

2013
도시
건축
기획
A-05

비용
절감형
장수명주택
보급모델
및
기술개발
기획보고서

2013

국
토
교
통
부
국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and Transport R&D Report

건설교통연구기획사업 기획보고서

R&D /
2013-도시건축기획-A05

비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발 기획보고서

2013. 10. 31.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
협동연구기관 / 에스에이치공사
(주)콘스텍

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 "비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발 기획" 과제의
최종보고서로 제출합니다.

2013. 10. 31.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 김수암

연구원 : 황은경

.. : 신성은

.. : 박진아

.. : 이인경

.. : 이시우

객원연구원 : 정준수

협동연구기관명 : 에스에이치공사

협동연구책임자 : 김형근

연구원 : 강지연

.. : 이학주

.. : 김진성

.. : 김미연

협동연구기관명 : 콘스텍

협동연구책임자 : 손영진

연구원 : 길병남

.. : 홍순호

보고서 요약서

과제고유번호	2013-도시건축기획-A05	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.04.01.~ 2013.10.31	단 계 구 분	(1단계)/ (1단계)
연 구 사 업 명	중 사 업 명	건설교통연구기획사업			
	세부사업명				
연 구 과 제 명	대 과 제 명	비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발			
	세부과제명				
연 구 책 임 자	김 수 압	해당단계 참 여 연구원수	총 : 16명 내부 : 7명 외부 : 명	해당단계 연 구 비	정부 : 70,000천원 기업 : 천원 계 : 70,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 16명 내부 : 7명 외부 : 명	총연구비	정부 : 70,000천원 기업 : 천원 계 : 70,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국건설기술연구원 미래건축연구실		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약				보고서면수	213
본 과제는 벽식구조 공동주택 수준의 비용으로 건설할 수 있는 장수명 공동주택 보급모델 및 기술개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 비용절감을 통한 보급모델을 개발하여 실증하고 장수명주택 보급을 위한 제도의 개선과 개발을 위한 2가지 방향으로 기획을 진행하였다. 첫째 기존 장수명주택의 연장선상에서 100년을 지향하는 장스팬 기둥방식의 내구성을 가지는 구조체 등(Support)을 바탕으로 내부공간의 가변성을 갖추고 설비와 내장 등(Infill)을 쉽게 유지관리·교체하게 할 수 있는 장수명주택의 보급모델을 위한 설계와 시공, 인필기술을 개선·개발하기 위한 기획이다. 두 번째 지금까지 시도되지 않았던 실제 단지/주택을 대상으로 보급모델의 시범사업을 통한 현장 공기단축 시공으로 비용절감 실증방안의 기획에 중점을 두었으며, 이와 연계하여 장수명 공동주택의 보급 활성화를 위한 정책과 제도의 검증과 실현을 위한 방향을 수립하는 것이다. 장수명주택 기술을 확대 보급함으로써 30년 미만의 짧은 국내 주택 수명을 100년으로 연장하여 조기전면철거 재건축에 소요되는 사회비용을 절감함과 동시에 평생 맞춤형주택과 소음에서 해방된 행복한 국민생활을 실현할 수 있을 뿐만 아니라 자원 절약과 장수명주택 산업의 고용창출을 촉진할 수 있는 효과를 가져 올 수 있다.					
색 인 어	한 글	장수명주택, 비용절감 모델, 실용화, 공기단축, 실증단지, 제도화			
	영 어	Long-life Housing, Cost Saving Model, Practical Realization, Shortening of Construction Period, Test Bed, Institutionalization			

요 약 문

I. 제목

: 비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발 기획

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

- 벽식 아파트 건축비 수준으로, 100년 내구성을 보유한 구조체와 분리 가능한 외피·내장·설비로 구성되어 건물 생애주기 동안 유지관리가 용이하고 가변성이 뛰어나며 층간소음 등 주거성능이 우수한 공동주택.

(Support+Cladding+Infill)

- 100년 지향의 고내구성 기동식 구조(support)
- PC등의 탈부착 가능+다양한 디자인의 외피(cladding)를 구조체와 분리
- 이설 및 재설치가 용이한 가변형 내장재(Infill)
- 구조체에 매설하지 않아 점검과 유지보수가 용이한 설비 시스템(Infill)과 슬래브다운(Slab-down)을 하지 않는 층상배관 시스템을 통하여 장수명과 소음저감을 동시에 실현.



그림 1. 비용절감형 장수명주택의 개념

○ 기존 벽식구조 건축비수준에서 고내구성 기둥식 구조와 가변형 벽체·설비 등의 내장재(Infill)를 적용하여 교체·수선·유지관리의 용이성 확보 및 공동주택의 수명을 연장하고, 층상배관시스템 등을 통해 3無 (층간소음, 결로 방지, 새집증후군)아파트를 실현하는 기술 개발.

* 장수명주택의 기본개념 : 장기간(예:100년) 시대변화에 따라 적절한 성능과 기능을 수행할 수 있도록 수명이 길고 사회적으로 변화가 적은 Support(구조체 등)는 장기간 유지하고, 사회변화와 기능변화에 민감하고 수명이 짧으며 개인적인 Infill(벽체, 설비 등의 내장재)은 쉽게 교체·수선·유지관리하여 시간이 흘러도 기능과 성능의 저하 없이 사용할 수 있는 주택.

* 3無주택¹⁾ : 최근 발생하고 있는 층간소음, 결로, 새집증후군 등의 문제가 해결되어 쾌적하고 안전한 거주환경을 가진 주택을 의미함.

- 공동주택 바닥구조 기준 강화
- 공동주택 결로 방지 기준 신설
- 실내 오염물질 저방출 건축자재 사용대상 확대

2. 기술의 필요성

- 정부의 장수명 정책에 대한 흐름과 방향전환
- 단순 공급정책에서 품질·성능중심의 재고관리 중시정책 전환
 - 멸실로 인한 사회문제 해결 및 미래 신성장동력 확보
 - 장수명주택의 일부 성능요소 및 초기단계 제도화 시행



그림 2. 정부의 장수명 정책 흐름과 전환

1) 공동주택 바닥구조 기준 강화, 창호와 벽체에 대한 결로방지기준 신설, 친환경건축자재 사용대상 확대 등 주택의 품질기준을 강화한 「주택건설기준 등에 관한 규정」 개정(안)이 2013년 7월 15일 공포되어 2014년 5월 7일부터 시행될 예정이다.

- 장수명 공동주택 연구단(2005~2010 : 이하 선행 연구단) 연구내용
 - 장수명주택 요소기술 개발: 표준모델, 구조체, 인필
 - 장수명주택 제도 틀과 방향설정
 - 실증모델 2층 Mock-up 주택 건설

연구목표	-미래지향적이며 주택의 가용성(Capacity)이 높은 내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택 기술개발
핵심기술	-Mock-up, 근미래, 미래형 장수명 주택 평면개발, 부분슬래브다운혼합식구조개발, S&W간의 인터페이스 개발 -인필 요소기술 개발(건식온돌 이중바닥시스템, 세대내 벽체, 설비 시스템, 전장시스템, 경계벽, 상향배관 등) -장수명과 제도방향 제시
성과	-장수명 주택 요소기술 개발 (표준모델 및 지침 개발, 고내구 가변형 구조시스템 및 진동제어형 복합구조시스템 개발, 가변이 용이한 고내구성 Infill 시스템 개발 등) -Mock-up 장수명 주택 구현 (2층 Mock-up 건설) -리모델링을 대비한 트레 개정, 서울시 지속가능형 공동주택 기준에 일부 반영
경제성	-벽식구조 대비 고비용 : 최대 127%
모델	-59㎡, 84㎡형을 중심으로 한 가변형 공간 모델
Skeleton + 사용공간	-화장실 등 물 사용공간 Slab Down + 2층바닥



그림 3. 선행연구단 Mock-up House

- 기존 기술의 한계
 - (벽식구조 대비 고비용) 현재 대중화된 벽식구조 공동주택 건축비에 비해 초기건축비용 최대 127% 상승
 - (유지보수 용이성 결여) 수직 공용설비는 유지보수가 가능하며, 기술수준 및 설치비용 문제로 수평배관 시공 한계
 - (제한적인 가변성) 화장실 및 부엌 가변성이 거의 없으며, 접합부 부분의 미확보, 위치 고정형 가동칸막이 벽체 등 이동 한계
 - (시공성 고려 설계 및 시공 한계) 혼합구조와 슬래브 다운 부위의 물 사용 공간의 설치 등 시공성 고려 설계의 한계

- 장수명 연구 이후(2010-2013)에도 장수명주택 확산은 저조한 실정
 - 최근 3년간 7대 대형 건설사의 건설 주택 중 2%만 기둥식 구조
 - 민간부문 : 부분적 가변성이 있는 주택건설(혼합구조)
 - 공공부문 : SH공사, 2010년부터 기둥식 구조로 건설
 - 장수명 공동주택 인증기준 마련 (2015년 시행예정)

- 장수명 주택의 보급 저해 원인과 기술개발방향은 다음과 같다.
 - 실용화되어 있지 못한 원인을 건설비용 상승과 구체적인 제도개선 및 기술 정책 미비로 판단하였음.

- 따라서 기술개발방향을 공사비가 저렴한 벽식구조 수준의 비용절감방안 모색과 보급 현실화를 위한 장수명주택 인증제도 개선 및 인필인증제도 신설로 설정하였음.
- 보급모델의 개발 결과는 국내 장수명 주택건설과 주택산업 확대를 위한 기술과 정책뿐만 아니라 해외 진출을 위한 기반 기술로도 활용.

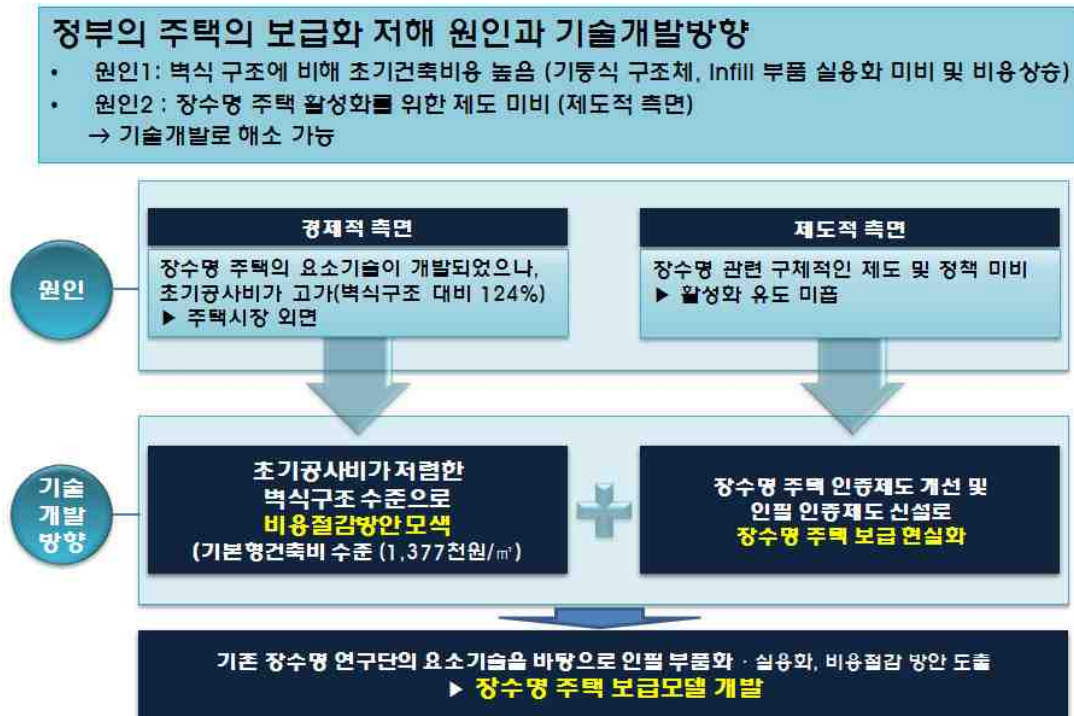
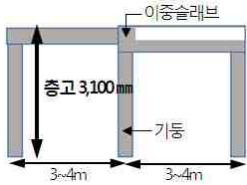
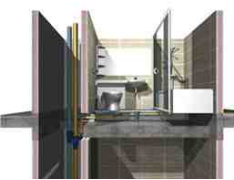
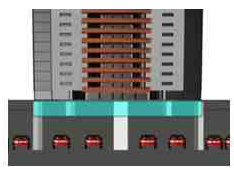


그림 4. 장수명주택의 보급화 저해 원인과 기술개발방향

3. 기존 연구과제(선행 연구단)와의 차별성

- 선행 연구단은 혼합구조방식과 물 사용 공간의 슬래브 다운을 기반으로 한 장수명주택 표준모델, 고내구성 구조 및 인필기술, 정책 및 제도를 개발하여 2층 Mock-up주택을 구현하였음
 - 구조방식 : 물 사용 공간의 슬래브 다운을 중심으로 한 기둥방식 복합구조
 - 내장 및 설비 : 세대간 벽체, 세대내 가변벽체, 2중바닥, 천장시스템, 슬래브 다운형 층상배관+UBR 시스템 등의 다양한 시스템 개발
 - 가변성 : 화장실 부분 고정, 가변성능 및 접합부성능 한계
 - 유지관리용이성 : 기술구현 가능
 - 성과 : Mock-up, 근미래 및 미래형 장수명주택 평면개발, 부분 슬래브 다운 혼합식 구조개발, S와 I간의 인터페이스 개발, 인필 요소기술 개발(건식 온돌 이중바닥시스템, 세대내 벽체, 설비시스템, 천장시스템, 경계벽, 층상배관 화장실 시스템 등), 장수명화 제도방향 제시
- 본 연구에서는 초기건축비용절감에 초점을 맞추어 선행 연구단의 연구성과를 개선하여 공동주택 단지/주거동 또는 주거동 일부 세대 구축을 통한 검증을 통하여, 건설시장에 보급이 가능한 장수명주택을 제시하는 것이 목표임.
 - 구조방식은 장스판, 층고절감형의 시공성을 고려한 기둥방식의 단순구조시스템, 층간 소음을 고려한 방식이며, 지상부는 단순한 장스판 기둥식 구조시스템 적용으로 비용절감뿐 아니라 평면의 가변성 확보가 유리.
 - 지하주차장의 골조시스템을 지상과 동일화한다면, 지하주차장의 가용면적이 증가하여 공사비 절감을 유도할 수 있음.
 - 내장 및 설비 : 핵심 인필기술의 공법, 성능조정 개선, 시공성 등 비용저감과 실용화 지향. 화장실은 벽 배관 등의 층간소음을 고려한 방식지향.
 - 구조체의 비용상승 외에 장수명주택 비용 상승 주요인의 또 다른 요인인 Infill의 공법개선과 비용절감 방안 개발 및 적용 확대와 대량생산방안을 유도하면, 장수명주택의 초기공사비 절감은 가능하다고 판단됨.
 - 단열재와 일체화된 PC외벽을 사용함으로써 외벽의 견고성과 에너지절감효과를 또 다른 목표로 고려함.
 - 가변성 : 평면의 가변성능 향상 및 인필 접합부 개선 실용화
 - 유지관리용이성 : 경제성 확보와 2중배관, 유지관리 용이성 기술구현 확대
- 개발 : 외피(접합방법, PC연합회 14개사 자문. LH와 공동연구한 보고서 등 활용)
 - 개선 : 구조체, 외피, 벽체, 바닥, 화장실 시스템, 지하주차장 등에 대한 비용절감, 성능, 공법, 디자인.

표 1. 선행연구단과 본과제의 차별성

구 분	현행	기존 과제 (선행연구단)	본 과제	비고
구조 (단면)	 습식내력벽+슬래브 구조	 기둥구조+Slab down	 Slab down 없는 장스팬 기둥식 구조	개선 (비용절감, 공법)
외피	 콘크리트 습식 벽체	 Mock-up : 외벽 ALC	 건식외피(PC 등)	개발 (접합부) / 개선 (공법, 성능, 디자인)
세대간 벽체	 콘크리트 벽체	 복합 재료벽체	 복합재료 벽체 등	기존 개발 재료/ 부품 활용
세대내 벽체	 콘크리트 내력벽체	 가구형벽체  위치고정 가변벽체 등	 가구형 칸막이벽체  패널형 칸막이벽체	개선 (접합부)
바닥	 습식온돌바닥 (경량기포+모르타르)	 건식온돌 이중바닥	 반건식온돌+ 일반바닥 (SH)  건식온돌 이중바닥	개선 (원가절감)
화장실	 아래층 천장배관(습식)	 층상배관, Slab down+이중바닥	 Slab down 없는 벽배관	시스템 전면개선 (공법, 성능, 디자인, 비용절감)
지하 주차장	 지상과 지하 다른 구조 (지하 피트층 주차불가)	- 연구에 언급되지 않음	 지상과 지하 동일 구조	개선 (비용절감, 공법)

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

- 장수명주택과 연관된 정책 및 제도가 미약하지만 1990년대 초반부터 부분적으로 시행되어 왔음.
- 국토부는 건축법 8조(리모델링에 대비한 특례)와 동 시행령 6조의3(리모델링이 쉬운 구조 등)과 고시 제2007-456(리모델링이 용이한 공동주택 기준)에 장수명주택의 기본적인 일부 내용 도입.
- 서울시에서는 2010년 건축법 제8조와 고시 제2007-456에 의거 「지속가능형 공동주택 지침」 제정하여 공공부문의 주택건설기준으로 운용. ‘지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준’ 과 인센티브를 적용하여 초기단계의 장수명주택 건설 유도.
- 공동주택 장수명화를 위한 정부 정책
 - 주택법 제21조의6(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등) 및 동 시행령 제66조 신설 및 고시를 제정하여 2015년부터 시행 예정.

표2. 국내 정책동향

주요정책	주요 관련 내용	R&D 사업/연구와의 연계성
건축법 8조 및 고시 (국토교통부)	■ 리모델링에 대비한 특례 ■ 고시에 근거한 “서울시 지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준” 서울시 지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준 ■ 미래에 대비하는 '지속가능형' 건축을 통한 건축물 가치의 공공성 증대. ■ 공공부문 아파트에 우선 의무화, 추후 분양부문까지 확대예정 ■ 서울시 건축위원회 공동주택 심의기준 - 별표3] 공동주택 허용용적률 인센티브 적용기준 - 별표4] 리모델링이 쉬운 구조의 공동주택 평가항목 및 기준 ■ 서울시의 장수명주택기준으로 활용하고 있으며, 구조시스템과 기본적인 설비시스템 적용	■ 기동방식으로 전환 유도. ■ 장수명 연구단의 연구성과 중 ‘장수명주택 초기단계’에 해당함. ■ 초기비용절감 개념 없음. ■ SH공사에서 현재 적용하고 있는 사항을 동향분석에서 활용.
장수명 공동주택 인증기준 도입 예정	주택법 제21조의6.(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등) 신설 (2014.2.7 시행) ■ 필수, 일반, 우수, 최우수로 등급화	등급과 관련한 장수명 주택의 수준을 고려하여 Support와 Infill 요소기술의 개선·개발 방향설정, 장수명 주택의 보급모델에 연계적용

2. 국외 정책동향

- 장수명 주택 기술이 가장 선진적이고 많이 보급된 일본은 정부가 주도적으로 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 정책 시행.
 - CHS 인정제도가 도입되고 1988년 Better Living이 인정사업 시작.
 - * CHS(Century Housing System): 장기간(100년) 쾌적하게 살 수 있는 주택을 제공하기 위한 설계·생산·유지관리에 걸친 Total System.
 - 물리적·기능적인 내구성이 높은 주택을 공급하는 것으로 주택의 자산 가치 유지, 양호한 주택 재고 충실화 지향
 - SI주택 기준 및 가변성에 초점을 둔 관련 법·제도의 개정
 - * Skeleton 상태 소방 사용승인, 세대별 사용승인, 가사용 승인 제도, Infill 자유설계를 위한 Skeleton 상태의 부동산 등기 가능
 - 장기우량주택촉진법 제정(2008)과 장기우량주택인정제도(2009) 및 인센티브 (* 소득세, 등록면허세, 부동산 취득세, 고정자산세 우대)
 - BL(Better Living)인정제도 운영을 통한 우량주택부품 개발 유도
: 일본 공업규격(JIS)와 별도로 1974년부터 시작, 장수명 주택과 연계.
- 유럽 : 정부 및 공공주도의 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 제도로 뒷받침.
- 네덜란드는 민간에서 우선적으로 기술개발이 이루어지고 국가표준과 정부의 정책으로 채택
 - 국가표준 NEN6000 : 주거 및 상업 건물의 분야에서 MC(Modular Coordination)에 대한 정의, 일반적인 규정과 규칙.
 - “건설 활동 발전전략 시나리오 연구(1984)” : 오픈빌딩 방향 제안
 - 네덜란드 건설협회(SOB)와 IOP-BOW(건설 Innovation Program)으로 오픈빌딩 채택
 - * 유럽의 장수명 주택: 석조중심의 건축으로 구조체의 내구성보다는 가변성과 내장재, 사용자 참여 중심으로 전개됨. 가변성을 중심으로 개발된 초기의 설계방법론인 SAR 설계방법론이 오픈 빌딩의 초기 개념, 후에 발전된 것으로 일반 건축물을 대상으로 할 때는 오픈빌딩, 주택을 대상으로 할 때는 Residential Open Building, Open Housing 등으로 불림. 일본의 CHS, SI주택, 장기우량주택이 여기에 해당함.
- 핀란드 : 기술개발 우선, 정부 중심의 시범사업 추진
 - 기술개발센타(Tekes)와 핀란드 기술연구센타(VTT), 헬싱키시청 개발부의 기술개발과 기술현상실시 (1999)
 - 헬싱키 시 교외에 시범사업 Milieu 2000 프로젝트 실시

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장동향

- 최근 거주자 요구에 대응하여 내부구조를 바꿀 수 있는 “맞춤형 아파트”라는 이름의 새로운 트렌드로 자리 잡아 건설사에서 가변형 아파트를 선보이고 있으나 부분적인 가변성에 그치고 있는 정도이며, 구조형식의 전환미비, 구조체와 설비·내장 등의 구분과 분리의 개념, 유지관리 및 리모델링 대비 개념, 인필의 확대적용, 공사기간의 단축을 통한 비용절감에는 크게 향상이 되지 않고 있음.
- ▶ 전반적인 주택시장의 침체와 더불어 장수명 주택의 초기건축비용 상승으로 현재 보급에 한계가 있으며, 장수명 주택의 초기단계 수준으로 기동식 구조 중심.
- 공공부문의 경우, 공동주택의 기동식구조 적용을 의무화한 서울시를 제외하고는 여전히 벽식구조로 건설되고 있음. (2011년 주택 건설 호수(549,594호) 중 서울시 공공부문 7,310호(전체의 6.3%)만 기동식 구조로 건설되고 있음.)
- 최근 3년간(2009~2011) 7대 대형건설사가 건설한 공동주택의 85%가 벽식구조로 지어졌고, 기동식구조는 2%에 불과함.

기존 주택 (벽식구조)	장수명 연구단(2005~2010) (기동식 혼합구조)	민간건설사 공동주택 (벽식+기동식 혼합구조)	SH공사 (장스팬 기동식구조)
			
• 혼합구조: 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간) • 세대 내부에 여전히 기동 존재 ▶ 거주자 라이프스타일에 따라 가변성의 한계를 가짐	• 혼합구조: 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간) • 세대 내부에 여전히 기동 존재 ▶ 거주자 라이프스타일에 따라 가변성의 한계를 가짐	• 무량판구조: 세대 내에 기동이 있는 4~5m 스패를 가지는 단스팬 구조 • 기동식 구조 중 층고가 가장 낮은 무량판구조 채택하여 기존 벽식구조와 유사한 사업성 확보 ▶ 부분적으로는 가변이 가능하나, 세대내 기동이 존재함으로 가변성의 한계를 보여줌	• 장스팬 기동식구조: 세대 외곽에만 기동이 존재하므로, 세대내부분 아니라 세대조합/분할에 유리 • 기동식 구조 중 층고가 가장 낮은 무량판구조 채택, 신기술, 공법 적용으로 장스팬을 구현 ▶ 벽식구조와 유사한 사업성 확보로 장수명주택 보급 가능

그림 5. 국내 공동주택 구조형식 변화 및 개발방향

- 인필 요소기술이 개발되었으나, 주택 구조방식의 기동방식으로 전환미비 및 기존 공법 대비 고비용으로 경제성 한계, 공법 및 디테일의 한계 등 경쟁력 저하로 시장에서는 유통되지 못하고 있음.
- 2중바닥, 건식바닥난방, 바닥구조시스템, 건식히팅판넬, 층간소음 대응 천장시스템, 벽배관방식, 층상배관 화장실, 시멘트계 패널 등.

2. 국외 시장동향

- 유럽에서는 공간의 가변성을 중심으로 1960년대부터 자국의 전통, 문화, 주 생활 양식 등을 종합적으로 고려하여 개발 및 보급되어 있음.
 - 석조문화와 노출배관 중심의 시장으로 내구성과 유지관리 보다는 가변성에 초점, 인필 지향 시장
 - 네덜란드 : 신축주택뿐만 아니라 리모델링에도 오픈하우징 개념을 적용하고 있음. 1970년대-1980년대에 중저층주택 중심으로 보급 일반화
1970년대 중반 시범사업, Matura System 등의 인필시스템 시장 진입 등
 - 핀란드 : 공장생산, 현장조립 등의 공업화 공법으로 장수명 주택의 공급방식을 시스템화하여 사용성을 높이고 있음.

: 1990년대 이론의 도입과 기술개발을 바탕으로 2000년 헬싱키 교외에 시범사업실시. Plus Home 등 업체의 인필과 더불어 확대보급.
- 일본 : 1970년대부터 기술개발과 정부 및 공공주도로 장수명주택의 다양한 기술개발에 의한 시장형성, 정부 및 공공주도의 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 흐름으로 전개.
 - 일본주택공단(현 도시재생기구)이 1973년 공단실험주택(KEP)개발 이후 분양주택 뿐만 아니라 임대주택과 결합한 Free Plan 임대주택을 건설.
 - CHS의 개발과 인정제도의 영향으로 주요건설업체에서 CHS인정협의회를 구성하여 주택을 건설하였으나 초기비용 증가(10%)와 인정기준의 복잡성으로 후기에는 시장에서 확대되지 못함.
 - SI주택은 1993년 NEXT21 건설 이후로 주택정비공단(현 도시재생기구) 등 공공과 대형건설업체와 주택업체에서 공동주택을 중심으로 많은 공급이 있었음.
 - 2000년대 후반 장기우량주택촉진법과 인센티브 도입으로 단독주택까지 장수명주택의 시장으로 확대
- 아시아 : 오픈빌딩 이론에 자국의 문화와 전통적인 부분을 결합하여 발전.
 - 중국 : 중국의 전통주택과 오픈빌딩 이론의 접목을 통한 발전, 최근 일본의 기술을 수입하여 장수명주택을 건설하는 사례도 있음.
 - 홍콩 : 주택의 내장재 없이 임대, 분양하여 입주자들이 직접 평면을 구성하고 내장재를 선택하여 시공하고 있어, 내장사업과 주택공급이 맞물려 활성화되어 있음.
- 미국 : 오픈 빌딩 이론의 미국전파와 관련하여 MIT 등을 중심으로 이론적인 전개와 Core and Shell 방식이라는 골조와 공용설비, 외장 등을 먼저 공급하고 내장과 전용설비는 입주자에게 맡기는 방식이 공존.

3절. 기술동향분석

1. 국내 동향

- 장수명 주택의 필요성을 인식하여 1990년대부터 기관별 연구(기초연구 및 장수명 주택 구성모델 연구 및 요소기술연구)와 장수명 주택 연구단의 연구 등으로 장수명 주택 모델과 인필기술 개발이 추진되었으나, 초기건설비용 상승 및 인필 요소기술의 미성숙 등으로 주택시장에서 확대·보급되지 않고 있는 실정이며, 공공분야에서도 재래식의 인력 의존형으로 기계화 시공이 미흡하며 공기단축을 통한 비용절감 방향으로 개선되지 못하고 있음.
- 기동방식 기술 및 무량판 구조방식 기술, FDW(Flat Slab Dry Wall) 기술 등 개발
- 세대내 고정 및 가동벽체(수납형 및 패널형), 세대간 벽체, 2중바닥, 천장 시스템, 층상배관 시스템 화장실 등 개발

2. 국외동향

- 장수명 주택 기술은 국제적으로 통용되는 Open Building(특히 주택은 Residential Open Building, Open Housing) 및 일본의 SI주택 등과 유사한 이론적 틀을 가지고 있음. 전기는 가변성 향상을 위한 설계 및 생산 기술, 거주자 참여, 후기는 내구성 향상과 다양한 인필이 결합된 기술로 발전함.
- 가변성과 다양성을 지향한 SAR 설계방법론의 개발(1960년대)과 영국, 프랑스, 독일(1970년대) 등 유럽에 파급과 핀란드(2000년대 시범사업)로 전파 1990년대 중반이후 Open Building이라는 명칭으로 국제적으로 통용
- 네덜란드 : 중저층 대상으로 정착 및 리모델링에 오픈 하우스 개념 적용 바닥, 설비, 벽체를 통합한 Matura Infill System 특허 및 생산,
- Finland : 오픈 하우스 개념의 기술개발 및 시범사업 등을 통한 확산 추진 건식 벽체 시스템, 설비 시스템 등 인필 시스템 개발
- 일본의 장수명주택 기술은 2단계 공급방식 등 다양 주거요구에 대응하는 가변성 향상 기술에서 SI주택과 같이 장기 내용성(耐用性)을 중시하는 기술을 거쳐 마을 만들기로 발전함.
(2단계 공급방식→100년 주택(CHS)→SI주택→장기우량주택(200년주택))
- 중저층에서 초고층아파트까지 다양,

- 일본 장수명 주택 기술은 라멘구조방식(기둥+보 방식)을 기본, 2중바닥 시스템과 상상(층상)배관시스템 채용, 부품화된 칸막이 벽체(고정형과 가동형)를 통한 공간 가변성 기술, 공용 및 전용배관의 유지관리 기술과 세대내부 리모델링 대응 기술 구축
 - 인필은 1970년대 초부터 공동주택 부품(KJ부품), BL제도와 연계하여 주택부품 개발, 2중바닥, 가동 및 고정벽체, 설비 시스템 등 다양한 부품.
 - 일본의 장수명 주택 기술개발은 국가와 공공주도+민간참여의 기술개발임
 - * KEP(일본주택공단 1973), CHS(건설성, 1980-1982), SI(1990년대), 200년 주택(장기우량주택 2008년)
- 장수명 주택에 관한 기술 분야 특허출원건수는 최근 주춤하지만 꾸준히 상승하고 있는 기술 분야로 판단되며, 일본과 한국에서는 리모델링 관련 분야인 설비, 가변벽체, 내장에 대한 출원활동도 활발함.

4절. 연구개발 인프라 분석

- 연구개발 인프라는 어느 정도 갖추고 있으나 현재 정체 상태임.
- 인적 인프라 : 선행 장수명 연구단 참여 연구진과 공공연구기관의 인력.
 - 기술 인프라 : 선행 장수명 연구단 참여업체의 기반기술 보유, 기동식 전환에 따른 인필제조 업체의 개별기술(튼바닥구조, 경량벽체, 바닥난방시스템 등) 보유.
 - 물적 인프라 : 선행 장수명 연구단의 Mockup House, 기관과 업체의 Pre test 가능한 시설보유.
- 지속적인 관련 연구와 국가적인 환경변화에 따른 주택 재고시대로의 변화 모색에 대한 인식 확대.

5절. 종합분석

- 장수명 주택은 유럽과 일본의 건축 문화적·국가적인 특성 차이에서 장수명 주택에 대한 개념이 서로 다른 접근 방법을 보이고 있음.
- 유럽 : 석조문화에 노출 설비가 일반적으로, 건물의 내구성의 문제는 거론하지 않고 SAR 방식-Open Housing을 기반으로 거주자 참여 등 의사결정에 초점을 둔 다양한 공간 구성과 가변성을 실현하는 기술, 의사결정에 근간을 둔 Support와 Infill의 구분 중시.

- 일본 : 주택의 내진성이 중요하고, 수명이 짧고(30년 정도) 설비를 매설하는 구조이기 때문에 내구성과 가변성, 유지관리가 동시에 고려된 Skeleton과 인필 기술, 물리적·기능적 수명의 중요성으로 Skeleton과 인필의 분리 중시. (* 현재 국제적으로는 Support와 Skeleton은 같은 의미로 사용.)
 - ☞ 우리나라는 일본과 같이 지진이 강하지는 않지만, 벽식구조로서 설비를 매설하는 구법으로 가변성과 유지관리가 문제가 되며, 바닥충격을 문제와 더불어 내구성이 문제(수명 27년)가 되고 있어, 유럽형 보다는 일본과 유사한 방향의 개념이 바람직함.
내구성(특히 기능적·사회적 내구성이 중요)과 가변성, 유지관리 용이성 나아가서 리모델링에 대비할 수 있도록 시간의 흐름에 따른 사용자의 요구변화와 다양성을 고려한 방향으로 개념이 정리될 필요가 있음.
- 실용화까지 이루어진 장수명 주택 선진국들은 기술선행 후 정책지원이 따라오는 상황으로 전개되어 왔음.
- 네덜란드에서 출발한 SAR 기법과 오픈 하우스 기술이 먼저 개발되고 시범사업과 정책 수립, 핀란드의 기술개발과 시범사업 등으로 발전됨.
 - 일본의 1970년대 KEP 기술개발과 우량주택부품인정제도(BL제도), 1980년 CHS 개발과 인정제도, 1990년대 SI주택과 법제도 개선, House Japan의 인필기술개발과 주택성능표시제도, 차세대 가구포럼 연구, 2000년대 후반의 장기우량주택촉진법의 제정과 세제 인센티브 등 30년 정도의 기간에 하드웨어 측면의 기술과 소프트웨어 측면의 공급방식과 제도가 전후로 이루어졌음.
 - ☞ 우리나라는 국가차원에서 선행 연구단의 연구가 이루어졌으며, 일부 제도가 있기는 하나 장수명 주택을 유인하는데 한계가 있음. 아울러 장수명 주택의 요소기술과 제도의 개발이 이루어졌으나 확대 보급되지 못한 한계를 가지고 있음.
장수명 주택 선진국의 흐름을 고려해 보면, 선 기술개발 후 정책 지원의 상황이나, 국내의 현실에서는 1차적인 기술개발이 이루어졌으므로 시장 진입을 고려한 보급기술과 이를 견인하는 정책을 동시에 추진하여 보급과 활성화를 연계시켜 시너지 효과를 가져 올 필요성이 있음.
어느 한 가지 측면만의 연구가 아닌 기술과 정책의 연계가 장수명 주택 기술개발의 바람직한 방향으로 판단함.
- 즉, 한국형 장수명 주택 개념은 선진국을 벤치마킹(국가 주도 및 기술선행 후 정책·제도 지원 등)한 개념 수입(유럽형의 가변성 + 일본형의 내구성)에 국내 실정을 고려한 통합형(내구성+가변성+유지관리+리모델링 대비)을 지향하고, 이를 발전시켜 보급 확대하여 정착시키도록 할 필요성이 있음.

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 연구개발과제 구성, 비전 및 목표

- 비전 : 언제나 새집, 생애맞춤형 100년 주택
(Cost Effective & High Performance Lifetime Homes)
- 최종목표 : 벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명 주택 보급모델 개발 및 지원제도의 현실화
- 추진전략
 - Cost Effective : 벽식구조 기본형 건축비 수준의 장수명주택 핵심기술개발
 - Demonstration : 장수명 주택의 실증 및 모니터링
 - System Upgrade : 장수명주택 지원 정책·제도의 고도화

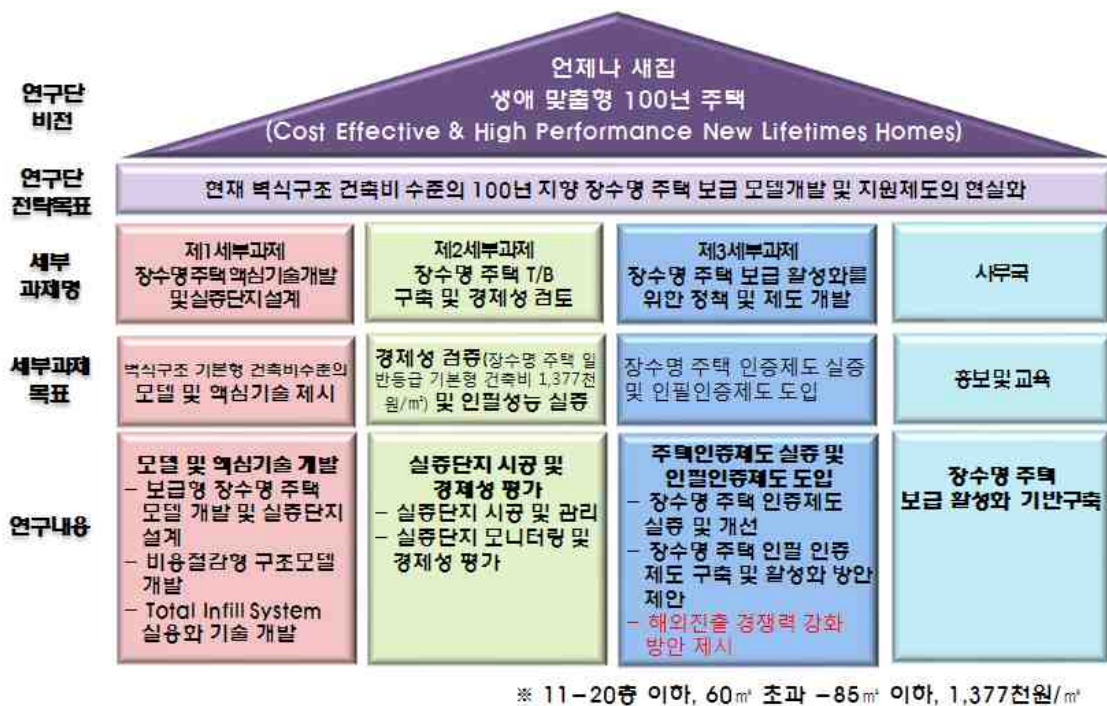


그림 6. 연구단 비전 및 목표

- 핵심과제 도출
 - 벽식구조 공동주택 건축비 수준의 장수명주택 보급모델 및 핵심기술 고도화를 위한 현안사항을 해결할 수 있는 기술선도형 과제

- 장수명 주택 일반등급 기본형 건축비와 공기단축 등 경제성을 검증할 수 있는 테스트베드 실증 과제
- 실증단지를 통해 검증할 국토교통부 ‘장수명 주택 건설기준 및 인증제도’의 발전적 제도화 및 장수명 인필 인증제도 입법화, 보급·활용 확대를 위한 정책 및 제도개발 연구과제 등 3개 핵심과제 도출

2. 세부목표

가. 1세부과제 : 장수명 주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계

- 벽식구조 건축비 수준(기본형 건축비 1,377천원/㎡)의 장수명 주택 보급모델 및 핵심기술 제시
- 인필시장 점유율 (연구 5년 후 5% 수준)

1세부의 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
1-1 보급형 장수명 주택 모델 개발 및 실증단지 설계	가변성 1등급
1-2 비용절감형 구조모델 개발	층간소음 2등급 이상
1-3 Total Infill System 실용화 기술개발	인필 시스템 현재 대비 5% 비용절감, 성능 유지 및 향상

나. 2세부과제 : 장수명 주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

- 경제성 검증(장수명 주택 일반등급 기본형 건축비 1,377천원/㎡) 및 인필성능 실증

2세부 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
2-1 실증단지 시공 및 관리 (선정된 건설업체에서 시공)	공기단축 30% 실증 (Transfer층 배제, 외피 Prefab, System 거푸집 사용) 간접비 현재 대비 3~5%비용절감
2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가	벽식구조 수준 경제성 검증

○실증주택/단지 개요(예시)

대상 : 신규사업지구 혹은 재건축지구 등 실증 가능한 규모의 주택이 가능한 모든 대상

규모 : 단위세대 59㎡를 중심으로 한 40~85㎡ 규모(가감 가능), 세대 조합 자유.

벽식구조 건축비 수준의 비용절감과 장수명 주택 인증제도를 검증할 수 있는 수준의 실증이 가능한 세대규모(단지, 주동, 세대 혹은 주동의 일부 등) 또는 다양한 조합 등 자유롭게 선택

시행 : 보급형 장수명 주택의 요소기술(Support, Cladding, Infill 등)의 시공 및 모니터링 등을 통한 경제성 평가
장수명 주택 인증제도의 기술 및 비용 검증

운영 : 연구개발비로 건설 후, 5년 이상 모델하우스 및 체험공간으로 운영 후 임대아파트로 전환. (가변성, 수리용이성 검증 실험 등, 임대자에게 거주후 평가(POE))

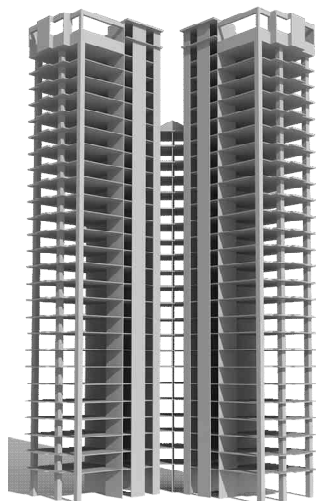
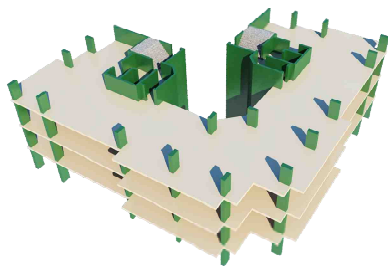


그림 7. 실증주택/단지 예시

다. 3세부과제 : 장수명 주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발

- 장수명 주택 인증제도 실증 및 인필 인증제도 도입

3세부 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
3-1 장수명 주택 인증제도 실증 및 개선	-장수명 주택 인증제도 개정 및 인센티브 확정
3-2 장수명 주택 인필 인증제도 구축 및 활성화	-장수명 주택 인필 인증제도 입법화
3-3 해외 신도시 진출 전략 연구	-해외 주거문화와 장수명 주택의 융·복합화 방안 및 해외진출 경쟁력 강화 방안제시

3. 추진전략

- 연구기간을 4년으로 하여 보급모델 설정 및 설계(1년) + 실증(2년) + 평가 및 종합제안(1년)으로 구성.
- 보급모델 설정 및 설계 : 보급형 모델 실증단지/주택용 실시설계(1차년도)
- 실증준비 및 시공
 - 실증준비 : 인허가 등 각종 대관업무 등(1차년도 후반 및 2차년도 전반)
 - 실증시공 : Support 시공실증, Infill 시공실증(2차년도-3차년도)
 - 제도실증(2차년도-3차년도)
- 평가 및 종합제안(4차년도)
 - 보급형 모델 종합지침
 - Infill 별 시방서/지침(경제성 포함)
 - 보급형 모델기술 및 경제성, 제도 종합평가
 - 장수명주택 제도 시행
- 4년차 이후 (후속과제와 연계)
 - 건립된 실증단지를 활용한 후속과제 제안
 - 층간소음 대비, 가족과 세대의 다양화로 인한 주택 내의 가변 및 방 배치 변경 대응, 리모델링 및 유지관리 용이성에 대한 거주실험.
 - * 유사사례 일본의 Next21 : 1993년 10월에 시공, 다음해 4월부터 1999년 3월까지의 5년간, 그리고 2000년 4월부터 2005년 3월까지의 5년간,

2007년 4월 부터 5년 총 3회 15년에 걸쳐서 사원 가족이 실제로 거주하며, 에너지 절약·환경보전·사람의 삶 등 그 시대의 배경 및 과제에 대응한 실험을 실시함.

2013년 3월에 제4단계 거주실험을 위한 건물 리모델링, 새로운 에너지 시스템 등 공사 실시 6월부터 순차적으로 입주 2020년까지 제4단계 실험 실시.

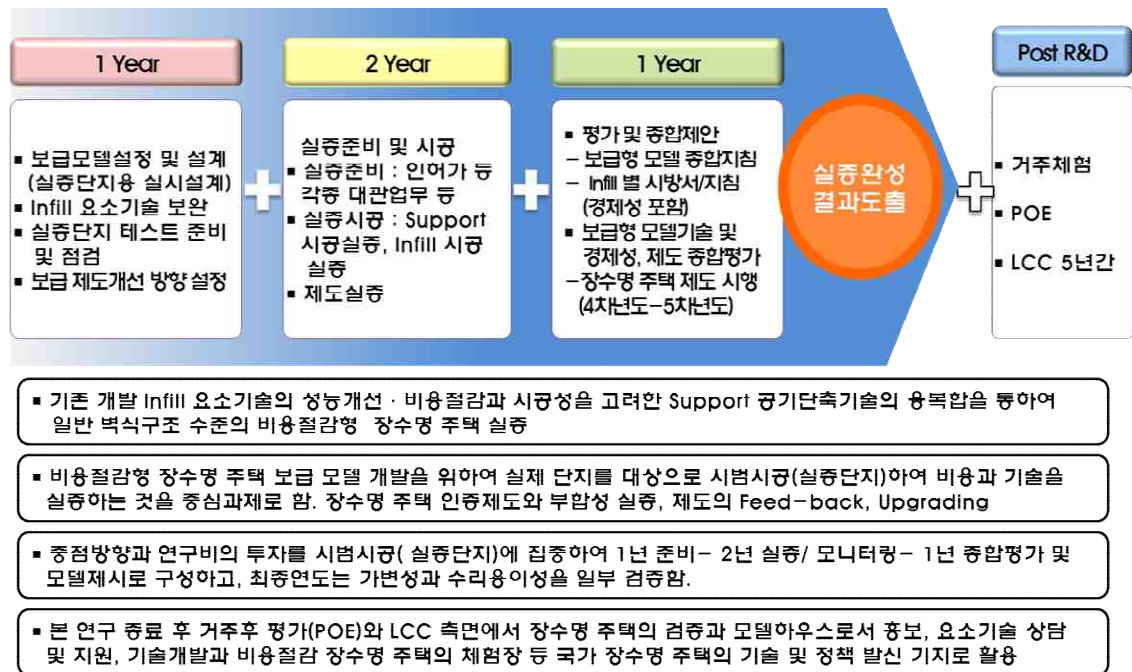


그림 8. 연차별 추진방법

2절. 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

가. 현황

- 실(室) 단위 공간구획 및 외피에 내력벽을 배치한 내력벽식구조의 일반화, 구조체 등에 설비·내장 등을 매설·일체화한 공·구법으로 가변성, 리모델링, 유지관리 및 차음 등 기능적 장수명화 한계.
- 내력벽식구조의 일반화로 기둥식 구조방식 적용사례가 적고 Infill 부품개발 일부업체에 의해 개발되고 있으나 시장 경쟁력 없음.

- 장수명주택 기술개발이 선행되었으나 수준(등급)기준이 없고 초기건축비가 기존 벽식대비 10-20% 수준으로 시장성 저하.
- 장수명 공동주택 요소기술 보유업체가 존재하나 시장이 없어 경제성 확보와 기술개선 및 실용화 등 경쟁력 저하.
- 장수명주택기술 개발지원 및 시장 확대를 유인하는 제도적 장치가 미흡.

나. 미래상

- 장수명주택의 확산 및 발전을 통해 100년 지향 고품질·수요자 맞춤형의 국민행복 주택 보급 및 서민주거복지 향상
 - 층간소음·유지관리·리모델링 용이한 공동주택 보급을 통한 쾌적한 생활 및 유지관리 비용 경감.
 - 국가적 차원의 사회비용 저감. (향후 100년간 연간 22조)
 - 조기 전면철거 재건축 억제를 통한 자원절약 환경부하 감소.
 - 새로운 주거문화에 대한 사회적 공감대 형성 및 주거안정에 기여.
 - 국민의 주택소요 비용경감 등 통한 자산가치 향상.(주택비 부담 감소)
- 장수명주택 건설·설계기준을 활용해 3無아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성
- 공기단축형 설계 및 시공 기술력 제고로 해외신도시 수출 등의 국제경쟁력 향상

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- 보급모델의 Simulation을 통한 등급별 모델과 비용절감 가능성 사전 점검.
 - 적용할 수 있는 장수명주택 요소기술 리스트 정리.
 - 비용절감을 고려한 요소기술 간의 조합 모델 구축.
- 신축단지/ 혹은 동, 세대 등을 대상으로 ‘장수명 주택 건설기준 및 인증제도’와 연계한 장수명 공동주택 보급 모델 시공을 통해 현실성 있는 비용절

- 감 기능성 실증.
- Support의 공기단축을 통한 비용절감 실증.
- Infill의 Pre-test 검증과 시공을 통한 개선 및 실용화 가능성 실증.
- 장수명주택의 실증단지에서 등급별 기술을 테스트하고 비용분석과 등급기준 관계 검증하여 장수명주택 인증제도의 실증과 인센티브 체계의 구체화.
- 개발기술의 홍보를 통한 전략.

나. 효과

- 사회·경제적 효과
 - LCC 고려 및 초기 건축비 절감을 통한 장수명주택 보급 확대와 국민의 주택소요비용 경감을 통한 자산가치 향상
 - 인구구조와 가족형태의 변화에 유연하게 대응할 수 있는 맞춤형 주택 실현을 통해 미래 사회비용 저감이 가능한 주택 재고의 확보
 - 글로벌 경쟁력을 갖춘 한국형 장수명 주택 건설기술(구조시스템, 설계기술 및 지침 등) 확보 및 부품산업 확대로 건설 산업 활성화
 - 모든 주택을 100년 주택으로 건설할 경우 연간 22조의 절감효과 기대.
 - 주택성능 개선으로 인한 재건축 최소화로 주거안정 및 이로 인한 사회적·환경적·경제적 효과 극대화
- 기술적 효과
 - 100년 이상 지속가능한 우수품질의 ‘한국형’ 비용절감형 장수명주택 보급모델 기술개발로 글로벌 경쟁력 확보
 - 장수명과 공기단축을 융·복합한 비용절감형 기술 확보
 - 건설 설계 및 시공 기술력의 융복합으로 해외 신도시 수출 등 건설 산업의 수출경쟁력 강화로 수익성 확대

3절. 연구개발과제 구성

1. [1세부과제] 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계

(1) 목표

- 벽식구조 건축비 수준(기본형 건축비 1,377천원/㎡)의 장수명주택 모델 및 핵심기술 개발
- 인필시장 점유율 (연구 후 5% 수준)

(2) 세부요소 기술

1-1 보급형 장수명주택 모델 개발 및 실증단지 설계

- 인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발
- 가변성(생애맞춤형) 시나리오 설정과 단지측면의 장수명화 인프라 요소 기법/ 기술 개발
 - * 평면면적 60㎡를 중심으로 45-85㎡ 범위
- 실증단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가

1-2 비용절감형 구조모델 개발

- 실증단지 비용절감형 구조모델 제시
- 실증단지 구조설계 및 감리
- 실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가

1-3 Total Infill System 실용화 기술개발

- 인필시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화(표준화 포함)
- 외피성능 개선 및 실용화 기술개발
- 기존 인필의 비용절감화 방안 및 실용화를 위한 제품 개선

2. [2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

(1) 목표

- 장수명주택 일반등급 기본형 건축비 검증 (기본형 건축비 1,377천원/㎡)
- 비용절감을 위한 공기단축 시공기술 검증
 - * 실증단지는 단지차원, 주동차원, 주동의 일부 및 세대 단위도 가능하며, 벽식구조건축비 수준의 비용절감을 실증할 수 있는 규모이면 자유롭게 선택 가능함.

(2) 세부요소 기술

2-1 실증단지 시공 및 관리

- 실증단지 발주 및 준비
- 실증단지 공사 및 공정관리
- 장수명주택 실증단지 시공(선정업체 시공)

2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가

- 실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링
- 실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발

3. [3세부과제] 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발

(1) 목표

- 장수명주택 인증제도 개선 및 인필 인증제도 도입
- 장수명주택 보급 확대와 해외 진출 방안 제시

(2) 세부요소 기술

3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선

- 등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가
- 비용평가를 통한 인센티브 조정 및 제안
- 장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)

3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화

- 인필인증제도 방향설정 및 성능기준 개발
- 인필성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증
 - * 외피, 벽체, 층상배관, 바닥, 천장 등
 - * 가상 운영, 평가, 시뮬레이션 통한 검증
- 인필인증제도 제안
- 인필부품 통합 인벤토리 구축

3-3 해외 신도시 진출 전략 연구

- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 파악
- 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안제시
- 해외진출 경쟁력 강화 방안 및 지역 맞춤형 방안 제시

4. [연구단 사무국]

4-1 장수명주택 보급 활성화 기반 구축

- 연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자(개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과보고서, 연구진행보고 팜플렛, 출장보고서 등)
- 설계-시공-입주자 의식 지상과 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작
- 교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상)
- 지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원.

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

표 3. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

세부	세세부과제명/주요내용	추진전략
1세부	1-1 보급형 장수명주택모델 개발 및 실증단지 설계 -인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발 (*비용절감 및 가변성 (생애맞춤형) 시나리오 설정과 단지측면의 장수명화 인프라 포함) -실증단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가	-보급형 설계모델설계를 위한 평면(세대+주동)의 비용절감 요소 추출 해소(시공, 구조, 설계자 참여 워크숍) -연구단 구성 시 부터 대상지 선정 및 협의
	1-2 비용절감형 구조모델 개발 -실증단지 비용절감형 구조모델 제시 -실증단지 구조설계 및 감리 -실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가	-설계 모델 팀 및 타구조 전문가와 자문 및 평가, 협의
	1-3 Total Infill System 실용화 기술개발 -인필시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화 (표준화 포함) -외피성능 개선 및 실용화 기술개발 -기존 인필의 비용절감 방안 및 실용화를 위한 제품 개선(구법/공법 개선)	-Infill:비용절감 장애요소 해소 : 재료구성, 제조공정, 필요기능, 시공공정 평가 (비용분석과 건설업체, 연구팀 등 워크숍) : Pre-test 비용 및 성능검증 : 제품화와 비용관계 범위설정을 위한 팀과 건설업체 등과 워크숍, 자문
2세부	2-1 실증단지 시공 및 관리 -실증단지 발주 및 준비 -실증단지 공사 및 공정관리 -장수명주택 실증단지 시공(선정업체 시공)	-설계 모델 개발 시 시공성 기준 검토과정 참여, 워크숍 협의 -시공업체와 워크숍을 통한 내용 공유, 기법 확인

	2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가 -실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링 -실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발	-시공 시뮬레이션 내용 숙지, 설계, 인필, 시공 연구팀과 공정 및 경제성 등 지속적 협의 * 정밀도 확보된 구조체 시공이 인필시공을 원활하게 함. -시공성, 경제성 관련 전문가 참여 평가 및 워크숍 -실증단지 등 관련 유사 건축물 테스트
--	---	--

3세부	3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선 -등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가 -비용평가를 통한 인센티브 조정 및 제안 -장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)	-현실화를 위한 관련 부처 담당자와 정기적 협의 -실증기술과 정책연계를 위한 설계, 실증단지 팀과 유기적 협조, 워크숍 -일본, CIB W104 멤버 등 선진국과 발표회, 워크숍 등 내용과 인적 교류 혹은 공동연구
	3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화 -인필인증제도 방향설정 및 성능기준 개발 -인필성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증 * 외피, 벽체, 층상배관, 바닥, 천장 등 * 가상 운영, 평가, 시뮬레이션 통한 검증 -인필인증제도 제안 -인필부품 통합 인벤토리 구축	-인필 업체의 위원회 혹은 포럼 구성 :국내 모든 인필업체 참여 개방 -일본 등 인필 제도 선행국 방문 및 조사, 발표회 등으로 벤치마킹 -세제관련, 금융업체등 자문, 협조
	3-3 해외 신도시 진출 전략 연구 -해외(동남아, 중국, 중동 등) 주택수요 및 선호도 조사 (1차년도: 사전조사, 2차년도: 본 조사) -해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안(3차년도) - 해외진출 경쟁력 강화 방안(4차년도)	-지역별 진출업체 실태파악 -문헌, 전문가, 해외건설협회 등을 통한 예비조사 및 해당국가 주요기관 등 실태조사 -협회 ed 전문기관, 전문가 교류 및 포럼, 정기적인 세미나 -해당국 공공기관 및 국가기관 지원 및 협조

연구단 사무국	4-1 장수명주택 보급 활성화 기반 구축 -연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자 제작 (개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과 보고서, 연구 진행 보고 팸플렛, 출장보고서 등) -설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작 -교육(연차별/ 공무원, 건설업체 및 설계사무소, 컨설팅 업체 관련자, 대학 대상) -지방자치단체 조례, 공사 지침 지원.	-장수명주택 수요대상에 대한 교육 프로그램 활용을 위한 협의, 자문, 포럼 등 구성 -지자체, 업체 등을 대상으로 한 개발 내용 교육 -지상파 프로그램 방송 등
---------	---	---

5절. 세부과제 간 연계관계

- 경제성이 확보된 개솔개발을 위한 실증연구와 장수명주택의 보급을 위한 제도 개선 등이 균형을 이룰 수 있도록 세부과제 간의 연계는 다음과 같이 구성함.
 - 각 세부과제 연구진의 이동이 불가능한 현 체제 안에서 최대한 세부과제의 연구진들의 교류가 활발히 이루어질 수 있는 방안 제시.
 - 본 과제가 바람직한 방향으로 진행되기 위해서는 과제 간 연구진의 이동이 원활하게 할 수 있는 방안 필요.
 - 장수명주택 전환은 국민의 정서 및 주택 패러다임과도 연계가 된 부분이 있으므로 세부과제에 인문사회적 연구진 참여도 고려 필요.
- 장수명주택 인증제도 및 시공 비용절감을 위한 기법 반영을 기반으로 한 장수명주택 보급 모델 개발
 - 1차년도는 설계 우선, 2차년도 이후 2세부과제의 실증시공부분을 최우선으로 하여 진행
- 연구단에서 통합조정 세부과제별 연계성 강화
 - 1,2,3세부의 유기적 연계성 : 장수명주택 인증제도 및 비용절감 시공기법을 반영하여 SI핵심기술을 적용한 장수명주택 보급모델 개발
- 세부과제 간 연계의 중심에는 실증단지 구축을 통한 실증이 있음. 실증결과를 토대로 정책 및 제도화 연계.

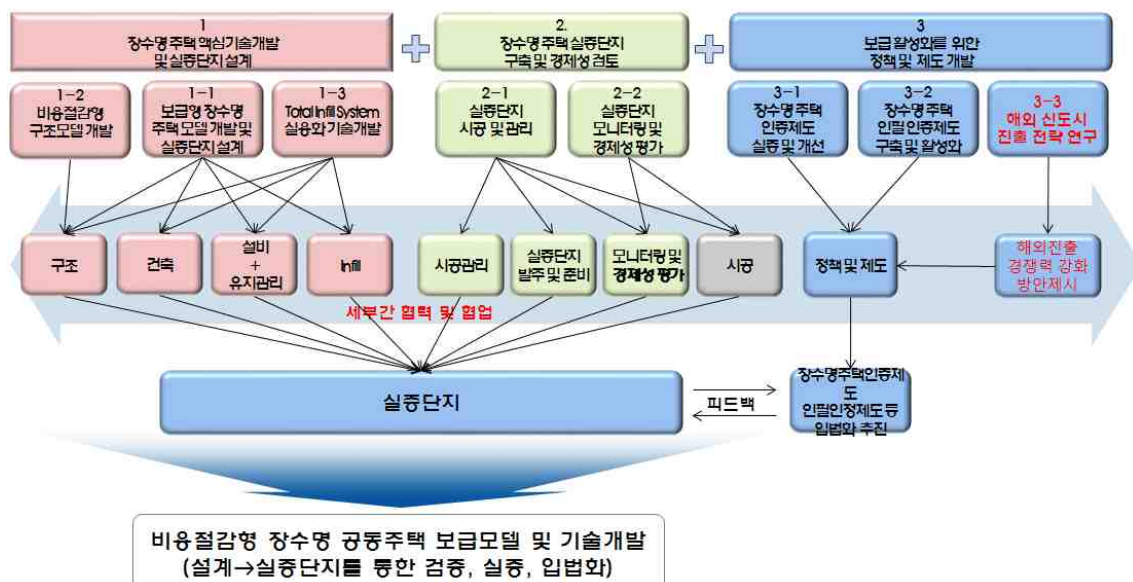


그림 9. 세부과제 간의 연계성

6절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1) 기술로드맵

- 2세부과제의 실증단지 구축을 최우선적인 연구흐름을 설정하고 그에 따른 세부연구과제의 방향과 시간적인 전후 관계 설정.
 - 1차년도 실증단지 모델개발 및 인허가 등 준비 2차년도 부터 구조체 시공, 외벽시공, 인필시공 순서로 진행하며, 일부 세대의 가변성, 유지관리, 수리 용이성의 시공평가를 실시하고 종합적인 시공결과를 제시
 - 구조체 시공기간 까지 인필의 경제성 확보 및 제품제작을 완료하고 인필 조합 시공 Rule제정과 그에 따른 인필 시공
 - 이와 연계한 제도의 실증과 법제화, 연차별 결과 및 종합결과의 홍보/교육 등 성과 확산

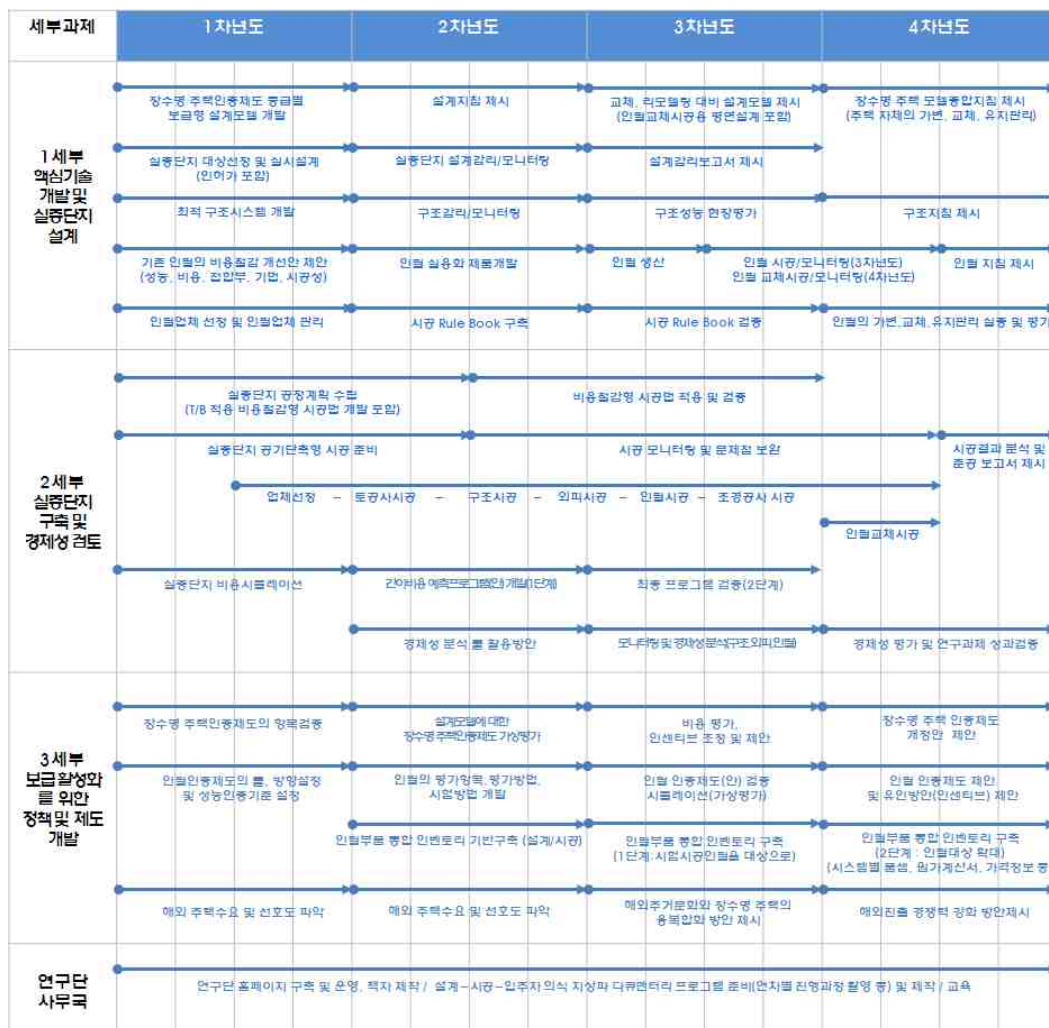


그림 10. 기술로드맵

2) 성과로드맵

○ 기술 로드맵에 대응한 성과 로드맵 구성

- 연차별로 연구과제의 결과를 최우선적으로 보여주는 성과를 기준으로 내용을 설정함.
- 전체적으로는 실증단지 구축을 중심으로 한 연구흐름에 초점이 맞추어져 있으며, 그에 따른 성과를 결과물로 도출될 수 있도록 함.

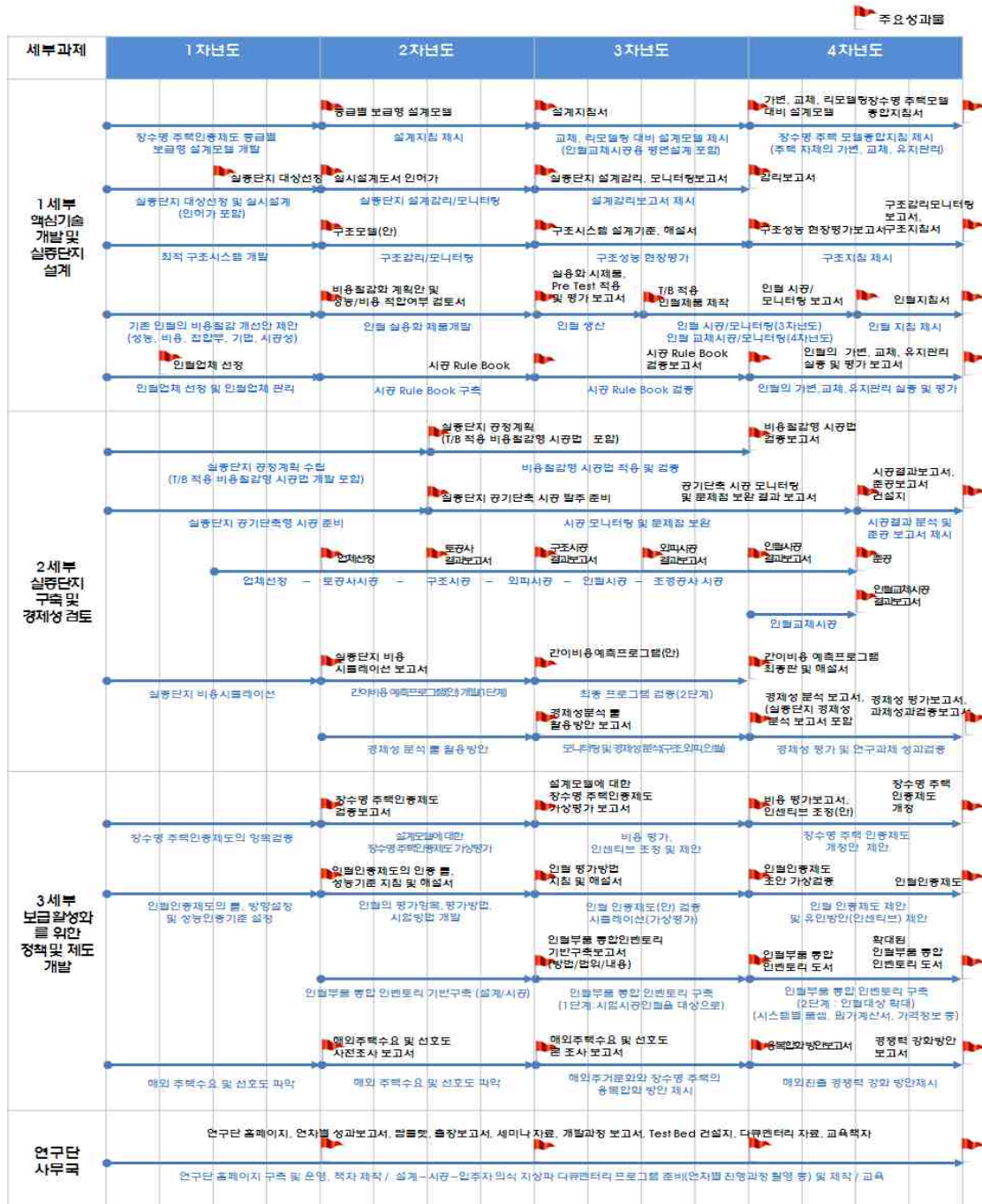


그림 11. 성과로드맵

7절. 성과의 활용방안

1. 주요성과(스타성과)

- 장수명주택 실증단지 실증을 통한 보급모델 설계 및 시공기술
 - 벽식구조 아파트 기본형 건축비 수준(기본형 건축비 11~20층 기준, 60㎡ 초과~85㎡이하, 1,377천원/㎡) 장수명주택 건설비용 저감
 - 보급형 모델 설계기준 및 지침(등급별 평면 및 기술 사례 포함) 해설서
 - 구조 표준모델 지침(장수명 2등급이상) 및 시방서
 - 아파트 표준 골조공기단축 (12일 → 6일 Cycle) ; Actual Working day 기준-4일)
 - 공기 30% 저감된 실증도서, 시방서, 매뉴얼, 공사비 계산서 등
 - 유지관리 용이한 설계 기법 사례집
- 내장재 성능개선 및 실용화시스템(표준화) 구축을 위한 요소기술 개발
 - 비용절감형 Infill 실용화 제품 및 시방서, Rule Book 등(현재 대비 5% 절감) (칸막이 벽체, 바닥재, 건식 바닥, 화장실, 설비 및 전기, 외피 등)

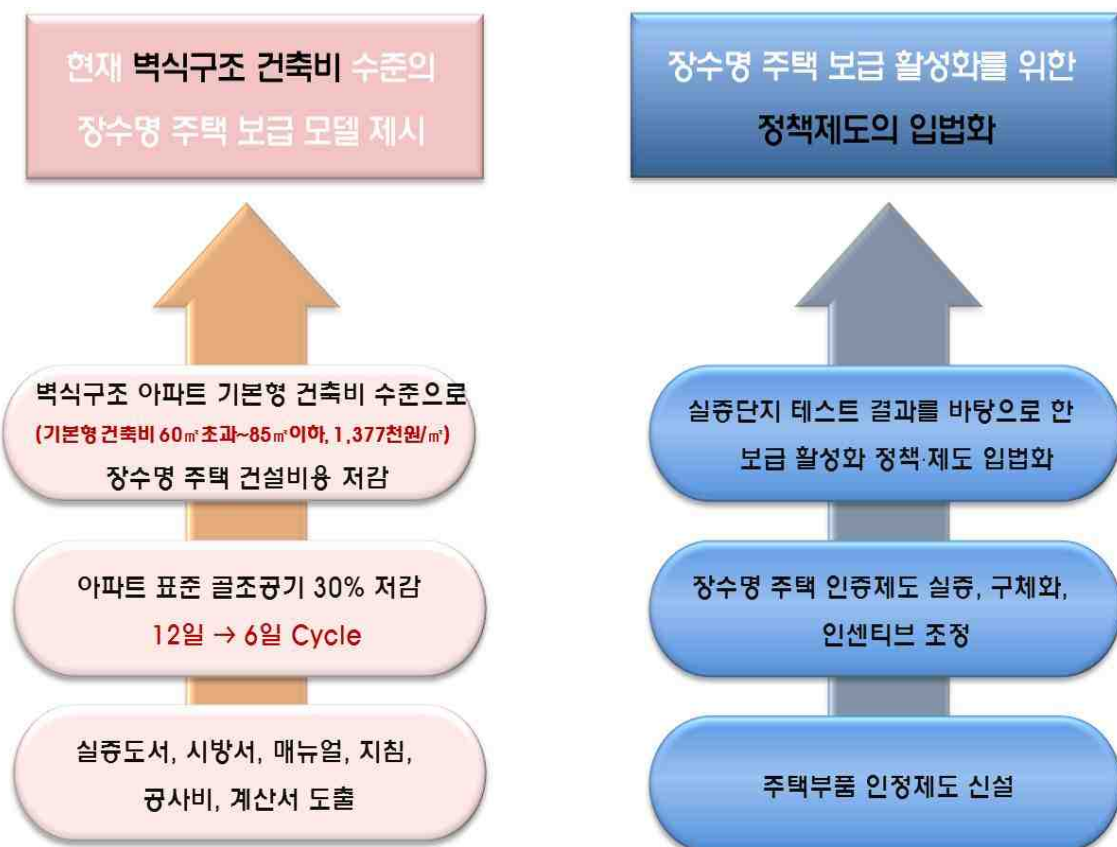


그림 12. 주요성과(스타성과)

- 장수명주택 인증제도 고도화 및 장수명 인필인증제도(안) 제시
(장수명주택 보급 활성화를 위한 정책·제도의 입법화(실증단지 실증기반))
 - 장수명주택 인증제도 개정안 및 인센티브 구체화(법조문, 내용 등)
 - 장수명 인필 인증제도 신설(입법화)
 - 장수명주택 인필 인벤토리
- 비용절감형 장수명 보급모델 개발 및 실증단지 구축(실증 모델)
 - 실증모델 구축(단지, 주동, 주동의 일부나 세대 단위에서 연구자 선정)
 - 비용예측 간이 프로그램
 - 비용절감형 실증성과 분석 및 연구 성과 달성 결과 보고서

나. 하위성과

- 경제성을 확보한 설계, 시공, 인필 기술
- 비용절감형 장수명주택 건설 설계 및 시공 프로세스 및 지침 제시
- 장수명주택 인정제도의 실증 및 구체화 제시
- 설비의 점검·보수·교체·유지관리 용이한 실용화 기술

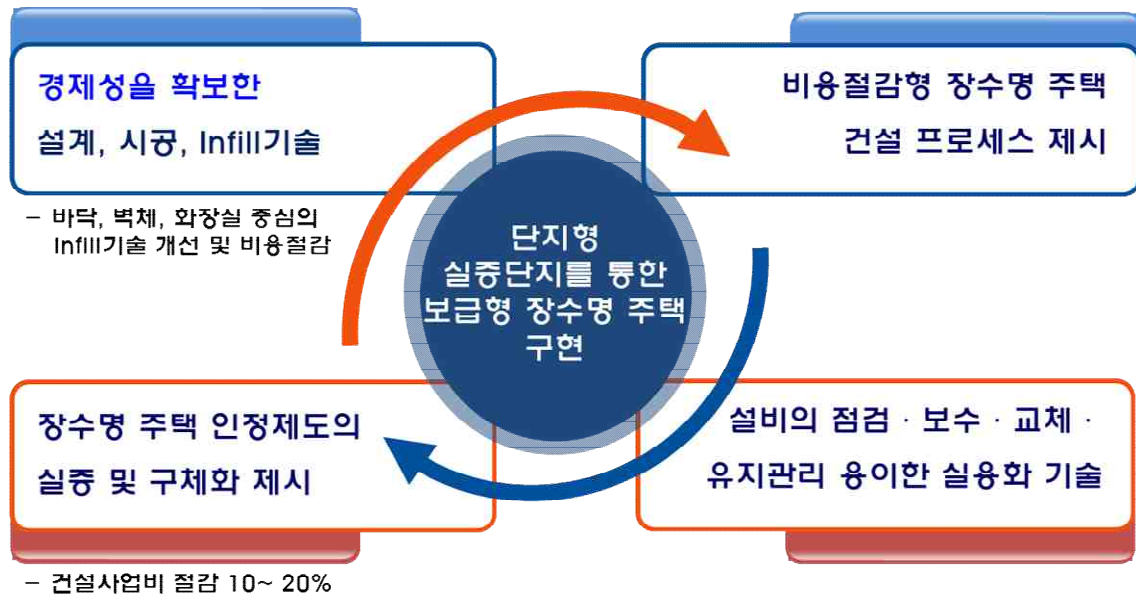


그림 13. 하위성과

2. 활용방안

- 장수명주택 실증단지 실증을 통한 보급모델 설계 및 시공기술 등 활용.
 - LH, SH, 경기지방공사 등 공공부문 주택신축 시 보급모델로 활용
 - 민간부문의 신축 활용
 - 민간부문의 재건축 시 100년 지향 주택의 설계 및 시공, 유지관리가 용이한 기술로 활용(민간부문에 성과 공개 등)
 - 가동칸막이 벽체, 화장실 층상배관 기술 등 핵심 인필 요소 기술결과를 리모델링 설계 및 시공에 활용토록 가이드라인 제공 (확대적용)
- 장수명주택 보급 활성화 제도 입법화
 - 실증단지를 통하여 검증한 “장수명주택 인증제도”의 발전적 제도화 등 국가정책 반영 및 개선에 활용
 - 장수명 인필제도 도입으로 인필업체 기술개발 유도.
 - 장수명주택 활성화를 위해 지방자치단체의 조례, 건축심의 기준 등과 연계한 정책과 제도수립의 기초자료로 활용
- 장수명주택에 대한 인센티브 제공방안 제시
 - 장수명 아파트 건설에 따른 초기비용 상승을 보전하기 위해, 상위 2개 등급인 ‘장수명 최우수 및 우수 등급 아파트’에 대해서는 건설업체 및 수분양자에게 다양한 인센티브를 차등 제공
- 해외기술 수주 : 비용절감형 모델제시와 시공효율적인 시공관리 검증에 따른 기술 확보로 인해 벽식아파트 수출로 실패한 주택수출 시장을 새로이 전환시켜 줄 수 있는 모델이 될 것이며, 추후 국내 건설의 설계 및 시공의 국제경쟁력의 글로벌화를 통한 해외 신도시 수출의 확대를 통한 국내 건설인력의 해외진출 기반확보에 활용될 수 있을 것임.

