보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( ) 발간등록번호(11-B552989-000502-01)

국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 20RDPP-C159971-01

장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 최종보고서

2022.03.21.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
공동연구기관 / 서울주택도시공사
공동연구기관 / 대한건설정책연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

'장수명 주택 정책을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획'(연구개발 기간 : 2020. 12.22 ~ 2021.10.21) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2022. 03. 21.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원 (기관장) 김병석 (인)
공동연구기관명 : 서울주택도시공사 (기관장) 김현동 (인)
공동연구기관명 : 대한건설정책연구원 (기관장) 유병권 (인)

주관연구기관책임자: 김수암
공동연구기관책임자: 강지연
공동연구기관책임자: 홍성호

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

참여연구원

주관연구기관 한국건설기술연구원	김수암	선임연구위원
	임석호	선임연구위원
	황은경	선임연구위원
	정준수	수석연구원
	양현정	전임연구원
	명지연	박사후연구원
공동연구기관 대한건설정책연구원	홍성호	선임연구위원
	이보라	연구위원
	박승국	연구실장
	권주안	연구위원
	김정주	연구원
공동연구기관 서울주택도시공사	강지연	수석연구원
	김형근	연구실장
	이학주	책임연구원

보고서 요약서

과제 고유 번호	20RDPP-C1 59971-01	해당 단계 연구 기간	2020.12.22 ~ 2021.10.21	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	국토교통연구기획사업			
	세부사업명	-			
연구과제명	대과제명	-			
	세부과제명	장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획			
연구책임자	김수암	해당단계 참여연구원 수	총: 14명 내부: 6명 외부: 8명	해당단계 연구비	정부:150,000 천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 정부:150,000 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 14명 내부: 6명 외부: 8명	총 연구비	정부:150,000 천원 민간: 천원 정부외: 천원 상대국: 천원 정부:150,000 천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국건설기술연구원 건축연구본부			참여기업명: 공동연구기관 서울주택도시공사, 대한건설정책연구원	
국제공동연구	상대국명: 해당 없음			상대국 연구기관명: 해당 없음	
위탁연구	연구기관명: 해당 없음			연구책임자: 해당 없음	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반과제, 본 연구는 국가R&D 기획연구로 국가연구개발 과제 도출 및 그 결과를 보급·활용하는 데 의의가 있음

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

장수명 주택 보급과 정착 및 관련 산업의 활성화를 위한 장수명 주택 기획연구 과제로서 장수명 주택의 현황과 문제점을 분석하고 핵심기술개발과 실·검증 방안, 지원제도 등을 도출하고 개발방향을 모색하는 연구로 3가지 과제를 제안함

1 장수명 주택 핵심인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발
2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발
3 장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증

보고서 면수

193

요약문

연구의 목적 및 내용	[목적] ○ 본 기획은 “장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발”을 주제로 국가 R&D 연구과제 발굴 - 공동주택 장수명화를 통한 사회전환기 주거 수요 변화 대비 - 미래주거 플랫폼으로서 장수명 주택 사업모델 개발 및 지속가능성 확보 - 주택 인필 부품화·모듈화를 통한 건설 시장 생태계 변화 선도 및 시장 확산 - 장수명 주택 기술 실·검증을 통한 성능 확보 및 실용화 [내용] - 장수명 주택 기술 대내외 현황 분석결과 - 장수명 주택 활성화를 위한 기술개발 전략 - 연구개발 세부과제 도출 및 RFP 제시
연구개발성과	○ 장수명 주택 기술 대내외 현황 분석결과 - 국내외 정책·산업·기술동향 분석 결과, 장수명 주택 실용화를 위해 가장 필요한 기술은 핵심인필을 개발하여 다양한 사업에서 우수 장수명 주택 모델을 구현할 수 있도록 하며, 4차산업 기술을 접목하여 인필의 부품화·모듈화·시스템화를 실현하고 건설 산업 생태계 혁신을 선도·사업화의 기반을 구축하도록 하는 것임 - 인필은 선진국과 대비하여 국내 인필의 특성을 고려한 개발이 필요하며, 국내 업계와 관련 업체 중심 신기술 개발이 가능하도록 실검증 및 인큐베이터 필요 - 정책적으로는 사회변화에 대응하여 ESG 관점에서 지속가능한 사회와 주택 재고 확보를 위하여, 의무를 강화하면서 인센티브, 지원사업 등을 확대하는 것이 필요함. 이때 사업유형별 적용가능한 플랫폼, 사업모델 개발 필요 - 개발된 기술을 다양한 사업에서 실검증 하도록 하고, 리빙랩을 구축하여 장수명 주택의 제품의 실용화 및 시장 형성의 기반이 되도록 함. 다양한 주기의 가변 실험을 통해 장수명 주택의 효과 입증 필요 ○ 장수명 주택 활성화를 위한 기술개발 전략 - 장수명 주택 구조플랫폼과 부품화된 인필을 활용하여 공공·민간 특성에 맞는 유형별 사업모델을 개발하고, 다양한 사업에 적용을 통해 선순환구조의 시장 형성을 유도하며, 사회변화에 대비한 제도적 지원과 연계하여 장수명 공동주택 확산 및 건설 산업 생태계 전환 시도 ① 미래 주택 플랫폼으로서 장수명 주택 실용화를 위한 역할 및 기술 제시 → OSC(탈현장), Prefabrication(공장제작), 부품화(모듈화), 스마트설비를 수용할 수 있는 공간구조 Platform ② 다양한 주택유형 모델에 신축적용하고 리모델링/유지관리 가능한 기술 제시 → 규모(소중대), 다양한 공급방식, 사업모델(공공, 민간) 실용화 포괄 ③·ESG 관점에서 장수명 주택의 효과와 정책 연계 → CO2, 폐기물 절감, LCC 등 이론적 효과 현실화 방안 → 장수명 기술정착을 위한 정책과 제도 전개 : 인증제도의 현실화(기준+ 인센티브 단계적 확대), 재건축초고층화 등 재고 중시, 인필 생태계 구축(인필 개발+기존 인필의 개선 및 확대 적용 등) ○ 연구개발 세부과제 도출 및 RFP 제시 - 장수명 주택 보급과 정착 및 관련 산업의 활성화를 위한 장수명 주택 기획연구 과제로서 장수명 주택의 현황과 문제점을 분석하고 핵심기술개발과 실·검증 방안, 지원제도 등을 도출하고 개발방향을 모색하는 연구로 3가지 과제를 제안함. 1 장수명 주택 핵심인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발 2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발 3 장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증

1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발
- 6대 핵심인필 부품화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안

○ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발
- 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준
- 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발
- 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발

○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발
- 전자상거래 기반 인필 오픈시스템의 요소기술 및 부품 설계·시공 기준
- 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발
- 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR)
- 메타버스를 활용한 인필 부품 거래 체계 구축

○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발
- 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정
- 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계
- 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발
- 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발

*6대 주요 인필의 부품화·모듈화·시스템화 공법 개발 : (부품화·모듈화율 50% 이상 확보) 각 인필별 2건 이상 특허 또는 의장등록(디자인), 우수성과 기반 사업화(기술이전) 연계 1건

*오픈 플랫폼 S/W 생산·공급·유통 연계 온라인 B2C플랫폼 개발(S/W) 개발 및 등록

2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발

○ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발
- 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발
- 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발
- 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안
- 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증·보급 방안

○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발
- 라이프스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출
- 주택유형・규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발
- 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발
- 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발

○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발
- 핵심인필 부품의 성능평가
- 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축
- 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안)
- 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안

○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발
- 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련
- 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선 및 중장기 발전방안
- 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 및 효과 검토
- 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴

*인증제도와 연계한 장수명 주택 공공·민간 사업모델 각 2개 이상
인필 설비 점검·유지관리 용이성 향상 설계 : 기존 대비 공용부분과 전용부분 50% 향상
(공용부분 : 공급, 오배수 부분, 전용부분 : 천장, 벽, 바닥 부분)
모든 부분 가변성 확보 설계: 모든 방 필수, 부엌 또는 화장실 등 물사용 공간 가변성 확보

	*장수명 주택유형별 구조 플랫폼 각 2개 이상 *산업화 정책 또는 제도화 1건 3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발 ○ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE) - 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석 - 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석 - POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback - 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍 구축 ○ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영 - 미래라이프스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축 - 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험 - 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안 - 사용자(일반인)들의 참여를 통한 기술체험 및 개선, 추후 적용 확대 방안 ○ 공공 장수명 주택 사업모델 실증 - 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계 - 소규모 장수명 공공임대주택 시공 - 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증 - 공공 건설사 분산형 기술 실증 ○ 민간 장수명 주택 사업모델 실증 - 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계 - 대규모 장수명 민간분양주택 시공 - 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증 - 민간 건설사 분산형 기술 실증 *공공·민간 사업모델 대표유형 실증 1개 이상(집중 혹은 분산형) *리빙랩 구축 및 운영을 통한 기술 인큐베이팅 6가지 이상(6대인필 각 1가지 이상)
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증개발을 위한 본 연구에 직접 활용 ○ 장수명 주택 본연구 추진을 위한 현황, 기술, 정책 등 연구추진을 위한 기반이 되는 근거와 자료 구축

국문핵심어 (5개 이내)	장수명 주택	인필 기술	사업모델	실증	리빙랩
영문핵심어 (5개 이내)	Long-life housing	Infill Technology	Business Model	Demonstration	Living Lab

〈 목 차 〉

Ⅰ. 연구개발과제의 개요 ····· 1

1. 기획연구 개요 ····· 1
2. 장수명 주택의 정의 ····· 5
3. 연구개발 필요성 ····· 9

Ⅱ. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 ····· 12

1. 기획연구 프로세스 ····· 12
2. 대·내외 환경분석 및 연구개발 방향 설정 ····· 13
3. 기술개발 전략 및 과제 도출 ····· 22
4. 기술개발 세부내용 및 타당성 분석/RFP 작성 ····· 23

Ⅲ. 연구개발과제의 수행 결과 ····· 25

1. 기술의 정의 및 필요성 ····· 25
2. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 37
3. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 136
4. 사전타당성 검토 ····· 173
5. 본 연구 소요예산 ····· 177
6. 과제 제안 요구서(RFP) ····· 178

Ⅰ. 기획연구과제의 개요

1. 기획의 목적

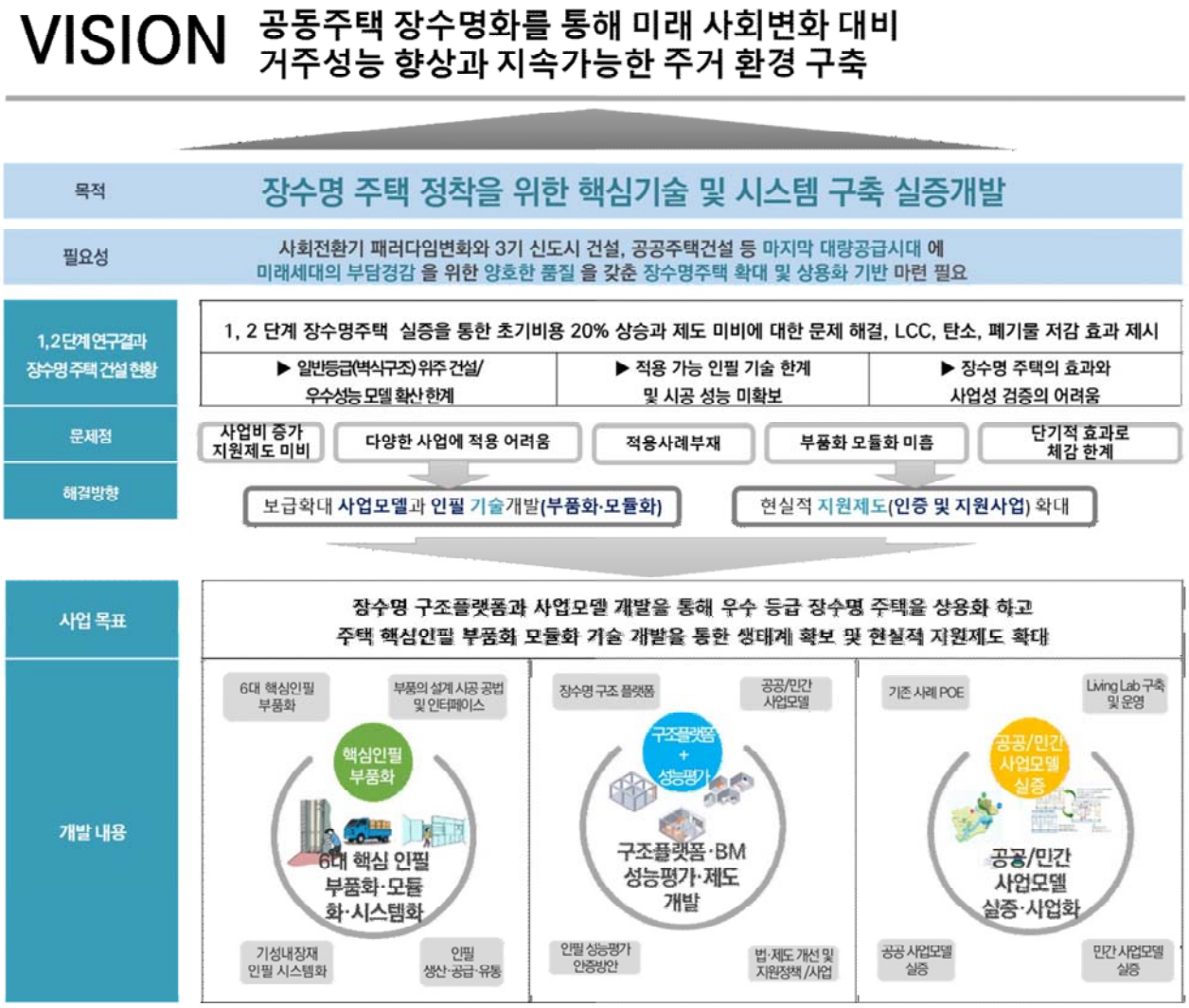


그림 1-1 기획연구 개요

○ 본 기획은 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증개발을 주제로 하며 추진 목적은 다음과 같음

- 공동주택 장수명화를 통한 사회전환기 주거 수요 변화 대비
- 미래주거 플랫폼으로서 장수명 주택 사업모델 개발 및 지속가능성 확보
- 주택 인필 부품화·모듈화를 통한 건설 시장 생태계 변화 선도 및 시장 확산
- 장수명 주택 기술 실·검증을 통한 성능 확보 및 실용화

○ 이에 기획연구를 통하여 사업의 필요성과 타당성을 확인하고 구체적 방향을 수립함

○ 기획연구 **주요 내용**

- 우수한 성능을 가진 장수명 주택의 보급을 확대하고 관련 산업 활성화를 위한 사업 기획연구로, 현 시점의 장수명 주택 건설현황과 기술개발의 문제점을 분석하고, 기술 개발 및 실·검증/지원제도를 통해 실용화를 위한 생태계 구축이 가능하도록 하는 핵심과제 도출 및 개발방향을 모색하는 과제임.

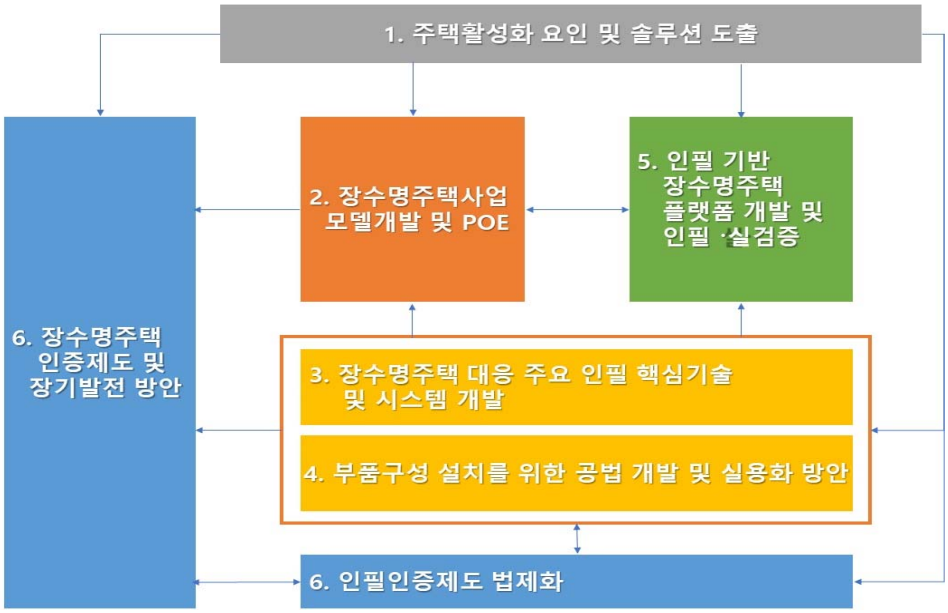


그림 1-2 연구 기획범위와 기획내용간의 연계 관계

□ 장수명 주택 활성화 요인 분석 및 활성화 솔루션 도출 기획

○ 국·내외 사례조사를 통한 장수명 주택 보급 활성화 요인 분석

○ 장수명 주택 보급 활성화 솔루션(정책적, 기술적) 도출

- 국내 실증주택, 건설사례조사 등 장수명 주택 건설과 관련사항
- 건설업체, 인필생산업체, 설계사무소 대상 설문 및 인터뷰 등
- 국내 인필현황과 기술개발 현황 등
- 국외 주요국가(일본, 네덜란드, 핀란드 등)의 문헌조사, 특히 일본의 기술과 정책에 초점
- 보급 장애요인과 활성화 요인 분석과 기술개발에 Feed back

□ 장수명 주택의 사업모델 개발 및 중기 거주 후 평가 기획

○ 공공·민간섹터 사업모델 개발 및 실증 평가 방안

- 현재 정부에서 추진하는 정책과 연계하여 장수명 주택의 등급정도도 고려
- 지분형 주택, 토지임대부 주택, Social mix, 골조임대형주택, 메뉴방식, 마이너스 옵션, 일반 가변형 주택, Post Corona대응 공간 계획 등 공공과 민간으로 구분하여 고려
- 실증을 위한 사업모델과 사업추진기간, 집중실증 혹은 분산형 실증 등 고려

- 평가방법과 기준에 대한 설정

○ 장수명 주택의 중기 거주 후 평가(POE: Post Occupancy Evaluation)

- 평가대상: 장수명 실증동 대상, 장수명 기술관점과 거주자의 사용관점
- 평가방법 검토 : 거주자 설문 혹은 FGI, 기술은 관리자의 인터뷰 등, 평가척도
- 평가결과 사업모델 개발, 플랫폼 개발과도 연계 방안

□ 장수명 주택 대응 주요 인필 핵심기술 및 시스템 개발 기획

○ 장수명 주택 확대와 산업 생태계조성에 필요한 핵심 인필요소 부품기술 및 이를 결합한 시스템 기술 개발

- 6대 인필부품을 중심으로 검토: 내장계-바닥, 천장, 벽(문부품 포함), 설비계: 화장실, 시스템 키친, 배관 및 배선 연결, 내장계와 설비계의 결합, 설비연계 가동경량벽체, 설비배관 배관 연계 건식바닥, 천장 부품화 및 지지공법, 화장실 부품화 및 유닛화, 연결·접합 용이형 배관부품 등

○ 고정인필 부품과 가변/가동인필 부품으로 단순 현장 건식화가 아닌 부품화 및 시스템화 기반의 인필기술 개발

- 물사용 부분과 물을 사용하지 않는 부분의 구분, 고정인필과 가동인필의 부품화 방안과 치수
- 가동인필의 경우 : 다양한 가동방식의 검토

□ 부품 구성·설치를 위한 공법 개발 및 실용화 방안 마련 기획

○ 개별 부품별 설계 시공방법, 인터페이스 개발

- 6대 부품 중심, 부품의 재료구성, 치수, 성능, 비용, 설치공법, 지지공법 등 시공방법, 부품간의 상호 접합, 지지, 마감, 가동성, 수명 등의 관계를 바탕으로 한 인터페이스, 기본적으로는 SI분리를 바탕으로 S-I간, I-I간 인터페이스 검토

  ※ Support/Skeleton(서포트: 구조체, 공용설비 등 수명이 길고 공공의 의사결정에 따르는 부분):S, Infill(인필:내장, 전용설비 등 수명이 짧으며 변화가 크고 개인적인 부분):I

○ 개발·개선 부품성능 평가 및 실용화 방안(법규, 기준 등과 정합성 확보) 마련

- 부품별 기본성능(가동성, 시공성, 이설용이성, 차음성 등)의 기준에 따른 평가
- 건축법, 주택법, KS기준, 시방서 등 기존의 성능을 체크리스트화 하고, 필요성능의 추가를 통한 평가 방법 확정
- 실험실 혹은 현장 평가 방안 등

○ 주택 인필 사업화 및 시장 확대·정보제공을 위한 방안 마련

- 주택인필 사업화 방안 : 인필 개발+공간구성 사용 제안형
- 시장 확대 방안 : 건설업계의 대응, 인필업계의 대응, 정부의 정책적 대응
- 정보제공 방안 : 오프라인, 온라인, 스마트 앱 등

□ **인필 핵심기술 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 검증 기술 개발 기획**

○ 인필부품 조합형 장수명 주택 모델 플랫폼 구축

- 장수명 주택 관점 Support 디자인 구성 관점+인필부품의 다양한 조합을 통한 다양한 평면, 공간 구성 지향, 기존 기둥식 주택+공용설비 위치 분석, 인필 부분 가변을 최대한 고려한 공간구성 플랫폼 구축, 가변+수리용이성 고려한 인필 조합형, 다양한 시대 변화 대응 요구반영

○ 장수명 인필 부품 적용 설계시스템 개발

- 부품조합형 설계, 개발 혹은 개선 적용 부품 카탈로그 설정, 카탈로그를 기반으로 한 BIM 등 도구 활용, MC(Modular Coordination) 설계와 연계한 설계 시스템 개발

○ 개발 인필 활용 실증시공(테스트 베드) 및 성능검증

- 장수명 주택 구조 플랫폼 구축 +인필부품형 주택 구축, 실증 시공방법, 규모, 시기 등
- 국내외 선행사례의 검토, 부품의 시공순서(지지, 접합, 인터페이스 고려)
- 시공 후 현장 성능 검증 방법, 기준 설정: 시공성, 차음성, 비용 등

□ **장수명 주택 활성화를 위한 제도 마련 기획**

○ 부품성능 기준 확립 및 성능평가 방법과 기준화·오픈 시스템화

- 기존 연구성과(2단계) 연계 활용, 평가 기준 및 방법의 KS화 혹은 새로운 개선
- 범용적인 사용, 교환 및 호환을 고려한 성능과 접합부 시스템 기반(오픈 시스템화)

○ 우량성능의 인필개발 유도를 위한 인필성능 기준 개발

- 인필성능 기준 : 6대 성능 기준의 국내기준화(KS기준, 시방서 혹은 그 이상 성능수준)
- 인증방법 개발

○ 우량 인필 부품 인증제도화 및 우선적용, 유도지원, KS기준 연계 방안 마련

- 국가 인필인증제도화 : 법제화, 지원방안, KS기준 연계 등

○ 장수명 주택 인증제도의 개선 및 중장기 발전 방안 마련

- 장수명 주택 인증제도, 기준, 인센티브의 개선 및 현실화
- 중장기 발전방안 : 로드맵

○ 인필 인증제도의 장수명 주택 기준 및 제도 연계성 구축방안 마련

- 장수명 주택 인증제도 내 인필부분과 인필인증제도의 기준과 연계 등

2. 장수명 주택의 정의

○ 연구개발을 위한 전제로서, 기획연구의 대상이 되는 기술의 기본 개념을 설정하기 위하여 기반이 되는 장수명 주택의 정의와 개념을 정의함.

○ 장수명 주택이란?

- 장수명 주택이란 '구조적으로 오랫동안 유지·관리될 수 있는 내구성을 갖추고, 입주자의 필요에 따라 내부 구조를 쉽게 변경할 수 있는 가변성과 수리 용이성 등이 우수한 주택'을 의미한다(주택법 제2조 정의 23호)

▶ 내 구 성 : 구조체의 물리적·화학적 성질변화에 따른 **성능저하에 대한 저항성**을 말하며, **철근 피복두께 및 콘크리트 설계기준강도 등이 우수**한 성능

▶ 가 변 성 : 사회적인 변화, 기술변화, 세대변화, 가족구성 **변화 및 다양성을 수용**할 수 있도록 **공간의 이동과 변경**이 가능한 성능

▶ 수리용이성 : 공용사용 배관 및 설비의 독립성을 확보하고, 사용 중에 **배관, 배선의 개보수 및 점검/수선교체가 용이**한 성능

※ 학술적으로 공동주택은 수명이 길고 공공의 의사결정에 따르는 부분인 Support(S:구조체, 공용설비 등)와 수명이 짧고 개인의 의사결정에 따르는 부분인 Infill(I:내장, 전용설비 등)로 구성되어 있으며, 장수명 주택에서는 Support와 Infill을 명확하게 분리하여 내구성을 기반으로 가변성, 수리용이성의 성능을 극대화한 주택을 의미함. 장수명 주택은 Support의 성능을 장기간 유지하면서 Infill(Cladding)은 쉽게 변화대응 및 교체할 수 있도록 함으로써 그 시대, 거주자에게 맞는 기능과 성능을 가지며, 내구성만 높은 주택이 아니라 내구성과 사용성이 동시에 높은 내용성(耐用性)이 높은 주택.

※ 장수명 주택은 건축물의 안전성을 비롯한 모든 성능을 법적인 범위이상을 확보한 상태에서 내구성, 가변성, 수리용이성의 성능을 높여 우수한 성능을 확보한 주택이기 때문에 안전성은 기본적으로 담보되어 있음.

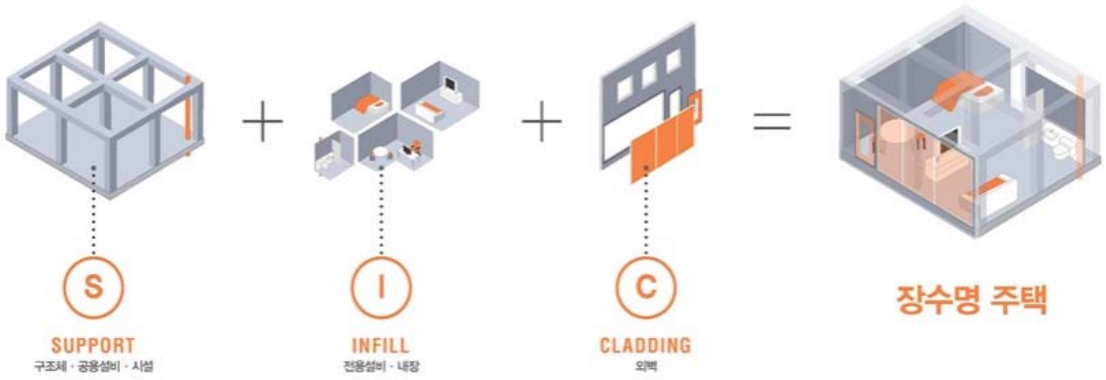


그림 1-4 장수명 주택 개념도

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

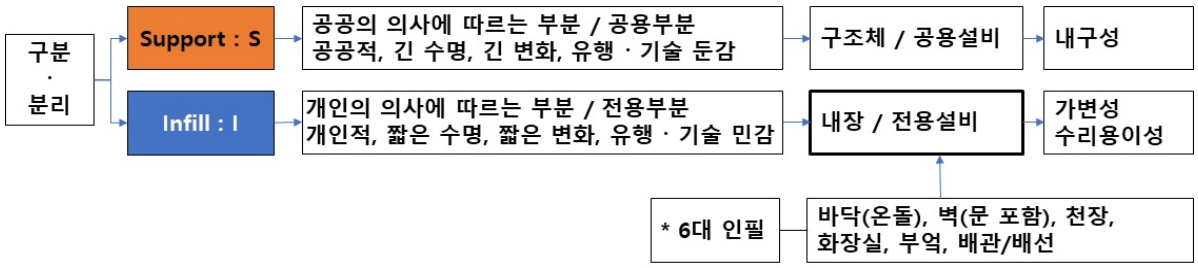


그림 1-5 장수명 주택에서 SI 구분과 분리

○ 장수명 주택 우수 성능(내구성, 가변성, 수리용이성)을 중심으로 인증제도가 구성되어 있으며 이에 따른 비장수명과 차별화 되는 기술 구분은 인증 항목으로 구분하여 볼 수 있음

표 1-1 비장수명 주택과 대조되는 장수명 주택의 기술

구분		비장수명 주택	장수명 주택
내구성		확보	콘크리트 품질 강화
가변성		미확보	확보
	구조방식	벽식구조	기둥식구조
	칸막이벽체	내력벽 (위치변경 불가)	건식벽체 (위치변경 용이한 공법)
	바닥	습식온돌	건식온돌 이중바닥
	화장실 배관위치	아래세대 천장	당해세대 바닥/벽
	부엌/화장실 이동	불가	가능
	세대분리	불가	가능
수리용이성		미확보	확보
	전용/공용설비	구분되어 있지 않음	구분하여 독립배치 설비여유공간 확보
	배관 점검구	미확보	확보
	배관배선	구조체 매설	노출배관 또는 이중배관

○ 인필 부품화의 정의와 개념

- 인필부품이란 인필+부품으로 공장생산되어 현장에서는 가공하지 않고 조립을 통하여 완성되는 것을 말함. 부품은 단독부품에서 시스템화로 확장 및 복합화함. 본 기획에서 인필부품이란 주택의 인필을 구성하는 부품으로 내장계인 바닥, 벽, 천장 등과 설비계인 화장실, 부엌, 설비배관 및 전기배선 등으로 공장에서 일정한 규격으로 생산된 것을 말함.
- 본 기획에서는 6가지 주요 인필을 대상으로 함

● 인필부품 : 일정한 기능 + 일정한 크기와 특정한 사용방법 · 부위를 가정하여 제작되는 건축물의 구성요소로서 인필을 대상으로 한 (공장생산 + 현장조립)을 위한 부품

* 부품단위는 단독(단위)부품 → 조합 · 복합(Unit) → 일체화 · Set (System) 순으로 확장됨.

● 기획 대상 인필 : 6대 주요인필

-내장계 : 바닥(건식온돌, 2중바닥 등), 벽(가구형, 패널형, 조합형, 문시스템 포함), 천장(천장시스템)

-설비계 : 화장실 부품 및 시스템(층상배관방식 화장실, UBR 등), 시스템 키친+ 설비, 배선 및 배관 (One touch형 연결 Joint, 타 부품과 연계)

그림 1-6 장수명 주택 인필 부품의 정의와 대상

- 부품이란 일정한 기능을 가지면서 일정한 크기와 특정한 사용방법·부위를 가정하여 제작되는 건축물을 구성하는 요소 즉 구성재로 공장생산된 것을 의미. 여기서 부위란 바닥, 천장, 벽 등을 의미.
- 부품의 단위는 단독(단위)부품, 이들이 조합 혹은 복합화 된 형태(Unit)에서 일체화(System: 일식 혹은 하나의 set로 전체를 구성하는 요소가 확실한 것을 의미)된 형태로 발전됨. 부품의 위치를 보면 대략 다음 그림과 같은 내용으로 구성되어 있으며, 자재와 형재는 부품으로 볼 수 없으며, 이들이 모여서 부품을 구성하는 것으로 볼 수 있음.

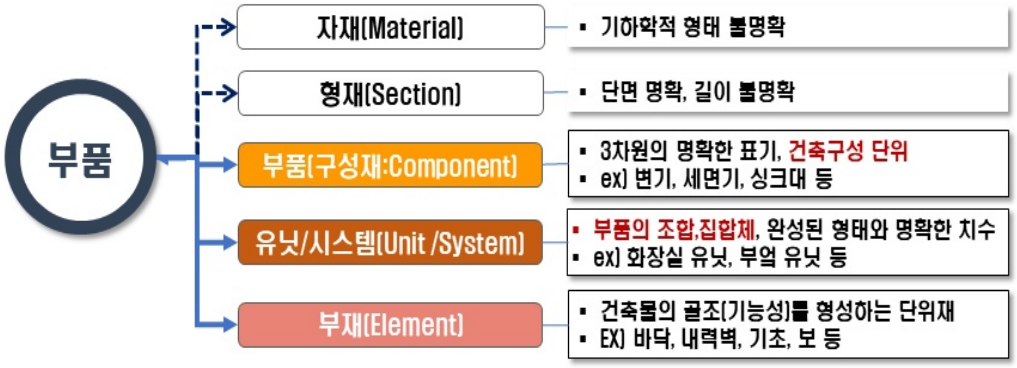


그림 1-6 부품화의 종류와 개념

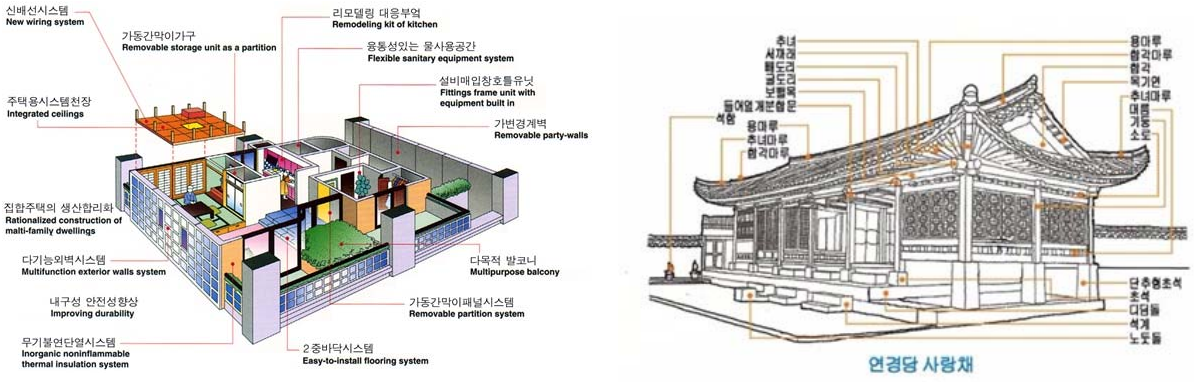


그림 1-7 인필 부품화 예시. House Japan Project의 부품화(좌), 한옥에서의 부재 부품화(우)

※ Open system과 Closed system : Open system(개방형 시스템)은 모든 건물에 공통적으로 적용할 수 있는 시스템을 의미하며, Closed system(폐쇄형 시스템)은 특정한 건물에만 적용하는 시스템을 의미하며, 본 기획에서는 공동주택의 모든 건물에 적용할 수 있는 오픈 시스템을 지향함.

○ **인필 모듈화의 정의와 개념**

- 모듈화 : 모듈은 시스템의 구성단위를 의미함. (단위치수 30㎝, 1자 등), 건축에서 모듈화는 공장 등에서 부분(유닛)별로 나눠 조각조각 낸 뒤 현장에서 재조립하는 방식.
- 인필 모듈화란 부품의 집합체로 구성되는 인필을 의미하며, 여러가지 종류의 부품의 집합체로 구성되기도 함. (예:문+문틀+손잡이+전기설비 등 복합체)

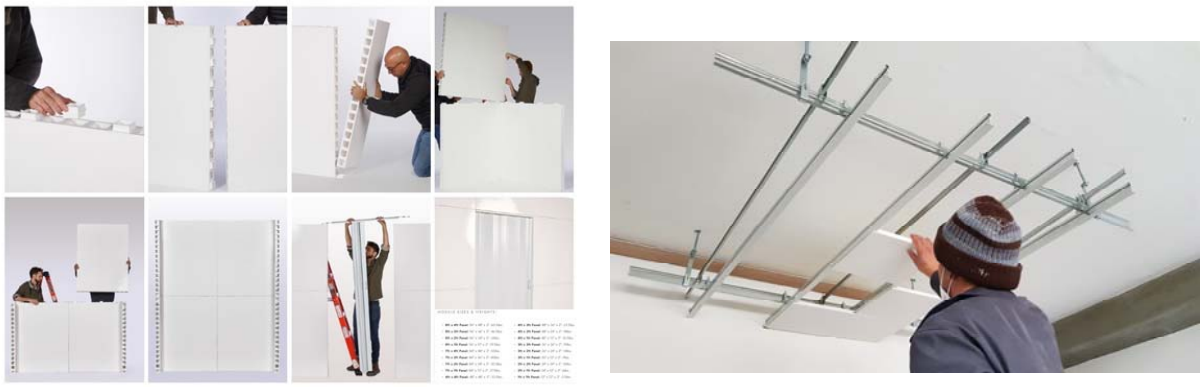


그림 1-8 인필 모듈화 예시. everblocksystems(좌), 스마트인필천장(우)

○ **인필 시스템화의 정의와 개념**

- 시스템화 : 하나의 기능을 위하여 필요한 부품의 집합체로 일식, 한 세트를 의미함
- 인필 시스템화란 주거공간 내 6대 인필이 공간 용도별 기능을 위하여 부품의 집합체로 구성되는 것을 의미함. 바닥시스템, 벽시스템, 화장실시스템, 부엌시스템 등



그림 1-9 인필 시스템화 예시. 현대건설의 H 시리즈

3. 연구개발 필요성

○ 사회전환기 패러다임변화와 3기 신도시 건설, 공공주택건설 등 마지막 대량공급 시대에 미래세대의 부담경감을 위한 양호한 품질을 갖춘 장수명 주택 확대 및 실용화 기반 마련 필요

- 1기 신도시(분당, 일산, 중동, 평촌, 산본) 고밀개발(용적률 198%) 재건축 사업성이 낮고, 리모델링만이 대안
- 벽식구조 리모델링 시 좁고 긴 평면 발생, 고비용

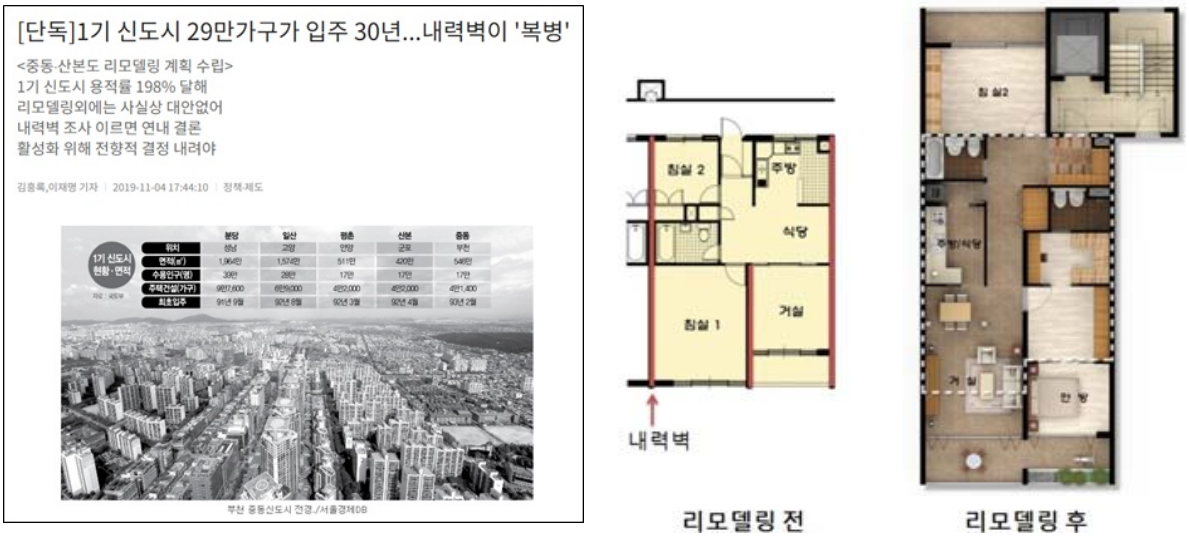


그림 1-10 1기 신도시 리모델링 필요성

○ (고품질 주거성능) 내구성·가변성·수리용이성 측면에서 우수한 성능을 가지는 장수명 주택 건설을 통해 생애주기와 사용자 변화 및 사회변화에 대응하여 장기간 우수한 주거 성능을 확보하고 거주자 맞춤형 공간 제공을 통해 거주자 삶의 질을 높일 필요가 있음

※ 비장수명 주택의 사용수명 30-40년 대비 장수명 주택은 3회 정도 리모델링하면서 100년 이상 우수 성능을 유지하며·거주 가능

- 고부가가치와 기술을 수용한 삶의 질이 보장된 시대의 주택
- 정주 가능성(Aging in Place)에 따른 사는(living)공간 가치 실현주택

○ (재고중심 사회) '건설중심→재고중심' 으로 주택 공급의 패러다임 전환에 대비하여 유지관리가 용이한 설계·시공을 통한 주택 수명 연장으로 무분별한 조기 전면 철거 재건축을 방지하고 건설시의 성능 수준으로 국가 주택 재고를 합리적으로 관리할 필요가 있음

※ 건물노후도 (2021년 주택업무편람)
- 총주택수 18,127,000호 (아파트11,287,000호)
- 30년 이상 329만호(18.2%), 20년 이상 870만호(48%)
  * 30년 이상인 아파트 93만호(8.2%), *20년 이상인 아파트 비율 (40.9%)

- 주택 건설 환경 변화, 성능이 중요한 시대에 적합한 수준 보유
- 초고층화, 고밀도화로 인한 재건축이 쉽지 않은 단지의 성능유지
- 개발 주택지의 고갈, 주택보급률 증가에 대응한 양호한 재고확보

○ (지속가능성) 글로벌 패러다임인 「2050 탄소중립」에 대응하여, 공동주택 장수명화를 통해 LCC(Life Cycle Cost) 비용을 절감하고, 건축 폐기물 및 CO2 저감을 통한 사회·경제적 측면의 지속가능성 확보 필요

- 지구환경 보전, 기후변화/CO2/에너지/폐기물 감소가 필요한 시대의 주택

  * CO2 28%, 폐기물 85%, LCC 9.6~20% 저감



그림 1-11 장수명 주택의 CO2 절감량

○ (사회변화 탄력성) COVID-19 등 예측할 수 없는 사회변화에 대응한 유연한 공간 활용 필요

- 인구·가족구조 변화와 저출산 고령화, 저성장 시대에 필요한 주택
- COVID-19와 같은 사회변화에 대응한 다양한 기능변화 수용 주택

○ (건설산업 탈현장화) 현장작업의 간소화 및 생산성 향상 필요, 50대 이상 연령층 비중 52.8%(2018년 말)

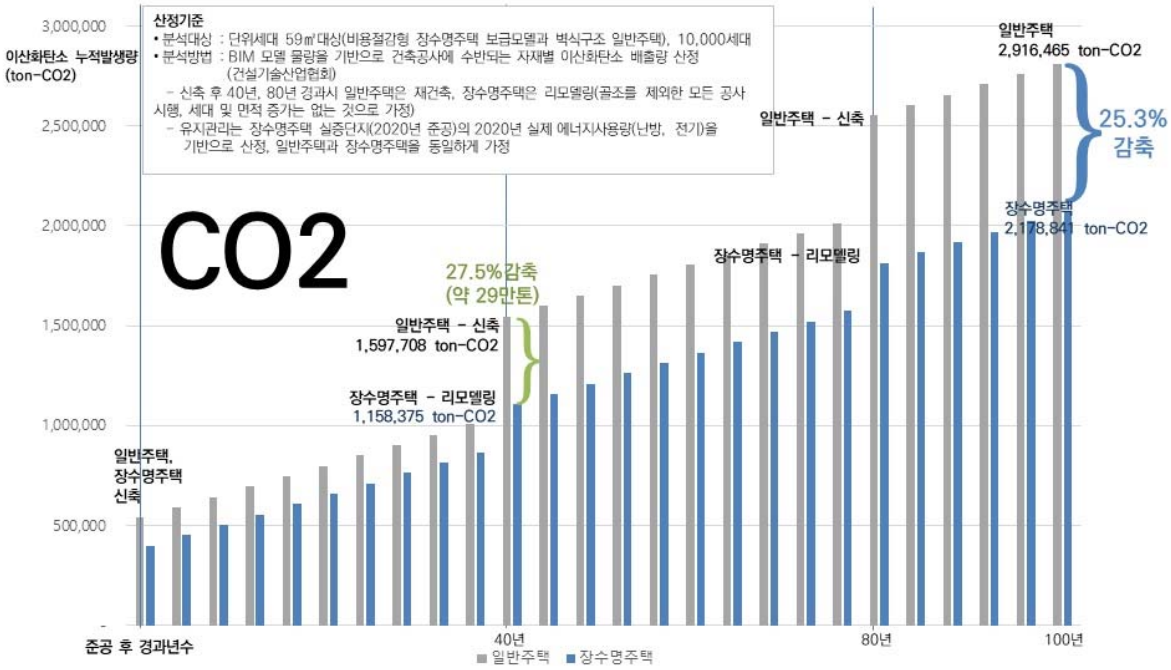


그림 1-12 건축물 생애주기를 고려한 일반주택 대비 장수명 주택의 CO2 절감량

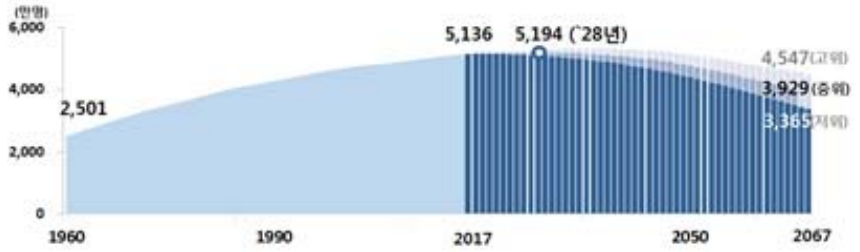


그림 1-13 총인구 변화, 1960-2067



그림 1-14 계층별 인구구조 변화, 고령인구증가, 1960-2067



그림 1-15 주택보급률 변화, 2009-2019, 104.8%

Ⅱ. 기획연구과제의 수행 과정 및 수행 내용

1. 기획연구 프로세스

○ 기획은 대·내외 환경분석 및 과제 도출, 기술개발 세부내용 및 추진계획 수립 및 파급효과 및 타당성 분석을 범위로 함

기획 단계	기획 범위
1단계 : 대·내외 환경분석 및 연구개발 방향 설정	· 기술의 정의 및 분류체계 · 기술개발 동향 및 환경 분석 · 기술수요/한계, 기술예측 조사 실시 및 실용화를 위한 개선방안 제시 · 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립 · 기술개발에 따른 미래성 및 필요성 분석
2단계 : 기술개발 전략 및 과제 도출	· 기술개발 전략수립 · 연구개발 후보과제 우선순위 도출 · 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정 · 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
3단계 : 기술개발 세부내용 및 타당성 분석/RFP 작성	· 연구목표 및 범위 설정 · 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 · 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 · 인력투입 계획 및 소요예산 산정 · 사전타당성 검토 · 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

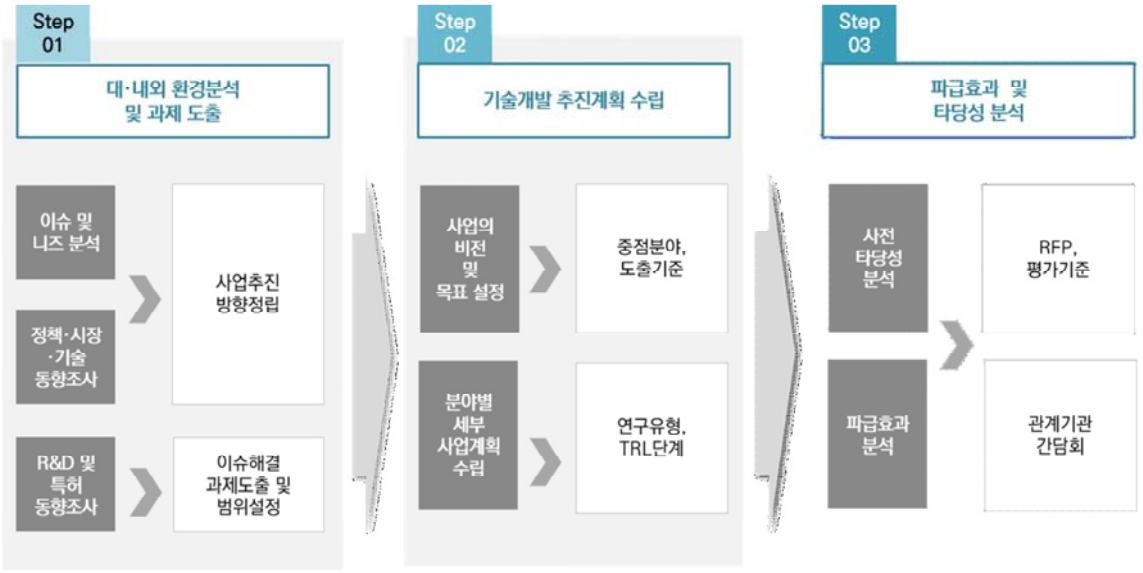


그림 2-1 기획연구 프로세스

2. 대·내외 환경분석 및 연구개발 방향 설정

(1) 글로벌 트렌드 분석

○ 글로벌·국내 트렌드 분석을 통해 장수명 주택 활성화 필요성을 제고하고 사회변화에 따른 장수명 주택의 의의 변화 분석을 통한 중점 기술 개발 방향 도출

조사목표	사회경제 전환기 변화분석
조사방법	트렌드 조사(문헌, 웹), 전문가면담
조사 세부내용	1. 메가트렌드 조사 2. 주거공간 트렌드 조사 3, 공동주택 이슈 도출
조사기간	2021. 06
참여자	기획연구진, 피데스 개발
기획 반영	장수명 주택 활성화 필요성 제고 사회변화에 따른 장수명 주택 의의 변화 분석 장수명 주택 R&D 중점 기술 개발 방향 도출

(2) 장수명 주택 시장·기술·정책 동향분석

○ 장수명 주택 시장·기술·정책 현황을 분석하고 활성화를 저해하는 요소 및 문제점에 대하여 기술적으로 해결할 수 있는 해결방향을 모색하고 정책적으로 이를 뒷받침하여 실용화 전략 수립

조사목표	장수명 주택 시장·기술·정책 현황 분석 및 방향 설정
조사방법	문헌 및 통계자료 조사 분석 업체 사례 조사 및 실무자 면담 인증현황 조사
조사 세부내용	1. 정부(지자체 포함)정책 및 제도현황 2. 공공/민간 건설 시장 조사 3. 진문건설업, 인필 기술 조사
조사기간	2021. 04~06
참여자	국토교통부, 삼성물산, DL이앤씨, 롯데건설, SK에코플랜트, 두산건설, 기획연구진
기획 반영	장수명 주택 활성화를 위한 정책 지원 방향 장수명 주택 기술 구분 기술 한계점과 개발방향, 필요기술 도출 장수명 주택 시장 활성화 유도를 위한 요인 분석

가. 시장동향 분석

: 국내외 시장은 장수명 주택 시장과 인필 시장으로 구분하여 분석
: 국외 대상 국가는 일본, 네덜란드, 핀란드, 중국 등으로 한정함. 중국은 최근 장수명 주택 건설이 확대되고 있으며, 나머지 국가들은 이미 건설이 일반화되어 있는 상황으로 발전방향과 기술의 개략적인 현황, 핵심사례, 활성화에 대한 시사점을 참고할 수 있음. 특히 일본은 다양한 브랜드 네임으로 민간업체에서 상품화, 기술개발을 실시하였으므로 비즈니스 모델 개발에도 참고할 수 있는 시사점이 있음.

○ 2014년 장수명 주택 인증 제도화된 이래 1,000세대 이상 주택의 일반등급 의무화에 따른 장수명 주택 건설 현황 조사하고 공공을 중심으로 시범사업 실시(LH의 시범사업, SH의 2010년 이후 기둥식 구조 의무화, GH의 시범사업 발표 등) 결과와 민간업계에서 장수명 주택 건설 현황을 조사함

○ 2단계 국가 R&D 장수명 주택 연구단에서 구축한 장수명 실증주택 단기 POE 결과 및 미래 기술을 적용한 실증 시범주택에 대한 조사 분석

- 인필생산업체 의견 수렴 : 중소규모로 자발적인 기술개발 및 품질제고 역량 부족, 마감중심의 인테리어 공사 수준으로 역량에 한계가 있으며 협회, 연합회 같은 조직의 한계, 정부와 연결성 결여

※ 극소수 업체에서 인필 건식화와 부분 부품화를 위한 노력과 선행 장수명 주택 연구와 연계하여 관심이 있는 수준으로 시장 준비단계.

※ 주택 자재로 확대하여도 구체적인 통계는 없으며, 시장규모는 일부 자재를 중심으로 추정(주택자재 산업발전 기본계획 수립 보고서, 2017) 하고 있는 정도임.

※ 내장재 중 바닥재(약1조원), 욕실재(약2조원), 부엌재(약2조원)

○ 주요 핵심 인필분야를 중심으로 인필 생산업체 중심 구체적인 실태를 파악하여 발전방향과 개발방향을 모색함. 인필 생산업체 측면에서는 내장벽체는 현장 시공중심의 부분 건식화가 이루어지고 있으며, 오피스를 대상으로 한 성능이 낮은 경량칸막이업체는 일부 존재하고 있는 상황임. 건식온돌바닥은 몇몇 업체에서 기술개발을 통한 사업화를 시도했으나, 소규모·영세업체로 1-2개 업체를 제외하고 사업이 중단된 상태임. 천장 시스템은 일부 업체에서 경량철골천장틀을 중심으로 한 시스템이 적용되고 있음. 층상배관 방식의 화장실 업체는 일부 업체가 층상바닥배관시스템과 층상벽배관시스템으로 양분되어 층하배관시스템과 경쟁하고 있는 실정임.

○ 건설산업의 인필 생산방식 도입 및 활성화는 현장에서 실질시공을 담당하는 전문건설업의 전 부문에서 이루어져야 하나, 아직은 인필 건축 사업 등이 미비한 수준인 점을 고려하여 우선적으로 전체 29개의 전문건설업종 중 인필산업과 가장 연관성이 높은 지붕판금·건축물조립공사업을 중심으로 관련 건설시장동향을 분석하였음

○ 지붕판금·건축물조립공사업종의 시장 특성과 변화 전망 등을 중심으로 인필사업과 연관된 전문건설업의 실태를 진단하고, 이에 관한 제도·기술·시장 현황 분석을 통해 건축물조립 분야(경량벽체, 욕실, 시스템 키친 등 인필 연관시장 포함)를

중심으로 하는 전문공사 인필산업 발전방향 모색

○ 해당 업종(지붕판금·건축물조립공사업) 및 전체 전문건설업체 회원사를 대상으로 인터뷰를 수행하여 전문공사 인필 생산방식 도입 및 활성화에 관한 포괄적인 인식 및 의견을 도출하여, 이를 토대로 1) 경쟁력 도출 및 전략적 추진방향, 2) 제도개선 방안, 3) 중장기 활성화 방안 등 정책적 시사점과 활성화 방안을 제시

- 시장 특성 분석 추진전략으로 전문건설업종의 시장규모와 변화 추이(업종 전체, 도급 유형별, 발주자 유형별, 공종 유형별, 입찰 유형별)와 시장집중도(점유율) 및 변화 추이(상위 K기업 시장집중도 등), 공사비 구성비 현황, 연평균 성장률과 변화 추이 등 분석
- 장수명 주택 핵심기술 적용 및 활성화를 위한 관련 정책 및 제도 현황, 이해관계자조사를 통한 산업경쟁력 평가, 사례기반 및 전문가 인터뷰를 통한 건설사업 전체단계별 리스크 도출, 발굴된 장애요인을 기반으로 제도 개선안 제시

○ 최근 직면한 환경 변화 요인들을 데이터 기반 시장 특성의 형태로 분석하고, 이를 토대로 시장 전망 등 건설산업 생산구조 변화가 관련 업종에 미치는 영향 등을 진단 및 시사점을 도출함.

나. 기술동향 분석

○“비용절감형 장수명 주택 보급모델 개발 및 실증단지 구축(2019)” 연구에서 공간가변성에 바탕을 둔 구조체로 기둥식구조, 가변성에 따른 인필(Infill)기술, 탈부착이 가능한 외피(Cladding)을 개발 및 적용하여 실증단지(LH 세종시)에 구현한 바 있으나, 실증주택 인필은 현장시공 건식화로 부품화 기술 및 제품 미흡.

- 가변용이성 구법 중 하나인 건식벽체의 부품화(가구식, 패널식 등)에 대한 제품이 국내에는 없으며, 실증단지 적용은 건식인필을 사용했으며, 1개 방을 위한 자체 제작 부품 벽체 적용함.

○ 국내의 시공 상황은 설비배관과 배선이 구조체에서 완전 분리되어 있지 않은 상황임. 또한 설비매설로 인하여 설비배관·배선이 집중되는 부분은 내구성이 취약하여 공간가변과 수리를 위한 한계가 존재. 국내의 인필시장이 형성되어 있지 않은 상황이며, 벽체의 일부가 건식화, 층상배관의 일부가 습식공사로 현장 시공 중심으로 이루어지고, 온돌건식화는 실증주택 이후 적용이 극히 저조한 실정임. 인필의 기술개발과 적용이 장수명화를 위하여 필수적이나 인필 기술개발은 미성숙 상태이며 시장기반 취약하고, 유인할 수 있는 정책 부재.

○ 국내외 핵심기술 확보현황

- 장수명 연구단 (1단계, 2단계)에서 기 개발된 인필 및 관련 성능평가 기준 등
- SH공사의 경우 2011년 이후 신규 사업지구의 경우 화장실의 층상배관 방식을 채택함으로서 화장실 소음을 최소화함. 하지만 몰탈 타설로 인한 배관 교체 등 유지관리 측면에서의 한계가 있음. 벽배관 화장실 시스템과 건식마감 시스템 개발 기술의 적용 등 검토를 통한 이동 용이성과 시공 용이성 검토

- 국외의 자료수집은 주로 일본을 중심으로 한 국가연구개발과 민간개발사례를 종합적으로 수집분석하되 유럽의 네덜란드와 핀란드 등의 기술동향을 수립 분석하고, 관련 자료로서 CIB W104의 Proceeding 등 자료 참조.
- 국내에서는 기존 장수명 연구단의 기 자료분석, 장수명 주택과 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.

○ 장수명 주택관련 차세대 제품 개발 동향

- 장수명 관련한 미래주택 개발, 새로운 주택유형관련, 새로운 제품 기술과 관련된 개발 동향의 수집, 조사 분석
- 상기 분류와 관련된 국내외 자료의 분석

○ 국내외 주요기업, 연구소 및 대학의 기술개발 프로젝트명, 기술내용, 목표·내용, 연구기간, 주요성과, 향후 계획 등 분석

- 국내 : LH, SH, KICT 등의 연구소, 주요 대학의 관련 프로젝트의 수집 분석
- 일본의 건설성(현 국토교통성), 통산성, 건축연구소를 중심으로 한 국가연구 프로젝트, 주택도시정비공단(현 도시재생기구)의 연구 성과, 오사카 도시가스, 일본의 주요 건설회사 및 관련 기술연구소의 내용 분석
- 기타 유럽의 관련 네덜란드, 핀란드, 중국의 기관, 대학, 연구소, 프로젝트 등의 관련 자료 분석

다. 정책동향 분석

- 국내 정책 조사 분석은 장수명 주택 인증과 내용이 유사한 서울시 지속가능형 공동주택 활성화 계획부터(2009), 리모델링이 용이한 공동주택 기준(2011)에 이어 장수명 주택 인증제도(2014)의 변천에 따라서 공동주택 장수명화 방안에 대해 조사하였으며 이에 따른 인증 · 건설 현황 및 인센티브 효과 분석
- 국외의 경우 선진국(일본, 네덜란드, 유럽 등)의 우수 사례를 조사 분석하였으며, 특히 일본을 중점대상으로 면밀히 분석하여 실용화 방안을 벤치마킹 함.
- 일본은 1970년 이후 2010년대까지 장기간 정책을 국가주도의 정책견인과 공공우선 민간시장의 참여를 통하여 장수명 주택과 인필부품 정책을 추진하여 정착된 것으로 평가하며, 전체적인 흐름으로 파악할 수 있을 뿐만 아니라 우리나라에서 시사점을 얻을 수 있는 장수명 주택 분야의 가장 선진적인 국가임. 아울러 국가주도의 선도사업을 실시하는 등 다양한 활성화방안에 참고할 수 있는 것으로 파악함.
- 국외의 시장과 기술개발 현황과 흐름, 적용사례의 조사 분석을 통하여 문제점과 성공적인 발전방안의 시사점을 분석하여, 국내의 상황과 비교를 통하여 시사점과 발전 방안을 모색하였음
- 개발기술에 대한 국내 수요처의 의견 수렴과 더불어 시장 요구사항을 분석

○ 지난 2014년 12월 장수명 주택 인증제도 도입으로 1,000세 이상 공동주택 단지는 장수명 주택 인증등급 취득을 의무화하였으나 99%이상이 일반등급으로 장수명 주택의 성능 향상 유도에는 한계가 있었음.

○ 이와 같은 원인은 다양하겠으나 여전히 습식공법 중심의 벽식구조 공동주택 건설로 인해 발주처의 기둥방식 전환 기피, 공동주택 장수명화에 따른 신축시장 축소 염려, 인필 성능에 대한 불신, 초기 건설비용에 대한 보다 실효성 있는 인센티브 요구 때문인 것으로 판단됨.

○ 하지만 공동주택 장수명 기술은 구조체와 인필·클래딩의 구분을 통하여 단순 공동주택의 물리적 수명 연장뿐만 아니라 거주자의 다양한 니즈 대응, 인필 규격화를 통한 건축 생산시스템 개혁 등 유도할 수 있음. 이는 현재 우리나라의 주요 정책인 그린 뉴딜 및 디지털 뉴딜등과도 상호 연계할 수 있음.

○ 이에 장수명 주택 정착을 위한 정책 동향 분석은 단순 “장수명”이란 키워드에 한정하지 말고 국토교통부, 산업자원통상부, 과학기술정보통신부 등 범부처 및 개별부처별로 진행되는 주택 및 주택 부품 등과 연계 지을 수 있는 관련 정책 동향을 총체적적으로 분석하여 장수명 주택 조기 정착 및 지원 방안 연결 방안을 도출하였음

○ 또한 공동주택 장수명화 조기 정착 유도를 위해서는 공공차원에서 각 지자체별 지방공사의 적극적 참여가 매우 중요함. 서울시의 경우 2012년부터 지속가능형 공동주택 공급계획을 통해 공공부분 아파트에 우선하여 기둥식구조를 적용하도록 의무화하고 있으며, 경기도의 경우도 금년 남양주 다산 지금지구 A3를 장수명 주택 시범사업지구로 지정하여 경기도형 기본주택을 주택수명 100년을 목표로 구조체의 수명을 늘리고, 입주자 요구에 따라 내부구조를 쉽게 변경할 수 있는 장수명 주택으로 건설·공급할 계획을 마련함. 이에 서울시, 경기도를 비롯해 주요 지자체별 장수명 공동주택 공급 계획 및 지원 정책과 이를 구체화하는 지방공사별 장수명 주택 사업계획 등을 파악하여 지방자치단체 차원에서 장수명 주택 사업 추진의 장애요인을 도출하여 제도 개선시 기초자료로 활용하도록 함.



