부분 에너지성능 기준인 SAP(Standard Assessment Procedure)을 충족시키기 위한 주택 공인 표준 상세(Accredited Construction Details, 2007) 제정
- 가장 일반적으로 사용되는 목조, 철골조, 조적조(내단열, 중단열, 외단열)에 대한 표준 디테일 제정 가이드라인 제공
- 최소 기준을 상회하는 고성능 주택을 위한 성능 향상 표준 상세(Enhanced Construction Detail, 2011) 추가 공표

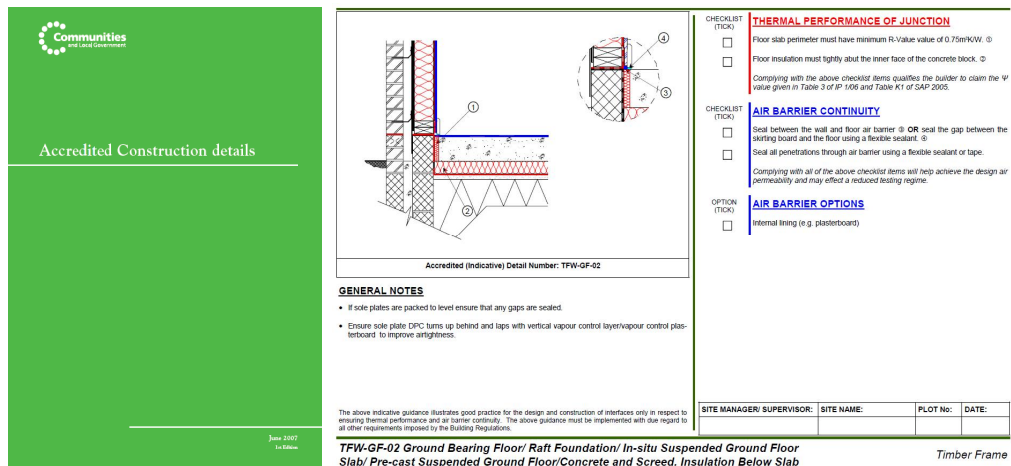


그림 10. 영국 공인 표준 상세

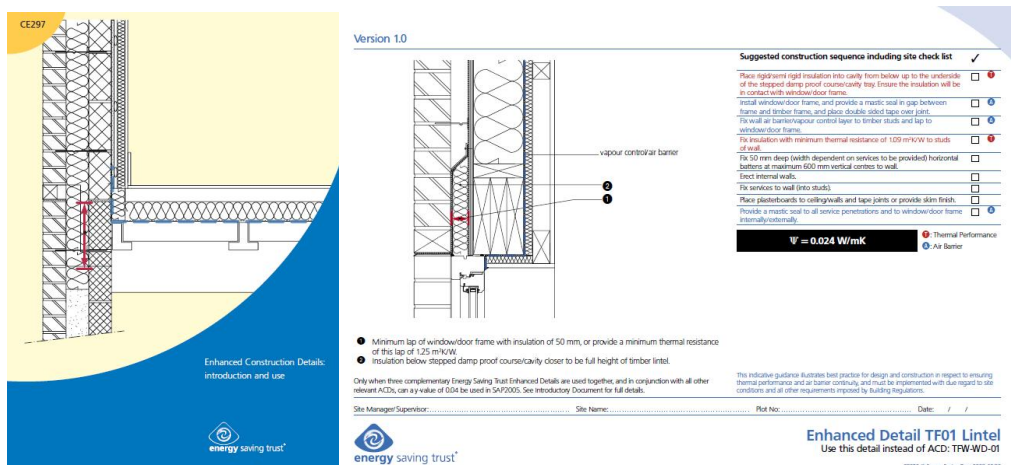


그림 11. 영국 고성능 표준 상세

○ 일본의 주택기술 표준화와 관리 및 정보 DB 구축

- 일본의 주택성능표시제도는 강제조항이 아닌 임의의 제도로써 주택의 공급자와 사용자 사이에 주택품질 및 성능에 대한 인식전환과 성능향상을 위한 자발적인 선의의 경쟁이 유도됨으로써 주택성능향상이 정착되고 있으며 건축성능시대를 열어가고 있음
- 일본은 2001년 ‘맨션관리 적정화 추진에 관한 법률’을 시행하며 공동주택의 효율적인 관리를 위하여 국토교통성이 맨션관리센터를 운영 중. 또한 관련 DB체계도 구축해 주택 관리에 연계 활용

○ 중국의 주택기술 표준화

- 중국 북경시는 2012~2013년을 주택 표준화 보급기로 설정, 전체 건축면적의 17%를 주택 산업화 프로젝트로 진행하며, 표준화 방식으로 주택을 건설할 경우 건축면적의 3% 증가라는 인센티브 제공

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 목구조 건축물의 수요 증대 및 보급 확대

- 웰빙, 친환경, 건강한 주거환경을 요구하는 현대인의 요구증대와 마당, 텃밭 및 옥외공간의 활용이 가능하고 층간소음 등의 문제로부터 자유로운 단독주택을 포함한 저층형 주거단지에 대한 관심이 증가하고 있음
- 아래의 건축물 허가현황을 살펴보면, 국내에서는 연간 약 20만동 이상의 건축물이 지어지고 있는 것으로 집계되고 있으나, 목조 건축물의 비율은 미비한 수준이며, 전체시장의 약 5% 내·외를 점유하고 있는 것으로 확인됨
- 다만, 건축경기의 침체와 관련 법규와 제도가 미비함에도 불구하고, 목조 건축물은 지속적으로 증가하는 추세로 분석됨
- 단독주택 및 저층형 주거단지 시장에서 전원주택과 타운하우스의 형태로 목조주택이 새롭게 주목받고 있는 것이, 지속적인 목조건축물의 수요확대로 이어지고 있는 것으로 확인되었으며, 2,000년대 초반을 기점으로 연간 약 1,000여 세대 미만으로 착공되었던 목조주택 시장이 현재에는 연간 1만여 세대 이상으로 확대되고 있어, 향후에도 지속적인 성장세가 예상되고 있음

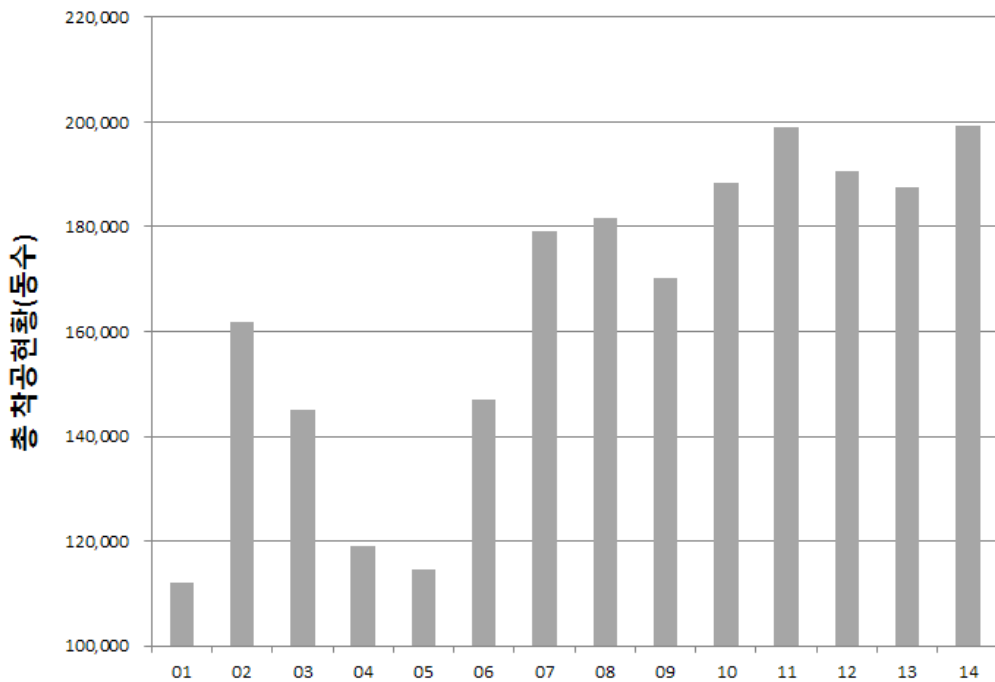


그림 12. 국내 연도별 건축물 총 착공현황

(출처 : 통계청, <http://stat.molit.go.kr>)

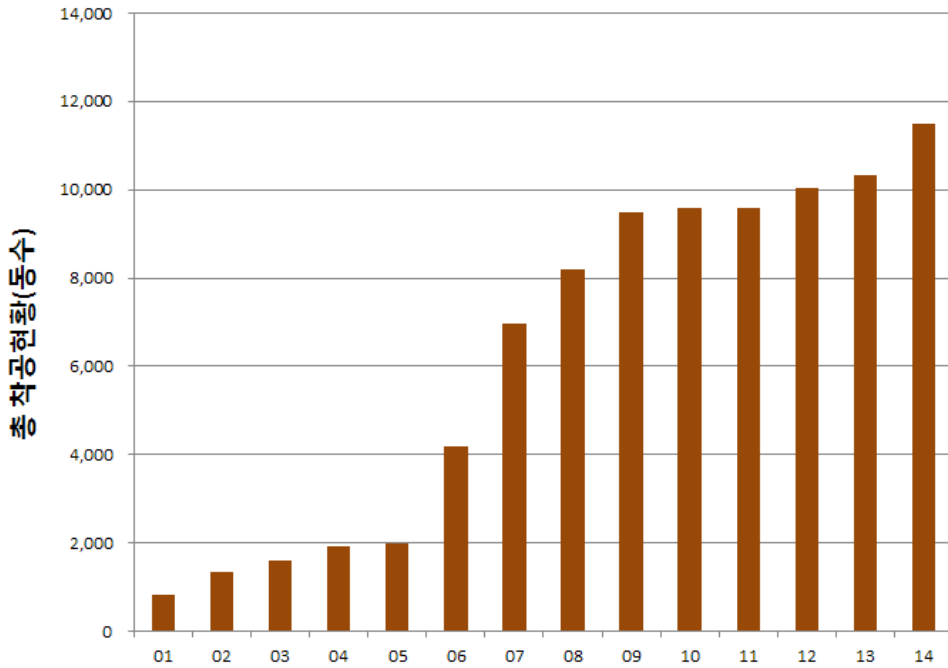


그림 13. 국내 연도별 목구조 건축물 총 착공현황

(출처 : 통계청, <http://stat.molit.go.kr>)

나. 국내 목조건축 자재·부재 현황

○ 목조건축 자재시장 현황

- 현재 국내에 유통·판매되고 있는 목조건축자재의 규격은 구조재(2X4, 2X6의 형식), 판상재, 마감재 등 모든 제품이 북미규격인 인치단위를 사용하고 있으며, 이와 관련된 연결철물의 부자재 또한 북미규격에 맞추어 제작되고 있는 것으로 확인됨

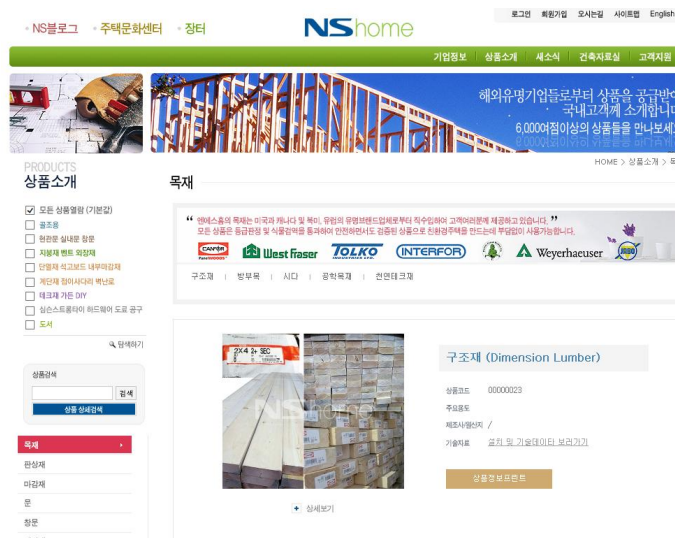


그림 14. 목조건축자재 판매현황

(출처 : NSHome, <http://www.nshome.net/products/>)

- 구조용 목재는 대부분 북미산 침엽수인 더글라서 퍼(Douglas fir), 스프러스(Spruce), 햄록(Hemlock) 등을 수입하여 사용하고 있음

표 15. 구조재 판매 규격

수종	규격		용도	비고
	공칭치수	실치수 (mm)		
S.P.F Hem-Fir Douglas-Fir	2 x 4	38 x 89	스터드, 깔도리 (STUD, PLATE) 8'~20'	2&BTR S4S KDHT
	2 x 6	38 x 140		
	2 x 8	38 x 184		
	2 x 10	38 x 235		
	2 x 12	38 x 285	12'~20'	

▶ SPF : Spruce(가문비 나무), Pine(소나무), Fir(전나무)의 수종이 혼합된 그룹



그림 15. 유통중인 목조 구조재 등급별 외형

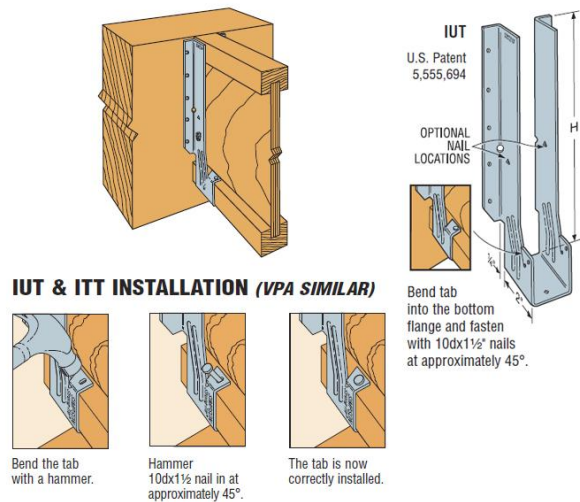


그림 16. 유통중인 목재연결철물 상세

(출처 : NShome, <http://www.nshome.net/products/>)

표 16. 목조 철물 연결부재 규격

Actual Joist Size	Model No.	Web Stiff Req'd	Ga	Dimensions			Fasteners		Allowable Loads							
				W	H	B	Face	Joist	DF/SP Species Header				SPF Species Header			
									Uplift (133)	Uplift (160)	Floor (100)	Snow (115)	Roof (125)	Floor (100)	Snow (115)	Roof (125)
1½ x 9½	IUS1.56/9.5	—	18	1⅞	9½	2	8-10d	—	75	75	935	1075	1170	810	930	1010
	IUT29	—	18	1⅞	9	2	8-10d	2-10dx1½	245	255	730	835	910	625	720	780
	MIU1.56/9	—	16	1⅞	8⅞	2½	16-16d	2-10dx1½	240	255	2270	2615	2840	1970	2265	2460
1½ x 11¼ - 11½	IUS1.56/11.88	—	18	1⅞	11⅞	2	10-10d	—	75	75	1170	1345	1465	1010	1160	1265
	IUT211	—	18	1⅞	11½	2	10-10d	2-10dx1½	245	255	910	1045	1140	780	895	975
	MIU1.56/11	—	16	1⅞	11¼	2½	20-16d	2-10dx1½	240	255	2840	3265	3550	2460	2830	3075
1½ x 14	IUT214	—	18	1⅞	13¾	2	14-10d	2-10dx1½	245	255	1275	1465	1590	1090	1255	1365
1¾ x 9½	IUS1.81/9.5	—	18	1⅞	9½	2	8-10d	—	75	75	935	1075	1170	810	930	1010
1¾ x 9¼ - 9½	IUT9	—	18	1⅞	9	2	8-10d	2-10dx1½	245	255	730	835	910	625	720	780
		—	18	1⅞	9	2	8-10d	2-10dx1½	245	255	890	1020	1110	770	885	960
	MIU1.81/9	—	16	1⅞	8⅞	2½	16-16d	2-10dx1½	240	255	2270	2615	2840	1970	2265	2460

(출처 : NShome, <http://www.nshome.net/products/>)

○ 국산재 칩업·활엽 목재 수급 전망

- 목재 자급율은 경기 및 수입재 가격에 따라 영향을 받고 있으나, 숲가꾸기산물 확대 등 국산재 이용 활성화를 위한 대책을 관련기관 및 부처에서 적극 추진 중에 있어, 점차 국산재의 활용도는 증가할 것으로 예상됨
- 2000년대 중반에는 목재 자급률이 10% 미만이었던 수치가, 현재 약 17% 수준으로 향상되었으며, 목재자급률은 시간이 경과함에 따라 더욱 증가할 것으로 예상되고 있으며, 원목 자급률은 원목 수입환경에 따른 영향을 받고 있으나 국산재 이용촉진 정책에 따른 생산량의 증가로 인하여 점차 증가하고 있는 추세임
- 또한, 외국산 원목의 수입 규제 강화와 국산재 수확시기 도래에 따른 목재 자급률은 더욱 높아질 전망하고 있음
- 따라서, 목조주택을 위한 목재의 대부분을 수입에 의존하고 있는 현재의 목조주택 시장의 구조에서, 국산재의 활용도를 높이고, 북미산의 목조주택용 목재를 대처하기 위해서는, 국산재 목재를 활용한 목조주택의 구현과 국산재를 활용할 수 있는 방안 및 사용처의 개발이 필요할 것으로 판단됨

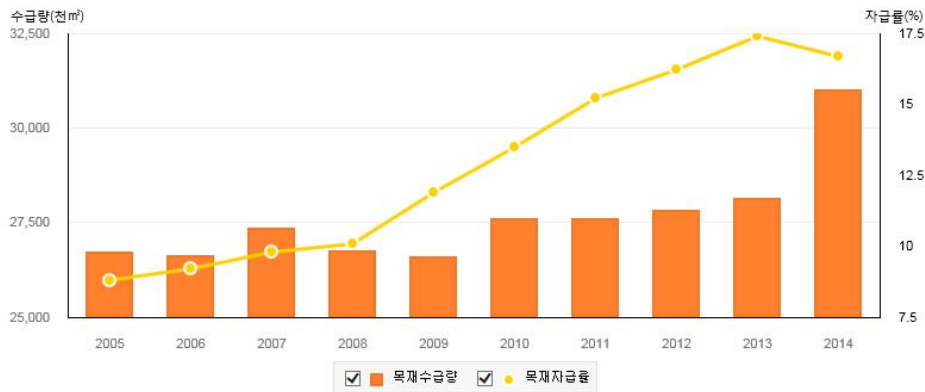


그림 17. 국내 목재수급 현황

(출처 : 산림청, <http://www.forest.go.kr>)

국산재 사용의 이점

- 국내 기후와 토양조건에 적합
 - 목재는 자생지역의 기후와 토양에 민감함
 - 수축 팽창률 등 낮은 변형의 가능성
- 조밀한 나이테와 뚜렷한 무늬결
 - 제재 방법에 따라 다양한 무늬 생산 가능
- 북미산 등 국외 수종에 비하여 높은 내구성

고려사항 및 문제점

- 가격 경쟁력과 유통 문제
- 60% 이상의 산림에서 경제목의 부족
- 산림 자원의 효율적 관리 미비
- 칩업수의 짧은 조림 역사 (우량 대경목 부족)




그림 18. 국산재 사용의 이점과 고려사항

다. 주택 하자·보수 신청 증대 및 품질 확보의 필요성

- 주택에 대한 품질과 하자보수에 대한 관심도가 높아지면서 하자과 관련된 분쟁 증가
 - ‘2009년부터 2014년 7월까지 업체별 하자 심사·분쟁조정 신청현황’에 따르면 국토교통부 하자심사분쟁조정위원회에 분쟁 조정이 신청된 아파트 단지는 627개 단지이며, 그 중 99개 단지가 LH가 신축한 아파트단지로 소비자들의 불만이 가장 많은 아파트로 나타남
 - 이는 조정이 신청된 전체 아파트단지의 15.8%에 이르는 큰 규모이며, 분쟁 조정 신청 건수는 총 3,738건으로 이중 신청 건수가 가장 많은 건설사는 울트라건설로, 733건의 분쟁조정신청이 위원회에 접수됨
 - 하자분쟁 조정신청 건수는 매년 늘고 있으나 건설사가 조정에 불응한 건수도 매년 늘고 있어 하자분쟁조정위원회의 기능이 유명무실해지는 것으로 지적받고 있음

표 17. 2009년 이후 하자심사분쟁조정 신청 현황

(2014.7.31. 기준)

순위	업체명	신청단지수	접수건수
1	한국토지주택공사(LH)	99	334
2	롯데건설(주)	29	47
3	(주)대우건설	26	138
4	현대산업개발(주)	23	53
5	SH 공사	17	36
6	(주)두산건설	16	60
7	대림산업(주)	16	28
8	지에스건설(주)	14	79
9	삼성물산(주)	13	18
10	대한주택보증(주)	12	17

- 국내 주택기술 표준화의 필요성
 - 국내 대규모 공동주택의 경우 기술의 표준화가 상당부분 이루어져 있지만 저층주택 중심인 단독주택 및 20세대 미만의 공동주택의 경우 개별사업자 중심의 시행, 시공 및 분양이 이루어지고 있으며 대부분의 현장은 표준화가 미흡한 상황으로 건물 시공단계에서 경험우선적 방식으로 대처하고 있어 품질보증 및 사후관리에 어려움을 겪고 있음
 - RC공법 외 Prefab, PC구조, 목구조 건축물 등은 기준 및 표준디테일이 미흡한 상태이며, 신기술, 신공법 및 새로운 자재를 적용하고 주택의 고성능, 고품질화, 건축공사비 절감을 위해서는 새로운 공법에 대한 기준과 기술의 표준화가 필요함
 - 소규모 주거 건축물의 경우 성능 개선을 위한 체계적인 기술개발이 미비하고 시장도 활성화되어 있지 않아 수요자 요구에 맞는 기술제공이 이루어지지 않고 있음

- 국내 건설산업 코드체계
 - 23개의 관리 주체
 - 중복 또는 상충되는 내용을 유발
 - 50개에 이르는 건설공사기준의 개정 지연
 - 표준화된 코드체계의 부재로 기술경쟁력 저하

표 18. 관리주체별 설계기준과 표준 시방서 (2013년 6월이전까지)

관리주체	설계기준(건종)	시공기준(표준/전문시방서)(건종)
대한토목학회	-	토목공사일반 표준시방서
한국콘크리트학회	콘크리트구조(설계)기준	콘크리트 표준시방서
대한건축학회	건축구조설계기준	건축공사 표준시방서
한국지반공학회	구조물기초설계기준	-
한국조경학회	조경설계기준	조경공사 표준시방서
한국도로교통협회	도로설계기준 도로교설계기준 도로교설계기준-한계상태설계법	도로공사 표준시방서 도로교 표준시방서
한국터널지하공간학회	터널설계기준	터널 표준시방서
한국수자원학회	하천설계기준 댐설계기준	하천공사 표준시방서
한국조명전기설비학회	건축전기설비설계기준	건축전기설비공사 표준시방서
대한설비공학회	건축기계설비설계기준	건축기계설비공사 표준시방서 산업.환경설비공사 표준시방서
한국강구조학회	강구조설계기준 강구조설계기준-하중저항계수설계법	강구조공사 표준시방서
한국가설협회	-	가설공사 표준시방서
한국항만협회	항만 및 어항 설계기준	항만및어항공사 표준시방서 항만 및 어항공사 전문시방서
한국철도시설공단	철도설계기준(5개 편별 개정)	철도건설공사 전문시방서
국토교통부	-	건설환경관리 표준시방서
한국시설안전공단	건설공사 비탈면 설계기준 공동구 설계기준	건설공사비탈면 표준시방서 공동구 표준시방서
한국상수도협회	상수도 시설기준 하수도 시설기준	상수도공사 표준시방서 하수관거공사 표준정비
한국농어촌공사	농업생신기반정비사업계획설계기준 (11개 편별 개정)	농업토목공사 표준시방서 농어촌정비공사 전문시방서
서울특별시	-	서울특별시전문시방서
한국토지주택공사	-	주택건설공사전문시방서 건설공사전문시방서
한국수자원공사	-	댐 및 상수도공사 전문시방서
한국도로공사	-	고속도로공사 전문시방서
행복중심복합도시건설청	-	행복도시건설공사 전문시방서

- 국내 목구조 관련 기준
 - 국립산림과학원과 학계의 공동연구로 2009년 국토교통부 고시 <건축구조기준> 목구조 편을 집필하여 목조건축 분야의 신기술과 목구조 건축 재료의 발전된 정보를 반영하고자 하였음
 - 하지만, 국가표준의 목구조 및 시공방법의 표준 코드 체계는 타 국가표준의 수준대비 현재까지 미흡한 상태이며, 대형 목구조 건축물에 대한 부재 및 접합기술, 설계, 시공,

내화, 차음, 내진성능 등에 대한 연구 또한 미흡한 실정임

- 목조주택 표준 상세와 시공 가이드라인이 민간차원에서 제작되어 배포되고 있으며, 이에 대한 내용도 미국 캐나다 등 북미의 목구조 건축의 내용을 기반으로 작성 됨

○ 계약 및 가격 신뢰성

- 건설업체의 시공평가에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 객관성과 신뢰성 있는 평가제도가 요구되고 있으나, 적정 프로세스에 대한 제도적 정립의 미비로 인해 적정 감리, 적정 공사비 수준에 대한 사회적 합의가 결여된 상태임
- 전원주택 시장에서는 개인사업자 규모의 난개발, 정밀하지 않은 시공, 단열성능 저하 및 습기로 인한 하자발생 등 신뢰성 하락으로 인한 소비자 만족도 하락 및 불신 확대가 우려됨

라. 품질보증 지원체계 필요성

○ 품질관리 하자 사례

- 건수별 하자 발생 현황 자료에 따르면 LH 임대아파트 하자 건수는 4년간 416.8% 증가, 하자단지는 78.3% 증가한 것으로 나타나 건물 품질 및 하자관리에 총체적 문제가 있는 것으로 판단됨

표 19. 건수별 하자 발생 현황

	총합계	하자 발생 건수					2011~ 2014년 평균	2011년 대비 2014년 증가율
		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년 7월		
누수	461	61	126	69	137	68	98.25	1.24배
결로	330	49	63	137	69	12	79.5	0.41배
균열	51	12	8	8	16	7	11	0.33배
스프링클러 누수	1,082	15	89	200	486	292	197.5	31.4배
총합계	1,924	137	286	414	708	379	386.25	4.16배

(출처: LH 임대아파트 5년간 하자 현황)

- 건축구조물은 일반 소비재와 달리 수십 년 이상의 장기사용을 목적으로 하기 때문에 건설에 소요되는 초기비용보다 유지보수 비용이 차지하는 비중이 크고 건축 공사에서 비정상적 비용 절감은 유지보수 비용으로 확대 전가되기 때문에 최적의 품질관리가 더욱 요구됨
- 건축공사의 품질관리는 건축구조물의 생산에 있어 시험, 검사, 관리 등의 수단을 이용해 품질과 안전을 확보함은 물론 품질을 향상시키고 예상되는 하자를 미연에 방지함으로써

건축공사 및 운영(유지)관리 비용을 절감하는 활동 외에, 고객에 대한 품질의 신뢰성을 제고하기 위한 품질보증제도 시스템도 건축공사 품질관리의 범주에 포함될 수 있음

마. 건축 생산방식의 다변화

○ 공장생산방식 주택 공급 확대

- 국내의 모듈러 건축시장은 4~5개의 업체가 경쟁하고 있으며, 2005년 이후 국내에 모듈러 건축이 본격적으로 도입되기 시작한 이래 국내 다수의 기업들이 관심을 가지고 기술 개발을 위해 노력하고 있음
- 단독주택, 공동 주택을 포함한 일반 주거시설에서의 활용이 이루어지지 않고 전체의 78%가 군사시설이라는 특수목적에 활용되고 있어 주거시장에서의 성장은 제한적인 현상을 나타냄²⁾



그림 19. 국내 모듈러 건축 현황

- 혼인율 하락, 이혼율 상승으로 인한 싱글족 증가, 출산율 감소로 인한 가구원수 감소에 따른 가구분화 심화와, 고령화에 따른 노령 1인 가구의 증가 및 가족형태 다양화 등의 복합적인 요소로 인해 소형주택에 대한 수요는 지속적으로 상승하고 있으며, 소형가구를 대상으로 모듈러 건축을 적용하려는 사업들이 진행 중에 있음
- 한옥의 모듈화, CNC(Computer Numerical Control)가공은 일부 현장에서 제한적으로 사용 중에 있음

2) LG global challenger 2014, 모듈러 건축 삶을 지속시키는 네모난 희망, 윤중연 외 4인



그림 20. 모듈러 제작 및 설치 모습







○ 국내 모듈러 건축 사례³⁾

표 20. 모듈러 건축사례별 특징

MUTO	PLATOON KUNSTHALLE	공릉동 기숙사
		
<p>위치: 서울시 강남구 청담동 용도: 다가구주택(18가구) 연면적: 512.23㎡</p>	<p>위치: 서울시 강남구 논현동 용도: 복합문화시설 연면적: 944㎡</p>	<p>위치: 서울시 노원구 공릉동 용도: 다가구주택(기숙사) 연면적: 821.51㎡</p>
<p>POSCO A&C에서 건설한 모듈러 시범주택으로 기존 공동주택의 주거성능 기준을 만족. 중소형 공동주택 시장의 본격적인 발판으로 평가</p>	<p>28개의 해상용 컨테이너로 이루어진 복합문화시설로 내식성이 강한 반영구적 소재를 사용하여 구조적으로 우수하며 컨테이너를 조합하여 다양한 크기의 공간을 구성</p>	<p>서울시에서 추진하는 최초의 모듈러 시범사업으로, 모듈유닛이 결합된 것처럼 모듈이 돌출된 외관으로 다양한 디자인의 가능성을 보여줌</p>

3) LG global challenger 2014, 모듈러 건축 삶을 지속시키는 네모난 희망, 윤중연 외 4인

표 21. 구조재료 및 재사용 여부에 따른 모듈러 건축시장의 유형 분류 및 특성

분류방식	유형	특성	적용 예
구조재료	스틸 (Steel Frame)	기둥, 보 등의 주요 구조부를 형강이나 각형강관 등의 철골 부재 로 하거나, 박판의 아연도금 강판을 이용해 내력벽 방식의 모듈을 제작	
	목조 (Timber Frame)	경량 목구조로 단위 모듈의 바닥, 벽체, 천장 등을 구성	
	콘크리트 (Precast Concrete)	모듈의 일부(바닥 및 벽체 등) 또는 전체를 철근콘크리트로 구성	
재사용 여부	정주형(Permanent) 모듈러 건축	일반적인 영구 건축물과 동일한 용도로 사용되며, 외부 마감 및 전기/설비 등은 현장에서 설치하는 것이 일반적 (공장제작율 50~60%)	
	이동 가능 정주형 건축 (Semi-permanent or Re-locatable)	모듈러 건축 고층화와 동일하게 시공되나, 1~2회 정도 해체 후 재사용 가능. (공장제작율 60~80%)	
	이동형 모듈러 건축 (Portable or Mobile)	여러 번 재사용 가능하며, 마감재와 전기/설비 등을 대부분 공장 에서 제작 (공장제작율 80~100%)	

- 목조 프리패브(Prefab) 패널은 벽, 지붕 등의 패널을 미리 공장 생산해 현장에서 조립하는 공법으로 건축공사의 현장작업을 최소화하여 공사의 용이성과 경제성을 확보함
 - 친환경적 재료이면서 열관류율이 우수한 목재는 건물의 단열 성능을 높이는 역할을 할 수 있음
 - 시공성 향상을 위해서는 복합보드 기반의 Prefab패널을 공장에서 제작하여 시공 현장에서 이루어지는 작업량을 최소화할 필요가 있음
 - 패널공법 적용에 따른 경골목구조 구법에서 접합철물 중심 구법 및 접합방식 개발이 필요
 - 패널조립 시 벽체-벽체, 벽체-지붕, 지면 슬래브-벽체 및 벽체-창호의 접합부에서 발생하는 선형 열교는 에너지 손실의 원인이 되므로 선형 열교 및 기밀성능을 강화한 접합부 상세 디자인 연구가 필요함

바. 계획·설계, 자재생산, 시공 일괄 융합 시장 확대

- 비전문가인 건축주가 각 단계 전문가를 개별적으로 관리해야 하는 현재의 시장 구조에서 아파트와 같이 부지 매입에서 시공까지 전 과정을 일괄적으로 컨설팅하고 관리 서비스하는 시스템의 도입
 - 하우스타일(한국): 기존의 작업을 통해 신뢰성을 확보한 건축가-시공사 네트워크를 형성해 고급 단독주택 수요층을 대상으로 확대

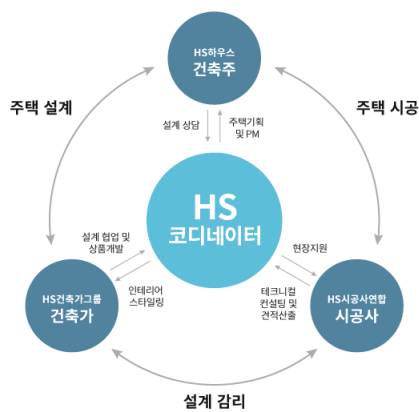


그림 21. 하우스타일 시스템

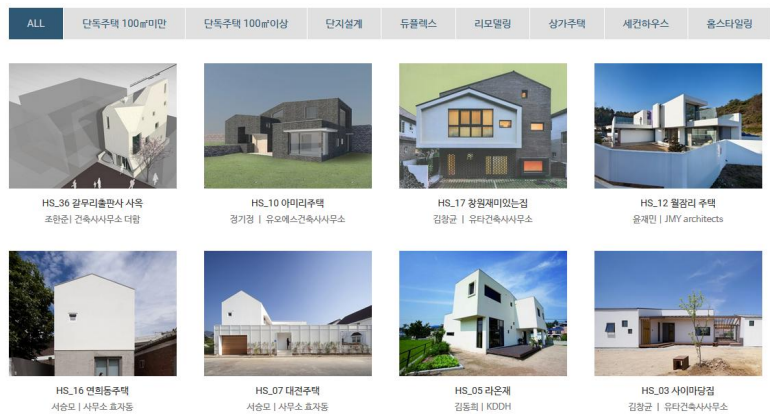


그림 22. 하우스타일 주택 사례

- 하우스팩토리(한국): 주거건축(단독주택, 점포주택, 다세대주택)을 전문으로 하는 회사로 축적된 노하우로 바른 자재와 합리적인 가격, 공사비의 투명성 등을 내세워 수요층 확대
- 바른집(모델명)기준 본체동 43평, 다락방 7평, 현관 포치 1.5평, 발코니 3.5평 시공면적 총 55평: 본체공사 비용 2억 500만원(평당 372만원)



그림 23. 지붕, 벽체, 바닥 2중 단열공법



그림 24. 집의 수명을 올리는 아이템

- Sumitomo(동화홀딩스+스미토모입업=동화sfc하우징)

Step01 상담 및 계약

고객 개별 컨설팅과 위치환경 조사를 통해 맞춤형 설계도를 작성하여 계약을 체결합니다.

- 1 상담**
 - 1.001 현장/현황 설명
 - 1.002 현장/현황 설명 및 고객 개별 컨설팅
- 2 설계신청**
 - 1.003 설계/제안 및 견적서 작성
 - 1.004 견적서 검토
 - 1.005 계약 체결
- 3 SAPS 설계 (목구조 주택)**
 - 1.006 SAPS 설계를 담당하는 전문 설계사의 자문/감독
 - 1.007 SAPS 설계를 통해 건축물의 공명, 진동 현상 개선되어 설계/시공이 안전하고 건전한 주거공간을 만듭니다.
- 4 최종도면 시장검토**
 - 1.008 최종도면 확인
 - 1.009 최종도면 계약

Step02 착공

동화SFC하우징만의 견고한 기술력으로 안전하고 쾌적한 집을 완성합니다.

철근콘크리트 주택

1 기초공사	2 철근콘크리트 골조공사	3 외장공사	4 내장공사
<ul style="list-style-type: none"> 1.010 기초 및 증기차단막 1.011 소요 재차단 확보 후 철근배근 1.012 200mm2의 HD-PE 철근구조 1.013 철근 & 콘크리트 강도 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 1.014 일체식 구조 (내부/내외/외부) 1.015 철근콘크리트+단열 (2중공법) 1.016 방수 기층 및 기층 흡수 	<ul style="list-style-type: none"> 1.017 방수시공(고압도/2층) 1.018 3중 유리 창호(20mm) 1.019 단열공사 (단열시트/도넛) 1.020 통풍보통 마감재 시공 	<ul style="list-style-type: none"> 1.021 내단열재 1.022 공간소음제 1.023 방수 프레스팅 기층 확보 1.024 친환경 인테리어 자재

목구조 주택

1 기초공사	2 목구조공사	3 외장공사	4 내장공사
<ul style="list-style-type: none"> 1.025 기초/배수/방수/기층 1.026 Fire-Stop 구조 / 48LBS가방 1.027 100mm 2중의 HD-PE 철근 구조 1.028 27%의 콘크리트 강도 	<ul style="list-style-type: none"> 1.029 목구조 구조 / 48LBS가방 1.030 Fire-Stop 구조 / 방수/기층 1.031 2중공법의 구조/단열/방수/기층 1.032 친환경 사용 (내부/외부) 선택 1.033 이음 천장사출 	<ul style="list-style-type: none"> 1.034 스티로폼/단열/방수시트 / 습기방지 1.035 Low E-Glass / Energy Save 1.036 방수/기층 1.037 습기 차단 / Energy Save 1.038 통풍보통 마감재 시공 	<ul style="list-style-type: none"> 1.039 기층/방수 / Energy Save 1.040 울/기층/ 방수/기층/ 단열재 1.041 친환경 인테리어 자재 / Super EDR-1

Step03 완공 및 애프터 서비스

국내 최고 수준의 자문/제안/설계/시공/검토/수시점검을 통해 안전하고 만족스러운 공간을 제공합니다.

- 1 주택 인도**
 - 1.042 주택 인도
- 2 고객서비스**
 - 1.043 점검 및 사후 관리
 - 1.044 품질관리
 - 1.044.1 1차 품질관리
 - 1.044.2 2차 품질관리
 - 1.044.3 3차 품질관리
 - 1.044.4 4차 품질관리
 - 1.045 고객서비스
 - 1.045.1 1차 고객서비스
 - 1.045.2 2차 고객서비스
 - 1.045.3 3차 고객서비스
 - 1.045.4 4차 고객서비스
 - 1.046 고객서비스
 - 1.046.1 1차 고객서비스
 - 1.046.2 2차 고객서비스
 - 1.046.3 3차 고객서비스
 - 1.046.4 4차 고객서비스



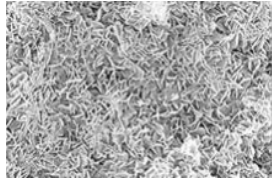
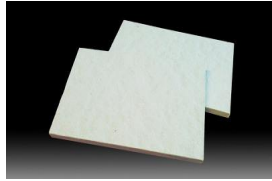

그림 25. 토달서비스

2. 국외 시장현황

가. 천연재료 및 기능성을 활용한 건강성 건축재료

- 해외에서는 전통적으로 널리 쓰였던 자연재료를 활용해 지구환경 부하를 저감할 수 있는 대체 재료의 개발이 활발함
- 독일은 전통재료를 이용한 친환경 보드를 개발해 전 유럽에 공급하고 있으며, 재활용이 가능한 벚짚을 이용한 단열재 개발 등 에너지 소비를 저감할 수 있는 생태 친화적인 건축기법이 다수 개발, 체계화되어 있음
- 전통재료(흙, 목재)를 이용해 실내공간의 온습도 조절 및 유해물질을 방출하지 않는 재료적 특성을 이용한 실내공기질 개선과 관련된 연구가 활성화되어 있음
- 일본의 경우, 다습한 기후적 특성과 거주자의 요구 등으로 인해 암면, 화산성 광물질, 점토광물 및 규조토 등을 이용한 기능성 내외장재의 개발, 적용이 활발히 이루어지고 있음

표 22. 일본에서 생산/ 판매중인 기능성 건축자재의 현황

구분	제품	주원료		주요기능
벽재/ 천장재	사라리아	암면 (rockwool)		- 흡방습기능 - 탈취기능 - VOCs/폼알데하이드 흡착기능
내외장재	Ecocarar	점토광물		- 흡방습기능 - 탈취기능
판재	MOISS	질석, 규조토		흡방습기능
내외장재	사라라	트바모라이트		- F☆☆☆☆급 - 흡방습기능 - 폼알데하이드 흡착
내외장재	Breath-board	천연 제오라이트		- 흡방습기능 - 냄새/ 가스 흡착기능 (VOCs제거) - 곰팡이, 진드기 방지 - 결로방지
내외장재	-	규조토		- 흡방습기능 - 폼알데하이드 흡착

나. 품질기반의 건설산업 인프라4)

○ 미국 IBC (International Building Code)

- 미국의 IBC는 미국에서 현재 사용되고 있는 다양한 설계기준을 통합하여 통일된 건축 기준을 마련하기 위한 목적으로 제정되었으며, 건물의 기능수행과 관련된 규정들을 통해 건물시스템을 위한 최소한의 규칙을 제시
- 새로운 재료 및 건물설계의 활용을 가능케 한다는 광범위한 원칙에 기초하고 있으며, 아울러 다른 국제 기준과도 병행될 수 있도록 설계
- 행정, 구조, 설비, 피난 및 소방을 포괄하는 35개의 장으로 구성되어 있으며, 특히 사용자 편의를 위해 코드에 대응되는 아이콘의 개발 및 그림으로 설명을 돕는 가이드북의 발간 등 기준통합 이외에도 한걸음 더 나아가 코드의 기준에 대한 이해를 돕는 동시에 사용성 증대에까지 힘쓰고 있는 것을 볼 수 있음

표 23. IBC의 목차(2012)

CHAPTER	TITLE	CHAPTER	TITLE
1	SCOPE AND ADMINISTRATION	19	CONCRETE
2	DEFINITIONS	20	ALUMINUM
3	USE AND OCCUPANCY CLASSIFICATION	21	MASONRY
4	SPECIAL DETAILED REQUIREMENTS BASED ON USE AND OCCUPANCY	22	STEEL
5	GENERAL BUILDING HEIGHTS AND AREAS	23	WOOD
6	TYPES OF CONSTRUCTION	24	GLASS AND GLAZING
7	FIRE AND SMOKE PROTECTION FEATURES	25	GYPHUM BOARD AND PLASTER
8	INTERIOR FINISHES	26	PLASTIC
9	FIRE PROTECTION SYSTEMS	27	ELECTRICAL
10	MEANS OF EGRESS	28	MECHANICAL SYSTEMS
11	ACCESSIBILITY	29	PLUMBING SYSTEMS
12	INTERIOR ENVIRONMENT	30	ELEVATORS AND CONVEYING SYSTEMS
13	ENERGY EFFICIENCY	31	SPECIAL CONSTRUCTION
14	EXTERIOR WALLS	32	ENCROACHMENTS INTO THE PUBLIC RIGHT-OF-WAY
15	ROOF ASSEMBLIES AND ROOFTOP STRUCTURES	33	SAFEGUARD DURING CONSTRUCTION
16	STRUCTURAL DESIGN	34	EXISTING STRUCTURES
17	STRUCTURAL TESTS AND SPECIAL INSPECTIONS	35	REFERENCED STANDARDS
18	SOILS AND FOUNDATIONS		

4) 건설교통 연구기획사업, 서울대 산학협력단, 국가 표준 건축설계기준 개발 및 시행을 위한 기획, 2012

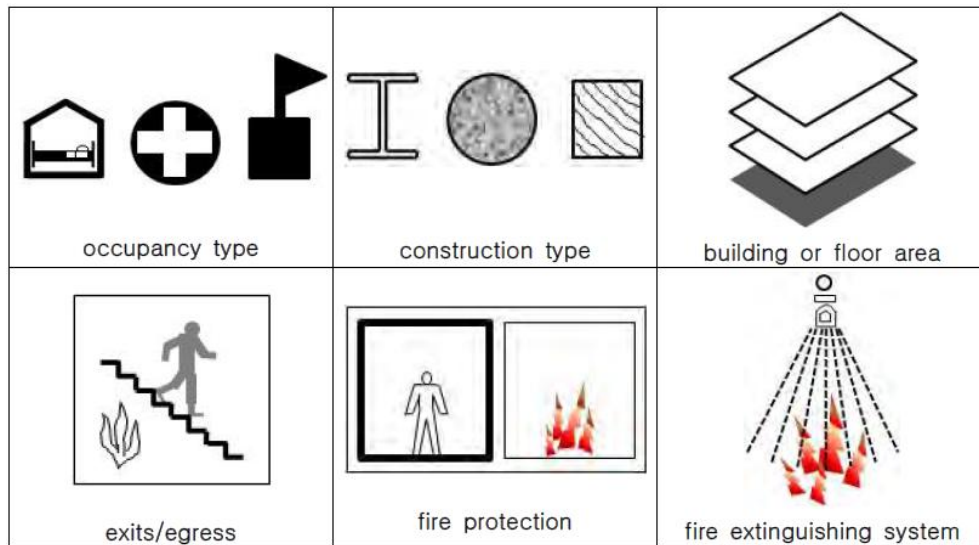


그림 26. IBC code components의 예

○ 캐나다 NBC

- 캐나다의 NBC(National Building Code of Canada)는 NRC(National Research Council)에 의해 지명된 협의위원회에 의해 제정되었으며, 여기에는 여러 분야의 전문가들이 구성원으로 포함되어 있음
- NBC의 주된 목적은 적절한 통일 건물 표준의 적용을 통한 공중 안전의 향상이며, 기본적으로 공익을 위해 공중의 건강, 화재 안전 및 구조적 충족을 만족시키기 위한 최소한의 규칙을 다루고 있음. NBC는 증축이나 개축을 포함한 건물의 건설, 용도변경이 진행 중인 건물의 평가 및 허용할 수 없는 위험의 제거를 위한 건물 보강 등을 위한 안전 기준을 제시
- NBC의 내용은 주로 건강과 안전을 위한 요구를 포함하고 있으며, 건강과 안전에 무관한 요구사항은 최소화하고 있다. NBC는 미국의 IBC와 같이 행정, 구조, 설비, 피난 및 소방을 포괄하는 9개의 장으로 구성

○ 호주 BCA (Building Code of Australia)

- 호주의 BCA는 ABCB(Australian Building Codes Board)에 의해 제정되었으며, 건물 및 다른 구조물의 설계와 건설을 위한 통일된 기술적 규정들을 다루고 있음
- BCA의 목표는 공중의 이익을 위한 구조적 충족, 안전(화재로부터의 안전을 포함), 건강 및 쾌적에 대한 표준을 마련하고 유지하는 것
- BCA는 건물과 구조물을 10개의 유형으로 분류하였으며, 유형 2부터 9까지의 건물을 주로 다루는 1권과 유형 1 및 10의 건물(주택, 창고, 차고 등)을 주로 다루는 2권으로 분리하여 기술. 이와 같은 두 개의 권은 모두 새롭고 혁신적인 건물, 시스템 및 설계의 사용을 위해 좀 더 많은 융통성을 제공할 수 있는 형식으로 기술

다. 건축생산 시스템

○ 국외 모듈러 건축

- 유럽에서는 공공부문의 교육시설, 의료시설, 국방시설 및 감호시설 등과, 민간부문의 주택/ 기숙사, 호텔, 체인점 및 사무실 등 다양한 건축물에 대하여 모듈러 건축을 적용하고 보급을 확대하고 있음
- 중고층형 설계 및 환경성능기술, 중고층형 구조시스템, 건식 내화기술과 공장생산 자동화로, 공동주택, 중고층형 규모의 호텔 보급 확산

표 24. 국외 모듈러 건축 기술 개발과 실증 사례

기술명	중고층형 설계 및 환경성능 기술	중고층형 구조시스템	건식내화기술	공장생산 자동화
	(캐나다 Habitat 67) 미리 제작한 콘크리트 박스 354개를 적층하여 145세대 규모 모듈러 건축물 실현	(영국Vision Modular) 콘크리트 코어 + 모듈 복합 구조를 활용한 24층 규모 모듈러 시스템 적용	(일본 MISAWA) PALC 외벽과 석고보드를 활용한 천정 및 주요부재 내화구조 확보	(일본 SEKISUI HEIM) 반자동화 시스템 기반으로 90% 공업화율로 ISO9001 품질매니지먼트시스템으로 운용 함
해외 사례				

○ 목구조 Prefab 및 공업화 주택

- 유럽: 21세기에 들어 세계적으로 목조건축이 차지하는 비중은 증가하는 추세이며, 기술적으로 모듈화 및 대량생산화의 시스템을 갖추고 있음
- 호주: 2011년 기준 3,300억원 규모의 시장이 형성되어 있으며, 멜버른을 중심으로 시장이 발달. 저소득층, 노숙자 등 사회 소외계층을 대상으로 적정 수준의 주거환경을 저렴한 가격에 제공하는 공공임대주택과 극오지 자원개발을 위한 노무자 숙소위주로 사업이 진행
- 뉴질랜드: 수차례 일어난 대지진에 의해 파괴된 도시를 모듈러 건축으로 재건하고 있으며 Prefab NZ의 설립을 기준으로 모듈러 건축의 큰 발전이 이루어졌다. 관련 학회 및 워크샵이 활발하게 개최되어 원활한 정보교류가 이루어지고 있으며, 최근 HIVE 전시관을 통해 모듈러 주택을 개방 전시
- 영국: 시장규모는 약 2,316 £ million(약 4.2조원)으로 추산. 2000년대 후반으로 갈수록 모듈러 유형 중 재사용 구조형 건축물의 비중이 약 50%에 육박⁵⁾

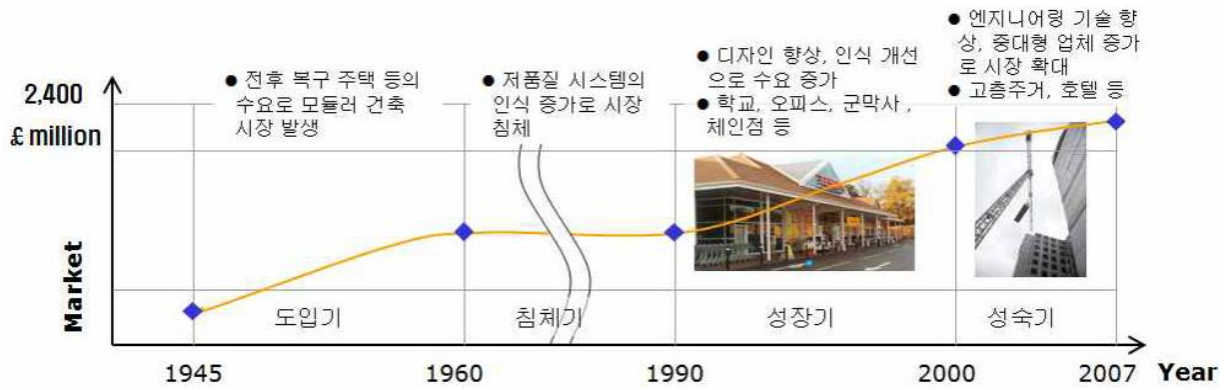


그림 27. 영국 모듈러 건축 시장의 확대 과정

- 미국: 2011년 기준 5.5조원 규모의 대규모 시장이 형성되었으며, 의료시설, 대학기숙사, 제조시설, 저층건물, 공공건물 등에서 사용도가 높다. 최근 열악한 경제 상황에도 불구하고, 도심지역 중·고층의 공동주택을 중심으로 수요가 더욱 증가. 뉴욕 맨하탄의 숙소를 모듈러 공법을 통해 보급하였으며, 세계에서 가장 높은 모듈러 건축물인 32층 건물을 계획⁶⁾
- 일본: 건설실적은 연간 12~15만호(주택실적의 15% 내외) 수준⁷⁾이며, 공업화주택 단가는 타 공법에 비하여 높지만, 공기가 짧고 소비자 만족도가 높게 나타나고 있으며⁸⁾ 현재 일본의 공업화 주택의 공급현황은 철골조(86%), 목조(11%), PC(2%)수준이며, 철골조 프리패브 주택 중 패널타입 및 유닛타입은 8:2로 시장 형성

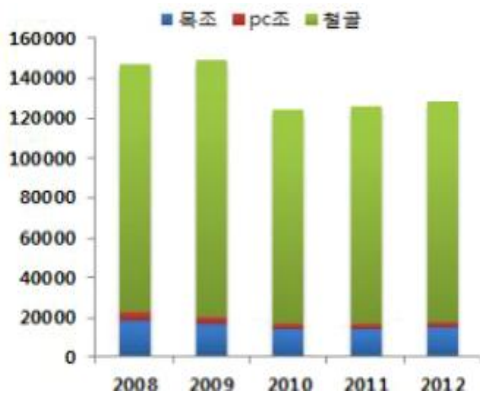


그림 28. 일본의 재료별 공업화주택 시장

	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년
프리패브 주택	160,871	159,224	159,930	156,254	160,347
신설 주택	1,151,016	1,160,083	1,189,049	1,236,175	1,290,391
비율	13.98%	13.73%	13.45%	12.64%	12.43%

	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
프리패브 주택	145,360	154,427	125,924	126,671	126,770
신설 주택	1,060,741	1,093,519	788,410	813,126	834,117
비율	13.70%	14.12%	15.97%	15.58%	15.20%

그림 29. 일본 프리패브 주택 건설실적 비율

○ 계획·설계, 자재생산, 시공 일괄 융합 시장 확대

- Huf House(독일): 주택과 관련된 거의 모든 일괄 생산체계를 갖추고 맞춤형 설계 및 시공 서비스 제공하고 있음. 기초 골조공사(IDEAL Beton), 조경(GartenArt),

5) MSIReports, The UK market for Modular and Portable Buildings, 2008

그림 93. 포항산업과학연구원, 이동과 재사용이 가능한 모듈러 건축기술개발 및 실증연구 기획보고서, 국교부, 2013

6) LG global challenger 2014, 모듈러 건축 삶을 지속시키는 네모난 희망, 윤중연 외 4인

7) 일본 프리패브주택협회, <http://www.purekyo.or.jp/>

8) 日本建築センター、工業化住宅評定・評価の歩み、2006

인테리어(MalerBodenArt), 가구(StilArt), 조경(Garten Art), 설비 및 신재생에너지(RedBlue energy)등의 계열사를 운영하고 있으며 중국 시장으로 진출

○ 유럽 모듈러 시장 성숙요인

- 다양한 시장확대 : 민간주택, 임대주택, 교육시설, 의료시설, 판매시설 등 다양한 분야에서 모듈러 공법을 적용하여 만족할 만한 품질의 건축물을 공급 중에 있음
- 공기 단축 및 품질 : 기후 및 계약 문제 등으로 인한 불확실성의 해소 방안으로 모듈러 공법에 대한 수요가 증가함
- 최신기술의 개발 : 장스팬모듈의 개발, 디자인기술 향상, 고층화 기술 향상, 설비 일체화 모듈 공급 등으로 인해 적용 가능한 건축물의 범위가 넓어지고 있음
- 도심지 공사 증가 : 도심지 공사에서 발생하는 소음, 분진, 교통문제 등에 대한 해결책으로 모듈러 공법이 주목받고 있음
- 친환경성 : EU 지역의 Building Regulation Part L에서 건축공사에 의한 CO2 배출량을 규제하고 있으며 정부의 주택정책 중에서도 단열성능, 재활용율 등 친환경적인 건축공법에 대한 지원이 증가하고 있음