3. 기대효과

- (사회·경제적) 초기 건축비 절감 및 LCC(Life Cycle Cost) 경제효과 등을 통한 장수명주택 보급 확대와 이사, 전학 등 사회적 비용 절감 기여
 - 초기건축비 10%, 설비 및 유지관리 LCC 20% 절감
 - 주거 및 재건축으로 인한 이사, 전학 등 사회적 비용 절감 등 서민주거복지 향상(향후 100년간 연간 22.4조원 절감 기대)
 - 공동주택 멸실에 의한 철거비용 저감 및 환경오염과 자원낭비 등 사회문제 예방

- (기술적) 100년 이상 지속가능한 우수품질의 ‘한국형’ 비용절감형 장수명주택 보급모델 기술개발로 글로벌 경쟁력 확보
 - 장수명과 공기단축을 융·복합한 비용절감형 공동주택 건설기술 확보
 - 건설 설계 및 시공 기술력의 융·복합으로 해외 신도시 수출 등 건설산업의 수출경쟁력 강화 및 해외시장 신규 고용창출 효과 기대

8절. 연구수행체계 제안

- 산학연 장수명 경험이 있는 전문가를 중심으로 구성하되, 종합 장수명 기술, 정책, 경제, 프로그램, 공정전문가, 인필 업체, 엔지니어링업체, 설계사무소 등의 종합적인 실무팀, 연구팀으로 구성. 필요시 국외 전문가 포함
- 연구팀과 별도로 자문위원회/ 운영위원회 운영

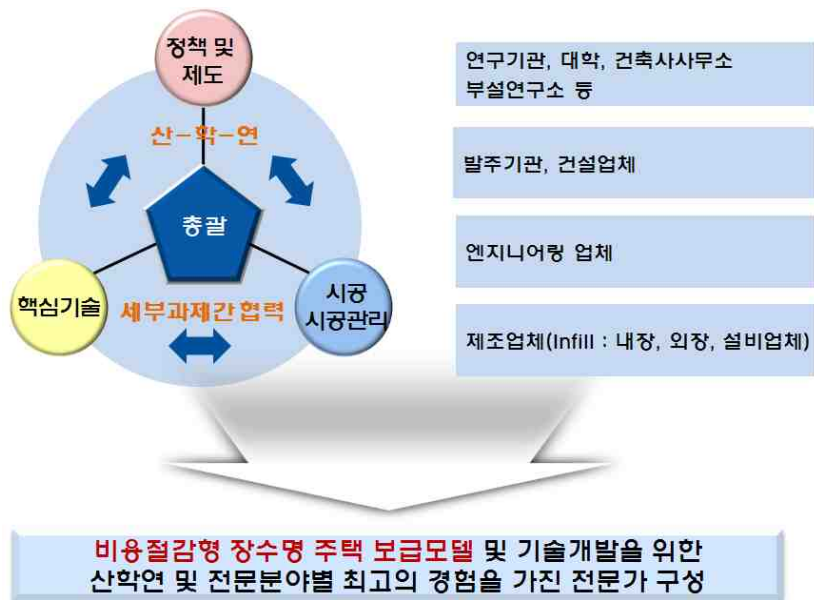


그림 14. 연구수행체계

V. 사전타당성 검토

1. 정책적 타당성

○ 장수명주택 기술개발은 다음과 같은 정부의 정책과 연계되어 있음.

창조경제 실현계획	-3無 아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성을 위한 기술개발 추진 필요
법정계획	- ‘장수명주택의 건설기준과 인증제도에 관한 규정’ 을 신설한 주택법 일부개정 법률안 발의(‘13.5, 새누리당 이이재 의원 외) *국토교통부에서 발주한 ‘공동주택 생애주기에 따른 중장기 관리전략 연구’ 에 기반함. -장수명주택 인증제도 (‘15 도입예정) *사업승인 대상 500가구 이상 아파트 최소등급 이상 충족 의무화 (국토교통부의 최종안에 따라 변경 가능성 있음.) -2012년 주택종합계획 (‘12.6), 주택 장수명화 추진
부처방침	-주택정책 R&D 기본계획 -제2차 건설교통 R&D 중장기 계획(‘13-’ 17, 국토교통부), 고효율 장수명 시공 유지관리 -공동주택 리모델링 정책방향 발표(‘11.7), 정부의 공동주택 장수명화 유도

표 4. 정책적 타당성



2절. 기술적 타당성

- 최고기술보유국 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량·정성적으로 파악, 현재 국내에 시행된 연구의 결과 및 보급화 현황을 토대로 실증단지 방향 설정과 실증단지 중심의 기술 수준 설정.
 - 주택건설시장에서 단기적인 이익창출이 어려운 민간 기업의 회피기술로써 장기적인 미래지향적 기술이므로 국가의 선도적인 기술개발 추진이 타당함.
 - 정부정책 전환과 연계하여 주택시장 견인과 새로운 동력으로써 타당성 있음.
- 기획단계의 실증단지 구축안에 대한 부지선정 후보지와 도입 가능한 기술선별 및 수준 등을 위해 유기적 협조체계 구축 고려, 분야별 전문가 자문 네트워크를 활용하여 장수명주택의 성공적인 실증단지 사업 구축기획안에 대한 정량적/정성적인 평가 진행 후 최종안 도출

수명이 짧은 양적 주택보급에서 질적으로 향상된 장수명 주택보급 전환 (한국 주택교체 수명 : 30년 미만(25.85년) → 100년 지향)	장수명 주택을 위해 소요되는 고비용 (20~30% 상승) 소요인식과 실증적 연구 부재로 보급전무, 보급형 장수명 모델의 개발 필요	국민행복을 추구하는 생활밀착형 주택보급 및 지속적 新 주거 공간구현으로의 삶의 질 향상 필요	미래건설의 신성장 동력 확보를 통한 창조경제의 구현
수명 연장시 재건축 사회비용의 저감 : 향후 100년간 연간 22조 국가적인 장기우량자산으로서의 가치와 인류의 새로운 미래를 주도할 창조적인 정주환경으로서 내적가치와 잠재적 역량을 갖춘 주택보급 필요 양적 주택보급에서 질적 주택보급으로의 패러다임의 전환 유도	설계-자재생산-시공-유지관리의 개별적 접근으로 인해 기술간 연계성 부족으로 실제 시공단계 비용상승이 초래 기존 장수명 연구단 연구가 완료됨에도 비용증가로 인한 보급의 어려움을 공기관축과 비용절감형 요소기술 개발 필요	장수명의 핵심기술인 기동식 구조정착은 국민 생활과 밀접한 실내소음 저감과 공간활용 극대화 와 관련 주거의 재산증식 수단이 아닌 지속가능한 정주공간이라는 새로운 주거문화 창출 국민 모두의 실질적인 주생활 수준 향상, 그리고 창조적인 새로운 미래 주거문화 등을 구현 주거비용 절감을 통한 기회비용의 창조적 활용	주택분야의 다품종 Infill 수요를 창출, 창업촉진, 고용창출, 글로벌 기준의 기술 경쟁력 바탕의 합리적 건설시장 질서 확립, 창조경제 고용자 주도의 고정형 공간에서 수요자 주도의 창조적 공간 창출가능한 요소기술을 융복합한 신개념 보급 모델

3절. 경제적 타당성

- 사회적 비용 약 22조 절감 : 100년 동안 기존 아파트는 3번 신축되어 재건축비용 2회, 폐기물처리비용 2회가 발생하는 반면, 장수명 공동주택은 리모델링 비용만 2회 소요되어, 기존 주택보다 초기건축비가 20% 상승된다고 가정 하에 100년간 22조(신공항 2개 건설비)가 절약되는 것으로 분석됨.



그림 15. 경제적 타당성

- 쾌적한 국토환경 조성 및 자원의 효율적 이용 : 철근 및 콘크리트 사용량이 60% 이상 절약되어 이산화배출량 30%이상 저감, 건물의 재건축시기 연장에 따른 건설폐기물이 경감됨.

4절. 기술개발의 필요성

가. 기술개발의 필요성

(1) 경제적 측면

- 장수명주택 요소기술이 개발되어 기반이 구축되었으나 초기 공사비에 대한 고비용 인식으로 주택시장에서 외면.
 - 선행 연구단이 제시한 장수명주택 초기 공사비는 벽식구조 대비 127%.
 - 선행 연구단은 공사기간 단축 등 공사비 절감에 대한 내용 부재.
- 비용절감형 장수명주택 구현이 필요.
 - 초기 공사비가 저렴한 벽식구조 수준의 보급형 장수명주택 모델 개발.
 - 현행 공사기간 대비 15% 단축, 최적 골조시스템 구현 등 원가절감 방안 제시.

(2) 정책적 측면

- 선행 연구단에서는 큰 틀에서의 제도 및 정책의 방향성만 제시되어 장수명주택을 현실적으로 유인하지 못하는 실정.
- 구체적인 지원제도 제안을 통해 장수명주택 보급 현실화 필요.
 - 장수명주택 인증제도 현실화
 - 장수명주택 인필 인증제도 신설

(3) 기술자립화 측면

- 벽식구조 및 습식일체식 설계·시공 고착화로 인한 장수명 기둥식 구조기술 및 인필기술 수준 저하.
 - 선진국 대비 노동생산성 59% 수준.
 - 인필의 건식화, 부품화 미비.
- 장수명주택기술 자립화로 선진국 수준의 국가 경쟁력 강화 필요.
 - 국내 시공기술력 강화로 선진국 수준의 노동생산성 향상.
 - 인필의 건식화, 부품화 산업 정착
 - Mid-Tech, High-Tech 개발을 통한 해외시장 진출 가능성 확대.

나. 기술개발투자의 시의성·필요성

- 현재까지 장수명주택에 대한 요소기술이 어느 정도 개발되어 기반이 구축되었으며, 공기단축 등의 인접분야의 기술들도 개발되어 장수명주택 기술은 구축된 수준이나 초기비용이 20% 내외로 상승하여 보급이 어려운 실정임.
- 장수명주택의 수준(등급)과 관련한 국토교통부의 ‘장수명주택 인증제도’ 도입과 연계하여 장수명주택의 수준별 기술을 정착시키고 보급하기 위하여 인증제도를 실증함으로써 장수명주택을 확대 보급하기 위하여 필요.
- 개별적인 단위연구로서 해결할 수 없는 종합적인 주택 성능 향상을 위한 장수명주택 연구가 시급한 실정
: 바닥충격음 및 화장실 소음 등의 사회문제, 자원절약 및 배출 쓰레기 배출 억제, 유지관리 용이성 및 비용절감, 사용자 요구변화와 다양성, 쾌적성, 주거비 부담 경감 등의 주택 성능향상이 중요한 화두로 대두
- 건축비 증가와 새로운 인필 시스템 적용 등의 불확실성으로 시장외면, 단기적 이익 창출이 어려운 민간업계의 회피기술로써 장기적이고 미래지향적 효과를 기대하는 기술개발의 성격을 가지고 있어 민간업체의 힘만으로 보급 활성화에 어려움을 내포하고 있으므로 국가적 지원하의 선도적 기술개발이 필요한 시점.
- 또한, 5년간의 선행 연구단의 연구 인프라가 존재할 때 이를 활용하여 연구하는 것이 보급 및 실용화를 위한 시너지 효과 창출가능성 높음.

다. 개발기술의 해외도입 시 비교

- 국내에서 기반연구가 완료된 성과를 융·복합하여 국내 실정에 맞는 독자적인 기술을 개발해 글로벌 경쟁력 확보로 연결하는 노력 필요
- 중소기업에 적합한 건설분야인 인필산업의 기반구축을 통해 창조경제 신성장동력을 확보하고, 건설산업의 기초를 튼튼히 하는 발전구조 구축 필요
- 국가별 제도, 문화·생활·의식 등의 차이로 인한 지역적 특색이 강한 주택기술의 특성상, 우리나라 주거문화에 가장 적합한 독자적인 기술개발은 기술자립화 및 국가경쟁력의 근간이 될 수 있음
- 국가적인 산업특성, 주택의 공간구성과 의식 등의 차이로 외국기술의 도입은 제한적이며, 건설분야 고부가가치 기술의 해외기술의존도를 낮추기 위해 독자성을 고려한 기술개발 필수

5절. 정부지원의 타당성

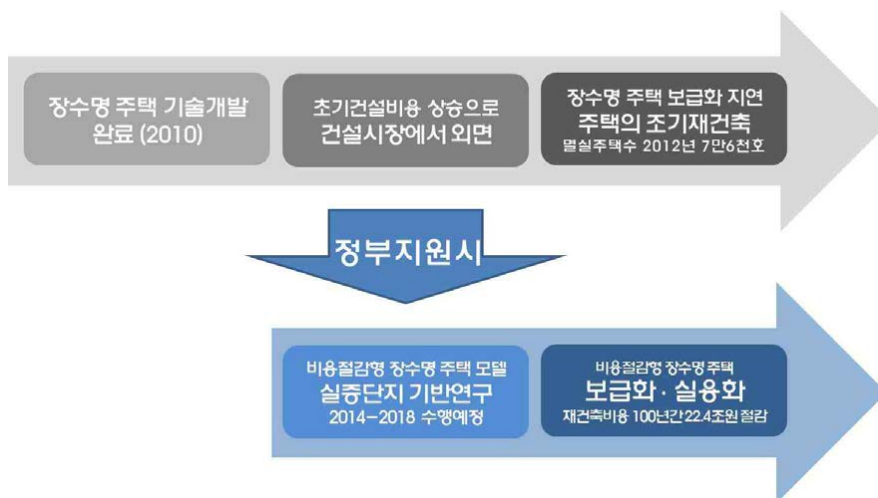


그림 16. 정부지원의 타당성

(1) 장수명주택 인증제도 등 관련 정책에 대한 지속적 정부 지원 필요.

- 공공성 역할 수행의 필요
 - 주택산업적 측면에서 주택보급률 100% 초과, 재고중심으로 전환되는 시점에서 양호한 고품질의 장수명주택 재고를 확보, 국가적으로 건전한 주택재고가 사회비용 절감을 위해서 필요.

- 장수명주택은 장기적 효과를 기대하는 성격이며 미래세대를 위한 지속 가능한 미래가치를 포함하므로 단기적인 이익을 얻기 어려우며 개별업체에서 추구하는 방향이라기보다는 공익적·공공적 성격이 큼. (정부가 추구해야 할 방향으로 중요함.)
 - 국민의 주택비용을 줄일 수 있는 거시적 관점의 기술 및 정책 필요
- 기존 장수명주택 제도의 한계로 제도 보완 및 구체적인 지원제도 신설 필요
- 장수명주택을 유인할 수 있는 제도적인 정비 미흡.
 - 실용화가 보급될 수 있는 단계까지 발전을 위한 선도연구와 국민들의 사고 방식을 전환시키기 위해서 정부의 지원 절실.
 - 정부의 공동주택 관리방향 전환(건설→품질관리)에 따른 ‘장수명 공동주택’ 건설 확대 등을 위한 관련 기술의 상용화 시급
 - 장수명주택과 요소기술(비용절감형 구조시스템 및 탈착식 건식벽체, 이동식 벽체, 화장실 층상배관 등)의 보급 확대와 장수명주택 인증제도의 부합화를 위해 경제성이 확보된 장수명주택 실증연구 필요
- 민간에서 외면 받고 있는 장수명주택, 정부 주도의 시장 확대 필요.
- 현재 7대 건설사 85%가 벽식구조인 것으로 조사됨. (기동식 구조 2%)
(출처 : 매일경제 2013.06.13. 기사)
 - LH공사 등 공공기관 또한 장수명주택 적용에 대한 필요성 인식에도 불구하고 벽식구조 적용 중.
 - 벽식구조 공사비 수준의 장수명주택기술 개발이 이루어지지 않으면, 향후에도 벽식구조 일변도의 시공될 가능성이 높기 때문에 새로운 장수명주택 모델과 실증 검증을 위한 정부의 R&D 투자 필요.
 - 민간은 비용부담, 기동식 구조 아파트에 대한 無경험 등으로 장수명주택 확대적용에 부담. 따라서 정부 주도의 시장 확대 필요.

(2) 민간투자의 한계/어려움 등으로 정부 지원 필요.

- 거주성 향상, 공간 활용성 등 장수명주택의 장점에도 불구하고, 장수명주택의 보급에 걸림돌이 되고 있는 초기건축비용의 저감을 위해 정부의 R&D 투자 필요.
- 100년 지향 장수명주택 건설기술개발로 멸실에 의한 막대한 철거비용 저감 및 환경오염과 자원 낭비 등 주택 멸실로 인한 사회문제 예방
 - 주거비 및 재건축으로 인한 이사, 전학 등 사회적 비용절감 등 서민주거복지 향상 가능
- 민간은 비용부담, 기동식 구조 아파트에 대한 無경험 등으로 장수명주택의

확대적용에 부담 → 정부주도의 시장 확대 필요

- 건설경기가 바닥에 떨어져 있고 미분양이 쌓여있는 현 시점에서 일반적인 건설기술에 익숙한 주택건설업체들은 미래에 대한 기술개발은 관심 밖이며, 초기건축비용이 증가하며 단기간의 이익을 추구할 수 없는 분야의 회피기술로서 민간에서는 개발하기 어렵기 때문에 정부주도와 지원으로 민간의 견인.

(3) 글로벌 경쟁력 강화, 신 성장동력 창출을 위한 기술자립화 필요.

- 벽식구조 기술 고착화로 인한 장수명 기동식구조기술 수준저하로 기술자립화에 대한 정부 지원 필요.
 - 장수명주택의 기동식 전환에 따라 필수적으로 뒷받침되어야 하는 Infill(내장 및 설비) 요소기술 개발로 건설시장 활성화 및 일자리 창출.
 - 장수명주택의 기동식 전환에 따라 필수적으로 뒷받침되어야 하는 Infill(내장 및 설비) 요소 기술은 내장의 건식화·부품화를 위한 새로운 산업으로 건설분야 신성장동력으로써 성장 가능성이 높음. 또한 Infill(내장 및 설비) 요소기술 개발로 중소기업 경쟁력 강화 및 건설시장 활성화로 일자리 창출 가능
- 해외시장 진출 등을 위한 기술자립화(기술수준향상)로 국가경쟁력 강화를 위한 정부 지원 필요.
 - 국내에서 기반연구가 완료된 성과를 융복합하여 국내 실정에 맞는 독자적인 Mid-Tech, High-Tech 개발을 통한 해외시장 진출 가능성 확대

(4) 일자리 창출을 위한 중소기업 중심의 Infill산업 활성화, 저개발국가 대상의 해외수출을 위한 지원 필요.

- 인필산업의 신규고용은 연간 1만 3천명 창출 추정.
 - 연간 30만호 신축 기준, 경량벽체의 국내 시장규모는 약 1.2조로 신규 고용창출은 연간 8,160명 예상.
 - 연간 30만호 신축 기준, 외피 건식화(PC 등) 국내 시장규모는 약 7,500억으로 신규 고용창출은 연간 5,100명 예상.
- 장수명주택의 해외시장 진출 시, 신규고용창출은 연간 1,470명 기대. (관리인원을 10%로 가정)
 - 연 5천호 기준(최근 Project 5개), 약 1조(1호당 2억 가정) 시장 형성을 예상.

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의	1
2. 기술의 필요성	5
2절. 기술분류 및 내용	17
1. 비용절감형 장수명주택의 요소기술	17
2. 비용절감형 장수명주택 실증단지 실현 기술	20
3. 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도	20
3절. 기존 연구과제(선행 연구단)와의 차별성	21
2장. 국내외 동향 및 환경 분석	35
1절. 국내외 정책동향	35
1. 국내 정책동향	35
2. 해외 정책동향	38
2절. 국내외 시장현황 및 전망	42
1. 국내 시장동향	42
2. 해외 시장동향	46
3절. 국내외 장수명주택 기술동향 분석	52
1. 국내 기술동향 (관련기술, 특허, 논문)	52
2. 해외 기술동향 (관련기술, 특허, 논문)	73
4절. 연구개발 인프라 분석	96
1. 인적인프라 현황	96
2. 물적인프라 현황	100

3. 해외인프라 현황	102
5절. 종합분석	104
1. 국내외 정책 및 시장 분석	104
2. 기술개발 동향	104
3. 연구개발과 연계한 분석내용종합 및 시사점 도출	106
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	111
1절. 비전 및 목표	111
1. 비전 및 최종목표	111
2. 세부목표	112
3. 추진전략	114
2절. 기술개발에 따른 미래상	116
1. 현황 및 미래상	116
2. 기술개발 전략 및 효과	119
3절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	121
1. 성과목표	121
2. 성과지표	122
4절. 연구개발과제 구성	128
1. [1세부과제] 비용절감형 장수명주택모델 및 핵심기술개발	128
2. [2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	129
3. [3세부과제] 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발	130
4. [연구단 사무국]	132
5절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	133
1. 1세부과제	133
2. 2세부과제	134
3. 3세부과제	136
4. 연구단 사무국	137

6절. 세부과제 간 연계관계	139
7절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	141
1. 기술로드맵	141
2. 성과로드맵	142
3. 세부과제별 기술·성과로드맵	143
8절. 성과의 활용방안	147
1. 주요성과	147
2. 활용방안	149
3. 기대효과	150
9절. 연구수행체계 제안	151
 4장. 사전 타당성 검토	 152
1절. 정책적 타당성	152
2절. 기술적 타당성	156
3절. 경제적 타당성	157
4절. 기술개발의 필요성	160
5절. 정부지원의 타당성	163
 5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정	 169
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	169
1. 전체사업 인력투입계획	169
2. 세부과제별 인력투입	169
2절. 소요예산 산정	170
1. 예산 산정방법	170
2. 전체사업 소요예산	170
3. 세부과제별 소요예산 (정부출연금 기준)	171

6장. 과제 제안요구서	191
1절. 과제 제안요구서(RFP)	191
2절. 평가기준 설정	205
7장. 참고문헌	212

그 립 목 차

그림 1-1. 비용절감형 장수명주택의 개념	1
그림 1-2. 기존 주택과 장수명주택의 차이(예시)	2
그림 1-3. 국토교통부에서 제시한 장수명주택 인정제도(안)	4
그림 1-4. 관련법 개정과 밀접히 연관되어 증가와 감소를 반복하는 서울시 주택 재건축 사업현황	8
그림 1-5. 최근 3년간 7대 대형 건설사 기둥식 구조 현황	12
그림 1-6. 부분적 가변성이 있는 혼합구조	13
그림 1-7. 장스팬 구조	14
그림 1-8. 자유롭게 변경 가능한	14
그림 1-9. 장수명주택의 보급화 저해 원인과 기술개발방향	16
그림 1-10. 장수명주택의 보급화 방안	21
그림 1-11. 장수명주택의 지상부 골조공사비 절감방안	23
그림 1-12. 장수명주택의 지하부 골조공사비 절감방안	24
그림 1-13. 장수명주택의 골조공사 공기단축으로 인한 비용절감방안	26
그림 1-14. 벽식구조와 기둥식 구조의 소음전달 개념도	28
그림 1-15. 기둥식구조 바닥충격음 테스트 분석결과	28
그림 1-16. 장수명주택의 고비용 인필요소 비용절감의 한 예시	30
그림 2-1. 일본의 CHS에서 200년 주택까지 주택정책 변화	39
그림 2-2. 국내 공동주택 구조형식 변화 및 개발방향	43
그림 2-3. 전국 총 주택수요 변화 (2012 주택산업연구원 세미나 자료)	44
그림 2-4. 일본사례 (시오도메)	47
그림 2-5. 일본 사례	47
그림 2-6. 네델란드 사례 (Kyenburg)	49
그림 2-7. 네덜란드 사례	49
그림 2-8. 핀란드 사례 (아라비아난타)	50
그림 2-9. 핀란드 사례	50
그림 2-10. 포스트텐션 무량판구조 미국 사례	51
그림 2-11. 시애틀 맨션주택	51
그림 2-12. 층고절감형 장스팬 무량판 구조 구현(SH공사)	53
그림 2-13. SH공사의 장수명주택 관련 기술개발연구 동향	53
그림 2-14. 화장실 수직배관 유입방식	54

그림 2-15. 화장실 층상배관방식	54
그림 2-16. 전용 84m ² 단위세대의 가동벽체가능부위	54
그림 2-17. 건식바닥구조 개념도	56
그림 2-18. 건식바닥 단면도(좌), 하부지지구조(중), PB배관시공(우)	57
그림 2-19. 조적 젠다이 + 기존 층하배관, 당해층 배관 도면 예시	60
그림 2-20. 건식 젠다이 + 기존 층하배관, 당해층 배관 도면 예시	61
그림 2-21. 연도별 국내특허 출원건수	67
그림 2-22. 연도별 한국의 기술개발 활동 현황	67
그림 2-24. 기술시장 성장단계 다이어그램	68
그림 2-23. 한국특허 기술위치	68
그림 2-25. SH공사 신내3지구 장수명주택의 평면 및 내부전경	72
그림 2-26. 국외 건식바닥구조 예	75
그림 2-27. 국외 난방배관 설치 예	76
그림 2-28. 연도별 미국의 특허 동향	83
그림 2-29. 연도별 일본의 특허 동향	83
그림 2-30. 연도별 유럽의 특허 동향	84
그림 2-31. 연도별 미국의 기술개발 활동 현황	84
그림 2-32 연도별 일본의 기술개발 활동 현황	85
그림 2-33. 연도별 유럽의 기술개발 활동 현황	85
그림 2-34. 미국 특허의 기술위치	86
그림 2-35. 일본 특허의 기술위치	87
그림 2-36. 유럽 특허의 기술위치	87
그림 2-37. 특허로 살펴본 국가간 기술경쟁력 분석	89
그림 2-38. 세부기술별 점유율 분석	90
그림 2-39. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(1)	91
그림 2-40. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(2)	91
그림 2-41. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(3)	92
그림 2-42. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(4)	92
그림 2-43 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(5)	93
그림 2-44. 우리나라 연구원 수 추이	96
그림 2-45. 우리나라 연구개발인력 수 추이	96
그림 2-46. 우리나라 주체별 연구원 수 추이	97
그림 2-47. 우리나라 주체별 연구원 수 비중 추이	97
그림 2-48. 전세계 건설시장 규모(1\$= 1000원으로 산정)	100

그림 2-49. 국내 건설투자 규모	100
그림 2-50. 관리기관별 대형실험시설 구축현황	101
그림 2-51. 선행 연구단 Mock-up House	102
그림 2-52. KOHP21(2000)	102
그림 2-53. PLUS 50 환경공생주택 (2007)	102
그림 2-54. 세부기술별 주요시장국 기술개발 활동현황 분석	106
그림 2-55. 분석내용종합 및 시사점 도출	108
그림 3-1. 연구단 비전 및 목표	111
그림 3-2. 실증주택/단지 예시	113
그림 3-3 연차별 추진방법	114
그림 3-4. 기술개발에 따른 미래상	118
그림 3-5. 과제구성	122
그림 3-6. 세부과제별 연계성	139
그림 3-7. 세부과제 간의 연계관계	140
그림 3-8. 기술로드맵	141
그림 3-9. 성과로드맵	142
그림 3-10. 1세부 기술·성과로드맵	143
그림 3-11. 2세부 기술·성과로드맵	144
그림 3-12. 3세부 기술·성과로드맵	145
그림 3-13. 연구단 기술·성과로드맵	146
그림 3-14. 스타성과	147
그림 3-15. 하위성과	148
그림 3-16. 비용절감형 장수명주택의 활용방안	150
그림 3-17. 연구수행체계	151
그림 4-1. 국토종합계획의 기본 틀	153
그림 4-2. 건설교통 R&D 중장기계획 2013-2017	154
그림 4-3. 경제적 타당성(1)	157
그림 4-4. 경제적 타당성(2)	158
그림 4-5. 정부지원의 타당성	163

표 목 차

표 1-1. 선행 장수명 연구단(2010)의 장수명주택 공사비	23
표 1-2. 기존 과제와 본 과제 구조체 비교	24
표 1-3. SH공사 신내지구 1단지 1개동 기준층골조공사비 비교	24
표 1-4. 현행 공동주택 지하주차장과 본 과제 비교	25
표 1-5. SH공사 신내3지구 1단지 공사기간 비교	26
표 1-6. 공기단축근거	27
표 1-7. 기존 과제와 본 과제 외피 비교	29
표 1-8. 기존 연구과제와의 비교 (1)	32
표 1-9. 기존 연구과제와의 비교 (2) - 기술수준	33
표 1-10. 선행연구단과 본과제의 차별성	34
표 2-1. 국내 정책동향	36
표 2-2. 국외 장수명주택 관련 주요정책	39
표 2-3. S.W.O.T 분석	45
표 2-4. KCC(국책과제) 개발구조의 기대효과	57
표 2-5 개발구조 일위대가	58
표 2-6. 슬라브 다운방식(이중배관 공법)과 OSP 당해층 배관 공법 특징비교	59
표 2-7. 슬라브 다운 및 당해층 배관시스템 비용비교	59
표 2-8. 기존 층하배관과 당해층 배관(습식공사) 비용비교	60
표 2-9. 기존 층하배관과 당해층 배관(건식공사) 비용비교	61
표 2-10 조사범위 설정	64
표 2-11. 특허전문 검색 DB 활용	65
표 2-12. 기술 분류 및 노이즈 제거 기준	65
표 2-13. 유효특허 선별결과	66
표 2-14. 유효논문 선별 결과	69
표 2-15. 국내 장수명주택 연구경향 분석	71
표 2-16. 시공성을 감안하여 설계한 공사의 공사비 현황	73
표 2-17. 거푸집 변천과정 및 특성	74
표 2-18. 조사범위 설정	81
표 2-19. 특허전문 검색 DB 활용	81
표 2-20. 유효특허 선별결과	82
표 2-21. 특허로 살펴본 국가간 기술경쟁력 현황비교표	89

표 2-22. 유효논문 선별 결과	94
표 2-23. 국외 장수명주택 연구경향 분석	95
표 2-24. 우리나라 주체별 전공별 연구원 현황(2009)	98
표 3-1. 1세부 세세부과제 목표	112
표 3-2. 2세부 세세부과제 목표	112
표 3-3. 3세부 세세부과제 목표	114
표 3-4. 1세부과제별 주요내용 및 추진전략	134
표 3-5. 2세부과제별 주요내용 및 추진전략	135
표 3-6. 3세부과제별 주요내용 및 추진전략	137
표 3-7. 연구단 사무국 주요내용 및 추진전략	138
표 3-8. 과제별 타세부와의 협력내용	139
표 3-9. 연구과제별 수행기관 및 담당연구	151
표 4-1. 정책적 타당성	155
표 4-2. 100년간 비용절감 효과	157
표 4-3. 탄소배출량 저감형 구조방식	159
표 4-4. 기술자립화 현황	166
표 4-5. 해외시장 진출 현황	166
표 4-6. Mid-Tech와 High-Tech 현황	166
표 5-1. 전체 사업 인력투입계획	169
표 5-2. 세부과제별 인력투입계획	169
표 5-3. 전체 사업 소요예산	170
표 5-4. 세부과제별 소요예산	171
표 5-5. 1세부과제 소요예산	171
표 5-6. 1세부과제 인건비 산출표	172
표 5-7. 세부과제 인건비	172
표 5-8. 1세부과제 연구시설 및 장비비	173
표 5-9. 1세부과제 시작품 제작비	173
표 5-10. 1세부과제 재료구입비	174
표 5-11. 1세부과제 재료구입비	177
표 5-12. 2세부과제 인건비 산출표	177
표 5-13. 2세부과제 인건비	178
표 5-14. 2세부과제 연구시설 및 장비비	178
표 5-15. 2세부과제 시작품 제작비	178
표 5-16. 2세부과제 재료구입비	179
표 5-17. 3세부과제 소요예산	182

표 5-18. 3세부과제 인건비 산출표	182
표 5-19. 3세부과제 인건비	183
표 5-20. 3세부과제 연구시설 및 장비비	183
표 5-21. 3세부과제 시작품 제작비	184
표 5-22. 3세부과제 재료구입비	184
표 5-23. 연구단 사무국 소요예산	187
표 5-24. 연구단 사무국 인건비 산출표	187
표 5-25. 연구단 사무국 인건비	187
표 5-26. 연구단 사무국 연구시설 및 장비비	188
표 5-27. 연구단 사무국 시작품 제작비	188
표 5-28. 연구단 사무국 재료구입비	188

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

가. 비용절감형 장수명주택의 정의

- 비용절감형 장수명 주택이란 벽식 아파트 건축비 수준으로, 100년 내구성을 보유한 구조체와 분리 가능한 외피·내장·설비로 구성되어 건물 생애주기 동안 유지관리가 용이하고 가변성이 뛰어나며 층간소음 등 주거성능이 우수한 공동주택을 의미함.(Support+Cladding+Infill로 구성)
 - 100년 지향의 고내구성 기동식 구조(Support)
 - PC등의 탈부착 가능+다양한 디자인의 외피(Cladding)를 구조체와 분리
 - 이설 및 재설치가 용이한 내장재 및 전용설비(Infill)
 - 구조체에 매설하지 않아 점검과 유지보수가 용이한 설비 시스템(Infill)과 슬래브 다운(Slab down)을 하지 않는 층상배관 시스템을 통하여 장수명과 소음저감을 동시에 실현.

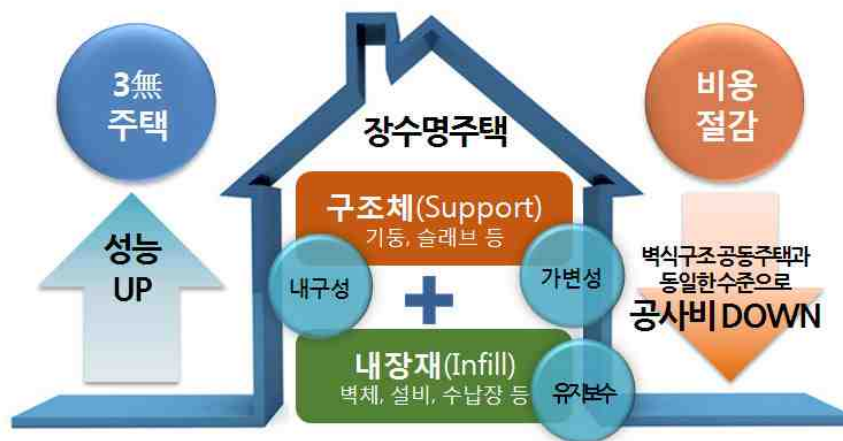


그림 1-1. 비용절감형 장수명주택의 개념

- * 장수명주택의 기본개념 : 장기간(예:100년) 시대변화에 따라 적절한 성능과 기능을 수용할 수 있도록, 수명이 길고 사회적으로 변화가 적은 Support(구조체 등)는 장기간 유지하고, 사회변화와 기능변화·생활변화에 민감하고 수명이 짧으며 개인적인 Infill(벽체, 설비 등의 내장재)은 쉽게 교체·수선·유지관리하여 시간이 흘러도 기능과 성능의 저하 없이 사용할 수 있는 주택.²⁾

물리적으로 내구성(물리적 장수명)이 높은 것과 장기간에 걸쳐 주택이 사회적인 변화, 기능적인 변화, 가족변화, 거주자변화 등 변화 요구를 수용할 수 있는 기능적인 내구성(기능적 수명)을 수용할 수 있는 수용력(Capacity to change)이 높은 부재나 주택이어야 장수명 주택이 될 수 있음. 기능적 내구성을 수용할 수 없으면 아무리 물리적인 내구성(물리적 수명)이 높다 하더라도 장기간 사용하는데 한계가 있기 때문이다. 따라서 장수명 주택은 물리적인 내구성과 함께 기능적인 내구성을 동시에 갖추어 종합적인 내구성(내용성; 耐用性)이 높은 주택이어야 하는 것임. 동시에 주택이 사회의 양호한 자산으로서의 주택재고가 되기 위해서는 시대 발전에 따라서 변화하는 사회상황, 주택에 대응한 사회적 요구, 주택 계획, 생산에 관한 기술변화에도 대응할 수 있는 사회·국가 자산으로서 주택재고의 품질이 확보되어야 함. 저출산 고령화, 자원절약과 에너지 절약 등의 사회적인 문제를 수용할 수 있는 사회적 자산으로서 유지되기 위해서도 장기적인 관점에서 주택의 내용성은 중요함. 이러한 주택의 내용성을 향상시키기 위해서는 설계, 부재·부품의 생산, 시공, 유지관리에 이르는 종합적인 기술적인 관점에서 다루어져야 하며, 물리적인 내구성뿐만 아니라 가변성, 리모델링 대응성, 유지관리 용이성 등의 기능적·사회적인 기능수용이 불가피함. 이러한 점에서 일반적으로 기존의 벽식구조는 물리적인 내구성 측면에서는 큰 무리가 없다고 볼 수 있으나 기능적·사회적인 내구성 측면의 수용에 한계가 있기 때문에 장수명주택으로는 부적합하다고 할 수 있음.

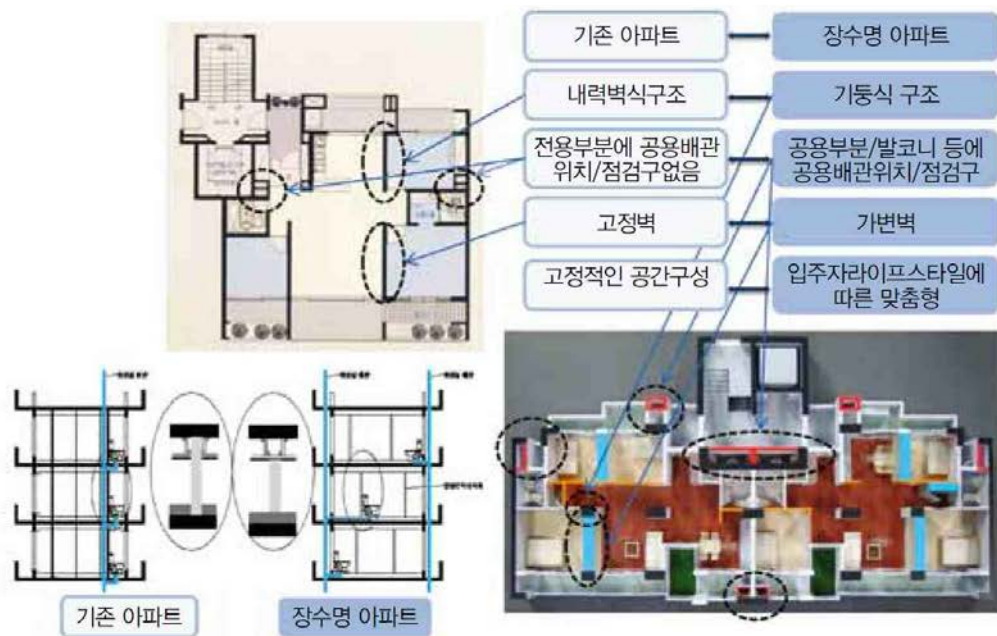


그림 1-2. 기존 주택과 장수명주택의 차이(예시)

2) 장수명주택 인정제도 방안 공청회(안), 2013.03.15

- 3無주택³⁾ : 최근 발생하고 있는 층간소음, 결로, 새집증후군 등의 문제가 해결되어 쾌적하고 안전한 거주환경을 가진 주택을 의미함.
 - 공동주택 바닥구조 기준 강화 : 표준바닥구조와 인정바닥구조를 통합하여 일정두께와 일정차단성능을 모두 만족하는 바닥구조 시공을 의무화하여 바닥두께는 210mm(단 라멘구조는 150mm, 무량판 구조는 210mm)이상, 측정된 경량충격음 58dB, 중량충격음 50dB이하여야 함.
 - 공동주택 결로방지 기준 신설 : 주택에 설치되는 창호, 벽체 접합부는 국토교통부 장관이 고시하는 결로방지성능(실내 온습도·외기 온도변화에도 창호·벽체 온도가 일정이하로 낮아지지 않도록 지표화된 값을 부위별로 제시)을 확보하도록 규정함. 결로발생 취약부위에 대해서는 국토교통부장관이 고시하는 기준에 적합한 결로방지 상세도를 작성하도록 의무화시킴.
 - 실내 오염물질 저방출 건축자재 사용대상 확대 : 실내오염물질 저방출 건축자재 사용대상을 기존 1,000세대 이상에서 500세대 이상으로 확대시킴.

- 비용절감형 장수명주택은 기존 벽식구조 건축비 수준을 유지하면서 기둥식 구조(라멘구조, 무량판구조 등)를 기본으로 Slab down 없이 물리적 내구성을 확보하면서 외장·내장·설비를 구조체와 분리하여 가변성, 리모델링 및 유지관리 용이성이라는 기능적 내구성을 갖춘 종합적인 시스템을 의미함. 장수명화를 위한 성능향상을 도모하는 다양한 요소들이 적용되므로 기존 벽식구조 시스템에 대비하여 비용증가가 불가피하며, 선행연구단에서도 기존 벽식구조시스템 대비 건축비용상승을 제시하고 있음. 그러나 건축비용상승이 장수명 주택의 보급에 결정적인 장애요소라는 점에서 하드웨어적인 기술적 측면과 소프트웨어적인 제도적 측면의 2가지 측면의 접근을 핵심으로 하고 있음.

기술적 측면으로 기둥방식의 구조시스템과 주택의 설계·생산·시공의 종합적인 관점에서 비용을 절감할 수 있는 방안으로 구조시스템의 단순화 및 공간구성의 합리화, 시공성(Constructability)의 강화, 시공공기의 단축, 시공관리의 합리화, 부품의 표준화 등을 통한 비용절감을 도모하여 벽식구조에 건축비용에 근접한 수준을 유지함. 시스템적인 측면에서 인필의 비용증가는 2년간의 기술상용화 및 비용절감 연구를 통하여 3차년도 적용하는 방안을 취함. 제도적 측면에서는 기술적 측면으로 해결하기 어려운 차이를 해결하기 위한 지원방안으로 2014년에 공표예정인 ‘장수명 주택 인증제도’를 바탕으로 한 다양한 지원방안 연구를 통하여 연구종료 시점에서 종합적인 비용절감을 달성하도록 함. 장수명 주택 시스템의 달성과 더불어 3無 (층간소음, 결로방지, 새집증후군)아파트의 수준의 성능도 유지하도록 함.

3) 공동주택 바닥구조 기준 강화, 창호와 벽체에 대한 결로방지기준 신설, 친환경건축자재 사용대상 확대 등 주택의 품질기준을 강화한 「주택건설기준 등에 관한 규정」 개정(안)이 2013년 7월 15일 공포되어 2014년 5월 7일부터 시행될 예정임.

나. 비용절감형 장수명주택의 실증단지 정의

- 비용절감형 장수명주택 실증단지는 비용절감형 장수명 주택을 실증하기 위하여 건설하는 단지 혹은 단독 주동 또는 주동의 일부, 세대단위의 어느 하나 혹은 혼합규모를 의미함. 실증단지는 장수명 주택의 보급모델 및 핵심요소기술을 실제 단지/주동/세대에 적용하여 시공기술, 공사비용, 정책 및 제도를 실증할 수 있도록 함으로써 장수명 주택의 보급을 활성화시키는 것을 목표로 함.
- 비용절감형 장수명단지는 설계·시공 핵심기술과 공기단축 등을 검증하지만 그 기반이 되는 것은 장수명 주택 인증제도를 기반으로 하여 일반 장수명 주택 등급 이상으로 일반등급, 우수등급, 최우수 등급을 실증함. 벽식구조 건축비 수준은 3가지 등급 가운데 일반 장수명 주택 등급을 기준으로 하여 실증하는 것을 목표로 하며, 인증제도의 각 등급별 실증주택의 역할과 더불어 등급별 비용 산정과 인센티브를 검토하는 실증기반의 역할도 겸하게 됨.

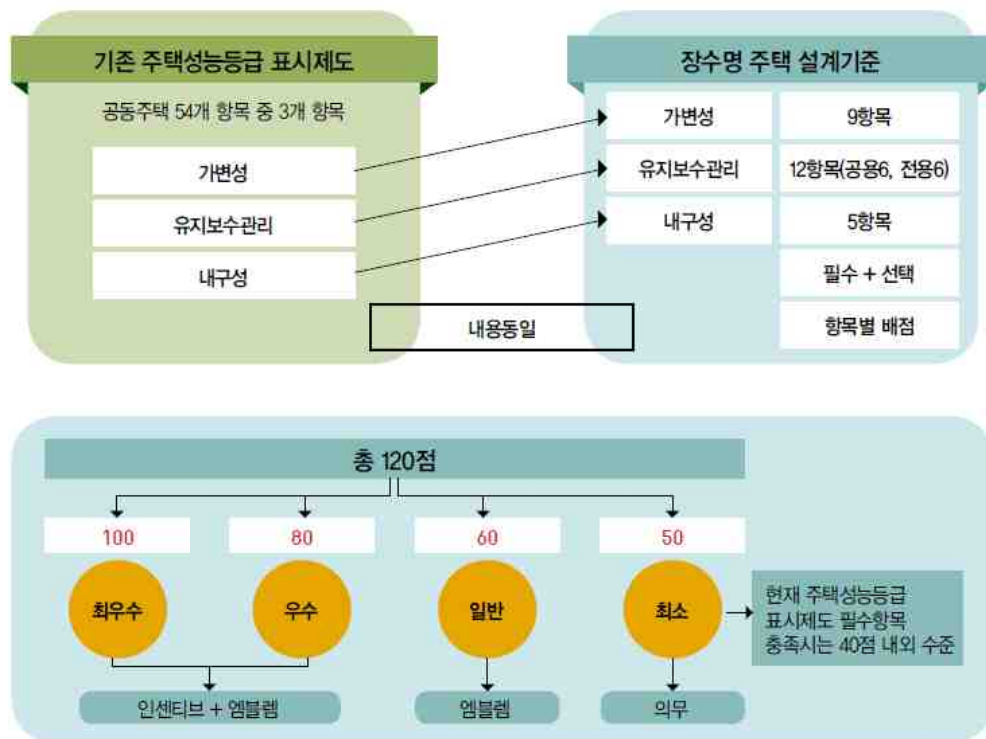


그림 1-3. 국토교통부에서 제시한 장수명주택 인정제도(안)

- 비용절감형 장수명주택 실증 주택/단지는 연구가 종료된 후에 장수명 주택의 모델 하우스의 역할, 정보 및 기술 제공, 체험을 위한 정보기지의 역할을

수행하는 장수명 주택의 정보기지 역할을 수행함.

- 비용절감형 장수명 주택 실증단지의 규모범위는 연구비와 비용절감을 검증할 수 있는 수준으로 자유롭게 결정하는 것으로 함.
 - 향후 보급 확대와 활용성, 해외 신도시 개발 진출이라는 측면에서 볼 때 단지차원에서 장수명화와 관련된 요소기술을 포함하여 개발하는 것이 바람직하며, 비용절감 측면에서 볼 때 규모가 클수록 효과가 높을 것임.
 - 실증단지 규모는 기존 내력벽식 구조방식의 일반적인 아파트와 본 과제에서 실증하려는 비용절감형 장수명 주택을 비교분석할 수 있도록 한 단지의 규모가 20층 전후의 5개-6개동 정도의 약 500호 정도의 단지이면 최소한의 2공구로 나누어 단지차원의 검토가 가능할 것으로 판단함.
 - 즉, 한 단지에서 최소규모의 2개의 단지(주동 2-3개동)로 나누어 기존 방식과 비용절감형 장수명주택의 설계, 시공, 비용 등을 비교 검토하는 것이 가장 바람직한 실증연구로 판단함.
 - 또한 주동단위를 대상으로 하면 최소한 주동의 구조시스템과 지하주차장 시스템, 인필 시스템을 종합적으로 검토할 수 있는 비용절감을 검토하는 최소단위로 본 기획팀은 판단함.
 - 그러나 연구비와 업무실행의 용이성, 참여기관의 특성과 협조 용이성 등의 현실적인 측면을 배제할 수 없으므로 비용절감이라는 기술적인 측면과 장수명 주택 인증제도의 검증이라는 연구의 목적을 달성할 수 있는 결과나 성과를 충분히 달성할 수 있는 수준이면 단지, 주동뿐만 아니라 주동의 일부, 세대도 가능할 것이므로 연구자들이 자유롭게 결정할 수 있도록 함.
 - 또한, 주동이하 차원의 부분실증주택으로 추진되더라도 단지차원의 장수명화 요소기술에 대해서는 연구에 포함하여 1-1세부과제에서 다루도록 하며, 3-3 세부과제의 해외 신도시 진출을 위한 지원방안으로도 제공되어야 함.

2. 기술의 필요성

가. 정부의 장수명 지향 정책 전환

(1) 단순 공급정책에서 품질·성능중심의 재고관리 중시정책 전환

- 선진국을 중심으로 한 국제 건축환경은 품질·성능중심으로 변화하고 있음.
설계→자재생산→시공→유지관리→리모델링→유지관리→재건축/해체에 이르는 건축물 생애 전과정을 연계하여 건축물의 공급(Flow)과 재고(Stock)를 관리하는 정책으로 추진하고 있음. 아울러 국민의 다양하고 변화하는 요구를 수용하고 새로운 라이프 스타일(Life Style)과 생애주기(Life Cycle)를 반영하는 창조적인 개념과 젊은 세대뿐만 아니라 여러 세대(Generation)에 걸

쳐 어린이뿐만 아니라 노인에 이르는 모든 계층이 편안하고 쾌적하며 편리하게 사용할 수 있는 생애 맞춤형·평생주택(Lifetime Homes)과 같은 새로운 주택 개발과 실용화를 위한 핵심기술의 역량을 강화하는데 집중하고 있음. 또한 주택공급은 시공의 효율성과 합리화를 통한 비용효율이 중요한 가치로 정착함.

(*영국의 경우는 2013년부터 신축되는 모든 주택에 대하여 Lifetime Homes 의무화, 일본은 2008년부터 ‘장기우량주택의 보급촉진에 관한 법률’ 제정 시행을 통하여 우수한 주택성능을 가진 재고 중시)

- 우리나라의 현실은 아직도 신축주택 공급이 많은 비중을 차지하고 있으며 재고관리를 위한 정책으로 전환을 도모하고 있는 전환기에 접어들었음.
신축주택 공급 위주의 정책이 장기간 유지되어 옴에 따라 설계·자재생산·시공·유지관리·리모델링·재건축의 과정이 유기적으로 이루어지기보다 개별적인 접근으로 과정단계와 기술간 연계성이 부족한 한계.
- 라이프 스타일과 라이프 사이클에 대응한 주택계획들이 일부 이루어지고 있으나, 일정 기간의 생활변화에 대응하는 정도로서 생애맞춤형·평생주택이라는 차원에서 접근은 아직 구체화되어 있지 않은 실정임.
- 공급위주의 정책 속에서도 시공 시 공사기간 과다소요와 인력 의존형 시공에 따른 비용상승을 초래하는 한계점을 가지고 있어, 이를 해소하기 위한 시공성 향상에 대한 접근이 시도되고 있는 실정임.
- 주택의 신축공급과 관리의 전 과정을 통합한 장수명주택 보급모델과 실증기술의 개발은 향후 국가적인 장기 우량자산으로서의 가치와 인류의 새로운 미래를 주도할 창조적인 정주환경으로서 내적가치와 잠재적 역량을 가짐.

○ 수명이 짧은 양적 주택보급에서 수명이 긴 질적으로 향상된 장수명 주택 보급으로 전환 필요. (한국 주택 교체 수명 : 30년 미만(25.85년) → 100년 지향)

- 미국과 유럽 선진국의 주택수명(교체수명)은 약 72년에서 128년에 분포하며 약 100년의 수명을 유지하고 있는데 반하여 우리나라는 30년 미만으로 극히 짧은 문제점이 있어 장수명화가 필요함.
- 약 30년마다 재건축하는 것에 비하여 100년 정도에 재건축하는 것으로 가정할 때 조기 재건축에 소요되는 사회비용의 저감 가능 (조선일보, 2013.3.14일자에 의하면 향후 100년간 연간 22조 사회비용 저감)
- * 현재 주택수명이 짧고 성능이 낮은 주택을 공급할 경우 단기간은 문제가 없을 것으로 보이나 결국 재고중심의 사회와 고령화 사회, 지속가능한 사회와 반하는 것으로 거주자에게 주택비용 부담과 환경 부담을 가중시킴으로써 미래사회, 자녀세대들에게 사회비용을 전가시켜 국가적인 차원에서 주택부담 증가 초래.

→이것은 국가차원에서 고려해야할 사회적인 문제로써 개인의 부담으로 해결하거나 어떤 업체의 힘으로 해결하려는 것은 한계가 있다. 국가적인 차원에서 주택의 기술과 정책의 조화를 통하여 해결해야할 종합적인 과제의 성격임.

- 국가적인 장기우량자산으로서의 재고주택의 가치와 인류의 새로운 미래를 주도할 창조적인 정주환경으로서 내적가치와 잠재적 역량을 가짐.
- 양적(Quantity) 주택보급에서 질적(Quality) 주택보급으로의 패러다임 전환으로 정책방향의 전환에 부응.

○ 장수명 공동주택의 보급은 한국 주택산업의 녹색산업화 및 선진화 기반 조성
과 국민 모두의 실질적인 주생활 수준 향상, 나아가서 창조적인 새로운 미래주거문화 등을 구현하는데 있어서 중요한 역할을 할 것임.

○ 국민의 행복을 추구하는 생활 밀착형 주택보급으로 국민 모두의 실질적인 주생활 수준 향상, 그리고 창조적인 새로운 미래주거문화 등을 구현

- 장수명주택의 핵심기술인 기동식 구조와 물 사용 공간의 층상설비배관 시스템의 정착은 국민생활과 밀접한 실내소음 저감과 공간 활용을 극대화하여 인구구조·가족구조 변화·사회변화·기술변화를 융통성 있게 수용할 수 있는 효과가 있음.
- 주거 패러다임의 전환으로서 무분별한 자원의 낭비를 초래하는 재건축을 지향하고 재산증식 투기 수단이 아닌, 지속가능한 정주공간이라는 새로운 주거문화 창출, 주거비용 절감을 통한 주거 기회비용을 삶의 질 향상을 위한 창조적으로 활용으로 전환시켜 국민의 복지의 실현.
- 국민생활과 밀접한 실내소음 저감(예, 280mm 중공슬래브, 중량 46dB 이하, 경량40dB 만족), 녹색건축물 인증제도 화장실 소음평가항목 유리한 점수(4점) 획득효과와 공간 활용을 극대화하여 인구구조·가족구조 변화를 융통성 있게 수용할 수 있는 효과가 있을 것으로 예상.
- 장수명주택에서의 구조체와 외벽(Cladding)의 분리는 외단열 시스템 도입을 용이하게 하며 열교방지를 통해 에너지절감과 고질적인 하자인 결로를 방지할 수 있을 것으로 예상.

(2) 멸실로 인한 사회문제 해결 및 미래 신성장동력 확보

○ 무분별한 재건축조장과 주택멸실로 인한 국가 및 사회적 비용 증가를 해결.

- 국내의 주택수명은 미국이나 유럽의 선진국에 비하여 약 1/3로 짧은 문제점이 있는 것으로 나타나고 있는데, 물리적인 수명(내구성)의 문제점은 거의 없으나 기능적인 수명·사회적인 수명으로 인하여 조기 노후화되어 재건축되는 것으로 나타나고 있음. 기능적·사회적인 측면으로 가변성, 유지관리

용이성, 리모델링 등에 대응성이 낮아 재건축되는 것이 일반적인 현실임.

- 2012년 멸실주택은 76,662호로 멸실에 의한 막대한 철거비용 및 폐기물 발생으로 인한 환경오염과 자원 낭비 등 주택멸실에 의한 사회문제에 직면해 있는 시점에서 이를 해결하기 위한 기술적인 노력과 정부의 제도적인 지원책이 필요함.

* 15년 이상 경과된 노후 공동주택 추이('11 309만호→ '20 624만호)

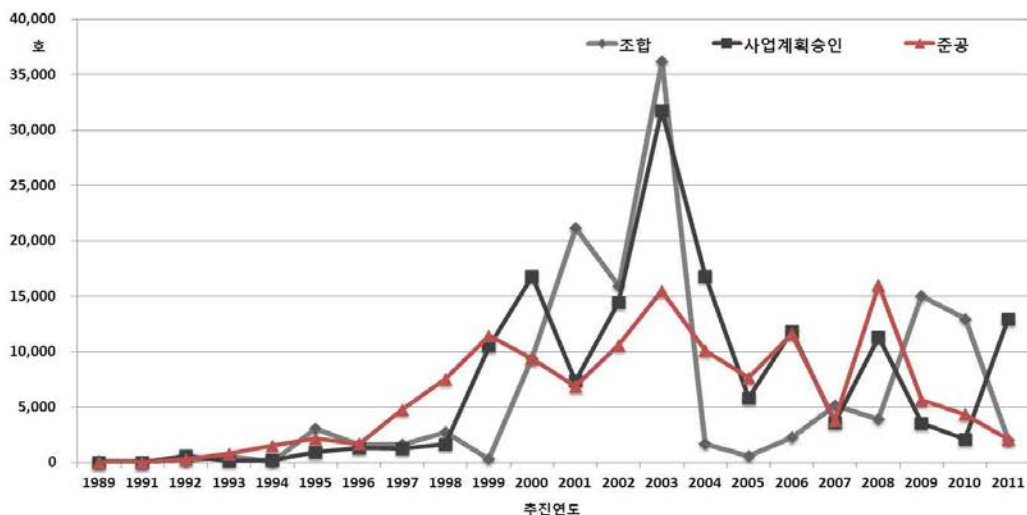


그림 1-4. 관련법 개정과 밀접히 연관되어 증가와 감소를 반복하는 서울시 주택재건축 사업현황

- 무분별한 재건축 추진을 방지하고 건축물의 노후화 억제와 기능 향상을 목적으로 리모델링이 도입 운영되고 있으나, 지금까지 건설된 공동주택은 내력벽식구조·일체식구법의 설비매설 시공으로 향후 공동주택이 노후화될 경우 리모델링을 하는데 많은 비용과 쓰레기 대량 배출, 공사기간 연장 등이 수반되어 리모델링이 활발하게 이루어지지 못하여 재건축을 할 수밖에 없는 상황이 도래할 것임.
- 재건축이 많아질수록 건설폐기물 증가, 건설자원의 재투입 증가라는 사회적 문제점에 직면할 것을 대비해서 향후 리모델링이 용이하고 비용을 절감할 수 있도록 장수명 공동주택의 보급을 위한 기술개발과 정부의 유도가 필요함.

○ 미래건설의 신성장 동력 확보를 통한 창조경제의 구현.

- 현 국가 브랜드가 이미 선진국 반열에 오른 지금 건설 산업의 패러다임을 공급자 중심 시장이 아닌 수요자 중심 시장으로 전환이 필요한 시점임.
이에 따라 건설 산업에 대한 접근을 건설 경제학적인 관점에서 국제 경쟁력 기준으로 변화가 필요하며 해외시장 진출을 염두에 둔 현 국내 건설 산

업의 문제점을 개선하는 경제민주화를 선택하여 창조 경제를 통한 일자리 창출과 기술개발로 접근 필요.

- 글로벌 기준의 기술 경쟁력 바탕의 합리적 건설시장 질서 확립, 창조경제를 지향한 새로운 시장질서의 확립이 필요.
- 공급자 주도의 획일적·고정형 공간에서 수요자 주도의 창조적 공간 창출이 가능하도록 설계, 구조, 인필 등의 요소기술을 융·복합한 신개념 보급 모델 개발 필요
- 장수명주택 기술은 구조체 시스템의 기동방식 전환과 화장실 등 물 사용공간의 층상배관 등을 필수기술로 반영해 최근 문제화되고 있는 층간소음 문제 대응 기반기술로서 잠재력이 크며, 장수명주택의 Infill(내장 및 전용설비) 요소기술은 기동방식 구조전환에 따라 필수적으로 뒷받침되어야 할 기술로서 내장 및 설비의 건식화 부품화를 위한 새로운 산업으로써 신성장 동력이 될 수 있음. 아울러 획일적이며 비개성적인 외장은 건물별로 개성과 다양성을 실현할 수 있는 방향과 더불어 공간단축 등의 새로운 시공기술을 접목할 수 있는 방향으로 진전되어야 할 필요성이 있음.
내장 및 설비는 신축주택과 리모델링 주택에서 공통으로 사용할 수 있는 산업분야로서 ‘장수명주택 건설기준 및 인증제도’와 더불어 ‘인필인증’과 같은 제도개발과 연계하면 중소기업의 새로운 주력산업으로 활용가능.
- 주택분야의 다품종 인필 수요를 창출하며, 창업촉진, 고용창출 등 합리적이고 다각적인 수입형태, 기술 경쟁력 바탕의 합리적인 건설시장의 질서 확립을 위한 노력 필요
- 인필산업은 새로운 산업영역이므로 활성화가 된다면, 이로 인한 Infill 산업의 신규고용 연간 1만 3천여명 창출 가능.(연간 장수명주택 30만호 신축 기준)

○ 선진한국의 미래 신성장 동력 확보를 위해 장수명주택과 연계 요소기술들을 종합하여 실용화 및 상용화가 가능한 융·복합 기술 개발과제로서 선진국의 1/3정도에 머물고 있는 현재의 공동주택 수명을 늘리고 성능을 제고시키면서 거주자의 다양하고 변화하는 요구를 수용할 수 있는 실증연구가 필요.

- 아울러 100년 수명을 전제하고 일반주택이 2회 재건축+철거·폐기하고, 장수명주택은 2회 리모델링하는 것으로 가정하고, 장수명주택의 초기비용을 일반주택의 120%로 가정할 때, 100년간 1/3정도의 비용절감효과를 기대할 수 있을 것으로 추정됨.

(3) 장수명주택의 일부 성능요소 및 초기단계 제도화 시행

○ 국내 주택 보급률(102.7%, 2012년 통계)이 100%를 넘어섰고 생활수준이 향상되면서 기본적 거주조건의 충족뿐 만 아니라 쾌적한 거주환경에 대한

요구가 증대되고 있음. 이에 대응하기 위하여 당시 건설교통부에서는 2006년 1월 주택의 주요성능을 등급화 하여 공표함으로써 소비자에게 정확한 정보를 제공하고 주택의 품질향상을 유도하기 위하여, 소음, 구조, 환경, 생활환경, 화재·소방 성능 등 5개 분야 20개 항목 등급화 및 표시 의무화함으로써 국민편익 증진을 위한 주택보급을 위한 주택성능등급표시 제도를 운영하고 있음. 그러나 2011년 12월 30일 ‘친환경건축물 인증제도’와 ‘주택성능등급표시제도’가 통합되어 2013년 2월은 녹색건축물조성지원법에 따라 ‘녹색건축물인증제도’로 명칭이 바뀌어 제도가 운영되고 있었음. 최근 주택성능등급표시제도가 분리되었으나 하부규정은 명확화되지 않은 상태임. 또한, 기존 주택성능등급표시제도 중 장수명주택의 핵심이 되는 ‘내구성’, ‘가변성’, ‘수리용이성’을 중심으로 2013년 3월 ‘공동주택 생애주기에 따른 중장기관리 전략 연구’의 성과로 “장수명주택 인증제도” 관련 공청회 시행되었으며, 주택법에 근거한 『장수명주택 건설기준 및 인증제도』로 2014년 기준의 마련과 함께 2015년부터 시행 예정.

- 장수명주택 인증제도는 본격적인 건설성과가 미흡한 국내에서 그간의 연구성과를 전제로 도입한 제도로서 비용과 성능의 실증을 통한 구체적인 검증이 수반되어야 보다 현실적인 제도로서 실효성이 커질 것으로 예상되는바 실용 및 보급화 하는 단계로서 본 기획연구의 기술개발과정에서 장수명주택의 설계와 시공 실증을 통한 제도의 현실화·구체화를 위한 연구가 필요함.
- 장수명주택의 핵심기술인 기동방식 구조와 층상배관 화장실 설비시스템은 실내소음 저감, 녹색건설기준 화장실 소음 1등급과 공간의 가변성 증대 효과가 예상되므로 실증연구를 통한 검증 필요.
 - 특히 장수명주택의 핵심기술인 기동방식 구조 정착은 국민 생활과 밀접한 실내소음 저감과 인구구조·가족구조 변화를 융통성 있게 수용할 수 있는 효과가 있을 것으로 보이므로 기획연구를 통한 효과 파악이 시급 (‘13.1.3, 장관 지시사항)
 - 사례의 현장 테스트 결과, 기동방식의 두꺼운 바닥구조(무량판 구조, 슬래브 바닥두께 280mm)는 경량충격음 6.4dB, 중량충격음 5.6dB 감소효과가 있는 것으로 분석.
 - 완충재 등 추가적인 비용 없이 구조형식의 변경으로 소음감소를 확연히 인지할 수 있는 수준의 감소효과 발생.
 - 인필요소인 건식온돌구조(2중바닥/뜯바닥구조)를 적용할 경우에는 완충공간을 형성하고 탄성지지물에 의한 진동 단절을 통해 바닥충격음 저감이 더욱 증가할 것으로 예상. 따라서 건식온돌구조에 의한 소음 저감 정도를 평가하여 건식온돌구조 적용에 따른 비용상승에 대한 편익분석이 필요.

나. 정부의 장수명 공동주택 R&D 수행

- PLUS 50 환경공생주택(2003-2007) 등의 장수명 공동주택 개별 요소기술의 연구와 ‘내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발’ (2005-2010년) 연구 등을 통하여 공동주택의 장수명을 위한 요소기술 등이 일정 수준 개발되었으나 새로운 개발 기술도입으로 인한 총체적인 비용 상승과 요소기술의 실용화 미흡과 발전 정체, 정부의 유인제도 미정비 등으로 실용화에 어려움이 내재되어 시장에서 보급이 이루어지지 않고 있는 상황으로 경제성 확보 및 보급화를 위한 연구개발 필요.
 - 장수명 주택으로 건설 시 건설업체의 비용증가 추정치는 기존 벽식구조의 일반 공동주택 대비 10-20%로 보고 있으며, 한국주택협회의 자료에 따르면 골조공사비는 벽식구조가 3.3㎡당 66만원선인데 비하여 기둥식은 82만원으로 124% 정도 상승하는 것으로 나타났고, 장수명 연구단의 경우 기존 벽식 대비 10층-30층을 분석한 자료에서는 130%-118%의 범위를 보이는 것으로 나타나고 있음. (장수명 연구단 5차년도 연구보고서, P137, 2010.6)
- 기존 연구에 따르면, 장수명주택을 위해 소요되는 비용이 높다는 인식과 실증연구의 부재 등으로 연구성과가 주택시장에서 적용되지 못하는 한계점을 극복하기 위한 보급형 장수명 모델 개발 필요.
 - 보급형 장수명 모델의 비용목표 : 기존 벽식구조 건축비용 수준.
 - 설계, 자재생산, 시공, 유지관리의 개별적 접근에 따른 기술간 연계성 부족으로 실제 시공단계에서 비용상승을 초래하는 한계를 극복하려는 새로운 접근 방식 필요.
 - 기존 장수명 연구단 연구가 완료되었음에도 건축비용증가로 인한 시장에 보급이 어려운 실정이기 때문에 성능이 저하하지 않은 상태에서 보급 모델의 개발, 시공방법과 요소기술의 비용절감을 종합하여 비용절감된 보급형 장수명주택으로 공급 필요.
- 기존 장수명 주택 기술의 한계
 - (벽식구조 대비 고비용) 현재 대중화된 벽식구조 공동주택 건축비에 비해 초기건축비용 최대 118-130% 상승한다는 연구결과
 - (유지보수 용이성 결여) 공용설비의 배치와 점검을 위한 기법과 설계 한계, 전용설비의 점검을 위한 다양한 방안의 부재로 인한 유지보수의 한계
 - (제한적인 가변성) 경량칸막이 벽체의 설치와 제거를 기준으로 한 평면의 가변성 한계, 물 사용 공간 부위의 슬래브 다운과 층상배관으로 인한 화장실 및 부엌 가변성이 제한되며, 경량칸막이벽체의 구법과 접합부 디테일의 한계 등으로 인한 부품화 및 가동칸막이 벽체 이동 등 한계.

다. 장수명주택 확산 저조 (2010-2013)에 대한 문제 대응

○ 최근 3년간 7대 대형 건설사의 건설 주택 중 2%만 기동식 구조였음.

(그림 1-5 참조)

- 기동방식이 벽식구조방식에 비하여 85㎡ 기준으로 가구당 500만원 정도 비용 증가 (국토교통부가 제시한 한국주택협회 자료에 따름)
- 기동식 아파트는 가구당 층고 증가로 용적률·층수 범위에서 가구수 감소와 공사기간 증가로 인한 사업성 저하에 따른 건설업체의 회피
- 기동식으로 지으려 해도 조합이나 발주처가 원하지 않는다.(상기 사업성 저하와 관련)→용적률 인센티브나 세제혜택 등을 주면 발주처도 기동식 아파트를 선호할 것으로 보도됨.

○ 2009년 이후 준공된 500세대 이상 아파트 92%가 층간소음에 취약한 벽식 구조

- 기동식 구조가 적용된 아파트는 전국 1만 4267세대(1.9%)
- 층간소음에 상대적으로 취약한 벽식구조는 91.9%(70만 1779 세대)
- 2009년 이후 준공된 500세대 이상 아파트 중 서울, 인천, 경기도 등의 수도권과 부산을 제외한 지역에서 기동식구조의 아파트는 한세대도 없음.



그림 1-5. 최근 3년간 7대 대형 건설사 기동식 구조 현황

○ 민간부문 : 아파트 거실과 인접한 실(방) 혹은 실(방)과 실(방) 사이의 부분적인 가변성이 있는 주택건설(혼합구조)

- 최근 거주자 마음대로 구조를 바꿀 수 있는 “맞춤형 아파트” 라는 이름으로 건설사에서 가변형 아파트를 선보이고 있으나, 방 하나를 분할하거나

통합하는 정도이고 공간의 일부분만 가변성을 부여하고 있는 정도에 그치고 있음.

- 경량칸막이벽체가 부품화 되어 있지 않고 경량콘크리트계나 집섬보드 계열의 현장시공 건식벽체로 구법은 벽체를 선행시공하고 바닥마감과 천장을 후 시공하는 등 가변성에 한계.(스틸 스테드를 현장에서 미리 세우고 석고보드나 시멘트 보드계 자재와 차움재를 넣어 벽체를 시공한 후 방통과 천장을 벽체에 지지하여 시공하여 이동이 어렵고, 이동을 위해서는 벽체를 철거하고 방통과 천장을 다시 재시공해야하는 관계로 실제 생활하면서 가변하는 것은 거의 불가능함)
- 설비의 가변성 대응은 극히 낮은 수준이며, 화장실은 슬래브 다운형 층상배관 방식을 일부 도입한 고정형 방식
- 민간업체에서 코아는 내력벽식구조+세대내부는 기둥방식(무량판 구조)으로 건설된 사례가 일부 건설되었음.