그림 2-2 정책 동향 분석 방안

(3) 장수명 주택 1,2단계 선행연구 분석

○ 국토교통부 R&D로 추진되었던 1, 2단계 장수명 주택 연구단의 기술개발 내용과 실험주택, 실증결과 분석을 통해 성능·경제성 검토 및 현시점의 과제 도출

조사목표	장수명 주택 선행 연구 분석의 한계점 면밀 분석 및 신규 과제 목표, 전략 수립
조사방법	기술개발 보고서 분석, 전문가 면담
조사 세부내용	1. 장수명 주택 기술 종합 분석 2. 장수명 주택 실증 결과 시공성·경제성(비용) 분석 3. 장수명 주택 제도개선 결과 분석 4, 장수명 주택 주요 성능(내구성·가변성·수리용이성)의 기술 수준 분석
조사기간	2021. 03~06
참여자	기획연구진
기획 반영	장수명 주택 실용화를 위한 기술+제도 목표 설정 장수명 주택 기존 기술 한계점 분석 및 개선 방향 설정 3단계 R&D 주요 성능(내구성·가변성·수리용이성) 목표 설정

○ 1단계 국가 R&D “장수명 공동주택 연구단”(`05~`10)

- 장수명 주택 기술을 도입하고 초기 정책개발을 위한 연구 수행, Mock-up House 건설

○ 2단계 국가 R&D “비용절감형 장수명 주택 연구단”(`14~`19)

- 장수명 주택 기술을 적용하여 보급모델을 개발, 장수명 주택 인증제도 개선 및 정책개발을 실시하고 양호·우수·최우수등급의 실증주택(116호 2동) 건설 및 비용절감 검증 연구

○ 단계별 기술개발 내용과 종합성과를 분석하고 실용화 한계점을 면밀히 분석하여 3단계 연구개발의 핵심과제 도출 및 기술개발 단계 설정(`23~)

- 장수명 주택 실용화(사업화)를 위한 기술·비용·제도의 현황 및 문제점 면밀히 분석하고 개발 방향 설정
- 장수명 성능 구현 수준을 면밀히 분석하고 목표 수준 설정

기술	설계 모델
	구조 기술
	인필 기술
	시공성
비용	경제성
제도	제도

실용화를 위한 기술·비용·제도 수준 분석

내구성
가변성
수리용이성

장수명 성능 구현 수준 분석



그림 2-3 단계별 분석 내용 및 목표 설정

(4) 장수명 주택특허 동향조사

○ 기획 범위별 특허기술을 조사분석하여, 현시점 기술 수준을 파악하고 향후 개발 기술의 방향 및 로드맵 수립

조사목표	기획 범위별 특허기술 분석을 통해 아이디어 확보 및 로드맵 수립
조사방법	세부 기술 분야별 IP History 분석 및 특허 포트폴리오 정량/정성 분석
조사 세부내용	1. 분야별 기술 현황 및 세부내용 조사 2. 기술 성장 단계 파악 3, 특허기술 이슈 조사
조사기간	2021. 01~03
참여자	특허법인 온유, 기획연구진
기획 반영	기술시장 회복기로서 연구 개발 방향 설정 : 기존 원천기술 + 현재 기술 융합 중점 수요기술 및 개발 필요 분야 도출

가. 분석 배경 및 목적

○ 국내외 특허동향 조사·분석을 통해 기존 장수명 주택의 활성화 한계점을 분석하고 기존 연구와 차별성을 갖는 장수명 주택 기술개발(비즈니스 모델 및 플랫폼)과 제도개선 연구 기획에 활용

나. 분석 범위

○ 2021년 02월까지 출원 공개 및 등록된 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO) 및 유럽(EPO)의 특허를 대상으로 분석함. 본 조사는 KEYWERT 검색 DB를 주요하게 사용하여 특허검색을 실시함

다. 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위

○ 분석대상 특허

표 2-1 특허 검색DB 및 검색범위

자료 구분	국가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국 미국 일본 유럽	KEYWERT	~ 2021.02	특허 등록·공개 전체문서

○ 기술분류기준

- 본 조사 분석의 대상이 되는 각 소분류의 기술 범위 및 의미하는 바를 다음 표에서 정리함.

표 2-2 특허 분석대상 기술 분류기준

대분류	중분류	검색개요(기술범위)
장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 (A)	장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA)	공공·민간 섹터 사업모델 개발 및 실증 평가 방안 기술(지분형주택, 토지임대부주택, 소셜믹스, 포스트코로나 대응 맞춤형 주택, 골조임대 등 새로운 공급 방식 연계, 실증대상 사업(공공/민간)의 특성, 내용, 규모, 방법 등, 인필부품 조합형 플랫폼, 실증과 연계방안) 및 장수명 주택의 중기 거주 후 평가(POE) 기술(실증주택의 성능, 인식, 기술, 만족도 등 평가 방법과 사업모델, 플랫폼 등과 연계방안)에 초점을 둠
	장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)	서포트기술 중심(기둥방식-규칙적인 모듈과 주동직하 공간 사용, 다운 없는 슬래브, 가변공간구성), 자유로운 평면구성이 가능한 구조체 계획 기술에 초점을 둠
	장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC)	핵심 인필요소 부품기술 및 이를 결합한 시스템 기술 개발(6대 인필 대상으로 검토-건식바닥+온돌, 벽체, 천장, 화장실, 부엌, 설비 및 전기 콘센트·연결), 고정인필 부품과 가변/가동인필 부품화 및 시스템화 기반의 인필기술 개발, 표준화 기술(설치부위 특성에 따른 성능, 공법 등 기술 검토) 및 개별부품별 설계, 시공방법, 인터페이스 개발 기술(부품별 구성, 구·공법, 동일 또는 타 부품 설치 인터페이스 고려한 부품개발·개선)에 초점을 둠
	인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)	인필부품 조합형 장수명 주택 모델 플랫폼 구축 기술(개발·개선 인필 부품 조합을 통한 가변 및 사업모델이 가능한 장수명 주택 플랫폼 개발 기 개발 보급형 모델 등과 연계방안 검토), 장수명 인필부품 적용 설계시스템 개발 기술(인필부품 기반 조합 설계 및 다양한 공간변형 가능한 설계(BIM 설계 가능성 검토), 개발 인필 활용 실증 시공(테스트베드) 및 성능 검증 기술(인필 부품의 종류, 접합방법, 시공순서 등을 고려한 조립 실증시공과 시공 후 성능평가·검증, 다양한 생활형 대응 공간 가변과 사업모델과 연계성 검토, 실증대상의 규모, 비용, 건설 혹은 기존 주택 활용 등 분산 혹은 집중 테스트베드 가능성 검토)에 초점을 둠
	인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)	주택인필 사업화 및 시장 확대·정보제공을 위한 방안 마련 기술(개발·개선 주택인필의 적용 방안 및 시장확대를 위한 정보제공, 카탈로그화 및 기존 자재시스템과 연계, 앱개발 등과 연계방안 모색, 스마트 오픈 마켓을 활용한 인필 부품의 유통방안)에 초점을 둠

라. 유효특허 선별 기준 및 결과

- 키워드 및 검색식을 적용하여 얻은 로데이터(Raw Data)에서 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술과 무관한 내용의 노이즈 특허는 분석에서 제외하였으며, 노이즈제거 기준은 전담기관과의 논의를 통해 결정함. 노이즈제거 기준을 토대로 각 국가별 유효특허를 추출하였으며, 추출한 유효데이터는 본 특허동향조사 정량분석 대상이 됨

마. 분석 방법

○ 특허동향분석(정량분석)

- 특허동향분석은 특허기술 Landscape와 주요 출원인 분석, 세부기술별 Landscape로 나누어 분석함
- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO) 및 유럽(EPO) 등 주요 국가별 기술개발 활동현황, 내·외국인 특허출원 동향, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 특허 기술 성장 단계를 분석함
- 주요 출원인 분석에서는 상위 다출원인을 도출하여 해당 출원인의 기술 확보력, 주력 기술분야, 특허출원 밀집도 등을 분석함
- 세부기술별 Landscape에서는 세부기술별 국가별 특허점유율 및 증가율 등을 분석하여

각 기술별 특허출원 경향 및 기술 특성, 상대적인 유망함 정도를 파악함

○ 지재권 중심의 핵심특허분석(정성분석)

- 지재권 중심의 핵심특허분석은 세부 기술별 IP History 분석, 주요 출원인별 IP History 분석, 핵심특허 권리범위 분석으로 나누어 분석함
- 세부 기술별 IP History 분석, 주요 출원인별 IP History 분석은 특허기술을 시계열적으로 펼쳐 출원인별 혹은 주요 기술별 연구개발 흐름 및 변화추이를 살펴봄으로써, 과거부터 현재까지의 특허데이터 흐름을 토대로 우리 기술의 향후 연구개발 방향 결정에 참고할 수 있음
- 핵심특허 권리범위 분석은 과제기술과의 관련도 및 참고 가치가 높은 특허기술에 대해 기재된 구성요소를 심층분석하는 것으로 구성요소별 유사도에 따른 회피방안을 마련함

(5) 기술위원회 수요조사

○ 장수명 주택 분야별 전문가로 구성된 기술위원회의 기술 수요조사를 통해, 현장 적용을 위한 애로사항을 청취하고 중점기술 개발 필요 분야 선정 및 신규 개발 필요 기술 도출

조사목표	장수명 주택 실용화를 위하여 현장에서 실질적으로 필요한 기술개발 과제를 도출. 사업추진 애로 및 이슈사항에 대해 정책적 과제를 모색
조사방법	기술수요조사서 배포 및 회수, 설문조사 및 면담
조사 세부내용	1. 기획 분야 및 연구내용에 대한 의견 2. 분야별 신규 필요 과제 수요 조사
조사기간	2021. 05
참여자	기획연구진, 장수명 주택 기술위원회
기획 반영	신규과제 중점 기술 개발 필요 분야 도출 현장 적용을 위한 과제 발굴

○ (목표) 장수명 주택 실용화를 위하여 공동주택 시행사, 건설사, 전문건설업체, 설계/인필업체 등 현장으로부터의 의견을 수렴하고, 실질적으로 필요한 기술개발 과제를 도출. 사업추진 애로 및 이슈사항에 대해 정책적 과제를 모색하며 산·학·연의 향후 참여 의향 및 의견 수렴

○ (구성) 장수명 주택 관련 종합건설회사 5, 인필 전문건설업체 4, 학교 3, 설계사무소 2로 구성하여 단계적 의견 수렴 및 자문을 진행

○ (내용) 분야별 전문가 pool을 구성하여 설문조사, 면담조사, 위원회 회의 등을 통해 장수명 주택 현황 건설 현황을 조사하고 실용화를 위한 과제 발굴 및 추진방안 마련

- 기술개발 현황 조사
- 기술 수요조사
- 연구개발 후보과제 도출

3. 기술개발 전략 및 과제 도출

(1) 비전수립 Framework 및 목표 제시

○「장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획」을 위하여 현 기획 제안 시에 “장수명 주택 정착과 산업 활성화”라는 방향으로 우선 설정하여 진행함. 기획과정에서 바람직한 연구를 위한 비전수립을 위해 비전분석 및 수립 틀 설계, 기존의 비전분석, 비전수립, 단계별 발전목표 수립으로 추진하며, 비전은 본 과제의 기술/시장/정책 환경 및 과제 수행기관의 내부역량을 고려하여 제시.

○ 연구 목표는 비전을 달성하기 위한 하위 과제로 “ 장수명 주택 핵심 기술개발 실·검증, 실용화 및 플랫폼, 사업모델 개발 상품화 및 장수명 주택 산업 활성화 제도” 등의 측면을 고려하여 사업기획을 추진함.

○ 기술예측·수요·SWOT 분석 등을 통한 중점분야 도출 및 전략방향 정립

(2) 연구개발 후보과제 우선순위 도출

○ 중점 추진분야별 연구개발 후보과제 설정 및 우선순위 도출

- 중점추진분야의 세부 과제 도출 및 우선 순위도출
  - ◦ 활성화 요인 분석 및 보급 활성화 솔루션 분석
  - ◦ 사업모델 개발 및 실증 평가 방안
  - ◦ 장수명 주택 주요 인필(6대 인필 대상) 핵심 기술 및 시스템 개발 (공법 및 실용화 포함)
  - ◦ 인필 핵심기술기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 검증 기술 개발
  - ◦ 장수명 주택 활성화 제도 마련

○ 우선순위 도출을 위한 전문가 인력풀 구성

- 전문가 자문위원회는 핵심과제 또는 주제별 기술 전문분야를 고려하여 위원으로 위촉하여 하나의 자문위원회로 구성하며, 세부분야별로 융통성 있게 운영.
- 전문가 자문위원회에서 기술개발 방향의 자문역할과 기획과제에서 제시하는 중점추진분야 및 후보과제군 조정을 통해 최종 TRM 확정 역할을 수행.
- 각 핵심과제의 효율적인 추출과 결정을 위하여 핵심 전문분야에서의 외부 전문가 구성을 통해 다양한 의견을 수렴할 수 있도록 산-학-연-관 전문가 풀을 구축함.

○ 후보과제 도출 및 과제별 추진체계로 연구단급으로 설정

- 기술 개발의 시급성, 진보성, 파급효과 및 경제적 효과를 고려하여 과제를 도출하고, 과제 간 연계 및 중복여부 등 종합검토
- 후보과제별 기술유형(응용, 실용화, 사업화 등), 성과유형(시제품, 특허, S/W, 기준·지침, 제도 정책 등) 제시

(3) 연구개발 후보과제별 과제카드 작성

○ 연구개발 목표, 기술개발 및 산업/시장 동향, 기존기술 활용방안, 기술개발 필요성, 주요연구내용, 정부지원 타당성, 기술 확보 전략, 과제규모, 최종성과물 및 활용방안 등

○ 후보과제별 연구유형(응용, 실용화, 사업화 등), 성과물유형(시제품, 특허, S/W, 기준·지침, 정책제안, 표준제안 등), 시장경쟁력 확보방안, 실용화방안, 목표 TRL 단계, 제도개선 사항 등 제시

4. 기술개발 세부내용 및 타당성 분석/RFP 작성

(1) 연구 목표 및 범위 설정

○ 목표 및 연구범위 설정(정량적이고 구체적인 목표 설정)

○ 연구범위 및 핵심과제 설정(아래의 연구범위에 대해서 실현가능한 수준을 고려한 구체적 연구 범위 및 방법 등 설정)

- 기술개발의 정의 및 추진체계 수립

(2) 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정

○ 세부과제 연차별·단계별 기술개발 로드맵 및 성과 로드맵 제시

- 세부과제의 중요도를 평가하여 우선순위 선정(중요도 평가 시 정량적 평가기준 제시)하고 이를 기술개발 로드맵 반영
- 개발기술의 성숙도(TRL) 및 핵심기술요소(CTE) 설정

◦ 핵심 요소기술별 기술유형 및 기술성숙도(TRL) 제시

- 세부과제별 성과목표(정량적, 정석적)와 성과지표(필수지표 포함) 설정

○ 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정

- 연차별·단계별 예산산출 근거를 구체적으로 제시하고, 소요예산 적정성 검토(정부투자규모 대비 민간투자규모 수준 제시)

(3) 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립

○ 기존 기술·인프라 등의 활용 및 연계 방안 수립

- 기술 수요기관의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
- 국제공동연구 파트너와 국내 관련기관 및 전문가 분석, 활용계획 포함(필요시)

○ 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

- 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

(4) 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

○ 성과분석 및 검증방안 제시

- 핵심성과별 목표달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시

○ 제도·정책 활용, 현장적용, 시범운행사업 등 구체적인 실용화 방안

○ 관련제품/기술의 해외시장 진출전략

(5) 사전타당성 검토

○ (정책적 타당성) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응방안 등에 대한 검토

○ (기술적 타당성) 기존 연구개발과의 중복성, 기술개발 계획의 우수성, 기술 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

○ (경제적 타당성) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과, 과학 기술적 파급효과 등에 대한 검토

(6) 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

○ 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성

○ 연차별 평가를 위한 성과목표·지표·마일스톤의 설정, 평가방법 및 기준 설정

- 연구목적 및 내용을 고려하여, 선정·중간·최종평가를 위한 평가지표 제시

5. 장수명 주택 실용화를 위한 간담회

조사목표	'장수명 주택 실용화'를 목표로 연구진이 도출한 핵심과제 및 추진방향에 대하여 공동주택 시행사, 건설사, 전문건설업체, 설계/인필업체 등 현장으로부터의 의견을 수렴하고, 실질적으로 필요한 기술개발 과제를 도출. 사업추진애로 및 이슈사항에 대해 정책적 과제를 모색하며 산·학·연의 향후 참여 의향 및 의견 수렴
조사방법	사업설명 자료와 참여의향서 배포 및 의견수렴, 참여의향서 회수
조사 세부내용	1. 장수명 주택 실용화 정책 개선방향에 대한 의견 2. 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 개발방향에 대한 의견
조사기간	2021. 10. 13
참여자	국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 장수명 주택 산업 관계자
기획 반영	도출 과제의 타당성 검토 및 중점 개발 방향 보완 현장 적용을 위한 과제 발굴

Ⅲ. 기획연구과제의 수행 결과

1. 기술의 정의 및 필요성

(1) 기술 개발 방향

○ 본 기술은 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증개발을 목표로 사고 있으며 1, 2단계 연구개발 이후 현시점에서 실용화의 한계점을 면밀히 분석하고 개발 필요 기술을 도출하여 3단계 국가 R&D 핵심과제를 구성함

- 활성화 미비 사유 : 비용 상쇄 사업모델 및 인필기술(인필 부품화·모듈화)등 기술부재와 연계한 제도적 유인책 미흡
- 해결방안 : 우수등급 성능 확보가 가능한 보급 확대 사업모델과 인필 기술개발. 현실적 지원제도 확대

◦ 1단계 R&D: 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발(2005-2010), 요소기술 개발(표준평면, 복합구조,인필,정책)+실험주택
◦ 2단계 R&D: 비용절감형 장수명 주택 보급모델개발 및 실증단지 구축(2014-2019) 비용절감형 주택 실증건설(2개동, 116세대) 및 검증 : 보급모델, 인필 성능개선 및 벽체 개발, 실증 시공 경제성 분석, 인증제도 개정
◦ 3단계 R&D: 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발기획(2020.12-2021.10)

○ 국가적으로 양질의 주택 재고 확보와, 지속가능성 확보를 위하여 실용화를 위한 필수기술 개발 및 제도적 지원책 확대 방향 제시

① 미래 주택 플랫폼으로서 장수명 주택 실용화를 위한 역할 및 기술 제시

→ OSC(탈현장), Prefabrication(공장제작), 부품화(모듈화), 스마트설비를 수용할 수 있는 공간구조 Platform

② 다양한 주택유형 모델에 신축적용하고 리모델링/유지관리 가능한 기술 제시

→ 규모(소·중·대), 다양한 공급방식, 사업모델(공공, 민간) 실용화 포괄

③·ESG 관점에서 장수명 주택의 효과와 정책 연계

→ CO2, 폐기물 절감, LCC 등 이론적 효과 현실화 방안

→ 장수명 기술정착을 위한 정책과 제도 전개 : 인증제도의 현실화(기준+ 인센티브 단계적 확대), 재건축초고층화 등 재고 중시, 인필 생태계 구축(인필 개발+기존 인필의 개선 및 확대 적용 등)

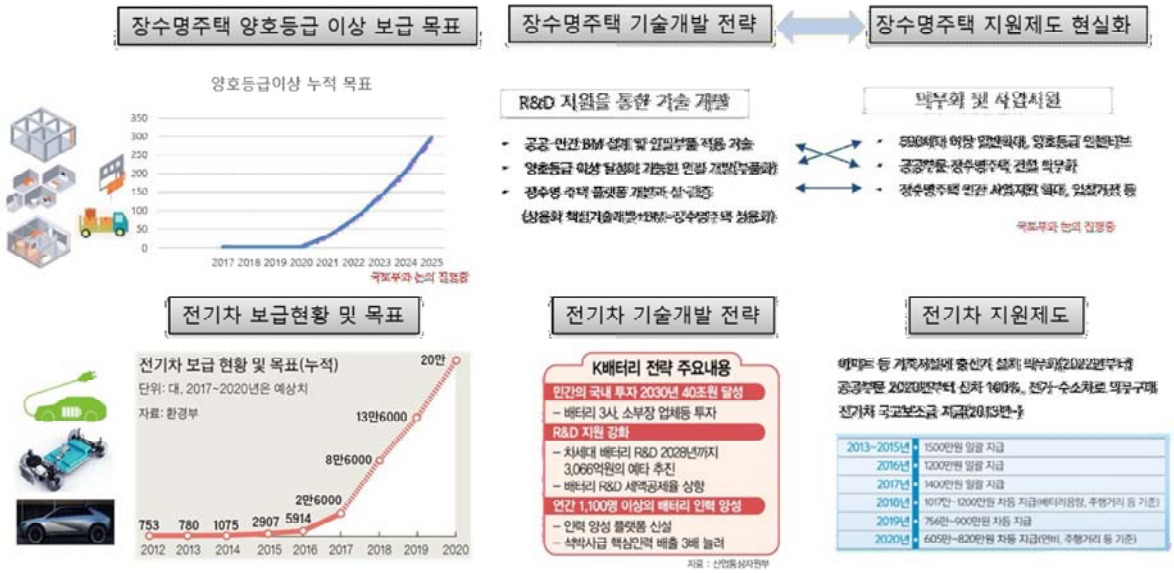


그림 3-1 장수명 주택 실용화를 위한 기술개발 전략, 전기차 보급 방법 벤치마킹

(2) 기술 구성 및 정의

○ 장수명 주택 정착을 위한 종합 실용화 기술 – 미래주택의 기반으로서 Platform과 사업 모델 구축

○ 장수명 주택 핵심 요소기술(기능+성능)과 적용기술 – 6대 인필 부품화·모듈화 기술+적용 실증

○ 장수명 주택 기술의 범용 기술 – 주택유형에 상관없이 적용할 수 있는 기술

○ 장수명 주택의 유도보급 및 확산 지원 정책 및 제도 구축 기술 – 장수명인증제도 현실화 및 인센티브 단계적 확산, 인필인증제도 등

표 3-1 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발

목표	핵심기술	기술정의
장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	장수명 주택 핵심 인필 부품화/ 모듈화	– 핵심 인필요소 부품기술 및 이를 결합한 시스템 기술 개발 · 6대 인필 대상으로 검토–건식바닥+온돌, 벽체, 천장, 화장실, 부엌, 설비 및 전기 콘센트·연결 – 고정인필 부품과 가변/가동인필 부품화 및 시스템화 기반의 인필 기술 개발, 표준화 · 설치부위 특성에 따른 성능, 공법 등 기술 검토 – 개별부품별 설계, 시공방법, 인터페이스 개발 · 부품별 구성, 구·공법, 동일 또는 타 부품 설치 인터페이스 고려한 부품개발·개선 – 인필 제작 방식
	인필 공급·유통 플랫폼	– 주택인필 사업화 및 시장 확대·정보제공을 위한 방안 마련 · 개발·개선 주택인필의 적용 방안 및 시장확대를 위한 정보제공, 카탈로그화 및 기존 자재시스템과 연계, 앱개발 등과 연계방안 모색 · 스마트 오픈 마켓을 활용한 인필 부품의 유통방안 – 인필 및 구조체(서포트) 유통방식
장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및	장수명 주택 사업모델	– 공공·민간 섹터 사업모델 개발 및 실증 평가 방안 · 지분형주택, 토지임대부주택, 소셜믹스, 포스트코로나 대응 맞춤형 주택, 골조임대 등 새로운 공급 방식 연계

성 능 평 가 기술 개발		· 실증대상 사업(공공/민간)의 특성, 내용, 규모, 방법 등, 인필부품 조합형 플랫폼, 실증과 연계방안
	장수명 주택 구조 플랫폼	- 서포트기술 중심(기둥방식-규칙적인 모듈과 주동직하 공간 사용, 다운 없는 슬래브, 가변공간구성) - 자유로운 평면구성이 가능한 구조체 계획 - 구조체 생산방식
장수명 주택 유형별 사업 모 델 실 증 기술개발	장수명 주택 실증 및 리빙랩	- 인필부품 조합형 장수명 주택 모델 플랫폼 구축 · 개발·개선 인필부품 조합을 통한 가변 및 사업모델이 가능한 장수명 주택 플랫폼 개발 기 개발 보급형 모델 등과 연계방안 검토 - 장수명 인필부품 적용 설계시스템 개발 · 인필부품 기반 조합 설계 및 다양한 공간변형 가능한 설계(BIM 설계 가능성 검토) - 개발 인필 활용 실증 시공(테스트베드) 및 성능 검증 · 인필 부품의 종류, 접합방법, 시공순서 등을 고려한 조립 실증시공과 시공후 성능평가·검증 · 다양한 생활형 대응 공간 가변과 사업모델과 연계성 검토, 실증 대상의 규모, 비용, 건설 혹은 기존 주택 활용 등 분산 혹은 집중 테스트베드 가능성 검토
	장수명 주 택 POE	- 장수명 주택 기존 사례의 중기 거주 후 평가(POE) · 실증주택의 성능, 인식, 기술, 만족도 등 평가 방법과 사업모델, 플랫폼 등과 연계방안

(3) 세부 기술 정의

1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발

- 6대 핵심인필 부품화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안

○ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발

- 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준
- 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발
- 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발
- 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발

○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발

- 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정
- 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계
- 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발
- 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발

○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

- 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계
- 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발
- 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR)
- 메타버스를 활용한 인필 부품 거래 체계 구축

2 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 성능평가 기술 개발

○ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발

- 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발
- 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발
- 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안
- 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증·보급 방안

○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발

- 라이프 스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출
- 주택유형・규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발
- 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발
- 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발

○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

- 핵심인필 부품의 성능평가
- 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축
- 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안)
- 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안

○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발

- 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련
- 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선 및 중장기 발전방안
- 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 및 효과 검토
- 장수명 주택 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴

3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발

○ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)

- 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석
- 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석
- POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback
- 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍 구축

○ **장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영**

- 미래 라이프 스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축
- 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험
- 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안
- 사용자(일반인)들의 참여를 통한 기술체험 및 개선, 추후 적용 확대 방안

○ **공공 장수명 주택 사업모델 실증**

- 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계
- 소규모 장수명 공공임대주택 시공
- 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증
- 공공 건설사 분산형 기술 실증

○ **민간 장수명 주택 사업모델 실증**

- 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계
- 대규모 장수명 민간분양주택 시공
- 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증
- 민간 건설사 분산형 기술 실증

(4) 기술의 범위

가. 내용의 범위

○ 본 제안은 다음과 같은 내용의 범위를 제시함

<table>
<tr><th>세부</th><th colspan="8">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발</td><td colspan="8">· 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발
· 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발
· 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발
· 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발</td></tr>
<tr><td colspan="8">기술 개발 범위</td></tr>
<tr><td rowspan="2">장수명 주택 모델 설계/시공</td><td rowspan="2">구조</td><td rowspan="2">외피</td><td colspan="5">인필</td></tr>
<tr><td>벽</td><td>바닥</td><td>천장</td><td>화장실</td><td>부엌</td><td>배선/배관</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="5">6대 핵심인필 부품화</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="5">핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="5">생산/공급/유통 시스템</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">기성 내장재 인필 시스템화</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>세부</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>2 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 성능평가 기술 개발</td><td>
· 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발
· 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발
· 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발
· 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발
<table>
<tr><th colspan="8">기술 개발 범위</th></tr>
<tr><th rowspan="2">장수명 주택 모델 설계/시공</th><th rowspan="2">구조</th><th rowspan="2">외피</th><th colspan="5">인필</th></tr>
<tr><th>벽</th><th>바닥</th><th>천장</th><th>화장실</th><th>부엌</th><th>배선/배관</th></tr>
<tr><td colspan="8">공공/민간 사업모델</td></tr>
<tr><td></td><td>구조플랫폼</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="5">법·제도 개선 및 지원정책</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="5">인필 성능평가 및 인증방안</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>세부</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발</td><td>
· 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)
· 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영
· 공공 장수명 주택 사업모델 실증
· 민간 장수명 주택 사업모델 실증
<table>
<tr><th colspan="8">기술 개발 범위</th></tr>
<tr><th rowspan="2">장수명 주택 모델 설계/시공</th><th rowspan="2">구조</th><th rowspan="2">외피</th><th colspan="5">인필</th></tr>
<tr><th>벽</th><th>바닥</th><th>천장</th><th>화장실</th><th>부엌</th><th>배선/배관</th></tr>
<tr><td>공공실증</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간실증</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">기존사례 POE</td></tr>
<tr><td colspan="8">Living Lab</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

나. 주요 용어 정리

○ 기획보고서 주요 용어 의미는 다음과 같음

주요 용어	의 미
공공부문	· 공공의 이익을 목적으로 존재하는 부분, 즉 정부의 투자·출자 또는 정부의 재정지원 등으로 설립·운영되는 기곤으로, '공공기관의 운영에 관한 법률 제4조제1항 각 호'의 요건에 해당하여 기획재정부 장관이 지정한 기관(공기업, 준정부기관, 기타공공기관)이 포함, 본 과제에서는 임대주택을 공급하는 공기업을 의미함.
민간부분	· 공공부문을 제외한 기업체, 개인 등을 말함. 본 과제에서는 임대주택을 공급하는 공기업 외, 아파트를 건설하여 공급하는 건설사를 의미함,
사업모델	· 아파트나 서비스를 어떻게 소비자에게 제공하고, 어떻게 마케팅하며, 어떻게 돈을 벌 것인가 하는 계획 또는 사업 아이디어
6대 인필	· 벽, 바닥, 천장, 화장실, 부엌, 설비(배관배선)로 한정.
부품화	· 원재료를 단순히 1차 가공하는 정도의 '자재' 개념과는 구별하여 접합부가 집적화되고, 성능과 기능을 발휘하는 하나의 유니트(Unit)로써의 '주택 부품' 은 현장이 아닌 공장 제작을 원칙으로 하고, 규격화 및 표준화가 가능해야하며, 기능성이 겸비된 완결된 형태를 가져야 할 것임.
모듈화	· 인필 모듈화란 부품의 집합체로 구성되는 인필을 의미하며, 여러 가지 종류의 부품의 집합체로 구성되기도 함. (예:문+문틀+손잡이+전기설비 등 복합체)
시스템화	· 주거공간 내 6대 인필이 공간 용도별 기능을 위하여 부품의 집합체로 구성되는 것을 의미함. 바닥시스템, 벽시스템, 화장실 시스템, 부엌시스템 등
장수명 주택 정착을 위한 법·제도	· 장수명 주택 정착을 위한 법·제도란 장수명 주택 인증제도 및 관련 지원제도이며 장수명 주택 성능수준, 장수명 주택설계기준화, 적용대상, 유사 인증 통합 운영 등을 포함
장수명 주택 활성화를 위한 정책 및 제도	· 장수명 주택 보급을 위해 기획·설계·시공·유지관리단계별과 거주자를 포함한 건설참여자별(시행사, 설계사, 시공사) 저해요인 및 지원요인을 고려한 정책과 제도적 유인 및 지원 장치
장수명 주택용 인필	· 인필부품이란 인필+부품으로 공장생산되어 현장에서는 가공하지 않고 조립을 통하여 완성되는 것으로 부품으로 내장계인 바닥, 벽, 천장 등과 설비계인 화장실, 부엌, 설비배관 및 전기배선 등으로 공장에서 일정한 규격으로 생산된 것
실증사업	· 실제 사업대상지에 개발 기술을 적용하여 기술이 소비되는 실제와 동일한 환경을 구축하고 결과를 예측해 봄으로써 개발 기술을 검증하는 사업
리빙랩	· 리빙랩이란 문제가 발생했을 때 사용자가 직접 나서서 현장을 중심으로 해결해 나가는 '사용자 참여형 프로그램'. 미 MIT대의 미첼(W.Mitchell) 교수가 처음 제시한 개념으로서 일명 '살아있는 실험실' 또는 '우리 마을의 실험실'이라고도 불림

(5) 연구의 필요성

1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발, 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발

문제점	- 1단계 연구에서 인필개발이 이루어졌으나 Mock-up적용에 그쳤고, 2단계 연구에서는 천장-바닥-벽을 합께 고려한 인필개발 1건이 개발되어 실증단지 홍보관에 적용됨. 장수명 주택 실증 2개동(세종시)에 조차 인필(내장과 전용설비)의 부품화 미흡 : 인필은 물을 사용하지 않는 건식화 시공단계, 바닥온돌은 경량기포콘크리트 사용. - 공동주택 공급시장이 여전히 습식 내력벽식 공법 지향으로 인필개발품의 시장진입 곤란. 진입시장이 없다보니, 개발된 인필시작품의 추가적인 개발 곤란, 추가개발 포기 속출 - 정부차원의 연구개발 및 지원정책 부재
필요성	- 생산방식과 사용방식의 효율화와 합리화, 건설산업의 선진화, 새로운 일자리를 위한 국가적인 시스템 전환(프리패브 시스템화, 현장시공분량 최소) 필요 - 기능공의 고령화 및 숙련공 부족에 대비 - 장수명화의 기반인 인필 시공과 산업 생태계 구축을 통한 장수명 주택 활성화에 필요

○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

문제점	- 인필에 대한 공급방식, 유통 등 개념 적용 없음. - 인필시장이 구축되어 있지 않아(인필 자재 부품시장 소멸), 현실적으로 장수명 주택 건설에 어려움 - 인필의 시공성능 저하(현장인력난)와 고비용은 현장 적용에 어려움을 가져옴. 인필 적용 및 시공은 전문건설업체에서만 할 수 있어, 직접적 설치와 수리가 어려움 - 인필의 클로즈드 시스템(Closed system)화에 의한 호환성 부재
필요성	- 부품의 체계 구축을 기반으로 4차산업과 연계하여 부품을 데이터화하고 디지털 기반 생산·공급·유통 방안을 마련(전반적인 인필의 순환시스템 포함), 건축 부품 생태계 혁신 필요. (주택 건설·공급 방식 변화) 디지털 뉴딜 관점에서 4차산업기술의 인필 접목에 대한 정부 지원 필요 - 불량자재 사용을 방지하고 주택 품질 개선을 위해서 부품산업을 체계화하고 활성화 필요 - 공급자는 인필을 자유롭게 등록하고 소비자가 자유롭게 구매 및 설치 가능하도록 전자 상거래기반 인필 플랫폼 구축 필요

○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발

문제점	- 거주자가 라이프 스타일을 고려하여 선택할 수 있는 공간 모듈(option) 개발 미흡 - 가전·가구 등의 기성내장재 개발 속도는 더욱 빨라지지만 공간의 수용능력에는 한계가 있어, 공간위에 별도로 인테리어 시공 - 선행연구단계에서 다루지 않음
필요성	- 저비용의 지속가능한 인필 시스템 구축을 위해 사용자 지원 시스템에 대한 검토 필요 - 최근 가전의 내장화(삼성 비스포크, 엘지 오브젝트 등)경향이 강화되고 있음, 스마트 가전으로서의 인필(예:가동수납장->가동냉장고, 가동스타일러, 창문형에어컨) 등 에 대한 가능성 검토

2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발

○ 장수명 주택 공공섹터 사업모델 개발

문제점	- 300세대 이하 공공주택의 경우 사업성 저하로 장수명 주택 미적용(서울시) - 장수명 주택 부품 부재로 인하여 지속가능형 공동주택 사업 중단 (서울시) - 1기 신도시(분당, 일산, 중동, 평촌, 산본) 30년 경과, 노후 공동주택 단지 급증으로 인한 재고 관리의 어려움 ; 고밀개발되어 리모델링 외에 대안 없음, ; 벽식구조로 리모델링, 유지관리에 고비용 소요 ; 단순 생활변화 대응 공간 가변중심으로 사업성과 연계된 모델 개념 없음
필요성	- 사회변화, 시간경과에 따른 노후화에 대응하기 할 수 있는 사회비용 저감, 고비용 구조 문제 해결형 장수명 주택 모델 필요 - 특히 공공섹터의 임대주택의 경우 LCC의 중요성 증가에 대비한 저비용 고성능 유지 모델 개발 필요 - 임대주택의 주택취득 용이성, 다양한 요구 반영, 삶의 질 향상을 위한 주택 모델 필요

○ 장수명 주택 민간섹터 사업모델 개발

문제점	- 입찰 시 낙찰률 저하로 인하여, 장수명주 택 모델 비선호 - 장수명 주택 평면과 적용가능 인필의 한계로 인한 장수명 주택 미적용 - 시대 변화에 따라 공간 가변이 요구되지만 벽식구조를 기반으로 한 가변형 공간 개발은 현재 생활 중심의 공간구조로 미래변화 대응 한계, 리모델링과 유지관리 고비용 소요 - 단순 생활 변화 대응 공간 가변중심, 소규모, 민간 사업성과 연계된 모델 개념 없음
필요성	- 사업성 확보가 가능하도록 다양한 공급방식과 결합한 사업유형별 최적 장수명 주택 모델 개발 필요(대중소 규모 대응) - COVID-19이후 일과 여가 등 새로운 기능들을 더한 공간으로 주택이 진화함에 따른 다양한 구조방식과 미래 생활, 라이프 스타일 및 사이클, 기술변화를 수용하는 장수명 주택 모델 개발 필요 ; 민간브랜드와 결합한 장수명 주택 모델

○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발

문제점	- 벽식구조의 일반화로 인한 평면가변성 한계 ; 기능적사회적 장수명화 장애요소로 작용 - 제한된 가변성과 주차, 중소규모 일부평면에 한정된 기둥식구조 적용 ; 한정된 재구성 가능한 기둥식구조 적용으로 다양성과 변화성 한계
필요성	- 벽식구조 탈피, 주차와 가변 고려 단순 기둥식구조, 특정면적대 중심에서 벗어나 공간구성의 다양성을 가능하게 하는 공간구조 시스템 필요 - 다양한 평면크기별 체계적인 기둥식구조 계획안 제시로, 실질적인 공간가변성이 가능한 구조플랫폼 구축

○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발

문제점	- 2014년 1천 세대 이상 공동주택단지에 대한 장수명 주택 인증제도 도입 및 유도하였으나 인증 단지의 99%이상이 최하등급(일반) 수준에 머물러 있는 상황 - 시장형성에 대한 유인책이 현실과 맞지 않아 인필 등 관련 산업, 정책·제도의 발전 및 실용화가 더딘 상황 - 장수명 주택 양호등급 이상 유인책 부족 (현재 양호등급 유인책 없음) - 기존 장수명 주택 인증제도 적용에 대한 실익이 없어(리모델링 특례에 대한 인센티브 적용으로 대처 가능) 실제 장수명 주택 적용을 유도하는 지원정책 마련 필요 - 장수명 주택 건설 전단계 및 전참여자별 인센티브 부재 - 장수명 주택 시공 및 설계 시 정확한 견적 산출에 대한 근거가 없어 시공사의 공사비 산출에 대한 부담 가중 - 장수명 주택 시방서 등의 부재로 인한 시공방법 미비로 시공기간 증가 및 공법적용 시 어려움 발생
필요성	- 탄소 저감의 건설부분 실현을 위한 장수명 주택 적용 필요성 증가 - 코로나 이후 다변화된 주거수요에 효과적으로 대응 필요 - 장수명 주택의 정확한 견적 산출로 건설사의 적정공사비를 확보하여 건설사의 장수명 주택 참여에 대한 공사비 상승에 대한 리스크 제거 필요 - 장수명 주택 인증제도 등급별 인센티브 차등화 적용으로 양호등급이상 유도를 통한 양질의 장수명 주택 발전 필요 - 장수명 주택의 온실가스 배출, 건설산업 쓰레기 발생 저감 효과 - 그린뉴딜의 건물부분 실현을 위한 장수명 주택 실용화를 통한 탄소중립 실현을 위한 선제적 대응방안 필요 - 안정적인 양질의 주택공급 및 관리를 위하여 공공, 민간주택 건설시장 정부 주도 필요 - 공공임대주택에 대한 다양한 주거요구 증가에 따른 장수명 주택 적용 가능성 확보

○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

문제점	- 장수명 주택은 크게 서포트와 인필로 구성됨. 현행 장수명 주택 인증기준에서 서포트 성능에 관한 기준은 마련되어 있으나 인필 관련 기준은 단순 설치여부만을 판단하는 수준으로 인필 자체에 대한 성능 기준은 부재한 상황임. - 양질의 장수명 주택 건설을 위해서는 안정적인 인필시장이 형성되어야 하며, 거주자의 니즈에 따라 손쉽게 인필 교체가 이루어질 수 있는 인필부품 개발이 이루어져야 함.
필요성	- 4차 산업 기반 스마트건설 활성화에 대한 니즈 증대. 주택건설시장의 스마트 건설 도입을 위해서는 주택을 구성하는 다양한 개별 인필의 치수 · 성능 · 접합부 등에 대한 기준 마련 및 인필시장 활성화를 유인할 수 있는 방안 마련이 시급한 상황임. - 인필 인증제도를 통한 산업 활성화

3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발

○ 장수명 주택 공공 섹터 실증

문제점	- 공공에서 선도적으로 장수명 주택을 추진하고자 하나, SH, GH 등 공공사업은 300세대 미만 규모의 사업이 다수로 사업성 측면에서 장수명 주택 적용이 어려움 - 공공에서 장수명 주택 장점인 유지관리 비용 저감 등에 대한 검증이 어려움 - 정부정책과 연계한 공급방식등과 결합 실증미흡
필요성	- 국가적 차원에서 공공선도를 실질적으로 추진할 수 있도록 다양한 규모별 실증 검증 필요 - 공공가변가능시점과 유지관리 비용 등의 공공건설사 장수명 주택 효과 분석 필요

○ 장수명 주택 민간 섹터 실증

문제점	- 민간건설사에서 장수명 주택 우수 기술 적용 사례가 없고 양호등급 이상 인증단지는 1개로 확대 보급을 위한 기반이 되기 어려움 - 민간업체에서 사업과 연계할 수 있는 방안이 고려되지 않음.
필요성	- 민간에서 자발적으로 사업을 추진하기 위한 기술과 모델에 대한 사업유형별 실·검증 필요 - 다양한 유형의 시범사업 추진을 통해 민간 건설사 장수명 주택 확대 필요 - 민간 건설사별 브랜드와 결합한 장수명 주택 사업모델을 적용하고, 기술과 연계시키는 실증 및 시범사업 필요

○ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 거주 실험

문제점	- 장수명 주택 기술의 적용처의 부재로 성능 검증이 어려움 - 장수명 주택 시장이 활성화 되지 않은 상황에서 가변 요구에 대응한 리모델링에 대한 효과를 입증할 수 없고 체감하기 어려움 - 단순한 홍보공간(성능실험관)으로는 변화하는 요구 수용한계, 실험한계
필요성	- 장수명 주택에 거주하면서 다양한 기술을 적용 및 성능 입증하여 제품 실용화를 지원할 필요가 있음 - 미래 라이프 스타일에 대응하여 다양한 가변이 실제로 가능하고 유용한지 가변 실험 필요

○ 장수명 주택 중기 거주 후 평가(POE)

문제점	- 장수명 주택 양호등급 단지가 준공 후 1년여 지난 시점에서, 오랜 시간 거주 후에만 평가가 가능한 장수명 주택의 우수 성능을 평가할 사례 단지가 없음(효과 분석 불가) - 거주 후 사용자 변화에 따른 리모델링이 일어나기 위해서는 수년의 시간이 소요되므로 기존거주자를 대상으로 평가할 시에는 가변에 대한 평가 불가
필요성	- 양호등급이상의 장수명 주택 대상으로 - 장기간 사용 후에 나타나는 개인적·사회적 우수 성능 효과 입증하고 보급 필요 - 장수명 주택의 기술에 대한 검증 필요 - 장수명 주택 확산을 위해 정부 차원의 조사와 검증을 통한 정책수립의 기반 형성과 국가적 차원의 발전방향 모색을 위한 지원 필요

2. 국내외 동향 및 환경 분석

2.1. 정책동향

(1) 국내 정책동향

가. 공동주택 건설 및 공급

○ 국토교통부,「2021년 주거종합계획」발표

- 무주택 서민의 주거안정을 위해 공공임대주택 공급, 주거급여 지급, 금융지원(구입·전월세자금) 등 총 172.9만가구 지원 계획

◦ (공적임대주택) 공공임대주택 14.5만호(준공·입주), 공공지원임대주택 4.0만호(부지확보) 등 공적임대주택 18.5만호 공급

◦ 청년·신혼부부·고령자 등 생애주기별 맞춤형 지원을 강화하고, 비주택 거주자 주거상향 사업 및 주거급여 확대 등 취약계층 지원 강화

- 오랜 기간 안심하고 거주할 수 있는 주택

◦ 이사걱정 없이 내집처럼 살 수 있도록 30년으로 확장 (기존 청년 6년, 유자녀 신혼부부 10년 ▶ 개선 소득·자산요건 충족 시 30년)

- 청년층, 무주택 서민 등의 부담 가능한 내 집 마련을 지원하기 위해 다양한 유형의 공공 자가주택 공급



그림 3-2 공공자가주택 유형 다양화

◦ 이익공유형 분양주택 : 분양주택을 저렴하게 공급하여 주택처분 시에는 공공에 매각, 매각금액은 장기 거주자에게 유리하도록 거주기간 등에 따라 차트화하여 부담 가능한 내 집 마련 기회 제공

◦ 지분적립형 분양주택 : 집값의 10~25%만으로 내 집을 마련하고, 나머지 집값은 20~30년간 나누어 내도록 하여 장기거주하면서 지분을 100% 취득한 경우 온전한 소유권 획득

◦ 토지임대부 분양주택 : 저렴하게 내 집 마련을 할 수 있도록 건물값만 부담(토지는 공공이 저렴하게 장기 임대)하고 저렴하게 내 집 마련 가능

유형	관련 법률	주요 내용
이익공유형 분양주택	공공주택 특별법	도입 근거 및 공급·처분방식 등 신설 (6.29 국회 본회의 통과)
지분적립형 분양주택	공공주택 특별법	도입 근거 및 지분 취득방식 등 신설 (5.18 개정·공포, 8.19 시행)
토지임대부 분양주택	주택법	기 제도화된 유형으로, 최근 환매조건 의무화 추가 (1.5 개정·공포, 7.6 시행)

그림 3-3 공공자가주택 관련 법률 및 주요 내용

◦ 제3신도시 및 신규택지 공급물량의 5~10% 수준으로 공급계획

- “고품질의 편안한 주거환경 조성”을 위한 공동주택 품질제고 및 미래주택 기반 조성

◦ (층간소음 관리강화)공동주택의 바닥충격음 차단성능을 시공 이후에 확인하는 「사후확인제도」세부 운영방안 마련

◦ (장수명 주택 실용화) 장수명 주택 본격 확산을 위해 인정대상 확대, 인증기준 및 인센티브 정비 등의 실용화 추진(‘21.6)

○ 서울특별시,「2025 공동주택 리모델링 기본계획」수립

- 재건축사업의 대체수단으로 리모델링이 주택정책의 핵심이슈로 대두

- 리모델링 시 기반시설을 정비하거나 지역친화시설 설치 등 공공성을 확보한 리모델링 사업 추진 시 용적률(주거전용면적) 인센티브를 받을 수 있도록 “서울형 공동주택 리모델링 운용기준” 마련

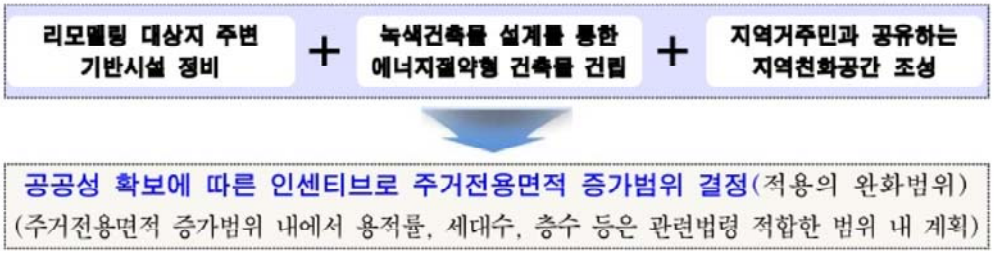


그림 3-4 공동주택 리모델링 시 인센티브 지원

적용의 완화(주거전용면적 증가범위) 체크리스트

○ 계획기준에 따른 전용면적 증가범위(각 세대의 주거전용면적 30~40% 이내)

항목	계획기준	증가범위
계	최대 30%이내 (전용 85㎡ 미만 최대 40%이내)	
기반시설 정비	• 대상지 주변 기반시설(도로, 공원 등) 정비 – 보도 정비, 단지 외 마을공원 정비, 보도시설물 설치 등 – 전용면적 증가비율(%) = (기반시설정비면적/대지면적)×100 ※ 사업계획승인권자(유지관리부서)와 협의된 경우에 한함	최대 20%P
녹색건축물	• 서울특별시 녹색건축물 설계기준 준용 – 세대별 등급보다 한등급 높은 기준 적용 시	최대 20%P
지능형 건축물	• 지능형건축물(Intelligent Building) 인증 – 지능형건축물 인증등급(1~5등급)에 따라 차등 적용	최대 20%P
	• 지능형 홈네트워크 설비 – 정보통신 및 가전기기 등의 상호 연계설비	최대 10%P
지역친화시설 (공유시설)	• 공공보행통로, 열린놀이터, 공유주차면 조성 – 전용면적 증가비율(%) = (공공시설조성면적/대지면적)×100	최대 30%P
	• 담장 허물기(낮은 수목식재, 진출입통로 등 설치) – 외부 접근이 가능한 단지경계의 담장길이 합계 50% 이상 개방형 담장 조성	최대 10%P
	• 지역공유시설 설치 : 세대별 설치면적 충족 시 정량부여 – 도서관, 어린이집, 노인복지시설 등	최대 10%P

세대기준	설치면적
300세대 미만	200㎡ 미만
300세대 이상 500세대 미만	200㎡ 이상
500세대 이상 700세대 미만	350㎡ 이상
700세대 이상 1,000세대 미만	500㎡ 이상
1,000세대 이상	750㎡ 이상
1,500세대 이상	1,000㎡이상

가로활성화	• 상업용도 등 가로활성화 용도 – 1층 벽면길이 및 바닥면적의 50%이상 설치 시	최대 10%P
주요 정책 반영	• 세대구분형 주택(멀티홈) 도입 시 ※ 최소기준 : 전용면적 85㎡ 이상인 세대수 10% 이상	최대 5%P
	• 시·구 주요정책 반영 (건축위원회 심의에서 인정하는 경우) – 친환경 음식물쓰레기 처리시설 도입 등	최대 10%P

※ 시설도입을 위한 관련규정 또는 시설기준이 없는 경우 위원회 심의를 통해 적용여부 결정

그림 3-5 공동주택 리모델링 시 기준 적용의 완화 체크리스트

○ 경기도,「2020년 경기도 주거종합계획」수립

- 공공임대주택 4.6만호, 공공지원 민간임대주택 4개 지구, 주거급여 21.1만 가구 지원
- 경기도형 기본주택을 주택수명 100년을 목표로 하는 장수명 주택으로 건설·공급할 계획

○ 과학기술정보통신부,「탄소중립 기술혁신 추진전략」수립

- 탄소중립 10대 핵심기술에 대한 2050년까지의 목표와 확보전략 제시
  - 탄소중립에 핵심적 기여가 가능한 10대 핵심기술(①태양광 및 풍력, ②수소, ③바이오에너지, ④철강·시멘트, ⑤석유화학, ⑥산업공정 고도화, ⑦수송 효율, ⑧건물 효율, ⑨디지털화, ⑩CCUS) 전략적 개발



그림 3-6 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술별 기술목표 요약

나. 장수명 주택

○ 국토교통부에서는 장수명 주택 공급 활성화를 유도하기 위하여,`14.12부터 인증제도를 운영하고 있으며, 장수명 주택 건설기준에 따라 1000세대 이상의 주택을 공급할 때 일반등급 이상을 의무적으로 인정받도록 규정 및 운영

- 우수·최우수 등급을 인정받은 경우 115/100이내의 범위에서 건폐율·용적률을 완화할 수 있음(조례 위임)

표 3-2 장수명 주택 인증제도 관련 법규

▶ 주택법 제38조(장수명 주택의 건설기준 및 인증제도 등)
▶ 주택건설기준등에 관한 규정 제65조의2 (장수명 주택의 인증 대상 및 인증등급 등) *인증등급, 1000세대 *건폐율용적률: 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른 조례 – 제77조,제78조 최대 한도 초과 불가 *조례 완화
▶ 주택건설기준등에 관한 규칙 제16조–22조 (장수명 주택 인증 신청 등) *1000세대 이상 공동주택 건설–사업계획 승인 신청 전 인증신청
▶ 장수명 주택 건설인증기준 *인증기준 *등급별 점수 *인증등급별 점수 기준 *자체평가서
▶ 지방자치단체 조례–제정(41개) *건폐율용적률의 최대한도 설정

표 3-3 장수명 주택 인증제도 현황

인증의무화	▶ 1,000세대이상 단지 일반등급 의무화
인센티브	▶ 용적률, 건폐율 완화 : 115/100
인증현황	▶ `15년부터 900개 단지 인증(2021.7 기준): 양호등급 1개 외 일반등급
인센티브현황	▶ 인센티브 취득 사례 없음
지자체 조례	▶ 지자체 조례 채택(2021.4기준) 45개 지자체, 지자체별 인센티브 제공
운영기관	▶ 운영기관 없음

– 장수명 주택 인증 실적은 꾸준히 유지하고 있으나, 최저기준인 ‘일반’ 등급 중심으로 ‘양호’ 등급은 단 7건*에 불과

* 민간의 자발적 양호 등급 취득은 단 1건(용인 신동백 두산 위브더제니스, ‘21.6. 준공)

※ (참고) 장수명 주택 인증현황

표 3-4 장수명 주택 인증 취득 건수

연도	‘15년	‘16년	‘17년	‘18년	‘19년	‘20년	‘21.7월	합계
실적	131	141	147	155	126	134	66	900
일반	131	141	147	154	123	131	66	893
양호	–	–	–	1	3	3	–	7

* 최우수, 우수 등급 실적 없음

– 이에 국토부에서는 장수명 주택 공급확대를 위한 제도 개선을 지속적으로 진행중이며, 2022년에는 양호등급 이상 장수명 주택(LH, 3000세대) 공급을 계획하고 있음.

○ 인증제도를 통한 의무화와 인센티브 지원을 통한 확대 유도 정책은 장수명 주택을 확대하는 데에 문제 및 한계가 있으며 이를 개선하기 위한 방안과 효과를 정리하면 아래 표와 같음

	인증제도와 인센티브 현황	문제점	개선방안	효과
의무화	1000세대 이상 의무화	일반등급 중심 인증	1안) 500세대 이상 의무화 2안) 1000세대 이상 양호 의무화 3안) 기둥식 구조 의무화	건설 의무 대상 사업 확대
인센티브	우수등급 이상 인센티브	양호등급 인센티브 부재, 미인증	▶ 양호등급 인센티브 부여	인센티브 제공을 통한 우수성능 모델 자발적 확대 유도
	타인증과 인센티브 중복	인센티브 사례 전무한 상황	▶ 타인증과 인센티브 차별화 필요	
	양호등급 인센티브 용적률 경우 높이제한	용적률 부여받더라도 높이제한으로 인한 미확보	▶ 높이제한 인센티브 추가	
	리모델링이 용이한 공동주택 기준과 중복	장수명 주택 인증이 리모델링 용이 기준 보다 기준은 강화되고 인센티브는 적음	▶ 리모델이 용이한 공동주택 기준과 연계 or 통합 필요	
	사회적 비용 절감에 대한 인센티브 부재	사회적 비용을 고려하지 않은 수준의 인센티브	▶ 사회적 비용 절감에 대한 시공비용 증가에 대한 인센티브 추가 제공 필요(ESG연계)	
기타 인증 절차 등	인증 이후 시공을 위한 도면 변경 불가	불합리한 시공을 해야함	인증절차 개선 필요	인증 추진 효율화
	인증운영기관 부재	인증 질의 등 대응 어려우며 사례 등 정보접근 어려움	운영기관 지정 필요	
	획일화된 배점 기준	배점기준 불합리, 항목선택과 배점 구조 불합리	배점 재배치 필요	

○ 서울시 : 2012년부터 기둥식 구조 의무화

- 우량주택자재인정제도, 주택자재 생산업체 등록제도 폐지:1992)
- KS규격 내 일부 인필내장 부품 규격 존재

○ LH : PQ입찰참가 자격 사전심사기준 개정(2017.7)

- 추정가격 또는 추정공사비가 300억 이상인 공사장수명 주택 최우수, 우수등급 인증업체에 적용(최우수: +1.0, 우수: +0.5)

○ 분양보증료 인하 및 신용 평가 가점 부여(HUG)

- 분양률 산정을 위한 평가기준에 최대 9점 가점부여(최우수: 9점, 우수: 7점)

다. 주택부품(인필) 부품화 모듈화

- 최근 우리 건설업계는 건설기능인력의 고령화와 부족, 가파른 임금상승, 주 52시간 근

무 등 많은 사회적 변화를 겪고 있음. 모듈러 건축공법 등 공장에서 생산하여 현장에서 조립 및 시공을 함으로써 건설업계가 사회적 변화에 대응할 수 있는 해법으로 대두되면서 부품화 모듈화가 기반이 되는 공업화 주택인정제도 또한 관심과 수요 증가

- 국내의 건축 관련 법규에서 주택부품에 관한 직접적인 언급은 찾을 수 없음. 다만 주택법 제33조 제1항의 '주택의 설계도서 작성기준'제3조의 정의에서 "구성재라 함은 치수가 명시된 형태로 제작된 건축재료로서 부품·형재·조립품 및 부재 등의 건축용 제작품"라는 조항이 있음. 여기서 말하는 부품이 주택에 적용될 때 이를 주택부품으로 볼 수 있음
- 주택부품과 유사한 부분으로 공업화주택과 우량주택자재에 대한 인정제도가 건설교통부에 의해 시행되었고, 2021년 현재 공업화주택(주택법 제51조)만 남아있음. 폐지된 우량주택 자재에 대한 인정제도는 일본에서 시행된 우량주택부품(BL 부품)과 유사한 측면을 지님

○ 우량주택자재인정제도

- 주택건설촉진법 (현재 주택법,) 제45조의2 (우량주택자재의 인정) ①건설부장관은 구조 및 성능에 있어서 건설부령이 정하는 기준에 적합하다고 인정되는 주택자재에 대하여 이를 우량주택자재로 인정할 수 있다.<개정 1987·12·4>
- 주택건설촉진법에서 주택법(제62조)과 그 예하 주택건설기준등에 관한 규정으로 이관 후 1999년 폐지 및 삭제

○ 공업화 주택인정제도

- 공업화주택의 정의(주택법 제35조제1항) : 주요구조부의 전부 또는 일부를 일정한 성능기준 및 생산기준*에 따라 조립식 등 공업화공법으로 건설하는 주택

* 주택건설기준 등에 관한 규칙 제13조 및 별표6에 따라 공업화주택의 성능 및 생산기준을 규정



그림 3-7 공업화주택 인정제도의 관심 증가

- 공업화주택 활성화를 위하여 인정제도 개정을 통해 다양한 주택 공급 및 시장 창출의 일환으로 공동주택에 한정되어 있었던 공업화주택에 저층 단독주택을 포함하면서 화두가 되었음. 마지막으로 가장 최근인 2017년 1월 17일에 주택건설기준 등에 관한 규정 제14조의2에 공업화주택 바닥구조 건설기준 완화에 대한 개정이 이루어짐

- 모듈러 건설과 연관된 설계 기준 및 성능 기준 등 관련 제도가 미흡하며, 모듈러 적용에 적합하지 않은 설계·시공 분리발주 중심의 발주제도 등이 존재함. 이와 같은 모듈러 건설 확산에 제약이 되는 제도적 문제점을 개선해 나가야 함. 또한 최근의 모듈러 건설 확산에 대한 논의와 지원은 산업 차원에서 이뤄질 필요가 있음. 모듈러 전환에 필요한 역량 확보 및 생산설비 투자 유도를 위한 교육 및 세제 혜택 등 지원 방안과 중장기적인 발주 계획 제시 등에서 해외 사례의 벤치마킹이 필요함

○ 스마트인필

- '정보통신 산업 및 융합 활성화를 위한 실행계획' 마련 등 범정부적 차원에서 노력을 기울이고 있다. 정부는 스마트홈 산업과 관련하여 IoT 가전산업 혁신산업에 대한 비전을 수립하여 2022년까지 IoT 가전 기반 지능형 스마트홈 10만 호 구축, IoT 가전 및 스마트홈 분야 신규 일자리 1.6만 개 창출을 목표로 하여 세부 추진과제를 수행하고 있음. 세부 추진과제와 관련하여 스마트홈 실증 프로젝트 추진, 개방형 협업 생태계 조성, 중소/중견기업 역량 강화, 시장 확대 기반 강화, 한국형 스마트홈 수출 계획을 수립하고 있음
- 스마트홈 실증 프로젝트와 관련하여 체감형 서비스, 융합형 서비스, 스마트시티 확장 계획 단계에 따라 서비스 설계, 핵심기술 도출, 기술의 표준화 등을 실시하고자 함. 추진체계에 따라 각 단계에 맞는 핵심기술을 개발하며, 핵심부품 및 기술에 대하여 중소/중견기업을 대상으로 우선 지원하며, 특히 금융과 관련하여 신산업 민간공동펀드(3,000억원)를 활용하여 벤처기업 창업 및 M&A 활성화를 지원하는 등 스마트홈 서비스 기술 등을 확장해 나갈 계획을 수립하고 있음
- 스마트홈 실현을 위해 전 세계적으로 기술개발을 촉진하고 있는 것으로 파악되며 거주자에게 최적화된 스마트홈 실현을 위하여 범국가적인 차원에서 스마트디바이스 등 전자기기뿐만 아니라 IoT 융합 건축 기술에 대한 정책적 지원을 진행하면서 그 기반으로 주택의 장수명화와 부품화·모듈화의 활성화가 선행되어야 함

(2) 국외 정책동향

가. 공동주택 장수명화

○ 가장 유사한 일본의 경우, 장수명 주택에 관한 1970년대부터 2010년대 중반까지 연구와 기술개발 결과를 정부주도의 장수명 주택 정책과 BL제도(Better Living : 우량주택부품인정제도)를 통하여 성공적으로 정착시킴.

- 주택 부품화 기술개발은 공공 선행(1970년대)를 거쳐 1980년대 민간화 시장, 1990년대 SI주택(Skeleton-Infill 일본에서는 Support 대신 Skeleton이라는 용어 사용), 2000년대 장기우량주택을 통하여 정착됨.
- 1973년 건설성 주도 주택부품개발센터 설립, 1974년 우량주택인정제도 시작 현재까지 지속(현Better Living),
- 장수명 주택관련 정책은 CHS기술개발에 따른 인정제도(1984- 2000년대 초반까지)실시, 건설성에 따른「장기내용형도시형집합주택연구」의 성과로 SI주택을 위한 법제도의 개정(건축법, 등기법, 민법 등)을 통한 SI주택의 확대를 지향했으나 보급확대와 유통을

지향한 장기우량주택인정제도(2008년)로 발전하여 현재까지 지속되고 있음. 장기우량주택은 처음에 200년 주택이라는 이름으로 국민에게 임팩트를 주기 위한 것이었으며, 이전까지의 행정주도의 연구를 통한 정책 실행으로 국토교통성의 벽을 넘기 어려웠으나, 장기우량주택은 정치주도에 의한 것으로 세제 우대조치, 할증융자 등의 행정부처의 벽을 초월한 것이었고, 법률체제도 건축기준법이 아닌 특별법「장기우량주택보급촉진에 관한 법률」로 해결했으며, 내용가운데 「장기우량주택 인정기준」이 위치하고 있음.