라. 실내공기질 중요성 증대

○ 세계보건기구 선언문 ‘건강한 실내공기에 대한 권리(The right to healthy indoor air)’

- 세계보건기구(WHO)는 대기오염에 의한 사망자 수는 연간 최대 600만 명이며 실내공기 오염에 의한 사망자는 280만 명에 이르고, 실내 오염물질이 실외 오염물질보다 폐에 전달될 확률은 약 천배 높다고 추정
- WHO는 실내공기를 단순한 ‘매체관리’ 차원에서 벗어나 UN헌장에서 명시하고 있는 ‘인간의 기본권’ 차원에서 다룰 것을 요구하며 ‘건강한 실내공기에 대한 권리(The Right to Healthy Indoor Air)’ 라는 선언문을 2000년 5월 채택⁹⁾

○ 미국

- 실내공기질 개선과 관련하여 BCC Research 결과에 따르면 미국의 실내 공기질 시장은 2011년에 약 70억 달러, 2012년 약 73억 달러를 기록했고, 2017년에는 4.6%의 연평균 복합 성장률(CAGR)로 성장해 약 92억 달러에 달할 것으로 예상됨
- 설비부문은 2012년 37억 달러에 이르고 그 이후 CAGR 4.8%로 확대되어 47억 달러에 달할 것으로 예상됨
- 환경서비스 부문은 2012년에 19억 달러에 이르고, 그 이후 CAGR 4.4%로 확대되어 24억 달러를 달성할 전망이다¹⁰⁾

9) WHO, The Right to Healthy Indoor Air, 2000.05

10) 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술개발 기획연구 최종보고서, 2013

○ 주요 선진국 에너지소비증명제 현황

- 프랑스, 독일 및 영국과 같은 유럽 주요 선진국에서는 신축, 기존 주거용 건물의 신축/매매/임대 시 Energy Performance Certificate 첨부를 의무화하여 주거공간의 온열환경을 정량적으로 평가하고 실제 수요자에게 온열환경에 대한 정보를 제공하도록 하고 있음

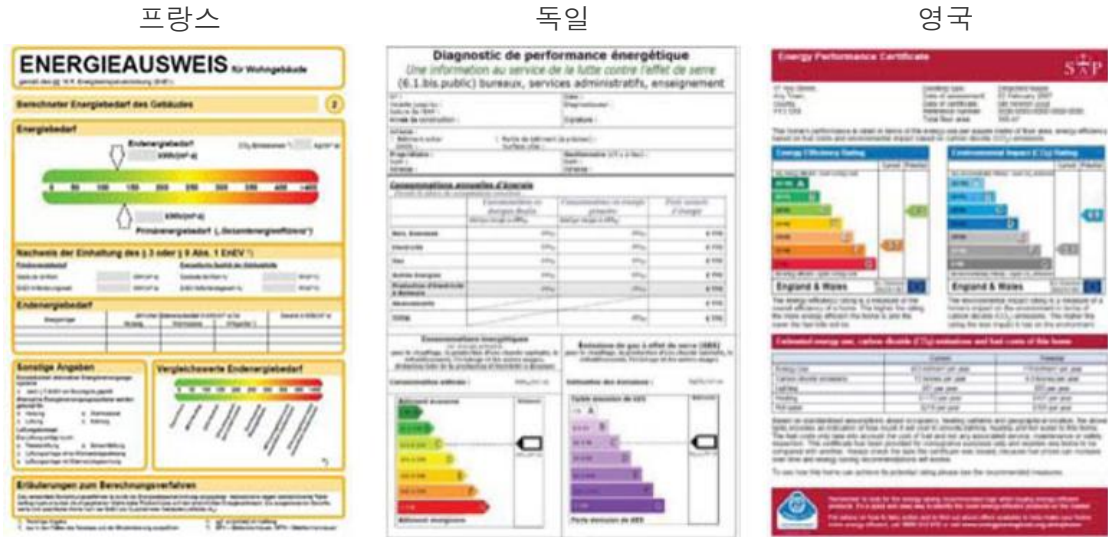


그림 30. 주요 선진국의 건물에너지소비 증명서

- 미국에서는 부동산 거래 시 거주환경의 라돈 정보를 제공하는 제도가 있으며, 건물 매매자, 소비자 및 세입자를 위한 가이드라인을 제공하고 있음
- 일본은 목구조의 실내 환경이 인체에 미치는 영향을 다각도로 검토해 그 장점을 이용해 신기술을 개발하고 실제 건축물에 적용하고 있음

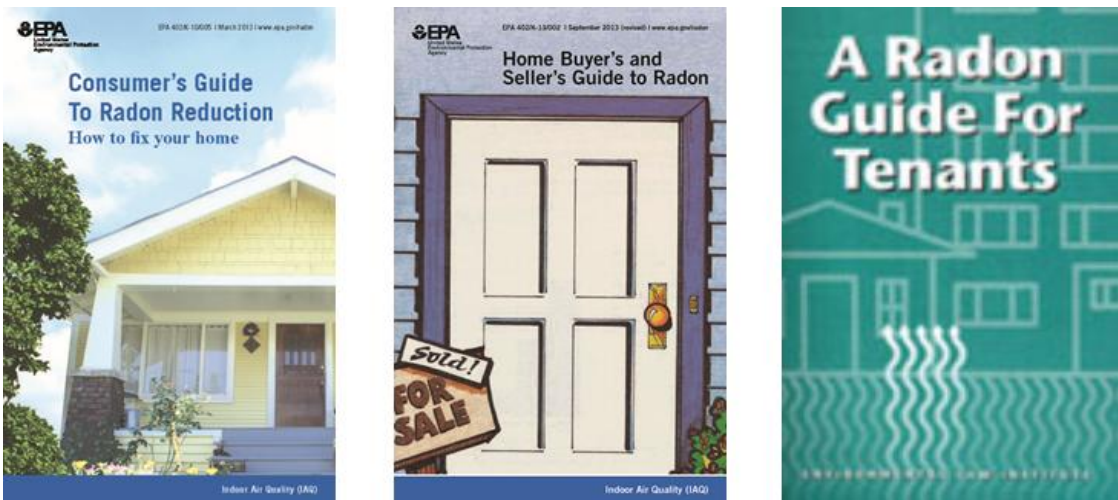


그림 31. 미국 EPA의 Radon 가이드라인

3절. 기술동향 분석

1. 친환경·기능성·건물에너지 기술개발 동향

가. 온열환경 개선을 위한 기술개발의 증가

○ 기존 건축의 축열성능 활용 사례

- 축열(蓄熱)을 이용한 건축은 오래전부터 사용하기 시작하였으며 대부분의 재료를 주변에서 구할 수 있는 흙, 돌, 물 등을 이용하여 낮의 뜨거운 열을 축열재료가 흡수하게 하여 실내에 더운 열의 전달을 막고 온도가 내려가는 밤에 흡수한 열을 방출하여 건물이 차가워지는 것을 막고 건물의 내부를 따뜻하게 유지하기 위해 사용되었음
- Trombe Wall, 조적식 벽체, 바닥난방시스템에서 사용되는 난방 수, 온돌에서의 구들 등은 이러한 축열의 장점을 이용하여 기존 건축물에서 온열환경을 개선하기 위해 사용되어 왔던 축열건축의 예라고 할 수 있음

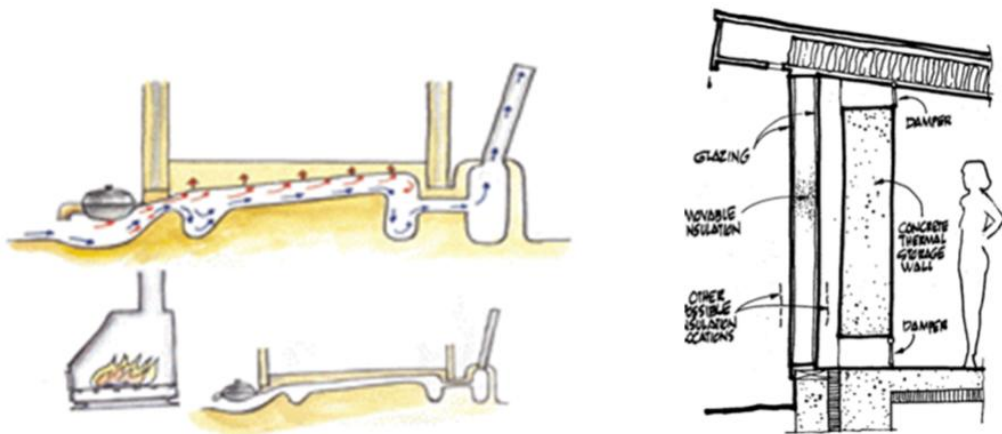


그림 32. 축열건축의 예(전통구들, Trombe Wall 활용사례)

○ 축열벽 시스템을 이용한 온열환경 개선 기술

- I. Hernandez-Lopez et al. 은 축열벽 시스템 형성을 통해 잠열축열 방식으로 실내 온열환경 개선효과와 건축물 에너지 성능을 분석하고, 축열에 대한 고려를 통해 실내 쾌적성을 유지시키려는 연구를 수행함
- 축열벽 시스템 형성 시, 실내 온열환경 개선효과는 매우 뛰어난 편이며 외부의 급격한 온도변화에도 항상성을 유지하려는 경향을 보였고, 이는 목조건축물의 낮은 축열성능을 보완할 수 있는 기술이라고 판단됨

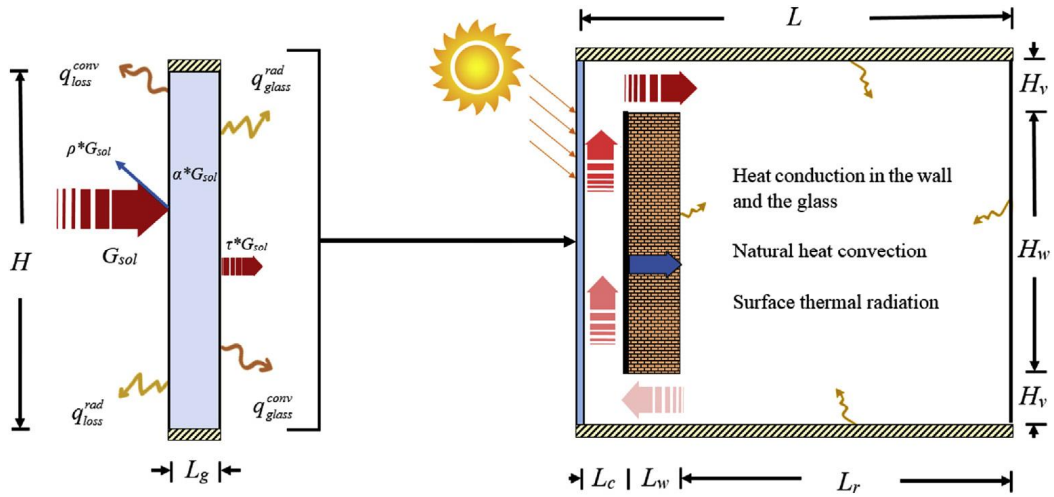


그림 33. 축열벽 시스템의 개념도

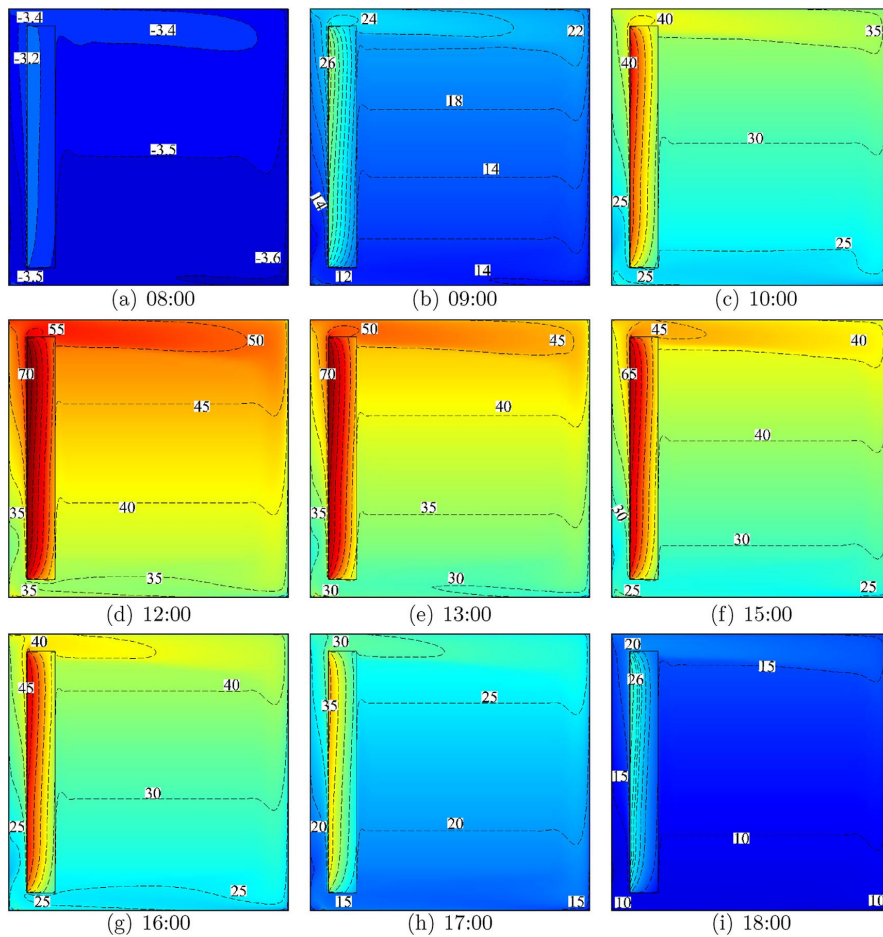


그림 34. 축열벽 시스템 적용 시의 실내 온열환경 분석

- 상변화 물질(Phase Change Material; PCM)의 열에너지 저장 기술 활용
 - 최근 PCM을 이용하여 잠열에너지 저장시스템(Latent heat thermal energy system; LHTES)을 건축물에 적용하여 에너지를 패시브적으로 조절하는 연구가 많이 진행되고 있음

- PCM은 현열이 아닌 잠열 저장매체로서 고체-액체로 상변화 시 열을 저장시킴으로서 에너지를 저장하는 물질을 말하며, 일반적으로 양초와 같이 온도가 높아지면 액체로 변하면서 잠열을 저장하며, 액체상태에서 다시 잠열을 방출하면서 고체화되는 특징을 지님

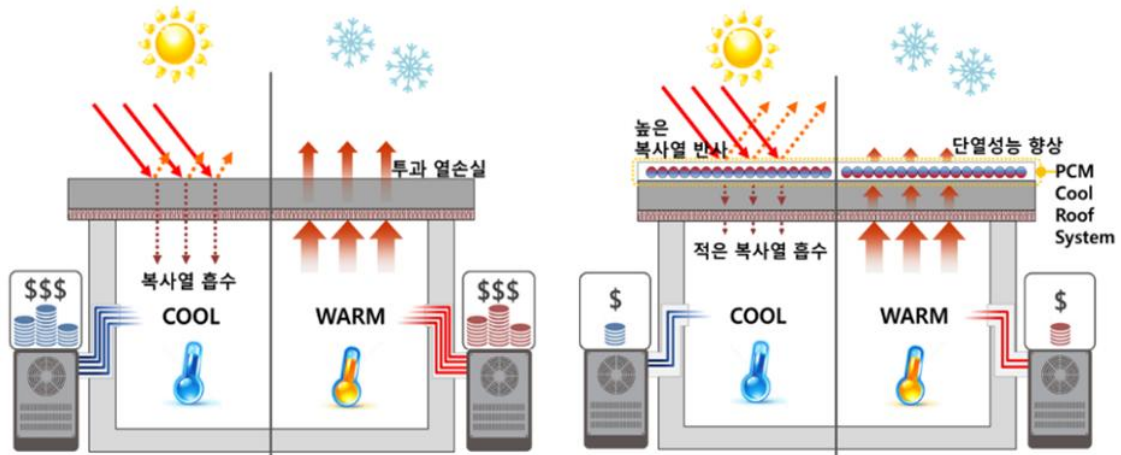


그림 35. PCM을 활용한 지붕 구조체 개발 연구의 사례

- 실내공간에서 열적 관성이 유지되는 경우, 실내 온도가 쾌적 범위를 유지함에 있어 외부환경에 대하여 영향을 최소한으로 받게되며 냉·난방 피크부하로 인한 에너지 손실을 저감 할 수 있음
- PCM의 기본 이론은 바로 이러한 열적 관성을 유지하는 것에서 출발하며, PCM을 이용하여 제로에너지 건축물(Net zero energy building; NZEB)을 구현하려는 연구가 수행되고 있음

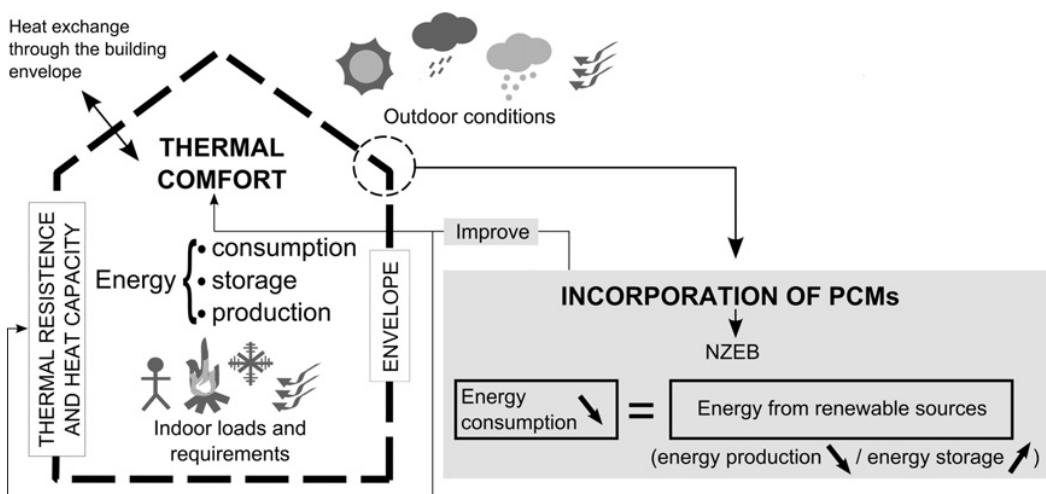


그림 36. NZEB 구현을 위한 PCM 요소기술 모식도

- Chou et al.은 일반적인 물결모양 지붕과 단열재가 적용된 지붕, 단열재와 PCM이 추가된 지붕에 대해 열적 성능을 평가함

- 실험은 지붕층의 위쪽 표면온도와 아래쪽 표면온도를 측정하고, 추가적으로 실내온도를 측정하는 것으로 진행되었으며, 실내온도 분석 결과, 단열재와 PCM이 같이 적용된 지붕에서 가장 낮은 피크 온도를 보였고, 단열재가 추가되지 않은 일반적인 물결모양 지붕의 경우에는 실내온도가 외기온도에 따라 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었음
- 또한, PCM이 들어간 단열 지붕이 약 52.7%의 에너지 저감율을 보였고, 단열재만 적용된 지붕은 약 43.1%의 에너지 저감율을 보임을 알 수 있었으며, 결과적으로 PCM을 적용하는 것이 지붕에서의 에너지 저감효과를 가져올 수 있음을 도출함
- 지붕층에 다양한 형태로 PCM을 적용하여 열적 성능을 향상시킬 수 있는 것을 확인함

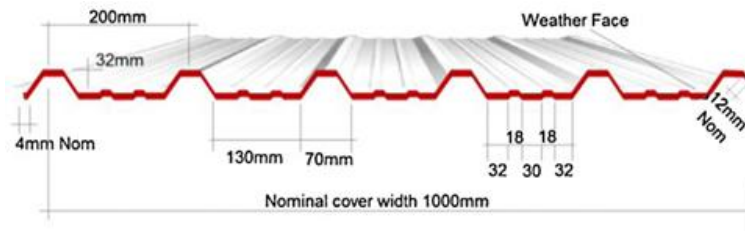


그림 37. 일반적인 물결모양 지붕

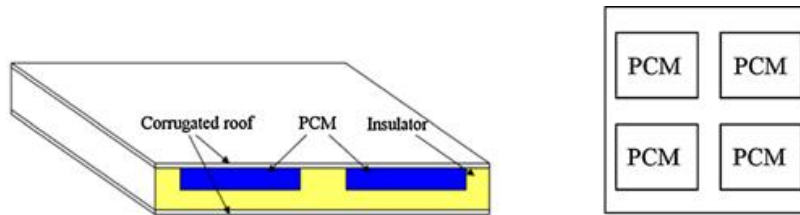
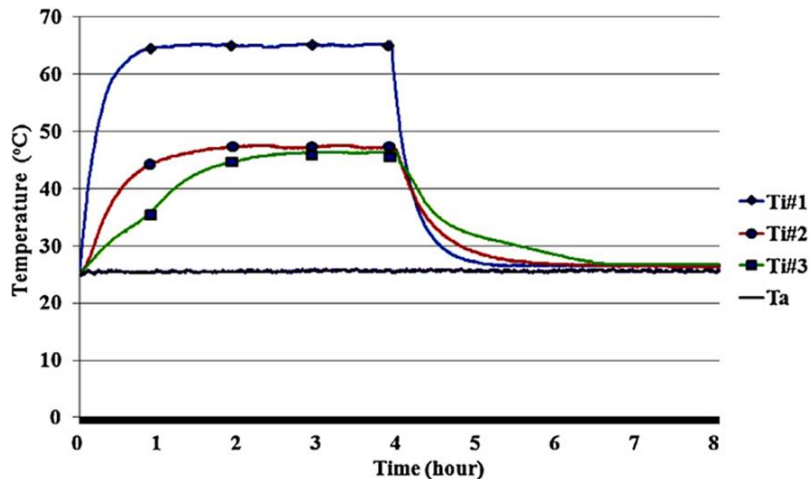


그림 38. PCM이 들어간 단열 지붕



- #1 = 일반적인 물결모양 지붕 single layer (단열 X)
- #2 = #1 + PU 15mm layer (단열 O)
- #3 = #1 + PU 15mm + PCM layer (단열 O)

그림 39. 지붕층에 따른 실내온도 분석결과

- 또 다른 연구 사례로 Alawadhi et al.은 지붕층에 적용되는 콘크리트 구조체 내부에 원기둥 및 원뿔의 형태로 PCM을 적용하여 PCM의 고체-액체로의 가역적인 반응에 있어 열적 효율을 최대로 끌어올리기 위한 최적안을 도출함
- 실험에 사용된 PCM은 n-eicosane을 사용하였음. 결과론적으로 지붕층 콘크리트에 PCM을 적용하여 총 열류량의 39%를 저감하는 연구성과를 도출하였으며, 아래의 그림은 실험에 사용된 콘크리트 구조의 모식도 및 실제로 제작한 콘크리트 구조물을 보여줌

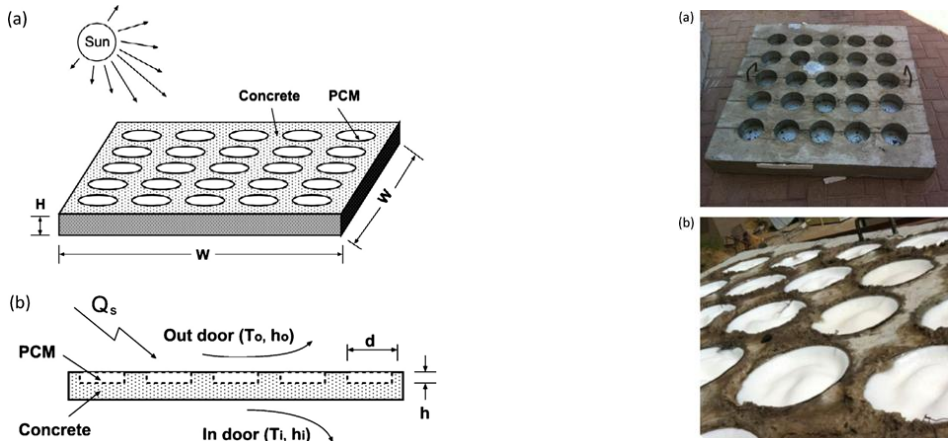


그림 40. PCM 적용을 위한 지붕층 콘크리트 구조물의 모식도 및 Mock-up 이미지

- 또한 Kośny et al.은 Bio PCM을 적용하여 경사진 지붕층에 축열층을 구성하여 건물 내 냉난방 부하저감을 위한 연구를 수행하였음. 특히, PCM은 경사 지붕층의 태양광 패널이 들어가는 곳에 적용됨
- 결과적으로 PCM이 들어간 지붕층의 열류량이 90%정도 저감되는 것을 확인하였으며, PCM이 들어간 경사진 지붕층의 모식도와 하절기 냉방기간동안 지붕층의 온도변화에 대한 결과를 확인함

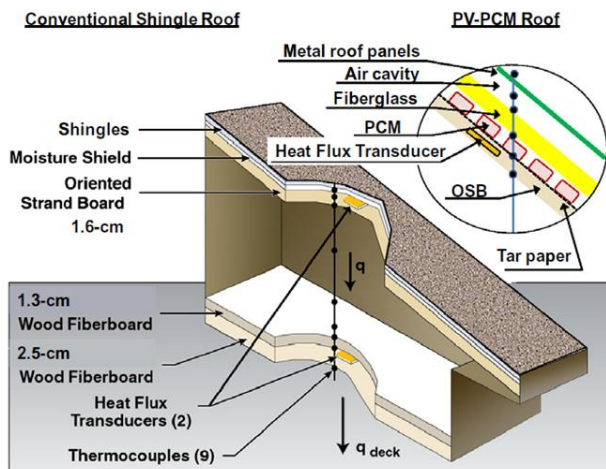


그림 41. PCM이 들어간 경사 지붕 레이어 모식도

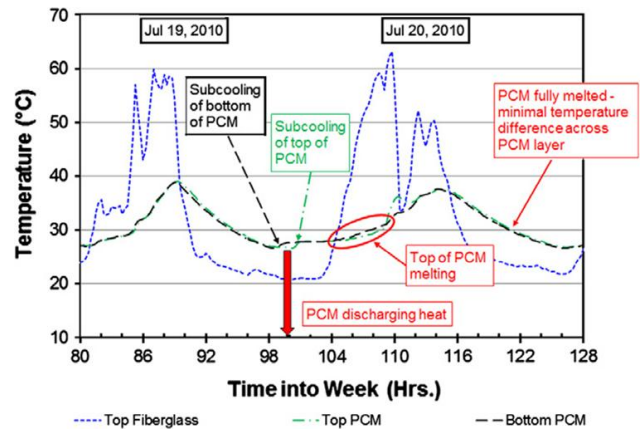
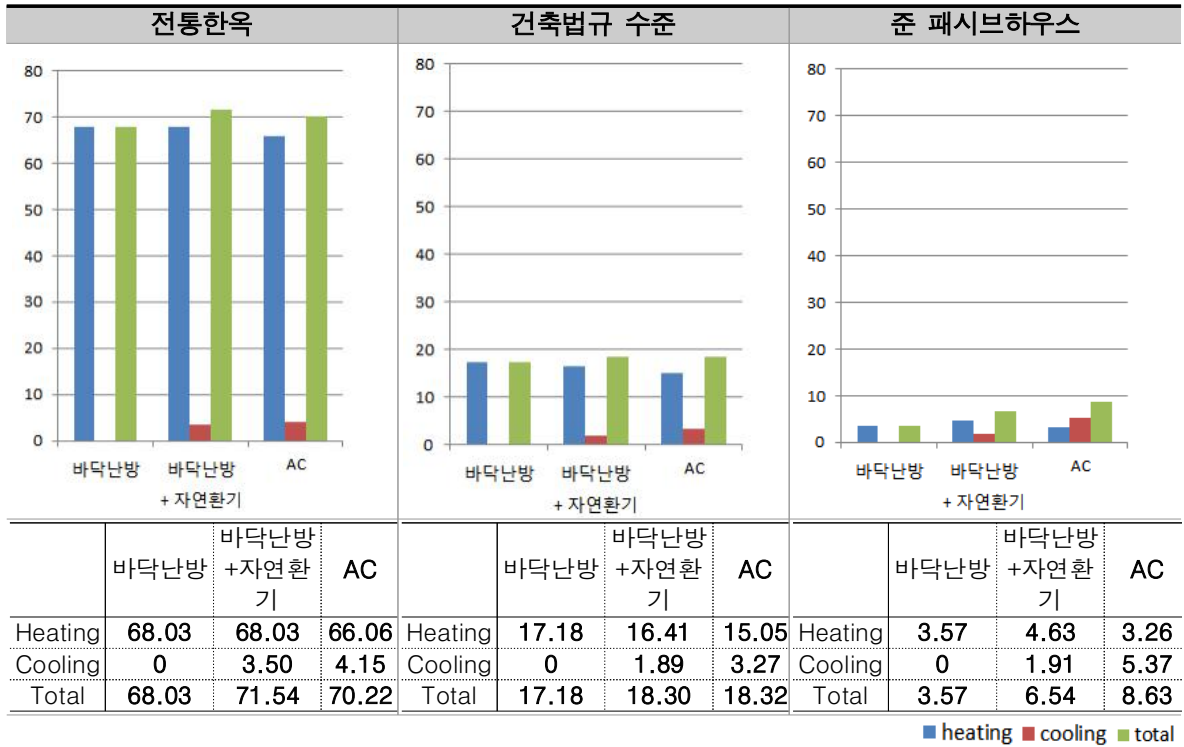


그림 42. 냉방시즌 기준 지붕층의 온도변화

나. 저에너지 주택 기술개발 동향

○ 전통한옥 외피성능 향상 및 자연환기의 도입 기술

표 25. 한옥 에너지성능별 냉난방부하량 비교 (Type 1)






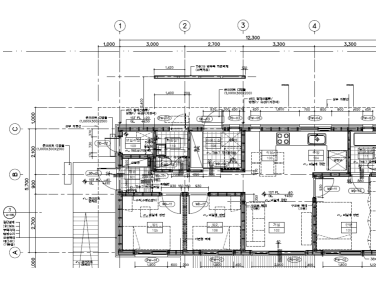
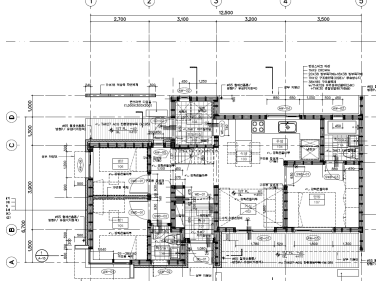
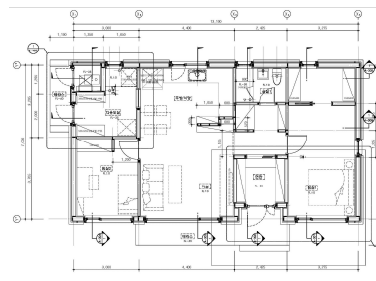
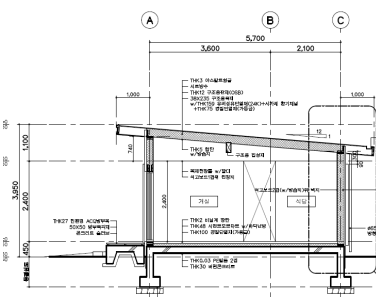
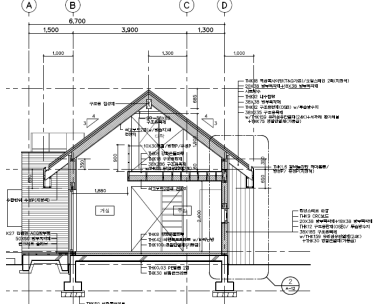
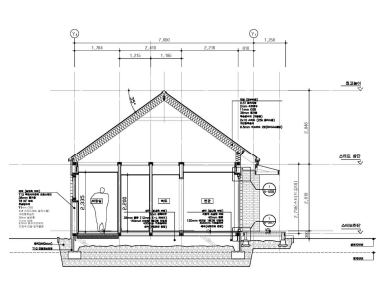
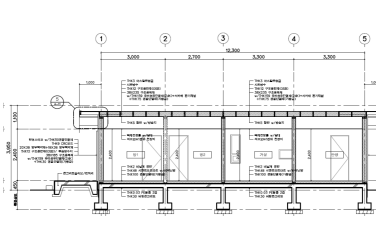
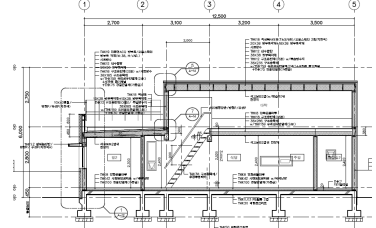
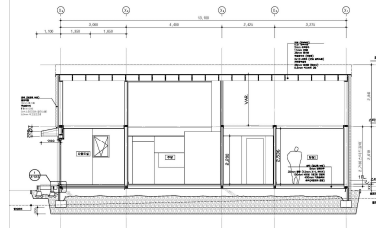
(출처: 이병연 외, 자연환기 적용을 통한 신한옥 유형별 에너지 소비 및 쾌적성 향상 가능성에 관한 연구)

- 전통한옥에서 외피의 단열 및 기밀성능을 향상하게 되면 부하비율이 큰 난방 에너지 절감을 통해서 전체 에너지 사용량을 급격하게 절감
- 전통한옥, 법규수준한옥, 준 패시브 수준 한옥에 자연환기를 도입하게 되면 수준별 냉방에너지는 3.5MWh, 1.89MWh, 1.90MWh로 A/C방식에 비해 15.7%, 42.1%, 64.5%의 저감율을 보임

○ 저에너지 표준주택 모델 개발 및 보급

- 목구조 주거건축물 보급 환경을 개선하고 고품질의 목조주택을 구현하기 위해 목구조 주거용 건축물에 대한 요소기술 및 성능개선과 관련된 다수의 연구 및 상세디테일이 발표되어지고 있음
- 대표적인 사례로 농림수산식품부 주도로 개발되고 보급 중에 있는 농어촌 표준주택을 들 수 있으며, 민간사업자 및 단체에서도 목구조 주거용 건축물의 품질확보 및 에너지성능 향상을 위하여 설계디테일 및 시공상세 가이드라인을 개발하여 보급 중에 있음

표 26. 저에너지 표준주택 개발 사례

구분	농어촌 표준 주택 [14-21-가 형]	농어촌 표준 주택 [14-21-나 형]	저에너지 표준주택 [한국패시브건축협회]
조감도			
연면적	70.40m ²	70.22m ²	99.2m ²
평면도			
종단면도			
횡단면도			

다. 기능성 건축자재 개발 동향

○ 흡착 기능성 건축자재

- 유해화학물질을 흡착할 수 있는 기능성 건축자재의 연구 및 기능성 소재의 흡착 성능을 향상시킬 수 있는 소재 개발과 관련 된 연구가 학/연 분야에서 최근에 다수 수행하였음
- 흡착 기능성 소재인 활성탄, 제올라이트, 다공성 천연광물 등을 물리적/ 화학적 개질을 통하여 흡착성능을 개선하거나, 건축자재 원재료, 접착제 및 도료 등과 혼합하여 건축자재와 적용가능성을 분석하는 연구가 수행된 바 있음

- 건축자재 생산업체에서는 오염물질 저방출과 유해물질 흡착 기능을 건축자재에 부여하기 위해 황토, 숯, 규조토 등의 자연소재를 혼합하여 건축자재를 개발한 사례들이 다수 존재함



그림 43. 기성 기능성 건축자재 사례

○ 열저장 기능성 건축재료

- 콘크리트, 몰탈, 페인트, 목질판상제품 및 샌드위치 등 성형 가능한 재료 및 보드타입의 건축자재에 PCM을 적용하려는 제품 개발 사례가 존재하며, 이는 PCM을 적용함에 있어 타 건축자재에 비해 경제적이며 PCM주입이 용이한 특성을 가지고 있기 때문에 해당 제품을 타겟으로 한 제품 개발이 이루어지고 있음
- 또한, PCM을 석고보드에 적용하여 에너지 효율을 높이하고자 하는 연구가 한창 진행 중에 있으며, 석고보드는 방화성, 단열성, 차음성, 내진성, 무해성, 무신축성, 경제성 및 위생성이 좋아 실내 내장재로서 상당히 많이 사용되고 있어 석고보드의 열적효율을 향상시켜 건축물의 열효율 개선을 도모하고 있음

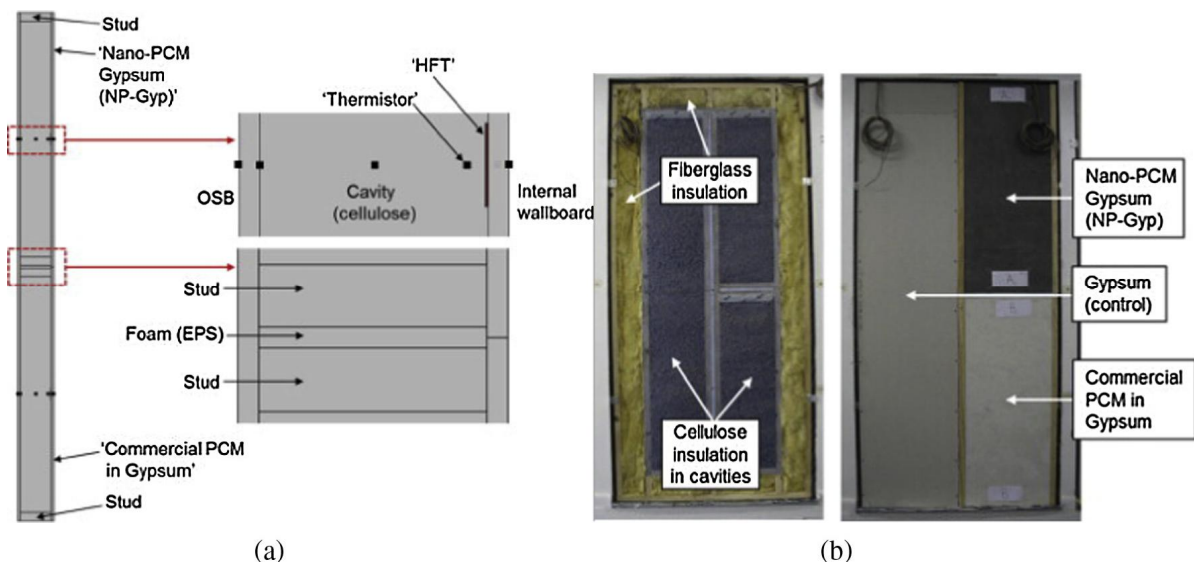


그림 44. nanoPCM이 적용된 wallboard 모식도

마. 전통적 재료 및 실내공간 조성 연구



○ 국내 전통건축재료

- 황토, 한지 및 기와에 대한 연구 및 제품 개발은 상당히 활성화 되어 있는 상태이나 개발된 제품의 물리적, 화학적 특성에 대해 정밀하게 분석된 자료가 미흡한 상태임
- 전통건축재료 시공법의 기준 부재로 보편적인 확산이 어려운 상태인 것으로 확인됨

○ 전통공간에서 지속가능한 형식의 자연도입

- 전통건축재료인 흙을 이용해 실내공간을 구성할 경우 공간의 쾌적한 상태를 유지할 수 있고, 자연미를 형성하며, 에너지 효율 면에서도 뛰어난 역할을 할 수 있음

표 27. 전통공간의 지속가능한 형식의 자연도입 방법

구분		지속가능한 형식의 자연 도입 방법	
유형적 요소	직접적	지형, 녹지, 물 등 직접적 자연의 요소	지형에 순응, 자연과 융화
	물리적	자연적 재료 사용	자재미, 시용성, 자연미
	기술적	열, 빛, 공기, 바람, 습도, 배치 형식 등 자연 에너지 조절	자연 에너지에 의한 쾌적한 환경 조성
-관여 형식 : 조형적으로 관여 -표현적 특성 : 규모, 형태, 위치, 배치형식 등 자연에 순응하는 형식 : 조형적 측면에서 유형적으로 자연에 순응			
무형적 요소	간접적	기후, 소리, 빛, 바람, 기억, 생활양식과 같이 직접적으로 보이지 않는 요소	자연과 정서적, 심리적 교감
	생활적	차경의 원리, 상호 관입, 중첩	경계의 소멸, 매개적 역할
	생태적	자연과의 조화, 자연의 변화에 순응	무위자연(無爲自然)
- 관여 형식 : 공간적으로 관여 - 표현적 특성 : 시선조작, 맥락확장, 감성, 감각적 형식으로 표현 : 공간적 측면에서 무형적으로 자연에 순응			

출처 : 양은지, 김개천. 생태 미학적 관점에서 본 지속가능한 건축 공간 특성에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집, 21(4), 31-39. (2012)

○ 한지를 이용한 실내공간 구성방안

- 전통적 소재의 친환경적인 장점들을 활용하기 위한 목적으로 한지를 실내 벽면 마감재료 개발하여 적용하려는 연구가 진행되었음
- 자연재료로 생산되는 한지가 가지고 있는 기능적인 특성과 전통적인 실내공간을 연출할 수 있는 심미적인 특성을 활용함



그림 45. 한지를 이용하여 전통적 공간으로 구성한 ‘통영 용남초등학교’

○ 한국적 생활문화공간 우수사례 선정공모

- 문화체육관광부 주관으로 한국적 스타일의 지속적 보급과 전통문화의 현대적 활용 및 확산을 위해 『한국적 생활문화공간 발굴 및 확산』 사업을 2012년 이후 추진 중에 있으며, 이를 통해 전통 문화가 현대적으로 재해석된 실내공간의 발굴을 통해 한국적 공간이 지속적으로 확산될 수 있는 기틀을 마련하고자 함



그림 46. 전통 한지와 좌식 문화를 담고 있는 ‘하얏트 리젠시 제주 한실’

○ 지속가능한 전통공간의 표현특성

- 자연 재료는 단순히 건축의 재료 측면 뿐 아니라 열, 빛, 바람, 공기, 습도, 등 자연 에너지를 조절하여 쾌적한 환경을 조성할 수 있음
- 이는 자연스러운 미를 형성할 뿐 아니라, 에너지 효율 면에서도 뛰어난 역할을 하며, 또한 순환적 자연에너지 활용은 인간 생활과 경제적 측면에 도움을 줄 수 있고 자연과의 공존을 위한 배려적인 측면으로 볼 수 있음

표 28. 동양적 생태미학 특성으로의 공간 특성

구분	내용
유무상생	 <p style="text-align: center;">소쇄원 광풍각</p> <p>비움으로 채움 자연과의 조화 자연스러운 자연의 흐름 무(無)=유(有) 내·외부의 공존</p>
시공간의 동시화	 <p style="text-align: center;">독락당</p> <p>시간과 공간의 무한화 시간과 공간의 변화 경계의 소멸 자연, 공간, 시간의 관계성 사이의 미(관계의 미) 생동하는 공간</p>
자율적 생성	 <p style="text-align: center;">독락당</p> <p>자유로운 생성 / 생명성 자연과 융화 소멸과 생성, 생성과 소멸</p>
변화와 순환	 <p style="text-align: center;">부용동 별서(세연정)</p> <p>자연의 변화 자연의 재료의 변화의 미(소박미) 시간, 공간, 물리적인 형식이 주는 변화의 아름다움</p>

출처 : 양은지, 김개천. 생태 미학적 관점에서 본 지속가능한 건축 공간 특성에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집, 21(4), 31-39. (2012)

2. 국내 모듈러 및 Prefab 건축 기술 동향

가. 모듈러 건축 기술의 확대 및 디자인 개발의 필요성

- 국내에 보급되고 있는 모듈러 건축은 주택의 경우 내력벽 구조 및 스틸스터드를 활용하고, 3층 이상의 기숙사, 학교, 군막사 등은 기둥-보 라멘골조식으로 구조를 형성하고 있음
- 적층형의 철골조 모듈은 유닛의 개발과 시공 및 접합에 대한 기술개발이 다수 이루어지고 있으며, 개발 업체별 기술과 실적을 누적 중에 있음
- 목구조의 모듈 개발과 Prefab/ 공업화 주택의 경우 산림과학원과 국내 업체에서 일부 연구를 수행한 바 있으나, 실증사례가 극히 미비하여 향후 추가적인 기술개발과 다수의 실증사례가 필요할 것으로 판단됨
- 또한, 국내의 소비자들은 ‘모듈러 주택’에 대하여 컨테이너 주택, 저비용 건축물 및 값싼 디자인의 획일화 된 주택이라는 시각이 잔존하고 있어, 모듈러 및 Prefab/ 공업화 주택에 대한 인식 제고와 디자인 유형 개발의 필요성이 제기되고 있는 상태임

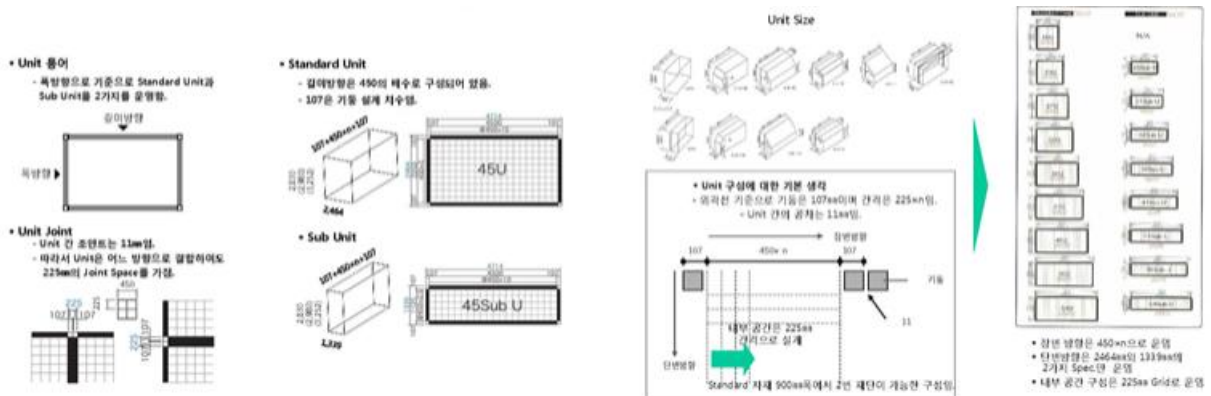


그림 47. 국내 공업화 주택의 기본설계계획

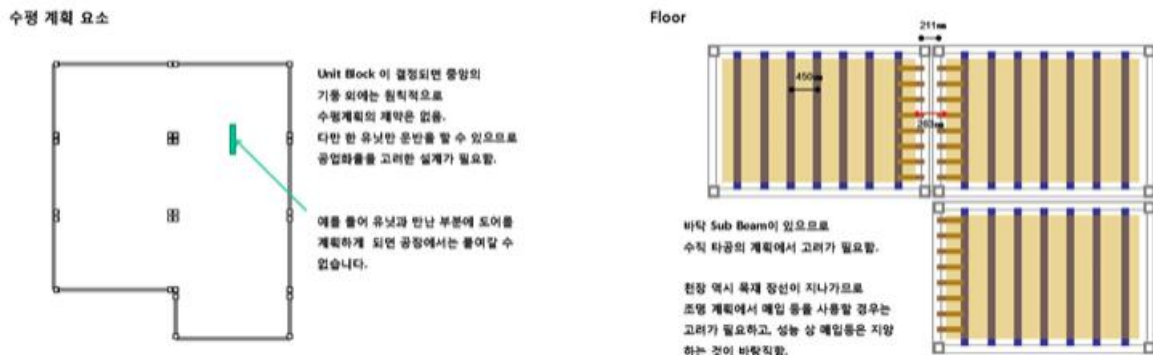


그림 48. 국내 공업화 주택의 설계 고려 단계



그림 49. 국내 공업화 주택의 모듈 블록 계획 단계

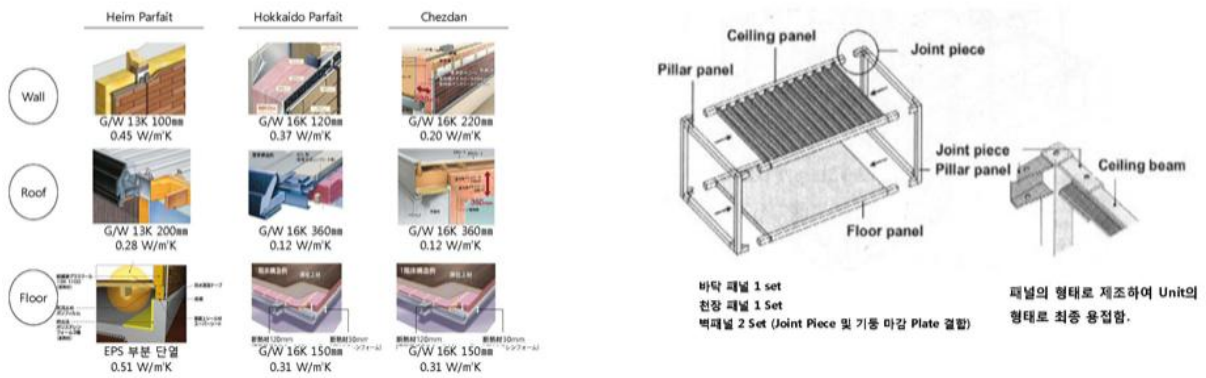


그림 50. 국내 공업화 주택의 모듈별 성능 및 조립 단계

표 29. 주요 모듈 제작사 현황 분석

구분	(주) 유창플러스	금강공업(주)	포스코 A&C
시스템 개요			
시스템 특징	기동-보 스틸프레임 방식 콘크리트 바닥판 및 스틸조이스트 경량 바닥판 병행	기동-보 스틸프레임 방식(각형강관 기동+C형 보) 콘크리트 바닥판	기동-보 스틸프레임 방식 콘크리트 바닥판 하이브리드(RC+모듈러시스템) 설계 및 시공
주요 시공 실적	<ul style="list-style-type: none"> - 학교 시설(2003년 국내최초 적용) - 군시설(병영생활관, BOQ) 해외 수출용 시스템 (괌 미군기지 이전사업 작업자 용 숙소, 카자흐스탄 주택사업 등) - 오피스 (포스코 제철소 내 사무실 등) 	<ul style="list-style-type: none"> - 군부대 내무생활관 - 군사령부 통신단 사무실 - 고지대 통신시설 - 공장 기숙사 - 남극 제2기지 임시숙소 - 전원주택, 게스트 하우스 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 독거노인 원룸주택(2006) - 보육원 생활관(2006) - 포항 YWCA 소망의 집(2009) - 청담동 P사 직원숙소 (2011) - 자전거보관소, 블라디보스톡 병원, 신기초등학교 등의 모듈러 설계 경험
특기사항	<ul style="list-style-type: none"> - 모듈 전문 제작공장 보유 - 강건재(천장재, 스틸 스테드, 외장재 등) 제조 병행 - 국내 최초의 모듈 전문 제작사로 다수의 실적을 보유하고 있음 - 최근 군독신자 숙소용 모듈 제작 시 '노무자 직접고용'방식의 공장제작 경험 보유 	<ul style="list-style-type: none"> - 모듈 전문 제작공장 보유 - 일일 최대 25개 모듈러 생산 가능한 공장규모 - 세계 30여국에 강관, 폼, 건축용 가설자재 및 모듈러 제품을 수출 - 모듈러 유닛 특허관련 총 8개의 특허권 보유 - 군사업 적용 모듈러 유닛공법 신기술 보유 - 모듈러 공법 주택 국내 최초 시공 	<ul style="list-style-type: none"> - 모듈 전문 제작공장 보유 - 설계 및 감리 사업 병행 (엔지니어링 기반 모듈 제작사업) - 2012년 공업화 주택 인증 - 오피스/ 공동주택/ 모듈러주택의 에너지 저감모델 개발 - 각 분야간 BIM협업 프로세스를 구축하고, BIM 데이터 작성 및 활용을 위한 수준 높은 시뮬레이션 제공
주력분야	- 학교, 군시설 등의 공공분야 및 해외 수출용 등 중대형 건축물	- 병영시설, 단독주택, 기숙사, 남극 제2기지 등	- 원룸, 보육원, 학교, 기숙사, 군용 막사 등

구분	스타프리빌(스타코)	(주) 큐브디자인개발	삼한건설
시스템 개요			
시스템 특징	<ul style="list-style-type: none"> - 별도의 구조용 프레임 내에 모듈 설치 - 중력하중 및 수평 하중 저항에 별도의 구조요소 사용 	<ul style="list-style-type: none"> - 컨테이너 시스템 이용 	<ul style="list-style-type: none"> - 건물의 중력을 지탱하는 기둥, 대들보, 처마, 서까래 등은 스틸자재로 시공하고 창문과 인테리어는 100%원목시공
주요 시공 실적	<ul style="list-style-type: none"> - 오피스텔 	<ul style="list-style-type: none"> - 소형 주택 - 전시시설(파빌리온 및 야외 카페 등) 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 첫 한옥빌딩 및 디자인 출원 획득
특기사항	<ul style="list-style-type: none"> - 2010년 크루즈형 주택으로 공업화 주택 인증 - 선박용 캐빈제작 병행 - 선박용 캐빈제작 노하우를 바탕으로 벽체 패널 등을 제작함 - 골조와 모듈의 중복 구조로 층수의 제한은 없으나 공사비가 다소 높게 소요됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 템포하우징의 중국공장 이용 - 개별 컨테이너 모듈을 이용하므로 해체 및 재조립이 용이함 - 소형 구조물에 사용 가능하나 중대형 건축물에 대한 실적은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 스틸(냉연압연강관, 강판, 빔)과 목조를 접목하여 전통한옥의 미적원형은 그대로 유지. - 층수에 관계없이 고층 건물 시공 가능 - 일반 한옥 (목조/시멘트) 건축비의 30% 절감 시공 가능 - 전 공정의 70% 이상이 공장에서 미리 이루어져 공사기간은 2주~1개월
주력분야	<ul style="list-style-type: none"> - 중고층 오피스텔 및 원룸형 주택 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 군 병영생활관 및 군 독신자 숙소 등 군 관련 시설 	<ul style="list-style-type: none"> - 원룸, 보육원, 학교, 기숙사, 군용 막사 등

3. 친환경·기능성 건축 자재·부재 평가기준 동향

가. 상변화물질을 활용한 건축자재의 축열성능 평가 기술

○ 건축자재 축열성능 평가기준 미흡

- 최근, 잠열·축열에 대한 높은 저장성능을 보유하고 있는 상변화물질을 적용하여 온열환경을 개선하기 위한 다양한 연구과제가 수행되고 있지만, 축열 기능성에 대한 평가방법은 공인된 규격이 제정되지 않은 상태이며, 연구실 단위의 규모로 축열 기능성에 대한 성능평가가 다음과 같이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- S. A. Memon et al.은 유기계 상변화물질인 Lauryl Alcohol(LA)와 고령토인 Kaolin(KO)를 이용하여 SSPCM을 제조하고, 시멘트와 혼합하여 PCM panel을 제작하였으며, 제조된 PCM panel에 대한 열적 성능 평가에 대한 연구를 그림과 같이 수행하였음.