그림 1-6. 부분적 가변성이 있는 혼합구조

- 공공부문 : SH공사, 2010년부터 기둥식 구조로 건설
 - 서울시, 2010년도부터 SH공사아파트의 기둥식 구조 의무적용.
 - SH공사, 세대내부에 기둥이 없어 가변성을 극대화한 “무주공간시스템”을 적용, 2013년도 7월 신내지구 아파트 분양 시작.
 - * 서울시의 기준은 장수명주택의 초기단계수준임.
 - LH공사 2013년 5월에 『행복한 생활공간 조성을 위한 창조적 신주택 - 부제 : 층간소음저감 및 장수명을 고려한 라멘구조 아파트 계획』이라는 주제로 건축사사무소를 대상으로 한 일반 공모방식의 제1회 주택 설계·기술경진대회 공모를 통한 장수명 주택의 기술제안 설계 공모 추진 7개업체 참가
 - LH 가좌역사 행복주택 계획에 기둥방식(라멘구조)이 제안되었음.

“무주공간”을 가능하게 하는 장스팬구조



그림 1-7. 장스팬 구조



그림 1-8. 자유롭게 변경 가능한
평면 예시

라. 장수명주택의 보급 저해 원인과 기술개발방향에 대한 검토 필요

(1) 장수명주택 보급 저해 원인

- 장수명주택은 자원과 내재 에너지절약, 건설폐기물 절약 등의 녹색기술임에도 현재 건설되고 있는 주택은 장수명주택의 초기형태로 초기건축비용이 일반주택에 비하여 20% 내외 가량 상승됨으로써 장수명주택 보급에 한계점으로 작용하고 있는 것으로 지적되고 있고 민간에서 기피하고 있는 실정으로 확대보급이 미흡한 실정임.
- － 장수명주택의 초기 건축공사비는 현재의 일반 공동주택 건축비용 대비 20%~30%(장수명 공동주택 연구단⁴⁾)의 범위가 있으나 업체조사의 결과는 대략 10~20%의 비용상승이라는 이미지를 가지고 있으며, 장수명 주택인증제도의 기준과 대비해 볼 때 최고수준의 장수명일 경우 20%, 우수한 수준의 경우 10%, 일반 장수명의 경우 5% 정도의 비용이 상승될 것이라고 추정.⁵⁾(한국라파즈, 공동주택 구조 트렌드 조사 2010, 장수명 연구단 5차년도 연구보고서, p.137, 2010.6에서는 최대 30%까지로 언급되어 있음.)
- 건설비용 상승과 관련하여 장수명 주택 유도를 위한 구체적인 제도개선 및 기술정책 미비로 실용화되어 있지 못한 상황임.
- － 장수명 공동주택 제도개선을 위한 연구가 수행되었으나 방향 제시에 그쳤으며, 개선안이 제도로 개정 및 개선으로 발전하지 못하였음.

4) 장수명 연구단에서 제시하고 있는 비용분석 내용의 경우 정확하게 말하면 장수명주택의 Support와 Infill 요소기술의 적용이 연구단에서 개발한 기술을 사용하여 분석한 것은 아니므로 한계가 있음. 특히 장수명 연구단에서 개발한 인필기술은 세대간 경계벽, 건식온돌 2중바닥시스템(습식온돌시스템에 비하여 122% 초기비용 증가), 세대내부벽체(패널방식, 가구방식), 층상배관 확장실, 이동 싱크대 등이 개발되었으나, 비용증가 혹은 시공성 고려가 미흡한 고비용의 공간구성 및 구조시스템, 핵심 인필 기술의 부품화와 구법상의 한계, Total System으로써 인필의 Assembly 기술, 이를 종합한 시장에 보급을 위한 모델, 공기단축 시공 및 관리 기술 등은 보급을 위한 기술로서 한계가 있는 것으로 분석하고 있으며, 구조시스템의 전환, 인필부품의 경제성 및 실용성 확보, 공기단축의 등의 측면에서 실용화를 위한 검토가 필요.

5) 국토교통부, 공동주택 생애주기에 따른 중장기 관리전략 연구, 2013. 4

- 2014년 장수명 공동주택 인증기준 마련 (2015년 시행예정)
- * 정부의 공동주택 관리방향 전환(건설품질관리)에 따른 ‘장수명 공동주택’ 건설 확대 등을 위한 관련 기술의 상용화 시급.

(2) 기술개발 방향

- 초기 공사비가 저렴한 벽식구조 수준으로 비용절감방안 모색
 - 단순히 기존 벽식구조방식의 평면구성과 콘크리트를 현장 타설하는 외벽형태 등을 답습 내지 유지하면서 기둥방식으로 변환하여 장수명 요소기술을 적용시키는 것은 현재 일반적으로 알려져 있는 바와 같은 비용상승 초래가 불가피함. 따라서 기존의 일반적인 방식에서 탈피한 시공성을 고려한 설계부터 구조시스템, 지하주차장 공간, 시공공법과 시공프로세스, 공기단축, 외벽 건식화, 인필 건식화와 부품화 등을 종합적으로 검토하여 비용절감을 검토하는 방향으로 접근방법의 전환.
 - 장수명 주택이 보급되지 못하고 있는 주요원인인 비용적·기술적 문제를 반영하여 주도 및 단위평면의 단순화 및 구조시스템 개선, 시공공법 개선, 시공프로세스 개선을 통해 가장 보급 장애가 되는 비용적 측면에서 코스트다운이 가능한 방향성에 초점을 둔 기술의 개발이 필요한 시점임.
 - 장수명주택의 연구 성과로서 Support 및 Infill 기술 가운데 비용절감을 고려하여 구조체기술, 인필기술의 성능을 저하시키지 않고 비용을 절감할 수 있는 방안을 집중적으로 개발할 필요가 있음.
 - 장수명 주택의 성능과 수준을 유지한 상태에서 구조체의 Single Frame화하고 외벽을 Cladding화하여 Prefab 제품을 활용 시스템거푸집과 조강콘크리트를 활용한 공기단축 시공과 융·복합을 통하여 비용절감형 기술 확보
 - 기계화 시공을 통하여 노무 인력을 저감하고 생산성 증대와 공기단축 및 비용절감
 - 비용절감형 장수명 설계 프로세스 및 시공공법·기법 활용
 - 바닥, 벽체, 화장실 중심의 시공용이성과 구법개선 및 비용절감형 인필기술의 적용
- 장수명주택 인증제도 개선 및 인필 인증제도 신설로 장수명주택 보급 현실화
 - 기술정책 및 제도개선은 현재 진행 중인 ‘장수명주택 인증제도’의 실용화·보급을 위하여 구체적인 기술적인 실증과 비용적인 측면과 인센티브 등의 실증 및 Feed back 측면을 중심으로 전개함.
 - * 장수명주택과 요소기술(비용절감형 구조시스템 및 탈부착식 외부 건식벽체, 이동식 내부벽체, 2중바닥, 화장실 층상배관 등)의 보급 확대와 장수명주택 주택인정제도의 부합화를 위해 경제성이 확보된 장수명주택 실증연구 필요.

정부의 주택의 보급화 저해 원인과 기술개발방향

- 원인1: 벽식 구조에 비해 초기건축비용 높음 (기둥식 구조체, Infill 부품 실용화 미비 및 비용상승)
- 원인2: 장수명 주택 활성화를 위한 제도 미비 (제도적 측면)
→ 기술개발로 해소 가능

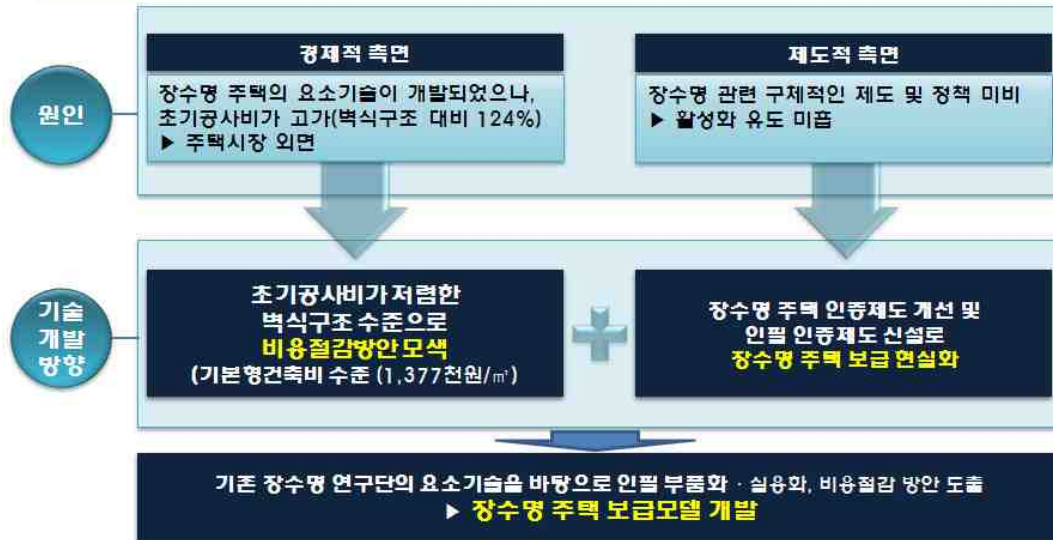


그림 1-9. 장수명주택의 보급화 저해 원인과 기술개발방향

- 정부의 정책만으로 해결할 수 없고 정책을 지원하고 실증할 수 있는 구체적인 기술이 검증되어야 실효성과 보급이 가능하며, 실증을 통한 정책과 기술의 조화를 위해서 Feed back은 필수적이며, 실증기술과 정부정책을 연동·병행하는 것이 효과적임.
- 제도개선만으로 효과를 거둘 수 없으며 기술개발과 제도라는 수레의 2바퀴의 연계·연동을 통한 검토가 필수적임.
- * 일본의 장수명화 기술개발과 보급에 대한 노력이 있었으나 보급되지 않은 이유⁶⁾
 - 비싼 건축공사비를 들고 있으며, 눈에 보이지 않은 성능향상을 위한 비용 증가가 구입자가 자신의 이익과 맞지 않는다는 측면, 구조체의 내구성과 2중바닥 등의 요소기술 도입, 층고상승으로 토지비 부담 증가로 주택가격 상승 / 일반주택에 비하여 5-10%의 비용상승.
 - 해결책으로 첫째는 장수명 주택을 값싸게 건설하는 방법의 개발이며, 두 번째는 경제성에 대응한 정책적인 유도책 내지 지원책을 강구하는 것으로 제시하고 있음.

6) 巽和夫, 集合住宅を長壽命化すれば新しい仕事の機會が生まれる, NIKKEI ARCHITECTURE, 1998.3.9 인터뷰 기사와 住宅, 社團法人 日本住宅協會, 2007.2 vol.56, ~「作っては壊す社會」から「いいものを作りきちんと手入れして, 長く大切に使う社會」への轉換~ PP.58-59. 고바야시 히데끼(小林秀樹) 교수는 SI주택이 보급되지 않은 가장 큰 이유로 10%정도 건축비의 상승과 층고상승으로 인한 호당 토지비 부담증가를 등의 경제성 문제로 보고 이를 위한 기술개발의 중요성을 우선하고 있으며, 경제성을 초월한 다양한 소프트웨어 내지 제도상의 고안도 필요함을 말하고 있다. 후자는 Life Cycle Cost 개념의 정착, 소비자에게 Free plan이나 자유로운 평면의 제공 등 부가가치의 중시, 건축비가 높아도 주택가격을 내리는 방안 등의 공급방식의 고안을 들고 있다.

2절. 기술분류 및 내용

1. 비용절감형 장수명주택의 요소기술

가. 평면 및 보급모델

○ 장수명 주택의 보급을 위하여 수요자의 요구 다양성과 변화를 수용하면서 장수명 주택의 성능을 발휘할 수 있고 시공 용이성을 고려하여 비용절감이 가능한 평면 보급 모델 개발.

- 거주자의 가족구성 및 라이프사이클 변화, 거주자 변화 등을 고려한 주택 세대(Dwelling Unit)유닛차원에서 생애맞춤형 시나리오를 설정하고 이를 가능하게 하는 다양한 가변성을 가능하도록 함. 가족구성의 다양한 타입을 중심으로 하여 Life Cycle 변화를 상징한 가족의 변화와 공간의 변화(한 세대내의 공간변화를 수용하는 세대내 가변성, 세대규모를 변화시키는 1세대의 2세대 분할(세대구분형/ 멀티홈 포함)과 소규모 2세대의 1세대 통합의 규모가변성, 용도변화(재택근무 등 포함) 등 다양한 생활변화와 공간 수용성 고려.

1인 가구(젊은 사람이나 노인)의 독립적인 생활과 더불어 공유주택으로 사용도 가능(Share House), 다양한 주거유형으로도 사용할 수 있는 폭 넓은 시야에서 보급모델 검토.

(*장수명 주택은 물리적인 지속가능성을 위한 기반이 되는 것이지만, 한 가족의 라이프 사이클 변화에 대응하여 적은 비용으로 공간변화가 가능하기 때문에 평생동안 살아갈 수 있으며 특히 노인기에도 편리하게 변경을 통하여 살 수 있다. 오랫동안 거주가능하기 때문에 이웃과 환경에 익숙해져 평생이웃이 될 수 있는 가능성이 커짐. 커뮤니티의 증진과 더불어 심리적인 안정을 가져올 수 있는 주택, 마을로써 사회적인 지속성, 건축비용절감 뿐만 아니라 유지관리비용 절감, 리모델링 비용 절감, 부분임대를 통한 수익 성 보장 등 경제적인 지속성도 가지고 있는 것으로 판단)

○ 장수명 주택의 보급모델의 1세대당 규모는 다양한 가족을 고려하되 최근의 추세를 반영한 규모 설정. 세대당 면적은 60m²를 중심으로 하되 40~85m² 범위로 설정함. (1-1 세세부과제 보급모델의 개발에 포함)

* 2010년 인구주택센서스의 결과

- 가구원수: 1인가구 23.9%, 2인가구 24.3%, 3인가구 21.3%, 4인 가구 22.5%, 5인이상 8.1%임.
- 평균 가구원수 : 2.69명, 2인 가구비율이 가장 높음.

- 기 개발한 모델들을 기반으로 비용과 시공성 관점에서 평면의 개선과 단순화한 형으로 장수명 주택 인증제도의 등급을 고려한 모델과 변형의 제안
- 주택단지 차원에서 장수명화와 관련된 인프라 설비 등에 대한 설계기법 및 기술의 개발
- 장수명 주택의 실증을 위한 단지를 선정하여 보급 모델의 기본·실시설계와 더불어 감리 및 평가 실시

나. 구조체(Support)

- 구조체(Support)는 수명이 길고 사회적으로 변화가 적은 부분으로, 100년이라는 물리적 내구연한동안 전체적인 교체가 일어나지 않아 초기설계단계에서 계획한 위치에서 바뀌지 않는 구조체 즉 기둥, 보, 슬래브 등으로 구분본 건축물의 기둥, 보, 슬래브, 기초, 계단실, 엘리베이터 등이 해당됨.
- 단, 구조체를 단순화시켜 시공을 용이하도록 하는 한편, 공사기간도 단축할 수 있도록 비용절감형 기술로서 구조모델의 개발.
- 구조체는 기둥방식을 기본으로 하여 무량판구조 혹은 라멘구조 등이 적용, 계단실은 PC구조를 활용할 수 있음.
구조체는 단순한 구조의 1가지 시스템을 사용하고, 공간모듈을 고려하면서 표준화한 치수체계로 설계와 시공의 합리성을 도모할 수 있도록 함.
구조체에서 외벽을 별도로 분리하여 시공할 수 있도록 구조시스템을 구성하고 공기단축을 위하여 시스템 거푸집과 조강콘크리트를 활용함.
지상층과 지하층의 스판과 모듈설계 검토를 통하여 통일화하도록 하며, 지하에서 주차장으로 사용을 극대화하여 주차장 비용을 절감시킬 수 있도록 함.

나. 외벽(Cladding)

- 외벽은 PC 등 Prefab화된 제품 사용을 전제로 하고 구조체와 독립된 형태로 시공하는 것을 전제로 함. 다른 좋은 방법이나 대안이 있는 경우는 대안을 자유롭게 활용할 수 있음.
- 외벽시스템은 구조체와 마찬가지로 물리적 수명인 내구연한은 길지만, 거주자 및 사회적 요구에 따라 공간의 재구성이 변경될 가능성이 있으므로 이에 대응하거나 외벽의 위치이동의 가능성을 고려하여 부품화·규격화될 필요성이

있음.

- 외벽시스템은 공사기간에 미치는 영향이 있으므로 부품화, 규격화가 필수이며 외벽의 교체·이동에 따른 슬래브 등 수평구조체와의 접합 및 분리가 용이한 외벽·슬래브의 접합부에 대한 설계, 시공, 성능검토가 필수적임.

다. 내장재 및 설비(Infill)

- 내장재 및 전용설비(Infill)는 목표내구연한이 5~30년 주기로 거주자의 요구에 따라 가변이 용이하게 발생할 수 있는 부분으로 벽체, 천장, 바닥, 및 세대 내부의 전용설비 등으로 구성됨. 기 개발한 인필부품의 개선을 지향하되 새로운 시스템이 있을 경우 그 시스템을 활용할 수 있음.
 - 내벽시스템은 세대 내부에서의 공간의 가변성을 실현할 수 있는 시스템으로, 바닥과 천장과 접합디테일이 중요함.
세대간벽과 세대 내부벽(가동형/ 탈착형 등), 패널 타입과 가구타입 등.
 - 바닥시스템은 구조체의 수명동안 내장재의 교체와 거주자의 요구변화에 대응에 따라 공간의 재구성시 배관 및 배선의 교체가 용이하여야 함.
2중바닥, 뜬바닥구조의 건식타입과 급배수 설비, 전기 설비의 교체, 점검 등과 연계성 확보, 현재 건식 타입과 비교하여 성능유지 혹은 개선과 비용 절감을 도모한 실용화 가능 타입.
 - 천장시스템은 거주자의 라이프 스타일 및 라이프 사이클에 따라 자유로운 공간의 가변 및 내장재의 교체 등과 연동하여 배선과 배관의 연결, 변경, 수선 및 교체가 고려되어야 함.
새로운 시스템 개발보다는 가변성과 유지관리, 공간 리모델링에 대비한 변화에 대응할 수 있는 시스템 지향.
 - 설비시스템은 공간의 재배치에 따른 설비 위치변경 및 배관·배선경로 변경에 대한 가변 대응성 확보와 더불어 세대내부에서 교체가 용이하여 거주자가 요구 시 쉽게 교체가 가능하도록 하는 건축적인 측면이 동시에 모색되어야 함.
특히 화장실·욕실 설비시스템은 바닥 슬래브를 다운하지 않고 층상배관할 수 있는 시스템 지향, 가변성과 설치 및 해체·부가에 대응할 수 있는 시스템 지향
- 내장재의 경우, 기존 장수명연구단에서 개발한 요소기술들과 타 연구 내기업체의 개별적인 기술개발품을 바탕으로 부품화, 규격화, 건식화시키는 것뿐만 아니라, 접합부 등의 구법 및 성능의 개선, 비용 절감을 통하여 보급화하는 방안을 중심으로 연구와 실증.

2. 비용절감형 장수명주택 실증단지 실현 기술

- 장수명주택의 실증시공기술 : 비용절감형 장수명주택 실증시공을 위해서는 요소별 장수명주택 기술을 적용하는 시공 프로세스를 통한 비용절감이 필수적이며, 공정상 필요한 기술들에 대한 실증이 필요함. 시공 상황의 상세한 기록 및 평가와 감리 필요.
- 장수명주택의 주택설계 및 감리 기술 : 장수명주택 인증제도의 등급별 보급모델의 설계, 부분 디테일 설계 기술, 주거성능 및 유지관리 성능 검증 기술 등이 있음. 등급별 다양한 변화형(Variation)에 대한 검토도 필요하며, 생애 맞춤형 시나리오와 연동도 고려 필요.
- 특히 비용절감을 위해서는 설계 시에 비용절감이 가능한 공간구성, 구조설계, 시공성 등을 통한 설계기법이나 기술의 검토와 적용이 선행되어야 함.
- 단지 차원에서 장수명화 기술이 적용되어야 하는 인프라 설비 등에 대해서는 실증단지차원에서 검토가 되지 않고 주동 혹은 주동 일부단위세대를 대상으로 하더라도 요소기술에 대한 장수명화 기법, 기술 개발 제시
- 장수명주택의 경제성 검증기술 : 실증단지에 적용된 등급별 장수명주택의 초기공사비를 객관적으로 검증하는 기술.
시공 프로세스, 부품·공기단축, 공간 활용 등의 종합적인 측면에서 실증시공을 통하여 비용을 검증할 수 있는 내용을 중심으로 함.

3. 장수명주택의 보급 활성화를 위한 정책 및 제도

- 장수명주택 인증제도의 실증 및 개선을 위하여 장수명 주택의 인증등급별 설계모델을 검토하고 시공실증을 통하여 기술과 비용을 근거로 인증등급을 개선하여 고시를 개정 제안. 아울러 인증등급별 지원방안이나 유도방안에 대한 현실적인 방안 제안
- 장수명주택의 인필의 개발을 유도·촉진하기 위한 제도로써 인필인증제도를 구축하고 활성화하는 방안을 제안, 인증제도 구성, 인필별 인증기준, 성능평가방법, 평가프로세스, 기관 등의 제도 구축
- 장수명 주택의 기술개발을 기반으로 해외 신도시 개발 진출을 위한 경쟁력 강화 방안과 지역 맞춤형 지원방안 모색
- 장수명주택의 보급을 위한 홍보, 기반구축 등의 실시.

3절. 기존 연구과제(선행 연구단)와의 차별성

- 국가차원의 장수명연구단(2005~2010 : 이하 선행 연구단) 등을 중심으로 장수명주택에 대한 기술개발 및 연구는 이루어졌으나, 기존 벽식구조 공동주택 대비 초기공사비 10~20% 상승과 유인 제도가 현실화 미비로 주택시장에서 확대 및 보급이 활성화되지 않고 있는 실정으로 시장에서 수용할 수 있는 보급기술과 유인제도 실증이 중요함.
- 선행 장수명연구단(2010)의 연구결과, 장수명주택의 성능향상에 따른 공사비는 기존주택 대비 약 24% 상승하는 것으로 나타났으며, 기둥식 구조체의 건설비용상승과 Infill부품의 실용화 미비에 따른 비용상승이 주요 원인임. 이를 해결하기 위해서는 비용절감에 초점을 맞춘 기술개발이 필수적임.

표 1-1 선행 장수명 연구단(2010)의 장수명주택 공사비

구분	공종	세부공종	기존벽식	장수명연구단	비고
Support	거푸집공사	기존 벽식: Euro Form 합판 경틀 장수명연구단: 시스템 거푸집	59,779원/m ²	57,252원/m ²	
	철근공사	장수명연구단: 철근선조립공법 적용	47,540원/m ²	39,052원/m ²	
	콘크리트공사	기존 벽식: 층고 26m 장수명연구단: 층고 31m	30,666원/m ²	25,344원/m ²	
	기타공사	콘크리트 마감면 처리	12,334원/m ²	6,698원/m ²	
	가설공사/토공사/기초공사/부대공사		58,394원/m ²	58,394원/m ²	
	합계		208,714원/m ²	186,740원/m ²	▼21,974원/m ² (89%)
Infill	타일공사	타일시멘트/바닥벽주방타일	9,985원/m ²	9,934원/m ²	
	목공사	기존벽식: 거실우물천장, 일반천장 장수명연구단: 칠탈식 GW음음천장, 강구조천장	9,410원/m ²	23,899원/m ²	▲14,489원/m ² (254%)
	조적공사		14,284원/m ²	2,853원/m ²	
	미장공사		10,141원/m ²	3,384원/m ²	
	창호공사		61,238원/m ²	76,114원/m ²	
	도장공사		5,029원/m ²	6,356원/m ²	
	수장공사	기존벽식: 온돌마루 깔기 장수명연구단: 견식온돌	45,954원/m ²	127,747원/m ²	▲81,793원/m ² (278%)
	견식벽체공사			8,107원/m ²	
	PC공사			23,221원/m ²	
	기타공사		76,777원/m ²	76,777원/m ²	
총합계			452,389원/m ²	559,033원/m ²	▲106,644원/m ² (24%)



그림 1-10. 장수명주택의 보급화 방안

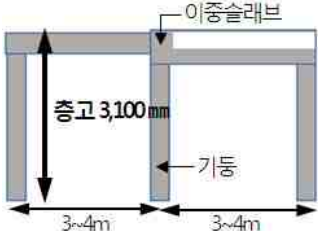
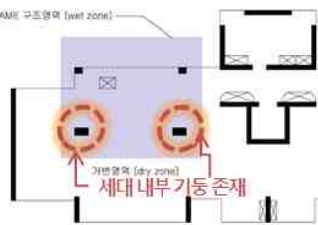
가) “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 연구보고서” P.132

- 선행 연구단은 혼합구조방식과 물사용 공간의 슬래브 다운을 기반으로 한 장수명주택 표준모델, 고내구성 인필기술, 정책 및 제도를 개발하여 2층 Mock-up주택을 구현하였음.
- 선행 연구단에서는 이러한 요소기술의 일부를 유사 현장에 적용한 경우에 대한 분석을 통하여 비용이 증가하는 것에 대하여 정리하였으며, 그 내용이 최종 보고서에 수록되어 있음. 표1-1외에 층수(10층, 15층, 20층, 25층, 30층)에 따른 비용상승 정도에 대한 내용을 제시하고 있음. (PP119-139) 표1-1은 20층을 기준으로 한 내용이며, 기존 벽식 대비 124%의 비용상승을 제시하고 있음.
- 본 연구에서는 초기건축비용절감에 초점을 맞추어 선행 연구단의 연구성과를 개선하여 공동주택 구축을 통한 검증을 하여, 건설시장에 보급이 가능한 장수명주택을 제시하는 것이 목표임.
- 장수명 주택의 건축비용은 기둥식 구조 시스템(특히 라멘구조 시스템) 전환과 2중바닥 채택에 따른 층고상승으로 인한 세대감소의 영향이 비용 상승과 경제성 악화 요인의 가장 중요한 요인으로 지적됨. 주차장 등의 표준화되지 않은 모듈이나 부재의 사용, 기둥방식과 철근콘크리트 벽식 외피의 혼용으로 인한 공기증가 및 거푸집 작업의 불합리성 등이 Support의 비용상승 요인임. (* 그림 1-5의 기사 내용에는 층고를 벽식구조 2.9m, 기둥식은 3.25m로 잡고 85㎡ 기준으로 골조비를 각각 3.3㎡당 66만원, 82만원으로 가구당 500만원이 상승하는 것으로 보도하고 있음)
인필의 경우는 2중바닥과 건식온돌, 화장실 건식화와 층상배관 시스템, 가동경량칸막이벽체 등의 새로운 건식화 부품화 시스템의 비용증가 등이 비용상승의 주요 요인임.
이들에 대하여 비용상승 요인을 없애거나 개선을 통하여 비용절감을 달성하고자함.

가. 구조체(Support)

- 구조체의 경우, 지상부의 단순한 기둥식 구조시스템 적용으로 비용절감뿐 아니라 평면의 가변성 확보가 더 유리해짐.
- 기둥식구조 중 라멘구조의 경우, 층고가 벽식구조에 비해 보 높이만큼 증가하지만, 무량판구조를 적용할 시 기존 벽식구조와 동일한 층고 확보 가능.

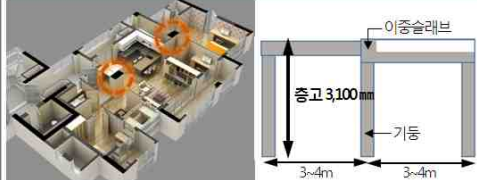
표 1-2. 기존 과제와 본 과제 구조체 비교

구 분	기존 과제(선행연구단)	본 과제	개선내용
구조시스템	혼합구조 : 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간)	장스팬 기동식구조	
단면 형상			시공성이 용이하도록 단순한 구조시스템 구현
기동간격 (스팬)	4~5m	8m이상 (세대외부에 기동이 없어 내부평면변경이 자유로움)	기동스팬 확장 (장스팬 기술 도입)
평면가변성 (벽량)	 세대내부에 기동이 여전히 존재하므로 향후 리모델링시 제약이 있음 (0.05)	 세대외부에 기동이 없어 내부평면변경이 자유로움 (0.02)	세대내 기동이 없어 평면변경이 자유로워 가변성 개선
층고	3,100mm	2,900mm	층고절감으로 사업성 개선
시공성	수변공간과 거주공간의 구조시스템이 상이하므로, 시공 시 작업이 복잡함	단순한 기동식구조시스템 구현으로 시공이 용이하여 공사기간 단축가능	공사기간 단축
경제성	선행연구단 대비 16,000원/㎡ 절감		

※ 공사비 절감 근거

장스팬 기동식구조적용 ▶ 구조시스템 단순화로 공사비 절감
16,000원/㎡ 절감

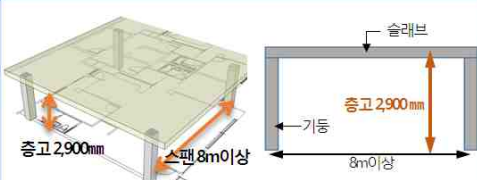
장수명 연구단(2005~2010)
(기동식 혼합구조)



- 혼합구조 : 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간)
- ▶ 비용증가, 층고증가
- 세대 내부에 여전히 기동 존재

→

비용절감형 기동식구조
(장스팬 기동식구조)



- 장스팬기동식구조: 세대 외곽에만 기동이 존재
- ▶ 세대내부뿐 아니라 세대조합/분할에 유리
- 기동식 구조 중 층고가 가장 낮은 무량판구조 채택, 신기술, 공법 적용으로 장스팬을 구현
- ▶ 벽식구조와 유사한 사업성 확보로 장수명주택 보급 가능

• SH공사 신내3지구 1단지(연면적 190,868㎡, 16개동, 1,402세대) 공사금액 비교

- 라멘구조 : 174,433원/㎡
- 장스팬 무량판구조 : 158,080원/㎡

그림 1-11. 장수명주택의 지상부 골조공사비 절감방안

표 1-3. SH공사 신내지구 1단지 1개동 기준층골조공사비 비교

구 분		단위	변경전(라멘구조공법)						변경후(무량판구조공법)						금액 차이	
			수 량	재료비		노무비		합 계	수 량	재료비		노무비		합 계		
				단가	공사비	단가	공사비			단가	공사비	단가	공사비			
골조 공사	콘크리트	m³	304		18,187,349		2,624,128	20,811,477	286		17,372,314		2,468,752	19,841,066	▼ 970,411	
	철근	수평 HD10(SD400)	톤	6,252	784,890	4,907,132	448,039	2,801,137	7,708,269	4,116	784,890	3,230,607	448,039	1,844,127	5,074,734	▼ 2,633,535
		수평 HD13(SD400)	톤	3,586	775,090	2,779,472	448,039	1,606,666	4,386,138	10,335	775,090	8,010,555	448,039	4,630,479	12,641,034	▲ 8,254,896
		수평 HD16(SD400)	톤	0.104	770,190	80,099	448,039	46,596	126,695	3,427	770,190	2,639,441	448,039	1,535,428	4,174,869	▲ 4,048,174
		수평 HD25(SD500)	톤	24.682	799,563	19,734,813	448,039	11,058,491	30,793,304							- ▼30,793,304
		소 계	톤	35		27,501,516		15,512,890	43,014,406	18		13,880,603		8,010,034	21,890,637	▼21,123,769
		수직	톤	11		8,434,865		4,803,869	13,238,734	11		8,434,865		4,803,869	13,238,734	-
	거푸집	보 및 슬래브	m²	1,078	7,552	8,141,056	15,702	22,522,636	30,663,692	760	7,552	5,739,520	15,702	17,529,400	23,268,920	▼ 7,394,772
		기둥 및 벽체	m²	1,138		1,998,971		13,801,875	15,800,846	1,138		1,998,971		13,801,875	15,800,846	-
		동바리	m²	760		1,976,000		-	1,976,000	760		1,976,000		-	1,976,000	-
		중공체	m³	-		-		-	-	410	37,497	15,373,770	6,773	2,776,930	18,150,700	▲18,150,700
	설비 공사	소 계				66,239,757		59,265,398	125,505,155			64,776,043		49,390,860	114,166,903	▼11,338,252
보관통설비		개	149	8,500	1,266,500	3,040	452,960	1,719,460	-		-		-	-	- ▼ 1,719,460	
전기통신소방배관		m	1,027	348	357,396	4,856	4,987,112	5,344,508	1,148	348	399,504	4,856	5,574,688	5,974,192	▲ 629,684	
소 계					1,623,896		5,440,072	7,063,968			399,504		5,574,688	5,974,192	▼ 1,089,776	
합 계					67,863,653		64,705,470	132,569,123			65,175,547		54,965,548	120,141,095	▼12,428,028	
원가절감율(%)								100.0%						90.6%	▼ 9.4%	

- 지하주차장의 골조시스템은 지상과 동일화시킨다면, 지하주차장의 가용면적이 증가하여 공사비 절감을 유도할 수 있음.⁸)

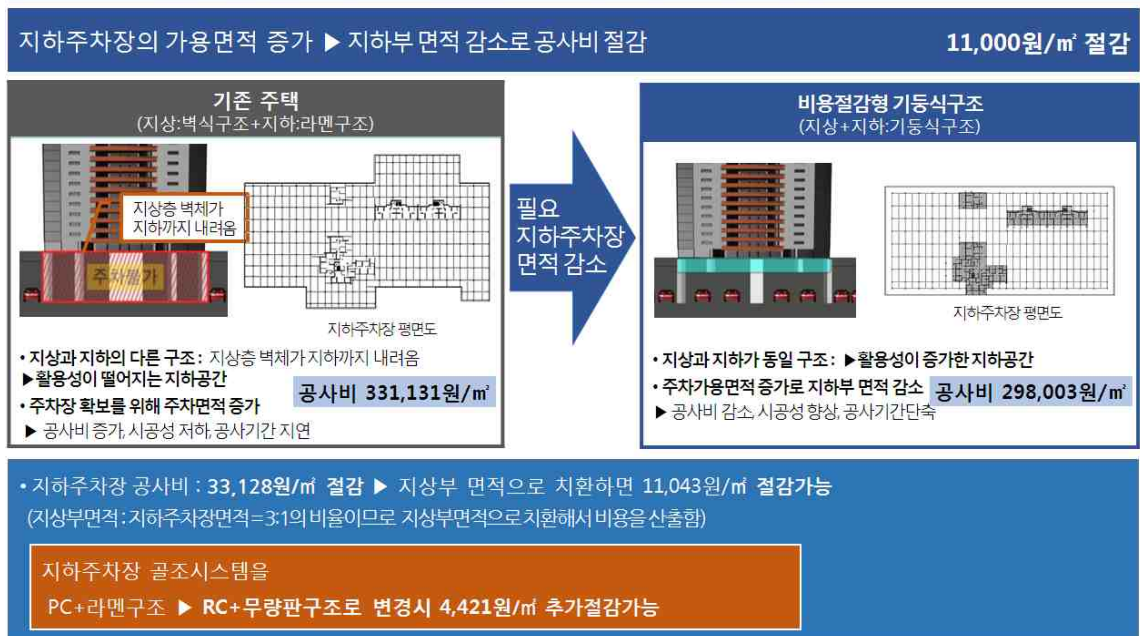
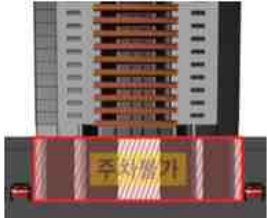
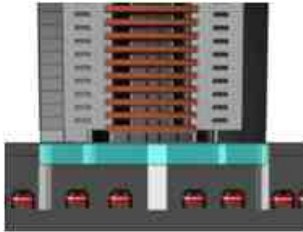
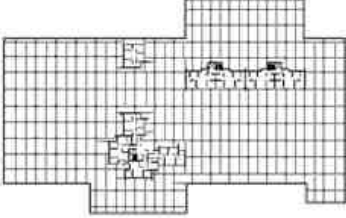
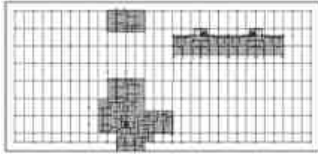


그림 1-12. 장수명주택의 지하부 골조공사비 절감방안

8) SH공사 2010년도 연구보고서 “공기단축형 신개념 지하모듈러공법 개발 연구”

표 1-4.현행 공동주택 지하주차장과 본 과제 비교

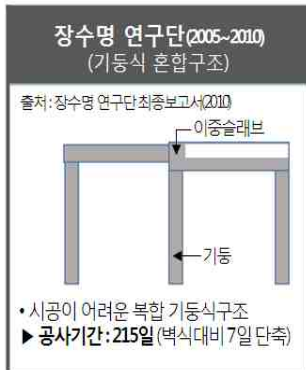
구 분	현행 공동주택 지하주차장*	본 과제	개선내용
구조시스템	지상과 지하가 구조시스템이 상이 (지상은 벽식구조, 지하는 기둥식구조)	지상구조시스템과 동일 (기둥식구조)	
단면 형상			지상과 지하의 동일한 구조시스템 적용으로 단순한 구조시스템 적용
공간효율성	 지상층 공동주택의 벽체가 지하부까지 내려옴으로써, 지하공간의 가용면적 감소	 지하부 공간의 주차가용면적이 증가함에 따라 지하부 면적 감소	지하공간의 효율성 증대
시공성	지하공간 중 지상부 벽체가 내려오는 공간의 시공이 복잡하여 지하공사기간 지연	구조시스템을 8X8(m)로 모듈화시켜 시공이 용이하여 공사기간 단축가능	공사기간 단축
경제성	선행연구단 대비 11,000원/㎡절감		

* 선행 연구단에서는 지하주차장의 구조시스템에 대한 언급이 없어, 현행 공동주택 지하주차장을 비교대상으로 선정함.

○ 현재 일반 공동주택의 구성은 크게 3가지로 나타남. 벽식구조의 한계점으로 상부 내력벽식구조+전이층구조+1층 필로티, 전층 내력벽식구조 적용과 지하주차장 사용불가, 1층까지 내력벽식구조+전이층+기둥식 주차장의 유형으로 나타나고 있음.

○ 위와 같은 지상 및 지하부의 구조시스템을 단순한 기둥식 구조로 동일하게 적용한다면, 현장인력이 가장 많이 필요한 거푸집 및 철근배근 작업이 단순화되고 작업량 역시 감소하게 되므로 15층 공동주택을 기준으로 기존 장수명주택 대비 약 2달에 가까운 공사기간을 단축할 수 있게 됨.

토지비 및 금융비만 고려해도 약 23,000원/㎡의 비용이 절감되는 것을 알 수 있음.⁹⁾



• 토지비 금융비용 절감비용

174,900,000,000원(토지비) X 3%(조달금리) X 59일/365일(단축된 공사기간) = 848,145,205원

• 건축비 금융비용 절감비용

226,600,000,000원(건축비) X 3%(조달금리) X 59일/365일(단축된 공사기간) = 1,098,854,795원

• 타워크레인, 호이스트 등 임대료 절감비용

[8,332,056원(타워크레인 월임대료)+1,458,073원(호이스트 월임대료)] X 59일/30일(단축된 공사기간) = 19,253,920원

그림 1-13. 장수명주택의 골조공사 공기단축으로 인한 비용절감방안

표1-5. SH공사 신내3지구 1단지 공사기간 비교

연 번	품 목		내 용	벽식구조	선행연구단	본연구
	총 계			727	713	702
1	① 착 공 준 비			10	10	10
2	② 터파기(흙막이포함)		양질토사, E/A	50	50	50
3	건축공사	③지하주차장	2개층	75	75	60
		④PHC파일	15M이하 파일기초	50	50	50
		⑤골조	PIT층	층당15일	15	15
			1층	25일	25	25
			2~15층	층당	157	98
			지붕공사	R.C 경사지붕	15	15
			입면변화	층당3일	3	3
			계	222	215	156
		⑥동절기골조공사	보온양생	15	15	15
		⑦마감	120일~195일	195	195	195
		계		558	544	474
4	⑧토목 및 조경공사 공기			30	30	30
5	⑨비작업일수	계		79	79	79

9) 출처 : SH공사 신내3지구 1단지 공사기간 비교

※ 공기단축 근거

- 구조체의 경우, 지상부의 세대 및 지하주차장의 단순한 기둥식 구조시스템 적용으로 생산성 향상에 의한 공기단축 효과.
- 장스팬 무량판구조는 타 골조시스템과 달리 시스템 거푸집(테이블 폼)의 적용이 가능한 구조형태로 거푸집 작업의 효율성을 극대화시킴.
- 또한 외벽을 현장타설에서 PC패널 조립으로 공업화하여 주공정선의 부담을 감소시켜 공기를 단축.
- 기존 설계는 설계단계에서의 시공사 참여가 제한됨으로서 시공성 고려가 미흡하였으나, 본 과제에서는 시공사, 설계자 등 이해관계자에 의한 통합 설계에 의해 시공 생산성을 극대화함.
- 기존과제의 세대 기준층 층당공기는 10일에 비해 4일이 감소된 6일 공정을 목표로 함.
- 또한 지하주차장의 구조시스템을 단순화하여 공기를 절감토록 함.

표1-6 공기단축 근거

구 분	기존 과제(선행연구단)	본 과제	단축근거
구조시스템 (세대 및 지하주차장)	혼합구조 :프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간)	장스팬 기둥식 구조	시공성이 용이하도록 단순한 구조시스템 구현 생산성 향상에 따른 공기단축
거푸집	고려없음	장스팬 무량구조에 대형 시스템 거푸집 적용	거푸집 공사기간 단축
고강도 콘크리트	고려없음	초기강도 조기발현 콘크리트 적용	양생기간 및 거푸집 존치기간 단축
PC패널 외벽	고려없음	발코니 등 외벽을 PC패널로 공장 제작 후 현장조립	거푸집 공사기간 및 철근 공사기간 단축
관리기법	고려없음	시공성을 고려한 설계도서 작성	생산성 향상에 따른 공기단축

※ 층간소음 성능

- 장수명주택에 적용되는 기둥식구조는 기둥식구조는 슬래브와 일체화된 콘크리트벽체를 통해 위층에서 발생된 바닥충격음이 아래층으로 쉽게 전달되는 기존의 벽식구조와 달리, 슬래브와 분리된 가변형 경량벽체를 적용하여 소음 전달 고리를 원천적으로 끊어줌으로써 층간소음 전달이 최소화되는 구조임.

- 또한 외벽을 현장타설에서 PC패널 조립으로 공업화하여 주공정선의 부담을 줄임.

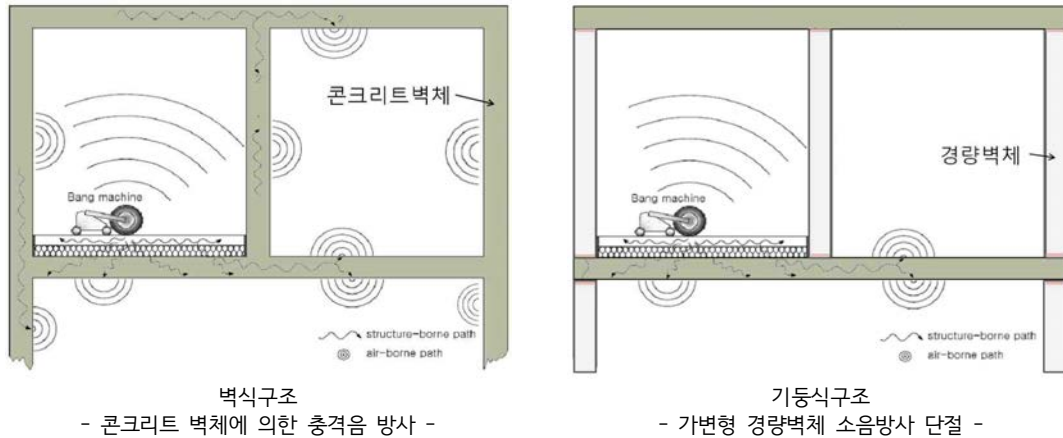


그림 1-14. 벽식구조와 기둥식구조의 소음 전달 개념도

- 국립환경과학원 발주 ‘공동주택 층간소음 실태조사’ 분석결과, 법규 시행후 21개소 아파트의 경량충격음 평균 49dB, 중량충격음 평균 53dB로 분석.
- 반면 장수명주택의 기둥식구조 층간소음 성능은 23개소 바닥충격음 테스트 분석결과, 경량충격음 평균 40dB, 중량충격음 평균 46dB로 벽식구조에 비해 성능이 향상되는 것으로 조사됨.
- 정부에서도 층간소음 향상을 위한 기둥식구조로의 전환을 정책적으로 유도하고 있음.

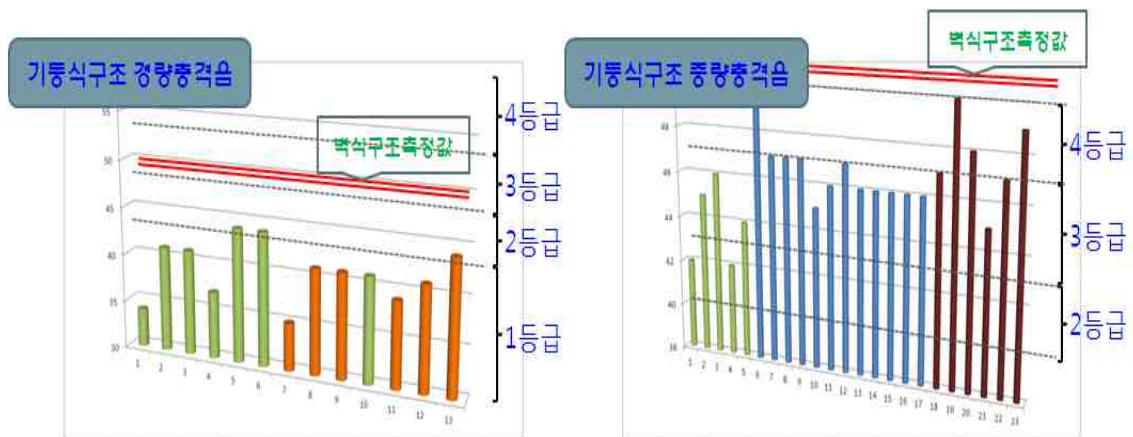


그림 1-15. 기둥식구조 바닥충격음 테스트 분석결과

- 화장실의 경우도 층상배관과 AD를 없애고 직배기함으로써 소음전달을 근원적으로 차단할 수 있는 방안을 강구함으로써 설비소음도 저감할 수 있는 방안으로써 효과가 있음.

나. 외피(Cladding)

- 외피는 선행연구단에서 연구된 바 없으나, Mockup단지에 적용된 외벽은 ALC(경량기포콘크리트) 패널을 적용하였음.
- ALC는 세대내부 벽체에 주로 쓰이는 자재로 습기, 기온변화 대응 등 외벽이 요구하는 성능에 대한 검증이 충분히 이루어진 재료가 아님.

표 1-7. 기존 과제와 본 과제 외피 비교

구 분	기존 과제(선행연구단)	본 과제	개선내용
재료	경량외벽체 (ALC패널)	PC외벽	
형상			시공성이 용이하도록 단순한 구조시스템 구현
층고	3,100mm	2,900mm	층고절감으로 사업성 개선
시공성	-	단순한 기동식구조시스템 구현으로 시공이 용이하여 공사기간 단축가능	공사기간 단축

- 단열재와 일체화된 PC외벽을 사용함으로써 외벽의 견고성과 에너지절감 효과를 목표로 함.
- 외벽이 골조공사 후 일정한 시간간격을 가지고 설치됨에 따라, 골조공사 시 시스템 거푸집(테이블 폼)의 적용이 가능해져 거푸집 작업의 효율성을 극대화시킴, 즉 시공성이 용이한 단순한 구조시스템을 구현함.
- 형상을 자유자재로 구성할 수 있어 공사기간에 영향을 주지 않으면서 입면의 디자인적 요소를 부여할 수 있음.
- PC-단열재 일체형 외단열 공법 혹은 PC와 중단열 공법 등의 적용 가능성을 검토하여 선정.
- 외피적용으로 인한 비용증가를 최소화하기 위해 PC부재의 대형화 및 대량생산화를 목표로 제품의 기술을 개발.
- 누수하자, 풍압에 의한 탈락 등을 우선적으로 고려하여 최적의 접합부 개발을 통한 유지보수비용 최소화가 기술개발의 관건으로 판단됨.
- 최근 PC제조공정의 발달과 정밀시공 기술의 발달로 공동주택 외벽이 요구하는 PC외벽 개발이 가능할 것으로 판단됨.

다. 내장재(Infill)

- 장수명주택 비용 상승 주요인의 하나인 Infill을 개선하여 적용 확대와 대량 생산시스템을 유도하면, 장수명주택의 초기공사비의 절감가능성은 가능하다고 판단됨.

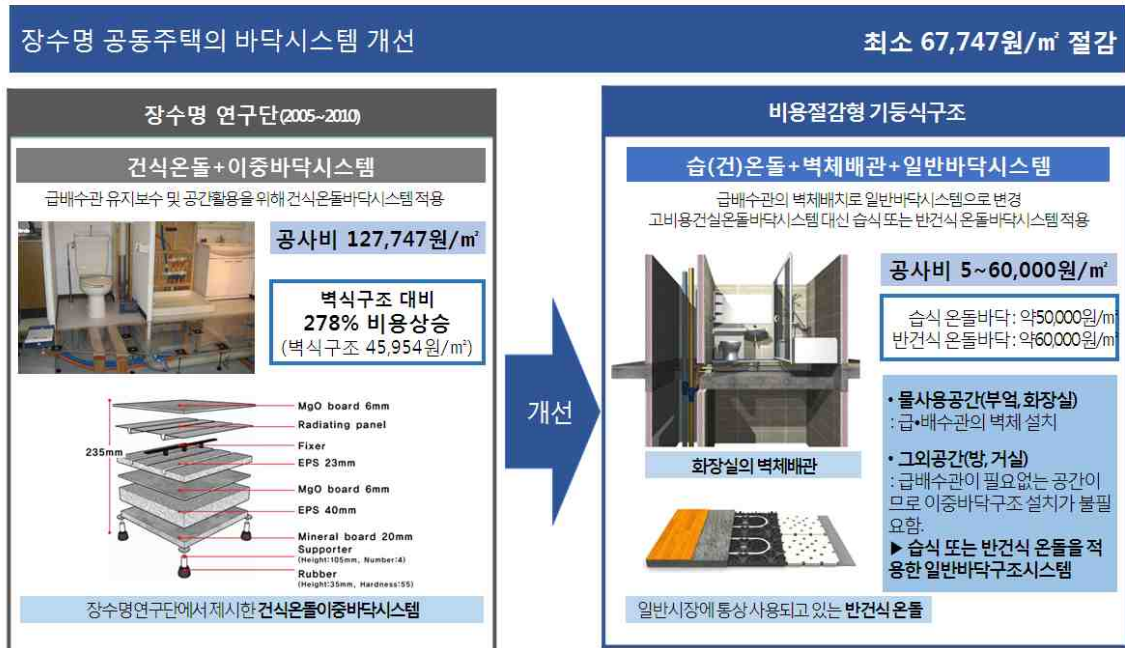


그림 1-16. 장수명주택의 고비용 인필요소 비용절감의 한 예시

- 선행연구단에서 개발에 참여한 인필업체와 유사 개발업체의 인터뷰 결과, 인필비용이 기존 습식에 대응할 수 있는 가격경쟁력을 갖추지 못하여 개발 후 실체현장에 적용한 경우는 거의 없는 것으로 나타났으며, 2년 정도의 국가 지원연구가 이루어지면 개선의 여지가 있는 것으로 파악됨.
- Infill 적용의 첫 번째 원칙은 장수명주택의 취지에 맞게 교체 및 유지관리의 용이성이 높은 시스템을 적용하는 것이며, 두 번째 원칙은 고비용의 Infill 적용을 지양하고 성능대비 고효율의 Infill을 발굴하여 적용하는 것임.
- 선행 연구단은 혼합구조방식과 물사용 공간의 슬래브 다운을 기반으로 한 장수명주택 표준모델, 고내구성 인필기술, 정책 및 제도를 개발하여 2층 Mock-up주택을 구현하였음에 비하여 본 연구는 슬래브 다운 없는 장스팬 기둥식 구조방식을 기반으로 공기단축형 비용절감 보급모델, 비용절감형 인필기술, 인증제도의 현실화를 바탕으로 실제 단지에서 1동의 실증시공을 통한 보급모델 제안.
- 세대간 벽체는 복합 재료벽체로 설계하여 차음성, 내화성 등 법적기준을 충족시키는 경량벽체 설계.

- 선행 연구단은 혼합구조방식과 물사용 공간의 슬래브 다운을 기반으로 한 장수명주택 표준모델, 고내구성 인필기술, 정책 및 제도를 개발하여 2층 Mock-up주택을 구현하였음
 - 구조방식 : 물 사용 공간의 슬래브 다운을 중심으로 한 복합구조
 - 내장 및 설비 : 세대간 벽체, 세대내 가변벽체, 2중바닥, 천장시스템, 슬래브 다운형 상상배관+UBR 시스템 등의 다양한 시스템 개발
 - 내구성 : 철근 피복두께 품질 1등급 가능, 콘크리트 품질 1등급 가능
 - 가변성 : 가변성능 및 접합부 성능 정치화 필요.
 - 유지관리용이성 : 유지관리가 용이한 기술 혹은 기법 구현.
 - 성과 : Mock-up, 근미래, 미래형 장수명주택 평면개발, 부분 슬래브 다운 혼합식 구조개발, S와 I간의 인터페이스 개발, 인필 요소기술 개발(건식온돌 이중바닥시스템, 세대내 벽체, 설비시스템, 천장시스템, 경계벽, 상상배관 등), 장수명화 제도방향 제시

- 본 연구에서는 초기비용절감에 초점을 맞추어 선행 연구단의 연구 성과를 계승하고 일부 미흡한 부분을 개선하여 벽식구조 공동주택 수준의 초기비용으로 공동주택 단지, 주거동, 세대 등의 구축·검증을 통하여, 건설시장에 보급이 가능한 장수명주택을 제시하는 것이 목표임.
 - 구조방식은 장스판, 층고절감형의 시공 용이한 기둥방식의 단순구조시스템, 층간 소음 고려한 방식이며, 지상부의 단순한 기둥식 구조시스템 적용으로 비용절감뿐 아니라 평면의 가변성 확보.
 - 지하주차장의 골조시스템은 지상과 동일화·모듈화하여 지하주차장의 가용면적을 증가를 통한 공사비 절감을 유도하는 방향 지향.
 - 내장 및 설비 : 핵심 인필기술의 공법, 성능조정 개선, 시공성 등 비용저감과 실용화 지향. 화장실은 슬래브 다운 없는 벽 배관 방식 등의 적용을 통하여 가변성 증대와 층간소음을 고려한 방식지향.
 - 장수명주택 비용 상승 주요인의 하나인 Infill을 개선하여 비용을 절감하고, 나아가 적용 확대와 대량생산시스템을 유도하면, 장수명주택의 초기공사비의 절감가능성은 가능하다고 판단됨.
 - 단열재와 일체화된 PC외벽을 사용함으로써 외벽의 견고성과 에너지절감효과를 목표로 함.
 - 내구성 : 철근 피복두께 품질 1등급 가능, 콘크리트 품질 1등급 가능 (선행 연구단과 동일)
 - 가변성 : 가변성능 및 접합부 개선 실용화
 - 유지관리용이성 : 경제성 확보, 기술구현, 연구단의 개념계승 및 정치화

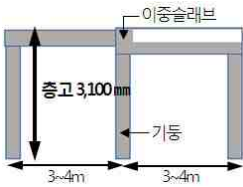
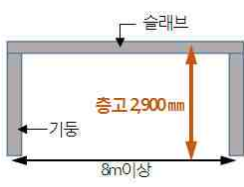
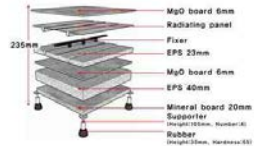
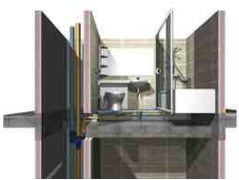
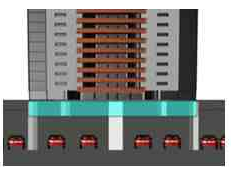
표 1-8. 기존 연구과제와의 비교 (1)

구 분	기존 과제	본 과제
연구목표	미래지향적이며 주택의 가용성(Capacity)이 높은 내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택 기술개발	벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명 공동주택 보급모델 개발 및 지원제도의 현실화
핵심기술	-Mock-up, 근미래, 미래형 장수명 주택 평면개발 -부분 슬래브 다운 혼합식 구조개발 -S와 I간의 인터페이스 개발 -인필 요소기술 개발(건식온돌 이중 바닥시스템, 세대내 벽체, 설비시스템, 천장시스템, 경계벽, 상상배관 등) -장수명화 제도방향 제시	-장수명주택의 성능등급별 비용절감형 핵심기술 개발 및 제품화 *각 부위(건축, 구조, 인필, 설비)별 보급형 실용화 핵심기술개발 -공기단축을 통한 실증단지 실증 및 시공관리기술 개발. -실증단지 실증에 입각한 장수명주택인증 제도 등의 실질적 지원제도 개발.
핵심성과	-표준모델 및 지침 개발 -2층 Mock-up 건설 -고내구 가변형 구조시스템 및 진동 제어형 복합구조시스템 개발 -가변이 용이한 고내구성 Infill 시스템 개발 -리모델링을 대비한 특례 개정, 서울시 지속가능형 공동주택 기준에 일부 반영)	-비용절감형 장수명주택 핵심기술개발 및 제품화, 관련 매뉴얼(지침, 편람) 제시 (건축, 구조, 인필, 설비) -벽식구조 건축비 수준의 100년 주택 실증단지 시공 및 실증을 통한 비용절감형 장수명주택 모델 제시 -보급 활성화를 위한 정책 및 제도의 입법화
경제성	-장수명주택 요소기술 개발 및 Mock-up 장수명주택 구현. -벽식구조 대비 고비용: 최대 127%	-주택이 가지는 성능을 만족하면서도 벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명주택 건설비용 실증. -공기단축+Infill 개선을 통한 비용절감 지향 -향후 100년간 연간 22조의 국가적 자원 절감.(장수명 최우수등급 수준 34.1만호 건설시 가정)
정책	- 주택의 장수명화를 위한 방향 제시 -장수명의 정의, 가변성, 인필, 내구성, 인허가 부문의 재·개정/제정/지원 방향을 제시. -구조방식 전환 정책제안 채택.	- 지원제도의 구체화·실용화 방안제시 - 지향 -장수명주택 인증제도 실증 및 현실화 -장수명주택 인필 인증제도 신설
수요처	-서울시와 SH에서 연구단(4세부)의 정책 및 제도제안을 부분 적용.	-국토해양부, 지방자치단체, SH, LH, 민간건설업체, 주택부품업체, 리모델링업체, 유지관리업체 등 확대
기대효과 등	-장수명주택 건설 확대 지향 -정책 및 제도의 지원 -주택 인필 부품의 시장규모 확대 지향 *초기건축비 상승, 건설경기 악화 등으로 장수명주택 시장 확대 한계	-장수명주택 보급 확대 -생활밀착형 주택 보급(3무주택 건설을 통한 쾌적한 생활환경 조성) -미래건설 신성장동력 확보(인필 요소기술의 건식·부품화로 중소기업 육성 및 일자리 창출) -기동식 공동주택 해외수출.

표 1-9. 기존 연구과제와의 비교 (2) - 기술수준

구 분	As Is (선행 연구단 기준)	To Be (목표)
평균수명	100년	100년
건축비 (㎡)	벽식구조 공동주택 건축비 대비 초기건축비용 최대 127% 상승	벽식구조 공동주택 건축비 수준 (1,377천원)
규모	2층 Mock-up	15층 60세대, 공동주택 1개동
구조방식	-물 사용 공간의 슬래브 다운을 중심으로 한 복합구조	-장스판, 층고절감형의 시공 용이한 기둥방식의 단순구조시스템, 층간소음 고려한 방식
골조 공기	-12일/층당 (15층 기준 691일 소요)	-6일/층당(15층 기준 610일 소요)
시공 기술	-불완전 TACT(재래식 시공)	-형식 TACT(기계화 시공)
설계프로세스	-Hierarchy System	-Integrated Project Delivery System
가변성	-59㎡, 84㎡형을 중심으로 한 가변형 공간 모델 -물사용 공간을 제외한 세대내부 가변 및 규모가변 자유 -한정된 화장실 및 부엌 가변 -가동칸막이 벽체 이동 한계+자유 이동(접합부 부분 손상되는 형식 포함) ☞ 가변성능 및 접합부성능 한계	-중소형의 다양한 면적규모, 비용절감형을 목표로 한 공간, 구조, 시공, 인필 시스템의 보급모델 -물사용 공간을 포함한 세대내부 가변 및 규모가변 자유 -자유로운 화장실 및 부엌 가변 -가동칸막이벽체 이동 자유 (접합부 손상 없이 공간 내 자유설치 가능) ☞ 가변성능 및 접합부 개선 실용화
유지보수 용이성	-설비의 유지관리고려 -공용배관과 전용배관의 분리 -공용설비 유지보수 가능 -전용설비 2중바닥 (유지보수 용이하나 고비용) -권고수준의 지침운영 ☞ 고비용, 기술구현 가능	-공용설비 유지보수가 용이한 설계·시공 (수직·수평공용설비 전체) -전용설비에 유지보수 용이 (2중배관 시공 등) -장수명주택 인정제도 운영으로 유지관리를 고려한 설계·시공 일반화 ☞ 경제성 확보, 기술구현 가능
내장 및 설비	-세대간 벽체, 세대내 가변벽체, 2중바닥, 천장시스템, 슬래브 다운형 상상배관+UBR 시스템 등의 다양한 시스템 개발	-좌동, 핵심 인필기술의 공법, 성능 조정 개선, 시공성 등 비용저감과 실용화 지향. -화장실은 벽 배관 등의 층간소음을 고려한 방식지향.
내구성	-철근 피복두께 품질 1등급 가능 -콘크리트 품질 1등급 가능	내구성능 동일-좌동

표 1-10. 선행연구단과의 본 과제의 차별성

구 분	현행	기존 과제 (선행연구단)	본 과제	비고
구조 (단면)	 습식내력벽+슬래브 구조	 기둥구조+Slab down	 Slab down 없는 장스팬 기동식 구조	개선 (비용절감, 공법)
외피	 콘크리트 습식 벽체	 Mock-up : 외벽 ALC	 건식외피(PC 등)	개발 (접합부) / 개선 (공법, 성능, 디자인)
세대간 벽체	 콘크리트 벽체	 복합 재료벽체	 복합재료 벽체 등	기존 개발 재료/ 부품 활용
세대내 벽체	 콘크리트 내력벽체	 가구형 칸막이벽체	 패널형 칸막이벽체	개선 (접합부)
바닥	 습식온돌바닥 (경량기포+모르타르)	 건식온돌 이중바닥	 반건식온돌+ 일반바닥(SH)	개선 (원가절감)
화장실	 아래층 천장배관(습식)	 층상배관, Slab down+이중바닥	 Slab down 없는 벽배관	시스템 전면개선 (공법, 성능, 디자인, 비용절감)
지하 주차장	 지상과 지하 다른 구조 (지하 피트층 주차불가)	- 연구에 언급되지 않음	 지상과 지하 동일 구조	개선 (비용절감, 공법)

2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

- 장수명주택과 연관된 정책 및 제도가 미약하지만 1990년대 초반부터 부분적으로 시행되어 왔음.
- 1990년대 초반에 우량주택자재의 인정(1991-1999)을 시행했었으나, 장수명 주택시장이 전혀 확립되지 못한 상황에서 유명무실하여 폐지.
- 2000년대에는 친환경건축물인증제도와 리모델링에 대비한 특례와 주택성능등급표시제도 제정, 시행.
- 2010년부터 서울시는 지속가능형 공동주택 지침과 공급계획, 심의기준, 인센티브 등을 시행하여 초기단계의 장수명주택 건설 유도하고 있음.

- 우량주택자재의 인정
 - * 주택건설기준 등에 관한 규정 제62조, 제63조 (1991.1.15 제정, 1991.3.16 시행, 1999.9.29 삭제)
- 친환경건축물인증도 (친환경건축물의 인증에 관한 규칙 제6조, 제7조)
 - * 환경부와 국토해양부가 각각의 제도를 마련, 시범적으로 운영. (1999-), 두 제도의 통합 추진(2000.05)
 - * 환경부와 국토해양부 공동으로 공동주택에 대한 4개 분야 44개 항목(추가항목 6개 포함)의 인증심사기준 마련. (2001.12)
 - * 내구성, 가변성, 수리용이성 부분 등이 장수명주택과 관련이 있음.
- 리모델링에 대비한 특례 등 (건축법 제8조, 2005.11.8 동법 제5조의4 신설 후 개정되어 건축법 제8조로 변경)와 리모델링이 쉬운 구조 등 (건축법시행령 제6조의3, 2006.5.8 신설 후 개정되어 현재에 이름)
 - * 리모델링에 대비한 특례 기준을 만족시킬 경우 용적률 등을 100분의 120% 범위에서 완화해 줌. 이와 별도로 가산비용 기준에서는 라멘조 등으로 건설할 경우 기본형 공사비를 인상해주는 등의 인센티브를 부여.
 - * 장수명주택의 기본적인 일부 내용 도입.
- 주택성능등급표시제도 (주택건설기준 등에 관한 규정 제7장, 2006.1.6. 신설, 2013.2.20 삭제)
- 서울시의 「지속가능형 공동주택 지침」 제정. 공공부문의 주택건설기준으로 운용. '지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준' 과 인센티브를 적용하여 초기단계의 장수명주택 건설 유도.
- 녹색건축 인증에 관한 규칙 (2013.6.28 시행, 친환경건축물인증과 주택성능등급인증 통합) 되었으나, 주택성능등급표시제도가 다시 분리됨.

- 국토교통부는 건축법 8조(리모델링에 대비한 특례)와 동 시행령 6조의3(리모델링이 쉬운 구조 등)과 고시 제2007-456(리모델링이 용이한 공동주택 기준)에 장수명주택의 기본적인 일부 내용 도입. 현재 건축법·시행령은 개정되었으나 고시가 개정되지 않아 내용의 일관성이 없는 부분에 대한 개정 필요한 실정.

- 서울시에서는 2010년 건축법 제8조와 고시 제2007-456에 의거 「지속가능형 공동주택 지침」 제정하여 공공부문의 주택건설기준으로 운용. ‘지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준’ 과 인센티브를 적용하여 초기단계의 장수명주택 건설 유도.
- 공동주택 장수명화를 위한 정부 정책 전환
 - 주택법 제21조의6(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등)(2014.2.7 시행)과 주택법 시행령 제66조(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등)을 신설하고 ‘장수명 주택 건설기준 및 인증제도’ 의 구체적인 기준을 고시로 제정하여 2015년부터 시행 예정.
 - 주택법에서는 장수명 주택의 정의 신설, 인증기준, 인증 절차, 수수료 등
 - 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에도 불구 대통령령으로 정하는 범위에서 건폐율, 용적률, 높이제한의 완화

표 2-1. 국내 정책동향

주요정책	주요 관련 내용	R&D 사업/연구와의 연계성
건축법 8조 및 고시 (국토부)	■ 리모델링에 대비한 특례 ■ 고시에 근거한 “서울시 지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준” 서울시 지속가능형 공동주택 공급계획 및 건축위원회 공동주택 심의기준 ■ 미래에 대비하는 '지속가능형' 건축을 통한 건축물 가치의 공공성 증대. ■ 공공부문 아파트에 우선 의무화, 추후 분양부문까지 확대예정 ■ 서울시 건축위원회 공동주택 심의기준 - 별표3] 공동주택 허용용적률 인센티브 적용기준 - 별표4] 리모델링이 쉬운 구조의 공동주택 평가항목 및 기준 ■ 서울시의 장수명주택 기준으로 활용하고 있으며, 구조시스템과 기본적인 설비시스템 적용	■ 기동방식으로 전환됨. ■ 장수명 연구단의 연구성과 중 ‘장수명주택 수준 1단계’ 에 해당함. ■ 초기비용절감 개념 없음. ■ SH공사에서 현재 적용하고 있는 사항을 동향분석에서 활용.
장수명 공동주택 인정기준 도입 예정	주택법 제21조의6(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등)과 동 시행령 제66조(장수명 주택 건설기준 및 인증제도 등) 신설과 고시의 제정(2015년 시행 예정) ■ 필수, 일반, 우수, 최우수 4등급화	등급과 관련한 장수명주택의 수준을 고려하여 Skeleton과 Infill 요소기술의 개선, 개발 방향설정, 장수명주택의 모델에 연계적용

① 장수명 주택 건설기준 및 인정 제도 마련 작업

- 국토교통부에서 가변성, 유지보수용이성, 내구성 등 장수명 주택의 필수요소가 반영된 ‘장수명 주택 건설기준 및 인증기준’을 마련하여 고시 예정(2014년).

** 가변성, 유지보수 용이성, 내구성 항목의 틀은 유지하지만 구체적인 내용은 변화할 수 있음.

가변성	내력벽 및 기둥의 길이비율, 내부벽량 중 건식벽체의 비율 이중바닥의 적용 등 9개 항목
유지보수 용이성	공용배관·전용공간의 분리, 배관교체가 용이한 설계 수선이 가능한 점검구의 배치 등 12개 항목
내구성	철근의 피복 두께, 콘크리트 품질 등 5개 항목

② 장수명 주택 건설기준 및 인증제도 도입

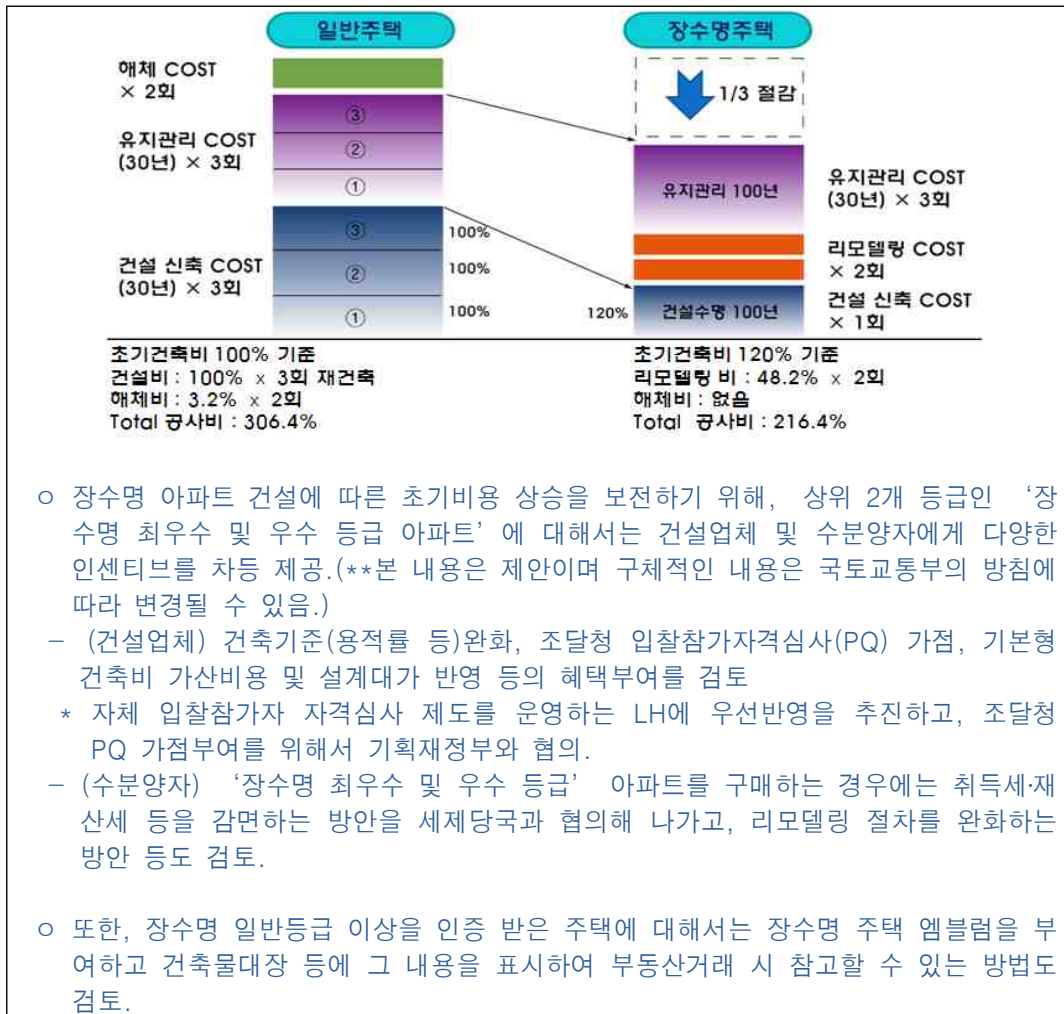
- 장수명 설계기준을 가변성 50점, 유지보수용이성 40점, 내구성 30점 등 총 120점으로 점수화하고,
 - 최우수(100점 이상), 우수(80점 이상), 일반(60점 이상), 최소(50점 이상) 등 4등급으로 구분하는 ‘장수명 인증제도’를 도입.
 - 500세대 이상 아파트를 건설하는 경우 ‘15년(사업계획 승인 기준)부터 최소기준 충족 의무화 추진.
- 특히 층간소음 저감에 효과적인 ‘기동식 구조 적용’ 활성화를 위해 ‘가변성’ 항목에 높은 배점을 부여.
 - * 기동식 구조는 벽식구조(210mm)에 비해 가변성이 우수하며, 슬라브 두께가 동일할 경우에도 층간소음 저감에 유리한 것으로 보고됨.
 - 중량충격음 최소기준(50db) 만족비중은 80%수준(벽식구조는 65%)
- 장수명 주택의 최소기준(50점)은 현행 ‘주택성능등급 표시제도’에 따른 최소등급을 모두 만족한 경우(40점)보다 다소 강화된 수준.