- 츠쿠바 방식(차지차가방식) 등 공급방식이 토지임대+장수명 주택의 대표적인 사용중시의 공급방식으로 장수명 주택의 초기비용을 줄이기 위한 것으로 일종의 비즈니스 모델로 볼 수 있음.

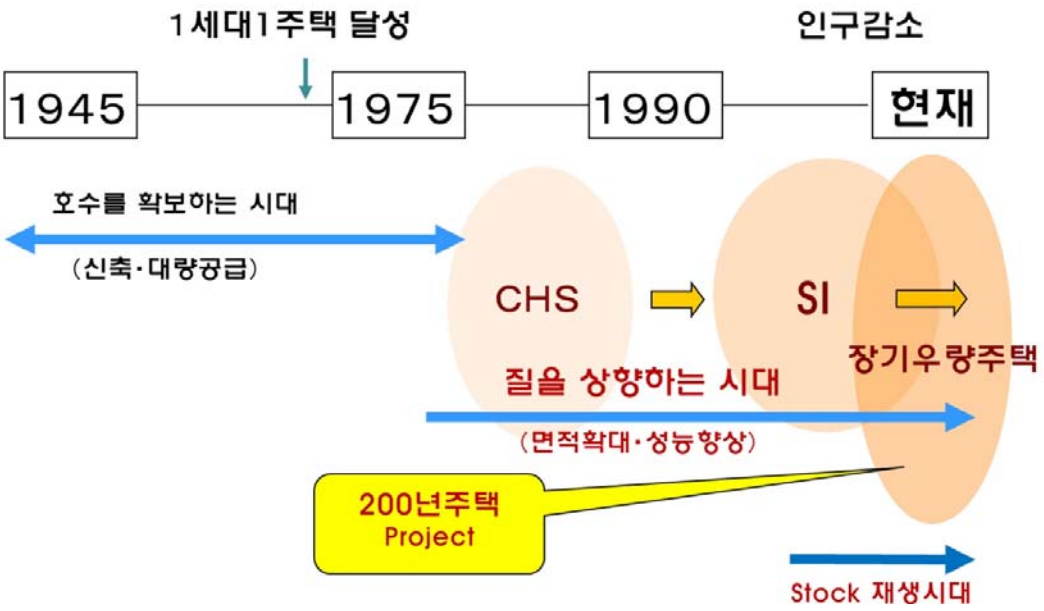


그림 3-8 일본 장수명 주택의 정책 흐름

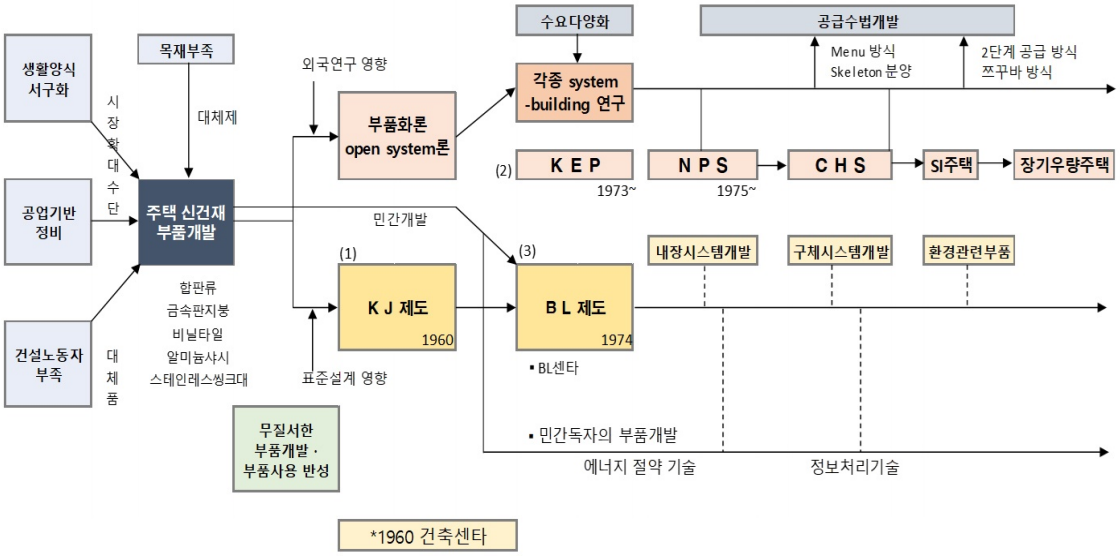


그림 3-9 일본의 장수명 주택과 부품화의 흐름 관계도

○ 네덜란드

- 1960년대 SAR(Stiching Architecten Research; Foundation for Architects Research, 건축연구재단: 1964-1985)의 설계방법론 개발을 바탕으로 주택에 대해서는 1965년 SAR65, 1973년 도시설계방법론으로 SAR73으로 종합. SAR의 목표는 Support와 Detachable Unit (Infill)로 구분하고 특히 인필 시스템을 공업화, 규격화, 제품화하여 합리적인 생산을 통하여 주택의 양적, 질적인 문제해결과 건설업자와 인필 제조업자가 설계방법과 다양한 인필 시스템을 디자인하고 생산할 수 있도록 함. 설계방법론의 근거로서 10/20Cm의 격자시스템인 타탄그리드(Tartan grid)를 통하여 규격화 문제를 해결함.
- 1970년대 후반에 「건축산업의 구조개혁」에 대한 논의로 발전. 오픈빌딩협회(SOB)이 SAR 방법론을 실무에 적극 적용. SOB는 설계사무소, 개발업체, 건설회사, 부품 메이커로 구성되어 있었으며, 효율적인 홍보로 업계에 대한 자극, 연구개발과 교육연수 실시, 실험프로젝트에 대한 자금지원과 기술지원 실시를 통하여 SAR의 연구성과를 실용화하고 성과 보급. 이러한 결과로서 영국, 독일, 오스트리아, 프랑스 등에서 실험주택 및 적용 건설함. 네덜란드에서 1970년-1982년까지 약 20여개의 프로젝트가 오픈빌딩을 주도한 건축가들에 의해 건설됨.
- 1980년대 사회적인 Post Bubble기에 컴퓨터와 경역과학 보급에 따라 NEN6000으로 Modular Coordination으로 확립과 「건설산업의 구조개혁」이라는 측면에서 오픈 하우징이 중심에 위치함. 1984년 「네덜란드 건설활동 발전 전략 시나리오 연구」에서 건설발전 시나리오를 「Mass Construction」,「소규모 Construction」, 「Factory Construction」, 「Open Building」이라는 4가지로 정리하고, Open Building 방향으로 건설활동을 발전시키는 것이 가장 바람직한 것으로 결론.

  실무는 SOB와 IOP-BOUW(건설혁신프로그램)를 중심으로 전개되었으며, 실용화를 위한 Know-how연구조직으로 Delft 공과대학과 아인트호벤 공과대학 등이 있음.

  특히 델프트공대를 중심으로 OBOM(Open Bouwen Ontwikkelings Model; Open Building Simulation Model)연구단체를 아헤 반 란덴(Age van Randen) 주도로 1985년에 만들어져 2000년까지 오픈 빌딩에 관심이 있는 산업파트너를 위한 플랫폼으로 활동, 오픈빌딩 연구 및 정보제공이 이루어짐. OBOM은 SOB 활동을 지원하는 연구개발 실무조직.

  2019년 말부터 네덜란드 건축가, 엔지니어, 개발업체 등의 그룹으로 Openbuilding co. 결성하여 건물의 수명을 연장하고, 생태발자국을 저감, CO2 배출과 쓰레기 저감을 통한 순환경제 구축과 기후변화 대응, 건강한 지역사회 창조를 목적으로 Open Building을 지향하여 업무수행. 장수명 주택의 건설과 계획을 지향하고 있음.

  (www.openbuilding.co 참조)

- 네덜란드는 일본과 달리 민간차원-협회와 대학교 등-에서 장수명 주택의 기술개발과 실제 건설을 주도하는 방향이며, 초기는 설계방법론의 차원에서 주택의 대량공급과 거주자의 요구를 반영하는 인필의 공업화 차원, 1980년대는 포스트 버블기의 성숙사회에서 산업차원에서 추진하고, 2020년에는 기후변화와 순환사회 구축을 위한 CO2와 쓰레기 저감과 수명연장과 지역사회 창조의 방향으로 전환되고 있음.

○ 핀란드

- 오픈 빌딩과 관련한 사용자 지향의 접근에 대한 공업화 건물과 기술개발은 1980년대와 1990년대에 나타남.

1986-1991년 핀란드 기술개발센타(Tekes:Technology Development Centre of Finland)에 의해 시작된 공업화 건축 기술 프로그램(Industrialized Building Technology Programme)과 연계하여 수행된 연구와 기술개발 지원을 받아 수행. 이 결과 1990년대에 실험프로젝트 수행. 이것은 공업화 건축을 개방화, 기둥식구조와 부품기술로 호환성을 증명한 장기간의 연구개발이 선행된 결과였음. 개발은 건물 사용 시의 적응성 보다는 설계단계에서 건물 시스템의 가변성 증가에 초점이 맞추어짐.

- 핀란드 기술개발센타(Tekes), 환경부와 헬싱키 시가 주관한(1990-1991년) 개최된 실험주택 프로젝트인 2000년 기술경기(Technology Competition: Milieu 2000)로 오픈 빌딩에 대한 더 넓은 관심이 제기됨. 결과 4개 프로젝트가 1994-1998년에 시행·건설됨. 가변성의 개선과 사용자를 위한 다양성과 선택을 위한 건물 시스템이 시험되었음.
- 1990년대 고층아파트 블록을 위한 새로운 개념과 기술개발이 시행됨.
- Tekes, 핀란드 기술연구센타(VTT),헬싱키 공과대학, 핀란드 주택기금 등을 중심으로 연구가 이루어짐.
- 헬싱키 공과대학 Ulpu Tiuri의 저서 「Developments Towards Open Building in Finland(1998)」에서오픈빌딩 프로젝트 관련 자료가 있음. 기준은 사용자에 따른 결정, 개방적 공간구조, Support와 Infill의 분리, 오픈빌딩 진행 방법 등으로 구분하고 있음.
- 이후 2000년대의 핀란드에서는 개벌업체에서 오픈 빌딩의 개발을 실시함.

나. 기둥식 공동주택 및 인필부품

○ 일본

- 일본의 구조방식은 3층 이하는 벽식구조가 있으나, 4층 이상의 공동주택은 일반적으로 기둥과 보로 이루어진 라멘(Rahmen)구조방식이며, 보와 슬래브의 위치에 관해서는 다양한 방식이 있음.
- 지진에 강하고 내부구조의 자유도가 높기 때문에 철근콘크리트, 철골철근콘크리트, 철골조들 다양한 재료들을 사용하고 있음.
- 슬래브와 보의 위치에 따라 슬래브 하단에 보가 있는 순보, 슬래브 위로 보가 위치하는 역보, 슬래브가 보의 중간에 걸리는 중간보 등이 있으며, 다양한 변형이 존재함.
- 일본의 인필은 1960년대부터 공공주택용 내장, 설비의 부품화(KJ부품으로 불림)로 가 이루어졌으며, 1974년부터 건설성 대신(건설부장관) 이 인정하는 우량주택부품(Better Living)인정제도 발족 이후 재단법인 BL(우량주택부품)인정으로 전환하여 오늘날에 이르고 있음. ※ BL부품인정제도
- 일본 주택공단의 실험주택프로젝트(KEP), 일본 건설성 100년주택(Century Housing Project), 국토교통성 Skeleton Infill(SI주택), 장기우량주택으로 계

속되는 장수명 주택정책과 함께 통상산업성의 House Japan Project 등 많은 장수명 주택, 인필 기술개발 및 공모가 이루어졌음. 많은 내장업체 존재.

○ 네덜란드

- 1960년대 중반이후 장수명 주택(Open Building)의 개념과 기술개발이 이루어졌으며, 1970년-1980년대에는 벽식기둥방식이었으나, 2019년 발족한 Openbuilding. Co의 협력단체(건축사무소, 개발업체, 부품생산업체)의 사례들은 모두 기둥방식으로 건설되었음.
- 인필은 델프트 대학, 연구단체, 건축업체, 부품업체, 지방자치단체 등에서 개발한 건축시스템과 종합인필시스템(바닥, 배관, 벽 통한시스템) 마투라 시스템, Interlevel, Esprit 등 다양한 시스템 존재

○ 핀란드

- 1990년대 후반-2000년대에 헬싱키 주변에 장수명 실험주택 건설하였으며, 철큰콘크리트, Precast Concrete, 철골시스템 등 다양한 재료의 기둥방식 건설.
- 인필시스템은 정부와 산업계 지금제공에 따른 기술개발. (Unit bathroom, 전기부품 포함된 탈착가능 벽체, 2중바닥재, 높이조절 가능한 부엌 시스템 등)

○ 중국

- 1990년대 이후부터 일본의 장수명 주택 시스템과 개념을 도입하여 여러 곳에 장수명 주택을 기둥방식으로 시범 건설하고, 내장의 건식화와 부품개발을 실시하고 있음.

다. 일본의 장수명 주택 정책 개발 단계

○ 1970년대 초반 부터 2011년 까지 국가공공차원의 장수명 주택 일련의 연구 및 프로젝트 수행

: 정부 및 공공 기술개발, 선도 프로젝트 수행 → 민간참여와 독자적 기술개발 → 사업 활용 →확대 정착

: SI주택기술개발→ 주택종합기술, 부품기술, 실증 적용 기술, 민간의 지속적 개발, 장기적인 활용을 통한 기술개발(NEXT21 :1993-현재)

○ 연구개발에 근거한 제도 수립(CHS인정제도→ SI주택 기준 → 장기우량주택인정제도, 인필부품 인정제도 : KJ→BL 제도(1974년 이후 현재까지 지속 발전)

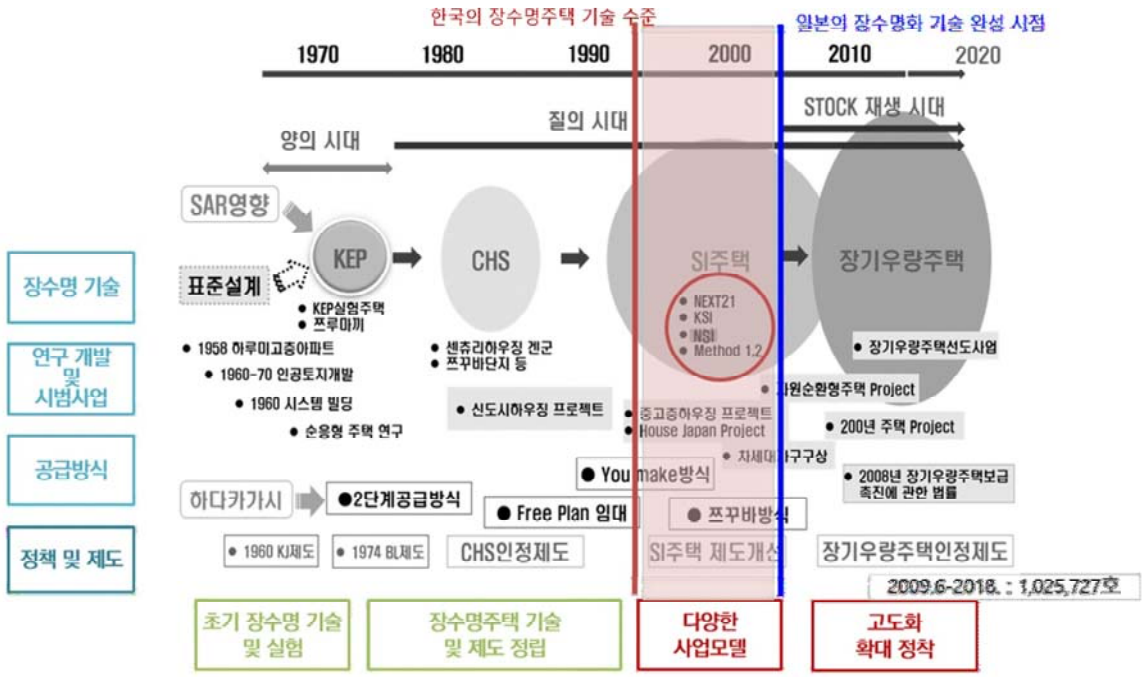


그림 3-10 한국의 현황을 고려한 일본의 장수명 주택 정책·기술개발 단계 분석

라. 주택부품(인필) 부품화 모듈화

○ 일본

- 우량주택부품(BL부품) 인정제도는 1960년대 후반부터 전개된 주택산업의 공업화에 대한 폭넓은 인식과 기술적 진전을 배경으로 민간기업의 기술수준과 개발 잠재력을 적극적으로 활용하기 위해 도입. 1973년에 설립된 (재)주택부품개발센터(현 Better Living)가 운영주체가 되어 주택용 우량부품을 인정하고 있으며, 요구성능에 대해 생산자가 동등 또는 그 이상의 성능을 확보한 부품에 대해 자유로운 설계와 가격으로 응모하면 심사를 거쳐 인정이 이루어지는 제도임. 우량주택부품인정제도는 우량주택부품의 보급확대를 도모하고 우수한 주택부품에 대한 기술개발과 보급촉진과 거주자의 생활수준 향상 및 소비자 보호를 목적으로 함.
- 주택 부품의 개발은 건설성에 의한 주택생산의 공업화 정책의 일환인 1960년의 KJ제도에 의해 큰 발전되었으나, KJ부품은 제조사 측의 독창적인 제조개발이 불가능하여 민간시장을 대상으로 한 주택부품의 개발촉진 필요성에서, 1974년에 주택부품 중에서 품질, 성능, 가격, 애프터서비스 등이 우수한 것을 우량주택부품으로서 인정하는 BL부품인정제도가 설립되어 현재에 이르고 있으며. 주택생산성 향상과 장수명 주택 발전에 기여하고 있음.

○ 싱가포르

- 싱가포르는 모듈러 건설을 자국의 건설산업 생산성을 향상시키기 위한 국가 차원의 전략과제로 설정하고 정부 주도의 적극적인 모듈러 건설 육성 정책을 추진하고 있음. 건설청은 모듈러 관련 기술을 '제작 및 조립을 위한 설계(Design for Manufacturing and Assembly, DfMA)'라 칭하고, 2020년까지 공공공사 40%에 DfMA를 적용하는 한편 관련 전문 기술자 3만 5,000명의 육성을 목표로 설정하였음.

○ 영국

- 오래전부터 모듈러 건설의 도입 및 활용이 비교적 활발한 영국의 경우 전체 건설생산

에서 모듈러가 차지하는 비율이 약 7%에 달하며, 1994년부터 건설 생산성 향상 등 산업 혁신을 위하여 모듈러 건설을 육성하고자 노력하였음. 한편 영국 정부는 2015년부터 2020년까지 총 100만호 규모, 2022년까지 50만호의 주택 공급계획을 수립한 바 있으며, 이를 실행하기 위한 다양한 방안의 하나로 모듈러 건설의 활용을 추진 중에 있으며 이러한 흐름 속에서 부품화와 모듈화 촉진 예상

○ 미국

- 주택 및 오피스 등 건축 분야를 중심으로 수요가 확대되고 있음. 최근 미국상공회의소 조사 결과에 따르면 건축 분야 종합건설기업의 62%, 전문건설기업의 33%가 모듈러 공법 및 자재를 활용한 것으로 조사되었으며, 향후 시장에서의 모듈러에 대한 수요 또한 증가할 것으로 전망됨. 모듈러 방식의 건설 증가와 시장 수요의 확대로 미국 건설시장에서는 전술한 바와 같이 가치사슬의 수직계열화, IT기업과 모듈러 건설기업의 제휴 등 다양한 양상으로 모듈러 건설 부문이 성장하는 양상을 보임.

국가	특징
싱가포르	• 건설청(BCA)의 '건설산업 구조전환 계획'의 일환으로 모듈러 분야(DfMA) 육성 • 2020년까지 공공공사 40%에 모듈러(DfMA) 적용 목표 수립, 관련 전문인력 3만 5,000명 양성 • 기존 기술인력의 관련 직무교육 및 보수교육 지원
영국	• 정부의 주택공급 계획 실행을 위한 모듈러 주택 활용 프로그램 수립 • 주택건설기금(Home Building Fund)을 활용한 모듈러 공공 임대주택 물량 확보 • 건설기업의 모듈러 생산설비 투자 유도를 위한 세제 혜택 지원
미국	• 뉴욕, 실리콘밸리, 시애틀 등 도심지 주택 수요 급증, 다수 기업 참여 • 수직계열화 통한 Total Solution Service Provider, 모듈러 General Contractor 등장 • 2018년 건축 분야 종합건설기업 62%, 전문건설기업 33% Prefab/모듈러 활용

그림 3-11 해외 주요 국가의 모듈러 건설 확산 양상

마. 스마트 인필

○ 미국

- 스마트홈 서비스의 특성에 따라 홈IoT 실현 등을 위해 2025년까지 국가경쟁력에 영향을 미칠 수 있는 '6대 파괴 혁신 기술'로 IoT 기술을 선정하여 기존 통신 인프라 등의 IoT로 확대하는 초연결 인프라를 구축하는 것에 집중. 특히 정부 차원에서 홈IoT와 관련하여 표준 글로벌 연합체를 주도하고 있으며, 구글, 애플 등이 시장을 주도하여 기술에 대한 표준화를 추진하고 있음. 미국은 스마트홈 서비스와 관련하여 IoT와 함께 실현 가능한 정책을 전개하고 있으며, 개별 부처 차원에서 정책을 추진하고 지원. IoT 국가전략 결의안을 발의하면서 공공/민간에 적절한 지침을 제시하여 스마트시티, 스마트인프라 등 지속적인 기술 개발 사업을 지원.

○ 일본

- 정부 주도로 '에코넷'이라는 홈IoT 민간 표준을 지원하여 기업의 스마트홈 기술/서비스 개발을 촉진하면서 글로벌 경쟁력을 강화해나가고 있으며, 가정 내 다양한 데이터를 취득/이용하여 다양한 서비스가 가능한 생태계를 구축하고자 노력. 또한 2017년 아베 총리가 CeBIT에서 스마트홈을 포함한 자율주행/모빌리티, 제조업/로봇 등이 포함되는 '커넥티드 인더스트리즈'의 개념을 제시하면서 2017년 10월 경제산업성이 커넥티드 인더스트리즈 정책의 5대 중점 분야로 선정. 일본이 추진하고 있는 커넥티드 인더스트리즈의 스마트홈은 저출산/고령화에 따른 인력 부족 문제 해소와 함께 가사, 건강, 간병, 육아 등 다양한 분야에서 적용하고자 노력. 해당 정책을 통해 2030년 약 100조 엔의 시장/경

제효과를 달성하고자 목표하고 있음.

○ 중국

- 스마트홈 발전을 위해 전통 산업 중 공급 측면에서의 개혁을 추진하며 산업의 전환을 꾀하고 있으며, 건축, 인테리어업계 등 비포마켓을 통해 스마트홈 보급 확대와 지역 사회 서비스와의 연계 방안을 찾기 위해 노력. 또한 경제발전에 따른 생활수준의 향상을 위한 '2016년 국가 정보 서비스 소비 시범 도시 건설지침', '경제 발전 방식 전환과 업그레이드를 위한 소비 촉진 행동 방안' 등의 정책을 제시하며 산업 생태 요소에 대한 보완을 추진. 이 외에도 스마트홈 산업 구축과 관련하여 환경보호, 대기 개선 목적의 정책과 스마트 가전 제품 표준과 보조금을 위한 에너지 효율 기준, 스마트 가구 표준과 규격 마련 등을 위한 '스마트홈 조합 표준화 체계 구축 지침' 등을 제시하여 스마트홈 산업의 건강한 성장을 도모.

(3) 정책동향 소결

○ ESG 및 `21년 주거종합계획 등 범국가적 장수명 주택 지원 추진에 따른 **장수명 주택 실용화 시점 도래**

○ 장수명 주택 인증제도에 따른 건설 시 자발적으로 우수 등급 건설 추진은 어려운 상황으로 건설단계별, 유형별, 건설참여자별(설계자, 시공자, 거주자 포함) 정책적 유인을 위한 **인센티브 및 지원사업 발굴** 필요

○ 인필 부품화 모듈화 관련은 **4차 산업과 연계하여 주택 건설·공급방식의 변화를 도모**하고 있으며 장수명 주택은 변화를 선도할 수 있을 것으로 예상됨

○ 장수명 주택의 핵심기술인 **인필 시스템은 성능 및 시공관련 제도적 규정이 미흡**한 상황

○ 미국, 유럽, 일본 선진국의 경우 이미 공동주택 장수명화는 완성단계에 이르렀으며, 일본의 상황을 한국과 비교했을 때, **다양한 사업모델 개발과 적용의 확산이 필요한 단계로 분석**됨

2.2. 시장동향

(1) 국내 시장동향

가. 공동주택 건설 및 공급

○ 인구・사회・경제구조 변화

- 국내 총인구가 10년 내에 감소로 돌아서는 사회변화, 가구규모의 소형화, 다양한 구성원으로 이루어진 가구 등장으로 효율적, 기능적 공간 수요 증가하고 있음. 여성 및 노인 1인 가구, 맞벌이, 다문화가구 등 다양한 유형의 가구 등장하고 있으며, 공유주택의 확대 경향도 보임.

- 건축물의 용도변화에 따른 공간 확장성 필요함. LH・SH가 입지가 우수한 도심 내 공실 오피스・상가 등 적극 매입하여 1인용 장기공공임대로 전환사업 추진하고 있음.

- 저성장, 고령화, 공유경제 등장이 맞물리면서 '자산으로의 공간'과 '공간사용의 극대화'가 동시 발생



그림 3-12 공유경제와 플랫폼

○ 팬데믹 시대와 사회·기술 변화에 대응한 주택 시장의 변화

- 코로나 19 이후 세상은 직접 대면이 아닌 비대면의 '언택트(Untact)'인 상황으로 코로나 팬데믹 이후 집에 머무는 시간의 양과 질이 훨씬 높아졌기 때문에 삶의 터전인 주택의 기능 및 역할도 달라질 필요가 있음.

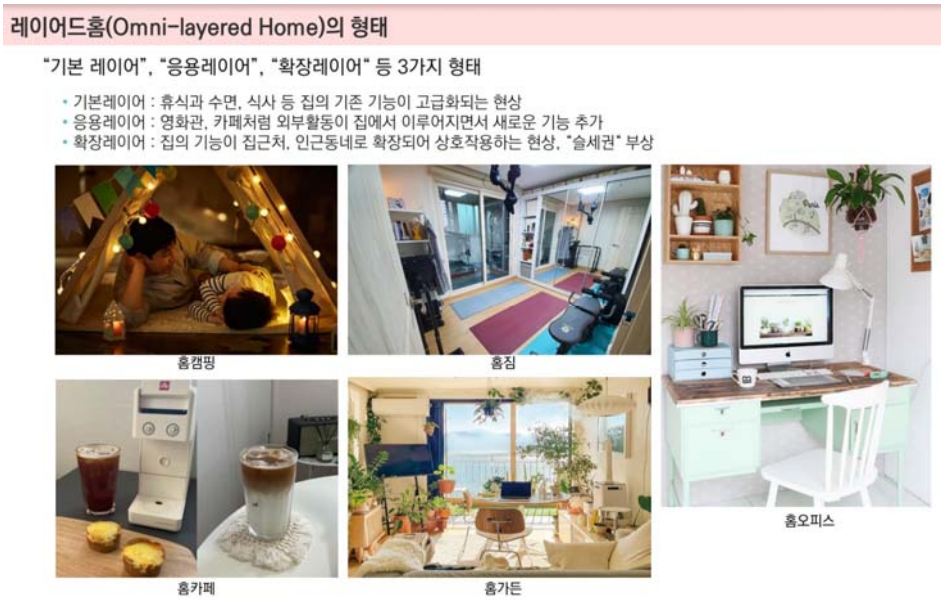


그림 3-13 레이어드 홈

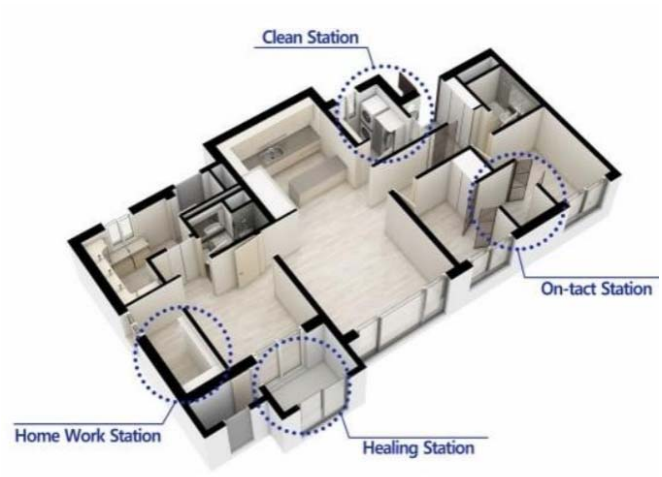
- COVID-19 상황에서 재택근무/교육/보육 등 비대면 원격업무의 처리를 위한 공간 등 거주자 맞춤형 공간이 필요함에 따라 세대내 구성원이 자가격리자가 되는 경우를 대비하여, 다른 구성원의 생활영역이 침범되지 않는 선에서, 동선 및 공간 분리를 통해 자가격리 공간으로 변형될 수 있는 등 다양한 라이프 스타일을 수용하기 위해서는 장수명 주택의 필요성이 더욱 대두됨.



그림 3-14 주호 내 알파룸 활용 예시 – 성남복정 1지구 A-1BL

○ 라이프 스타일에 맞춰 공간 가변이 가능한 아파트 등장

- 올인빌(All in Vill)에서 올인홈(All in Home) :주거, 업무, 소비, 레저 등 집에서 다 이뤄지며 주거공간 155%이상 확대
- 내력벽 대신 기둥식, 가변형 설계 : 다양한 라이프 스타일에 맞춰 구조 변경 가능, 알파룸, 베타룸 등 다양한 옵션 제공
- 면적보다 체적 중시 : 넓이만큼 높이도 중시, 집의 '부피'가 부동산 가치 산정 기준
- 공유주거 확산 : 쉐어하우스+공유오피스, 생계와 주거 공유하면 '가족'



• Home Work Station : 침실내부를 업무와 휴식공간으로 분리
• On-Tact Station : 온라인 수업, 취미 등 온라인 생활 공간
• Clean Station : 현관앞에 세면대와 세탁공간 연결
• Healing Station : 휴식공간 및 화단으로 활용


가변형 벽체 해체 전 거실 옆방을 다용도실로 활용.


가변형 벽체 해체 후 다용도실 대신 큰 거실로 활용.

그림 3-15 가변형 아파트 예시

○ 공공도 생애주기별 다양한 주택 유형 및 공급방식을 결합한 상품 개발

- SH, "지분적립형 분양주택" 도입을 통한 생애주기별 맞춤 주택공급체계 마련

  (20~30대를 위한 청신호주택 및, 30~40대를 위한 지분적립형 분양주택, 50~60대를 위한 연금형 주택)



그림 3-16 생애주기 맞춤형 주거 모델

- 경기도형 기본주택을 주택수명 100년을 목표로 하는 장수명 주택으로 건설·공급할 계획

◦ 남양주 다산 지금지구 A3블록(513호)을 장수명 주택 시범사업지구로 지정

◦ 세대내 가변성의 확보를 통해 가족 구성원들의 Life-Cycle 및 Life-Style 변화와 미래 신주거문화를 적극 반영할 수 있어 '경기도형 기본주택'에 장기간 거주할 수 있는 기본 조건을 제공

나. 장수명 주택

○ SH : 2012년부터 기둥방식 의무화 : 현재 무량판구조-중공슬래브(280㎜) 기둥구조방식으로 전환, 일부 층상배관 적용을 했으나, 일반등급 수준임. 현재 4개 단지가 장수명 주택 일반등급(내구성 3등급, 그 외 4등급) 인증 받음. 현재 1,000세대이상 대단지를 공급할 계획이 없어 별도 장수명 주택 추진계획 없음

표 3-5 서울시 장수명 주택 공급 현황

구 분	지구	세대수	유형	착공	준공
	계	4,790			
준공	고덕강일 4단지	1,239	국민,장기전세,분양	2017.12.29	2020.06.30
	고덕강일 6단지	1,244	국민,장기전세	2017.12.29	2020.04.05
	고덕강일 7단지	1,025	국민,장기전세	2017.12.29	2020.05.20
시공중	위례지구 5블럭	1,282	분양	2018.09.11	2021.05.11




그림 3-17 SH – 장스팬 무량판구조(중공슬래브)

○ LH :‘13년 이후 1.3만호 라멘조를 추진 중에 있으나, 장수명 주택 인증기준(1,000호)에 해당하는 지구는 3곳에 불과하여 선도적 추진에는 한계가 있음. ‘14년 이후 6개 선도지구에 대하여 양호등급 인증을 획득하였으며 현재 공사 진행중이고 `21년 3개 단지가 준공 예정, `22년 3000호 건설 예정(국토부 사업계획 연계)

표 3-6 한국토지주택공사 장수명 주택 공급 현황

구 분	지구	세대수	유형	착공	준공
	계	5,930			
시범지구	서울양원 S1BL	1,216	국민,영구,행복	2018-12	2021-06
	고양지축 S1BL	1,382	국민,영구	2018-12	2021-06
	화성병점 A1BL	862	행복	2020-02	2021-10
`20 선도지구	인천가정 A-1BL	510	행복	2020	
	화성동탄 A54BL	1,350	국민,영구	2020	
	군포대아미 A1BL	610	국민,영구	2020(승인)	

* 인천 검단지구(장수명 임대주택 시범사업: 2017.12 사업승인)
* 성남 고등지구(골조분양주택 시범사업:2018.6 착공-?)

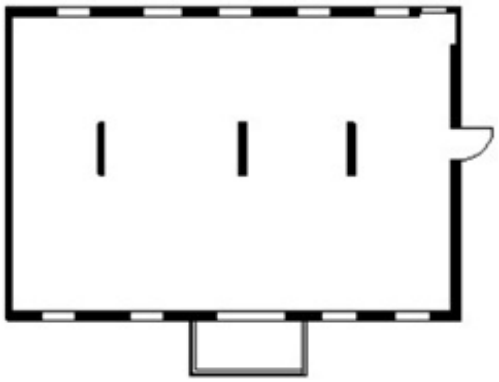
○ GH : 남양주 다산 지금지구A3블록(518호) 시범사업지구 지정,

* 민간사업공모 준비 중(2021년 상반기 공모 예정, 양호등급 기준).

○ 두산건설 : 1개의 양호등급 단지(신동백 두산위브더 제니스를 2021년 준공 예정) 향후 새로운 사업모델로 확대 방안 마련

○ 삼성물산 : 세대내 내장 건식화 검토 중, 2021년에 최상부 등 특화세대(1-2세대)에 Floor to ceiling 방식의 내장벽체 설치 검토 예정

○ 대림산업 : D-House → C2 하우스, 외부구조벽+내부 구조벽의 최소화를 통한 벽식구조, 내부벽체는 비내력벽 특히 물을 사용하지 않는 벽(거실-자녀방)은 건식벽 가능



D-House Platform
내부 구조벽의 최소화



C2-House 사례
붉은 색이 내부 구조벽 나머지는 비내력벽
외벽 구조벽

그림 3-18 대림산업 D-House와 C2- House

○ 장수명 주택 시장 활성화의 어려움

① 공급자/ 시행자/ 시공자 측면 활성화의 어려움

- 시장에서 인센티브가 작동하지 않는다.(우수등급이상 : 115/100 건폐율, 용적률의 실효성)
  : 우수등급 이상 달성하기 어렵고, 건폐율, 용적률 인센티브의 실효성이 없다.
  : 타 인증제도와 비교하여 달성하기 어렵다.
  : 건폐율, 용적률 인센티브의 장점이 없다. 효용성이 없다.
- 장수명 주택 건설에 나서지 않는다.(건설업체/시행자의 경제적 이익이 적다.)
  : 초기건축비 상승에 대한 인식으로 건설 필요성(merit)을 느끼지 않는다.
  : 지금까지와는 다른 익숙하지 않은 공법이나 기술이기 때문에 회피한다.
- 장수명화가 분양/임대 시 세일즈 포인트로 작용하지 않는다.
  (장수명 주택이 아니라도 분양에 문제가 되지 않는다.)
  : 임대나 분양 시에 큰 장점으로 작용하는 요소인지 모른다.
  (여전히 입지나 브랜드에 의존한다)
- 장수명 주택을 공급하려고 해도 인필부품이 없다. 생태계가 조성되어 있지 않다.
  : 구조시스템, 개발 유인 동기가 없다. 기술개발해도 성숙할 수 없는 여건이다.
- 장수명 주택은 공급수요를 줄이는 역할을 한다는 인식
  : 빨리 재건축해야 건설수요가 증가한다.
- LCC나 유지관리비용 절감은 공급자에게 하등의 이익을 가져다주지 않는다는 인식

②소비자 인식 부족

- 성능이 높은 것은 좋지만 분양비용이 증가할 경우 구입에 대한 지원이 필요하다.
  : 가성비를 고려한 소비자의 구매를 촉진할 수 있는 방안 필요
- 새로운 주택에 대한 선호인식이 크다.

: 장수명 주택에 대한 인식 및 재고주택의 건전성에 대한 인식이 낮다.

→ 잦은 이사, 장기거주 의사 부족

- 장수명 주택에 대한 정보가 적다.

: 내용 홍보 부족-소비자가 장수명 주택에 대하여 잘 알고 있는가?

- 장수명 주택 구입에 대한 장점이 없다./크지 않다.

: 장수명 주택 구입을 유인하는 요소가 없다.

: 주택구입시 가변성과 수리용이성의 장점이 인식되지 않는다. (오래 거주하지 않는다는 인식→이사를 통한 재산증식 인식, 이사 시에 공간재구성에 대한 인식 미흡)

- 장수명 주택 성능이 집값에 반영되지 않는다.(→중고주택 부동산 감정가의 반영)

: 집값은 준공연도, 입지, 브랜드 등에 의하여 결정된다.

- 장수명화로 인한 LCC(Life Cycle Cost)나 유지관리 비용절감을 소비자가 체감할 수 없다.

: 오랫동안 거주하지 않았기 때문에 장기간에 걸쳐 발생하는 효과가 거주자에게 장점으로 작용하지 않는다.

: 처음 입주하는 사람들이 구입시 장기간의 비용절감효과는 자신에게 영향을 미치지 않는다고 생각한다.

- 임대주택 거주자는 장수명 주택의 장점이 역할을 할 수 없다.

: (원상회복 의무와 임대자에게 종속)

- 공급자 주도의 시장으로 가변 니즈가 적다.

다. 주택부품(인필) 부품화 모듈화

○ 장수명 주택 인필 시장 현황

- 장수명 주택 인필 인벤토리(2단계 장수명 주택 참여기업) 분석 결과,

: 비내력 경량벽체 인필 4개 업체 6개 제품

: 건식바닥 2개 업체 4개 제품

: 천장 1개 업체 1개 제품

: 욕실 인필 1개 업체 1개 제품

표 3-7 인필 카달로그 내 제품

건축부위	구분	제품명
비내력 경량벽체 인필	석고보드 경량벽체	W-Stud system
		파이버락
	패널식 경량벽체	ISPP II
		YSP 벽체형 칸막이
	경량 기포콘크리트 블록/패널	ALC 블록
		ALC 패널
건식바닥 인필	건식온돌바닥	바닥충격소음 차단건식 온돌(G1)
		바닥충격소음 차단건식 온돌(G2)
	건식이중 바닥	바닥충격소음 차단건식 온돌(G3)
		층간소음 저감 건식 바닥
천장 인필	-	시트락브랜드 석고보드
욕실 인필	-	당해층 배관(층상벽 배관)

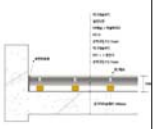
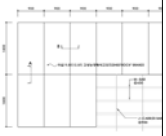
- 인필 업체나 제품의 수는 매우 제한적이며 인필의 많은 부분이 건식화, 부품화 수준이 낮아 현장에서 습식시공하거나 내장시공의 한 형태로서 자재를 바로 시공하는 형태
- 협소한 인필 시장, 성능기준 미확보로 적용 어려움이 있으며 현장미적용으로 인한 자생적 개발 필요성 부재
- 생태계 개척 필요하며, 인필업체 진출 저변 구축 필요. 현장적용 성능 검증 부재 및 자료 확보 필요



그림 3-19 인필 카달로그에서 업체 제품 소개 예시

표 3-8 국내 인필 시장과 기술수준 조사

		건식벽체	바닥	천장	화장실	부엌	배관배선
내구연한 (수리)		25~50년 (마감 6~12년)	25~50년 (마감 3~6년)	25~50년 (마감 6~12년)	3년~12년	12~25년	3년~50년
가변주기 (부품별 개발 시 설정)		임대 만기 시 /이사 /가족구성변화	임대 만기 시 /이사 /가족구성변화	임대 만기 시 /이사 /가족구성변화	가족구성변화 /이사 /개별 리모델링시기	임대 만기 시 /이사 /가족구성변화	공용: 리모델링 시 전용:가족구성 변화/공간변화
성능	기본 성능	차음성능. 정적수평 하중저항성, 부착물 하중저항성, 내충격성, 내화성, 문반복개폐에 따른 충격저항성, 불연성	바닥충격음, 평활성, 전도충돌시 안전성, 내충격성, 국부하중저항성, 불연성	장기처짐저항성, 불연성	배수소음차단 성능, 배수성능, 누수방지성, 양변기 하중저항성, 내충격성, 국부하중저항성	내구성, 내식성, 내후성, 내수성 (방수성)	(배관)누수방지 성능, (배선)절연저항 성능, 절연내력성능
	장수명 성능	가변성, 경량성, 교체용이성	보행적합성, 교체용이성, 시공용이성	가변용이성, 시공용이성	수리용이성, 이동용이성	수리용이성, 이동용이성	시공용이성, 교체용이성, 수리용이성

시장	주요 업체	한국USG보랄	다담솔루션/JJ엔지니어링	한국USG보랄	스카이시스템/청완/와토스 등	한샘, 리바트 등	PPI(공용)
	유통 범위	• 신축 • 리모델링	• 신축 • 리모델링	• 신축 • 리모델링	• 신축 • 리모델링 • 시스템시공	• 신축 • 리모델링 • 시스템시공	• 신축 • 리모델링
	주요업체매출액	석고보드 4,500억	(다담 솔루션 매출액) 18억5,092만원	석고보드 4,500억	(스카이시스템) 46억 4,210만원 (청완산업) 매출액 20억 7,537만원 (와토스) 183억 1천만원	(한샘) 1조 7,239억원 (리바트) 1조 3,626억원	(PPI평화) 981억 6천만
	관련 국내 특허	24	26	1	5	1	15
사례	제품명	W-stud system	건식온돌(뜬바닥)/2중바닥	석고보드 자재 철제달대+M-Bar	층상배관	시스템 키친	원팩시스템
	이미지						
부품화	부품화율	건식벽체 자재생산/현장시공 (0%)	건식바닥 자재생산/현장시공 (0%)	건식천장 자재생산/현장시공/달대방식(0%)	층상배관 기술 배관통합 부품화(50%)	부엌 시스템(고정 시스템) (100%)	배관 부품화 공용(1개 시스템)/전용 (50%)
	규격화/표준화	자재 규격화 ○ 부품 X	자재 규격화 X 부품 X	자재 규격화 △ 부품 X	자재 규격화 X 위생도기부품 ○/시스템△	자재 규격화 ○ 개별유닛부품 ○/이동관련 시스템 ×	자재 규격화 X 부품 ×
	배관배선 포함여부	미포함	온수배관	미포함	포함	포함	포함
시공공법인터페이스	시공	자재의 현장시공 설계규격에 맞지 않아 현장 가공 발생 별도 마감시공	자재의 현장시공 공정 6개로 복잡/별도 마감 시공/급수배수설비 대응 미고려	달대+M-bar를 시공하고 천장재 현장 설치 각종설비 미고려	- 벽배관 :현장조립+습식시공 - 바닥배관 : 습식시공	조립시공 급배수, 배기 등 설비 이동없는 위치고정	층간 조립 시공 세대내 현장시공 방통내 매설(습식)/급수/온수분배기 연결, 위치
	접합부	상하부 런너, 이음매 마감재	벽 연결/자재별 연결	경량철골(달대+M-bar)	배관/UBR 시스템/바닥	유닛연결/배관/연결단말	배관

○ 장수명 주택 인필 부품 산업경쟁력 현황

- 국내 공동주택 건설은 습식공법 일반화로 인해 표준화된 조립식, 부품시장은 부재하며 장수명 주택의 확산에 따른 건식공법, 인필 부품 생태계는 건설 자동화의 기반 마련, 건설 생산성 향상에도 기여할 것으로 예상됨.

- 디지털 건설 시대의 시작으로 2022년 건설 산업 전환 임계점이 도래하였으며 자동화 가능성은 매우 높은 것으로 지목되어 표준화 된 조립식건축 자재의 사용은 현장 근로자의 역할을 대체할 것으로 예상.

  (2022, 건설동향프리핑 837호, 한국건설산업연구원)

- 4차 산업혁명 대응 방안의 일환으로 부품의 모듈 제작, 3D 프린터의 활용 등이 확대되면서 건설자재 및 부품의 공장생산이 증가하고 시공 품질관리 등 건설 생산체계 도입 필요.

(한국건설산업연구원)

- 또한 국내 노후주택 비율이 증가함에 따라 리모델링 시장은 확대될 것으로 전망되며 주택 개·보수 수요를 뒷받침할 주택 부품의 필요성이 증가, 향후 활용 가능성이 높음.

  * 20년 이상 경과 노후주택 910만 1000호, 전체 주택의 50% (통계청)

  * 홈인테리어(리모델링+홈퍼니싱)시장 : 2020년 41.5조->2021년 60조 1.5배 성장,

    (한국건설산업연구원)

- 국내 주택 자재시장은 신규 주택 건설을 중심으로 한 B2B 중심의 유통구조로 이루어져 있으며, 부품화 및 생태계 전환을 고려한 B2C 주택 자재·부품 시장의 확대를 예상한다면, 선진국을 참고할 경우 막대한 시장 효과를 가지게 되며 해당 수준의 산업경쟁력을 가지게 됨.

  * 세계 주택 부품산업은 연평균 성장률 5.9%로 `20년 1.1조 달러(약 1,328조원)으로 성장할 것으로 전망

○ 건설현장의 건식화

- 현장생산 중심의 기술력으로는 건설업이 한계에 직면해 있음
- 국토교통부는 제6차 건설기술진흥기본계획을 통해 현장 의존적 생산체계를 첨단 공장형 건설기술로 전환하는 '스마트건설자동화'를 추진 중
- 통계청에 따르면 실제 건설업종사자의 60%가 55세 이상으로 고령화가 심각해지고 있음 이는 건설업 노동생산성 지수가 18.7로 스페인(42.9), 프랑스(37.1), 독일(32.1), 영국(30.4) 등에 크게 미달하는 등 건설현장의 노동 의존적 현상이 선진국에 비해 높음

표 3-9 건설근로자 평균 연령대(전문건설업자 응답)

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
20대	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
30대	2.6	2.2	1.8	2.5	1.3
40대	28.9	25.5	22.9	27.3	22.3
50대 이상	68.3	72.3	75.2	70.1	76.2

자료: 대한전문건설협회, 전문건설업 실태조사 분석보고서, 대한건설정책연구원

- 전문건설업자 현장경력 5년 이상인 근로자를 숙련공으로 생각하고 있음
- 전문건설업자는 건설근로자 구인과정에서 겪는 문제 중 숙련근로자 부족을 가장 큰 요인으로 보고 있음

표 3-10 건설일용근로자 채용시 가장 큰 문제점

구 분	업체수(%)
숙련도 부족	31.2
조달의 어려움	21.0
과도한 임금 요구	20.4
기능인력 관리의 어려움	16.4
빈번한 입·퇴사로 업무능률 저하	11.0

자료: 대한전문건설협회, 전문건설업 실태조사 분석보고서, 대한건설정책연구원

- 외국인 근로자의 경우 내국인 근로자와 임금은 같은데 언어장벽, 낮은 숙련도 탓에 생산성은 절반 수준에도 못 미치며 취업 활동 기간도 5년 이하로 짧아 기술 인력으로써의 활용성이 낮은 상황이지만, 외국인근로자의 수는 매년 증가하는 양상을 보이고 있음.

표 3-11 외국인력 현황 추이

구분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
합계	1,899,519	2,049,441	2,180,498	2,367,607	2,524,656

- 건설기능인의 부족, 청년층의 현장시공 기피, 외국인 근로자의 유입 등은 더 이상 기존의 현장생산만으로 건설현장을 유지하기 어려운 상황
- 이처럼 건설인력의 고령화 및 외국인 근로자의 증가에 따라 건설현장의 낙후가 진행되는 상황에서 더 이상 인력에 의존한 작업환경이 아닌 공장 생산방식에 의한 건식화 공법이 절실함
- 이러한 문제를 해결하기 위한 건식화공법은 현장 시공작업을 최소화하고 부품화 등의 실현을 통해 인력 역량에 의존하는 산업환경에서 벗어날 수 있는 유일한 방법
- 공장생산의 인필 부품화를 통한 장수명 주택의 활성화야 말로 정부가 추구하는 진정한 건설현장의 스마트화를 실현시킬 수 있는 방안으로 인필 제품 적용을 통한 장수명 주택의 활성화가 건설환경 선진화를 보다 앞당길 수 있을 것으로 기대함

○ 모듈화

- 2003년 모듈러 건축공법이 국내에 도입된 이래로 총 86여 건의 프로젝트가 진행된 것으로 파악되었으나, 그동안 국내 모듈러 건축공법은 차음성, 내화성, 기밀성, 안전성에 문제를 안고 있었으며, 3층 이하의 기술 수준에 머물러 주택법에 적용을 받는 공동주택에 적용한 실적이 전무. 한국건설기술연구원은 '17.11 서울가양실증단지와 '19.08 천안두정실증단지가 준공됨에 따라 국내 최초로 주택건설기준 등에 관한 규정에 부합한 모듈러 공공임대주택 공급을 성공적으로 실현하여 중고층 모듈러 공공임대주택 실증사업 추진을 위 한 초석을 마련. 현재, 국가 R&D 실증사업으로 연구원의 주도하에 수행하고 있는 '중고층 모듈러 연구단'에서는 국내 최초로 13층 이상의 중고층 행복주택 실증사업 대상 부지 의 공모와 평가 절차를 거쳐 공공임대주택 부지를 선정하였으며, 선정 기관과의 상호협력강화 를 위한 업무협약을 체결하여 실증사업 추진을 순조롭게 진행.
- 모듈러 건축시스템을 적용한 건축물은 2003.09~2019.12 기간 동안 총 84건의 프로젝트가 수행. 2003년 도입부 터 2012년까지는 매년 5건 내의 실적으로 명맥을 유지.
- 모듈러건축에 대한 관심 증가와 제도정비로 인하여 2013년부터 매년 7건 이상(2015년 제외)이 준공되어, 우리나라의 모듈러 건축산업은 미비하지만 성장 추세에 있다고 평가할 수 있음.
- 하지만 모듈러 건축이 국내 전체 건축산업에서 차지하는 비중은 거의 제로에 가깝다고 해도 무방. 2003년~2019년에 준공된 모듈러 건축의 연면적 합은 450,321㎡이며, 연 평균으로는 26,489㎡임. 이는 같은 기간 국내에 건축된 전체 건축 연면적1) 대비 0.02%에 불과한 수치.

- 2011년과 2013년에 준공 연면적이 급증. 이는 2011년 Guam Ukudu Workforce Village Project(연면적 124,253㎡)와 2013년 서호주 로이힐 광산 근로자숙소(연면적 15,561㎡), 러시아 엘가탄전 근로자 숙소(연면적 71,908㎡) 등 해외수출용 모듈러에 기인. 해외수출용 모듈러는 2019년 기준 총 3건의 프로젝트가 수주되었지만, 국내 전체 연면적의 47%를 차지. 즉, 해외수출용 모듈러를 제외하면 국내 모듈러 건축의 산업비중은 더욱 낮아지게 됨.

- 최근 주택 분야를 중심으로 관심이 재조명되는 모듈러 건설은 외부에서 사전 제작한 부재를 현장에서 조립하는 방식으로, 현장 투입 인력 감소, 생산성 향상, 공기 단축 등의 이점이 있어 변화된 건설산업 생산 여건에 대응할 수 있는 효과적인 대안으로 주목받고 있음. 공장제작을 통한 현장 투입 인력 소요 감소, 통제된 생산 환경에 따른 기상·기후 영향 최소화, 사업 초기 단계의 공기 및 공사비 예측 가능성 향상, 작업 현장의 안전성 향상 및 생산 과정의 폐기물 배출 감소 등의 효과를 기대할 수 있음.

- 하지만 모듈러 건설사업의 경우 공장과 현장의 이원 생산체계, 그리고 사업 참여자 간의 협업 체계 변화로 사업수행 방식이 전통적인 건설사업과는 다른데, 이는 곧 기업들의 비즈니스 모델 변화로 이어질 수밖에 없음. 모듈러 건설이 확산되면서 시설물 조달 프로세스의 효율화·최적화를 달성하고, 부가가치를 향상시키기 위해 가치사슬을 따라 사업영역을 확장하는 비즈니스 모델들이 다양한 양상으로 나타날 것으로 전망. 해외에는 설계기업, 모듈 제작기업, 시공기업이 전략적으로 관련 비즈니스 영역을 확장하는 다양한 양상이 관찰되며, 최근 국내에서도 전략적 제휴 및 역량 내부화를 통한 확장 사례가 나타나고 있음.

- 모듈러 건설은 건설산업의 생산성 향상, 조달 과정 혁신을 위해 택할 수 있는 여러 가지 대안 중 하나이지만, 변화하는 건설산업의 생산 여건을 고려한다면 산업이 중장기적으로 지향해야 할 방향으로 판단. 건설기술인의 고령화, 청년 유입 감소, 생산성 침체, 현장의 근로 환경 및 시설물 안전성 제고 등 당면 여건 변화와 스마트 기술의 적용을 통한 건설산업의 융·복합화를 위한 플랫폼으로의 발전 가능성이 큼.

○ 스마트인필

- 대상기술인 '인필의 스마트화 관련 기술개발' 분야의 거시적인 시장은 스마트홈 시장.

- 스마트홈의 거주성과 편의성 관점에서 보면 설계와 개발의 주체는 그 전문성이 있는 건설산업으로서, 건설산업에서 스마트홈의 사양과 개발 요구 조건, 시공을 도출하고, ICT 산업은 그에 따른 정보화 표준과 시스템을 개발하는 역할을 맡고 있음.(플랫폼 비즈니스 관점의 스마트홈 개발 방향, 한국건설산업연구원, 2019).

표 3-12 시장 정의

대상기술	목표시장	목표시장 정의
인필의 스마트화 관련 기술개발	스마트홈 시장 모듈러 건축 시장	인필 공법을 적용하여 스마트디바이스를 바닥, 천장, 벽체 등에 도입하는 스마트홈 시장

- 스마트홈은 에어컨, 세탁기, 냉장고, TV 등의 가전제품을 비롯해 냉난방기, 보안기기 등 다양한 분야의 장치들을 통신망으로 연결해 모니터링하고 제어할 수 있는 기술이 갖추어

진 공간을 의미하며 사물인터넷(IoT)의 적용 분야임.

- 스마트홈은 IoT의 발전으로 다양한 스마트기기를 연동하고 제어하는 스마트홈 솔루션과 여러 서비스들을 제공하고 있으며, 소비자들은 스마트홈 서비스를 통해 시공간 제약없이 집안 상태를 확인하고 제어할 수 있음.
- 스마트홈 산업은 스마트 가전 제조사, 건설사, 통신사 등이 함께 만들어 가고 있는 신생 산업 분야로 산업이 안정기로 도달하기까지 정부의 적극적인 투자와 지원이 필요한 산업. 스마트홈 산업과 관련하여 정부는 2022년까지 IoT 가전 기반 지능형 스마트홈 구축, 신규 일자리 창출 등을 위한 정책을 시행하고 있으며, 신산업 민간공동펀드를 활용하여 벤처기업 창업 등을 지원하고자 노력. 또한 2022년 이후 스마트시티 서비스와 통합/연계를 통해 스마트시티 시범지구 실증 사업까지 계획하고 있는 등 해당 산업에 대한 청사진을 그려나가고 있음.
- 스마트홈은 응용 분야에 따라 홈오토메이션, 홈에너지, 홈시큐리티 등 다양한 형태로 활용. 또한 현대가구의 형태가 소가족 및 1인 가구화로 변모해가고 인구수명이 노령화됨에 따라 스마트홈에 대한 활용도가 증가될 것으로 전망. 또한 스마트홈은 의료, 건강, 신체활동 보조, 홈엔터테인먼트 등의 분야에서 다양한 비즈니스 모델이 등장하고 있으며, 스마트 가전 제조사, 건설사, 통신사 기업 간 협업이 적극적으로 이루어지고 있어 향후 산업 전망이 밝은 것으로 판단.
- 앞서 말했듯이 거주성과 편의성 관점에서 스마트홈의 설계와 개발주체는 그 전문성이 있는 건설산업으로 볼 수 있음. 대상기술은 '인필의 스마트화 관련 기술개발'로 스마트홈 시장에 적용될 수 있는 기술임.
- 스마트홈의 잠재적 경제효과는 가사자동화, 에너지관리, 안전/보안, 사용기반 설계, 판매 전 분석으로 구분되어 경제효과가 예상.
- 스마트홈이 현실화되기 위해서는 여러 기업들이 스마트홈의 각종 기기들을 설계하고 제작하여 제품마다 정보 전달 체계나 작동 체계가 다를 수 있으므로, 스마트홈 기기들이 유기적으로 연계되어 작동되기 위한 표준적인 플랫폼이 필요. 즉 스마트홈을 구현하기 위해서는 기존/신규주택으로의 적용가능문제, 플랫폼화시켜 설치해야 하는 문제를 극복해야함.
- 따라서 이러한 한계를 고려하여 건설업계에서 향후에 인필 플랫폼이 탑재된 모듈을 제작하고, 기존/신규주택 등의 천정, 벽, 바닥에 거주자의 동선을 고려하여 의료, 오락, 정보검색 등에 관한 개별 인필 플랫폼이 탑재된 모듈을 탈착이 가능하도록 해서 편리성, 유지관리의 편의성 등을 고려하는 것이 중요. 또한 이를 수용할 수 있는 천정, 벽, 바닥 부재를 프리캐스트 방식 등으로 제작하여 공급하되 디스플레이는 천정, 벽, 바닥에서 나아가 거주자의 TV, 태블릿 등 무선으로 송수신이 가능한 장치로 제공한다면 건설업계가 충분히 스마트홈 시장에서 수익을 창출할 수 있을 것으로 보임.
- 건설업계에서의 이러한 인필의 스마트화 관련 기술개발을 통해, 스마트홈의 잠재적 경제효과를 보다 수월하게 도출할 수 있을 것으로 예상. 현재 기술개발이 태동단계이므로, 도시의 경쟁력과 삶의 질 향상을 위하여 건설/정보통신기술 등을 융/복합하여 다양한 도시서비스를 제공할 수 있도록 인필의 스마트화 기술개발이 적극적으로 이루어져야 할 것임.

(2) 국외 시장동향

가. 공동주택 건설 및 공급

○ 일본

- 일본 국토교통성은 ‘그린 사회’와 더불어 민간 주도의 경제 선순환을 실현하는 데 이바지하는 주택 투자를 유도함으로써 코로나19 영향으로 침체한 경제 회복까지 도모한다는 목표로 ‘그린 주택 포인트 제도’를 도입. 일정 수준의 에너지 절약 성능을 갖춘 주택을 취득한 주민에게 ‘새로운 일상’이나 ‘재해 방지’ 등을 위한 추가 공사를 하거나 다른 상품과 교환할 수 있는 포인트를 발급

- 그린 주택 포인트 제도는 2020년 12월 15일부터 2021년 10월 31일까지 계약을 체결한 에너지 절약 성능을 갖춘 주택의 신축, 리폼이나 기존 주택 구입 시에 포인트를 지급하는 프로그램임.(안정장기우량주택, 인정저탄소건축물, 성능향상계획인정주택, 제로에너지하우스 중 하나를 말함)

- 에너지 절약 성능을 갖춘 주택은 비교적 비용이 많이 들고, 포인트를 사용할 수 있는 추가 공사나 상품에 제한이 있는 등 제도 이용을 저해하는 요인도 있음

- 지급 받은 포인트는 새로운 일상, 환경, 안전·안심, 건강·고령자 대응, 육아 지원, 일하는 방법 개혁, 지역발전에 이바지하는 상품이나 ‘새로운 일상’ 및 ‘재해 방지’를 위한 추가 공사에 사용할 수 있음

나. 장수명 주택

○ 일본

일본의 장수명 주택은 일본 주택공단에서 실험주택으로 개발하여 건설하기 시작한 KEP(Kodan Experimental Housing Project: 주택공단실험주택계획)에 이어 1980-1982년에 건설성에서 중심이 되어 연구개발한 CHS(Century Housing System)에서 본격적으로 시작되었음.

-100년 주택을 목표로 물리적인 내구성과 기능적인 내구성을 고려한 것임, 물리적인 내구성은 내용연수에 따라서 건물 각 부분을 정리하고자 하는 개념이며, 구조체를 견고하게 함과 동시에 손상되기 쉬운 부분을 보수 · 점검하기 쉽도록 하고 노후화하거나 소모된 부부만을 교환하여 계획적으로 고칠 수 있도록 한 것임. 기능적(사회적)인 내구성은 가족구성이나 라이프 스타일의 변화에 장기간 대응할 수 있도록 실 배치변경이나 설비의 교환을 용이하게 하기 위한 것임.

1983년 CHS사업화 협의회가 설립되었으며, CHS인정제도를 도입하여 인정을 실시하였음. 1997년 11월 30일까지 54건 정도 인정되었으며(이후의 자료는 알 수 없으며, 2000년대 초반에 폐지), 널리 보급되지 못하였음. 이유는 CHS 인정기준이 까다롭고 초기건설비용이 10%정도 상승되어 건설업체에서 기피하였음.

- 1990년대 지구환경보전이라는 세계적인 흐름과 발맞추어 CHS의 연장선상에서 Skeleton과 Infill을 분리한 방식의 SI주택으로 발전함. SI주택은 장기내용성(長期耐用性)을 가진 Skeleton(S)과 거주자의 요구나 시대변화에 대응한 가변성을 가진 인필(Infill:I)을 명확하게 구분하여 계획한 집합주택임. CHS와 목표는 동일하지만 주택시장에 보급전략을 중요시한 개념으로, 주택구성재를 내구성개념으로 나눈 것이 아니고, 개수요구를 고려한 분할로서 S와 I로 2분할하였으며, 내구성과 자유설계라고 하는 수요자의 장점을 부

각시킨 것임. SI주택의 일본 내 도입 배경에는 양에서 질로 전환하는 주택정책의 관점에서 일본의 주택수명을 연장하는 것이 목표였으며, 보급시키기 위해서 기술적인 측면과 자유설계라는 측면을 고려한 것임.