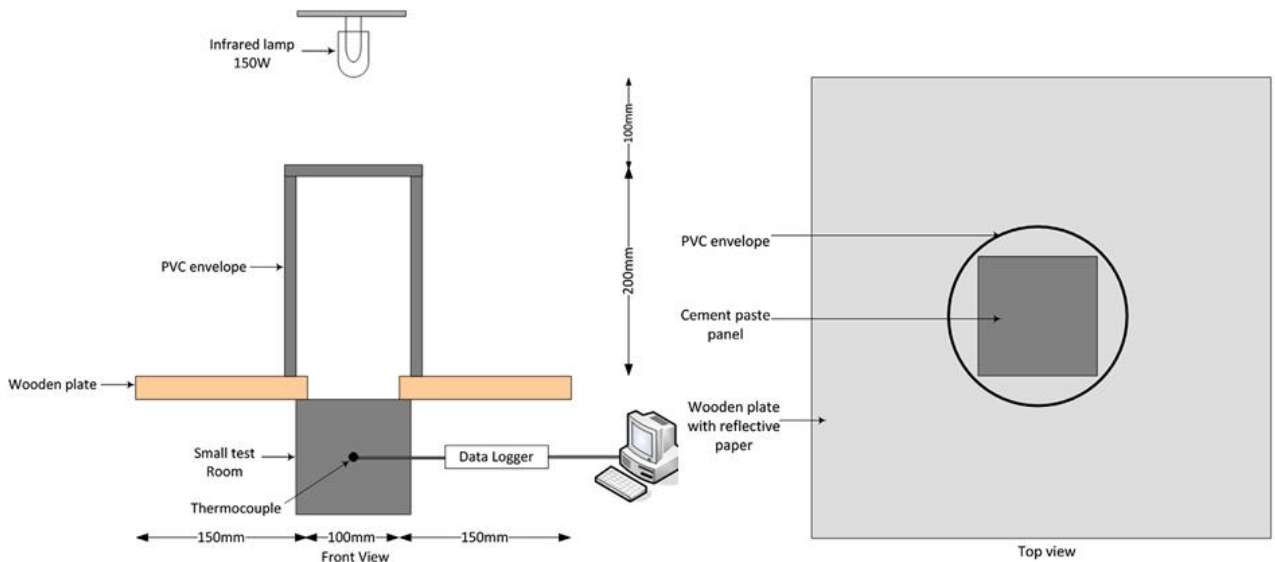


그림 51. 상변화물질 적용 건축자재의 축열성능 평가를 위한 장치 모식도

- 연구결과는 PCM이 적용된 PCM panel의 상대적인 축열성능만을 분석하였으며, 정량적인 평가지표나 ISO 등 표준 시험방법의 부재로 인한 연구실 규모의 성능평가만이 이루어진 것으로 확인되었음
- 또 다른 연구 사례로, I. Ceron et al.은 바닥재인 타일에 PCM을 적용하는 연구를 수행하였으며, 개발된 타일을 Mock-up 시험을 통해 실내 온열환경에 대한 성능을 분석한 사례가 존재함

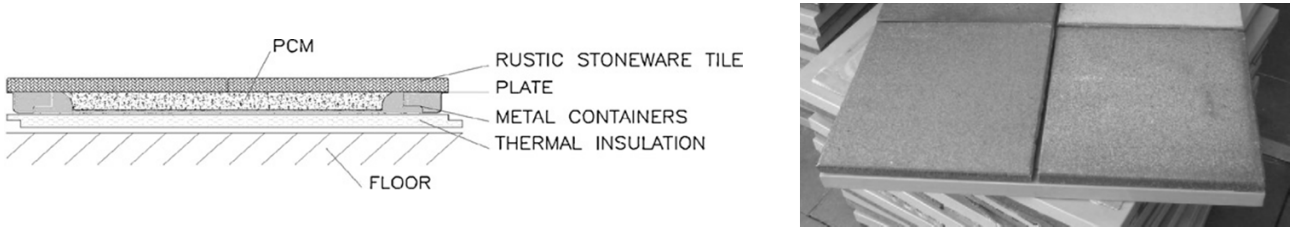


그림 52. 개발된 PCM 타일의 모식도 및 사진

- I. Ceron et al.의 연구 역시 마찬가지로, 정확한 평가기준에 따른 성능분석이 아닌, mock-up 시험만을 진행하여 PCM의 축열성능에 대한 상대적인 평가를 도출해 낸 결과로서, 이러한 상변화물질을 적용한 건축자재의 객관적인 축열성능 평가기준 미비에 대한 한계라고 볼 수 있음

나. Prefab 부재 및 모듈러 건축의 평가 기술

- KS F 9002:2015 경골 목구조의 시공 표준에 제시되어 있는 목구조 부재별, 등급별 스테드의 허용 높이의 경우, 북미 규격인 2"×4", 2"×8" 등 북미 인치단위에 기준하여 목구조의 시공 표준을 도출하고 있는 상황임

표 30. 스테드의 최대 허용 높이(mm)

(두께 12.5 mm 이상의 석고보드가 양면에 부착되는 경우, 스테드 간격 300 또는 305mm)

풍속(m/s)			35이하		40		45	
스테드 단면 치수(mm×mm)			38×89	38×140	38×89	38×140	38×89	38×140
스테드 간격(mm)	수종 및 수종군	등급	최대 허용 높이(mm)					
300 또는 305	낙엽송류 더글라스퍼 북부헴퍼	1등급	4500	6000	4340	6000	4030	6000
		2등급	4420	6000	4260	6000	3960	6000
		3등급	3900	5860	3650	5500	3270	4920
	소나무류 남부헴퍼 북부SPF 남부소나무	1등급	4310	6000	4160	6000	3860	6000
		2등급	4110	6000	3960	6000	3860	5890
		3등급	3810	5710	3580	5380	3200	4800
	잣나무류 삼나무류	1등급	4210	6000	4060	6000	3780	6000
		2등급	4010	6000	3830	6000	3500	5600
		3등급	3810	5710	3580	5380	3200	4800

비고 : 표에 주어진 스테드의 최대 허용 높이는 지표면 조도 구분 C 지역에 대한 값이며 건축물의 모서리로부터 1200mm 이상 떨어진 부위에 적용된다. 건축물의 모서리로부터 1.2m 이내의 부위에는 반드시 벽체의 실외 쪽 측면에 두께 11mm 이상의 덮개용 목질판재가 설치되어야 한다.

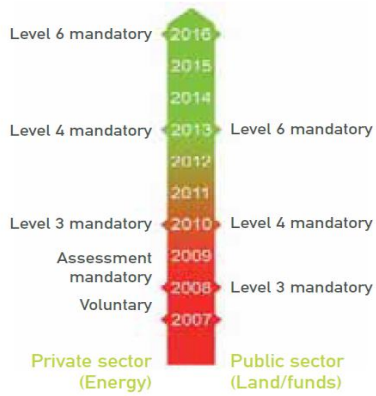
출처 : 경골 목구조의 시공 표준 KS F 9002:2015

- 국내에서도 국산재를 이용한 건축부재개발에 관한 연구가 진행된 바 있으나, 관련 규격 및 치수체계의 확립을 도모하지는 못하였음
- 산림자원이 풍부한 우리나라에서, 국산재를 활용한 Prefab 부재 개발과 더불어, 한스타일 치수체계를 SI 단위를 근간으로 개발할 필요가 있으며, 관련규격 또한 국내 실정에 맞게 확립할 필요가 있음

4. 국외 기술개발 동향

가. 국외 생태건축 성능요소검토 (Performance Framework) 방법

- 준공 성능: 개별 기술성능, 에너지, 물, 공기질, 자재, 자원 등으로 파악
 - 패시브적 요소 / 난방, 냉방시스템 등 에너지요소
 - 자연채광 등 조명요소
 - 조명조절 및 컨트롤시스템
 - 건축자재
- 운용 성능: 디자인-통합디자인, 계약방법, 에너지예상, 절감의 인증, 측정방법론(MnV), 사용자교육, 매뉴얼 등 프로세스적인 요소 또한 기술요소와 함께 성능관점에서 파악되어야 함(가장 효과적으로 수행될 수 있는 프로세스 제시로 성과와 편익달성위한 최소비용 접근)
 - Best Practice, 평가 ToolKit 형태로 성능단계별 제시
 - 시공성능 등 건설단계의 표준화 매뉴얼 등 제공
- 생태건축 성능단계 검토: Performance Framework
 - 기존 해외에서 제시한 단계별 달성 성능 기준 참조
 - 예시: “The Code for Sustainable Homes”
 - 신축 주택의 제로카본 주택건설 목표한 성능단계별 자발적 가이드라인이지만 영국 내의 국가 기준으로 정착시키고자 하는 의도로 해당산업 가이드라인 제시, 2015년에 건축법규에 반영



Achieving a sustainability rating					
Minimum Standards					
Code Level	Energy		Water		Other Points* Required
	Standard (Percentage better than Part L' 2006)	Points Awarded	Standard (litres per person per day)	Points Awarded	
1(★)	10	1.2	120	1.5	33.3
2(★★)	18	3.5	120	1.5	43.0
3(★★★)	25	5.8	105	4.5	46.7
4(★★★★)	44	9.4	105	4.5	54.1
5(★★★★★)	100 ²	16.4	80	7.5	60.1
6(★★★★★★)	A zero carbon home ³	17.6	80	7.5	64.9

Notes

1. Building Regulations: Approved Document L (2006) – ‘Conservation of Fuel and Power.’
2. Zero emissions in relation to Building Regulations issues (i.e. zero emissions from heating, hot water, ventilation and lighting).
3. A completely zero carbon home (i.e. zero net emissions of carbon dioxide (CO₂) from all energy use in the home).
4. All points in this document are rounded to one decimal place.

그림 53. Performance Framework

(출처: https://en.wikipedia.org/wiki/Code_for_Sustainable_Homes, http://www.planningportal.gov.uk/uploads/code_for_sust_homes.pdf)



그림 54. 단계별 성능 기준 제시

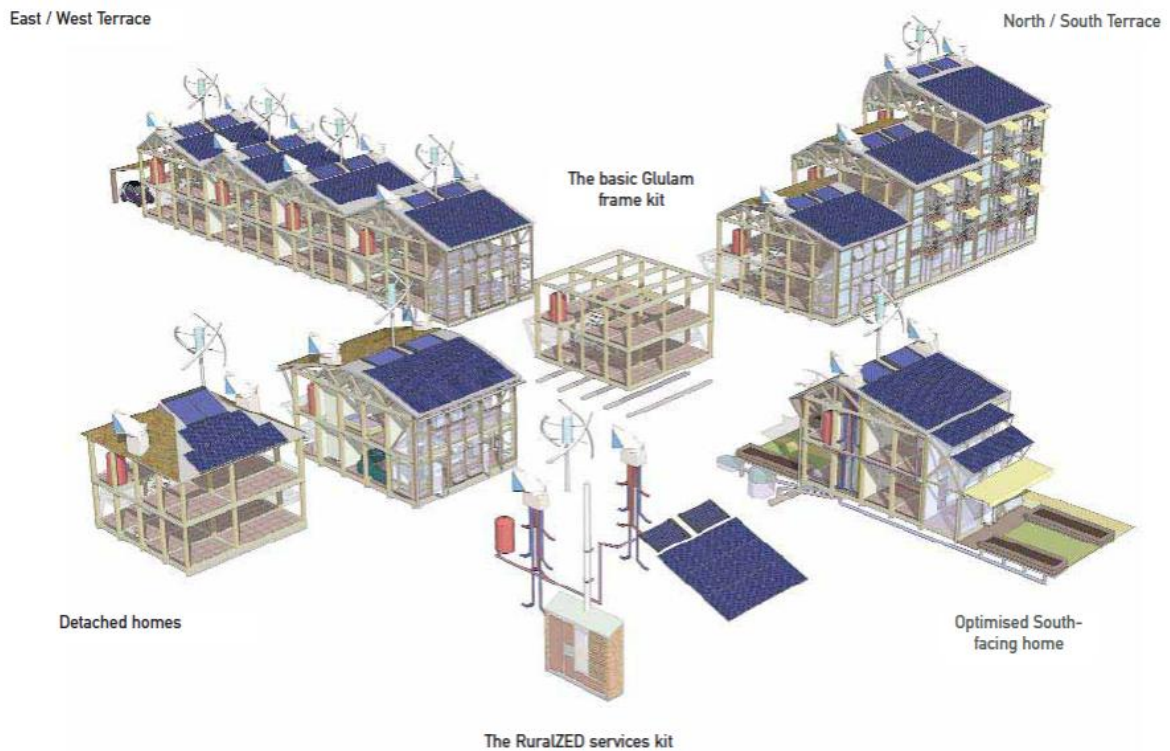


그림 55. 민간시장 제품/ 솔루션으로서의 제안 예시/ (ruralZED™)

- 배드제드(ruralZED™)에서 제시하는 완제품 형태의 솔루션
 - Code 3~6단계까지 성능을 달성할 수 있는 솔루션 제시
 - 개인 또는 개발자의 예산과 목표달성 성취 욕구에 따라 선택할 수 있음
 - 패시브 뿐 아니라 액티브시스템(service kit) 또한 달성목표 성능별, 면적에 따라 소비자가 선택할 수 있는 시장가격을 제시

- 표준가격 제시(Typical Costs): 성능달성위한 최소 투자비용
 - Code 3
 - kits cost £ 990 /m² or £ 89,000 for 90m² 3 bed home
 - erected £ 1545 /m² or £ 139,000 for 90m² 3 bed home
 - Code 6
 - kits cost £ 1,146/m² or £ 125,000 for 109m² 3 bed home
 - erected £ 1,606/m² or £ 175,000 for 109m² 3 bed home

- 요소기술의 조합을 통한 가장 효과적 성능달성 기술적용모델을 비용편익을 고려한 시장가격으로 제시함.

Building features

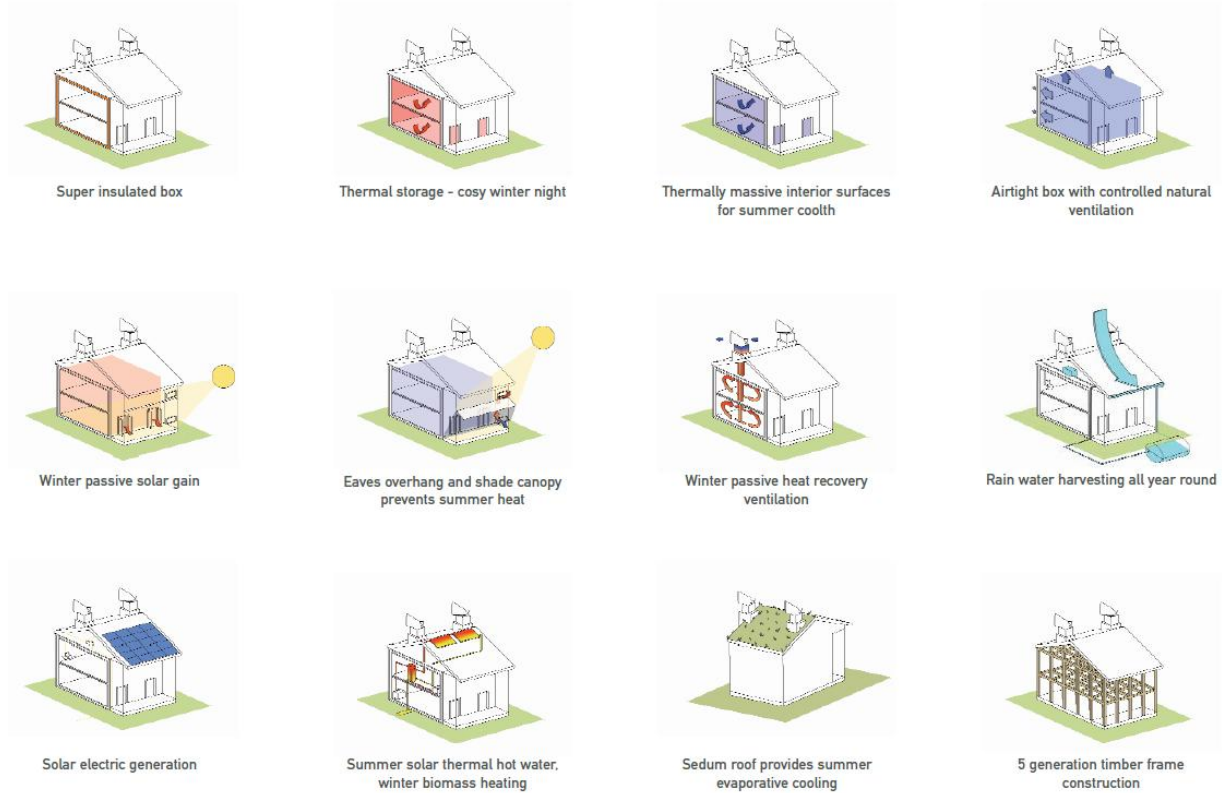


그림 56. Rural ZED, [The ZeroCarbon House is Ready]/ Page 6

나. 국외 저에너지 주택 기술동향

○ 저에너지 주택

- 구법 혁신형 저에너지 주택

오스트리아 Haus der Zukunft/ House for the Future: 오스트리아에서 자국 건설시장 경쟁력을 강화하기 위하여 건축부분과 도시부문에서 미래형 건축(Haus der Zukunft) 및 스마트 시티(Smart City)를 모토로 목조 프리패브, 고층형 중목구조, 스트로베일 하우스, 리모델링 등의 저에너지 혁신 구법을 활용한 고품격 건축 시범 사업을 구현함



그림 57. LCT ONE(집성목 프리패브 중층 오피스)



그림 58. LCT ONE(목재 프리패브 파사드 시공)



그림 59. Der Weber Haus(목조 리모델링 패시브 하우스)



그림 60. Der Weber Haus(목조 인테리어)

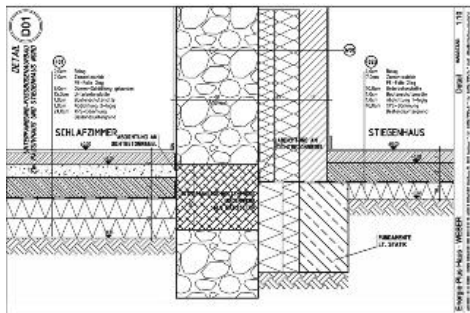


Fig. 9 Detail: Underpinning, north side of stone wall (external insulation).

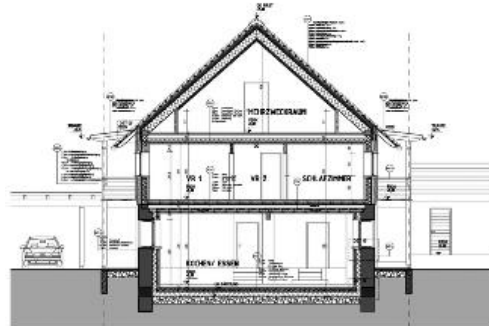


Fig. 11 Cross section. Internal insulation on the ground floor and in the column free passive house loft.

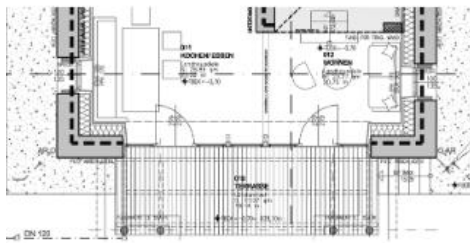


Fig. 10 Floor plan of the south side of the ground floor, with internal insulation.

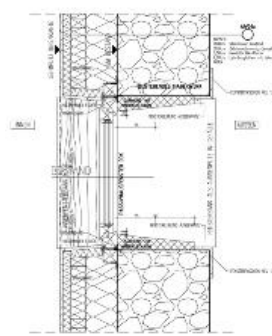


Fig. 12 Horizontal section of the internal insulation: 30 cm cellulose, 5 cm Heraklith, clay plaster inside; window frame insulation (external).

그림 61. Der Weber Haus(목조 리모델링 패시브 하우스 기초 단면, 외벽 상세)

그림 62. Der Weber Haus(단면 및 창호 설치 상세)

- 비용최적형 저에너지 주택

미국 Affordable Zero Energy Home: 미국 자국의 건축부분 에너지 절감 전략이 혁신 제품들에 집중되면서, 민간 소비시장의 요구를 충족시킬 수 없는 디자인 통합 솔루션을 제공할 수 없음을 고려하여, 적정비용 고성능 고품격 건축물을 통합적으로 구현하기 위해 시범 사업을 실시함



그림 63. NREL/Habitat ZEH

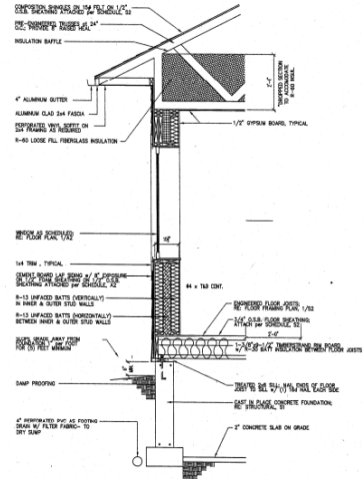


그림 64. NREL/Habitat ZEH_2

다. 국외 리모델링 및 모듈러 기술동향

o 모듈러 주택 재사용 및 성능확보기술

- 설계/ 엔지니어링 기술확보, 성능 인증 및 설비/ 전기 접합기술 등의 개발로 다양한 입면의 모듈러 건축 보급과 균일한 성능의 모듈러 주거환경 제공

표 31. 국외 모듈러 건축 기술 개발과 실증 사례

기술명	재사용 성능	디자인 및 엔지니어링	주거성능	설비/전기 접합기술
해외 사례	(미국 Triumph) 자립형 설비시스템이 구축된 단위모듈의 재사용으로 재사용성 90~100% 수준 달성	(영국 Unite) 설계 및 엔지니어링 인력 보유로 모듈의 최적설계. 다양한 내외장재 적용으로 외관 개선	(영국 Yorkon) 바닥진동 및 차음, 내구성, 내화성, 단열성능 등의 인증을 통해 균일한 주거환경 제공	(영국 Unite) 전기 및 냉난방, 급배수용 배관 일체화를 통해 공장에서 제작하고 현장 연결만으로 건물완공
				

표 32. 모듈 디자인 기술



표 33. 국외 Prefab 업체의 모듈 사례



-패시브 하우스 석회 마감 외벽

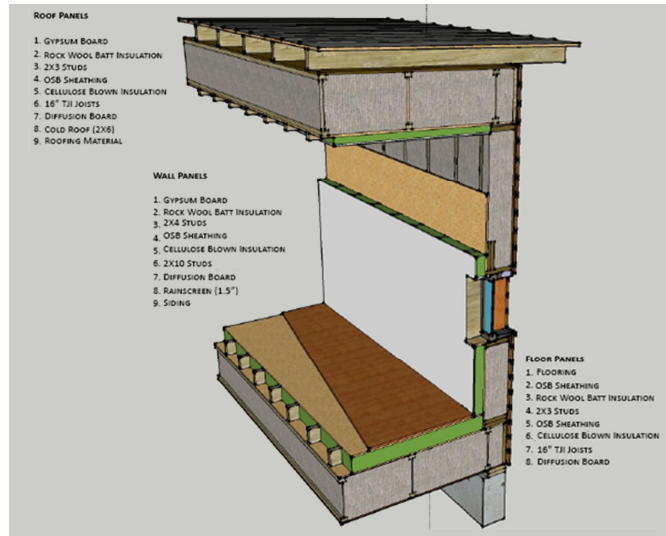
재료 번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	석고 Plaster board	18	
2	PE 필름 PE Film	0.15	
3	목재 구조물 Wood Structure	200/200	미네랄울 단열
	단열층 insulation		
4	집섬 보드 Gypsum board	15	
5	EPS-F EPS-F	160	
6	강화/규산 석고 Reinforcement/silicate plaster	5	
합 계		398.15	

-친환경 외벽

재료 번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	석고 Plaster board	18	
2	공기층 Vapor barrier	0.23	
3	목재 구조물 Wood Structure	200/200	목재 섬유 단열
	단열층 insulation		
4	집섬 보드 Gypsum board	15	
5	목재 섬유 단열 Wood fiber insulation	100	
6	강화/규산 석고 Reinforcement/silicate plaster	5	
합 계		338.23	

-빌딩 파티션

재료 번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	석고 Plaster board	18	
2	PE 필름 PE film	0.16	
3	목재 구조물 Wood Structure	200/200	미네랄울 단열
	단열층 insulation		
4	2x 석고보드 2x Plaster board	18	
5	공기층 Air layer	40	
6	2x 석고보드 2x Plaster board	18	
8	목재 구조물 Wood Structure	200/200	미네랄울 단열
	단열층 insulation		
9	PE 필름 PE film	0.16	
10	석고 Plaster board	18	
합 계		512.32	



-Wall panels structural wall

재료번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	집섬 보드	Gypsum board	
2	2 x 4 스테드	2 x 4 Stud	
	단열층	Insulation	Rock wool batt 단열
3	OSB 피복	OSB Sheathing	
4	2 x 10 스테드	2 x 10 Stud	
	단열층	Insulation	셀룰로오스 브라운 단열
5	확산판	Diffusion board	
6	레인스크린	Rain screen	
7	사이드	Siding	
합 계		393.7	

-Floor panels structure panel

재료번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	플로어링	Flooring	
2	OSB 피복	OSB Sheathing	
3	2 x 3 스테드	2 x 3 Stud	
	단열층	Insulation	Rock wool batt 단열
4	OSB 피복	OSB sheathing	
5	TJI joist	TJI joists	
	단열층	Insulation	셀룰로오스 브라운 단열
6	확산판	Diffusion board	
합 계		482.6	

-Roof panels structure panel

재료번호	재료명(영문)	두께 [mm]	비고
1	집섬 보드	Gypsum board	
2	2 x 3 스테드	2 x 3 Stud	
	단열층	Insulation	Rock wool batt 단열
3	OSB 피복	OSB Sheathing	
4	TJI Joists	TJI Joists	
	단열층	Insulation	
5	확산판	Diffusion board	
6	콜드 루프	Cold roof	2 x 6 mm
7	루핑	Roofing	
합 계			

4절. 기술수준 분석

1. 국내 기술수준

표 34. 관련 키워드 분석 도표

검색어	연도	저자	논문제목	논문 키워드
한옥 산업	2014	강승희, 김수지,정영 수	신한옥 산업화 및 활성화 정책 수립을 위한 기본 방안	신한옥, 산업화, 활성화, 정책
한옥 산업	2009	한재수	신한옥 활성화 전략과 건축역사교육	신한옥, 활성화 전략, 건축역사, 산업화
한옥 산업	2013	이강민	한옥 활성화를 위한 국가정책과 전망	한옥, 활성화, 국가정책
한옥 산업	2012	남윤철	한옥을 적용한 유니트형 시설의 도입과 인테리어 적용요소 분석	유니트형 시설, 한옥, 인테리어, 도입
한옥 산업	2013	정영수, 김민	신한옥 표준공정표 및 내역서 - 보급형 신한옥을 위한 산업기반	보급형 신한옥, 표준 공정표, 산업기반
한옥 산업	2010	방성준,이상 준, 박천영, 이전제	한옥 등 목구조공사의 전문성 확보를 위한 국내 전문건설업 신설방안 연구	목조건축물, 한옥, 전문건설업, 건설산업기본법
한옥 산업	2013	김헌중	한옥 보급 활성화 및 산업화 방안 - 서양식목조주택 국내 보급의 사례를 중심으로	한옥, 활성화, 산업화, 목조주택
한옥 산업	2013	신치후	한옥시장의 현황과 전망	한옥, 활성화, 시장동향
한옥 산업	2013	이강민,신치 후, 김희정, 최은숙	한옥 전문인력 교육 및 자격 인증방안 연구	한옥, 전문인력, 교육 인증방안
한옥 목조 공법	2009	조남호	현대 목조건축의 기술 - 한옥의 진화와 관련하여	목조건축, 한옥진화, 공학목재, 구조시스템
한옥 공법 부재	2010	이소영, 박소현	도심 내 한옥밀집주거지역 도시형 한옥의 변화 특성 연구	도시형 한옥, 한옥밀집지역, 변화과정, 체부동, 서촌
한옥 공법 모듈러	2013	이창재, 임석호	모듈러 한옥의 인식도 분석에 관한 연구	조립식, 모듈러, 주거, 인식도
한옥 공법 모델	2014	박준영,권혁 삼, 정소이, 정경윤, 손지호	신한옥형 공공건축물 모델 개발 방향에 관한 연구	한옥, 공공건축물, 신한옥형 공공건축물, 모델개발
한옥 공법	2010	임혜란, 안세윤, 이현수	현대 주거 적용을 위한 한옥의 중첩 미적 요소 추출에 관한 연구	중첩, 원용무애 사상, 현대화

한옥 공법	2014	김민, 류재선, 정영수, 김왕직	보급형 신한옥 시공 사례: 은평구 시범한옥	신한옥, 한옥 보급, 신한옥 모델, 한옥기술
한옥 공법	2012	류인혜, 김개천	도시형 한옥의 지속가능한 보전을 위한 현대적 활용방안 연구 - 내부공간의 변화를 중심으로	지속가능한, 보전, 도시형 한옥, 현대화, 활용
전통 재료 공법	2009	이상돈	웹기반 전통 흙건축재료 정보서비스 설계 및 구현	정보서비스, 전통건축, 흙건축재료, 웹기반, 정보서비스
전통 목조 공법	2010	윤미라, 정재욱	국내 타운하우스 유형별 모델 개발 및 적용가능성에 관한 연구 - 한국 전통주거건축의담을 중심으로	타운하우스, 전통건축, 담, 개구부, 유기적 건축
전통 목조 공법	2009	이강훈, 김일민, 조세홍	목조건축 문화유산 디지털화 - 공포구조 모델링을 위한 데이터베이스 설계	목조, 문화유산, 공포구조, 데이터베이스
전통 목조 공법	2011	안은영, 김재원	목조건축의 결구방식을 고려한 효과적인 한옥부재 표현 기법	디지털 설계, 설계 CAD, 한옥 설계 부재, 객체지향형 부재 설계 한옥건축정보모델링
전통 공법 정책	2011	이해준	전통한옥의 활용과 기초자료정리 문제	한옥, 한옥 브랜드, 한옥문화 기초자료
전통 공법 재료	2012	박미례	한국단청의 전통과 가치	단청, 색상=색채, 디자인, 안료, 전통, 가치
전통 공법 구조	2011	김영민, 김장희	전통 목구조에 대한 구조분야 연구동향 분석 및 향후 연구방향 제안	전통목구조, 구조, 연구동향
전통 공법 구조	2005	한재수, 김창준	전통목조건축 구조해석과 현대화를 위한 장부접합의 구조적 성능에 관한 연구	전통목조건축 해석, 현대화, 장부접합, 구조적 성능
전통 공법 구조	2011	서효원, 전봉희	전통목조건축물의 중도리 위치에 관한 연구	전통건축, 중도리, 5량가, 지붕구조, 내주
전통 공법	1999	오혜경, 홍이경	전통주택 사랑대청의 우물마루 구성요소에 관한 연구	전통주택, 사랑대청, 우물마루
전통 공법	1992	배병선	우리나라 목조건축의 가구형식과 결구법	전통목조건축, 목구조, 결구법
전통 공법	1992	김봉건	전통목조건축의 구조해석	전통목조건축, 목구조, 구조해석
전통 공법	2009	강영환	한국 전통건축의 보침과 차양에 관한 연구	전통건축, 처마, 차양, 보침, 송
전통 공법	2004	이상해	한국 전통목조건축 연구의 과제와 방법	한국전통건축, 전통 건축기술, 전통건축재료
전통 공법 개선	2014	박대성, 고영훈	전통목조건축 하자관리제도의 개선방안에 관한 연구	목조건축, 문화재, 하자관리, 역사문화환경

전통 공법	2009	박세희, 정성진, 김호수	전통목구조에 관한 구조해석적 고찰 - 민도리집을 중심으로	전통 목구조, 적층공법, 다양한 접합방식, 모형화 기법
전통 공법	2011	황용운, 김태곤, 최소영	전통 흙벽과 조립식 벽체의 성능 비교에 관한 기초 연구	흙벽, 개량 벽, 전통건축, 성능비교
전통 공법	2014	배용규,정동 섭, 임창수,김혜 란, 주대관, 정기황	전통미를 살린 농촌주택의 방향과 과제	전통미, 농촌주택, 농촌주택 재료
전통 공법	2009	강영환	한국건축 처마공간의 인식과 성격에 관한 문헌고찰	한국건축, 처마 공간, 공간 인식, 문헌 고찰, 첨하, 틈간, 틈마루
전통 공법	2006	최현주, 김진옥	한국의 전통적 조형요소를 적용한 호텔 객실 리모델링 제안에 관한 연구 - 부산 코모도호텔을 대상으로	전통, 조형요소, 호텔객실
전통 건축 생태	2005	한재수	전통목조건축 접합부의 공학적 접근 필요성	건축문화재, 보존, 복원, 활용
인증 재료	2008	정성욱,손규 일, 이경근, 임남기	친환경 건축자재 인증제도 신뢰성 제고 방안 연구	친환경 건축자재, 인증제도, 인증절차
인증 평가	2012	성순택, 유시은, 양승우	친환경 건축물 인증 단지의 외부공간 조성현황 연구	친환경 건축물, 인증제도, 공동주택, 친환경 평가
인증 평가	2013	심재명, 김강수	CASBEE 평가분석을 통한 일본 주요 도시 집합주택의 성능 동향 및 국내 친환경 건축 인증기준과의 비교검토에 관한 연구	도시형 집합주택, 건축 종합환경 평가시스템, 친환경건축물인증제도
인증 평가	2014	정진아, 김홍배	근린주구 에너지 인증기준 구축과 평가에 관한 연구	저탄소 도시, 근린주구, 에너지 인증기준, 탄소 저감
인증 마을	2013	김홍배, 박준화	저탄소 도시개발을 위한 녹색인증기준에 관한 연구 - 근린주구 중심으로	저탄소, 녹색인증기준, 근린주구
인증 마을	2012	엄선용, 송옥희, 이명훈	지속가능한 도시개발을 위한 친환경 건축물인증제도의 개선방안에 관한 연구 - 도시 계획적 요소를 중심으로	친환경 건축물 인증제도, 지속가능한 도시 개발, LEED, CASBEE
인증 마을	2012	유광흠,홍성 덕, 진현영, 신민중	친환경 근린개발 평가인증체계 개발을 위한 평가항목 도출	친환경, 저탄소, 근린개발, 평가항목, 도시설계
인증	2013	장영호	공공시설물 디자인 인증제의 운영 현황 및 디자인 특성에 관한 연구	디자인 가이드라인, 우수 공공디자인, 공공 시설물, 소재, 색채
인증	2013	양승우, 김현근	건축물의 친환경 인증여부에 따라 주거환경 만족도에 영향을 미치는 계획요소 비교연구	친환경 건축물 인증, 친환경 건축물 인증요소, 주거환경만족도, 공동주택단지

목조 공법	2015	어수일, 김을일	Hybrid형 합성 목구조 부재의 구조성능	목구조, 합성부재, 집성목재, 하이브리드
목조 공법	2013	왕우철, 이예지, 임석호	경량목조공법을 적용한 모듈러주택 계획 방안 연구	경량목조공법, 모듈러주택, 임시주거
목조 공법	2013	변재영, 장경수	택지개발지구 내 목구조주택의 평면구성에 관한 연구 - 경골목구조 단독주택을 중심으로	경량목구조, 목조주택, 공간구성형태
목조 공법	1992	손장렬	목조건축의 방음대책	목조건축, 바닥충격음, 차음

가. 건설 기술 표준화

○ 건설 기준 운영시스템

- 국내에서는 통합된 기준의 지속적인 운영 및 개정을 수행하는 주체가 불분명하며, 이에 따른 재원의 조달도 지속적이지 못한 실정임. 특히 기준의 적용이 사용자 중심임을 고려할 때, 사용자가 공개적으로 참여하여 의견을 개진하고 기준의 제정 및 개정 상황을 용이하게 알 수 있는 홈페이지 구축 및 운영, 영문화, 전산화(스마트 코드화) 등에 대한 인프라는 전무한 실정¹¹⁾
- 국토교통부 이외에 소방방재청, 지식경제부 등 타 소관부처에서 제정된 상위기준 및 타기준과 상충되거나 요구조건이 일치하지 않는 경우가 존재하여 이에 대하여 지속적으로 검토하고 조율할 수 있는 시스템이 요구됨

○ 국내 목구조 건축물 기준

- 목조주택의 도입 초기 미국임산물협회와 캐나다우드 등 국내에 자재를 공급하려는 외국의 임업 단체들의 지원으로 국내 대학 임산공학과를 중심으로 한 학계와, 국립산림과학원 및 한국건설기술연구원 등 연구소에서 초기 목구조 건축물의 건축구조기준 및 내화성능 실험 등 기준의 정비와 적용을 추진함
- 2009년 국토교통부 고시 ‘건축구조기준’ 목구조 편을 집필하여 목구조와 관련된 정보를 제공 중
- 그러나 목구조 관련 기준에 대한 설명이 대부분을 차지하고 있으며, 설계 및 상세 디테일에 대한 설명은 부족한 실정

11) 서울대 산학협력단, 국가 표준 건축설계기준 개발 및 시행을 위한 기획, 2011 건설교통 연구기획사업 최종보고서, 2012.06.26.

<p>10000 목공사</p> <p>10010 목공사 일반</p> <p>1. 일반사항</p> <p>1.1 적용범위</p> <p>가. 이 시방서는 한옥, 정권, 대단원, 통나무목조공사 및 기타 공사에 수반되는 목공사에 적용된다.</p> <p>1.2 일반사항</p> <p>가. 목공사에 사용되는 목재 자체는 이 시방서에서 제시하는 함수를 이하로 건조된 것을 사용해야 한다.</p> <p>나. 구조용 목재는 목재 교면에 계획된 등급표를 통하여 등급 식별이 가능한 것을 사용해야 한다.</p> <p>다. 구조물을 통하여 전달되는 하중이 가능하면 목재의 섬유방향과 평행하게 작용하도록 사용해야 한다.</p> <p>라. 넓은 치수의 목재를 못이나 볼트 등의 조임체로 고정하는 경우 목재의 수축 또는 팽창으로 인한 섬유 지각변형 등 목재 목재 내부에 발생하지 않도록 하여야 한다.</p> <p>마. 목조건축물 시공 후에 목재의 수축으로 인한 건축물의 치수 변화가 예상되는 경우에는 시공 시에 이러한 치수 변화를 고려하여 화면, 문이나 창문의 여단이나 배선 및 배관 등에 영향을 주지 않도록 사용해야 한다.</p> <p>1.3 관련 시방명</p> <p>건축공사표준시방서 04000 지경 및 기초공사 건축공사표준시방서 11000 창수 및 방수공사</p> <p style="text-align: center;">10 - 1</p>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>목재명</th> <th>단위, 치수</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4. 구조용 목재(2) 또는</td> <td></td> <td>H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm</td> </tr> <tr> <td>5. 평행면의 목재도 기타 시공 또는 *</td> <td></td> <td>H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm</td> </tr> <tr> <td>6. 비평행 * / L 또는 *</td> <td></td> <td>L ≥ 100mm H ≥ 80mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">7. 단면적(1)의 2배</td> <td></td> <td>H ≥ 300mm 또는 H ≥ 150mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2.4 부재의 품질경사</p> <p>가. 제조 및 가공된 제재목, 집성재, 접합목 등에 대하여 설계도서에서 요구하는 형상, 치수, 용질, 가공기준, 평면도 등에 적합하지 확인하여 일반적으로 사내 검사는 제조업체에서 실시하고 반입검사는 사용업체에서 실시한다.</p> <p style="text-align: center;">10 - 99</p>			목재명	단위, 치수	비고	4. 구조용 목재(2) 또는		H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm	5. 평행면의 목재도 기타 시공 또는 *		H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm	6. 비평행 * / L 또는 *		L ≥ 100mm H ≥ 80mm	7. 단면적(1)의 2배		H ≥ 300mm 또는 H ≥ 150mm		
목재명	단위, 치수	비고																	
4. 구조용 목재(2) 또는		H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm																	
5. 평행면의 목재도 기타 시공 또는 *		H ≥ 100mm 또는 H ≥ 80mm																	
6. 비평행 * / L 또는 *		L ≥ 100mm H ≥ 80mm																	
7. 단면적(1)의 2배		H ≥ 300mm 또는 H ≥ 150mm																	

그림 65. 건축공사표준시방서의 목공사 방법 일부 내용

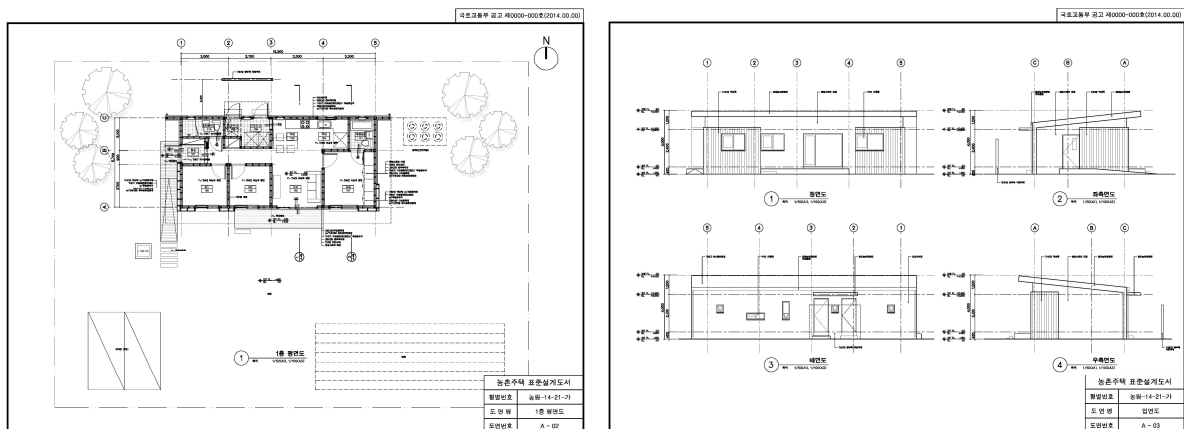


그림 66. 농어촌 표준주택 기본설계도면 예시

- 국내 목조주택시장에 보급 중인 기본설계 상세도면은 한국농어촌공사에서개발, 보급하고 있는 농어촌 표준주택 기본설계도면과 ‘건축구조기준’ 목구조 구조설계 규정에 따라 민간단체인 캐나다우드에서 목조건축표준상세를 임의 간행물 형식으로 제공하고 있음
- 한국농어촌공사의 농어촌 표준주택 기본설계도면의 경우 접합부, 구조부 및 설비층에 대한 디테일은 제공하지 않으며 기본설계도면만 제공하고 있음
- 지속적으로 수요가 확대되고 있는 목구조 건축물에 대한 품질보증과 하자발생 제어, 단열성능 확보 및 기밀성을 부여하기 위해 기본설계도서 외에 구조부, 접합부 및 설비층에 대한 디테일을 국가 기준으로 개발, 보급해야 할 것으로 판단됨

구조용 목재							
구분	표준치수		실제치수				
	mm	[inch]	간조재 *		생재 **		
			mm	[inch]	mm	[inch]	
1종구조재 (단구재)	50 x 50	2 x 2	38 x 38	1-1/2 x 1-1/2	40 x 40	1-5/16 x 1-5/16	
	75	3	64	2-1/2	66	2-5/16	
	100	4	89	3-1/2	91	3-5/16	
	125	5	114	4-1/2	117	4-5/8	
	150	6	140	5-1/2	143	5-5/8	
	200	8	184	7-1/4	190	7-1/2	
	250	10	235	9-1/4	241	9-1/2	
	300	12	286	11-1/4	292	11-1/2	
	75 x 75	3 x 3	64 x 64	2-1/2 x 2-1/2	66 x 66	2-5/16 x 2-5/16	
	100	4	89	3-1/2	91	3-5/16	
	120	5	114	4-1/2	117	4-5/8	
	150	6	140	5-1/2	143	5-5/8	
	200	8	184	7-1/4	190	7-1/2	
	250	10	235	9-1/4	241	9-1/2	
300	12	286	11-1/4	292	11-1/2		
2종구조재 (복재)	125 x 200	5 x 8	-	-	117 x 190	4-5/8 x 7-1/2	
	250	10	-	-	241	9-1/2	
	300	12	-	-	292	11-1/2	
	150 x 250	6 x 10	-	-	143 x 241	5-5/8 x 9-1/2	
	300	12	-	-	292	11-1/2	
	200 x 300	8 x 12	-	-	190 x 292	7-1/2 x 11-1/2	
	3종구조재 (기둥재)	125 x 125	5 x 5	-	-	117 x 117	4-5/8 x 4-5/8
		150	6	-	-	143	5-5/8
		150 x 150	6 x 6	-	-	143 x 143	5-5/8 x 5-5/8
		200	8	-	-	190	7-1/2
		200 x 200	8 x 8	-	-	190 x 190	7-1/2 x 7-1/2
		250	10	-	-	241	9-1/2
		250 x 250	10 x 10	-	-	241 x 241	9-1/2 x 9-1/2
		300	12	-	-	292	11-1/2
300 x 300		12 x 12	-	-	292 x 292	11-1/2 x 11-1/2	

* 간조재 : 건조 및 내재 가공이 된 구조용목재.
 ** 생재 : 건조되지 아니하고 내재 가공된 구조용목재.
 *** 두께 구조용 규격치의 평균치 18% 이상.

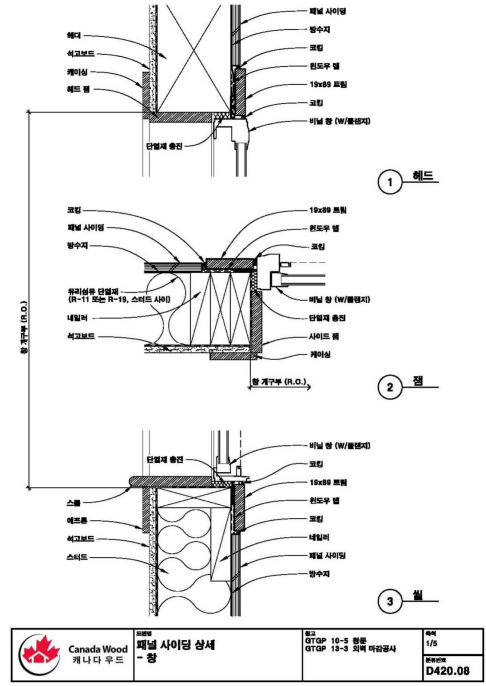


그림 67. 캐나다 우드에서 간행한 목조건축 규격 및 표준상세

나. 품질향상을 위한 기술개발 현황

- 저층형 주택 요소기술 개발 필요
 - 패시브하우스 구현을 위해서는 경제성과 국내 건설환경에 기반한 외단열기술, 디테일기술 등 개발이 필요하나 기술개발이 고층 공동주택에 집중되어 있음
 - 저층형 공동주택의 성능 및 품질확보를 위한 요소기술 개발 정책의 필요성
 - 패시브하우스 건축기술의 국내 산업력 부족, 특히 내화성능과 구조 및 접합부 기밀성능 등에 대한 실용기술이 부재
 - 기존 노후화된 주택의 오·폐수처리, 토양오염 방지 및 에너지절감을 위한 리모델링 기술 미비

2. 국외 기술수준

가. 품질기반의 주택산업 인프라

- ICC(International Building Council): 하나의 통합되고 조직화된 건설 기준 제정을 목표로, 전 세계적으로 정부관계자나 이해당사자들이 협력하여 건설기준을 제정하도록 하는 비영리, 비정부 단체로 설계와 시공분야에서 사용되는 법규와 기준 등을 개선하는 역할을 수행12)

- 지역에 관계없는 통합된 기준인 I-Codes를 제정하고, 이를 개정 주체 및 개정 주기 등에 따라 Group A 와 Group B를 구분하여 운영
- 웹상에서 e-code를 제공하고 있으며, BIM 등의 인프라 구축을 통해 사용자 중심의 전자정보화 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음



그림 68. ICC의 다양한 참여자들의 참여를 유도하는 웹기반 서비스 제공 예

- o 북미, 유럽 및 일본과 같은 목구조 선진 국가는 목조건축물의 성능저하방지, 방재 및 쾌적한 실내환경을 구축할 수 있도록 국가차원에서 상세한 설계방법 및 시공방법을 체계화하여 제공하고 있음

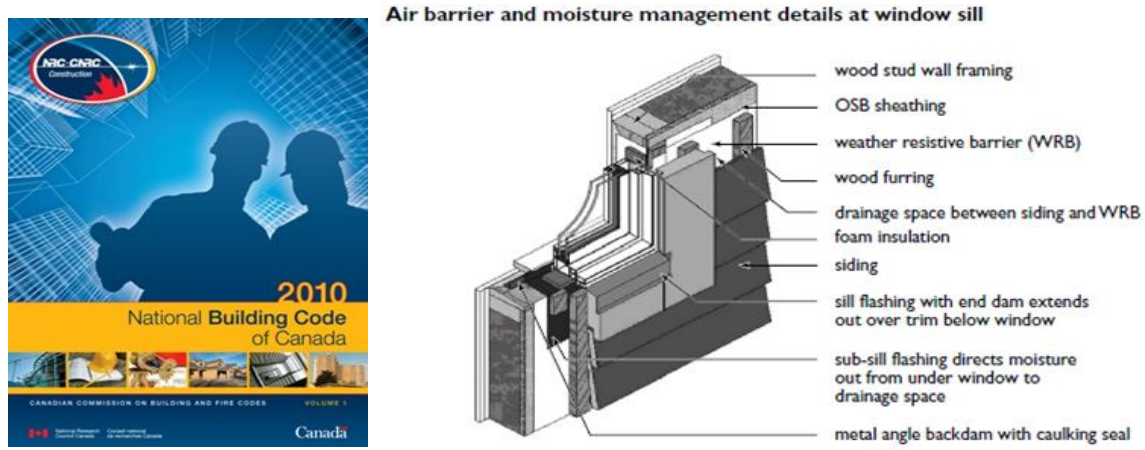


그림 69. 캐나다 NBC(National Building Code)에 따른 목구조 상세

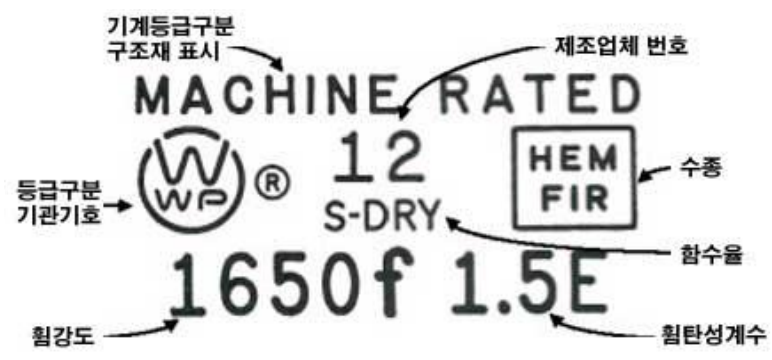


그림 70. 미국의 기계등급구분 구조재에 대한 등급인

12) 서울대 산학협력단, 국가 표준 건축설계기준 개발 및 시행을 위한 기획, 2011 건설교통 연구기획사업 최종보고서, 2012.06.26.