《장수명 주택 최소기준 및 주택성능등급 비교》

	장수명 최소 기준	주택성능등급 필수 기준
가변성 (18점)	·내력벽 비중 40%~70% ·건식벽 비중 30%~70% ·욕실배관의 당해층 배치	·내력벽 비중 70%~100% ·건식벽 비중 기준 없음 ·욕실배관의 최소기준은 없으나, 층상 배관을 적용할 경우 점수 배점이 높아 유리함.
유지보수 용이성 (22점)	·공용배관과 전용설비 공간 독립성 ·배관의 수선교체가 용이한 설계 ·점검구의 크기·위치·구조 확보 ·공용입상배관은 공용공간 배치 ·배관의 구조체 매설 금지	·4개 항목(배관의 구조체 매설금지 제외)중 1개 항목 선택
내구성 (10점)	·주택성능등급 필수기준과 동일	·철근피복두께 등 5개 항목충족

③ 장수명 주택에 대한 인센티브 제공

- 장수명 주택 우수·최우수 등급으로 건설할 경우, 기존 주택에 비해 10%~20% 정도의 초기건축비 상승이 발생하나, 100년의 수명을 고려하면, 총 비용은 2/3 수준으로 절감.
 - 기존 아파트는 100년 동안 2회 해체, 3회 건축을 거치며 초기 건축비 기준 306.4%의 공사비가 소요되나, 장수명 아파트는 100년 동안 해체 없이, 2회 리모델링이 이루어져 216.4%의 공사비 소요.



2. 국외 정책동향

가. 일본

- 장수명주택 기술이 가장 선진적이고 많이 보급된 일본은 정부가 주도적으로 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 정책 시행.
 - 1980-82년에 걸친 CHS 기술개발에 이은 인정제도가 도입되어 시행되었으나 기준의 복잡성, 초기건축 비용증가(10%) 등으로 일부 업체의 일부 사례만 인정제도의 기술을 보유하는 있는 현실만 보여준 상태에서 그치고 더 이상 시장에 확대되지 못한 실정.
 - 1988년 Better Living이 인정사업 시작.
 - * CHS(Century Housing System): 장기간(100년)쾌적하게 살 수 있는 주택을 제공하기 위한 설계·생산·유지관리에 걸친 Total System.

물리적·기능적인 내구성이 높은 주택을 공급하는 것으로 주택의 자산 가치 유지, 양호한 주택 재고 충실화 지향.

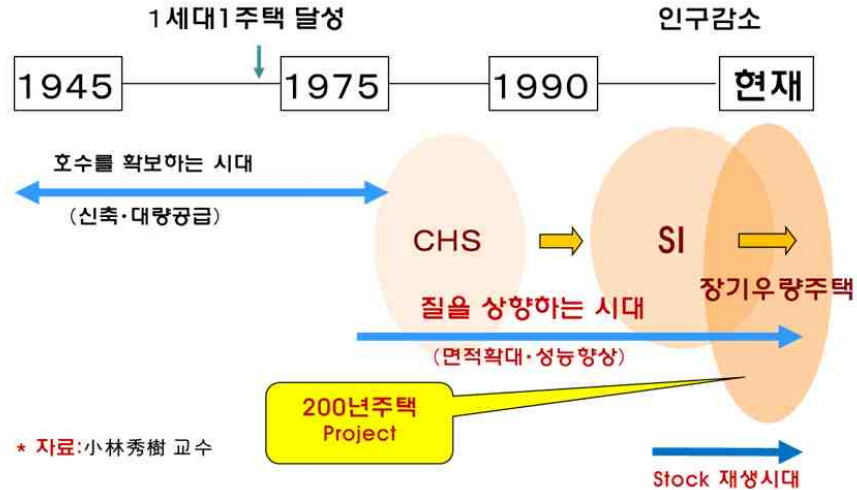


그림 2-1. 일본의 CHS에서 200년 주택까지 주택정책 변화

- “장기내용도시형 집합주택의 건설·재생기술 개발” 연구 성과로서 SI주택 기준 및 가변성에 초점을 둔 관련 법·제도의 개정.
국토교통성의 범위를 넘어선 법·제도의 개선이 이루어져 장수명 주택 확대에 기여하기는 하였으나 여전히 초기 건축비의 상승이 장애요인이 되어 완전히 시장에 정착하지 못한 실정이었음.
- * Skeleton 상태 소방 사용승인, 세대별 사용승인, 가사용 승인 제도, Infill 자유설계를 위한 Skeleton 상태의 부동산 등기 가능
- 장기우량주택촉진법 제정(2008)과 장기우량주택인정제도(2009) 및 인센티브 확립
SI주택의 확대 보급촉진을 위하여 공동주택뿐만 아니라 단독주택에 대해서도 장수명화 하고, 범정부차원의 법과 획기적인 세제의 인센티브를 통한 장수명 주택의 시장정착을 유도
- * 소득세, 등록면허세, 부동산 취득세, 고정자산세 우대
- BL(Better Living)인정제도 운영을 통한 우량주택부품 개발 유도를 위한 평가기준, 인정기준 등이 정착되었으며, 광범위한 부분에 걸쳐 있음.
- : 일본 공업규격(JIS)와 별도로 1974년부터 시작, 장수명주택과 연계.

표 2-2. 국외 장수명주택 관련 주요정책

주요정책	주요 관련 내용	R&D 사업/연구 연계성
주생활기본법 성립 (2006.6)	Flow에서 Stock중시 주택정책으로 전환 - 자민당 주택토지조사회가 주택자산	-

	형성의 검토 개시	
주생활기본법 책정 (2006.9)	달성 상황을 정량적으로 측정가능한 13개 지표설정	
200년 주택 비전발표 (2007.5)	주택의 장수명화를 향한 12개 정책제언 제시(자민당 주택토지조사회)	
장기전략지침 Innovation 25/ 경제제정 개혁의 기본 방침 (2007.6)	정부의 주택 장수명화(200년 주택)에 대한 추진방침 표명	연구개발내용은 100년 주택과 유사하나. 정부주도하에 세제우대조치를 실현시킴.
후쿠다내각총리대 신 소신표명 연설(초) 2007.10	주택의 수명을 연장하는 200년 주택을 향한 추진은 폐기물 감량, 자원절약, 국민에 대한 부담경감이라는 점에서 지속가능한 사회실현을 향한 구체적인 정책의 제1보	기술개발성과물이 시장에 보급되기 위해서는 기술개발뿐만 아니라 정부의 정책의지도 중요함.
후쿠다 내각 총리대신 시정방침 연설(초) (2008.1)	일본의 저탄소사회로 전환하기 위해서는 Life Style, 도시나 교통 등 사회의 틀을 근본적으로 변화해갈 필요가 있음, 200년 주택의 추진도 그 일환 -신년도 예산에 보조사업 시작(2008.4) -장기우량주택모델사업(-2011년까지)	따라서, 기획과제부터 기획자문위원들과 기획

나. 유럽

- 유럽 : 정부 및 공공주도의 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 제도로 뒷받침.
- 네덜란드는 민간에서 우선적으로 기술개발이 이루어지고 국가표준과 정부의 정책으로 채택
 - 국가표준 NEN6000 : 주거 및 상업 건물의 분야에서 MC에 대한 정의, 일반적인 규정과 규칙.
 - “건설활동발전전략 시나리오 연구(1984)” : 오픈빌딩 방향 제안
 - 네덜란드 건설협회(SOB)와 IOP-BOW(건설 Innovation Program)으로 오픈빌딩 채택
- * 유럽의 장수명주택 : 석조중심의 건축으로서 구조체의 내구성보다는 가변성과 내장재, 사용자 참여 중심으로 전개됨. 가변성을 중심으로 1960년대 중반에 개발된 초기의 설계방법론인 SAR 설계방법론이 오픈 빌딩의 초기 개념, 후에 발전된 것으로 일반 건축물을 대상으로 할 때는 오픈빌딩, 주택을 대상으로 할 때는 Residential Open Building, Open

Housing 으로 불림, 일본은 CHS, SI주택, 장기우량주택이 여기에 해당함.

- 핀란드 : 기술개발 우선, 정부 중심의 시범사업 추진
 - 기술개발센터(Tekes)와 핀란드 기술연구센터(VTT), 헬싱키시청 개발부의 기술개발과 기술현상실시 (1999)
 - 헬싱키 시 교외에 시범사업 Milieu 2000 프로젝트 실시

2절. 국내·외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장동향

- 장수명주택의 연구가 개별기관과 국가적 차원에서 장수명주택 연구단의 연구가 수행되었으나, 연구결과로 건설된 실험주택 수준에 머물고 있으며 주택시장에서는 여전히 벽식구조, 혼합구조 등이 혼재하고 부분 가변성에 바탕을 둔 일부 경량칸막이 벽체를 적용하고 있는 정도 수준의 장수명 공동주택의 수준과는 거리가 있는 건설에 그치고 있으며, 전반적인 주택시장의 침체와 더불어 장수명주택의 초기건축비용 상승요인으로 현재는 보급에 한계가 있음.
- 장수명 연구단을 중심으로 한 장수명주택의 요소기술이 개발되었으나 장수명주택의 슬래브 다운을 중심으로 한 혼합구조 시스템의 시공성 및 비용상승, 인필 요소기술의 미성숙 등으로 인한 실용화 미비 및 비용증가로 장수명주택의 초기 건축비용은 20% 내외(업체 추정치)상승되어 실용화에 이르지 못하고 있으며, 주택건설업체에서는 보급을 기피하고 있는 실정임.
- 장수명 연구단을 중심으로 단일 구조 형식(Single Frame System)의 기둥식 구조의 시공성 설계(Constructability Implementation)를 제시하고 있으나 구조설계는 벽식과 기둥식의 혼합구조 형식 (Multi-Frame System) 채택으로 건설 현장 시공 작업의 난이성으로 인하여 과도한 노무비 지출과 노동생산성 저하의 원인이 되고 있으며, 여전히 공사기간 과다 소요 등으로 금융비등 간접비 절감에는 한계가 있다.
- 그러나 장수명주택은 재고를 중시하는 시대의 흐름과 더불어 정부의 주택 장수명화에 대한 정부정책의 전환 지향, 서울시의 ‘지속가능형 공동주택’ 공급 지향과 인센티브 제공을 통한 공공부분의 우선 시행, 최근 발생한 층간소음(바닥충격음)의 사회문제화와 더불어 기둥식 구조시스템 전환 및 성능강화 차원과 결합하여 장수명주택은 공공부분 뿐만 아니라 민간시장에서도 확대가 필수적인 방향으로 전개될 수 있는 여건이 조성되었음.
- 최근 거주자 마음대로 내부구조를 바꿀 수 있는 “맞춤형 아파트”가 새로운 트렌드로 자리 잡아 건설사에서 가변형 아파트를 선보이고 있으나 부분적인 가변성에 그치고 있는 정도임
 - ▶ 전반적인 주택시장의 침체와 더불어 장수명주택의 초기건축비용 상승으로 현재 보급에 한계가 있으며, 장수명주택의 초기단계 수준으로 기둥식구조 중심.

- 공공부문의 경우, 공동주택의 기동식구조 적용을 의무화한 서울시를 제외하고는 여전히 벽식구조로 건설되고 있음. (2011년 주택건수(549,594호) 중 서울시 공공부문 7,310호(전체의 6.3%)만 기동식 구조로 건설되고 있음.)
- 최근 3년간(2009~2011) 7대 대형건설사가 건설한 공동주택의 85%가 벽식구조로 지어졌고, 기동식 구조는 2%에 불과함.

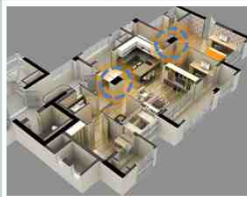
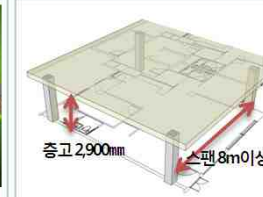
기존 주택 (벽식구조)	장수명 연구단(2005~2010) (기동식 혼합구조)	민간건설사 공동주택 (벽식+기동식 혼합구조)	SH공사 (장스팬 기동식구조)
			
• 혼합구조: 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간) • 세대 내부에 여전히 기동 존재 ▶ 거주자 라이프스타일에 따라 가변성의 한계를 가짐	• 혼합구조: 프레임구조(수변공간) + 무량판구조(거주공간) • 세대 내부에 여전히 기동 존재 ▶ 거주자 라이프스타일에 따라 가변성의 한계를 가짐	• 무량판구조: 세대 내에 기동이 있는 4~5m스팬을 가지는 단스팬 구조 • 기동식 구조 중 층고가 가장 낮은 무량판구조 채택하여 기존 벽식구조와 유사한 사업성 확보 ▶ 부분적으로는 가변이 가능하나, 세대내 기동이 존재함으로 가변성의 한계를 보여줌	• 장스팬기동식구조: 세대 외곽에만 기동이 존재하므로, 세대내부분 아니라 세대조합/보합에 유리 • 기동식 구조 중 층고가 가장 낮은 무량판구조 채택, 신기술, 공법 적용으로 장스팬을 구현 ▶ 벽식구조와 유사한 사업성 확보로 장수명주택 보급 가능

그림 2-2. 국내 공동주택 구조형식 변화 및 개발방향

- 인필요소기술이 개발되었으나, 주택 구조방식의 기동방식으로 전환미비 및 기존 공법 대비 고비용으로 경제성 한계, 공법 및 디테일의 한계 등 경쟁력 저하로 시장에서는 유통되지 못하고 있음.
- 2중바닥 건식바닥난방, 바닥구조시스템, 건식히팅판넬, 층간소음 대응 천장 시스템, 벽배관 방식, 층상배관 화장실, 시멘트계 패널 등.
- 주택수요 감소에 대한 검토.
 - 국내 신주택 보급률이 102.3%(2011년 기준)를 초과하였으나 여전히 신축과 재건축을 위한 교체수요가 존재(2003~2011년의 평균 건설호수 약 46만 9천 7백만호, e-나라지표)하며, 이 중 3년간(2009~2011년 평균) 공동주택 건설호수는 약 303천호임. 최근 미분양으로 어려운 상황이지만 인구가족구조의 변화와 다양화, 재건축 등 의 수요가 존재할 것으로 판단하며, 공동주택은 여전히 국내의 주요한 주택유형으로 존재함.
 - 소득 감소. 잠재성장률을 밀도는 경제성장률 둔화 등을 신규 주택 수요 감소를 불러온 가장 큰 요인으로 보고, 어려운 경제 여건을 감안하여, 2013년 신규 주택 수요를 가구요인 19만 가구, 소득요인 11만 5000가구, 주택밀실 요인 6만 5000가구 등으로 국토교통부가 산정함.
 - 최근 「2013년 주택종합계획」을 통해 금년 주택건설 인허가 계획은 주택수

요와 주택시장 상황, 미분양 물량 등을 감안하여 작년 실적 58.7만호의 63% 수준인 37만호(수도권 20, 지방 17만) 수준으로 수립되었으며, 금년 공공에서 5.6만호(분양 2.5만, 임대 3.1만)를 준공할 계획이며, 공공과 민간에서 공급하는 전체주택의 준공물량은 중소형주택 물량 감소로 작년보다 적은 35.5만호가 예상됨.

- 하지만, 주택산업연구원의 자료(2012 주택산업연구원 세미나-주택시장 환경변화와 대응전략, 2012.11 / * 탄생코호트 효과를 고려한 가구단위 주택수요 추정모형(세대효과 재검증))에서는 전국 총주택 수요 추정결과, 2011년 인구 추계치를 적용하면, 수요의 정점이 2042년으로 연기되고, 그 시점의 주택수요도 2010년 현재보다 55% 증가로 추정. (주거실태 추계 : 2043년 정점, 59% 증가) 세대간 주거소비 편차(세대효과)를 고려한 추정치는 2035년까지 45% 지속적으로 증가. (노동&주거 : 53%, 노동&주거 세대수 가중치 비사용 시간효과: 35%). 멸실 물량을 고려할 때 장기적인 주택(거주)수요의 꾸준한 증가 예상할 것으로 예상하고 있음.

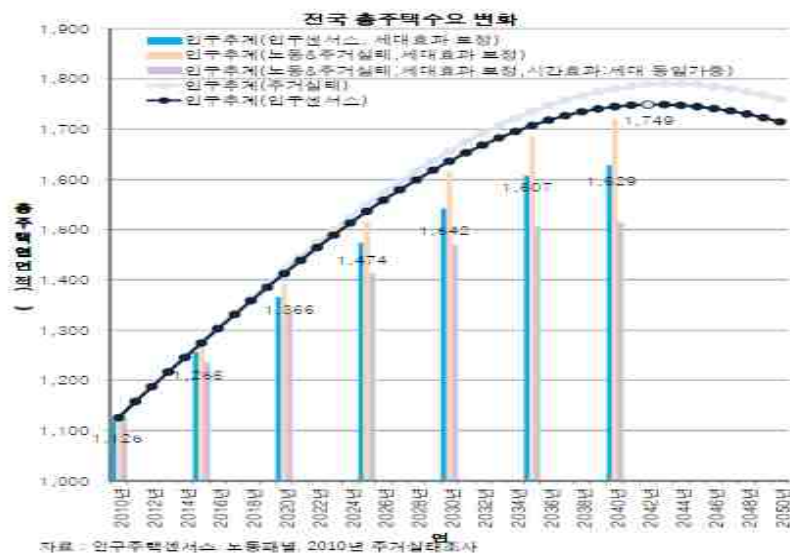


그림 2-3. 전국 총 주택수요 변화 (2012 주택산업연구원 세미나 자료)

- 상이한 두 자료를 검토했을 때, 주택보급률 100%를 초과하였고, 최근 주택시장 상황이 어렵기 때문에 주택공급을 줄이는 정책이 시행되고 있으나, 여전히 주택의 수요는 증가할 여지가 있음을 알 수 있음. 조심스럽게 예상해 볼 수 있을 것임. 또한 현재 공급되고 있는 물량이 재건축되는 시점인 2042년을 고려한다면, 지금부터 장수명주택으로 공급하여 정말로 주택수요가 감소하는 시기를 대비할 필요가 있음.

나. S.W.O.T 분석

표 2-3. S.W.O.T 분석

강 점(S)	약 점(W)
- 장수명 기술의 Know-how 보유 - 실물부품, 실험주택, Mock-up 건설경험 보유 - 정책, 제도화 Know-how 보유 - 장수명주택 연구 및 실무경험자의 융합 연구팀	- 정부의 지원제도 및 정책 미흡 - 장수명주택 요소기술의 실용화 미비 - 장수명주택 초기비용 증가로 건설 기피 - 현재 적용 가능한 기성부품 미흡
기 회(O)	위 험(T)
- 주택 재고 중시 시대로 장수명화 요구 - 초기건설비용 절감 모델기술 필요 - 실증모델에 기존 기술의 개선기술 종합화 기회 - 장수명주택 수준 유인제도 및 정책 구체화 필요	- 새로운 시스템 도입에 대한 거부감 - 새로운 기술적용, 실용화에 대한 한계 - 의식전환의 어려움 - 새로운 시스템의 융합의 어려움
▼	
SO	WO
- Mock-up 건설 등 Know-how 살린 종합개선 기술 개발 - 실증단지를 통한 장수명 요소기술 검증 및 비용 검증 - 정책과 연계된 비용절감형 기술개발 - 실무팀과 융합한 신모델 제안의 실용성 증대 가능	- 초기비용 저감형 새로운 모델 개발 - 비용을 고려한 새로운 부품 및 요소기술 개발 - 장수명주택 기술개발을 통한 공급확대 계기로 기성부품의 개선 추진 - 지원정책과 연계한 장수명주택 보급 정책 추진 기회
ST	WT
- 새로운 시스템으로 초기 건설비용 증가 요소 극복 - 기술개발의 Know-how 경험 살린 새로운 요소기술, 시스템 개선 및 기술개발 - 기존 기술의 실용화를 전제로 한 축적된 경험을 통한 효율성 있는 기술개발	- 정부지원방향 모색을 통한 새로운 기술 기반 구축 - 비용 및 성능조화를 통한 신모델, 새로운 시스템 의식전환 계기 마련 - 보급 활성화 방안 모색을 통한 장수명 주택의 장점부각을 통한 의식 전환

2. 국외 시장동향

가. 일본의 장수명주택 시장동향

- 1970년대부터 기술개발과 정부 및 공공주도로 장수명주택의 다양한 기술개발에 의한 시장형성, 정부 및 공공주도의 기술개발을 선행하고 시장에 보급을 유도 또는 지원하는 흐름으로 전개.
- 1970년대 초반 일본주택공단(현 도시재생기구)은 공단형 실험주택 KEP (Kodan Experimental Housing Project) 기술을 개발하고 1980년대 말경까지 이 기술을 바탕으로 가변성이 있는 부품과 공급방식을 결합한 가변형 평면개발과 다양한 사례들을 건설하여 시장을 견인하고, 공공에서 표준설계 신계열 등의 기존표준형 타입에 가변성을 부여하는 프로젝트가 전개되는 기반이 되었음. 이와 더불어 BL제도가 구축되어 주택구성재의 표준화, 부품화를 촉진하여 주택 대량공급의 원동력이 되었음. 그러나 사용자 요구의 다양성의 충족만으로 시장에 확산되지는 못하였고 새로운 주택상품의 출발의 하나로서 역할을 함.
- 건설성(현 국토교통성) 주도로 1980-1982년에 걸쳐 사용자요구의 다양성과 수명의 개념을 결합한 100년 주택(CHS; Century Housing System) 기술개발이 이루어졌고, 이후 CHS 인정제도와 결부되어 시장에 보급을 도모하였으나, 건설업체와 주택업체의 기술 잠재성만을 확인한 채 기준의 복잡성과 초기비용 10%의 상승으로 인하여 극소수만 공급되고 있는 실정이며, 현재는 유명무실한 상황임.
- 세계적인 지구환경보전이 중요한 이슈로 떠오르기 시작한 1990년대 초반부터 장수명주택의 필요성이 다시 대두되었고, 1993년 NEXT21의 준공과 더불어 1990년대에는 공공과 민간부문에서 경쟁적으로 SI주택 기술개발에 뛰어들어 많은 주택건설업체에서 자신의 업체명을 덧붙인 SI주택의 모델을 개발하고 새로운 상품으로서 지상과 분양시장, 임대시장에 다양한 형태로 제공되었음.
- 국가적인 측면에서 2000년대 초반에 완료한 제도적인 해결책을 모색한 SI주택 기술개발을 바탕으로 Skeleton 상태의 등기, 소방의 문제해결, 세대별 준공 등의 문제를 해결함으로써 장수명주택이 일반인들에게 완전히 인식되었고, 중고층에서 초고층주택까지 다양한 대상에 SI주택이 확산되는 계기가 되었음. 그러나 여전히 초기 비용증가라는 문제가 남아있었고, 소비자에게 메리트를 제공해 줄 수 있는 인센티브가 미흡하여 광범위한 보급에는 이르지 못하였음.
- 그러나 SI방식의 민간임대주택의 등장을 통한 임대주택시장에서의 다양성 추구를 통한 장수명주택의 장점을 제공할 수 있었고, Skeleton 정착(정해진 기간에 임대)제도의 성립을 통한 토지비용의 절감과 장기간 저비용으

로 주택을 건설하여 사용할 수 있는 권리의 결합을 통한 공급방식(예, 썬쿠바 방식) 등이 개발되어 소규모 민간시장에서 새로운 장수명주택 방식으로 전개되기도 하였음.

- 이러한 상황에서 2000년대 중반이후 200년 주택에 대한 검토가 시작되었고 장기우량주택이라는 명칭으로 법제화되었고, 이와 연계하여 장수명주택 인정제도가 도입되면서 소비자에게 혜택을 줄 수 있는 제도가 성립되었다. 장기우량주택은 기술적인 측면에서는 SI주택과 거의 동일하나 인정제도를 바탕으로 한 세제, 융자 등의 개선을 통하여 보급 확대를 도모했다는 점에 의의를 가짐.



그림 2-4. 일본 사례 (시오도메)

- 일본 국토교통성의 통계에 따르면 장기우량주택의 보급촉진에 관한 법률에 근거하여 장기우량주택 인정제도를 2009년 6월 4일부터 운영. 전국행정청의 2013년 4월 16일의 인정상황에 대하여 조사한 결과를 보면 단독주택 363,674호, 공동주택이 10,211호 총호수 373,885호가 인정을 받은 것으로 되어 있어, 장기우량주택(200년주택)의 경우는 공동주택보다 단독주택 쪽이 우세하게 나타남.

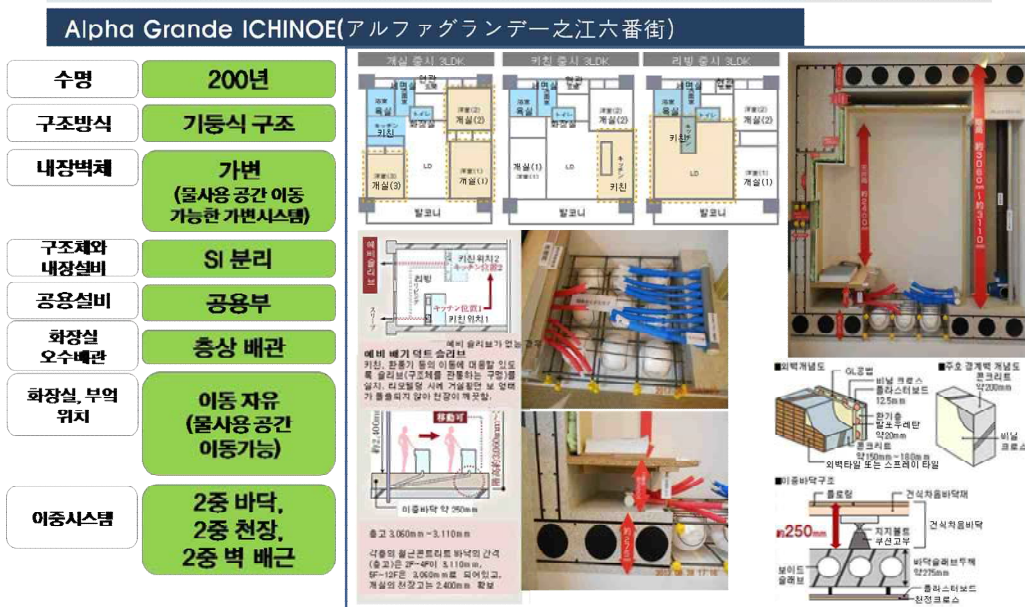


그림 2-5. 일본 사례

나. 네덜란드의 시장 동향

- 신축주택뿐만 아니라 리모델링에도 오픈하우징 개념을 적용하고 있음. 1970년대-1980년대 중·저층주택 중심으로 보급 일반화. 1970년대 중반 시범사업, Matura System 등의 인필시스템 시장 진입 등
- 1960년대에 Habraken 교수에 의한 가변성을 추구하는 시스템적인 설계방법론으로서 SAR설계방법론을 개발하고, 이를 근거로 실험주택을 건설한 후 시장에 서서히 보급되었음. 인필은 가구나 칸막이 벽체 등의 공간을 분할하는 부품 중심으로 전개되었으며 구조체와 분리된 인필의 생산과 판매라는 시장이 형성됨. 오픈 하우스 혹은 Open Building의 개념으로 발전함.
- 1960년대는 주로 설계방법론으로써 공간적인 접근방법과 기법이 개발되어 공급자의 거주자 참여와 선택을 중심으로 전개되었다면, 1970년대 중후반부터는 건축설비의 배관, 배선류에 대한 연구와 이들을 수납하는 방법의 개발이 OBOM에 의하여 주도되면서, 배수시스템과 바닥시스템, 전기 및 통신시스템이 결합한 Matura System이 개발되어 시판됨.
- SAR 시대에는 공간구성술의 논의가 중심이라면 1970년대 후반은 ‘건축산업의 구조개혁’으로 변화하며, 오픈빌딩재단(협회; SOB)이 조직적으로 실무에 반영할 수 있도록 활동함. SOB는 설계사무소와 개발업체, 건설회사, 부품메이커가 연합하여 효율적인 PR전략을 구사하여 관련업계에 대한 자극, 연구개발과 교육연수의 실시, 실험적인 프로젝트에 대한 자금적·기술적인 지원 등을 실시하여, 연구성과를 실용화하고 보급시킴. 이 결과가 네덜란드 표준에 적용되어 NEN6000으로 확립되어 산업과 시장에 영향을 미치게 되었으며, Post bubble기에 오픈 빌딩의 이론이 건설 산업 구조개혁의 중심적인 역할을 하고, “네덜란드 건설 활동 발전 전략 시나리오 연구(1984)” 가운데 하나로써 오픈 빌딩의 방향으로 건설 활동을 발전시키는 것이 가장 바람직하다는 결론이 남.
- 시장에서 실무중심은 SOB와 IOP-BOW(건설 Innovation Program)이며, 실용화를 위한 연구조직으로 Delft 공대(OBOM)과 아인트호벤 공대 등이 있으며, 신축주택 뿐만 아니라 리모델링에도 오픈 빌딩의 개념을 적용하고 있음. 유럽적인 특성으로 중저층주택 중심으로 이루어져 있음.
- 1970년대 오픈 빌딩의 연구성과는 유럽의 여러 나라에서 공업화 공법과 조합한 가변형주택으로 다양한 실험적인 프로젝트가 이루어졌음.



그림 2-6. 네덜란드 사례 (Kyenburg)

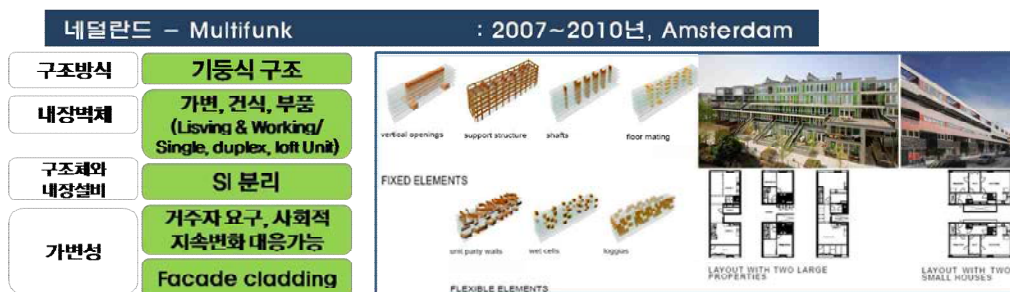


그림 2-7. 네덜란드 사례

다. 핀란드의 오픈하우징 시장

- 공장생산, 현장조립 등의 공업화 공법으로 장수명주택의 공급방식을 시스템화하여 사용성을 높이고 있음. : 1990년대 이론의 도입과 기술개발을 바탕으로 2000년 헬싱키 교외에 시범사업 실시. Plus Home 등의 업체의 인필과 더불어 확대보급
- 핀란드의 오픈하우징은 네덜란드의 하브라켄 교수의 SAR 연구와 이론에 바탕을 두고 있음. 이러한 이론의 수입을 바탕으로 핀란드의 장수명주택과 관련한 산업은 1980년대와 1990년대에 시도되어 현재에 이르고 있음.
- 이러한 시도들은 1986-1991년 Technology Development Centre of Finland에 의해 시작된 Industrialized Building Technology programme과 연계하여 수행된 연구와 Technology programme의 결과 1990년대 실험 프로젝트가 수행됨.
- Tekes(1990-1991년 헬싱키의 Environment 와 City Ministry)에 의해 개최된 2000 Technology Competition과 관련하여 처음으로 소개되었고, 그 Competition은 아파트 건설의 광범위한 발전을 목표로 하였으며, Technology Competition 결과, 1994-1998년에 4개의 실험주택이 건설. 거주자에게 보다 많은 다양성과 선택권을 제공하는 새로운 아파트 주

택의 컨셉과 향상된 융통성의 빌딩 시스템이 실험.

- Milieu 2000을 제외한 다른 실험 프로젝트들은 1990년대에 실행되었으며, 고층 아파트의 새로운 컨셉과 기술 시도. 그러나 탈부착이 가능한 인필 시스템의 한계가 존재함.
- 북구의 기후적인 특성과 건설산업적인 특성으로 PC기둥방식, 철골방식, 철근콘크리트 방식 등 다양한 구조방식을 보이고 있으며, 주로 중저층으로, 가변형 설계를 바탕으로 하지만 Plus home 등에서 인필패키지와 결부된 형태로 제공되기도 함.
- 주호 공급 시에 다양한 평면형을 제공하는 경향이 있으며, 신축 시장뿐만 아니라 리모델링 시장에서도 장수명주택의 개념을 도입하고 있음.
- 오픈 빌딩의 실현은 건물 경년동안 인필 변경 서비스와 생산품뿐만 아니라 각 단계에서 이루어진 작업과 시공 방법, 재사용가능하고 융통성 있는 인필 구성품, 좀 더 가변적인 구조시스템과 건물 서비스를 포함하는 개념으로 시장이 형성되며, 생산성을 향상시키고 재구성하는 시공 과정의 특성의 하나라는 사고방식을 바탕으로 함. 장수명주택을 위한 인필시장으로 기성품, 시스템 유닛을 활용할 수 있는 방향으로 전개됨.
- 분양주택뿐만 아니라 임대주택에 대해서도 다양성과 선택권을 줄 수 있도록 시장 형성, 옵션평면의 선택도 가능.



그림 2-8. 핀란드 사례 (아라비아난타)

핀란드 - Arabianranta Project		: 2003년 준공, Helsinki	
구조방식	벽식 구조		
내장벽체	건식화, 부조화		
구조체와 내장설비	SI 분리		
물사용공간 시스템	2중 슬래브(물사용 공간)		
가변성	평면의 다양성		

그림 2-9. 핀란드 사례

라. 미국의 주택시장

- Core and Shell 방식이라는 골조와 공용설비, 외장 등을 먼저 공급하고 내장과 전용설비는 입주자에게 맡기는 방식이며, 골조의 경우, 장스팬 기둥식 구조가 일반화되어 있음.
- 미국의 경우, 오픈하우스 즉 SAR설계방법론이 적용된 주택이 극히 일부 있음. 미국 서부의 경우 일반적으로 포스트텐션 공법이 적용된 장스팬 주거건물이 일반화되어 있음.
- 특히, Hotel 1000사례의 경우는 포스트텐션 적용으로 장스팬을 확보했을 뿐 아니라 최소 층고를 구현하여 건물 높이 제한까지 해결하기도 하였음.

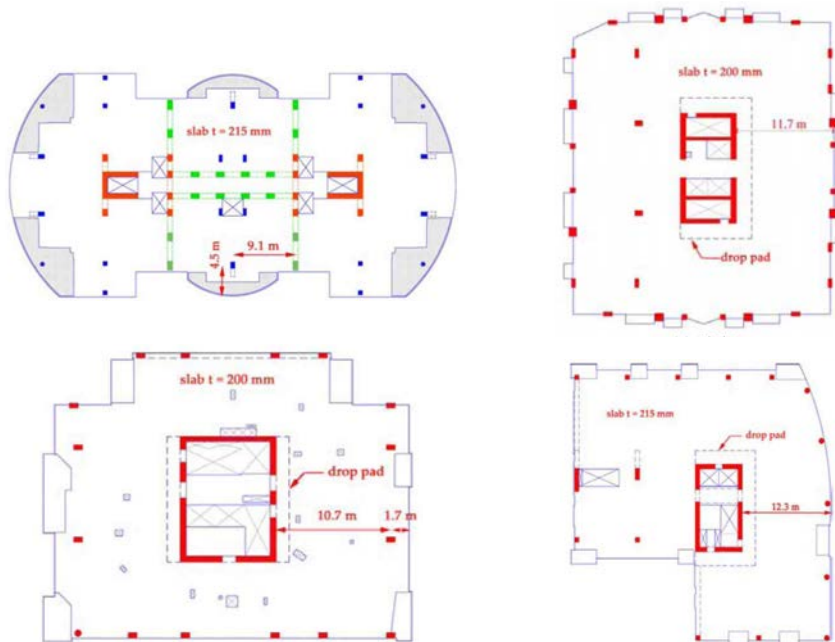


그림 2-10. 포스트텐션 무량판구조 미국 사례

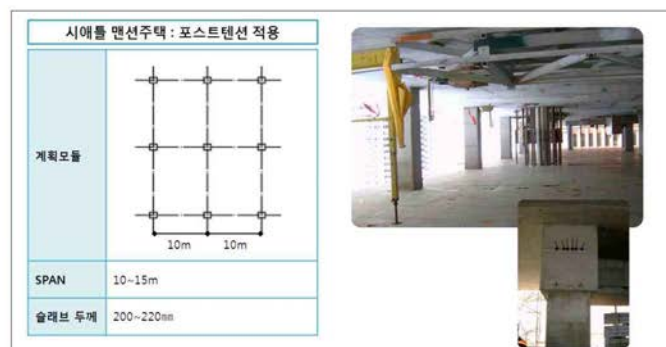


그림 2-11. 시애틀 맨션주택

3절. 국내외 장수명주택 기술동향 분석

1. 국내 기술동향 (관련기술, 특허, 논문)

- 국내에서는 기존 장수명 연구단의 기 자료 분석, 장수명주택과 관련 기술을 연구한 KICT, LH 도시주택연구원, SH 도시연구소, RIST 연구소 등을 중심으로 하고, SH의 주택 단지의 지속가능형 주택 설계 사무소의 기술을 중심으로 자료를 수집 분석함.
- 각종 제도관련 연구, 계획 및 설계 모델관련 연구, 시공 및 관리 시스템 연구, 실험주택 및 시공사례에 관한 연구, 경제성 관련 연구 등 관련 핵심내용의 분류를 통한 자료의 수집함.

가. 관련기술

- PLUS 50 환경공생주택에서 개발한 종합 장수명 시스템과 경량칸막이벽체 등의 인필시스템과 구법기술, 입체가변 시스템 등
- 장수명 연구단에서 개발한 표준 평면모델, 혼합구조방식과 2중바닥, 경량칸막이벽체, 천장시스템 등의 장수명주택 시스템, 각종 지침 등

Infill System : 핵심인필 부품인 2중 바닥시스템, 가동벽체시스템, 세대간 벽체, 천장 시스템, 설비시스템으로서 화장실 시스템, 부엌시스템 등

(1) 구조

- Support System : 기둥식 구조, 장스팬, 복합구조시스템, 가변형 주택 등의 LH에서 개발한 구조시스템과 민간업체에서 개발한 구조시스템
- 장수명주택에 적합한 구조시스템은 향후 리모델링이 용이하도록 세대 내부에 기둥이 없는 장스팬 구조시스템이 필수적임. 이러한 장스팬 구조시스템에 적합한 기술로는 포스트텐션(Post-tension)과 중공슬래브 등의 기술이 대부분 적용되고 있음. 아직 국내에서는 벽식구조 위주의 주택건설로 장스팬 관련 기술이 공동주택에 적용된 사례는 거의 없으며, 대공간을 필요로 하는 스포츠센터, 공연장, 오피스건물 위주로 적용되었음. 해외에서는 이미 장스팬구조의 주거건물에 포스트텐션 및 중공슬래브 기술이 일반적으로 사용되고 있음.
- SH공사에서 2010년도에 개발한 세대내 기둥이 없는 장스팬 구조인 “무주(無柱)공간 시스템”은 8m이상의 장스팬을 구현하여 세대내 기둥이 없어

가변형 공간연출이 자유로워 중장기적으로도 리모델링이 쉽게 할 수 있는 구조시스템임. 또한 기존 벽식구조와 유사한 층고를 가지기 때문에 사업성 확보에도 유리함.

- SH공사에 개발한 중공슬래브 무량판구조는 슬래브 두께가 280mm로 기존 슬래브(150~210mm) 중 가장 두꺼운 슬래브 두께를 가지므로 층간소음을 크게 감소시킬 수 있을 것으로 보고됨.

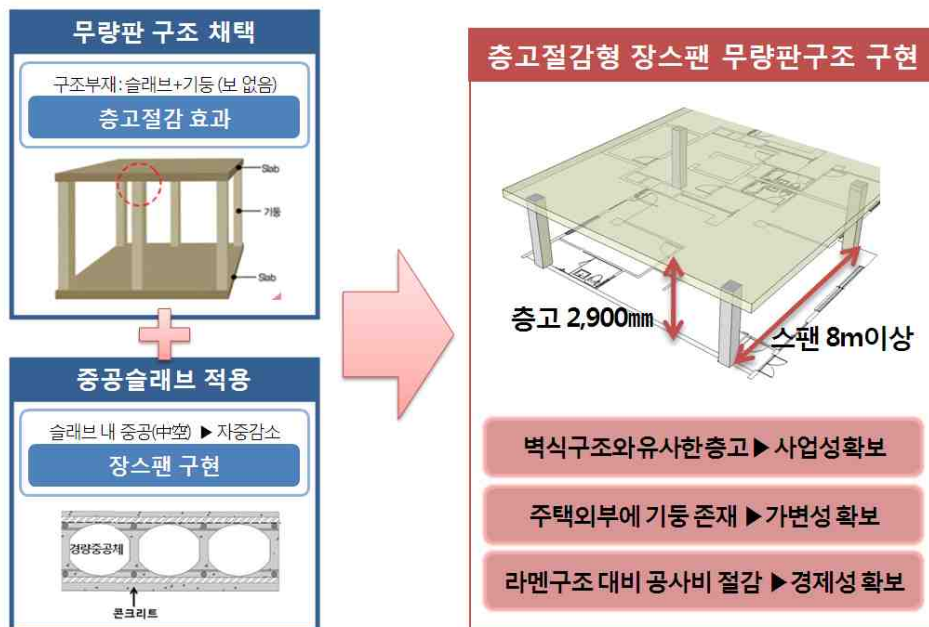


그림 2-12. 층고절감형 장스팬 무량판 구조 구현(SH공사)

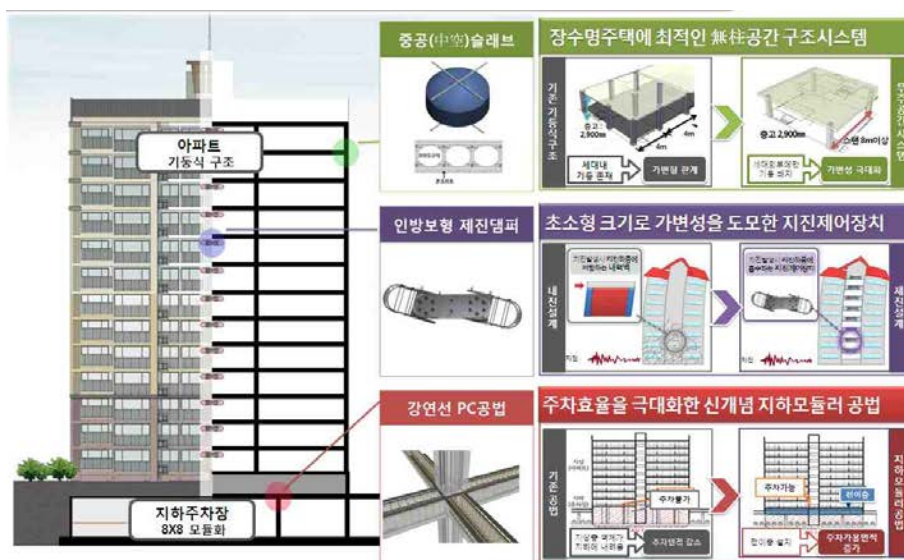


그림 2-13. SH공사의 장수명주택 관련 기술개발연구 동향

(2) 인필

- SH공사의 경우 2011년 이후 신규 사업지구의 경우 화장실의 층상배관 방식을 채택함으로써 화장실 소음을 최소화함. 하지만 몰탈 타설로 인한 배관 교체 등 유지관리 측면에서의 한계가 있음.

최근 **벽배관 화장실 시스템**과 **건식마감 시스템** 개발 기술의 적용 등 검토를 통한 이동 용이성과 시공 용이성 검토

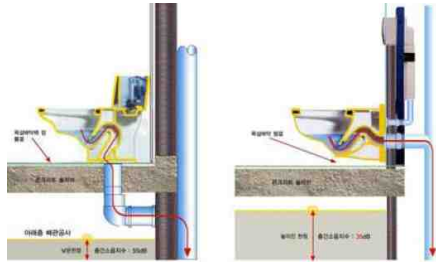
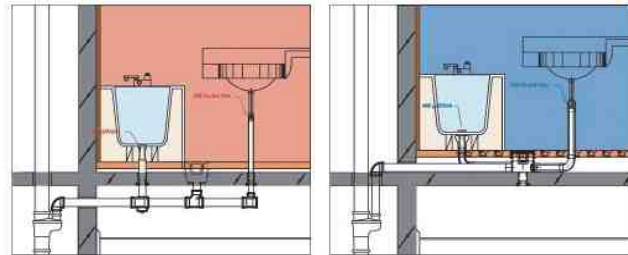


그림 2-14. 화장실 수직배관 유입방식



천장배관
층상배관
그림 2-15. 화장실 층상배관방식

- 이동식 가동벽체가 가능한 요소의 수량산출과 관련기술 확보, 절감효과 분석



그림 2-16. 전용 84㎡ 단위세대의 가동벽체가능부위

□ 전용 85 m² 에서 산출한 이동식 벽체 가능 면적 산출

(바닥마감 후 천정 마감 전 :2400 mm 기준)

※ 화장실과 외벽에 면하는 부위는 산출에서 제외함 (방수와 외부단열 문제)

※ 이미지에는 ①, ②, ③, ~ ⑦ 까지 표기함

① 주방 창고 가벽체 : 3.2m * 2.4m = 7.68 m²

② 안방 ~ 부부욕실 : 1.8m * 2.4m = 4.32 m² (오픈 후레임 시공)

③ 거실 ~ 안방 : 3.5m * 2.4m = 8.4 m² (창호시공, 도어 포함)

④ 거실 ~ 작은방 : 3.1m * 2.4m = 7.44 m²

⑤ 복도 ~ 작은방(1) : 3.5m * 2.4m = 8.4 m² (창호시공, 도어포함)

⑥ 작은방(1) ~ 작은방(2) : 3m * 2.4m = 7.2 m²

⑦ 복도 ~ 작은방(2) : 1.5m * 2.4m = 3.6 m² (창호시공, 도어포함)

■ 상기 자료에 근거하여 이동식 벽체구조로 시공할 경우

- 총면적(1세대 기준) : 38.64 m² 임

■ 또한 창호의 경우 4조로 현장시공비용과 공장에서 후레임(문틀)을 조립하여 시공시 절감 가능 금액

① 절감 근거 :

- 건축현장에서 창호 후레임(문틀)을 시공시 가틀 + 본틀 시공시
: 약 ₩ 30,000 내외 소요 (1 set 기준)

- 공장에서 규격화된 문틀을 벽체에 부착시: ₩ 15,000 / 1 set 기준

- 따라서 시공비에서만 약 절감 가능 금액은 : 약 ₩ 15,000/1 set 기준

② 또한 현재는 가틀을 시공 후 본틀을 시공하는 방식으로 가틀의 시공
비와 자재비가 : 약 ₩ 20,000 정도 절감됨 / 1 set 기준

② 기타 : 현장 작업은 도어를 양중하여 문틀과 시공하는 비용만 소요되
기 때문임

○ 건식바닥(이중바닥 구조) 현황

- 건식바닥시스템은 슬래브에서 일정 간격 이격시켜 또 하나의 바닥을 추가로 설치하는 형태로 슬라브 상부에 완전한 건식시스템을 구성하는 형태이다. 그림1은 건식바닥구조의 개략적인 개념도로서 건식바닥을 상부구조와 하부구조로 구분할 수 있다. 하부구조는 지지각이나 타 형태의 패널을 설치하여 슬래브에서 일정공간을 이격할 수 있는 시스템을 의미하며, 고무 등의 방진재료를 사용하여 바닥충격음을 저하하기 위하여 노력하고 있다. 상부구조는 바닥복사난방을 위하여 온수패널이나 온수배관을 설치하기 위하여 상판, 보강재, 단열재 등으로 구성되어 최종적으로 건식바닥을 구성

한다.

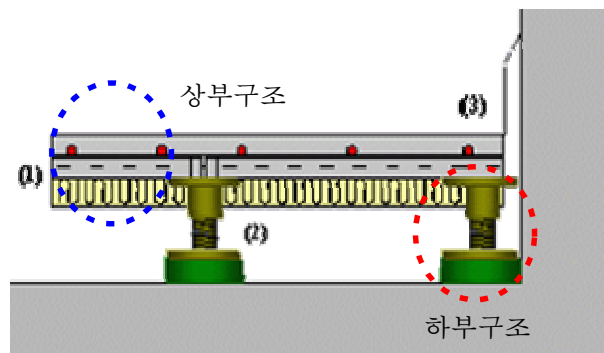


그림 2-17. 건식바닥구조 개념도

■ 국내현황

- 국내에서 건식바닥의 사용실적은 극히 미미한 상태로 습식구조 대비 가격 경쟁력이 부족하고, 습식바닥의 딱딱한 보행감에 익숙해져 방진고무를 활용한 소프트한 바닥보행감을 소비자가 원치 않기 때문이다.

※ 습식바닥구조 : 공동주택에서 사용되는 기존 바닥구조로서, 슬래브 상부에 편판형태의 단열재나 완충재를 시공하고 완충재 상부에 기포콘크리트와 모르터(온수배관설치)를 타설 후 최종마감재를 설치하는 방식이 주로 사용되어 왔다. 그러나 이러한 바닥구조는 바닥충격음 저감을 위하여 완충재를 사용하고 있으나, 완충재가 바닥구조의 공진주파수를 바닥충격음 증폭이 발생하지 않도록 충분히 저하시키지 못하는 경우에는 오히려 바닥충격음 레벨이 증폭되는 현상이 발생되기도 한다.

■ KCC(국책과제) 개발구조

- “자원순환이 가능한 건식/모듈화 방식의 고효율 바닥난방시스템 개발” 국책과제를 통해 개발된 건식바닥구조는 국내외 기존 건식바닥구조의 단점을 극복하고 장점을 최대한 활용하여 상용화 가능한 건식바닥의 개발을 목표로 진행되었다. 해당 과제 수행시 기대효과는 다음과 같다.

표 2-4. KCC(국책과제) 개발구조의 기대효과

구분	기대효과
기술적 측면	- 습식위주의 온돌방식은 구조적인 특성상 재활용이 어렵고 자원의 낭비가 크다는 단점이 있으나 건식, 모듈화된 패널시스템은 자원 재활용 비율을 증가시켜 탄소배출량 저감에도 기여할 것으로 판단됨. - 기존 습식온돌에 비하여 에너지 효율을 20%이상 향상시킴으로서 국가적인 에너지 소비량을 절감할수 있어 에너지에 투입되는 비용을 절감시킬수 있음. - 건식난방 패널은 바닥충격을 저감을 위하여 이중바닥형식을 취하지만 국내에는 아직 기술개발이 미흡한 상태로 본 연구 수행결과에 따라 이중바닥구조의 열성능과 바닥충격음 차단성능을 확보할 수 있을 것으로 판단됨. - 난방시스템의 개발은 에너지 효율 향상, 시공의 단축, 인력의 절감 등을 통하여 경제적 효과 함께 시장확대에 많은 역할을 할 수 있을 것으로 기대함.
경제·산업적 측면	- 영세한 기존 건식난방시스템 업체에 기술력 향상에 도움이 될 것이며, 나아가 전 세계적으로 국내 난방시스템의 우수성을 알려 국내외의 보급 확대가 기대됨. - 에너지 절약과 자원절약을 통하여 현재 국제적은 에너지 문제 해결에 일조할 것이며, 에너지 절약 상품에 대한 소비자 인식 증대, 구매확대 등으로 인하여 관련 산업은 지속적으로 성장할 것으로 판단됨.

- 개발한 건식바닥의 하부구조로는 지지각+장선을 활용하여 선지지 방식을 개발하였다. 국내에서 주로 사용되는 점지지 방식은 상판재 모서리 부위에서 파손이 잦고 구조적 안정성이 떨어지는 단점이 존재하였기 때문이다. 또한, 장선 소재를 경량철골로 하여 대량생산에 적합하며, 바닥의 강성역시 개선되었다.
- 상부구조는 PB보드 1PLY + 전방 수석고보드 1PLY를 적용하여 상판을 구성하였으며, 그 위에 PB배관 8mm, 간격 80mm를 고정할 수 있는 모듈판을 시공하는 형태로 개발되었다. 상세한 단면 및 주요 자재는 아래 그림과 같다.



그림 2-18. 건식바닥 단면도(좌), 하부지지구조(중), PB배관시공(우)

표 2-5 개발구조 일위대가

구분	사양	m ² 당 단가(원)
단열재	GW 32K 25T	2,500
방진고무	경도50	10,000
지지대	폴리프로필렌	1,701
장선	경량철골	11,000
PB보드	1220*2440*18mm	5,467
전방수	900*1800*15mm	9,000
모듈판	480*480*11mm	13,888
PB배관	8mm	6,000
합 계		59,556

○ 당해층 벽배관 화장실 시스템

- 최근 화장실 층하배관의 소음, 유지관리 어려움 등의 문제로 인해 층상배관 방식이 개발되었다.
- 개요: 당해층 배관 공법(OSP: On Slab Plumbing)은 공동주택 내 욕실 또는 화장실의 배수시스템이며, 오배수관을 콘크리트 슬라브 상부에 배치하고 층간소음을 최소화 시킬 수 있으며, 배관시공이 간편하고 노후된 배관을 자유롭게 교체 할 수 있는 층상배수 시스템임.
- 블록선반(젠다이)과 배관을 이용하여 공동주택에 층상배관을하고 욕실에서 발생하는 오배수 배관을 매립없이 노출배관으로 시공하여 오배수의 배출을 처리하는 시스템임. 비용적 측면에서 첫째, 장수명 연구단의 충남 아산의 Mock up에 적용된 슬라브다운 방식과 벽배관 시스템 비용 비교, 둘째, 기존 층하배관과 당해층 배관의 습식공사의 경우 비용 비교, 셋째, 기존 층하배관과 당해층 배관의 건식공사의 경우 비용 비교가 검토되었다.

표 2-6. 슬라브 다운방식(이중배관 공법)과 OSP 당해층 배관 공법 특징비교

구분	이중배관공법 (슬라브다운 방식)	OSP 당해층 배관 공법 (On Slab Plumbing)
개요	■ 기존 천정배관방식의 단점을 개선하여 골조공사 마감 후 기포내 층상 매립시공하는 방식	■ On Slab Plumbing 공법은 모든 배관 설비를 슬라브 다운 등의 건축 구조 변경없이 당해층에 설치하는 기술로 장수명주택(리모델링이 쉬운구조)의 필수 요건 공법임
시스템	① 건축 슬라브 다운 ② 종합욕가(FD) ③ 슬라브다운용 고정슬리브 ④ 욕조와 세면대 배수의 이중배관	① 벽걸이 양변기 시스템 ② Wall Trap ③ 드레인 포집체(기포층 배수용드레인) ④ 젠다이 전면판넬(탈부착형)
장단점	① 화장실 소음저감 ② 아래층 천장을 뚫지 않는배관방식 ③ 건축슬라브다운으로 건축비상승 ④ 굴절이 많은 배관시공 ⑤ 욕실 및 세면기 플렉시블 관의 교체, 재설치 제한 ⑥ 배관누수수 육안확인, 교체불가	① 화장실 소음저감 ② 전면탈부착 판넬사용으로 인한 유지보수 용이 ③ 블록선반을 이용한 통합 오배수 배관방식 ④ 아래층 천장을 뚫지 않는 배관방식 ⑤ 슬리브 시공이 없음 ⑥ 슬라브다운 공법 대비 추후 리모델링용이

표 2-7. 슬라브 다운 및 당해층 배관시스템 비용비교

: 일반자료 및 실제적용 단가를 참조(공용욕실 1개소 기준)

구분	Slab Down	OSP 당해층 배관	비고
골조공사	179,000	—	제 잡비 32%포함
몰탈사춤	45,239	—	욕실전체 Down (H: 200mm 기준) 제 잡비 32%포함
블록선반(젠다이)	206,922	228,821	
양변기(도기)	354,467	529,467	
배관공사	239,863	212,673	
계	1,025,491	970,961	— 54,530

표 2-8. 기존 층하배관과 당해층 배관(습식공사) 비용비교

: 84㎡ 욕실1(부부욕실), 욕실2(공용욕실) 기준 견적, 표준품셈 단가 적용

구분	공정별	층하배관	OSP 당해층 배관	비고
습식 (조적) 선반 -층하 배관	욕실 1	습식(조적)선반	94,688	
		타일마감+대리석상판	153,459	
		오배수배관+바닥배수구	254,548	
		양변기	354,467	
		소계	857,162	
	욕실 2	습식(조적)선반	80,954	
		타일마감+대리석상판	125,968	
		오배수배관+바닥배수구	178,803	
		양변기	354,467	
		소계	740,192	
	합계		1,597,354	
습식 (조적) 선반 -OSP 당해층 배관	욕실 1	습식(조적)선반	89,693	
		타일마감+대리석상판	181,888	
		오배수배관+바닥배수구	145,027	
		벽걸이형 양변기	529,467	
		소계	946,075	
	욕실 2	습식(조적)선반	77,871	
		타일마감+대리석상판	150,950	
		오배수배관+바닥배수구	146,527	
		벽걸이형 양변기	529,467	
		소계	904,815	
	합계		1,850,890	
금액비교		1,597,354	1,850,890	+253,536



그림 2-19. 조적 철탄이 + 기존 층하배관, 당해층 배관 도면 예시

표 2-9. 기존 층하배관과 당해층 배관(건식공사) 비용비교

: 84㎡ 욕실1(부부욕실), 욕실2(공용욕실) 기준 견적, 표준품셈 단가 적용

구분	공정별	층하배관	OSP 당해층 배관	비고
건식 (프레임) 선반 -층하 배관	욕실 1	건식(프레임)선반	301,232	
		타일마감+대리석상판	199,353	
		오배수배관+바닥배수구	259,548	
		양변기	354,467	
		소계	1,114,600	
	욕실 2	건식(프레임)선반	216,740	
		타일마감+대리석상판	165,951	
		오배수배관+바닥배수구	183,803	
		양변기	354,467	
		소계	920,961	
	합계		2,035,561	
건식 (프레임) -OSP 당해층 배관	욕실 1	건식(프레임)선반		376,371
		타일마감+대리석상판		218,407
		오배수배관+바닥배수구		147,900
		벽걸이형 양변기		359,467
		소계		1,102,145
	욕실 2	건식(프레임)선반		283,561
		타일마감+대리석상판		176,518
		오배수배관+바닥배수구		146,527
		벽걸이형 양변기		359,467
		소계		966,073
	합계			2,068,218
금액비교		2,035,561	2,068,218	+ 32,657

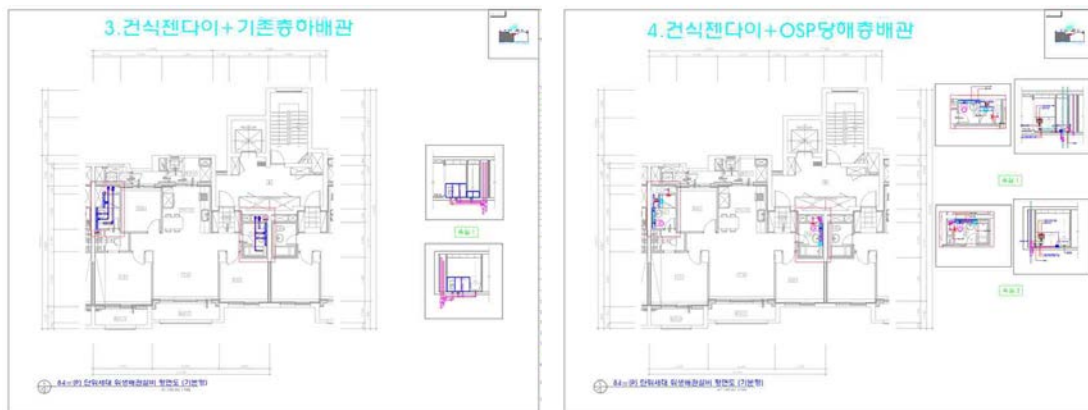


그림 2-20. 건식 젠다이 + 기존 층하배관, 당해층 배관 도면 예시

- 결론적으로, 장수명 연구단의 Mock up에 해당되는 슬라브 다운방식에 비해 벽배관 비용이 절감되며, 기존 층하배관에 비해 건식의 경우 욕식 2개 기준으로 32,657원 가량 증가되는 것으로 분석되었다. 이는 시장확보를 통해 소폭 비용증가부분은 다운가능한 범위이며 기존 층하배관대비 성능향상 효과를 고려할 때 비용저감이 반드시 노력되어야 할 사항이다.

(3) 시공기술 및 건설관리

- 비용절감형 공기단축 시공 : 노동생산성 향상을 위한 테이블 시스템 거푸집, 슬라브 콘크리트 타설 후 36시간이후 테이블 시스템 거푸집 탈형이 가능하도록 하기 위한 조강 콘크리트 사용, 층당 3~4Day Cycle 공정을 형식 TACT공정. 시공 시뮬레이션.
- Cladding System : 린건설(Lean Construction)개념 적용을 통하여 외피 시스템, 계단시스템 등 PC화에 대응한 가능성 검토
- Integrated Project Delivery : 린건설(Lean Construction), BIM, 시공시뮬레이션 등 시공기술에 대한 시공성 확보
- TACT공정 : TACT란 Taisei Architectural Construction Team의 약어로서 연속반복형 시공방식으로 작업공간의 분할과 작업 Flow의 분할 (Tact 분할)을 적절히 검토하여 공정의 동기화(각 작업이 일정한 리듬으로 반복되도록 하는 것)에 의하여 생산을 평준화하고, 작업 흐름의 최적화를 추구하는 생산방식으로 공간적 조건과 시간적 조건을 조건으로 정시 정량생산을 목적으로 한 공정관리기법

(4) 동향분석

- 장수명주택의 기술은 세부 요소기술과 이를 종합하여 장수명주택을 구성·건설·관리하는 기술로 구분할 수 있음.
- 특히 현 시장에서 구조부분의 시스템이 벽식구조 중심으로 전개되고 있고, 주상복합건축물이나 아파트에서 무량판구조나 라멘구조, 혼합구조방식이 시도되고 있으나 일부에 그치고 있는 실정임.
인필 요소기술(벽체시스템, 2중바닥시스템, 천장시스템, 화장실 시스템 등)은 몇 가지 시스템으로 개발되어 있으나 기술만 개발된 단계이며 디테일의 한계, 실용화·제품화에 한계가 있어 실제 시장에서는 유통되지 못하고 있는 실정임.
따라서 구조체를 중심으로 한 Support기술이 기둥방식으로 전환되지 못하고

있음에 따라 Infill 기술도 개량·발전되지 못하고 있으며, Total Infill System 기술로 발전되지 못하고 있으며, 장수명주택의 통합 시스템으로 구축되지 못하고 있는 실정임.

- 구조체의 안전보다는 층간소음 문제 등으로 인하여 사회문제화 됨에 따라 구조방식이 기둥방식으로 전환할 것으로 예상됨과 더불어 장수명주택 기술은 개발이 진전될 수밖에 없는 상황으로 전개될 것이나 장수명주택이 요구하는 성능 수준에 따라 비용적인 측면에서 비용상승을 수반할 수 밖에 없는 불리함이 내재되어 있어 현재는 정체된 상태에 있음.
- 국토해양부의 건축법 제8조(리모델링에 대비한 특례 등)와 더불어 장수명주택에 대한 인정제도의 도입 등 정책전환을 모색하고 있으며, 특히 서울시에서는 아파트의 공공가치를 강화하기 위해 2011년 1월부터 기존 “벽식구조”가 아닌 “기둥식 구조”를 적용해 리모델링이 쉬운 지속가능형 아파트로 지을 경우 용적율 등의 몇가지 인센티브를 부여하고 있음. 이는 현재 SH공사가 공급하는 공공아파트에는 의무적으로 적용하고 있고, LH에서도 기둥방식의 검토가 이루어지고 있어 공공부문을 중심으로 확대될 것으로 전망되고 있으며, 향후 민간건설사도 기둥방식의 전환에 대한 검토가 이루어지고 있어 향후 확대 가능성이 있을 것으로 예상됨.
- 종합적으로 국가적인 차원에서 장수명주택 기술을 견인하는 정책적인 요인과 층간소음 문제 등의 사회적인 요인, 새로운 주거성능을 요구하는 소비자의 인식, 지속가능한 패러다임과 환경부담 경감 등으로 인하여 장수명주택은 확대보급을 지향하는 기술의 보급필요성은 커질 것으로 예상되며, 초기 건축비용 상승 문제만 해결되면 보급이 확대될 것으로 예상됨.
- 최근 내력벽식 탈피를 할 수밖에 없는 몇 가지의 상황에서 장수명주택기술을 적용 확대가 가시화될 가능성이 있어 추가적인 기술개발에 대한 시도가 있을 것으로 예상되고 있음.
- 장수명주택의 필요성을 인식하여 1990년대부터 기관별 연구(기초연구 및 장수명주택 구성모델 연구 및 요소기술연구)와 장수명주택 연구단의 연구 등으로 장수명주택 모델과 인필기술 개발이 추진되었으나, 초기건설비용 상승 및 인필 요소기술의 미성숙 등으로 주택시장에서 확대·보급되지 않고 있는 실정.
 - 기둥방식 기술 및 무량판 구조방식 기술, FDW(Flat Slab Dry Wall) 기술 등 개발

- 세대내 고정 및 가동벽체(수납형 및 패널형), 세대간 벽체, 2중바닥, 천장 시스템, 상상배관 시스템 화장실 등

나. 특허

- 특허 및 논문 정보 등은 “국토해양지식정보센터(www.landmark.re.kr)”를 포함한 기타 특허분석 DB를 이용하여 분석
 - 전문 국제특허변리사사무소(참진)의 위탁을 통하여 특허 및 논문 정보를 수집 분석함.
 - 장수명주택의 요소 기술에 입각하여 재분류하고 변리사사무실과 공조하여 특허 자료 수집, 전체적인 경향을 분석함.

(1) 조사범위 설정

표 2-10 조사범위 설정

프로세스 구분	내용	방법	Key word 설정	연계 프로세스 및 활용 분야
매크로 (MACRO)	장수명주택	특허전문 검색 DB 활용	장수명주택	
메조 (MESO)	계획 및 설계 모델, 구조시스템, Infill시스템(내장/설비시스템 포함), Cladding 시스템, 시공 시스템	WIPS 국토해양지식정보 시스템	설계모델 구조시스템 외피시스템 내장시스템 콘크리트시공	
마이크로 (MICRO)	상위 기술의 개별 요소기술	WIPS 국토해양지식정보 시스템	가변형 평면, 단면 장스판 구조 충고절감 시스템 가동벽체, 2중바닥, 2중천장, 시스템 천장, 2중배관 가동화장실 상상배관.....	개별 특허는 기술개발을 위한 최종 결과와 연계

(2) 조사 방법 설정

- 특허전문 검색 DB 활용
 - 분석대상 특허 : 미래주택에 관한 기술 및 추세에 대하여 2012년 8월까지 출원공개 된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개특허 및 등록특허를 분석 대상으로 함.

표 2-11. 특허전문 검색 DB 활용

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WIPS DB	~ 2012. 08. 31	특허공개 및 등록 전체문서

- ※ 정량분석구간: 한국 2010년 이전(출원년도 기준),
 ※ 정성분석구간: 전체분석구간 대상 (~2012. 8. 31)

○ 유효특허 선별

- 장수명주택 기술의 Raw Data에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용
- 중분류 ‘구조체’에서 효과적인 분석을 위해 소분류를 ‘구조적 형태’와, ‘접합구조’로 재분류하였음
- 중분류 ‘편의시설’ 또한 많은 검색결과가 도출됨에 따라 효과적인 분석을 위해 소분류를 ‘욕실 및 화장실’과, ‘주거영역’으로 재분류하였음
- 기술분류체계 상의 어느 분류(특히 소분류)에도 속하지 않는 특허들은 노이즈로 분류함

표 2-12. 기술 분류 및 노이즈 제거 기준

대분류	중분류	소분류	노이즈 제거 및 유효특허 추출기준
장수명 주택	구조체	구조체 형태	건물의 구조에서 장스팬, 무량, 무주방식을 위한 구조 기술
		접합 구조	기둥과 보 또는 기둥과 슬라브의 접합 기술
	설비	설비 통합 패키지 기술	주거용 건물에서 설비와 공간이 통합된 유닛화에 관련된 기술
		분리해체 기술	급수, 배수, 오수배관 시스템의 분리, 해체를 용이하게 하는 기술
		물 사용공간의 위치이동	물 사용 공간의 위치를 가변할 수 있는 설비에 관한 기술
		전기통신배선 설비의 위치이동	전기, 통신 배선설비의 위치를 용이하게 이동시킬 수 있는 기술
	내장	가변 내장벽체의 구성	가변형 내장벽체의 구성에 대한 기술
		가변 내장벽체의 형태	가변형 내장벽체의 형태에 대한 기술
		가변벽체 장착	가변형 내장벽체의 장착, 설치구조에 관한 기술
		바닥	이중바닥, 뜬바닥, 건식온돌바닥에 관련된 기술
		천장	이중천장에 관련된 기술
	외장	외부 PC	가변형 외장벽체의 구성에 대한 기술

표 2-13. 유효특허 선별결과

소분류	유효데이터 건수
구조체 형태	62
접합 구조	20
설비 통합 패키지 기술	16
분리해체 기술	39
물 사용공간의 위치이동	13
전기통신배선 설비의 위치 이동	46
가변 외장벽체의 구성	44
가변 내장벽체의 구성	64
가변 내장벽체의 형태	48
가변벽체 장착	116
바닥	142
천장	18
욕실 및 화장실	33

(3) 국내 특허동향

- 1970년대부터 지속적인 출원 증가추세를 보이다 1990년도 후반부터 급격한 출원 증가추세를 보이는 것으로 나타났음. 이로 인하여 미래형 주택 모델에 대한 기술이 한국에서 1990년 후반 이후 관심이 증가했음을 알 수 있음. 이는 1990년도 중반까지 대규모의 재개발 등으로 서울시의 집값이 폭등하는 현상에 심각성을 느낀 정부가 1998년 이후 재개발 사업승인을 줄이고 대부분의 아파트들에 재개발 대신 리모델링을 권장하도록 한 정책에 영향을 받은 것으로 판단됨. 또한 1990년대 후반에는 건축 재료의 성능에 대한 요구가 증가하였고, 이에 따라 미래형 주택 모델에 대한 기술에서의 연구도 활발하게 수행된 것으로 판단됨
- 1998년도 이후 출원건수가 급격히 증가한 것은, 대규모의 재개발 등으로 서울시의 집값 폭등에 심각성을 느낀 정부가 1998년 이후 재개발 사업승인을 줄이고 재개발 대신 리모델링을 적극적으로 권장한 정책에 영향을 받은 것으로 판단됨



그림 2-21. 연도별 국내특허 출원건수

(4) 국내 기술개발 활동현황

- 90년대 후반시점(A)에서 최대 출원건수를 보인 2000년대 중반시점(B)를 보면, 전분야에 걸쳐 양적인 확장을 나타내지만, 설비, 가변벽체 및 내장 분야에 집중된 것으로 볼 때, 리모델링을 위한 기술분야에 활발한 연구가 진행되고, 성능에 대한 요구가 증대한 점에 기인한 것으로 판단됨.

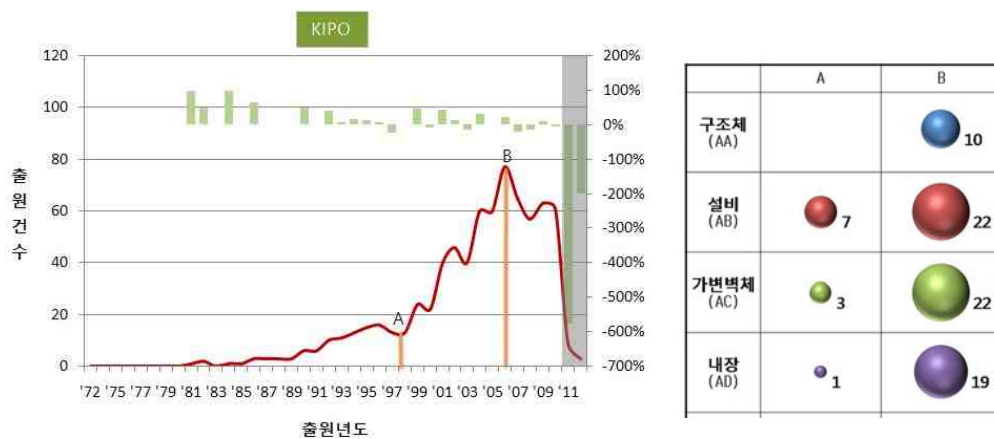


그림 2-22. 연도별 한국의 기술개발 활동 현황

(5) 기술시장 성장단계 파악

- 본 그래프는 장수명주택모델 기술 관련 분야의 전체 및 해당 국가의 기술

위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1990년 이전), 2구간(1991년~1994년), 3구간(1995년~1998년), 4구간(1999년~2002년), 5구간(2003년~2006년), 6구간(2007년~2010년)으로 나누었음.

- 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 2구간(1991년~1994년)부터 5구간(2003년~2006년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있으며, 지속적으로 출원 건수 및 출원인 수가 크게 증가하고 있어 꾸준한 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨.