- SI주택에 대한 건축법, 소방법, 등기번 등을 개정하여 보급을 지향했으나, 공공에서는 SI주택을 지향한 사례들을 건설하였으나, 민간에서는 맨션 붐 아래서 굳이 번거로운 설계를 하지 않아도 되고, 메뉴방식이나 부분적인 설계 변경하는 정도의 방식이 민간에서 정착되어 잘 팔렸다는 점, 자유설계에서 개발업자에게 이득이 없었다는 점과 전 세대의 인필을 일괄 시공하는 것이 일반적인 상황이었기 때문임.

  아울러 다양성과 자유설계를 통한 방식이었던 Skeleton분양의 장점이 시장에서 나타나지 않았다는 점으로 인하여 보급이 더 이상 활발하게 전개되지 않았음. 즉, 민간에서 일부 프로젝트에서 적용하고 있으나 일반화되지 않은 상태임. 2000년대 중반에는 맨션 판매가 저조해짐.

- 자민당의 정책으로 2006년 6월부터 검토를 개시하여, 2008년에 장기우량주택제도로 정착함. 장기우량주택 건설촉진에 관한 법률에 따라서 인정제도가 성립됨. 단독주택과 공동주택 모두를 대상으로 하고 있으나, 특히 일본에서 많은 비중을 차지하고 있는 단독주택을 중시함. 인정제도에는 이를 촉진하기 위한 융자, 세제 등의 우대조치가 개시되었음.

  다음은 신축 단독주택과 공동주택에 대한 2009년부터 2020년까지의 인정실적과 2016년부터 증개축에 대한 장수명황 인정실적에 대한 표임.

  아래 그래프는 신축주택대상임.

단위: 호수

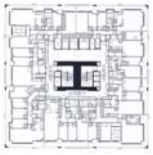
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	누계
신축	단독주택	56,146	101,836	102,869	102,925	115,756	98,704	103,542	108,085	105,489	108,800	106,603	100,503	1,211,258
	공동주택 등	937	1,952	2,735	4,690	3,251	2,408	1,459	1,288	1,531	586	1,043	889	22,769
	합계	57,083	103,788	105,604	107,615	119,007	101,112	105,001	109,373	107,020	109,386	107,646	101,392	1,234,027
증개축	단독주택	-	-	-	-	-	-	-	100	295	298	242	236	1,171
	공동주택 등	-	-	-	-	-	-	-	27	1	17	0	2	47
	합계	-	-	-	-	-	-	-	127	296	315	242	238	1,218



그림 3-20 일본의 장수명 주택 시장 현황

표 3-13 일본의 건설사 별 사업모델과 확산사례

사업모델	KSI	NSI	가지마건설 SI주택	츠쿠바 방식 SI 주택	PC구조 SI	장기우량주택 (200년)
시공사	공공(공단)	민간(노무라)	민간(가지마)	민간(조합)	민간	민간
구매방식	임대	분양	분양	차지차가	분양	분양
규모	저층/고층/초고층	저층	초고층	저층	저층	초고층

적용기술	구조방식	RC 라멘	RC 라멘	Super RC Frame	RC 라멘	PC (벽식/라멘)	RC 라멘
	내장	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽	칸막이벽 구조체-인필 이중바닥/천장/벽
	물사용공간	물사용 공간 이동	물사용 공간 이동	물사용 공간 이동	물사용 공간 이동	물사용 공간 이동	물사용 공간 이동
	설비	공용전용 설비분리	공용전용 설비분리 (현관주변 메타박스)	공용전용 설비분리	공용전용 설비분리	공용전용 설비분리	공용전용 설비분리
수명		100년	100년	100년	100년	100년	200년
사례 평면							
건설사례		•실험주택 • Acty Meguro • Acty SHIDOME •하트아일랜드 •라벨明石町 •아오토 제2단지 5호동	•그랑베스타쥬 구가하라	• 마쿠하리 프로젝트 •아끼하바라 프로젝트 • 시바파크 타워 • 디아막스 캐피탈타워 •플라자타워 가치도끼	•사례 1 •사례 2 • 마쯔바라 아파트 … 외 다수	•동경 구가하라 •서동경 FH HOYA-HOYA-II-1	• Alpha Grande ICHINOE •Cross Air Tower … 외 다수
특징		•세대의 용도변경 •공공+민간 혼합	•거주자 참여 •Menu 방식 •Ordermade 방식	•가변용이	•내장 부품 DIY	•건식외벽 •거주자참여 설계 •수직가변	•장수명 성능 극대화 •가변단독/공동주택

○ 네덜란드

- 네덜란드는 1970년대부터 실험적인 오픈 빌딩 건설 사례들이 있음.
  1977년 Perpendrecht에 124호 주택과 사무실 4개 실 규모로, 현장타설 철근콘크리트 내력벽 구조(스팬 4.8m 표준, 벽체 200mm, 폭 1,200mm)의 10Cm, 20Cm의 타탄 그리드의 규칙적인 구조시스템.
  거주자가 선택할 수 있는 것은 세대 면적, 칸막이, 수납, 문 등의 실배치, 화장실 및 욕실 설비 및 위치 선택, 내부계단의 위치와 형태, 파사드의 부재, 난방장치, 전기·수도·가스 등의 배관 접속부위, 가구배치, 내·외벽 색 등임.
- 이후 Keyenburg, Gespleten Hendrik Noord, Pelgromhof 등 1990년대 후반까지 중저층 신축건축물과 기존건축물 리모델링에 오픈 빌딩 주택 건설됨. 친환경적인 개념, 노인주택개념 등과도 결합한 다양한 형태로 전개됨.
- 2000년대 들어와 기후변화, 지구환경문제, CO2 저감 쓰리기 저감 등과 결합되어 21세기의 필수적인 방향의 하나로 인식되어 새롭게 대두되고 있음.
  Openbuilding Co.를 결성하여 선언문을 발표하고 건축설계자, 건설업체, 부품 메이커 등이 참여하여 설계·시공한 건축물에 대한 홍보와 함께 다양한 건축물 분야로 확대해

가고 있음.

○ 핀란드

- 핀란드는 헬싱키의 경우 토지소유제도의 특징이 있으며, 헬싱키시의 경우 9할이 시유지이며, 개발업자에게 리스되기 때문에 행정콘크롤이 쉬움. 50%이상의 신축주택이 국가에서 융자나 이자보급을 받고 있어 법적인 규제를 받고 있으며. 헬싱키시의 경우는 HITAS라는 가격과 품질에 관한 규제를 하고 있음. HITAS는 무보조주택에서도 시유지에 건설되는 경우에 적용되며, 리스기간, 디자인 조정, 경쟁에 따른 청부를 기본개념으로 하고 있음.
- 1980년대 오픈 빌딩 개념의 도입과 1990년대 국가적 차원의 기술경쟁에 따른 실험주택의 건설로 헬싱키 교외에 오픈 빌딩이 건설되었으며, 2000년대는 오픈빌딩개념에 따르는 업체를 중심으로 헬싱키 시에 건설됨.
- 주로 중저층주택이며, 서포트와 인필기술을 적용한 상황이지만, 장래 거주자를 포함하는 거주자 참가나 주택단위의 시공 등 건설프로세스에 대해서는 불충분한 점도 있음.

다. 주택부품(인필) 부품화 모듈화 및 공급 유통 시스템

- 선진국의 경우 주택 온라인/오프라인 주택 부품 유통 체계 구축, 자산가치 향상을 위한 고급화, 사회변화 대응 개축 등 다양한 소비자 맞춤 채널을 통해 활용되고 있으며 국내에서도 특성에 맞는 기술력 확보 가능.
- 독일의 경우 OBI, 바우하우스, 호른바흐 등 온라인/오프라인 유통체를 통해 건축 자재를 유통하고 장기적 혜택 등을 통해 편의성을 확대해 나감.
- 미국의 경우 주택 자산가치 재고(고급화)등으로 시장 확대 되었으며, Home Depot, Lowes 와 같은 소비자 맞춤형 자재마트(B2C Big-Box) 증가.
- 일본의 경우 신축주택 감소 및 개축 주택 증가추세에 따라 주택 부품 수요가 증가하였으며, 인구 고령화에 따라 “무장애(Barrier Free)” 개축 수요 증가 등 주택 부품도 고령층 리폼이 용이한 제품 위주로 개발.

○ 네덜란드 부품

- 네덜란드 주택용 인필은 다양한 시스템 존재하고 시판 건설되고 있음.
- 마투라 인필시스템(Maura Infill System)1993년에 개발된, 완전히 프리패브화된 종합 인필시스템. 미국, 일본, 유럽, 중국에도 특허를 받은 시스템으로 Infill System BV에서 시판. Just in time 으로 주문생산.

  Matrix tile이라고 부르는 하부시스템(바닥시스템)과 Base profile라고 부르는 상부시스템(걸레받이 시스템), 2가지 접합방법과 소프트웨어(마투라 카드:최첨단 기술을 사용한 제품 시방, 그래픽,π적산정보 제공)로 구성됨. 배수관·가스관 zone, 급수관·급탕관 zone, 전기·전화 케이블 zone을 완전히 분리시켜 얽히지 않게 한 것에 특징.
- ERA 시스템

  1998년 「한세대를 한번에」라는 개념에 기초 신축·재생 건축용 인필로 시판. 마투라 시스템과 유사하나 일반 시장 유통되는 기성제품을 이용한 시스템으로 상부시스템과 하부시스템으로 구성됨. 하부시스템은 폴리스틸렌 시트(5Cm와 3Cm)가 서포트 바닥 위에 설치. 그 후에 2층 석고보드를 뜬 바닥으로 하여 폴리스틸렌 층 위에 설치. 상부

는 기존의 벽 사용.

- Interlevel 시스템

2중바닥과 탈착가능한 벽을 실현하기 위한 독립된 바닥과 벽시스템. 저비용 2중바닥시스템은 고밀도 우드 파이버 시멘트 보드로 된 바닥패널을 사용하며, 패널은 10-15Cm 높이를 유지하기 위하여 조정 가능한 지지부품 위에 목제틀로 고정. 2중바닥아래에 전통적인 폴리스틸렌 급수배관, 전기 condit, 환기 닥트 수납, 그 후 목제 프레임 또는 스틸 스터드 위에 석고보드 벽이 설치됨.

- Esprit 시스템

1985년에 개발된 신축·재생을 위한 주무생산에 대응한 주택용 인필시스템.

Plug and Play와 서포트, 인필, 콘센트라 통합된 것. 파티션 배치 자유로운 오픈된 공간배치, 모든 기술적 설비, 전기스위치, 정보 소켓의 거주자 결정에 따른 배치, 오픈된 비품 선택을 목적으로 개발. 설계에서 공사까지 Just in time으로 물류 실행.

- Bruynzeel 시스템

파티클 보드의 벽 패널을 지지하기 위한 플라스틱 커넥터 블록과 목제 스터드를 연결하는 칸막이벽 시스템이 기본 플라스틱 블록은 수직방향의 스터드, 수평방향의 베이스 플레이트, 탑 플레이트를 연결하기 위해서 사용. 노출 플라스틱 배관 속에 배선 설치, 2중바닥 속에 욕실배관설치, 부엌 파이프는 캐비넷 뒤에 설치

- 이외에도 Nijhuis 시스템 등이 있음.

○ 핀란드의 부품

- 핀란드의 주택용 인필은 산업계와 정부의 쌍방에서 자금제공에 따라 개발됨. 건물수명을 통하여 쉬게 실 배치와 물사용 공간을 변경하고, HVAC 시스템을 유지하기 위하여 다양한 구조상의 해결방안을 모색. Unit Bath Room, 설비공급용 배관의 배치를 용이하게 하기 위한 경량2중바닥, 발포폴리스틸렌 경량콘크리트와 강제 또는 목제의 실험용바닥시스템도 개발되어 있음. 그러나 2중바닥이 독립적인 부품으로 시장에 나와 있는 것이 아니고 여러 메이커의 부재를 사용하여 종합공사업자가 현장에서 조립하는 정도의 수준으로 이루어지는 정도임. 변경 가능한 스틸 프레임의 발코니와 외벽부품 시스템은 시장에 존재하고 있는 상황이지만, 인필용으로는 사용되지 않음.
- 전기설비를 포함한 탈착가능한 칸막이 시스템이 몇몇 프로젝트를 위하여 디자인되었지만, 보통은 공사에 경량칸막이부품으로 사용되지는 않은 상황임.

부엌용 높이조절 가능한 캐비넷 시스템이나 전기조작 통합 시스템 개발은 이루어져 있음.

- 핀란드의 인필은 시장에서 완전한 패키지형의 인필시스템으로 조립하여 사용할 수 있는 수준에 이르지는 않은 상태이며, 필요에 따라 프로토 타입으로 2중바닥이나 탈착가능한 칸막이 벽 시스템이 개발되어 있고, 일부 시장화되어 있으나 이용자가 만족할 만한 수준에 이르지는 못한 실정임.

○ 중국의 부품

- 인필시스템은 일본이나 서구의 표준적인 시스템에 이르지는 못했고, 수준을 높이는 방향으로 전개.
- Steel Stud+ 석고보드로 구성된 칸막이벽, 배수 시스템용 플라스틱 관, 다양한 부엌, 욕실용 급수, 비품, 캐비넷, 기기, 문과 문틀 등이 시판됨.

북경에서 실시된 배관·계단실·가변주택프로젝트(1994)에서 인필시스템 평가를 겸한 서

포트 실험 실시.

-마투라 인필시스템은 중국에서 특허신청하고, 1998년에 특허 등록됨. 동시에 마투라 중국 시장참여 업체 모색중.

-중국정부의 정책은 각 세대의 집합주택 세대 구입 추진하고 있음.

중국은 기본적으로 공급자는 구조체만 공급하고 인필은 개별거주자가 공사업체를 통하여 시공하거나 DIY에 맡기는 시스템.

-정리된 시스템적인 인필부품, 품질레벨을 만족하면서 공사를 효율적으로 할 수 있거나 저비용의 개념은 아직 성숙되지 않은 상황.

-1999년 국가건강주택모델프로젝트 실시. 선진적이고 적절한 관련기술과 신제품·신재료의 모델 프로젝트 채용을 권장하고 주택건축기술 발전을 유도하고, 주택의 전면적인 쇄신을 촉진하기 위한 것.

-2002년 건설부가 공표한 「국가건강주택모델프로젝트 선정부품과 제품의 인정잠정규칙」에서 건축부품을 지지·보호부품, 내장부품, 설비부품, 단지부대부품의 4가지 체계로 분류하여 최초의 주택산업화 모델 국가 프로젝트, 저가격, 고품질, 유니버셜한 주택을 단기간 대량생산 이념 구현.

○ 모듈화

- 근대 모듈러 건설사업의 대표 사례는 1850년 런던 국제박람회 전시장 Crystal Palace 건설사업으로, 축구장 6개 규모의 대형 전시장을 5개월 만에 준공하면서 모듈러 건설 의 가능성과 효과를 입증한 바 있음. 모듈러 건설의 적용이 본격화된 것은 세계대전 이후로, 전후 주택 수요는 급증하였으나 건설자재와 숙련공이 부족해 모듈러 건설 방식을 활용한 대규모 주택공급이 이뤄졌음. 그러나 2010년 전후 자재 성능의 향상과 BIM 등 설계기술 발전으로 모듈 생산품질이 향상되고 발주자 맞춤형 모듈의 설계가 용이해지면서 호텔, 오피스텔, 기숙사, 병원 등 건축 분야에서 모듈러 활용이 증가하며 인식 변화가 이뤄지고 있음. 건축 분야에서는 호텔, 오피스텔 등과 같이 모듈러 건설의 주요 장점인 공기 단축에 따른 조기 매매·임대 등 운영 편익의 향상을 기대할 수 있는 시설물에서 특히 도입이 활발하며, 관련 기업들의 투자도 증가하고 있음. 최근 모듈 제작기업들은 모듈 생산기간의 단축 및 대량생산, 생산비용의 절감을 위해 모듈 생산설비의 자동화를 추진하고 있으며 이러한 추세는 모듈러 건설시장의 확산을 가속화할 것으로 전망됨. 또한 최근 주목할 만한 부분은 모듈러 건설이 건설과 첨단기술의 융합을 위한 플랫폼으로서 주목받고 있다는 점임.

- 건설산업의 해법을 모듈러 건축공법에서 찾고 있음. 모듈러 건축의 고층화에 대한 수요가 확산됨에 따라 미국, 유럽 및 호주 등 모듈러 건축기술을 선도하고 있는 국가를 중심으로 모듈러 건축산업에 대한 시장 또한 다양한 형태로 확장되고 있는 상황. 대표적인 고층형 모듈러 건축물로 미국 뉴욕의 32층 461 Dean이 2016년 완공되었고, 29층 APEX Houses는 2017년 런던에 완공되면서 모듈러 건축 공법의 장점인 대량 생산체제를 실현. 이처럼 고층형 모듈러 건축 프로젝트의 사례 를 기반으로 영국에서는 38층, 44층 모듈러 건축 프로젝트가 진행 중이며, 미국에서는 29층 의 모듈러 건축 프로젝트가 제안되었음. 호주에서도 고층형 모듈러 건축물인 La Trobe Tower 44층을 완공하였으며, 싱가포르에서는 콘크리트 기반의 모듈러 (PPVC System) 건축 공법을 적용하여 40층 규모의 아파트를 완공함으로써, 콘크리트 기반의 고층형 모듈러 건축 기술을 선도.

- [영국시장] MSI report(2008) ‘Modular and Portable Buildings UK’에 서는 영국의 시

장규모를 2008년 기준 4.2조원 규모로 추산. 이는 목조와 콘크리트, 스틸 등 모든 재료를 포함하고, Portable과 Permanent Building의 시장을 모두 포함하는 가장 넓은 범위의 시장규모 추정 보고서임. 2009년 이후에는 관련 보고서가 출간되지 않고 있으나, 영국의 분야별/재료별/용도별 시장특성을 분석하는데 적절한 시장 보고서임. AMA report(2014) 'Prefabricated Volumetric Buildings Market Report – UK' 는 주로 스틸 재료를 이용한 모듈러 건 축 시장을 분석하며 Portable과 Permanent 시장을 모두 다루고 있음. AMA report에서는 2012년 기준 영국의 모듈러 건축 시장을 약 1.34조원 규모로 추산하고 있으며, 이 중 Permanent Modular Building 시장은 4,200억원 규모로 추산. 아래 그림은 MSI와 AMA에서 추정한 영국의 모듈러 건축 시장 규모를 나타냄. 두 개의 보고서가 다루는 모듈러 건축은 대상의 정의와 범위가 상이하여 추정하는 시장의 규모는 다르나, 주요 시장 특성과 관련된 자료를 제공. 2000년대에는 연평균 성장률 10% 수준으로 시장의 성장세가 매우 컸고, 특히 영구건축물 시장의 성장세가 높았음을 알 수 있음. 2000년대 후반 금융위기 이후 시장이 위축되었으나, 최근 다시 관련 시장이 성장하고 있음. 금융위기 기간 중 모듈제작사들이 다수 파산하거나 피인수되었으며 2013년을 기준으로 다수의 제작사들이(Portakabin, Yorkon, Foremans Relocatable Buildings, Konstructa Hire, Shepherd Holiday Homes,Elliott Group, Wernick Group, Caledonian Modular, Futureform, Rollalong, McAvoy Group, Wernick, Thurston group, Premier Interlink, Sibcas, Elements Europe, Built Offsite)타 제작사를 인수하거나 신설되어 시장을 형성. 2014년 현재 영국에서 가장 큰 규모의 모듈제작사는 Shepherd Group으로, Portakabin, Yorkon, Foremans Relocatable Buildings, Konstructa Hire, Shepherd Holiday Homes 등을 자회사로 두고 있음.

- 글로벌 시장 분석기관인 Market and Market에서는 모듈러건설 시장규모를 2020년 854억달러로 추정하고 있으며, 연평균 5.7%의 성장률을 보여 2025년에는 1,079억 달러로 성장할 것으로 예상하고 있음. 시장 성장요소로는 환경영향 감소에 대한 필요성, 인구증가 및 급속한 도시화를 꼽고 있으며, 시장 성장 저해요소로는 모듈러 건설에 대한 인식 부족과 운송 비용의 변동성을 언급하고 있음.

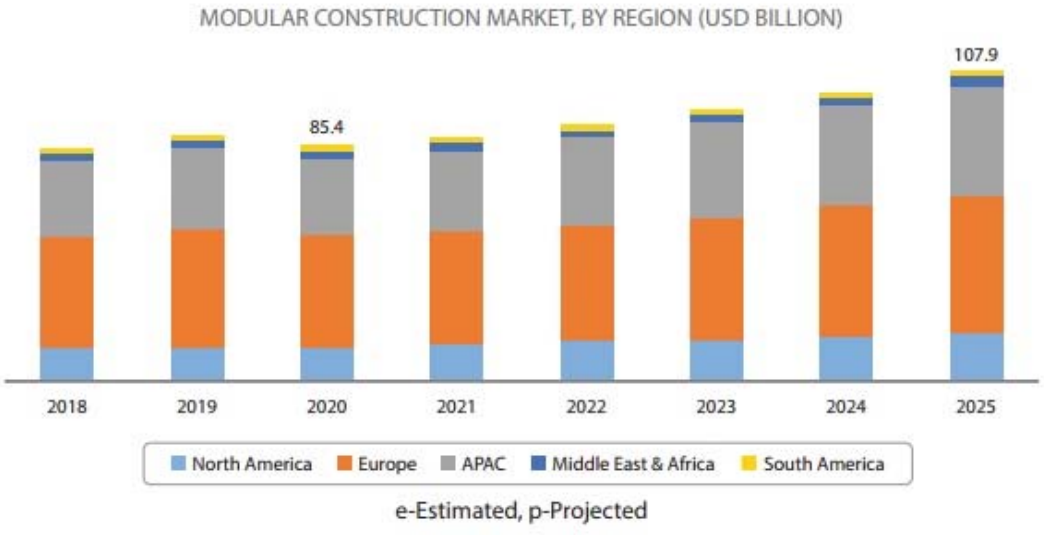


그림 3-21 모듈러 건설방식의 지역별 시장규모의 변화 추이

- 최근 완공된 고층 유닛형 모듈빌딩(high-rise volumetric modular building)으로는 2019년 7월 완공된 싱가폴의 Clement Canopy빌딩(140m)이 가장 높은 건물로 알려져 있으며, 505개의 주거용 아파트가 있는 40층 타워 2동이 포함되어있음. 타워는 1,899개의 모듈로 구성되어 있으며, 완료하는데 30개월이 소요됨

고층 모듈러 빌딩 현황

건물명	높이	완공연도
Victoria Hall, Wolverhampton, UK	24층	2009
Felda House, Wembley, UK	19층	2015
461 Dean Street, Brooklyn, NY, USA	32층	2016
CitizenM Shoredich, London, UK	10층	2016
Chapter Lewisham, London, UK	12층	2016
Grand Felda House, Wembley, UK	17층	2016
Apex House, Wembley, UK	29층	2017
11 Mapleton Crescent, Wandsworth, UK	27층	2018
Alt Hotel Calgary, Alberta, Canada	9층	2019
101 George Street, Croydon, UK	44층	2019
Clement Canopy, Singapore	40층	2019
AC Hotel NoMad, New York, NY	26층	건설중



Clement Canopy, 싱가폴

그림 3-22 고층 모듈러 빌딩 현황

○ 스마트인필

- McKinsey에 따르면 스마트홈 시장에서의 스마트홈 플랫폼 적용을 통한 경제적 가치는 2025년 기준 3,500억 달러에 이를 것으로 분석.

표 3-14 스마트홈의 잠재적 경제효과

구분	가정	잠재적 가치	잠재적 경제효과 (억 달러)
가사자동화	가사에 소용되는 시간, 비용 : 21~24조 달러 IoT 기반 가사 자동화 기기 도입 : 선진국 7~9%, 개도국 2%	시간 절약 17%	1,340~1,970
에너지관리	주거용 에너지 및 CO2 비용 : 1.5조 달러 IoT 기반 에너지 제어 애플리케이션 도입 : 선진국 25~50%, 개도국 4~13%	에너지 절약 20%	510~1,080
안전/보안	가정용 보험 비용 : 5,000억 달러 IoT 기반 안전/보안 기기 도입 : 선진국 18~29%, 개도국 9~13% 65세 이상 성인 존재 세대 수 7억 세대	재산상손해 10% 절감	150~220
사용기반 설계	제품 사용 모니터링을 통해 미활용 기능 제어 등 성능 개선	공급업자 총수익 7% 개선	30~170
판매 전 분석	가정용 기기를 통해 수집한 IoT 활용 데이터 분석, 소비자의 제품 구입 가능성 여부 판단 가전기기에 부가된 가치 : 3,000억 달러	공급업자 총수익 2% 개선	0~50

[자료 : 스마트홈 서비스 플랫폼, NICE평가정보, 2018]

(3) 시장동향 소결

○ 국내 장수명 주택 건설 시장은 국가 정책으로 의무화에 의하여 2015년부터 **1000세대 이상 단지(767개단지, 1,173,621세대 이상) 일반등급획득** 하도록 건설이 되었으며 사례 수만 보았을 경우 적지 않은 수이나, **일반등급의 경우 장수명 주택 효과를 체감할 수 있는 수준이 아니**기 때문에 시장확대는 미비하다고 판단 : **양호등급 이상 건설 필요**

○ 1000세대 이상 의무 단지 외 자발적으로 장수명 주택 인증을 받는 경우는 없음 : **국민의 인식전환 필요**

○ 민간건설사에서 장수명 주택을 건설하지 않는 것과, 서울시 300세대 이상 기둥식구조 의무화에도 불구하고 장수명 인증 진행 미비한 것은, 필요성에 대한 인식 부족(공급자·소비자) 및 제도적 유인책(의무화·인센티브) 미흡으로 판단됨 : **의무화 확대, 인센티브 확대, 인식 전환**을 통한 시장 확대 필요

○ 장수명 주택 인필은 인필 자체의 기술적인 문제 뿐 아니라, **인필 산업 및 시장형성이 저조**하기 때문에 장수명 주택 건설 및 공급에 기술적 어려움을 야기함

○ 공급자와 소비자의 인식부족, 기술 미비 등 자발적인 시장 형성에 어려움을 겪고 있으며, 정부의 정책적 유도에 의한 시장 확대에도 한계가 있는 상황

2.3. 기술동향

(1) 국내 기술동향

가. 공동주택 건설 및 공급

○ 스마트홈

- 세계 최고 수준의 스마트홈 기술 보유, 통신사와 건설사가 협업하여 주택 내 서비스 제공을 목표로 개발, 다양한 소비자 맞춤형 홈케어 서비스 제품 출시를 진행중이나 가전 중심의 서비스 개발로 한계
- 국내 통신3사가 세계10위권 안에 들 정도로 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있음. 기존 월패드 중심에서 IoT, 빅데이터, AI기술이 접목된 연결기반의 스마트홈으로 진화중에 있음.
- 국내 스마트홈 시장은 2016년 12조원을 달성하고 연평균 21.9%씩 성장하여 2021년에는 3조원에 이를 것으로 전망
- 정부는 2004년 홈네트워크를 10대 성장동력산업으로 선정하였으며, 홈네트워크는 10대 성장동력산업들을 견인하는 선순환 고리의 핵심산업으로 주목되어 현재까지 꾸준히 추진되어 오고 있음

○ OSC

- 최근 건설현장 인력난, 품질저하, 주 52시간, 레미콘 8.5제 등의 도입에 따른 건설환경의 변화에 대응하기 위하여 공공기관과 민간건설업체를 중심으로 주택에 PC공법을 적용하기 위한 다양한 시도가 활발히 이루어지고 있음.

- 2019년 벽산건설은 성남도촌 블록형단독주택의 건설에 PC공법을 적용하여 건설하고 있음. LH는 2019년 PC공동주택의 공급을 위한 기반구축의 일환으로 “미래수요대응형 LH 공동주택 건식공법 적용방안”연구를 수행하고 “LH PC구조 공동주택 구조설계 및 시공지침(안)”을 수립하여, LH에서 공급하는 김포한강지구 벽식구조 공동주택, 아산탕정 라멘조 공동주택의 설계 및 시공에 활용하고 있음. LH는 90년대 중반이후 공급된 PC공동주택 약 8,200여호를 관리하고 있음.

나. 장수명 주택

○ 국가 R&D 기술개발 현황

- 국가 주도하에 R&D를 2차례 수행하여 기술개발을 선도하였으며, 실험주택, 실증 건설 등을 통해 성능 확인 및 비용절감을 통한 보급·확대 기반 마련
- 공공기관 중심의 요소기술 개발 및 실험주택 건설 (1990년대 중반– 2007년)
- 1단계 R&D: 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발
- 2단계 R&D: 비용절감형 장수명 주택 보급모델개발 및 실증단지 구축(2014–2019) 비용절감형주택 실증건설(2개동, 116세대) 및 검증

  *보급모델, 인필 성능개선 및 벽체 개발, 실증 시공 경제성 분석, 인증제도개정
- 3단계 R&D: 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발기획 (2020.12–2021.10)
- 민간 중소건설업체와 인필제조업체 자체적 기술 개발 미흡

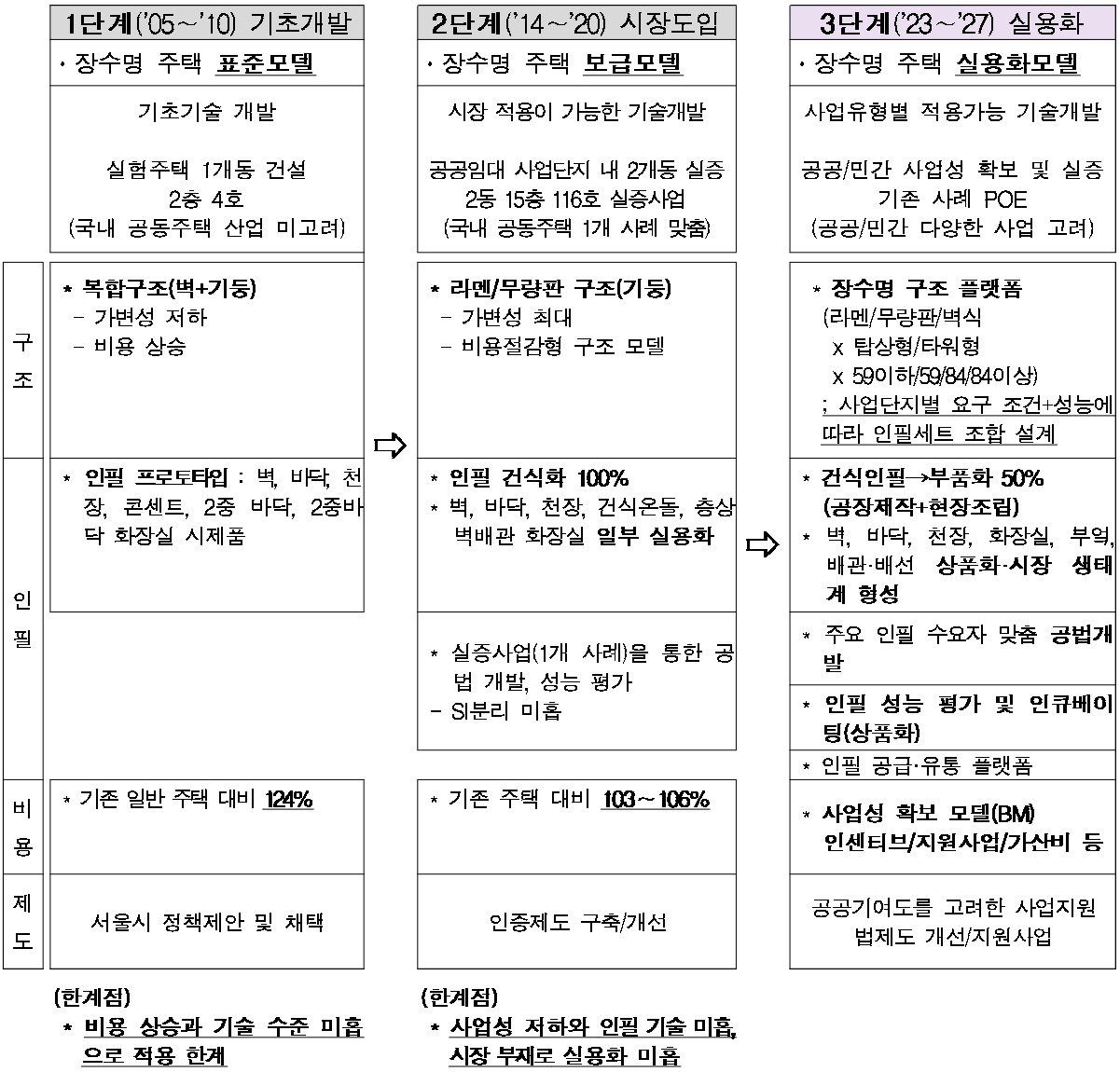


그림 3-23 장수명 주택 1, 2단계에서의 개발기술과 3단계 기획내용 분석

- 평면 : 1단계 전용면적 84, 50㎡에서 가변 가능한 평면모델(표준모델), 2단계 실증연구의 59㎡ 보급모델은 장수명 주택의 가변성과 수리용이성, 비용절감의 측면을 동시에 고려한 민간과 공공영역에서 공통되는 면적에 중점을 둔 모델
- 구조형식 : 1단계는 라멘구조와 벽식구조의 복합공법과 부분 슬래브 다운공법을 적용하였으며, 2단계는 라멘구조, 무량판 구조로 기둥방식의 가장 기본적인 형식으로 슬래브 다운 없는 공법의 적용
- 인필 : 1단계는 기성부품과 일부 개발하여 적용하였으나, 개념 적용, 비용과 실용성에 한계로 개발에 그치고 사장화. 2단계는 비용절감과 하자방지라는 측면, 인증제도의 인필 구법 검증 측면에서 건식벽체 적용 실증이라는 한계점. 화장실1개 공법의 개선 적용, 천장 시스템의 건식화의 실증적용, 건식온돌 및 부품화 벽체(개발: 1개 부품) 적용으로 인필부품에 대한 개발, 적용 한계, (바닥과 천장선행시공 후 벽체 후시공(Floor to Ceiling) 가능 구법개발 및 개선→성능실험→실증확인→시공)

- 실증

1단계 : Mock-up 실험주택 2단계: 일반 단지에 건설 프로세스 상에서 장수명 주택 2개동에 적용한 비용 절감 실증(양호등급 이상). 골조공사의 모니터링, ALC블록 벽체, 석고보드 건식벽체 시공, 목상 천장틀, 층상벽배관 등에 대한 시공 모니터링, 생산성 분석, 공정에서 소요기간 분석 등이 중심으로 일부 한정된 공법과 공정으로 진행

- 시범세대 : 4세대는 보급모델의 변형 모델하우스, 2세대는 2030년을 가정한 새로운 생활 개념주택으로 기술의 설명, 홍보 개념의 성격으로 거주자의 거주실험, 다양한 변화실험과 결과를 기술개발에 바로 연결할 수 있는 기술축적에 한계
- 기술적으로는 장수명화에 가장 중요한 점은 구조체와 인필의 분리를 실현하는 것이며, 특히 배관과 배선의 구조체 매설금지, 방통에 매설에서 유지관리를 용이하게 할 수 있는 방법의 기술개발이 필요하며, 물을 사용하는 공간의 위치설정 또한 중요함.

○ 장수명 주택 보급모델 개발·모니터링 및 단지시범 설계
- 인증제도 기반 평면개발(전용면적 20-120㎡, 구조계획 포함) 및 단지 설계
- 인필 적용 및 구법, Rule Book, 가동벽체(1개 타입 개발)
- 설계·설비 모니터링 및 개선방향 제시, 설계가이드라인 및 입주자 사용설명서 제시



<장수명 인증 기반 보급모델 개발>



<장수명 주택 단지 설계공모>

○ 비용절감형 기술 적용 시공 및 경제성, 시공성 분석
- 건축비: 비장수명 주택 대비 양호등급 약3%, 우수·최우수 등급 약6% 증가
- 건설백서, 시공 가이드라인 제시
- 시범세대 가변 모니터링, 음향성능 및 만족도 평가
- BIM 프로그램 개발 적용 시공성 및 경제성 평가



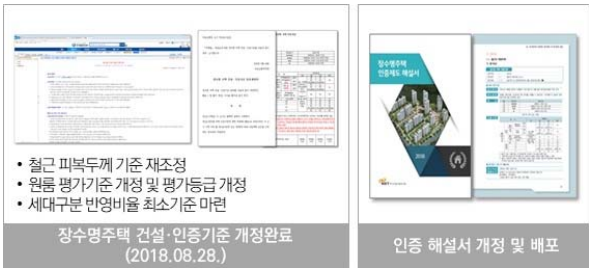
<장수명 주택 비용절감 기법 개발>



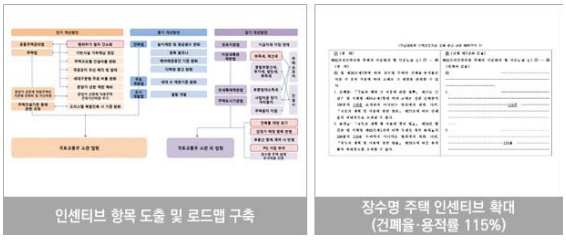
<등급별 장수명 주택 공사비 검토>

○ 장수명 주택 정책 및 제도 개선

- 장수명 주택인증 기준 개정 및 인센티브 등 제도 개선(건폐율, 용적률 완화 115/100 등)
- 주요인필 성능기준 및 평가방법 정립(층상벽배관 화장실, 건식내벽, 문, 천장, 건식온돌 등)
- 인필 인벤토리 구축(참여업체 중심)
- 인증제도 해설서 제시, 장수명 주택 인증 제체평가 S/W 개발



<장수명 주택 인증제도 개정>



<장수명 주택 인증 인센티브 확대>

○ 장수명 주택 해외 진출방안 마련 연구(2차년도 종료)

- 후보국가 도출 및 진출 가이드라인 제시

○ 국가 R&D 실증단지 기술 : 세종시 가온마을 9단지 블루시티아파트 905, 906동



외관



평면



적용기술

그림 3-24 장수명 주택 실증단지 적용 기술

- (개요)

: 「비용절감형 장수명 주택 보급모델개발 및 실증단지 구축」 연구를 통한 실증단지로, 전용면적 59㎡, 2개동(라멘구조 1동, 무량판 구조 1동), 116세대

- (요소기술)

: 장수명 주택 인증제도의 인증기준에 근거한 내구성, 가변성, 수리용이성 기술을 적용하여 양호등급, 우수등급, 최우수등급 실증.

: 기둥식 구조로 상하부 동일 모듈 적용, 내구성 등급 확보(2등급, 3등급), 건식벽체 적용 및 벽체 후시공 구법, 가변용이성 확보, 층상벽배관 기술, 건식바닥 온돌기술, 건식외벽 (1호), 공용 및 전용설비공간 독립, 공용배관 공용부분 설치, 배관·배선 수선 및 교체 용이성 구법, 59㎡에서 세대구분형 실현, 공용샤프트 여유공간 확보, 조립 가능한 배관 등

- (시사점)

: 국내 최초의 장수명 주택 인증등급에 따른 시공실증, 일반 공동주택건축비 대비 양호등급 3% 이내, 우수 및 최우수 등급 6%이내에서 건설 가능함을 실증.

: 향후 장수명 주택의 설계 및 시공을 위한 레퍼런스 건물로 활용할 수 있으며, 요소기술을 바탕으로 향후 실용화 연구와 인증기준 및 제도개선의 선행사례로서 의의를 가지고 있음.

○ 민간건설사 기술 : 신동백 두산위브더제니스










그림 3-25 장수명 주택 민간건설사 사례

- (개요)

: 지하3층 지상 20-32층, 총 10개동, 1,187세대, 전용면적 : 69, 78, 84㎡

2021년 6월 준공 예정

양호등급(60점) : 내구성 20, 가변성 18, 수리용이성(전용) 9, 수리용이성(공용) 13

- (요소기술)

: 구조방식 : 무량판 구조

: 화장실 방식 : 층상 바닥배관 방식

: 내장 - 화장실 및 부엌, 발코니부분 : 시멘트 벽돌 조적 시공

- 경량벽체(Steel stud+석고보드, 총 두께 : 150㎜)(Floor to Ceiling)

* 바닥은 마감전 방통 위

- 세대간 경계벽 접합 공법(Slab to slab)

: 바닥- 습식 표준바닥구조(세대 단위 경량기포 타설)

- (시사점)

: 국내 최초의 양호등급 단지로, 중간 방문 결과는 기술적으로는 확대 적용가능한 수준으로 판단됨. 다만, 업체에서도 밝힌 바와 같이「리모델링에 대비한 특례」의 인센티브를 활용한 사례로 처음부터 장수명 주택의 양호등급을 추진한 것이 아님을 볼 때 인센티브의 필요성을 시사한 사례.

다. 주택부품(인필) 부품화 모듈화

○ 장수명 주택 인필 기술 조사

- [벽1-W-stud system] 방화 석고보드 19㎜이상 2겹으로 된 세대간 벽체(두께 150㎜이상)으로, 2시간 내화성능 및 차음성능(Rw+C61dB)이 우수하고, 시공성이 용이함. (공

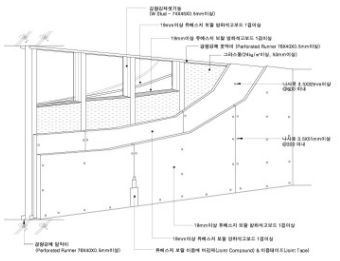
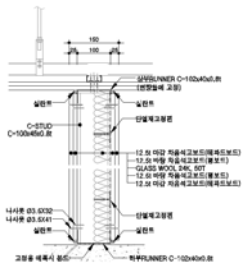
기단축)

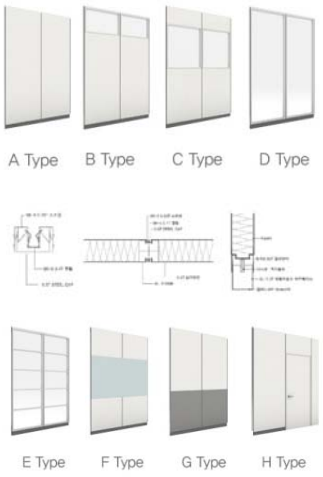
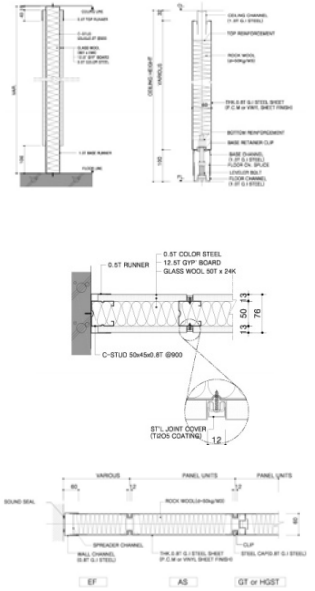
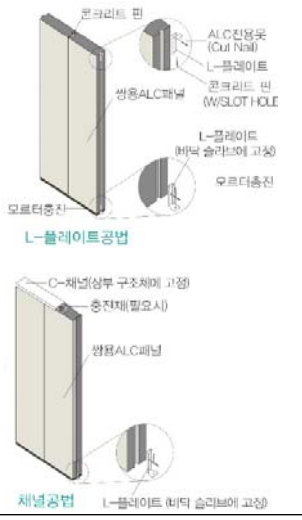
- [벽2-석고보드 경량벽체 파이버락] 900㎜(너비)×1800㎜(길이)×12.7㎜(두께)의 석고보드 기반 세대내 경계벽. 특수성능(고강도, 접합강도, 내수성, 난연성(12.7㎜ 불연재), 항균성, 친환경성(HB 최우수인증))관련 인증 확보. 특히 자재의 경량성에 비해 우수한 차음성과 흡음성을 지니고 있음. 시공용이성 우수(타 건식벽체 시스템 중 최고의 마감 평활도 보유, 벽체 시공 후 별도의 마감없이 마감공사 가능)
- [벽3-패널식 경량벽체 ISPP II] 전체 두께가 65T(0.5T PRINT STEELX2+폴리에스터 울(64T×64K)+1.2T 알루미늄 케링)인 경량패널벽체로 차음성(34dB) 우수(차음성적서 확보). 해체와 시공성이 용이.
- [벽4-패널식 경량벽체 YSP 벽체형 칸막이] T:50~100㎜, W: 200~900㎜, H : 110~3000㎜의 패널식 경량벽체. 차음성과 내화성(2시간 내화) 보유. 불연성, 내충격성, 내수성, 내열성, 내세척성 성능을 가짐. 친환경 건축자재 인정을 받은 제품
- [벽5-경량기포콘크리트블록 ALC블록] 길이 600㎜, 높이 300/400㎜, 두께 50/75/100/125㎜, 무게 8/12/16/20kg, 소용량 4.2㎡의 블록형태로 생산. 차음성(차음성능 3급)과 내화성능 우수. 불연성(100㎜이상)과 단열성(열전도율 0.088W/mk) 우수
- [벽6-경량기포콘크리트패널 ALC패널] 길이 600,㎜ 두께 75/100/125/175㎜을 가지는 패널. 하지만 주문생산도 가능. 차음성(차음성능 3등급)과 내화성 우수, 불연성(100㎜이상)과 단열성(열전도율 0.088W/mk) 우수. 친환경 건축자재 인정을 받은 제품
- [벽7-삼정아코텍] 일반석고보드 9.5T 2겹 + 스터드 32T (양면 25T, 100K) + 공간 11.5T + C75T 경량 콘크리트 패널 + 공간 11.5T + 스터드 32T (양면 25T, 100K) + 일반석고보드 9.5T 2겹 조합. 차음성능(세대간 2급, 화장실 38dB) 우수한 건식벽체
- [벽8-시멘트 압출 패널 D-Panel] 시멘트 압출 패널의 견고성, 내충격성, 내곰팡이성, 내수성 등의 장점을 가지면서, 2 PLY 의 조립형식으로 경량화 및 매립을 용이하게 만든, 기존 고강도 패널들의 단점을 극복한 패널. 세대내 및 세대간으로 각각 개발되었으며, 구조테스트는 완료되었으나 인정구조 추진 중. 패널 자체 샛기둥을 가지고 있어서 별도의 스터드 등의 패널 내부에 철골 부재가 필요하지 않아, 시공 속도가 빠르고 간편하다고 자체 평가.
- [벽9-경량콘크리트패널] 75㎜ 이상 내화 2시간 성능 인정. 150㎜ 이상 1등급 차음성능 인정을 받은 비내력벽체으로 세대간 칸막이, PS·EPS구간의 벽체에 활용 가능. 규격은 3종 (두께 100㎜기준, 600㎜×2400㎜(105kg), 600㎜×2700㎜(118kg), 600㎜×3000㎜(131kg)). 부착물 고정상태가 양호하며 전기배관 매설 시 파취가 용이하다는 자체평가 있음.
- [바닥1-건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G1)] 800㎜×800㎜, 100T의 규격. 바닥충격음 성적 우수(경량 38dB, 중량 42dB). 경량화로 시공이 용이. 곰팡이/결로/바닥변색 없음. 기존 습식온돌 대비 35.7% 에너지 절감.
- [바닥2-건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G2)] 8800㎜×800㎜, 100T의 규격. 바닥충격음 성적 우수(경량 38dB, 중량 42dB). 경량화로 시공이 용이. 곰팡이/결로/바닥변색 없음. 기존 습식온돌 대비 35.7% 에너지 절감.
- [바닥3-건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G3)] 800㎜×800㎜, 100T의 규격. 바닥충격음 성적 우수(경량 38dB, 중량 42dB). 경량화로 시공이 용이. 곰팡이/결로/바닥변색 없음. 기존 습식온돌 대비 35.7% 에너지 절감.
- [바닥4-건식이중바닥 층간소음 저감건식바닥] UPMC PANEL(600㎜×600㎜) + JJ BOARD

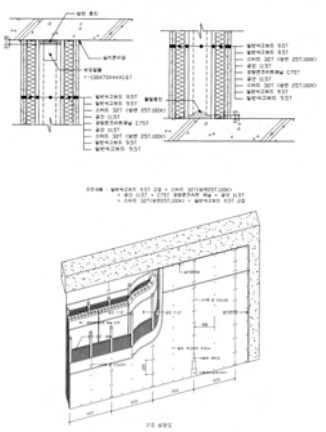
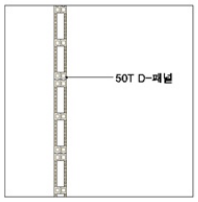
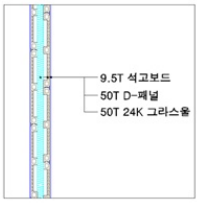
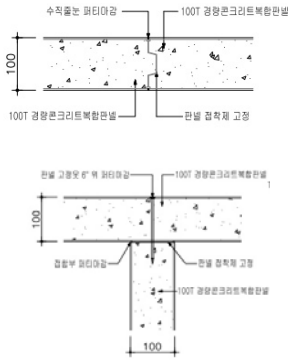
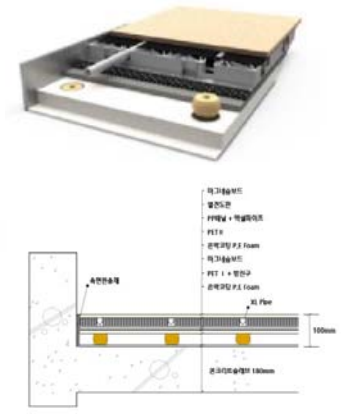
(600㎜×400㎜)+ EPDM 으로 구성된 건식이중바닥. 내정하중성/시공용이성/내구성/친환경성(난방에너지 저감) 등에 특수성을 가진다는 자체평가.

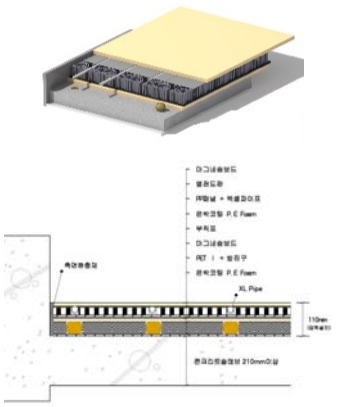
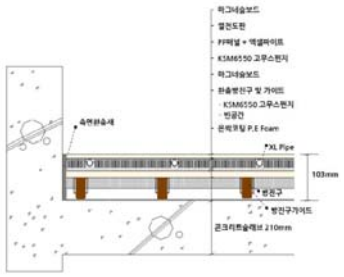
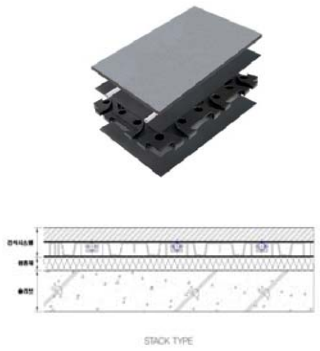
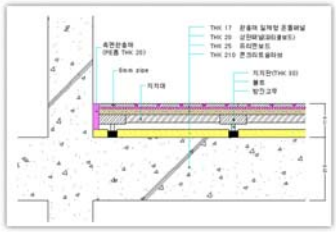
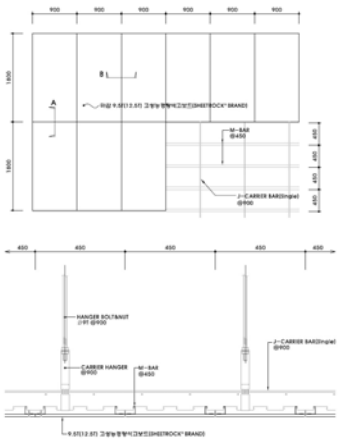
- [바닥5-모듈화 그린온돌시스템] 기존현장에서 처리하는 습식공법을 공장 생산으로 규격화한 제품으로 대체하여 현장에서 쉽게 조립 설치 가능케 하고, 저관경 배관을 이용한 온돌층을 구성하여 열효율성과 바닥충격음 차단성능의 안정적 확보를 가능케 한 이중바닥구조의 건식바닥난방시스템. 바닥충격음 중량3등급/경량2등급(슬래브 180) 만족. 습식대비 16% 우수한 열효율성(148.7 Wh/㎡) 확보
- [천장-시드락 브랜드 석고보드] 처짐 방지 성능 (Sag-Defying StrengthTM)를 획기적으로 개선한 제품. 우수한 처짐 방시 성능에 따라 천장 적용시 M-bar 간격을 300mm에서 450mm까지 넓힐 경우 구조 안전성이 검증. 기존 일반 석고보드 10% 경량화. M-bar 간격 450mm 시공에 따른 노무비, 자재비 감소가능. 일반 천장 시스템(450mm 간격) 대비 12% 절감
- [화장실-OSP시스템] 공동주택 세면, 욕실 공간에 선반식 벽체를 이용하여 오수 및 배수관ㅇㄹ 당해층에 설치시공하는 기술로 신기술인증서를 획득. 층상벽배관방식 ON SLAB PLUMBING SYSTEM 시공표준안을 보유. 분양 아파트에 적용된 사례 있음.
- [부엌-한샘키친 시리즈] 1980년대 시스템 키친 시대를 연 한샘은 빌트인 시스템을 도입해 도마장, 쌀통장, 행주걸이장과 같은 옵션을 넣어 싱크대로 통칭되던 부엌 가구를 고급화하였고, '시스템 키친', '인텔리전트 키친', '메이크업 키친' 시리즈를 개발. 키친바흐의 특장점에는 '페닉스'가 있다. 페닉스는 오염과 스크래치에 강한 특수소재 '페닉스(FENIX)'를 표면 마감재로 활용. 페닉스는 이태리 가구소재 제조업체 '아르페 인터스트리알레(Arpa Industriale)'의 나노기술을 적용한 신소재 사용. 한샘과 LG전자는 2015년 스마트 키친 TV의 제품을 선보였다. LG스마트 키친 TV로도 알려진 이 제품은 주방수납장문을 스크린으로 활용하는 구조로 수납장 안에 미니빔 TV를 설치한 빌트인 형식의 주방용 TV까지 개발.
- [배관-플러그형 커넥터] 전기 설비와 부품을 간단히 플러그하는 방식으로 빠르고 안전하며 오류없는 설치를 가능
- [배선-공동주택 욕실배관 원터치 모듈화 시스템] 캡 분리없는 원터치 시공으로 시공속도 12배 향상된 기술, 현장절단 및 소운반이 필요없음.

표 3-15 국내 장수명 주택 인필 개발 현황

		이미지	제품명(업체명)	기술수준
벽	1		W-stud system (USG BORAL)	건식화 (석고보드와 금속자재 조합)
	2		석고보드 경량벽체 파이버락 (USG BORAL)	건식화 (자재 자체)

	3		패널식 경량벽체 ISPP Ⅱ (KSC 산업)	건식화 (석고보드와 금속자재 조합)
	4		패널식 경량벽체 YSP 벽체형 칸막이 (유창)	건식화 (금속마감재와 금속자재 조합)
	5		경량기포콘크리트블록 ALC블록 (쌍용)	건식화 (자재 자체)
	6		경량기포콘크리트패널 ALC패널 (쌍용)	건식화 (자재 자체와 금속자재 조합)

	7		(삼정아코텍)	건식화 (자재 자체와 금속자재 조합)
	8	◦ 세대내 /  세대간  	시멘트 압출 패널인 D-Panel (대림LS)	건식화 (자재 자체)
	9	 	경량콘크리트패널 (에스아이판)	건식화 (자재 자체와 금속자재 조합)
바닥	1	 	건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G1) (다담솔루션)	건식화 부품화 개선필요

	2		건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G2) (다담솔루션)	건식화 부품화 개선필요
	3		건식온돌바닥 바닥충격소음 차단 건식온돌(G3) (다담솔루션)	건식화 부품화 개선필요
	4		건식이중바닥 층간소음 저감건식바닥 (주. JJ엔지니어링)	건식화 부품화 개선필요
	5		모듈화 그린온돌시스템 (화중테크)	건식화 부품화 개선필요
천장			시트락브랜드 석고보드 (USG BORAL)	건식화 (자재 자체)

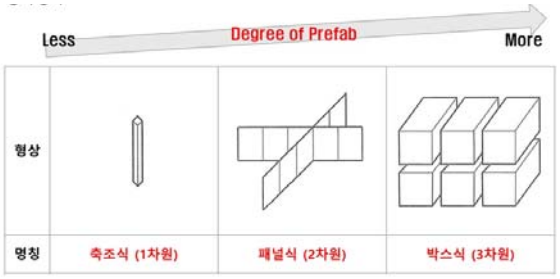
화장실		 	OSP시스템 (스카이시스템)	층상배관 기술 부품화 개선작업 진행
부엌			한샘키친 시리즈 (한샘)	건식화 부품화
배관배선	1		플러그형 커넥터 (와고코리아)	건식화 부품화 모듈화
	2	 	공통주택 욕실배관 원터치 모듈화 시스템 (PPI Plpe)	건식화 부품화 모듈화

○ 모듈화

- 국내의 주택 부품의 모듈화는 조립식 주택, 모듈러 건축시스템에서 연구 진행이 되었으며 장수명 주택의 인필과는 차이가 있지만 모듈러 건축의 인필과 부품화 모듈화에 대한 연구 연계가 필요함.

- [모듈러 기술 정의] 현장에서 시공하는 기존 주택과 달리 공장에서 구조체를 만들고, 공장생산된 구조체 내부에 각종 내장재, 기계설비, 전기배선 등을 미리 설치하며, 이렇게 공장생산된 유닛모듈을 공사 현장에 설치·조립하는 공법임. 제조업에서의 대량 공장생산의 개념을 건설업에 도입한 탈현장(Off-site) 건축 공법임.

- [모듈러 공업화율(프리패브화율)] 모듈러는 일반적으로 70~80% 이상이 공장제작 되어야 하는 것으로 알려져 있으나, 국내에 건설된 모듈러의 공업화율 50%에 불과.



구분	공장 제작율 (=재사용율)	RC 대비 공기 단축율
유닛박스 Unit Box	최대 80%	50%
패널라이징 Panelizing	최대 50%	30%
인필 In-fill	최대 80%	50%

그림 3-26 모듈러 주택의 공업화율(프리패브화율)

- [공법] 모듈러 건설공법은 레고처럼 쌓아올리는 적층방식과 모듈유닛을 서랍처럼 끼워넣는 인필(Infill)방식으로 구분하며, 적층식은 하중을 지지하는 구조형식에 따라 라멘식과 벽식으로 다시 분류됨.

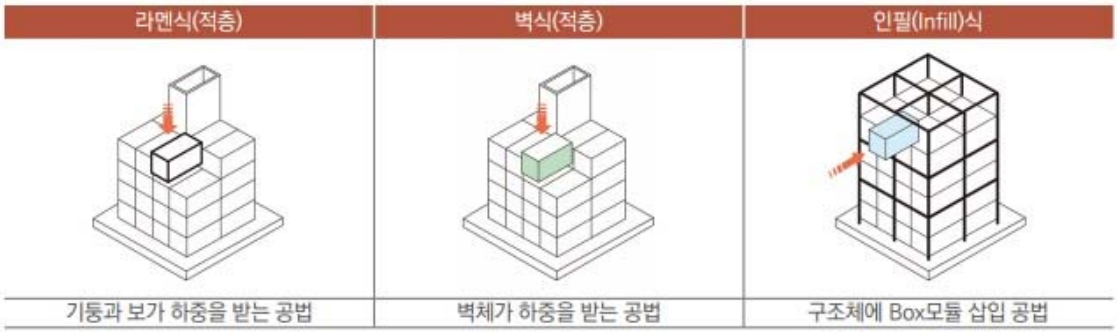


그림 3-27 구조방식에 따른 모듈러 공법의 분류

- 국내 대표적 모듈러 제작업체는 금강공업, 유창, 스타코, 포스코 A&C 등이 있으며, 그 중 스타코의 모듈러 건축시스템은 금강공업, 유창, 포스코 A&C의 적층공업과 달리 인필 공법을 적용.

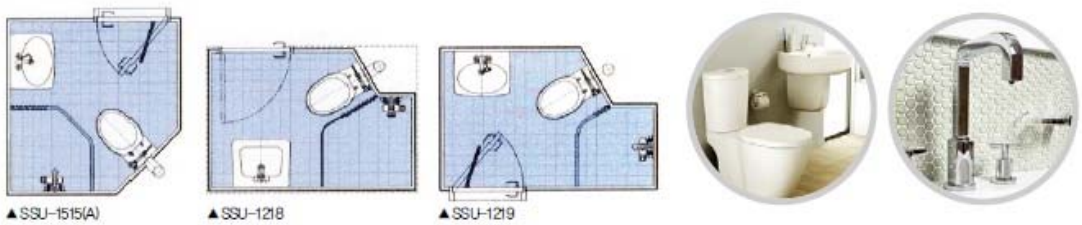


그림 3-28 모듈러주택의 UNIT TOILET, 스타우스

- 스타코의 모듈러는 주택용 내부 벽체와 싱크대, 화장실, 수납장 등을 첨달 설비를 갖춘 공장에서 크루즈 객실처럼 선 조립 제작 후, 완성된 골조 속에 인필시켜 공동주택 등을 완성하도록 하는 신개념 공사공법을 의미. 스타코는 라멘

구조처럼 기둥과 보 형태로 구성된 기본 구조체에 박스 모듈을 하나씩 끼워 넣은 공법을 적용. 스타코의 모듈러 공장제작 및 현장조립 프로세스는 아래와 같이 정리할 수 있음.

[공장제작]
판넬생산 → 바닥 프라임 조립 → 벽체 및 천정 판넬 소조립 → 화장실 구조체 제작 → 세대벽체 판넬 조립 → 벽체 전기 및 설비 배관 → 천장 판넬 소조립 및 설치 → 전기 및 설비 배관 → 수압테스트 → 포장 및 출하
[현장조립]
터파기 → 기초공사 → 골조공사 → 모듈 현장반입 → 모듈 고정 → 모듈 내부마감 → 완공

○ 스마트인필

- 거주자 요구에 능동적으로 반응(제어 및 가변)하여 최적화된 실내 공간 및 환경 구축을 지원하는 스마트디바이스(IoT 설비)를 내장하거나 자유롭게 탈부착가능하고 자동제어가 가능한 스마트인필 시스템의 기술개발이 다양하게 진행 중

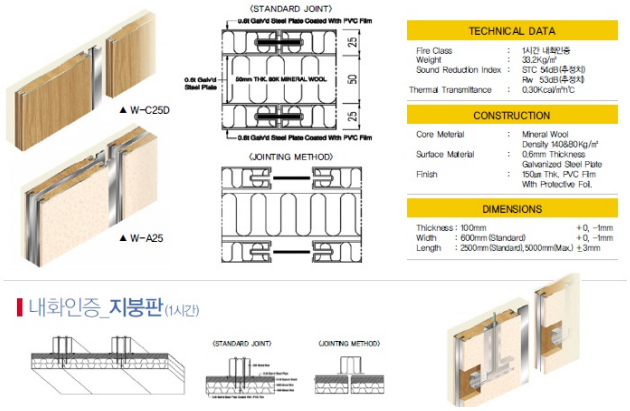


그림 3-29 모듈러 건축의 천장 시스템

- 삼성전자/연세대학교에서는 Ambient Wall 기술은 보호자 없이 몸을 움직이기 어려운 장애인, 1인 가구에게 매우 유용. 향후 현대가구의 형태가 소가족 및 1인 가구화로 변모해가고 인구수명이 노령화됨에 따라 스마트디바이스를 천장, 벽, 바닥에 디스플레이화시키는 기술 개발.