- 미국과 캐나다에서는 그림에서 보는 것과 같이 목구조용 목재 재료의 성능표시 등급, 목재의 수종, 함수율, 휨강도 및 제조업체 번호 등의 정보를 제공하여 소비자에게 공급되고 있음
- 북미, 유럽, 호주 등 선진국에서는 교차집성재를 활용한 고층 목조건축의 시공사례가 증가하고 있으며, 고층용 목조건축을 위한 부재, 요소기술개발, 설계, 구조해석 및 시공기술의 제공을 위해 연구를 활발히 수행 중임

나. 국외 건축생산 시스템

- 블라우에 라구네(Blaue lagune) 프리패브 하우스 전시단지¹³⁾
 - 일반적으로 중목구조 기반 프리패브 + 다양한 외피 조합
 - 목구조 보호를 위한 철물 접합
 - 목조 레인스크린으로 인한 외단열 보호를 위한 창호 플러싱
 - LISI 하우스(미국 솔라데카슬론 참여작)의 경우 내력벽 구조 + 목재빔 공법으로 공법 차별화 및 유틸리티 실(벽장 및 화장실 공간)으로 내력구조 형성
 - 컨테이너 탑재용 제작으로 운반성 향상
 - 내력구조 일체형으로 공장 일체생산 후 현장조립 최소화
 - 외장재 완전 분리로 자유로운 평면 구성 가능
 - 바닥취출공조를 적용한 패시브 하우스 형 구현



그림 71. 블라우에 라구네 주택 전시사진

- 일본 하우스메이커의 기술
 - TANIGAWA, 타니가와 공법
 - Pre-cut가공: 목조주택의 기둥이나 감보의 이음새, 맞춤을 기계로 가공하는 기술. 최근에는 설계도의 정보를 컴퓨터로 읽어내 그것을 전자동 가공기계에 의해서 절삭 하는 것으로, 정밀도 높은 기둥이나 보의 생산이 가능

13) 국토교통과학기술진흥원, 한스타일 생태건축 독일오스트리아 전통건축 및 생태건축관련 답사 및 인터뷰, 2015

- 접합부분 강도를 높여 한층 더 내진성을 강화하는 공법: 고강도 철물, 맞춤
- 히노키 목재의 특성을 이용하여 내진성, 내화성, 내구성 확보



그림 72. 프리컷 가공부재



그림 73. 고강도 철물

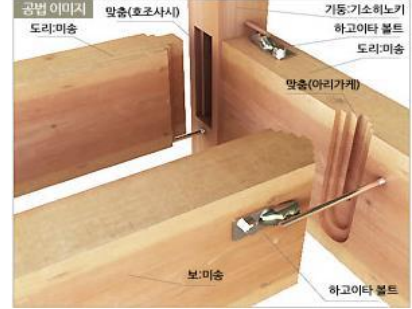


그림 74. 목조 맞춤

- MITSUI HOME, 모노코크 공법: 바닥, 벽, 천장의 6면체를 1단위로 공간을 만드는 2x4 공법에 미쓰이홈의 매트 슬라브를 더한 공법
- SUTEKI, Power-build 공법: 독자적 특허기술로 구조용 집성재에 고강도의 전용 철물을 사용하여 접합시키는 것으로 건물의 강도와 정밀성을 높이는 공법



그림 75. 구조용 집성재



그림 76. 고강도 접합철물

- SUMITOMO

- MB: 멀티 균형 공법: 슈퍼 노송나무, 미즈다스 노송나무(미즈다스: 일반적인 삼나무나 노송나무 등의 건조 중에 재료 표면 균열이 발생하는 것을 방지하기 위해 자체개발한 고온 건조 시스템)를 이용한 목조 구조
- きづれ패널: 건물의 변형이나 뒤틀림을 억제하는 내력면 소재. 구조 몸체의 외주부에 이용(벽 배율 5.0 제공)
- BF(빅 프레임 공법): 주요 구조재에 독자적으로 개발한 빅 칼럼(대단면 집성 기둥)을 사용. 접합부는 금속 상호를 직접 결합하는 메탈 터치 접합을 채용
- 2×4공법: 북미의 전형적인 목조주택 구법인 투바이포 공법을 비가 많은 고온 다습한 일본의 기후 풍토에 맞게 최적화. 단독주택은 벽 안쪽의 결로를 억제하는 첨단 단열 기술인 외부 벽 단열 full save 공법(구조 몸체의 외측을 빈틈없이 단열재로 감쌈)을 채용해 스미토모 임업 자체 투바이포 공법으로 발전

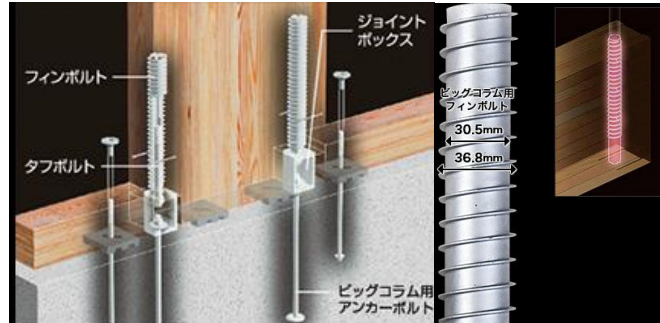


그림 77. 지진에너지 흡수 패널

그림 78. 메탈 터치 접합

- SEKISUI

- UNIT 공법, 철제 모듈 공법: 철골 라멘구조의 주택을 80%까지 공장에서 생산하는 유닛공법의 주택으로, 공장에서 유닛을 생산함으로써 높은 신뢰성과 플랜의 자유로움을 제공
- 고강도 UNIT: 강인한 철강을 고강도·고정밀도 용접으로 BOX형에 일체화 했으며 단일 부재에도 수백 년에 한번 오는 강한 지진에도 견딜 수 있는 내진 UNIT 구조

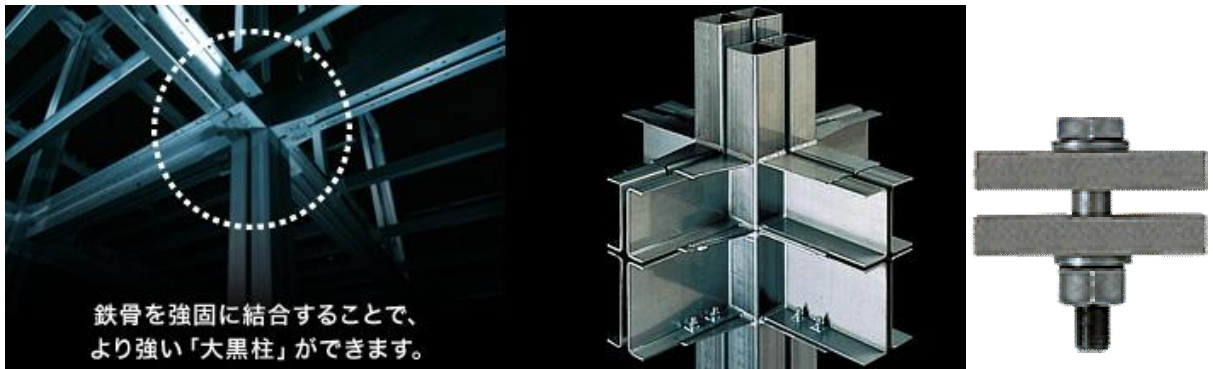


그림 79. 유닛 구조

- DAIWA HOUSE xevoΣ

- 유연하게 움직이는 Σ 형태 장치가 지진에너지를 효과적으로 흡수
- 3개 일체형 구조의 트리플 복합 시스템 : 철골조에서 기둥을 두 패널 프레임 양쪽에서 끼워 일체화한 내진 시스템. 기둥은 건물의 자중과 적설, 가재에 의한 수직하중과 지진시의 순간적인 수직 흔들림을 지원

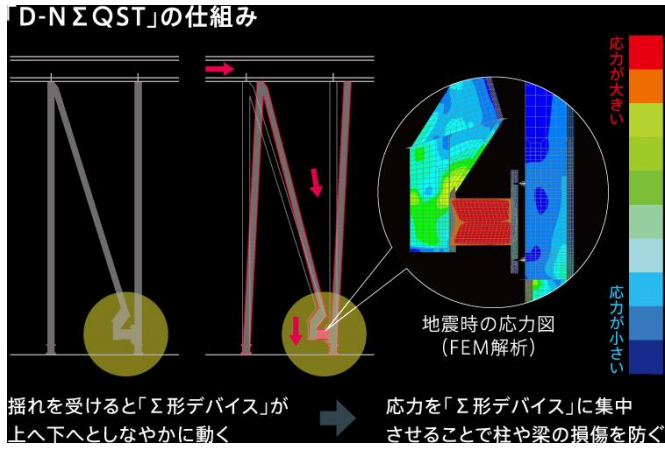


그림 80. D-NΣQST(디 넥스트) - Σ 형태장치



그림 81. Σ 형태장치 단면도

5절. 유사과제 분석

1. 전통건축 요소기술 및 한옥 관련 연구

- (한옥+부재+기술)을 키워드로 NTIS(국가과학기술지식정보)에서 유사과제를 검색하여 기존 연구과제의 연구분야, 범위 및 특징을 고찰하였음

표 35. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제

부처명	사업명	과제명	예산 (백만)	조사분석 대상년도
농림수산식품부	첨단생산기술개발	국산 간벌 소경재를 이용한 한옥건축용 다중접합부재의 개발	150	2011
중소기업청	산학연공동기술개발	전통한옥의 지붕구조 경량화 공법과 부재 개발	32	2008
국토해양부	첨단도시개발사업	한옥 기술개발	5148.25	2011
국토해양부	첨단도시개발사업	한옥 성능요소 기술개발	1487	2012

표 36. 유사과제 주요 연구내용

연구과제명	주요 연구 내용
국산 간벌 소경재를 이용한 한옥건축용 다중접합부재의 개발	<p>연구목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국산 간벌 소경재를 이용하여 한옥건축용 기둥 및 보의 접합부재 개발 - 소경재로 작은 단면의 목재를 제재 및 건조한 후 접착접합을 통하여 큰 단면의 부재 생산기술 개발 - 접착 및 기둥과 보 부재의 설계기술 및 접합방법 개발 - 다중접합부재와 부재 사이의 접합방법을 사용한 한옥 건축 기술 개발 <p>연구내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 국산 간벌 소경재를 이용하여 경급별 최대의 수율을 보일 수 있는 제재 단면 결정 2. 작은 단면 제재목의 건조 기술과 대패마감 후 접착 기술 개발 - 다중접착접합 기둥 및 보 부재의 개발 3. 다중접착접합 기둥 및 보 부재의 압축 및 휨 성능 평가 4. 다중접착접합 기둥 및 보 부재의 구조설계 방법 개발 5. 다중접부재를 사용한 기둥-보 접합부 및 기초-기둥 접합부 개발 6. 다중접착접합 기둥과 보 부재 사이의 접합부 설계기술 개발
전통한옥의 지붕구조 경량화 공법과 부재 개발	<p>연구목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전통한옥의 지붕구조의 구조적문제를 현대화하면서 전통적 한옥외관을 가지도록 하는 개량한옥의 지붕구조 공법의 개발 (하중경감 30%) - 다양한 설계모델에 적용하는 범용 지붕구조의 개발 - 생산단가의 절감 (지붕 생산단가 30% 절감을 목표로 함) <p>연구내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 전통한옥의 구조 및 도면분석 2. 개량한옥의 지붕구조 모델화 3. 부재별 세부구조도 분석 작성(CAD작업, 3D작업) 4. 지붕구조부 접합부의 모듈화 및 결구방법

		5. 시제품 제작 및 평가
한옥 기술개발	연구 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 전통한옥의 브랜드 가치를 계승하고 현대적 거주성능이 확보된 저렴한(전통한옥의 60% 수준/장기 40%수준) 대중한옥의 개발을 최종목표로 한다. - 전통한옥은 한국의 오랜 역사와 문화적 전통을 갖고 있다. 친환경성과 건강성, 문화성을 갖고 있음에도 건축비가 높고 단열 등 거주 성능이 떨어지며 화재에 취약한 약점을 갖고 있다. 신한옥 기술개발은 전통한옥의 맛과 멋을 유지하면서 성능이 향상되고 건축비가 저렴한 현대의 한옥을 만들기 위한 생산기술, 설계기술, 성능기술을 개발하는 것이다.
	연구 내용	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대량생산 가공시스템 구축 2. 대량생산을 위한 시공 표준화 * 공기 단축형 신한옥 모듈 개발 * 공기 단축형 신한옥 부위별 시공상세개발 3. 한옥 모델 계획 및 설계기법 개발생황유형화 개발, 신모듈 및 설계기법 기반구축 4. 생활유형별 평면개발 최종안 제시 및 한옥평면지침 개발 5. 한 스타일 미적개념 정립 및 패턴개발 6. DB + 자체조사 DB를 활용한 전통한옥 디자인 기법과 요소 도출 7. 물 사용 공간(여성 가사노동 공간)의 현황파악, 해결방안 제시 8. 한옥 내화설계기술 개발 9. 한옥 부재 방염 난연기술 및 평가 기술 개발 10. 한옥구조, 내외장재 유지관리 매뉴얼 개발 11. 신한옥 통합설계DB의 체계 12. 표준화 및 브라우징 13. BIM모델링 14. 통합DB구축
한옥 성능요소 기술개발	연구 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 전통한옥의 브랜드 가치를 계승하고 현대적 거주성능이 확보된 저렴한(전통한옥의 60% 수준/장기 40%수준) 대중한옥의 개발을 최종목표로 한다.
	연구 내용	<ol style="list-style-type: none"> 1. 한옥 내화설계기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 목재의 연소특성 및 한옥 화재하중 DB 구축 - 성능기반의 내화성능설계기술 개발 - 방화구획 화염확산 방지기술 개발 2. 한옥 부재 방염 난연기술 및 평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 한옥부재의 방염 및 난연 기준 수립 - 한옥부재의 방염 및 난연 기술 개발 - 한옥 부재의 방염 및 난연성능 평가 기술 개발 3. 한옥구조, 내외장재 유지관리 매뉴얼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 한옥 보존 및 유지관리시스템 개발 4. 한옥 최적감시 경보 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 한옥의 화재 특성에 알맞은 화재감시 시스템 실험용 시나리오 작성 - 한옥의 내외부 특성에 최적화된 화재감지/경보 시스템 개발 - 개별 주택에 적용할 수 있는 무선 감지 시스템 개발 - 개별 주택 초기소화 대응용 저압 미분무 노즐 및 소화시스템 개발 - 상수도과 연결 사용가능한 저압용 분무 노즐 및 시스템 개발

- 한옥 구조 및 부재와 관련된 연구에서는 구조용 보, 기둥의 개발, 접합부의 연결방식, 외관의 패턴과 비례체계, 실내 물사용 공간의 현대적인 적용, 배색 코드를 활용한 실내 디자인, 방재를 위한 기능성 부재의 개발, 감시 및 알람시스템 등 **현대화된 주거환경을 구성하기 위한 한옥 전반에 걸쳐 다양한 연구가 수행됨을 확인함**
- 유사과제 중 상기의 ‘**국산 간벌 소경재를 이용한 한옥건축용 다중접합부재의 개발**’ 연구과제는 소경재를 활용하여 대부분 외국으로부터 수입되었던 구조용 집성재를 대체하여 국산재의 구조용 집성재를 개발하기 위한 연구를 수행하였으며, 다중접착접합부재 기둥과 보를 접합하기 위한 연결철물 및 접합기술을 개발함
- ‘**전통한옥의 지붕구조 경량화 공법과 부재개발**’ 연구과제는 전통한옥의 지붕구조의 구조적문제를 현대화하면서 전통적 한옥외관을 가지도록 하는 개량한옥의 지붕구조 공법의 개발하는 것을 목표로 지붕의 하중경감 30%와 시공비용의 30% 저감을 달성하기 위한 연구를 수행함
- ‘**한옥기술 개발**’ 연구과제는 현재 2단계 “**신한옥의 보급·확산을 위한 한옥마을 및 신한옥 공공건축물 최적화 모델 개발 및 구축**” 이라는 목표아래, 신한옥의 마을모델 개발 및 시범마을 구축, 신한옥 공공건축 모델 개발, 한옥 R&D 개발 기술의 적용 및 활용성 향상을 위한 연구를 수행 중임
- 주로 신한옥 시범사업의 실증화 및 구축 사업 관리와 공공건축물 유형별 모델 개발에 초점이 맞추어져 있는 것으로 확인하였으며, 최종적으로는 시범마을과 공공건축물의 성능검증 및 모니터링을 수행하는 것을 연구의 목표로 삼고 있는 것을 확인함
- ‘**한옥 성능요소 기술개발**’ 연구과제는 한옥기술개발 사업단 과제의 일부로 한옥의 현대화와 보급 확산을 위해 한옥의 내화설계기술과 부재의 방염 및 난연성능을 개발하고, 구조 및 내외장재의 유지관리를 위한 매뉴얼을 개발하기 위한 연구이며, 한옥의 유지관리 및 화재에 취약한 한옥의 안전성을 확보하기 위한 연구를 수행함



그림 82. 전통한옥의 단점과 세부내용

(출처 : 한옥국가센터, <http://www.hanokdb.kr>)

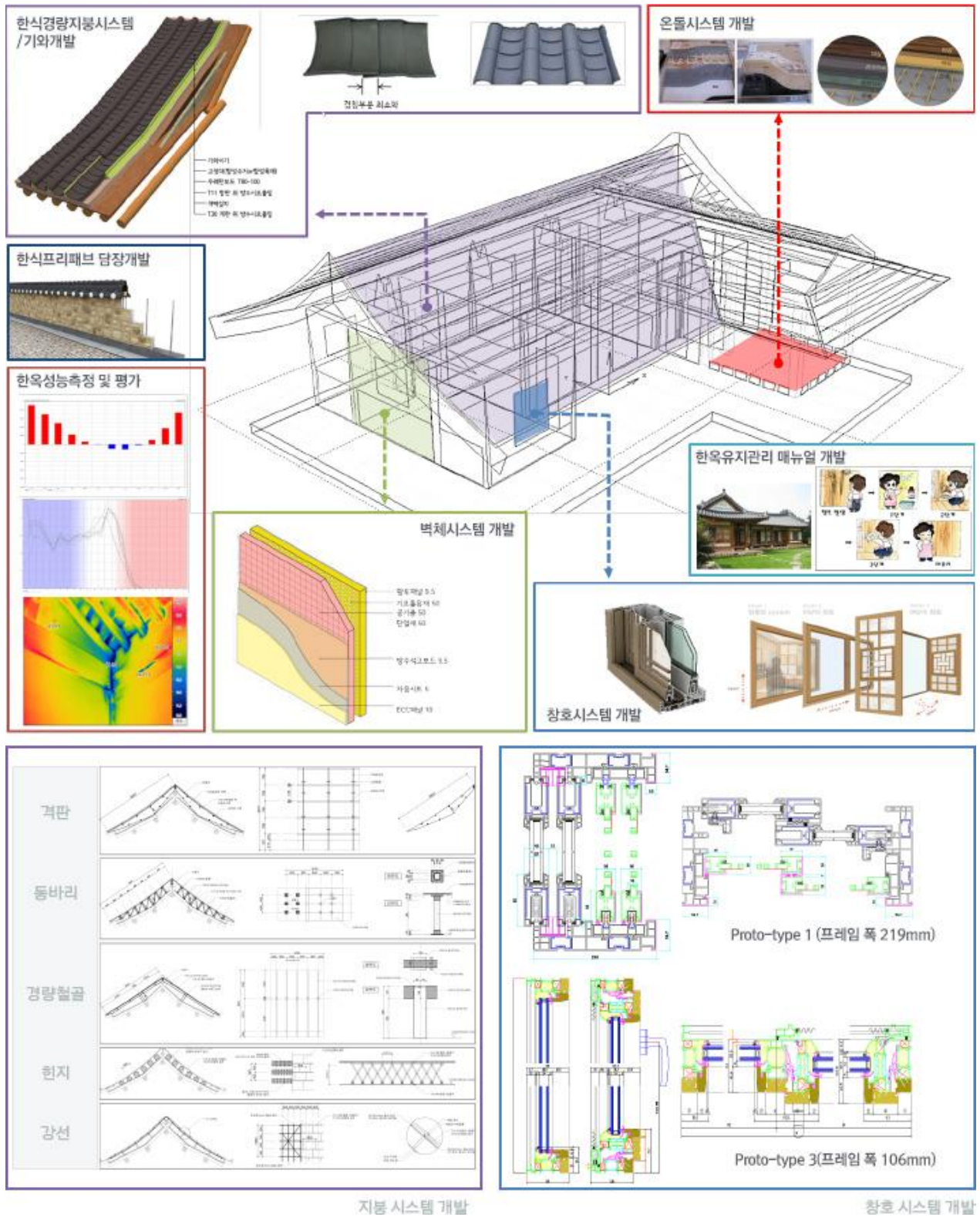


그림 83. 한옥기술개발 연구단의 연구내용

(출처 : 한옥국가센터, <http://www.hanokdb.kr>)

○ 기존 연구와의 중복성 및 차별화 방안

- 한옥 구조의 개량화, 부재, 현대화 된 평면의 개발 및 요소기술에 대하여 다양한 연구가 진행되었으며 현재 실증 단계를 수행 중에 있는 것을 확인하였으며, 특히, ‘한옥기술 개발’ 과 같은 대규모의 연구단에서는 한옥에 대하여 요소기술 개발에서 실증화까지 체계적인 연구가 수행되고 있음을 확인함
- 전통건축의 환경친화/ 생태적 기법에 대한 요소기술에 대한 연구는 미흡한 것으로 확인되었으며, 한옥 그 자체에 초점이 맞추어져 있으며, 전통건축의 범주 및 목조건축과의 통일성 및 상호호완성은 부족한 상태임
- 한옥건축 구법과 해석, 실험에 대하여 체계적인 연구가 진행되고 있으나, 아직까지 목조건축과 관련된 다부처 및 다분야에서 전반적인 기술개발로 이어지지 못하고 있고, 요소기술에 대한 기초연구단계를 수행중인 것으로 판단됨
- ‘한옥기술 개발’ 과 본 기획과제에서 제시하는 연구는 밀접한 연관성을 지니고 있으며, 향후 ‘한옥기술 개발’ 에서 연구된 내용과의 연계성과 활용방안을 후속과제를 통해 활용방안을 도출하고, 기존 과제의 미흡한 점을 후속과제 초기에 고찰하여 상호작용·보완의 형태로 연구과제를 구성해야 할 것으로 판단됨
- ‘한옥기술 개발’ 에서는 한옥의 주거모델에 대하여 연구로 초점이 주로 맞추어져 있으며, 현대생활에 맞지 않는 공간모듈, 구법 및 진부한 디자인을 개선하고, 가격적인 측면에서의 경쟁력 향상, 한옥의 미흡한 성능과 유지관리 방안의 개선을 위한 연구를 주로 수행 중에 있어, ‘한옥기술 개발’ 이 한옥의 특수성을 고려한, 한옥을 현대적 주거환경에 적합한 행태로 개발하고 현대화하기 위한 연구 과제라면, 본 기획과제는 한옥, 전통건축 및 목조건축의 범주를 포함하여 국내 목조건축 산업의 기술경쟁력 향상을 도모하고, 관련 산업의 기초를 마련 할 수 있는 핵심연구라 할 수 있음
- 본 기획과제의 연구내용을 수행하여 친환경성과 쾌적성을 동시에 만족 할 수 있는 한스타일 생태건축의 기준을 정립하고, 한옥에만 치우쳐져 있는 기존 한옥 R&D 연구내용을 보완하여, 현대적인 경량목구조방식과 연계할 수 있는, 구조체 연결공법, 연결철물, 건축자재·부재의 모듈화/ 부품화를 통한 기준과 규격을 통일하여 상호 보완 및 국내 목조건축 산업의 전반적인 활성화, 기술향상 및 품질향상을 도모하고자 함

표 37. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제 차별화 방안

유사 과제명	발주처	내용 및 주요기술	구분		활용 및 차별화 방안
국산 간벌 소경재를 이용한 한옥건축용 다중접합부재의 개발	농림수산 식품부	<ul style="list-style-type: none"> - 국산 간벌 소경재를 이용하여 한옥건축용 기둥 및 보의 접합부재 개발 - 소경재로 작은 단면의 목재를 제재 및 건조한 후 접착접합을 통하여 큰 단면의 부재 생산기술 개발 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 국산재를 활용한 치수체계의 기준 도입 및 개발 - 한옥구조에 치우쳐져 있는 연구내용을 고도화하여 현대적 경량목구조 방식과의 연계방안 연구
			연계 가능		
			고도화	○	
			중복됨		
전통한옥의 지붕구조 경량화 공법과 부재 개발	중소 기업청	<ul style="list-style-type: none"> - 전통한옥의 지붕구조를 현대화하면서 전통적 한옥외관을 가지도록 하는 개량한옥의 지붕구조 공법의 개발 (하중경감 30%) - 다양한 설계모델에 적용하는 범용 지붕구조의 개발 	중복 없음	○	<ul style="list-style-type: none"> - 한옥지붕 경량화를 위한, 지붕구조 공법의 연구로, 본 연구와는 중복성이 없음 - 기존 연구내용을 포함하여 한스타일 생태건축의 구조적인 연구를 수행
			연계 가능		
			고도화		
			중복됨		
한옥 기술개발	국토 해양부	<ul style="list-style-type: none"> - 대량생산 가공시스템 구축 - 대량생산을 위한 시공 표준화 - 신한옥 모듈 개발 - 생활유형별 평면개발 및 한옥평면지침 개발 - 한 스타일 미적개념 정립 및 패턴개발 - 물 사용 공간 해결 - 한옥 내화설계기술 개발 등 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 한옥 외 목조건축물과의 개발기술의 연계 및 미흡한 규격체계의 보완 - 연구의 고도화 및 치수체계 도출을 통한 목조건축 산업의 규격화 토대 도출
			연계 가능	○	
			고도화	○	
			중복됨		
한옥 성능요소 기술개발	국토 해양부	<ul style="list-style-type: none"> - 한옥 내화설계기술 개발 - 한옥 부재 방염 난연기술 및 평가 기술 개발 - 한옥 부재의 방염 및 난연성능 평가 기술 개발 - 한옥구조, 내외장재 유지관리 매뉴얼 개발 - 한옥 보존 및 유지관리시스템 개발 - 한옥 최적감시 경보 기술 개발 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 기 개발중인 내화설계 기술, 부재 방염 및 난연 기술을 활용하여, 한옥부재 외의 목조건축 부재에 활용 가능한 형태로 개발기술의 사용 확대 - 개발기술의 활용방안 도출 - 한옥, 목조건축의 범주를 포함한 부재·자재 개발과 규격의 통일화
			연계 가능	○	
			고도화	○	
			중복됨		

2. 전통건축 재료 연구개발 동향

- (전통+건축+재료)를 키워드로 NTIS(국가과학기술지식정보)에서 유사과제를 검색하여 기존 연구과제의 연구분야, 범위 및 특징을 고찰하였음

표 38. 전통건축 재료 관련 유사과제

부처명	사업명	과제명	예산 (백만)	조사분석 대상년도
중소기업청	산학연협력기술개발	한옥 지붕 경량화를 위한 '신'한식기와 사업화	88	2014
교육과학기술부	지방연구중심대학 육성사업	전통 재료의 건축적 적용을 위한 성능평가 및 구현기술의 적용방법 개발	57	2005
중소기업청	산학연공동기술개발	전통 문양과 색채 디자인을 고려한 건축 내·외장용 황토벽돌 및 바닥재 개발	22	2005

표 39. 유사과제 주요 연구내용

연구과제명	주요 연구 내용	
한옥 지붕 경량화를 위한 '신'한식기와 사업화	연구 목 표	<ul style="list-style-type: none"> - 기존의 한식기와와 동일한 재료를 사용하여 색상과 질감이 동일하면서, 누수현상을 제거하여 3.3m2당 소요되는 기와의 무게를 45% 이상 감소하여 지붕 무게를 80% 이상 감소시킬 수 있는 건식형 암기와 개발 - 건식형 솟기와와 장작을 이용한 전통기법으로만 가능하였던 자연스러운 청회색 무늬와 농담을 지닌 변색기와를 LNG를 사용하는 가스침탄기법으로 제조하는 기술 개발
	연구 내 용	<ol style="list-style-type: none"> 1. 빗물 튼 현상을 방지하고 물방울 형성을 제거하기 위한 다양한 물막이 baffle(물턱) 기술 개발 2. 모세관 현상에 의한 물방울 형성을 제거하고 동시에 표면에서의 흡수를 감소시키기 위하여 접촉면을 축소하고, 유속 증가로 접촉시간을 감소시키기 위한 유로 변경 기술 개발 3. 기와의 흡수율을 감소시키기 위한 소성공정 개발과 그을림 흑색유약 도입 및 개선 4. 지붕 측면경사 시 암기와 측면으로 물이 흘러내리는 현상을 제거하기 위한 측면커팅 기술 개발 5. 점토 첨가물의 변화와 LNG 환원소성공정을 최적화하여 자연스러운 청회색 무늬와 농담을 지닌 자연변색 한식기와 제조기술 개발
전통재료의 건축적 적용을 위한 성능평가 및 구현기술의 적용방법 개발	연구 목 표	<ul style="list-style-type: none"> - 전통재료의 건축적 적용을 위한 성능평가와 이의 개선 및 개발을 통해, 구현이 가능한 공·구법을 개발하고자 함 - 건축시공 분야에서의 접근가능 분야를 재료의 성능평가와 이의 개발 또는 보완과 현장적용기술로 설정하고, 이를 위한 구현기술과 성능평가를 위한 방법과 개발을 과제의 최종목표로 설정함 - 전통재료로 분류되는 재료와 현대 및 미래에 사용가능한 첨단재료들에 대한 성능을 평가하고, 건축적용방법의 구현기술과 성능평가를 위한 방법과 기술을 개발하고자 함
	연구 내 용	1. 전통재료의 성능 평가 및 구현 기술에 대한 기초 조사 :

하중을 저감하기 위한 재료 개발 및 구조에 대한 연구가 이루어진 것을 확인함

- 또한 ‘**전통문양과 색채디자인을 고려한 건축 내·외장용 황토벽돌 및 바닥재 개발**’ 과제는 황토를 이용하여 벽돌 및 바닥재를 개발하려는 연구를 수행하였으며, 황토와 관련된 연구는 전통건축 관련 R&D 외에 타 분야에서도 황토의 건강성 및 기능성을 활용하여 건축재료로 개발하려는 연구가 수행되었음을 확인함
- 지역거점연구단육성사업의 일환인 바이오하우징 연구단에서는 ‘**전통재료의 건축적 적용을 위한 성능평가 및 구현기술의 적용방법 개발**’ 을 2005년부터 수행하였으며, 전통재료와 건식 공법을 접목하여 건식화 공법을 통한 건축자재를 개발하고자 함
- 본 연구과제를 통하여 전통건축재료에 대한 물성확인과 다만 현재까지 체계화된 제작공법, 전통재료의 물리적 성능과 각종 실내·외 구성재료의 특징에 대하여 고찰하였으나, 현재 연구단 사업의 종료와 함께 추가적인 연구수행이 이루어지지 않고 있는 상태임

○ 기존 유사과제의 연구수행 미비점 및 차별화 방안

- 전통건축재료의 개량과 활용에 초점을 맞추어 연구가 진행되었으며, 전통건축 재료를 활용한 실내·외 건축자재 개발과 관련된 연구는 기초연구 단계로 추가적인 제품화와 사업화에 대한 연구개발이 필요한 것으로 판단됨
- 또한, 전통건축재료를 현대의 주거환경에 적용하기 위한 적용방안이 명확히 도출되지 않았으며, 건축자재 시장에서는 전통건축재료를 활용한 건축자재가 아직 활성화되지 않고 있음
- 바이오하우징 연구단에서는 진행하였던 연구는 전통건축재료와 실내공간의 공기질에 초점을 맞추어 연구가 수행되어 건축자재로 개발하기 위한 전통재료의 기계적/ 물리적 특성에 대한 추가적인 고찰과 적용방안 도출에 대한 후속 연구가 필요함
- 기존 과제에서 수행되었던 연구 내용의 미비점을 보완하여 본 과제에서는 전통건축재료의 개량과 활용 외에 전통건축재료를 활용한 현대적인 건축자재의 개발, 사업화 및 적용을 위한 후속연구가 필요할 것으로 판단됨
- 따라서 후속과제 연구를 통해 상기의 내용을 연구하고 해당 정보들을 DB화 한다면 전통건축재료 및 건축자재의 객관적인 성능지표를 마련할 수 있을 것으로 판단됨

표 40. 전통건축재료를 활용한 건축자재 개발 기술 및 유사과제 차별화 방안

유사 과제명	발주처	내용 및 주요기술	구분		활용 및 차별화 방안
한옥 지붕 경량화를 위한 '신'한식기와 사업화	중소 기업청	<ul style="list-style-type: none"> - 지붕 무게를 80% 이상 감소시킬 수 있는 건식형 암기와 개발 - 변색기와의를 LNG를 사용하는 가스침탄기법으로 제조하는 기술 개발 	중복 없음	○	<ul style="list-style-type: none"> - 한옥 지붕 및 기와 재료의 개발에 대하여 연구가 수행되고 있으며, 본 연구과제에서 개발하려는 친환경건축자재와는 중복되지 않으며, 연구의 차별성이 존재함
			연계 가능		
			고도화		
			중복됨		
전통 재료의 건축적 적용을 위한 성능평가 및 구현기술의 적용방법 개발	교육과학 기술부	<ul style="list-style-type: none"> - 전통재료의 성능 평가 및 구현 기술에 대한 기초 조사 - 건식화를 위한 자재 개발 - 건식자재 블록화를 통한 건식화공법 개발 - 건축적 적용을 위한 건식화공법 개발 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 연구의 수행 수준이 전통재료의 활용방안 개발에 치중되어 있음 - 본 연구에서는 전통건축재료의 물리적/ 기계적 특성의 분석을 통해 정량적인 성능평가를 수행하고자 함 - 실내공기질에 치중되어 있는 영향성 평가에 대하여, 재료별 온열환경 영향성을 추가적으로 평가하여 전통적 재료의 성능 DB 구축
			연계 가능		
			고도화	○	
			중복됨		
전통 문양과 색채 디자인을 고려한 건축 내외장요 황토벽돌 및 바닥재 개발	중소 기업청	<ul style="list-style-type: none"> - 전통건축의 형태미를 응용한 내외벽면 및 바닥면의 의장적 특성 모색 - 전통적 친환경소재의 사용방안 모색 - 벽돌재의 물성검토 및 재료 적용으로 기능성 및 건물의 환경성능 향상 - 전통건축의 형태미와 색채를 응용한 다양한 제품 개발(산경문 벽돌, 보상 화문벽돌, 전돌채색 벽돌 등) 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 전통건축재료인 황토를 활용하기 위한 방안을 수행한 연구로, 본 연구과제의 결과를 포함하여 연구의 고도화가 필요한 것으로 판단됨 - 다양한 전통건축재료의 분석을 통해, 한스타일 생태건축 친환경건축자재를 개발하기 위한 연구를 수행할 예정임
			연계 가능		
			고도화	○	
			중복됨		

3. 모듈러, Prefab 목조 건축 연구개발 동향

- (모듈러+Prefab+목조)를 키워드로 NTIS(국가과학기술지식정보)에서 유사과제를 검색하여 기존 연구과제의 연구분야, 범위 및 특징을 고찰하였음

표 41. 모듈러, Prefab/ 공업화건축 관련 유사과제

부처명	사업명	과제명	예산 (백만)	조사분석 대상년도
산림청	산림과학연구	공업화 목조주택 상용화 기술 개발 및 전 과정 평가	484.36	2013
중소기업청	첫걸음기술개발사업	목조 건축의 시공성 향상을 위한 목조 프리패브 패널 개발	98.32	2014
국토교통부	주거환경연구사업	모듈러 건축 공장 제작 최적화 기술 개발	411.45	2015
산림청	임업시험연구	국산침엽수 구조부재의 장기하중 성능 평가	282	2004

표 42. 유사과제 주요 연구내용_2

연구과제명	주요 연구 내용	
한국적 주택 요소를 가미한 기동-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술	연구 목표	- 한국적 주택요소를 가미한 기동-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술 및 체계 개발로 탄소저장체인 목재의 장기적인 이용 촉진 및 국산재의 고부가가치 이용 증진
	연구 내용	1. 한국적 주택요소를 가미한 기동-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술 및 체계 개발 2. 탄소저장체인 목재의 장기적인 이용 촉진 국산재의 고부가가치 이용 증진 3. 예상성과 공업화 목조주택 성능 향상 및 지표 수립 수직 및 수평하중 저항성능 및 구조성능 4. 에너지 효율, 경제성, 탄소저장효과 전통 주택요소를 포함한 모델 개발 5. 탄소순환마을 보급형 목조주택 제시, 은퇴 베이비붐 세대 보급형 모델 제시
목조 건축의 시공성 향상을 위한 목조 프리패브 패널 개발	연구 목표	- 시공성을 향상한 목조 공업화 건축자재 생산 - 친환경 자재인 목재를 주재료로 한 건식 패널 개발 - 공장에서 모듈화 및 유니트화된 건축 부재를 생산할 수 있는 기술 개발 - 조립과 해체가 용이한 건식(乾式) 공법의 부재 개발 - 조립식 공업화 건축에서 취약한 접합 문제 해소 기술 개발 - 시공성 향상 및 하자 방지를 위한 패널 변형 및 파손방지, 구조적 보강 기술 개발
	연구 내용	1. 시공성과 내구성을 고려한 프리패브 패널의 구조방식 및 제작방식 결정 2. 하자(취약부위의 파손, 제품 훼손 및 변형) 문제에 대한 해법 구상 3. 충격 완화 및 변형 방지를 위한 적재 방법 및 패널 골조 설계 방법 구상 4. 시공성 향상과 미적 효과 표현을 위한 최적 패널 디자인 5. 최적 패널 제작을 위한 Proto-type 설계 및 제작 6. 접합부 내구성 및 접합강도 확보를 위한 방법 연구 7. 목조패널의 변형방지를 위한 접합부 개선방향 모색 8. 부재 변형 억제에 기초한 상세설계 및 모델링

		9. 시제품 제작 후 시공성, 목재변형률 등을 분석하여 최적화 모색 10. 개발 제품의 공인시험 의뢰 및 인증 신청
모듈러 건축 공장 제작 최적화 기술 개발	연구 목 표	- 모듈러 건축공법 기술개발을 통해 국내외 새로운 건설시장을 개척하고 건설산업의 획기적인 생산성 향상을 위한 중고층 규모 모듈러 공법 구현 및 생산성 향상 기술 개발 - 유닛모듈 공장제작 생산성 향상 기술개발 - 모듈러 건축재료 다양화 기술개발 - 순환형 모듈러 건축 시스템 개발
	연구 내 용	1. 비용·고효율 리모델링 요소기술을 통합한 설계안을 1기 신도시 단지 유형별로 원형설계의 형태로 개발 2. 리모델링 유형별 Proto-type 구축 및 거주성향상계획 기법 개발 3. 리모델링 비용 효율화 설계기술 및 외피 리모델링 기술 개발 4. 환경·설비성능 진단 평가 및 개선 리모델링 기술 개발 리모델링의 수준 결정 및 개선 효과 분석을 위한 환경·설비성능 진단 평가 기술을 개발하여 그 적용성을 실증 5. 신축주택의 성능과 비용 효율을 고려한 난방, 환기, 위생, 소방, 전기통신, 운송설비 등 리모델링 환경·설비 기술을 개발하고 실증 6. 최단기(공기단축형) 저비용 주차장 계획 기법 개발 리모델링의 유형(3개 층/2개 층 수직증축, 수평증축 등)과 단지유형(평면형태, 단면형태 등)에 따라 체계적으로 주차장을 확대할 수 있는 시공 및 설계기준과 해당 단지에 적합한 주차장 확대 최적화 계획기법을 원형설계의 형태로 개발하고 실증
국산 침엽수 구조부재의 장기하중 성능 평가	연구 목 표	- 주요 조림수종인 낙엽송과 잣나무, 소나무 등 국산 침엽수재의 이용도 증진 - 국산 침엽수 구조부재의 생산을 위한 잠재력과, 구조부재 이용을 위한 부재의 등급구분을 위한 기초연구 - 비파괴 시험에 의한 등급구분 도입을 위한 기초연구 - 구조부재 및 금속접합부의 장기하중 성능을 평가하여 대량수요가 예상되는 목구조의 구조 안전성 확보에 필요한 목구조 설계기준 개발을 위한 기초자료를 제공
	연구 내 용	1. 주요 조림된 국산 침엽수재의 구조부재 이용을 위하여, 구조부재의 등급구분을 위한 초음파 비파괴 시험의 적용 2. 비파괴 시험에 의한 침엽수 구조부재의 등급구분으로부터 국산 침엽수재를 구조부재로 이용 3. 초음파 비파괴 시험에 의한 동적탄성계수 측정을 기준으로 하여 국산 침엽수 구조부재의 등급구분을 위한 지표로 활용 4. 국산 침엽수재의 효율적인 이용을 위한 구조부재 등급구분의 중요한 정책자료로 활용 5. 수종별 금속접합부재의 단계하중에 대한 구조내력 자료로부터, 접합부재의 인장내력성능 예측모형을 추정 6. 잣나무의 장기하중 예측 곡선의 산출로 잣나무 금속접합부의 하중지속기간-하중수준의 설계자료를 산출 7. 장기하중 하에서 금속접합부의 거동으로부터 장기하중의 설계에 필수적인 하중수준과 지속기간에 대한 설계자료를 확보

- 모듈러, 목조, Prefab 및 공업화 건축과 관련된 연구에서는 철골조 기반의 모듈러 건축에 대한 기술개발과, 적층/ 결합방법 및 고층화에 대한 연구가 주를 이루고 있었으며, 그 중에서 본 기획과제와 관련된 목조, Prefab/ 공업화 주택과 관련된 연구는 산림과학원의

‘한국적 주택 요소를 가미한 기둥-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술’ 과 ‘목조건축의 시공성 향상을 위한 목조 Prefab 패널 개발’ 연구가 밀접한 관련성을 가지고 있는 것으로 확인되었음

- ‘한국적 주택 요소를 가미한 기둥-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술’ 연구과제는 목구조 건축물의 공업화를 위해, 주요구조체인 기둥-보 목구조의 벽체와 바닥을 공장생산방식으로 제작하였으며, 구조체의 내화성능 및 바닥충격음 차단 성능을 향상하여 목조주택의 건축품질 및 주거성능의 향상을 도모한 연구가 이루어진 것을 확인함
- 또한 ‘목조 건축의 시공성 향상을 위한 목조 프리패브 패널 개발’ 과제는 목조건축의 시공성 향상을 위해, 목조건축 구조체의 모듈 개발과 유닛화와 관련된 연구와, 연구 내용을 바탕으로 Prototype의 제품으로 제작하여, 접합부의 내구성 및 접합장도 확보를 위한 연구를 수행하였음
- ‘국산 침엽수 구조부재의 장기하중 성능 평가’ 연구는 국내 조림수종인 침엽수재의 구조부재 이용을 위하여, 등급구분을 위한 초음파 비파괴 시험의 적용, 동적탄성계수 측정을 통한 국내 침엽수재의 구조부재 등급구분을 위한 지표를 설정하였으며, 국산재의 목조건축 활용을 위한 기초 연구를 수행하였음

○ 기존 유사과제의 연구수행 미비점 및 차별화 방안

- 모듈러, 목조, Prefab 및 공업화 건축과 관련된 연구에서는 철골조 기반의 모듈러 건축에 대한 기술개발과 적층/ 결합방법 및 고층화에 대한 연구가 주를 이루고 있으며 목조건축의 모듈, Prefab/ 공업화와 관련된 연구는 기초연구 단계로 추가적인 제품화와 사업화에 대한 연구개발이 필요한 것으로 판단됨
- 목조 건축물의 Prefab/ 공업화를 위한 체계적인 전략방안이 명확히 도출되지 않아 기술의 전략적 개발과 보급, 기술개발을 위한 기술표준 및 규격표준에 대한 설정이 우선적으로 이루어져야 할 것으로 판단됨
- 국립산림과학원에서 진행하였던 공업화 목조주택을 위한 상용화기술 연구는 공업화주택의 실현가능성과 품질향상을 위한 연구로 Prefab 모듈의 정량적인 성능 검증을 하여 품질개선을 이루고자 하여 본 기획과제와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단됨. 다만, 연구의 범위가 Prefab 모듈의 내화성능과 바닥충격음 차단성능에 머물러있어 기존 전통건축에서 단점으로 지적된 온열환경과 Prefab/ 공업화를 위한 체계도출 및 설계 및 시공상세에 대한 연구는 미흡한 것으로 판단됨
- 본 연구과제를 통해 기존 연구의 미흡한 점을 보완하고 한스타일 생태건축의 치수체계와 Prefab/ 공업화를 위한 전략과 모듈 상세를 개발하한다면 Prefab 기반의 한스타일 생태건축 산업체계를 구축할 수 있을 것으로 판단됨
- 국산 침엽수 구조부재의 장기하중 성능 평가 연구에서는 국산재의 구조부재 활용을 위한 기초 연구를 수행하였으나 초기 연구 이후의 후속연구가 진행되지 않아 추가적인 연구의 진행이 필요한 상황이며 국산재의 전단하중, 처짐, 휨 등에 대한 연구를 수행하여 국산재를 활용한 한스타일 생태건축의 치수체계를 도출하여야 할 것으로 판단됨

표 43. 한옥 요소기술 및 부재 관련 유사과제 차별화 방안_2

유사 과제명	발주처	내용 및 주요기술	구분		활용 및 차별화 방안
한국적 주택 요소를 가미한 기동-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술	산림청	<ul style="list-style-type: none"> - 한국적 주택요소를 가미한 기동-보 공법의 공업화 목조주택 상용화 기술 및 체계 개발 - 공업화 목조주택 성능 향상 및 지표 수립 수직 및 수평하중 저항성능 및 구조성능 도출 - 에너지 효율, 경제성, 탄소저장효과 전통 주택요소를 포함한 모델 개발 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 경량목구조 방식이 아닌 기동-보 공법에 대하여 연구를 수행함 - 또한, 연구의 범위가, Prefab 모듈의 내화성능과 바닥충격을 차단성능에 머물러있음 - 온열환경과, Prefab/ 공업화를 위한 체계도출 및 설계 및 시공상세에 대한 연구로 고도화 - 치수체계 도출 및 규격의 통일화 전략 도출
			연계 가능		
			고도화	○	
			중복됨		
목조 건축의 시공성 향상을 위한 목조 프리패브 패널 개발	중소 기업청	<ul style="list-style-type: none"> - 시공성을 향상한 목조 공업화 건축자재 생산 - 모듈화 및 유닛화된 건축 부재를 생산할 수 있는 기술 개발 - 조립과 해체가 용이한 부재 개발 - 조립식 공업화 건축에서 취약한 접합 문제 해소 기술 개발 - 시공성 향상 및 하자 방지를 위한 패널 변형 및 파손방지, 구조적 보강 기술 개발 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 목조건축의 시공성 향상을 위한 Prefab 패널을 개발하기 위한 연구를 수행함 - Prefab/ 공업화를 위한 체계적인 전략방안이 명확히 도출되지 않음 - 치수체계 도출 및 규격의 통일화 전략 도출
			연계 가능		
			고도화	○	
			중복됨		
모듈러 건축 공장 제작 최적화 기술 개발	국토 교통부	<ul style="list-style-type: none"> - 유닛모듈 공장제작 생산성 향상 기술개발 - 모듈러 건축재료 다양화 기술개발 - 순환형 모듈러 건축 시스템 개발 	중복 없음	○	<ul style="list-style-type: none"> - 철골구조의 모듈러 건축 개발에 대하여 연구를 수행함 - 기술의 전략적 개발과 보급, 기술개발을 위한 기술표준 및 규격표준에 대한 설정을 우선적으로 수행함
			연계 가능		
			고도화		
			중복됨		
국산 침엽수 구조부재의 장기하중 성능 평가	산림청	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 조림수종인 낙엽송과 잣나무, 소나무 등 국산 침엽수재의 이용도 증진 - 국산 침엽수 구조부재의 생산을 위한 잠재력과, 구조부재 이용을 위한 부재의 등급구분을 위한 기초연구 - 비파괴 시험에 의한 등급구분 도입을 위한 기초연구 	중복 없음		<ul style="list-style-type: none"> - 국산 침엽수 구조부재의 활용을 위한 기초 연구를 수행함 - 초기 연구 이후의 후속연구가 진행되지 않아 추가적인 연구의 진행이 필요한 상황임 - 국산재의 전단하중, 처짐, 휨 등에 대한 연구를 통해 국산재를 활용한 한스타일 생태건축의 치수체계를 도출하여야 할 것으로 판단됨
			연계 가능	○	
			고도화		
			중복됨		

	유사과제 분석결과	유사과제의 한계점	유사과제와의 차별성
전통건축 요소기술 및 부재	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 요소기술 개발에서 실증화까지 체계적인 연구체계 ✓ 한옥건축 구법과 해석, 실험에 대하여 체계적인 연구 진행 ✓ 한옥의 특수성을 고려한 연구개발 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전통건축의 환경친화/생태적 기법에 대한 연구는 미흡 ✓ 전통건축의 범주 및 목조건축과의 통일성 및 상호 호환성 부족 ✓ 다양한 분야의 전반적인 기술개발로 이어지지 못하는 한계 ✓ 주거모델과 공공건축물에 초점이 맞추어진 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 전통건축의 환경친화/생태적 기법에 대한 연구를 통한 한스타일 생태건축 요소기술 개발 ➢ 목조건축 및 전통건축의 범주를 포함하는 한스타일 생태건축 양식 개발 ➢ 한스타일 생태건축의 보급 및 확산을 위한 목적에 부합하는 모델과 전략의 필요성
전통 건축 재료	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전통건축재료의 개량과 활용에 초점 ✓ 전통건축재료와 실내공기질에 초점 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전통건축재료를 활용한 건축자재 개발과 관련된 연구는 기초연구 단계 ✓ 전통건축재료를 현대 주거환경에 적용하기 위한 방안 미흡 ✓ 전통건축재료의 물리적 특성에 대한 고찰 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 전통건축재료를 활용한 건축자재의 제품화와 사업화에 대한 연구개발 ➢ 전통건축재료를 활용한 현대적 주거환경 구성방안 개발 ➢ 전통건축재료가 지닌 물리적 특성을 기반으로 한 객관적인 성능지표 개발
모듈러, Prefab 목조건축	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 철골조 기반의 모듈러 건축에 대한 기술개발이 대부분 ✓ 공업화주택의 실현가능성과 품질향상을 위한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 목조건축의 모듈, Prefab/공업화를 위한 체계적인 전략방안 미흡 ✓ Prefab 모듈의 내화성능과 바닥충격음 차단성능에 국한 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 목조건축의 모듈, Prefab/공업화를 위한 체계적인 전략방안 수립 ➢ 국내재를 활용한 모듈, Prefab 부재의 성능평가 ➢ 국내재를 이용한 건축자재 관련산업 활성화 가능성 ➢ 전통건축의 단점인 온열환경 극복을 위한 체계 도출 ➢ Prefab 기반의 한스타일 생태건축 산업체계 구축

그림 84. 유사과제 분석결과와 차별성 분석 요약

6절. 연구개발 인프라 분석

1. 연구인력 인프라

가. 세계과학기술인력 대비 한국 과학기술 연구인력현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제27호 ‘OECD 자료로 살펴본 세계과학기술인력 현황’ 자료에 의하면 한국은 취업자 천명당 연구원수가 OECD국가 중 6위로 높은 수준을 보임
- 취업자 천명당 연구원수(FTP: Full-time Equivalent) 세계1위는 이스라엘로 17.4명(2012년 기준), 2위는 핀란드 15.7명(2013년 기준), 3위는 덴마크 14.9명(2013년 기준) 순으로 집계되었으며 한국은 12.8명(2013년 기준)으로 조사됨

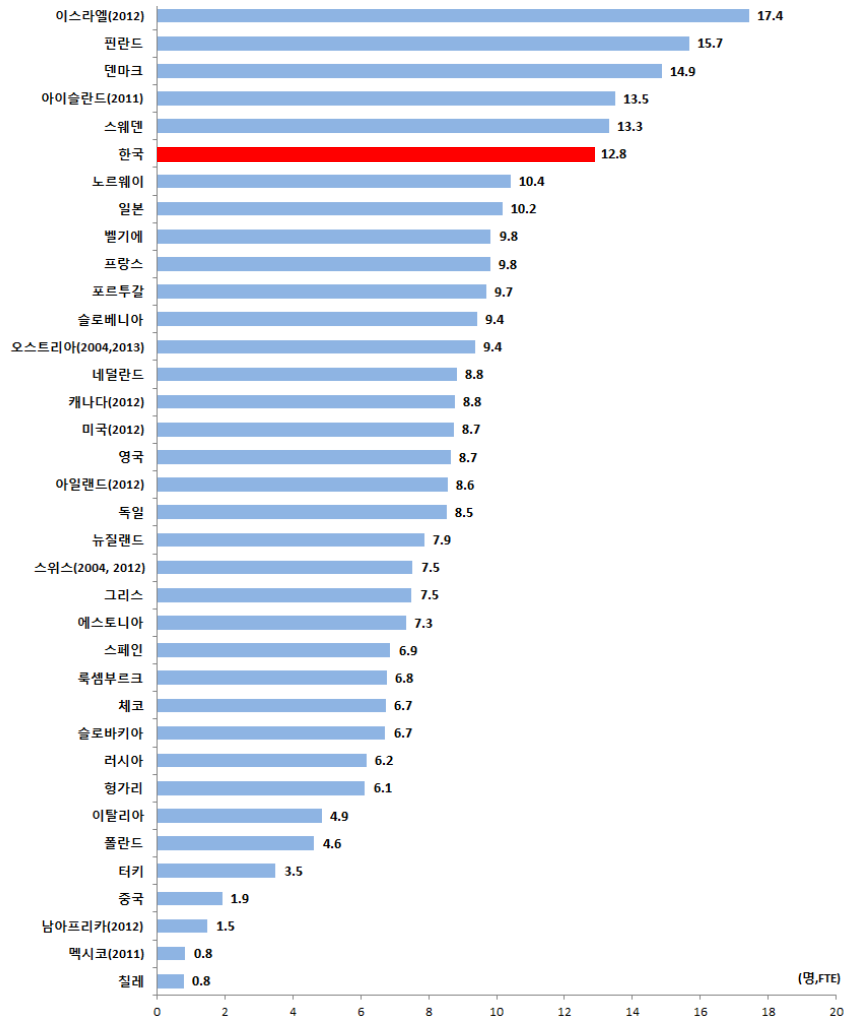


그림 85. 취업자 천명당 연구원(FTE) 수 (2013년기준)

(출처 : 한국과학기술기획평가원, OECD자료로 살펴본 세계과학기술 인력 현황, 2015)

- 연구참여비율을 고려한 상근상당 연구원 수는 한국이 345,463명(2014년)으로 세계 6위 수준으로 집계됨
- 중국이 1,484,040명(2013년)으로 세계1위로 나타났으며 이어서 미국이 1,265,064명(2012년), 일본이 660,489명(2013년)순으로 높은 것으로 나타남
- 기타 R&D 인력을 포함한 2013년 취업자 천명당 연구인력(FTE) 수는 덴마크 (21.3명), 핀란드(21.2명) 순이며 한국은 16.0명으로 7위인 것으로 조사됨
- 우리나라의 취업자 천명당 연구인력(FTE) 수는 2003년 8.4명에서 2013년 16.0명으로 10년 동안 약 2배 증가한 것으로 조사됨

표 44. 취업자 천명당 연구인력 수 (2013년, 2003년)

(출처 : 한국과학기술기획평가원, OECD자료로 살펴본 세계과학기술인력 현황, 2015)

구분	2013년(명, FTE)			2003년(명)
	연구원 수(A)	기타 R&D 인력 수(B)	연구인력 수(A+B)	연구인력 수
덴마크	14.9	6.4	21.3	15.2
핀란드	15.7	5.5	21.2	24.2
이스라엘(2012)	17.4	3.7	21.1	N/A
아이슬란드(2011)	13.5	5.9	19.4	18.7
스웨덴	13.3	4.0	17.3	16.7
슬로베니아	9.4	7.1	16.5	7.3
한국	12.8	3.2	16.0	8.4
스위스(2012, 2004)	7.5	8.3	15.8	12.4
프랑스	9.8	5.7	15.6	13.1
오스트리아(2013, 2004)	9.4	6.1	15.4	11.2
벨기에	9.8	4.8	14.6	12.6
독일	8.5	5.8	14.3	12.1
노르웨이	10.4	3.8	14.2	12.3
네덜란드	8.8	5.3	14.2	10.8
일본	10.2	3.2	13.3	13.3
룩셈부르크	6.8	6.2	12.9	13.7
캐나다(2012)	8.8	3.8	12.5	12.3
아일랜드(2012)	8.6	3.7	12.2	8.0
체코	6.7	5.4	12.2	5.8
영국	8.7	3.4	12.1	11.2
러시아	6.2	5.4	11.6	14.7
스페인	6.9	4.5	11.3	8.3
뉴질랜드	7.9	3.1	11.0	9.5
그리스	7.5	3.3	10.8	7.1
포르투갈	9.7	1.0	10.7	5.0
이탈리아	4.9	5.5	10.4	6.7
에스토니아	7.3	2.4	9.7	6.9
헝가리	6.1	3.2	9.3	5.5
슬로바키아	6.7	1.1	7.8	6.5
폴란드	4.6	1.4	6.1	5.7
중국	1.9	2.7	4.6	1.5
터키	3.5	0.9	4.4	2.0
남아프리카(2012)	1.5	0.9	2.4	2.1
칠레	0.8	1.0	1.8	N/A
미국(2012)	8.7	N/A	N/A	N/A
멕시코(2011)	0.8	N/A	N/A	1.5

- 2012년 기준, 노동연령인구(25세-64세) 천명당 박사학위자가 가장 많은 국가는 스위스로서 27.5명인 것으로 집계됨
- 오스트리아(15.8명), 미국(14.0명), 스웨덴(13.6명), 룩셈부르크(13.2명) 등 선진국의 노동연령인구 천명당 박사학위자가 높은 수준을 나타냄
- 우리나라는 2012년 기준 노동연령인구 천명당 박사학위자 수가 6.9명으로 상대적으로 낮은 수준인 것으로 집계됨