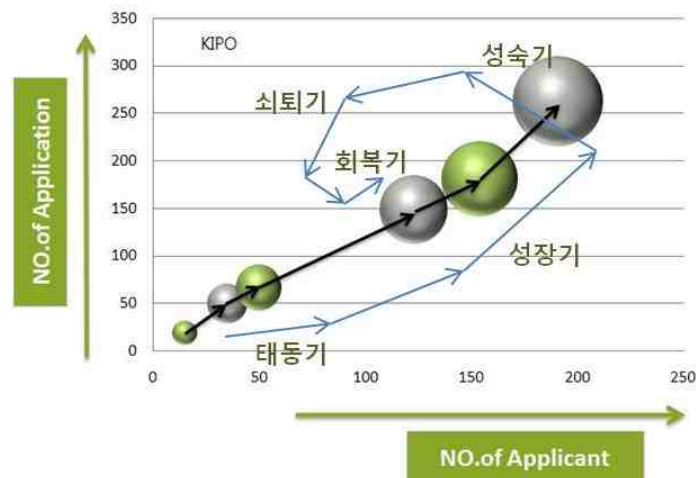


그림 2-23. 한국특허 기술위치

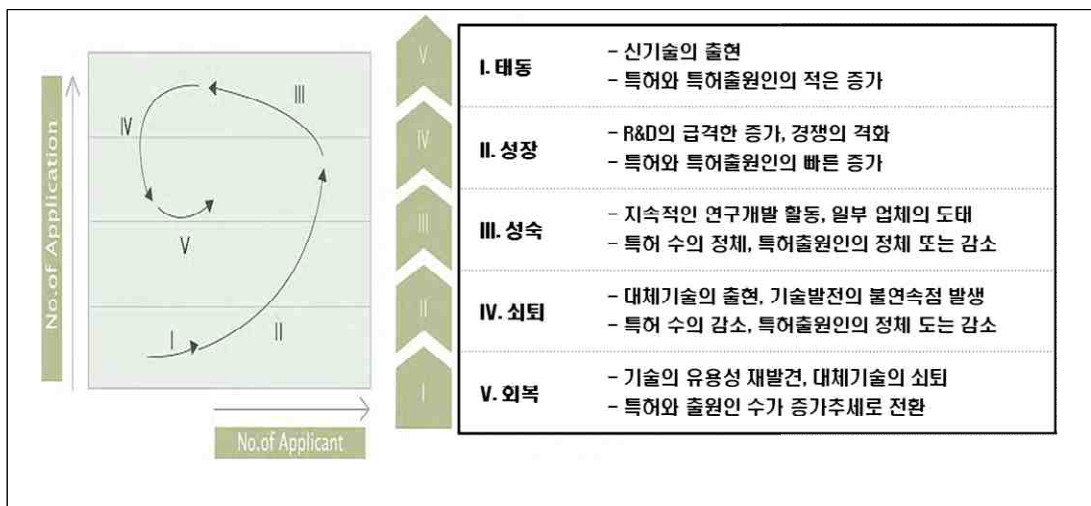


그림 2-24. 기술시장 성장단계 다이어그램

다. 논문

- 국내 건축 관련 DB, 학회논문집 등을 통하여 주요논문을 분야별로 수집하여 주제와 내용 등을 그루핑하여 분석함.
- 유효논문 선별 기준 : 검색된 논문자료에는 장수명주택에 관한 법규 및 제도에 관련된 논문, 장수명주택의 평면계획, 구조방식, 시공방식, 비용관련, 각국의 장수명주택연구 또는 실험주택, 비교연구, 요소기술 개발 등을 포함함.
- 유효논문 선별 결과는 다음과 같음.

표 2-14. 유효논문 선별 결과

기술분류	논문명	저자	년도
장 스팬 을 위한 구조체 기술	Composite beam composed of steel and precast concrete (Modularized Hybrid System, MHS). Part I: experimental investigation	Hong, Won-Kee; Park, Seon-Chee; Kim, Jin-Min; Lee, Seung-Geun; Kim, Seung-II; Yoon, Ki-Joon; Lee, Ho-Chan	2010
	Composite beam composed of steel and precast concrete (modularized hybrid system). Part III: Application for a 19-storey building	Hong, Won-Kee; Park, Seon-Chee; Lee, Ho-Chan; Kim, Jin-Min; Kim, Seung-II; Lee, Seung-Geun; Yoon, Ki-Joon	2010
	Behavior of framed modular building system with double skin steel panels	Hong, S.-G.; Cho, B.-H.; Chung, K.-S.; Moon, J.-h	2011
	거주자 요구를 토대로 본 가변형 아파트의 서포트와 인필 시스템	김민경; 오찬옥	2006
	거주자의 다양성 수용을 위한 가변형 공동주택의 Support와 Infill 시스템에 관한 연구	김민경; 오찬옥	2005
	공동주택 장수명화를 위해 MHS공법이 적용된 골조공법 개선방안	홍원기;김진민; 김선국;김형근; 윤기준	2008
	공동주택의 가변성 향상을 위한 Support 구조 형식 연구 - Flat Plate Slab 구조를 중심으로	정주현	2006
	무량판 구조시스템을 이용한 공동주택의 가변화 실험	이찬희; 오세규	2004
	융통성을 고려한 소규모 라멘조 아파트의 평면모델 계획	김진균	2002
	장수명 공동주택 목업하우스 적용 인필시스템에 관한 연구	박경순; 강혁; 송진용; 손원득	2008
	한국형 공업화 주택의 오픈시스템을 위한 모듈정합 설계기준설정 연구	임석호	2004
설비	건축 공간적 가변성에 대응하는 설비 시스템에 관한 연구	이재용 ; 윤해동 ; 김석완	2006
	공동주택 내부공간의 가변성 향상을 위한 Wet zone의 호환설비 샤프트 위치계획에 관한 연구	방선미; 송정화; 오건수	2006
	내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 가변요소시스템 개발 : 실험주택건립 및 적용성 평가를 중심으로	정소이; 박준영; 천영수	2011

	부품화 주택의 구성과 다양화 계획에 관한 연구	이문섭	1994
	융통성을 고려한 장수명 공동주택 디자인에 관한 연구	김진희	2006
	조립기준면을 활용한 시스템키친의 표준화 연구	이가경; 임석호	2010
	조립기준면을 활용한 조립식욕실의 표준화 연구	임석호; 이가경	2011
가변 벽체	내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동주택의 가변요소시스템 개발 : 실험주택 건립 및 적용성 평가를 중심으로	정소이; 박준영; 천영수	2011
	거주자 요구를 토대로 본 가변형 아파트의 서포트와 인필시스템	김민경; 오찬옥	2006
	공동주택의 오픈하우징을 위한 입체형 이중벽체 및 간막이재 내장마감시스템의 표준화 연구	임석호	2007
가변 벽체	오픈하우징의 Infill 적용에 관한 연구	이성욱; 김수암; 임석호; 황은경	2005
	일본 SI 집합주택 가변인필 시스템의 구성체계 분석	이용규	2009
	장수명주택의 활성화를 위한 가동칸막이 벽체 개발 현황 연구	이성욱; 김수암	2010
	장수명 공동주택 구현을 위한 세대간 경계벽 개발 연구	오진균; 손장열; 김성완	2009
	주호평면구성을 위한 수법의 M.C.화를 위한 기초적 연구- 가변형 아파트 주거의 내부칸막이에 대한 M.C.적용수법	김수암; 이현희; 양택훈	1991
내장	공동주택의 오픈하우징을 위한 입체형 이중바닥재 및 이중천정 내장마감시스템의 표준화 연구	임석호	2007
	내구성 및 가변성을 갖는 장수명 공동 주택의 가변요소 시스템개발 : 실험주택건립 및 적용성 평가를 중심으로	정소이; 박준영; 천영수	2011
	오픈하우징을 위한 다기능 스마트플로어 시스템 개발	최경석; 강재식; 양관섭; 이승언	2005
	오픈하우징을 위한 다기능 스마트플로어 시스템	강재식; 최경석	2005
	한국형 장수명 공동주택 표준모델개발	박준영	2009
	과거, 현재 그리고 미래를 위한, 한국형 장수명 공동주택 표준모델 개발	박준영	2008

라. 연구

- 각종 제도관련 연구, 계획 및 설계 모델관련 연구, 시공 및 관리 시스템 연구, 실험주택 및 시공사례에 관한 연구, 경제성 관련 연구 등 관련 핵심내용의 분류를 통한 자료의 수집함.

표 2-15. 국내 장수명주택 연구경향 분석

사업명	개요	Grouping	연구경향 분석
내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 연구	국가차원의 장수명주택 종합기술개발연구로서 -장수명 표준모델 및 지침 -고내구 가변성 구조시스템 및 진동 제어형 복합구조 시스템 -가변이 용이한 고내구성 Infill 시스템 -장수명주택 활성화 제도 및 유지관리 기술 개발 -이를 종합한 Mock-up House 건설	종합적인 장수명주 택 연구	장수명주택에 관한 표준모델 을 중심으로 한 복합구조 시스템, 인필시스템의 Interface 연구와 인필시스템으로 2중바닥, 가동벽체, 천장 시스템, 설비시스템, 제도 및 유지관리를 고려한 지침개발과 제도개선 방향에 대한 연구가 수행됨.
Plus50환 경공생주 택기술개 발-장수명 주택 설계시스 템 개발	지속가능한 건축을 위하여 자원과 에너지의 절약을 고려한 공동주택의 기술개발 -이중외피 -다양한 장스팬 구조방식을 기반으로 하는 가변형 평면개발(수평, 수직방향) -가변이 용이한 인필기술개발 (부품형 가동칸막이벽체 개발, 복합문 시스템개발) -유지관리 및 리모델링 고려한 구법기술	평면과 인필을 중심으로 한 장수명주 택 연구	85㎡미터의 수평 및 수직 타입의 가변형평면형을 중심으로 한 2중외피로 에너지 절약에 대한 기반 구축, 2중바닥, 다양한 타입의 가동벽체 및 조절방식 개발, 급수관의 2중배관방식과 2중천장, 층상배관방식의 화장실도입 이등 종합한 4층 Mock-up House 건설
세대를 뛰어넘는 장수명 공동주택 실용화기 술 개발	진정한 장수명 공동주택 구현을 위한 실용화기술 개발 연구 수행 -평면가변성을 극대화한 세대내부에 기둥이 없는 무주공간 시스템 구현 -초소형크기로 지진 재해에서 거주자를 안전하게 보호하는 내진기술 개발 -기동식구조에 적합한 경량벽체 성능기준 가이드라인 개발	장수명 공동주택 실용화 기술 개발	실질적인 장수명 공동주택 구현을 위한 구조시스템 개발 및 경량벽체 및 바닥구조시스템 가이드라인 제시
복합구조 시스템 공기단축 건설 기술 개발	-3 Day cycle	공기단축 연구단	공동주택 기동식 설계에 의한 3 Day cycle 실증 연구

○ 국내 연구 추이

- 국내 장수명주택의 연구추이는 대별하면 2000년 이전과 이후로 구분할 수 있음.
- 2000년 이전은 주로 요소기술 중심의 기반 연구 단계이며, 가변성, 부품의

표준화, 리모델링에 대한 개념 도입 등으로 장수명주택에 대한 기반을 이루는 장수명주택의 이론과 구성 요소기술 중심.

- 2000년 이후는 본격적인 장수명주택의 Support 기술, Infill 기술, 공간구성기술 등에 대한 업체, 연구소 등의 연구와 국가차원의 장수명주택 연구단의 종합적인 연구가 이루어졌음. 종합적인 연구성과들을 종합하여 실무크기로 장수명주택의 구성 가능성을 보여주었으며, 요소를 종합하여 Mock-up House 구축을 통한 장수명주택의 모습을 제시함.
- 이들의 기술개발 연구와 병행하여 제도 및 유지관리 등에 대한 방향을 고려하여 장수명주택을 위한 법규의 제·개정 방향을 제시하여 장수명주택의 정책방향을 제시하였으며, 이를 근거로 한 서울시의 ‘지속가능형 공동주택 기준’을 바탕으로 SH 공사형의 장수명주택이 건설되고 있음.
- 최근 국토해양부에서 ‘장수명주택 인정제도’ 도입을 위한 연구를 수행 중에 있음.



그림 2-25. SH공사 신내3지구 장수명주택의 평면 및 내부전경

- 건설공사 생산성 향상을 위한 21세기형 표준화 및 정보화 기술개발 (1997-2000)
- 공사주택의 경량벽체 시스템 실용화를 위한 기술개발 (2000-2001)
- 부품형 주택시스템 개발에 관한 연구 (2000)
- 환경친화적 100년 건축기술 개발 (2000-2004)
- 오픈 하우스 시스템 개발연구 (2002-2003)
- PLUS 50 환경공생주택 기술 개발-장수명 공동주택 설계시스템 기술 (2003-2007)
- NT를 적용한 100년형 복합구조아파트 개발 (2004-2005)
- 자원절약형 장수명 Free Plan 공동주택 기술개발 (2004-2006)
- 복합구조시스템 공기단축 건설기술 개발 연구 (2006-2010)
- 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 (장수명 연구단:2005-2010) : 종합적인 기술개발

- 장수명 아파트의 개발방향과 모델개발(2006)
- 장수명 공동주택 표준모델 및 설계지침 개발(2007-2008)
- 장수명 공동주택 구현을 위한 합성 라멘구조 시스템 개발 연구(2009)
- 100년 가는 장수명주택을 위한 Green Frame 설계매뉴얼(2010)
- 장수명주택을 위한 장스팬 무량판 구조시스템 개발(2011)
- 보금자리원가절감 방안 연구(2011-2012)
- 공동주택 생애주기에 따른 중장기 관리전략 연구(2012-2013)
- 친환경 건식 경량벽체 성능기준 제정 및 표준구조 개발(2012-2015)

2. 국외 기술동향(관련기술, 특허, 논문)

가. 관련기술

(1) 구조

- Simplified Structural Design : 1960년대 이후 북미 지역 건설 물량의 과다로 인한 인건비 상승에 따라 많은 건설사들의 도산과 함께 건설산업 전반의 개편을 가져왔다. 이에 따라 통제 불가능한 인건비 상승을 배제하기 위하여 기능인력을 적게 사용하는 대형 시스템 거푸집 개발과 함께 기계화 시공과 TACT공정 운영을 통하여 효율적 시공 관리를 함으로서 공기단축과 함께 건설 생산체계의 변화를 가져 왔다.

표 2-16. 시공성을 감안하여 설계한 공사의 공사비 현황

비용 발생 구분	재료비를 경제적으로 설계한 공사의 공사비		시공성을 감안하여 설계한 공사의 공사비		절감비율
Formwork Temporary material Labor & Equip to make, erect and remove forms	\$5.25/ft2	51%	\$3.50/ft2	39%	-33%
Concrete Permanent Material & labor for placing and finishing concrete	\$2.85/ft2	27%	\$3.00/ft2	33%	5%
Reinforcing steel Materials, acc'y and labor for installation of re-bar	\$2.25/ft2	22%	\$2.50/ft2	28%	11%
비용 합계	\$10.35/ft2	100%	\$9.0/ft2	100%	-13%

- 이는 건설 선행단계인 설계에서 구조설계의 단순화(Simplified Structural Design)를 통한 시공 현장에서 발생 할 수 있는 복잡한 시공관리를 기계화에 의한 반복 작업을 많이 하게 함으로서 기능인력의 숙련도를 높여 작업성

을 높이는 것이 건축 구조물위 부하량 변화에 따라 기둥이나 보의 규격 변경을 통하여 재료비 절감하는 비용 보다 공사비가 절감된다는 점을 확인하는 등 설계 단계에서 시공 기술의 반영의 중요성을 강조하여 프로세스 변화를 가져와 건설생산체계의 전반의 통합적 적용을 요구하게 되었다.

- 이는 거푸집 개발에서도 인력 의존형인 소형의 핸드세트 거푸집 사용으로서는 인건비 상승에 대한 부담과 건설 인력 부족 해결에는 한계가 있다는 점을 확인하고 3세대의 대형 규모의 시스템 거푸집을 개발과 함께 기계화 시공을 통하여 인력 과다사용을 배제하고 숙련 인력보다 일반공으로 대체 사용이 가능하게 하는 등 생산성 증대에 지속적 발전을 해오고 있다. 현재 우리나라의 거푸집은 2세대 정도수준으로 판단함.

표 2-17. 거푸집 변천과정 및 특성

구 분	거푸집 특성
제 1 세대 거 푸집	2차 세계대전 이전 사용되어 온 목재 형틀 - 장점 - 재료비 저렴, 구입 용이하고 다양한 형태로 변형 가능 - 단점 - 품질유지의 어려움과, 재료의 손실이 많고 내구성이 적으며, 인력과다 소요로 생산성 저하
제 2 세대 거 푸집	2차 대전 이후: 철제를 이용한 거푸집 및 Handset Form(유로폼, 알폼 등) - 장점 - 1세대 거푸집 대비 생산성 증가 및 품질 향상 - 단점 - 여전히 인력에 의존체제를 근거로 함에 따른 60년대 이후 전후 복구를 위한 건설물량 증가로 인건비의 급격한 상승률 대비 생산성 향상의 한계로 건설 수익성 악화 초래 → 대응책 연구 착수 ※ 현재국내 수준
제 3 세대 거 푸집	System Form - 노동생산성 향상의 패러다임을 기계화 공법과 공기단축의 개념도입 - 설계 시 시공성이 높은 구조설계로 설계 개념 변화 - Critical Path상에서 가장 많은 Duration이 소요되는 슬래브 작업의 생산성 향상에 keyword 착상을 통하여 대형화된 슬래브 거푸집으로 경량화 하는 방법 연구 → Table form 개발 - 장선 및 멍에 재료 내구성이 있는 부재인 특수 알루미늄으로 개발함으로서 1) 생산성 및 효율성 향상, 2) 시공성 향상 3) 품질 및 안전성 확보 4) 내구성/전용성 증가 5) 환경성 확보 등을 이루어 전 세계적으로 널리 사용되고 있음
제 4 세대 거 푸집	초대형 거푸집에 의한 생산성 향상 효과의 배가를 위하여 구조설계 개념의 또 다른 변화로 Post-Tension Slab 건축 구조설계로의 개발과 함께 초대형 Table 등장

(2) 인필

○ 건식바닥(이중바닥 구조) 현황

- 건식바닥시스템은 슬래브에서 일정 간격 이격시켜 또 하나의 바닥을 추가로 설치하는 형태로 슬래브 상부에 완전한 건식시스템을 구성하는 형태이다. 그림1은 건식바닥구조의 개략적인 개념도로서 건식바닥을 상부구조와 하부구조로 구분할 수 있다. 하부구조는 지지각이나 타 형태의 패널을 설치하여 슬래브에서 일정공간을 이격할 수 있는 시스템을 의미하며, 고무 등의 방진재료를 사용하여 바닥충격을 저하하기 위하여 노력하고 있다. 상부구조는 바닥복사난방을 위하여 온수패널이나 온수배관을 설치하기 위하여 상판, 보강재, 단열재 등으로 구성되어 최종적으로 건식바닥을 구성한다.

■ 국외현황

- 국외는 국내와 달리 목조주택이 많이 시공되고 있어 몰탈을 타설한 습식바닥의 비율은 높지 않고 건식바닥시스템이 많이 사용되고 있다.
- 건식바닥 하부시스템으로는 주로 지지각을 사용한다. 해당 지지각은 국내 제품과 유사한 형태로 플라스틱, 철재를 주재료로 사용하여 높이조절이 가능하도록 제조되어 있다. 지지각 말단부나 상판재와 연결부에는 방진고무가 설치되고 있으며, 바닥슬래브 면과 방지고무를 본드를 사용하여 일체화하는 방식도 사용되고 있다.
- 상부시스템은 상판재로 칩보드, 합판, OSB, MDF, 석고보드 등이 사용되며 단열재로는 암면,グラス 울 등이 적용되어 진다. 또한 바닥복사난방의 장점을 인식하여 바닥에 전기난방이나 배관관경이 작은 저배관 방식을 적용한 온수난방도 사용되고 있다. 배관의 직경은 20mm에서부터 저관경인 6mm 내외의 네품 등이 다양하게 적용되고 있으며, 저관경 배관을 사용하는 경우에는 배관 설치간격을 70~100mm 정도로 배치하여 열성능 저하를 방지하고 있다.



그림 2-26. 국외 건식바닥구조 예

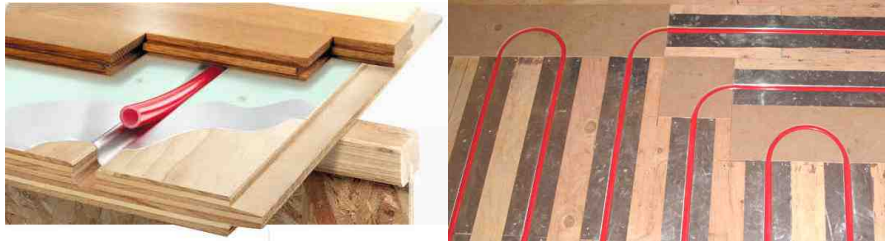


그림 2-27. 국외 난방배관 설치 예

(3) 시공기술 및 건설관리

- 1870년대 이후 시멘트, 콘크리트의 개발과 함께 대형 구조물의 대형화에 따라 1930년대부터 미국 Florida Univ.에서부터 시공의 중요성을 인지하고 시공 교육을 시작으로 시공 관리에 대한 관심도를 높여 왔다. 이에 따라 CPM, VE 교육 등을 통하여 시공 교육을 통한 건설 산업 기술 발달을 가져왔음.
- 1980년 중반이후 건설 VE실효성 문제 제기와 함께 미국의 발주자 그룹인 CII (Construction Industry Institute)에서는 기술 접목이 설계 단계부터 시공 경험과 지식을 보유한 시공성 전문가의 설계 실시간 설계 프로세스에 참여 프로젝트 목표 성취를 위한 최적 설계를 시공성 실행 가이드를 제시하였고, 이를 발주에서부터 최적화 설계를 유도하기 위하여 교통청에서는 미국 51개주에서 시공성 검토과정(Constructability Review Process; CRP)을 적용하기 시작하였으며, 발주자 그룹인 미국 CII에서는 Constructability에 대한 연구가 계속 되고 있음.
- 1990대 후반 들어 건설 비용절감과 공기단축등을 설계단계부터 최적화를 위하여 Lean Construction을 제기하여 설계시 습식과 건식시공을 최적 구분하고 현장 시공 시간 단축과 위험도 분산을 위하여 사전 공장 가공을 유도하는 연구를 통하여 공기단축을 최선의과제로 연구를 지속하고 있음.
- 1990년 후반에 캐나다 OCCDC에서는 건설 비용절감을 위하여 건설사를 포함 설계, 엔지니어링, 철근, 레미콘, 시스템거푸집 및 장비 공급사들의 모임을 통하여 협의하여 설계 시 비용절감을 위한 요구사항을 정리 발표하고 있으며, 특히 오픈 하우스형 설계에 따른 건축외피의 Cladding설계에서 APC(Architectural Precast Concrete Panel)와 플라이нг 트러스 테이블 적용을 공기단축과 경제성에서 적극 권장하고 있는 등 건설 사업비 절감을 위하여 많은 노력을 기울이고 있음.
- 2000년대 이후 BIM의 등장과 함께 시각화되는 3D설계를 도상 시뮬레이션

이 가능하게 됨에 따라 물량산출 자동화에 의한 설계 실시간 비용 산출 검토를 통하여 가상설계를 통한 최적화 설계는 향후 시공 시 진행되어 지는 상황을 예측 가능한 프로젝트 관리 개념으로 변화되어 지고 있다. 이는 프로젝트의 기획 및 설계단계에서부터 프로젝트 관계자의 참여를 통한 협업에 의한 통합 설계 프로세스(Integrated Project Delivery)로서 발전하게 되었으며 최근 미국 DPR사에서는 한국에 들어와 수차례 홍보를 하여왔으나, 국내의 설계 프로세스가 시공의 설계 참여가 배제되어 있는 국내 제도상의 문제로 도입에는 많은 문제를 안고 있음.

(4) 동향 및 환경 분석

- 국외 기술개발은 급속한 도시인구 증가와 2차레에 걸친 세계대전으로 인한 주택부족 문제를 해결하기 위해 효율적이고 획일적인 주택의 대량공급에 대응하여 다양성과 지속가능성을 지니는 주거환경을 실현하기 위해 시작되었다.
- 오픈하우징, SI주택은 구조체와 같은 수명이 긴 부분과 수명이 짧고 변화가 많은 부분으로 구분하여 수명이 길고 공공의 의사결정에 의존하는 부분으로 분리하여 내구성과 가변성, 리모델링 대응성을 공존시키는 주택이다.
 - * 장수명주택 기술은 국제적으로 Open Building 특히 주택은 Residential Open Building, Open Housing, 일본의 SI주택과 유사한 이론적 틀을 가지고 있음. 전기는 가변성 향상을 위한 설계 및 생산 기술, 거주자 참여, 후기는 내구성 향상과 다양한 인필이 결합된 기술로 발전함.
- SI의 기술적인 구분과 함께 공급상에서 구분하는 기술로서 공급기술이 국외에서 새로운 기술로서 개발되고 시장에서 건설 실현되고 있다. 네덜란드에서는 Support와 Infill 로 구분하여 계획하고 건설하는 오픈 하우징이 1960년대부터 개발되었으며, Support 건설 중 혹은 건설과 더불어 거주예정자의 설계참여로 Infill을 결정하여 시공하는 사례가 정착되어 있다. 생산과 기술론적인 접근방법으로 공업화·부품화를 촉진해가면서 획일적인 대량공급주택의 문제점을 극복하기 위한 접근방법으로 공동주택의 공간구성의 다양성과 가변성을 확보하기 위한 기술이다.
- 유럽에서는 산업혁명 이후 급속한 도시인구 증가와 2차레에 걸친 세계대전으로 인한 주택부족 문제를 해결하기 위하여 획일적인 주택을 단기간에 걸쳐 대량 공급함에 따른 무미건조한 도시건조 환경을 조성하게 되었으며, 이 룡 인한 폐해로부터 탈피하여 다양성과 지속가능성을 갖는 새로운 주거환경을 실현하기 위한 방법의 하나로서 본격적인 연구개발 노력이 시작되었다.

○ 1960년대 네덜란드 하브라켄(N.J. Habraken) 교수가 중심이 되어 설립한 비영리 건축단체 SAR(Society of Architecture Research)가 제안한 오픈빌딩 이론인 SAR 65(1965)와 주거단지, 도시적 차원의 Level 이론인 SAR 73(1973) 등의 장수명주택 관련 개념이 유럽 및 각국으로 전파되었다. 이에 따라 북유럽, 아시아 및 미국 등에 영향을 줌으로써 국가별로 장수명주택 관련 기술개발 및 실용화가 지속적으로 추진되고 있다.

* 가변성과 다양성을 지향한 SAR 설계방법론의 개발(1960년대)과 영국, 프랑스, 독일(1970년대) 등 유럽에 파급과 핀란드(2000년대 시범사업)로 전파 1990년대 중반이후 Open Building이라는 명칭으로 국제적으로 통용

○ 특히, 유럽국가 가운데 핀란드는 장수명주택 공급방식을 공장생산, 현장조립 등의 공업화 공법으로 시스템화하여 실제 사용성을 높이고 있으며, 네덜란드는 지역과의 유기적인 연계를 기본으로 다양한 유형의 주택을 지속적으로 개발, 적용하고 있다. 일본의 경우에는 SI 주택의 다양한 기술개발, 관련법 및 제도 정비 등으로 단계별로 추진함에 따라 다양한 유형의 적용사례를 갖고 있으며, 축적한 기술을 세계시장에 홍보·보급하기 위한 다각적인 노력을 하고 있다. 홍콩에서는 JIA Besis 교수를 중심으로 건설폐기물량을 감소시키기 위한 방안의 하나로 오픈빌딩 디자인 개명에 대한 연구가 지속적으로 추진되고 있음.

○ 핀란드에서도 네덜란드와 같이 Support와 Infill을 분리한 오픈 하우스를 다수 공급하고 있으며, 구조체는 RC, 철골계, PC 계 등 다양한 구조방식을 사용하고 있으며, 내장과 실 배치 공간설계는 설계 시에 입주자 참여를 통하여 입주자의 의사를 반영하고 있음.

* Finland : 건식 벽체 시스템, 설비 시스템 등

○ 일본에서는 1970년대 후반에 공공성이 높은 Skeleton을 1단계로 공급하고 상대적으로 사적이고 개별성이 높은 Infill을 2단계로 공급하는 ‘2단계 공급방식’을 개발하여 오사카 주택공급 공사나 도시주택정비공간(현 도시재생기구) 등을 중심으로 다양한 기술과 사례가 있다. 공단 실험주택(KEP), CHS(Century Housing System) 등의 생산기술론적인 접근방법을 바탕으로 하여 최근 실용화된 SI 주택기술과 사용자 참가형 자유설계가 결합된 쓰꾸바 방식(Support 장기차지권방식)도 새로운 공급기술로 위치하고 있으며, 메쓰드 쓰꾸바 I, II호 마쓰바라 아파트 등 많은 사례가 있다. 일본은 1980년대 CHS, SI주택을 거쳐 200년 주택을 위한 기술개발이 이루어졌으며, 제도와 인센티브가 정비되어 상용화의 길에 접어들었음.

- 최근 중국에서는 오픈 빌딩과 전통주택을 결합한 시도와 일본의 기술을 수입하여 일본식 장수명주택을 건설하고 있는 사례도 나타나고 있음.
- 홍콩과 싱가포르 등의 공공주택(특히 홍콩)은 주호내부의 부엌과 화장실 등의 기본적인 설비를 제외하고 입주 시에는 내장과 칸막이가 전혀 없는 상태로 임대하거나 분양하고 있으며, 입주자들이 자신의 라이프스타일, 소득, 가족 구성 등에 맞추어 내장이나 가구점에서 구입하여 실 배치와 내장을 선택하여 시공하고 있다. 제도와 내장산업의 사회구조와 주택공급이 일체가 되어 성립되고 있음.
- 미국은 Core and Shell 방식이라는 골조와 공용설비, 외장 등을 먼저 공급하고 내장과 전용설비는 입주자에게 맡기는 방식이 이루어지고 있다. 미국통산성 산하 NIST(미국표준공업규격협회)의 건축연구소에서는 지구환경 보전과 경제성을 동시에 살릴 수 있는 건축물 평가매뉴얼을 개발한 바 있음.
- 네덜란드는 N. J. Habraken 의 SAR 이론을 바탕으로 Open Housing의 이론적 체계와 개념을 최초로 정립하여 실용화 시킨 국가로서, Open Housing 관련 요소기술·기법·시스템 등을 지속적으로 개발하고 있음. 또한 다양한 ‘Pilot-Project’를 추진하고 있으며 CIB W104를 실질적으로 운영하는데 있어서 중심적 역할을 하고 있으면 TU Delft(OBOM 건축연구소), Eindhoven 공대 등에서 활발한 연구·개발 노력을 추진하고 있다. 그 외에 영국, 독일, 프랑스, 덴마크, 벨기에, 핀란드, 스웨덴 등에서도 활발하게 Open Housing 관련 연구개발과 다양한 프로젝트 등을 지속적으로 추진하고 있다.
 - * 중·저층 대상 사례 및 바닥, 설비, 벽체를 통합한 Matura Infill System 특허 및 생산
- 독일 및 일본에서는 이미 30cm 계열이나 5cm 계열의 치수와 천장고가 확립되어있으며 특히 일본의 경우 공동주택용 부품의 시스템화가 이루어져 부재와 부품의 치수를 표준화함으로써 부품간의 호환이 가능하도록 개발되고 있으며 가변성면에서 상당히 우수하다. 독일의 경우 가변성보다는 고정형을 중심으로 연구개발이 이루어져 차음성, 내화성, 내충격성 등의 성능은 우수하나 가변성에는 일본보다 떨어지나 이와 관련하여 지속적으로 개발하고 있다.
- 일본의 경우 SI 형 건식벽체의 개발이 활발히 이루어지고 있다, 특히 패넬 하단에 설치되어 있는 자키를 이용하여 패넬전체를 고정할 수 있으며 기존 제품에 비해 차광성 향상을 특징으로 한 Sliding Wall System, Panel과

Panel 사이를 Stud로 결합하여 개구부 및 수납 부품에 적용이 용이한 Stud & Panel Type Wall System의 제품이 개발되어 있는 실정이다. 이와 같이 선진국의 경우 SI 의 분릴 위한 다양한 내장 부품화를 추진하고 있다. 나아가 일부 나라에서는 외장의 이동 가능성에서도 실험적으로 적용하고 있는 실정이며, 다양한 내장부품과 설비가 적용되고 있는 실정이다.

- 일본의 장수명주택 기술은 2단계 공급방식 등 다양 주거요구에 대응하는 가변성 향상 기술에서 SI주택과 같이 장기 내용성(耐用性)을 중시하는 기술을 거쳐 마을 만들기로 발전함. (2단계 공급방식→100년 주택(CHS)→SI주택→장기우량주택(200년주택))
 - 중저층에서 초고층아파트까지 다양,
 - 일본 장수명주택 기술은 라멘구조방식(기둥+보 방식)을 기본, 2중바닥 시스템과 상상(층상)배관시스템 채용, 부품화된 칸막이 벽체(고정형과 가동형)를 통한 공간 가변성 기술, 공용 및 전용배관의 유지관리 기술과 세대 내부 리모델링 대응 기술 구축
 - 인필은 1970년대 초부터 공동주택 부품, BL제도와 연계하여 주택부품 개발, 2중바닥, 가동 및 고정벽체, 설비 시스템 등 다양한 부품.
 - 일본의 장수명주택 기술개발은 국가와 공공주도+민간참여의 기술개발임
 - * KEP(일본주택공단 1973), CHS(건설성, 1980-1982), SI(1990년대), 200년 주택(2008년)
- 국내와는 달리, 선진국에서는 내구성과 가변성을 가지는 장수명주택을 자국의 전통, 문화, 주생활 양식 등을 종합적으로 고려하여 지속적으로 개발하고 있으며, 실무적으로 그 활용성을 확대함으로써 장수명주택에 대한 건축기법이 급속한 속도로 발달하고 있다고 할 수 있다.

나. 특허

- 국외의 자료수집은 주로 일본을 중심으로 한 국가연구개발과 민간개발사례를 종합적으로 수집분석하되 유럽의 네덜란드와 핀란드 등의 기술동향을 수립 분석하고, 관련 자료로서 CIB W104의 Proceeding 등 자료를 참조함.
- 특허 및 논문 정보 등은 “국토해양지식정보센터(www.landmark.re.kr)”를 포함한 기타 특허분석 DB를 이용하여 분석
 - 전문 국제특허변리사사무소(참진)의 위탁을 통하여 특허 및 논문 정보를 수집 분석함.
 - 장수명주택의 요소 기술에 입각하여 재분류하고 변리사사무실과 공조하여 특허 자료 수집, 전체적인 경향을 분석함.

(1) 조사범위설정

표 2-18. 조사범위 설정

프로세스 구분	내용	방법	Key word 설정	연계 프로세스 및 활용 분야
매크로 (MACRO)	장수명주택	특허전문 검색 DB 활용	장수명주택	
메조 (MESO)	계획 및 설계 모델, 구조시스템, Infill시스템 (내장/ 설비시스템 포함), Cladding 시스템, 시공 시스템	WIPS 국토해양지식 정보 시스템	설계 모델 구조시스템 외피시스템 내장시스템 콘크리트시공	
마이크로 (MICRO)	상위 기술의 개별 요소기술	WIPS 국토해양지식 정보 시스템	가변형 평면, 단면 장스판 구조 층고절감 시스템 가동벽체, 2중바닥, 2중천장, 시스템 천장, 2중배관, 가동화장실, 층상배관.....	개별 특허는 기술개발을 위한 최종 결과와 연계

(2) 조사 방법 설정

○ 특허전문 검색 DB 활용

- 분석대상 특허 : 미래주택에 관한 기술 및 추세에 대하여 2012년 8월까지
출원공개 된 한국, 일본, 유럽 및 미국 공개특허 및 등록특허를 분석 대상
으로 함.

표 2-19. 특허전문 검색 DB 활용

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	일본	WIPS DB	~ 2012. 08. 31	특허공개 및 등록 전체문서
	미국	WIPS DB		특허공개, 허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	유럽	WIPS DB		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

※ 정량분석구간: 유럽은 2010년 이전(출원년도 기준), 미국은 2011년 (등록년도 기준)

※ 정성분석구간: 전체분석구간 대상 (~2012. 8. 31)

○ 유효특허 선별

- 장수명주택 기술의 Raw Data에 대한 유효특허 선별 기준을 마련하여 적용
- 중분류 ‘구조체’에서 효과적인 분석을 위해 소분류를 ‘구조적 형태’와, ‘접합구조’로 재분류하였음
- 중분류 ‘편의시설’ 또한 많은 검색결과가 도출됨에 따라 효과적인 분석을 위해 소분류를 ‘욕실 및 화장실’과, ‘주거영역’으로 재분류하였음
- 기술분류체계 상의 어느 분류(특히 소분류)에도 속하지 않는 특허들은 노이즈로 분류함
- 유효특허 선별 결과 : 유효특허 선별결과 아래와 같이 선별됨.

표 2-20. 유효특허 선별결과

소분류	유효데이터 건수		
	일본	미국	유럽
구조체 형태	70	42	27
접합 구조	26	7	4
설비 통합 패키지 기술	117	13	7
분리해체 기술	61	26	40
물 사용공간의 위치이동	38	8	8
전기통신배선 설비의 위치 이동	39	45	32
가변 외장벽체의 구성	73	21	40
가변 내장벽체의 구성	66	56	44
가변 내장벽체의 형태	102	27	47
가변벽체 장착	233	113	153
바닥	350	15	29
천장	19	9	32
욕실 및 화장실	99	125	39

(3) 연도별 특허동향

- [USPTO] 미국 특허의 경우 1970년대 초반부터 지속적인 출원 증가추세를 보이는 것으로 나타났으며, 2000년대 초반에 가장 많은 출원이 진행된 것으로 나타났음. 이는 2000년대 미국 경제에서 버블논란을 유발시킬 정도로 지속적인 급등세를 보여 온 주택가격과 낮은 대출금리로 인해 신규 주택구입 자금이 부족한 중산층에서 리모델링 붐이 일어난 것과 밀접한 것으로 판단 됨.



그림 2-28. 연도별 미국의 특허 동향

- [JPO] 일본 특허의 경우 1990년 이후 급격한 출원 증가추세를 보이는 것으로 나타났으며, 1990년대 중반 가장 많은 특허 출원이 진행되었고, 2000년 이후 감소추세인 것으로 나타났음. 이는 일본정부의 주택 리모델링 시장 팽창과 대형건설업체의 본격적인 시장진출에 기인한 것으로 판단됨.

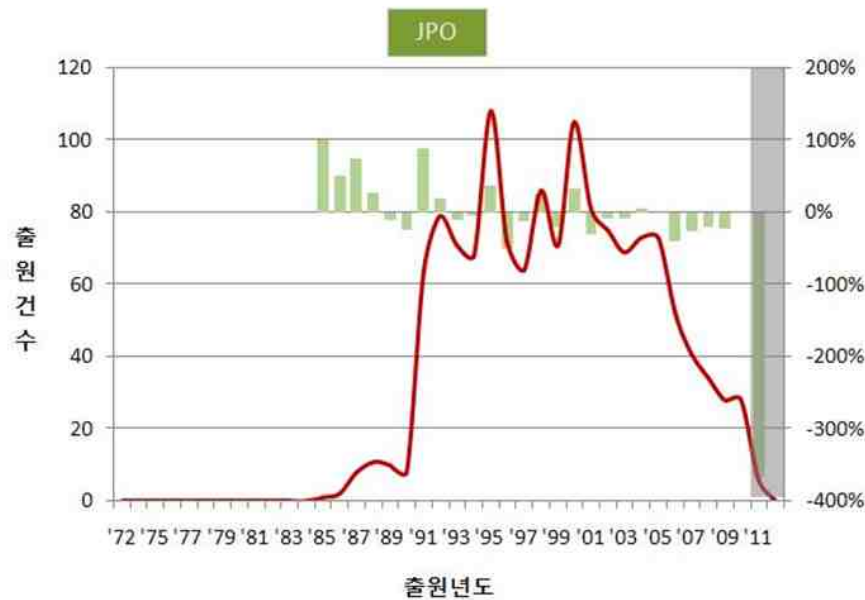


그림 2-29. 연도별 일본의 특허 동향

- [EPO] 유럽 특허의 경우 1970년대 후반부터 꾸준한 출원 증가추세를 보이는 것으로 나타났음.



그림 2-30. 연도별 유럽의 특허 동향

(4) 기술개발 활동 현황

- 미국은 전반적으로 출원건수가 일정하여 90년대 초반시점(A)과 00년대 초반시점(B)에서 외국인의 출원동향을 살펴 볼 때, 가변벽체 기술에서는 감소하였으나, 장스팬을 위한 구조체 기술을 포함한 다른 분야에서는 증가세를 나타냄.

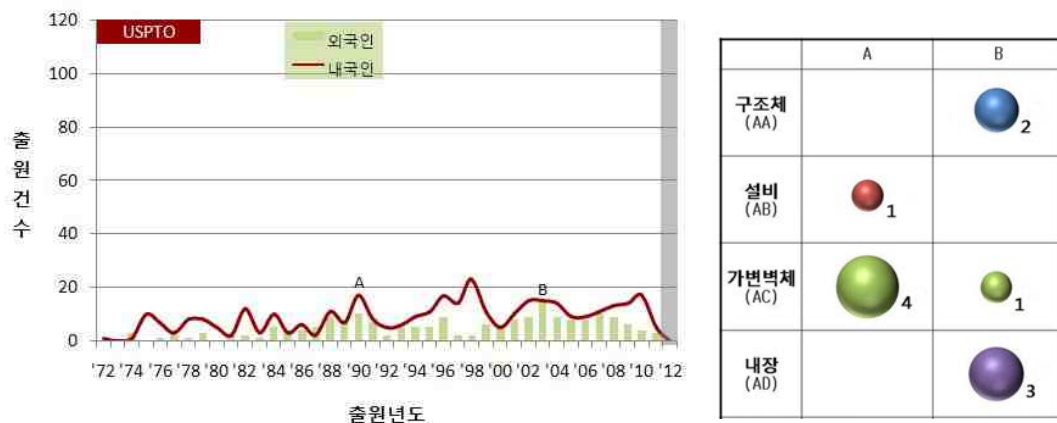


그림 2-31. 연도별 미국의 기술개발 활동 현황

- 일본의 경우, 80년대 후반시점(A)에서 최대 출원건수를 보인 90년대 중반 시점(B)을 보면, 장스팬을 위한 구조체 기술 분야를 제외하고는 전분야에 걸쳐 양적인 확장을 나타냄.

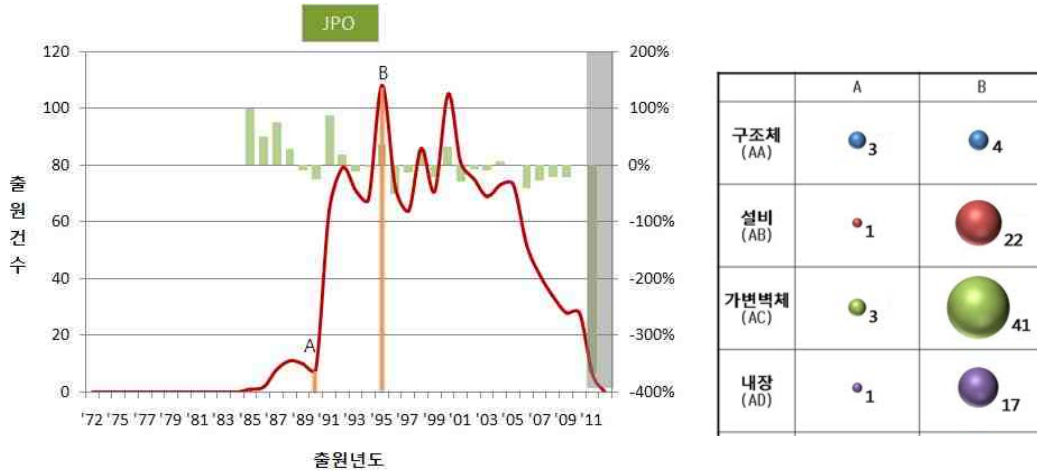


그림 2-32. 연도별 일본의 기술개발 활동 현황

- 유럽은 전반적으로 출원건수가 일정하여 90년대 초반시점(A)과 00년대 초반시점(B)에서 외국인의 출원동향을 살펴 볼 때, 설비 분야, 가변벽체 분야에서 구조체 분야 및 내장 분야로 기술분야의 이동이 극명하게 나타남.

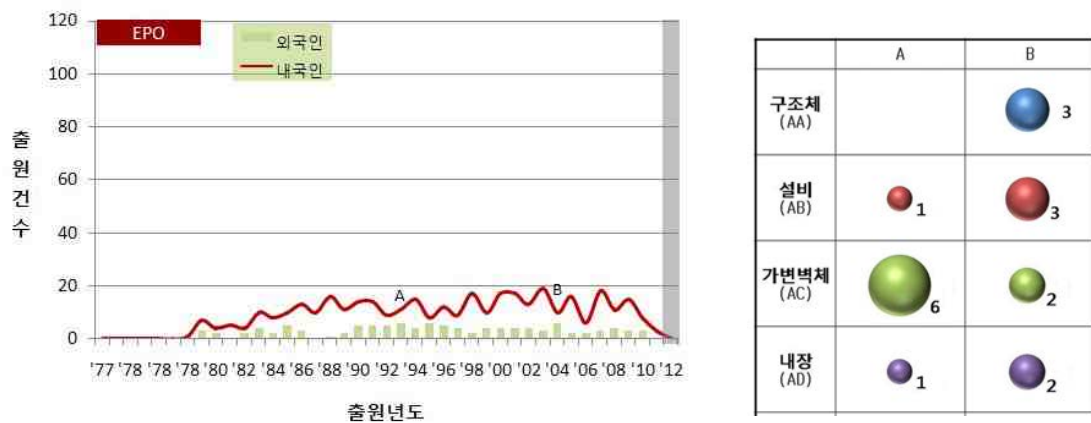


그림 2-33. 연도별 유럽의 기술개발 활동 현황

(5) 기술시장 성장단계 파악

- 본 그래프는 장수명주택모델 기술 관련 분야의 전체 및 해당 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내

어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1990년 이전), 2구간(1991년~1994년), 3구간(1995년~1998년), 4구간(1999년~2002년), 5구간(2003년~2006년), 6구간(2007년~2010년)으로 나누었음.

- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 2구간(1991년~1994년)부터 5구간(2003년~2006년)까지 출원건수와 출원인의 수가 증가하는 양상을 보이며, 6구간(2007년~2010년)에서는 출원 건수는 거의 동일하게 유지되지만 출원인 수가 감소하는 양상을 보임. 따라서 미국에서는 출원인은 줄어드나 출원 건수의 변동이 적은 것으로 볼 때 성숙기에 있는 것으로 분석됨.

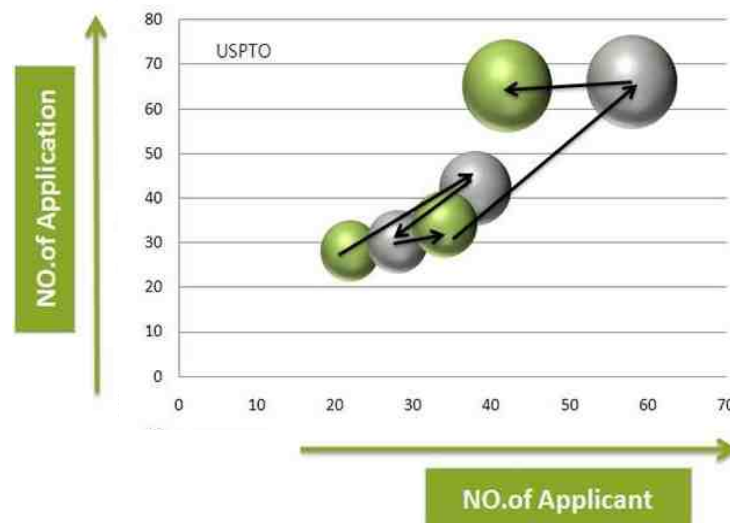


그림 2-34. 미국 특허의 기술위치

- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(1990년 이전)부터 4구간(1999년~2002년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있으며, 4구간(1999년~2002년)부터 6구간(2007년~2010년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 줄어드는 양상을 보여 해당 구간의 기술개발 빈도가 크게 줄어든 것으로 분석됨. 다만, 이는 본 기술분야에 대한 관심의 감소라기 보다는 일본의 장기적인 경기침체로 인하여 연구개발에 대한 투자가 감소하였기 때문이라 보는 것이 현재로서는 타당하고, 보다 정확한 추이를 확인하기 위해서는 향후 2~3년의 동향을 추가적으로 검토하는 것이 바람직함.

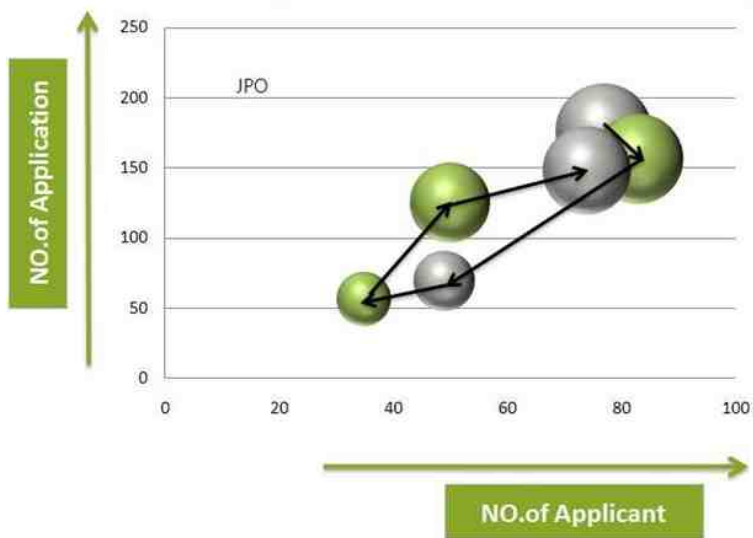


그림 2-35. 일본 특허의 기술위치

- [EPO] 포트폴리오로 나타난 유럽특허의 기술위치는 1구간(1990년 이전)부터 3구간(1995년~1998년)까지 출원건수와 출원인의 수가 점차 증가하는 발 전기의 단계에 있으나, 6구간(2007년~2010년)에서는 출원 건수는 다소 감소하면서 출원인수가 감소하는 양상을 보임. 따라서 유럽에서는 출원인은 줄 어드나 출원 건수의 변동이 적은 것으로 볼 때 성숙기에 있는 것으로 분석됨.

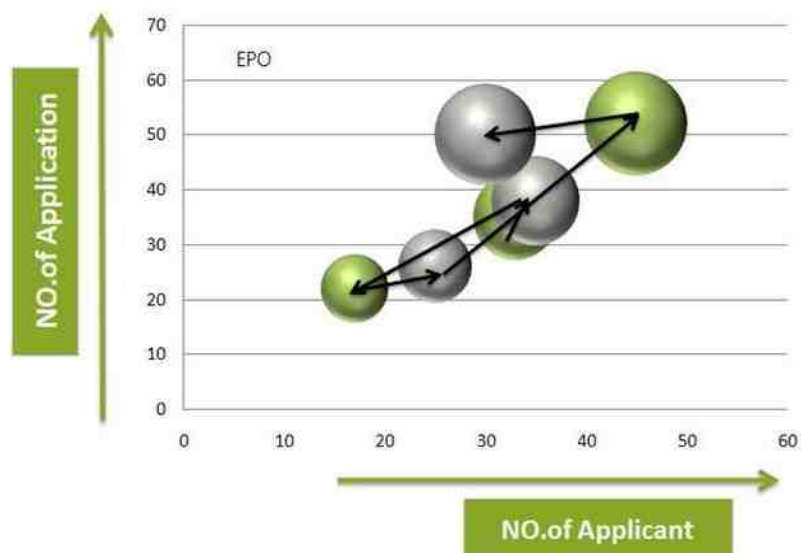


그림 2-36. 유럽 특허의 기술위치

(6) 특허를 통해 살펴본 국가 간 기술경쟁력 현황

- 특허 피인용/인용, 비특허 인용지수 및 패밀리 특허 정보를 활용한 시장력 지수 및 기술순환주기를 이용하여 각국의 질적 수준 및 시장 확보력을 분석한 결과는 다음과 같음.
 - 한국은 시장 확보력, 성숙도, 기술력, 기초과학이 모두 평균 이하인 것으로 나타남.
 - 반면, 일본은 기술력, 기초과학 및 성숙도가 모두 평균 이상으로 나타나 한국과 대조되는 것으로 나타남.
 - 미국의 경우 기술력, 성숙도 및 기초과학이 평균이상이지만 시장확보력의 경우 평균치에 못 미치는 것으로 나타남.
 - 그 외의 국가는 대부분 기술력과 시장 확보력이 모두 평균 이하로 나타남. 이는, 미래주택모델 분야에 대한 기술개발이 정체된 것과 연관이 있는 것으로 분석됨.
 - 또한, 한국의 경우 기초기술력과 성숙도가 낮은 것으로 볼 때 연구개발방향이 응용기술에 가까운 것으로 분석됨. 반면 미국은 기초과학이 높고 기술순환주기가 빠르다는 점에서 응용기술보다는 원천기술에 대한 연구개발을 집중적으로 하는 것으로 분석됨.
 - 유럽은 유럽 개별국가의 수치를 평균한 것이므로, 상기 결과는 유럽 모든 국가에 적용되는 것은 아님.
 - 특히 캐나다 국적(CA)의 출원인 건에 대해, 피인용도지수(CPP)가 높아 본 기술분야에서 캐나다의 기술력이 상대적으로 강한 것으로 파악됨.
 - 네덜란드 국적(NL)의 출원인 건은, 비특허문헌 인용지수(Non-Patent Citation) 지수가 높은 것으로 볼 때, 일찍이 마투라 인필 시스템(Matura Infill System) 등 개발로 본 기술분야에 대한 관심이 높았던 결과로 파악됨.
 - 또한 오스트리아 국적(AT)의 출원인 건은, 시장력지수(PFS : Patent Family Size)가 월등히 높게 나타나, 오스트리아의 시장 확보력이 높은 것으로 파악됨.

표 2-21. 특허로 살펴본 국가간 기술경쟁력 현황비교표

국적	기술력 (특허 Quality)	IP 시장확보력	특허활동 위치	연구개발방향	기술발전속도
한국(KR)	낮음 (후발그룹)	낮음	initiator (초기시장)	응용기술	느림
미국(US)	높음 (리딩그룹)	낮음	pioneer (성숙한 시장)	원천기술	빠름
일본(JP)	높음 (리딩그룹)	낮음	pioneer (성숙한 시장)	응용기술	느림
유럽(EP)	낮음 (후발그룹)	낮음	initiator (초기시장)	응용기술	빠름

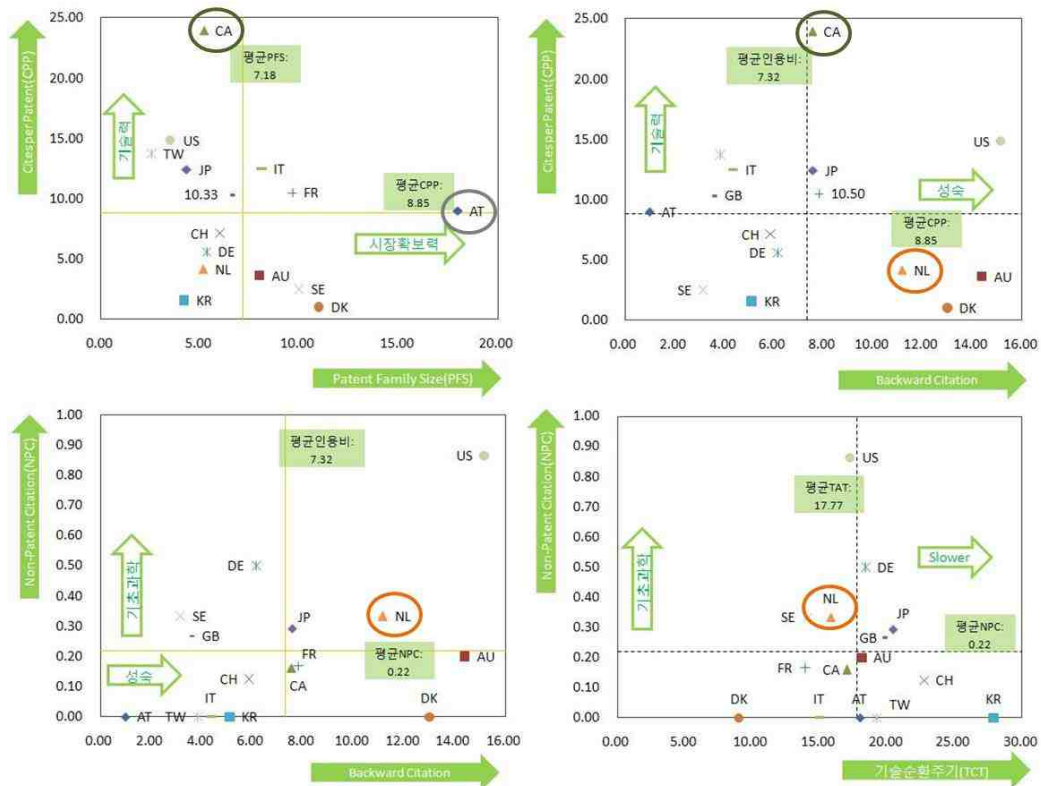


그림 2-37. 특허로 살펴본 국가간 기술경쟁력 분석

(7) 세부기술별 점유율 분석

- 아래의 그래프에서는 세부기술별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 알 수가 있다. 왼쪽의 그래프는 출원건수를 통한 절대치를 나타내며, 오른쪽 그래프는 세부기술에 대한 연도구간별 상대비교를 보여주고 있음.

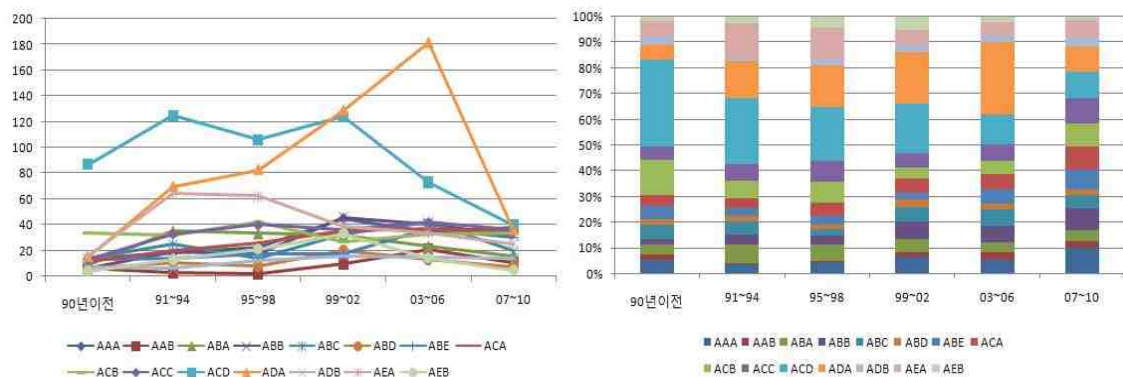


그림 2-38. 세부기술별 점유율 분석

- 1980년대부터 2000년대 중반까지 가변벽체 장착 분야(ACD)의 기술에 대한 특허출원건수가 다른 기술 분야에 비해 월등히 높게 나타났으며, 2000년대 들어서는 바닥 기술 분야(ADA)의 특허출원건수가 급격히 증가한 것으로 나타났음. 그리고 1990년대 들어서면서 욕실 및 화장실 관련 기술 분야(AEA)의 특허출원건수가 두각을 나타내기 시작함.
- 기타 다른 기술 분야에서는 특별히 눈에 띄는 편차없이 많지는 않지만 꾸준한 특허출원건수를 나타내고 대부분의 기술분야에서 미약하게라도 증가하는 추세를 나타냄.
- 이와 같은 결과로, 장수명주택 기술 분야에 대해서는 전 분야에 걸쳐 꾸준한 연구가 진행되고 있고, 특히 가변벽체 장착 기술 분야에 대한 연구가 활발히 진행되었으나 해당 분야에 대한 출원건수가 07~10 구간에서 감소한 것으로 볼 때 가변벽체 장착 기술은 어느 정도 충분히 성숙된 것으로 예측됨. 또한 2000년대 들어 내장 분야에서 이중 바닥 등과 같은 바닥 관련 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되다가 2000년대 중반에 연구개발이 정점을 이루었다가 현재 정체기를 겪고 있는 것으로 분석됨.

(8) 세부기술별 주요 출원인 동향 분석

- 장스팬을 위한 구조체 기술 분야의 주요출원인 Top20을 추출한 결과, 일본 국적의 SHIMIZU CORP가 총 25건의 압도적인 건수로 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 DAIWA HOUSE IND CO LTD가 총 7건, MITSUI CONSTR CO LTD, SEKISUI CHEM CO LTD 및 TAKENAKA KOMUTEN CO LTD가 각각 6건으로 2위에서 5위로 나타나 일본기업들이 본 기술분야에 대한 연구를 활발히 진행하고 있는 것으로 파악됨. 특히, 주요출원인 Top20 중 한국 국적의 출원인이 4개 업체로 나타났음.



그림 2-39. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(1)

- 가변벽체 기술 분야에서도 상위 5위까지 4개의 일본 기업이 포진하고 STEELCASE DEVELOPMENT INC만이 미국 기업으로 나타남. 국내에서는 주식회사 삼우이엠씨가 총 17건으로 10위를 차지하였고, 그 뒤로 주식회사 퍼시스와 포항산업과학연구원이 20위권에 포함되었음. 국내 기업들은 가변 내장벽체의 구성과 가변벽체 장착 분야에 연구가 집중되고 있는 것으로 파악됨.



그림 2-40. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(2)

- 내장 기술 분야에서도 일본 기업들의 강세를 엿볼 수 있는데, 국내기업인 (주)엘지화학이 총 17건으로 3위를 차지하였고, 국내 개인인 김원걸이 총 7건으로 9위를 차지하였음. Top20 내에 포진된 출원인 대부분이 바닥 분야

의 기술에 중점적으로 출원하였으나, 한국 출원인인 김원걸만이 천장 분야의 기술에만 출원하였음.

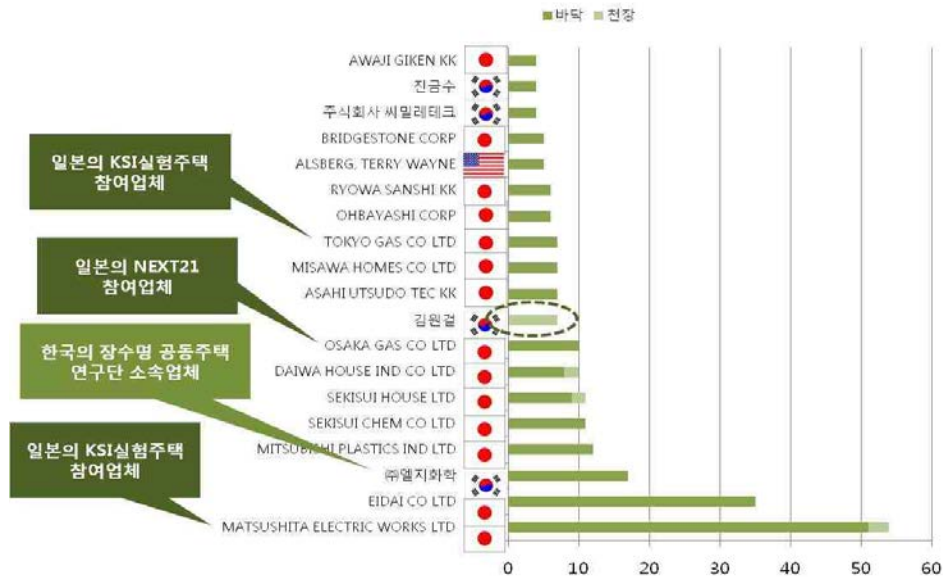


그림 2-41. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(3)

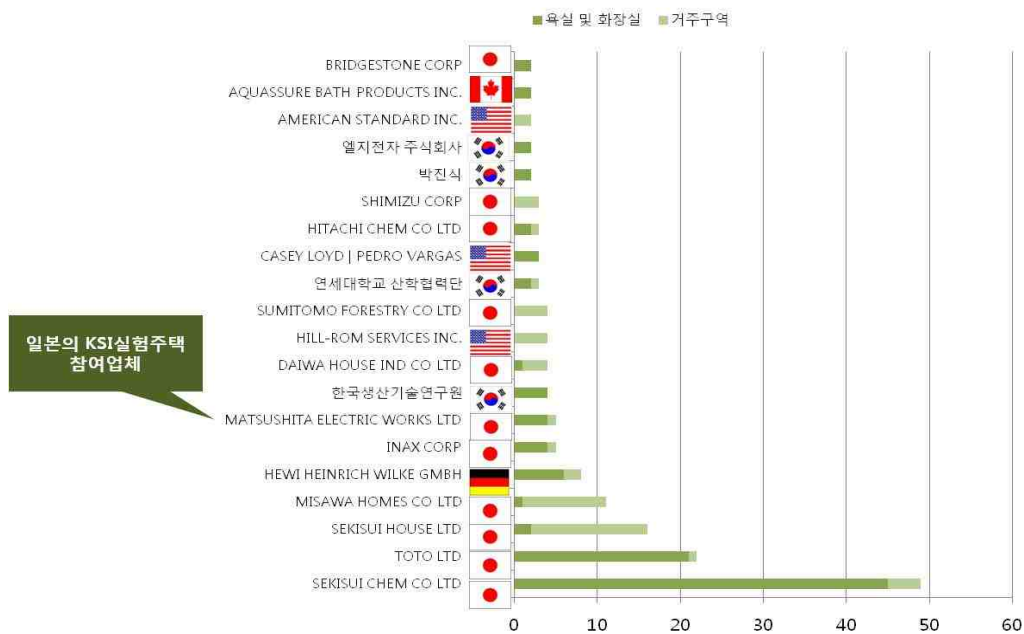


그림 2-42. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(4)

- 욕실 및 화장실 분야에서도 Top20에 일본 기업들이 다수 포진되어 있고, 독일 출원인인 HEWI HEINRICH WILKE GMBH가 총 8건으로 5위, 한국 출원인인 한국생산기술연구원이 4건으로 8위를 차지함.

- 설비 기술 분야의 TOTO LTD와 SEKISUI CHEM CO LTD가 각각 35건과 34건으로 전체 1위 및 2위를 차지하였고, MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD가 29건으로 그 뒤를 이었음. 설비 기술 분야에서는 1위부터 5위까지 모두 일본 업체가 차지하여, 이 분야에 대한 일본 기업의 관심이 높은 것으로 판단됨. 그 중에서도 설비 통합 패키지 기술에 일본 기업의 관심이 높은 것으로 파악됨.



그림 2-43. 세부기술별 주요 출원인 동향 분석(5)

다. 논문

- 국외 건축관련 DB, 학회논문집 등을 통하여 주요논문을 분야별로 수집하여 주제와 내용 등을 그루핑하여 분석함.
- 유효논문 선별 기준 : 검색된 논문자료에는 장수명주택에 관한 법규 및 제도에 관련된 논문, 장수명주택의 평면계획, 구조방식, 시공방식, 비용관련, 각국의 장수명주택연구 또는 실험주택, 비교연구, 요소기술 개발 등을 포함함.
- 유효논문 선별 결과는 다음과 같음.

표 2-22. 유효논문 선별 결과

기술분류	논문명	저자	년도
장 스팬 을 위한 구조체 기술	DESIGN AND CONSTRUCTION OF LONG-SPAN AND HEAVY-LOAD INDUSTRIAL CONSTRUCTION FRAME STRUCTURE	Song, Zhangshu	2005
	Effect of beam-shearwall junction deformations on the flexibility of the connecting beams	Bhatt, P.	1973
	Evaluation of Construction Projects of Long Span Steel Truss by Multi-level Grey System Theory	Zhang, Aili; Yao, Gang; Zhang, Li	2003
	Field Measurement and Modal Identification of a Coupled Floor Slab System	Au, S.K.; Ni, Y.C.; Zhang, F.L.; Lam, H.F.	2011
	LONG SPAN SPACE TRUSS FOR INDUSTRIAL BUILDING	Glassman, Ami	1982
	New tendency of long-span building in the world	Liu, Xianjue	1997
	RESEARCH ON THE CONSTRUCTION MECHANIC METHOD OF LONG-SPAN STEEL STRUCTURES	CUI, Xiaoqiang; GUO, Yanlin; YE, Keming	2006
	Span length between bearing walls in prefabricated row housing-Architectural and economic aspects	Ishai, E.	1986
	Structural Design of Long-span Pretressed Girder Floor for Ladder Teaching Building	Structural Design of Long-span Pretressed Girder Floor for Ladder Teaching Building	2004
가변 벽체	INTRODUCTION TO HEAT INSULATION OF BUILDING EXTERNAL WALL	Zhu, Weizhen	2006
	STUDY ON PREFABRICATED WALL PANEL SYSTEM OF ENERGY-SAVING RESIDENCE	Wang, Chongjie; Xie, Tao; 徐, Yibing; Sun, Yongzhi	2005
	Technology Research on Energy-Saving Transform of Exterior Wall of Existing Emporium Building in Handan	Wang Chang-long	2009
	Vapour condensation and moisture accumulation in porous building wall	Wyrwal, J.; Marynowicz, A.	2002
	Open Building : An Approach to Sustainable Architecture	Kendall, Stephen	1999

라. 연구

- 각종 제도관련 연구, 계획 및 설계 모델관련 연구, 시공 및 관리 시스템 연구, 실험주택 및 시공사례에 관한 연구, 경제성 관련 연구 등 관련 핵심내용의 분류를 통한 자료의 수집함.

표 2-23 국외 장수명주택 연구경향 분석

사업명	개요	Grouping	연구경향 분석
장기내용 도시형집 합주택의 건설·재 생기술의 개발 (일본국토 교통성)	SI주택의 제도를 중심으로 한 연구 - 장기내용형 집합주택의 건설·공급·개수기술의 개발 - 재고 장수명화 기술 - 분양맨션의 원활한 재건축수법 개발	장수명주 택 (SI주택)의 보급을 염두에 둔 제도중심 의 기술개발	SI주택의 기술이 적용될 수 있도록 건축기준법, 소방법, 등기법 등을 중심으로 한 개정과 보급을 위한 지침, 재건축 지침 등이 개발되었음

4절. 연구개발 인프라 분석

1. 인적인프라 현황

가. 연구개발 인적 인프라 현황

- 2009년 우리나라 총 연구원 수는 323,175명이며, 연구개발인력은 466,824명으로 매년 전년대비 증가하는 것으로 조사됨¹⁰⁾.

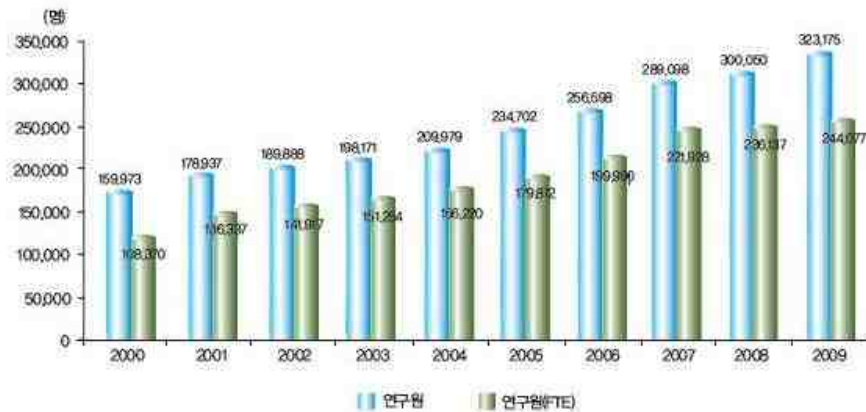


그림 2-44. 우리나라 연구원 수 추이

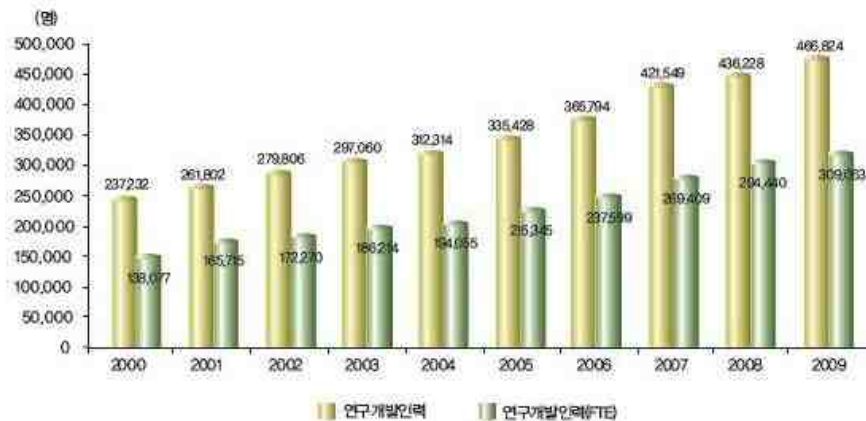


그림 2-45. 우리나라 연구개발인력 수 추이

- 연구참여비율을 고려한 상근상당 연구원(실질연구참여인력, FTE: Full Time Equivalent)수는 244,077명이며, 연구개발인력 수는 309,063명으로 조사됨.
- 주체별 연구원 추이는 공공연구기관의 연구원 수는 24,318명으로 매년 전년대비 증가한 것으로 조사됨¹¹⁾.

10) 2010 연구개발활동보고서 17p



그림 2-46. 우리나라 주체별 연구원 수 추이

- 공공연구기관의 연구원 수는 24,318명(7.5%), 기업체의 연구원 수는 210,303명(65.1%), 대학 연구원 수는 88,554명(27.4%)로 조사됨.