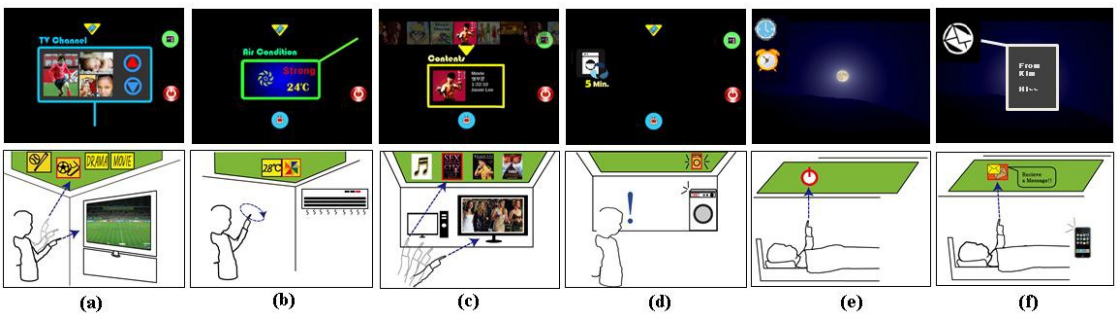


그림 3-30 스마트 월 예시, Ambient Wall 시나리오

* (a) TV채널 탐색, (b) 에어컨 제어, (c) 콘텐츠 공유,(d) 전자기기 시간알림, (e) 시스템 끄기, (f) 메세지 확인
[자료 : Ambient Wall: Smart Wall Display Interface which can be controlled by Simple Gesture for Smart Home, 삼성전자/연세대학교 논문]

- 국토교통부의 'AI기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스 기술개발(`21~`23)'과제에서는 스마트 주거편의 서비스 제공을 위한 IoT 융합 건축 기술 개발목표로 스마트 인필 기술개발과 성능기준 정립 진행

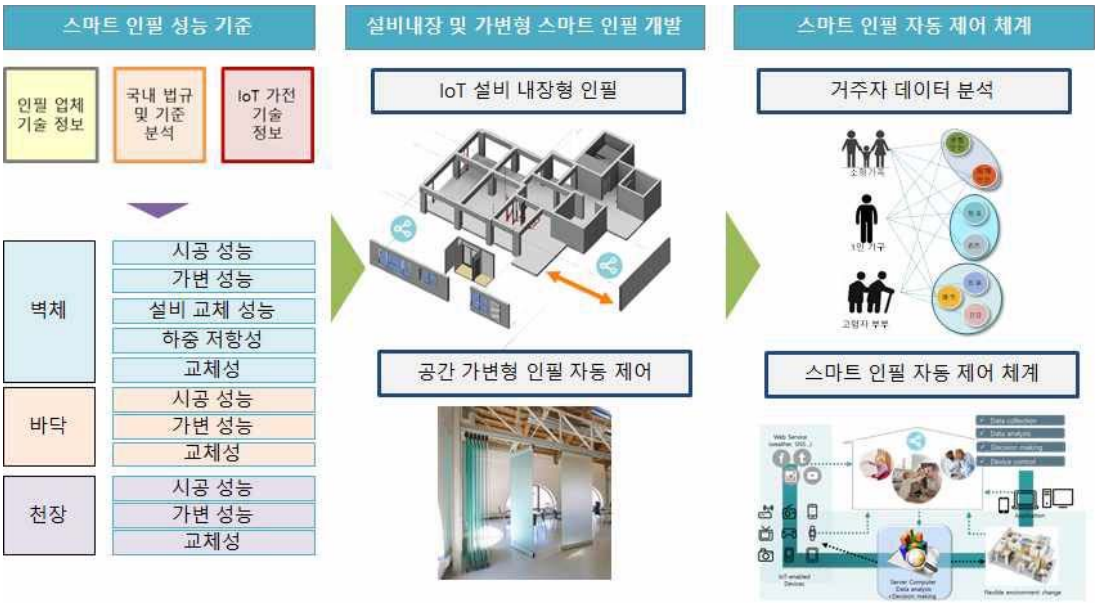
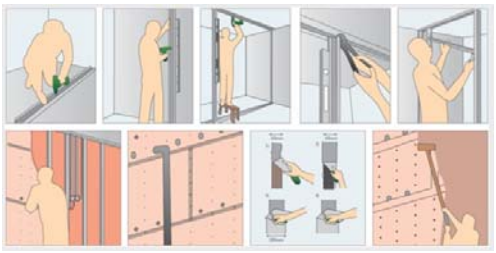


그림 3-31 스마트인필 기술개발 목표

[자료 : AI기반 스마트하우징 기술개발(스마트하우징 플랫폼 및 주거서비스 기술개발) 기획보고서, 국토교통부, 2019]

- 앞서 살펴본 바와 같이 스마트인필 등 부품화·모듈화 관련 기술 개발의 필요성은 스마트도시화와 함께 대두되고 있으며, 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하기 위하여 지속적으로 개발될 예정.

표 3-16 스마트인필 관련 유사기술조사

구분	설명
1. Drywall System(건식 벽체 시스템) 	• 강철 스터드 또는 냉간 압연 채널 및 건식 벽체 퍼링 채널과 같이 기존 프레임 방법보다 빠르게 설치되는 벽판 천장용으로 설계된 시스템임.
2. 일체형 인테리어(알루미늄+우레탄폼) 내장재 	• 석고보드가 필요 없으며 벽체마감재료, 천정단열시공재료로 적합한 실내인테리어마감자재 및 시공방법임.
3. SP 이중벽 시스템	• 건식벽체로 구성된 오픈줄눈의 이중벽으

	로, 자연환기를 유도하여 결로방지의 친환경 무석면 시멘트보드 불연 시스템임.

[자료 : 건설기술연구원 제공자료 참고하여 자체작성]

(2) 국외 기술동향

가. 공동주택 건설 및 공급

○ 스마트홈

- 미국 : 가전, 통신업체에서 주도하고 있는 스마트 홈 기술은 점차 주거공간과 연계하여 다양하고 거주자의 생활에 밀착하여 필요서비스를 확대, 제공하고자 하는 방향으로 발전 중

  • 아마존 : 알렉사 탑재, 14년 세계 최초 AI스피커 Echo 출시 후 시장 주도

  • 구글 : 화자인식기술로 사람의 목소리를 학습하고 분석해 직관적으로 사용자를 구별하여 맞춤형 서비스를 제공하며, 전세계 250개이상 업체의 5천개 이상 제품과 에코시스템 구축 중

  • 애플 : 홈킷은 집안의 공간과 제품들을 세밀하게 개별 조작할 수 있는 통합 UI 제공하고 사용자가 자신만의 모드를 구성해놓고 한번의 명령으로 다수의 제품을 한꺼번에 작동시키는 스마트 신 등을 제공

- 유럽 : 인공지능기술과 접목하여 미래 변화하는 소비자 라이프 스타일을 지원하는 스마트 주방솔루션, 뉴노멀 생활지원 가전제품 등 출시

  • 필립스 : 다양한 헬스케어 제품 출시와 소비자 라이프스타일에 기반한 생활환경 지능형 가전산업 선도

  • 보쉬-지멘스 : 음성 인식형 주방 도우미 마이키를 공개하고 스마트 키친 서비스 제공을 위한 개념 제시

- 중국 : 내수시장이점을 활용, 빅데이터를 빠르게 수집하고 사용자별 맥락을 파악하여 사용자 조작없이도 맥락에 맞는 케어서비스 환경을 구축 중

  • 하이얼 : 7개 이상의 브랜드를 각각 서로 다른 소비자층과 라이프 스타일에 맞춰 제품과 서비스로 공급

  • 샤오미 : IoT 플랫폼을 지능형 디바이스와 연결하고 200여개 나라의 1,300여개 파트너 제품을 통해 사용자 데이터 확보

- 일본 : 기존 생활가전 대기업과 스타트업 등 다양한 업체들이 일상생활 속에서 사용자의 경험을 강화하는 제품, 서비스 출시

  • 파나소닉 : 지속가능한 스마트 타운, 주민이 참여하는 마을만들기(리빙랩)을

통해 새로운 택배 서비스와 거주자 돌봄 서비스를 사업화

○ OSC(Off Site Construction)

- 일본 : 70년대 이후 공기단축을 통한 건설공사 생산성 향상, 구조체 고품질 및 고내구성 향상 등의 목적으로 주요 건설사별 고성능구조재료와 PS공법 등과 연계한 부재 최적화 등의 기법을 도입한 다양한 종류의 PC공법을 개발하여 실용화하고 있음.

  • T사에서 07년 준공한 지상 47층(869세대)의 공동주택인 캐피탈 마크타워의 경우, 설계강도 30~150MPa의 고강도콘크리트와 항복강도 685MPa, SD785인 주근과 전단보강근을 사용한 복합공법을 적용하였다. 부재분할은 접합부를 중심으로 양쪽 보와 기둥의 상 하단까지 분할하여 조립하였으며, 보 주근의 이음은 당사에서 개발하여 특허를 취득한 이음법을 사용하여 일체화함. 접합부 기둥의 일체화, PC보의 PC보의 접합부의 일체화를 위하여 자체 개발한 특수몰탈을 사용하여 충전하고 일체성과 구조성능을 규명하기 위한 실험을 수행하여, 개발된 공법의 우수성 규명

  • UR에서 요꼬하마 쯔루미역 인근의 공동주택, 상업시설, 보육원 등의 복합용도의 건물(지상 31층, 110m)의 경우, 발코니, 기둥, 보, 벽체, 슬래브 등을 대상으로 타 사와 차별화된 PC공법을 적용하여 생산성과 품질확보를 위하여 노력 중에 있음.

나. 장수명 주택

○ 일본의 장수명 주택 기술

- 일본 공동주택의 기본적인 구조시스템은 라멘구조이며, RC, PC, SRC 등 다양함,

: 순라멘, 역보를 활용하는 시스템, 중간보 시스템, 워플슬래브, 중공슬래브, 특수구조방식 등 다양한 방식

일반적인 구조시스템 외에 업체별로 별도의 구조시스템을 개발하여 활용하는 경우도 있음.(예: 가지마건설의 슈퍼빔 시스템 등)

- 업체별로 장수명 주택의 상품과 연계된 시스템으로 건설(노무라 건설 : NSI, UR도시기구: KSI, 대성프리패브: PC 구조 활용 시스템 등)

- 다양한 공급방식과 연계된 방식 활용

: 임대주택의 Free plan 임대방식, Flex Type(일부공간만 가변가능한 방식), 2단계 공급방식, 골조임대방식, 츠쿠바방식(차지차가방식) 등

- 장수명 주택(SI주택 포함)의 내부 인필은 2중바닥(UR도시기구: 높이 30㎝), 2중천장, 2중벽, 건식내장벽체, 부품형 벽체(패널타입, 가구형타입, 혼합타입의 경량가동형), 화장실(2중바닥 속에 노출배관방식의 층상바닥배관, UBR, 원룸 타입과 변기, 세면기, 욕조 혹은 샤워부스가 분리된 다양한 타입), 부엌(부품화 , 시스템 부엌 타입 등 다양), 2중배관(사야관 헤더 방식 등), 부품천장 시스템 등 다양한 부품형태, 외장 패널(프리패브 형태, PC형태 등)

: 외장

- 인필 부품의 다양한 개발: KEP(Kodan Experimental Housing Project), CHS(Century Housing System), House Japan(일본 통산산업성 프로젝트) 등의 R&D 등과 BL제도(우량주택부품인정제도) 등의 공적인 부문의 영향,
- 도큐건설 등의 자체 시스템 개발, 세끼스이하임(NEXT Infill), 일본판넬공업협동조합의 인필시스템, 오사카 가스, 도쿄가스 등의 실험주택과 연구 등을 통한 다양한 인필 시스템개발 실용화



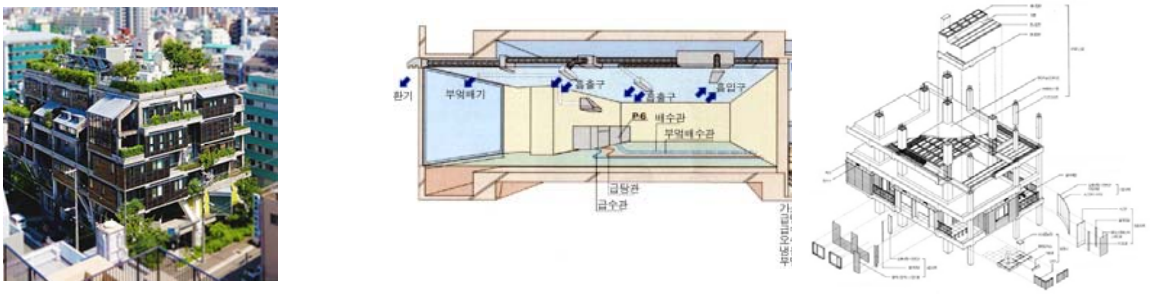
그림 3-32 장수명 주택 일본의 사례

- 일본 next 21 : 오사카 도시가스의 미래형실험주택은 1993년 건설, 풍요로운 생활과 자원절약, 에너지절약, 환경보전이 테마이며, 거주자의 다양한 라이프 스타일과 라이프 스테이지에 대응할 수 있는 도시형 집합주택. 18개 라이프 스타일을 설정하여 직원 중에서 적절한 가족을 선택하여 10년간 거주실험 및 보고서 작성, 이후 현재까지 다양한 테마로 실험을 계속하고 있음.
- (요소기술) : 장수명 주택 관련

  : RC라멘구조, 층고 상부 3.6m와 7.2m, 하부 층고 4.2m, 스팬 10.8m,

  : 높은 가변성-SI분리, 외벽이동, 물사용 공간이동 자유, 시스템 빌딩(내용연수에 따른 SCI 등 분리, 외벽 설치 해체 자유), 2단계 설계 및 시공방식(1단계 주동 설계 2단계 13개팀의 18호 세대 설계), Flexible 배관시스템(역보, 2중바닥 적용한 노출배관방식), 내부공간 시스템 벽체, 가구벽체 등 다양한 벽체 시스템 적용, 2중천장·2중바닥·2중벽과 2중배관 노출배관방식 적용, 바닥 및 천장 선행공법 등
- (시사점)

  : 장수명 주택 설계, 구·공법 기술, 부품화 기술의 종합적인 세계 최고의 기술을 적용한 실험주택, 시대변화에 따른 지속적인 실험을 실시하고 기술개발을 위한 기반실험주택으로 활용



외관 사례 단면 시스템 빌딩

그림 3-33 장수명 주택 사례-NEXT21

- (리빙랩, 거주실험 예시)

: 장수명 주택 건축 기반 미래 라이프 스타일을 위한 거주 실험의 장

: 거주지·주거방식 실험

: 에너지 실험

: IT 기술의 활용

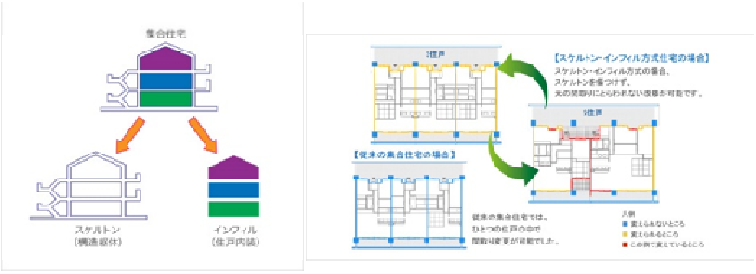


그림 3-34 Next 21 에서의 거주실험 개념

- 상품화를 위한 시제품 평가

: 2021년 현재 건강관리 IoT 연립주택 시스템 실험 중



그림 3-35 Next 21 거주실험 4단계, IoT 연립주택

단계	시기	거주지 · 주거 방식 실험	에너지 실험	상품화를위한 시제품 평가
제 1 단계	1994.4 ~ 1999.3 (5 년)	• 외벽 이동 실험 • 리폼 실험 • 녹화에 의한 조류 날아 효과	• 올 가스 주동의 실현 • 중앙 열원 입증	• 36 종류의 장비 · 기술의 시제품 평가 (플랫 스토브 · 자동 세척 목욕 등)
제 2 단계	2000.4 ~ 2005.3 (5 년)	• 리폼 실험 (연립 주택 분할 등) • 홈 오피스 실험	• 주동 열병합 발전의 실증 • 가시화에 의한 에너지 절약 효과	• 가정용 PEFC의 실증 [세계 최초]
제 3 단계	2007.4 ~ 2012.3 (5 년)	• 살고 알리는 연립 주택 설계 • 지역과의 커뮤니케이션 형성 실험	• 수소 공급 연료 전지의 실증 • 전력 · 열 융통 실험	• 가정용 SOFC의 실증 [국내 최초]
제 4 단계	2013.6 ~ 2020.3 (7 년)	• 연립 주택의 중간 영역의 사용법 시연 • 공모 연립 주택의 실시 (404 연립 주택 · 501 연립 주택)	• 수요 응답 실험 • 정전시 자립 실험 • HEMS 도입	• 네팜 역조 평가 • 3 전지 시스템 평가 (PV + EF + BAT)

그림 3-36 Next 21의 단계별 거주 실험(5~6년주기)

○ 네덜란드의 장수명 주택 기술

- 네덜란드 오픈하우징-Pelgramhof(Zevenaar) 2001년 준공, 6층 1동 215호(일반세대 169호, Care 세대 46호),오픈빌딩과 환경공생형 고령자 임대주택, 정부의 지속가능·에너지 고효율 모델건축으로 선정, 임대주택으로 입주자가 실 배치를 자유설계한 최초 사례. 50세 이상 거주, 생애단계 변화에 평생 보증할 수 있는 설계원칙(접근성, 안전성, 가변성) 적용

- (요소기술)

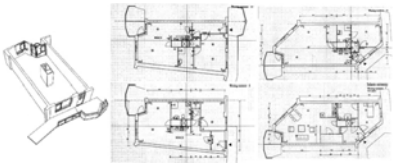
: 구조는 블록벽(30㎝)+콘크리트 슬래브, 실내 개방 공간, 세대 내부중앙에 수직공용배관 샤프트 배치 및 인접하여 물사용공간 배치 및 요구와 취향에 따른 설계, 공간 다양성 확보, 입주자가 실 내부 곤간 배치계획에 참가하여 자유롭게 배치, 내장설비기기옵션 선택

- (시사점)

: 임대주택이면서 입주자 자유설계 및 실내부 공간배치에 입주자 참가 설계, 고령자 주택으로 장수명 주택과 환경공생주택의 결합 등 장수명 주택을 기반으로 한 다양한 주택 유형 적용 가능성 시사.



외관



평면



실내공간

그림 3-37 네덜란드 장수명 주택 사례

○ 핀란드의 장수명 주택 기술

- (개요) -VVO/Laivalahdenkaari 18(헬싱키)

: 1995년 준공, 6층 97호, 5-6층, 정부 융자형 임대주택

- (요소기술)

: 철근콘크리트 내력벽+hollow core slab 구조, 발코니는 철제프레임+Prefab box unitfh 구성, 거주자 참가 및 6개 평면옵션과 마감, 발코니 난간, 창호 등 선택, 해체가능한 실 구획 파티션, 화장실 샤프트 및 욕실 부분 위치는 일정하나 크기가 다름, 나머지 사용자 자유 구획(가변), 설비배관 매설 금지

- (시사점)

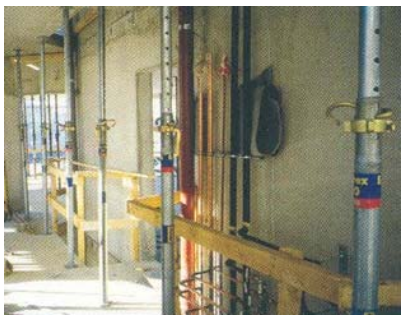
: 중층으로 내력벽식 구조이나 프리패브 방식 사용한 장수명 주택(오픈 빌딩), 임대주택이나 거주자 선택 및 공간 가변성 있는 구성



외관



평면(선택+가변)



노출 배관

그림 3-38 핀란드 장수명 주택 사례

○ 중국의 기술개발

- 2006년 제11차5개년 계획에 따라 중국건축설계연구원의 「Green 건축 Life cycle 설계 중핵기술연구」그룹은 그린건축 라이프 사이클 이념을 베이스로 공업화 주택의 「100년 주택 LC 시스템」(Lifecycle Housing System)을 제시하고, 주택의 성능과 품질 보증을 지향한 신형공업화집합주택시스템과 계획설계·시공건축·유지관리·리모델링 등 기술을 중핵으로 하는 응용집성기술을 연구개발함.
- 2009년 말 제8회 중국국제주택전람회에서 주택건축최신이념 컨셉 모델룸-「내일의 집」(Universal 3U : Universal Lifecycle, Universal Function, Universal Equipment)을 제시, 주택의 고효율고수명의 발전에 따라 크게 공헌할 것을 지향한 「100년 주택」의 지속가능한 거주이념을 중점으로 하고 있음.
- 고내구성주택과 SI주택의 생산기술개발은 21세기의 주택건설과 연구개발설계의 2대 발전 방향으로 봄. 2008년 자주연구개발능력과 집성 이노베이션 능력을 갖춘 공업화 「100년 LC 시스템」을 운용한 북경아세합금 맨션프로젝트는 국제선진 레벨의 SI시스템 및 집성기술을 전면적으로 개발 응용한 주택모델프로젝트로 신형주택의 공업화 설계·생산·유지관리·개선 등을 추진하기 위한 기술 시스템 연구개발 측면과 우수한 주택성능을 가진 Universal한 중소형주택의 건설실천 측면에서 창시적인 의의를 가진 것으로 중국에서 평가함.
- 1999년에 주택내장에 대한 관리를 강화하고, 내장마감 혹은 메뉴방식 내장양식을 적극적으로 보급시켜, 2차 내장이 가져오는 구조파괴, 낭비 및 이웃에 미치는 영향 등에 대한 현상의 문제점을 피하도록 할 필요성 지적. 2008년에 주택내장 설치행위 시 건물의 사용기능 변경, 구조손상 등 국가의 법률위반사안의 빈번한 발생으로 인민의 생명과 ㅜ재산의 안전이 위협받고 있다는 지적에 따라 주택도시농촌건설부가 만든 「내장 있는 주택 전수 검수 가이드라인」을 정식 출판. 전국에서 빈도가 높은 「Skeleton주택」의 건설이 가져온 자원의 낭비와 환경오염의 심각함에서 내장재완성주택으로 공급하기 시작. (※중국의 공동주택은 내장없이 골조만 제공하는 것이 일반적임.)
- 공공임대주택 우수설계 플랜 작성 : 2011년 중국건축표준설계연구원 주도로 전국 26개 설계사무소가 공동으로 「공공임대주택 우수설계 플랜집」을 제작하여 참고용으로 사용하도록 함. 공업화 건축기술에 근거를 두고 양질·효율화·그린환경보호·쾌적 거주성이라는 지속가능한 발전의 건축이념구축을 통하여 보장성 주택 Total Solution 제시.
- 중국은 주택생산의 공업화를 주택발전의 필연적인 추세로 보고, 「주택건설의 공업화 단계」에서 「주택생산의 공업화」단계로 전환을 추진.

  국가의 주택공업화 생산과 기술에 관한 5가지 문제를 해결하는 것으로 보고 있으며, 다

음과 같음.

주택공업화생산 제도와 기술 메카니즘의 조속한 건전화, 주택공업화를 위한 부품화 강력 추진, 선진적인 주택건설시스템 중점 도입·개발, 주택공업화생산의 중핵적 집성기술의 공략 강화, 집합주택 공업화 생산의 실험프로젝트 건설의 적극적인 촉진임.

- 2012년부터 2015년까지 국제수준의 100년 주택 모델 건설

중국방지산업협회와 일중건축주택산업협회(JCBH)는 교류심화와 모델프로젝트개발협력, 중국건축설계연구원 산하 중국건축표준설계연구원에 모델프로젝트 관리, 기술개발, 설계 실시작업 위탁. 부동산 톱 브랜드기업 4사와 함께 모델프로젝트 수행.

주택건축의 전체내용(耐用)기간의 항구적 가치를 이념으로 하여 새로운 지속가능한 주택의 산업화 생산방식과 통합기술을 기초로 하여 건설의 산업화에 따라서 내구화·품질우량화· 에코 CO2 저감을 실현하고, 지속가능한 거주환경을 건설하고자 하는 것.

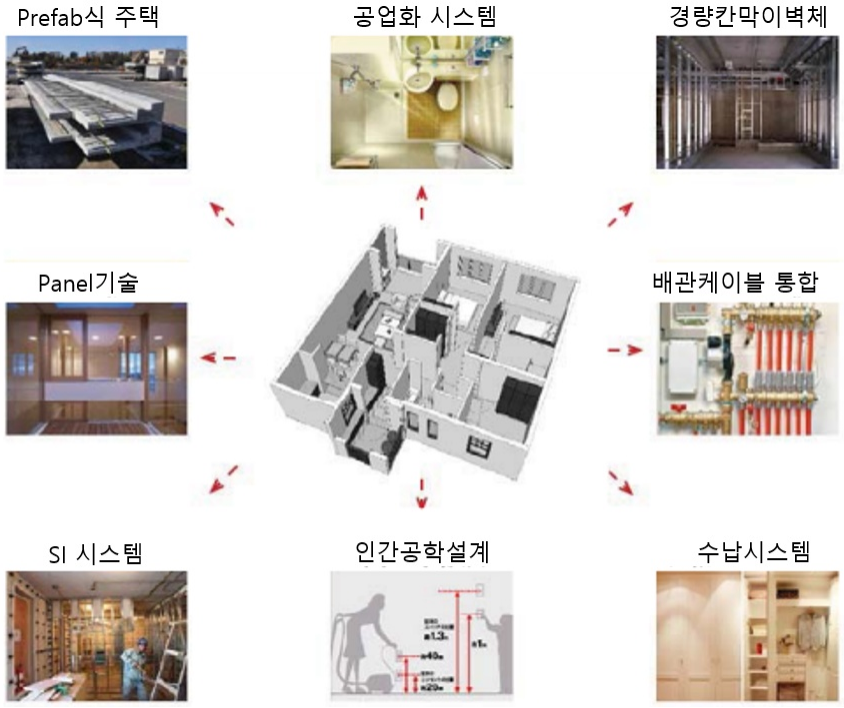


그림 3-39 중국의 장수명 주택 부품 적용사례

다. 주택부품(인필) 부품화 모듈화

○ 부품화

- [욕실유니트(UBR)] 일본의 경우 욕실의 구성이 욕실유니트와 세면화장유니트, 변소유니트의 3가지 유니트가 독립되어 있으며 이러한 3가지 유니트의 다양한 조합에 의해 욕실 공간이 구성. BL부품에서는 최근 고령자대응형이나 CHS대응형 등 특수한 사용목적이나 사용자에 대응하여 제품의 세분화와 다양화 추세가 나타남. BL부품에서는 독립된 욕실유니트의 형태로 일반 A형(욕조후 부착형)이 15개 업체의 125개 형식, 일반 B형(욕조일체형)이 18개 업체의 110개 형식, 고령자대응형이 15개 업체의 163개 형식에 이름. 여기에 세면유니트와 변소유니트를 합하면 그 형식의 종류는 더욱 많아지는데 이러한 각 유니트의 조합으로 욕실 공간이 구성된다는 점을 고려하면 욕실의 구성은 실로 다양하게 나타남을 알 수 있음. 일본의 경우에는 국가적인 차원에서의 적극적인, 개발유도로

1970년대부터 욕실유니트에 대한 개발이 활발하게 진행되었고 또한 BL에서 우량주택부품으로 인정하는 등의 지원을 통해 이미 공동주택뿐만 아니라 단독주택에서도 일반적으로 욕실의 형태로 자리잡고 있음. 따라서 욕실유니트를 생산하는 업체측에서는 이러한 충분한 수요를 바탕으로 다양한 제품이 공급되고 있으며 새로운 수요를 창출하기 위한 노력의 일환으로 고령자대응형 등 새로운 형식의 욕실유니트가 활발하게 개발되어 보급되고 있는 실정.

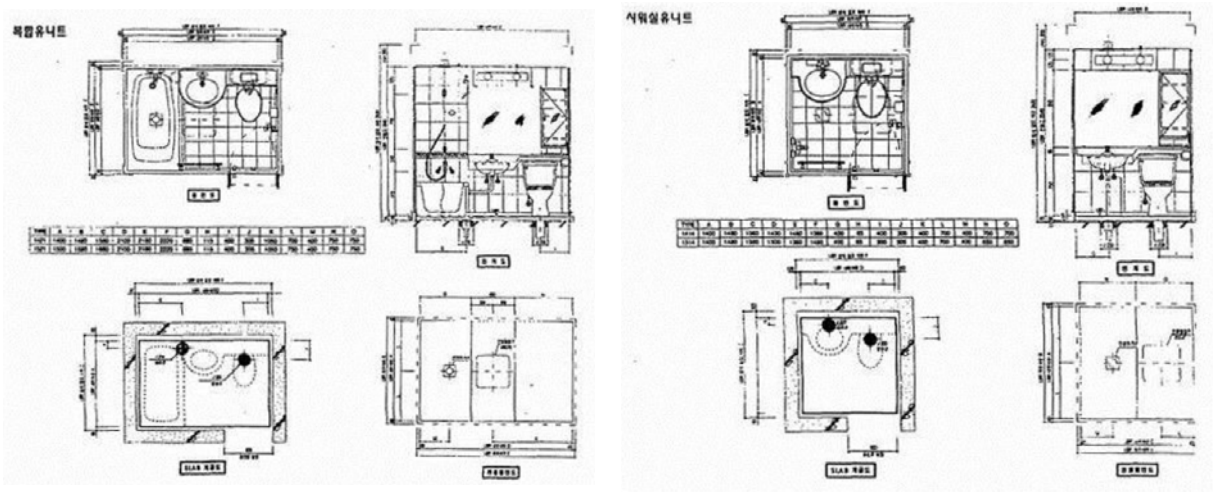


그림 3-40 욕실유니트의 치수설정 예(Size Decision of the Bath Unit)

- BL부품의 경우에는 욕실유니트의 설치를 위한 세대의 계획모듈(Planning Module)이 150㎜를 치수의 기본단위로 하여 폭 치수에 대해서는 최소 1200에서 1800, 깊이방향의 치수는 최소 1650에서 2550, 높이방향의 치수는 2400으로 미리 설정되어 있기 때문에 이러한 치수에 대응하여 각 생산업체에서는 다양한 크기의 욕실유니트를 생산.

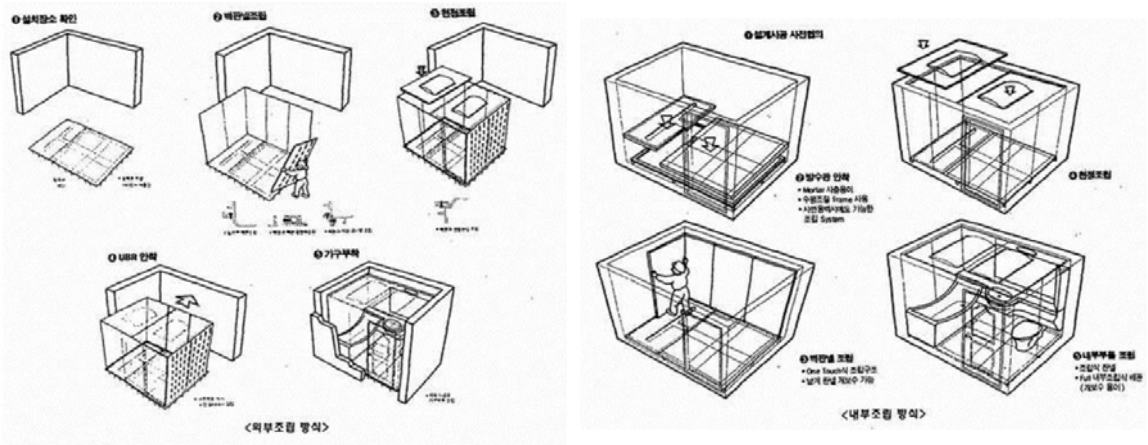


그림 41 욕실유니트의 조립설치 순서(Working Process of the Bath Unit)

- [시스템키친] 일본의 BL부품과 비교해 보면 BL의 경우에는 키친유니트와 섹셔널키친 I형, 섹셔널키친 II형, 시스템키친 등 구성방식에 따른 종류가 다양하며 치수에 있어서도 미리 세대 측에서의 설계모듈치수가 정해져있어 이에 맞추어 시스템키친이 생산되고 있는 실정.

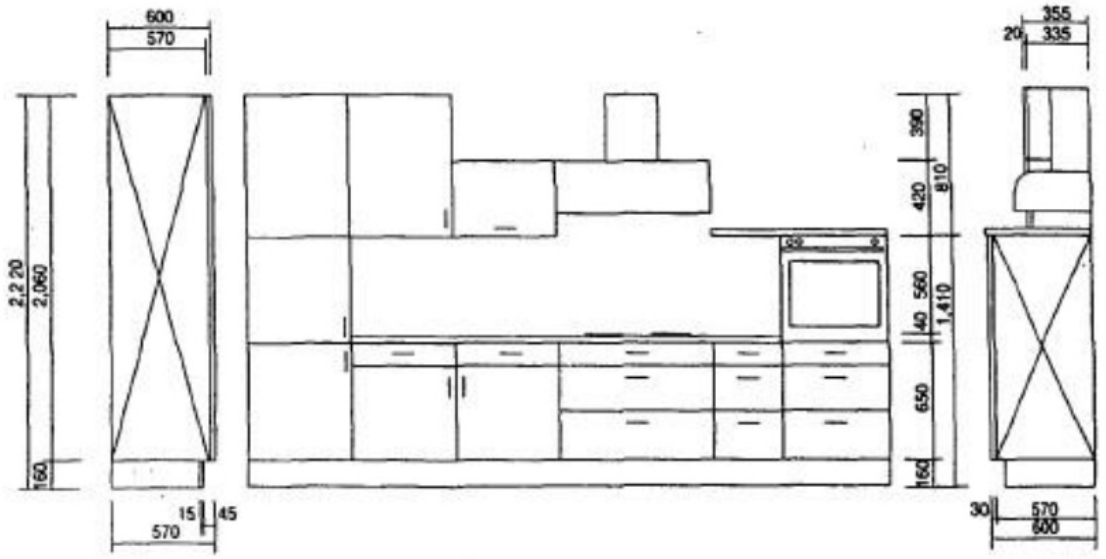


그림 3-42 시스템키친의 기본구성 예(Sample of Basic Composition of the System Kitchen)

- [창호유니트-창문용 샤시] BL부품의 경우 생산되는 샤시의 종류가 매우 다양하고 각각의 창호에 필요한 요구성능 항목이 구체적이고 세분화되어 있음을 알 수 있는데 사용되는 건물의 구조적 특성에 따라 콘크리트계 주택용과 목조 주택용 샤시가 구별되어 있으며 각각의 샤시에 대해서도 형상치수나 프레임의 강도 등이 명확하게 설정되어 있고 이러한 샤시에 대한 정보가 통일된 양식의 카탈로그에 의해 자세하게 소개되기 때문에 사용자의 입장에서 여러 가지 샤시를 비교 검토하여 구입하거나 설치할 수 있는 장점이 있음.
- [창호유니트-현관유니트] 일본의 BL부품에서도 현관유니트의 생산 공급이 이루어지고 있는데 BL 현관도어의 경우에는 현관문에 부착되는 부속부품에 대해 BL 장금장치나 도어클로저 등의 설치가 손쉽게 이루어지도록 미리 치수체계의 설정이 이루어져 있는 것이 특징. 또한 생산업체의 수나 생산되는 형식 또는 규격이 매우 다양하며 현관문의 표면처리를 달리한 다양한 형태의 제품이 공급되어 수요자측면에서 선택의 폭이 넓은 편임.
- [창호유니트-내장도어유니트] 일본의 BL부품에서는 내장도어의 경우 특별히 내장시스템에 포함된 개념으로 보고 있으며 도어의 폭치수가 600, 750, 900, 1200, 1500, 1800으로 설정되어 300㎜의 배수가 주를 이루며 필요에 따라 150㎜의 배수도 적용되도록 하고 있음. 높이치수에서도 1800, 1900, 2000, 2100으로 100㎜의 배수를 기본치수로 설정하고 있어 치수상으로 국내의 경우와 차이를 보임. BL의 경우에는 기성품의 오픈부품으로 생산공급이 이루어지고 있음.
- [바닥판유니트] BL부품의 경우 바닥유니트에 대한 기술개발이 적극적으로 이루어져 공급되는 형식도 다양하고 주택에서의 활용도도 높은데 비해 국내의 경우에는 바닥판유니트에 대한 인식의 부족으로 여전히 습식위주의 현장작업이 주를 이루고 있다는 점에서 향후 적극적인 투자가 필요한 부분으로 판단.

○ 모듈화

- 모듈화는 본 보고서에는 주택 부품의 집적이라는 측면으로 해석하여, 하나의 목적을 위하여 관련된 부품을 집적하여 작업·시공의 효율을 향상시키는 측면으로 봄. 예로 문과 관련된 것으로 문, 손잡이, 문틀, 문틀 주변의 전기 스위치나 콘센트 등을 합한 시스템으로 된 것을 무과 관련된 모듈화로 볼 수 있음. 시스템화장실과 같은 것으로 UBR(Unit Bath room)이나 시스템 키친의 경우도 동일한 개념으로 볼 수 있음.
  더 큰 방향으로 전개하면 현재 모듈러방식으로 시공되고 있는 경우도 모듈화된 단위공간 혹은 부위의 조합으로 주택의 일부를 구성하는 것으로 발전한다고 볼 수 있음.

- 국외의 모듈러 건축시스템은 모듈화 부품의 집적으로 볼 수 있음. 유럽이나, 일본, 미국 등을 중심으로 모듈러 건축 시장이 형성되고 있으며, 특히 영국은 Yorkon사, Terrapin사, Caledonian사, Corus사, Ayrframe사, Britspace사 등 대형 모듈러 제작사들이 있어 모듈러 건축물이 가장 널리 보급되며 장수명 주택의 인필과 차이가 있지만 공동 개발해야 될 분야로 보임.

- [재료] 모듈러 건설재료는 철골, 프리캐스트 콘크리트, 목재, FRP 등이 활용되고 있으며, 모듈러 건물의 고층화 추세와 연계하여 철골 구조물 형태의 사용이 급격하게 증가함. 철골(Steel Frame)을 활용한 모듈구조는 구조적 무결성, 설계유연성, 강도, 내구성, 내화성 측면에서 장점을 가지고 있으며 건물생애주기 동안 수리 및 유지 보수의 필요성이 적다는 장점을 가지고 있음.

- [발주방식] Dodge Data & Analytics사의 조사결과에서 모듈러 건설방식의 활용시 채택된 발주방식으로 가장 많이 쓰이는 것은 국내 기술형 입찰에 해당하는 Design-Build방식(39%)으로 나타나고 있으며, 발주방식별 모듈러 건설을 가능하게 하는 효과(도움)는 통합발주방식(Integrated Project Delivery)과 Design-Build 방식이 76%~79%로 비슷한 것으로 파악됨.

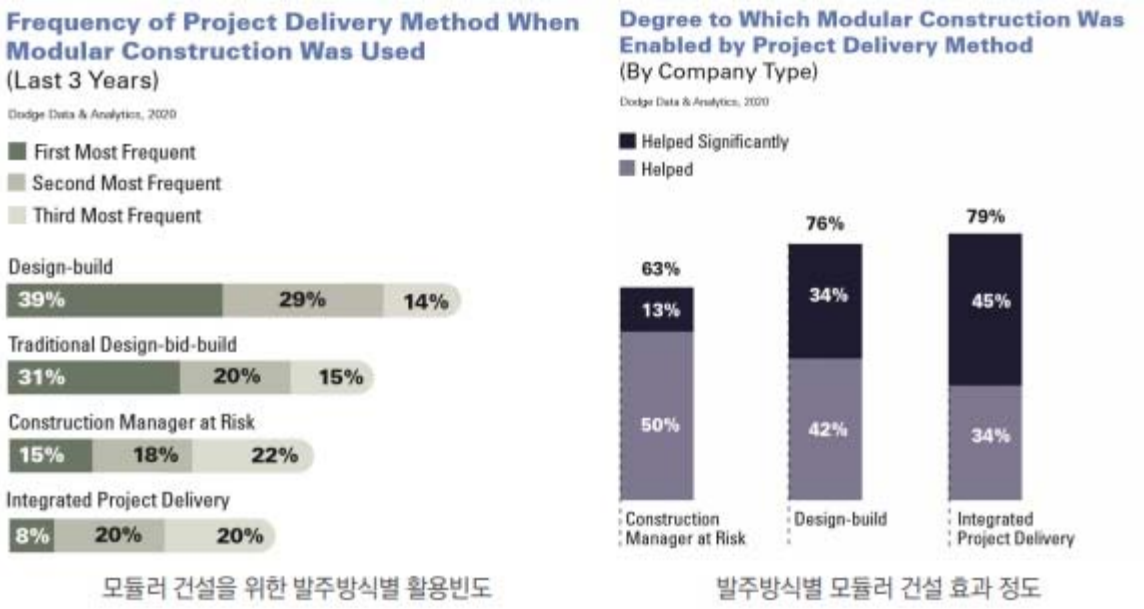
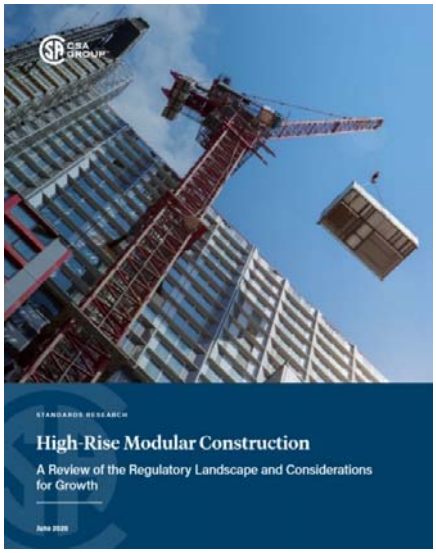


그림 3-43 Dodge Data & Analytics, Prefabrication and Modular Construction 2020, 2020.1

- [기준] 캐나다 표준협회(Canadian Standards Association) 및 미국 ICC (International Code Council)를 포함한 북미 모델코드 및 표준기관은 공장제작 제품의 인증, 품질검사 절차 등 모듈러건설에 대응한 코드 및 표준과 가이드라인 개발을 통해 모듈러 건설의 설계, 시공 및 승인에 대한 보다 포괄적이고 일관된 규제환경을 제공해 나갈 것을 제안함.

(예시) 캐나다 CSA 표준 A277은 공장제작 제품의 공장내 검사, 공장 품질관리 프로그램(Certification and Auditing), 공장제작 제품의 인증 절차 등을 표준으로 제시함.



○ 스마트인필

- 아래는 해외의 대표적인 스마트인필 사례를 나타낸 그림임.

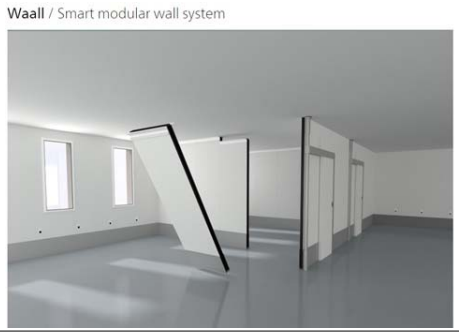
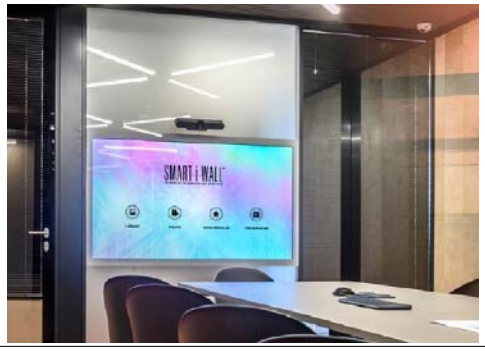


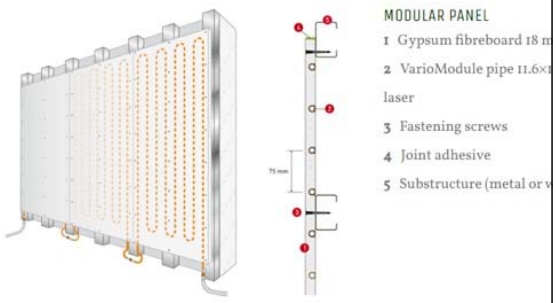
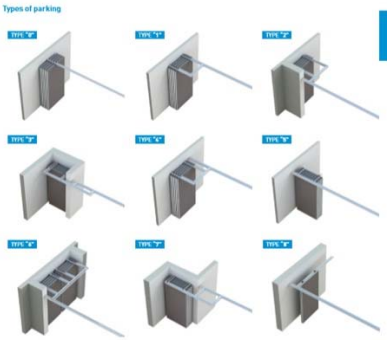
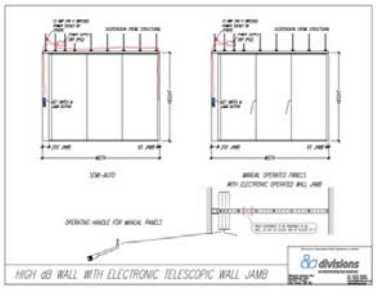
그림 3-44 해외 스마트인필 사례
[자료 : 건설기술연구원 제공자료]

- 스마트인필 사례인 WAALL은 실내 건물을 위한 스마트 모듈식 벽 시스템으로 조명, 전력, TV, 전화, 인터넷 및 홈 오토메이션이 포함. 해당 사례는 모듈을 쉽게 배치하고 제거할 수 있으며, 주변에 맞춤형 전기 소켓이 있어 파티션 벽의 시작 부분에 연결할 수 있음. 또한 WAALL은 높이 조절이 가능하여 모든 건물에서 사용할 수 있다는 장점이 있고, 바닥에서 천장까지만 압축하는 방식으로 고정되므로 향후에 제거할 경우 흔적을 남기지 않으며, WAALL을 활용할 때 건설 폐기물이 발생되지 않음. 현재 이와 같은 스마트인필에 대한 연구개발은 전 세계적으로 점차 진행되고 있으나 스마트디바이스가 적용된 사례는 찾아보기 쉽지 않은 상황임.
- 즉 해외 기술동향을 살펴본 결과, 해외에서 인필의 스마트화 관련 기술개발에 대한 관심이 지대하며 이에 따른 연구개발이 이루어지고 있으나, 아직 적극적으로 실생활에 적용이 되고 있지 않은 상태. 또한 기술적으로 많은 제약과 한계점이 있음에 따라 실질적으로 적용될 수 있는 인필 모듈러 공법 기술을 개발하는 것이 시급.
- 앞서 살펴본 바와 같이 스마트인필 등 모듈러 공법 관련 기술 개발의 필요성은 스마트도시화와 함께 대두되고 있으며, 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하기 위하여 지속적으로 개발될 예정.

표 3-17스마트인필 관련 유사기술조사

구분	설명
4. 이동식 칸막이 	• 단일 구조체(Mono Block)로 바닥과 천정에 고정을 하지 않아 기존 사무실을 손상시키지 않으며, 기존 자재를 활용하여 계속적인 재배치가 가능하여 경제적임. • 조립 시 배선이 가능하며, 조립 후에도 개폐가 가능한 구조로 되어 있어 설치 후에도 손쉽게 배선처리가 가능함.
5. Smart Modular Wall System	• 실내 건물용 시스템으로 높이 조절이 가능하여

(스마트 모듈러 벽 시스템) 	모든 건물에서 사용할 수 있다는 장점이 있고, 바닥에서 천장까지만 압축하는 방식으로 고정되므로 향후에 제거할 경우 흔적을 남기지 않으며, WAALL을 활용할 때 건설 폐기물이 발생되지 않음.
6. Smart Wall Partition (스마트 벽 파티션) 	• 멀티 터치제어가 가능한 4K UHD 디스플레이가 적용되어 있는 파티션으로, 부피가 큰 스피커나 케이블 없이 벽, 천장 패널에 통합된 사운드 시스템을 가지고 있음.
7. Smart Wall Display (스마트 벽 디스플레이) 	• 보다 스마트해진 주거환경 기술로, 집에서 일어나는 일을 한눈에 모니터링하고 물리적 인터페이스 장치없이 간단한 제스처로 주변을 제어할 수 있는 기술임. • ICT장치를 벽체, 천장, 바닥 등에 인필 공법으로 디스플레이화시키는 구성으로, 플랫폼화되어 주택에 적용될 것으로 예상됨.
8. Modular Sandwich Wall System (모듈러 샌드위치 벽 시스템) 	• 알루미늄 프로파일을 연결 재료로 적용하여 다양한 연결방법을 가지고 있으며 구조가 간단하고 해체가 편리함. • 제약, 전자, 항공 및 군사 산업에 현재 널리 적용 중임.
9. Modular Door and Ceiling System (모듈러 문, 천장 시스템) 	• 맞춤형 룸 시스템으로 벽과 문, 천장이 모듈식으로 구성되어 시공 효율성이 높음.
10. Modular Panel(모듈러 패널)	• 석고 섬유판, VarioModule 파이프, 고정 나사,

<table>
<tr><td> 
</td><td>조인트 접착제, 금속/목재 하부구조를 가진 모듈식 난방 패널로 파이프가 섬유판 뒷면에 통합되어 있는 형태임.</td></tr>
<tr><td>11. Movable wall(이동식 벽)
  </td><td>• 원하는 곳에 몇 분 만에 벽을 만들 수 있으며, 내부 공간을 자유롭게 분할할 수 있고 재사용이 가능한 시스템임.</td></tr>
<tr><td>12. Slimline Movable Sliding Wall
(슬림라인 이동식 슬라이딩 벽)
  </td><td>• 바닥에 걸 수 있는 이동식 벽으로, 빠르고 간단하게 공간을 분리할 수 있다는 장점이 있음.</td></tr>
<tr><td>13. Future Modular House
(미래형 모듈러 하우스)
  </td><td>• 빠르게 펼쳤다가 접을 수 있는 신기술 제품으로, 운반이 간편하여 쉽게 건축하기 힘든 공간에서도 손쉽게 운반 및 건축이 가능한 미래형 모듈러 하우스임.</td></tr>
<tr><td colspan="2">[자료 : 건설기술연구원 제공자료 참고하여 자체작성]</td></tr>
</table>

(3) 기술동향 소결

○ 국내에서는 **국가 주도하에 R&D를 2차례 수행하여 장수명 주택 기술개발을 선도**하였으며, 실험주택, 실증 건설 등을 통해 **성능 확인 및 비용절감을 통한 보급·확대 기반 마련** 하였음.

○ 공공기관 중심의 요소기술 개발 및 실험주택 건설. (1990년대 중반~ 2007년)

○ 1단계 R&D: 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발(2005-2010), 요소기술 개발(표준평면,복합구조,인필,정책)+Mock-up(실험주택)

○ 2단계 R&D: 비용절감형 장수명 주택 보급모델개발 및 실증단지 구축(2014-2019) 비용절감형주택 실증건설(2개동, 116세대) 및 검증

*보급모델, 인필 성능개선 및 벽체 개발, 실증 시공 경제성 분석, 인증제도 개정

○ 3단계 R&D: 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발기획 (2020.12-2021.10)

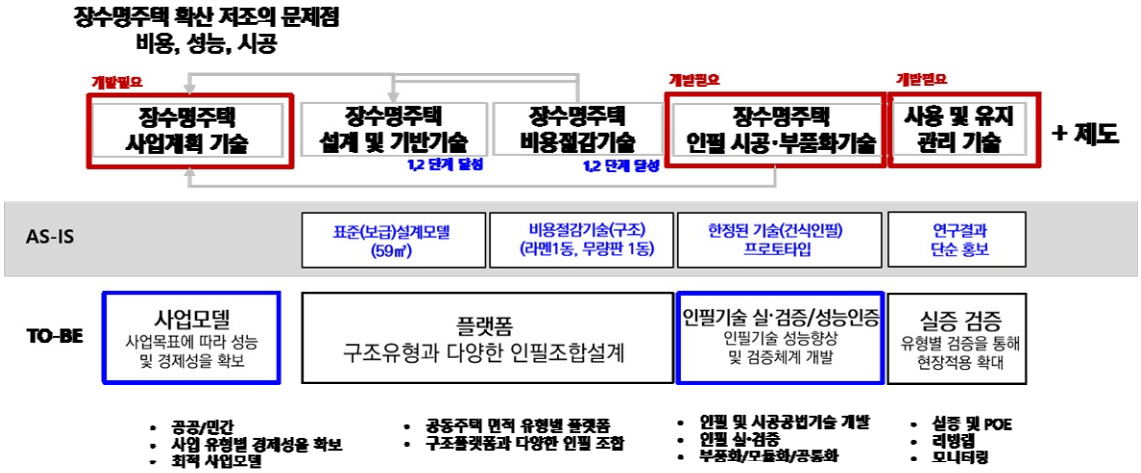


그림 3-45 장수명 주택 기술동향 분석을 통한 현재 기술과 개발 필요 기술

○ 비용절감 기술이 많이 개발되었음에도 불구하고, 사업에서 선정되기 위해서는 최저 비용 등 이익이 우선되는 구조이기에 이를 극복할 수 있는 **사업 계획 기술 필요**

○ 다양한 유형의 사업모델과 구조 유형에 따라 장수명 주택을 구현할 **인필 공간 구성 및 시공 기술이 여전히 미흡**

○ 민간 중소건설업체와 인필제조업체 **자체적 기술 개발 미흡**

○ **인필 부품화 모듈화 기술**은, **'탈현장 공법(OSC)' ' 스마트건설 자동화''모듈러 주택'등과 연계**하여 기술 개발 혁신이 필요하며, 기술 특성에 따라 공급 유통에 대해서도 변화 필요



그림 3-46 장수명 주택 국가 R&D 단계별 기술수준

2.4. 기술수준 분석

(1) 특허동향분석

가. 주요 국가별 연도별 출원 동향

분석의 목적:::

o 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율을 통해 해당 기술을 선도하는 국가 파악

o 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치 파악

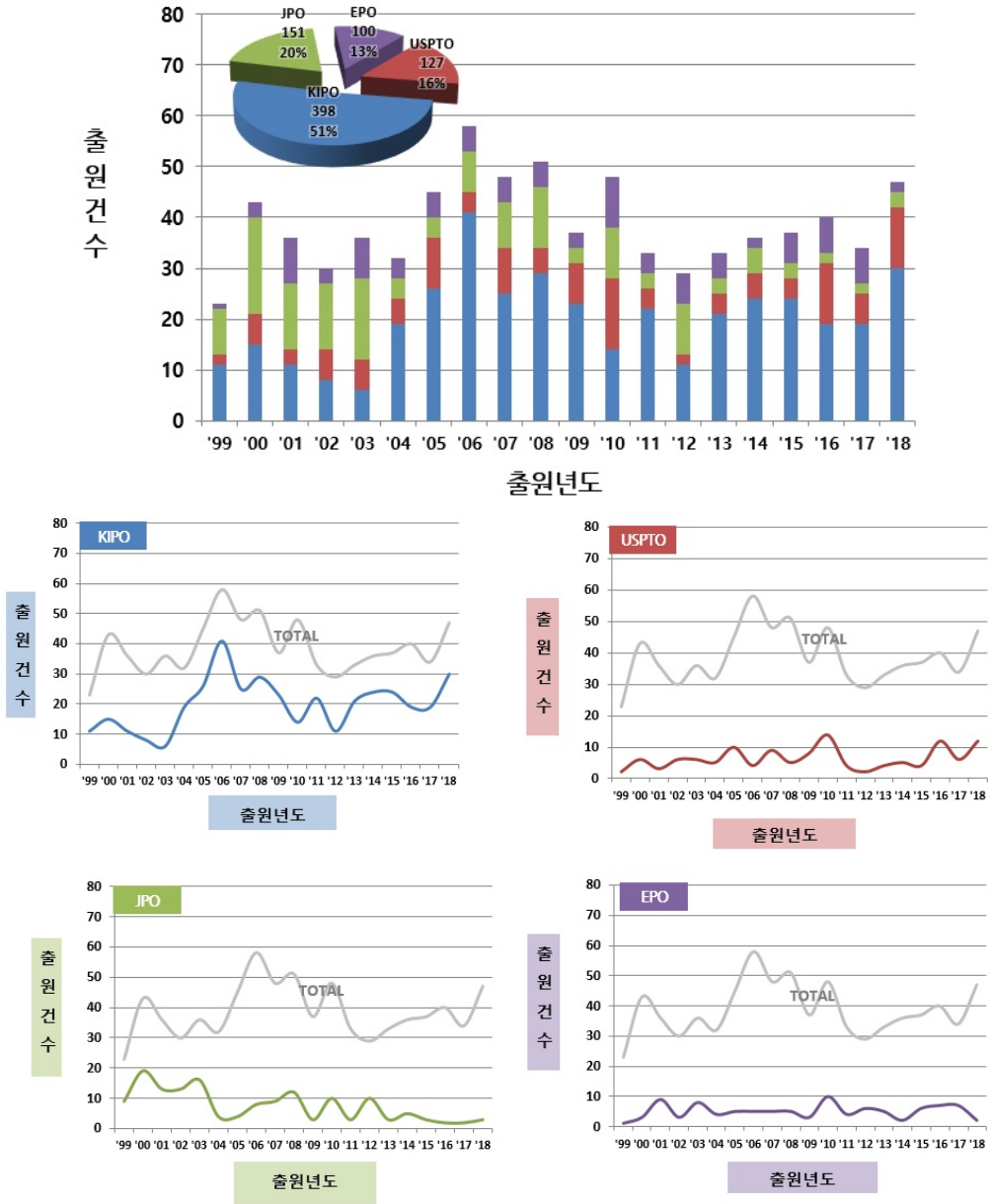


그림 3-47 주요 출원국 연도별 특허동향

○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 특허 출원 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 1999년부터 2006년까지 급격한 성장세 이후 감소하는 양상을 보였으나, 2010년 이후 최근 구간까지 출원이 증가하는

경향을 보이고 있음. 이는 2000년대 중반과 최근 장수명 주택에 대한 관심도가 증가하여 기술개발이 진행되고 있음을 반영함. 최근 구간에서 성장세를 보이고 있어 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 예상됨

○ 국가별 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 398건(51%), 미국(USPTO) 127건(16%), 일본(JPO) 151건(20%), 유럽(EPO) 100건(13%)의 특허가 출원되어, 본 기술은 한국이 가장 많은 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

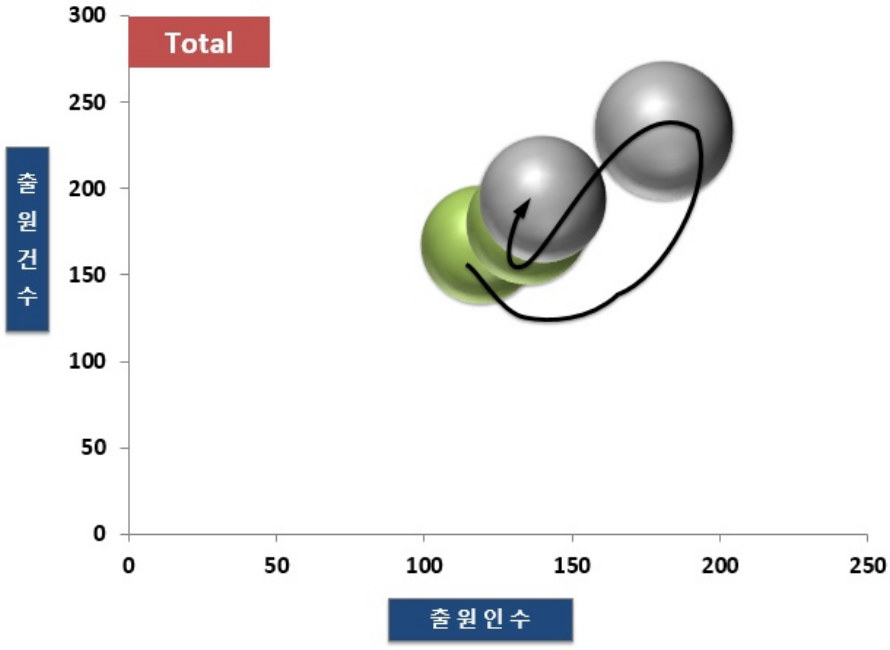
○ 한국은 분석구간 초기부터 2000년대 중반까지 일본에 비해 다소 적은 출원 활동이 이루어졌으나, 2004년 이후 눈에 띄는 성장세를 나타내어, 전체 주요 출원국 중에서 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술을 주도하고 있는 것으로 나타남

나. 특허기술 성장단계

분석의 목적:::

o 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 해당 기술 분야의 특허기술 성장단계를 파악

o 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 성장단계를 비교 분석



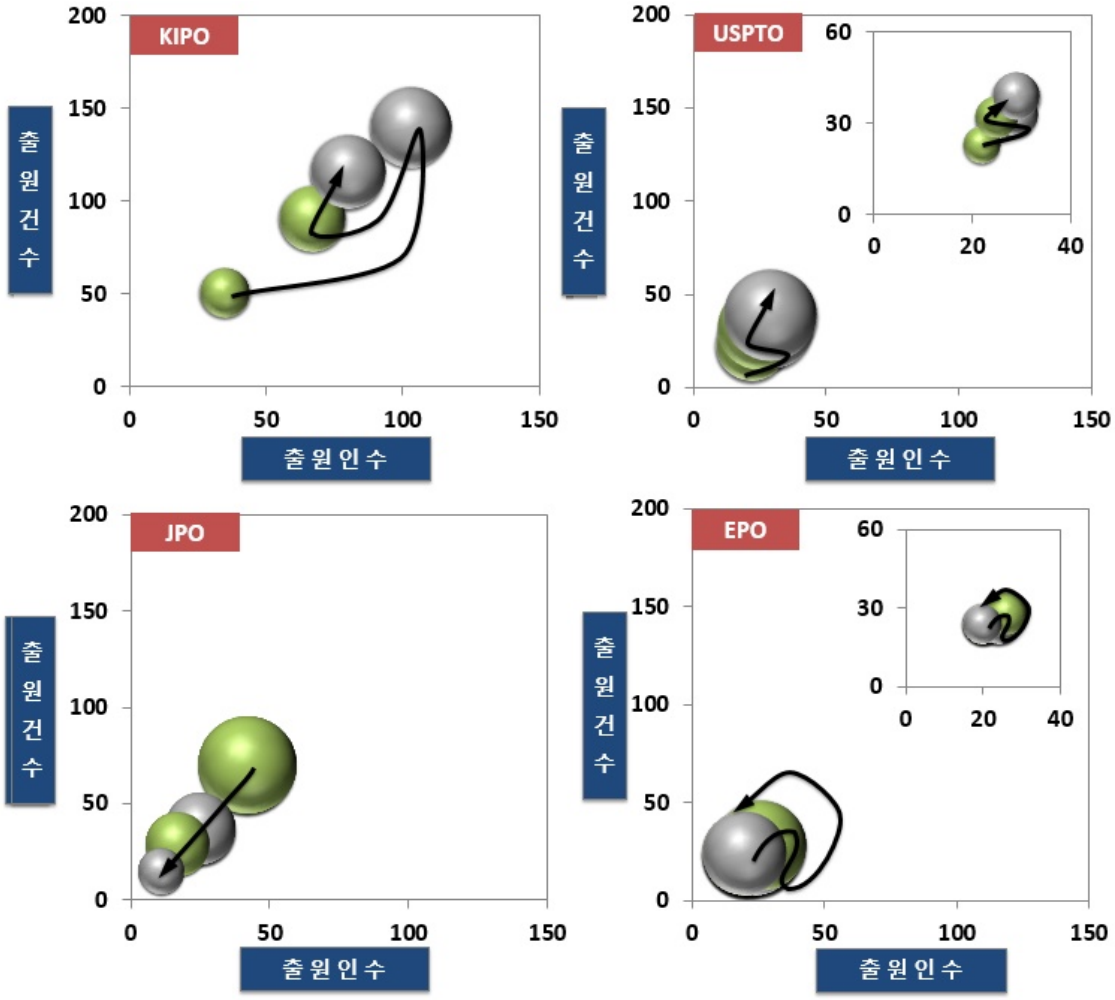


그림 3-48 주요 국가별 특허기술 성장단계

○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 성장 단계를 분석하고자, 전체 분석구간 20년을 5년 단위 4개 구간으로 구분하여, 1구간(1999년~2003년), 2구간(2004년~2008년), 3구간(2009년~2013년), 4구간(2014년~2018년)을 설정하였음

○ 전체특허의 기술 위치는 출원인수 및 출원건수가 증가하고 있는 회복기의 모습을 보이고 있음. 전체 분야를 종합하여 산출한 동향만으로는 각 기술분류별 특징적인 동향을 추정하기는 쉽지 않으며, 각 기술분류에 대해서는 세부적인 분석 결과를 살펴볼 필요가 있음.