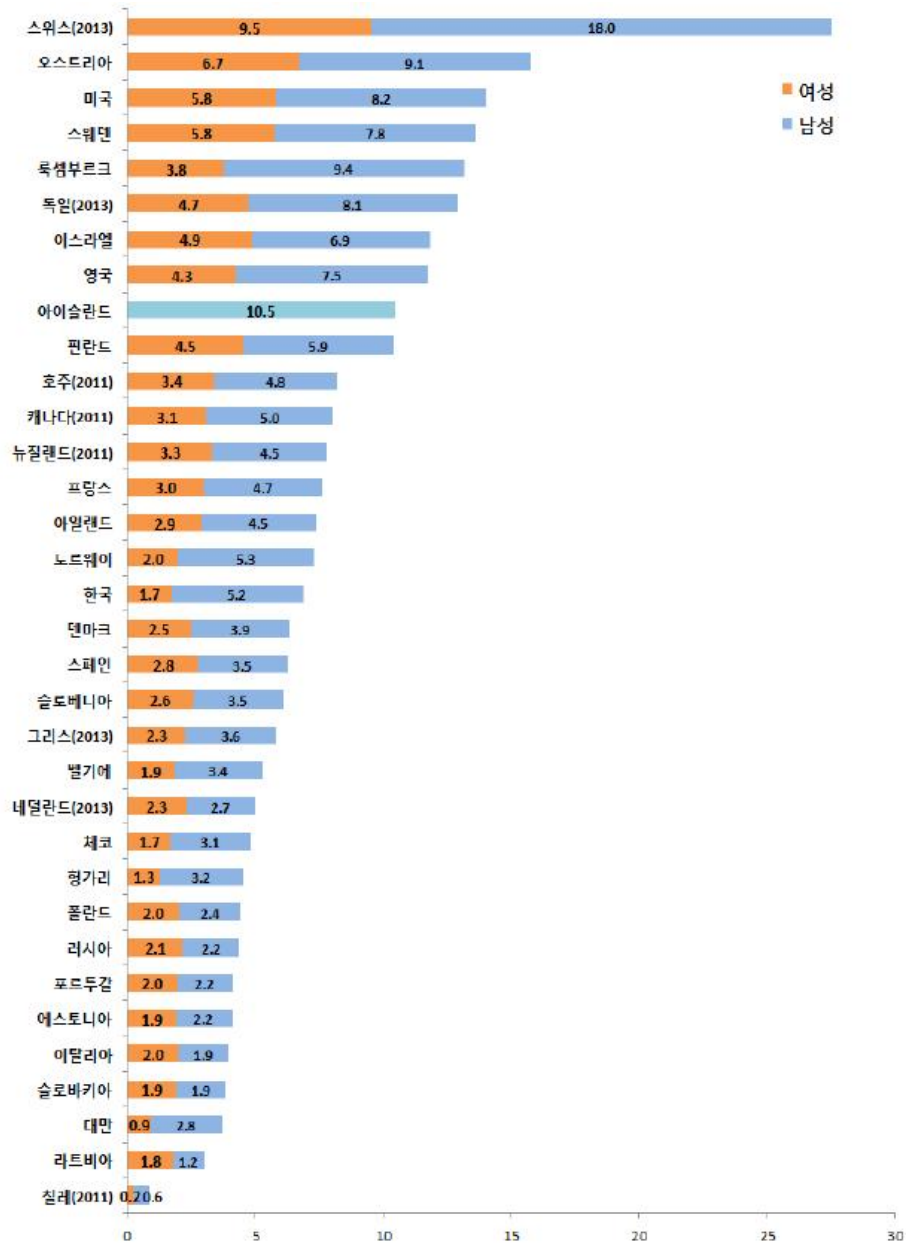


그림 86. 노동연령인구 (25세~64세) 천명당 박사학위자 수(명, 2012년)

주) 아이슬란드는 남자와 여자를 모두 합한 수치

(출처 : 한국과학기술기획평가원, OECD자료로 살펴본 세계과학기술 인력 현황, 2015)

나. 한국 총 연구개발인력 현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제18호 ‘우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황’에 의하면 한국의 총 연구원수는 꾸준히 증가추세를 보이고 있으며 2014년 대비 27,114명(6.6%) 증가한 437,447명으로 집계됨

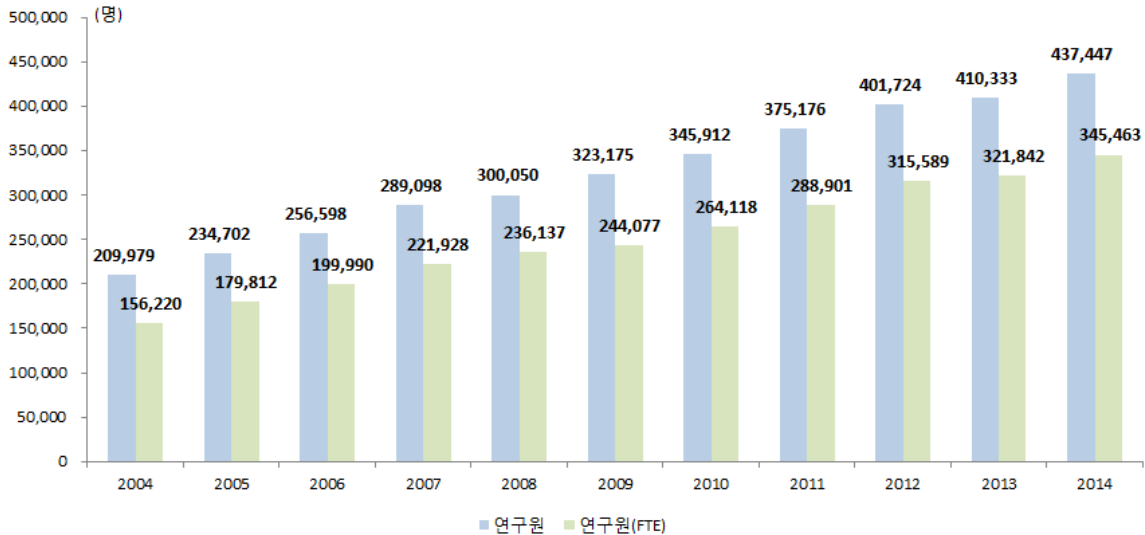


그림 88. 한국 연구원 수 연도별 추이

(출처 : 한국과학기술기획평가원, 우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황, 2015)

다. 공학전공 연구개발인력 현황

- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 발간하는 KISTEP 통계브리프 (K-브리프)의 2015년 제18호 ‘우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황’에 의하면 우리나라 연구참여 비율을 고려한 상근상단 연구원수(FTE)는 345,463명으로 세계 6위권임
 - 상근상단 연구원 수는 중국(1,484,040명, 2013년), 미국(1,265,064명, 2012년), 일본(660,489명, 2013년) 순으로 높은 것으로 나타남
- 2014년 우리나라의 총 연구원 수는 437,447명이고 연구보조원을 포함한 연구개발 인력은 605,640으로 조사됨
 - 전년대비 연구원 수는 27,114명(6.6%), 연구개발 인력은 36,271명(6.4%)증가
- 2014년 우리나라 경제활동인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)는 13.0명으로 주요국 중 높은 수준연구참여 비율을 고려한 상근 상당2014년 우리나라의 총 연구원 수는 437,447명이고 연구보조원을 포함한 연구개발 인력은 605,640으로 조사됨
 - 전년대비 연구원 수는 27,114명(6.6%), 연구개발 인력은 36,271명(6.4%)증가
- 과학기술분야 연구원 중에서도 공학분야 전공자 수는 298,436명으로 한국 전체 연구원의 68.2%를 차지하는 것으로 집계됨

표 45. 연구수행주체별 전공별 연구원 현황(2014년 기준)

(단위 : 명, %)

구분	공공연구기관		대 학		기업체		전 체	
	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중
과학 기술 분야	이학	5,614 (16.8)	14,693 (14.8)	34,465 (11.3)	54,772 (12.5)			
	공학	17,239 (51.7)	33,567 (33.8)	247,630 (81.2)	298,436 (68.2)			
	의약보건학	1,868 (5.6)	18,674 (18.8)	2,980 (1.0)	23,522 (5.4)			
	농업과학	2,829 (8.5)	4,553 (4.6)	3,280 (1.1)	10,662 (2.4)			
	소계	27,550 (82.7)	71,487 (72.0)	288,355 (94.6)	387,392 (88.5)			
인문 사회 분야	인문학	570 (1.7)	11,068 (11.1)	11,232 (3.7)	22,870 (5.2)			
	사회과학	5,202 (15.6)	16,762 (16.9)	5,221 (1.7)	27,185 (6.2)			
	소계	5,772 (17.3)	27,830 (28.0)	16,453 (5.4)	50,055 (11.4)			
총계	33,322 (100.0)	99,317 (100.0)	304,808 (100.0)	437,447 (100.0)				

(출처 : 한국과학기술기획평가원, 우리나라와 주요국의 연구개발 인력 현황, 2015)

2. 연구기자재 인프라

가. 국내 연구기자재 구축 현황

- 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS)에서 발간하는 ‘2014년도 국가연구시설장비 조사·분석 보고서’에 의하면 연구수행주체별·연구장비분류별 연구기자재 구축현황은 다음과 같음
- 최근 5년간 연구수행주체별 연구시설 장비 투자 비중은 출연연구소(31.3%, 1조 1,893억원), 대학(20.8%, 7,922억원), 민간기업(20.1%, 7,626억원), 기타공공기관(9.0%, 3,422억원), 국공립연구소(3.0%, 1,131억원), 공기업(1.4%, 542억원) 순으로 나타남

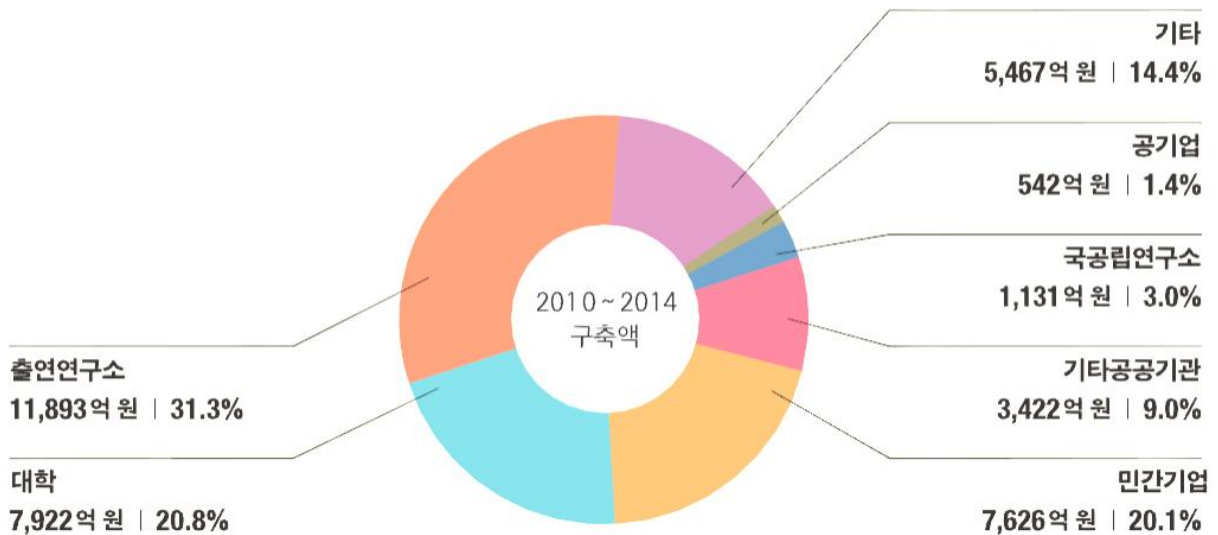


그림 89. 최근 5년간(2010년~2014년) 연구수행주체별 연구시설 장비 투자현황(구축액)

(출처 : 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 국가연구시설장비 조사·분석 보고서, 2014)

- 본 과제에서 활용할 수 있는 연구장비 분야는 물리적 측정장비와 데이터 처리장비로 파악됨
- 물리적 측정장비에는 온도/ 열/ 습도/ 수분 측정장비, 음향/ 소음/ 진동/ 충격 측정장치 등, 데이터 처리장치에는 컴퓨터/ 컴퓨터 서버/ 장비 소프트웨어 등 본 과제를 수행함에 활용할 수 있는 장비들을 포함함

표 46. 국가연구시설장비 표준분류 - 데이터 처리장비 및 물리적 측정장비

데이터 처리장비	장비 하드웨어	• 컴퓨터, 컴퓨터서버, 데이터 저장장치, 데이터 입출력장비, 달리 분류되지 않는 하드웨어
	장비 소프트웨어	• 시스템소프트웨어, 응용소프트웨어, 달리 분류되지 않는 소프트웨어
	달리 분류되지 않는 데이터 처리장비	-
물리적 측정장비	온도 / 열 / 습도 / 수분 측정장비	• 온도 및 열 측정장비, 습도 및 수분 측정장비, 달리 분류되지 않는 온도 / 열 / 습도 / 수분 측정장비
	길이 / 각도 / 면적 / 거칠기 측정장비	• 치수측정장비, 좌표측정장비, 표면거칠기측정장비, 레이저측정장비, 달리 분류되지 않는 길이 / 각도 / 면적 / 거칠기측정장비
	시간 / 주파수 / 속도 / 회전수 측정장비	• 시간 및 주파수 측정장비, 속도 및 회전수 측정장비, 달리 분류되지 않는 시간 / 주파수 / 속도 / 회전수 측정장비
	질량 / 무게 / 부피 / 밀도 측정장비	• 질량 및 무게 측정장비, 부피 및 밀도 측정장비, 달리 분류되지 않는 질량 / 무게 / 부피 / 밀도 측정장비
	힘 / 토크 / 압력 / 진공 측정장비	• 힘 및 토크 측정장비, 압력 및 진공 측정장비, 달리 분류되지 않는 힘 / 토크 / 압력 / 진공 측정장비
	음향 / 소음 / 진동 / 충격 측정장비	• 음향 및 소음 측정장비, 진동 및 충격 측정장비, 달리 분류되지 않는 음향 / 소음 / 진동 / 충격 측정장비
	유체유량역학 측정장비	• 점도 및 유속 측정장비, 액체 / 기체유량 측정장비, 달리 분류되지 않는 유체유량역학 측정장비
	달리 분류되지 않는 물리적 측정장비	-

(출처 : 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 국가연구시설장비 조사분석 보고서, 2014)

- 국가연구시설장비 표준분류별 투자 현황을 보면, 기계가공 시험장비, 전기 전자장비, 화합물전처리 분석장비 순으로 나타남 - 물리적 측정장비와 데이터 처리장비의 경우, 각각 10.3%(3,904억원)과 6.6%(2,505억원)으로 조사됨

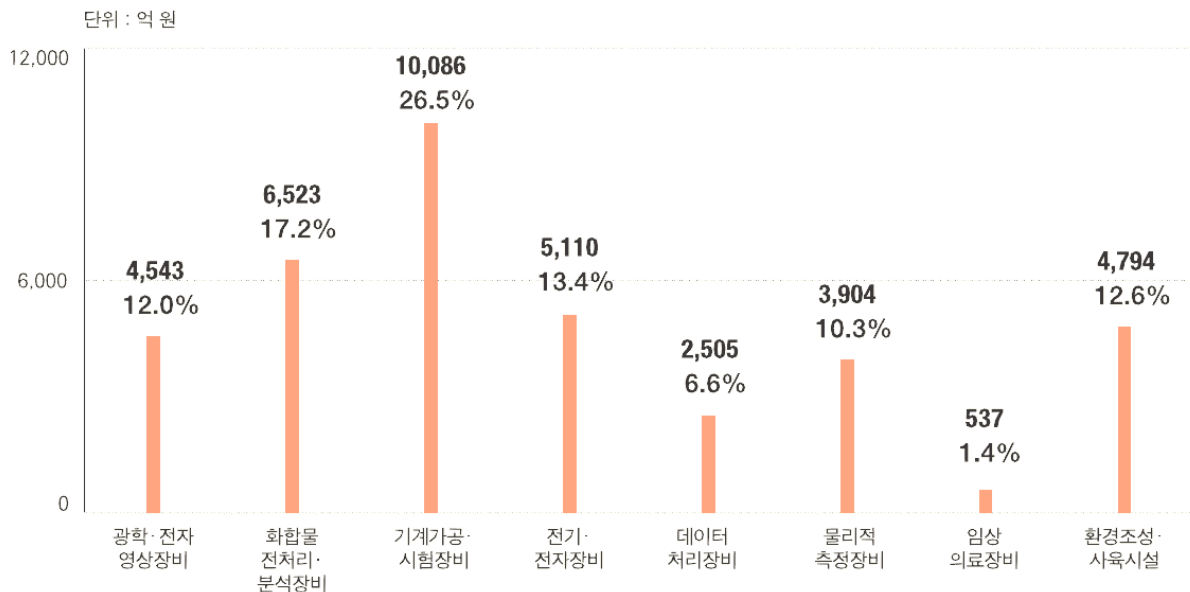


그림 90. 최근 5년간(2010년~2014년) 국가연구시설장비 표준분류별 투자현황(구축액)

(출처 : 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 국가연구시설장비 조사분석 보고서, 2014)

- 2010~2014년을 기준으로 3천만원 이상의 기자재를 기준으로하고 있으며 장비분류 중에서는 기계가공·시험장비가 총 기자재의 24.7%로 가장 많이 구축되어있었으며 연구수행주체 중에서는 민간기업이 총 기자재의 27.8%로 가장 많은 수를 보유하고 있는 것으로 나타남
- 물리적 측정장비는 총 2,867개를 구축하고 있으며 총 기자재의 11%를 차지하고 있으며 데이터 처리장비는 2383개로 9.1%의 비중을 보임

표 47. 연구수행주체별·연구장비분류별 연구기자재 구축현황(2010~14년, 3천만원 이상)

구분	국공립 연구소	출연 연구소	대학	민간기 업	공기업	기타 공공기 관	기타	합계
광학·전자 영상장비	169	762	1,365	488	4	241	281	3,310
화합물 전처리·분석장비	628	1,413	1,629	1,437	17	352	765	6,241
기계가공·시험장비	117	1,366	1,255	2,716	42	219	745	6,460
전기·전자장비	38	1,167	897	1,183	90	227	467	4,069
데이터 처리장비	109	665	519	574	84	212	220	2,383
물리적 측정장비	152	695	665	780	23	327	225	2,867
임상의료장비	40	119	256	28	0	46	78	567
환경조성·사육시설	25	42	47	46	1	23	34	218
합계	1,278	6,229	6,633	7,252	261	1,647	2,815	26,115

(출처 : 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 국가연구시설장비 조사분석 보고서, 2014)

표 48. 국내 공공연구기관 주요장비 현황

(출처 : 서울지방중소기업청)

연구기관	주요장비
한국과학기술연구원	융복합기술, 재료 및 소자연구, 생명보건연구, 로봇시스템연구
한국산업기술시험원	화학, 전기전자제품, 생활용품, 외국인증대행공장심사
한국세라믹기술원	세라믹제품성능평가, 주로 연구 및 표준화하고 있음
요업기술원	요업 및 신요업원료, 제품에 관한 시험분석 광물 및 정광에 관한 시험분석
한국건설생활시험연구원	건설관련, 건축자재관련 성능평가
한국화학시험연구원	화학제품 성능평가, 자율안전확인, 의료기기 등
한국생산기술연구원	금형기술분야, 열표면기술분야, 사이버설계지원분야
한국기계연구원	나노융합기계, 지능형생산시스템, 그린환경기계 시험분석
포항산업과학연구원	에너지환경, 재료공정, 강구조, 마그네슘, 연료전지 연구분석
한국석유품질관리원	석유제품 품질검사, 시험분석, 연구개발
한국석회신소재연구재단	석회석 신소재 기술개발 및 관련 업체 지원, 대체원료개발 사업
한국표준과학연구원	역학적시험, 전자기적시험, 열적시험, 광학시험
한국건설기술연구원	건설관련, 건축자재관련 성능평가

나. 국외 건축물리 전문연구기관(Fraunhofer IBP)의 연구기자재 보유내역 예시

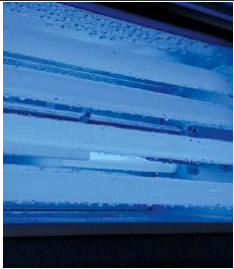
- 국외 건축물리 전문연구기관은 국내와는 달리 건축물에 영향을 미치는 주요 요인들에 따라 연구부서를 구성하고 있으며, 건축물리 전문연구기관중 선도적인 위치에 존재하는 독일 Fraunhofer IBP 의 경우, 총 7개의 전문화 된 연구부서와 각기의 목적에 부합하는 실험기자재 및 실험방법을 구축하고 있는 것으로 파악됨

표 49. 독일 Fraunhofer IBP 연구소의 주요부서 및 수행내용현황


Acoustics	Building Chemistry, Biology, Hygiene	Energy Systems	Life Cycling Engineering	Hygrothermics	Indoor Climate	Heat Technology
Building acoustics	Biology	Systems Engineering	Life Cycle Engineering	Moisture control & building in different climatic zones	Systems integration	Energy concepts
Room acoustics	Chemistry	Facade concepts	Life cycle costing	Moisture related properties	Conservation of cultural heritage and building in a historic context	Building systems
Vehicle acoustics	Sensory	Low-energy systems	Sustainability assessment	Moisture management	Preventive conservation and reservation of monuments	Lighting technology
Fundamentals	Testing &	Efficient	Life cycle	Hygrothermal	Indoor	Daylight

& software	quality control	energy supply of settlements	assessment	building analysis	climate systems	systems
Cognitive ergonomics	Material development	Renewable energies	Material flow analysis	Software development, WUFI-Family		Energy-efficient settlement structures
Musical acoustics, Photo acoustics	Concrete technology & functional materials	Energy supply structures	Design for environment	Thermal properties, artificial climate simulation		Planning instruments
Noise control		Solar cooling systems	Environmental product declarations	Testing & quality control		Systems analysis
		Combustion systems				

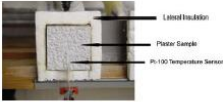
- 또한 Fraunhofer IBP 연구소는 자체적으로 새로운 실험 방법을 개발하고, 기존의 실험들을 개정할 수 있는 특별한 자격을 독일 Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)로부터 DIN EN ISO/IEC 17025에 따른 공식 승인을 받아, 연구소만의 실험 및 측정 know-how를 축적하여 선도적인 건축물리 연구/ 분석 전문기관의 역할을 수행하고 있는 것을 확인하였으며, 각 연구부서별 주요 실험내용, 실험장비 및 기준은 다음과 같음
- Hygro-thermal experimental facilities
 - Artificial ageing by combined exposure to radiation, humidity and temperature

	Measurement	Change of material and component properties, e.g. strength, hardness, embrittlement, chalking, fading, transmittance, emissivity, yellowing, geometry
	Standards	DIN EN 927-6, DIN EN 1297, DIN EN 1898, DIN EN 12224, DIN EN 12543-4, DIN EN 13523-10, DIN EN 75220, DIN EN ISO 4892-1, DIN EN ISO 4892-2, DIN EN ISO 4892-3, DIN EN ISO 11507, DIN EN ISO 11895, DIN EN ISO 11997-2, ASTM D 3424, ASTM D 4329, ASTM D 4587, ASTM D 4799, ASTM D 5071, ASTM D 5208, ASTM D 6695, ASTM G 151, ASTM G 154, ASTM G 155, SAE J 2020, prEN 1062-4
	Measurement object	Organic glasses, films, coatings, paints, plastics, gaskets, sealants, roof linings, bitumen and elastomer roofing sheets, vehicle and façade components


- Capillary activity of interior insulation materials

	Measurement	Moisture content, moisture distribution
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Insulation materials, etc.


- Dew water on the surface

	Measurement	Determination of dew water on the surface of exterior finishes caused by nocturnal long-wave radiation
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Outside coatings like plaster or paint


- Microbial growth resistance of exterior finishes

	Measurement	Sensitivity of coatings to microbial infestation
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Outside coatings like plaster or paint


- Moisture distribution, NMR

	Measurement	Moisture distribution, moisture profile, penetration depth
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Building materials, drilling core, insulation materials, etc.


- Moisture storage, sorption

	Measurement	Water content in % by volume, % by weight
	Standards	DIN EN ISO 12571
	Measurement object	Brick, lime stone, sandstone, concrete, plasters and renders, insulation materials, wooden materials, etc.

- Water absorption

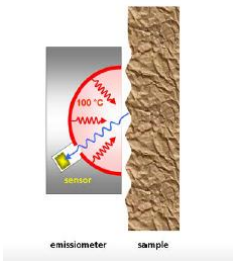
	Measurement	Capillary water absorption, a-value
	Standards	DIN EN ISO 15148, DIN EN 1015-18, DIN EN 12087
	Measurement object	Mineral materials like brick, lime stone, sandstone, concrete, plasters and renders, insulation materials, coatings, etc.

- Water vapor transmission properties

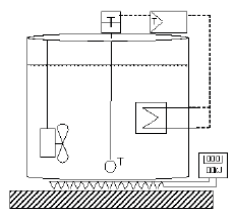
	Measurement	Water vapor resistance factor, diffusion equivalent air layer thickness
	Standards	DIN EN ISO 12572, DIN EN 12086, DIN EN ISO 7783-2, DIN 1931, DIN 53122-1, ASTM E 96-95
	Measurement object	Mineral materials like brick, lime stone, sandstone, concrete, plasters and renders, insulation materials, flexible sheets for waterproofing, roof underlays, etc.

o Thermal experimental facilities

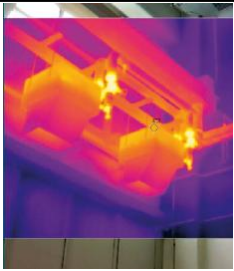
- Emission coefficient

	Measurement	Thermal emission coefficient and reflection coefficient
	Standards	DIN EN 16012 (attachment D), alternative method for DIN EN 12898 and DIN EN 673
	Measurement object	Glass including functional layers, insulation materials, roofing underlays or coverings, building panels, façades, floor coverings, concrete, asphalt, IR-reflecting films and almost all surfaces and structures with roughness up to 10 mm, opaque to IR radiation, varnishes and paints on substrate

- Heat dissipation of floors

	Measurement	Heat dissipation of floors
	Standards	DIN 52614 (withdrawn)
	Measurement object	Homogeneous and approximately homogeneous as well as layered floor structures and coverings such as PVC, cork, parquet, linoleum, textile fibers, tiles, industrial floor coverings, polyester resin sheets, etc.

- Infrared (IR) laboratory

	Measurement	Thermal radiation, temperatures, temperature distributions by thermography
	Standards	DIN EN 13187, DIN 54190, ISO 18434-1
	Measurement object	Technical building equipment, fireplaces, exhaust systems, façades and roof structures, thermal bridging, moisture retention, location of supply lines under plaster, vehicles, temperature analysis of larger surfaces and components, visualization of transient temperature behavior

- Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) by calorimeter method

	Measurement	Solar heat gain coefficient (SHGC), g-value
	Standards	In addition to DIN EN 410 and DIN EN 13363-2
	Measurement object	Glazings with shading systems or with more than 3 panes, high-scattering glazing, special components with integrated sun protection, domed building components (domed roof lights, membrane constructions), transparent specimens, vehicle constructions, screen printing or three-dimensional fabrics

- Spectrophotometer

	Measurement	Absorbance, transmittance and reflectance (UV/VIS/NIR), radiation and optical technical parameters preferably in the solar spectrum
	Standards	DIN EN 410, ASTM E 903, DIN EN 13363-2
	Measurement object	Organic and mineral glasses, functional layers, varnishes and paints, plastics, concrete, wood-based materials, building boards, metal sheets, light-directing building components and other transparent, translucent or opaque building materials

- Spectroradiometer

	Measurement	Spectrum of emitted radiation from light sources, transmission, absorption and reflection, evaluation of solar simulation equipment, spectral analysis of daylight, integral and wavelength-dependent irradiance
	Standards	Additional/special procedure for DIN EN 410, generation of spectral match reports for measuring class, performance as per IEC 60904, ASTM E 927, colorimetry CIE 1931 and CIE 1964
	Measurement object	Light sources of any type, solar simulation facilities, glazing façades, roof and wall building components

- Thermal conductivity of concentric pipe insulation

	Measurement	Thermal conductivity
	Standards	DIN EN ISO 8497, EN 14313, EN 14303, EN 14305
	Measurement object	Concentric pipe insulation, tubular homogeneous and approximately homogeneous as well as layered test specimens (hollow cylinders, half shells, segments)

- Thermal resistance and heat transmission coefficient in the Hot Box

	Measurement	Thermal resistance R and thermal transmittance U
	Standards	DIN EN ISO 12567-1, DIN EN ISO 12567-2, DIN EN 12412-2, DIN EN 12412-4, DIN EN ISO 8990
	Measurement object	Windows (frame and glazing), profiles, skylights, doors, roller shutter casings, roof elements, façade elements, walls

o Physical experimental facilities

- Mechanical material and component characteristics

	Measurement	Compressive stress, bending stress, tension/e-modulus, cyclic loading, nail tensile test, T-peel test, shear strength, bond strength
	Standards	DIN EN 826, DIN EN 13163, DIN EN 12310-1, DIN EN ISO 11339
	Measurement object	Insulation materials, textiles, plastics, building materials, concrete samples, adhesions, air-tightness-layers, roof underlays

o Test facility

· Hygro-thermal experimental facilities


- Air permeability by test facility for impermeability

	Measurement	Air permeability
	Standards	DIN EN 1026, DIN EN 12207, DIN EN 12427, DIN EN 12426, DIN EN 12153, DIN EN 12152, DIN EN 12114, DIN EN 12835, DIN EN 13141
	Measurement object	Windows, doors, gates, curtain walls façades, roof or wall elements (conservatories, glazing elements with integrated sun blinds), foils, adhesive tapes


- Air-conditioned test hall

	Measurement	Total water content, driving rain load
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Wall elements in air-conditioned test hall exposed at the exterior to natural climate conditions


- Climate simulation in climate chambers and climate cabinets

	Measurement	Temperature and relative humidity changes, freeze-thaw resistance, durability, aging, air-conditioned storing
	Standards	DIN EN 12091
	Measurement object	Small-sized building components and building materials, thermal insulating products for building applications


- Climate simulation in the big climate simulator

	Measurement	Protection against heat and against cold, moisture proofing, weather proofing, HVAC analyses, sun simulation, rain simulation, durability testing
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Building components, complete building elements, prefabricated house elements, façade elements, walls, ceilings, roof constructions, flat roof systems, design of insulation materials, sandwich constructions, windows, doors, components with thermal bridges, shutter systems, skylights, components for the renovation of building elements, etc.


- Climate simulation in the three-chamber climate simulator

	Measurement	Stationary and transient processes of thermal conductivity and humidity penetration, U-value, storage properties of building components, alternating climate loads, thermal bridges, condensation, cavity convection, vapor diffusion processes, day/night simulation
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Large façade and roof elements, prefabricated house elements, door and window elements, thermal insulation by means of external shutters, roller blinds, etc., composite constructions with thermal bridges, multi-layer building components with cavities, charging and discharging cycles of heat storage facilities, equipment for ventilation, heat recovery installations, absorber elements


- Durability with driving rain impact

	Measurement	Weathering, field experiments, durability
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Whole wall segments on a building facing towards east or west


- Flexible test facility for flat and pitched roof

	Measurement	Temperature and relative humidity changes of roofs
	Standards	Own testing method
	Measurement object	Pitched roof constructions with between and top rafter insulation or combinations: solutions for gableboard or eaves, solar systems

- Resistance to wind load by test facility for impermeability


	Measurement	Resistance to wind load
	Standards	DIN EN 12211, DIN EN 1221, DIN EN 12444, DIN EN 12424, DIN EN 12179, DIN EN 13166
	Measurement object	Windows, doors, gates, curtain walls façades, roof or wall elements (conservatories, glazing elements with integrated sun blinds), foils, adhesive tapes

- Water tightness against driving rain by test facility for impermeability


	Measurement	Water tightness against driving rain
	Standards	DIN EN 1027, DIN EN 12208, DIN EN 12489, DIN EN 12425, DIN EN 12155, DIN EN 12154, DIN EN 12865
	Measurement object	Windows, doors, gates, curtain walls façades, roof or wall elements (conservatories, glazing elements with integrated sun blinds), foils, adhesive tapes

o Thermal experimental facilities

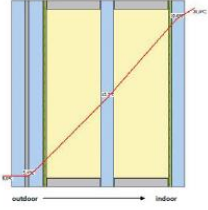
- Solar reflectance index (SRI)

	Measurement	Solar Reflectance Index (SRI), warming potential under high irradiation
	Standards	ASTM E 1980, further procedures ASTM E 1918, ASTM E 903, DIN EN 410, LEED rating
	Measurement object	Roofing, tiles, façade sheeting, varnishes and paints, precast concrete parts, asphalt, pavers, parking area, streets, terrace slabs as well as other thin layers of building material layers, which are used in façades, roofs or other parts of building envelope or traffic areas

- Solar simulator for large building components

	Measurement	Thermal load tests, spontaneous failure, temperature of building components, g-value (SHGC/total energy transmittance), fitness for purpose, aging behavior, thermal expansion, fogging of closed glass façades
	Standards	Alternative method to DIN EN 410, DIN EN 13363-2, DIN EN 4892
	Measurement object	Façades and roof components with opaque, translucent or transparent partial areas, transparent building components with light-directing elements, sun protection or shading facilities, also in interspace between the panes, glazing with integrated photovoltaics

- Thermal transmittance coefficient of glazing

	Measurement	Ug according to DIN EN 673 (thermal transmittance coefficient), based on analysis of filling gas or residual oxygen, thermal emissivity, construction of glazing
	Standards	DIN EN 673 (alternative procedure to DIN EN 674, DIN EN 675)
	Measurement object	multiple glazing with 2 to 5 individual panes, thermal insulation glazing, solar control glazing, post-control of already existing glazings

7절. 종합분석

1. Keyword 도출

가. 목적

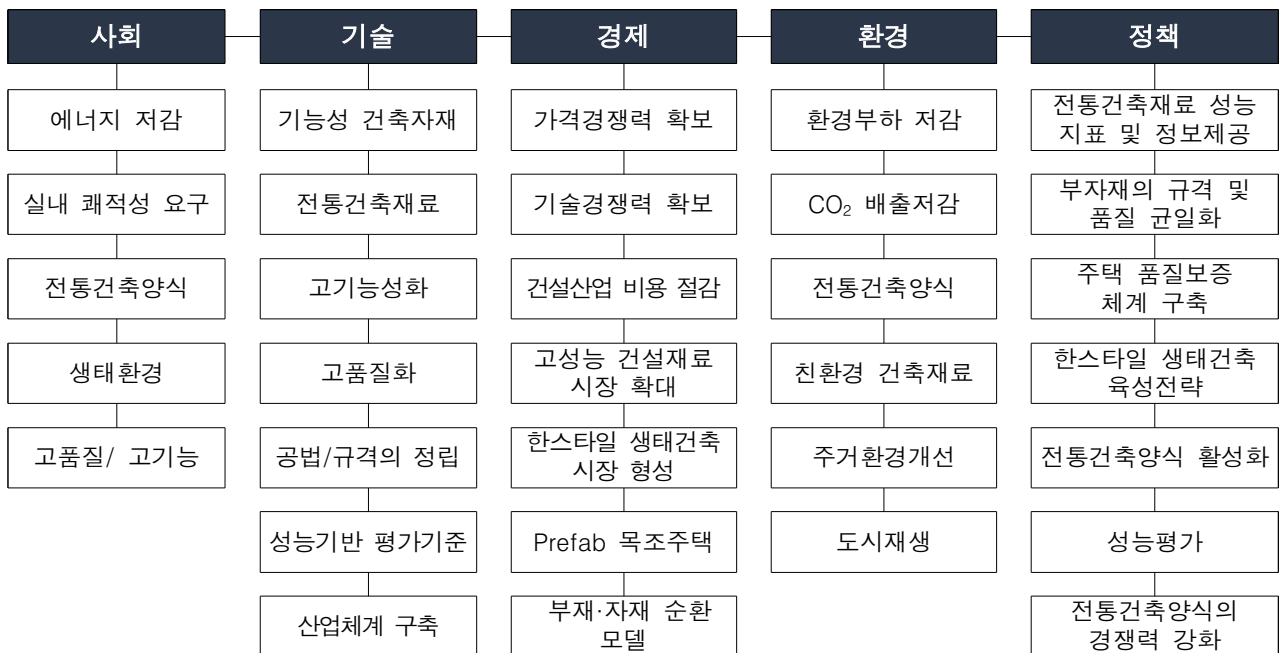
- 사회, 기술, 경제, 환경, 정책적 동향분석 및 기술수요 및 예측조사 등의 분석내용을 대표하는 키워드를 도출함으로써 효과적인 기술개발전략 수립방향 제시를 목적으로 하였음

나. 방법

- 연구기획팀의 Brain storming을 통한 사회, 기술, 경제, 환경, 정책적 환경을 고려한 키워드 도출
- 한스타일 생태건축의 구현을 위해 건축 부재·자재의 기술개발 수준, 목조주택 공법의 규격화 및 수준, 주거환경의 쾌적성 등의 범주를 설정하여 연구개발 전략적 방향을 제시하기 위한 관련 키워드를 도출함

다. 결과 및 분석

- 국내·외 연구동향, 기술동향, 정책동향, 산업환경분석, 수요조사 및 기술예측조사 등을 통해 도출한 이슈별 keyword는 다음과 같이 분류됨



- 사회적인 이슈에서는 화석연료 고갈과 지구온난화 문제, 이산화탄소 배출 저감 및 건물에너지 효율향상 등의 정책으로 인해 건축물의 『에너지저감』의 키워드와 현대인의 실내 쾌적성 향상에 대한 관심도 증가로 인해 『실내쾌적성 요구』의 키워드가 우선적으로 도출되었음. 또한, 전통건축양식에 대한 관심의 증가와 친환경성 주거환경의 수요증대를 반영하여 『생태환경』, 『고품질/ 고기능』과 같은 항목들이 키워드로 도출되었음
- 기술적인 분야에서는 한스타일 생태건축을 구현하기 위해 『전통건축재료』의 활용성, 『기능성 건축자재』의 개발 등이 논의되었으며, 국내 목조건축의 기술개발 수준과, 산업실태를 파악하여 전통건축 및 목조건축에서 지향하고 있는 『고기능성화』, 『고품질화』 및 『공법/ 규격의 정립』 등의 항목들이 키워드로 도출되었으며, 『산업체계 구축』과 『성능기반모델』의 키워드 등이 논의되었음
- 경제분야에서는 주택의 가격 부담을 해소할 수 있는 『가격경쟁력 확보』, 『기술경쟁력 확보』 및 『건설산업 비용절감』과 같은 키워드가 주로 도출되었으며, 『한스타일 생태건축의 시장 형성』과 한스타일 생태건축의 『Prefab 및 부재·자재 순환 모델』의 키워드가 도출되었음
- 환경분야의 키워드는 전통건축양식과 재료의 장점이 반영된 『환경부하 저감』, 『CO2 배출 저감』, 『친환경 건축재료』와 같은 키워드가 도출되었으며, 이를 통해 달성하고자 하는 『주거환경 개선』, 『도시재생』의 키워드를 도출하였음
- 정책부분에서는 주거공간의 고품질화, 하자발생 및 분쟁, 주택성능의 정량적인 정보인지와 같은 소비자의 요구와 관심확대를 반영하여, 『전통건축재료 성능 지표 및 정보제공』, 『부자재의 규격 및 품질 균일화』, 『주택 품질보증 체계 구축』 등의 키워드가 도출되었으며, 한스타일 생태건축의 고품질화, 고품질 균일화 및 이에 대한 보증체제로 『한스타일 생태건축 인증제도』, 『성능평가』과 같은 품질보증을 위한 키워드, 그리고 이를 통해 달성할 수 있는 『활성화』, 『경쟁력 강화』와 같은 키워드를 도출함

평가기준 개발

- 국산재 목조건축 산업의 발전
 - 한스타일 규격의 표준화
 - 객관적인 성능지표 도출
 - 목조건축자재 치수체계 정립
 - 국산재 목조건축 산업의 발전
- 자재·부재의 평가기준
 - 실내환경 영향성 평가기준
 - 구조적 안정성 평가방안
- 고품질의 주택보급
 - 부재, 재료의 성능인증을 통한 품질의 균일화
 - 최소 품질 확보



시장현황

- 건설 산업체계의 변화
 - 목조/ 전통건축 수요의 지속적 증가
 - 중소기업 규모 주택사업자의 시장점유 확대
 - 다양한 주거 문화 요구 증대
- 품질보증 지원체계 필요성 대두
 - 주택 성능 및 객관적인 지표 정보 제공
 - 건축명장제도와와의 연계 전략
 - 주택시장 품질 신뢰도 향상

정책부합

- 주거복지의 실현
 - 고품질의 주거문화 형성
 - 웰빙, 친환경에 대한 소비자 수요충족
 - 국토경관의 향상

- 도출된 키워드를 바탕으로 기술성, 시장성, 정책부합성의 세 가지 항목으로 분석하였음
 - 기술성 측면에서는, 국산재 목조건축 산업의 발전을 위한 한스타일 치수체계를 확립하고, 한스타일 생태건축 자재·부재의 규격화, 표준화를 도모하여 객관적인 성능지표를 제시가 필수적인 것으로 판단됨
 - 또한 한스타일 생태건축 자재·부재의 정량적인 성능 평가방안 및 평가기준을 개발하고, 자재의 실내환경 영향성, 부재의 구조적 안정성 등의 성능목표치의 도출이 필수적인 것으로 분석됨
 - 시장성 측면에서는, 국민의 삶의 질 향상 및 친환경성, 실내환경 쾌적성 만족에 대한 욕구가 증가하고 있는 추세로, 한스타일 생태건축의 정량적인 성능평가기법을 통한 품질 확보체계가 필요한 것으로 분석됨
 - 현재 국내 목조/ 전통건축 수요는 꾸준히 늘어나고 있는 상황이며, 이에 따라 목구조 건축물 착공현황이 증가하고 있으므로, 고성능, 고품질, 고기능성의 한스타일 생태건축 기술 개발을 통해 경쟁력을 강화하여 국내 목조건축시장 수요증대에 대한 대처와 시장확대, 그리고 국산재의 활용을 통하여 국내 제반 산업의 성장을 기대할 수 있음
 - 정책부합성 측면에서는, 본 연구과제를 통해 현재 건강친화형 주택기준법, 실내공기질 관리제도, 친환경건축물 인증제도 등을 만족하는 주거환경을 형성할 수 있을 것으로 판단되며, 한스타일 생태건축을 통한 전통건축기법의 현대화, 성능향상을 도모할 수 있을 것으로 판단됨

2. 세부과제별 전략적 SWOT 분석

가. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

외부요인 내부요인	O(기회) - 고품격 친환경 건축에 대한 사회적 요구 확대 - 전통건축에 대한 관심 증가 - 기능성 건축자재를 활용한 기능성 건축자재 개발 경험 - 현대인의 쾌적한 주거환경에 대한 요구 증대	T(위협) - 환경성능에 대한 소비자편의 정보 제공 시스템 부족 - 친환경 건축자재의 높은 제조 단가 - 기능성 건축자재 기술개발에 대한 사회적 관심 미흡 - 기존 기능성 건축자재의 미흡한 성능
------------------	---	---

S(강점) - 전통건축양식의 환경친화/생태기법 - 한국 건축 전통에 내재된 풍부한 미래가치 - 녹색건축물, 청정건강 주택 보급의 확대 - 건축물 에너지 절감 및 실내공기질 정책에 부합하는 기술 - 쾌적한 실내환경 확보를 위한 정부 및 지자체 재정지원 강화	SO 전략 추진방향 • 전통건축자재를 활용한 쾌적한 주거환경 구현 • 전통건축재료 특성을 활용한 주거환경의 친환경성 확대 • 녹색건축물 및 청정건강주택에 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 활용 • 실내환경 개선효율 목표 수립 및 차별화 • 정부정책에 부합하는 기술개발의 형태	ST 전략 추진방향 • 천연, 전통건축재료의 실내영향성 검증 및 분석 • 친환경 건축자재 제조 단가 분석 및 원가절감 방안 도출 • 기능성 건축자재 산업군의 관심 증대 도모
--	---	--

W(약점) - 전통건축재료의 객관적인 성능검증 미흡 - 전통건축재료 활용 단계의 연구수준 - 실내공기질 위주의 선행기술 연구 수행 - 온열환경 기능성 건축자재 개발에 대한 선행연구 미흡	WO 전략 추진방향 • 중소기업 등 요소기술 개발 업체와의 협력체계 구축 • 전통건축재료의 품질향상과 우수성 검증 • 쾌적 실내공기질 제공, 에너지 절감 등의 효과를 능동적으로 조절할 수 있는 건축자재 확립 • 기능성 소재, 건축자재 요소기술의 원천기술 개발	WT 전략 추진방향 • 천연, 전통건축재료의 현대적인 적용방안 도출 • 성능을 기반으로 한 전통, 천연재료 건축자재 개발 • 신제품에 대한 신뢰도를 높일 있는 성능 검증 실험 실시 및 결과 제시 • 개발 제품의 효율적 현장 적용방안 도출
--	---	---

기본방향 • 한국 전통건축재료에 내재된 높은 기능성, 자연성, 환경친화성을 이용하여 고기능성 고품질의 쾌적한 주거환경을 구성하기 위한 연구 • 현대적 주거환경에 적용 가능한 전통건축재료 활용 기법 및 디자인 기술 개발 • 전통건축재료의 소재 활용방안 정립 및 전통건축재료의 객관적인 평가를 통한 성능지표 형성 • 현대 주거환경에서 큰 비중을 차지하는 실내공기질, 온열환경, 쾌적성 등에 관련된 기능성 건축자재를 개발하기 위한 연구 • 기존 전통건축자재의 흡·방습, 조습성능의 기능성 활용 기술 • 건축물 에너지 절감 및 온열환경 개선을 위한 고축열 기능성 건축자재 개발 • 기능성 건축자재의 성능 검증 및 효율적인 활용방안 도출

(1) SWOT 분석결과

○ 전통건축재료의 객관적인 성능검증 미흡

- 전통건축재료를 활용한 건축자재는 활발히 연구 및 개발되고 있는 상태이나 이에 대한 객관적인 성능검증은 미흡한 실정므로, 전통건축재료의 객관적인 성능지표를 마련하고, 이를 활용하여 건축물에 적용할 수 있는 방안에 대한 연구의 필요성이 제기됨
- 전통건축재료의 활용성 및 성능발현에 대한 분석과 부위별/ 요소별 전통건축재료의 적용성에 대한 분석의 필요성
- 전통건축재료, 자재의 종류 및 적용방법을 정립하고, 실내공기질, 음환경 및 온열환경에 대한 영향성 분석의 필요성
- 객관적인 성능 검증을 기반으로 성능 DB 구축의 필요성

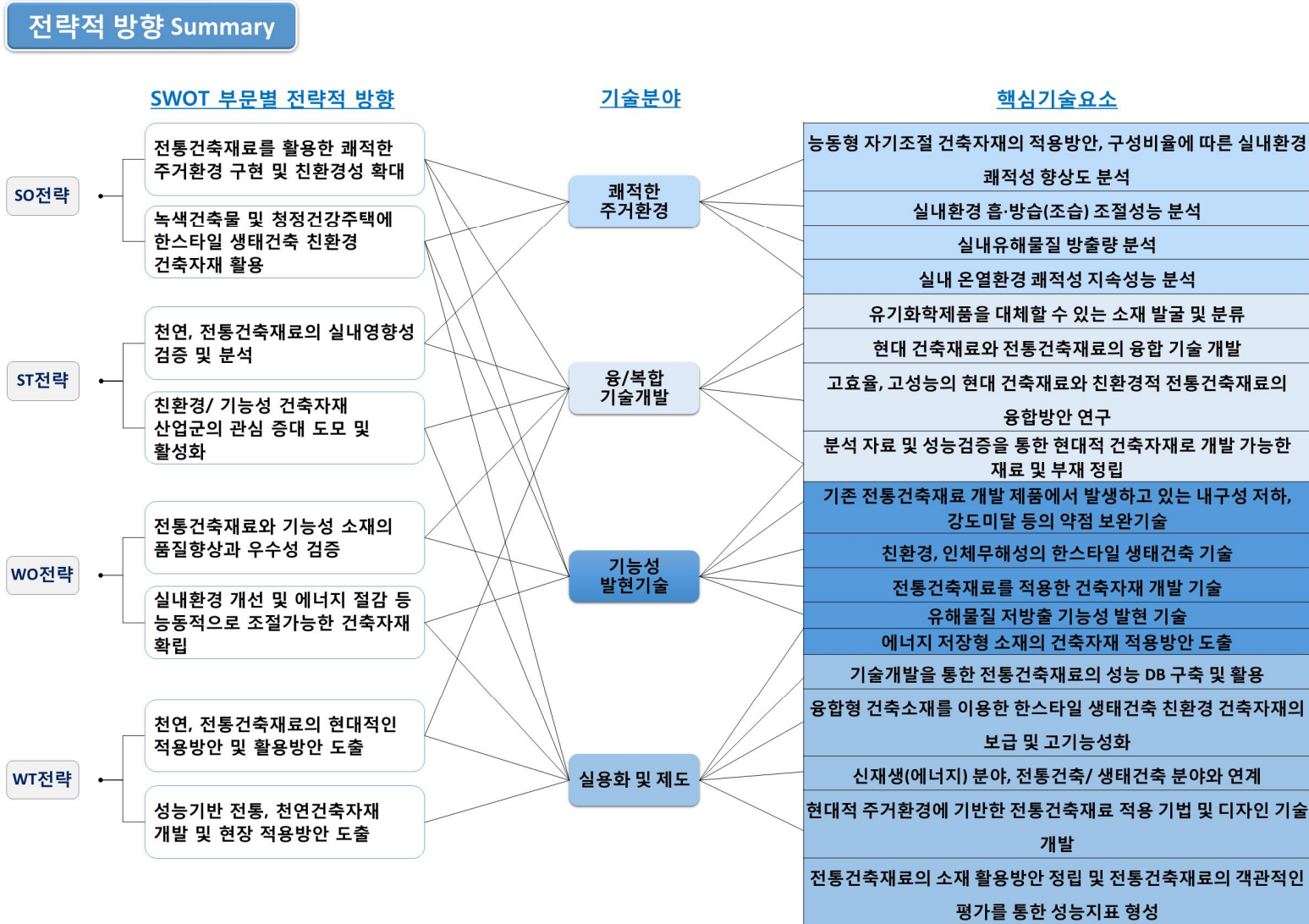
○ 전통건축 원천소재 성능개선 및 현대화의 필요성

- 전통건축재료의 친환경성/ 건강친화성 등의 특징(오염물질 저방출 성능, 흡·방습(조습) 등)을 분석하고 기능성을 향상시키기 위한 연구의 필요성
- 현대 건축재료와 전통건축재료와의 융합 방안, 실내공간 구성방안 도출의 필요성
- 실내환경 조절성능 분석의 필요성
- 바닥재, 벽지, 아트월 및 타일 등 실내마감재로 개발하기 위한 방안 도출 및 제작의 필요성
- Proto-type 건축자재 제작 및 성능 검증의 필요성

○ 전통, 목조건축의 온열환경 개선의 필요성

- 전통, 목조건축에 적용되는 주요 벽체, 지붕, 바닥 및 부·자재 구성에 따른 온열환경을 개선하기 위한 연구의 필요성
- 구조체 및 부·자재의 성능개선을 위한 연구 수행의 필요성
- 한스타일 생태건축 주요 구조체, 부·자재 및 외피에 대하여 현대적 주거환경 수준의 온열환경을 구현할 수 있는 연구개발의 필요성
- 한스타일 생태건축의 온열환경 개선을 위한 건축자재의 개발과 에너지성능 기준 제시

(2) 전략적 방향 분석



나. 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

<p style="text-align: center;">외부요인</p> <p style="text-align: center;">내부요인</p>	<p style="text-align: center;">O(기회)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목조건축, 전통건축의 저변 확대 및 요구증대 - Prefab, 모듈러 건축산업에 대한 관심 증가 - 소비자 건축품질 신뢰요구 향상(건축명장제도 등) 	<p style="text-align: center;">T(위협)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목조건축에 대한 기초연구의 미비 - 목조건축의 국내 기준 미흡 - 북미, 유럽의 기준 및 시공방법 활용수준 - 중소기업 위주의 시장구조
<p style="text-align: center;">S(강점)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목조건축의 친환경성 - Prefab, 모듈러 부자재의 자원순환 - 고품질의 주택 보급화 	<p style="text-align: center;">SO 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고품질의 일반화를 위한 한스타일 생태건축의 Prefab 부자재, 공법 개발 • Prefab, 모듈러 건축에 대한 소비자 인식의 제고 • Prefab 주택모델의 품질 검증 	<p style="text-align: center;">ST 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내에 미흡한 기준 및 규격의 정립 • 한스타일 치수체계 개발 • 치수체계에 따른 규격 및 기준개발 • 규격의 통일화로 인한 기술호환성 부여
<p style="text-align: center;">W(약점)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전통, 목조건축의 연구개발, 건설 전문인력 부족 - 목조건축 Prefab, 모듈러 기술 발전 미흡 - 국내 목조건축 Prefab, 모듈러 규격 및 공법의 상이 - 열교, 기밀성 향상을 위한 연구의 미비 	<p style="text-align: center;">WO 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모듈화 부품화 상세 개발을 통한 대량 생산 시스템 구축 • 연구, 설계, 시공, 재료 및 제품, 마케팅을 포함하는 한스타일 생태건축 생산 및 보급 생태계 조성 	<p style="text-align: center;">WT 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 열교, 기밀, 단열 등 에너지향상을 위한 연구의 수행 • 상세디테일 개발과 기술의 보급 • 중소기업 등 요소기술 개발 • 업체와의 협력 체계 구축 • 한국 전통건축양식의 모듈러, Prefab 생산기법 개발
<p style="text-align: center;">기본방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 전통건축양식의 고품질 보급을 위한 건축자재·부재 개발과 Prefab 전략 연구 • 모듈화 부품화 및 상세 개발을 통한 한스타일 생태건축의 대량 생산 시스템 구축 • 국내 목조건축의 규격 및 기준 정립을 통한 한스타일 전통건축양식의 정립 • 중소기업 및 목조건축산업 활성화를 위한 정부정책과 연계된 한국 전통건축양식의 모듈러, Prefab 생산기법 개발 		

(1) SWOT 분석결과

- 열교 방지를 위한 기술 및 상세디테일 개발
 - 한스타일 생태건축의 주요 부·자재, 결구방식, 창호시스템 등에 대하여, 에너지성능을 기반으로 한 열교 수준 분석과 열교방지를 위한 상세디테일의 필요성
 - 열교 방지를 위한 결구법, 벽체, 창호시스템의 시공 가이드라인의 필요성

- 기밀성 분석 및 향상 방안 도출
 - 한스타일 생태건축의 주요 부·자재, 결구방식, 창호시스템 형태에 따라 발생할 수 있는 기밀성 저하에 대한 분석과 기밀성 향상을 위한 연구의 필요성