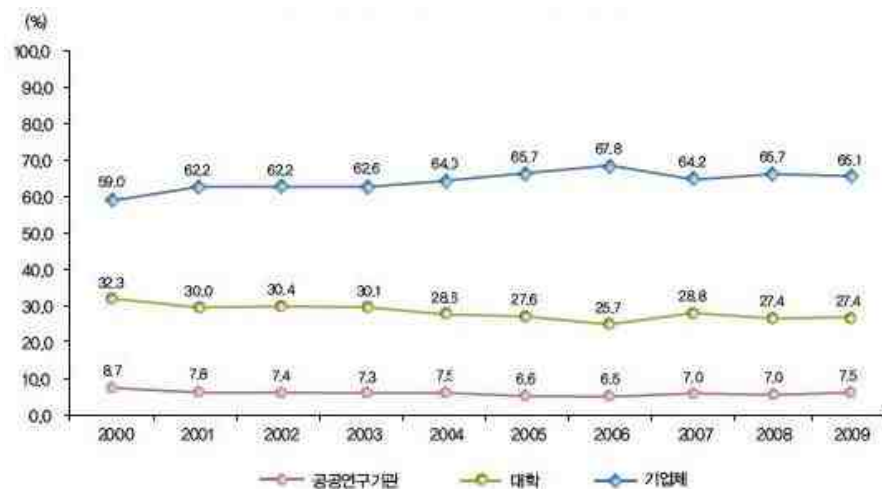


그림 2-47. 우리나라 주체별 연구원 수 비중 추이

- 2009년 우리나라 연구원 중 공학분야 전공자가 217,911명으로 전체의 67.4%를 차지하였고, 다음으로 이학분야 전공자가 41,687명(12.9%), 사회과학 분야 전공자가 21,265명(6.5%) 순으로 조사됨.¹²⁾ 또한, 인문학 분야 16,372명(5.1%)와 사회과학 분야 21,265명(6.6%)로 보고되었는데, 비용절감형 장수명주택과 관련하여 소음 저감과 공간 활용을 극대화 하여 인구구조·가족구조 변화를 융통성 있게 수용하고 이용자들의 니즈를 만족시킬 수 있는 분야 연구가 기대됨.

11) 2010 연구개발활동보고서 19p

12) 2010 연구개발활동조사보고서 22p

표 2-24. 우리나라 주체별 전공별 연구원 현황(2009)

(단위 : 명, %)

구분		공공연구기관		대 학		기업체		전 체	
		연구원	비 중	연구원	비 중	연구원	비 중	연구원	비 중
과학기술 분야	이 학	4,373	18.0	13,346	15.1	23,968	11.4	41,687	12.9
	공 학	12,371	50.9	31,099	35.1	174,441	82.9	217,911	67.4
	의약보건학	1,541	6.3	13,805	15.6	1,881	0.9	17,227	5.3
	농림수산학	2,419	9.9	4,005	4.5	2,289	1.1	8,713	2.7
	소 계	20,704	85.1	62,255	70.3	202,579	96.3	285,538	88.4
인문사회 분야	인문학	542	2.2	11,048	12.5	4,782	2.3	16,372	5.1
	사회과학	3,072	12.6	15,251	17.2	2,942	1.4	21,265	6.6
	소 계	3,614	14.9	26,299	29.7	7,724	3.7	37,637	11.6

- 즉, 국민 행복을 추구하는 생활밀착형 주택보급 및 지속적인 新주거공간 구현을 통해 삶의 질을 향상시키기 위한 인문학 분야 연구의 가능성이 있음.
- 또한, 주거비용 절감을 통한 주거 기회비용을 삶의 질 향상을 위한 비용절감형 장수명주택과 관련하여 사회과학 분야에서 연구 가능성도 기대됨.

나. 장수명주택 관련 인적 인프라 현황

- 선행 연구단의 인적 인프라
 - 선행 장수명 연구단으로서 구조전문가, 설계참여 연구진 활용 및 연계 가능함.
 - LH공사의 인필 요소 협력업체(외부 PC, 경량칸막이, 천장재, 벽배관 업체 등)와의 활용 및 연계 가능함.
 - 앞에서 기술한 장수명 연구단의 연구성과 가운데 평면모델을 반영하되 시공성과 비용절감, 가변성의 효과 등을 고려할 수 있도록 함.
 - 장수명 연구단에서 개발한 인터페이스 시스템의 큰 틀을 반영하되 변경해야 할 부분이 있는 경우는 개선하도록 함.
 - 인필 시스템은 재검토를 통하여 성능과 구법시스템, 경제성, 실용화 측면에서 검토하고, 연구 개발업체와 연계를 통하여 개선 가능성 타진 본 과제에서 성능개선을 가능하도록 함.
 - 각종 지침 및 가이드라인 등을 연계하여 비용절감, 시공성 측면에서 개선이 필요한 사항은 개선하도록 함.
 - 정책 및 제도는 기반으로 하되 구체화와 현실성 측면에서 재검토할 수 있도록 함.

○ 공공연구기관의 인적 인프라

- 한국건설기술연구원 : PLUS 50 환경공생주택에서 개발한 종합 장수명 시스템과 경량칸막이벽체 등의 인필시스템과 구법기술, 입체가변 시스템 등 활용.
- SH도시연구소 : “무주(無柱)공간 시스템” (2010, 8m 이상의 장스팬 구현, 세대내 기둥이 없어 가변형 공간연출이 자유로워 중장기적으로도 리모델링이 쉽게 할 수 있는 구조시스템, 기존 벽식구조와 유사한 층고 확보), “중공슬래브 무량판구조” (슬래브 두께가 280mm, 가장 두꺼운 슬래브 두께 확보, 층간소음 크게 감소), “화장실의 층상배관 방식 채택” (2011년 이후 신규사업, 화장실 소음 최소화, 몰탈 타설로 인한 배관 교체 등 유지관리 측면에서의 한계 있음. 최근 벽배관 화장실 시스템과 건식마감 시스템 개발 기술의 적용 등 검토를 통한 이동 용이성과 시공 용이성 검토) 활용.
- LH도시주택연구원 : 공동주택의 건축계획에서부터 디자인 개발, 기준설정, 건축환경 개선 및 첨단요소 적용에 이르기까지 총체적 관점에서 미래지향적인 새로운 주택 및 주거단지의 제품기획과 관련법 제도개선, 주거지 제반 환경 개선에 대한 연구를 수행¹³⁾하고 있음
- 포항산업과학연구원(RIST) : 에너지환경 연구소, 재료공정연구소, 강구조 연구소, 분석센터 부문으로 이루어져 연구를 시행하고 있으며, 장수명 구조시스템 기술과 연계 가능함

○ 민간의 인적 인프라

- 건설업체와 인필업체의 소수의 연구인력 활용 및 연계.
- 선행 장수명 연구단 참여업체의 기반기술 보유, 기둥식 전환에 따른 인필 제조 업체의 개별기술(뜯바닥구조, 경량벽체, 바닥난방시스템 등) 활용 및 연계.
- KCC의 “자원순환이 가능한 건식/모듈화 방식의 고효율 바닥난방시스템 개발” 연구진 활용 및 연계.
- 비용절감형 공기단축 시공(시스템 테이블 거푸집, 조강 콘크리트, 3~4day Cycle 시공기술, TACT공법), Cladding System, Integrated Project Delivery 보유업체 활용 및 연계.
- 전세계 건설시장의 규모는 꾸준히 성장세를 나타내고 있으며, 앞으로도 성장할 것으로 보고됨.

13) http://lhi.lh.or.kr/introduce/research_field.asp?cat=th

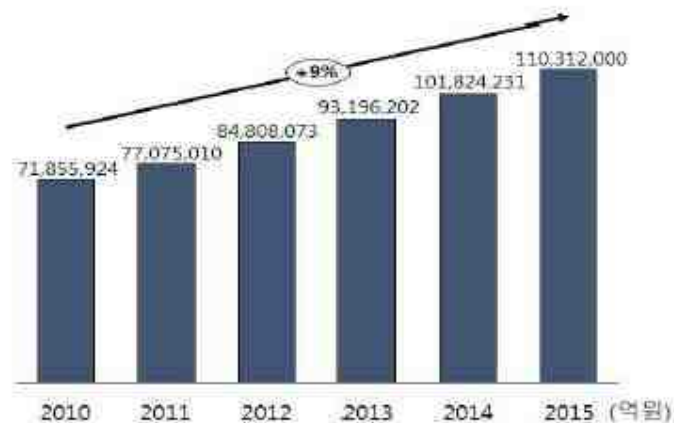


그림 2-48. 전세계 건설시장 규모(1\$= 1000원으로 산정)

출처 : 건설인구인프라 2단계 기본설계(2013), 국토교통과학기술진흥원, 건설인구인프라운영원, 17p

- 국내 건설투자의 경우, 2007년 이후 연평균 3.5% 성장하였지만, 2009년 이후에는 건설투자 규모가 0.4% 수준으로 정체되어 있는 것¹⁴⁾으로 보고 됨.

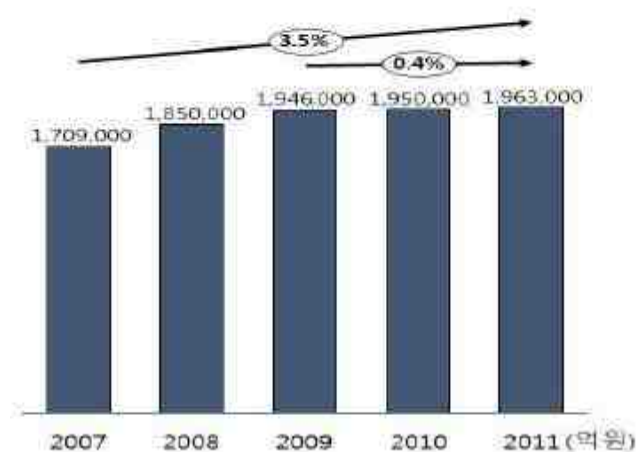


그림 2-49. 국내 건설투자 규모

출처 : 건설인구인프라 2단계 기본설계(2013), 국토교통과학기술진흥원, 건설인구인프라운영원, 17p

2. 물적 인프라 현황

가. 연구기자재 인프라 현황

- 각 부처의 대형연구시설은 정부출연 연구기관에 67% 설치되었으며, 정부출연 연구기관은 전체구축건수대비 70%에 해당하는 총 67건의 대형실험시설이 구축되어 있음¹⁵⁾.

14) 주요건설통계 2012. 4/4분기, 대한건설협회, 2012

15) 건설인구인프라 2단계 기본설계, 국토교통과학기술진흥원, 건설인구인프라운영원, 16p, 2013

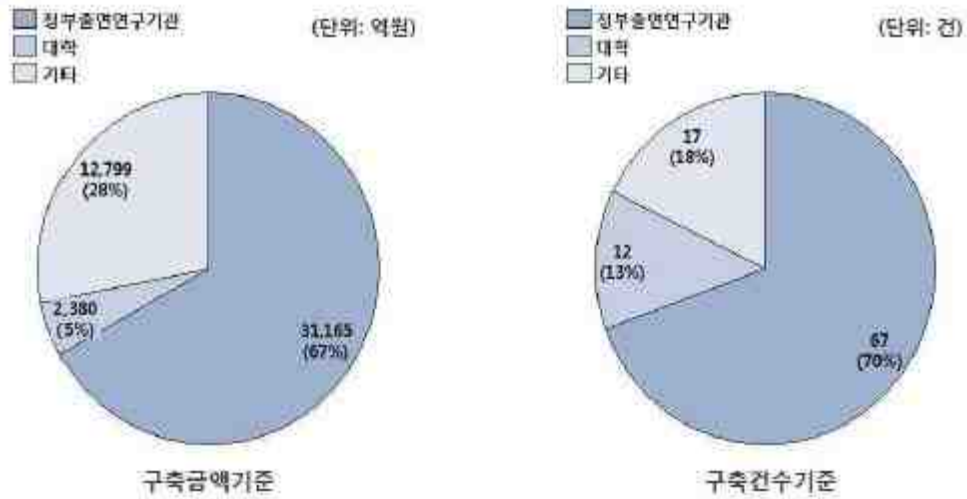


그림 2-50. 관리기관별 대형실험시설 구축현황

출처 : 건설인구인프라 2단계 기본설계(2013), 국토교통과학기술진흥원, 건설인구인프라운영원, 16p

나. 장수명주택 관련 물적 인프라 현황

○ 선행 연구단의 물적 인프라

- ‘내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발’ 연구성과로 아산 배방지구에 2층 Mock-up House 1개동 있음.



그림 2-51. 선행 연구단 Mockup House

○ 공공연구기관의 물적 인프라

- 한국건설기술연구원에서 기존 개발된 장수명주택요소기술이 구현된 실증주택 2개동이 있음.(2층, 4층)



그림 2-52. KOHP21(2000)



그림 2-53. PLUS 50 환경공생주택 (2007)

○ 민간의 물적 인프라

- 건설업체 및 인필 생산업체의 Pre-test 가능한 실험시설과 연계 활용.
- * 코오롱 기술연구소내 실험시설, KCC 등의 민간업체의 실험시설 등

3. 해외 인프라 현황

○ 독립법인 일본 건축연구소(Building Research Institute, BRI)

- 구조, 건축, 주택 및 도시계획 기술에 관한 연구개발, 지진공학에 관해 조직적·지속적으로 실시하는 연구기관임.
- 건축 전반에 기술과 건축계획에 관한 연구개발, 유니버설 디자인에 의한 살기 좋은 주택의 연구 등을 시행하고 있음.
- 또한, 주택도시연구 그룹이 구성되어 있어 지역 특성에 맞는 주거를 지원하는 조사연구를 시행하고 있음.

(<http://www.kenken.go.jp>)

○ 일본 국토기술연구센터(Japan Institute of Country-ology and Engineering, JICE)

- 국토기술연구센터는 2009년 6월에 설립되어 국토정책에 관한 종합적인 조사연구를 시행하고 있음.
- 보다 쾌적하고 풍부한 국민의 삶을 목표로 주택·건축·도시·지역 만들기 및 도시 교통 정책에 관한 조사연구를 시행하고 있음.
- 또한, 거주환경에 대한 분야 즉, 환경적 측면의 문제 개선에 대한 조사연구를 실시하고 있음.
- 사회문제, 물리적 변화에 따른 과제를 대응하기 위해 도시·주택 정책 그룹이 담당하여 조사연구를 실시하고 있음.

- 건설기술 및 공공조달 정책 부문에서는 라이프 사이클 비용을 포함한 종합적인 비용절감을 목표로 ‘비용구조개선 프로그램의 추진에 필요한 시책 검토를 실시하고 있음.
- 공사 비용분석, 저가입찰 및 문제 상황파악과 요인분석, 대책에 대한 조사를 시행함.

(<http://www.jice.or.jp>)

○ 일본 토목연구소(Public Works Research Institute, PWRI)

- 토목기술에 관한 연구개발, 기술지도, 성과의 보급 등을 실시하여 토목기술 향상을 도모하는 일본의 대표적인 연구소임.
- 츠쿠바 중앙연구소, 토목연구소(CERI), 수재해 위험관리센터(ICHARM), 구조물 유지관리 연구센터(CAESAR) 등 4개의 연구부문으로 편성되어 연구를 수행하고 있음.

(<http://www.pwri.go.jp>)

○ 일본 건축센터(The Building Center Japan, BCJ)

- 안전하고 환경 친화적인 건축물의 정비를 위해 건축기술에 대한 심사·평가 및 정보제공을 하고 있음.
- 건축 기준법에 근거하는 확인 및 검사기관으로 주택의 품질 확보 촉진을 도모하고 있으며, 주택관련 법률에 따라 주택성능평가기관으로서 업무를 수행하고 있음.
- 장기우량 주택 건축 등 건축계획에 대한 심사를 시행하고 있음.
- 일본주택성능표시기준 및 평가방법 기준에 따라 객관적으로 주택성능평가를 시행하고 있음.

(<http://www.bcj.or.jp>)

○ 비용절감형 장수명 공동주택 연구는 기존 장수명 공동주택의 후속연구와 연관이 있기 때문에 기존 장수명 공동주택의 경험을 갖춘 산·학·연 및 전문분야별 전문가들로 구성되어 최적의 연구추진체계로 구축되는 것이 바람직함.

5절. 종합분석

1. 국내외 정책 및 시장 분석

- 21세기는 환경보전 중심의 사회로 국내외적으로 지구환경 부하를 최소화하기 위한 노력이 지속적으로 시도되고 있다. 건설분야에 있어서도 건축물 신축에 의한 유한 자원의 과대사용이나 건축물 조기철거에 의한 건축폐자재 방출 등을 최소화할 수 있는 방안 마련이 요구되고 있음. 이에 정부에서는 이미 재건축을 억제하고 기존 건축물의 리모델링을 유도하는 정책을 추진하고 있으며, 리모델링 시장 규모도 2005년 14조 3천억원, 2010년 20조 7천억원으로 전체 20% 이상을 상회할 것으로 예측하고 있다. 현재 유럽 등 선진국의 리모델링 시장은 전체 건설 시장의 35%를 차지하고 있다. 그런데 지금까지의 공동주택 공급은 신축시 경제성 및 분양성 추구위주로 신축 후 발생하는 개조, 유지관리 및 리모델링을 고려하지 않은 주택기술로 장수명화에 대한 장애요인으로 작용하여 신축 후 입주 전 개조로 인한 대량의 쓰레기가 발생 및 거주 중 리모델링으로 인한 대량 쓰레기가 발생하여 자원 및 재산, 인력의 낭비, 공사비 상승을 초래하고 있다. 따라서 신축부터 향후 리모델링 및 유지관리가 용이할 뿐 아니라 거주자의 다양하고 개별적이며 변화하는 요구를 수용할 수 있는 공동주택의 개발이 요구되었고 활성화 보급이 필요한 시점.
- 건축물의 장수명화를 위해서는 기본적으로 내용연수가 긴 구조체와 부품을 분리하여 시공해야 하며, 이때 적용되는 부품은 단순히 개별 성능을 만족시키는 것 뿐 아니라 향후 유지관리에 용이할 수 있도록, 갱신성, 호환성, 치수 정합성을 확보해야 한다. 그러나 현재 우리나라는 KS규격을 통하여 각 제품의 종류, 모양 및 치수, 나비 및 길이, 시험방법 등 제품사양 정도를 규정해 주고 있다. 따라서 이와 연계하여 향후 장수명 건축물에 대응할 수 있는 부품 성능기준을 마련할 필요가 있다. 또한 제도화 검토가 진행 중인 ‘장수명주택 인정제도’의 구체화 및 보급 등 제도발전 및 정착화가 될 수 있도록 다양한 인필부품산업이 육성되어야 함,

2. 기술개발 동향

- 장수명주택(또는 미래주택) 분야의 연도별 전체 시장국의 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 분석 초기구간부터 점진적인 출원 증가추세가 나타나고 있으며, 1980년대 후반 일본 및 1990년대 후반 한국에서의 급격한 출원증가가 나타나고 있음. 이는 일본 및 한국에서 해당기술에 대한 연구개발 활동

이 미국과 유럽에 비하여 활발하게 진행되고 있는 것으로 분석할 수 있음.

- 장수명주택(또는 미래주택) 분야의 국가별/출원인 국적별 특허동향을 살펴 보면, 일본에서의 출원이 국가 출원규모의 44%를 차지하고, 한국에서의 출원이 국가 출원규모의 23%를 차지하는 것을 볼 때, 일본과 한국이 전체 출원규모의 절반 이상을 차지하고 있음을 확인함.
- 이에 기초하여 장수명주택(또는 미래주택) 분야의 연구개발은 대부분 일본과 한국에서 주도되고 있는 것으로 보임. 이는 일본과 한국에서는 공동주택이 보편화되어 있어 노후화된 주택의 리모델링에 대한 관심이 많은 특허출원으로 이어진 것으로 판단됨.
- 주요 시장국의 내외국인 특허출원현황을 살펴보면, 일본 및 한국은 내국인의 점유율이 각각 96%, 98%로서 내국인의 의한 특허활동이 대다수를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 미국 및 유럽은 내국인의 점유율이 각각 64%, 77%로서 일본 및 한국에 대해 상대적으로 외국인에 의한 특허활동이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 나타남. 그러나 미국과 유럽에 대해서는 외국인의 출원이 다른 기술분야에도 많은 점으로 볼 때, 특별히 주목할 만한 결과로는 보여지지 않음.
- 주요 시장국 기술개발 활동현황을 보면, 한국의 경우, 1998년도 이후 출원 건수가 급격히 증가한 것은 대규모의 재개발 등으로 서울시의 집값 폭등에 심각성을 느낀 정부가 1998년 이후 재개발 사업승인을 줄이고 재개발 대신 리모델링을 적극적으로 권장한 정책에 영향을 받은 것으로 판단됨.
- 피인용/인용, 비특허 인용지수 및 패밀리 특허정보를 활용한 시장력 지수 및 기술순환주기를 이용하여 각국의 질적 수준 및 시장 확보력을 분석한 결과, 한국은 시장 확보력, 성숙도, 기술력, 기초과학이 모두 평균이하인 것으로 나타난 반면, 일본은 기술력, 기초과학 및 성숙도가 모두 평균 이상으로 나타나 한국과 대조되는 것으로 나타났으며, 미국의 경우 기술력, 성숙도 및 기초과학이 평균이상이지만 시장 확보력의 경우 평균치에 미치지 못하는 것으로 나타남. 또한 그 외의 국가는 대부분 기술력과 시장 확보력이 모두 평균이하로 나타남.
- 한국의 경우 기초기술력과 성숙도가 낮은 것으로 볼 때, 연구개발방향이 응용기술에 가까운 것으로 분석됨. 반면 미국은 기초과학이 높고 기술순환주기가 빠르다는 점에서 응용기술보다는 원천기술에 대한 연구개발을 집중적으

로 하는 것으로 분석됨.

- 장수명주택(또는 미래주택)에 관한 기술분야는 최근 주춤하지만 출원건수는 꾸준히 상승하고 있는 기술분야로 판단됨. 특히 미국과 유럽에서는 본 기술 분야에 대해 많지는 않지만 꾸준한 출원건수를 보여주고 있고, 일본은 1990년대에, 한국은 1990년대 말부터 2000년대에 상당한 출원건수를 보여 전체적인 상승국면을 이끌고 있음.
- 특히 상승국면을 주도한 일본과 한국에서는 리모델링에 관련된 분야인 설비, 가변벽체 및 내장에 대해 활발한 출원활동을 보여주고 있음.
- 장수명주택에 관한 기술분야에서 일본 업체들이 상위 출원인에 다수 포진하고 있음.

	KR	JP	US	EP
구조체 (AA)	 82	 96	 16	 49
설비 (AB)	 198	 283	 125	 145
가변벽체 (AC)	 272	 474	 217	 284
내장 (AD)	 160	 369	 24	 61

그림 2-54. 세부기술별 주요시장국 기술개발 활동현황 분석

- 세부기술별 주요시장국 기술개발 활동현황을 분석해 보면, 주요시장국에서 가변벽체 분야(AC)에서 공통적으로 많은 출원건수를 나타내고 있음.
- 특히, 일본은 전분야에 걸쳐 출원건수를 나타내고, 가변벽체 분야(AC)는 모든 국가에서 활발한 연구가 진행되는 것으로 파악됨.

3. 연구개발과 연계한 분석내용종합 및 시사점 도출

- 정책, 시장, 기술, 특허/논문 동향을 통해 다음과 같은 개발방향을 종합하여

이를 시사점으로 봄.

○ 현재의 기술수준 종합

- 국내 공동주택의 일반적인 방식은 상부내력벽식구조-전이층-1층필로티 지하 내력벽 혹은 기둥으로 사용하지 않고 배관공간으로 사용하고 있는 경우이거나 1층까지 내력벽식구조-전이층-지하기둥방식의 주차장을 활용하는 방식으로 대별할 수 있으며, 기둥방식으로 상하부가 단일한 구조시스템의 단순구조시스템의 경우는 거의 없는 실정임. 따라서 비용증가와 공기연장의 문제점과 주차장활용의 한계가 있음.
- 종합적으로 설계단계에서 시공성에 대한 개념이 거의 적용되지 않고 있으며, 외벽을 내력벽구조로 처리함으로써 시스템 거푸집의 장점을 살릴 수 없고, 공기단축을 위한 방법으로 불합리한 실정임.
- 구조방식은 내력벽식구조가 일반적이며, 선행연구단에서는 혼합구조를 사용하였고, 일부 업체에서 Solid Slab Type의 무량판 구조 시스템을 사용한 실적이 있으며, 라멘구조는 극히 일부 사업에서 실험적으로 적용되었거나 적용 예정임. 장스판의 상하의 모듈조정을 통한 시스템 재정립 필요함.
- 외장은 철근콘크리트 벽식구조로 인하여 PC등을 중심으로 한 부품화가 되어있지 않은 실정임.
- 바닥온돌구조는 설비배관을 매설한 구조로서 건설비용은 싸지만 향후 리모델링 시의 한계를 가지고 있으며, 건식공법은 리모델링과 배관설치 및 해체가 용이하고 성능은 높으나 비용이 비싼 한계가 있음.
- 층상배관 화장실 시스템은 바닥배관시스템과 벽배관시스템이 있으며, 현재 일반적인 습식화장실에 비하여 설비의 용이성과 소음차단에 효과적이지만 비용이 비싸다는 단점이 있고, 유지관리, 설치비용 등에서 개선의 여지가 있음.
- 경량칸막이벽체 특히 세대내부의 벽체시스템은 일반적으로 바닥이나 천장을 손상시키면서 고정볼트나 스크류 등을 사용하는 것으로 가동성에 한계가 있는 방식이 일반적으로, 비용과 더불어 구법의 개선이 필요한 실정임.
- 장수명주택인증제도가 2015년부터 시행예정이지만 실제적인 현장 적용성을 근거로 한 것이 아니기 때문에 구체적인 검증이 필요한 실정임.

○ 시사점

- 장수명 공동주택에 대한 기술개발이 일차적으로 이루어졌으나 비용 상승으로 보급에 장애가 되고 있는 상황을 타파하기 위하여 비용절감형 보급모델 설계기술개발이 필요.
- 장수명주택 Infill 촉진 기술 유인제도와 비용절감 기술개발 필요.
- Mock-up House 수준이 아닌 실제 주동/단지 규모의 실증단지에서 비용절감 및 보급형 기술 실증을 통한 실용화 필요.

- 국가 차원 및 개별기관 차원에서 개발한 기술을 종합한 보급형 기술개발 필요.
- 기술개발 및 개선을 통한 특허 및 신기술 창출 필요.

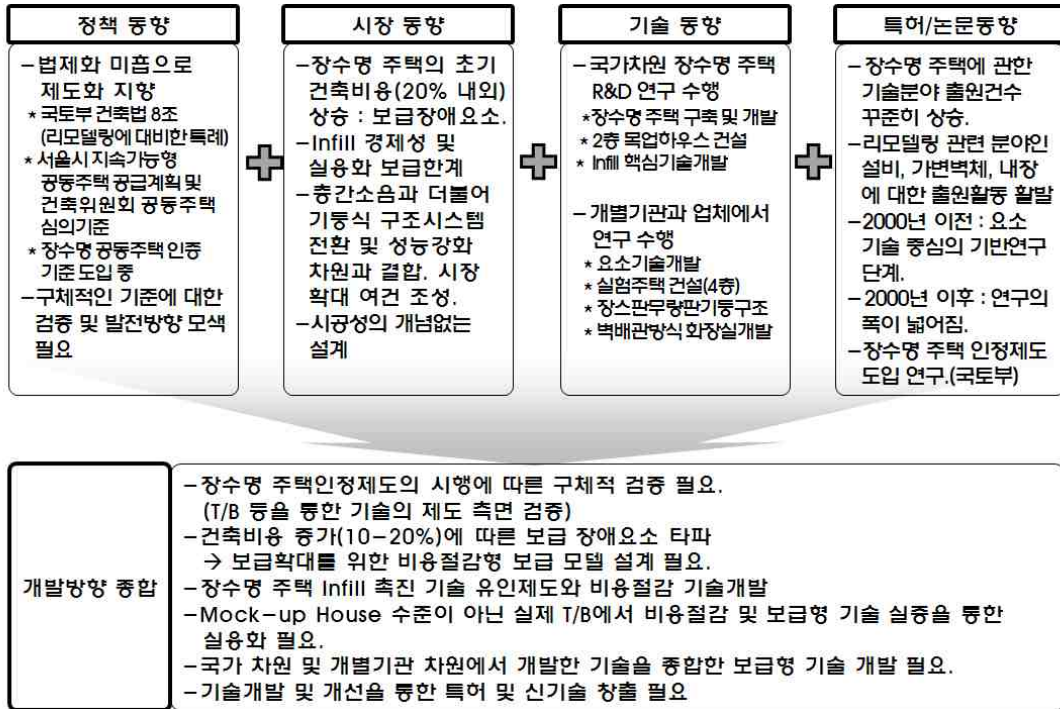


그림 2-55. 분석내용종합 및 시사점 도출

- 장수명주택은 유럽과 일본의 건축문화적·국가적인 특성 차이에서 장수명주택에 대한 개념이 서로 다른 접근 방법을 보이고 있음.
 - 유럽 : 석조문화에 노출 설비가 일반적으로, 건물의 내구성의 문제는 거론하지 않고 SAR 방식-Open Housing을 기반으로 거주자 참여 등 의사결정에 초점을 둔 다양한 공간 구성과 가변성을 실현하는 기술, 의사결정에 근간을 둔 Support와 Infill의 구분 중시.
 - 일본 : 주택의 내진성이 중요하고, 수명이 짧고(30년 정도) 설비를 매설하는 구조이기 때문에 내구성과 가변성, 유지관리가 동시에 고려된 Skeleton과 인필 기술, 물리적·기능적 수명의 중요성으로 Skeleton과 인필의 분리 중시. (* 현재 국제적으로는 Support와 Skeleton은 같은 의미로 사용.)
- ☞ 우리나라는 일본과 같이 지진이 강하지는 않지만, 벽식구조로서 설비를 매설하는 구법으로 가변성과 유지관리가 문제가 되며, 바닥충격음 문제와 더불어 내구성이 문제(약 27년)가 되고 있어, 일본과 유사한 방향의 개념이 바람직함. 내구성(특히 기능적 내구성)과 가변성, 유지관리 용이성 나아가서 리모델링을 대비한 시간의 흐름에 따른 사용자의 요구변화와 다양성을

고려한 방향으로 개념이 정리될 필요가 있음.

○ 실용화까지 이루어진 장수명주택 선진국들은 기술선행 후 정책지원이 따라오는 상황으로 전개되어 왔음.

- 네덜란드에서 출발한 SAR 기법과 오픈 하우스 기술이 먼저 개발되고 시범사업과 정책 수립, 핀란드의 기술개발과 시범사업 등
- 일본의 1970년대 KEP 기술개발과 우량주택부품인정제도(BL제도), 1980년 CHS 개발과 인증제도, 1990년대 SI주택과 법제도 개선, House Japan, 차세대 가구포럼 2000년대 후반의 장기우량주택촉진법의 제정과 세제 인센티브 등 30년 정도의 기간에 하드웨어기술과 제도가 선후로 이루어졌음.

☞ 우리나라는 국가차원에서 선행연구단의 연구가 이루어졌으며, 일부 제도가 있기는 하나 장수명주택을 유인하는데 한계. 장수명주택 선진국은 선 기술개발 후 정책 지원의 상황이나, 국내의 현실에서는 1차적인 기술개발이 이루어졌으므로 시장 진입을 고려한 보급기술과 이를 견인하는 정책을 동시에 추진하여 보급과 활성화를 연계시켜 시너지 효과를 가져 올 필요성이 있음.

어느 한 가지 측면만의 연구가 아닌 기술과 정책의 연계가 장수명주택 기술개발의 바람직한 방향으로 판단함.

○ 즉, 한국형 장수명주택 개념은 선진국의 개념과 기술을 벤치마킹(국가 주도 및 기술선행 후 정책·제도 지원 등)하지만 개념을 수입(유럽형의 가변성 + 일본형의 내구성)에 국내 주택 구조형식, 공간구성방식, 시공방식, 제도 등의 현 실정을 고려한 통합형(내구성+가변성+유지관리+리모델링 대비)을 의미함.

대분류	중분류	소분류
1세부 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계	1-1 보급형 장수명주택 모델 개발 및 실증단지 설계	- 인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발(*가변성(생애맞춤형) 시나리오 설정과 단지측면의 장수명화 인프라 포함) - 실증단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가
	1-2 비용절감형 구조모델 개발	- 실증단지 비용절감형 구조모델 제시 - 실증단지 구조설계 및 감리 - 실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가
	1-3 Total Infill System 실용화 기술 개발	- 인필 시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화 - 외피 성능 개선 및 실용화 기술 개발 - 기존 인필의 비용절감 방안 및 실용화를 위한 제품 개선
2세부 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	2-1 실증단지 시공 및 관리	- 실증단지 발주 및 준비 - 실증단지 공사 및 공정관리 * 장수명주택 실증단지 시공 (선정업체 시공)
	2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가	- 실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링 - 실증단지 경제성 평가/비용예측 프로그램 개발
3세부 장수명주택 보급활성화를 위한 정책 및 제도개발	3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선	- 등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가 - 비용 평가를 통한 인센티브 조정 및 제안 - 장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)
	3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화 방안 제안	- 인증 인증제도 방향설정 및 성능기준 개발 - 인필성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증 - 인필인증제도 제안 - 인필 부품 통합 인벤토리 구축
	3-3 해외 신도시 진출 전략 연구	- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 파악 - 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안 제시 - 해외진출 경쟁력 강화 방안제시

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 비전 및 최종목표

- 비전 : 언제나 새집, 생애맞춤형 100년 주택
(Cost Effective & High Performance Lifetimes Homes)
- 최종목표 : 현재 벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명주택 보급모델 개발 및 지원제도의 현실화
- 추진전략
 - Cost Effective : 벽식구조 기본형 건축비 수준의 장수명주택 핵심기술개발
 - Demonstration : 장수명주택 실증단지 실증 및 모니터링
 - System Upgrade : 장수명주택 지원 정책·제도 고도화

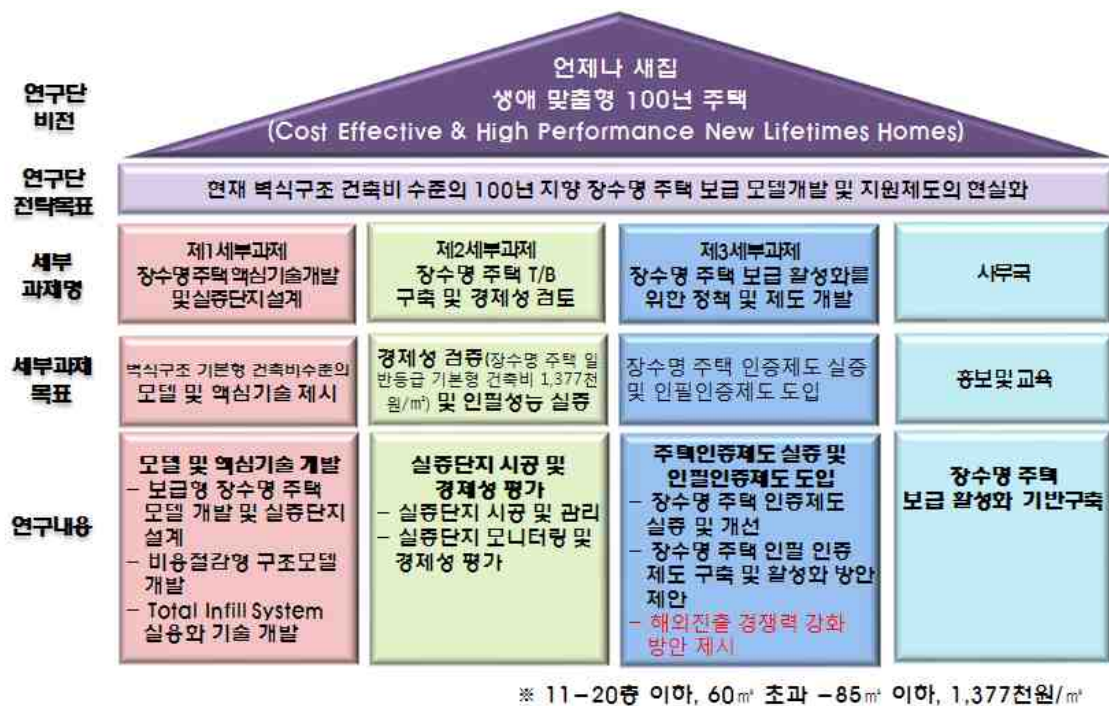


그림 3-1. 연구단 비전 및 목표

- 핵심과제 도출
 - 벽식구조 공동주택 건축비 수준의 장수명주택 보급모델 및 핵심기술 고도화를 위한 현안사항을 해결할 수 있는 기술선도형 과제

- 장수명주택 일반등급 기본형 건축비와 공기단축 등 경제성을 검증할 수 있는 테스트베드 실증 과제
- 테스트베드를 통해 검증할 국토교통부 ‘장수명주택 인증제도’의 발전적 제도화 및 장수명 인필 인증제도 입법화를 위한 정책 및 제도개발 연구과제 등 3개 핵심과제 도출

2. 세부목표

가. 1세부과제 : 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계

- 벽식구조 건축비 수준(기본형 건축비 1,377천원/㎡)의 장수명주택 모델 및 핵심기술 제시
- 인필시장 점유율 (연구 5년 후 5% 수준)

표 3-1. 1세부 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
1-1 보급형 장수명주택 모델개발 및 실증단지 설계	가변성 1등급
1-2 비용절감형 구조모델 개발	내구성 및 층간소음 2등급 이상
1-3 Total Infill System 실용화 기술개발	인필 시스템 현재 대비 5% 비용절감, 성능 유지 및 향상

나. 2세부과제 : 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

- 경제성 검증(장수명주택 일반등급 기본형 건축비 1,377천원/㎡) 및 인필성능 실증

표 3-2. 2세부 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
2-1 실증단지 시공 및 관리 (선정된 건설업체에서 시공)	공기단축 30% 실증 (Transfer층 X, 외피 Prefab, System 거푸집 사용) 간접비 현재 대비 3~5%비용절감
2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가	벽식구조 수준 경제성 검증

○실증주택/단지 개요(예시)

대상 : 신규사업지구 혹은 재건축지구 등 실증 가능한 규모의 주택이 가능한 모든 대상

규모 : 단위세대 59㎡를 중심으로 한 40~85㎡ 규모(가감 가능), 세대 조합 자유.
벽식구조 건축비 수준의 비용절감과 장수명 주택 인증제도를 검증할 수 있는 수준의 실증이 가능한 세대규모(단지, 주동, 세대 혹은 주동의 일부 등) 또는 다양한 조합 등 자유롭게 선택

시행 : 보급형 장수명 주택의 요소기술(Support, Cladding, Infill 등)의 시공 및 모니터링 등을 통한 경제성 평가
장수명 주택 인증제도의 기술 및 비용 검증

운영 : 연구개발비로 건설 후, 5년 이상 모델하우스 및 체험공간으로 운영 후 임대아파트로 전환. (가변성, 수리용이성 검증 실험 등, 임대자에게 거주후 평가(POE))

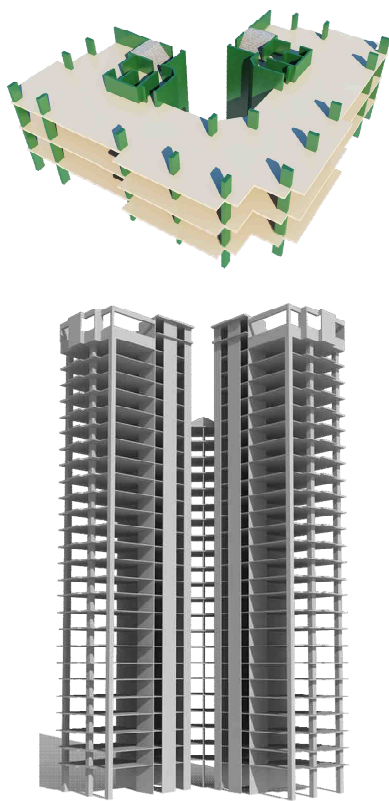


그림 3-2. 실증주택/단지 예시

다. 3세부과제 : 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발

○ 장수명주택 인증제도 실증 및 인필 인증제도 도입

표 3-3. 3세부 세세부과제 목표

세세부 과제명	세세부과제 목표
3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선	-장수명주택인증제도 개정 및 인센티브 확정
3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화	-장수명 인필 인증제도 입법화
3-3 해외 신도시 진출 전략 연구	-해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안 및 해외진출 경쟁력 강화 방안 제시

3. 추진전략

○ 연구기간을 4년으로 하여 보급모델 설정 및 설계(1년) + 실증(2년) + 평가 및 종합제안(1년)으로 구성.

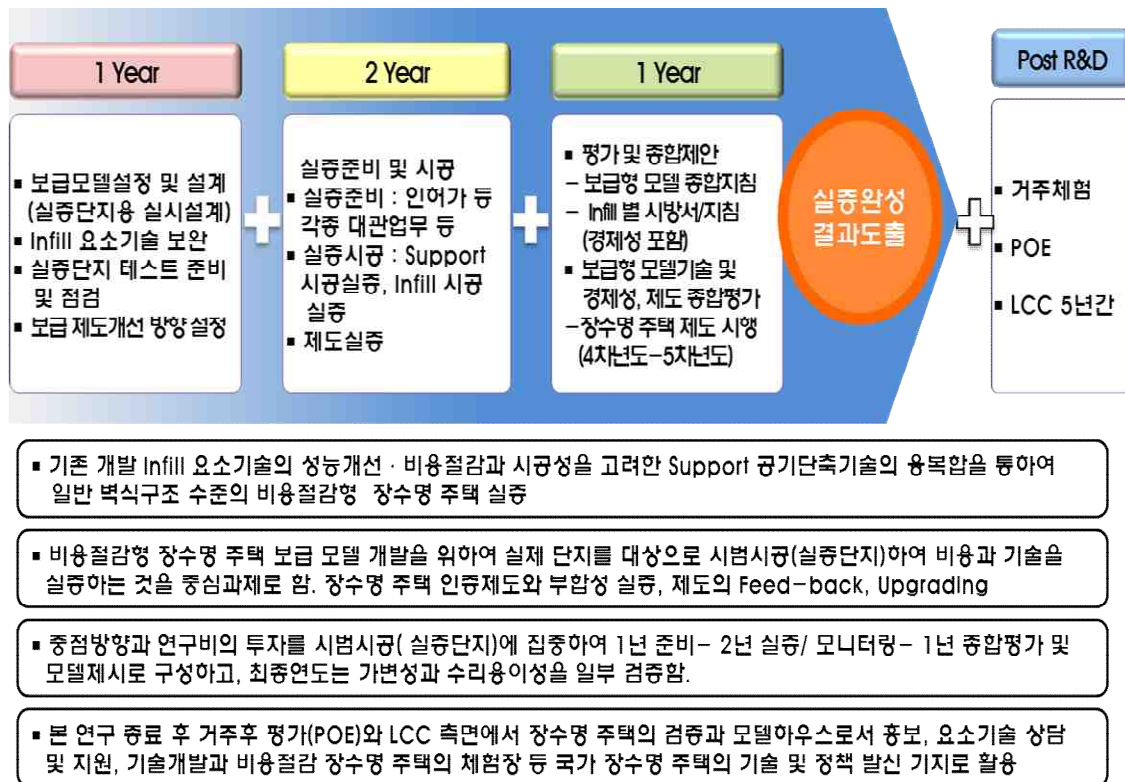


그림 3-3. 연차별 추진방법

- 보급모델 설정 및 설계 : 보급형 모델 실증단지용 실시설계(1차년도)
 - 비용절감방안에 대한 실현가능성 검토
 - 실증준비 및 시공
 - 실증준비 : 인허가 등 각종 대관업무 등(1차년도 후반 및 2차년도 전반)
 - 실증시공 : Support 시공실증, Infill 시공실증(2차년도-3차년도)
 - 제도실증(2차년도-3차년도)
 - 평가 및 종합제안(4차년도)
 - 실증기반 비용절감 실현가능성 평가
 - 보급형 모델 종합제안 및 지침
 - Infill 별 지방서/지침(경제성 포함)
 - 보급형 모델기술 및 경제성, 제도 종합평가
 - 장수명주택 제도 시행
 - 4년차 이후 (후속과제와 연계)
 - 건립된 실증단지를 활용한 후속과제 제안
 - 층간소음 대비, 가족과 세대의 다양화로 인한 주택 내의 가변 및 방 배치 변경 대응, 리모델링 및 유지관리 용이성에 대한 거주실험.
- * 유사사례 일본의 Next21 : ‘여유있는 생활과 에너지 절약·환경보전’을 테마로 미래의 도시형 집합주택의 모습을 제안하는 것을 목적으로 1993년 10월에 건설한 실험주택.
- 1994년 4월, 2000년 4월, 2007년 4월부터 각 5년간 각 시대를 바라보는 주제를 설정하여 오사카 도시가스 직원과 가족이 실제로 거주하면서 총 3회 15년간 실증실험을 실시해 왔음.
- 2013년 3월에 제4단계 거주실험을 위한 건물 리모델링, 새로운 에너지 시스템 등의 공사를 실시, 6월부터 순차적으로 입주 2020년경까지 집합주택을 전제로 제4단계 실험을 실시.
- 환경친화적인 풍요로운 생활을 주제로 사람과 사람의 관계 창출, 사람과 자연의 관계성 재구축, 에너지 절약과 스마트한 생활의 실현을 만족해야 할 요건으로 파악그것을 구현하는 주거 및 에너지시스템의 2개 분야의 실증 실험 실시.
- 전자는 향후 다양한 라이프 스타일에 대응하는 주거·주거 방식의 검증·제안이며, 후자는 스마트 아파트를 구현하는 차세대 에너지 시스템의 실증으로 에너지 절약·CO2 저감을 추구 및 에너지 자립을 양립하는 시스템·기술 실험 실시

2절. 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

가. 현황

- 실(室) 단위 공간구획 및 외피에 내력벽을 배치한 내력벽식구조의 일반화, 구조체 등에 설비·내장 등을 매설·일체화한 공·구법으로 가변성, 리모델링, 유지관리 및 차임 등 기능적 장수명화 한계.
- 내력벽식구조의 일반화로 기둥식 구조방식 적용사례가 적고 Infill 부품개발 일부업체에 의해 개발되고 있으나 시장경쟁력 없음.
 - 정부 및 서울시의 리모델링이 용이한 구조 정책에 대응하여, 민간건설사들은 벽식구조의 대안으로 벽식구조와 무량판구조를 혼합한 형태로서, 일부 내벽체를 기둥으로 전환하여 가변성을 부여한 제한적인 가변형 주택을 선보이고 있음. 그러나 여전히 주택 내부에 구조부재의 존재로 리모델링에 제약을 받음.
 - 개별기술 및 세부 요소기술은 주로 기둥방식의 장스팬 구조시스템 기술, 가변성을 가지는 평면계획기술의 기반은 어느 정도 구축되었다고 볼 수 있으나 구조시스템이 기둥방식과 벽식을 혼합한 혼합방식이 주류를 이루고 있음.
 - 최근 SH를 중심으로 한 기둥방식에 건설이 이루어지고 있으며, LH에서도 기둥방식의 검토와 기술현상 실시.
 - SH공사에서 2010년도에 개발한 세대내 기둥이 없는 장스팬 구조인 “무주(無柱)공간 시스템”은 8m이상의 장스팬을 구현하여 세대내 기둥이 없어 가변형 공간연출이 자유로워 중장기적으로도 리모델링이 쉽게 할 수 있는 구조시스템으로, 현재 사업지구에 적용 중에 있음.
- 장수명주택 기술개발이 선행되었으나 수준(등급)기준이 없고 초기건축비가 기존 벽식 대비 10-20% 수준으로 시장성 저하.
 - 장수명주택의 기술개발은 분야별 요소기술의 연구와 국가차원의 종합적인 R&D연구로 이루어져 왔음. 분야별 기술개발은 가변성을 가지는 평면계획 및 공간 구성기술, 구조분야의 라멘구조와 무량판 구조시스템 기술 개발 등 기둥방식의 구조시스템 기술, 개별 Infill 부품단위의 기술개발과 이를 종합한 국가차원의 장수명주택 기술개발(예; 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 등)이 이루어져 Mock-up House와 모델하우스를 건설한 바 있음.
 - 현재까지 개발한 장수명주택 기술- 특히 장수명주택 연구단 성과는 요소

기술과 이를 종합한 장수명 기반기술의 구축은 이루어졌으나 기존 주택에 대비한 성능향상 요소기술의 부가와 새로운 요소기술의 비용증가로 인하여 기존 공동주택에 비하여 20%~30% 정도의 초기건축비용 상승을 수반(5차년도 보고서, P137, 2010.6)하는 것으로 제시되고 있고, 일반업체의 인식에서는 10~20% 정도의 초기건축비용 증가요인으로 인하여 장수명주택 보급에 한계점으로 작용하고 있는 것으로 지적되고 있음.

(그러나 장수명 연구단에서 제시하고 있는 비용분석 내용의 경우 정확하게 말하면 장수명주택의 Support와 Infill 요소기술의 적용이 연구단에서 개발한 기술을 사용하여 분석한 것은 아니므로 한계가 있음)

특히 장수명 연구단에서 개발한 인필기술은 세대간 경계벽, 건식온돌 2중바닥시스템(습식온돌시스템에 비하여 122% 초기비용 증가), 세대내부벽체(패널방식, 가구방식), 층상배관 화장실, 이동 싱크대 등이 개발되었으나, 비용증가 혹은 시공성 고려가 미흡한 고비용의 공간구성 및 구조시스템, 핵심 인필기술의 부품화와 구법상의 한계, Total System으로써 인필의 Assembly 기술, 이를 종합한 시장에 보급을 위한 모델, 공기단축 시공 및 관리 기술 등은 보급을 위한 기술로서 한계가 있는 것으로 분석하고 있으며, 구조시스템의 전환, 인필부품의 경제성 및 실용성 확보, 공기단축의 등의 측면에서 실용화를 위한 검증이 필요.

- 장수명 공동주택 요소기술 보유업체가 존재하나 시장이 없어 경제성 확보와 기술개선 및 실용화 등 경쟁력 저하.
 - 국가 R&D “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발” 연구 및 후속 연구 등을 통해 국내에도 장수명 공동주택 기술을 보유하고 있는 업체가 있음. 하지만 국내 주택건설환경이 내력벽식 중심으로 이루어져왔기 때문에 관련 시장확보를 하지 못하여 추가적인 기술개발에 어려움을 받아왔음.
 - 인필기술은 2중바닥, 상상배관·벽배관 방식의 화장실 시스템이 개발되고 일부 현장에 적용되고 있음. 일부 업체에서는 기반이 되는 기술개발은 이루어져 있으나 실험실적이 없어 실무에는 적용되지 못하고 있음.
 - Infill의 핵심기술로써 세대간 경량칸막이벽체, 세대내 가동칸막이벽체(벽체구성, 가동방법, 가구칸막이벽체, 패널칸막이벽체)의 개발, 2중바닥구성 및 건식온돌기술, 슬래브 다운과 상상(층상)배관 화장실 결합 및 벽배관 화장실 시스템과 UBR 적용, 2중천장 구성기술, 2중배관시스템(Sleeve in Sleeve), 가동문+배선 복합시스템, 수납시스템 등이 개발됨.
- 장수명주택기술 개발지원 및 시장 확대를 유인하는 제도적 장치가 미흡.

나. 미래상

- 장수명주택의 확산 및 발전을 통해 100년 지향 고품질·수요자 맞춤형의 국민행복 주택 보급 및 서민주거복지 향상
 - 층간소음·유지관리·리모델링 용이한 공동주택 보급.
 - 국가적 차원의 사회비용 저감. (향후 100년간 연간 22조)
 - 조기전면철거 재건축 억제를 통한 자원절약 환경부하 감소.
 - 새로운 주거문화에 대한 사회적 공감대 형성 및 주거안정에 기여.
 - 국민의 주택소요 비용경감 등 통한 자산가치 향상.(주택비 부담 감소)
- 장수명주택 건설·설계기준을 활용해 3無아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성.
- 공기단축형 설계 및 시공 기술력 제고로 해외신도시 수출 등의 국제경쟁력 향상

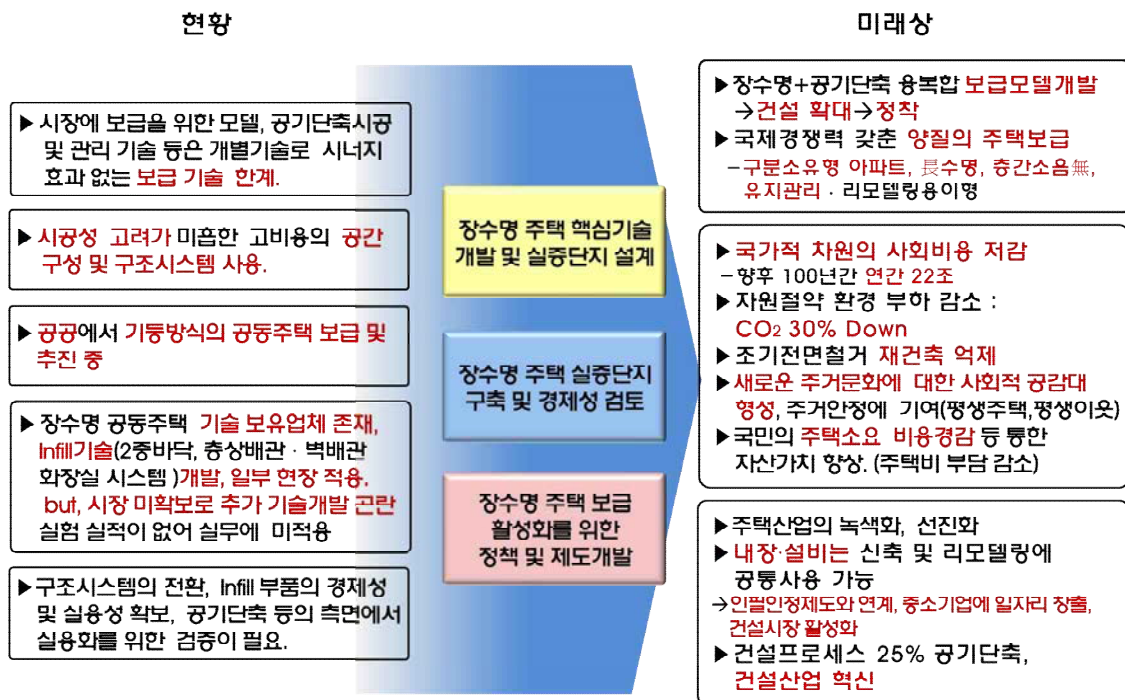


그림 3-4. 기술개발에 따른 미래상

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- 기존 장수명 연구단 기술의 성과를 반영하고 장수명 주택인증제도와 연계한 비용절감형 보급모델의 설계와 이를 실제 현장에서 시공검증을 통한 초기건축비용의 검증, 제도와 연계성 검토 등 설계-시공-제도의 연계성 속에서 시너지효과를 낼 수 있도록 함.
- 기존의 장수명 설계, 건설, 제품생산업체, 연구팀 등의 장수명 주택관련 유경험자를 중심으로 팀을 구성함으로써 시행착오를 줄이고 효과적인 성과를 얻을 수 있도록 함.
- 보급모델의 Simulation을 통한 등급별 모델과 비용절감 가능성 사전 점검.
 - 적용할 수 있는 장수명주택 요소기술 리스트 정리.
 - 비용절감을 고려한 요소기술 간의 조합 모델 구축.
- 신축단지의 1개동을 대상으로 ‘장수명 공동주택 인증제도’와 연계한 장수명 공동주택 보급 모델 시공을 통해 현실성 있는 비용절감 기능성 실증.
 - Support의 공기단축을 통한 비용절감 실증.
 - Infill의 Pre-test 검증과 시공을 통한 개선 및 실용화 가능성 실증.
- 장수명주택의 실증단지에서 등급별 기술을 테스트하고 비용분석과 등급기준 관계 검증하여 장수명주택 인증제도의 실증과 인센티브 체계의 구체화.
- 개발기술의 홍보를 통한 성과 확산 및 보급.

나. 기대효과

- 사회·경제적 효과
 - LCC 고려 및 초기 건축비 절감을 통한 장수명주택 보급 확대와 국민의 주택소요비용 경감을 통한 자산가치 향상
 - * 초기건축비 10%, 설비 및 유지관리 LCC 20% 절감
 - * 100년 기준 1/3 정도의 주거비 및 재건축으로 인한 이사, 전학 등 사회적 비용 절감
 - 인구구조와 가족형태의 변화에 유연하게 대응할 수 있는 맞춤형 주택 실현을 통해 미래 사회비용 저감이 가능한 주택 재고의 확보

- 글로벌 경쟁력을 갖춘 한국형 장수명주택건설기술(구조시스템, 설계기술 및 지침 등) 확보 및 부품산업 확대로 건설산업 활성화
- 모든 주택을 100년 주택으로 건설할 경우 연간 22조의 절감효과 기대 (조선일보 경제면, '13.3.15)
- 주택성능 개선으로 인한 재건축 최소화로 주거안정 및 이로 인한 사회적·환경적·경제적 효과 극대화

○ 기술적 효과

- 100년 이상 지속가능한 우수품질의 ‘한국형’ 비용절감형 장수명주택 보급모델 기술개발로 글로벌 경쟁력 확보
 - * 기존 벽식구조 건축비 수준의 보급모델 기술 및 보급기반 구축
 - * 장수명 부품 기술의 성능개선과 확대보급 기반 구축
- 장수명과 공기단축을 융·복합한 비용절감형 기술 확보
 - * 공기단축을 통한 금융비등 간접비 절감 : 2~3%
 - * 설계 시공성 향상을 통한 사업비 절감 : 5~15%
- 건설 설계 및 시공 기술력의 융·복합으로 해외 신도시 수출 등 건설산업의 수출경쟁력 강화로 수익성 확대
 - * 장수명주택기술 해외수출로 연간 1,470명의 해외 일자리창출 예상 (연 5 천호, 약 1조 시장 기준)

3절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. 성과목표

- 건설교통 R&D사업은 각각 공법/기법, 재료/자재, 소프트웨어, 장비/장치, 시스템 등 5가지 분야로 나누며, 현재 적용되는 TRL, TRA 방식은 이 5분야를 재정의하여 활용하고 있음.
- 그러나 해당연구는 장수명 주택의 비용절감 핵심기술의 실증과 제도를 검증하고 제안하는 연구과제로, 기 개발된 재료/자재 및 공법/기법을 활용하여 이들의 성능과 비용을 개선하여 현장에 적용성을 실증하고, 기술을 업그레이드라는 것을 목적으로 설정하였음.
- 비용절감형 장수명주택 보급모델 및 핵심기술개발부터 실증단지 구축을 통한 시제품 설치 및 성능시험단계를 거쳐 수요자에게 공급하는 현장 적용/사업화 단계 이전까지 기술개발 성숙도를 2-3단계 끌어올림으로써 현재 현장의 수요를 충족시킬 수 있도록 성과목표를 설정함.
- 본 과제는 현재 개발된 장수명 공동주택 기술을 바탕으로 기존 기술의 고비용을 저감하도록 개선하거나 추가 핵심기술을 개발하고 결과물을 Pre-test를 통해 시험 후 실증단지에 적용하여 성능/비용절감 평가를 통하여 기술의 성능과 비용절감 검증을 이루는 것을 목표로 하고, 제도 및 정책관련 연구는 기존 제도의 현장기술과 연계한 현실성을 고려한 검증과 인필인증제도를 제안하는 연구로서 기술성숙도를 ‘TRL 8-시제품 설치 및 성능시험단계’로 함.

구분		표기	단계별 설명
기초연구단계	TRL 1	☐	이론적 연구단계
	TRL 2	☐	기술적 개념정립 단계
실험단계	TRL 3	☐	실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐	유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐	유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☐	실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	■	시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	현장적용/사업화 단계

2. 성과지표

가. Work Breakdown Structure (WBS)

- WBS(Work Breakdown Structure)란 작업분할구조도로서 대상의 범위와 최종 결과물을 세부적으로 분할하여 체계화시킨 구조도임.
- 본 과제의 연구개발단계의 구분을 위하여 연구목표 및 내용을 주제별로 구분하고 연차별 세부연구 목표를 세움으로써 성과지표를 가시화하고 연차별 일정에 맞추어 예산과 인적자원을 배정하며 연구진행에 대한 통제력을 높이는 데 그 목적이 있음.
- 본 연구는 크게 장수명 주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계, 장수명 주택 실증단지 구축 및 경제성 검토, 장수명 주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발이라는 연구목표로 구분할 수 있음. CTE 선정을 위한 WBS 구성은 아래 그림과 같다.

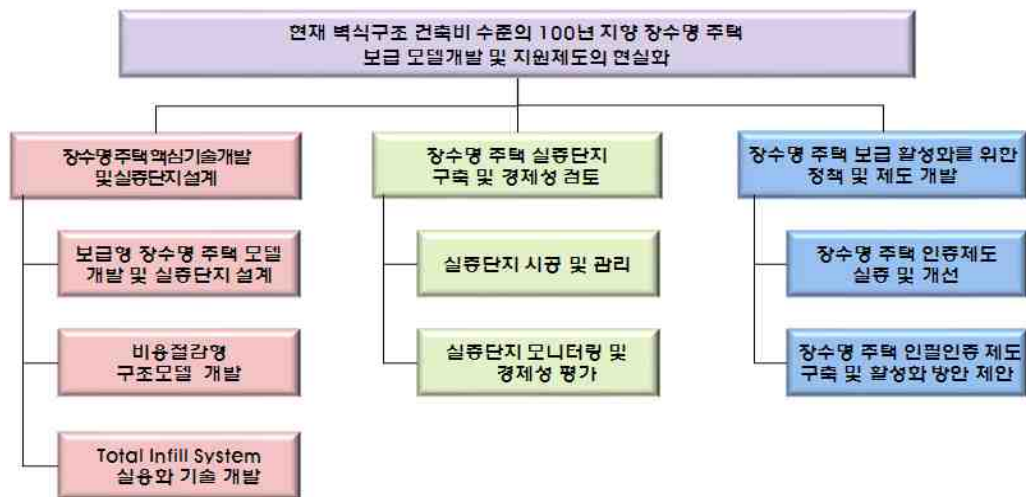


그림 3-5. 과제구성

나. CTE CHECK LIST

1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가?
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발 시 변경된 기술인가?
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

다. 핵심기술 요소 후보 및 평가결과

(1) 1세부

연구과제명	장수명 주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계					
기술	기술후보	유형	CTE 체크리스트 판정결과	최종 CTE 적합여부	현재 TRL 자체평가	목표TRL
보급형 장수명 주택 모델 개발 및 실증단지 설계	인증제도 등급별 보급형 설계 모델	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-5	TRL-8
	유지관리 용이한 설계 기법	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-5	TRL-8
	테스트베드 대상선정 및 실시설계	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-5	TRL-8
	감리 및 평가	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합 ■	TRL-6	TRL-8
비용절감형 구조모델 개발	실증단지 구조설계 및 구조 감리	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합 ■	TRL-6	TRL-8
	충간소음, 진동 등 사용성 평가	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-7	TRL-8
	실증단지 경제성 평가	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	비용절감형 구조모델 제시	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-7	TRL-8
Total Infill System 실용화 기술 개발	인필시공 Rule Book 구축	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-3	TRL-8
	Total Infill System화	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-3	TRL-8
	외피 성능 개선 및 실용화 기술	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	기존 인필의 비용절감 방안 및 실용화를 위한 제품개선	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8

1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

(2) 2세부

연구과제명	장수명 주택 실증단지 구축 및 경제성 검토					
기술	기술후보	유형	CTE 체크리스트 판정결과	최종 CTE 적합여부	현재 TRL 자체평가	목표TRL
실증단지 시공 및 관리	실증단지 발주 및 준비	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-6	TRL-8
	실증단지 공사 및 공정관리	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
			1 2 3 4 5 6	적합 부적합	TRL	TRL
			1 2 3 4 5 6	적합 부적합	TRL	TRL
실증단지 모니터링 및 경제성 평가	실증단지 시공 모니터링	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-6	TRL-8
	실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램	공법 · 기법	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
			1 2 3 4 5 6	적합 부적합	TRL	TRL
			1 2 3 4 5 6	적합 부적합	TRL	TRL

1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

R&D 유형 : 공법·기법

TRL 단계 정의		단계별 세부설명
TRL 1	기본적인 과학 원리 관찰 및 파악 단계 (순수이론단계)	가장 낮은 기술개발단계로 과학적 연구결과가 응용연구개발로 전환되기 시작하는 단계 개발하고자 하는 공법/기법 관련 기술의 개념이 정립됨. 관련 기술의 기본 속성에 관한 문헌연구나 물리적인 관찰을 토대로 한 실험적 연구 등이 포함됨.
TRL 2	기술적 응용개념 또는 아이디어 형성 단계	순수 아이디어에서 응용연구로 나아가는 단계 가능성이 확인되지 않은 공법/기법을 새로운 형태의 기술 개념으로 정의하고 제안함. 연구의 대부분은 관련 기술을 응용하기 위한 보다 구체적인 문헌 및 자료 분석으로 이루어지며 TRL 1 단계에서 관찰된 기본원리를 규명하기 위한 실험적 연구의 설계로 발전됨.
TRL 3	해석적 연구와 실험적 연구를 통한 개별 요소의 기능과 특성 정립 단계	관련기술의 연구개발이 본격적으로 활발하게 진행되는 단계 개념 증명 또는 가능성 확인을 위해 실험실 환경에서 단위 요소기술에 대한 기초기술을 확보하는 단계 기술의 개념 및 문헌 연구 수준을 넘어 관련 개념을 기술적으로 구현하기 위한 실험적 연구를 수행
TRL 4	실험실 환경에서 Bench scale 규모의 성능 및 신뢰성 평가 단계	개념 증명 또는 타당성 확인을 위해 Bench scale(실험실용 크기, 소규모) 모델을 시험 제작하여 성능을 검증하는 단계 최종 운영 시스템/환경과의 차이점을 고려하여 실험실 규모의 테스트 결과를 분석
TRL 5	유사 환경에서 Bench scale 규모의 성능 평가 및 신뢰성을 시험 단계	거의 모든 측면에서 최종 환경과 유사한 상태에서 기본적인 Bench scale모델의 성능을 시험하는 단계 실험실 규모의 테스트 결과 및 실험실과 최종 운영 시스템/환경과의 차이점에 관한 분석을 포함 TRL 4단계, 즉 실험실 환경에 개발된 기술의 정확도와 신뢰도를 유사환경 하에서 향상시킴.
TRL 6	유사 환경에서 공법/기법 프로토타입 모델의 신뢰성 및 안전성 평가 단계	개발 기술이 실제 현장에서 구현 될 수 있도록 발전시키는 단계 공법/기법 프로토타입 모델(예비실험을 위한 중간 규모의 모델)은 운영시스템에 요구되는 모든 기능을 수행할 수 있어야 하며, 적합한 신뢰도를 갖추었는지를 수요자 또는 고객의 실제사용 환경과 유사한 환경에서 검증 해당 공법/기법에 대한 특허 출원이 이루어짐.
TRL 7	공법/기법 프로토타입이 실제현장 사용가능성 증명 단계	제한된 실제 현장에서 프로토타입이 실제 적용 및 사용 가능한지를 증명하는 단계 유사환경과 실험실 환경 테스트 결과의 차이점에 대한 분석이 수행되어야 하며, 시험결과가 최종 결과물에 어떤 의미를 갖는 지에 대한 분석이 요구됨.
TRL 8	공법/기법 완제품의 제한된 실제현장 사용가능성 증명 단계	해당 기술이 완제품의 형태로서 제한된 실제 환경 또는 예상되는 조건 하에서 작동하는 지를 입증되는 단계로 사실상의 기술개발 종료 단계 개발된 공법/기법이 실제 사용 현장에서 의도한 목적을 충실히 달성할 것인지를 시험하고, 검증
TRL 9	공법/기법 완제품이 실제 현장에서 사용 적합성 증명 단계	기술이 최종형태로 완성되며, 실제 적용 환경 운용되는 단계 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지며 기술개발사업의 목표가 대부분 달성됨.

(3) 3세부

연구과제명	장수명 주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발					
기술	기술후보	유형	CTE 체크리스트 판정결과	최종 CTE 적합여부 (3개이상)	현재 TRL 자체평가	목표TRL
장수명 주택 인증제도 실증 및 개선	설계모델에 대한 인증제도 가상평가	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	현행 인증제도의 평가	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	비용 평가, 인센티브 조정 및 제안	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-9
장수명 주택 인필인증 제도 구축 및 활성화 방안 제안	인증 틀 방향설정 및 성능기준 개발	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	인필 평가방법 개발 (외피/벽체/충상배관/ 바닥/천장 등)	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	인필인증제도 검증 (가상운영/평가/시물레 이션)	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	인필인증제도 제안	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8
	Infill 부품 통합 인벤토리 구축 (시스템별 품셈, 원가 계산서, 가격 정보 등)	시스템	1 2 3 4 5 6 ■ ■ ■ ■ ■	적합 ■ 부적합	TRL-4	TRL-8

1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?

R&D 유형 : 시스템

TRL 단계 정의		단계별 세부설명
TRL 1	기본적인 과학 원리 관찰 및 파악 단계 (순수이론단계)	가장 낮은 기술개발단계로 과학적 연구결과가 응용연구개발로 전환되기 시작하는 단계 개발하고자 하는 공법/기법 관련 기술의 개념이 정립됨. 관련 기술의 기본 속성에 관한 문헌연구나 물리적인 관찰을 토대로 한 실험적 연구 등이 포함됨.
TRL 2	기술적 응용개념 또는 아이디어 형성 단계	순수 아이디어에서 응용연구로 나아가는 단계 가능성이 확인되지 않은 공법/기법을 새로운 형태의 기술 개념으로 정의하고 제안함. 연구의 대부분은 관련 기술을 응용하기 위한 보다 구체적인 문헌 및 자료 분석으로 이루어지며 TRL 1 단계에서 관찰된 기본원리를 규명하기 위한 실험적 연구의 설계로 발전됨.
TRL 3	해석적 연구와 실험적 연구를 통한 개별 요소의 기능과 특성 정립 단계	관련기술의 연구개발이 본격적으로 활발하게 진행되는 단계 개념 증명 또는 가능성 확인을 위해 실험실 환경에서 단위 요소기술에 대한 기초기술을 확보하는 단계 기술의 개념 및 문헌 연구 수준을 넘어 관련 개념을 기술적으로 구현하기 위한 실험적 연구를 수행 중요한 하위 시스템을 분석하고 필요할 경우 물리적 실험을 보완하는데 모델링과 시뮬레이션을 사용
TRL 4	실험실 환경에서 구성 시스템의 성능평가 및 신뢰성 시험 단계	개념 증명 또는 타당성 확인을 위해 구성 시스템을 시험하여 성능을 검증하는 단계 최종 운영 시스템/환경과의 차이점을 고려하여 실험실 규모의 테스트 결과를 분석
TRL 5	유사환경에서 구성시스템의 성능평가 단계	거의 모든 측면에서 최종 환경과 유사한 상태에서 개발 시스템의 기술 구성요소가 통합되고 기본적인 성능을 시험하는 단계 실험실 규모의 테스트 결과 및 실험실과 최종 운영 시스템/환경과의 차이점에 관한 분석을 포함 TRL 4단계, 즉 실험실 환경에 개발된 기술의 정확도와 신뢰도를 유사환경 하에서 향상시킴.
TRL 6	유사환경에서 시스템 프로토타입 모델의 신뢰성 및 안전성 평가 단계	개발 기술이 실제 현장에서 구현 될 수 있도록 발전시키는 단계 시스템 프로토타입은 실제 요구되는 모든 기능을 수행할 수 있어야 하며 적합한 신뢰도를 갖추었는지를 수요자 또는 고객의 실제 사용 환경과 유사한 환경에서 검증 해당 시스템에 대한 특허 출원이 이루어 짐.
TRL 7	시험운동을 통해 시스템 프로토타입의 실제 환경 사용 가능성 증명 단계	제한된 실제 현장에서 시스템 프로토타입의 시연이 이루어 짐. 유사환경과 실험실 환경에서의 테스트 결과 차이점에 대한 분석이 수행되어야 하며, 시험결과가 최종 결과물에 어떤 의미를 갖는지에 대한 분석이 요구 됨
TRL 8	시스템 완제품의 제한된 실제 환경에서 사용 가능성 증명단계	해당 기술이 완제품의 형태로서 제한된 실제 환경 또는 예상되는 조건 하에서 작동하는 지를 입증되는 단계로 사실상의 기술개발 종료 단계 개발된 공법/기법이 실제 사용 현장에서 의도한 목적을 충실히 달성할 것인지를 시험하고, 검증
TRL 9	시스템 완제품의 실제 환경 사용적합성 증명 단계	기술이 최종형태로 완성되며, 실제 적용 환경 운용되는 단계 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지며 기술개발사업의 목표가 대부분 달성됨.

4절. 연구개발과제 구성

1. [1세부과제] 비용절감형 장수명주택모델 및 핵심기술개발

(1) 정의

- 장수명주택 인증제도 개선(3세부)의 기반이 되는 성능등급별 장수명주택 모델을 개발하고, 이 장수명주택 모델이 실제 건설시장에 보급화 될 수 있도록 기 개발된 장수명주택 관련 요소기술들의 성능평가뿐 아니라 비용절감 측면을 중점적으로 고려한 모델을 제시.
- 또한 실증단지 적용을 통한 전체 요소기술에 대한 종합적 적용성 평가를 통해 최종 장수명주택의 설계모델을 제시하도록 함.

(2) 설정사유

- 100년을 버티는 장수명주택을 활성화하기 위해 정부 및 지자체는 장수명주택 건설시 용적률 등 인센티브를 부여하고 있으나, 초기 건설비 상승으로 인해 건설시장에 장수명주택이 보급화 되지 않고 있음. 장수명주택의 활성화를 위해서는 기 개발된 장수명주택 요소기술들의 비용절감측면을 고려하여 개선시킨 “비용절감형 장수명주택 보급모델” 개발이 필요함.
- 또한 실증단지 건설을 위한 필수 사전단계로써 장수명주택 보급모델(설계)을 수립해야 하며, 3세부과제에서 도출된 인증제도 등급에 따른 모델을 세분화하여 장수명주택 성능과 비용절감의 수준을 다양화시킴으로써 장수명주택 보급 활성화 전략을 구현.