○ 전체특허의 구간별 동향을 살펴보면, 1구간(1999년~2003년)부터 2구간(2004년~2008년)까지는 출원건수 및 출원인수의 증가 폭이 크게 증가하고 있으나, 2구간(2004년~2008년)부터 3구간(2009년~2013년)까지 출원건수 및 출원인수 모두 소폭 감소하는 양상을 보이다가, 3구간(2009년~2013년)부터 최근구간인 4구간(2014년~2018년)까지 출원건수 및 출원인수 모두 증가하고 있는 것으로 분석됨

○ 위와 같은 증가세는 특허 미공개 구간인 2019년 이후 출원에서도 계속될 것으로 예측할 수 있으나, 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요함

○ 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 2구간(2004년~2008년)부터 3구간(2009년~2013년)까지는 출원건수 및 출원인수가 감소하는 양상을 보였으나, 이후 3구간(2009년~2013년)부터 최근구간인 4구간(2014년~2018년)까지 출원건수 및 출원인수가 증가하고 있어 원천기술을 이용하여 최근 기술 트렌드 및 신규 아이디어 등에 부합하는 기술이 개발되어 시장이 재형성되는 단계인 회복기로 판단될 수 있음

○ 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술 위치는 1구간부터 4구간까지 출원 건수와 출원인의 수가 미미하나 지속적으로 증가하는 성장기의 단계에 있음.

○ 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술 위치는 1구간부터 4구간까지 출원 건수와 출원인의 수가 감소하고 있는 쇠퇴기의 단계에 있음. 다만, 주요출원인인 ASAHI KASEI HOMES CO SEKISUI가 속해있는 그룹이므로 앞으로의 기술 동향을 주시해야 할 필요가 있음

○ 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 1구간(1999년~2003년)부터 3구간(2009년~2013년)까지는 출원건수 및 출원인수가 유지 또는 소폭 증가하였으나, 3구간(2009년~2013년)부터 4구간(2014년~2018년)까지 출원건수 및 출원인수가 소폭 감소하고 있어, 성숙기 단계에 돌입한 것으로 나타남

다. 주요 출원인 현황

(가) 다출원 기준 주요 출원인 현황 분석

표 3-18 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 다출원 기준 주요 출원인

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	주요IP 출원국 (건수,%)				최근5년 출원 증가율	주력 기술분야
					KIPO	USPTO	JPO	EPO		
1	한국건설기술연구원	한국	연	29	29 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	183%	AC
2	ASAHI KASEI HOMES CO	일본	산	11	0 (0%)	0 (0%)	11 (100%)	0 (0%)	-71%	AC
3	SEKISUI HOUSE LTD	일본	산	10	0 (0%)	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)	-100%	AB
4	대한주택공사	한국	산	10	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0%	AB
5	IG CREATIVE SOLUTIONS, INC.	미국	산	10	0 (0%)	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	-20%	AB
6	삼성물산 주식회사	한국	산	9	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-100%	AC
7	SEKISUI CHEMICAL IND KK	일본	산	9	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0%	AB
8	대림산업 주식회사	한국	산	7	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-33%	AC
9	SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO LTD	일본	산	6	0 (0%)	0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)	0%	AB
10	주식회사 씨밀레테크	한국	산	5	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0%	AB
11	주식회사 포스코건설	한국	산	5	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0%	AC
12	SUMITOMO FUDOSAN KK	일본	산	5	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	-100%	AC
13	Bravo Varezera, Ricardo Giovino	칠레	산	5	2 (40%)	0 (0%)	1 (20%)	2 (40%)	500%	AB

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	주요IP 출원국 (건수,%)				최근5년 출원 증가율	주력 기술분야
					KIPO	USPTO	JPO	EPO		
14	HASEKO CORP	일본	산	5	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	300%	AC
15	SHIMIZU CO	일본	산	5	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	0%	AB
16	주식회사 이 건 종합건축사사무소	한국	산	4	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	200%	AB
17	재단법인 포항산업과학연구원	한국	연	4	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-100%	AC
18	MISAWA HOMES CO LTD	일본	산	4	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	-100%	AC
19	주식회사 원종합엔지니어링	한국	산	4	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	400%	AC
20	에이치디씨 주식회사	한국	산	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	100%	AB

*** 기관특성:** (산) 산업계, (학) 학계, (연) 연구계

*** 최근5년 출원 증가율:** 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율

$$= \left(\frac{\text{최근5년 특허출원건수 - 과거 5년 특허출원건수}}{\text{과거 5년 특허출원건수}} \right) \times 100\ (\%)$$

***주력 기술분야:** 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA), 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB), 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC), 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD), 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)

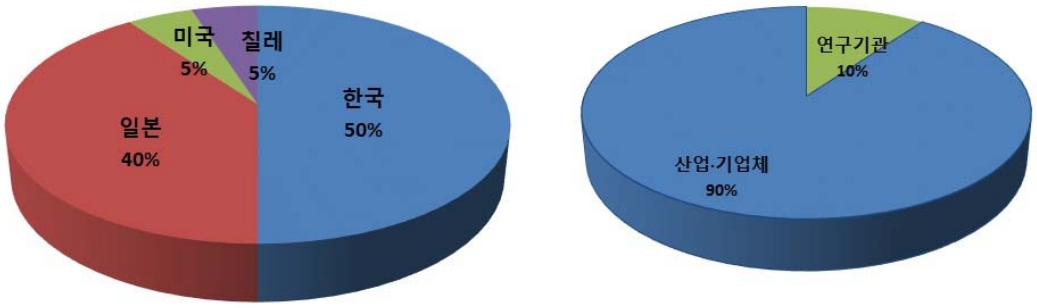


그림 3-49 다출원 기준 주요 출원인(상위 20위) 국적 및 기관특성 비중

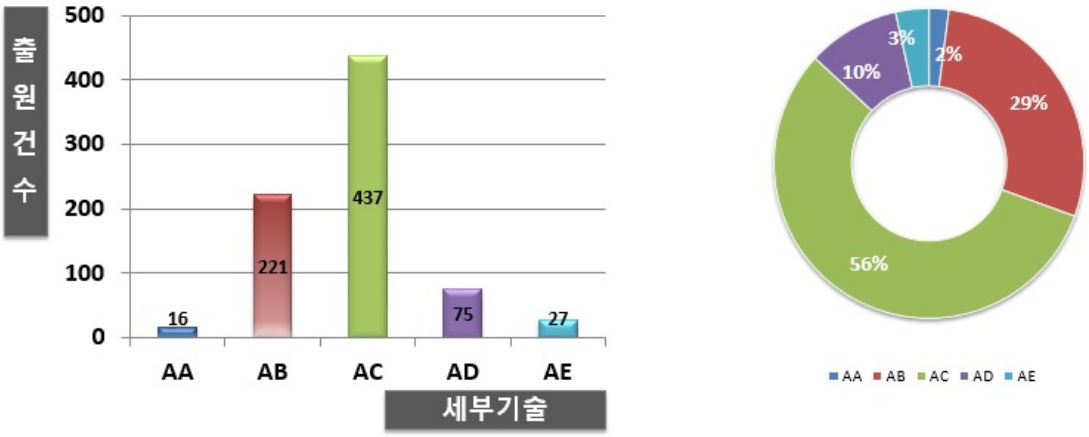
○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술과 관련하여 주요 출원인 상위 20개를 분석한 결과, 한국의 한국건설기술연구원이 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 ASAHI KASEI HOMES CO, SEKISUI HOUSE LTD 등이 해당 기술에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 또한, 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술은 다출원 기준으로 한국이 주도하고 있는 것으로 파악되며, 한국 기관 및 기업은, 대한주택공사, 삼성물산, 대림산업, 주식회사 씨밀레테크, 포스코건설, 이 건 종합건축사사무소, 포항산업과학연구원, 주식회사 원종합엔지니어링, 에이치디씨 주식회가 다출원 기준 순위 내 진입하고 있음

라. 세부기술별 Land scape

본 분석의 목적

세부기술별 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 특허기술 출원 점유율을 통해 각 세부기술을 선도하는 국가 파악

과거부터 최근까지의 세부기술별 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 각 세부기술에서의 위치 파악



AA : 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획　　AB : 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법

AC : 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법

AD : 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안　AE: 인필 구매 마켓 유통 플랫폼

그림 3-50 세부기술별 특허건수 현황

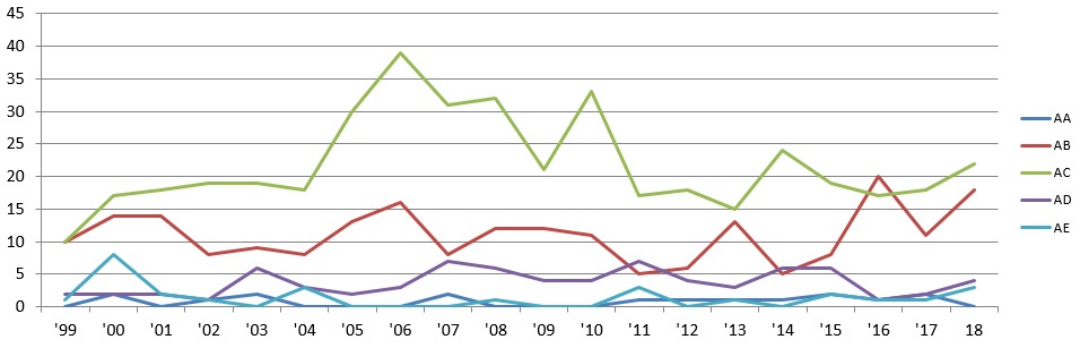


그림 3-51 세부기술별 연도별 특허동향

○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술(전체) 관련한 776건(100%)의 특허출원건수 중 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)은 16건(2%), 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법(AB)은 221건(29%), 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)은 437건(56%), 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안(AD)은 75건(10%), 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)은 27건(3%)으로 각 세부 기술별 출원비중을 파악할 수 있음. 전체 세부 기술 중 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)과 관련된 특허의 비중이 상대적으로 높은 것으로 나타남

(가) 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA)

표 3-19 세부기술(AA)의 주요 출원국 연도별 특허동향

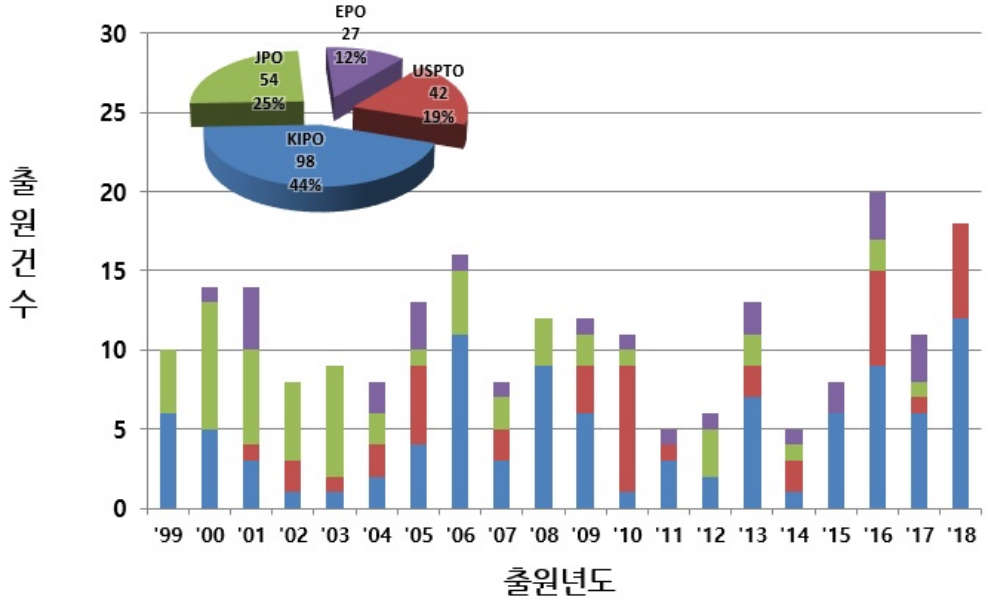
	'00	'02	'03	'07	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	총합계
한국	1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	2	**11**
일본	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	**5**
합계	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**16**

○ 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)에 대한 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 11건(69%), 미국(USPTO) 0건(0%), 일본(JPO) 5건(31%), 유럽(EPO) 0건(0%) 의 특허가 출원되어, 본 기술은 한국에서 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

○ 다만, 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA) 기술의 경우, 주요 출원국 연도별분석 대상 데이터가 16건으로, 타 세부기술 대비 대상 데이터가 비교적 적어 분석의 효용성이 다소 부족한 것으로 판단할 수 있음

○ 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)의 경우, 기술 도입단계인 것으로 판단되며, 최근 구간을 살펴보면 한국 및 일본을 중심으로 미미하게 특허 출원을 지속적으로 진행하고 있는 것으로 보며, 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA) 분야에서의 국내 특허의 발전이 기대되며, 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료됨

(나) 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)



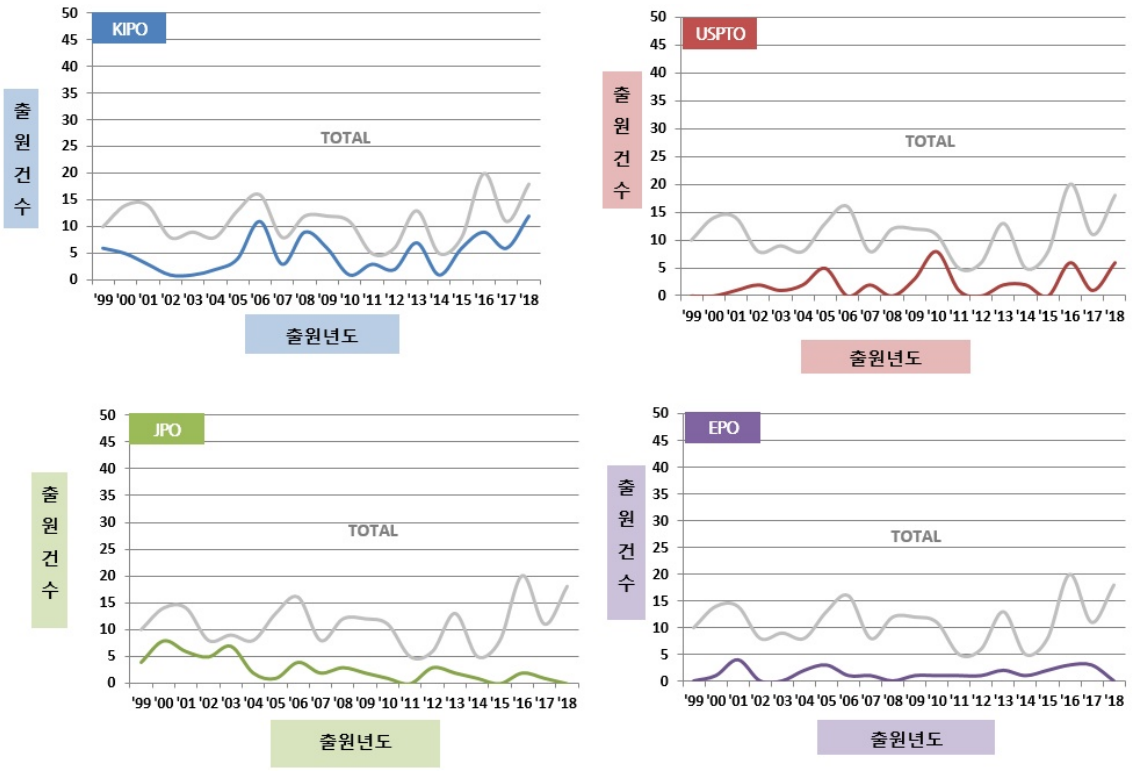


그림 3-52 세부기술(AB)의 주요 출원국 연도별 특허동향

○ 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법(AB)의 연도별 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 최근까지 증감을 반복하는 추세를 나타내고 있음. 구체적으로 분석구간 초기부터 2000년도 초반부터 중반까지는 일본에 의해 주도되었으나, 2008년 이후에는 한국에 의해 주도되고 있는 것으로 나타남

○ 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)은 2006년 한국에 의한 증가세 이후, 소폭 감소하는 양상을 보였으나, 2010년 미국의 급격한 증가세 및 2015년 이후의 한국의 성장세에 의해 회복한 것으로 나타남. 또한, 2011년 및 2014년 감소세가 나타났으나 이후 급증한 양상을 볼 때 일시적인 감소인 것으로 사료됨.

○ 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 98건(44%), 미국(USPTO) 42건(19%), 일본(JPO) 54건(25%), 유럽(EPO) 27건(12%)의 특허가 출원되어 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)은 한국이 가장 많은 특허 기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

(다) 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC)

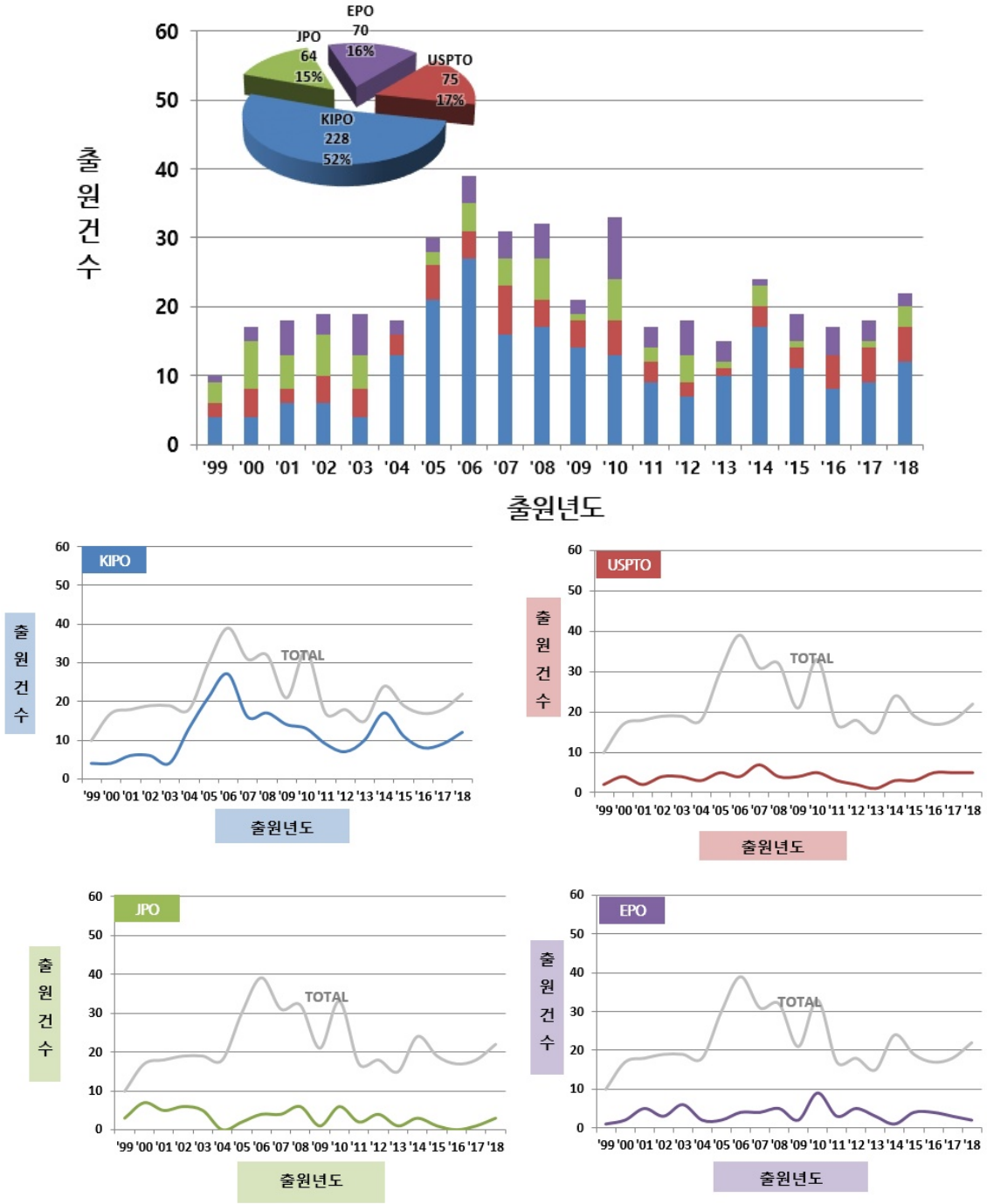


그림 3-53 세부기술(AC)의 주요 출원국 연도별 특허동향

○ 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC)의 연도별 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 2000년 중반까지 증가세를 나타낸 이후 2006년 급격한 증가세를 보였으나, 2009년 소폭 하락세를 나타냄. 이후 2010년 소폭 증가하는 양상을 보이고 있어 추후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 예측됨. 구체적으로 분석구간 초기에서 2004년까지 일본에 의해 주도되고 있었으나, 2004년 이후 한국의 활발한 출원으로 전체 출원건수가 증가하였으며 최근까지 한국에 의해 주도되고 있는 것으로 나타남

○ 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)은 2004년 이후 2014년까지 한국의 증가세에 의해 증가하는 양상을 보였으나, 이후 2015년 이후 한국에 감소세에 의해 소폭 감소하는 양상을 보이고 있음. 다만 2016년 미국이 증가하는 양상을 보이고 있어 2019년 이후의 출원 동향을 확인해 볼 필요가 있음

○ 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 228건(52%), 미국(USPTO) 75건(17%), 일본(JPO) 64건(15%), 유럽(EPO) 70건(16%)의 특허가 출원되어 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)은 한국이 가장 많은 특허 기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

(라) 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)

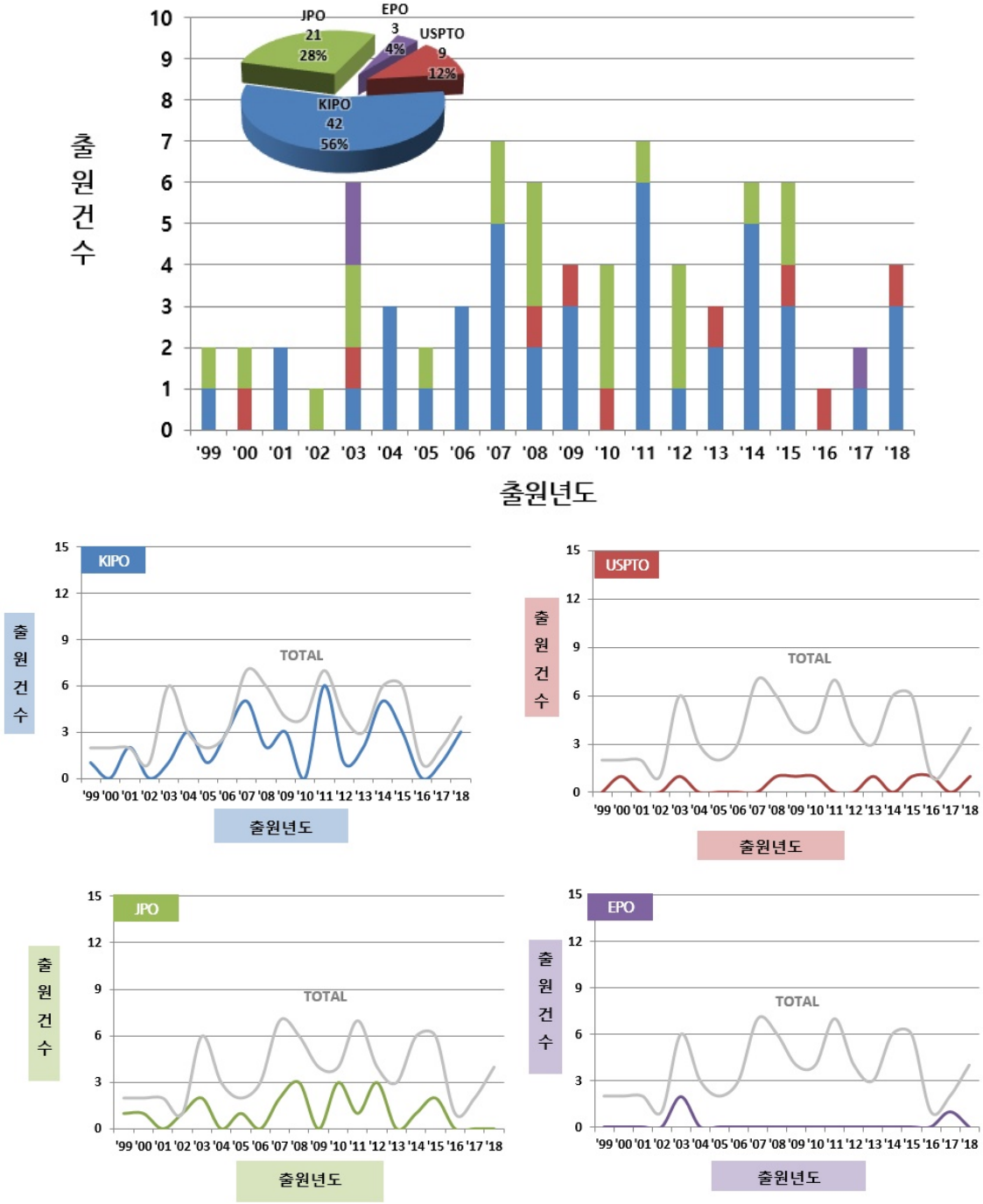


그림 3-54 세부기술(AD)의 주요 출원국 연도별 특허동향

○ 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)의 연도별 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 최근구간까지 미미하나 증감을 반복하며 지속적으로 출원건수를 유지하고 있음. 분석구간 초기부터 현재까지 한국이 전체 특허 정량적 흐름에 영향을 주고 있음

○ 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 42건(56%), 미국(USPTO) 9건(12%), 일본(JPO) 21건(28%), 유럽(EPO) 3건(4%)의 특허가 출원되어 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)은 한국이 가장 많은 특허 기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

(마) 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)

표 3-20 세부기술(AC)의 주요 출원국 연도별 특허동향세부기술(AE)의 주요 출원국 연도별 특허동향

	'99	'00	'01	'02	'04	'08	'11	'13	'15	'16	'17	'18	**총합계**
한국	0	5	0	1	1	1	3	1	2	1	1	3	**19**
미국	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
일본	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**7**
총합계	**1**	**8**	**2**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**2**	**1**	**1**	**3**	**27**

○ 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)에 대한 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 19건(70%), 미국(USPTO) 1건(4%), 일본(JPO) 7건(26%), 유럽(EPO) 0건(0%) 의 특허가 출원되어, 본 기술은 한국에서 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

○ 다만, 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE) 기술의 경우, 주요 출원국 연도별분석 대상 데이터가 27건으로, 타 세부기술 대비 대상 데이터가 비교적 적어 분석의 효용성이 다소 부족한 것으로 판단할 수 있음

○ 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)의 경우, 기술 도입단계인 것으로 판단되며, 최근 구간을 살펴보면 한국 및 일본을 중심으로 미미하게 특허 출원을 지속적으로 진행하고 있는 것으로 보며, 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE) 분야에서의 국내 특허의 발전이 기대되며, 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료됨

분석 검토의견:

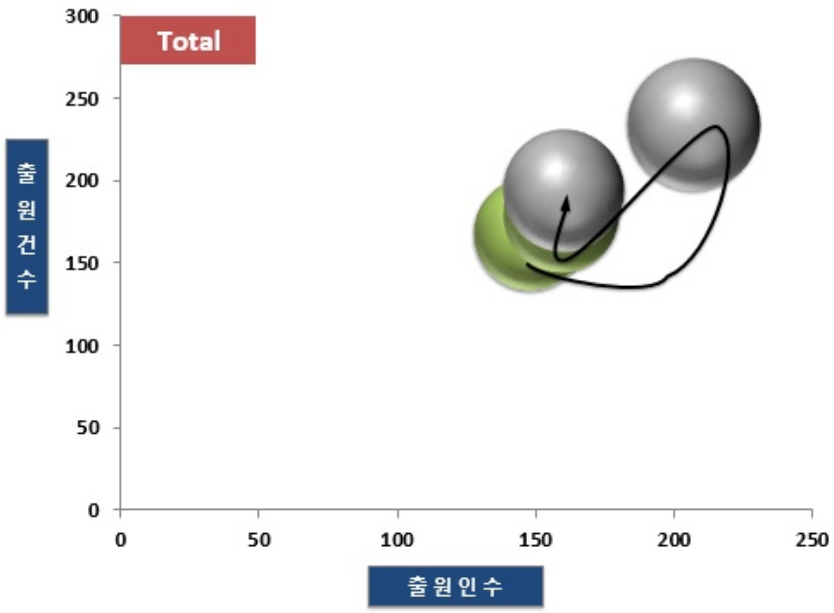
장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 산업분야 특성과 특허 동향 결과의 부합 정도:

장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술은 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA), 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법(AB), 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC), 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안(AD), 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)을 포함하는 것으로, 최근 분석구간에서 한국 출원이 증가한 양상을 볼 때, 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술에 대한 니즈가 증가하고 있는 것으로 판단할 수 있음. 일본의 경우, 분석구간 초기에는 활발한 특허 활동을 보였으나, 경제 불황 이슈로 인해, 2008년 이후 출원이 저조한 기술 흐름 경향을 나타내고 있음

주목해야 할 출원 기관 및 기업: 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술과 관련하여 한국의 최근 다출원기관인 한국건설기술연구원, Bravo Varezera, Ricardo Giovino, IG CREATIVE SOLUTIONS, INC. 주식회사 원종합엔지니어링 HASEKO CORP,. ANTON GARCIA-ABRIL RUIZ 등 기관 및 기업의 출원 활동이 두드러지는 것으로 나타나, 이후 출원인 분석 시 참고할 필요가 있음

한국(KIPO)의 특허기술적 위치: 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술과 관련하여 한국은 46%의 특허기술을 출원하고 있으며 특히 최근 구간에서 미국과 함께 출원 상승세를 유지하고 있어 정량적인 측면에서는 상당 부분 기술개발을 주도하고 있는 것으로 판단됨. 단, 이후 주요 출원기관의 특성 및 특허 건별 심층분석 결과와 함께 종합적으로 판단하는 것이 요구됨

마. 세부기술별 특허기술 성장단계



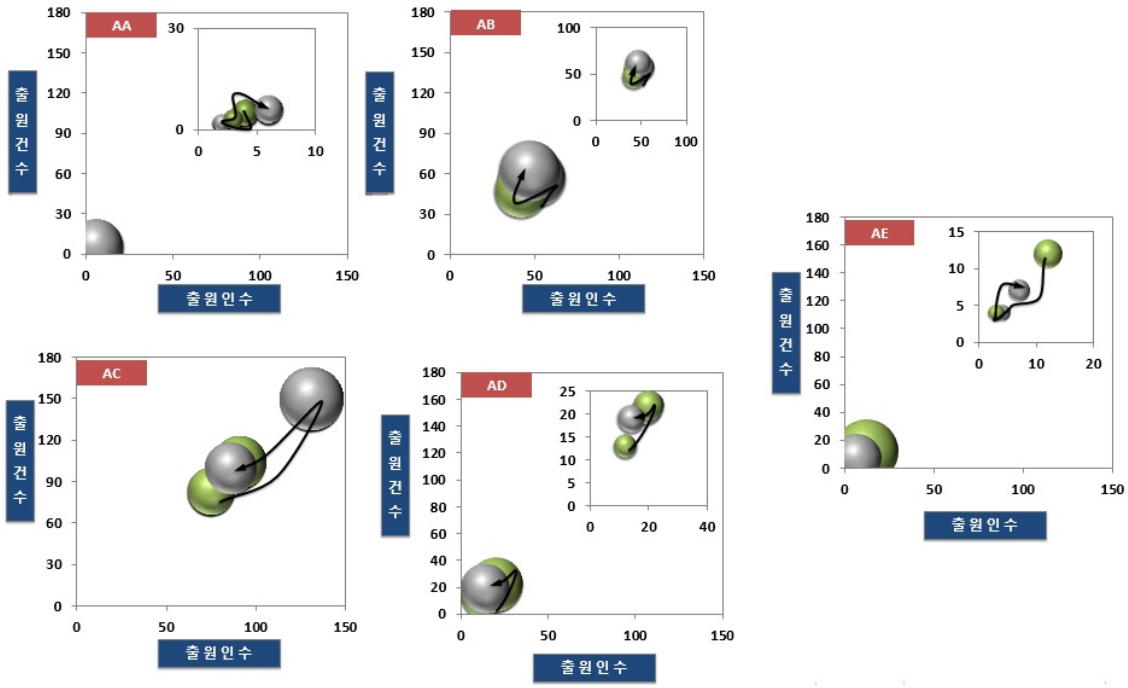


그림 3-55 세부기술별 특허기술 성장단계

○ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획기술(TOTAL)의 세부기술별 특허기술 성장 단계를 분석한 결과, 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)의 성장단계는 그래프 상에서 미미하나 출원건수 및 출원인수가 증가하는 추세를 나타내고 있음. 1구간에서 2구간까지의 출원건수 및 출원건수가 감소하는 양상을 보였으나, 3구간에서 최근구간인 4구간에서 출원건수 및 출원인수가 소폭 증가하고 있는 것으로 나타나, 전체적인 추세는 태동기 단계인 것으로 판단됨

바. 소결

표 3-21 특허동향분석 결론

구분	세부 결론
특허기술 Landscape	**[주요 국가별 연도별 출원동향]** - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 특허 출원 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 1999년부터 2006년까지 급격한 성장세 이후 감소하는 양상을 보였으나, 최근구간에서 출원이 증가하는 경향을 보이고 있음. 이는 최근 장수명 주택에 대한 관심도가 증가하여 기술개발이 진행되고 있음을 반영함. - 국가별 점유 현황을 살펴보면, 한국(KIPO) 398건(51%), 미국(USPTO) 127건(16%), 일본(JPO) 151건(20%), 유럽(EPO) 100건(13%)의 특허가 출원되어, 본 기술은 한국이 가장 많은 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타남 - 한국은 분석구간 초기부터 2000년대 중반까지 일본에 비해 다소 적은 출원 활동이 이루어졌으나, 2004년 이후 눈에 띄는 성장세를 나타내어, 전체 주요 출원국 중에서 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술을 주도하고 있는 것으로 나타남
	[주요 국가별 내·외국인 출원동향] - 주요 출원국 내·외국인 특허출원현황을 살펴보면, 한국(KIPO)의 경우, 내국인의 출원 비중이 98%에 달하는 것으로 나타나 자국 중심의 출원 경향이 강한 것으로 나타남. 외국인의 출원은 주로 일본에 의해 주도되고 있는 것으로 나타남. 대부분의 주요 출원국은

구분	세부 결론
	자국 중심의 출원 경향이 강한 것으로 나타남 - 한국 시장에 진입한 외국인의 출원은 주로 일본에 의해 주도되고 있는 것으로 나타나, 한국 국내 시장에 대한 일본 기업들의 관심도가 높은 것으로 사료됨 - 한국(KIPO)에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 전체 구간에서는 일본 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 칠레, 캐나다, 영국 등 국적의 출원인이 한국 내 특허를 출원하였음
	[특허기술 성장단계] - 전체특허의 구간별 동향을 살펴보면, 1구간(1999년~2003년)부터 2구간(2004년~2008년)까지는 출원건수 및 출원인수의 증가 폭이 크게 증가하고 있으나, 2구간(2004년~2008년)부터 3구간(2009년~2013년)까지 출원건수 및 출원인수 모두 소폭 감소하는 양상을 보이다가, 3구간(2009년~2013년)부터 최근구간인 4구간(2014년~2018년)까지 출원건수 및 출원인수 모두 증가하고 있는 것으로 분석됨 - 주요시장국 중 한국에서의 활발한 특허 활동이 전체 동향에 큰 영향을 끼친 것으로 분석됨
출원인 분석	**[주요 출원인 현황]** - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술과 관련하여 주요 출원인 상위 20개를 분석한 결과, 한국의 한국건설기술연구원이 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 ASAHI KASEI HOMES CO, SEKISUI HOUSE LTD 등이 해당 기술에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 또한, 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술은 다출원 기준으로 한국이 주도하고 있는 것으로 파악되며, 한국 기관 및 기업은, 대한주택공사, 삼성물산, 대림산업, 주식회사 씨밀레테크, 포스코건설, 이 건 종합건축사사무소, 포항산업과학연구원, 주식회사 원종합엔지니어링, 에이치디씨 주식회가 다출원 기준 순위 내 진입하고 있음
	[주요 출원인 출원동향] - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술에 대한 주요 출원인별 주력하는 세부기술 분야를 살펴보면, 다출원인 1위로 랭크된 한국의 한국건설기술연구원은 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 기술(AC) 분야를 중심으로 한국에서만 특허 출원을 진행하고 있으며, 해외 시장에는 진출하지 않은 것으로 파악됨. 특허 출원 증가율은 이전구간 대비 183% 증가하여 앞으로의 기술동향을 주시해야 할 필요가 있음
세부기술별 Landscape	**[세부기술별 특허동향]** - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술(전체) 관련한 776건(100%)의 특허출원건수 중 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)은 16건(2%), 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법(AB)은 221건(29%), 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)은 437건(56%), 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안(AD)은 75건(10%), 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)은 27건(3%)으로 각 세부 기술별 출원비중을 파악할 수 있음. 전체 세부 기술 중 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법(AC)과 관련된 특허의 비중이 상대적으로 높은 것으로 나타남
	[세부기술별 특허기술 성장단계] - 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획(AA)의 성장단계는 그래프 상에서 미미하나 출원건수 및 출원인수가 증가하는 추세를 나타내고 있음 - 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)의 성장단계는 그래프 상에서 출원건수 및 출원인수 모두 소폭 증가 또는 유지되고 있는 양상을 보이고 있어 성장기 말기인 것으로 파악됨. - 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC)의 성장단계는 그래프 상에서 1구간부터 2구간까지는 출원건수 및 출원인수가 급격하게 증가하는 양상을 보였으나, 이후 최근구간까지 출원건수 및 출원인수가 감소하고 있는 것으로 보여 해당 기술이 성숙기에 접어든 것으로 판단되나, 이후 다시 출원인수 또는 출원건수가 증가되는 재성장 양상을 보일지 여부에 대해 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료됨. - 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)의 성장단계는 그래프 상에서 1구간부터 2구간까지는 출원건수 및 출원인수가 급격하게 증가하는 양상을 보였으나, 2구간부터 3구간까지 출원건수 및 출원인수가 유지되고, 이후 최근구간까지 출원건수 및 출원인수가 감소하고 있는 것으로 보여 해당 기술이 성숙기에 접어든 것으로 판단되나, 이후 다시 출원인수 또는 출원건수가 증가되는 재성장 양상을 보일지 여부에 대

구분	세부 결론
	해 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료됨. - 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)의 성장단계는 그래프 상에서 미미하나 출원건수 및 출원인수가 증가하는 추세를 나타내고 있음 **[세부기술 주요 출원인 분석]** - 장수명 주택 사업모델 및 POE 기획 (AA)과 관련하여 일본 국적의 SEKISUI CHEMICAL IND KK의 출원인이 가장 많은 건수를 기록하였으며, 그 뒤를 이어 한국의 대림산업, 일본의 MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD 등이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 한국 및 일본이 주도하고 있는 것으로 파악됨 - 장수명 주택 구조 기술 및 공·구법 (AB)과 관련하여 한국의 한국건설기술연구원이 가장 많은 출원 건수를 기록하고 있으며, 그 뒤를 이어, 미국의 IG CREATIVE SOLUTIONS, INC. 일본의 SEKISUI HOUSE LTD, 한국의 대한주택공사 등이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 한국이 주도하고 있는 것으로 파악됨 - 장수명 주택 주요인필 핵심 기술 인필 부품구성 설치를 위한 공·구법 (AC)과 관련하여 한국의 한국건설기술연구이 가장 많은 특허 건수를 기록하고 있으며, 그 뒤를 이어 일본의 ASAHI KASEI HOMES CO, 한국의 대한주택공사, 삼성물산, 포항산업과학연구원 등이 최다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 한국이 주도하고 있는 것으로 파악됨 - 인필 기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 실·검증 방안 (AD)과 관련하여 한국 국적의 한국건설기술연구원, 주식회사 씨밀레테크, 대림산업, 삼성물산, 씨앤에이치홈, 지에스건설, 두산건설, 일본의 ASAHI KASEI HOMES CO, SEKISUI HOUSE LTD이 최다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 한국이 주도하고 있는 것으로 파악됨 - 인필 구매 마켓 유통 플랫폼(AE)과 관련하여 일본 국적의 SARA:KK, ASAHI KASEI HOMES CO. ALECS JAPAN CO LTD, 한국의 주식회사 이노넥스트, 주식회사 한샘이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 일본이 주도하고 있는 것으로 파악됨



특허동향분석 결론
- 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술의 특허 출원 동향을 살펴보면, 거시적인 관점에서 1999년부터 2006년까지 급격한 성장세 이후 감소하는 양상을 보였으나, 최근구간에서 출원이 증가하는 경향을 보이고 있음. 이는 최근 장수명 주택에 대한 관심도가 증가하여 기술개발이 진행되고 있음을 반영함. 뿐만 아니라, 한국의 각 기업, 연구기관에서 해당 분야에 많은 관심 및 연구개발이 진행 중인 것으로 분석됨 - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술에서 각 국의 특허출원 현황을 살펴보면 한국이 전체 분석대상 국가 출원 규모의 51%를 차지하여 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 기술은 한국이 주도하고 있는 것으로 나타나며, 한국의 뒤를 이어 일본이 전체 분석대상 국가 출원 규모의 29%를 차지하고 있으며, 미국은 전체의 16%를 차지하고, 유럽은 13%를 차지하고 있는 것으로 나타남 - 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획기술의 성장단계는 최근구간에서 출원건수 및 출원인수가 증가하고 있어 원천기술을 이용하여 최근 기술 트렌드 및 신규 아이디어 등에 부합하는 기술이 개발되어 시장이 재형성되는 단계인 회복기로 판단될 수 있음

(2) 논문동향분석

- 국내 건설 분야에서 장수명 주택과 인필에 관련한 연구 경향을 파악하기 위하여 최근 6년 이내 국내 연구문헌을 분석하였음.
- 유관 국내 연구는 대한건축학회, 대한설비공학회, 한국주거학회, 한국건축친환경설비학회 등에서 발간하는 학술지와 Web-Site(DB-pia, google-scholar)에서 논문을 수집함.
- 최근 6년 이내(2016~현재) 장수명 주택 관련 연구들은 대부분 2단계 비용절감형 장수명 주택 연구단의 내용이 주를 이루고 있음.

가. 장수명 성능(내구성·가변성·수리용이성 등) 관련 - 34건

저자 및 년도	연구제목	내용
강지연 (2021)	탄소배출량 분석을 통한 장수명 주택의 친환경성 분석	· 장기간동안 장수명 주택과 일반주택의 시공단계 탄소배출량 비교
유재우 (2021)	부산지역 노후 시영아파트 재생을 위한 장수명 개념 적용 연구 계획	· 장수명 개념 확장을 위한 부산지역 경사지 노후주거지 적용방안
양효정 (2021)	장수명 주택설계 현장 적용 현황	· 민간건설사 공동주택 장수명 주택 설계 사례 소개 - 신동백 두산위브더 제니스
김수암 (2021)	비용절감형 장수명 실증주택의 내용과 성과 그리고 향후 계획	· 국책과제 비용절감형 장수명 주택 연구성과 소개
박준호 (2021)	장수명 주택 실증단지 골조공사 생산성 및 공정분석	· 비용절감형 장수명 주택 실증단지 골조 공사 시공 모니터링을 통한 생산성 및 공정 분석
김수암 (2020)	장수명 실증주택 홍보세대 계획 개념과 기술	· 비용절감형 장수명 주택 실증단지 홍보주택 대상으로 실증된 가변성 개념과 기술 설명
김수암 (2019)	장수명 실증주택의 의미와 향후 방향	· 비용절감형 장수명 주택 실증주택의 의미와 향후 방향 검토
강지연 (2019)	비용을 고려한 장수명 주택 기본 및 실시설계 가이드라인 제시	· 비용절감형 장수명 주택의 가이드라인 소개
송상훈 (2019)	생애주기비용 산정을 통한 장수명 주택의 장기 경제적 효과 분석	· 장수명 주택의 생애주기 비용 분석을 통한 경제적 효과 파악
강유나 (2019)	장수명 주택 성능실험 시범주거 구축 사례와 활용	· 비용절감형 장수명 주택 실증단지 시범주거의 성능검증 및 프로그램 활용 소개
왕우철 (2019)	세대분리를 고려한 장수명 주택 평면계획	· 장수명 주택 거주자 요구시 세대분리가 가능한 평면개발 및 검증
정준수 (2019)	단선격자 기반의 장수명 공동주택 세대평면	· 장수명 주택 세대평면을 단선격자로 설계하기위한 가이드라인 설명

저자 및 년도	연구제목	내용
	설계가이드 제언	
박효은 (2019)	장수명 주택 가변 아이디어 공모에 나타난 공간 변화 연구	· 비용절감형 장수명 주택 실증단지 홍보세대 당선작 분석을 통해 새로운 주거 요구에 맞는 가변 기술 개발 및 분석
왕우철 (2019)	공간의 가변을 고려한 장수명 주택 평면계획 연구	· 건축계획적 측면에서의 장수명 주택 단위주호 공간의 가변성을 높일 수 있는 새로운 평면안 제시
송상훈 (2019)	장수명 주택 인증등급 변화에 따른 공사비 변동 분석	· 장수명 주택 실증사업 대상으로 다양한 이증등급 아파트를 계획하고 실제 투입되는 공사비를 산정하여 변동폭을 분석함,
박효은 (2018)	장수명 주택 가변성 확보를 위한 성능실험관 구축 사례	· 장수명 주택 실증사업의 성능실험관 구축 사례 소개
홍구표 (2018)	공동주택에 적용가능한 건식 외벽시스템 시공에 따른 단열성능 검토	· 개발한 공동주택 건식외벽시스템의 장수명 주택 실증사업 적용하기 위한 단열성능 검토
강지연 (2018)	시공단계를 고려한 장수명 주택의 설계 체크리스트 항목 도출	· 장수명 주택 설계 가이드라인의 장수명 주택 시공 모니터링 항목 도출
하영선 (2017)	BIM 기반 장수명 공동주택 유지관리 체계 구축 전략	· 주택을 100년이상 사용할 수 있도록 BIM기반 유지관리 시스템 구축
전권식 (2017)	공공임대주택에서의 장수명 시스템 적용사례	· 인천검단에 적용된 공공임대주택 장수명 주택 사례 소개
김수암 (2017)	공동주택 서포트의 수용력에 영향을 미치는 요소 분석	· 생활의 다양성과 변화를 수용하기 위한 서포트의 수용능력에 영향을 미치는 물리적 요소 검토
강지연 (2017)	장수명 주택 보급모델의 가변성능확보를 위한 계획요소 도출	· 소비자들의 요구도와 기술 수준을 바탕으로 침실통합, 부엌이동, 세대분할, 3가지 가변기능을 갖춘 장수명 주택 보급모델 제시
강지연 (2017)	장수명 주택의 지하공간활용 최적화 구조계획기법	· 지하공간의 공간활용도를 높여 장수명 주택의 공사비 절감효과 검토
강지연 (2017)	세대분리를 고려한 장수명 주택 보급모델의 공사비 분석	· 세대내 가변성의 하나로서 세대분리를 고려한 장수명 주택 보급모델 제시
박효은 (2016)	가변성 중심의 국외 오픈하우징 계획 요소	· 주거생활 변화에 따른 가변성의 대안을 국외 사례 중심 도출하여 가변성 계획시 반영될 수 있는 계획요소 모색
강지연 (2016)	세대분할을 고려한 장수명 주택 보급모델의 계획요소 도출	· 거주자가 세대분할이 필요한 시기에 세대분할이 가능하도록 계획된 장수명 주택 보급모델 제시
강지연 (2016)	수리용이성을 고려한 공동주택의 PS공간 계획	· 공동주택 전용과 공용배관공간을 구분하여 설치햇을 때 단위세대 면적에 미치는 영향 분석
박지영 (2016)	장수명 주택 요소기술을 반영한 공정계획 수립	· 장수명 주택 요소기술 특성 분석을 통해 장수명 주택 공정특성 파악
강지연	장수명 주택 인증제도	· 장수명 주택 실증단지 단위세대 59㎡대상으로 개발한 장

저자 및 년도	연구제목	내용
(2016)	등급별 보급모델 제안	수명 주택 등급별 보급모델 제안
강지연 (2016)	장수명 공동주택 물사용 공간 가변에 따른 검토 요소	· 공동주택 물사용공간의 가변가능성에 대한 건축적, 설비적 측면 검토
이동건 (2016)	장수명 주택의 특성을 반영한 공정계획 수립방안	· 장수명 주택과 장수명 요소기술의 특성 분석을 통하여 장수명 주택 요소기술 적용에 따른 공정계획 수립
송상훈 (2016)	장수명기술 적용에 따른 공동주택 공사비 영향분석	· 장수명 주택과 일반주택의 공사비 평가
강지연 (2016)	장수명 주택 인증제도의 가변성 등급 제안	· 장수명 주택의 평가항목에 따른 가변성 등급 제안

나. 부품 및 모듈(인필) 관련 논문

* AURI 홈페이지 / 2014-2021 / 키워드 : 장수명, 인필 (47건)

저자 및 년도	연구제목	내용
강유나 (2020)	장수명 주택 실증단지 인필기술의 현장 작업 특성 분석	· 최근 준공한 장수명 주택 실증사업의 세대 내 마 감공사에 적용된 인필기술의 작업 특성을 검토. 이를 위해 시공성 모니터링을 위한 계획 및 절차를 수립하고 실시간 모니터링을 장수명 주택 실증단지 인필기술의 현장작업 특성 분석을 통해 수집된 데이터를 바탕으로 인필기술의 생산성을 분석. 또한 인필기술의 효율적 적용을 위해 품질과 시공 측면에서 개선에 요구되는 사항을 정리.
김수암 (2019)	장수명 실증주택 인필 시공: 이론과 현실적 한계	· 장수명 주택에 대한 이론적인 측면과 실제 시공현장에서 어떤 상황으로 전개되었는가를 중심으로 살펴봄으로써 향후의 방향과 개선점을 고찰
서동구 (2019)	장수명 주택에 적용되는 건식바닥의 성능평가에 관한 연구	· 장수명 주택에 적용되는 건식바 닥의 성능항목에 대해서 고려될 수 있는 성능평가 내용 을 종래에 작성되었던 성능기준을 고찰하고, 새롭게 추가 될 수 있는 성능기준의 개선을 통하여 건식바닥 성능기준 마련에 기초자료를 제시
서동구 (2018)	천장 인필시스템에 따른 장수명 주택 경량벽체의 성능실험에 관한 연구	· 스터드를 인장력으로 고정하는 석고보드 복합패널에 대해 천장 보강방법에 따른 정적 수평하중저 항성 및 연질충격체에 의한 내충격성 실험을 실시하여 특수한 경우의 벽체 안전성에 대한 기초적 자료를 제공
이종호 (2018)	장수명 주택 인필 벽체의 부착물에 대한 하중저항성에 대한 연구	· 현장실험을 통하여 장수명 주택 인필 중 세대내 벽 체의 부착물에 대한 하중저항성 시험을 실시하고 그 성능수준을 확인
서동구 (2017)	비내력 경량벽체의 문 반복개폐에 따른 충격저항성에 관한 실험적	· 이러한 현상 등에 대하여 BS 5234-2:1992 및 새로운 문충격저항성 방법에 대 한 실험 실시

	연구	
김수암 (2017)	공동주택 서포트의 수용력에 영향을 미치는 요소 분석	· 서포트의 수용력을 중심으로 하여 영향을 미치는 요소에 대하여 검토. 장수명 주택의 가변성 있는 공간을 계획하는데 필요한 자료를 제공할 수 있도록 생활의 다양성과 변화를 수용하기 위하여 서포트가 가져야할 수용능력에 영향을 미치는 물리적 요소를 정리하고, 각 요소별로 검토해야 할 내용을 기술하고 종합정리.
정준수 (2017)	천장-바닥 결합형 패널건식벽체 설계 및 제작	· 기존제품 대비 단순하고 경량화된 패널형 건식벽체의 개발을 위해 MC기반 설계적용 및 제작과정을 제시함으로써, 향후 인필벽체 제작업체의 개발아이디어에 영향을 주는 것.
왕우철 (2016)	장수명 주택 인증기준별 최적화를 위한 Infill 연구	· 장수명 주택에 적용되는 Infill 의 특성에 따라 시공비의 편차를 감안하여 장수명 주택 시공시 비용상승을 최소화한 Infill의 최적화 방안 및 시나리오를 제안
왕우철 (2016)	장수명 주택 리모델링을 고려한 Infill개발 연구	· 장수명 주택의 보급 및 활성화를 위해 장수명 주택의 리모델링을 고려한 Infill을 개발
황은경 (2016)	현장실험(Mock-Up)을 통한 장수명 주택 인필 시스템의 차음성능에 관한 연구	· 장수명 주택 인필시스템의 다양한 성능 중 차음성능에 대해 우선적으로 검토하고, 시험결과가 성능기준에 부합하는지 분석하여 추후 인필시스템의 성능기준의 개발을 위한 기초자료를 제공
왕우철 (2016)	수선교체가 용이한 간막이 벽체시스템 개발 연구	· 연구의 범위를 장수명 주택 내 Infill 중 세대내벽체로 한정하였으며 기존 공동주택의 세대내 벽체 시공방법 및 수선방법을 파악. 세대 내벽체의 수선 및 교체 시 변경이 가능하도록 m-bar 및 캐링채널을 이용하여 간막이벽체의 접합부를 착탈할 수 있는 방법을 검토. Infill벽체의 가변 및 수선을 위해서는 슬라브와 벽체의 분리가 필요하기 때문에 벽체가 슬라브에 직접 고정하는 방식이 아닌 교체가 가능한 벽체시스템 연구를 진행.
서동구 (2016)	장수명 주택의 인필 성능기준 구축을 위한 내구성 시험에 관한 연구	· 장수명 주택의 인필 성능기준을 구축하기 위하여 주요인필(천장-벽체-2중바닥)에 대하여 정적수평하중저항성, 내충격성(경질)의 내구성 시험을 수행함으로서 향후 인필 성능기준 마련의 기초자료로 제시
최정민 (2016)	거주자 특성에 따른 가변형 주택의 공간 선호도 분석	· 장수명 주택을 구현하기 위해 중요 한 요소인 가변형 공간계획(설계)으로 연구범위를 한정하고, 특히 아파트 주호내 가변형 공간의 계획과 설계에 필요한 정량적인 기초정보를 얻는 것
왕우철 (2016)	MC설계를 적용한 장수명 주택 인필의 계획특성에 관한 연구	· 장수명 주택 보급 및 활성화를 위해 인필 간의 연계 시 정합기준 및 계획특성을 고찰
송상훈 (2016)	Developing Technology Influence Matrix to Support Decision-making for Long-life Housing	· This study aimed to suggest the technology influence matrix(TIM) to support decision-making of element technologies in planning stage of long-life housing.