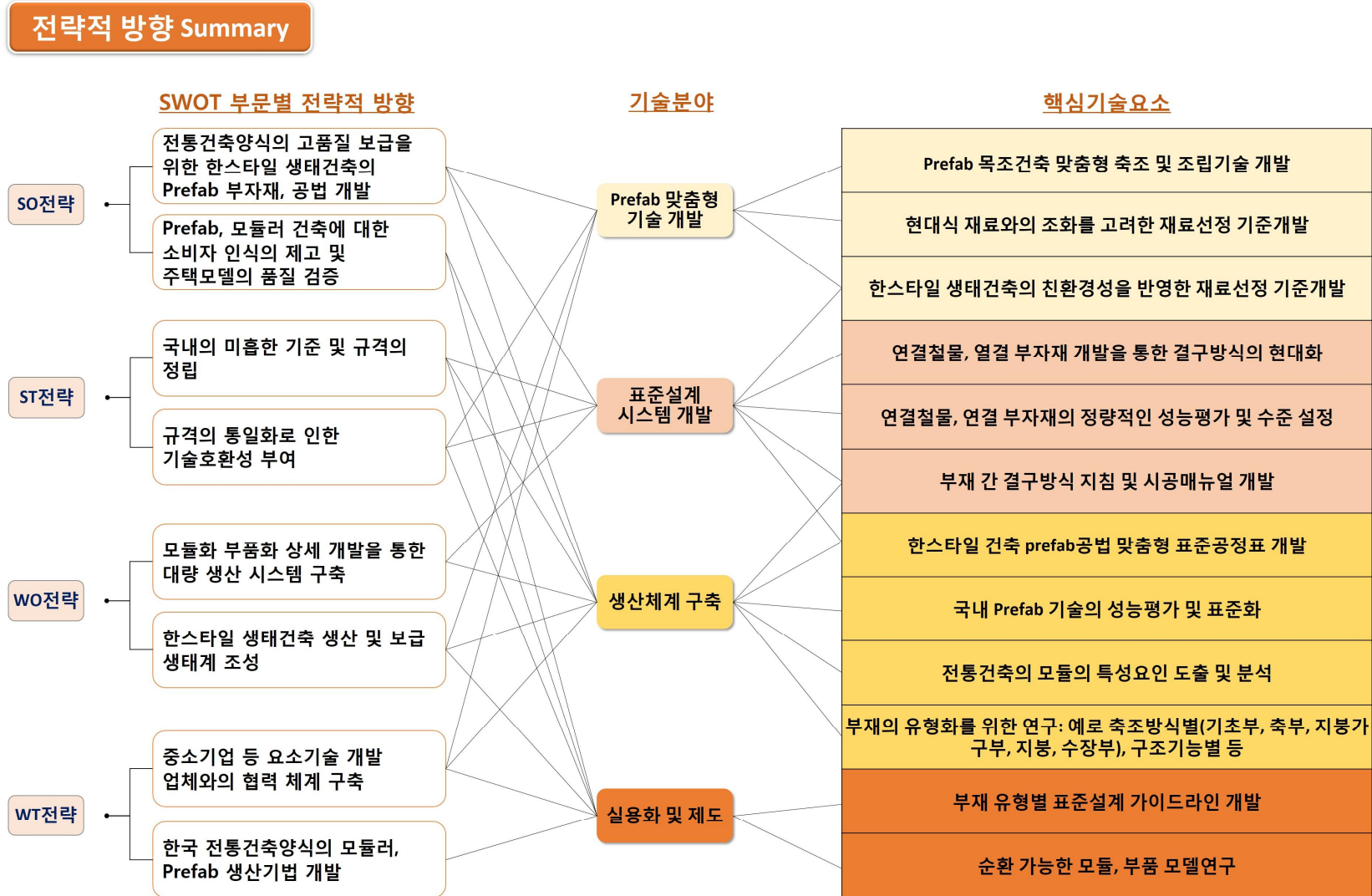
- 모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품 및 공법의 규격화
 - 목조건축의 모듈화, Prefab의 산업체계 구축과 관련 산업을 성장시키기 위한 기술개발의 필요성
 - 모듈화, Prefab 기술의 부·자재, 부속품 및 공법을 규격화한 제반기술 기초의 완성
 - 한스타일 생태건축, 목조건축에 적용 가능한 기술 규격의 개발과 통일을 위한 기술체계 정립의 필요성

- 한스타일 생태건축 모듈러, Prefab 시스템의 구축
 - 전통건축 모듈의 특성을 분석한 한스타일 생태건축 모듈러 시스템의 Proto-type의 개발
 - 모듈화·부품화가 적용된 순환 프로세스의 개발의 필요성.
 - 부재별 표준설계 시스템과, 부재간 결구방식 매뉴얼 및 Prefab 공법 맞춤형 표준공정표의 개발 및 보급의 필요성

- 한옥 및 목조건축 모듈화 기술 발전의 미흡
 - 한옥의 경우 시공방식과 구조 부재간의 결구방식이 다양하고 복잡하여 통일된 구조 부재의 표준화를 제시하기엔 업체들만의 노력으로는 역부족인 산업 상황의 개선
 - 목조 Prefab, 패널라이징 업체들의 모듈·부품과 기술에 대한 표준 개발의 필요성

- 고품질의 전통건축, 목조건축 보편화와 품질보증을 위한 산업체계 개선
 - 수작업에 의존한 현장위주의 시공 방식의 개선
 - 지속적으로 증가하고 있는 목조 및 전통건축에 대한 소비자의 수요를 대처하고 고품질의 주거환경을 구성하기 위해, 산업체계의 근간이 되는 전문인력 확보, 건축 재료·부재의 고품질화, 시공방법 체계화 및 DB 구축의 필요성

(2) 전략적 방향 분석



다. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

<p style="text-align: center;">외부요인</p> <p style="text-align: center;">내부요인</p>	<p style="text-align: center;">O(기회)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고품격 친환경 건축에 대한 사회적 요구 확대 - 정체성과 다양성을 중시하는 사회적 인식 확산 - 웰빙 관련 소비자 수요의 지속적인 증대 - 저층 주거지 선호 경향 지속적 확대 - 소비자 건축품질 신뢰 요구 향상(명장제도 등) 	<p style="text-align: center;">T(위협)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주거환경의 품격, 품질에 대한 가격, 성능 및 품질, 편의 정보 제공 부족 - 목조건축의 국내 기준 미흡 - 목조건축 산업의 기술체계 부재 - 중소기업 위주의 시장구조
<p style="text-align: center;">S(강점)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한국 건축 및 전통자재에 내재된 환경부하 저감 및 가치 - 근대 건축 자산 활용 증대 - 전통/ 목조주택의 환경공생 및 자원순환 체계 - 친환경성/ 쾌적한 주거에 대한 소비자의 수요 증가 	<p style="text-align: center;">SO 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 소비자의 친환경성/ 쾌적성을 제공하는 주거환경 구현기술 • 자재/ 부재의 성능 설정에 따른 평가기법 개발 • 실내환경 영향성 평가를 통한 소비자 신뢰도 향상 • 정량적인 성능지표의 도출로 한스타일 생태건축 브랜드의 홍보, 보급효과 	<p style="text-align: center;">ST 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축의 성능 기준 마련 • 한스타일 생태건축 친환경성/ 쾌적 지표 개발 • 한스타일 생태건축 인식 제고 및 보급을 통한 산업의 확산
<p style="text-align: center;">W(약점)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기법 제반연구 미흡 - 한스타일 치수체계의 부재 - 국산재 활용 사례의 미비 - 전통건축 품질확보체계 미흡 - 실내환경 영향성 평가기법의 부재 - 전통건축 기술 확산 및 보급 시스템 부재 	<p style="text-align: center;">WO 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 품질기반의 한스타일 생태건축 산업체계 육성 • 한스타일 생태건축의 쾌적성, 품질 실증 연구 • 한스타일 생태건축 기술수준 정립 및 보급전략 마련 • 관련 학회/ 협회의 기술표준 제시 • 전문가집단과의 정기적 기술세미나 개최 및 기술보완 	<p style="text-align: center;">WT 전략 추진방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 성능기준 도출 • 정량적인 평가기술을 통한 고품질 자재/ 부재의 보급 • 중소기업의 기술경쟁력 강화 • 한스타일 생태건축 기술 보급 및 확대를 위한 전문중소기업과 전문인력 양성 전략개발
<p style="text-align: center;">기본방향</p> <ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 성능의 기준 설정 • 한스타일 생태건축 실내환경의 건강성, 쾌적성을 보장할 수 있는 성능 지표 설정 • 평가기술 및 기준을 통한 소비자 신뢰도 향상, 생산체계 구축을 통한 비용절감 및 고품질화, 고품질 전문 중소기업 및 인력 양성을 통한 산업 기반 조성 • 품질보증 지원체계의 구축 		

(1) SWOT 분석결과

○ 한스타일 생태건축 평가기준의 부재

- 국내 인증제도는 2002년 친환경건축물 인증기준 시행이후 건축물의 성능 평가에 대한 인증 수요는 매년 증가
- 건축물의 에너지 성능, 고령자 및 장애인을 위한 생활환경의 구성, 거주공간의 건강성, 및 건축물의 지능형 수준 등에 대한 인증이 시행되고 있으나, 전통건축, 생태건축 및 목조건축의 특징을 평가할 수 있는 기준 및 제도의 부재
- 실내환경 영향성 평가를 통한 한스타일 생태건축의 친환경성/ 쾌적성 지표 도출

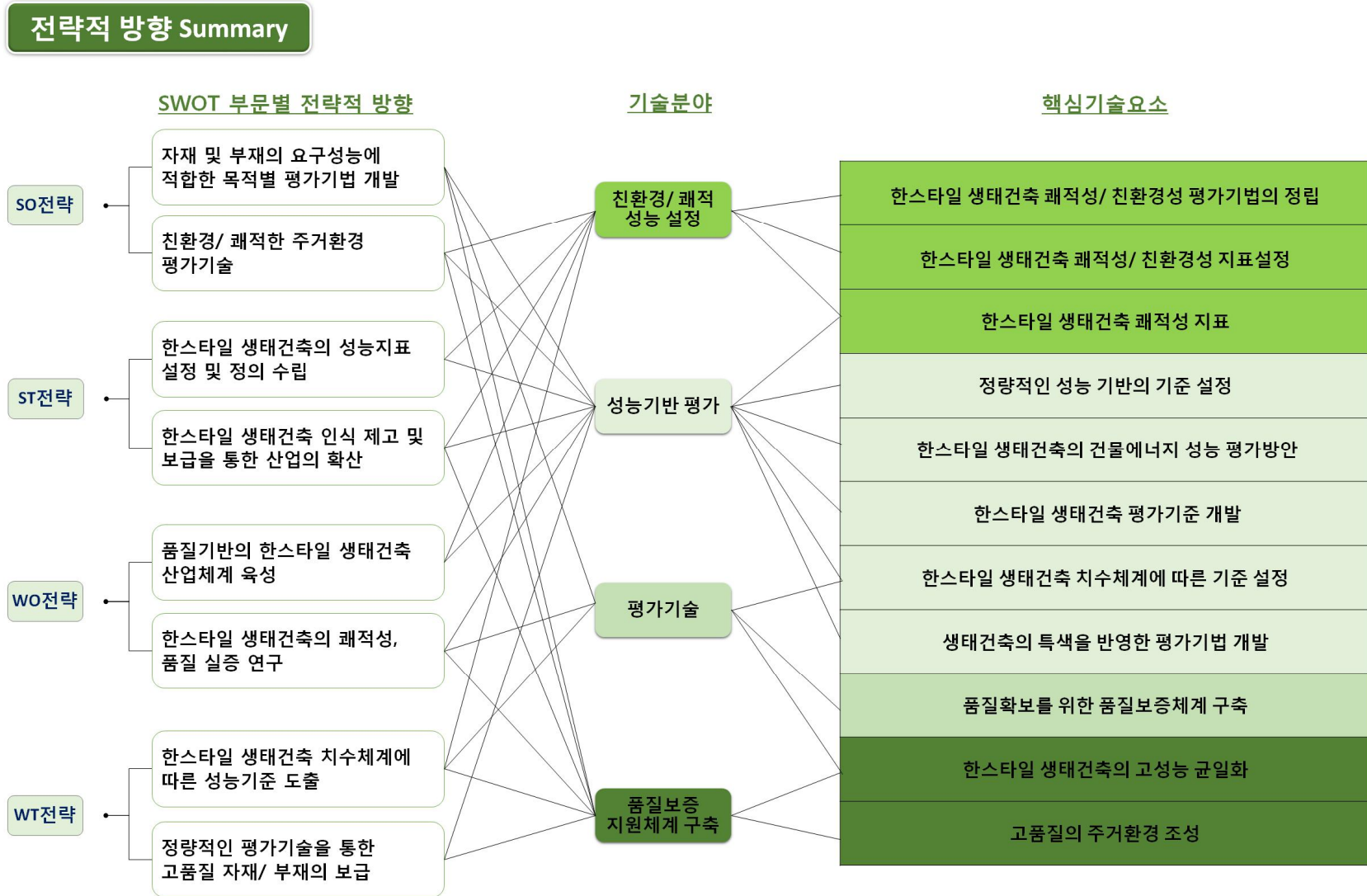
○ 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 기준의 정립

- 북미식 「인치」 치수체계를 따르고 있는 국내 목조건축 평가기준 개선의 필요성
- 한스타일 생태건축 치수체계 도출로 인한 구조적 성능 설정 및 기준 정립의 필요성
- Prefab, 모듈화에 따른 모듈 부위별 성능의 기준 도출
- 부속철물, 부자재의 기계적/ 물리적 기준 도출
- 한스타일 생태건축의 Prefab, 모듈별 상세디테일 개발 및 보급전략의 필요성
- 학회/ 협회의 기술표준 제정 등의 기술 확산/보급전략 도출의 필요성

○ 품질보증 체계 전략 도출

- 성능확보를 위한 설계, 시공, 성능 가이드라인 작성 및 제시
- 공인시험기관의 시험의뢰를 통한 자재·부재의 공인성적 부여
- 정량적인 평가기술을 통한 고품질 자재/ 부재의 보급의 필요성
- 주거환경의 품격, 품질에 대한 가격, 성능 및 품질, 편의 정보 제공의 필요성

(2) 전략적 방향 분석



3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

비 전

친환경, 고기능성 건축자재 개발 및 평가기준 개발을 통한
고품격의 한스타일 생태건축 주거환경 조성

목 표

- 한스타일 생태건축의 친환경 건축자재 개발/ 접목을 통한 고품질의 주거문화
- 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 개발을 통한 쾌적한 실내환경 조성
- 한스타일 생태건축 Prefab/ 모듈화를 통한 기술/ 가격경쟁력 강화
- 성능기반의 평가기준을 통한 한스타일 생태건축의 품질확보 및 고품격화

세부과제

한스타일 생태건축
친환경 건축자재 개발

- 국제기준의 시험분석을 통한 전통건축재료의 객관적 성능분석 및 지표의 개발
- 한스타일 생태건축의 친환경, 인체무해성의 특징을 보장하는 친환경 건축자재 개발
- 기존 전통건축재료의 성능향상을 통한 흡·방습(조습), 실내공기질 영향성 분석
- 전통건축재료와 상변화물질의 융·복합적 적용을 통한 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 개발

한스타일 생태건축
Prefab, 모듈화 기술

- 한스타일 생태건축의 기술/가격 경쟁력 확보를 위한 Prefab · 모듈화 제품 전략개발
- 한스타일 생태건축 치수체계 도출
- Prefab · 모듈화를 위한 산업체계의 표준 규격 정립 및 산업생태계 구축

한스타일 생태건축
자재·부재의 평가기준
개발

- 한스타일 생태건축 치수체계의 구조적 안정성 평가 기준
- 성능기반의 한스타일 생태건축 평가기준 도출
- 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 설정 및 자재·부재의 기준 설정
- 한스타일 생태건축의 성능/ 품질을 평가할 수 있는 평가기준 개발

2절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. 핵심기술요소 선정

대분류	중분류	소분류	예산 (억 원)	기간 (년)	
1. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발	1-1. 실내환경 영향성 평가 기술	1-1-1. 실내 공기질, 온열, 음환경, 빛환경 평가 기술에 대한 연구	1	1	
		1-1-2. 쾌적 실내공간 기준 및 구성에 대한 연구	1	2	
		1-1-3. 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가 연구	1	2	
	1-2. 전통건축자재 종류 및 성능 DB 구축	1-2-1. 전통건축자재 정의 및 리스트 작성	1	1	
		1-2-2. 전통건축자재의 객관적인 성능평가 기술	1	2	
		1-2-3. 전통건축자재 성능 분석 및 DB 작성	1.5	2	
	1-3. 현대적 주거환경에 적합한 적용방안 도출	1-3-1. 현대적 주거환경과 전통건축재료의 적용 방안 연구	1	3	
		1-3-2. 현대적 주거환경과 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가	2	2	
		1-3-3. 전통건축재료의 현대적 주거환경 적용성 및 영향성 도출	1	4	
	1-4. 한스타일 생태건축 기능성 건축소재 개발 기술	1-4-1. 기능성 소재 정의 및 활용방안	2	3	
		1-4-2. 기능성 소재 활용 기술	2	5	
		1-4-3. 기능성 소재를 활용한 건축자재의 성능향상 및 평가	2	3	
	1-5. 현대건축재료와 의 융합 및 성능향상 기술	1-5-1. 기능성 건축소재와 전통건축재료와의 성능평가 및 융합 기술	1	3	
		1-5-2. 전통건축재료를 이용한 친환경 건축자재의 성능향상 기술	1	4	
		1-5-3. 기능성 건축소재와 전통건축재료와의 융합을 통한 성능향상 기술	2	4	
		1-5-4. 전통건축재료와 기능성 건축소재의 융합을 통한 실내환경 능동형 자기조절 건축자재 개발	2	3	
	2. 한스타일 생태건축 Prefab·모 듈화기술	2-1. Prefab 맞춤형 재료 선정 및 기준 개발	2-1-1. 모듈화, Prefab 전략 도출	0.5	2
			2-1-2. 모듈화, Prefab 를 위한 주요 부재 선정	0.5	2
			2-1-3. Prefab 부재별 기준 도출	0.5	2
			2-1-4. Prefab 부재별 성능 기준 도출	1	2
2-2. 모듈화,		2-2-1. 국내 모듈러, Prefab 기술현황 파악	1	3	

	Prefab를 위한 부재, 부속품의 및 공법의 규격화	2-2-2. 주요 기술 통합방안 도출	1	3
		2-2-3. 규격 및 기술 표준 마련	1	3
	2-3. 전통건축 모듈의 특성요인 도출 및 분석	2-3-1. 전통건축 부재별, 구조체 별 모듈 분석	1.5	2
		2-3-2. 부재, 모듈별 특징 및 공법분석	1.5	2
	2-4. 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발	2-4-1. 모듈 제작을 위한 결구법, 부품의 통일방안 마련	1	1
		2-4-2. 모듈 제작 공법 도출	1	1
		2-4-3. 부재별 모듈/ 부품 제작 상세도 개발	2	1
		2-4-4. 모듈/ 부품 부재의 순환 프로세스 개발	2	2
		2-4-5. 모듈/ 부품 부재의 표준설정 및 규격화	1	2
		2-4-6. Prototype 모듈 제작	4	2
	2-5. Prefab 공법 맞춤형 조립기술 및 표준공정표	2-5-1. Prefab 공법 맞춤형 공법 지침 개발	1	2
		2-5-2. Prefab 공법 맞춤형 조립기술 개발	1	2
		2-5-3. 표준공정표 개발	1	2
	3. 한스타일 생태건축 자재·부재 의 평가기준	3-1. 한스타일 생태건축 차수체계의 성능기준	3-1-1. 한스타일 생태건축 차수체계의 구조적 기준	2
3-1-2. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기술 정의			1	2
3-2. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 기준		3-2-1. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 도출	1.5	3
		3-2-2. 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 평가기술 정의	1.5	3
3-3. 한스타일 생태건축의 건물에너지 평가모델		3-3-1. 한스타일 생태건축 단열, 기밀, 열교의 기준 도출	1.5	4
		3-3-2. 성능에 기반 한 건물에너지 평가기술 정의	3.5	4
3-4. 기능성 건축자재 평가기술		3-4-1. 축열기능성 건축자재 평가 기준 및 방법 도출	1.5	3
		3-4-2. 기능성 건축자재의 실내환경 영향성 평가기술	2.5	3
계			60	5

2. 기술준비도(TRL) 목표

□ 과제 개요

과제명	친환경/ 고품질/ 고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발	총개발기간	2017.xx.xx ~ 2021.xx.xx (5년)
(총괄/세부) 주관기관	000	(총괄/세부) 책임자	

□ 핵심기술요소(CTE, Critical Technology Element)

핵심기술요소1(CTE1) (소재/부품/시스템 등)	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발	TRL 평가지표 Code	TRL010101
핵심기술요소2(CTE2) (소재/부품/시스템 등)	실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 개발	TRL 평가지표 Code	TRL010101
핵심기술요소3(CTE3) (소재/부품/시스템 등)	한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술	TRL 평가지표 Code	TRL010101
핵심기술요소4(CTE4) (소재/부품/시스템 등)	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발	TRL 평가지표 Code	TRL010101

□ 기술준비도(TRL) 목표 항목

① CTE1 : 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	연구진	전통건축재료의 활용도 분석	문헌자료 설명서 이미지	보고서 사례집 (DB)		1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증	연구진	전통건축재료의 특성 분석 실내환경 영향성 평가	성능지표	성능보고서 성능평가집 (DB)		2·3차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/ 시스템 핵심성능 평가	성능평가 전문기관	전통 건축자재의 정량적인 성능검증 한스타일 생태건축 전통건축재료 성능향상	소재발굴 개발 전략	기술보고서 개발전략		3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스 템의 시작품 제작 및 성능 평가	연구진	벽장재, 바닥재 개발기술 정립 Proto-type 건축자재	제품화	제품 제조기술		4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	시험전문 기관	유해물질 방출량 평가	성능지표	성능보고서 제품설명서		5차 년도
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가						
	8	시제품의 인증 및 표준화						
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

② CTE2 : 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 개발

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생신수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	연구진	전통건축재료 종류 및 활용도 분석	문헌자료 설명서	보고서 사례집(DB)		1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증	연구진	전통건축재료의 특성 분석	성능지표	성능보고서 성능평가집 (DB)		2·3차 년도
				온열환경 영향성 평가				
	4	실험실 규모의 소재/부품/ 시스템 핵심성능 평가	연구진	실내환경 자기조절 기능성 발현 기술	원천소재 개발	기술보고서 개발전략		3차 년도
				상변화물질을 적용한 기능성 건축자재 제품화 전략 개발	개발전략 도출			
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스 템의 시작품 제작 및 성능 평가	연구진	Proto-type 온열환경 능동형 자기조절 건축자재	제품화	제품 제조기술		4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	시험전문 기관	기계적/ 물리적 강도 평가 축열 기능성 평가 실내환경 조절성능 평가	성능지표	성능보고서 제품설명서		5차 년도
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가						
	8	시제품의 인증 및 표준화						
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

③ CTE3 : 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

구분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립		Prefab 전략 도출 모듈러 생산체계 구축 방안 도출	모델 생산체계 구축전략	보고서		1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증		Prefab, 모듈러 규격 표준화	성능지표 모델	보고서 표준규격		2차년 도
				Prefab 맞춤형 재료선정 모듈러 부재·재료 개발	개념도 설계도	설계지침서 설계지침서		
				부재별 표준설계 시스템 개발	모델 설계도	제품 제조기술		
	4	실험실 규모의 소재/부품/ 시스템 핵심성능 평가		한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발	모델 설명서	가이드라인		3차년 도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스 템의 시작품 제작 및 성능 평가		Prefab 맞춤형 축조 및 조립기술	설계도	제품 제조기술		4차년 도
				한스타일 생태건축 모듈러 시스템 Proto-type 개발	모델 설계도	성능보고서		
				모듈러 부재 생산체계 정립	체계구축	제품설명서		
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		모듈러 부재 생산성 평가	생산성	성능보고서		5차년 도
				모듈러 부재의 품질평가	품질기준	품질보고서		
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가						
	8	시제품의 인증 및 표준화						
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

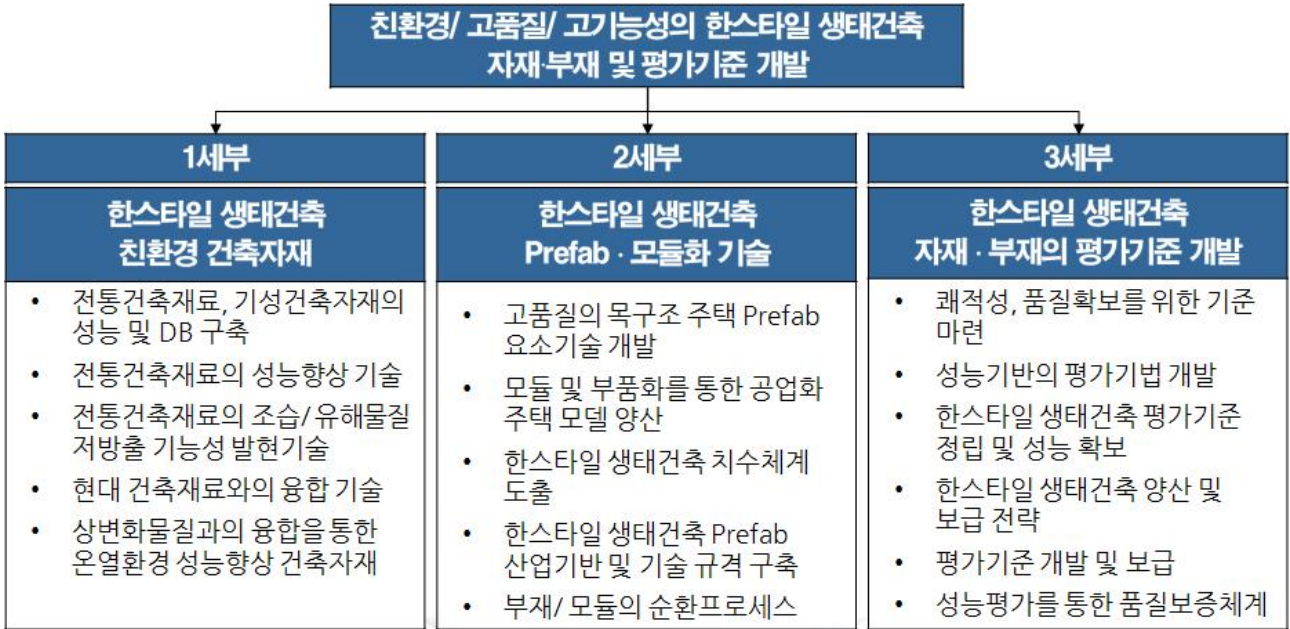
④ CTE4 : 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

구분	단계	TRL 정의	시험 평가 주체	시험평가		생신수준 또는 결과물 결과물 수준	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립		한스타일 생태건축 치수체계	성능지표	보고서		1차년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본 성능 검증		한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표	성능지표	보고서		2차년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가		한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 기준	설명서 성능지표	보고서		3차년도
				한스타일 생태건축 실내마감재의 성능 기준 및 평가방안 도출	설명서			
					성능지표			
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가		한스타일 생태건축 건물에너지 평가모델	평가지표 유효성	보고서		4차년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
실용화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가						
	8	시제품의 인증 및 표준화		한스타일 생태건축 자재·부재 평가방법 및 기준	설명서 성능지표	보고서 가이드라인		5차년도
사업화	9	사업화						-

* 음영표시된 TRL 1, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

3절. 연구개발과제 구성

1. 세부과제별 연구개발 구성

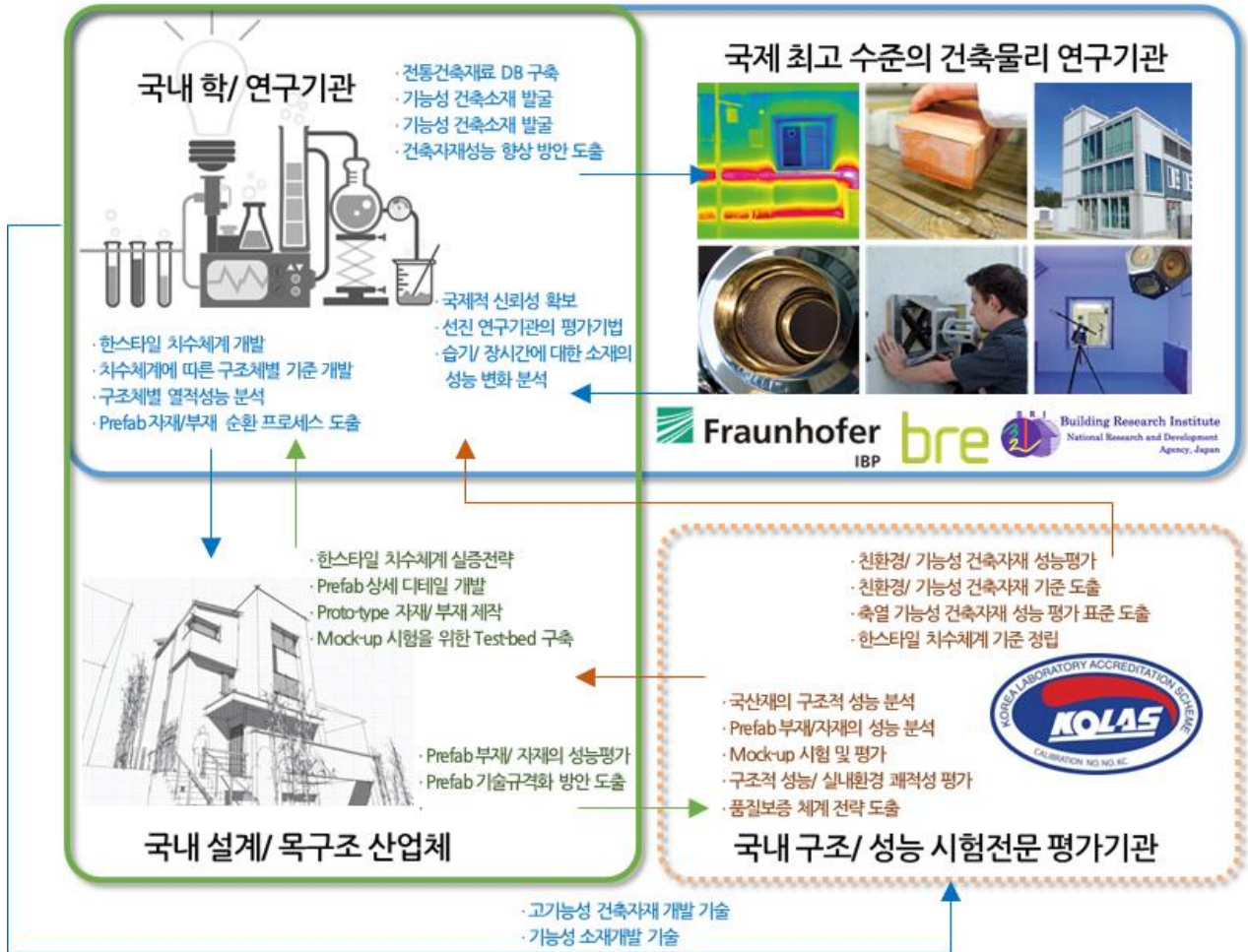


한스타일 생태건축의 친환경/고품질/쾌적성 확보

- 종합분석에 도출한 바와 같이 본 연구과제는, 전통건축재료의 객관적인 성능 검증이 미흡한 실정을 보완하고, 친환경/ 기능성 건축자재의 개발을 통해 한스타일 생태건축의 실내환경을 개선하며, 가격경쟁력/ 기술경쟁력의 확보와 품질향상을 위하여 Prefab 산업기반의 구축 및 한스타일 생태건축 평가기준을 개발하는 것을 각 세부 과제로 선정하였음
- 세부 연구내용
 - 1세부 한스타일 생태건축 친환경 건축자재
 - 2세부 한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술
 - 3세부 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 개발
- 상기 세부과제의 연구내용은 전략적 방향 요약에서 나타난 핵심기술요소들을 수행하여, 친환경/ 고품질/ 고기능성 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기술 개발의 연구목표를 달성하는 것으로 설정하였음

2. 기술개발을 위한 연구팀 구성

[단위 2과제] 연구팀 구성체계 제시(안)



- 본 연구과제의 성공적인 수행을 위한, 주요 연구팀의 구성과 역할은 다음과 같음
 - 1 세부과제의 연구팀은 친환경/ 기능성 건축자재를 개발하기 위한 일련의 연구를 수행하며, 전통 및 친환경/ 기능성 소재의 발굴과, 전통/ 기능성 건축소재의 우수성을 입증하고, 상기의 건축소재를 활용한 친환경/고기능성 건축자재의 국제적 신뢰성 확보를 위하여 국제적 최고수준의 건축물리 연구기관과의 공동연구를 수행하는 것을 제시함
 - 2 세부과제는 한스타일 치수체계와 구조체의 품질향상 및 기술/ 가격경쟁력 제고를 위한 Prefab 전략과 상세디테일을 개발하며, 치수체계와 Prefab 자재/부재의 실증화를 위해 Proto-type의 제품을 제작하여 성능을 평가하며, 이를 위해 국내 목조건축 전문 설계사사무소 혹은 목구조 산업체와의 연계를 통해 연구팀을 구성하는 것을 제시함
 - 3 세부과제는 1,2 세부과제에서 연구하고 개발하는 건축자재, 부재의 정량적인 성능평가를 위한 평가기준의 개발, 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 기준의 정립 및 품질보증을 위한 체계전략을 도출하는 것을 목표로 하며, 연구내용의 특성상 공인인증을 받은 시험전문 평가기관과의 공동연구를 수행하는 것을 제시함

3. 기술로드맵(TRM, Technology Road Map)

세부	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발 (1-1) 전통건축재료 활용기술 (1-2) 기능성 건축자재 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> 전통건축재료 활용 기술 친환경 건축자재 개발 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 전통건축재료 성능 DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 소재 성능향상 실내환경 조절 기술 전통건축재료의 성능 정보 제공 기능성 발현 향상기술 기능성 건축자재 개발 기술 	<ul style="list-style-type: none"> Proto-type 건축자재 제작 제품 품질평가 	<ul style="list-style-type: none"> 실내환경 조절기술 정립 온열환경 기능성 발현기술 정립 품질 검증 기술 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 활용방안 도출
2 한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 한스타일 생태건축 치수체계 산업체계 기술 토대 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 치수체계 규격화 	<ul style="list-style-type: none"> 한스타일 생태건축 부위별 모듈 개발 설계/제작 상세 디테일 개발 Prefab 축조 및 조립기술 모듈/부품의 순환 프로세스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> Proto-type 자재/부재/부품 개발 자재/부재/부품의 성능 평가 Prefab 기술의 성능 검증 	
3 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준	<ul style="list-style-type: none"> 한스타일 생태건축 치수체계의 타당성 검토 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 기준 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 제시 실내환경 친환경성/쾌적 요소 선정 및 기준설정 		<ul style="list-style-type: none"> 품질확보를 위한 부재/자재 성능목표치 제시 모듈별 평가 기준 및 방법제시 		<ul style="list-style-type: none"> 구조적 기준 가이드라인 작성 친환경성/쾌적성 평가기술 정립 실내환경 평가기술

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 세부과제별 연구목표 및 추진체계

세부과제 1. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

가. 연구목표

- 전통건축재료의 현대화, 활용가능성에 대한 연구를 기반으로, 전통건축재료의 객관적인 성능을 평가하고, DB구축을 통해 한스타일 생태건축의 특징을 반영한 인체 무해성, 친환경성을 구현할 수 있는 환경친화적인 건축자재의 개발을 목표로 함
- 전통건축재료의 다공성, 흡습/ 습기 저장성능, 투습, 열적저항성, 축열 성능 등의 물성을 전문시험연구기관과 연계하여 국제표준의 시험방법으로 분석하며 결과 값의 신뢰성 확보
- 기존 전통건축재료를 활용한 제품개발 및 연구의 단점을 보완하여, 현대적인 주거환경에 적용 가능한 형태의 전통건축재료를 활용한 건축자재의 성능향상을 목표로 함
- 최근 주목받고 있는 열 에너지 저장 기법 중 하나인 잠열을 통한 축열 에너지 저장의 대표적인 재료인 상변화물질을 이용하여 기존 전통건축에서 한계점으로 지적받은 온열환경에 대한 쾌적성을 극대화하고, 한스타일 생태건축 건축물의 에너지를 절감
- 실내공기질을 제어하고, 온열환경 개선 및 쾌적성 유지를 위한 연구로서, 전통건축재료의 성능향상을 통해 실내 오염물질 저방출, 조·방습의 기능성을 발현하여 실내환경의 쾌적성을 향상
- 한스타일 생태건축의 고품격과 실내환경 쾌적성 극대화를 위해 능동적으로 실내환경 조절이 가능한 건축자재를 개발하며, 개발 제품의 정량적인 성능평가를 통하여 기능성 발현을 확인
- 기능성 건축자재는 건축자재가 내재하고 있는 특정 성능에 대한 객관적인 검증이 가능하고, 이로 인한 실내공기환경의 개선이 유효한 것으로 입증되어야 하므로, 본 연구에서는 기존 일반 건축자재를 기준으로 열저장 성능과, 유해물질 흡착성능 및 습기 조·방습 성능에 대한 정량적인 분석을 수행
- 전통건축재료의 유기화학제품을 대체 가능성을 확인하며, 현대 건축재료와의 융합, 적용성을 분석 및 도출

나. 필요성

- 전통건축재료의 정량적인 평가의 미흡
 - 전통건축 재료 중 황토, 벚짚, 한지 및 흙을 이용한 건축자재가 일부 상용화가 되고 있으나, 단열성능 저하, 하자발생 등 여전히 내구성과 강도에서 심대한 결함을 나타내고 있음

- 또한, 전통건축재료가 친환경, 환경부하 절감 및 인체에 대하여 유익하다고 알려져 있지만, 객관적인 성능평가를 통한 전반적인 물성에 대한 실험결과는 아직 미흡한 상태임
- 전통건축재료에 대한 연구는 한옥의 기와, 벽체개량 및 결구법과 관련된 연구들이 주를 이루고 있고, 한옥의 개량과 평면의 현대화 등 공간적인 활용에 초점을 맞춘 연구들이 수행되고 있으나, 전통건축재료를 활용하여 친환경 건축자재를 개발하려는 연구는 황토, 한지 등 일부 전통건축재료에 대하여 수행된 것으로 파악됨
- 기존 연구과제 및 개발 사례의 단점 보완
 - 전통 및 천연건축재료를 활용한 기존의 제품개발 및 연구의 단점을 보완하여, 전통건축재료의 활용성을 분석하고, 신소재 및 건축자재로의 개발 가능성을 타진하기 위한 새로운 연구가 필요함.
 - 한스타일 생태건축의 고품격과, 친환경적인 특징을 부각하기 위해 전통건축재료를 활용한 인체 무해성, 친환경성 및 고기능성의 건축자재의 성능 향상 기술이 필요할 것으로 판단됨.
- 쾌적한 실내공간에 대한 현대인의 지속적인 수요 증가
 - 천연소재 의복, 유기농 먹거리, 운동 및 레저 등 웰빙 라이프스타일에 대한 관심이 증대되고 있으며, 그 일환으로 웰빙건축, 건강건축, 생태건축에 대한 수요 증대
 - 건축자재에서 방출되는 휘발성유기화합물(VOCs), 포름알데히드 및 각종 유해화학물질로 인해, 피부가려움증, 기침, 아토피 등 환경성 알레르기 질환은 지속적으로 증가추세에 있는 것으로 보고되고 있으며, 친환경, 유해물질 저방출 및 기능성 건축자재의 개발 및 실내환경 적용을 통해 실내공기질의 개선이 시급함
 - 전통, 한옥 건축물에서 단점으로 지적받아왔던 온열환경을 개선할 수 있는 기능성 건축자재를 개발함으로써 한스타일 생태건축의 실내환경 쾌적성을 한 단계 향상 시킬 수 있을 것으로 기대됨

다. 추진체계

- 학/연 공동연구
 - 대학/ 연구기관에서 평가한 전통건축재료의 특성을 분석하여, 건축자재 산업체와의 연계를 통해 친환경성의 신소재 및 제품개발의 실용성을 타진하고, 성능기반의 검증을 통해, 개발제품의 정량적인 성능 및 실내 영향성을 평가함
 - 대학/ 연구기관에서 실내공기질, 온열환경을 조절할 수 있는 기능성 전통건축재료를 발굴하고, 전통건축재료의 성능을 정량적으로 평가하며, 이를 실내마감재(바닥재, 벽장재, 도료 등)로 개발하기 위하여, 건축자재 산업체와의 공동연구 혹은 자문단 구성을 통해 전통건축자재의 성능향상 기술 마련
- 국제적 수준의 국외 건축물리 전문연구기관과의 공동연구
 - 전통건축재료의 성능개선과 친환경/ 기능성의 건축소재로 개발하기 위해서는 재료에

대한 상세한 물성 분석이 수행이 필수적이며, 국외 전문연구기관과 전략적인 공동연구를 수행하여 결과 값에 대한 신뢰성 확보

- 국내 전통건축재료의 우수성을 입증하고, 향후 기능성 건축자재로 개발 시 재료성능에 대한 기초 물성 자료로 활용
- 습기에 대한 건축자재의 흡습, 습기 저장성, 투습 등의 특징은 건축자재의 열적성능과 결로, 곰팡이생성 및 실내공기질에 상당한 영향을 미칠 수 있으나, 국내에서는 아직 습기에 대한 건축재료의 특징을 흡수율만 규정짓고 있어, 습기엔 대한 연관성 분석과 추가적인 성능검증이 미흡한 실정
- 따라서, 기본적인 건축자재의 물성시험 외에도 국제규격의 공인기관과의 연계를 통하여 전통건축재료의 습기에 대한 성능 검증 수행

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간·소요예산) 5년 / 총 22.5억 원

마. 주요 연구내용

- 전통건축재료의 종류 및 성능 분석
 - 전통건축재료, 자재의 종류 및 적용방법을 정립하고, 실내공기질, 온습환경 및 온열환경에 대한 영향성을 분석하며, 객관적인 성능 검증
 - 전통건축재료, 자재의 성능을 DB로 구축
 - 분석 자료 및 성능검증을 통한 현대적 건축자재로 개발 가능한 재료 및 부재 정립
- 전통건축재료를 활용한 건축자재의 성능향상 기술 연구
 - 오염물질 저방출 기능성 전통건축재료 발굴 및 기능성 향상
 - 방·흡습(조습) 전통건축재료 발굴 및 기능성 향상
 - 에너지 저장형 소재의 발굴 및 기능성 개선
- 실내환경 조절 기능성의 전통건축재료 발굴
 - 기존 전통건축재료 개발 제품에서 발생하고 있는 내구성 저하, 강도미달 등의 약점을 보완한 성능향상 기술개발
 - 친환경, 인체무해성의 한스타일 생태건축 전통건축재료
 - 객관적인 검증을 통한 실내환경 개선 영향성 평가
- 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 요소기술 개발
 - 실내마감재인 바닥재, 벽지, 아트월 및 타일 등 실내마감자재에 온열환경 쾌적성 증대를 위한 연구 및 방안 도출
 - 에너지 저장형 소재인 상변화물질을 적용한 건축자재 개발 기술
- 실내환경 조절 성능 분석

- 능동형 자기조절 건축자재의 적용방안, 구성비율에 따른 실내환경 쾌적성 향상도 분석
- 실내환경 흡·방습(조습) 조절성능 분석
- 실내유해물질 저감성능 분석
- 실내 온열환경 쾌적성 지속성능 분석
- 현대 건축재료와의 융합 기술 연구
 - 유기화학제품을 대체할 수 있는 소재 발굴 및 분류
 - 바닥재, 벽장재, 벽지 및 도료 등 실내마감재와의 융합 기술 개발
 - 고효율, 고성능의 현대 건축재료와 친환경적 전통건축재료의 융합방안 연구

바. 기대효과

- 친환경/ 유해물질 저방출 기능성 전통건축재료 적용을 통한 한스타일 생태건축의 실내 건강성 확보 및 전통건축재료의 현대화
- 전통건축재료의 친환경/ 기능성 성능에 대한 성능 검증과 분석 결과 값의 신뢰성 확보
- 전통건축재료를 활용한 건축자재의 친환경성, 실내환경 조절기능성 건축자재의 개발로 한스타일 생태건축의 친환경성, 우수성을 알리고 소비자의, 한스타일 생태건축에 대한 인식 제고
- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재의 개발을 통해, 고품질, 고품격의 주거환경 구현 가능성
- 전통·한옥 건축물에서 단점으로 지적받아왔던, 불쾌적인 온열환경의 개선과 실내 쾌적성 향상
- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재 개발기술과, 성능향상을 통한, 고품질·고품격 주거환경의 구현
- 현대인의 높아진 삶의 질에 대한 요구 및 쾌적성에 대한 수요 대처
- 친환경, 고기능성 건축자재의 해외시장 진출 및 수요창출

세부과제 2. 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

가. 연구목표

- 모듈화, Prefab의 산업체계를 구축하고, 관련 산업을 성장시키기 위하여, 현재 중소기업 규모로 개발되고 있는 모듈화, Prefab 기술의 부·자재, 부속품 및 공법을 규격화하여 제반기술의 기초를 완성함
- 한스타일 생태건축과 목조건축 모두 적용 가능하도록 규격을 통일하고, 기술개발을 위한 기술체계를 정립함
- 전통건축 모듈의 특성을 분석하여 한스타일 생태건축 모듈러 시스템의 Proto-type을 개발하고, 모듈화·부품화가 적용된 순환 프로세스를 개발함
- 부재별 표준설계 시스템과, 부재 간 결구방식 매뉴얼 및 Prefab 공법 맞춤형 표준공정표를 개발하여 보급함

나. 필요성

- 목조건축은 녹색기술을 적용한 친환경 저에너지 생태건축으로 저탄소 녹색성장을 추구하는 현 사회가 요구하는 미래유망건축임
 - 목재를 이용한 건축은 재실자의 쾌적성 증진, 환경성 질환 미 발생, 콘크리트에 비해 높은 단열성능 등의 강점을 가짐
- 국내 전통 및 목조건축은 기술의 표준화와 설계, 시공, 상세의 부재로 기술발전이 미흡한 상태임
 - 기술 표준화, 부재 및 건축자재의 개발을 통한 전통 및 목조건축의 기술향상이 시급한 시점임
 - 전통건축재료 및 건축자재를 현대적 주거공간에 적용하기 위해서는 기계적·물리적 성능에 대한 객관적인 지표 설정이 필요하며, 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 건축자재의 개발이 필요함
 - 재료의 성능, 개발된 건축자재, 부재의 정보를 DB화하여 모듈화·부품화 및 Prefab 산업체계 구축을 위한 기초자료 및 기반 마련
- 비싼 단가, RC조·철골조에 비해 복잡한 현장작업이 목조건축의 문제로 지적되고 있음
 - 따라서 이러한 문제점들을 기술의 표준화를 통한 Prefab와 접목하면 공장생산 및 산업화가 가능해지며, 원가 및 시공비 절감, 현장공정 간소화를 통해 기술·가격 경쟁력을 확보할 수 있음
- Prefab의 건식공법은 균질한 품질의 건축, 공기단축, 산업화를 통한 가격 경쟁력 확보, 현장공정 간소화를 통한 현장 안전사고 감소 등의 강점을 가짐

다. 추진체계

- 산/연 공동연구를 통한 목조건축 산업체계의 체질 개선
 - 국내 목조건축 기술의 수준 파악 및 국산화를 위한 필요기술을 정립하며, 기술의 숙성 단계에 따라 연구목표 단계 설정
 - 국내 목조건축 산업기반 구축과 육성을 위해 산·학·연 협동 연구를 진행하며, 주요 기술과 재료, 부재의 국내 규격을 설정하여 기술 개발을 위한 토대 마련
 - 연구결과를 토대로 주요 기술의 상세디테일을 개발하고, 보급하여 기술 확산 유도
- 부품화·모듈화를 위한 산업기반 체계 구축
 - 국내 목조건축 패널 제작 업체의 기술현황을 파악하고 기술검토 및 전문가 자문을 통한, 기술 통일화를 위한 방안 도출
 - 재료·부재의 규격을 통일하며 부품화 대상 재료의 설정
 - 국내 건축자재회사를 대상으로 모듈화 기술 개발을 타진하며, 모듈화의 수준을 설정함

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간·소요예산) 5년 / 총 22.5억 원

마. 주요 연구내용

- Prefab 맞춤형 재료선정 기준 개발
 - 현대식 재료와의 조화를 고려한 재료선정 기준개발
 - 한스타일 생태건축의 친환경성을 반영한 재료선정 기준개발
- 부재 간 결구방식의 현대화
 - 연결철물, 연결 부자재 개발을 통한 결구방식의 현대화
 - 연결철물, 연결 부자재의 정량적인 성능평가 및 수준 설정
 - 부재 간 결구방식 지침 및 시공매뉴얼 개발
- Prefab 목조건축 맞춤형 축조 및 조립기술 개발
 - 국내 Prefab 기술의 성능평가 및 표준화
 - 한스타일 건축 prefab공법 맞춤형 표준공정표 개발
- 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발
 - 전통건축의 모듈의 특성요인 도출 및 분석
 - 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 용도별 건축 Proto-type 개발
 - 증축 및 개축(실의 병합 및 분화) 등 변화대응 평면유형 개발
 - 모듈화·부품화가 적용된 한스타일 생태건축 순환 프로세스 개발

- 부재별 표준설계 시스템 개발
 - 부재의 유형화를 위한 연구: 예로 축조방식별(기초부, 축부, 지붕가구부, 지붕, 수장부), 구조기능별 등
 - 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발
 - 순환 가능한 모듈, 부품 모델연구

바. 기대효과

- 목재를 이용한 건축은 재실자의 쾌적성 증진, 환경성 질환 미 발생, 콘크리트에 비해 높은 단열성능 등의 강점을 가지고 있어, 고품질, 고품격의 주거환경에 적합하며, Prefab 기술개발을 통해 단점을 보완하여 더욱 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있을 것으로 기대
- 기술의 표준화와 설계, 시공, 상세의 부재로 기술발전이 미흡한 상태인 국내 전통 및 목조건축의 단점보완 및 한스타일 생태건축의 기술경쟁력 확보
- 모듈화·부품화 및 Prefab 기법으로 고품질의 주택 보급
- 모듈화 및 부품화를 통한 시공비 저감, 공기단축 효과로 한옥보급 저해요소가 완화된 한스타일 생태건축 보급 및 수요 대처
- 현장시공 간소화를 통해 현장생산성 향상
- 모듈화, Prefab 산업체계 구축을 통한 산업의 성장
- 대량생산 및 산업화를 통한 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 향상

세부과제 3. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

가. 연구목표

- 한스타일 생태건축의 실내환경지표를 도출하여, 한스타일 생태건축의 자재·부재의 실내환경 영향성을 분석할 수 있는 기준 및 평가방법 정립
- 한스타일 생태건축의 품질을 보증하고, 부재의 구조적 안전성 및 자재의 정량적인 에너지성능을 판단할 수 있는 성능기반의 평가기준 개발

나. 필요성

- 한스타일 생태건축의 환경친화·생태적 기법 및 쾌적성을 평가할 수 있는 평가기법에 대한 기준 및 제도의 부재
- 현재 목조건축자재의 치수체계는 북미규격인 인치단위를 사용하고 있으며, 한스타일 생태건축의 세계적 경쟁력 확보, 정체성 강화 측면에서 국내산 침엽수 구조재의 평가를 통한 한스타일 치수체계 확립의 필요성
- 목조건축물의 낮은 축열성능을 보완하고, 이를 평가하기 위한 건축물 축열성능의 객관적인 평가방안 및 평가기준의 필요성
- 성능기반의 품질확보체계 구축을 위한 한스타일 생태건축에 적합한 에너지성능 기준 및 열교방지, 기밀성, 단열수준 등의 성능목표치 도출의 필요성

다. 추진체계

- 산/학/연 공동연구를 통한 성능기준 및 기술표준 마련
 - 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적인 기준과 자재·부재의 성능을 설정하기 위해 산·학·연 협동 연구를 진행하며, 주요 기술과 재료, 부재의 국내 기준 및 규격을 설정하여 성능확보를 위한 토대 마련
 - 연구결과를 토대로 주요 기술의 기준을 개발하고, 보급하여 기술 확산 유도
 - 목조건축산업 관련 학회/ 협회 수준의 기술표준으로 제정하여 기술 확산유도
 - 평가기술의 전문성과 설정 기준의 신뢰성 확보를 위하여 산업계와 연구소의 협업을 통해 성능평가방법, 성능평가 기준, 실험방법에 대하여 정립함

라. 연구기간 및 소요 예산

- (기간·소요예산) 5년 / 총 15억원

다. 주요 연구내용

- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 기준
 - 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 성능 기준
 - 한스타일 생태건축 부위별 모듈의 성능 기준
 - 연결철물 및 부자재의 성능 기준
- 성능기반의 품질확보체계
 - 한스타일 생태건축 성능기반의 평가기법 정립 및 지표화
 - 완성된 지표의 DB 구축
 - 성능기반 품질확보 지침 및 가이드라인 작성
 - 한스타일 생태건축 품질보증 지원체계 구축
- 한스타일 생태건축 관련학회/ 협회의 기술표준 및 실내 환경성능 지표개발
 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 성능, 실내환경 영향성 평가기준 및 방법도출
 - 한스타일 생태건축 건물 냉·난방성능 평가기준 제시
 - 고축열 기능성 건축자재의 온열환경 향상성 및 평가기술
 - 친환경/ 쾌적성확보를 위한 한스타일 생태건축 자재·부재의 성능목표치 제시

바. 기대효과

- 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 제시
 - 한스타일 생태건축 자재의 실내 영향성 평가방법 개발 및 성능목표 도출
 - 한스타일 생태건축 부재의 구조성능 분석 및 성능목표 도출
 - 정량적인 성능에 기반한 전통건축자재의 평가기준 확립
- 한스타일 생태건축의 보급 및 활성화
 - 국산재를 이용한 구조재 개발을 통한 한스타일 치수체계 확립 및 보급
 - 객관적인 평가와 정량적인 성능을 기반으로 한 한스타일 생태건축 이해도 향상
 - 한스타일 생태건축의 쾌적성 지표의 활용이 가능한 평가기준
(실내쾌적성 지표, 친환경성 지표, 구조체 축열성능 등)

2. 개발 단계별 주요 연구활동 및 추진 계획

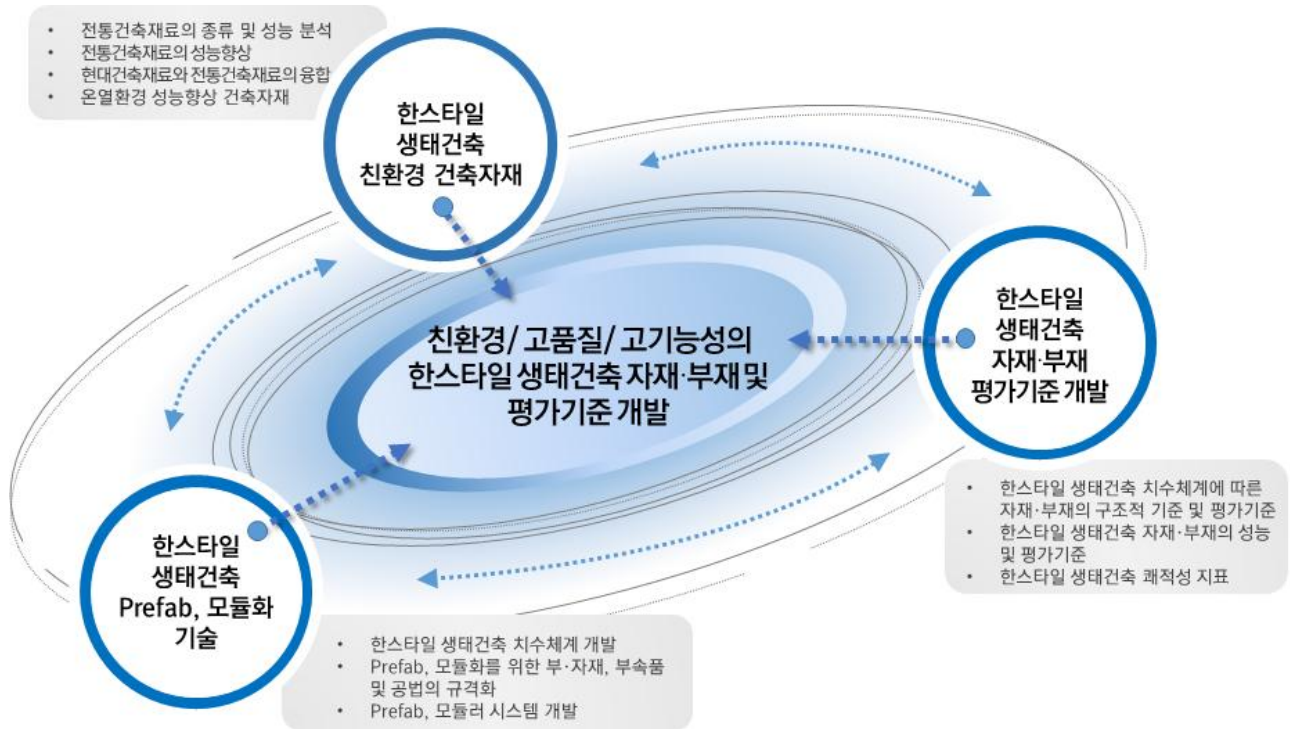
개발단계	세부항목	추진계획														
<p style="text-align: center;">기초물성 실험 및 DB 구축</p>	<p>재료·소재의 성능 검증</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 전통건축재료, 기성 건축재료의 성능분석 시험 <table border="1" data-bbox="625 421 1292 663"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">건축재료 물성</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">기본 물성</th> <th style="text-align: center;">습기·열적 물성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>공극율</td> <td>함습율</td> </tr> <tr> <td>밀도</td> <td>모세관계수</td> </tr> <tr> <td>비열</td> <td>투습계수 - 상대습도</td> </tr> <tr> <td>열전도율</td> <td>열전도율 - 상대습도</td> </tr> <tr> <td>투습계수</td> <td>열전도율 - 온도</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - 재료·자재별 물성 상세분석을 통한 습기·열적 특성 도출 - 국외 최고수준의 건축 소재·재료 전문 연구기관과의 공동 연구 수행 - 성능 분석 값의 우수성 검증 및 신뢰성 확보전략 	건축재료 물성		기본 물성	습기·열적 물성	공극율	함습율	밀도	모세관계수	비열	투습계수 - 상대습도	열전도율	열전도율 - 상대습도	투습계수	열전도율 - 온도
	건축재료 물성															
	기본 물성	습기·열적 물성														
공극율	함습율															
밀도	모세관계수															
비열	투습계수 - 상대습도															
열전도율	열전도율 - 상대습도															
투습계수	열전도율 - 온도															
<p>가능성 건축소재</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 습기 흡/방습(조습) 가능성 - 에너지 저장형 축열 가능성 															
<p>구조적 성능 도출</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 경량목구조/ 중량목구조에 따른 구조적 기준 검토 - 구조해석에 따른 스티드/ 기둥의 간격 및 크기 기준 검토 - 구조체의 열적성능 향상을 위한 열교방지 기준 마련 - 국산재 활용에 따른 구조적인 검토 및 기준 마련 															
<p style="text-align: center;">Proto-type 제품 개발</p>	<p>친환경/ 고기능성 건축자재</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Proto-type 한스타일 친환경 건축자재 제작 - 오염물질 저방출 성능 분석 - 조습/ 축열 기능성 분석 														
	<p>한스타일 치수체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 치수체계 개발 - 북미규격 ‘inch’ 기준에서 탈피 - 주요 부재·자재의 국산화전략 - 국내 목구조 산업 기초 토대마련 														
	<p>Prefab 요소기술 표준화</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prefab 요소기술 상세 개발 - 자재·부재의 규격화 및 기준 통일 - 모듈 제작을 위한 결구법, 부품의 통일화 전략도출 - 자재·부재의 순환 프로세스 개발 및 전략도출 														
<p style="text-align: center;">성능평가 및 표준 상세도 도출</p>	<p>테스트 베드 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 개발된 Proto-type 건축자재와 Prefab 구조체를 활용한 테스트 베드 모델 설계 - 실내환경 구현 및 Mock-up 실험 - 실내환경 쾌적성, 기능성 건축자재의 성능발현 검증 - Prefab 부자재의 시공성능 평가 														
	<p>표준모델 및 상세도 작성</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 평가지표 및 평가기준 도출 - Prefab 자재·부재의 표준모델 및 상세디테일 도출 - 요소기술 및 시공 가이드라인 제작 														

3. 연구목표 달성전략

세부 과제명	연 차	1년차						2년차						3년차						4년차						5년차					
	연 도	2017						2018						2019						2020						2021					
	월	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
달성단계 세부업무	소재 성능 검증단계	소재 성능 검증단계						소재성능 평가/분석 단계						융합 기술 방안 마련 성능향상 및 평가						DB 구축 단계											
								기술 통합방안 및 공법 분석 성능기준, 기술표준 뼈대 구축						Test-bed 구축						시제품 제작						요소기술 표준화, 제품화					
														Mock-up 시험						성능평가 분석						기술/성능 기준 규격화					
기초물성 실험 및 DB 구축	재료·소재의 성능검증	기초 연구, 물성시험						소재 물성 파악 및 융합 기술 방안 마련						성능 DB 구축																	
	한스타일 생태건축 기능성 건축소재	기초 연구, 소재발굴						기능성 발현 분석						성능 향상 방안						성능 DB 구축											
	구조적 성능 도출							목구조 건축물 규격/ 구조적 성능 분석						구조적 검토 및 기준 설정						최소 요구성능 도출											
Proto-type 제품 개발	친환경/고기능성 건축자재							친환경/ 고기능성 건축자재 요구성능 설정						제품개발 방안 도출						Proto-type 제품개발						자재·부재의 규격화					
	한스타일 치수체계							한스타일 치수체계 규격 설정						구조적 검토 및 치수체계 도출						국산재의 한스타일 치수체계 구조적 기준 개발						한스타일 치수체계 보급					
	Prefab 요소기술 표준화																									Prefab·모듈러 부재의 순환기법 및 기술표준화					
성능평가 및 표준 상세도 도출	테스트베드 구축													Test-bed 구축						Mock-up 시험						성능평가결과 분석					
	표준모델 및 상세도 작성													성능모델 수립						요구성능 만족도 평가						기술/성능기준 규격화					

5절. (세부과제 간) 연계관계

1. 한스타일 생태건축의 쾌적화, 고품질화, 평가기술이 연계된 과제 체계구성



○ 본 기획과제의 구성은 한스타일 생태건축 주거환경의 건강성, 쾌적성을 보장하기 위한 오염물질 저방출, 친환경성 및 온열환경을 능동적으로 조절할 수 있는 축열기능성의 ‘친환경 건축자재 개발’ 과 한스타일 생태건축의 치수체계를 개발하고, 품질 향상을 도모하며 기술/ 가격경쟁력을 제고할 수 있는 ‘Prefab 전략과 요소기술 개발’ 의 기술적인 부분과 이를 객관적인 성능평가 기준을 도출하여 성능검증과 수행하기 위한 ‘평가기준의 개발’ 의 성능평가 부분으로 구성되어 있음.