(3) 목적

- 기존 장수명주택 모델의 개선연구와 단지단위 실증단지 실증을 통해 비용절감형 장수명주택 보급모델을 건설시장에서 즉각 적용할 수 있도록 함. 또한 장수명주택 인증제도와 연계하여 소비자 선택의 폭을 넓히고 장수명주택의 활성화에 기여하고자 함.
- 본 성과물을 기반으로 장수명주택이 건설시장에서 활성화되면, 연간 약 22조원의 사회비용을 절감할 수 있으며 또한 인필산업의 활성화를 통한 미래성장기반을 마련하며 국민의 삶의 질 개선을 달성할 수 있음.

(4) 목표

- － 벽식구조 건축비 수준(기본형 건축비 1,377천원/㎡)의 장수명주택 모델

- 및 핵심기술 개발
- 인필시장 점유율 (연구 후 5% 수준)

(5) 세부요소 기술

1-1 보급형 장수명주택 모델 개발 및 실증단지 설계

- 인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발
- 가변성(생애맞춤형) 시나리오 설정(면적규모 60㎡기준으로 40-85㎡ 대상)
- 단지측면의 장수명화 인프라 기술, 기법 개발
- 실증단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가

1-2 비용절감형 구조모델 개발

- 실증단지 비용절감형 구조모델 제시
- 실증단지 구조설계 및 감리
- 실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가

1-3 Total Infill System 실용화 기술개발

- 인필시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화(표준화 포함)
- 외피성능 개선 및 실용화 기술개발
- 기존 인필의 비용절감 방안 및 실용화를 위한 제품 개선

2. [2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

(1) 정의

- 비용절감형 장수명 공동주택 실증단지 건설.
- 장수명 공동주택을 건설하려는 자에게 장수명 요소기술들을 조합한 모델에 대한 비용예측 서비스를 제공하는 프로그램 개발.

(2) 설정사유

- 선행 연구단의 기 개발기술은 고비용을 유발하므로 기 개발기술은 비용적인 측면에서 개선하며, 비용을 절감시킬 수 있는 핵심기술은 추가적으로 개발을 적용할 실증단지 필요. 또한 이 실증단지는 등급별 적용된 요소기술에 대한 비용부분에 대한 실증 장소로서 활용.
- 장수명주택 요소기술의 다양한 조합에 대응할 수 있는 비용예측 시스템이 부재하여 ‘장수명주택은 비싸다’는 막연한 의견을 설득할 수 있는 근거로

서의 경제성 평가 및 비용예측 프로그램의 개발 필요.

(3) 목적

- 비용절감형 장수명 공동주택 실증단지 구축 및 경제성 검토
- 장수명 공동주택을 건설하려는 자에게 장수명 요소기술들을 조합한 모델에 대한 비용예측 서비스를 제공.

(4) 목표

- 장수명주택 일반등급 기본형 건축비 검증 (기본형 건축비 1,377천원/㎡)
- 비용절감을 위한 공기단축 시공 기술 검증

(5) 세부요소 기술

2-1 실증단지 시공 및 관리

- 실증단지 발주 및 준비
- 실증단지 공사 및 공정관리
- 장수명주택 실증단지 시공(선정업체 시공)

2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가

- 실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링
- 실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발

3. [3세부과제] 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발

(1) 정의

- 실증단지를 활용하여 시공성과 등급별 소요비용 산출의 실증을 통해 장수명 주택 인증제도 개선 및 인센티브 현실화에 대한 타당성 확보.
- 장수명주택에 내장, 외피에 대한 성능, 집합에 대한 평가 및 기준 제시. 개발비용 및 실용화를 위한 비용까지 고려함으로써 인필인증을 받은 제품에 인센티브를 부여할 근거를 마련할 수 있을 것임.
- 연구성과를 활용한 해외 주택단지진출 전략 수립 및 지원할 수 있는 지역 맞춤형 장수명 주택기술을 조사 연구하고 장수명 주택과 융·복합하여 전략적으로 진출할 수 있는 기술적인 기반과 정보를 확보함.

(2) 설정사유

- 국토교통부에서 준비 중인 장수명주택 인증제도를 2015년부터 운영할 예정이지만 기준과 등급별 비용증가 및 인센티브를 부여하기 위한 조건별 상세한 비용부분에 대한 실증이 없이 연구 및 실무경험에 근거하여 결정된 한계점을 가지고 있어 명확한 실증과 근거설정을 통하여 정밀하게 검증 필요함.
- 주택시장이 벽식에서 기둥식으로 전환하면 인필의 필요성이 증가하지만 국내 인필산업은 열악하고 시장이 성립하지 않은 문제점으로 인하여 개발에 대한 방향과 시장진입이 어려운 실정임. 기존 장수명 연구단에 참여했던 인필 개발업체들마저 그동안 장수명 주택의 시장의 미성숙으로 추가적인 개발을 외면하고 있는 상태임. 초기 개발비용이 비싸고 관련 시장이 거의 없는 관계로 인필에 대한 기술개발 및 실용화가 이루어지지 않는 악순환이 반복되고 있어 자생적인 시장환경에서는 성립하기 어려우므로 이를 유인할 수 있는 제도 및 정책수립이 필요함.
- 경쟁력 있는 비용절감형 장수명 주택 연구개발 성과를 국내에 보급함은 물론 해외 신도시 개발 진출에도 국제적인 경쟁력 있는 기술로 새로운 시장을 개척하는 것은 주택산업활성화에 기여할 수 있고 국내 인필산업의 성장과 더불어 중소기업의 발전을 가져올 수 있기 때문에 필요함.

(3) 목적

- 장수명주택 인증제도 보완
- 인증을 받은 인필제품의 경쟁력이 생겨 인필시장 활성화

(4) 목표

- 장수명주택 인증제도 개선 및 인필 인증제도 도입

(5) 세부요소 기술

- 3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선
 - 등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가
 - 비용평가를 통한 인센티브 조정 및 제안
 - 장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)
- 3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화
 - 인필인증제도 방향설정 및 성능기준 개발
 - 인필성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증
(* 외피, 벽체, 층상배관, 바닥, 천장 등)
 - 인필인증제도 검증 및 제안(*제도, 평가, 시뮬레이션 통한 검증)

- 인필부품 통합 인벤토리 구축

3-3 해외 신도시 진출 전략 연구

- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 파악
- 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안제시
- 해외진출 경쟁력 강화 및 지역맞춤형 방안제시

4. [연구단 사무국]

(1) 정의

- 연구단을 운영 및 관리
- 연구단 성과의 홍보 및 교육

(2) 설정사유

- 연구단 성과에 대한 홍보 및 교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상), 설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 준비, 지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원 등 언론, 홍보, 교육의 허브로서의 역할 필요.

(3) 목적

- 비용절감형 장수명 공동주택 연구단 성과의 홍보 및 교육

(4) 목표

- 홍보 및 교육, 정책지원을 통해 다양한 계층을 상대로 비용절감형 장수명 공동주택에 대한 인식 전환 유도.

(5) 세부요소 기술

- 장수명주택 보급 활성화 기반 구축
 - 연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자(개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과보고서, 연구진행보고 팸플렛, 출장보고서 등)
 - 설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작
 - 교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상)
 - 지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원.
- 전체 연구의 진도관리/ 연구과제간 협력/ 대외협력 등

5절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부과제

가. 1-1세부

(1) 주요내용

- 인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발
(* 비용절감 및 생애맞춤형 시나리오 고려 모델설계/
평면면적 규모는 60㎡를 중심으로 40-85㎡ 범위)
- 단지차원의 장수명화를 위한 인프라 요소 기술 혹은 기법 제안
- 실증단지 대상선정, 실시설계 감리 및 평가

(2) 추진전략

- 장수명 주택 보급형 모델 설계를 위한 평면(세대+주동 등)의 비용절감 요소 추출 해소(시공, 구조, 설계자 참여 워크숍)
(* 단지, 주동, 주동 일부 및 세대 차원의 비용절감형 장수명 주택 기술수준을 달성할 수 있는 연구단의 결정과 연계하여 규모 결정)
- 연구단 구성 시 부터 대상지 선정 및 협의

나. 1-2세부

(1) 주요내용

- 실증단지 비용절감형 구조모델 제시
- 실증단지 구조설계 및 감리
- 실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가

(2) 추진전략

- 설계 모델 팀 및 타구조 전문가와 자문 및 평가, 협의

다. 1-3세부

(1) 주요내용

- 인필시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화(표준화 포함)
- 외피성능 개선 및 실용화 기술개발
- 과거 외벽 PC도입 실패요인 분석 및 개선 기술개발

(특히 접합부 중심)

- 기존 인필의 비용절감화 방안 및 실용화를 위한 제품 개선

(2) 추진전략

- Infill : 비용절감 장애요소 해소
 - 재료구성, 제조공정, 필요기능, 시공공정 평가 (비용분석과 건설업체, 연구팀 등 워크숍)
 - Pre-test를 통한 성능검증 및 비용 평가
 - 제품화와 비용관계 범위설정을 위한 팀과 건설업체 등과 워크숍, 자문

표 3-4. 1세부과제별 주요내용 및 추진전략

세부	세세부과제명/주요내용	추진전략
1세부	1-1 보급형 장수명주택모델 개발 및 실증단지 설계 -인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발(*비용절감 및 가변성(생애맞춤형) 시나리오 고려 모델설계) -단지측면의 장수명화 인프라 요소 기법/기술 -실증단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가 * 실증단지 및 주택의 평면면적 규모 60㎡를 중심으로 40-85㎡ 범위를 대상으로 함.	-보급형 설계모델설계를 위한 평면(세대+주동)의 비용절감 요소 추출 해소(시공, 구조, 설계자 참여 워크숍) - 생애맞춤형 시나리오 설정 -연구단 구성 시 부터 대상지 선정 및 협의
	1-2 비용절감형 구조모델 개발 -실증단지 비용절감형 구조모델 제시 -실증단지 구조설계 및 감리 -실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가	-설계 모델 팀 및 타구조 전문가와 자문 및 평가, 협의 -실증 시공팀 교육 및 수시 워크숍 -음환경 성능 평가(실증단지 현장 모니터링 평가)와 연계
	1-3 Total Infill System 실용화 기술개발 -인필시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화(표준화 포함) -외피 성능 개선 및 실용화 기술개발(구성, 접합부 등) -기존 인필의 비용절감화 방안 및 실용화를 위한 제품 개선	-Infill:비용절감 장애요소 해소 : 재료구성, 제조공정, 필요기능, 시공공정 평가 (비용분석과 건설업체, 연구팀 등 워크숍) : Pre-test 성능검증 및 비용 평가 : 제품화와 비용관계 범위설정을 위한 팀과 건설업체 등과 워크숍, 자문

2. 2세부과제

가. 2-1세부

(1) 주요내용

- 실증단지 발주 및 준비
- 실증단지 공사 및 공정관리
- 장수명주택 실증단지 시공(선정업체 시공)

(2) 추진전략

- 설계 모델 개발 시 시공성 기준 검토과정 참여, 워크숍 협의
- 시공업체와 워크숍을 통한 내용 공유, 기법 확인

나. 2-2세부

(1) 주요내용

- 실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링
- 실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발

(2) 추진전략

- 시공 시뮬레이션 내용 숙지, 설계, 인필, 시공 연구팀과 공정 및 경제성 등 지속적 협의 (* 정밀도 확보된 구조체 시공이 인필시공을 원활하게 함.)
- 시공성, 경제성 관련 전문가 참여 평가 및 워크숍
- 실증단지 등 관련 유사 건축물 테스트

표 3-5. 2세부과제별 주요내용 및 추진전략

세부	세세부과제명/주요내용	추진전략
2세부	2-1 실증단지 시공 및 관리 -실증단지 발주 및 준비 -실증단지 공사 및 공정관리 -장수명주택 실증단지 시공(선정업체 시공)	-설계 모델 개발 시 시공성 기준 검토과정 참여, 워크숍 협의 -시공업체와 워크숍을 통한 내용공유, 기법 확인
	2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가 -실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링 -실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발	-시공 시뮬레이션 내용 숙지, 설계, 인필, 시공 연구팀과 공정 및 경제성 등 지속적 협의 * 정밀도 확보된 구조체 시공이 인필시공을 원활하게 함. -시공성, 경제성 관련 전문가 참여 평가 및 워크숍 -실증단지 등 관련 유사 건축물 테스트

** 실증 시공

3. 3세부과제

가. 3-1세부

(1) 주요내용

- 등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가
- 비용평가를 통한 인센티브 조정 및 제안
- 장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)

(2) 추진전략

- 현실화를 위한 관련부처 정기적 협의
- 실증기술과 정책연계를 위한 설계, 실증단지 팀과 유기적 협조, 워크숍
- 일본 등 선진국과 발표회, 워크숍 등 내용과 인적 교류 혹은 공동연구

나. 3-2세부

(1) 주요내용

- 인필 인증제도 방향설정 및 성능기준 개발
- 인필 성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증
 - 외피, 벽체, 층상배관, 바닥, 천장 등
 - 가상 운영, 평가, 시뮬레이션 통한 검증
- 인필인증제도 제안
- 인필부품 통합 인벤토리 구축

(2) 추진전략

- 인필 업체의 위원회 혹은 포럼 구성
 - 국내 모든 인필업체 참여 개방
- 일본 등 인필 제도 선행국 방문 및 조사, 발표회 등으로 벤치마킹
- 세제관련, 금융업체, 연구자 등 자문, 협조

나. 3-3세부

(1) 주요내용

- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 조사를 통한 수요특성 파악
(1차년도: 사전조사, 2차년도: 본조사 혹은 지역별로 구분하여 조사 연구단의 상황에 따라 선택)/장애요소/실패사례 등 파악
- 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안(3차년도)

- 해외진출 경쟁력 강화 방안 및 지역별 맞춤형 진출방안(4차년도)

(2) 추진전략

- 해외 진출 현황, 국내에서 접근 방법 및 문제점 파악, 국내업체의 진출성과 실패 사례 분석
- 해외 문헌 및 국내 전문가, 해외건설협회, 진출업체 등을 통한 예비조사 및 해당국가의 주요 관련 기관 방문 현장 실태조사
- 전문가 교류 및 포럼/ 혹은 정기적인 세미나
- 해당국 진출업체, 공공기관 혹은 국가차원의 지원방안 및 협조

표 3-6. 3세부과제별 주요내용 및 추진전략

세부	세세부과제명/주요내용	추진전략
3세부	3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선 -등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가 -비용평가를 통한 인센티브 조정 및 제안 -장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)	-현실화를 위한 관련부처 정기적 협의 -실증기술과 정책연계를 위한 설계, 실증단지팀과 유기적 협조, 워크숍 -일본 등 선진국과 발표회, 워크숍 등 내용과 인적 교류 혹은 공동연구
	3-2 장수명주택 인필인증제도 구축 및 활성화 -인필인증제도 방향설정 및 성능기준 개발 -인필성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증 * 외피, 벽체, 층상배관, 바닥, 천장 등 * 가상 운영, 평가, 시뮬레이션 통한 검증 -인필인증제도 제안 -인필부품 통합 인벤토리 구축	-인필 업체의 위원회 혹은 포럼 구성 :국내 모든 인필업체 참여 개방 -일본 등 인필 제도 선행국 방문 및 조사, 발표회 등으로 벤치마킹 -세제관련, 금융업체등 자문, 협조
	3-3 해외 신도시 진출 전략 연구 -해외(동남아,중국,중동) 주택수요 및 선호도 조사 (1차년도:사전조사, 2차년도:본 조사) -해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안(3차년도) - 해외진출 경쟁력 강화 및 지역별 맞춤형 방안(4차년도)	-지역별 진출업체 실태파악 -문헌, 전문가, 해외건설협회 등을 통한 예비조사 및 해당국가 주요기관 등 실태조사 -전문가 교류 및 포럼, 정기적인 세미나 -해당국 공공기관 및 국가기관 지원 및 협조

4. 연구단 사무국

(1) 주요내용

- 연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자 제작(개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과보고서, 연구진행보고 팜플렛, 출장보고서 등)

- 설계-시공-입주자 의식 지상과 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작
- 교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상)
- 지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원.

(2) 추진전략

- 장수명주택 수요대상에 대한 교육 프로그램 활용을 위한 협의, 자문, 포럼 등 구성
- 지자체, 업체 등을 대상으로 한 개발내용 교육
- 지상과 프로그램 방송 등

표 3-7. 연구단 사무국 주요내용 및 추진전략

세부	주요내용	추진전략
연구단 사무국	4-1 장수명주택 보급 활성화 기반 구축 -연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자 제작(개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과보고서, 연구진행보고 팸플렛, 출장보고서 등) -설계-시공-입주자 의식 지상과 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작 -교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상) -지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원.	-장수명주택 수요대상에 대한 교육 프로그램 활용을 위한 협의, 자문, 포럼 등 구성 -지자체, 업체 등을 대상으로 한 개발 내용 교육 -지상과 프로그램 방송 등

6절. 세부과제 간 연계관계

- 경제성이 확보된 개솔개발을 위한 실증연구와 장수명주택의 보급을 위한 제도 개선 등이 균형을 이룰 수 있도록 세부과제 간의 연계는 다음과 같이 구성함.
 - 각 세부간 연구진의 이동이 불가능한 현 체제 안에서 최대한 세부간의 연구진들의 교류가 활발히 이루어질 수 있는 방안 제시.
 - 본 과제가 바람직한 방향으로 진행되기 위해서는 과제 간 연구진의 이동이 원활하게 할 수 있는 방안 필요.
 - 장수명주택으로의 전환은 국민의 정서 및 주택패러다임과도 연계가 된 부분이 있으므로 세부과제에 인문사회적 연구진 참여도 고려 필요.
- 연구단에서 통합조정 세부과제별 연계성 강화
 - 1,2,3세부의 유기적 연계성 : 장수명주택 인증제도 및 비용절감 시공기법을 반영하여 SI핵심기술을 적용한 장수명주택 보급모델 개발

표 3-8. 과제별 타세부와의 협력내용

세부	타세부와의 협력내용
1세부 모델개발 및 실증단지 설계 시	-2세부 : 시공용이성 Check-list 및 기법 제공 -3세부 : 인증제도의 등급항목 제고 및 내용 반영 지원 및 해외 신도시 진출시 필요한 단지 인프라 기술 지원
2세부 실증단지 구축 및 경제성 검토	-1세부 : 설계모델 및 SI핵심기술 실현을 위한 이해와 기술자료 및 등급별 시공 필요정보 도움.
3세부	1세부 설계 및 실증단지 시공결과의 지원을 통한 제도 구체화. 및 해외 신도시 진출관련 내용

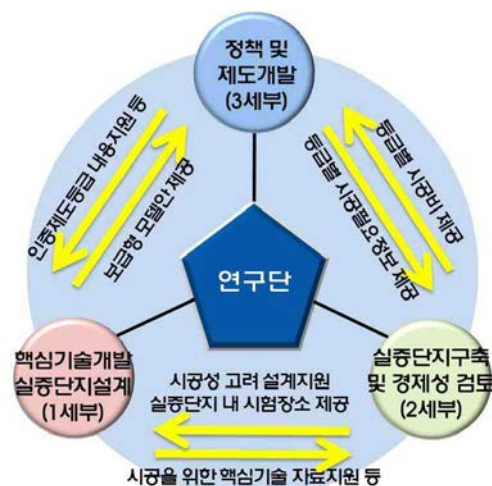


그림 3-6. 세부과제별 연계성

○ 장수명주택 인증제도 및 시공 비용절감을 위한 기법 반영을 기반으로 한 장수명주택 보급 모델 개발

- 1차년도는 설계 우선, 2차년도 이후 2세부과제를 최우선으로 하여 진행

○ 세부과제 간 연계의 중심에는 실증단지 구축을 통한 실증이 있음. 실증결과를 토대로 정책 및 제도화 연계.

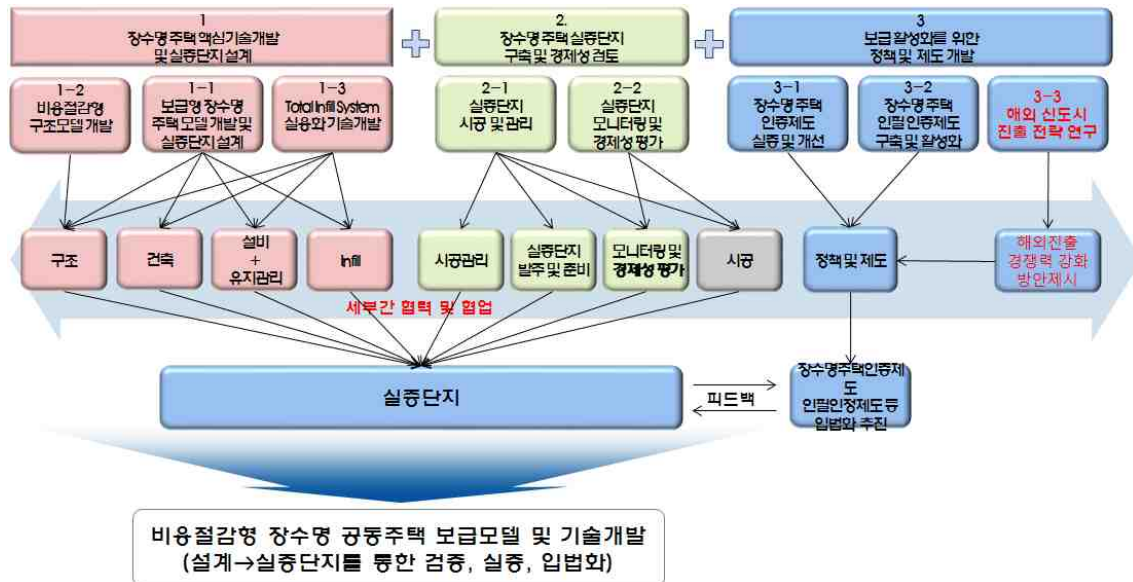


그림 3-7. 세부과제 간의 연계관계

7절. 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 기술로드맵

- 2세부과제의 실증단지 구축을 최우선적인 연구흐름을 설정하고 그에 따른 세부연구과제의 방향과 시간적인 전후 관계 설정.
- 1차년도 실증단지 모델개발 및 인허가 등 준비 2차년도 부터 구조체 시공, 외벽시공, 인필시공 순서로 진행하며, 일부 세대의 가변성, 유지관리, 수리 용이성의 시공평가를 실시하고 종합적인 시공결과를 제시.
- 구조체 시공기간까지 인필의 경제성 확보 및 제품제작을 완료하고 인필 조합 시공 Rule 제정과 그에 따른 인필 시공.
- 이와 연계한 제도의 실증과 법제화 및 연차별 결과 및 종합결과의 홍보/교육 등 성과 확산.

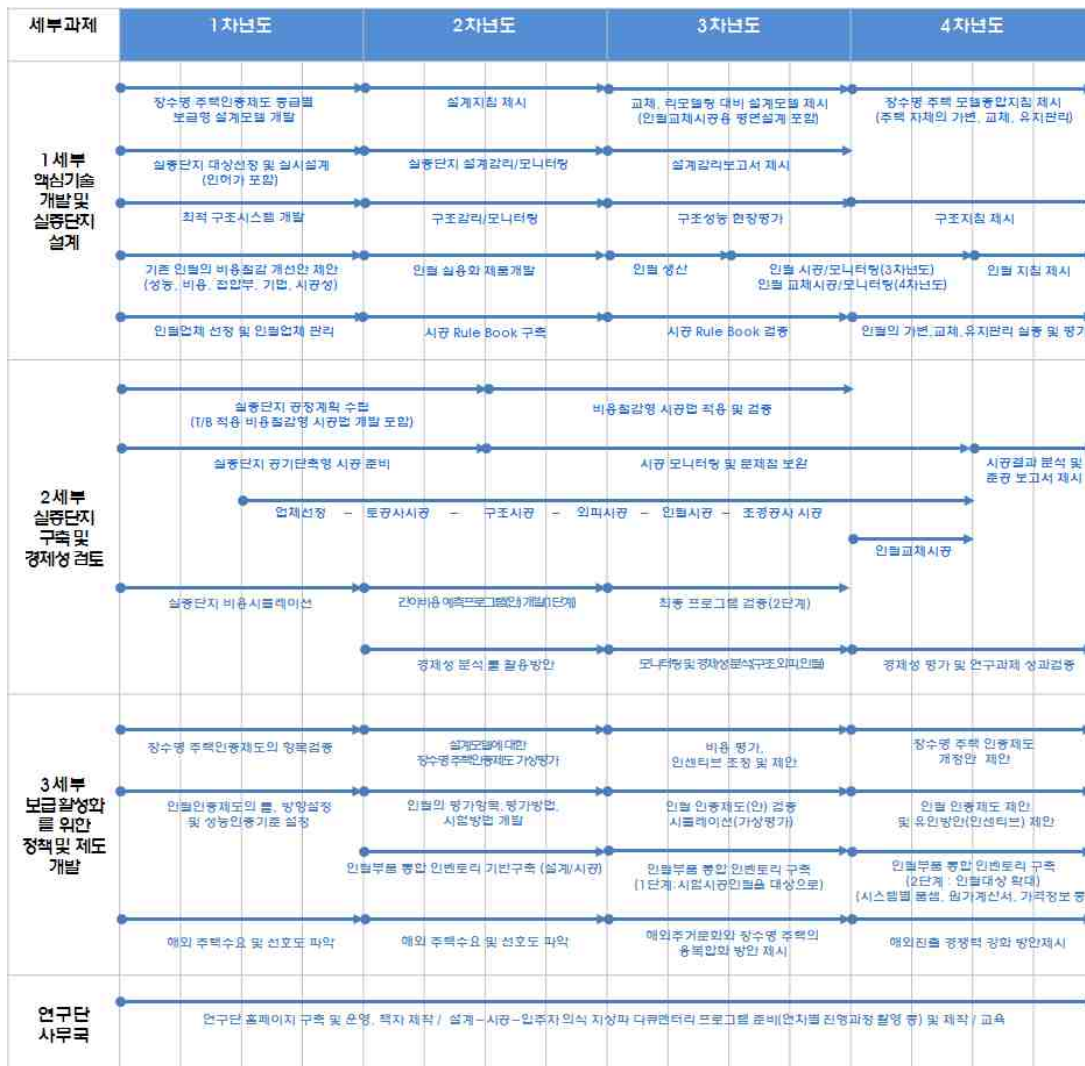
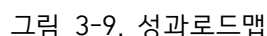


그림 3-8. 기술로드맵

- 기술 로드맵에 대응한 성과 로드맵 구성
 - 연차별로 연구과제의 결과를 최우선적으로 보여주는 성과를 기준으로 내용을 설정함.
 - 전체적으로는 실증단지 구축을 중심으로 한 연구흐름에 초점이 맞추어져 있으며, 그에 따른 성과를 결과물로 도출될 수 있도록 함.



3. 세부과제별 기술·성과 로드맵

가. 1세부과제 : 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계

- 1-1세부과제 : 보급형 장수명주택 모델 개발 및 실증단지 설계
 - 1차년도 성과 : 등급별 보급형 설계모델, 실증단지 대상선정, 실시설계도서, 인허가(비용절감 고려, 생애맞춤형시나리오 고려 모델) 단지측면의 장수명화 인프라 요소 기술/기법 개발
 - 2차년도 성과 : 설계지침서, 실증단지 설계감리 및 모니터링 보고서
 - 3차년도 성과 : 가변, 교체, 리모델링 대비 설계모델 및 평가, 감리보고서
 - 4차년도 성과 : 장수명주택 모델 종합지침서
- 1-2세부과제 : 비용절감형 구조모델 개발
 - 1차년도 성과 : 구조모델안(시공성 고려)
 - 2차년도 성과 : 구조시스템 설계기준 및 해설서
 - 3차년도 성과 : 구조성능 현장평가 보고서
 - 4차년도 성과 : 구조감리 모니터링 보고서, 구조지침서
- 1-3세부과제 : Total Infill System 실용화 기술개발
 - 1차년도 성과 : 비용절감화 계획안 및 성능/비용 적합여부 검토서
 - 2차년도 성과 : 실용화 시제품, Pre-test 적용 및 평가보고서
 - 3차년도 성과 : 실증단지 적용 인필 제품 제작 및 평가
 - 4차년도 성과 : 인필시공 모니터링 보고서, 인필지침서



그림 3-10. 1세부 기술·성과로드맵

나. 2세부과제 : 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

- 2-1세부과제 : 실증단지 시공 및 관리
 - 1차년도 성과 : 실증단지 공정계획(실증단지 적용 비용절감형 시공법 포함)
 - 2차년도 성과 : 실증단지 공기단축 시공 발주 준비
 - 3차년도 성과 : 비용절감형 시공법 검증보고서, 공기단축 시공모니터링 및 문제점 보완 결과 보고서
 - 4차년도 성과 : 시공결과보고서, 준공보고서, 건설지
- 실증단지 시공 : 선정된 시공업체
 - 1차년도 성과 : 업체선정
 - 2차년도 성과 : 토공사 결과보고서, 구조시공 결과보고서
 - 3차년도 성과 : 외피시공 결과보고서, 인필시공 결과보고서
 - 4차년도 성과 : 조경공사 결과보고서, 인필교체시공 결과보고서
- 2-2세부과제 : 실증단지 모니터링 및 경제성 평가
 - 1차년도 성과 : 실증단지 비용시뮬레이션 보고서
 - 2차년도 성과 : 간이 비용예측 프로그램(안), 경제성 분석 Tool 활용방안 보고서
 - 3차년도 성과 : 간이 비용예측 최종판 및 해설서, 경제성 분석 보고서(실증단지 경제성 분석 보고서 포함)
 - 4차년도 성과 : 경제성 평가보고서, 과제성과 검증보고서



그림 3-11. 2세부 기술·성과로드맵

다. 3세부과제 : 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발

- 3-1세부과제 : 장수명주택 인증제도 실증 및 개선
 - 1차년도 성과 : 장수명주택인증제도 검증보고서
 - 2차년도 성과 : 설계모델에 대한 장수명주택인증제도 가상평가보고서
 - 3차년도 성과 : 비용평가보고서, 인센티브 조정(안)
 - 4차년도 성과 : 장수명주택 인증제도 개정(안)
- 3-2세부과제 : 장수명주택 인필인증제도 구축 및 활성화 방안 제안
 - 1차년도 성과 : 인필인증제도의 인증 톨/성능기준/지침 및 해설서
 - 2차년도 성과 : 인필평가방법 지침 및 해설서
 - 3차년도 성과 : 인필인증제도 초안 가상 검증
 - 4차년도 성과 : 인필인증제도(안)
- 3-3세부과제 : 해외 신도시 진출 전략 연구
 - 1차년도 성과 : 해외(동남아,중국,중동) 주택수요 및 선호도 사전조사보고서
 - 2차년도 성과 : 해외(동남아,중국,중동) 주택수요 및 선호도 본조사보고서
 - 3차년도 성과 : 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 보고서
 - 4차년도 성과 : 해외진출 경쟁력 강화 보고서



그림 3-12. 3세부 기술·성과로드맵

라. 연구단 사무국 : 홍보 및 교육

- 4-1세부과제 : 장수명주택 보급활성화 기반구축
 - 1,2,3,4차년도 성과 : 연구단 홈페이지, 연차별 성과보고서, 팸플렛, 출장보고서, 세미나 자료, 개발과정 보고서, Test Bed 건설지, 다큐멘터리 자료, 교육책자
- 연구과제의 총괄조정/ 진도/ 진행상황/ 대외 협력 등



그림 3-13. 연구단 사무국 기술·성과로드맵

8절. 성과의 활용방안

1. 주요성과

가. 스타성과

- 장수명주택 실증단지 실증을 통한 보급모델 설계 및 시공기술
 - 벽식구조 아파트 기본형 건축비 수준(기본형 건축비 11~20층 이하, 60㎡ 초과~85㎡이하, 1,377천원/㎡) 장수명주택 건설비용 저감
 - 보급형 모델 설계기준 및 지침(등급별 평면 및 기술 사례 포함) 해설서
 - 구조 표준모델 지침(장수명 2등급이상) 및 시방서
 - 아파트 표준 골조공기단축 (12일 → 6일 Cycle) ; Actual working day 기준-4일)
 - 공기 30% 저감된 실증도서, 시방서, 매뉴얼, 공사비 계산서 등
 - 유지관리 용이한 설계 기법 사례집
- 내장재 성능개선 및 실용화시스템(표준화) 구축을 위한 요소기술 개발
 - 비용절감형 Infill 실용화 제품 및 시방서, Rule Book 등(현재 대비 5% 절감) (칸막이 벽체, 바닥재, 건식 바닥, 화장실, 설비 및 전기, 외피 등)

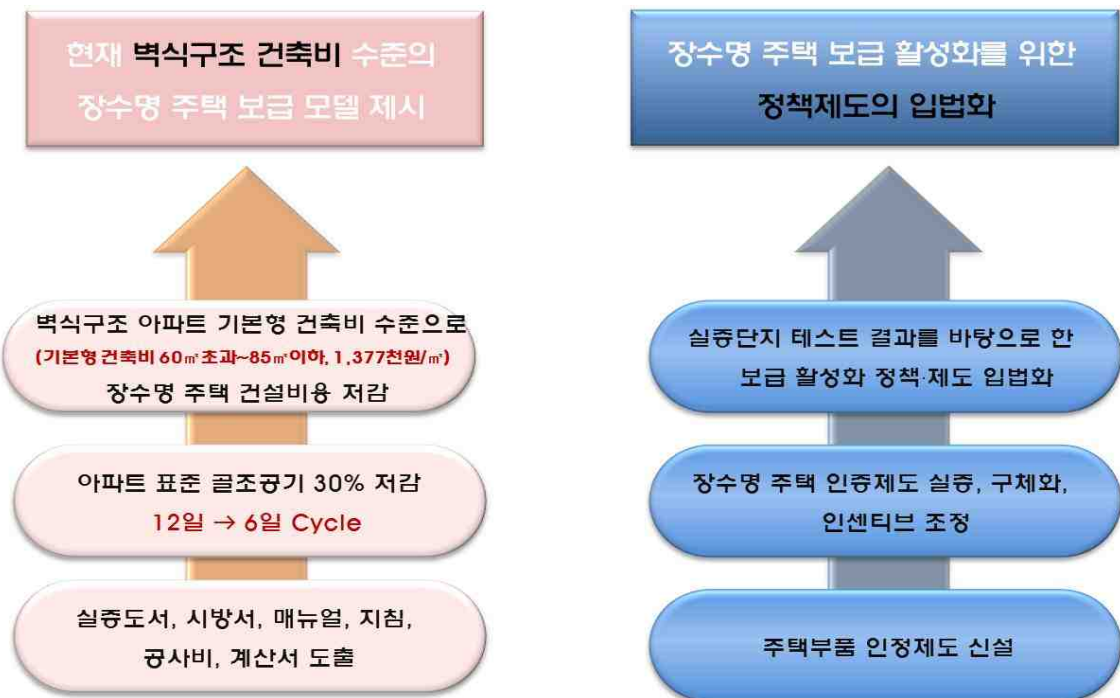


그림 3-14. 스타성과

- 장수명주택 인증제도 고도화 및 장수명 인필인증제도(안) 제시 (장수명주택 보급 활성화를 위한 정책·제도의 입법화(실증단지 실증기반))
 - 장수명주택 인증제도 개정안 및 인센티브 구체화(법조문, 내용 등)
 - 장수명 인필 인증제도 신설(입법화)
 - 장수명주택 인필 인벤토리
- 비용절감형 장수명 보급모델 개발 및 실증단지 구축(실증 모델)
 - 실증모델 단지, 주동, 주동 일부등 비용절감모델 실증가능하면 제안자의 상황에 따름
 - 비용예측 간이 프로그램
 - 비용절감형 실증성과 분석 및 연구성과 달성 결과 보고서

나. 하위성과

- 경제성을 확보한 설계, 시공, 인필 기술
- 비용절감형 장수명주택 건설 설계 및 시공 프로세스 및 지침 제시
- 장수명주택 인정제도의 실증 및 구체화 제시
- 설비의 점검·보수·교체·유지관리 용이한 실용화 기술



그림 3-15. 하위성과

2. 활용방안

- 장수명주택 설계 및 실증시공을 통한 보급모델 설계 및 시공기술로 활용
 - LH, SH, 경기지방공사 등 공공부문 주택신축 시 보급모델로 활용
 - 민간부문의 신축에 설계 및 시공기술로 활용
 - 민간부문의 재건축 시 100년 지향 주택의 설계 및 시공, 유지관리가 용이한 기술로 활용(민간부문에 성과 공개 등)
 - 가동칸막이 벽체, 화장실 층상배관 기술 등 핵심 인필 요소 기술결과를 리모델링 설계 및 시공에 활용토록 가이드라인 제공 (확대적용)
 - 공기단축을 전제로 한 시공기술과 관리기술의 실용화/시공 가이드라인으로 활용.
 - * 설계 시공성 실행을 위한 시공 시뮬레이션 가능한 가설엔지니어링 기술력 확보.
 - 비용절감형 장수명 설계 프로세스 및 시공공법·기법 활용
 - * 시공성 검토과정(CRP)의 설계 프로세스 실시간 참여 비용, 공기, 품질 등 프로젝트 목표에 대한 설계 검증 시스템 적용
 - * 설계 과정 시 검토된 방에 의거한 시공공법 적용에 따른 결과 정보의 추적 및 피드백 시스템 구축 기반
- 장수명주택 보급 활성화 및 제도 입법화
 - 지속가능성, 자원절약, 사회비용 절감형 공동주택 지향방향과 부합
 - 실증단지를 통하여 검증한 “장수명주택 인증제도”의 발전적 제도화 등 국가정책 반영 및 개선에 활용
 - 장수명 인필제도 도입으로 인필업체 기술개발 유도.
 - 장수명주택 활성화를 위해 지방자치단체의 조례, 건축심의 기준 등과 연계한 정책과 제도수립의 기초자료로 활용
 - 효율적인 시공관리에 따른 비용절감형 제도 등 다양한 주택산업의 혁신적 제도화에 활용 가능.
- 장수명주택에 대한 인센티브 제공방안 제시
 - 장수명 아파트 건설에 따른 초기비용 상승을 보전하기 위해, 상위 2개 등급인 ‘장수명 최우수 및 우수 등급 아파트’에 대해서는 건설업체 및 수분양자에게 다양한 인센티브를 차등 제공
- 해외기술 수주 : 비용절감형 모델제시와 시공효율적인 시공관리 검증에 따른 기술확보는 해외주택수출 시장을 새로이 전환시켜 줄 수 있는 모델이 될 것임. 아울러 새로운 장수명 주택 보급 모델과 기술은 국내 주택 설계 및 시공의 국제 경쟁력 향상과 연결되어 해외 신도시 개발 수주 확대를 통한 국내

건설인력의 해외진출 기반확보에 활용될 수 있을 것임.

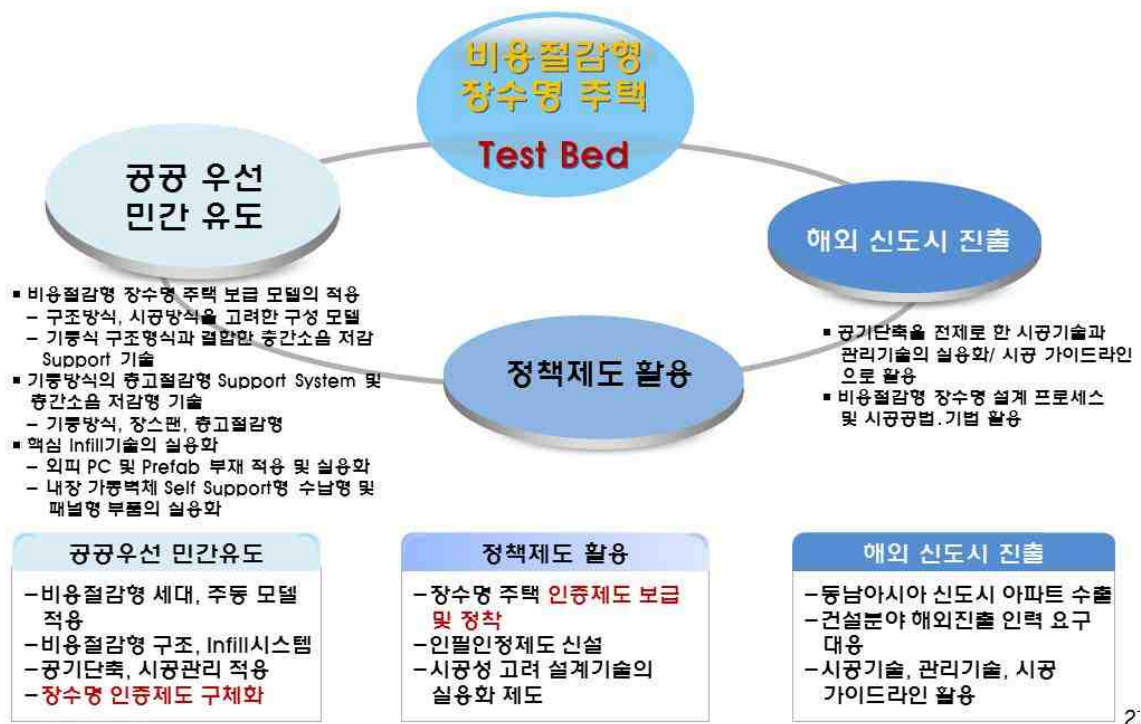


그림 3-16. 비용절감형 장수명주택의 활용방안

3. 기대효과

- 초기 건축비 10%, 설비 및 유지관리 LCC 20% 절감과 장수명주택 보급 확대에 의한 이사·전학 등 사회적 비용 등 경제적 효과 창출
- 100년 이상 지속가능한 우수품질의 ‘한국형’ 비용절감형 장수명주택 보급모델 기술개발로 고부가가치 건설기술경쟁력 확보
- 건설 설계 및 시공기술력의 융·복합으로 해외 신도시 수출 등 건설산업의 수출경쟁력 강화 및 해외시장(동남아시아, 중국, 중동 등) 신규 고용창출 효과
 - ※ 장수명주택기술 해외수출로 연간 1,470명의 해외 일자리창출 예상 (연 5천호, 약 1조 시장 기준)

9절. 연구수행체계 제안

- 산학연 장수명 경험이 있는 전문가를 중심으로 구성하되, 종합 장수명 기술, 정책, 경제, 프로그램, 공정전문가, 인필 업체, 엔지니어링업체, 설계사무소 등의 종합적인 실무팀, 연구팀으로 구성
- 필요시 국외 전문가 포함
- 연구팀과 별도로 자문위원회/ 운영위원회 운영

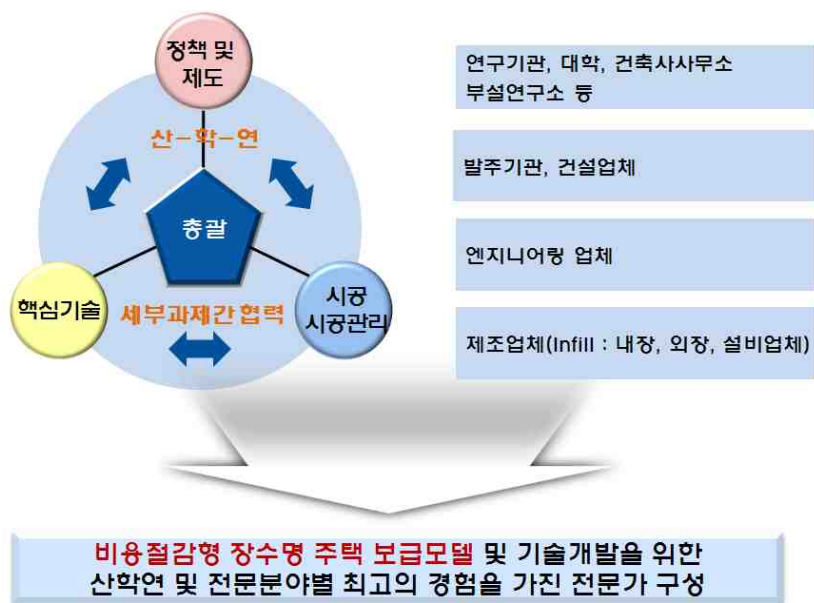


그림 3-17. 연구수행체계

표 3-9. 연구과제별 수행기관 및 담당연구

연구기관	중점 연구목표
산,학,연	보급활성화를 위한 정책제도의 입법화
산,학,연	벽식구조 기본형 건축비 수준의 100년 주택 설계모델 제시
산,학,연	경제성이 확보된 인필기술 제시
산,학,연	벽식구조 기본형 건축비 수준의100년 주택시공모델 제시,

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

○ 박근혜 새정부 국정비전 및 국정목표와 연계

- 창조산업육성 , 국민 행복구현, 미래 성장기반 마련, 창조경제, 창의적 과학기술, 국민의 삶의 질 향상
- 국정목표 중 ‘지속가능한 친환경, 자원 절약형, 맞춤형 주거환경 구축’을 통해 고품질의 주거환경 조성에 이바지 할 수 있음.
- 추진전략 중 ‘쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성’의 삶의 질을 향유 할 수 있는 도시창조 및 주거수준의 선진화를 위한 수요 맞춤형 주택 공급정책 추진에 적합.

○ 제4차 국토종합계획 수정계획 (2011-2020)과 연계

- 제4차 국토종합계획 중 건설과 관련 있는 사항으로 저출산·고령화 등 다양한 사회·경제적 환경 변화에 부합하는 새로운 국토 전략적 재정비의 필요성과 기후변화 대응 및 저탄소 녹색성장을 위한 새로운 국토발전 전략을 반영하여 계획 수정
 - * 녹색성장시대를 선도하는 저탄소·에너지 절약형 국토공간을 조성하기 위한 新국토전략 수립 필요
 - * 저출산·고령화에 대응한 정주구조 형성 등 국토 재편성 전략 필요
- 국민의 환경, 문화 등 삶의 질에 대한 요구증대로서 환경관련 국민의식 전환, 소득증대 등에 따른 소비행태 변화로 국민의 시간 및 공간 이용패턴이 근본적으로 변화할 것으로 전망¹⁶⁾
- 양질의 정주환경 기반이 미흡. 주택보급률은 지속적으로 증가한 선진국에 비해 주택재고가 부족하고 성장위주의 도시개발로 인해 국토경간의 품격이 저하되고 도시의 역사적·문화적 고품질의 정주환경 조성이 미흡함.
- 6대 전략 중 3. 쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성을 위한 추진과 ‘수요맞춤형 주택공급 및 주거수준의 선진화’ , ‘재고주택의 관리 강화’와 연계성
- 따라서, 이러한 양질의 정주환경과 주거 복지생활의 질 향상을 지속할 수 있는 ‘장수명주택’의 보급을 위한 실용화 연구가 필요한 시점임.

16) 대한민국정부, 4차 국토종합계획 수정계획, 2011-2020



그림 4-1. 국토종합계획의 기본 틀

- 국토해양 R&D 발전전략¹⁷⁾ 및 건설교통R&D 중장기 계획¹⁸⁾과 연계
 - 저탄소 녹색성장에 부합하는 녹색R&D 투자확대 및 미래성장동력을 창출할 선도과제를 지원하는 주택공급의 필요성
 - 도시건축 연구분야의 ‘첨단복합도시·녹색건축 실현을 위한 기술역량강화’가 비전이며 ‘건축물 에너지 요구량 50% 저감’ 목표 하에 추진되는 4대 중점추진분야 및 19대 전략 프로젝트의 ‘건축물 수명 연장기술’과 연계성 높은 과제임
 - 성과활용측면에서 문제점이던 기술검증·인증체계 미비, 성과활용 미비, 개발기술 정보의 부족 등으로 R&D개발기술의 실용화 실적 미비 등 차원의 해결을 위해서도 기존의 장수명 연구단의 연구가 실용화로 이어져, 국가적, 개인적 차원의 자원절약 및 고성능 품질의 장수명주택의 보급화 기반을 마련해야 함.
 - 국토해양 2030 시나리오의 녹색도시 모델 발전에 부합하며 기존 R&D개발기술의 실용화 문제를 해결하기 위한 연구과제 성격을 가짐.

17) 국토해양 R&D 발전전략(2011~2020)을 통해 Green-up 30 도출 및 사업체계 개편 2010. 10

18) 건설교통 R&D 2차 중장기계획(2013~2017) 수립, 2012. 5

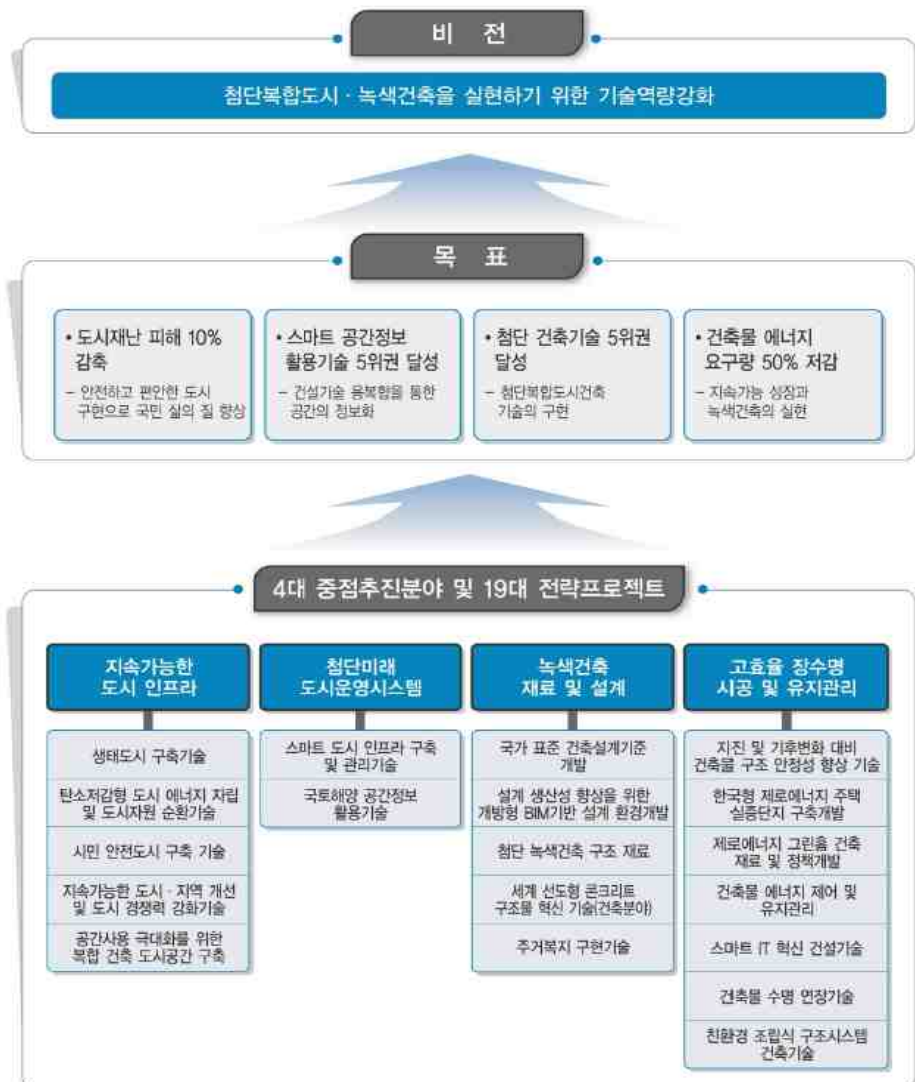


그림 4-2. 건설교통 R&D 중장기계획 2013-2017

○ 창조경제 실현계획과 연계

- 3무 아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성을 위한 기술개발 추진 필요
- * 결로방지, 층간소음 등 기준강화, 주택성능실험센터, 기동식 구조 실증사업, 생활밀착형 주거성능 향상기술 개발

○ 법정계획과 연계

- ‘장수명주택의 건설기준과 인증제도에 관한 규정’을 신설한 주택법 일부 개정 법률안 발의 (‘13.5, 새누리당 이이재 위원 외)
- 장수명주택 인증제도 (‘15 도입예정)
- * ‘15 이후 사업승인 대상 500가구 이상 아파트 최소등급 이상 충족 의무화
- 2012년 주택종합계획 (‘12.6), 주택 장수명화 추진

○ 부처방침과 연계

- 주택정책 R&D 기본계획
- 제2차 건설교통 R&D 중장기 계획('13-' 17, 국토부) : 고효율 장수명 시공 유지관리
- 공동주택 리모델링 정책 방향 발표('11.7) : 정부의 공동주택 장수명화 유도

표 4-1. 정책적 타당성

박근혜 정부의 국정 비전 및 목표 - 창조산업육성 →미래성장기반마련 - 고품질 주거환경조성 →국민행복구현	제4차 국토종합계획 수정계획 - 수요맞춤형주택공급 - 주거수준의 선진화 - 재고주택의 관리강화	국토교통부 R&D 발전전략 및 중장기계획 - 주거환경 수준 향상 - 핵심설계 및 부품개발 - 장수명, 저비용, 고효율
창조경제 실현계획 - 중간소음, 기동식 구조실증 사업 등 3무 아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성 위한 기술개발 추진	법정계획 - 2012년 주택종합계획 : 주택 장수명화 추진 - 장수명 주택인증제도 도입 (국토교통부, 2015 예정) - 장수명 주택의 건설기준과 인증제도에 관한 규정을 신설한 주택법 일부개정 법률안 발의(이이재 의원)	부처방침 - 주택정책 R&D 기본계획 - 공동주택 리모델링 정책 방향 발표(2011.7) : 공동주택 장수명화 유도

2절. 기술적 타당성

가. 기술개발계획의 적절성 및 우수성

- 최고기술보유국 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량·정성적으로 파악, 현재 국내에 시행된 연구의 결과 및 보급화 현황을 토대로 실증단지 방향 설정과 실증단지 중심의 기술 수준 설정.
- 민간업계의 회피기술로 시장외면, 단기적 이익 창출이 어려운 기술에 해당되고 장기적이고 미래지향적 효과를 기대하는 기술개발의 성격을 가지고 있어 보급 활성화에 어려움을 내포하고 있으므로 국가적 지원 하의 선도적 기술개발이 필요한 시점임.
- 또한, 5년간의 “내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발”의 연구가 본 기획연구와 맥을 이어 보급화, 실용화로 접어들 수 있도록 시가상 기술개발계획이 적절함.

나. 기술개발의 성공 가능성

- 기획단계의 실증단지 구축안에 대한 부지선정 후보지와 도입 가능한 기술 선별 및 수준 등을 위해 유기적 협조체계 구축 고려, 분야별 전문가 자문 네트워크를 활용하여 장수명주택의 성공적인 실증단지 사업 구축기획안에 대한 정량적/정성적인 평가 진행 후 최종안 도출.

다. 기존 사업과의 중복성

- 과제 내 중복성 : 없음
 - 장수명 주택 연구단의 성과를 활용하며, 시간경과와 시장 여건 변화에 대응하여 성능개선과 비용절감 측면에서 새로운 방향으로 전개.
- 국토교통 R&D 사업 내 및 사업간 : 없음
 - 국토교통 R&D 내의 타과제와 중복성 없는 범위에서 연구기획 실시로 중복성은 없음
- 타 부처 R&D 사업 : 없음
 - 타 부처에서 본과제의 키워드와 중복성 없음.

3절. 경제적 타당성

○ 사회적 비용 약 22조 절감

- 100년 동안 기존 아파트는 3번 신축되어 재건축비용 2회, 폐기물처리비용 2회가 발생하는 반면, 장수명 공동주택은 리모델링 비용만 2회 소요되어, 기존 주택보다 초기건축비가 20% 상승된다고 가정 하에도 100년간 22조 (신공항 2개 건설비)가 절약되는 것으로 분석됨.



그림 4-3. 경제적 타당성(1)

표 4-2. 100년간 비용절감 효과

1. 산정조건
 - 분양면적 100㎡ 주택
 - 연간 신축주택공급 31.4만호(최근 5년간 아파트 신규 인허가 평균)
2. 기존 아파트 · 장수명 아파트 세대당 소요비용(100년)
 - 기존아파트 : 해체2회, 재건축 2회, 폐기물처리비용 2회 발생
 - 신축 및 재건축 비용 : 1억 3,960만원
 - 해체 : 446만원, 폐기물 처리비용 : 400만원
 - 장수명 아파트 : 리모델링 비용 2회 비용 발생
 - 신축비용 : 1억 6,752만원(기존 아파트 대비 20% 상승)
 - 리모델링 : 8,074만원

3. 100년간 비용절감 효과

	초기건축비	재건축	해체	폐기물	리모델링	총비용
기존아파트	44조	88조 (44조X2회)	2.8조 (1.4조X2회)	2.5조 (1.25조X2회)	0	137조
장수명 아파트	53조	0	0	0	50	103조



- 향후 100년간 연간 22.4조 국가적 자원 절감효과
- 신공항(동남권 신공항 건설비용 10조 추정)이 2개 건설, 국교부 13년 예산(23조)유사한 규모, 13년 무상보육(0-2세) 예산 5.4조의 4배 규모

○ 쾌적한 국토환경 조성 및 자원의 효율적 이용

- 철근 및 콘크리트 사용량이 60% 이상 저감되어 이산화배출량 30%이상

저감, 건물의 재건축시기 연장에 따른 건설폐기물이 경감됨.

○ 기존 벽식 공동주택과 동일한 수준의 장스팬 무량판 구조

- 기존 벽식 공동주택과 비교할 때 장스팬 무량판 구조 공동주택 적용 시 골조비용은 세곡지구 전용면적 85㎡ 2호 조합 판상형 기준일 때, 8.7% 상승되는 것으로 검토됨. 이는 본 비용절감형 장수명주택의 공기단축 시공기법을 통해 직접비, 간접비 절감을 통해 기존 벽식 공동주택 수준으로 기존 장수명 연구단의 비용상승분보다 저감효과가 가능할 것으로 봄. 경제적인 측면 외에도 성능, 가변, 유지관리, 리모델링 측면에서는 더욱 우수한 주택 모델이나 비용측면에서 벽식 공동주택 수준으로 가능할 것이므로 궁극적으로 보급 활성화가 기대됨.



그림 4-4. 경제적 타당성(2)

○ 탄소배출량 저감형 구조방식

- 건축 공종별로 탄소배출량이 가장 큰 공종은 철근콘크리트 공종으로 67%를 차지함. 따라서 가장 큰 비중을 차지하는 철근콘크리트 공종에서의 CO₂ 배출량 저감이 효과가 큼.
- SH공사의 신내지구 1단지를 대상으로 분석한 결과, 장스팬 라멘구조보다 장스팬 무량판 적용 시 레미콘, 거푸집, 철근 수량이 감소하여 CO₂ 발생량이 전체적으로 27.7% 저감된 효과
- 국토부 최근 3년간 주거용 건물 착공면적 1,705만 ㎡ 중 장수명주택 건설비율을 50%로 가정 시 3년간 탄소발생량이 18억 4천만kg · CO₂ 저감되는 것으로 분석됨. 이는 잣나무 1억 930만 그루를 심는 효과임.

표 4-3. 탄소배출량 저감형 구조방식

분석대상: SH공사 신내3지구 1단지 (1,402세대, 연면적 96,100㎡)



주요공정	장스팬 라멘구조		장스팬 무량판구조		수량증감	CO ₂ 량 (kgCO ₂)	저감율
	수량	CO ₂	수량	CO ₂			
레미콘(㎥)	42,135	16,854,000	40,472	16,188,800	▼ 1,663	▼ 665,200	3.9%
거푸집(㎡)	218,104	19,411,256	169,999	15,129,911	▼ 48,105	▼ 4,281,345	22.1%
중공슬래브(㎡)	-	-	96,100	791,864	▲ 96,100	▲ 791,864	-
철근(t)	8,738	38,592,251	4,992	22,047,667	▼ 3,746	▼ 16,544,584	42.9%
총 계		112,323,525		75,265,174		▼ 20,699,265	27.7%

▶ 1,705만㎡(국토해양부 최근3년간 주거용건물 착공면적) X 50%(장수명주택 건설비용 가절) X 215 kgCO₂/㎡(㎡ 당 탄소저감비율)
= 탄소 183,623만 kgCO₂

탄소발생량 18억 4천만kgCO₂ 저감, 잣나무 1억 930만 그루를 심는 효과

4절. 기술개발 필요성

가. 기술개발의 필요성

(1) 경제적 측면

- 장수명주택 요소기술이 개발되어 기반이 구축되었으나 초기 공사비가 고비용 인식으로 주택시장에서 외면.
 - 선행 연구단이 제시한 장수명주택 초기 공사비는 벽식구조 대비 127%.
 - 선행 연구단은 공사기간 단축 등 공사비 절감에 대한 내용 부재.
- 비용절감형 장수명주택 구현이 필요.
 - 초기 공사비가 저렴한 벽식구조 수준의 보급형 장수명주택 모델 개발.
 - 현행 공사기간 대비 15% 단축, 최적 골조시스템 구현 등 원가절감 방안 제시.

(2) 정책적 측면

- 선행 연구단에서는 큰 틀에서의 제도 및 정책의 방향성만 제시되어 장수명주택을 현실적으로 유인하지 못하는 실정.
- 구체적인 지원제도 제안을 통해 장수명주택 보급 현실화 필요.
 - 장수명주택 인증제도 현실화
 - 장수명주택 인필 인증제도 신설

(3) 기술자립화 측면

- 벽식구조 및 습식일체식 설계·시공 고착화로 인한 장수명 기동식 구조기술 및 인필기술 수준 저하.
 - 선진국 대비 노동생산성 59% 수준.
 - 인필의 건식화, 부품화 미비.
- 장수명주택기술 자립화로 선진국 수준의 국가 경쟁력 강화 필요.
 - 국내 시공기술력 강화로 선진국 수준의 노동생산성 향상.
 - 인필의 건식화, 부품화 산업 정착
 - Mid-Tech, High-Tech 개발을 통한 해외시장 진출 가능성 확대.

나. 기술개발 투자의 시의성·필요성

- 현재까지 장수명주택에 대한 요소기술이 어느 정도 개발되어 기반이 구축되

있으며, 공기단축 등의 인접분야의 기술들도 개발되어 장수명주택 기술은 구축된 수준이나 초기비용이 20% 내외로 상승하여 보급이 어려운 실정임.

- 장수명주택의 수준(등급)과 관련한 국토교통부의 ‘장수명주택 인증제도’ 도입과 연계하여 장수명주택의 수준별 기술을 정착시키고 보급하기 위하여 인증제도를 실증함으로써 장수명주택을 확대 보급하기 위하여 필요.
- 개별적인 단위연구로서 해결할 수 없는 종합적인 주택 성능 향상을 위한 장수명주택 연구가 시급한 실정
 - 택을 둘러싼 여건이 급격하게 변화, 재고중시 시대의 도래, 바닥충격음 및 화장실 소음 등의 사회문제, 자원절약 및 배출 쓰레기 배출억제, 유지관리 용이성 및 비용절감, 사용자 요구변화와 다양성, 쾌적성, 주거비 부담 경감 등의 주택 성능향상이 중요한 화두로 대두
- 건축비 증가와 새로운 인필 시스템 적용 등의 불확실성으로 시장외면, 단기적 이익 창출이 어려운 민간업체의 회피기술로써 장기적이고 미래지향적 효과를 기대하는 기술개발의 성격을 가지고 있어 민간업체의 힘만으로 보급 활성화에 어려움을 내포하고 있으므로 국가적 지원하의 선도적 기술개발이 필요한 시점.
- 또한, 5년간의 선행 연구단의 연구 인프라가 존재할 때 이를 활용하여 연구하는 것이 보급 및 실용화를 위한 시너지 효과 창출가능성 높음.

다. 개발기술의 해외도입시 비교

- 국내에서 기반연구가 완료된 성과를 융복합하여 국내 실정에 맞는 독자적인 기술을 개발해 글로벌 경쟁력확보로 연결하는 노력 필요
- 중소기업에 적합한 건설분야인 인필산업의 기반구축을 통해 창조경제 신성장동력을 확보하고, 건설산업의 기초를 튼튼히 하는 발전구조 구축 필요
 - 해외 신도시·주택건설 수주를 위한 기술적·경제적인 지원 필요
 - 국내 실정에 맞는 장수명 요소 기 개발기술 혹은 기반기술의 정체에서 벗어나 실용화·현실화할 수 있는 계기가 되며 신성장 동력의 기회로 활용.
- 국가별 제도, 문화·생활·의식 등의 차이로 인한 지역적 특색이 강한 주택 기술의 특성상, 우리나라 주거문화에 가장 적합한 독자적인 기술개발은 기술 자립화 및 국가경쟁력의 근간이 될 수 있음

- 실증단지를 통한 검증·실증연구 참여를 바탕으로 주택의 비용절감 기술과 프로세스 개선을 통한 주택산업의 기술력 제고와 중소기업/전문업체 육성 계기.
 - 장수명주택 인증제도와 장수명 기술 관계를 정확하게 검증하여 바람직한 미래가치를 실현할 수 있는 현실성 높은 제도와 정책의 정착.
- 국가적인 산업특성, 주택의 공간구성과 의식 등의 차이로 외국기술의 도입은 제한적이며, 건설분야 고부가가치 기술의 해외기술의존도를 낮추기 위해 독자성을 고려한 기술개발 필수
- 장수명주택기술 경쟁력 강화 및 국제적인 Leading Group 으로 도약/선도 계기로 작용.

5절. 정부지원의 타당성

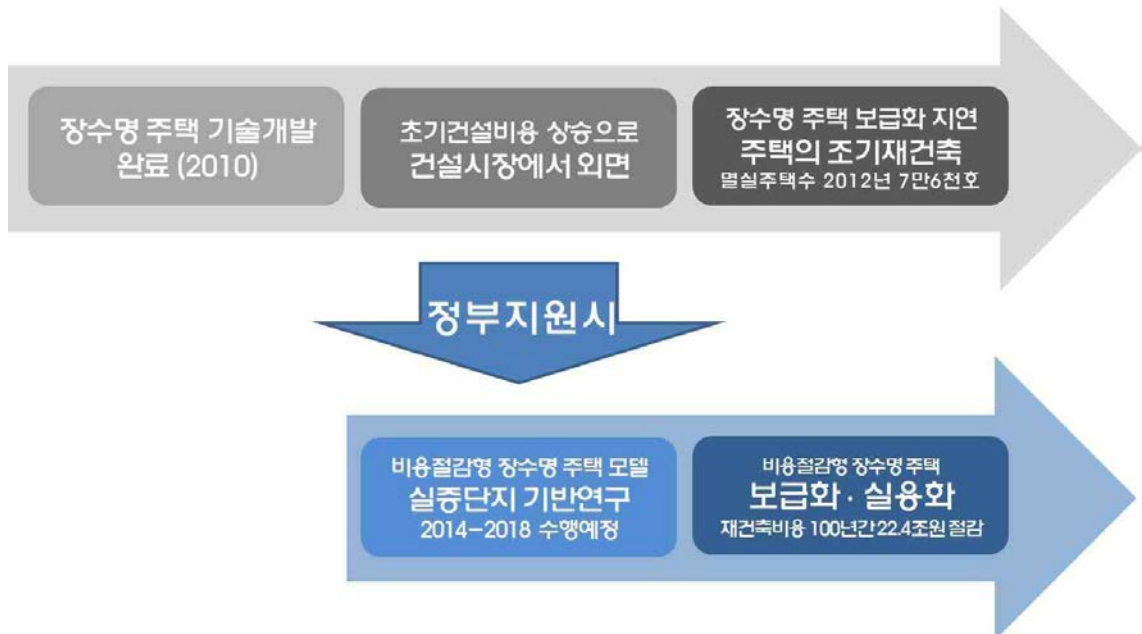


그림 4-5. 정부지원의 타당성

(1) 장수명주택 인증제도 등 관련 정책에 대한 지속적 정부 지원 필요.

○ 공공성 역할 수행의 필요

- 주택산업적 측면에서 주택보급률 100% 초과, 재고중심으로 전환되는 시점에서 양호한 고품질의 장수명주택 재고를 확보, 국가적으로 건전한 주택재고가 사회비용 절감을 위해서 필요.
- * **2012년 멸실주택은 76,662호**로 멸실에 의한 막대한 철거비용 및 폐기물 발생으로 인한 환경오염과 자원 낭비 등 주택 멸실에 의한 사회문제 발생.
한국 주택교체 수명 : 30년 미만(25.85년)
- * 국민행복을 추구하는 생활밀착형 주택보급 및 지속적 新 주거공간구현으로의 삶의 질 향상 필요
- 장수명주택은 장기적 효과를 기대하는 성격이며 미래세대를 위한 지속 가능한 미래가치를 포함하므로 단기적인 이익을 얻기 어려우며 개별업체에서 추구하는 방향이라기보다는 공익적·공공적 성격이 큼. (정부가 추구해야 할 방향으로 중요함.)
- * 현재 기술에 시간의 변화를 고려한 기술을 접목하여야 하는 것으로 현재의 기술대비 성능수준의 향상과 비용증가가 수반될 수밖에 없고, 새로운 기술들과 새로운 사고방식의 전환, 새로운 건설프로세스의 도입 등이 필요
- 국민의 주택비용을 줄일 수 있는 거시적 관점의 기술 및 정책 필요

- 기존 장수명주택 제도의 한계로 제도 보완 및 구체적인 지원제도 신설 필요
 - 장수명주택을 유인할 수 있는 제도적인 정비 미흡.
 - 실용화가 보급될 수 있는 단계까지 발전을 위한 선도연구와 국민들의 사고방식을 전환시키기 위해서 정부의 지원 절실.
 - 정부의 공동주택 관리방향 전환(건설→품질관리)에 따른 ‘장수명 공동주택’ 건설확대 등을 위한 관련 기술의 상용화 시급
 - * 국토교통부 ‘장수명 주택 건설기준 및 인증제도 마련 중(2015년 시행예정)
 - 장수명주택과 요소기술(비용절감형 구조시스템 및 탈착식 건식벽체, 이동식 벽체, 화장실 층상배관 등)의 보급확대와 장수명주택 주택인정제도의 부합화를 위해 경제성이 확보된 장수명주택 실증연구 필요
- 민간에서 외면 받고 있는 장수명주택, 정부 주도의 시장 확대 필요.
 - 현재 7대 건설사 85%가 벽식구조인 것으로 조사됨. (기둥식 구조 2%)
(출처 : 매일경제 2013.06.13. 기사)
 - LH공사 등 공공기관 또한 장수명주택 적용에 대한 필요성 인식에도 불구하고 벽식구조 적용 중.
 - 벽식구조 공사비 수준의 장수명주택기술 개발이 이루어지지 않으면, 향후에도 벽식구조 일변도의 시공될 가능성이 높기 때문에 새로운 장수명주택 모델과 실증 검증을 위한 정부의 R&D 투자 필요.
 - 민간은 비용부담, 기둥식 구조 아파트에 대한 無경험 등으로 장수명주택 확대적용에 부담. 따라서 정부 주도의 시장 확대 필요.

(2) 민간투자의 한계/어려움 등으로 정부 지원 필요.

- 거주성 향상, 공간 활용성 등 장수명주택의 장점에도 불구하고, 장수명주택의 보급에 걸림돌이 되고 있는 초기건축비용의 저감을 위해 정부의 R&D 투자 필요.
 - 100년 지향 장수명주택 건설기술개발로 멸실에 의한 막대한 철거비용 저감 및 환경오염과 자원 낭비 등 주택 멸실로 인한 사회문제 예방
 - * 15년 이상 경과된 노후 공동주택 추이(‘11년 309만호→ ‘20년 624만호)
 - 주거비 및 재건축으로 인한 이사, 전학 등 사회적 비용절감 등 서민주거복지 향상 가능
 - * 장수명주택 보급 확대시 이사, 전학 등 (향후 100년간 연간 22조원의 사회적 비용 절감가능(조선일보, ‘13.3.15)
- 민간은 비용부담, 기둥식 구조 아파트에 대한 無경험 등으로 장수명주택의 확대적용에 부담 → 정부주도의 시장 확대 필요

- 건설경기가 바닥에 떨어져 있고 미분양이 쌓여있는 현 시점에서 일반적인 건설기술에 익숙한 주택건설업체들은 미래에 대한 기술개발은 관심 밖이며, 초기건축비용이 증가하며 단기간의 이익을 추구할 수 없는 분야의 회피기술로서 민간에서는 개발하기 어렵기 때문에 정부주도와 지원으로 민간을 견인.
- * 경제성 문제로 민간기업의 장수명주택(기동식 구조) 사용실적 전무.
SH공사만 2010년부터 서울을 중심으로 기동식 구조 아파트 공사 중.

(3) 글로벌 경쟁력 강화, 신 성장동력 창출을 위한 기술자립화 필요.

- 벽식구조 기술 고착화로 인한 장수명 기동식구조기술 수준저하로 기술자립화에 대한 정부 지원 필요.
 - 장수명주택의 기동식 전환에 따라 필수적으로 뒷받침되어야 하는 Infill(내장 및 설비) 요소기술 개발로 건설시장 활성화 및 일자리 창출.
 - * 내장 및 설비는 신축주택과 리모델링 주택에서 공통으로 사용할 수 있는 산업분야로서 ‘장수명주택 건설기준 및 인증제도’ (국토부 제도화 중)와 더불어 ‘가칭 우량주택부품 인정’ 과 같은 제도개발과 연계하면 중소기업의 새로운 주력산업으로 활용이 가능함.
 - 장수명주택의 기동식 전환에 따라 필수적으로 뒷받침되어야 하는 Infill(내장 및 설비) 요소 기술은 내장의 건식화·부품화를 위한 새로운 산업으로 건설분야 신성장동력으로써 성장 가능성이 높음. 또한 Infill(내장 및 설비) 요소기술 개발로 중소기업 경쟁력 강화 및 건설시장 활성화로 일자리 창출 가능
 - * 장수명주택 기술은 구조체 시스템의 기동식 전환과 화장실의 층상배관 등을 필수기술로 반영해 최근 문제화 되고 있는 층간소음 문제 대응 기반기술로서 잠재력 큼.
- 해외시장 진출 등을 위한 기술자립화(기술수준향상)로 국가경쟁력 강화를 위한 정부 지원 필요.
 - 국내에서 기반연구가 완료된 성과를 융복합하여 국내 실정에 맞는 독자적인 Mid-Tech, High-Tech 개발을 통한 해외시장 진출 가능성 확대

표 4-4. 기술자립화 현황

		As is	To be (지향점)
기술자립화 필요	총괄	-장수명주택으로 건설시, 설계 엔지니어링 및 시공능력 저하	-설계엔지니어링 및 시공능력 글 로벌 기준 경쟁력 강화 조정
	Support	-설계능력 외국 기술 도입	-국내 엔지니어링 능력 자립화 배양
	인필	-국내용도 기술, 해외진출 장애	-글로벌 기준 경쟁력 강화
	공기단축	-총당 공기 : 10일 -15층 전체 공기 : 691일	-총당 공기 : 6일 -15층 전체 공기 : 610일

표 4-5. 해외시장 진출 현황

	As is	To be (지향점)
해외시장 진출 대비 (하이, 로우, 미들테크)	-건축 시장 진출 경쟁력 없음 -부가가가치가 낮은 도급시공능력 -공기단축 발주자 요구사항 실행능 력 부재	-신도시 수출시장 경쟁력 강화 -고부가가치 영역 (개발사업, 엔지니어링, 컨설팅) 확장 -공기단축 기술 능력 선진화

표 4-6. Mid-Tech와 High-Tech 현황

구분	해당 기술	진출 가능성
Mid-Tech	중공슬래브(건설신기술) 공동주택 테이블 폼(Table Form) 외단열 및 외피	높음 높음 중간
High-Tech	-	-

(4) 일자리 창출을 위한 중소기업 중심의 Infill산업 활성화, 저개발국가 대상 의 해외수출을 위한 지원 필요.