	Planning	
장활제 (2016)	현장 실험(Mock Up)을 통한 장수명 주택 인필로서의 세대내 경량벽체 수평하중저항성에 관한 연구	· 이론적 고찰을 통하여 장수명 주택 인필로서의 경량벽체의 개념 및 요구성능을 파악하고, 이들 요구성능 중 가변성 요구가 높은 세대내 벽체를 중심으로 우선 검증이 필요한 수평하중저항성에 대한 성능평가를 위해 현장실험(Mock-Up)을 통하여 성능설계 기초자료로 제공
이종호 (2015)	장수명 주택 인필 벽체의 물체지지력에 대한 연구	· 인필(천장재, 바닥재, 벽체)로 구성된 Pilot-Test Bed를 구축하였으며 설치된 인필벽체의 성능을 도출한 후 분석
왕우철 (2015)	장수명 주택 인증기준을 적용한 평가등급별 인필에 관한 연구	· 장수명 주택 인증기준의 평가등급을 분석하여 장수명 주택 계획시 적용할 수 있는 인필의 계획특성을 도출
임석호 (2014)	비용절감형 장수명 주택의 인필시스템을 위한 설계표준화 개발 연구	· 비용절감형 장수명 주택의 내부공간을 구성하는 인필시스템을 구축하는 연구로서 이중바닥, 벽체, 천장재 등이 주요 대상이며 천장재, 바닥재, 세대간 경계벽, 세대 내벽(고정/가동) 등에서 설계표준화 적용을 통하여 정확한 실의 안목치수를 확보하고 이를 통해 Infill 부품의 표준화 및 규격화를 도모
이용규 (2014)	일본 SI주택 인필 계획의 현황과 전망	· 일본 SI주택 인필 계획의 현황과 전망

다. 제도(보급·확대) 관련 논문

* AURI 홈페이지 / 2014-2021 / 키워드 : 장수명+제도(76건) & 장수명+정책(28건)

저자 및 년도	연구제목	내용
김은영 (2019)	장수명 주택 인증제도 평가항목 개선을 위한 영향요인별 척도 조사	· 그간의 장수명 인증제도의 양호등급 이상의 득점 기피 원인 등을 파악하고 인증제도 항목별 영향요인의 척도조사를 통하여 장기적인 관점에서 인증제도 평가항목의 개선을 위한 근거자료로 사용
강지연 (2019)	장수명 주택 인증제도의 용적률 인센티브 실효성 분석	· 장수명 주택 우수·최우수 등급에서 선택가능한 라멘 구조(가변성 필수①), 층고상승(가변성 선택②), 건식이중 바닥(가변성 선택③)은 층고상승이 동반되기 때문에 용적률 완화 인센티브를 받아도 실질적으로는 효과가 미비함을 알 수 있음.
송상훈 (2019)	생애주기비용 산정을 통한 장수명 주택의 장기 경제적 효과 분석	· 장수명 주택의 건설에서부터 해체까지 수명주기 동안 이루어지는 신축, 사용, 재건축, 리모델링 등을 정해진 분석기간 내에서 반복하는 다양한 시나리오를 구성하고, 그로부터 발생하는 총비용을 산출. 또한 동시에 비장수명 주택에 대해서도 수명주기 동안 발생하는 비용을 산출하여 장수명 주택의 생애주기 비용과 비교함으로써 장기적

		인 관점에서 장수명 주택이 제공할 수 있는 상대적인 경제적 효과를 파악
김은영 (2018)	장수명 주택 인증 평가항목 득점현황 분석 연구	· 장수명 주택 인증제도 도입 이후 현재까지의 인증사례를 통하여 득점현황을 분석. 이를 통하여 인증등급 저조 원인 및 문제점을 파악하고 개선방향을 모색
김은영 (2017)	장수명 주택 인증제도 개선을 위한 전문가 의견조사 연구	· 장수명 주택 인증제도의 현황 및 문제점을 살펴보고 관계 전문가 의견조사를 통하여 인증제도의 개선방향을 도출
이석용 (2017)	장수명 주택 인증제도 활성화를 위한 중요도 조사 및 개선방안에 관한 연구	· 그 결과 '인센티브 미흡' 항목이 먼저 개선되어야 함을 알 수 있었고, 이를 개선하기 위해서는 등급에 따라 인센티브를 차등화해야 한다고 제안
김주희 (2017)	한국과 일본의 공동주택 리모델링 관련 제도비교	· 일본의 공동주택 리모델링 특성 및 제도의 각 항목별 상세 분석을 통하여 한국의 공동주택 리모델링 사업의 방향의 시사점을 도출하고 실증 사례검증을 추가연구로 수행
양현정 (2017)	리모델링 성능평가를 위한 1차 제도화 항목 설정	· 리모델링 성능등급을 평가하기 위한 1차 제도화 항목 설정 결과를 도출. 항목설정을 위하여, 선행연구를 통하여 기존 건축물의 성능평가방법에 대해 국내외 사례를 분석 조사하였으며, 국내 주택성능등급 표시제도의 신축성능평가의 구성 체계를 바탕으로 국내 리모델링 건축물의 특성 분석을 반영하여, 평가가 가능한 전체 항목을 도출
김은영 (2017)	장수명 주택 인증제도 현황 및 저해요인을 통한 활성화 방향 설정 연구	· 장수명 주택의 현황을 조사하여 저해요인을 도출한 후 장수명 주택 인증제도를 활성화할 수 있는 방향을 설정
강지연 (2017)	장수명 주택 보급모델의 가변성능확보를 위한 계획요소 도출	· 소비자들의 요구 도와 기술수준을 바탕으로 침실통합, 부엌이동, 세대분 할, 3가지 가변기능을 각각 갖춘 장수명 주택 보급모델 을 제시하고, 계획 시 반영해야할 설계요소에 대해 분석
강지연 (2017)	세대분리를 고려한 장수명 주택 보급모델의 공사비 분석	· 세대내 가변성의 하나 로서 세대분리를 고려한 장수명 주택의 보급모델을 제시. 향후 거주자가 필요할 때 세대분리가 가능하도록 계획 시 반영해야할 설계사항과 이로 인해 상승되는 공사비를 분석하여 장수명 주택의 보급화를 위한 기초자료를 제공
정윤혜 (2017)	장수명 주택 인필 정보시스템 구축에 관한 기초 연구	· 인필 분류 체계 및 상세 정보에 대하여 실무자 설문조사를 통해 보다 실효성 있는 정보 분류체계를 마련함으로써 인필 정보시스템 제공을 위한 기초자료로 활용
강지연 (2016)	세대분할을 고려한 장수명 주택 보급모델의 계획요소 도출	· 거주자가 세대분할이 필요한 시기에 세대분할이 가능하도록 계획된 장수명 주택 보급모델을 제시. 이 때 각 세대의 독립적 생활을 위해 고려해 야 할 계획요소들을 도출
강지연 (2016)	수리용이성을 고려한 공동주택의 PS공간 계획	· 현재 공동주택의 PS 현황을 살펴보고, 공용과 전용배관공간을 구분하여 각각 공용부와 전용부에 설치했을 때, 공사비와 연관된 단위세대 면적에 미치는 영향을 알아봄
우수진 (2016)	장수명 주택 품질 수준 향상을 위한 인증제도 개선	· 장수명 주택의 품질 수준향상을 위하여 인증제도의 내구성, 가변성, 수리용이성의 각 항 목에 대한 평가기준 및

	연구	제도의 문제점을 도출하여 인증제도 개선방안을 마련
최진화 (2016)	국내 장수명 주택 인증제도의 실태분석 및 개선방안 연구	· 지속적인 장수명 주택 활성화를 위해서 현재 시행중이지만 아직은 도입기인 장수명 주택 인증제도의 실태를 분석하고 인증제도 개선 등을 통하여 점차 안정적인 인증제 확립방안을 제시
강지연 (2016)	장수명 주택 인증제도 등급별 보급모델 제안	· 실제 LH공사에서 2016년 착공예정인 장수명 주택 실증단지 단위세대 59㎡를 대상으로 개발한 장수명 주택 등급별 보급모델을 구현
강지연 (2016)	장수명 주택 인증제도의 가변성 등급 제안	· 장수명 주택 인증제도가 활성화되기 위해서는 평가항목별로 단순히 달성하기가 쉽고 비용이 싼 항목이 아닌, 적정한 수준의 항목들로 이루어진 등급 제시가 필수적. 특히 가변성은 거주자의 의사반영이 필요한 항목들로 구성되어 있어 등급결정시 공간가변기술 뿐 아니라 거주자들의 요구를 반영하는 것이 필요
박지영 (2016)	비용절감형 장수명 주택의 등급별 모델 개발	· 장수명 주택 실증단지 구축을 위한 핵심적용기술을 살펴보고, 장수명 주택 보급확대를 위한 저층부 특화계획을 고찰하여 장수명 주택 적용기술의 기초자료를 제공
김은영 (2016)	장수명 주택 관계자별 인센티브 부여 방향 설정에 관한 연구	· 장수명 주택 관계자인 건설사, 주택소유자, 인필(Infill) 부품 생산자, 설계자별로 장수명 주택에 대한 비용증가 원인 및 필요항목을 도출. 또한 도출된 항목을 토대로 장수명 주택 보급을 위한 인센티브부여방향을 설정.
김은영 (2016)	장수명 주택 인필 시장 활성화 방향설정에 관한 연구	· 장수명 주택 인필 시장 활성화를 위한 방안이 필요함에 따라 본 연구에서 기술적, 제도적 측면에 대한 활성화 방향을 설정
김은영 (2016)	장수명 주택의 인필 시장 활성화 방안 연구	· 본 연구의 목적은 장수명 주택 인필 시장의 확대를 위하여 인필의 기술적, 제도적 활성화 방향을 설정
황은경 (2015)	장수명 주택 인증제도 개선방향 설정을 위한 공동주택 수요자 인식도 조사에 관한 연구	· 장수명 주택에 대한 소비자의 인지도에 영향을 미치는 요인을 파악하고, 장수명 주택 인증제도에 대한 설문조사를 실시하여 장수명 주택 활성화 및 인증제도 개선방향 설정을 위한 기초자료를 제시
김수암 (2015)	장수명 주택 인증제도의 내용과 특성	· 장수명 주택 인증제도의 발전을 위한 연구의 첫번째 단계로서 장수명 주택 인증제도의 내용과 특성에 대하여 정확하게 인식하기 위한 것을 목적. 나아가서 본 연구를 바탕으로 일본 장수명 주택 인정제도와 비교를 통한 구체적인 특성을 재인식하고, 인증제도 실행 과정에서 나타나는 문제점을 수렴하고 실증을 통한 실무상의 문제점과 비용을 검증하여 국내실정에 적합한 제도의 정착할 수 있도록 하는 것을 궁극적인 목표
김아현 (2015)	세대분할을 고려한 장수명 주택 보급모델의 설계사항	· 장수명 주택의 등급별 성능요건을 제시하고, 우수, 최우수 등급의 성능요건인 세대분할을 위해 고려해야할 설계사항들을 살펴봄. 주택법시행령 “세대구분형 공동주택”에서 요구되는 법적사항과 세대구분형 아파트 거주자를

		대상으로 설문 조사한 연구문헌, 현재 주택구매예정자를 대상으로 한 설문결과를 바탕으로 분석
박지영 (2015)	장수명 주택 실증단지 구축을 위한 설계와 적용 방향	· 기존 장수명 주택의 인증등급 을 확인해 보고, 이를 통해 장수명 주택 실증단지의 인증등급별 설계요소 검토를 위한 인증평가 항목과 장수명 주택 핵심요소기술을 파악하여 장수명 주택 인증등급별 구현방안을 검토
우수진 (2015)	장수명 주택 인증제도의 활성화를 위한 개선방안 모색	· 장수명 주택 인증제도의 현황을 살펴보고 이에 따른 문제점을 도출 및 분석을 통하여 향후 장수명 주택 인증제도를 활성화하기 위한 개선방안을 모색
강지연 (2015)	장수명 인증제도의 보급모델 개발 방향	· 본 취지대로 주택을 장기간동안 사용하기 위해서 장수명 주택의 기본성능요건을 분석해보고, 이에 적합한 인증제도의 항목들을 선택해 최적보급모델을 제시
김수암 (2015)	장수명 주택 인증제도 한일 비교 분석	· 한일간의 장수명 주택 인증(인정)제도를 비교하여 유사점과 차이점을 분석함으로써 시사점을 얻고, 나아가서 우리나라 장수명 주택 인증제도의 발전방향을 모색할 필요. 기초적인 작업으로 한국과 일본 장수명 주택 인증제도의 전체적인 틀을 비교 분석
황은경 (2014)	인필 인증제도 도입을 위한 기초 연구	· 기존 인필 관련 연구 및 관련 제도 분석을 통하여 현 국내 인필 수준을 파악함으로써 향후 인필 인증제도 도입 및 활성화를 위한 기초자료로 활용
이현수 (2013)	장수명 주택의 활성화 방안에 관한 연구	· 장수명 주택의 장점과 특성을 제시하고 관련된 법과 제도를 분석하여 현재 장수명 주택 활성화의 문제점을 도출. 또한 현존하는 법제도의 한계와 문제점을 바탕으로 개선점과 장수명주 택의 활성화 방안을 제시
김수암 (2012)	일본 장수명 주택의 전개에 관한 연구	· 일본의 장수명 주택에 대한 정책의 전개와 발전방향을 고찰하고 시사점 도출

2.5. 선행연구 과제(유사과제) 분석

1. 내구성 및 가변성을 가지는 장수명 공동주택 기술개발

구 분	내 용
개 요	· 2004, 한국건설기술평가원 첨단도시개발사업
개발내용	○ 장수명 공동주택 표준모델 및 지침 개발 - 장수명 공동주택 표준모델 개발 - 장수명 공동주택 설계지침 개발 - 장수명 공동주택 시공지침 개발 ○ 고내구 가변형 구조시스템 및 진동제어형 복합구조 시스템 개발 - 장수명 복합구조 시스템 개발 - 고내구성 설계지침 및 매뉴얼 개발 - 진동제어형 고인성 댐퍼개발 ○ 가변이 용이한 고내구성 Infill 시스템 개발 -Interface & Infill 지침개발 - 내외장 Infill system 개발(세대간벽, 세대내벽, 외벽체, 설비시스템, 바닥, 천정) ○ 장수명 주택 활성화를 위한 제도 및 유지관리 기술 개발 - 장수명 주택 활성화를 위한 정책 및 제도개발 - 유지관리 용이형 설계 및 지침 개발
특성 분석	· 내구성 및 가변성을 바탕으로 주택의 가용성(Capacity)을 극대화시킨 새로운 개념을 갖는 미래 지향적인 장수명 공동주택 개발 및 실용화 추진
차별화 전략 (차이점)	· 국내 최초로 장수명 주택의 공동주택 모델 개발, 공동주택에 적용가능여부 검토한 최초 사례로, 장수명 주택의 요소기술을 개발하고, 실험 주택 개념의 장수명 주택을 실증하였음. · 추진하고자 하는 본 과제는 장수명 주택의 활성화를 위해 인필 생산을 포함하여 사업모델을 개발하는 과제임.
연계 전략	· 장수명 주택 보급모델을 기반으로 가변성, 유지관리성에 초점을 맞춰 다양한 인필제품이 생산, 활성화될 수 있도록 연계가능

2 비용절감형 장수명 주택 보급모델 개발 및 실증단지 구축

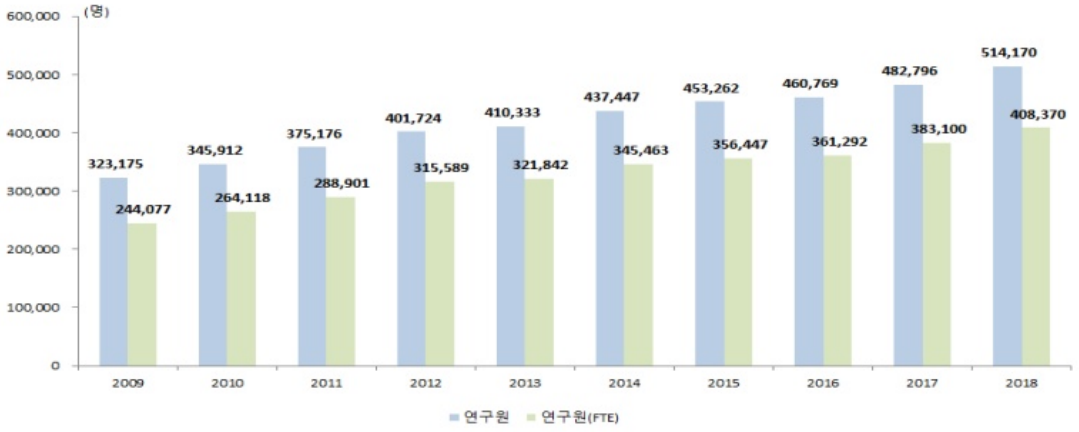
구 분	내 용
개 요	· 2014~19, 국토교통과학기술진흥원 주거환경연구사업
개발내용	○ 보급형 장수명 주택 모델 개발 - 등급별 장수명 주택 보급모델 개발 - 보급형 장수명 주택 계획모델 개발 - 비용절감형 구조모델 개발 - Total Infill System 실용화 기술 개발 ○ 장수명 주택 실증단지 구축 및 경제성 검토 - 실증단지 시공 및 관리 - 실증단지 모니터링 및 경제성 평가 ○ 장수명 주택 보급 활성화를 위한 정책 및 제도 개발 - 장수명 주택 인증제도 실증 및 인필 인증제도 도입 - 해외 신도시 진출 전략 구축 - 장수명 주택 보급 활성화 기반 구축
특성 분석	· 장수명 주택 보급모델 개발과 공공임대주택 대상 실증단지 구축을 통하여 벽식구조 공동주택 건축비 수준의 100년 지향 장수명 공동주택 건설 검증과 이를 위한 비용절감형 인필생산 및 시공기술 개발 그리고 장수명 공동주택 공급 활성화를 위한 장수명 주택 지원 방안을 제시하는데 있음.
차별화 전략 (차이점)	· 장수명 주택의 보급 활성화를 위해 공동주택 보급모델을 제시, 실증한 과제로써, 본 과제는 한단계 더 나아가 실용화에 초점을 맞추고 있음. · 인필 중심의 가변형 및 수리용이성 기술개발이 주요 연구대상임
연계 전략	· 장수명 주택 보급모델을 기반으로 가변성, 유지관리성에 초점을 맞춰 다양한 인필제품이 생산, 활성화될 수 있도록 연계가능

2.6. 연구개발 인프라 분석

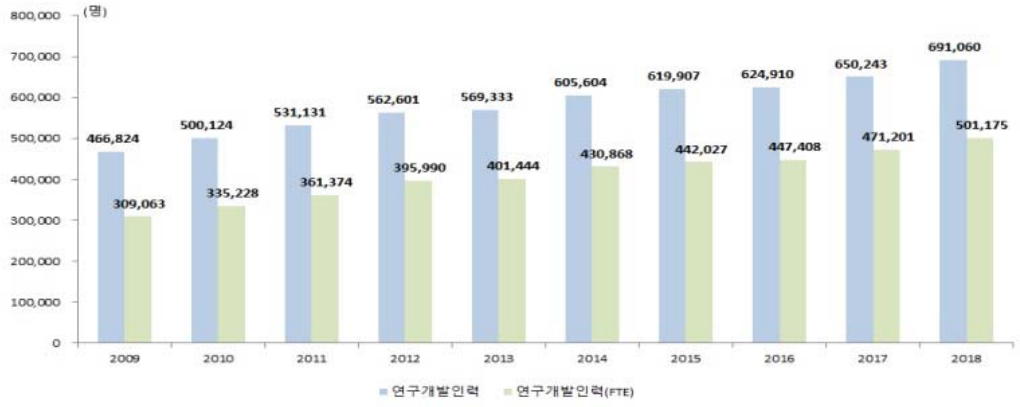
[연구개발 인적 인프라 현황]

○ 2018년 우리나라의 총 연구원 수는 전년대비 31,374명(6.5%) 증가한 514,170명

- 연구보조원을 포함한 연구개발인력은 전년대비 40,817명(6.3%) 증가한 691,060명
- 연구참여 비율을 고려한 상근상당 연구원 수는 408,370명으로 세계 6위권
- 2018년 우리나라 경제활동인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)는 14.7명으로 주요국에 비해 높은 수준
- 인구 천명당 연구원 수(FTE 기준)도 7.9명으로 주요국 중 가장 높게 나타남



자료) 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사보고서, 각년도



자료) 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사보고서, 각년도

그림 3-56 우리나라 연구개발 인프라 수

○ 연구 참여비율을 고려한 상근상당 연구원 수*는 408,370명으로 세계 6위권

- 상근상당 연구원 수는 중국(1,740,442명, 2017년), 미국(1,371,290명, 2016년), 일본 (676,292명, 2017년) 순으로 높은 것으로 나타남

* Full Time Equivalent(상근상당) 연구원 수 : 연구개발 업무에 전념하는 비율을 반영하여 산정한 연구원 수

○ 주체별 연구원 추이는 2018년 우리나라 기업체의 연구원 수는 368,237명으로 전체 연구원의 71.6%를 차지

- 공공연구기관과 대학의 연구원은 각각 37,404명, 108,529명으로, 비중은 공공연구기관 7.3%, 대학 21.1%
- 주체별 비중은 공공연구기관과 대학이 각각 0.3%p, 0.2%p 감소한 반면, 기업체 0.5%p 증가
- 공공연구기관과 대학의 연구원은 각각 37,404명, 108,529명으로, 비중은 공공연구기관 7.3%, 대학 21.1%
- FTE 기준으로 볼 때, 우리나라 기업체 연구원 수 비중(82.0%, 2018년)은 주요국에 비해 높은 수준

※ FTE 기준 기업체 연구원 수 비중 : 일본 73.7%('17년), 중국 60.7%('17년), 프랑스 60.3%('17년)



자료) 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사보고서, 각년도

그림 3-57 우리나라 연구수행주체별 연구원 수 추이

○ 2018년 우리나라 기업체의 연구원 수는 368,237명으로 전체 연구원의 71.6%를 차지

- 공공연구기관과 대학의 연구원은 각각 37,404명, 108,529명으로, 비중은 공공연구기관 7.3%, 대학 21.1%
- 주체별 비중은 공공연구기관과 대학이 각각 0.3%p, 0.2%p 감소한 반면, 기업체 0.5%p 증가



자료) 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사보고서, 각년도

그림 3-58 우리나라 연구수행주체별 연구원 수 추이

○ 연구원 중 과학기술 분야 전공자는 458,565명(89.2%), 인문사회 분야는 55,605명 (10.8%)

- 공학 분야 전공자 수는 344,916명으로 전체의 67.1%를 차지

(단위 : 명, %)

구분		공공연구기관		대 학		기업체		전 체	
		연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중
과학기술분야	이학	7,369	(19.7)	15,888	(14.6)	49,627	(13.5)	72,884	(14.2)
	공학	19,338	(51.7)	39,288	(36.2)	286,290	(77.7)	344,916	(67.1)
	의약보건학	2,071	(5.5)	22,678	(20.9)	5,025	(1.4)	29,774	(5.8)
	농업과학	2,498	(6.7)	4,757	(4.4)	3,736	(1.0)	10,991	(2.1)
	소계	31,276	(83.6)	82,611	(76.1)	344,678	(93.6)	458,565	(89.2)
인문사회분야	인문학	788	(2.1)	11,261	(10.4)	15,882	(4.3)	27,931	(5.4)
	사회과학	5,340	(14.3)	14,657	(13.5)	7,677	(2.1)	27,674	(5.4)
	소계	6,128	(16.4)	25,918	(23.9)	23,559	(6.4)	55,605	(10.8)
총계		37,404	(100.0)	108,529	(100.0)	368,237	(100.0)	514,170	(100.0)

자료) 과학기술정보통신부·KISTEP, 연구개발활동조사보고서, 각년도

그림 3-59 연구수행주체별 전공별 연구원 수(2018년)

○ 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 장수명 주택과 관련하여 사회과학 분야에서 연구 가능성도 기대됨.

[장수명 주택 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 비

용절감, 가변성의 효과 등을 고려할 수 있도록 함.

- 장수명 연구단에서 개발한 인터페이스 시스템의 큰 틀을 반영하되 변경해야할 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 수행[1]하고 있음
- 포항산업과학연구원(RIST) : 에너지환경 연구소, 재료공정연구소, 강구조연구소, 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 인필제조 업체의 개별기술(뜬바닥구조, 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.

(2) 국내 기술인력

순번	연구자	소속	구분	순번	연구자	소속	구분
1	전권식	해마건축사사무소	산	2	조민주	아이스트테크	산
3	이해찬	두올테크	산	4	정영철	아이스트테크	산
5	윤영호	서울주택도시공사	산	6	송상훈	한국토지주택공사	산
7	최철호	두올테크	산	8	방종대	한국토지주택공사	산
9	김덕상	삼성물산	산	10	박지영	한국토지주택공사	산
11	박철용	쌍용건설	산	12	황철호	A+CM 건축사사무소	산
13	서보성	대림산업	산	14	김홍용	삼우CM	산
15	양효정	두산건설	산	16	이용규	제주대학교	학
17	김성진	현대건설	산	18	홍구표	강원대학교	학
19	권병협	삼우에스디	산	20	이현수	연세대학교	학
21	왕우철	연세대학교	학	22	이석원	연우구조	산
23	박세경	㈜나우동인건축사 사무소	산	24	강순주	건국대학교	학
25	이한승	한양대학교	산	26	김홍섭	한국건설기술연구원	연
27	김은영	한국건설기술연구원	학	28	이종호	한국건설기술연구원	연
29	이원록	더나은구조엔지니어링	연	30	서동구	한국건설기술연구원	연
31	박성태	㈜원하이텍	산	32	안병규	㈜원하이텍	산
33	윤성호	광장 VOD	산	34	장명화	광장 VOD	산
35	이혜미	한국유에스지보랄	산	36	이금재	㈜다담솔루션	산
37	이진섭	삼표피앤씨(주)	산	38	유인채	㈜다담솔루션	산
39	김대유	㈜삼정아코텍	산	40	윤상철	㈜삼정아코텍	산
41	유현국	영보하우징㈜	산	42	정장원	동서PCC	산
43	박경준	(주)위메이드아이앤씨	산	44	나금옥	동서PCC	산
45	윤석운	㈜유창	산	46	장활제	현대엔지니어링	산
47	이경국	㈜유창	산	48	조인성	㈜광스틸	산
49	임은지	㈜에스와이씨	산	50	전영세	스카이시스템	산

○ 국내 연구인프라로 연구를 진행할 수 있는 인력은 학계와 실무계 적절히 분포하고 있는 것으로 나타남

○ 중복되는 기술을 보유한 기술인력이 많지만, 건축 설계, 구조, 설비, 시공 분야 전반에 해당하는 기술이 많은 것으로 나타남

2.7. 종합 분석

(1) 장수명 주택 실용화가 어려운 이유

○ 초기비용 증가와 효과 단기 체감 어려움
- LCC는 소비자 체감과 무관, 오랫동안 한 아파트에서 거주하지 않기 때문

○ 기존의 공동주택 시스템과 상이한 시스템, 전환 시도의 어려움

○ 미래에 주택 재건축이 어려울 때를 대비하여 최소한의 사회적 비용을 들이는 차원에서 강제 의무화를 통해 목표달성 필요하나 인증제도의 의무화 또한 현실적이지 않음
- 의무화를 하고 있으나 일반등급은 비장수명 수준으로 인증이 가능하여, 건설사에서 우수성능 기술적용을 꺼려하고 있음
- 인센티브 미작동으로 자발적 시장 형성 어려움

○ 연구를 통해 초기 비용을 일반주택 대비 3-6% 증가하는 수준으로 비용절감을 달성하였으나, 시공사의 경우 시행사의 입찰에서 선정되기 위해서는 비용 최소화가 필요하기 때문에 장수명 주택 적용을 고려하지 않음

○ 장수명 주택 구입에 대한 장점이 없어 소비자도 관심이 없음

○ 장수명 주택 건설 기술력 미흡, 적용 가능한 인필 생태계 조성이 되지 않아, 적용을 원하는 건설사에서 자체적 개발을 통해 적용해야 하는 수준으로 고비용·기술부족으로 우수성능을 위한 항목 적용이 되지 않음

○ 제도적 의무화 강화가 되지 않고 현재 수준인 경우에서는 초고층, 오피스텔, 하이앤드 주거모델 등의 사업모델에서 적용이 가능한 것으로 분석됨

○ 부동산 시장의 인식은 재건축을 통해 집값 상승을 하는 것이 낫다는 분위기로 주택 장수명화를 꺼려함

(2) 장수명 주택 기술 대내외 현황 분석 종합

○ 국내외 정책·산업·기술동향 분석 결과, 장수명 주택 실용화를 위해 가장 필요한 기술은 **핵심인필을 개발하여 다양한 사업에서 우수 장수명 주택 모델을 구현**할 수 있도록 하며, **4차산업 기술을 접목**하여 인필의 부품화·모듈화·시스템화를 실현하고 **건설 산업 생태계 혁신**을 선도·사업화의 기반을 구축하도록 하는 것임

○ 인필은 선진국과 대비하여 국내 인필의 특성을 고려한 개발이 필요하며, 국내 업계와 관련 업체 중심 신기술 개발이 가능하도록 실·검증 및 인큐베이터 필요

○ 정책적으로는 **사회변화에 대응**하여 ESG 관점에서 지속가능한 사회와 주택 재고 확보를 위하여, **의무를 강화하면서 인센티브, 지원사업** 등을 확대하는 것이 필요함. 이때 **사업유형별 적용가능한 플랫폼, 사업모델 개발 필요**

○ 개발된 기술을 **다양한 사업에서 실검증** 하도록 하고, 리빙랩을 구축하여 장수명 주택의 **제품의 실용화 및 시장 형성의 기반**이 되도록 함. 다양한 주기의 **가변 실험을 통해 장수명 주택의 효과 입증** 필요



그림 3-60 장수명 주택 관련 현황 종합 분석

(3) SWOT 분석

○ 강점

- 장수명 주택이 미래 주거 플랫폼으로서 기술기반으로 미래 기술의 적용 및 대응이 가능하도록 하는 기술 및 Know how를 확보하고 있음.
- 1, 2단계 R&D 결과 실증단지 구축을 통한 경제성 확보 및 시범세대, Mock-up 건설경험을 통해 경제성 및 시공성 확보

○ 약점

- 오랜 연구기간에도 불구하고 활성화 되지 않아 인식전환의 어려움을 가지고 있음
- 실제 건설 경험 부족으로 인한 선도 효과 미흡
- 장수명 주택 수요 부족에 의한 기술개발 미흡 악순환
- 정부의 지원제도 및 인센티브 실효성 미비

○ 기회

- 인구감소와 우리나라 주택재고 시대 도래로 장수명화가 필수적으로 요구됨
- 탄소중립 시대 기여방안으로의 주택 장수명화를 통한 CO2 절감 가능
- COVID-19 이후 층간소음 문제, 가변공간 요구 등의 사회문제 해결이 가능
- 4차산업 연계, 패러다임 변화에 대응한 기술 수용 가능하며 건설산업 생태계 혁신 선도 가능
- 재건축, 초고층화 등 주택 장수명화 필요성 증대

○ 위험

- 새로운 시스템 도입에 대한 거부감과 전환 회피
- 초기비용 증가 인식 및 소비자 인식 미흡

- 주택의 장수명화가 분양과 가치상승 영향요인으로 미작용으로 인식
- 입지, 브랜드 중심, 건설중심 부동산 시장 성능중심 인식전환의 어려움
- 기존 시스템과 새로운 시스템 융합의 어려움



그림 3-61 SWOT 분석과 전략 방향

2.8. 장수명 주택 간담회를 통한 의견 수렴

○ 장수명 주택 기획과제에서 도출된 실용화를 위한 제도개선 방향과 기술개발 방향(도출과제를 포함한 사업설명자료 등)을 관계기관에게 설명하고 의견 수렴



그림 3-62 장수명 주택 실용화를 위한 간담회 개최, 21. 10. 13

(1) 제도 개선

① 의무대상 확대

- 장수명 주택 인증 세대수 확대는 반드시 필요하다고 생각됨.
- 의무인증 세대수 확대와 함께 인증기준 정비와 운영기관 지정이 동시에 진행되어야만 확대에 의의가 있음.
- 아파트가 향후에 재건축이 안 될 것을 고려하여 최소한의 사회적 비용을 들이는 차원에서 합의 강제 기준을 통해 목표 도달(인센티브는 다양한 안이 제안되고 있지만, 개선이 어려운 것이 현실이고 현재 상황에서는 의미가 없기 때문에).
- 인증대상 다각화 필요.

② 인센티브 활성화

- 인센티브는 일반 양호 등급에도 차등적으로 지원이 필요함.
- 기존 인센티브 현실화 : 용적률 건폐율 외 공사비+층고를 함께 제시해야 효과가 있음.
- 인센티브 항목 추가 : 층고 완화, 기부채납비율 완화, 임대주택 비율 완호, 취득세 지방세 감면 등.

③ 인증기준 정비

- 녹색건축인증(주택성능등급표시), 리모델링이 용이한 건축기준과는 통합 조정 반드시 필요함(재건축, 재개발 사업 시 리모델링이 용이한 건축기준 인센티브를 주로 받음)→결과적으로는 인증제도 일원화 필요.

④ 운영기관 지정

- 운영기관 지정은 반드시 필요하며, 인증 세대수 확대 시에는 더더욱 관리를 위한 운영기관 필요.
- 해설서 현실화 필요.
- 질의 대응 기관 부재로 인한 애로사항 해소 필요.

(2) 기술 개발

① 플랫폼과 사업모델

- 소비자 측면에서 매력있는 모델 개발과 홍보 필요.
- 장수명+모듈화+리모델링까지 연계하여 성능을 발휘할 수 있도록 기술 개발 필요.
- 최소 구조기준 의무화+플랫폼+표준설계(안) 필요.
- 가변성이 극대화 될 규모, 임대주택 등 수익형 모델에 도입 개발 필요.
- 골조 외피 모듈화 및 부품화 연구 필요.

② 인필 부품화 모듈화 시스템화

- 인필 시공공법 개발 필요.
- 플랫폼 검토 시 BIM으로 골조 인필 등을 3D+물량+공정 시뮬레이션(시공성 공기).
- MEP 포함 인필 부품 모듈화, 성능 확보 필요.
- 인필전문기업 육성 및 발굴 필요.
- 인필 동산화를 통한 사업성 증대.

(3) 의견 반영

○ 기 도출된 과제 우선순위 재정리 및 체계 수정 인필 기술개발>사업모델과 제도>실증검증

- 향후 과제가 수행될 경우 6대 핵심인필별 과제를 분리하여 수행

○ 건설사 의견 수렴하여 장수명 주택 사업모델 개발 방향 설정

○ 장수명 주택 필요성은 모두 공감하는바 정부 주도의 리드가 지속적으로 필요하며 이를 위한 기술개발 및 지원이 타당한 것으로 의견 수렴되어 연구과제 타당성 부분에 작성

○ 지자체(고양시) 의견을 수렴하여, 향후 실증대상지로 활용할 수 있도록 기술을 지원하고 업무협약 체결(12월 예정)

○ 국토교통부 의견을 수렴하여 인증제도 및 기준 정비 세부내용 작성

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

3.1 비전 및 목표

(1) 비전

○ 비전 : 공동주택 장수명화를 통해 미래 사회변화 대비 거주성능 향상과 지속가능한 주거 환경 구축

○ 목표 : 장수명 주택의 정착 및 산업 활성화를 위하여 구조플랫폼과 부품화된 인필을 활용하여 공공·민간 특성에 맞는 유형별 사업모델을 개발하고, 다양한 사업에 적용을 통해 선순환구조의 시장 형성을 유도하며, 사회변화에 대비한 제도적 지원과 연계하여 장수명 공동주택 확산 및 건설 산업 생태계 전환 시도

(2) 전략

○ 우수 등급 성능 확보가 가능한 보급 확대 사업모델과 구조플랫폼, 핵심인필 기술개발(부품화·모듈화 및 공급·유통 방안)을 통한 생태계 확보 + 현실적 지원 제도 확대(국토교통부 정책 연계)

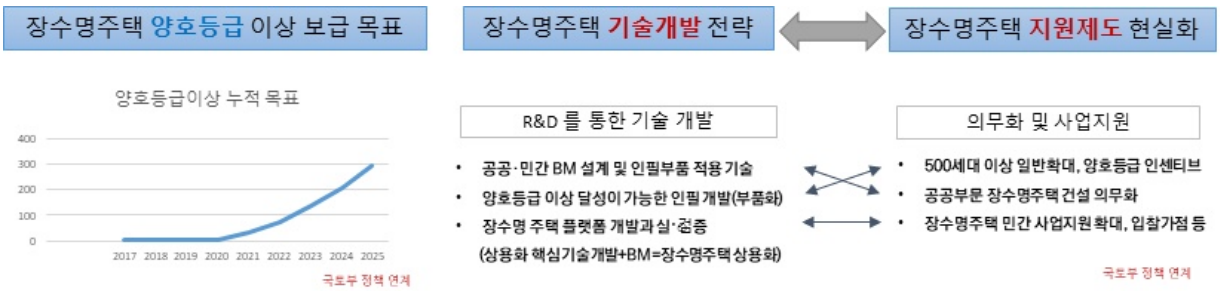


그림 3-63 장수명 주택 실용화를 위한 전략

(3) 목표

○ 3대 핵심 목표

- 성능 향상을 위한 핵심 인필(벽체, 바닥재, 천장지지시스템, 화장실, 부엌, 설비 등) 부품화 및 실용화(공법, 비용, 시공성 등) 50% 이상
- 실용화를 위한 구조플랫폼과 지원제도 기반 공공/민간 유형별 사업모델(BM)

  * 현재 건식화 수준→부품화·시스템화
- 실증 기반 장수명 주택 인증제도 개선 및 지원 사업 발굴

○ 세부과제별 대표 핵심 기술 요소는 12개로,

- 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발
  - 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발
  - 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발
  - 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발
  - 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

– 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 성능평가 기술 개발

◦ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발

◦ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발

◦ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

◦ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발

– 장수명 주택 사업 유형별 실증

◦ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)

◦ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영

◦ 공공 장수명 주택 사업모델 실증

◦ 민간 장수명 주택 사업모델 실증

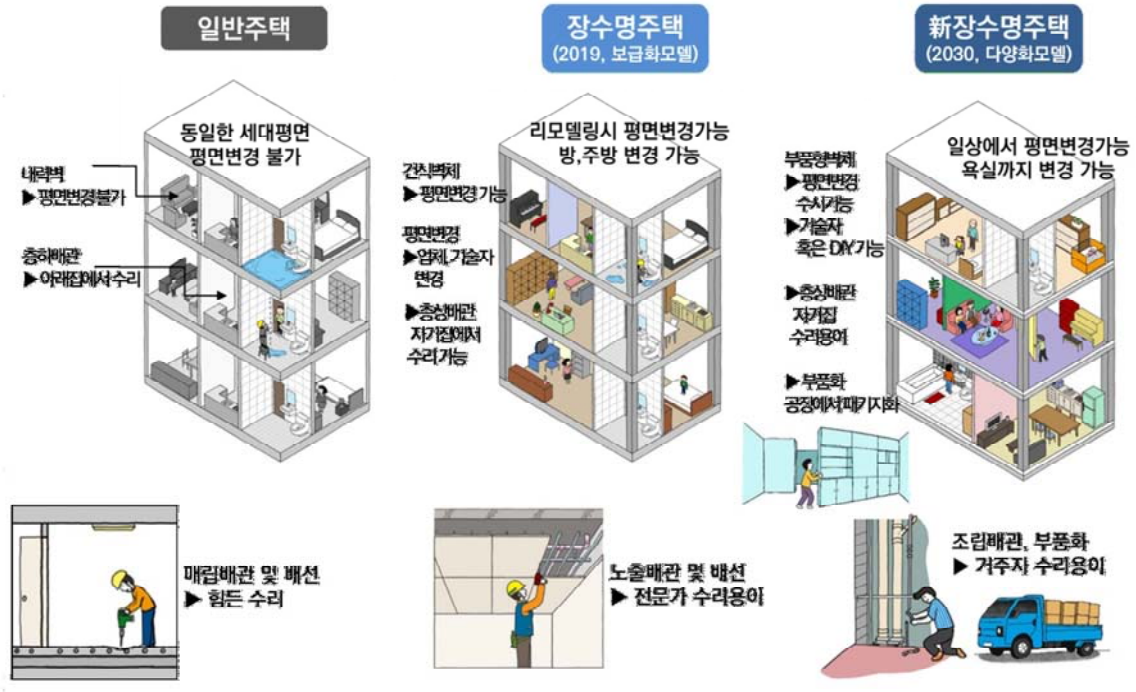


그림 3-64 단계별 장수명 주택 차이점

○ 본 연구개발의 방향은,

- 1단계 장수명 주택 및 공동주택/부품화·모듈화 기술개발 동향 및 수요조사 실시
- 2단계 장수명 주택 실용화 기술개발 전략수립 및 연구내용 설정
- 3단계 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 대한 연구를 기획

기획 단계	기획 범위
1단계 : 기술개발 동향 및 수요조사 실시	· 기술의 정의 및 분류체계 · 기술개발 동향 및 환경 분석 · 기술수요/한계, 기술예측 조사 실시 및 실용화를 위한 개선방안 제시 · 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발추진방향 정립(PESTEL, SWOT 분석 등) · 기술개발에 따른 미래성 및 필요성 분석
2단계 : 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정	· 기술개발 전략수립 · 연구개발 후보과제 우선순위 도출 · 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정 · 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
3단계 : 연구개발과제 기획	· 연구목표 및 범위 설정 · 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 · 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 · 인력투입 계획 및 소요예산 산정 · 사전타당성 검토 · 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

(4) 수요분석

○ 장수명 주택 국가 R&D 3단계 연구과제 예상 구성(안)

세부 기획내용	세세부 기획내용
1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발
	○ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발
	○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발
	○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발
2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발	○ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발
	○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발
	○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발
	○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발
3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	○ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)
	○ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영
	○ 공공 장수명 주택 사업모델 실증
	○ 민간 장수명 주택 사업모델 실증

○ 과제카드 작성 요청을 통해 도출된 신규 과제

세세부 과제명	비용 절감형 모듈화 층상배관 개발
주요내용	◦ 장수명 주택 건축방식(기둥식 및 라멘조)과 연계 화장실 모듈화 연구 ◦ 화장실 일부 벽면(도기, 세면기, 샤워부스, 욕실장) 현장시공이 아닌 공장제조 납품의 공통모듈 제작으로 비용 절감효과 제고

세세부 과제명	인필시스템 제품의 시장성 확보를 위한 표준화 개발
주요내용	◦ 장수명 주택에 적용할 인필대상 부품선정 ◦ 인필대상 표준화 설계 진행 ◦ 인필 부품 목업을 통한 시공성 및 사용성 검토 ◦ 인필 부품 비용절감을 위한 방안 도출

세세부 과제명	인필시스템 부품의 제품표준화를 위한 가이드라인 개발
주요내용	◦ 장수명 주택에 적용할 인필대상 부품선정 ◦ 대상 부품의 시장성 검토 및 분석 ◦ 인필 부품의 표준화 설계 진행 ◦ 인필 부품의 설계 및 제작 가이드라인 제시

세세부 과제명	경량 외단열 패널 및 창호 모듈러 시스템 개발
주요내용	◦ 모듈러 적용을 위한 위한 외단열 패널 및 창호 유닛시스템 개발 ◦ 외단열 패널, 창호 모듈러 소재, 디테일 등 주거성능 확보 기술 개발주요내용 ◦ 외단열 패널 및 창호 유닛 고층 외벽 실 설치 가능한 경량화 및 양중기술 개발 ◦ 모듈러간 접합, 구조체 접합부, 실링계획 등의 소재 및 디테일 개발

세세부 과제명	모듈러화를 위한 장수명구조 최적 시스템 개발
주요내용	◦ 고층 수직부재(기둥, 코어벽, 세대간벽 등) PC 및 건식 모듈러 적용기술 개발 ◦ 수평부재(슬래브, P.D 오픈 등) 모듈러 적용을 위한 최적 시스템 개발 ◦ 경량벽체 시스템화(패널화)를 위한 소재, 디테일, 경량화, 양중 최적화 기술개발 ◦ 모듈러화 및 패널화를 통한 건식화 이중바닥 및 이중천정 최적화 기술개발

세세부 과제명	난방 바닥구조 모듈화를 통한 장수명 난방 Infill 시스템 구현
주요내용	◦ 난방 구획 변경이 용이한 모듈형 열전달 난방 시스템 개발 (열원공급 방식과 연계) ◦ 가변 Size 등을 고려한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발 ◦ 건식 바닥구조 모듈 시스템 도입의 활성화를 위한 인증체계 마련 ◦ 층간소음 저감을 위한 최적 바닥 구조 도출 또는 건식바닥에 대한 별도 기준 수립

세세부 과제명	아파트 골조 모듈화 확산을 위한 제도 개선
주요내용	◦ 용적률 완화, 발코니 변화 디자인 규제 완화 등 활성화 방안 도출 ◦ 층고 저감과 장스팬 구현이 가능한 모듈화 요소별 가점부여 방안 도출 ◦ 골조 모듈화 연구 활성화, 평면 Library 구축을 위한 공모전 개최 ◦ 골조 모듈화의 필수 배점 반영, 인센티브 등 장수명 인증제 개선

세세부 과제명	코로나 시대 장수명 주택 거주자 라이프 스타일 조사를 통한 주거 성능 도출
주요내용	○ 장수명 주택 거주자 주거생활 현황 조사 ○ 디자인게임(Design Game) 기법을 활용한 10년 후 주거생활 시뮬레이션 ○ 장수명 주택 기존 인필의 이설 실험을 통해 이동 용이성, 배치 자유도 분석 ○ 코로나 시대 목표 주거 성능 도출

세세부 과제명	기성 내장재의 장수명 주택 인필 시스템화
주요내용	○ 코로나 시대 목표 주거 성능 도출 ○ 기성 내장재 중 장수명 주택 인필로서 개량 가능한 제품군 선정 ○ 목표 주거 성능 제시 및 성능 설계를 통한 인필 기술 개발 ○ 기성 내장재의 생산・공급・유지관리 체계를 활용해 저비용, 지속가능성 담보

세세부 과제명	(2개 세세부 분야 해당) 장수명 주택 설계시스템 구축과 인필시스템 개발 관련 수리용이성을 위한 설비 배관 최적 설계 및 PIPE-WAY 인필(라인 점검구) 개발
주요내용	○ 장수명 주택 연구를 통해 수직배관(PS내에 있는 배관)에 대한 수리용이성은 개선되었으나 세대 내의 설비 배관들의 수리 및 교체의 용이성은 어려운 것이 현실 ○ 세대 내의 수평배관들에 대한 최적 설계 구축과 이를 실제 적용할 수 있는 (가칭)pipe-way 인필(라인 점검구) 개발 ○ 세대내의 배관이동은 급수, 급탕배관을 천정 노출 타입으로 계획하고 배수시스템은 별도의 Drain Way 설계 및 이를 점검 및 교체할 수 있는 별도의 라인 계획 ○ PIPE-WAY 인필(라인 점검구) 개발 - 천정 노출 급수/급탕배관이 욕실 벽면을 타고 위생기구들과 연결되는데 욕실 타일 디자인과 동일한 형태이며 pipe-way 전체가 하나의 점검구로서의 인필 개발 - 주방부위도 sunken 및 주방하부가구 안으로 pipe-way 계획

세세부 과제명	비용 절감형 모듈화 층상배관 개발
주요내용	○ 장수명 주택 건축방식(기둥식 및 라멘조)과 연계 화장실 모듈화 연구 ○ 화장실 일부 벽면(도기, 세면기, 샤워부스, 욕실장) 현장시공이 아닌 공장제조 납품의 공통모듈 제작으로 비용 절감효과 제고

세세부 과제명	재택근무 환경을 위한 장수명 주택의 공간/ 인필 시스템
주요내용	○ 주거 내 근무 환경의 퍼블릭 vs 프라이빗 모드 전환에 유리한 인필 시스템 개발 (적정 위치와 모듈 계획 설계, 모듈/ 성능 달성을 위한 부위별 자재/시스템 선정) ○ 부위별 통합모듈 생산효율성 확대를 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발 ○ 자동 조합 및 자동 체결을 위한 기술 검토와 적정 도입 시점에 대한 전망

세세부 과제명	리모델링이 용이한 구조
주요내용	○ 바닥(난방)배관 철거 및 레이아웃 변경이용이한 한국형 이중바닥구조 개발 (층고 상향에 따른 인센티브 혹은 강제 정책, 안정적인 보행감 개선 필요) ○ 개보수 및 리모델링이 용이하도록 입상배관이 설치되는 PS등은 공용공간인 승강장에 면하도록 배치 가능한 평면 개발 (수직공용PS 공통) ○ 구조체 배관 매립 정책적으로 금지 조치 (모든 배관, 배선은 노출시공 기준으로 하며, 천장 속 혹은 마감 부분에 은폐)

(5) 과제후보 도출

○ 키워드 조사 및 구성

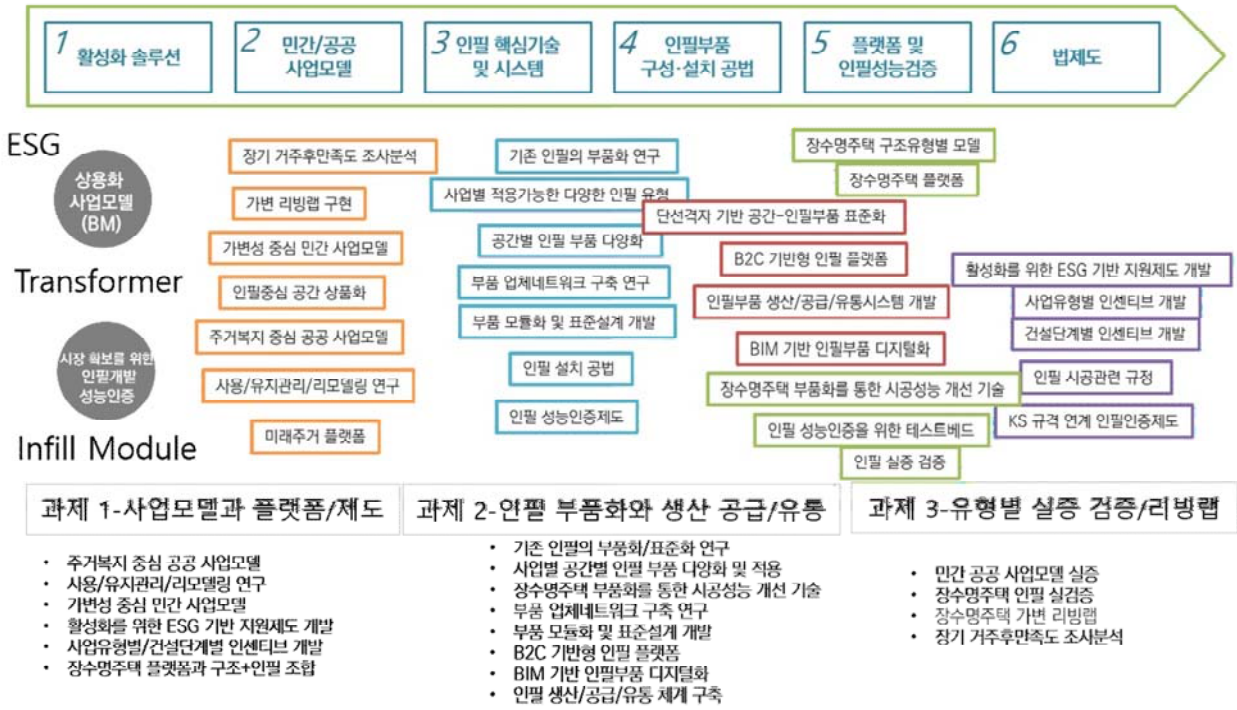


그림 3-65 장수명 주택 활성화를 위한 키워드 도출 및 그룹화

○ 장수명 주택 실용화를 위하여 산·학·연 분야별 관계자 수요조사를 실시하여, 기획 내용의 구체화 및 신규 과제를 도출함

표 3-20 수요조사 이후 신규 과제 도출 종합 표

세부 기획내용	세세부 기획내용	구분
1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발	기존
	○ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발	기존
	○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발	기존
	○ 재택근무 환경을 위한 장수명 주택의 공간/ 인필 시스템	신규
	○ 인필시스템 제품의 시장성 확보를 위한 표준화 개발	신규
	○ 인필시스템 부품의 제품표준화를 위한 가이드라인 개발	신규
	○ 난방 바닥구조 모듈화를 통한 장수명 난방 Infill 시스템 구현	신규
	○ 수리용이성을 위한 설비 배관 최적 설계 및 PIPE-WAY 인필(라인 점검구) 개발	신규
	○ 비용 절감형 모듈화 층상배관 개발	신규
	○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발	신규
2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발	○ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발	기존
	○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발	기존
	○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발	기존
	○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발	

	○ 모듈러화를 위한 장수명구조 최적 시스템 개발	신규
3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	○ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)	기존
	○ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영	기존
	○ 공공 장수명 주택 사업모델 실증	기존
	○ 민간 장수명 주택 사업모델 실증	
4 구조, 외피, 성능 등 기타 분야	○ 경량 외단열 패널 및 창호 모듈러 시스템 개발	신규
	○ 리모델링이 용이한 구조	신규
	○ 아파트 골조 모듈화 확산을 위한 제도 개선	신규
	○ 코로나 시대 장수명 주택 거주자 라이프스타일 조사를 통한 주거 성능 도출	신규

○ 장수명 주택 실용화를 위하여 단기간 내 기술개발이 가능하고 중요도가 높은 순서를 조사하여 과제 체계 구성, 일부 과제는 우선순위가 높은 과제 세부 내용으로 포함

- 도출된 세부과제 우선순위 조사는 기술위원회 위원 16인에게 설문 및 자문을 실시하여 도출하였음.
- 우선순위를 1, 2, 3 순으로 표시하도록 하여 2이상이면 높음, 1이상 2이하이면 보통, 1이하이면 낮음으로 표시

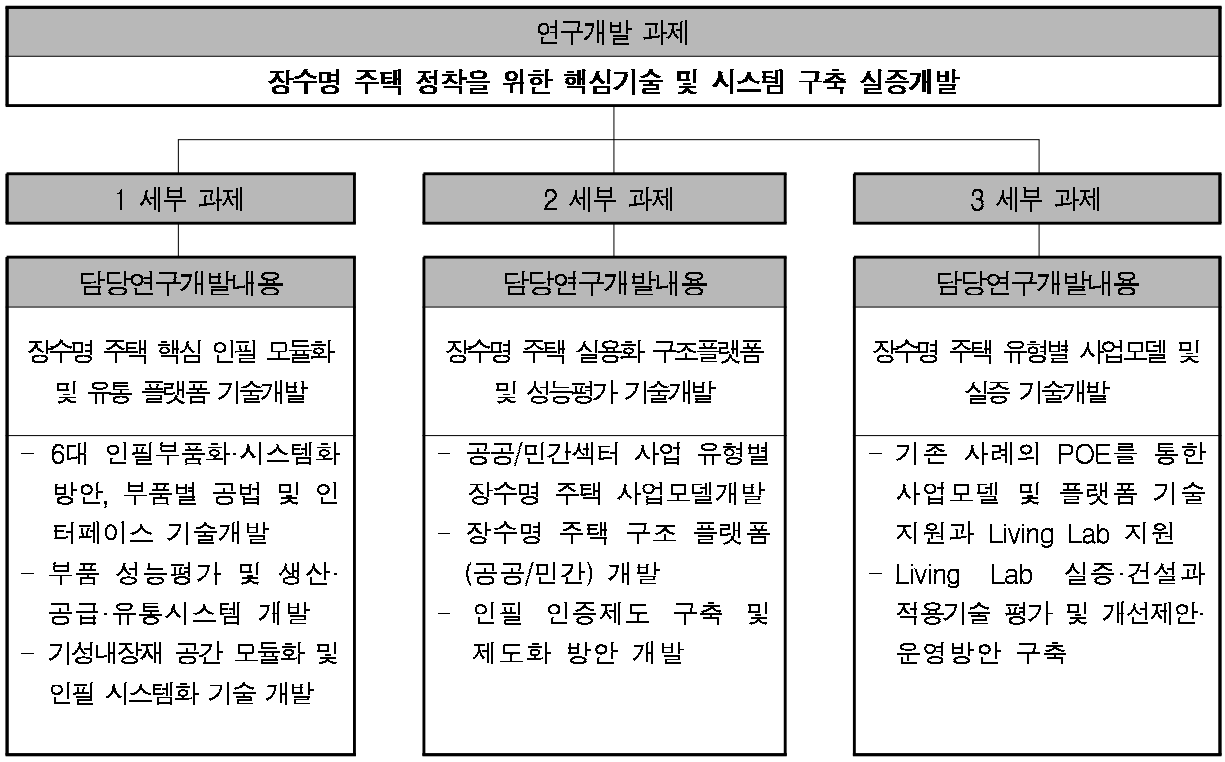
표 3-21 도출된 과제의 우선순위 조사(가능성 높음/보통/낮음)

세부 기획내용	세세부 기획내용	구분
1 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	○ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발	높음
	○ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발	높음
	○ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발	높음
	○ 재택근무 환경을 위한 장수명 주택의 공간/ 인필 시스템	높음
	○ 인필시스템 제품의 시장성 확보를 위한 표준화 개발	보통
	○ 인필시스템 부품의 제품표준화를 위한 가이드라인 개발	보통
	○ 난방 바닥구조 모듈화를 통한 장수명 난방 Infill 시스템 구현	보통
	○ 수리용이성을 위한 설비 배관 최적 설계 및 PIPE-WAY 인필(라인 점검구) 개발	높음
	○ 비용 절감형 모듈화 층상배관 개발	높음
	○ 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발	높음
2 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발	○ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발	높음
	○ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발	높음
	○ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발	높음
	○ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발	높음
	○ 모듈러화를 위한 장수명구조 최적 시스템 개발	낮음
3 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	○ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)	높음
	○ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영	높음

	○ 공공 장수명 주택 사업모델 실증	높음
	○ 민간 장수명 주택 사업모델 실증	높음
4 구조, 외피, 성능 등 기타 분야	○ 경량 외단열 패널 및 창호 모듈러 시스템 개발	보통
	○ 리모델링이 용이한 구조	보통
	○ 아파트 골조 모듈화 확산을 위한 제도 개선	낮음
	○ 코로나 시대 장수명 주택 거주자 라이프 스타일 조사를 통한 주거 성능 도출	낮음

(6) 추진전략

○ (추진체계) 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증개발 과제는 연구단급(산·학·연 협동연구체계) 사업추진



○ (과제 선정방식) 기술수요 조사 등을 반영한 Top-down(지정공모*) 방식을 통해 평가기준에 따른 선정 * 개발에 필요한 대상기술과 도전적 기술품목(RFP)를 제시

3.2 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

(1) 핵심기술요소 선정

○ 기존 RFP의 안은 5개의 세부과제로 구성되었으나, 앞서 수요조사와 과제후보 조사를 통해 최종 안은 3대 핵심 목표에 따라 3개 핵심 기술로 구성

초기 제안(RFP)	핵심과제 주제 선정
1. 장수명 주택 사업모델 개발 및 POE	1. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발
2. 주요인필 핵심기술 및 구·공법 개발/실용화	
3. 인필기반 장수명 주택 플랫폼 개발 및 인필 검증	2. 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 성능평가 기술 개발
4. 장수명 주택 활성화 제도	3. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발
5. 장수명 주택 활성화 요인 및 솔루션 도출	

○ 3개의 핵심기술 세부구성과 정의는 다음과 같음

핵심기술 세부 구성	세부의 정의
1. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	· 장수명 주택의 확대, 실용화·활성화 및 산업생태계 조성에 필수적인 6대 주요인필을 대상으로 공장제작+현장조립이 가능하도록 부품화하고 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술 개발 및 시장확대를 위여 다양한 채널로 공급·유통이 가능하도록 온라인/오프라인 플랫폼을 구축하는 기술
2. 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발	· 최적 장수명 성능 모델 설계 및 구성 가능한 전용면적 규모와 성능 종류(가변성·수리용이성 등)에 따른 구조 플랫폼을 개발하고 공공과 민간의 임대, 분양, 정책 등에 따른 공급방식의 목적별 최적 사업모델 개발, 장수명 주택 인필 성능 평가·인증·사업화 및 정착을 위한 법·제도 개선, 인센티브, 지원사업 등 정책 개발
3. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	· 기존 장수명 주택 POE를 기반으로 을 지원하고, 구조플랫폼+6대 핵심인필 기술개발 성과를 결합한 사업유형별(공공/민간) 모델 종합 실증·시범사업 추진을 통해 사업화 및 검증, 리빙랩을 통한 개발인필의 시공평가 및 사용평가 및 성능 검증

(2) 핵심기술요소 TRL

○ 국토교통과학기술진흥원의 TRL기준은 다음과 같음

TRL		단 계
기초연구	TRL 1	- 기초이론 정립 단계
	TRL 2	- 기술개발 개념 정립 및 아이디어에 대한 특허 출원 단계
실험	TRL 3	- 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본 성능이 검증될 수 있는 단계 - 개발하려는 부품 또는 시스템의 기본 설계도면을 확보하는 단계 등
	TRL 4	- 시험 샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료된 단계 - 3단계에서 도출된 다양한 결과 중에서 최적의 결과를 선택하는 단계 - 컴퓨터 모사가 가능한 경우 최적화를 완료하는 단계
시제품	TRL 5	- 확정된 공법/재료/시스템의 실험실 시제품 제작 및 성능 평가가 완료된 단계 - 개발 대상의 생산을 고려하여 설계하나 실제 제작한 시제품 샘플은 1~수개 미만인 단계 - 경제성을 고려하지 않고 기술의 핵심성능으로만 볼 때, 실제로 판매가 될 수 있는 정도로 목표 성능을 달성한 단계
	TRL 6	- 파일롯 규모(복수 개 ~ 양산규모의 1/10 정도)의 시제품 제작 및 평가가 완료된 단계 - 파일롯 규모 생산품에 대해 생산량, 생산용량, 생산수율, 불량률 등 제시 - 파일롯 생산을 위한 대규모 투자가 동반되는 단계 - 생산기업이 수요기업 적용환경에 유사하게 자체 현장테스트를 실시하여 목표성능을 만족시킨 단계 - 성능평가 결과에 대해 가능하면 공인인증 기관의 성적서 확보
실용화	TRL 7	- 실제 환경에서 성능 검증이 이루어지는 단계 - 장치 및 재료개발의 경우 수요업체에서 직접 파일롯 시제품을 현장 평가(성능뿐만 아니라 신뢰성에 대해서도 평가) - 가능하면 KOLAS 인증기관 등의 신뢰성 평가 결과 제출 등
	TRL 8	- 표준화 및 인허가 취득 단계
양산	TRL 9	- 본격적인 양산 및 사업화 단계

○ 3개의 핵심세부 중 11개의 세세부가 핵심기술이며 각 과제별 TRL은 다음과 같이 정리함

세부 기술	세세부 핵심기술	TRL
1. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발		평균 6
	1-1. 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발	8
	1-2. 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발	6
	1-3. 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발	6
	1-4. 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발	5
2. 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 성능평가 기술 개발		평균 7
	2-1. 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발	7
	2-2. 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발	7
	2-3. 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발	7
	2-4. 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발	8
3. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발		평균 8
	3-1. 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)	8
	3-2. 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영	9
	3-3. 공공 장수명 주택 사업모델 실증	7
	3-4. 민간 장수명 주택 사업모델 실증	7

3.3 연구개발과제 구성

(1) 전체 구성

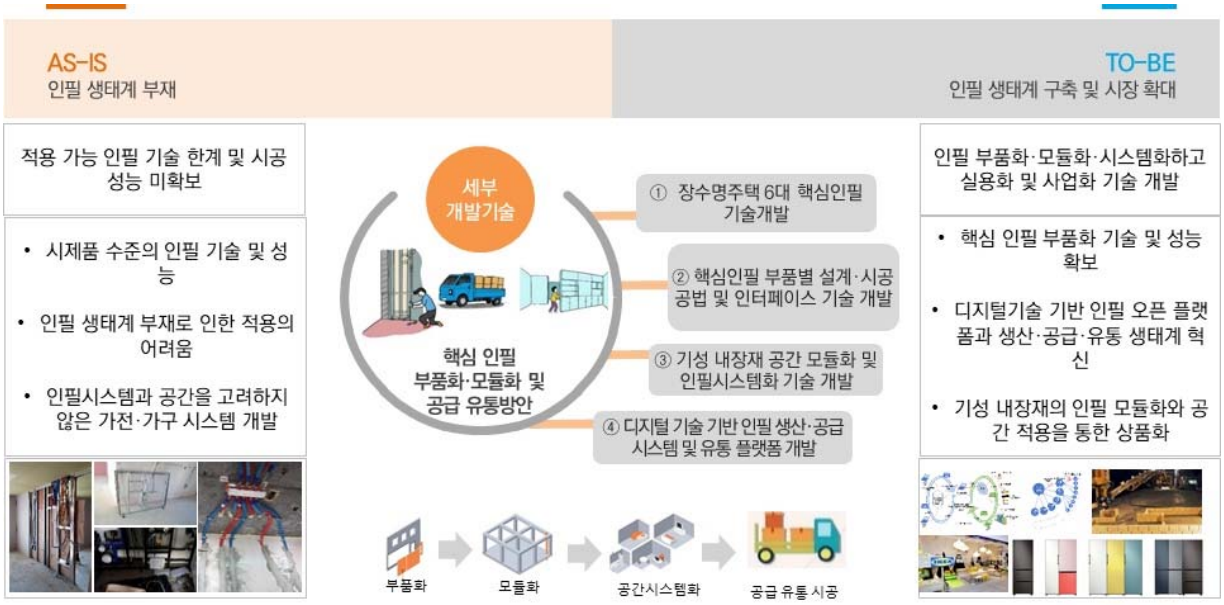
○ 본 연구의 3개 세부는 독립적 기술 개발이 이루어지도록 기획이 되어 있으나, 세부간 상호 시너지 효과의 극대화를 위해 연구단 수준으로 진행되는 것이 필요함

세부	세세부
1. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	1-1. 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발
	1-2. 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발
	1-3. 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발
	1-4. 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발
2. 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발	2-1. 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발
	2-2. 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발
	2-3. 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발
	2-4. 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발
3. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	3-1. 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)
	3-2. 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영
	3-3. 공공 장수명 주택 사업모델 실증
	3-4. 민간 장수명 주택 사업모델 실증

(2) 세부별 연구 목표

가. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

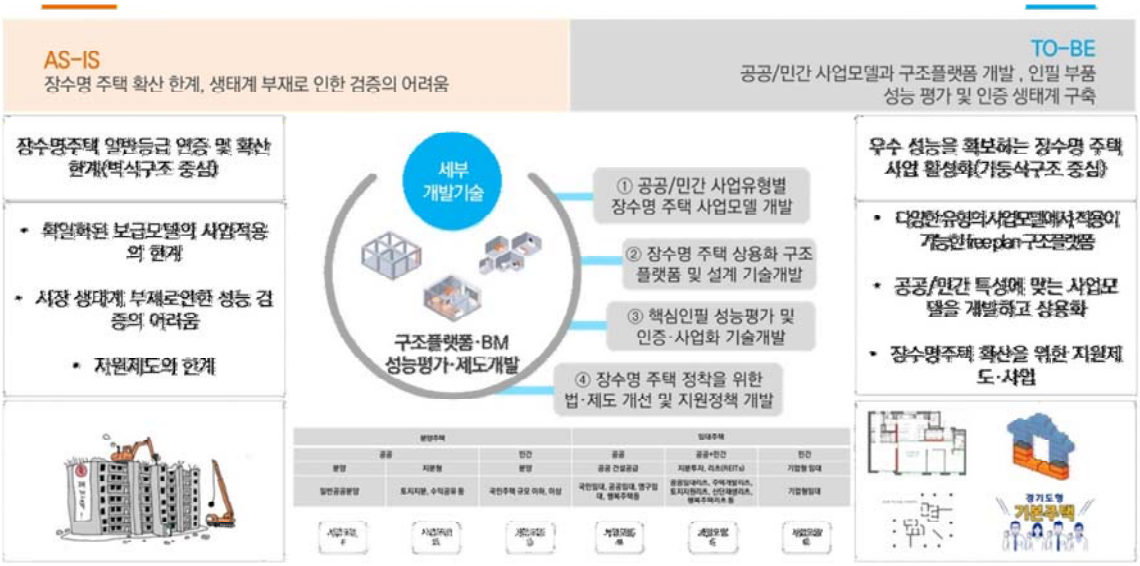
구 분	최종 목표
목적	· 장수명 주택의 확대, 실용화 · 활성화 및 산업생태계 조성에 필수적인 6대 주요 인필을 대상으로 공장제작+현장조립이 가능하도록 부품화 하고 설계 · 시공 공법 및 인터페이스 기술 개발 및 시장확대를 위해 다양한 채널로 공급 · 유통이 가능하도록 온라인/오프라인 플랫폼을 구축하는 기술
최종 예상목표	▪ 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발 – 공장제작+현장조립이 가능한 6대 핵심인필 부품 개발 – 인필 부품 모듈화·시스템화 기술 개발 – 모듈러 주택, PC 주택 연계 방안 ▪ 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발 – 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준 – 인필 부품 갱신성을 위한 시공 매뉴얼화 – 동일부품 및 다른 부품간의 상호접합·지지·마감·가동성·수명 등의 관계를 바탕으로 한 인터페이스 기술 ▪ 기성 내장재(가전, 가구 등) 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술 개발 – 기성 내장재의 인필 모듈화와 공간 적용을 통한 장수명 주택 상품화 ▪ 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발 – 디지털기술 기반 인필 오픈 플랫폼과 생산·공급·유통 생태계 혁신 – B2C 생태계 구축 및 플랫폼 활성화



AS-IS	TO-BE	R&D 종료 후
~'21	'27	'28(종료이후)~
▪ 적용 가능 인필 기술 한계 및 시공 성능 미확보 – 시제품 수준의 인필 기술 및 성능 – 인필 생태계 부재로 인한 적용의 어려움 – 인필시스템과 공간을 고려하지 않은 가전·가구 시스템 개발	▪ 6대 핵심인필 부품화 기술을 개발하고 디지털 기반 유통플랫폼을 통해 사업화 – 핵심 인필 부품화 기술 및 성능확보·사업화 : 6대 인필 – 기성 내장재의 인필 모듈화와 공간 적용을 통한 상품화 – 디지털기술 기반 인필 오픈 플랫폼과 생산·공급·유통 생태계 혁신	▪ 인필 부품 시장 활성화 및 신축·리모델링 사업 작용 확대 – 시장의 수요에 의한 인필 산업 선순환 구조 형성 ▪ 인필 B2C 생태계 구축 및 플랫폼 활성화 ▪ 모듈러 주택, PC 주택 등 인필 부품의 다양한 적용