○ 따라서, 본 기획연구과제에서 제시하는 세부과제 연구내용 구성의 이유는 기존 전통건축이 갖고 있는 친환경적인 장점을 지속적으로 적용할 수 있는 방법을 전통건축재료의 현대화방안을 도출하여 친환경 건축자재로 개발하고 단점으로 지적받아 온 온열환경을 상변화물질을 이용하여 축열성능 향상을 통해 보완하고자 하며, 목구조 부재의 공법화·규격화를 도모함으로써 이를 효율적이고 현대적으로 구현할 수 있는 Prefab 모듈러 건축기술을 개발하는 것이며 평가기준 정립을 통해 한스타일 생태건축 건강성, 쾌적성의 정량적인 평가, 품질을 보증할 수 있도록 과제 체계를 구성하였음

6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵

1. 연구단계별 목표

- 본 연구는 각 세부과제별 연구개발 단계와 제품화 및 규격화를 위한 단계로 구성되며, 연차별 목표를 다음과 같이 설정하였음

단계	연차	주요 목표
연구개발 단계	1년차	- 연구의 방향설정 - 소재, 규격, 기술의 기초연구
	2년차	- 건축재료, 소재의 성능향상 연구 - 전통/ 기능성 건축재료의 성능 DB 구축 - 목구조 결구법, Prefab 구조체
	3년차	- 전통/ 기능성 건축재료의 융합기술 방안 마련 - Prefab 부재별 기준 및 성능기준 도출 - 실내 쾌적성 확보를 위한 최소 요구성능 설정
품질확보 단계	4년차	- 건축자재 전문 연구기관을 통한 proto-type 신뢰성 확보 - Prefab·모듈러 자재의 공법 및 성능기준 설정 - 자재·부재 평가기준에 따른 제작품의 품질 검증
제품화·규격화 단계	5년차	- 전통재료 융합형 기술 적용 건축자재 보급 - 상세도, 순환프로세스, 표준설정 및 규격화 - 성능기반의 품질보증 지원체계 구축



- 1단계는 연구 및 기술개발 단계로서, 한스타일 생태건축 자재 및 부재의 기술개발을 위한 제반연구를 수행하며 이를 평가하기 위한 평가기법의 마련을 목표로 함
- 2단계는 개발된 proto-type 자재·부재의 요구성능 만족 및 품질확보를 위한 단계로서

- 전문연구기관과의 협력체계 추진, 평가기준에 따른 신뢰성 확보와 품질 검증을 목표로 함
- 3단계는 한스타일 생태건축 자재·부재의 제품화·규격화 단계로서 융합형 기술이 적용된 건축자재의 보급 및 활성화를 추진하고, 순환프로세스 정립 및 품질보증 지원체계 구축을 목표로 함

2. 연차별 기술로드맵

가. 1세부 한스타일 생태건축 친환경 건축자재



- 기초연구 및 조사, 평가방법 정립 및 성능평가의 단계적 연구를 거쳐 최종적으로 성능검증을 통해 한스타일 생태건축 건축자재 개발에 대한 전반적 연구를 수행하며 전통건축재료의 현대적 주거환경에 적용하는 방안 정립, 전통건축재료와 현대건축재료의 성능향상 기술개발, 전통건축재료와 현대건축재료의 융합 기술개발을 통한 한스타일 친환경 건축자재 개발을 목표로 하고 나아가 한스타일 생태건축의 쾌적한 주거환경을 조성할 수 있음

나. 2세부 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술



- 건축자재별 규격 및 공법의 정립, 모듈러 시스템 개발, Prefab 공법 맞춤형 기술 개발을 단계적으로 수행하며 모듈화, Prefab를 통한 한스타일 생태건축의 품질 균일화를 도모할 수 있음. 또한, 산업체계 구축을 통해 전통건축양식의 현대화를 추진하고 한스타일 생태건축의 기술보급을 목표로 함

다. 3세부 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발



- 한스타일 생태건축 자재·부재의 실내환경 영향성을 분석할 수 있는 기준 및 평가방법의 개발을 목표로 한스타일 생태건축 실내환경 영향성 분석 및 평가방법 개발, 국산재를 활용한 Prefab 부재의 구조성능 분석 및 성능목표 도출, 정량적인 성능 기반의 전통건축자재 평가방안 정립, 품질확보를 위한 성능기반의 평가방안 체계를 구축하고 이를 통해 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준을 개발을 추진함

7절. 성과의 활용방안

1. 성과의 활용방안

1. 한스타일 생태건축 친환경 건축자재		
연구최종 정량적 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 학술지 논문게재 • 전통건축재료 정량적인 물성의 성능 DB • Proto-type 친환경/ 기능성 건축자재 • 친환경/ 기능성 건축자재의 성능평가 보고서 	
과제명	목표성과물	활용방안
전통건축재료의 종류 및 성능 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 전통건축재료의 성능 분석 결과 • 성능 결과 보고서 	<ul style="list-style-type: none"> • 전통건축재료 종류 및 성능 DB • 전통건축재료의 실내환경 영향성 분석
한스타일 생태건축 건축자재 성능향상	<ul style="list-style-type: none"> • 건축자재 성능향상 방안 • 성능 분석 결과 	<ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 전통 건축자재 성능향상 기술 • 현대 건축재료와의 융합 기술
기능성 전통소재 성능 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 기능성 전통소재 성능 분석결과 • 성능 결과 보고서 • 실내공간 적용 방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 기능성 전통소재 성능평가 및 성능 향상 • 전통건축재료의 실내공간 적용방안 도출
기술 융합형 건축자재 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 건축자재 개발 방안 • 실내환경 조절 기능성 분석 결과 	<ul style="list-style-type: none"> • 실내공기질 조절 기능성 건축자재 • 온열환경 조절 기능성 건축자재

2. 한스타일 생태건축, Prefab, 모듈화 기술

연구최종 정량적 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 학술지 논문게재 • Proto-type 자재·부재 • 한스타일 생태건축 Prefab/ 모듈 상세디테일 • 보고서 	
과제명	목표성과물	활용방안
모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품 및 공법의 규격화	<ul style="list-style-type: none"> • 기술규격 및 기준 • 기술 체계 보고서 	<ul style="list-style-type: none"> • 통일된 기술규격 및 기준마련 • 모듈화, Prefab기술체계 정립 • 부재별 표준설계 시스템 • 부재간 결구방식 매뉴얼
한스타일 생태건축 모듈러, Prefab 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러, Prefab 건축자재 • 모듈러 기술 연구 및 기술보고서 • Prefab 기술 개발 및 상세디테일 	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈러, Prefab 시스템의 Proto-type • 모듈러, Prefab 전용 부·자재 • Prefab 맞춤형 표준공정표

3. 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

연구최종
정량적 성과물

- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 기준
- 한스타일 생태건축 자재·부재의 성능 기준
- 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표

과제명	목표성과물	활용방안
한스타일 생태건축 평가기준	<ul style="list-style-type: none"> • 구조성능 평가기준 제시 • 실내환경 평가기준 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조체, 부·자재 열적성능 평가 방안 도출 • 한스타일 생태건축 온열환경 평가기준 제시 • 학회/ 협회의 성능평가기준 제정
한스타일 생태건축 품질기준	<ul style="list-style-type: none"> • 품질향상 방안 제시 • 품질 가이드라인 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 기술 확산 및 보급 • 한스타일 생태건축 품질보증 지원체계 구축 • 학회/ 협회의 품질기준 제정

2. 성과 기술수준

세부과제	기술수준	
	현재	목표
한스타일 생태건축 친환경 건축자재	<ul style="list-style-type: none"> 건강친화형 주택 기준 실내공기 오염물질 저방출 건축자재의 적용기준 <ul style="list-style-type: none"> - 벽체, 접착제, 내장재 등의 건축자재의 TVOC, HCHO를 소형챔버법(KS I ISO 16000-9)을 이용하여 평가 - 7일 후, TVOC 방출량 0.10 mg/m²h 이하 - 7일 후, HCHO 방출량 0.015 mg/m²h 이하 	<ul style="list-style-type: none"> 7일 후, TVOC 방출량 0.08 mg/m²h 이하 7일 후, HCHO 방출량 0.012 mg/m²h 이하
	<ul style="list-style-type: none"> 흡방습 건축자재의 성능평가 <ul style="list-style-type: none"> - 실내마감재의 흡/방습량을 ISO 24353, KS F 2611 평가기준을 이용하여 평가 - 흡습량과 방습량의 평균값 65 g/m² 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 흡습/ 방습량 평균값 73 g/m² 이상
	<ul style="list-style-type: none"> 기능성 건축자재 <ul style="list-style-type: none"> - 마루바닥재, 아트월, 벽장재 및 벽지 등 실내마감재의 열저장성능 분석 및 기준과 관련된 제도적 장치 도출단계 	<ul style="list-style-type: none"> 목구조 구조체의 축열성능 향상 (기성공법 대비 20%이상)
한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품 및 공법의 규격화 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 한스타일 생태건축의 규격 및 모듈화가 이루어지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 기술규격 및 기준제시 모듈화, Prefab 기술체계 정립 한스타일 치수체계 기술 규격 및 기준제시
	<ul style="list-style-type: none"> 한스타일 생태건축 모듈러, Prefab 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 모듈러, Prefab 시스템이 구축되어있지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러, Prefab 시스템 규격 확립 및 제시
한스타일 생태건축 자재 · 부재 평가기준 개발	<ul style="list-style-type: none"> 민간주도의 목구조 설계/시공/감리 기준이 존재 (한국캐나다우드, 한국패시브건축협회 등) 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준의 부재 <ul style="list-style-type: none"> - 실내 영향성, 실내 온열환경, 구조성능, 부재 간 결합방식 등에 대한 평가기준 부재 	<ul style="list-style-type: none"> 경골목구조/ 종골목구조 구조적 기준 STUD, 기둥의 간격과 크기의 기준 제시 기술규격 및 기준제시
	<ul style="list-style-type: none"> 성능기반의 품질확보체계 <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축에 적합한 에너지성능 기준 미비 - 열교방지, 기밀성 수준, 단열수준 등에 대한 기준 미비 	<ul style="list-style-type: none"> 구조체의 단열기준 열교방지 기준 기밀성 기준 기술규격 및 기준제시

8절. 연구수행체계 제안

연구개발과제(연구단)		총 참여 연구원	
과제명		주관연구책임자 ()외 명	
주관			
기관			
기관별 참여 현황			
구분	기관수	인원수	총인원 수
산업계			
대학			
국공립(연)			
출연(연)			
기타			

1 세부과제 (주관연구기관) 00000000000000 (외 00개 기관)	2 세부과제 (협동연구기관) 00000000000000 (외 00개 기관)	3 세부과제 (협동연구기관) 00000000000000 (외 00개 기관)																					
참여 연구원 세부과제책임자 ()외 명 책임급 명, 선임급 명, 원급 명, 기타 명	참여 연구원 협동연구책임자 ()외 명 책임급 명, 선임급 명, 원급 명, 기타 명	참여 연구원 협동연구책임자 ()외 명 책임급 명, 선임급 명, 원급 명, 기타 명																					
담당연구개발내용 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">과제명</th> <td>한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발</td> </tr> <tr> <td>1. 전통건축재료의 국제적 기준에 부합하는 객관적인 성능 검증</td> </tr> <tr> <td>2. 전통건축재료의 현대화방안 연구</td> </tr> <tr> <td>3. 전통/ 현대건축재료의 융합 및 성능개선 방안 연구</td> </tr> <tr> <td>4. 유해물질 저방출, 실내습도 조절 기능성의 전통건축재료 발굴</td> </tr> <tr> <td>5. 상변화물질을 활용한 온열환경 조절 기능성 건축자재 개발</td> </tr> </table>	과제명	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발	1. 전통건축재료의 국제적 기준에 부합하는 객관적인 성능 검증	2. 전통건축재료의 현대화방안 연구	3. 전통/ 현대건축재료의 융합 및 성능개선 방안 연구	4. 유해물질 저방출, 실내습도 조절 기능성의 전통건축재료 발굴	5. 상변화물질을 활용한 온열환경 조절 기능성 건축자재 개발	담당연구개발내용 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">과제명</th> <td>한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술</td> </tr> <tr> <td>1. 국내 목조건축 기준 및 기술의 표준화 방안 도출</td> </tr> <tr> <td>2. Prefab 설계 및 시공을 위한 기준규격 설정 및 전략 도출</td> </tr> <tr> <td>3. Prefab 전용 부내, 건축자재 개발 및 모듈·부품화 연구</td> </tr> <tr> <td>4. 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발</td> </tr> <tr> <td>5. 한스타일 생태건축 Prefab 설계, 시공 상세도 개발</td> </tr> </table>	과제명	한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술	1. 국내 목조건축 기준 및 기술의 표준화 방안 도출	2. Prefab 설계 및 시공을 위한 기준규격 설정 및 전략 도출	3. Prefab 전용 부내, 건축자재 개발 및 모듈·부품화 연구	4. 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발	5. 한스타일 생태건축 Prefab 설계, 시공 상세도 개발	담당연구개발내용 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">과제명</th> <td>한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발</td> </tr> <tr> <td>1. 한스타일 생태건축 자재의 실내 영향성 평가방법 개발 및 성능목표 도출</td> </tr> <tr> <td>2. 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 자재·부재의 안정성 기준 및 목표성능 제정</td> </tr> <tr> <td>3. 정량적인 성능에 기반한 전통건축자재의 평가기준 확립</td> </tr> <tr> <td>4. 성능기반의 품질확보체계 구축</td> </tr> <tr> <td>5. 자재·부재 품질보증을 위한 체계 도출</td> </tr> </table>	과제명	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발	1. 한스타일 생태건축 자재의 실내 영향성 평가방법 개발 및 성능목표 도출	2. 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 자재·부재의 안정성 기준 및 목표성능 제정	3. 정량적인 성능에 기반한 전통건축자재의 평가기준 확립	4. 성능기반의 품질확보체계 구축	5. 자재·부재 품질보증을 위한 체계 도출
과제명	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발																						
1. 전통건축재료의 국제적 기준에 부합하는 객관적인 성능 검증																							
2. 전통건축재료의 현대화방안 연구																							
3. 전통/ 현대건축재료의 융합 및 성능개선 방안 연구																							
4. 유해물질 저방출, 실내습도 조절 기능성의 전통건축재료 발굴																							
5. 상변화물질을 활용한 온열환경 조절 기능성 건축자재 개발																							
과제명	한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술																						
1. 국내 목조건축 기준 및 기술의 표준화 방안 도출																							
2. Prefab 설계 및 시공을 위한 기준규격 설정 및 전략 도출																							
3. Prefab 전용 부내, 건축자재 개발 및 모듈·부품화 연구																							
4. 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발																							
5. 한스타일 생태건축 Prefab 설계, 시공 상세도 개발																							
과제명	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발																						
1. 한스타일 생태건축 자재의 실내 영향성 평가방법 개발 및 성능목표 도출																							
2. 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 자재·부재의 안정성 기준 및 목표성능 제정																							
3. 정량적인 성능에 기반한 전통건축자재의 평가기준 확립																							
4. 성능기반의 품질확보체계 구축																							
5. 자재·부재 품질보증을 위한 체계 도출																							
참여 기업																							

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

1. 정부 상위 계획 및 정책과의 부합성

가. 녹색건축물 조성 지원법(국토교통부)

- 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 수립하고 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여
- 녹색건축물 조성을 촉진하기 위하여 녹색건축물의 현황 및 전망, 온실가스 감축, 에너지 절약 등의 달성목표 설정, 정보체계의 구축·운영, 녹색건축물 관련 연구·개발, 전문인력 육성·지원 등의 기본계획을 수립함

⇒ 본 과제는 이러한 국토교통부의 기본계획과 충분히 부합됨

나. 제4차 건설산업진흥기본계획(국토교통부, 2013~2017)

- 중장기 건설산업정책 기조 및 제도개선 방안의 제시를 목표로 함
- 기본계획의 주요 범위는 건설산업 진흥시책의 기본방향, 건설기술의 개발·건설기술인력 육성, 건설산업의 국제화와 해외진출 지원을 위한 시책, 중소건설업 및 중소건설용역업의 육성 대책, 건설공사의 생산성 향상 대책, 건설자재의 품질향상 및 규격 표준화 대책 등을 제시함

⇒ 본 과제는 이러한 법률에 따른 정부 및 지자체의 각종 계획과 사업을 실현하기 위해, 기능성 요소기술 개발을 통한 건설자재의 품질향상, Prefab·모듈러 부재개발을 통한 건설공사의 생산성 향상, 한스타일 생태건축 치수체계 정립 및 한옥의 브랜드화 측면에서 상위 계획과 충분히 부합됨

다. 제5차 건설기술진흥기본계획(국토교통부, 2013~2017)

- 건설산업에 영향을 미칠 주요 기술들에 대해 발전계획을 수립
- 에너지 환경, 과학기술, 사회문화, 국제경제, 정치 안보 등의 구분과 기후변화, 환경오염, 자원부족, 융합화, 고령화, 경제권 블록화, 지역 패권주의 등 미래사회 전망에 대한 건설관련 예상 이슈를 통해 국내 건설기술에 대한 진흥방안을 마련하고자 함

⇒ 국내 건설교통 기술수준은 평균 61.8%로 최고기술보유국 대비 기술격차는 4.8년이며

핵심기술이 취약하다는 문제점이 지적되고 있는 상황이기 때문에, 본 과제를 통해 고부가가치 건설기술 개발, 건설자재 및 부재 품질확보, 전세계적 기후변화 대응체계 확산에 따른 건설 전주기에 걸친 친환경적 요소에 대한 상위계획과 충분히 부합함

라. 한스타일 생태건축 관련 정책

- 녹색성장 국가전략과 녹색성장 5개년 계획, 2009-2014
- 녹색건축물 기본계획, 2014-2018
- 한스타일 육성종합계획, 2008-2011
- 제1차 건축정책 기본계획, 2010-2015
- 제2차 건축정책 기본계획, 2015-2019
- 국가 기후변화 적용 대책, 2011-2015
- 제5차 환경보전 중장기 종합계획, 2013-2017
- 건설교통 연구개발사업 중장기 계획안, 2013-2017
- 지속가능한 신도시 계획 기준, 2010
- 친환경 지속가능도시 조성 가이드라인, 2013
- 제3차 실내공기질 관리 기본계획, 2015-2019
- 제2차 지속가능발전 기본계획, 2009-2015
- 제2차 녹색성장 5개년 계획, 2014-2018
- 환경표지 대상제품 및 인증기준, 2002
- 친환경 건축자재 인증제도, 2003
- 실내공기질 공정시험 기준, 2010
- 건강친화형 주택 건설기준, 2010
- 공업화주택의 건설 촉진, 2013

⇒ 본 기획과제에서 제시하는 연구내용은 국내 건축물의 전통성과 정체성을 수반하는 한스타일 생태건축의 양식과 요소기술을 개발하기 위한 기초연구로써, 연구의 목적, 연구의 내용 및 결과물의 성격상 민간부문에서 연구개발 사업으로 추진하기에는 어려움이 존재하며, 국토개발 정책의 일환으로 국가 연구개발 사업으로 추진하는 것이 타당할 것으로 판단됨

2. 정책적 기대효과

1세부	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발
정책적 기대효과	• 실내환경 영향성 평가 기술 관련 지침으로 활용
	• 건축자재 성능기준 지표 정립에 활용
	• 전통건축자재의 성능지표 수립 지침으로 활용
	• 현대적 주거환경에 적합한 전통건축자재 적용방안 가이드라인 제시
	• 기능성 소재 활용방안 기술 관련 지침으로 활용
	• 전통건축재료와 현대건축재료의 융합기술 방안 지침으로 활용

2세부	한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술
정책적 기대효과	• 한스타일 생태건축의 모듈화, Prefab 전략 수립 지침으로 활용
	• Prefab 부재별 성능기준 지표 정립에 활용
	• 모듈·Prefab 부재 규격 및 기술 표준 지침으로 활용
	• 모듈/ 부품 제작 상세도 및 순환 프로세스 제시
	• 모듈·Prefab 부재의 결구법, 조립기술 관련 지침으로 활용
	• 표준공정표 지침서로 활용

3세부	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발
정책적 기대효과	• 국산재를 이용한 한스타일 생태건축 치수체계의 구조적 기준 제시
	• 성능에 기반한 건물에너지 평가기술 지침으로 활용
	• 기능성 건축자재의 성능평가 기준 지침으로 활용
	• 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표로 활용
	• 건축자재의 축열성능 평가 기준 지침으로 활용
	• 한스타일 생태건축의 단열, 기밀, 열교 기준 제시

2절. 기술적 타당성

1. 개발 기술의 수준 및 성공 가능성

개발 기술의 수준	
<ul style="list-style-type: none"> • 건축자재의 오염물질 방출량 저감기술 (기성 제품 대비 20%이상 향상) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 목구조 구조체의 축열성능 강화 (기존 공법 대비 축열성능 20%이상 향상) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 모듈화, Prefab 기술체계 정립 	
<ul style="list-style-type: none"> • 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 제시 	
성공 가능성	
사업의 목표, 내용, 성과의 구체성	<ul style="list-style-type: none"> • 연구의 목표는 “한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발”로 구체성을 가지고 있음 • 연구의 목표를 달성하기 위한 3개의 세부과제를 제시하고 있고 세부과제를 구성하는 공동과제별 기술개발목표를 정량적으로 제시하고 있음 • 연구의 목표를 이루기 위한 공동과제 목표성과물을 연차별로 설정하여 제시함 • 최종성과물 및 성과지표 항목에서 세부과제 연구성과의 목표, 지표, 측정방법에 대해 자세히 서술하여 성과물에 대한 정량적 측정이 가능함
연구과제 수행조직의 적절성	<ul style="list-style-type: none"> • 세부과제의 범위, 기술개발 목표가 구체적으로 정의되어 있으며 공동과제별 연구내용이 연차별로 서술되어 있음 • 세부과제 간 연계관계가 구체적으로 서술되었으며, 각 세부과제간의 역할 및 관계, 공동 과제간의 연계관계가 도식화 되어있어 사업목표를 위한 세부과제 선정의 논리적 근거를 제시함 • 연구개발과제의 도출 프로세스를 제시함으로써 중점추진분야 및 세부과제 도출의 적절성을 제시함
세부과제 수행에 적합한 추진체계와 연구진 구성 제안	<ul style="list-style-type: none"> • 1세부: 한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 추진체계: 국토교통부 + 산/학/연 + 국외 최고수준의 건축재료 분석전문기관 - 연구진 구성: 건축재료 전문가, 기술검토 및 전문가, 건축자재 생산자, 성능 분석 연구원 • 2세부: 한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 추진체계: 국토교통부 + 농림수산식품부 + 산/학/연 - 연구진 구성: 목조건축 전문가, 목조패널 제작 업체 전문가, 기술검토 및 전문가, 국내건축자재 전문가, Prefab·모듈화 기술 전문가, 시공회사, 건축기술 연구원 • 3세부: 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 추진체계: 국토교통부 + 산/학/연 + 시험평가 전문연구소 - 연구진 구성: 목조건축 전문가, 건축법 관련 전문위원, 성능 시험 연구원, 기술검토 및 전문가, 건축기술 전문연구원
추진단계 (로드맵)의 적절성	<ul style="list-style-type: none"> • Keyword 분석을 통해 추진전략 수립의 기초자료로 활용함 • SWOT 분석을 통해 내부환경과 외부요인을 명확히 분석하여 강점, 약점, 기회, 위협요인을 도출 후 각 요인별 전략을 수립함 • 기술의 토대마련, 개발, 검증, 실증의 4가지의 단계별 로드맵을 구성하였으며, 과제별·연차별로 세분화하여 추진단계를 수립함

2. 기술적 기대효과

1세부	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발
기술적 기대효과	• 전통건축자재의 성능 DB 구축
	• 현대적 주거환경 적용방안 기법 제시
	• 현대건축재료와 전통건축재료의 융합 원천기술 확보
	• 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가 기술 개발
2세부	한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술
기술적 기대효과	• 한스타일 생태건축의 품질 균일화
	• 전통건축의 Prefab, 모듈화를 통한 건설시공 생산성 증대
	• Prefab, 모듈화 규격 및 기술표준 마련
	• 한스타일 생태건축 기술 보급 활성화 및 산업체계 구축
3세부	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발
기술적 기대효과	• 한스타일 생태건축 성능평가 기준 마련
	• 자재·부재별, 모듈별 열적성능 평가 기술 제시
	• 한스타일 생태건축의 단열, 열교, 축열, 기밀, 실내환경 성능기준 수립
	• 성능에 기반한 평가기법으로 한스타일 생태건축의 품질 확보

3절. 경제적 타당성

1. 정성적·정량적 효과

1세부	한스타일 생태건축 친환경 건축자재 개발
정성적 효과	• 전통건축재료 활용 친환경 건축자재의 수요 증대
	• 실내환경 쾌적성 지표를 통한 건설산업 시장에서의 경쟁력 부여
	• 주거공간의 쾌적성 개선 (실내공기질, 온열환경)
	• 요소기술 개발을 통한 고부가가치의 한스타일 생태건축 활성화
	• 친환경, 고기능성 건축자재의 해외시장 진출 및 수요창출
정량적 효과	• 건축자재의 7일후 TVOC 방출량 0.08 mg/m ³ ·h이하
	• 건축자재의 7일후 HCHO 방출량 0.012 mg/m ³ ·h이하
	• 흡습/ 방습 기능성 건축자재의 기능성 평균값 73 g/m ² 이상
	• 목구조 구조체의 축열성능 향상 (기존 공법 대비 20%이상 향상)
	• 에너지 사용의 감소로 주거비 중 에너지비용(냉난방비) 약 20~30% 절감

2세부	한스타일 생태건축 Prefab·모듈화 기술
정성적 효과	• Prefab·모듈화 공법의 시공 생산성 향상을 통한 한스타일 생태건축 가격경쟁력 확보
	• 모듈화·부품화 및 Prefab 기법으로 고품질의 주택 보급
	• 모듈화, Prefab 산업체계 구축을 통한 산업의 성장
	• 대량생산 및 산업화를 통한 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 향상
	• 순환프로세스 체계 확립을 통한 건설부재의 기대수명 증가
정량적 효과	• Prefab, 모듈러 기술의 적용을 통한 공기단축과 시공비용 감소 기대
	• 공장생산을 통한 품질 확보 및 부재 오차 발생 제어 (기존 공법 대비 20% 향상)
	• 자원 및 부재 순환으로 폐기물 처리비용 약 30% 감소
	• 모듈간 통합 운영 및 공장생산을 통한 비용절감

3세부	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발
정성적 효과	• 국산재를 이용한 구조재 개발을 통해 한스타일 치수체계 확립 및 보급
	• 국산재 이용 건축자재 시장 활성화
	• 전통건축자재의 정량적 성능 제시를 통한 소비자 수요 활성화
정량적 효과	• 자재·부재의 품질개선과 하자발생 제어를 통한 생산단가 20% 절감
	• 한스타일 생태건축 자재·부재의 최소 요구성능 도입을 통한 건축물의 성능향상
	• 치수체계 및 주요 부·자재의 국산화를 통한 생산단가 절감

- 친환경/ 고기능성 건축자재를 통한 한스타일 생태건축 운영비용의 절감
 - 친환경, 흡습/방습(조습) 기능성의 건축자재는 상기의 정량적인 요구성능을 만족하도록 기술개발을 수행하며, 이를 통해 한스타일 생태건축 실내공기질의 쾌적지속성을 향상시키며 운영비용 절감의 효과를 도모,
 - 축열 기능성 건축자재는 기존 목조건축물의 낮은 축열성능을 개선하여, 외기에 따른 냉·난방 최대 피크를 저감시키며, 구조체의 열적성능 개선을 통한 직접적인 온열환경 개선, 냉·난방설비 용량감소의 효과 및 이에 따른 초기투자비용의 감소를 가져올 수 있을 것으로 예상됨
- 한스타일 Prefab 부재의 공업화 전략을 통한 건설비용의 절감
 - 국내 Prefab 경량목구조 건축물은 중소기업을 위주로 확산되고 있으나 부재의 규격화 표준화가 이루어지지 않아 이에 대한 필요성이 대두되며 한스타일 생태건축 Prefab 부재의 표준화·규격화를 통해 건설비용의 절감 및 부재순환의 프로세스 체계를 구축으로 건설폐기물 처리비용 절감을 도모할 수 있을 것으로 기대됨



그림 91. 국내 중소기업의 Prefab 경량목구조 건축물 시공 현장의 모습

- 한스타일 치수체계 확립을 통한 국산재 사용·활용의 확대와 생산단가의 절감
 - 국내 여건에 맞는 한스타일 치수체계 확립으로 풍부한 산림자원의 적극적인 활용을 추진할 수 있으며, 국내 산림업체 및 건축자재 생산업체와의 연계를 통한 건축자재·부재의 생산단가를 획기적으로 절감할 수 있을 것으로 예상됨
- 실증을 통한 가격경쟁력 확보 전략 수립
 - 한스타일 생태건축 실증시험을 통해 구체적인 가격경쟁력 확보 전략을 구축하여 정량적인 가격경쟁력을 제시할 수 있을 것으로 예상됨

4절. 타당성 검토 종합

1. 기술개발 투자의 시의성

가. 연구사업 추진의 시급성

- 본 연구는 현재 정부에서 추진 중인 주요 정책 중 녹색건축 활성화 및 아름다운 국토경관 조성, 친환경 주택 건설/공급 활성화, 한옥 등 건축자산의 진흥에 관한 법률 등 여러 가지 정책에 부합되는 정책 연계성이 큰 기술로 연구 개발의 시급성이 요청되는 기술임
- 기후 환경 변화 대응, 친환경/에너지 절감기술의 경쟁력 확보차원에서의 고품질/ 고효율의 주거환경을 구현하기 위한 기술개발 및 연구사업의 추진이 시급한 상태임
- 친환경, 쾌적, 주거복지 구현이 가능한 주거모델을 개발하기 위한 연구가 현재 수행 중에 있으나, 전통양식의 계승/ 목구조 주거모델과 연계하여 기술 개발을 수행하고 있지는 않으며, 전통건축양식의 친환경성/ 생태적인 요소의 우수성을 발굴하여, 이를 현대적으로 개발하고 활용하기 위한, 방법 및 사용처를 도출하는 연구사업의 시행이 필요함

2. 정부 주도의 지원 필요성

가. 주택건설산업 측면에서의 지원 필요성

- 국내의 건설산업은 신주택보급률이 100%를 초과한 이후로, 주택보급의 포화상태가 지속되고 있으며, 국내 건설경기의 둔화와 전반적인 경제 체감경기의 불황으로 인해 건설산업은 약진을 거듭하고 있는 실정에서, 이를 타개하고 건설산업의 활성화를 위해서는, 고부가가치의 건설산업 혹은 새로운 시장의 창출이 필요한 시점임
- 또한, 정부는 2015년 12월에 교토의정서(2005년 발효)를 대체하는 새 기후변화 대응 매뉴얼에 동참하기로 결의하였으며, 우리나라는 2030년 온실가스 배출량 대비 37.5%를 감축하겠다는 약속을 국제사회에 발표하면서, 건물부문에서도 온실가스 배출량 감소와 에너지 소비를 줄이기 위하여, 정부에서는 신축 주거용건물의 단열수준을 지속적으로 강화하고 있으며, 2017년에는 패시브하우스 수준의 주거용 건축물 달성, 2025년에는 제로에너지주택을 의무화한다는 로드맵을 수립 한 바 있음
- 따라서, 현재 건설산업의 화두는 건물에너지 소비 저감, 고부가가치 산업으로의 진출 및 시장창출이라고 할 수 있으며, 소비자들의 친환경, 건물에너지에 대한 관심과 쾌적한 주거환경 및 삶의 질에 대한 요구 증대는, 이러한 시장 창출의 가능성을 나타내고 있음
- 그동안의 건설산업은 산업화·도시화 단계에서 주택, 사회간접자본(SOC) 등 기반시설을 공급하면서 고도 경제성장의 밑거름이 되어왔으나 경제가 성숙기에 진입하면서 건설물량이 감소하는 등 성장률이 둔화되고 있으며, 복지수요의 증가와 더불어 국민생활과 밀접한 생활밀착형 SOC 투자와 민간투자사업의 비중은 증가할 것으로

전망하고 있음 (국토연구원, 2014)

- 따라서, 현 시점에서 건설산업은 건설환경 변화에 대비하여 건설산업 활성화 및 발전을 위해 고부가가치를 창출할 수 있는 기술중심 산업으로의 정책적 재정립의 필요성이 부각되고 있으며, 현대인의 요구를 충족시킬 수 있는 친환경/ 쾌적성을 근간으로 하는 주거모델의 도출과, 주거환경 및 주택에 대한 소비자들의 패러다임의 전환이 향후 주택산업의 향방을 결정할 것으로 예상되고 있음
- 국내에서도 친환경 주택, 쾌적한 주거환경에 대한 소비자의 수요 증가와 이를 충족시키기 위한 목조건축 시장은, 전 국가적인 경제발전의 과도기를 거치고, 국민 삶의 수준이 향상됨에 따라, 2000년대 이후로 지속적으로 성장 추세에 있으며, 공동주택 위주의 아파트 주거문화에서 전통양식의 건축물과, 한옥, 목조건축물이 소비자의 큰 관심을 받고 있으나, 국내에서는 주로 북미/ 유럽식의 목구조 건축물과 공법이 유입되어 보급되고 있는 실정임
- 친환경 주택, 쾌적한 주거환경에 대한 소비자들의 인식의 제고와 수요는, 본 기획연구과제에서 개발하려는 한스타일 생태건축의 구현을 통해 충족시킬 수 있을 것으로 판단되며, 국외의 양식과 공법이 시장을 점유하고 있는 실정에서, 이를 대처하고 우리나라의 문화와 역사적 정체성을 내재하고 있는 모델로 개발한다면, 글로벌 건설시장에서의 경쟁력 강화와 더불어 국내 건설산업의 부가가치 향상을 도모할 수 있는 새로운 모델로 제시할 수 있을 것으로 판단됨

나. 국토개발 측면에서의 지원 필요성

- 전통적으로 목구조의 양식을 유지해온 우리나라의 건축역사에서, 전통목구조 양식은 일제강점기와 한국전쟁 이후 그 명맥을 유지하지 못하고 있으며, 한국전쟁 이후 재건된 국내 대부분의 건축물은 조적식 및 철근 콘크리트 구조의 건축물로 대체되어, 전통양식의 목구조 건축물은 그 뿌리와, 기준체계를 확립하지 못한 상태로, 과거의 기술 수준에 머물러 있는 실정임
- 또한, 한국전쟁이후 급속한 재건사업과, 경제발전의 과도기에서 발생한 무분별한 국토개발로 인하여, 우리나라 국토의 경관은 문화와 역사의 정체성을 반영하지 못하게 되었으며, 국토 전반적으로 40~50년의 역사를 지니고 있는 콘크리트 건축의 문화가 형성되었음
- 따라서, 국내 건축문화의 전통성을 계승하고, 문화적인 정체성을 내재하는 건축물을 구현하여, 잃어버린 우리나라 건축물의 정체성을 찾아가는 것이 현 국토개발의 정책적인 시점에서 중요하다고 판단됨
- 한스타일 생태건축의 양식 및 기준/ 규격을 개발하는 것이, 잃어버린 국내 건축물의 정체성을 찾아가는 첫 번째 단추일 것이며, 이를 위해서는 전통건축재료를 활용한 건축자재 개발기술, 기능성 건축자재 개발기술, 현대건축재료와 전통건축재료의 융합 기술, Prefab, 모듈러 부재 기술, 정량적 성능평가를 위한 평가기준 개발 및 정책과 관련된 R&D 추진이 요구됨

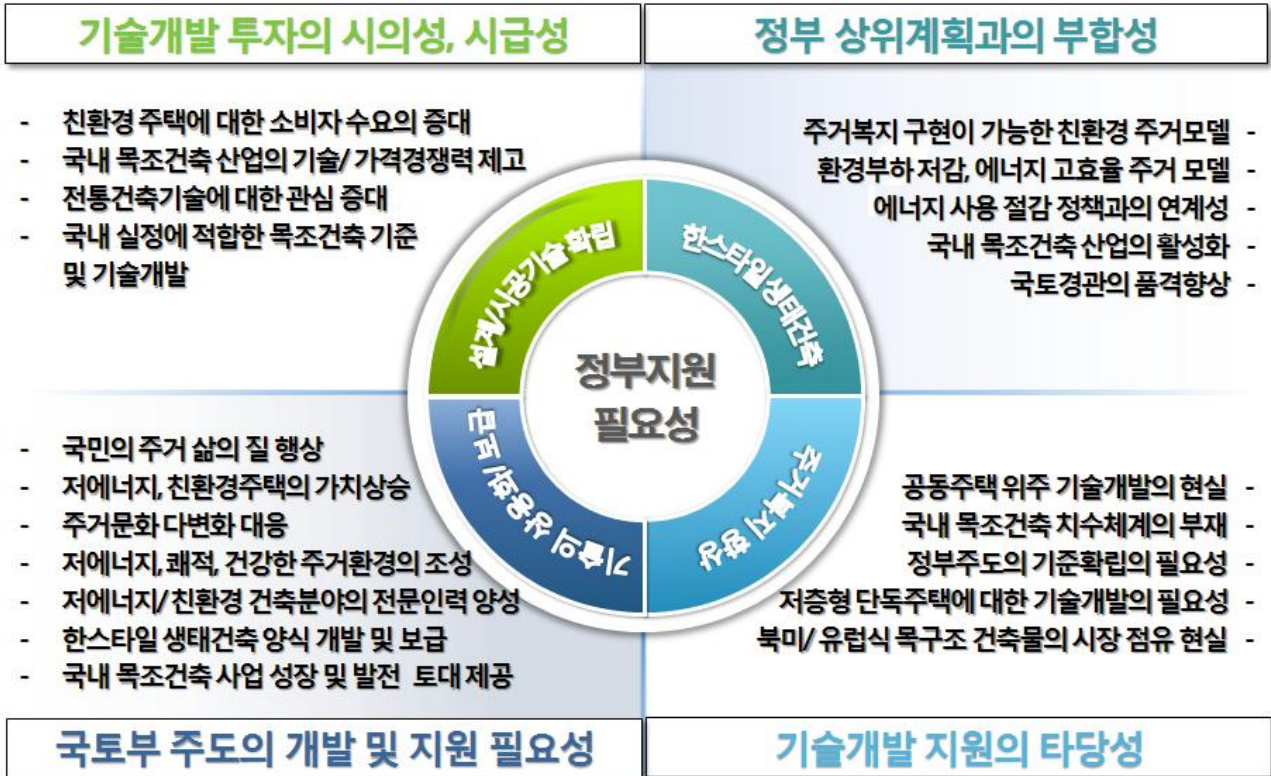


그림 92. 정부지원의 필요성과 연구개발 투자의 시급성

5장. 인력투입 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
1세부	6.4	8.1	9.9	8.1	4.7	37.2
1세세부	1.5	1.5	0.7	-	-	3.7
2세세부	1.4	1.8	0.7	-	-	3.9
3세세부	1.8	1.4	2.8	1.7	-	7.7
4세세부	1.2	1.5	2.8	3.1	2.3	10.9
5세세부	0.5	1.9	2.9	3.3	2.4	11
2세부	6.4	7.9	9.7	7.9	4.7	36.6
1세세부	3.2	3.3	-	-	-	6.5
2세세부	3.2	2.5	6.1	-	-	11.8
3세세부	-	2.1	3.6	-	-	5.7
4세세부	-	-	-	4.7	2.5	7.2
5세세부	-	-	-	3.2	2.2	5.4
3세부	4	4.7	5.2	4.7	4	22.6
1세세부	2	1.8	-	-	-	3.8
2세세부	2	1.5	1.8	-	-	5.3
3세세부	-	1.4	1.5	2	2	6.9
4세세부	-	-	1.9	2.7	2	6.6
총괄	16.8	20.7	24.8	20.7	13.4	96.4

2. 세부과제별 인력투입계획

□ 1세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
1-1	실내환경 영향성 평가 기술	1.5	1.5	0.7	-	-	3.7
1-1-1	실내 공기질, 온열, 음환경, 빛환경 평가 기술에 대한 연구	1	-	-	-	-	1
1-1-2	쾌적 실내공간 기준 및 구성에 대한 연구	0.5	1	-	-	-	1.5
1-1-3	전통건축재료의 실내환경 영향성 평가 연구	-	0.5	0.7	-	-	1.2
1-2	전통건축자재 종류 및 성능 DB 구축	1.4	1.8	0.7	-	-	3.9
1-2-1	전통건축자재 정의 및 리스트 작성	0.7		-	-	-	0.7
1-2-2	전통건축자재의 객관적인 성능평가 기술	0.7	1.3	-	-	-	2
1-2-3	전통 및 기성 건축자재 성능 분석 및 DB 작성	-	0.5	0.7	-	-	1.2
1-3	현대적 주거환경에 적합한 적용방안 도출	1.8	1.4	2.8	1.7	-	7.7
1-3-1	현대적 주거환경과 전통건축재료의 적용 방안 연구	1.3	0.7	1	-	-	3
1-3-2	현대적 주거환경과 전통건축재료의 실내환경 영향성 평가	-		0.5	1	-	1.5
1-3-3	전통건축재료의 현대적 주거환경 적용성 및 영향성 도출	0.5	0.7	1.3	0.7	-	3.2
1-4	한스타일 생태건축 기능성 건축소재 개발 기술	1.2	1.5	2.8	3.1	2.3	10.9
1-4-1	기능성 소재 정의 및 활용방안	0.7	1	1.3	-	-	3
1-4-2	기능성 소재 활용 기술	0.5	0.5	1	1	1	4
1-4-3	기능성 소재를 활용한 건축자재의 성능향상 및 평가	-		0.5	2.1	1.3	3.9
1-5	현대건축재료와의 융합 및 성능향상 기술	0.5	1.9	2.9	3.3	2.4	11
1-5-1	기능성 건축소재와 전통건축재료와의 성능평가 및 융합 기술	0.5	0.7	1	-	-	2.2
1-5-2	전통건축재료를 이용한 친환경 건축자재의 성능향상 기술	-	0.7	0.7	1	1	3.4
1-5-3	기능성 건축소재와 전통건축재료와의 융합을 통한 성능향상 기술	-	0.5	0.7	1	0.7	2.9
1-5-4	전통건축재료와 기능성 건축소재의 융합을 통한 실내환경 능동형 자기조절 건축자재 개발	-	-	0.5	1.3	0.7	2.5
총괄		6.4	8.1	9.9	8.1	4.7	37.2

□ 2세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
2-1	Prefab 맞춤형 재료 선정 및 기준 개발	3.2	3.3	-	-	-	6.5
2-1-1	모듈화, Prefab 전략 도출	1	1	-	-	-	2
2-1-2	모듈화, Prefab 를 위한 주요 부재 선정	0.5	0.5	-	-	-	1
2-1-3	Prefab 부재별 기준 도출	1	0.5	-	-	-	1.5
2-1-4	Prefab 부재별 성능 기준 도출	0.7	1.3	-	-	-	2
2-2	모듈화, Prefab를 위한 부·자재, 부속품의 공법의 규격화	3.2	2.5	6.1	-	-	11.8
2-2-1	국내 모듈러, Prefab 기술현황 파악	0.5	0.5	2.6	-	-	3.6
2-2-2	주요 기술 통합방안 도출	1.3	1	2	-	-	4.3
2-2-3	규격 및 기술 표준 마련	1.4	1	1.5	-	-	3.9
2-3	전통건축 모듈의 특성요인 도출 및 분석	-	2.1	3.6	-	-	5.7
2-3-1	전통건축 부재별, 구조체 별 모듈 분석	-	0.7	2.1	-	-	2.8
2-3-2	부재, 모듈별 특징 및 공법분석	-	1.4	1.5	-	-	2.9
2-4	한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발	-	-	-	4.7	2.5	7.2
2-4-1	모듈제작을 위한 결구법, 부품의 통일방안 마련	-	-	-	1	-	1
2-4-2	모듈 제작 공법 도출	-	-	-	1.3	-	1.3
2-4-3	부재별 모듈/ 부품 제작 상세도 개발	-	-	-	0.7	-	0.7
2-4-4	모듈/ 부품 부재의 순환 프로세스 개발	-	-	-	0.7	0.5	1.2
2-4-5	모듈/ 부품 부재의 표준설정 및 규격화	-	-	-	0.5	1.3	1.8
2-4-6	Proto-type 모듈 제작	-	-	-	0.5	0.7	1.2
2-5	공법 맞춤형 조립기술 및 표준공정표	-	-	-	3.2	2.2	5.4
2-5-1	공법 맞춤형 공법 지침 개발	-	-	-	0.7	1	1.7
2-5-2	공법 맞춤형 조립기술 개발	-	-	-	1.5	0.7	2.2
2-5-3	표준공정표 개발	-	-	-	1	0.5	1.5
총괄		6.4	7.9	9.7	7.9	4.7	36.6

□ 3세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	1년	2년	3년	4년	5년	소계
3-1	한스타일 생태건축 치수체계의 성능기준	2	1.8	-	-	-	3.8
3-1-1	한스타일 생태건축 치수체계의 구조적 기준	1	0.5	-	-	-	1.5
3-1-2	한스타일 생태건축 자재·부재 평가기술 정의	1	1.3	-	-	-	2.3
3-2	한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 기준	2	1.5	1.8	-	-	5.3
3-2-1	한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 도출	1.3	0.5	1.3	-	-	3.1
3-2-2	한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 평가기술 정의	0.7	1	0.5	-	-	2.2
3-3	한스타일 생태건축의 건물에너지 평가모델	0	1.4	1.5	2	2	6.9
3-3-1	한스타일 생태건축 단열, 기밀, 열교의 기준 도출	-	0.7	0.5	1	1.3	3.5
3-3-2	성능에 기반 한 건물에너지 평가기술 정의	-	0.7	1	1	0.7	3.4
3-4	기능성 건축자재 평가기술	-	-	1.9	2.7	2	6.6
3-4-1	축열기능성 건축자재 평가 기준 및 방법 도출	-	-	0.5	1.4	1	2.9
3-4-2	기능성 건축자재의 실내환경 영향성 평가기술	-	-	1.4	1.3	1	3.7
총괄		4	4.7	5.2	4.7	4	22.6

2절. 소요예산산정

1. 산정개요

- 세부과제별 기획위원회를 구성, 기획위원회에 의한 상향식(Bottom-up) 방법으로 예산을 산출함
- 최소 연구단위인 공동과제를 수행하는데 소요되는 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 일반과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정
- 인건비는 기획재정부 ‘2016년 학술연구용역 인건비기준단가’ 를 기준으로 작성
- 각 공동과제별 특성을 고려하여 민간기업의 참여가능성을 예측하고 이를 바탕으로 정부출연금과 기업부담금을 구분함. 이때 정부출연금 및 기업부담금의 배분비율은 ‘국토교통부소관 연구개발사업 운영규정’ 의 ‘별표1 중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준’ 을 작성기준으로 활용
- 항목별 예산은 ‘국토교통부 연구개발사업 운영규정’ 의 ‘별표 2 연구개발비 비목별 계상기준’ 을 작성기준에 따라 아래와 같이 산정함(기업부담금은 추정치임)