- 인필산업의 신규고용은 연간 1만 3천명 창출 추정.
 - 연간 30만호 신축 기준, 경량벽체의 국내 시장규모는 약 1.2조로 신규 고용창출은 연간 8,160명 예상.
 - 연간 30만호 신축 기준, 외피 건식화(PC 등) 국내 시장규모는 약 7,500 억으로 신규 고용창출은 연간 5,100명 예상.
- 장수명주택의 해외시장 진출 시, 신규고용창출은 연간 1,470명 기대. (관리 인원을 10%로 가정)
 - 연 1만호 기준(최근 Project 5개), 약 1조(1호당 1억 가정) 시장 형성을 예상.

나. 정부 미지원시 문제점

- 기존 장수명주택 기술개발 결과의 미활용 문제 및 보급/실용화 지연.
 - 장수명주택은 단기간에 민간업체의 이익을 가져다주지 못하는 과제임과 동시에 공급 시 비용 상승을 수반하는 것으로 민간의 회피기술이기 때문에 정부에서 기술개발이 이루어지지 않으면 현재의 여건과 건축산업의 특성에서 볼 때 민간차원의 자발적인 기술개발은 기대하기 어려움.
- 글로벌 시장 기술 경쟁력 저하
 - 지속가능한 개발을 지향하는 세계적인 추세로 볼 때, 기술의 실용화 연구가 미진행시, 국제적인 공동주택의 가장 핵심적인 기반을 이루는 장수명주택 구성기술은 국제사회에서 경쟁력을 갖추기 어려우며 우위를 점할 수 없는 한계에 부딪치게 될 것으로 예상함.
- 초기 공사비 상승문제로 장수명주택요소기술이 주택시장에서 외면.
- 새로운 주택부문, 새로운 산업창출 지연(성장동력 상실)
- 막대한 철거비용 발생, 빈번한 재건축으로 건설폐기물 대량 발생.
 - 무분별한 재건축 추진을 방지하고 건축물의 노후화 억제와 기능 향상을 목적으로 리모델링이 도입 운영되고 있으나, 지금까지 건설된 공동주택은 내력벽식으로 지어져 추후 공동주택이 노후화될 경우 리모델링에서 층고와 공간 가변성의 관점에서 한계가 있을 것으로 판단.
 - 재건축이 많아질수록 건설폐기물 증가, 건설자원의 재투입 증가라는 사회적 문제점에 직면할 것을 대비해서 추후 리모델링이 용이하고 비용이 절감된 장수명 공동주택에 대한 정부의 지원이 필요함.
 - 환경오염, 자원낭비.
 - 건설 CO2 증가 : 2010년도 국가 온실가스 총배출량 분석¹⁹⁾ 결과, 2010년 기준 건설업 분야에서의 배출량은 2.5백만톤으로 2009년 대비 배출증가량은 0.2백만톤, 증가율은 8.1%로 증가추세에 있음.
- 기술과 제도와와의 부합화 실패
- 주택에 대한 인식전환 기회 상실
- 향후 공동주택 재고의 재건축 위주의 방향

19) 온실가스종합정보센터 정보관리팀, [보도자료 2013.02.28] 2010년 국가온실가스 배출통계, 2013.3.28.

다. 국가 상위계획과의 부합성

- 정부는 저탄소 녹색성장 기본법(법률 제10599호, 2011. 4. 14)의 제2조(정의)와, 제54조(녹색건축물의 확대)를 통해 에너지이용 효율 온실가스 배출을 최소화하는 건축물인 녹색건축물의 확대를 규정하고 있음.
- 국토교통부는 “녹색건축물 활성화 추진전략”에 따라 그린홈 건설 확대를 추진하고 있음. 이러한 관점에서 장기적 자원절약이 가능한 “장수명주택 인증제도”을 시행할 예정임.

5장. 인력투입계획 및 소요계산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

- 과제구성에 따른 연구일정 및 인력투입계획 수립

1. 전체사업 인력투입계획

○ 총투입인력 및 연도별 투입인력계획은 다음 표 5-1과 같다.

표 5-1. 전체 사업 인력투입 계획

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총인원
비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발	22	45	54	41	162

* 근거 : 총 연구비 중 인건비가 차지하는 비율을 40% 내외로 보고, 해당 인건비를 연구 인원수로 추정.

2. 세부과제별 인력투입

○ 세부과제별 인력 투입계획은 표 5-2와 같다.

표 5-2. 세부과제별 인력투입 계획

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총인원
1세부 비용절감형 장수명주택 모델 및 핵심기술개발	7	12	11	11	41
2세부 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	4	10	12	10	36
3세부 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발	7	13	17	12	49
연구단 사무국	4	10	14	8	36
총인원	22	45	54	41	162

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

- 기존 국가 R&D 소요예산산정 기준 준수
 - 총 연구개발비의 75% : 중앙행정기관의 연구개발비 출연기준 ‘바. 참여 기업이 3개 이상이고, 이중 중소기업 비율이 3분의 2 이상인 경우’
- 실증단지 공사비 산정(약식 계산)
 - 총 80억 : 60억 실증단지 순수공사비 + 20억 (Pre study, 준비비, 연구종료후 관리비)
 - 후속연구까지 제안 : 거주후 평가 가능하도록, LCC연구, 리모델링 구현, 층간소음 테스트

테스트베드 1개동 공사비 (약식계산)

59㎡ 20층 3세대 조합, 60세대, 평당 350만원

$60 \times 59 \times 1.5 / 3.3 = 1,609\text{평} \times 350\text{만원} = 56.3\text{억} \therefore \text{세대당 약 1억}$

2. 전체사업 소요예산

- 전체사업 소요예산중 정부출연금은 다음 표 5-3과 같으며, 총 158억, 1차년도 10억임.

표 5-3. 전체 사업 소요예산

(단위 : 억원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	총연구비
정부출연금	10	40	85	23	158
기업부담금	2.5	10	21.25	5.75	39.5
총연구비	12.5	50	106.25	28.75	197.5

* 기업부담금은 전체 연구비의 25% 이상으로 함.

3. 세부과제별 소요예산 (정부출연금 기준)

표 5-4. 세부과제별 소요예산

(단위 : 천원)

세부과제명	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	구성비 (%)
1 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계	350,000	700,000	900,000	600,000	2,550,000	16%
2 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	200,000	2,400,000	6,400,000	900,000	9,900,000	63%
3 장수명주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발	300,000	500,000	700,000	500,000	2,000,000	13%
연구단 사무국	150,000	400,000	500,000	300,000	1,350,000	9%
합계	1,000,000	4,000,000	8,500,000	2,300,000	15,800,000	100%
	6%	25%	54%	15%	100%	

가. 1세부과제 예산

(1) 소요예산

표 5-5. 1세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1) 인건비	내/외부 인건비		157,000	268,000	246,000	246,000	917,000
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	17,500	35,000	45,000	30,000	127,500
		시작품 제작비	52,540	172,500	383,900	123,970	732,910
		재료비	17,500	35,000	45,000	30,000	127,500
	연구 활동 비	여비	15,700	26,800	19,680	24,600	86,780
		수용비 및 수수료	14,130	24,120	14,760	22,140	75,150
		기술정보 활동비	20,410	34,840	27,060	31,980	114,290
	연구수당		23,550	40,200	36,900	36,900	137,550
3) 간접비			31,670	63,540	81,700	54,410	231,320
4)	합 계		350,000	700,000	900,000	600,000	2,550,000

(2) 인건비

표 5-6. 1세부과제 인건비 산출표

(단위 : 원)

주요 Activity	연도	① 인원수 (명)	② 참여 개월수 (개월)	③ 참여율	④M/M 산출 (①x② x③)	⑤ 실질월단가	⑥ 금 액 (④x⑤)	비 고
1.1 보급형 장수명주택 모델개발 및 실증단지 설계	1차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	2차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
	3차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	4차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
1.2 비용절감형 구조모델 개발	1차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	2차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
	3차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	4차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
1.3 Total Infill System 실용화 기술개발	1차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	
	2차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
	3차년도	7	12	30%	25.2	6,192,000	156,038,400	
	4차년도	7	12	30%	25.2	6,192,000	156,038,400	

표 5-7. 세부과제 인건비

(단위 : 천원)

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1.1 보급형 장수명주택 모델개발 및 실증단지 설계	45,000	90,000	45,000	45,000	223,000
1.2 비용절감형 구조모델 개발	45,000	90,000	45,000	45,000	223,000
1.3 Total Infill System 실용화 기술개발	67,000	90,000	157,000	157,000	469,000
1세부 소계	157,000	268,000	246,000	246,000	914,000

(3) 직접비

① 연구시설 및 장비비

표 5-8. 1세부과제 연구시설 및 장비비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용	합계
1 장수명주택 핵심기술 개발 및 실증단지 설계	1차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	17,500	127,500
	2차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	35,000	
	3차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	45,000	
	4차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	30,000	

② 시작품 제작비

표 5-9. 1세부과제 시작품 제작비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용	합계
1 장수명주택 핵심기술 개발 및 실증단지 설계	1차년도	인필 Pre Test	인필 Pre Test	52,540	732,910
	2차년도	인필 Pre Test	인필 Pre Test	172,500	
	3차년도	인필 시제품 제작	실증단지 적용제품제작	383,900	
	4차년도	인필 시제품 제작(탈부착테스트용)	실증단지 탈부착 테스트용)	123,970	

③ 재료구입비

표 5-10. 1세부과제 재료구입비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	품목	용도	비용	합계
1 장수명주택 핵심기술 개발 및 실증단지 설계	1차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	17,500	127,500
	2차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	35,000	
	3차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	45,000	
	4차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	30,000	

④ 여비산출표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로비 율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	10%	15,700,000	
2차년도	268,000,000	10%	26,800,000	
3차년도	246,000,000	8%	19,680,000	
4차년도	246,000,000	10%	24,600,000	
합계			86,780,000	

⑤ 수용료 및 수수료 총괄표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	9.0%	14,130,000	수용비수수료는 기준을 초과하여작성할 수없음
2차년도	268,000,000	9.0%	24,120,000	
3차년도	246,000,000	6.0%	14,760,000	
4차년도	246,000,000	9.0%	22,140,000	
합계	917,000,000		75,150,000	

⑥ 기술정보활동비 총괄표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	13%	20,410,000	
2차년도	268,000,000	13%	34,840,000	
3차년도	246,000,000	11%	27,060,000	
4차년도	246,000,000	13%	31,980,000	
합계	917,000,000		114,290,000	

⑦ 연구수당 산출표

Activity 단위	인건비총합	비율	비용(원)	비 고
1차년도	157,000,000	15%	23,550,000	
2차년도	268,000,000	15%	40,200,000	
3차년도	246,000,000	15%	36,900,000	
4차년도	246,000,000	15%	36,900,000	
합계	917,000,000	15%	137,550,000	

⑧ 직접비 집계표

(단위 : 천원)

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구 장비 /재 료 비	연구시설 및장비비	17,500	35,000	45,000	30,000	127,500	
	시작품제 작비	52,540	172,500	383,900	123,970	732,910	
	재료비	17,500	35,000	45,000	30,000	127,500	
연구 활동 비	여비	15,700	26,800	19,680	24,600	86,780	
	수용비및 수수료	14,130	24,120	14,760	22,140	75,150	
	기술정보 활동비	20,410	34,840	27,060	31,980	114,290	
연구수당		23,550	40,200	36,900	36,900	137,550	
합계		161,330	368,460	572,300	299,590	1,401,680	

(4) 간접비

(단위 : 천원)

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	316,700	10%	31,670	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	635,400	10%	63,540	
3차년도	817,000	10%	81,700	
4차년도	544,100	10%	54,410	
합계			231,320	

나. 2세부과제 예산

표 5-11. 2세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1) 인건비	내/외부 인건비		90,000	223,000	268,000	223,000	804,000
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	9,160	75,000	65,000	50,000	199,160
		시작품 제작비	31,350	1,940,538	5,889,820	421,160	8,282,868
		재료비	9,160	50,000	65,000	50,000	174,160
	연구 활동 비	여비	9,000	11,150	13,400	17,840	51,390
		수용비 및 수수료	8,100	6,690	8,040	13,380	36,210
		기술정보 활동비	11,700	11,150	13,400	24,530	60,780
	연구수당		13,500	11,150	13,400	33,450	71,500
3) 간접비			18,030	71,322	63,940	66,640	219,932
4)	합 계		200,000	2,400,000	6,400,000	900,000	9,900,000

표 5-12. 2세부과제 인건비 산출표

(단위 : 원)

주요 Activity	연도	① 인원수 (명)	② 참여 개월수 (개월)	③ 참여율	④M/M 산출 (①x② x③)	⑤ 실질월단가	⑥ 금 액 (④x⑤)	비 고
2.1 장수명주택 실증단지 시공	1차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	2차년도	5	12	30%	18.0	6,192,000	111,456,000	
	3차년도	6	12	30%	21.6	6,192,000	133,747,200	
	4차년도	5	12	30%	18.0	6,192,000	111,456,000	
2.2 장수명주택 실증단지의 경제성 평가 및 검증	1차년도	2	12	30%	7.2	6,192,000	44,582,400	
	2차년도	5	12	30%	18.0	6,192,000	111,456,000	
	3차년도	6	12	30%	21.6	6,192,000	133,747,200	
	4차년도	5	12	30%	18.0	6,192,000	111,456,000	

표 5-13. 2세부과제 인건비

(단위 : 천원)

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
2.1 장수명주택 실증단지 시공	45,000	112,000	134,000	112,000	402,000
2.2 장수명주택 실증단지의 경제성 평가 및 검증	45,000	112,000	134,000	112,000	402,000
2세부 소계	90,000	223,000	268,000	223,000	803,000

(3) 직접비**① 연구시설 및 장비비**

표 5-14. 2세부과제 연구시설 및 장비비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용	합계
2 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	1차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	9,160	199,160
	2차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	75,000	
	3차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	65,000	
	4차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	50,000	

② 시작품 제작비

표 5-15. 2세부과제 시작품 제작비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용	합계
2 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	1차년도	실증단지 준비비	실증단지 준비비	31,350	8,282,868
	2차년도	실증단지 시공비	실증단지 시공비	1,940,538	
	3차년도	실증단지 시공비	실증단지 시공비	5,889,820	
	4차년도	실증단지 시공비	실증단지 시공비	421,160	

③ 재료구입비

표 5-16. 2세부과제 재료구입비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	품목	용도	비용	합계
2 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토	1차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	9,160	174,160
	2차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	50,000	
	3차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	65,000	
	4차년도		재료 구입비 및 시험분석료, 전산처리/관리비	50,000	

④ 여비산출표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로비 율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	10%	9,000,000	
2차년도	223,000,000	5%	11,150,000	
3차년도	268,000,000	5%	13,400,000	
4차년도	223,000,000	8%	17,840,000	
합계			51,390,000	

⑤ 수용료 및 수수료 총괄표

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	9%	8,100,000	수용비수수료는 기준을 초과하여작성할 수없음
2차년도	223,000,000	3%	6,690,000	
3차년도	268,000,000	3%	8,040,000	
4차년도	223,000,000	6%	13,380,000	
합계	826,000,000		36,210,000	

⑥ 기술정보활동비 총괄표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	13%	11,700,000	
2차년도	223,000,000	5%	11,150,000	
3차년도	268,000,000	5%	13,400,000	
4차년도	223,000,000	11%	24,530,000	
합계	804,000,000		60,780,000	

⑦ 연구수당 산출표

Activity 단위	인건비총합	비율	비용(원)	비 고
1차년도	90,000,000	15%	13,500,000	
2차년도	223,000,000	5%	11,150,000	
3차년도	268,000,000	5%	13,400,000	
4차년도	223,000,000	15%	33,450,000	
합계	804,000,000	15%	120,600,000	

⑧ 직접비 집계표

(단위 : 천원)

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구 장비 /재료 비	연구시설 및장비비	9,160	75,000	65,000	50,000	199,160	
	시작품제 작비	31,350	1,940,538	5,889,820	421,160	8,282,868	
	재료비	9,160	50,000	65,000	50,000	174,160	
연구 활동 비	여비	9,000	11,150	13,400	17,840	51,390	
	수용비및 수수료	8,100	6,690	8,040	13,380	36,210	
	기술정보 활동비	11,700	11,150	13,400	24,530	60,780	
연구수당		13,500	11,150	13,400	33,450	71,500	
합계		91,970	2,105,678	6,068,060	610,360	8,876,068	

(4) 간접비

(단위 : 천원)

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	180,300	10%	18,030	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	2,377,400	3%	71,322	
3차년도	6,394,000	1%	63,940	
4차년도	833,000	8%	66,640	
합계			219,932	

다. 3세부과제 예산

표 5-17. 3세부과제 소요예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1) 인건비	내/외부 인건비		157,000	290,000	379,000	268,000	1,094,000
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	12,500	9,000	12,000	8,000	41,500
		시작품 제작비	17,090	10,310	79,390	44,690	151,480
		재료비	12,500	9,000	12,000	8,000	41,500
	연구 활동 비	여비	15,700	29,000	30,320	26,800	101,820
		수용비 및 수수료	14,130	26,100	22,740	24,120	87,090
		기술정보 활동비	20,410	37,700	41,690	34,840	134,640
		연구수당	23,550	43,500	56,850	40,200	164,100
3) 간접비			27,120	45,390	66,010	45,350	183,870
4)	합 계		300,000	500,000	700,000	500,000	2,000,000

표 5-18. 3세부과제 인건비 산출표

(단위 : 원)

주요 Activity	연도	① 인원수 (명)	② 참여 개월수 (개월)	③ 참여율	④M/M 산출 (①x② x③)	⑤ 실질월단가	⑥ 금 액 (④x⑤)	비 고
3.1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선	1차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	
	2차년도	6	12	30%	21.6	6,192,000	133,747,200	
	3차년도	6	12	30%	21.6	6,192,000	133,747,200	
	4차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
3.2 인필인증제도 구축	1차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	
	2차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
	3차년도	8	12	30%	28.8	6,192,000	178,329,600	
	4차년도	5	12	30%	18.0	6,192,000	111,456,000	
3.2 인필인증제도 구축	1차년도	1	12	30%	3.6	6,192,000	22,291,200	
	2차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	
	3차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	
	4차년도	3	12	30%	10.8	6,192,000	66,873,600	

표 5-19. 3세부과제 인건비

(단위 : 천원)

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
3.1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선	67,000	134,000	134,000	90,000	424,000
3.2 인필인증제도 구축	67,000	90,000	179,000	112,000	446,000
3.3 해외 신도시 진출 전략 연구	23,000	67,000	67,000	67,000	223,000
3세부 소계	157,000	290,000	379,000	268,000	1,093,000

(3) 직접비

① 연구시설 및 장비비

표 5-20. 3세부과제 연구시설 및 장비비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용	합계
3 보급활성화 를위한정책 및제도개발	1차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	12,500	41,500
	2차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	9,000	
	3차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	12,000	
	4차년도		연구시설/장비의 설치/구입/임차에 관한 경비 및 관련 부대경비	8,000	

② 시작품 제작비

표 5-21. 3세부과제 시작품 제작비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용	합계
3 보급활성화 를위한정책 및제도개발	1차년도	설문조사	설문조사	17,090	151,480
	2차년도	가상평가	가상평가	10,310	
	3차년도	인필부품통합 인벤토리	시스템별 품셈, 원가계산서, 가격정보 제공	79,390	
	4차년도	인필부품통합 인벤토리	시스템별 품셈, 원가계산서, 가격정보 제공	44,690	

③ 재료구입비

표 5-22. 3세부과제 재료구입비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	품목	용도	비용	합계
3 보급활성화 를위한정책 및제도개발	1차년도		시험분석료, 전산처리/관리비	12,500	41,500
	2차년도		시험분석료, 전산처리/관리비	9,000	
	3차년도		시험분석료, 전산처리/관리비	12,000	
	4차년도		시험분석료, 전산처리/관리비	8,000	

④ 여비산출표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로비 율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	10%	15,700,000	
2차년도	290,000,000	10%	29,000,000	
3차년도	379,000,000	8%	30,320,000	
4차년도	268,000,000	10%	26,800,000	
합계			101,820,000	

⑤ 수용료 및 수수료 총괄표

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	9%	14,130,000	수용비수수료는 기준을 초과하여작성할 수없음
2차년도	290,000,000	9%	26,100,000	
3차년도	379,000,000	6%	22,740,000	
4차년도	268,000,000	9%	24,120,000	
합계	1,094,000,000		87,090,000	

⑥ 기술정보활동비 총괄표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로 비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	157,000,000	13%	20,410,000	
2차년도	290,000,000	13%	37,700,000	
3차년도	379,000,000	11%	41,690,000	
4차년도	268,000,000	13%	34,840,000	
합계	1,094,000,000		134,640,000	

⑦ 연구수당 산출표

Activity 단위	인건비총합	비율	비용(원)	비 고
1차년도	157,000,000	15%	23,550,000	
2차년도	290,000,000	15%	43,500,000	
3차년도	379,000,000	15%	56,850,000	
4차년도	268,000,000	15%	40,200,000	
합계	1,094,000,000	15%	164,100,000	

⑧ 직접비 집계표

(단위 : 천원)

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구 장비 /재료 비	연구시설 및장비비	12,500	9,000	12,000	8,000	41,500	
	시작품제 작비	17,090	10,310	79,390	44,690	151,480	
	재료비	12,500	9,000	12,000	8,000	41,500	
연구 활동 비	여비	15,700	29,000	30,320	26,800	101,820	
	수용비및 수수료	14,130	26,100	22,740	24,120	87,090	
	기술정보 활동비	20,410	37,700	41,690	34,840	134,640	
연구수당		23,550	43,500	56,850	40,200	164,100	
합계		115,880	164,610	254,990	186,650	722,130	

(4) 간접비

(단위 : 천원)

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	271,200	10%	27,120	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	453,900	10%	45,390	
3차년도	660,100	10%	66,010	
4차년도	453,500	10%	45,350	
합계			183,870	

라. 연구단 사무국 예산

표 5-23. 연구단 사무국 소요예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1) 인건비	내/외부 인건비		90,000	223,000	313,000	179,000	805,000
2) 직접비	연구 장비 재료 비	연구기자재 및 시설비	2,400	20,000	10,000	10,000	42,400
		시작품 제작비	3,004	14,982	3,940	5,898	27,824
		재료비	2,000	13,700	7,000	2,800	25,500
	연구 활동 비	여비	9,000	22,300	25,040	17,900	74,240
		수용비 및 수수료	4,500	8,920	12,520	7,160	33,100
		기술정보 활동비	11,700	26,760	34,430	21,480	94,370
	연구수당		13,500	33,450	46,950	26,850	120,750
3) 간접비			13,896	36,888	47,120	28,912	126,816
4)	합 계		150,000	400,000	500,000	300,000	1,350,000

표 5-24. 연구단 사무국 인건비 산출표

(단위 : 원)

주요 Activity	연도	① 인원수 (명)	② 참여 개월수 (개월)	③ 참여율	④M/M 산출 (①x② x③)	⑤ 실질월단가	⑥ 금 액 (④x⑤)	비 고
홍보 및 교육	1차년도	4	12	30%	14.4	6,192,000	89,164,800	
	2차년도	10	12	30%	39.6	6,192,000	222,912,000	
	3차년도	14	12	30%	50.4	6,192,000	312,076,800	
	4차년도	8	12	30%	28.8	6,192,000	178,329,600	

표 5-25. 연구단 사무국 인건비

(단위 : 천원)

주요 Activity	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
홍보 및 교육	90,000	223,000	313,000	179,000	803,000
연구단 사무국 소계	90,000	223,000	313,000	179,000	803,000

(3) 직접비

① 연구시설 및 장비비

표 5-26. 연구단 사무국 연구시설 및 장비비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	장비명	용도	비용	합계
연구단 사무국	1차년도		사무국 임대비/운영비	2,400	42,400
	2차년도		사무국 임대비/운영비	20,000	
	3차년도		사무국 임대비/운영비	10,000	
	4차년도		사무국 임대비/운영비	10,000	

② 시작품 제작비

표 5-27. 연구단 사무국 시작품 제작비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	시작품명	주요기능	비용	합계
연구단 사무국	1차년도	연구단 홈페이지 제작	연구단 홈페이지 구축	3,004	27,824
	2차년도	교육용 책자 제작	교육	14,982	
	3차년도	연구단 홈페이지 업그레이드, 교육책자 제작	연구단 홈페이지 업그레이드, 교육용 책자	3,940	
	4차년도	종합매뉴얼집 제작, 교육용 책자 제작	종합매뉴얼(건립지), 교육	5,898	

③ 재료구입비

표 5-28. 연구단 사무국 재료구입비

(단위 : 천원)

주요 Activity	연차	품목	용도	비용	합계
3 보급활성화를위한정책 및제도개발	1차년도		연구단 전산처리/관리비	2,000	25,500
	2차년도		연구단 전산처리/관리비	13,700	
	3차년도		연구단 전산처리/관리비	7,000	
	4차년도		연구단 전산처리/관리비	2,800	

④ 여비산출표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	10%	9,000,000	
2차년도	223,000,000	10%	22,300,000	
3차년도	313,000,000	8%	25,040,000	
4차년도	179,000,000	10%	17,900,000	
합계			74,240,000	

⑤ 수용료 및 수수료 총괄표

구 분	인건비	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	5%	4,500,000	수용비수수료는 기준을 초과하여작성할 수없음
2차년도	223,000,000	4%	8,920,000	
3차년도	313,000,000	4%	12,520,000	
4차년도	179,000,000	4%	7,160,000	
합계	805,000,000		33,100,000	

⑥ 기술정보활동비 총괄표

구 분	인건비(원)	비율 (기준금액이하로비율설정)	합계(원)	비 고
1차년도	90,000,000	13%	11,700,000	
2차년도	223,000,000	12%	26,760,000	
3차년도	313,000,000	11%	34,430,000	
4차년도	179,000,000	12%	21,480,000	
합계	805,000,000		94,370,000	

⑦ 연구수당 산출표

Activity 단위	인건비총합	비율	비용(원)	비 고
1차년도	90,000,000	15%	13,500,000	
2차년도	223,000,000	15%	33,450,000	
3차년도	313,000,000	15%	46,950,000	
4차년도	179,000,000	15%	26,850,000	
합계	805,000,000	15%	120,750,000	

⑧ 직접비 집계표

(단위 : 천원)

세 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계	비율 (%)
연구 장비 /재 료 비	연구시설 및장비비	2,400	20,000	10,000	10,000	42,400	
	시작품제 작비	3,004	14,982	3,940	5,898	27,824	
	재료비	2,000	13,700	7,000	2,800	25,500	
연구 활동 비	여비	9,000	22,300	25,040	17,900	74,240	
	수용비및 수수료	4,500	8,920	12,520	7,160	33,100	
	기술정보 활동비	11,700	26,760	34,430	21,480	94,370	
연구수당		13,500	33,450	46,950	26,850	120,750	
합계		46,104	140,112	139,880	92,088	418,184	

(4) 간접비

(단위 : 천원)

연도	인건비+직접비	비율	금 액	비 고
1차년도	173,700,000	8%	13,896,000	인건비+직접비의 10% 이하
2차년도	461,100,000	8%	36,888,000	
3차년도	589,000,000	8%	47,120,000	
4차년도	361,400,000	8%	28,912,000	
합계			126,816,000	

6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	비용절감형 장수명주택 보급모델 및 기술개발
1.연구개발의 목표	
최종목표 :벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명주택 보급모델 개발 및 지원제도의 현실화. - 1세부과제 : 벽식구조 건축비 수준(기본형 건축비 1,377천원/㎡)의 장수명주택 모델 및 핵심기술 개발, 인필시장 점유율 확대 (연구 5년 후 5% 수준) - 2세부과제 : 장수명주택 실증시공 및 경제성 검증, 일반등급 기본형 건축비 검증 (기본형 건축비 1,377천원/㎡) - 3세부과제 : 장수명주택 인증제도 개선 및 인필 인증제도 도입	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
연구개발의 필요성	○ 장수명화 방향으로 정부 정책 전환에 따른 기술 개발 필요 - 단순 공급정책에서 품질·성능중심의 재고관리 중시정책전환 - 멸실로 인한 사회문제 해결 및 미래 신성장동력 확보 - 장수명주택 초기단계 인증제도화 시행 ○ 정부의 장수명 공동주택 연구단(2005~2010 : 이하 선행 연구단) 연구가 수행되어 기반기술이 구축되었으나, 이후 확산 저조.(2010-2013) - 최근 3년간 7대 대형건설사의 건설 주택 중 2%만 기동식 구조 - 민간부문 : 부분적 가변성이 있는 주택건설(혼합구조) - 공공부문 : SH공사, 2010년부터 기동식 구조로 건설 - 장수명 공동주택 인증기준 마련 (2015년 시행예정) ○ (경제적 측면) 장수명주택의 요소기술이 개발되었으나 초기 공사비가 벽식구조 대비 10~20% 상승하여 주택시장에서 외면 → 주택의 성능을 유지하면서 벽식구조 건축비 수준의 장수명주택 보급 모델 검증 및 개발 필요 ○ (제도적 측면) 장수명 관련 구체적인 제도 및 정책 미비로 활성화 유도 미흡 → 장수명주택 인증제도 개정 및 인필인증제도 신설로 장수명주택 보급 현실화 및 인필 기술개발 유도 필요 ○ (기술적 측면) 벽식구조의 습식공법 고착화로 인한 기동식 구조 및 인필 기술 수준저하

	→ 장수명주택의 기술자립화로 선진국 수준의 국가 경쟁력 확보 및 해외 시장 진출 가능성 확대
기술동향	[국내동향] ○ 장수명주택의 필요성을 인식하여 1990년대부터 기관별 연구(기초연구 및 장수명주택 구성모델 연구 및 요소기술연구)와 장수명주택 연구단의 연구 등으로 장수명주택 모델과 인필기술 개발이 추진되었으나, 초기건설비용 상승 및 인필 요소기술의 미성숙 등으로 주택시장에서 확대·보급되지 않고 있는 실정. – 기동방식 기술 및 무량판 구조방식 기술, FDW(Flat Slab Dry Wall) 기술 등 개발 – 세대내 고정 및 가동벽체(수납형 및 패널형), 세대간 벽체, 2층바닥, 천장시스템, 상상배관 시스템 화장실 등 ○ 2010년 이후 SH공사는 기동식 아파트로 전환하고 있으나 현재 2%만 기동식구조 아파트 건설 ○ 인필기술의 기반은 갖추어져 있으나 부품화, 제품화 미비 및 습식공법 대비 비용상승으로 확대 적용 한계 * 건식온돌: 습식대비 6-7배 고가 * 층상배관 화장실 : 습식 층하배관 시스템 대비1.5 배 [국외동향] ○ 장수명주택 기술은 국제적으로 Open Building 특히 주택은 Residential Open Building, Open Housing, 일본의 SI주택과 유사한 이론적 틀을 가지고 있음. 전기는 가변성 향상을 위한 설계 및 생산 기술, 거주자 참여, 후기는 내구성 향상과 다양한 인필이 결합된 기술로 발전함. ○ 가변성과 다양성을 지향한 SAR 설계방법론의 개발(1960년대)과 영국, 프랑스, 독일(1970년대) 등 유럽에 파급과 핀란드(2000년대 시범사업)로 전파 1990년대 중반이후 Open Building이라는 명칭으로 국제적으로 통용 ○ 네덜란드 : 중저층 대상 사례 및 바닥, 설비, 벽체를 통합한 Matura Infill System 특허 및 생산, ○ Finland : 건식 벽체 시스템, 설비 시스템 등 ○ 일본의 장수명주택 기술은 2단계 공급방식 등 다양 주거요구에 대응하는 가변성 향상 기술에서 SI주택과 같이 장기 내용성(耐用性)을 중시하는 기술을 거쳐 마을 만들기로 발전함. (2단계 공급방식→100년 주택(CHS)→SI주택→장기우량주택(200년주택))

	- 중저층에서 초고층아파트까지 다양, - 일본 장수명주택 기술은 라멘구조방식(기둥+보 방식)을 기본, 2중바닥 시스템과 상상(층상)배관시스템 채용, 부품화된 칸막이 벽체(고정형과 가동형)를 통한 공간 가변성 기술, 공용 및 전용배관의 유지관리 기술과 세대내부 리모델링 대응 기술 구축 - 인필은 1970년대 초부터 공동주택 부품, BL제도와 연계하여 주택부품 개발, 2중바닥, 가동 및 고정벽체, 설비 시스템 등 다양한 부품. - 일본의 장수명주택 기술개발은 국가와 공공 주도 + 민간 참여의 기술개발임 * KEP(일본주택공단, 1973), CHS(건설성, 1980-1982), SI(1990년대), 200년 주택(2008년)
3. 연구개발내용	
세부과제별 연구내용	[1세부과제] : 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계 1-1 보급형 장수명주택 모델 개발 및 실증단지 설계 - 인증제도 등급별 설계모델 및 유지관리 용이한 설계기법 개발 (*비용절감 및 가변성(생애맞춤형) 시나리오 고려 모델 설계 포함) - 실증주택/단지 대상선정 및 실시설계 감리 및 평가 (*단지차원의 장수명 요소기술/기법 제안 포함) 1-2 비용절감형 구조모델 개발 - 실증단지 비용절감형 구조모델 제시 - 실증단지 구조설계 및 감리 - 실증단지 층간소음, 진동 등 사용성능 평가 1-3 Total Infill System 실용화 기술 개발 - 인필 시공 Rule Book 구축 및 Total Infill System화 - 외피 성능 개선 및 실용화 기술 개발 - 기존 인필의 비용절감화 방안 및 실용화를 위한 제품 개선 ※ 1세부과제는 장수명주택 연구단의 요소기술을 바탕으로 비용절감을 위한 보급모델 설계, 구조모델 구축을 통한 비용절감형 SUPPORT 기술과 기개발한 인필기술을 보급형으로 개선하기 위하여 비용저감과 성능 개선을 중심으로 하고 성능기준 바탕 위에서 실증시공을 통하여 성능과 기술을 검증하도록 함. 아울러 보급모델의 시공검증을 위하여 실시설계 도서를 작성하고 인허가를 거쳐 실제로 시공할 수 있는 기반을 제공한다. 또한 설계는 장수명주택 인증제도를 기반으로 등급별 설계를 실시하여 검증할 수 있도록 한다. 보급모델은 가변성(생애맞춤형)의 시나리오를 설정하여 다양한 가족형과 라이프 사이클, 라이프 스타일 대응, 규모 통합 및 분할이 가능하도록 생활변화와 사회변화에 대응할 수 있도록 하고, 단지차원의 실증단지로 실증할 수 없을 경우라도 단지차원에서 장수명화에 필요한 요소기

술의 포함하여 설계방안을 강구한다.

[2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토

2-1 실증단지 시공 및 관리

- 실증단지 발주 및 준비
- 실증단지 공사 및 공정관리
- 장수명주택 실증단지 시공 (선정업체 시공)

2-2 실증단지 모니터링 및 경제성 평가

- 실증단지 모니터링 계획 및 시공 모니터링
- 실증단지 경제성 평가/ 비용예측 프로그램 개발

※ 2세부과제는 SUPPORT를 대상으로 실제 대상 단지에서 1세 부과제의 비용절감형 모델을 시공을 통하여 검증시공하고 경제성을 평가하여 목표를 달성할 수 있는지에 초점을 맞춘다. 아울러 장수명주택 인증제도에서 규정하고 있는 등급별 모델을 시공하여 등급상승에 따른 비용검증도 동시에 실시한다. 궁극적으로는 비용절감형 모델의 실증과 평가를 통하여 연구의 목표 달성여부를 확인하며, 이를 위한 시공 프로세스와 공기단축, 시공내용, 경제성 등을 평가함.

[3세부과제] 장수명주택 보급활성화를 위한 정책 및 제도개발

3-1 장수명주택 인증제도 실증 및 개선

- 등급별 장수명주택 설계모델에 대한 인증제도 가상 평가
- 비용 평가를 통한 인센티브 조정 및 제안
- 장수명주택 인증제도 개정 (고시 개정)

3-2 장수명주택 인필 인증제도 구축 및 활성화 방안 제언

- 인증 인증제도 방향설정 및 성능기준 개발
- 인필 성능기준에 따른 평가방법 개발 및 검증
- 인필 인증제도 제언
- 인필 부품 통합 인벤토리 구축

3-3 해외 신도시 진출 전략 연구

- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 조사 (1차년도 : 사전조사, 2차년도 : 본 조사/ 지역으로 1차2차년도 연구구분도 가능)
- 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 방안 제시(3차년도)
- 해외진출 경쟁력 강화 및 지역맞춤형 방안 제시(4차년도)

※ 국토부에서 2015년부터 시행하는 장수명주택 인증제도에 대하여 실증단지를 통하여 기준과 비용의 상관관계 검토하고 인증제도 개정방안의 도출과 더불어 인센티브의 차등화 방안을 구체화한다. 또한 중소기업 중심의 인필기술개발을 유도하기 위한 인필인증제도를 구축하고 인증기준과 평가방법, 시험방법 등을 구체화하여 제도화 한다. 이들 인필제도의 범주에 들어가는 인필의 예비평가를 통하여 검증 하며, 국내 인필을 중심으로 한 인필부품 통합 인벤토리를 구축한다.

아울러 본 연구결과를 종합하여 해외 신도시 개발 진출을 위한

수요조사를 기반으로 하고 비용절감형 장수명 주택 기술을 융복합하여 해외진출방안을 제시함.

[연구단 사무국]

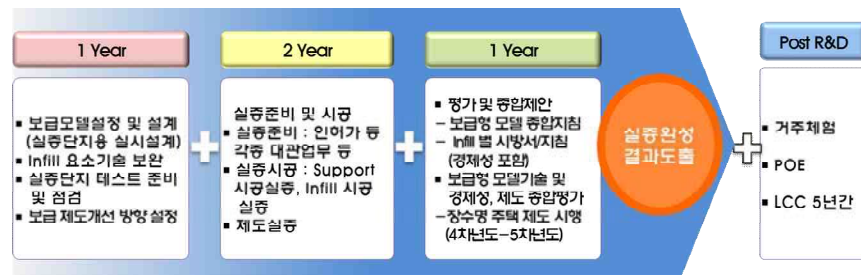
4-1 장수명주택 보급 활성화 기반 구축

- 연구단 홈페이지 구축 및 운영, 책자(개발 과정 보고서 등) 제작 (연차별 성과보고서, 연구진행보고 팸플렛, 출장보고서 등)
- 설계-시공-입주자 의식 지상과 다큐멘터리 프로그램 준비(연차별 진행과정 촬영 등) 및 제작
- 교육(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상)
- 지방자치단체 조례, 공사의 지침 지원.

※ 연구단은 본 연구가 원활하게 이루어질 수 있도록 전체적인 내용을 점검하고 지원하며, 세부과제 연구자들과 긴밀한 협조, 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원 등 관계기관과 연구진행을 위한 앵커역할을 한다. 개발된 연구 성과는 곧바로 홍보할 수 있도록 하여 성과확산을 도모하며, 연차별 성과, 정책적인 성과, 기술적인 성과를 적재적소에서 사용할 수 있도록 관련자와 연계하여 자료를 제공하고 기술교육을 실시한다. 아울러 장수명 실증주택(홍보관)을 이용하여 견학뿐만 아니라 체험할 수 있는 장을 만들고 장수명주택의 정보발신 기지의 역할을 하도록 한다.

4. 연구개발 추진방법

추진전략

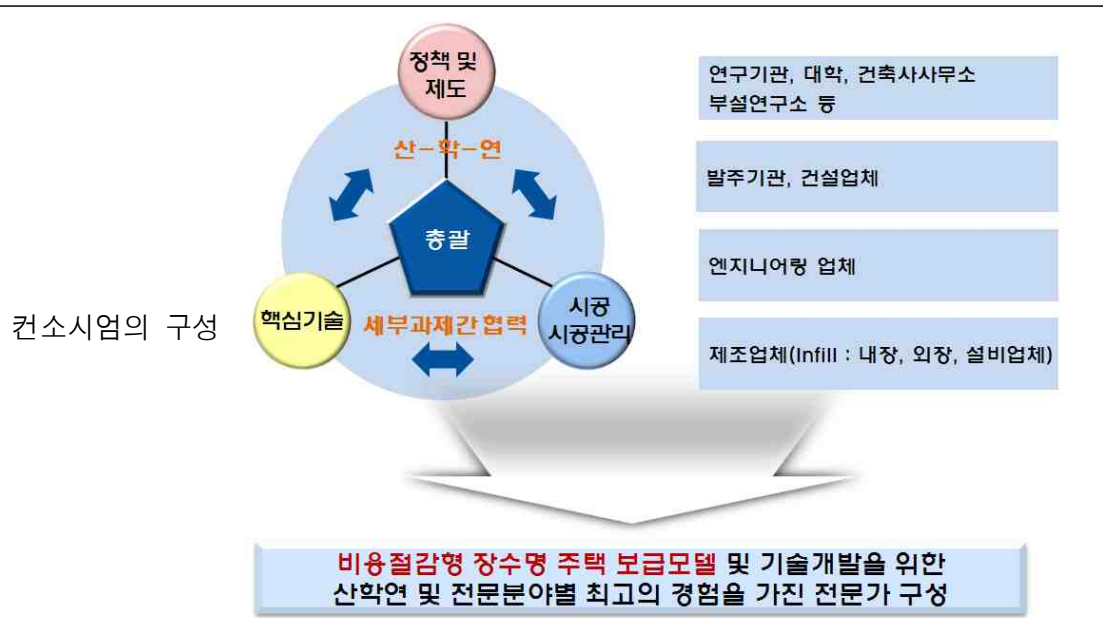


- 기존 개발 Infill 요소기술의 성능개선 · 비용절감과 시공성을 고려한 Support 공기단축기술의 융복합을 통하여 일반 벽식구조 수준의 비용절감형 장수명 주택 실증
- 비용절감형 장수명 주택 보급 모델 개발을 위하여 실제 단지를 대상으로 시험시공(실증단지)하여 비용과 기술을 실증하는 것을 중심과제로 함. 장수명 주택 인증제도와 부합성 실증, 제도의 Feed-back, Upgrading
- 중점방향과 연구비의 투자를 시험시공(실증단지)에 집중하여 1년 준비- 2년 실증/ 모니터링- 1년 종합평가 및 모델제시도 구성하고, 최종연도는 가변성과 수리용이성을 일부 검증함.
- 본 연구 종료 후 거주후 평가(POE)와 LCC 측면에서 장수명 주택의 검증과 모델하우스로서 홍보, 요소기술 상담 및 지원, 기술개발과 비용절감 장수명 주택의 체험장 등 국가 장수명 주택의 기술 및 정책 발전 기지로 활용

○ 비용절감형 장수명주택을 실증하기 위하여 3개 세부 과제의 긴밀한 협조 체제를 유지하되 시공실증을 최우선하여 연구진행 -장수명주택의 비용절감을 위한 공기단축과 경제성 검증

○ 장수명주택 국가 인증제도 기준 마련

	- 장수명주택 인증제도 지원을 위한 Reference Building (기준주택) 역할 - 장수명주택 단지 성능기준 마련 및 기준달성 - 국가와 산학연의 협력 프로젝트 ○ 비용절감형 장수명주택 기술 개발을 통한 보급화 - 장수명주택의 성능등급에 따른 4가지 보급모델 제시 - 기 개발된 장수명주택기술 및 비용절감형으로 개선시킨 기술 (Support, Cladding, Infill) 실증 - 장수명주택 기술 및 성능기준 마련 ○ 장수명주택 구축 및 성능확보 - 국내 기 개발된 장수명주택 기술 융합 - 장수명주택 성능확보(내구성+가변성+유지보수용이성+3無성능) - 국내주택시장에서 보급 가능한 사업성 확보 - 실거주자를 통한 거주성 평가 - 장수명주택의 가변성 및 유지관리용이성 실증 ○ 장수명주택 인식 개선을 통한 보급 확대 - 장수명주택 인식개선을 위한 교육 및 홍보 - 장수명주택의 성능 및 경제성 실증 - 장수명주택의 보급형 모델 개발
추진체계	○ 산학연분야의 장수명 경험이 있는 전문가를 중심으로 구성하되, 종합적인 장수명 기술, 정책, 경제, 프로그램, 공정전문가, 인필 업체, 엔지니어링업체, 설계사무소 등의 종합적인 실무팀, 연구팀으로 구성 ○ 필요시 국외 전문가 포함 ○ 연구팀과 별도로 자문위원회/ 운영위원회 운영 ○ 본 연구단은 100년 이상 가는 장수명주택을 보급하고 국민의 장수명주택에 대한 인식을 전환을 목표로 기존 국내외 선행기술을 최적화하여 실용화하는 사업이므로, 산학연 공동 엔지니어링 프로젝트를 기본조건으로 함. ○ 실용화 중심의 연구사업으로 특히 2세부 실증단지 구축은 현업 민간건설사 중심의 실무자들이 적극 참여하여 1세부 기술개발 과제와 연계성 및 협조체계를 확보해야함.



5. 최종성과물

주요 최종성과물

- [1세부과제] 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계
- 전체 연구 연차, 중간, 최종보고서
 - 장수명주택 비용절감형 및 등급별 모델 설계가이드라인(가변성 1등급, 주택성능인증 최우수 등급)
 - 실증단지 주택 설계 및 감리도서(실시설계 및 준공도서)
 - 보급형 인필 시스템 구성 가이드라인(Rule Book 및 기준)
 - 인필 성능 테스트 및 실증단지 모니터링을 통한 성능검증보고서
 - 실증단지의 가변성, 유지관리 성능평가보고서
 - 실증단지의 층간소음, 진동 등 사용성 평가보고서(2등급이상)
 - 보급형 인필부품 혹은 제품 모델(인필 연구시장 시점에서 5% 이상 비용절감 및 성능유지 또는 향상 실용화 제품)
- [2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토
- 장수명주택 실증단지(단지, 동, 세대단위 등 목표달성과 연계)
 - 실증단지 시공 및 관리(공기단축30% 실증 보고서)
 - 비용절감형 장수명주택 실증단지 시공기술 및 프로세스 보고서(공기단축 지침)
 - 비용절감형 장수명주택 실증단지의 경제성 검증 보고서(벽식구조 건축비 수준의 비용달성 결과 및 비용절감형 시공 지침 등)
 - 비용절감형 시공 가이드라인
- [3세부과제] 장수명주택 보급활성화를 위한 정책 및 제도개발
- 장수명주택 인증제도 개선안 및 인센티브(안)(고시개정)
 - 장수명주택 인필인증제도(안) 도입(제도화)

	- 인필인증제도의 성능기준 보고서 - 인필인증제도 평가기법 보고서 - 실증단지 홈페이지 등 홍보물 - 장수명주택 보급 활성화를 위한 교육 및 홍보(안) [연구단 사무국] - 각종 연구성과의 홍보책자 및 성과집 제작 - 장수명주택 보급활성화를 위한 교육 및 홍보(안) - 실증단지 운영 및 홍보관 - 실증단지 조성 다큐멘터리(모니터링) - 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 조사보고서 - 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 보고서 - 해외진출 경쟁력 강화 및 지역 맞춤형 보고서
연차별 성과물	1세부과제 : 장수명주택 핵심기술개발 및 실증단지 설계 [1차년도] - 전체 연구 연차보고서 - 해당 연차별 연구보고서 - 장수명주택 등급별 모델 설계가이드라인 - 실증단지 기본설계도서 - 기존 인필의 비용절감개선방안 보고서 [2차년도] - 전체 연구 연차보고서 - 해당 연차별 연구보고서 - 장수명주택 등급별 모델 설계가이드라인 - 보급형 인필모델 및 토탈시스템 가이드라인 - 실증단지 실시설계도서 [3차년도] - 전체 연구 연차보고서 - 해당 연차별 연구보고서 - 인필 부품 통합 인벤토리 구축 - 실증단지 감리 및 모니터링 보고서 [4차년도] - 전체 연구 연차보고서 - 해당 연차별 연구보고서 - 등급별 장수명주택 보급모델의 설계가이드라인 - 인필 성능테스트 및 실증단지 모니터링을 통한 성능검증보고서 - 실증단지의 가변성, 유지관리 성능평가보고서 - 실증단지의 층간소음, 진동 등 사용성 평가보고서 - 실증단지의 새집증후군, 결로 성능평가보고서 [2세부과제] 장수명주택 실증단지 구축 및 경제성 검토 [1차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 실증단지 대상시 선정 보고서
- 실증단지 시공 공정 및 계획보고서
- 실증단지 시공기술 및 프로세스 계획보고서

[2차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 비용절감형 장수명주택 실증단지 시공기술 및 프로세스 중간 보고서
- 실증단지 예비 경제성평가 보고서

[3차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 비용절감형 장수명주택 실증단지 시공기술 및 프로세스 최종 보고서
- 실증단지 공사비 모니터링 보고서
- 비용절감형 장수명주택 실증단지의 경제성 검증 보고서

[4차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 장수명주택 실증단지(60세대 이상)
- 실증단지 운영 및 홍보관
- 비용절감형 시공 가이드라인
- 실증단지 조성 모니터링 보고서
- 실증단지 경제성 평가 보고서

[3세부과제] 장수명주택 보급활성화를 위한 정책 및 제도개발

[1차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 국내외 장수명주택 인증제도 및 인필인증제도 분석보고서
- 인필인증제도의 성능기준 보고서
- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 사전조사보고서

[2차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 등급별 장수명주택 모델의 인증제도 가상평가보고서
- 인필인증제도 평가기법 보고서
- 해외(동남아, 중국, 중동) 주택수요 및 선호도 본조사보고서

[3차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 비용평가를 통한 장수명주택 인증제도 인센티브 조정 및 제안
- 인필인증제도 검증보고서
- 해외 주거문화와 장수명 주택의 융복합화 보고서

[4차년도]

- 해당 연차별 연구보고서
- 장수명주택 인증제도 개선안 및 인센티브(안)
- 장수명주택 인필인증제도(안)
- 해외진출 경쟁력 강화 및 지역맞춤형 보고서

[연구단 사무국] (1차년도) - 연구단 홈페이지, 연차별 성과보고서, 팸플렛, 출장보고서, 세미나 자료, 개발과정 보고서, 실증단지 건설지 등 - 교육 책자(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상) (2차년도) - 연구단 홈페이지, 연차별 성과보고서, 팸플렛, 출장보고서, 세미나 자료, 개발과정 보고서, 실증단지 건설지 등 - 설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 제작용 디지털 자료(연차별 진행과정 동영상 촬영 등) 및 상영물 - 교육 책자(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상) (3차년도) - 연구단 홈페이지, 연차별 성과보고서, 팸플렛, 출장보고서, 세미나 자료, 개발과정 보고서, 실증단지 건설지 등 - 설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 제작용 디지털 자료(연차별 진행과정 동영상 촬영 등) 및 상영물 - 교육 책자(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상) (4차년도) - 연구단 홈페이지, 연차별 성과보고서, 팸플렛, 출장보고서, 세미나 자료, 개발과정 보고서, 실증단지 건설지 등 - 설계-시공-입주자 의식 지상파 다큐멘터리 프로그램 제작용 디지털 자료(연차별 진행과정 동영상 촬영 등) 및 상영물 - 교육 책자(연차별/ 공무원, 전문가, 대학 대상)	6. 기대효과 및 파급효과, 활용방안 ○ 사회·경제적 효과 - LCC 고려 및 초기 건축비 절감을 통한 장수명주택 보급 확대와 국민의 주택소요비용 경감을 통한 자산가치 향상 * 초기건축비 10%, 설비 및 유지관리 LCC 20% 절감 * 100년 기준 1/3 정도의 주거비 및 재건축으로 인한 이사, 전학 등 사회적 비용 절감 - 인구구조와 가족형태의 변화에 유연하게 대응할 수 있는 맞춤형 생애주택 실현을 통해 미래 사회비용 저감이 가능한 주택 재고의 확보 - 글로벌 경쟁력을 갖춘 한국형 장수명주택건설기술(구조시스템, 설계기술 및 지침 등) 확보 및 부품산업 확대로 건설산업 활성화 - 모든 주택을 100년 주택으로 건설할 경우 연간 22조의 절감효과 기대 (조선일보 경제면, '13.3.15) - 주택성능 개선으로 인한 재건축 최소화로 주거안정 및 이로 인한 사회적·환경적·경제적 효과 극대화 ○ 기술적 효과
---	--

- 100년 이상 지속가능한 우수품질의 ‘한국형’ 비용절감형 장수명주택 보급모델 기술개발로 글로벌 경쟁력 확보
- * 기존 벽식구조 건축비 수준의 보급모델 기술 및 보급기반 구축
- * 장수명 부품 기술의 성능개선과 확대보급 기반 구축
- 장수명과 공기단축을 융·복합한 비용절감형 기술 확보
- * 공기단축을 통한 금융비등 간접비 절감 : 2~3%
- * 설계 시공성 향상을 통한 사업비 절감 : 5~15%
- 건설 설계 및 시공 기술력의 융복합으로 해외 신도시 수출 등 건설산업의 수출경쟁력 강화로 수익성 확대
- 정책적 효과
 - 장수명 주택 인증제도는 국토교통부 고시안의 개정 및 인센티브 내용 제시로 장수명주택 정책의 현실화
 - 장수명 주택을 지지하는 인필인증제도 도입으로 중소기업의 인필 기술 개발 유도 및 성능향상 효과
 - 국내 건설업체의 해외 진출을 위한 정책적 지원 기반 확보
- 장수명 주택 핵심 요소기술로 활용
 - 설계사무소, 건설업체 등의 장수명 주택 설계기술로 활용
 - 지방자치단체, LH, SH 등 공공 혹은 지방공사의 단지설계 및 지침으로 활용
 - 건설업체의 비용절감을 위한 장수명 주택 설계 및 시공지침으로 활용
 - 인필개발업체의 개발품은 중소기업의 장수명 주택의 핵심인필 기술 제품화 활용
- 장수명주택 정책 및 제도 활용
 - 장수명 주택 인증제도의 건설기준 및 인센티브 기준으로 활용
 - 장수명 주택 인필인증 제도 도입 및 인필 기술개발 유도 정책에 활용 (중소기업의 인필 기술개발 유인 제도로 활용)
 - 해외 신도시 진출을 위한 건설업체의 지역별 맞춤형 주택기술 지원에 활용(해외 건설협회 소속 건설업체 진출 기반 자료로 활용)

7. 연구개발기간 및 소요예산

총연구기간 : 2014.0.0 - 2017.0.0
 - 1차년도 연구기간 : 2014.0.0 - 2015.0.0

총 정부출연금 : 158억원
 - 1차년도 정부출연금 : 10억원

* 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가부담 가능 * 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수 * 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능.	
8. 장수명주택 실증단지 요건	
대상지 선정기준	○ 물리적 환경 – 장수명주택에 대한 국민인식전환 및 지식전달을 목적으로 하므로 접근성이 높은 지역 – 단지 주변에 기반시설 구축이 가능하고, 즉시 개발이 가능한 필지 ○ 필지조건 – 장수명주택으로서 공공건설임대주택을 건설하기에 합리적인 가격의 필지 – 본 과제를 위해 개발제한구역이나 자연녹지의 변경을 통한 개발은 장수명주택의 실증단지 목적과 취지에서 벗어난 방법임으로 이를 배제함.
주택기준	○ 주택유형 및 임대방식은 연구대상지의 성격을 고려하여 도시형 주거유형을 반영하여 제시하되, 공공건설임대주택에 한함. ○ 실증단지는 연구비와 연동하여 단지, 주동, 주동일부나 세대 등을 자유롭게 선정할 수 있도록 하되, 비용절감형 장수명 주택의 보급을 위한 연구목표를 충분히 달성할 수 있는 수준이면 자유롭게 설정하도록 함. 비용절감형 장수명주택 실증단지는 연구 종료 후에도 체험과 기술 실험 및 홍보가 용이한 장소를 선택할 것. (*주동이하 차원의 실증주택으로 추진되더라도 단지차원의 장수명화 요소기술에 대해서는 연구에 포함하여 1-1세부과제에서 다루도록 하며, 3-3 세부과제의 해외 신도시 진출을 위한 지원방안으로도 제공되어야 함) ○ 장수명주택 실증단지 구축시 장수명 공동주택 인정제도(2015년 시행)에서 제시한 4등급(최우수/우수/일반/의무)별 보급모델을 모두 구현하도록 함.
커뮤니티시설 및 홍보관 등	○ 단지 커뮤니티 시설은 “주택법 제2조 8,9항”에서 정의하는 부대 및 복리시설 중 세대수에 따라 “주택건설기준 등에 관한 규정”에서 규정하는 의무 설치대상시설을 포함하도록 함. ○ Mock-up 주택, 홍보관, 관리실은 추후 활용을 고려하여 연구진이 제안하도록 함.
9. 기타 유의사항	
기타	○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위하여 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그

사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

- 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속 지원 여부 결정 예정
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발 계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린 정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조
 - － 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
- 비전·전략목표·미션·기대효과의 전체 체계를 설정하여 제시하되 구체적이고 의욕적인 성과목표를 제시하고, 성과목표 달성을 검증할 수 있는 연계체계를 구성하여 제시할 것
 - ※ (예시) 연구수행내용-시험평가단계-실증과정-보완단계 등
- 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 최종성과물 구체화하여 제시
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - － 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검 기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검·관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - － 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 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 과제 내 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
- 제안 연구내용의 지식서비스 분야 (디자인, 설계, 소프트웨어 개발 등) 해당여부를 사전검토, 선정평가 등을 통해 심층검토 하고 해당되는 경우 협약시 반영 예정
- 공고된 연구내용 및 예산 등은 추후 연구수행과정에서 기술변화, 시장변화, 정책변화, 정부예산사정 등에 따라 변경될 수 있음

2절. 평가기준 설정

1. 평가항목

기준항목	세부항목
연구개발목표 10점	최종목표 및 연차별 달성목표의 적절성·타당성(5점)
	성과지표 설정의 명확성 및 적정성(5점)
연구개발내용 (20점)	RFP와의 적합성(5점)
	과제목표달성을 위한 세부과제 및 구성 및 상호연계성(5점)
	연구개발내용의 완성도 및 실현가능성(5점)
	연차별 연구내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (20점)	연구수행체계 적정성 및 연구진 전문성(5점)
	연구추진 전략의 구체성 및 타당성(5점)
	연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점)
	연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
개발기술의 실용성 및 경제성 (40점)	개발기술의 혁신성 및 차별성(10점)
	활용방안의 적절성 및 구체성(10점)
	개발기술의 실용성 및 사업성(10점)
	개발기술의 경제성 기대성과(투자 및 파급효과 등)(10점)
연구책임자의 전문 성 및 관리능력 (10점)	연구전문성 및 해당분야 실적(5점)
	연구과제 관리 및 운영 능력(5점)

* 총점은 100점이며, 총점의 60% 미만인 경우는 탈락

부합성 평가	평가위원 과반수 이상의 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

가. 연구개발의 목표

- 현재 벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 비용절감형 장수명주택 보급 모델개발 및 실증시공을 통한 검증, 장수명 주택 유도 및 지원제도의 현실화, 활용방안을 위한 최종목표에 부합되도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및

최종목표를 설정하여 제시

- 연차별 목표 및 최종목표의 달성에 대한 정량적인 평가를 위하여 국토해양부의 ‘건설교통 R&D 성과지표’에 따라 명확한 성과지표 설정과 평가기준 제시

나. 연구개발 내용

- 벽식구조 건축비 수준의 100년 지향 장수명주택 기술개발, 실증, 제도개발을 위한 실현성 있는 과제 구성으로 RFP 적합성 여부 평가
- 기획과제에서 제시한 연구목표 달성을 위한 기술개발 요구사항에 대하여 제안 세부과제 및 구성의 적정성, 상호 연계성을 통한 실현가능성 제시 여부 평가
- 비용절감형 장수명 주택의 연구목표달성을 위한 설계, 구조, 인필의 핵심기술의 내용구성 및 실증 가능성, 장수명 활성화 및 보급을 위한 제도 내용구성의 완성도 및 타당성 여부
- 최종목표 달성을 위한 각 과제간 연계 여부 및 과제간 개발사항의 중복성 배제 및 차별성, 창의성 평가

다. 추진전략 및 계획

- 연구개발 내용과 연계된 성과목표·개발지표, 내용의 현실성, 달성을 위한 수행체계, 추진전략 등을 연구개발계획서에 필히 제시하며 이를 통해 향후 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 비용절감형 장수명주택 기술개발은 실용성을 전제로 하므로 효과적이고 성공적 수행을 위한 산, 학, 연의 융합된 기관으로 구성하고, 주생활분야나 인문적인 분야도 포함하여 현실화 및 실용화할 수 있는 전문성 있는 연구진 구성 여부
- 연구과제는 실증준비 및 핵심기술 개선-실증-결과 검증의 단계별 추진 전략이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안 수립 여부
- 제안한 실증단지 혹은 주택의 실증 가능성과 용이성에 대한 타당성 및 적절성 평가
- 장수명 주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도의 현실성 있는 추진 전략 및 계획의 타당성 및 합리성 여부
- 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계 설정과 각 연구를 수행하기에 적절한 연구개발비의 편성 여부
- 지원한 기관 및 연구진은 본 연구를 수행할 수 있는 인프라와 연구지원 시

시스템을 갖추고 있는 기관인가 여부

- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적 혹은 기술이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업을 우선함.

라. 개발기술의 실용성 및 경제성

- 연구기관선정의 우선순위는 장수명 주택의 연구실적 및 경험을 갖춘 구성으로써, 비용절감형 장수명 주택 핵심기술의 실용화에 따른 시장점유율 및 부가가치 확대, 세계최고 수준의 기술경쟁력 확보 등으로 개발기술의 실용성과 이를 지원할 수 있는 정책연구의 경험과 실현 가능성에 초점을 두어 선정함
- 현재 장수명 주택 기술수준과 비교하여 비용절감형 장수명 주택 목표 수준(벽식구조 수준의 건축비)의 달성여부와 기술 선도국 대비 예상수준, 기술의 경쟁력 수준 등에 대하여 정성적 또는 정량적 평가 여부
- 연구기관 또는 참여기관 등을 통한 개발기술의 실용화·사업화 가능성과 국가나 지자체 정책·제도 실현의 구체성 제안 여부
- 장수명주택의 핵심개발기술 및 시공 실증의 성과는 실제 현장 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술인가의 여부
- 개발기술의 해외 진출을 위한 실현방안의 현실성 여부
- 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적으로 제시 여부

마. 연구책임자의 전문성 및 관리능력

- 연구책임자는 장수명 주택 분야의 연구와 정책 관련 연구 및 실행에 참여한 전문성과 실적이 풍부한가 여부
- 연구책임자는 전체과제의 목표 및 방향에 대하여 정확하게 인식함과 동시에 과제 내의 세부과제 및 세세부 과제 간에 유기적인 연계를 바탕으로 연구가 원활하게 추진되도록 관리 능력을 갖추고 있는가 여부
- 연구책임자는 각 과제의 연구기관 협조체제 구축은 물론 과제 내에서 진행되는 과제관리, 대외기술협력 등 해당 연구의 원활한 추진을 위한 역할을 수행하는 관리 및 운영능력 여부
- 연구책임자는 국토교통부에서 실시하는 해당분야의 산업육성, 발전정책 및 종합계획 수립 등 관련 업무 추진 시, 기술자문 및 적극적인 업무협조 역할을 수행해야 함

2. 가점 및 감점 기준

가. 연구수행 형태에 따른 가점

(1) (1안) 일반적인 기준

- 대기업이 주관연구기관으로서
중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점
중소기업이 참여하는 경우 : 2점
- 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점
- 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점

(2) (2안) 연구단 수정 기준

- ✕ 연구단 과제의 경우
- 산, 학, 연이 모두 참여하여
세부 주관연구기관으로 산, 학, 연이 각각 구성된 경우 : 2점
세부 주관연구기관으로 중소기업이 구성된 경우 : 1점
- 산, 학, 연으로 구성되며
중소기업이 세부 주관연구기관의 1/3 이상인 경우 : 2점
중소기업이 세부 주관연구기관으로 구성된 경우 : 1점

나. 총연구개발비에 대한 연구신청기관의 연구개발비 부담비율에 따른 가점

- 총 연구개발비에 대한 연구신청기관이 부담하는 연구개발비(현금)의 비율에 따라 신청기관별로 가점 부여 (단, 경쟁응모인 경우에 한함)
신청기관 중 연구개발비(현금) 부담비율이 가장 높은 기관 : 1.0점
그 외 기관은 최대 연구개발비(현금) 부담비율을 기준으로 연구개발비(현금) 부담비율에 따른 가점 부여

$$\text{부여가점} = 1.0 \times \frac{\text{해당기관 연구개발비 부담비율}}{\text{신청기관 중 최대 연구개발비 부담비율}}$$

다. 기타

- 기획과제에 대한 과제제안자가 본 과제의 주관(공동)연구책임자로 참여시 : 가점 2점(기입 여부)
- 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 가점 1점
- 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15 이상) 실적이 있는 연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 : 가점 1점

- 연구개발과제 선정 후 협약포기 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우(「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」 제정('09. 6. 30) 이후 협약과제 대상) : 3점 감점
- 연구개발과제의 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우(「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」) 제정('09. 6. 30) 이후 협약과제 대상) : 3점 감점

별표 1. 연구개발 가능성 평가

평가항목		점수(○ 표시)				
		아주 우수	우수	보통	미흡	불량
가) 연구개발 의 필요성(10)	① 연구개발 대상기술의 중요성 및 필요성	5	4	3	2	1
	② 국토해양 R&D 정책과 연구내용과의 장기적 연계성	5	4	3	2	1
나) 연구개발 의 목표 및 내용(30)	① 최종, 연차별 목표 및 분야별 목표와의 적합 성, 명확성, 창의성	10	8	6	4	2
	② 성과목표 및 성과지표 설정의 명확성	10	8	6	4	2
	③ RFP와의 적합성 ※ 자유공모과제의 경우 “연구개발내용의 완성도 및 실현가능성”평가항목의 배점을 10점 기준으로 변경(동 평가항목 삭제)	5	4	3	2	1
	④ 연구개발내용의 완성도 및 실현가능성	5	4	3	2	1
다) 연구개발 추진전략 · 체계 및 연구 수행 방법(20)	① 추진전략 및 연차별 추진체계의 합리성	10	8	6	4	2
	② 연구수행방법의 적합성	10	8	6	4	2
라) 연구성과 활 용 가 능 성 (10)	① 활용방안의 적절성 및 구체성	5	4	3	2	1
마) 연구수행 능력(10)	② 개발기술의 경제적 기대성과(투자 및 파급효과 등)	5	4	3	2	1
바) 연구시설 확보 및 연구 개발비 계상 의 합리성(10)	① 연구책임자의 연구수행 · 관리능력 및 관련분 야 연구경험	5	4	3	2	1
	② 참여연구인력의 적정성 및 전문성	5	4	3	2	1
	① 연구장비 · 시설 확보 및 활용의 적합성	5	4	3	2	1
	② 연구개발비 계상 · 집행 및 개발기간의 합리성	5	4	3	2	1
평가점수		점				

별표 2. 가점 및 감점 기준

가감점 구분	내용
연구수행 형태에 따른 가점	○ 대기업이 주관연구기관으로서 - 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점 - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점 ○ 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점 ○ 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점
총 연구개발비에 대한 연구신청기관의 연구개발비 부담비율에 따른 가점	○ 총 연구개발비에 대한 연구신청기관이 부담하는 연구비(현금)의 비율에 따라 신청기관별로 가점 부여 (단, 경쟁응모인 경우에 한함) - 신청기관 중 연구비(현금) 부담비율이 가장 높은 기관 : 1.0점 - 그 외 기관은 최대 연구비(현금) 부담비율을 기준으로 연구개발비(현금) 부담비율에 따른 가점 부여 $\text{부여가점} = 1.0 \times \frac{\text{해당기관 연구개발비 부담비율}}{\text{신청기관 중 최대 연구개발비 부담비율}}$
연구개발과제의 최종 평가 결과 등에 따른 가·감점	○ 연구개발과제의 최종평가 결과, 최우수등급(상대평가지 최상위 10%, 절대평가지 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 2점 가점 ○ 연구개발과제의 최종평가결과 최하위등급(상대평가지 최하위 10%, 절대평가지 만점의 60% 미만)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종 평가후(연구개발참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 2점 감점 ○ 연구개발과제의 최종평가결과 하위등급(상대평가지 차하위 20%, 절대평가지 만점의 70% 미만)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정 평가점수의 1점 감점
추적평가결과에 따른 가점	○ 종전에 수행한 연구개발과제의 추적평가결과에 따라 다음의 기준을 적용하여 가감점 부여 - 추적평가 결과 만점의 90% 이상인 연구개발과제의 주관연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 추적평가 후 3년간 가점 2점 - 추적평가 결과 만점의 80% 이상 90% 미만인 연구개발과제의 주관연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 : 추적평가 후 3년간 가점 1점
기타	○ 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 우수논문(임팩트팩터 15이상)실적이 있는 연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 가점 1점 ○ 연구개발과제 선정 후 협약포기경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 3년간 3점 감점 ○ 연구개발과제의 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 5년간 3점 감점

	○ 기술 혹은 연구개발 아이템 제안자의 제안의견이 채택된 경우, 1년 내 내 해당 연구자가 연구책임자로 신규과제 신청 시 가점 2점 ○ 최근 2년 이내에 국토해양부장관으로부터 녹색인증 및 확인을 받은 실적이 있는 연구자 및 연구기관이 관련녹색기술로 신규과제 신청 시 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 보안과제를 수행한 실적이 있는 연구자가 신규과제 연구책임자로 신청 시 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 조기성공 실적이 있는 연구자가 신규과제 연구책임자로 신청 시 가점 0.5점
--	---

7장. 참고문헌

1. 저에너지 친환경 공동주택 통합설계 (설계가이드, 시공메뉴얼), 이승복 외 (2011)
2. 장수명 공동주택 연구단, 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발 1~5차년도, 한국건설교통기술평가원 (2006~2010)
3. 보금자리주택의 원가절감 방안 연구, 국토해양부, 한국건설기술연구원 (2011)
4. 건설공사 생산성 향상을 위한 21세기형 표준화 및 정보화 기술개발, 한국건설기술연구원 (1997~2000)
5. 공사주택의 경량벽체 시스템 실용화를 위한 기술개발, 대한주택공사 (2000~2001)
6. 부품형 주택시스템 개발에 관한 연구, 대한주택공사 (2000)
7. 환경친화적 100년 건축기술 개발, RIST (2000~2004)
8. 오픈 하우스 시스템 개발연구, 대한주택공사(2002~2003)
9. PLUS 50 환경공생주택 기술 개발-장수명 공동주택 설계시스템 기술, 한국건설기술연구원(2003~2007)
10. NT를 적용한 100년형 복합구조아파트 개발, 대한주택공사 (2004~2005)
11. 자원절약형 장수명 Free Plan 공동주택 기술개발, 한국건설기술연구원, 한국건설교통기술평가원 (2004~2006)
12. 장수명 공동주택 표준모델 및 설계지침 개발, 대한주택공사 (2007~2008)
13. 장수명주택을 위한 장스팬 무량판 구조시스템 개발, SH도시연구소(2011)
14. 공동주택 생애주기에 따른 중장기 관리전략 연구, 한국건설기술연구원 (2012~2013)
15. 장수명주택을 위한 경량벽체 시스템 개발, SH도시연구소 (2010)
16. 저탄소 중공슬래브 구조시스템 개발, SH도시연구소 (2010)
17. 기동식 공동주택의 층간소음 저감방안에 관한 연구, SH도시연구소 (2011)
18. 중공슬래브 시범시공을 위한 현장 적용성 분석, SH도시연구(2012)
19. 室内空気中の揮発性遺棄化合物汚染低減建材認定基準, 建材試験センター (2003)
20. 調湿建材の調湿性能'評価基準, 建材試験センター (2006)
21. 調湿建材判定基準, 日本建材・住宅設備産業協会 (2007)
22. 建築空間の空気熱環境計画, 繪内正道, 北海道大學出版会 (2006)
23. Critical steps for wide scale implementation of building and ductwork airtightness, peter wouters, Air Infiltration and Ventilation Centre (2011)
24. A Guide to Energy Efficient Ventrlation, Air Infiltration and Ventilation Centre (2011)

25. www.kenken.go.jp, 일본
26. archive.nrc-cnrc.gc.ca, 캐나다
27. 건설연구인프라 2단계 기본설계, 국토교통과학기술진흥원, 건설연구인프라운영
원 (2013)
28. 2010 연구개발활동조사보고서, 한국과학기술기획평가원 정보분석실 (2010)
29. 주요건설통계 2012. 4/4분기, 대한건설협회 (2012)
30. lhi.lh.or.kr
31. www.rist.re.kr
32. www.kenken.go.jp
33. www.jice.or.jp
34. www.jice.or.jp
35. www.bcj.or.jp