<기업부담금 출연기준>

구분	기업부담금 출연기준 (총 연구개발비 대비)
대기업참여	50% 이상
중소기업 참여	25% 이상
참여기업이 복합적으로 구성되고 중소기업의 비율이 2/3 이상	25% 이상

2. 예산 산정방법

가. 민감부담 비율 산정

- 총 개발 비용에 대한 민감 부담 비율은 25%로 가정함(국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조 관련)

나. 연차별 소요예산 산정

- 1년차는 한스타일 생태건축 자재·부재 개발 및 평가기준을 정립하기 위한 기반연구와 원천기술 개발을 위한 기초연구가 착수되는 시점으로 연구비를 비교적 적게 배정하여 전체 연구비의 17.0%(1,357/8,000백만원)를 산정함

- **2년차**는 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준의 요소기술 개발 착수 및 관련전문기관과의 시험체계 구축을 시작하는 단계로 전체 연구비의 20.4%(1,634/8,000백만원)를 산정함
- **3년차**는 한스타일 생태건축 자재·부재 개발 및 평가기준에 대한 원천기술을 확보하는 시기로, 현대건축재료와 전통건축재료의 융합을 통한 자재개발, 한스타일 치수체계 확립을 통한 부재의 구조적 안정성 및 한스타일 생태건축의 쾌적성 지표 도출이 이루어지는 단계로서 전체 연구비의 29.2%(2,339/8,000백만원)를 산정함
- **4년차**는 한스타일 생태건축 자재·부재의 Proto-type 제작을 착수하며, 성능에 기반 한 평가기법을 통해 개발된 자재·부재의 정량적인 성능 평가와 평가기법 간의 통합적인 검증 실시하는 단계로 전체 연구비의 20.4%(1,634/8,000백만원)를 산정함
- **5년차**는 한스타일 생태건축 자재·부재의 정량적인 성능평가를 통한 성능지표 마련, Prefab, 모듈러 순환 프로세스 및 보급시스템 구축, 한스타일 치수체계 마련 및 가이드라인 제시 등 개발된 기술에 대한 검증과 더불어 보급·활성화를 추진하는 단계로 전체 연구비의 12.9%(1,036/8,000백만원)를 산정함

다. 세부과제별 소요예산 산정

- 세부과제별 연구비의 비율은 연구의 성격과 진행과정 등을 고려하여 산정하였음
- **1세부 과제**
 - 한스타일 생태건축 자재 개발을 하는 연구로, 전통재료의 정량적인 성능평가, 현대건축재료와 전통건축재료의 융합을 통한 기능성 향상 기술 등의 한스타일 생태건축의 주거환경 향상을 위한 요소기술 개발 활동을 수행함
 - 전통건축재료 및 기성 건축자재의 성능 DB 구축을 위하여, 국제적 기준에 부합하는 객관적인 성능평가 시험의 수행을 고려하여, 1세부 과제는 전체 연구비의 37.5%(3,000/8,000백만원)를 배정함
- **2세부 과제**
 - 한스타일 생태건축 부재 개발을 위한 연구로, Prefab/ 모듈러 공법 개발을 통한 한스타일 생태건축의 규격화, 품질의 균일화 및 순환프로세스 개발을 통해 한스타일 생태건축의 보급화와 활성화를 도모할 수 있도록 연구를 수행함
 - 연구를 통해 개발되는 Prefab 부재의 Proto-type 제품을 제작하기 위해, 2세부 과제는 전체 연구비의 37.5%(3,000/8,000백만원)를 배정함
- **3세부 과제**
 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 정량적인 성능평가를 위한 평가기준을 개발하고 국산재를 이용한 한스타일 치수체계를 정립하며 개발된 평가기준을 통한 한스타일 생태건축의 성능지표 수립을 통한 한스타일 생태건축의 고품질화를 추진하는 연구를 진행함
 - 3세부 과제는 전체 연구비의 25.0%(2,000/8,000백만원)를 배정함

3. 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구분		1세부	2세부	3세부	총괄
1차년	정부	430	328	260	1,018
	민간	143	109	87	339
2차년	정부	450	449	327	1,226
	민간	150	150	109	409
3차년	정부	593	763	397	1,753
	민간	198	254	132	584
4차년	정부	490	395	341	1,226
	민간	163	132	114	409
5차년	정부	287	314	175	776
	민간	96	105	58	259
합계	정부	2,250	2,250	1,500	6,000
	민간	750	750	500	2,000

4. 세부과제별 소요예산

□ 1세부 과제

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산 항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	3.8 / 30	73,157	93,109	113,061	86,458	53,205	418,990	18.6
	연구원	56,664	4.7 / 50	68,723	86,458	106,410	93,109	50,988	405,689	18.0
	소 계			141,880	179,567	219,471	179,567	104,193	824,679	36.7
직 접 비	연구장비 재료비			83,160	97,760	140,670	136,329	122,793	580,712	25.8
	연구활동비			37,800	44,436	63,941	61,968	55,815	263,960	11.7
	연구과제추진비			30,240	35,549	51,153	49,574	44,652	211,168	9.4
	연구수당			28,376	35,913	43,894	35,913	20,839	164,936	7.3
	소 계			179,576	213,659	299,658	283,783	244,099	1,220,776	54.3
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				32,146	39,323	51,913	46,335	34,829	204,545	9.1
합 계				353,602	432,549	571,042	509,686	383,121	2,250,000	100.0

□ 2세부 과제

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산 항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	3.4 / 30	73,157	93,109	66,506	86,458	53,205	372,436	16.6
	연구원	56,664	5.2 / 50	68,723	82,025	148,531	88,675	50,988	438,942	19.5
	소 계			141,880	175,133	215,037	175,133	104,193	811,378	36.1
직 접 비	연구장비 재료비			69,850	82,215	148,676	147,950	140,800	589,490	26.2
	연구활동비			31,750	37,370	67,580	67,250	64,000	267,950	11.9
	연구과제 추진비			25,400	29,896	54,064	53,800	51,200	214,360	9.5
	연구수당			28,376	35,027	43,007	35,027	20,839	162,276	7.2
	소 계			155,376	184,508	313,327	304,027	276,839	1,234,076	54.8
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				29,726	35,964	52,836	47,916	38,103	204,545	9.1
합 계				326,982	395,605	581,201	527,076	419,135	2,250,000	100.0

□ 3세부 과제

(단위 : 천원)

예산 항목	세부 항목	예산 항목								비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계	
인 건 비	책임 연구원	73,896	2.3 / 30	46,554	53,205	59,856	53,205	46,554	259,375	17.3
	연구원	56,664	2.8 / 50	42,121	50,988	55,422	50,988	42,121	241,640	16.1
	소 계			88,675	104,193	115,278	104,193	88,675	501,015	33.4
직 접 비	연구장비 재료비			27,225	40,833	51,372	44,675	26,500	190,605	12.7
	연구활동비			43,560	65,333	82,194	71,480	42,400	304,967	20.3
	연구과제 추진비			38,115	57,166	71,920	62,545	37,100	266,846	17.8
	연구수당			17,735	20,839	23,056	20,839	17,735	100,203	6.7
	소 계			126,635	184,171	228,542	199,539	123,735	862,621	57.5
위탁연구개발비				-	-	-	-	-	-	-
간접비				21,531	28,836	34,382	30,373	21,241	136,364	9.1
합 계				236,841	317,201	378,201	334,105	233,651	1,500,000	100.0

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	친환경/ 고품질/ 고기능성의 한스타일 생태건축 자재·부재 및 평가기준 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전통건축재료/ 기능성 재료의 정량적인 물성데이터 확보 ○ Hygrothermal 환경에 대한 건축재료의 성능변화 데이터 확보 ○ 친환경/ 기능성 건축자재의 개발을 통한 한스타일 생태건축의 실내환경 개선 ○ Prefab 산업기반의 구축을 통한 가격/기술경쟁력 확보 ○ 한스타일 생태건축의 친환경/고품질/패적성을 구현
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p>가. 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전통 건축기법 및 재료의 친환경/ 생태친화적 우수성의 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 전통 건축기법 및 재료의 우수성 검증과 현대화의 필요성 - 현대인들의 인체친화적, 쾌적한 삶에 대한 요구가 증대함에 따라, 전통건축 및 목조건축에 대한 관심과 수요 증대 - 전통 건축기법 및 재료의 우수성 검증/ 활용방안 도출 ○ 전통 건축기법의 현대화 및 성능 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 한국전쟁이후 급속한 재건사업과, 경제발전의 과도기를 거치면서 명맥이 끊어진 전통 건축기술의 공법과 생태친화적인 기법의 국내 건축문화 계승 - 친환경/ 고품질/ 쾌적한 목조건축 주거문화 양산 - 삶의 질 향상을 반영하는 품격 있는 주거문화 조성 - 한반도의 빠른 기후변화에 따른 건축적 성능향상의 필요성 ○ 목조건축의 성능개선 및 기술/가격경쟁력 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 목조건축 수요 대처 및 성능개선의 필요성 - 북미/유럽 방식의 목구조 건축물을 대체하고, 국내 환경/기후/문화를 반영하는 한스타일 생태건축 요소기술 개발의 필요성 - 요소기술, Prefab/공업화 전략구축을 통한 기술/가격경쟁력 제고 - 목조건축 전 산업군 제품의 품질 향상, 자재·부재 품질보증 체계 구축의 필요성 <p>○ 전통건축 양식의 개발과 활성화를 위해 현재 국토교통부의</p>

나. 기술동향

국가R&D로 ‘한옥기술 개발’ 연구과제가 수행 중에 있으며, 현대화된 주거환경을 구성하기 위하여 한옥 전반에 걸쳐 다양한 연구가 수행되고 있음

- 소형주택에 대한 수요 대처와 국토교통부의 ‘서민에게 적합한 실용주택’, ‘임대단지 여유부지에 임대주택 건설’, ‘해외건설 5대 강국 진입’, ‘청년층 주거지원 강화’, ‘주택건설공급 활성화를 위한 규제 완화’ 등에 대한 정책 달성을 위한 대안으로 모듈러/ 공업화주택에 대한 기술개발이 이뤄지고 있음
- 건강과 웰빙에 대한 현대인의 인식 제고로, 친환경 건축 시장은 2000년대 이후, 지속적으로 커지고 있으며, 특히 목조건축에 대한 소비자의 선호도와 수요가 증가함에 따라, 북미식의 목조건축물이 보급/확산되고 있음
- 친환경 관련 정책, 사업 등을 시행하고 있지만 저층형 주거지, 마을 단위 및 개별건축물에 대한 구체적인 계획과 체계의 부재로, 이를 보완하고 기술개발을 위한 연구의 필요성이 제기되고 있음
- 한국의 기후와 지역적 자연풍토에 적합한 모델개발의 필요성이 대두됨에 따라, 주거모델 성능개선 연구와, 편의성과 에너지성을 향상한 주거표준모델이 개발되고 있음

3. 연구개발내용

가. 세부과제별 연구내용

[1세부과제] 한스타일 생태건축 친환경 건축자재

- 전통건축재료의 성능 분석 및 우수성 검증
- 전통건축재료를 활용한 건축자재의 성능향상 기술 연구
- 실내환경 조절 기능성의 전통건축재료 발굴
- 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 요소기술 개발
- 전통건축재료/ 기능성 소재 성능의 DB 구축
- 건물에너지/ Hygrothermal 프로그램과 구축된 DB의 연동
- 현대 건축재료와의 융합 기술 연구

[2세부과제] 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술

- Prefab 맞춤형 재료선정 기준 개발
- 부재 간 결구방식의 현대화
- Prefab 목조건축 맞춤형 축조 및 조립기술 개발
- 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발
- 부재별 표준설계 시스템 개발

[3세부과제] 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발

- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 기준 개발
- 성능기반의 품질확보체계

- 한스타일 생태건축 관련학회/ 협회의 기술표준 및 실내 환경 성능 지표개발

4. 연구개발 추진방법

가. 추진전략

- 한스타일 생태건축의 자재·부재의 품질을 향상하고, 성능 기대수준을 정량화하여 한스타일 생태건축의 고품질/ 쾌적성을 확보함
- 한국적 건축 및 재료의 생태/ 친환경적인 대표적 특성을 현대화와 과학화를 통해 쾌적한 한스타일 생태건축 주거모델을 구현
- 건물에너지/ Hygrothermal 해석 및 국외 최고수준의 건축물리 연구기관과의 전략적 공동연구 수행을 통한 전통건축/ 기능성 재료의 물리적 특성 분석 값의 국제적 신뢰성 확보
- 단위 2과제에서 개발된 한스타일 생태건축의 주요 부내·자재를 단위 1과제의 실증모델에 적용하고, 해당 기술의 신뢰성을 확보하여 한스타일 생태건축 기술의 보급 및 확산을 유도함

나. 추진체계

- 1세부
 - 국토교통부 + 산/학/연 + 국외 최고수준의 건축물리 연구기관
 - 건축재료 전문가, 기술검토 및 전문가, 건축자재 생산자, 성능 분석 연구원
- 2세부
 - 국토교통부 + 농림수산식품부 + 산/학/연
 - 목조건축 전문가, 목조패널 제작 업체 전문가, 기술검토 및 전문가, 국내건축자재 전문가, Prefab·모듈화 기술 전문가, 시공회사, 건축기술 연구원
- 3세부
 - 국토교통부 + 산/학/연 + 시험평가 전문기관
 - 목조건축 전문가, 건축법 관련 전문위원, 성능 시험 연구원, 기술검토 및 전문가, 건축기술 연구원

5. 최종성과물

가. 주요

최종성과물

- 전통건축재료의 활용성
- 현대 건축재료와의 융합 기술
- 친환경/ 기능성 건축자재
- Prefab/ 모듈러 실용목적 아이디어·특허 등 개념정립
- Prefab 부·자재의 기본 성능 검증 및 보고서
- 소재/부품/시스템 핵심성능 평가
- Proto-type 시작품 제작 및 성능분석 결과
- 한스타일 생태건축의 평가기준

- 친환경/ 쾌적성 평가기술
- 전통건축재료의 종류 및 성능 분석 결과 DB
 - 주요 분석내용

성능 구분	주요내용	비고
공극율	다공성에 따른 함습량 영향성 분석	(P)
밀도	공극을 포함한 단위부피에 대한 밀도	(ρ)
비열	축열성능을 분석하기 위한 비열의 분석	(c)
열전도율	밀도와 열전도율의 상관관계	(λ)
투습계수	전통건축재료의 투습 저항성 분석	(μ)
함습율	RH(%) 변화에 따른 재료의 함습성능 변화	(w, wf)
모세관계수	경시변화에 따른 습기의 이동 계수	(A-value)
투습계수-상대습도	RH(%) 변화에 따른 투습계수 변화 분석	(μ-RH%)
열전도율-상대습도	RH(%) 변화에 따른 재료별 열전도율의 변화 분석	(λ-RH%)
열전도율-온도	온도 변화에 따른 재료별 열전도율의 변화 분석	(λ-T)

6. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

- 전통건축재료의 성능 분석 DB 자료의 보급을 통해 다양한 건축분야에서 활용
 - 건축자재 제조회사
 - 건축환경 시뮬레이션 프로그램
 - 건설회사, 설계사, 건축환경 연구소, 설비회사, 학교 등
- 기술개발을 통한 전통건축재료의 성능 DB 구축 및 활용
- 신재생(에너지) 분야, 전통건축/ 생태건축 분야와 연계활용
- 기술 개발의 연구내용을 건축자재 산업발전에 적극 활용
- 기술융합형 건축소재 개발 및 이를 이용한 친환경 건축자재의 보급 및 고기능성화
- 국내 목조건축 산업의 기술규격/기준 제정에 참조 및 활용
- 모듈화, Prefab기술체계 개발을 통한 국내 목조건축 산업 활성화
- 모듈러, Prefab 전용 부·자재의 개발 및 보급
- Prefab 맞춤형 표준공정표 개발 및 공기단축 도모
- 국내 기후, 실정을 반영하는 목조건축 구조체, 부·자재 및 모듈의 구조적 기준제시
- 친환경/ 기능성 실내마감재의 성능 기준
- 주거환경의 친환경/ 쾌적성 기준제시

나. 기대효과

- 친환경/ 유해물질 저방출 전통건축재료 활용을 통한 한스타일 생태건축의 실내 건강성 확보 및 전통건축재료의 현대화
- 전통건축재료를 활용한 건축자재의 친환경성, 실내환경 조절 기능성 건축자재의 개발로 한스타일 생태건축의 친환경성, 우수성을 알리고 소비자의, 한스타일 생태건축에 대한 인식 제고
- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재의 개발을 통해, 고품질, 고품격의 주거환경 구현 가능성
- 전통, 한옥 건축물에서 단점으로 지적받아왔던 온열환경을 개선함으로써 실내 쾌적성 향상
- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재의 개발을 통해, 고품질, 고품격의 주거환경 구현 가능성
- 현대인의 높아진 삶의 질 요구에 대한 수요 대처
- 친환경, 고기능성 건축자재의 해외시장 진출 및 수요창출
- 목재를 이용한 건축은 재실자의 쾌적성 증진, 환경성 질환 미 발생, 콘크리트에 비해 높은 단열성능 등의 강점을 가지고 있어, 고품질, 고품격의 주거환경에 적합하며, Prefab 기술개발을 통해 단점을 보완하여 더욱 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있을 것으로 기대
- 기술의 표준화와 설계, 시공, 상세의 부재로 기술발전이 미흡한 상태인 국내 전통 및 목조건축의 단점보완 및 한스타일 생태건축의 기술경쟁력 확보
- 모듈화·부품화 및 Prefab 기법으로 고품질의 주택 보급
- 모듈화 및 부품화를 통한 시공비 저감, 공기단축 효과로 한옥보급 저해요소가 완화된 한스타일 생태건축 보급 및 수요 대처
- 현장시공 간소화를 통해 현장생산성 향상
- 모듈화, Prefab 산업체계 구축을 통한 산업의 성장
- 대량생산/ 산업화를 통한 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 향상

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 2017년 ~ 2021년 (5년)
- 총 정부출연금 : 6,000백만원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 1,018백만원 이내

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고

판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
 - ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(1세부) 한스타일 생태건축 친환경 건축자재
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전통재료의 현대화, 제품화를 위한 연구를 수행하며, 객관적 성능평가를 기반으로 전통건축재료 및 자재의 현대화방안을 도출 ○ 전통건축재료/ 기능성 재료의 정량적인 물성데이터 확보 ○ Hygrothermal 환경에 대한 건축재료의 성능변화 데이터 확보 ○ 한스타일 생태건축의 특징을 반영한 인체 무해성, 친환경성을 구현할 수 있는, 전통건축재료를 활용한 친환경 건축자재 개발 ○ 실내 습도 조절 기능성 건축자재 개발 ○ RC, 철골조의 건축물 대비 낮은 축열성을 나타내는 목조건축의 냉·난방 부하를 저감하기 위한, 상변화물질의 잠열을 활용한 고축열성의 건축자재 개발 및 구조체 적용방안 도출 ○ 전통건축재료와 현대건축재료와의 융합, 성능향상 기술 연구 ○ 한스타일 생태건축의 실내환경 쾌적성 극대화를 위한, 실내 환경 조절 기능성 성능 향상 기술 연구 ○ 전통건축재료의 객관적인 성능 검증, 활용성 분석 및 현대화 방안 제시
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p data-bbox="167 1265 359 1355">가. 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 환경부의 2007년 신축 공동주택 실내공기질 측정·공고 제도 모니터링을 위한 설문조사' 결과에 의하면, 입주민의 93.5%가 실내공기질을 매우 중요하게 생각하며, 42.9%의 응답자는 실내공기질 개선을 위해 10~50만원을 투자할 의향이 있다고 조사되었음. 따라서 주거공간에서 실내공기질의 개선은 최우선적으로 해결해야 할 문제점 중 하나로 대두됨(환경부) ○ 최근 들어 실내환경과 건강에 대한 관심이 증가함에 따라, 건축분야에서도 다양한 형태의 친환경 건축재료, 천연건축재료에 대한 관심이 증가하고 있으며, 흙, 나무, 왕겨, 스트로베일, 우드칩, 왕겨 숲 등 다양한 생태재료를 활용하는 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 황토의 경우 수급이 용이하고 매장량이 풍부할 뿐만 아니라 원적외선을 방출하고 미생물의 작용과 정화작용, 습도의 조절 및 탈취기능 등의 뛰어난 성능으로 소비자들의 관심이 증대하고 있으며 황토방, 황토구들, 황토마루 및 황토 벽체 등의 형태로 수요와 제품개발이 증가하고

있음

- 전통 건축기술의 공법과 생태친화적인 기법은 대표적인 친환경 건축 기법 중에 하나이며, 최근 들어 현대인들의 쾌적한 삶에 대한 요구가 증대함에 따라, 이에 대한 관심 또한 높아지고 있음
- 향후, 국민의 삶의 질 향상과 웰빙과 친환경 제품에 대한 선호를 고려할 때 건축 재료 시장에서 전통 재료를 소재로 한 제품에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 기대됨
- 새집증후군의 원인이 되는 포름알데히드, 각종 VOCs 및 유해물질들은 실내공간에 설치되는 건축자재(목질판상제품, PVC 벽지, 각종 접착제, 도료 및 석고보드 등) 및 구조체(콘크리트)가 그 원인으로 지목되고 있으며, 이를 대체하고 유해물질 방출을 억제할 수 있는, 친환경 건축 재료에 대한 요구가 증대하고 있음
- 화학물질 기반으로 제작되는 현대의 건축자재로 인하여 주거 공간에서 환경질환성 질병에 대한 피해 사례가 증가함에 따라 친환경, 인체친화형 건축재에 대한 관심이 증대되고 있으며, 친환경/ 천연의 전통건축재료를 기반으로 하는 친환경 내외장재는 이러한 수요를 대체할 수 있을 것으로 판단됨
- 한옥, 중량목구조 및 전원주택에서 소비자들이 가장 불편하게 느끼는 부분은 동절기 온열쾌적성이 보장되지 않는 것이며, 이는 본 기획연구진의 설문조사를 통해서도 확인한 바 있어, 한스타일 생태건축 및 목조건축의 발전과 보급을 위해서는 온열환경 쾌적성이 보장되는 건축자재의 개발 및 요소기술을 개발하는 것이 시급한 실정임

나. 기술동향

- 유해화학물질을 흡착할 수 있는 기능성 건축자재의 연구 및 기능성 소재의 흡착 성능을 향상시킬 수 있는 소재 개발과 관련된 연구가 학/연 분야에서 다수 수행되어지고 있음
- 흡착 기능성 소재인 활성탄, 제올라이트, 다공성 천연광물 등을 물리적/ 화학적 개질을 통하여 흡착성능을 개선하거나, 건축자재 원재료, 접착제 및 도료 등과 혼합하여 건축자재와 적용가능성을 분석하는 연구가 수행된 바 있음
- 건축자재 생산업체에서는 오염물질 저방출과 유해물질 흡착 기능을 건축자재에 부여하기 위해 황토, 숯, 규조토 등의 자연소재를 혼합하여 건축자재를 개발한 사례들이 다수 존재함

- 콘크리트, 몰탈, 페인트, 목질판상제품 및 샌드위치 등 성형가능한 재료 및 보드타입의 건축자재에 PCM을 적용하려는 제품 개발 사례가 존재하며, 이는 PCM을 적용함에 있어 타 건축자재에 비해 경제적이며 PCM주입이 용이한 특성을 가지고 있기 때문에 해당 제품을 타겟으로 한 제품 개발이 이루어지고 있음
- 또한, PCM을 석고보드에 적용하여 에너지 효율을 높이고자 하는 연구가 한창 진행 중에 있으며, 석고보드는 방화성, 단열성, 차음성, 내진성, 무해성, 무신축성, 경제성 및 위생성이 좋아 실내 내장재로서 상당히 많이 사용되고 있어 석고보드의 열적효율을 높임으로서 건축물의 열효율개선을 도모하고 있음
- 황토, 한지 및 기와에 대한 연구 및 제품 개발은 상당히 활성화 되어 있는 상태이나 개발된 제품의 물리적, 화학적 특성에 대해 정밀하게 분석된 자료가 미흡하며, 시공법의 기준 부재로 보편적인 확산이 어려운 상태임
- 전통적 소재의 친환경적인 장점들을 활용하기 위한 목적으로 한지를 실내 벽면마감재료 개발하여 적용하려는 연구가 진행되었으며, 자연재료로 생산되는 한지가 가지고 있는 기능적인 특성과 전통적인 실내공간을 연출할 수 있는 심미적인 특성을 활용한 연구가 증가하고 있음

3. 연구개발내용

가. 세부과제별

연구내용

- 전통건축재료의 종류 및 성능 분석
 - 전통건축재료, 자재의 종류 및 적용방법을 정립하고, 실내공기질, 음환경 및 온열환경에 대한 영향성을 분석하며, 객관적인 성능 검증
 - 전통건축재료, 자재의 성능을 DB로 구축
 - 분석 자료 및 성능검증을 통한 현대적 건축자재로 개발 가능한 재료 및 부재 정립
- 국제기준(ISO 또는 EN)에 기반 한 재료물성 시험 및 분석
 - 건축물 열/습기(Hygrothermal) 부하해석을 위한 국제기준의 재료 물성시험
 - 전통건축재료 및 국내 주요 건축 내·외장재 시험분석 수행
 - EN ISO 12571, EN ISO 12572, EN ISO 7783-2, ISO 15148, ASTM E 96-95 등)
- 국외 최고수준의 건축물리 연구기관과 공동연구를 통한 분석결

- 과의 국제적 신뢰성 확보
- 전통건축재료의 기본물성 및 Hygrothermic 물성분석
- 건축재료 기본물성
 - 공극율, 밀도, 비열, 열전도율
- 건축재료 Hygrothermic 물성
 - 투습계수, 흡습율, 모세관계수, 투습계수-상대습도, 열전도율-상대습도, 열전도율-온도
- 기능성 전통건축재료 성능 분석
 - 오염물질 저방출 전통건축재료 발굴 및 성능 향상
 - 방·흡습(조습)의 전통건축재료 발굴 및 기능성 향상
 - 상변화물질의 잠열을 활용한 에너지 저장형 소재의 발굴 및 기능성 개선
- 전통건축자재의 성능향상
 - 전통건축재료의 친환경/ 유해물질 제거 기능발현
 - 기존 전통건축재료 개발 제품에서 발생하고 있는 내구성 저하, 강도미달 등의 약점을 보완한 성능향상 기술 연구
 - 친환경, 인체무해성의 한스타일 생태건축 전통건축재료 활용
 - 객관적인 검증을 통한 실내환경 개선 영향성 평가
- 실내환경 능동형 자기조절 건축자재 요소기술 개발
 - 바닥재, 벽지, 아트월 및 타일 등 실내마감자재에 기능성을 부여하기 위한 연구 및 방안 도출
 - 기능성 전통건축재료를 적용한 건축자재 개발
 - 유해물질 저방출 기능성 건축자재 개발
 - 에너지 저장형 소재의 건축자재 적용방안 도출
- 실내환경 조절 성능 분석
 - 능동형 자기조절 건축자재의 적용방안, 구성비율에 따른 실내환경 쾌적성 향상도 분석
 - 실내환경 흡·방습(조습) 조절성능 분석
 - 실내유해물질 저감성능 분석
 - 실내 온열환경 쾌적성 지속성능 분석
- 현대 건축재료와의 융합 기술 연구
 - 유기화학제품을 대체할 수 있는 소재 발굴 및 분류
 - 바닥재, 벽장재 및 도료 등 실내마감재와의 융합 기술 개발
 - 고효율, 고성능의 현대 건축재료와 친환경적 전통건축재료의 융합방안 연구

4. 연구개발 추진방법

- 가. 추진전략**
- 산/학/연 연계를 통한 연구수행으로 연구결과의 정확성, 정량적인 성능검증 및 신뢰성 확보
 - 건물에너지/ Hygrothermal 해석 및 국외 최고수준의 건축물리 연구기관과의 전략적 공동연구 수행을 통한 전통건축/ 기능성 재료의 물리적 특성 분석 값의 국제적 신뢰성 확보
 - 연구 자문단 기술세미나를 통한 성능개선 방안 고찰
 - 전통건축재료와 기능성 건축소재의 융합을 통한 기능성 건축자재 개발 기술
 - 융합기술형 기능성 건축자재
 - 고기능성 건축자재 개발 기술
 - 제품 실현화를 위한 실증 연구
 - 국내 건축자재 회사와 긴밀한 연구협력 구축
 - 기능성 건축자재 개발 전략 도출

- 나. 추진체계**
- 국토교통부 + 산/학/연 + 국외 최고수준의 건축물리 연구기관
 - 건축재료 전문가, 기술검토 및 전문가, 건축자재 생산자, 성능 분석 연구원

5. 최종성과물

- 가. 주요 최종성과물**
- 전통건축재료의 종류 및 성능 분석
 - 전통건축재료의 성능 분석 결과
 - 성능 결과 보고서
 - 전통건축자재 성능 DB

성능 구분	주요내용	비고
공극율	다공성에 따른 함습량 영향성 분석	(P)
밀도	공극을 포함한 단위부피에 대한 밀도	(ρ)
비열	축열성능을 분석하기 위한 비열의 분석	(c)
열전도율	밀도와 열전도율의 상관관계	(λ)
투습계수	전통건축재료의 투습 저항성 분석	(μ)
함습율	RH(%) 변화에 따른 재료의 함습성능 변화	(w, wf)
모세관계수	경시변화에 따른 습기의 이동 계수	(A-value)
투습계수-상대습도	RH(%) 변화에 따른 투습계수 변화 분석	(μ-RH%)
열전도율-상대습도	RH(%) 변화에 따른 재료별 열전도율의 변화 분석	(λ-RH%)
열전도율-온도	온도 변화에 따른 재료별 열전도율의 변화 분석	(λ-T)

- 전통건축재료의 성능향상
 - 전통건축재료를 적용한 친환경/ 기능성 건축자재 개발 방안
 - 전통건축재료의 유해물질 저방출 성능향상 기술
 - 건축자재의 실내 흡습/방습 기능성 평균값 20% 향상
 - 전통건축재료의 단점을 보완한 성능향상 기술
 - 실내 온열환경 능동형 자기조절 건축자재 요소기술 개발
 - 바닥재, 벽지, 아트월 및 타일 등 축열 기능성 실내마감재
 - 실내환경 조절 기능성 분석 결과 보고서
- 현대 건축재료와의 융합 기술
 - 화학재료 기반 건축자재 대비 유해물질 방출량 20% 절감 기술
 - 바닥재, 벽장재, 벽지 및 도료 등 실내마감재와의 융합 기술
 - 건축자재의 축열 기능성 평균값 20% 향상 기술
 - 고효율, 고성능의 현대 건축재료와 친환경적 전통건축재료의 융합 방안
- 친환경/ 기능성 건축자재

6. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

- 전통건축재료의 성능 분석 DB 자료의 보급을 통해 다양한 건축분야에서 활용
 - 건축자재 제조회사
 - 건축환경 시뮬레이션 프로그램
 - 건설회사, 설계사, 건축환경 연구소, 설비회사, 학교 등
- 기술개발을 통한 전통건축재료의 성능 DB 구축 및 활용
- 신재생(에너지)분야, 전통건축/생태건축 분야와 연계하여 활용
- 기술 개발의 연구내용을 건축자재 산업발전에 적극 활용
- 기술융합형 건축소재 개발 및 이를 이용한 친환경 건축자재의 보급 및 고기능성화

나. 기대효과

- 친환경/ 유해물질 저방출 전통건축재료 활용을 통한 한스타일 생태건축의 실내 건강성 확보 및 전통건축재료의 현대화
- 전통건축재료를 활용한 건축자재의 친환경성, 실내환경 조절 기능성 건축자재의 개발로 한스타일 생태건축의 친환경성, 우수성을 알리고 소비자의, 한스타일 생태건축에 대한 인식 제고
- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재의 개발을 통해, 고품질, 고품격의 주거환경 구현 가능성
- 전통, 한옥 건축물에서 단점으로 지적받아왔던 온열환경을 개선함으로써 실내 쾌적성 향상

- 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 한스타일 생태건축 건축자재의 개발을 통해, 고품질, 고품격의 주거환경 구현 가능성
- 현대인의 높아진 삶의 질 요구에 대한 수요 대처
- 친환경, 고기능성 건축자재의 해외시장 진출 및 수요창출

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 2017. ~ 2021. (5년)
- 총 정부출연금 : 2,250백만원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 430백만원 이내

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제

시

- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
 - ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(2세부) 한스타일 생태건축 Prefab, 모듈화 기술
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모듈화, Prefab의 산업체계를 구축하고, 관련 산업을 성장시키기 위하여, 현재 중소기업 규모로 개발되고 있는 모듈화, Prefab 기술의 부·자재, 부속품 및 공법을 규격화하여 제반기술의 기초를 완성함 ○ 한스타일 생태건축과 목조건축 모두 적용 가능하도록 규격을 통일하고, 기술개발을 위한 기술체계를 정립함 ○ 전통건축 모듈의 특성을 분석하여 한스타일 생태건축 모듈러 시스템의 Proto-type을 개발하고, 모듈화·부품화가 적용된 순환 프로세스를 개발함 ○ 부재별 표준설계 시스템과, 부재간 결구방식 매뉴얼 및 Prefab 공법 맞춤형 표준공정표를 개발하여 보급함
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p data-bbox="167 987 359 1070">가. 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 목구조 건축물은 환경에 대한 부하가 낮고, 녹색기술을 적용하여, 친환경 저에너지 생태건축으로서 저탄소성장을 추구할 수 있는, 현 사회가 요구하는 미래 유망적인 건축물임 <ul style="list-style-type: none"> - 목재를 이용한 건축은 재실자의 쾌적성 증진, 환경성 질환 미 발생, 콘크리트에 비해 높은 단열성능 등의 강점을 가짐 ○ 국내 전통 및 목조건축은 기술의 표준화, 설계/시공/ 상세 디테일의 부재로 기술의 발전과 확산이 미흡한 상태임 <ul style="list-style-type: none"> - 기술 표준화, 부재 및 건축자재의 개발을 통한 전통 및 목조건축의 기술향상이 시급한 시점임 - 전통건축재료 및 건축자재를 현대적 주거공간에 적용하기 위해서는 기계/물리적 성능에 대한 객관적인 지표 설정이 필요하며, 설정된 성능지표를 만족할 수 있는 건축자재의 개발이 필요함 - 재료의 성능, 개발된 건축자재, 부재의 정보를 DB화하여 모듈화·부품화 및 Prefab 산업체계 구축을 위한 기초자료 및 제반기반 마련의 필요성 ○ 비싼 단가, RC조·철골조에 비해 복잡한 현장작업이 목조건축의 문제로 지적되고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 따라서 이러한 문제점들을 기술의 표준화를 통한 Prefab와 접목하면 공장생산 및 산업화가 가능해지며, 원가 및 시공비 절감, 현장공정 간소화를 통해 기술·가격 경쟁력을 확보할 수 있음

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prefab의 건식공법은 균질한 품질의 건축, 공기단축, 산업화를 통한 가격 경쟁력 확보, 현장공정 간소화를 통한 현장 안전사고 감소 등의 강점을 가짐
<p>나. 기술동향</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에 보급되고 있는 모듈러 건축은 주택의 경우 내력벽 구조 및 Steel Stud를 활용하고, 3층 이상의 기숙사, 학교, 군막사 등은 라멘(기둥-보) 골조로 구조를 형성하고 있음 ○ 적층형의 철골조 모듈은 유닛의 개발과 시공 및 접합에 대한 기술개발이 다수 이루어지고 있으며, 개발 업체별 기술과 실적을 누적 중에 있음 ○ 목구조의 모듈 개발과 Prefab/ 공업화 주택의 경우 산림과학원과 국내 업체에서 일부 연구를 수행한 바 있으나, 실증사례가 극히 미비하여 향후 추가적인 기술개발과 다수의 실증사례가 필요할 것으로 판단됨 ○ 또한, 국내의 소비자들은 ‘모듈러 주택’에 대하여 컨테이너 주택, 저비용 건축물 및 값싼 디자인의 획일화 된 주택이라는 시각이 잔존하고 있어, 모듈러 및 Prefab/ 공업화 주택에 대한 인식 제고와 디자인 유형 개발의 필요성이 제기되고 있는 상태임
<p>3. 연구개발내용</p>	
<p>가. 세부과제별 연구내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prefab 맞춤형 재료선정 기준 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현대식 재료와의 조화를 고려한 재료선정 - 한스타일 생태건축의 친환경성을 반영한 재료선정 기준개발 ○ 한스타일 생태건축 치수체계 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국산재 침엽수를 활용한 한스타일 생태건축 치수체계 - 치수체계에 따른 부위별 모듈 상세 개발 ○ 부재 간 결구방식의 현대화 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 연결철물, 열결 부자재 개발을 통한 결구방식의 현대화 - 연결철물, 열결 부자재의 정량적인 성능평가 및 수준 설정 - 부재 간 결구방식 지침 및 시공매뉴얼 개발 ○ Prefab 목조건축 맞춤형 축조 및 조립기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 Prefab 기술의 성능평가 및 표준화 - 한스타일 건축 prefab공법 맞춤형 표준공정표 개발 ○ 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전통건축의 모듈의 특성요인 도출 및 분석 - 한스타일 생태건축 용도별 Proto-type 모듈러 시스템 개발

- 증축 및 개축(실의 병합 및 분화)등 변화대응 평면유형 개발
- 모듈화 · 부품화가 적용된 한스타일 생태건축 순환 프로세스 개발
- 부재별 표준설계 시스템 개발
 - 부재의 유형화를 위한 연구: 예로 축조방식별(기초부, 축부, 지붕가구부, 지붕, 수장부), 구조기능별 등
 - 부재 유형별 표준설계 가이드라인 개발
 - 순환 가능한 모듈, 부품 모델연구

4. 연구개발 추진방법

가. 추진전략

- 부품화 · 모듈화를 위한 산업기반 체계 구축
 - 국내 목조건축 패널 제작 업체의 기술현황을 파악하고 기술검토 및 전문가 자문을 통한, 기술 통일화를 위한 방안 도출
 - 재료 · 부재의 규격을 통일하며 부품화 대상 재료의 설정
 - 국내 건축자재회사를 대상으로 모듈화 기술 개발을 타진하며, 모듈화의 수준을 설정
- 산/학/연 공동연구를 통한 목조건축 산업체계의 체질 개선
 - 국내 목조건축 기술의 수준 파악 및 국산화를 위한 필요기술을 정립하며, 기술의 숙성 단계에 따라 연구목표 단계 설정
 - 국내 목조건축 산업기반 구축과 육성을 위해 산·학·연 협동 연구를 진행하며, 주요 기술과 재료, 부재의 국내 규격을 설정하여 기술 개발을 위한 토대 마련
 - 연구결과를 토대로 개발된, 주요기술의 상세디테일을 제작하여, 기술의 보급과 확산을 유도

나. 추진체계

- 국토교통부 + 농림수산식품부 + 산/학/연
- 목조건축 전문가, 목조패널 제작 업체 전문가, 기술검토 및 전문가, 국내건축자재 전문가, Prefab·모듈화 기술 전문가, 시공회사, 건축기술 연구원

5. 최종성과물

가. 주요

최종성과물

- Prefab/ 모듈러 실용목적 아이디어·특허 등 개념정립
 - Prefab 전략 도출
 - 모듈러 생산체계 구축 방안 도출 사례집(DB)
- 실험실 규모의 기본 성능 검증
 - Prefab, 모듈러 규격 표준화 성능지표 보고서
 - Prefab 맞춤형 재료선정

- Prefab 설계지침서 개발
- 모듈러 부재·재료 개발
- 소재/부품/시스템 핵심성능 평가
 - 부재별 표준설계 시스템 개발
 - 한스타일 생태건축 모듈러 시스템 개발
 - 모듈러 시스템 가이드라인 작성
- Proto-type 시작품 제작 및 성능 평가
 - 모듈러 부재 생산체계 정립
 - 모듈러 부재생산성 평가
 - 모듈러 부재의 품질평가
 - 성능보고서 및 품질보고서

6. 활용방안 및 기대효과

가. 활용방안

- 연구내용을 목조건축 기술개발과 산업발전에 적극 활용
- 국내 목조건축 산업의 기술규격/기준 제정에 참조 및 활용
- 모듈화, Prefab기술체계 개발을 통한 국내 목조건축 산업 활성화
- 모듈러, Prefab 전용 부·자재의 개발 및 보급
- Prefab 맞춤형 표준공정표 개발 및 공기단축 도모

나. 기대효과

- 고품질의 주거모델 구현 및 쾌적한 주거환경 제공
 - 목재를 활용한 고품질의건축은 재실자의 쾌적성 증진, 환경성 질 환 미 발생, 콘크리트에 비해 높은 단열성능 등의 강점을 가지고 있어, 고품질, 고품격의 주거환경에 적합하며, Prefab 기술개발을 통해 단점을 보완하여 더욱 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있을 것으로 기대
- 기술의 표준화와 설계, 시공, 상세의 부재로 기술발전이 미흡한 상태인 국내 전통 및 목조건축의 단점보완 및 한스타일 생태건축의 기술경쟁력 확보
- 모듈화·부품화 및 Prefab 기법으로 고품질의 주택 보급
- 모듈화 및 부품화를 통한 시공비 저감, 공기단축 효과로 한옥보급 저해요소가 완화된 한스타일 생태건축 보급 및 수요 대처
- 현장시공 간소화를 통해 현장생산성 향상
- 모듈화, Prefab 산업체계 구축을 통한 산업의 성장
- 대량생산/ 산업화를 통한 한스타일 생태건축의 가격경쟁력 향상

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : 2017. ~ 2021. (5년)

- 총 정부출연금 : 2,250백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 328백만원 이내

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용
 - ※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

연구개발과제명	(3세부) 한스타일 생태건축 자재·부재 평가기준 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한스타일 생태건축의 실내환경지표를 도출하여, 한스타일 생태건축의 자재·부재의 실내환경 영향성을 분석할 수 있는 기준 및 평가방법 정립 ○ 한스타일 생태건축의 품질을 보증하고, 부재의 구조적 안전성 및 자재의 정량적인 에너지성능을 판단할 수 있는 성능기반의 평가기준 개발
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	
가. 연구개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한스타일 생태건축의 환경친화·생태적 기법 및 쾌적성을 평가할 수 있는 평가기법에 대한 기준 및 제도의 부재 ○ 현재 목조건축자재의 치수체계는 북미규격인 인치단위를 사용하고 있으며, 한스타일 생태건축의 세계적 경쟁력 확보, 정체성 강화 측면에서 국내산 침엽수 구조재의 평가를 통한 한스타일 치수체계 확립의 필요성 ○ 목조건축물의 낮은 축열성능을 보완하고, 이를 평가하기 위한 건축물 축열성능의 객관적인 평가방안 및 평가기준의 필요성 ○ 성능기반의 품질확보체계 구축을 위한 한스타일 생태건축에 적합한 에너지성능 기준 및 열교방지, 기밀성, 단열수준 등의 성능목표치 도출의 필요성
나. 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 목조건축은 90년대 들어서 북미식의 목조주택이 보급되기 시작되어 일반인들에게 알려지기 시작하였으며, 1997년 KS F 3020 (침엽수 구조용재)와 KS F 3021 (구조용 집성재) 규격이 제정되고 1998년도에는 구조용재의 휨 시험 방법, 육안등급구분 방법, 허용성질 결정 방법 등의 시험규격이 제정되어져 왔으나, 국내의 현대 목구조의 역사는 다소 짧은 상태이며 대부분의 규격과 기준도 북미식의 기준을 참고하여 제정되어 있는 실정임 ○ 축열 기능성 건축자재는 다수 개발되어지고 있으나, 기능성에 대한 정량적인 평가기법은 부재인 상태임 ○ 목조주택 주거환경의 친환경, 생태적 기법, 쾌적성을 평가할 수 있는 기준 및 평가제도가 미비한 상태임

3. 연구개발내용

- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 기준
 - 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적 성능 기준
 - 한스타일 생태건축 부위별 모듈의 성능 기준
 - 연결철물 및 부자재의 성능 기준
- 성능기반의 품질확보체계
 - 한스타일 생태건축 성능기반의 평가기법 정립 및 지표화
 - 완성된 지표의 DB 구축
 - 성능기반 품질확보 지침 및 가이드라인 작성
- 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 및 기준 개발
 - 한스타일 생태건축 자재·부재의 실내환경 영향성 평가
 - 온열환경 평가기준 제시
 - 축열 기능성 건축자재 성능평가기술 연구
 - 친환경/ 쾌적성확보를 위한 건축자재의 성능목표치 제시

4. 연구개발 추진방법

가. 추진전략

- 한스타일 생태건축 치수체계에 따른 구조적인 기준과 자재·부재의 성능을 설정하기 위해 산·학·연 협동 연구를 진행하며, 주요 기술과 재료, 부재의 국내 기준 및 규격을 설정하여 성능확보를 위한 토대 마련
- 국산재 활용 증가의 필요성이 국내 전문시험평가기관의 공동연구 수행으로, 국산재를 활용한 목조건축 부재/ 자재의 최소 기준 도출
- 산/학/연 공동연구를 통한 성능기준 마련
 - 연구결과를 토대로 주요 기술의 기준을 개발하고, 보급하여 기술 확산 유도
 - 평가기술의 전문성과 설정 기준의 신뢰성 확보를 위하여 목조건축 및 Prefab 산업계, 연구소 및 전문시험기관과의 협업을 통해 성능평가방법, 성능평가 기준, 실험방법에 대하여 정립함
 - 전문시험기관의 Mock-up 테스트를 통한 한스타일 치수체계 기준의 적절성/ 안전성 검증
- 연구자문단, 학회를 통한 검증
 - 수행과업 내용의 타당성 검토와 신뢰성 확보를 위해 목조건축 및 한스타일 생태건축과 밀접한 학회/ 협회를 통해 기술세미나를 개최하여 전문가집단의 의견 수렴

<p>나. 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 국토교통부 + 산/학/연 + 시험평가 전문기관 - 목조건축 전문가, 건축법 관련 전문위원, 성능 시험 연구원, 기술검토 및 전문가, 건축기술 연구원
<p>5. 최종성과물</p>	
<p>가. 주요 최종성과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한스타일 생태건축의 평가기준 <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 치수체계의 구조적 기준 - 자재·부재의 성능 기준 및 평가기준 - 연결철물의 성능 기준 및 평가방법 - 평가기술 보고서 및 가이드라인 - 한스타일 생태건축 온열환경 기준제시 - 기준 개정 및 제정안 ○ 친환경/ 쾌적성 평가기술 <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 친환경/ 쾌적성 지표 - 기능성 건축자재의 실내환경 영향성 평가기술 - 한스타일 생태건축 건물에너지 평가모델
<p>6. 활용방안 및 기대효과</p>	
<p>가. 활용방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국산재를 활용한 목조건축 산업의 기초육성 ○ 한스타일 생태건축 치수체계 보급 및 규격의 국산화 ○ 국내 기후, 실정을 반영하는 목조건축 구조체, 부·자재 및 모듈의 구조적 기준제시 ○ 친환경/ 기능성 실내마감재의 성능 기준 ○ 주거환경의 친환경/ 쾌적성 기준제시
<p>나. 기대효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한스타일 생태건축 자재·부재의 평가기준 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 한스타일 생태건축 자재의 실내 영향성 평가방법 개발 및 성능목표 도출 - 한스타일 생태건축 부재의 구조성능 분석 및 성능목표 도출 - 정량적인 성능에 기반한 전통건축자재의 평가기준 확립 ○ 한스타일 생태건축의 보급 및 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 국산재를 이용한 구조재 개발을 통해 한스타일 치수체계 확립 및 보급 - 객관적인 평가와 정량적인 성능을 기반으로 한 한스타일 생태건축 이해도 향상 - 한스타일 생태건축의 쾌적성 지표의 활용이 가능한 평가기준 (실내쾌적성 지표, 친환경성 지표, 구조체 축열성능 등)

7. 연구개발기간 및 소요예산	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구개발기간 : 2017. ~ 2021. (5년) ○ 총 정부출연금 : 1,500백만원 이내 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 정부출연금 : 260백만원 이내
8. 기 타	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제의 보안등급은 “일반/보안 과제”임 ○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 <ul style="list-style-type: none"> ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://mdgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시 ○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시 ※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시 ○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및

사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을
연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 연구수행과정에서 실험이 필요한 경우, 「분산공유형 건설연구 인프라 구축」 과제결과로 구축된 “분산공유 6대 실험시설” 우선 활용

※ 공고시 첨부한 “분산공유형 건설연구 인프라 실험시설 소개자료” 참조

2절. 평가기준 설정

기준항목		세부항목
연구개발목표(10점)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 및 연차별 달성 목표의 명확성·타당성(5점) ○ 성과목표/지표 설정의 명확성·적정성(10점)
연구개발내용(20점)		<ul style="list-style-type: none"> ○ RFP 와의 부합성 ○ 과제 목표달성을 위한 세부과제 구성 및 상호연계성(5점) ○ 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성(5점) ○ 연차별 연구내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획(20점)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구수행체계 적정성(5점) ○ 연구추진 전략의 구체성·적절성(5점) ○ 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점) ○ 연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
연구성과물 실용성 및 경제성(40점)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발기술의 혁신성·차별성(10점) ○ 활용방안의 적절성·구체성(10점) ○ 개발기술의 실용성·사업성(10점) ○ 경제적 기대효과(투자 및 파급효과)(10점)
연구책임자의 관리능력 및 연구진의 전문성(10점)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구책임자의 연구과제 관리 및 운영 능력(5점) ○ 연구진의 전문성 및 해당분야 실적(5점)
기타	부합성 평가	○ 평가위원 과반수가 연구개발계획서와 과제제안요구서(RFP)가 부합되지 않는다고 판정할 경우 탈락 조치
	중복성 평가	○ 평가위원 과반수가 기 수행되었거나 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정할 경우 탈락 조치

부록

참고문헌

- 국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS), 2014년도 국가연구시설장비 조사분석 보고서
- 국토교통과학기술진흥원, 한스타일 생태건축 독일오스트리아 전통건축 및 생태건축관련 답사 및 인터뷰, 2015
- 국토교통부, 건강친화형 주택 건설기준 (제2013-612호), 2014
- 국토교통부, 건설공사기준 코드체계 (제2013-640호), 2013
- 국토교통부, 건축구조기준 (제2014-409호), 2014
- 국토교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 2015
- 국토연구원, 건설환경 변화에 대비한 건설정책 재정립 방안, 2014
- 농림축산식품부, 농어촌주택 표준설계도, 2014
- 산림청, 국내 목재수급 현황, 2005~2014
- 서울대학교 산학협력단, 국가 표준 건축설계기준 개발 및 시행을 위한 기획, 2011
건설교통 연구기획사업 최종보고서, 2012
- 양은지, 김개천, 생태 미학적 관점에서 본 지속가능한 건축 공간 특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집, 21(4); 31-39, 2012
- 양은지, 김개천, 한국 전통 건축 공간에 나타난 건축 재료의 특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 21(6); 224-232, 2012
- 윤중연, 유슬기 외 2인, 모듈러 건축 삶을 지속시키는 네모난 희망, LG global challenger, 2014
- 이홍일, 박철한, 국내 건설투자 증장기 변화 추이 전망, 한국건설산업연구원, 2014
- 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술개발 기획연구 최종보고서, 2013
- 통계청, 국내 연도별 건축물 총 착공현황, 2001~2014
- 통계청, 국내 연도별 목구조 건축물 총 착공현황, 2001~2014
- 포항산업과학연구원, 이동과 재사용이 가능한 모듈러 건축기술개발 및 실증연구 기획보고서, 국토교통부, 2013
- 한국공기청정협회, 친환경건축자재 단체품질 인증제도 (Healthy Building Material; HB)
- 한국과학기술기획평가원, OECD자료로 살펴본 세계과학기술인력 현황, 2015
- 환경부, 신축 공동주택 실내공기질 측정·공고 제도 모니터링을 위한 설문조사, 2007
- 환경부, 실내공기질 관리 기본계획, 2015~2019
- 환경부, 환경기술 및 환경산업 지원법, 2016
- 환경부, 환경마크제도
- KS F 9002:2015, 경골 목구조의 시공 표준

- Department for Communities and Local Government, Accredited Construction Details, 2007
- Energy Saving Trust, Enhanced Construction Details, 2009
- Hashem J. Alqallaf, Esam M. Alawadhi, Concrete roof with cylindrical holes containing PCM to reduce the heat gain, Energy and Buildings 61; 73-80, 2013
- Huann-Ming Chou et al, A new design of metal-sheet cool roof using PCM, Energy and Buildings 57; 42-50, 2013
- I. Hernandez-Lopez, J. Xaman et al, Thermal energy storage and losses in a room-Trombe wall system located in Mexico, Energy 109; 512-524, 2016
- Isabel Ceron, Javier Neila et al, Experimental tile with phase change materials (PCM) for building use, Energy and Buildings 43; 1869-1874, 2011
- Jan Kosny, Kaushik Biswas et al, Field thermal performance of naturally ventilated solar roof with PCM heat sink, Solar Energy 86; 2504-2514, 2012
- MSI Reports, The UK market for Modular and Portable Buildings, 2008
- Rural ZED, The Zero Carbon House is Ready, 2004
- Shazim Ali Memon, Tommy Yiu Lo et al, Preparation, characterization and thermal properties of Lauryl alcohol/Kaolin as novel form-stable composite phase change material for thermal energy storage in buildings, Applied Thermal Engineering 59; 336-347, 2013
- WHO, The Right to Healthy Indoor Air, 2000
- 日本建築センター `工業化住宅評定` 評価の歩み `2006
- 공동주택관리정보시스템 <http://www.k-apt.go.kr/>
- 국가건설기준센터, <http://www.kcsc.re.kr/>
- 국가과학기술지식정보서비스 <http://www.ntis.go.kr/>
- 국가한옥센터, <http://www.hanokdb.kr/>
- 국토교통부 하자심사 분쟁조정 위원회, <https://www.adc.go.kr/>
- 녹색건축 인증제(G-SEED) 통합운영시스템, <http://www.g-seed.or.kr/>
- 미국 환경보호청, <https://www3.epa.gov/>
- 엔에스홈 (NShome), <http://www.nshome.net/>
- 일본 프리패브주택협회, <http://www.purekyo.or.jp/>
- 하우스스타일 (HAUSSTYLE), <http://hausstyle.co.kr/wp/>
- 하우스팩토리 (Housing Factory), <http://www.housingfactory.co.kr/>
- 한국과학기술기획평가원 <http://www.kistep.re.kr/>
- 2015 International Building Code (IBC), <http://codes.iccsafe.org/app/book/toc/2015/I-Codes/2015%20IBC%20HTML/>
- Australian Building Codes Board, <http://www.abcb.gov.au/>

- Austrian Sustainable Building Council (ASBC), <https://www.oegnb.net/>
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), <http://www.breeam.com/>
- Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE), <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Code_for_Sustainable_Homes
- Living Building Challenge, <http://living-future.org/lbc>
- National Building Code of Canada 2015, http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/publications/codes_centre/2015_national_building_code.html
- Planning portal, <https://www.planningportal.co.uk/>
- U.S. Green Building Council-Leadership in Energy and Environmental Design(LEED), <http://www.usgbc.org/leed>
- WELL Building Standard™ - Delos®, <http://delos.com/>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술 연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.