나. 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발

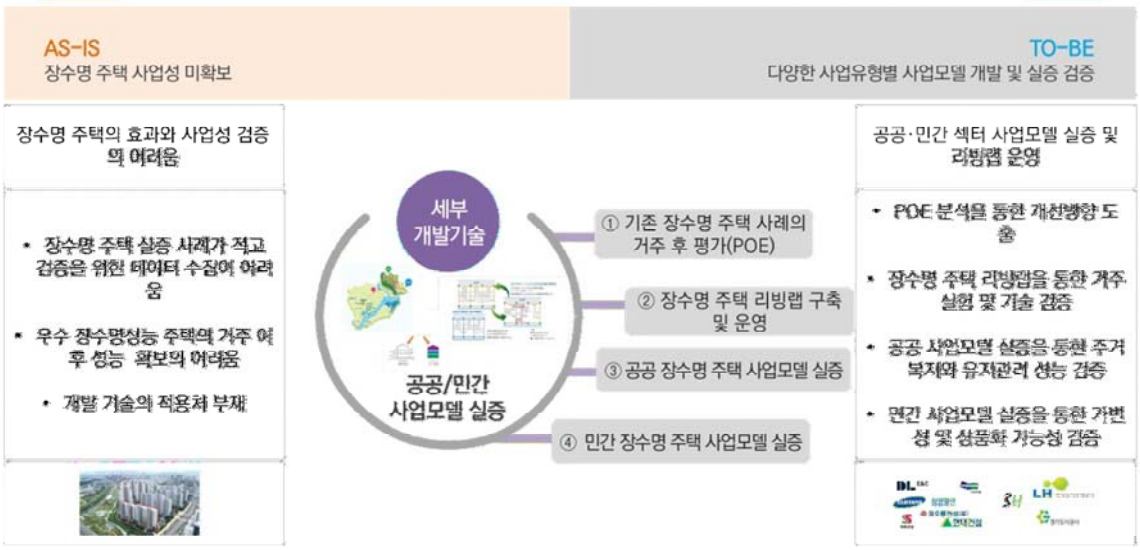
구 분	최종 목표
목적	· 최적 장수명 성능 모델 설계 및 구성 가능한 전용면적 규모와 성능 종류(가변성 · 수리용이성 등)에 따른 구조 플랫폼을 개발하고 공공과 민간의 임대, 분양, 정책 등에 따른 공급방식의 목적별 최적 사업모델 개발(다양한 주택유형 다세대, 다가구, 주상복합, 기숙사, 농가 등을 포함하여), 장수명 주택 인필 성능 평가 · 인증 · 사업화 및 정착을 위한 법 · 제도 개선, 인센티브, 지원사업 등 정책 개발
최종 예상목표	▪ 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발 – 공동주택 재고관리 방안과 연계하여 공공사업모델 개발 및 노후화에 유연하게 대응할 수 있는 공공 확대 모델 구축 – 미래수요에 능동적으로 대응할 수 있는 Transformer house로서 민간 사업모델 개발 및 실용화 ▪ 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발 – 평형별 장수명 성능 구현이 용이한 유닛구성과 주동 구성 및 조합에 대응 가능한 구조 플랫폼 도출 – 구조 플랫폼에 다양한 인필 기술을 자유롭게 적용하여 목적별 요구 성능의 장수명 주택을 설계 ▪ 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발 – 인필 부품의 성능평가를 통한 성능/시공성/생산성 검증 – 인필 부품 소비 유형별 공급 방식에 따른 사업화 방안 제시 ▪ 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발 – 장수명 주택 의무화 확대 및 정착을 위한 법·제도 개선 – 장수명 주택 인증 인센티브 개선 및 사업별 효과적인 지원방안 – 양질의 인필생산 및 개발을 위한 제도 마련



AS-IS	TO-BE	R&D 종료 후
~'21	'27	'28(종료이후)~
▪ 장수명 주택 일반등급 인증 및 확산 한계 (벽식구조 중심) – 획일화된 보급모델의 사업적용의 한계 – 장수명 주택 사업성 저하 – 장수명 주택 인증기준 및 지원 한계	▪ 공공/민간 장수명 주택 사업모델 개발 – 주거복지와 유지관리 용이성이 우선되는 공공 사업모델 – 가변성 우선 장수명 주택 상품화와 사업모델 ▪ 다양한 인필을 수용해 우수 장수명 주택 설계가 용이한 구조 플랫폼 개발 ▪ 인필 성능평가 및 인증, 사업화 지원 ▪ 장수명 주택 인증 및 지원제도 현실화	▪ 다양한 사업에 장수명 주택 구조플랫폼 적용 및 설계 ▪ 인필 부품 성능 인증 및 인큐베이팅 센터 활성화 ▪ 장수명 주택 지원제도 정착 (5년 이내 공급량10% 이상)

다. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발

구 분	최종 목표
목적	· 기존 장수명 주택 POE를 기반으로 을 지원하고, 구조플랫폼+6대 핵심인필 기술개발 성과를 결합한 사업유형별(공공/민간) 모델 종합 실증 · 시범사업 추진을 통해 사업화 및 검증, 리빙랩을 통한 개발인필의 시공평가 및 사용평가 및 성능 검증
최종 예상목표	▪ 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE) – 민간/공공 양호등급 단지 POE 분석을 통한 개선 방안 – ▪ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영 – 구조플랫폼과 인필이 적용된 리빙랩 구축 및 거주실험 – 리빙랩 적용 기술 인큐베이팅을 통한 상품화·사업화 – ▪ 공공 장수명 주택 사업모델 실증 – 공공 사업모델 실증을 통한 주거복지와 유지관리 성능 검증 – 장수명 주택 공공사업 유형별 효과 검증 내용 확산, 적용지원 – ▪ 민간 장수명 주택 사업모델 실증 – 민간 사업모델 실증을 통한 가변성 및 상품화 가능성 검증 – 장수명 주택 민간사업 유형별 효과 검증 내용 확산, 실용화



–

AS-IS	TO-BE	R&D 종료 후
~'21	'27	'28(종료이후)~
▪ 장수명 주택 사업모델 부재 및 검증의 어려움 – 장수명 주택 실증 사례가 적고 검증을 위한 데이터 수집이 어려움 – 우수 장수명성능 주택의 거주 이후 성능 확보의 어려움 – 개발 기술의 적용처 부재	▪ POE 결과를 반영한 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증 ▪ 장수명 주택 리빙랩 구축 및 거주실험 ▪ 공공/민간 장수명 주택 기술·비용·효과 검증 ▪ 사업모델 실증을 통한 장수명 주택 사업성 검증 및 실용화	▪ 장수명 주택 사업 유형별 효과 검증·확산, 적용지원 (민간/ 공공) ▪ 다양한 사업에서의 추가 POE 및 발전방안 모색 ▪ 신기술 개발 시 리빙랩을 활용한 홍보, 기술 지원

3.4 세부과제 주요 내용 및 추진전략

(1) 세세부 과제별 내용 구성

가. 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

세세부	내용 구성
1-1. 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발	1-1-1. 6대 핵심인필별 부품화 기술개발
	1-1-2. 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발
	1-1-3. 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발
	1-1-4. 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안
1-2. 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발	1-2-1. 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준
	1-2-2. 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발
	1-2-3. 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발
	1-2-4. 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발
1-3 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발	1-3-1. 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정
	1-3-2. 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계
	1-3-3. 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발
	1-3-4. 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발
1-4. 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발	1-4-1. 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계
	1-4-2. 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발
	1-4-3. 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR)
	1-4-4. 메타버스를 활용한 거래 체계 구축

나. 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발

세세부	내용 구성
2-1. 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발	2-1-1. 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발
	2-1-2. 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발
	2-1-3. 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안
	2-1-4. 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증·보급 방안
2-2. 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발	2-2-1. 라이프 스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출
	2-2-2. 주택유형·규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발
	2-2-3. 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발
	2-2-4. 구조 플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발
2-3. 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발	2-3-1. 핵심인필 부품의 성능평가
	2-3-2. 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축
	2-3-3. 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안)
	2-3-4. 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안
2-4. 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발	2-4-1. 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련
	2-4-2. 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선
	2-4-3. 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 및 효과 검토
	2-4-4. 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴

-

다. 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발

세세부	내용 구성
3-1. 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)	3-1-1. 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석
	3-1-2. 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석
	3-1-3. POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback
	3-1-4. 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍 구축
3-2 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영	3-2-1. 미래 라이프 스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축
	3-2-2. 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험
	3-2-3. 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안
	3-2-4. 사용자들의 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안
3-3. 공공 장수명 주택 사업모델 실증	3-3-1. 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계
	3-3-2. 소규모 장수명 공공임대주택 시공
	3-3-3. 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증
	3-3-4. 공공 건설사 분산형 기술 실증
3-4. 민간 장수명 주택 사업모델 실증	3-4-1. 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계
	3-4-2. 대규모 장수명 민간분양주택 시공
	3-4-3. 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증
	3-4-4. 민간 건설사 분산형 기술 실증

(2) 세세부 과제별 내용 구성

가. 1세부 : 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

○ 1-1세세부 : 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발

내용구성	목표내용
1-1-1. 6대 핵심인필 부품화 기술개발	- 공장 생산+현장조립이 가능하도록 표준화 기반 부품화된 6대 핵심인필 개발
1-1-2. 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발	- 핵심 인필 부품의 생산성 향상을 위한 모듈화 기술 개발
1-1-3. 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발	- 공간 내 적용 효과·시공성 향상하는 6대 핵심인필 부품의 모듈화·시스템화 기술 개발
1-1-4. 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안	- 6대 핵심인필 별 B2B, B2C 등 적용 방안 및 공급 방식에 따른 사업화 방안 제시

○ 1-2세세부 : 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발

내용구성	목표내용
1-2-1. 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준	- 구조 플랫폼 내 적용을 고려한 표준화 기반 핵심 인필 부품 설계 기술 개발
1-2-2. 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발	- 6대 핵심인필 별 목표(Targrt) 설정에 따른 부품 시공공법 개발 및 매뉴얼 개발(DIY포함)
1-2-3. 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발	- 부품의 접합부 상호 연결 및 동일부품 및 다른 부품간의 인터페이스 맵 제시
1-2-4. 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발	- 6대 핵심인필의 모듈러 주택, PC 주택 적용 기술 개발

○ 1-3세세부 : 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발

내용구성	목표내용
1-3-1. 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정	- 인필 시스템화가 가능한 기성 내장재 시장 및 소비자 요구 조사 분석 및 제품선정
1-3-2. 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계	- 구조 플랫폼 내 적용 위치 선정 및 공간 용도별 모듈/ 성능 달성을 위한 부위별 자재/시스템 선정
1-3-3. 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발	- 부위별 통합모듈을 개발하고 생산효율성 확대를 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발
1-3-4. 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발	- 기성 내장재의 자동 조합 및 체결을 위한 기술을 개발하고 검토와 적정 도입 시점에 대한 전망

○ 1-4세세부 : 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

내용구성	목표내용
1-4-1. 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계	- B2C, B2B를 고려한 전자상거래 기반 인필 생산·공급·유통 오픈시스템 설계
1-4-2. 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발	- 인필 공급·유통을 위한 온라인 플랫폼(S/W)과 오프라인 플랫폼(마켓) 개발
1-4-3. 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR)	- 소비자의 주택 내 부품을 적용해보고 구매 의사결정을 할 수 있도록 AR/VR을 활용한 프로그램 개발
1-4-4. 메타버스를 활용한 거래 체계 구축	- 인필 부품의 구매 결정 후 온라인 플랫폼 내에서 거래가 가능하도록 시스템 개발

나. 2세부 : 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발

○ 2-1세세부 : 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발

내용구성	목표내용
2-1-1. 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발	- 공공 건설사 사업 특성에 따른 유형별(규모별) 사업모델 개발 적용가능성 검증
2-1-2. 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발	- 민간 건설사 사업 특성에 따른 유형별(규모별) 사업모델 개발 적용가능성 검증
2-1-3. 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안	- 장수명 주택 사업모델의 비용과 효과 검토에 따른 사업성 분석 방법개발
2-1-4. 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증·보급 방안	- 공공/민간 장수명 주택 사업실증 모델 도출 및 향후 사업별 적용 확대 계획 수립

○ 2-2세세부 : 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발

내용구성	목표내용
2-2-1. 라이프스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출	- 거주자의 라이프스타일 및 사이클에 맞춰 세대 내 평면변경이 가능도록 공간구성의 다양성을 가능하게 하는 구조시스템 개발
2-2-2. 주택유형·규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발	- 다양한 평면크기 및 유형별로 공간가변이 가능하도록 계획된 구조시스템 개발, 리모델링 주택 대상 구조 포함
2-2-3. 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발	- 공간별(주방, 욕실, 거실, 침실 등) 용도에 맞는 인필시스템을 계획할 수 있는 구조 플랫폼으로서의 역할이 가능한 구조시스템 제시
2-2-4. 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발	- BIM을 활용하여 구조플랫폼 내 인필 적용 설계 방안을 마련하고 및 매뉴얼 제시

○ 2-3세세부 : 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

내용구성	목표내용
2-3-1. 핵심인필 부품의 성능평가	- 개발 인필 부품의 부품군 별 요구 성능 시험
2-3-2. 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축	- 개발 인필 부품의 시공성·경제성을 평가하고 성능향상 방안 제시
2-3-3. 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안)	- 장수명 주택 인증제도를 기반으로 인필 부품의 성능 평가를 위한 기준(안) 마련
2-3-4. 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안	- 핵심인필 사업화를 위하여 성능을 인증할 수 있는 체계를 구축하고 제도 마련, 산업지원 방안 제시

○ 2-4세세부 : 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발

내용구성	목표내용
2-4-1. 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련	- 장수명 주택의 성능수준, 설계기준, 적용대상, 유사 인증제도와 통합 운영 등 중장기 발전 방안 마련
2-4-2. 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선	- 장수명 주택 운영실태 분석 기반 확대를 위한 의무화 강화 및 제도 개선방안을 마련
2-4-3. 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 가이드라인 개발	- 장수명 주택 인증항목 및 등급에 따른 비용 분석 방법을 개발하고 및 효과 검토 및 활용 가이드라인 개발
2-4-4. 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴	- 장수명 주택의 사회적 효과에 따라 인센티브 확대방안을 마련하고 국가·지자체의 건설 지원사업 발굴

다. 3세부 : 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발

○ 3-1세세부 : 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)

내용구성	목표내용
3-1-1. 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석	- 장수명 주택 실증단지 사용자 거주후 만족도 조사(POE)·분석 및 개선방안 도출
3-1-2. 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석	- 장수명 주택 민간건설단지 사용자 거주후 만족도 조사(POE)·분석 및 개선방안 도출
3-1-3. POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback	- 장수명 주택 실증 POE결과를 바탕으로 구조플랫폼, 인필, 사업모델 개발 방향 제시 및 실증 적용
3-1-4. 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍 구축	- 장수명 주택의 리모델링/가변주기 등을 고려한 중장기 조사 계획(안) 도출

○ 3-2세세부 : 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영

내용구성	목표내용
3-2-1. 미래 라이프 스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축	- 미래 라이프 스타일에 대응하여 기술 개선이 가능한 장수명 주택 리빙랩 모델 설계 및 구축(구조 플랫폼과 개발인필 적용)
3-2-2. 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험	- 장수명 주택의 리모델링/가변주기 등을 고려한 거주실험 계획 수립하고 계획에 따른 가변 시공
3-2-3. 6대 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안	- 1세부과제 혹은 민간 업체에서 개발한 인필 제품을 리빙랩에 적용 및 평가하여 상품화 가능성 검토
3-2-4. 사용자들의 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안	- 사용자 장수명 성능 체험 계획 수립 확대 적용을 위한 사업 발굴

○ 3-3세세부 : 공공 장수명 주택 사업모델 실증

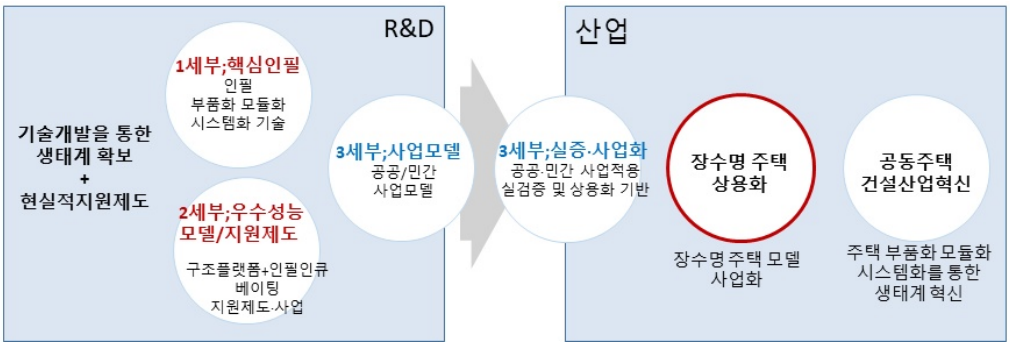
내용구성	목표내용
3-3-1. 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계	- 공공 건설사 소규모 실증 사업 대상지 선정 및 사업모델을 적용한 설계
3-3-2. 소규모 장수명 공공임대주택 시공	- 소규모 장수명 공동임대주택을 시공하고 성능 평가
3-3-3. 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증	- 소규모 사업의 경제성 및 유지관리 효과(가변, 용도변경, 수리비용절감 등) 검증
3-3-4. 공공 건설사 분산형 기술 실증	- 공공 건설사 사업대상지 내 분산형 기술 실증 아이템을 발굴하고 적용 및 검증

○ 3-4세세부 : 민간 장수명 주택 사업모델 실증

내용구성	목표내용
3-4-1. 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계	- 민간 건설사 대규모 실증 사업 대상지 선정 및 사업모델을 적용한 설계
3-4-2. 대규모 장수명 민간분양주택 시공	- 대규모 장수명 민간분양주택을 시공하고 성능 평가
3-4-3. 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증	- 대규모 사업의 경제성 및 효과(가변성 극대화) 검증
3-4-4. 민간 건설사 분산형 기술 실증	- 민간 건설사 사업대상지 내 분산형 기술 실증 아이템을 발굴하고 적용 및 검증

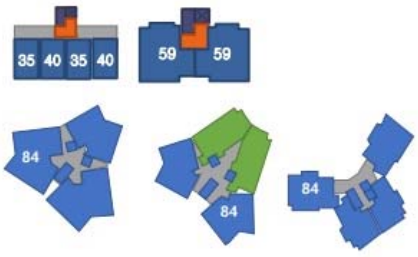
(3) 추진전략

○ 장수명 주택 구조플랫폼과 부품화된 인필을 활용하여 공공·민간 특성에 맞는 유형별 사업모델을 개발하고, 다양한 사업에 적용을 통해 선순환구조의 시장 형성을 유도하며, 사회변화에 대비한 제도적 지원과 연계하여 장수명 공동주택 확산 및 건설 산업 생태계 전환 시도





○ 구조 플랫폼 : 특정 규모(단위세대 59, 84㎡), 유형(판상형)을 벗어나 다양한 평면크기 및 유형별로 공간가변이 가능하도록 계획된 구조시스템 개발





○ 인필 부품화 기술 : 4차산업혁명 기술기반 인필 부품화·모듈화·시스템화

* BIM, 디지털 fabrication, 정보 플랫폼, 메타버스 등 기술 접목
* 선진국 벤치마킹을 통한 인필 기술 단계별 개발 체계 수립



그림 3-66 장수명 주택 인필 개발 단계

- 1단계 : 인필 성능 향상
- 2단계 : 인필 부품화
- 3단계 : 인필 모듈화
- 4단계 : 인필 공간 시스템화 설계표준화
- 5단계 : 인필 생산 공급 유통 체계 구축

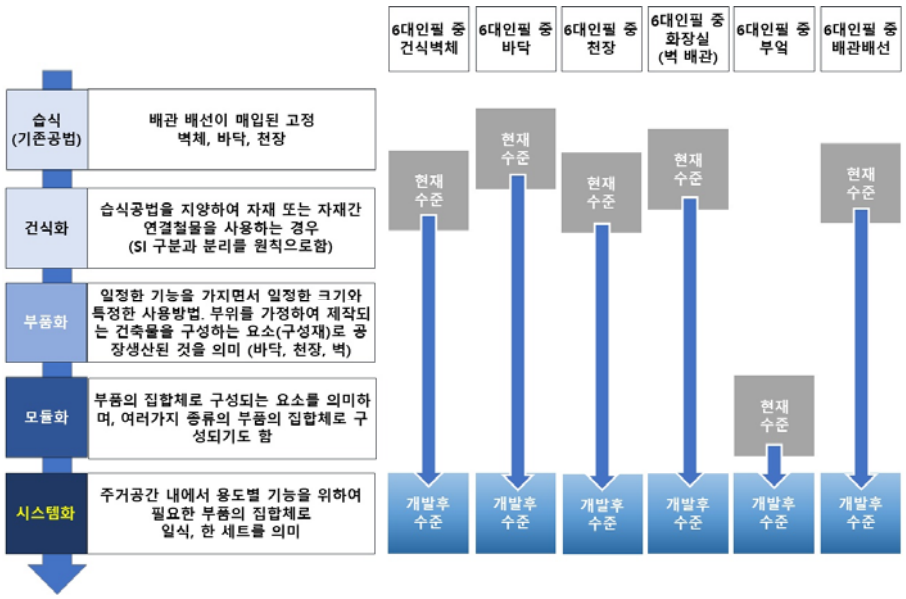


그림 3-67 인필 기술 수준을 고려한 단계별 개발 계획

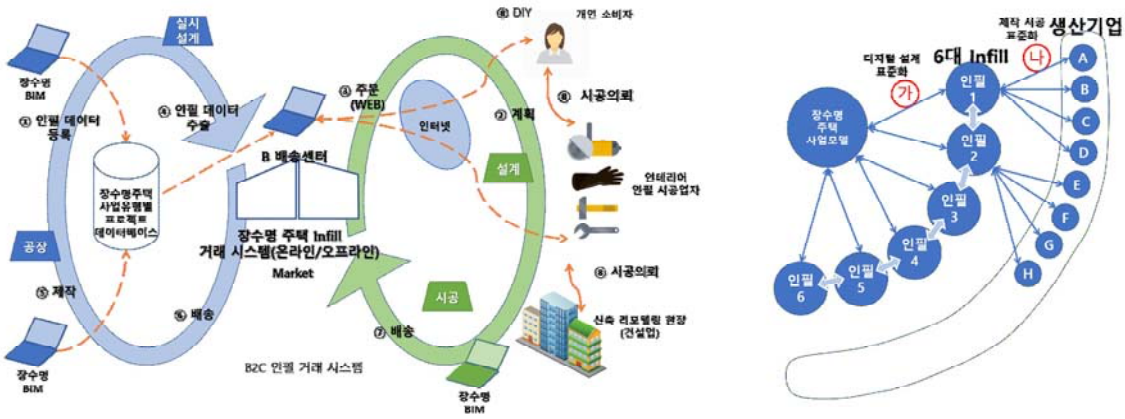


그림 3-68 인필 공급·유통 방안

○ 사업모델 : 민간/공공 건설사의 공급 유형별 특성에 따른 장수명 성능 특화 사업모델 개발 하고 인센티브+지원사업과 연계하여 경제성 확보 및 적용 확대

표 3-23 공동주택 사업 유형별 특성을 고려한 장수명 주택 사업모델 개발 예시

구분		세부 유형	내용	사업모델
분양주택	공공	분양	일반 공공 분양	사업모델 1
		지분형	토지지분, 수익공유 등	사업모델 2
	민간	분양	국민주택 이하, 국민구택 규모 이상	사업모델 3
임대주택	공공	공공 건설공급	국민임대, 공공임대, 영구임대, 행복주택 등	사업모델 4
	공공+민간	지분투자, 리츠(REITs)	공공임대리츠, 주택개발리츠, 토지지원리츠, 산단재생리츠, 행복주택리츠 등	사업모델 4
	민간	기업형 임대	기업형 임대	사업모델 5

○ 제도 : 사회변화 대응 주택 공급 전략 연계 제도 개선

* 인구감소, 1인가구 증가 대응 ESG 기반 주택 공급 정책 연계
* 건설산업 탈현장화를 고려한 건설산업 생태계 혁신

- 지속가능성 확보 장수명 주택 사업모델
- 장수명 주택 건설 지원사업 발굴
- 인필 부품화, 모듈화, 시스템화 기술지원 및 인센티브제도개발
- 인필 인증제도 등 성능 확보 방안

○ 리빙랩 : 미래 주거 플랫폼, 기술 인큐베이터

* 미래주거변화 시나리오 수립 및 단계별 실험
* 기술 개발/개선을 위한 장수명 주택 관계자 의견 수렴

- 거주방식 변화 실험
- 적용 기술 다양화 실험(스마트, 에너지 등)
- 상품화를 위한 시제품 평가

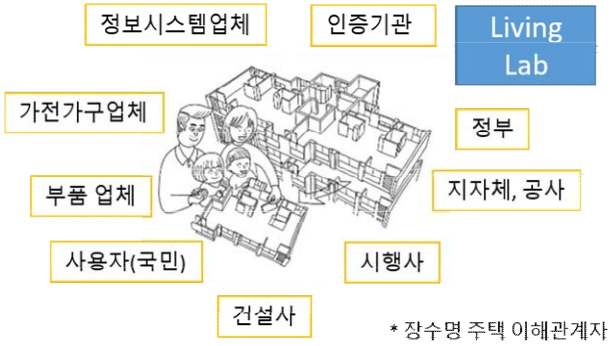
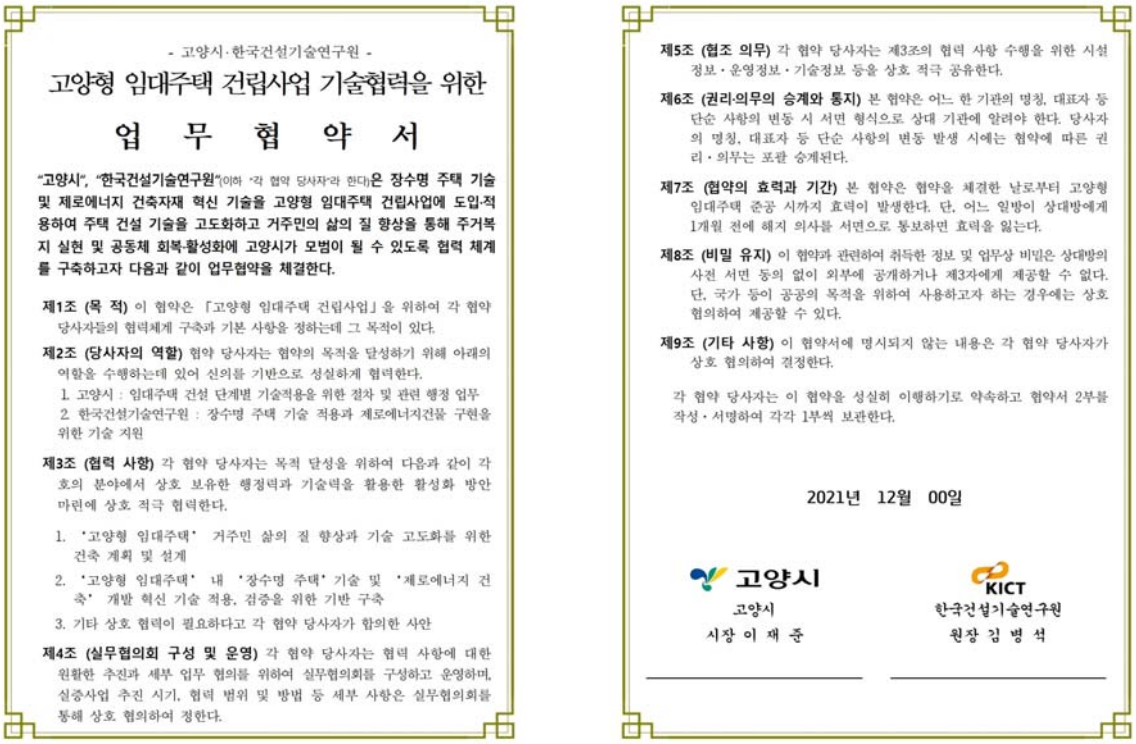


그림 3-69 장수명 주택 리빙랩에서 이해관계자

○ 실증 : 실용화에 대비한 유형별 실증·검증

* 3기 신도시 사업 적용
* 사업 유형별 특성에 따른 모델 및 기술 적용/검증

- 지자체 임대주택 건립사업 적용
- 3기 신도시 신축 아파트 설계 공모
- 재건축 사업 가점 적용



- 고양시·한국건설기술연구원 -

고양형 임대주택 건립사업 기술협력을 위한

업 무 협 약 서

"고양시", "한국건설기술연구원"(이하 '각 협약 당사자'라 한다)**은 장수명 주택 기술 및 제로에너지 건축자재 혁신 기술을 고양형 임대주택 건립사업에 도입·적용하여 주택 건설 기술을 고도화하고 거주민의 삶의 질 향상을 통해 주거복지 실현 및 공동체 회복·활성화에 고양시가 모범이 될 수 있도록 협력 체계를 구축하고자 다음과 같이 업무협약을 체결한다.**

제1조 (목 적) 이 협약은 「고양형 임대주택 건립사업」을 위하여 각 협약 당사자들의 협력체계 구축과 기본 사항을 정하는데 그 목적이 있다.

제2조 (당사자의 역할) 협약 당사자는 협약의 목적을 달성하기 위해 아래의 역할을 수행하는데 있어 신의를 기반으로 성실하게 협력한다.

1. 고양시 : 임대주택 건설 단계별 기술적용을 위한 절차 및 관련 행정 업무
2. 한국건설기술연구원 : 장수명 주택 기술 적용과 제로에너지건물 구현을 위한 기술 지원

제3조 (협력 사항) 각 협약 당사자는 목적 달성을 위하여 다음과 같이 각 호의 분야에서 상호 보유한 행정력과 기술력을 활용한 활성화 방안 마련에 상호 적극 협력한다.

1. '고양형 임대주택' 거주민 삶의 질 향상과 기술 고도화를 위한 건축 계획 및 설계
2. '고양형 임대주택' 내 '장수명 주택' 기술 및 '제로에너지 건축' 개발 혁신 기술 적용, 검증을 위한 기반 구축
3. 기타 상호 협력이 필요하다고 각 협약 당사자가 합의한 사안

제4조 (실무협의회 구성 및 운영) 각 협약 당사자는 협력 사항에 대한 원활한 추진과 세부 업무 협의를 위하여 실무협의회를 구성하고 운영하며, 실증사업 추진 시기, 협력 범위 및 방법 등 세부 사항은 실무협의회를 통해 상호 협의하여 정한다.

제5조 (협조 의무) 각 협약 당사자는 제3조의 협력 사항 수행을 위한 시설정보·운영정보·기술정보 등을 상호 적극 공유한다.

제6조 (권리·의무의 승계와 통지) 본 협약은 어느 한 기관의 명칭, 대표자 등 단순 사항의 변동 시 서면 형식으로 상대 기관에 알려야 한다. 당사자의 명칭, 대표자 등 단순 사항의 변동 발생 시에는 협약에 따른 권리·의무는 포괄 승계된다.

제7조 (협약의 효력과 기간) 본 협약은 협약을 체결한 날로부터 고양형 임대주택 준공 시까지 효력이 발생한다. 단, 어느 일방이 상대방에게 1개월 전에 해지 의사를 서면으로 통보하면 효력을 잃는다.

제8조 (비밀 유지) 이 협약과 관련하여 취득한 정보 및 업무상 비밀은 상대방의 사전 서면 동의 없이 외부에 공개하거나 제3자에게 제공할 수 없다. 단, 국가 등이 공공의 목적을 위하여 사용하고자 하는 경우에는 상호 협의하여 제공할 수 있다.

제9조 (기타 사항) 이 협약서에 명시되지 않는 내용은 각 협약 당사자가 상호 협의하여 결정한다.

각 협약 당사자는 이 협약을 성실히 이행하기로 약속하고 협약서 2부를 작성·서명하여 각각 1부씩 보관한다.

2021년 12월 00일

고양시
고양시
시장 이 재 준

KICT
한국건설기술연구원
원장 김 병 석

그림 3-70 지자체 사업과 연계하여 장수명 주택 실증 추진하기 위한 업무 협약

(4) 세부과제별 추진전략

가. 1세부 : 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

구 분	내 용
목표내용	- 장수명 주택의 확대, 실용화·활성화 및 산업생태계 조성에 필수적인 6대 주요 인필을 대상으로 공장제작+현장조립이 가능하도록 부품화 하고 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술 개발 및 시장확대를 위여 다양한 채널로 공급·유통이 가능하도록 온라인/오프라인 플랫폼을 구축하는 기술개발
연구전략	- 장수명 주택의 핵심 인필 부품화 기술을 개발하고 다양한 사업에 적용이 가능하도록 생산공급·유통 플랫폼 개발. 구조플랫폼에 내 인필을 적용하고 사업모델을 통한 실증·검증 및 리빙랩을 통한 현실화 가능한 기술개발 ※ 부품화 : 일정한 기능과 크기와 특정한 사용방법, 부위(바닥, 벽, 천장 등)를 가정하여 제작되는 건축물 구성요소(구성재)를 공장에서 제작한 것. ※ 모듈화 : 모듈은 단위치수(예로 30㎝, 1자 등)를 의미하지만, 여기서는 몇가지 부품의 집합체로 정의함. (예:문+문틀+손잡이+전기설비 등 복합체) ※ 시스템화 : 하나의 기능을 위하여 필요한 부품의 집합체로 일식, 한 세트를 의미한다. 바닥시스템, 벽시스템, 화장실 시스템, 부엌시스템 등
목표성과	[질적성과] - 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발 * 6대 핵심인필 부품화 기술개발 * 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발 * 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발 * 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안 - 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발 * 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준 * 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발 * 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발 * 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발 - 기성 내장재(가전·가구 등) 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발 * 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정 * 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계 * 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발 * 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발 - 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발 * 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계 * 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발 * 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR) * 메타버스를 활용한 거래 체계 구축 [양적성과] - 6대 주요 인필의 부품화·모듈화·시스템화 공법 개발 : (부품화·모듈화율 50% 이상 확보) 각 인필별 2건 이상 특허 또는 의장등록(디자인), 우수성과 기반 사업화(기술이전) 연계 1건 - 오픈 플랫폼 S/W 생산·공급·유통 연계 온라인 B2C플랫폼 개발(S/W) 개발 및 등록

나. 2세부 : 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발

구 분	내 용
목표내용	- 최적 장수명 성능 모델 설계 및 구성 가능한 전용면적 규모와 성능 종류(가변성·수리용이성 등)에 따른 구조 플랫폼을 개발하고 리빙랩을 통한 개발인필의 시공평가 및 사용평가 및 성능 검증·사업화 및 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선, 인센티브, 지원사업 등 정책 개발
연구전략	- 공공/민간 섹터별 특성에 적합한 주택요구성능을 포함한 장수명 주택 사업모델 개발 - 미래주택 기술을 수용하는 공간구성의 다양성을 고려한 장수명 주택 구조 플랫폼 개발 - 핵심인필의 성능을 평가 및 인증하고 사업화하는 기술 개발 - 장수명 주택 정착을 위한 법 제도 개선 및 지원 정책 개발
목표성과	[질적성과] - 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발 * 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발 * 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발 * 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안 * 공공/민간 장수명 주택 사업모델 확대적용·보급 방안 - 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발 * 라이프스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출 * 주택유형・규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발 * 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발 * 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발 - 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발 * 6대 핵심인필 부품의 성능평가 * 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축 * 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안) * 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안 - 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발 * 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련 * 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선 * 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 가이드라인 개발 * 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴 [양적성과] - 인증제도와 연계한 장수명 주택 공공·민간 사업모델 각 2개 이상 ※인필 설비 점검·유지관리 용이성 향상 설계 : 기존 대비 공용부분과 전용부분 50% 향상 (공용부분 : 공급, 오배수 부분, 전용부분 : 천장, 벽, 바닥 부분) ※모든 부분 가변성 확보 설계: 모든 방 필수, 부엌 또는 화장실 등 물사용 공간 가변성 확보 - 장수명 주택유형별 구조 플랫폼 각 2개 이상 - 산업화 정책 또는 제도화 1건

다. 3세부 : 장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증

구 분	내 용
목표내용	- 기존 장수명 주택 POE를 기반으로 공공과 민간의 임대, 분양, 정책 등에 따른 공급방식의 목적별 최적 사업모델을 개발하고, 구조플랫폼+6대 핵심인필 기술 개발 성과를 결합한 사업유형별(공공/민간) 모델 종합 실증·시범사업 추진을 통해 사업화 및 검증
연구전략	- 장수명 주택 사례단지(민간/공공) 거주후 만족도 조사 분석 결과를 바탕으로 플랫폼/사업모델 등 기술 개선 및 리빙랩 지원 - 장수명 주택 리빙랩을 구축하여 신규 개발 기술을 적용 및 검증하고 개선 및 상품화 가능성 확보 - 장수명 주택 사업모델 중 공공 사업대상지 실증 및 시범사업대상지를 선택하고 기술 및 사업성 검증 - 민간 공동주택 사업유형에서 장수명 주택 기술 적용 상품을 브랜드화 하고 분산형 실증 및 검증
목표성과	[질적성과] - 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE) * 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석 * 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석 * POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback * 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍 구축 - 장수명 주택 리빙랩 구축 및 운영 * 미래라이프스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축 * 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험 * 6대 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안 * 사용자 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안 - 공공 장수명 주택 사업모델 실증 * 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계 * 소규모 장수명 공공임대주택 시공 * 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증 * 공공 건설사 분산형 기술 실증 - 민간 장수명 주택 사업모델 실증 * 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계 * 대규모 장수명 민간분양주택 시공 * 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증 * 민간 건설사 분산형 기술 실증 [양적성과] - 공공·민간 사업모델 대표유형 실증 1개 이상(집중 혹은 분산형) - 리빙랩 구축 및 운영을 통한 기술 인큐베이팅 6가지 이상(6대인필 각 1가지 이상)

3.5 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과 로드맵

(1) 연구 단계별 목표

○ 본 연구기간은 총 5개년으로 계획함

○ 연차별 목표는 다음과 같이 설정함

(세세부 과제별로 차이는 있으나 전체적인 목표의 흐름을 설정함)

1 '장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발' 연차별 목표

단계	년차	주요 목표
방향설정 및 기초확보단계	1년차	· 6대 인필 부품화를 위한 현황 조사 및 개발방향 설정 · 인필 부품의 구조체 연계 가동성 확보 설계 · 시공 방안 · 기성 내장재 공간 시스템화 사례 및 필요 요소 도출 · 인필 플랫폼 구축 요소 도출 및 개발 계획(안)
응용개발단계	2년차	· 6대 핵심인필 부품화 기술개발 · 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준 · 기성 내장재 중 인필 시스템화 개량이 가능한 제품군 선정 · 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계
	3년차	· 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발 · 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발 · 온라인/오프라인 인필 공급 · 유통 플랫폼 개발 · 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계
실증 검증 및 보급	4년차	· 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발 · 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발 · 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR) · 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발
	5년차	· 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안 · 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발 · 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발 · 메타버스를 활용한 거래 체계 구축

2 ‘장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발’ 연차별 목표

단계	년차	주요 목표
방향설정 및 기초확보단계	1년차	· 공공 · 민간 장수명 주택 사업모델 개발 Ⅰ · 공동주택 사업별 구조 특성 조사 및 장수명화 방안 · 6대 핵심인필 부품 성능평가 항목 도출 및 방법 마련 · 국내 장수명 주택 관련법제도 문제점 분석 및 개선방향
응용개발단계	2년차	· 공공 · 민간 장수명 주택 사업모델 개발 Ⅱ · 라이프 스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출 · 6대 핵심인필 부품의 성능평가 · 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴
	3년차	· 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안 · 주택유형·규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발 · 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축 · 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선
실증 검증 및 보급	4년차	· 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증 · 보급 방안 · 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발 · 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안) · 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 가이드라인 개발
	5년차	· 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증 검증 결과 사업확대 · 구조 플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발 · 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안 · 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련

3 ‘장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증’ 연차별 목표

단계	년차	주요 목표
방향설정 및 기초확보단계	1년차	· 민간 · 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석 · 장수명 주택 리빙랩 개발 계획 및 설계 · 공공/민간 장수명 주택 실증사업 대상지 확정 · 공공/민간 장수명 주택 실증 및 검증 계획 수립
응용개발단계	2년차	· POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback · 미래 라이프 스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축 · 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계 · 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계
	3년차	· 리빙랩 적용 기술 평가 방안 · 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험 · 소규모 장수명 공공임대주택 시공 · 대규모 장수명 민간분양주택 시공
실증 검증 및 보급	4년차	· 리빙랩 적용 기술 모니터링 및 POE · 6대 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안 · 공공 건설사 분산형 기술 실증 · 민간 건설사 분산형 기술 실증
	5년차	· 사용자 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안 · 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증 · 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증 · 공공/민간 장수명 주택 사업모델 확대적용 · 보급 방안

3.7 성과의 활용방안

○ (정부·지자체) 사회적 이슈 해결(1인가구, 다양한 가족 구성, 위드코로나 시대의 새로운 주택공간 확보) 및 거주민의 삶의 질 제고를 위한 정책개발 자료로 활용. 장수명 주택인증제도, 인필인증제도 등의 기준과 제도 운영, 제도 재개정 지원, 장기적인 장수명 주택 발전방안을 위한 로드맵 구축자료로 활용

○ (공공·민간기업) 장수명 주택 건설을 위한 사업모델로 직접 임대 및 분양사업, 변화하는 시대 대응한 업체의 특화모델로 활용하고, 임대주택의 경우 운영비용절감을 위한 모델로 활용

○ (인필생산 시공업계) 인필생산을 위한 인증제도에 기반을 둔 우수한 인필 생산을 위한 기준으로 활용하고, 생산된 인필을 적용할 수 있는 시장 확보에 활용. 인필 건설시장의 확보와 생태계구축을 위한 기반 시장으로 활용

○ (설계업체, 인증기관, 컨설팅기관)장수명 주택에 대한 사업모델, 플랫폼, 인필 등에 대한 설계가이드라인, 구체적 기술성과를 활용한 설계, 컨설팅, 인증에 활용

○ (연구기관·대학교) 다양한 분야별 교육 및 후속 연구 기초자료로 활용 및 관련분야 학과, 연구분야 증대, 기술개발 유도 및 관련 분야 인력양성(LIVING LAB과 연계)

○ (국민·생활약자) 거주자 생활변화에 맞춤형 주거공간의 실현, 실내공간 변화에 대한 인필 등을 활용한 DIY 공간구성 등 거주자 주도의 공간구성 기술 및 서비스의 구축에 활용. 우수한 주택성능 확보를 통해 거주만족도 및 편익 증대를 위한 주택으로 꾸밈 가능

3.8 연구 수행체계 제안

○ 본 과제는 산·학·연 공동연구를 기본원칙으로 하되, 실용화를 목적으로 추진하는 연구과제이므로 공공/민간의 건축물 설계, 시공, 유지관리 및 인필생산· 시공 관련 기업이 적극적으로 참여할 수 있도록 컨소시엄 구성

○ 주택성능을 만족할 수 있는 건축구성 및 실무 연구, 사업을 기반으로 유관조직 및 기관과의 융합 연구 협의체 구성

○ 본 과제는 주택의 장수명화·인필 부품생산·건설 기술 및 제도개발을 위한 사업으로 연구내용 및 정책추진의 연계를 위해 국토교통부와 협력추진 필요

○ 개발기술의 실증 추진을 위하여(실증대상지 선정, 실증규모, 실증방법, 일정 등)을 민

간 공공 사업주최와 협업을 통하여 연구를 수행할 수 있도록 체계를 구성하며 연구추진과정에서 국토교통부, 전문기관 협의를 통해 추진

- 개발기술의 실증은 주관연구기관에서 총괄하여 추진 검토

4. 사전타당성 검토

4.1 정책적 타당성

○ 장기적으로 국가적인 사회비용 절감과 양호한 성능의 재고주택 확보 및 국민의 주택사용 다양화 및 변화 대응기술로 단기 개발이익을 선호하는 민간의 회피기술로 자발적인 추진이 어려운 정부 지원 필수

- 장수명 주택은 주택보급률이 충분한 재고시대, 리모델링 및 재건축 도래시기에 효과가 나타나는 장기 미래기술이며, 국가적 측면의 사회비용 절감과 국민의 주거복지와 사용에 적합한 기술로, 개발·분양 및 건설이익 등 단기적인 효과가 중요한 민간공급자(시행자·시공자)가 공급(건설)중심의 사회에서 기피하는 기술임. 따라서 국가적인 차원의 기술개발이 필수적이며, 공공부문에서 선도적인 추진과 민간업체의 협조로 전개될 수 있는 분야로 정부에서 지원하고 견인하지 않으면 일반시장에서 자생하기 어려운 한계

○ 인필분야는 가변성과 수리용이성의 성능과 관련되는 부분으로 내부공간 구성의 직접적인 요소로서 중요하지만, 중소규모의 전문영역으로 건설업체의 하청과 같은 지위로 독자적인 개발능력이 없고 자생하기 어려운 분야로 국가차원의 기술개발과 지원체제 확립이 필요함.

- 장수명 주택이 제도권으로 편입된 지 얼마되지 않은 신생분야이며, 벽식구조의 습식공법과 매설시공 중심의 공동주택 건설시장에서 인필분야는 건식공법이 진입단계로 공장생산의 부품화·시스템화는 시장이 성립되어 있지 않은 상태임.

- 중소업체의 자체적인 기술 개발하였으나 성능인증 한계, 적용시험 한계, 적용사례 한계 등 시장확보가 불가능하여 도산한 사례들이 나타남.

  ※ 2중바닥·건식온돌업체, 가구형벽체 부품업체 등의 도산 혹은 사업 중지

○ 건축물의 품질향상이 중요한 시대에 사용성능 향상 건설방법 전환을 위한 정부차원의 기술 및 기반 구축 견인 필요

- 건설현장의 노동인력의 고령화와 외국노동자 증가로 기능인력 감소로 건축물의 품질저하를 방지할 대책의 하나로 인필중심의 공장생산 표준화·부품화·모듈화가 중요

4.2 기술적 타당성

○ 노후 주택의 증가(준공 20년 이상이 48%)에 따른 성능저하를 해결하기 위한 방법으로 조기전면철거에 따른 재건축의 폐해를 방지하고, 고비용 한계성능의 리모델링에 대비하며, 초고층화(35층-50층) 및 고밀 공공주택 개발의 장수명화를 통한 현 공동주택의 문제점을 해결하고, 3기 신도시 및 공공개발 등의 마지막 대량공급시점에서 미래세대의 인구감소, 저출산 초고령사회 대비를 위한 양호한 성능을 가진 공동주택 재고확보를 위한 대책 마련 시급

※ 재건축의 폐해 : 선진국의 1/3-1/2 수명으로 자원낭비, CO2 및 쓰레기 배출

※ 고비용 및 한계성능 : 신축의 85%이상 비용 소요, 기존공동주택의 성능은 현재 성능에 비하여 현저하게 낮고, 층고, Bay, 층간소음, 가변성 및 수리용이성 저하되어 있으며, 내력벽 철거의 안전문제 등 리모델링 활성화가 어려운 상황

※ 2028년 인구 피크 시기 도래, 2025년 초고령사회 도래

- 현재와 같은 벽식구조, 일체식 공법, 구조체내 설비 매설 시공, 가변성 및 수리용이성이 낮은 상태로 초고층화하면 조기노후화 현상은 반복될 것이며, 20-30년 후에 초고층화한 단지는 용적률이 높고, 인구감소·저출산 초고령화로 재건축은 현재보다 훨씬 어려운 상황이 진행되어 유지관리문제가 심각하게 대두될 것임.

○ 2단계 「비용절감형 장수명 주택 보급모델 및 실증단지 구축」 R&D 연구를 통하여 보급모델 개발과 실증주택 건설(2동 116세대) 실증을 통하여 비장수명 주택 대비 3-6%의 비용수준의 결과로 실용화 가능성을 제시하였으나, 인필부품 부재와 비용증가에 민감한 민간업체에 보급 확산되지 못한 한계

- 분양이 용이한 현 시장에서 민간업체에서 성능향상보다 비용증가에 민감하고, 기존방식 고수로 시스템 전환(벽식구조→기둥식구조, 습식·설비매설 공법→건식·설비분리공법 등)이 어려우며, 인필 시장(특히 공장생산 부품화·모듈화)의 미성숙 등으로 확산 한계로 사업모델관점과 인필공법개발과 산업생태계 확립이 필요.
- 공공부문도 임대주택을 중심으로 한 복지모델의 적용과 유지관리비용 절감이 용이한 사업모델방식과 시스템 전환과 인필기술 적용확대가 필요

※ 일부 선도사업을 추진하고 있으나 세부적인 공법과 적용 기술 확대 필요.

4.3 경제적 타당성

○ 사회적 비용 약 22조 절감 현실화

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

○ 공공임대주택의 인구구조변화에 따른 유연성 확보로 사회적 편익 55조 절감

- 재개발·재건축이 어려운 공공임대주택의 지속가능성 확보 차원에서 장수명 주택 적용으로 재고주택 리모델링으로 인구구조 변화에 대응가능
- 임대주택 단위세대 84㎡세대 리모델링만으로 인구구조 변화에 대응 가능한 공급유형으로 변경 가능, 재건축 대비 50만호 대상 55조원 절감

※ 단위세대 리모델링 1,988천원/㎡ (서울특별시 「공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인 마련(2021)」 리모델링 5개 사례 평균값)

※ 단위세대 신축 2,337천원/㎡ (SH내부자료, 최근 준공단지 6개도 건설원가 평균), 철거 82천원/㎡(서울특별시 「공공건축물 건립 공사비 책정 가이드라인 마련(2021)」 6층이상 철거비), 이주비용 738천원/세대(SH내부자료, 임차인 이사비 보상기준(2021)



그림 3-71 경제적 타당성

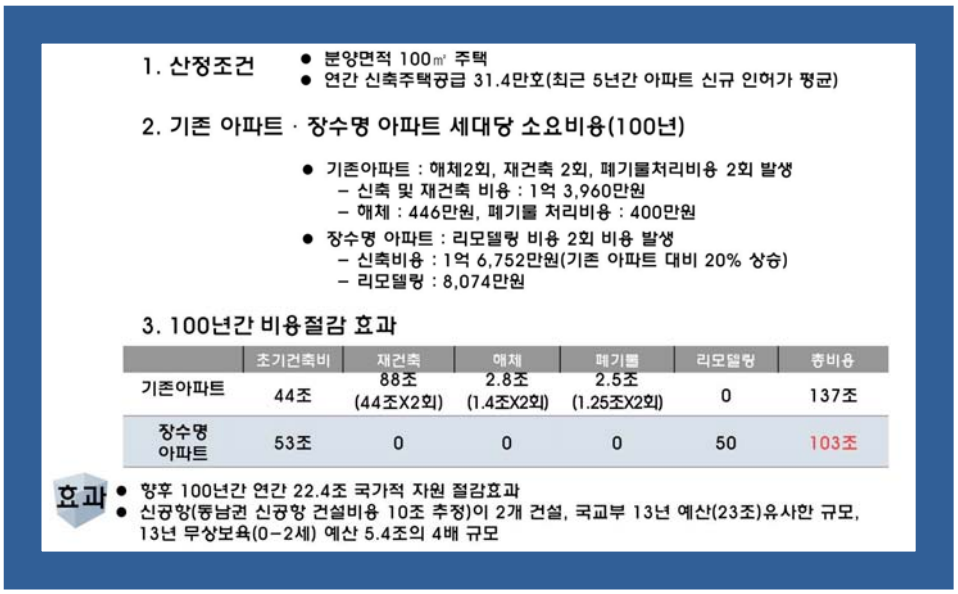


그림 3-72 100년간 비용절감 효과

○ 1·2단계 국가 R&D를 종료한 상태이며, 선행연구와 실용화와 공장생산화 등의 기술고도화·실용화 측면에서 차별화하고 있음.

– 선행연구가 구조체 중심의 보급모델개발과 기존 인필의 공법개선 적용 및 모든 인필의 현장 건식화 시공(건식바닥은 4세대 시범적용)을 통한 비용절감과 제도개선 연구를 실시하였으며, 2동 116세대(전용 59㎡)의 공공임대주택을 대상으로 건설 실증연구.

– 본 연구는 시장에서 사업화가 가능한 공공·민간사업모델과 건식화 다음단계인 공장생산 인필부품화·모듈화와 공법개발·실용화를 위한 연구와 소·중·대규모 구조 플랫폼 및 사업모델 실증과 Living Lab. 구축 연구로 차별화

※ ①습식공사→②건식화(현장 자재 가공, 시공)→③부품화(공장생산/현장조립, 선재, 면재)→④유닛화(입체제작, 현장조립)/시스템화(여러 부품의 조합+통합) / 본 연구: ③,④단계

○ 향후 시장 전망 :국내 공동주택 신축/인테리어(리모델링+홈퍼니싱) 시장

[신축]

– 국토교통부 주택공급통계에서 최근 연평균 주택 공급 50만호로 볼 때 연간 약 74조원

* 전국 연평균 주택공급(만호) (‘05~’07) 36.3 (‘08~’12) 35.7 (‘13~’16) 45.0 (‘17~’20) 54.6

* 84㎡ 1호당 공사비 약 148,008,000원, 기본형건축비 1,762,000원(2021년 9월 고시) 적용, 16층-25층이하, 60-85㎡ (지하 공사비 제외)

- 신축 공사비 중 내장공사비 약 20 조원

[홈인테리어]

- 한국건설산업연구원 홈인테리어 시장 : 2020년 41.5조->2021년 60조 1.5배 성장

- 2020년 리모델링 25조원 + 홈퍼니싱 18조원 해당 시장에서 부품 활용
(홈퍼니싱 : 공사없이 개선)

5. 본 연구 소요예산

- 280억 민간포함 약 380억 수준
- 현재 상태에서 추정한 안이며, 기획과제를 통하여 본과제의 세부과제가 도출되면 구체화 할 예정임.

○ 기간 · 소요예산 5년, 총 380억원(정부 280억원)

장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획							
총연구기간	2023.01 - 2027.12(5년)						
연구과제 소요예산 (억원)	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
	정부	40	50	65	75	50	280
	민간	15	18	23	26	18	100

(단위 : 억원)

세부과제명	구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
[제1과제] 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발	정부	15	14	18	22	18	87
	민간	5	6	7	8	6	32
	전체	20	20	25	30	25	95
[제2과제] 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발	정부	10	17	16	14	10	67
	민간	5	6	6	6	5	28
	전체	15	23	22	20	15	80
[제3과제] 장수명 주택 유형별 사업모델 실증 기술개발	정부	15	19	31	39	22	126
	민간	5	6	10	12	7	40
	전체	20	25	41	51	28	137
합계		55	68	88	101	68	380

h210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

6. 과제 제안요구서(RFP)

□ 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발

연구과제명	장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발
1. 연구목표	
	○ 장수명 주택 구조플랫폼과 사업모델 개발을 통해 우수 성능 장수명 주택을 실용화 하고 주택 핵심인필 부품화 기술 개발을 통한 생태계 확보 및 현실적 지원제도 확대 - 장수명 주택의 가변성 및 수리용이성을 달성할 수 있는 핵심 인필 부품화 및 공급·유통 플랫폼 기술개발 - 공공/민간 유형별 장수명 주택 사업모델을 개발하고 구조플랫폼을과 인필 성능평가·인증 기술 및 이를 지원·유인하는 제도개발 - 장수명 주택 POE를 기반으로 기술개발을 지원하고 공공/민간 사업모델 실증을 통해 기술 검증 및 사업 확대
2. 연구 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발 필요성	○ 선진외국 대비 짧은 주택 교체수명과 조기 전면철거 재건축으로 인한 자원낭비와 더불어 2050 탄소중립 달성을 위한 폐기물 및 CO2 배출, 사회비용 낭비 등 문제점 해결 필요 - 주요 선진국 대비 1/3-1/2 수준 - 재건축 아파트 수명 : 약 40년 - 장수명 주택 건설로 CO2 25%, 건설폐기물 85%, 사회비용 절감 ○ 초고층화, 노후주택 증가 외 재건축억제, 고비용·성능한계의 리모델링에서 탈피할 수 있는 저비용 맞춤형 유지관리·리모델링 용이형 주택 필요성 증대 - 노후주택 증가(2021 주태업무편람) 총주택수 18,127천호 중 30년 이상 329만호(18.2%) - 1기 신도시 아파트 30년 도래, 고밀개발(용적률 198%)로 재건축 사업성이 낮아 리모델링이 유일한 대안이나 성능의 한계 및 벽식 구조 평면 설계 문제 ○ 21세기에 적합한 요구성능을 갖춘 수준 높은 신축주택 건설 필요 - 1단계 장수명 주택 구성기술, 2단계 비용절감 및 제도개선 실증연구로 제도개선과 비용절감(비장수명 주택 대비 3-6%증가) 실증하였으나 사업 유형별 최적 성능 모델 부재, 유인책 한계로 만간업체 시장참여 저조 - 장수명 주택 구조체의 비용절감 가능성 확인하였으나 인필 부품화·모듈화 기술 미확보 및 생산업체 미비, 시장 생태계 부재가 걸림돌 ○ 사회전환기 패러다임 변화, 3기 신도시 및 공공주택 건설 등 마지막 대량공급 시 주택시스템 전환기반 마련을 통한 미래세대 부담 경감

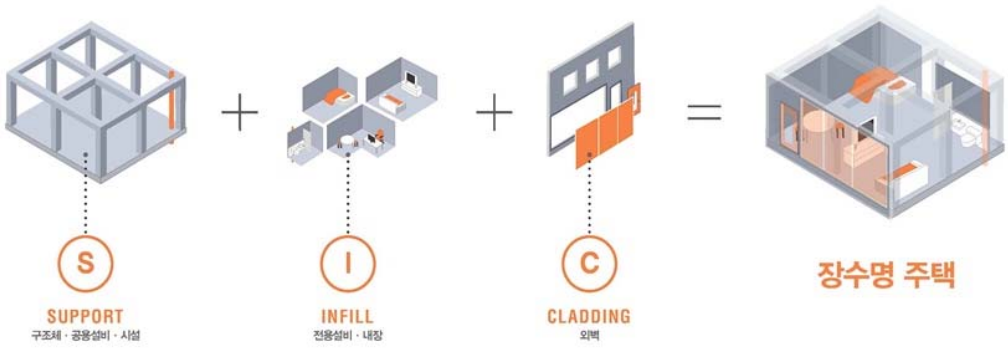
필요

- 주택 보급률 증가(104.8%)와 인구감소, 가구분화 둔화 및 초고령사회(2025년-) 대비 필요
- 건설 기능인력 고령화 및 현장 기능공 감소, 외국인 기능공의 기능저하 대비 현장 작업 간소화 및 생산성 향상 필요
- Post & With Corona 시대 주거환경 변화대비 주거 수요에 대응가능한 장수명 주택 확산 필요

○ 장기적인 국가의 사회비용절감과 양호한 성능의 재고주택 확보 및 국민의 주택 사용다양화 및 변화대응 기술로 시급한 과제이나 단기 개발이익을 선호하는 민간업체의 자발적 추진이 어려우며 생태계 부재로 인하여 정부주도의 지원 필요

- 주택 재고시대 및 리모델링 도래 시 효과가 발휘되는 자기 미래기술, 국가의 양호한 주택 재고확보 및 국민의 삶의 질 향상에 필요한 기술
- 제도권에 진입한지 오래지 않은 기술이며, 벽식구조 일색의 아파트 기술로 인필기술시장이 성립되기 어려우며, 인필기술은 중소기업 영역으로서 자율시장에서는 시장확보와 진입이 어려운 기술

[장수명 주택 개념]



비장수명 주택	벽식구조방식의 SCI 구분없는 일체화, 습식 매설공법 중심
장수명 주택	기둥방식으로 SCI 가 구분·분리되며, 인필 건식화를 넘어 부품화·모듈화된 내구성, 가변성, 수리용이성이 확보된 기술

□ 기술동향 ○ 국내 기술동향

- 공공기관을 중심으로 한 기둥방식 건설과 장수명 양호등급 소수 건설과 양호등급의 시범사업 및 장수명 주택 로드맵 마련 계획

*LH: 양호등급 7건—시범단지 건설 3개지구, GH: 시범사업 양호등급 실시설계 중, SH: 기둥방식 건설(2012년 이후)

- 민간 건설업체에서는 벽식구조의 초고층화, 리모델링하기 어려운 일체식 습식공법 위주이며, 일부 벽식구조 기반의 부분가변 혹은 건식화를 위한 공법적용하고 있으나 양호등급은 1사례에 불과

*두산 신동백 위브더제니스 ('21년 7월 준공)

- 인필분야에서는 일부 업체에서 건식바닥, 천장 건식화, 화장실 및 부엌시스템, 설비배관시스템 등을 일부 개발되어 있으나, 주택용 벽체는 시장진입하고 있지 않으며 현장에서 건식시공하는 수준.

  * 2단계 R&D과정에서 참여한 업체의 제품이 일부 존재하는 수준, 화장실 UBR

- 2단계 장수명 주택 연구를 통하여 비용절감기술과 제도개선을 실증하여 서포트(Support) 기술은 개발하였으나, 사업모델과 인필 부품화·모듈화·실용화 핵심기술개발과 보급화 및 시장생태계 구축을 위한 기술은 미흡

  * 일부 민간업체의 벽식구조 플랫폼 구축 : DL enc. C2 House 등

○ 국외 기술동향

- 국외 장수명 주택은 유럽(네덜란드 핀란드 등)과 일본이 최고수준으로 유럽은 Open Building, 일본은 SI주택과 장기우량주택이라는 이름으로 일반화.

  * 네덜란드는 1980년대 이후, 핀란드는 2000년대에 실용화, 일본은 1980년대부터 시작 2010년대 초반에 R&D 종료후 실용화.

  * 일본은 장기우량주택 건설촉진에 관한 법률에 따른 인정제도로 단독주택과 공동주택을 인정대상으로 함.

- 유럽은 거주자 참여설계를 바탕으로 한 구조체 기술과 인필시스템이 확립되어 있으며, 신축과 기존 건축물의 리모델링에 동시 적용.

  * 네덜란드는 중저층으로 벽식구조 라멘구조 등 다양한 구조형식과 인필시스템 구축, 인필시스템으로 Matura system, ERA 시스템, Interlevel, Esprit 시스템 등으로 바닥, 벽, 설비 종합 시스템이 시장에 존재.

  *핀란드는 중저층 중심의 다양한 공법(PC, 철강재 등)과 다양한 평면 변화형 실현을 위한 개별 인필시스템 존재

- 일본은 다양한 구조시스템과 재료 및 공법(RC, PC, 철강재 복합화 공법, 특수공법)이 존재하고, 공동주택과 단독주택이 있으며, 기관이나 업체별 비즈니스 모델로 존재하며, 2중바닥, 2중천장, 2중벽체를 기본으로 기술이 확립되어 있음.

  * UR(도시재생기구)의 KSI, 노무라 주택의 NSI, 카지마 주택의 SI 등

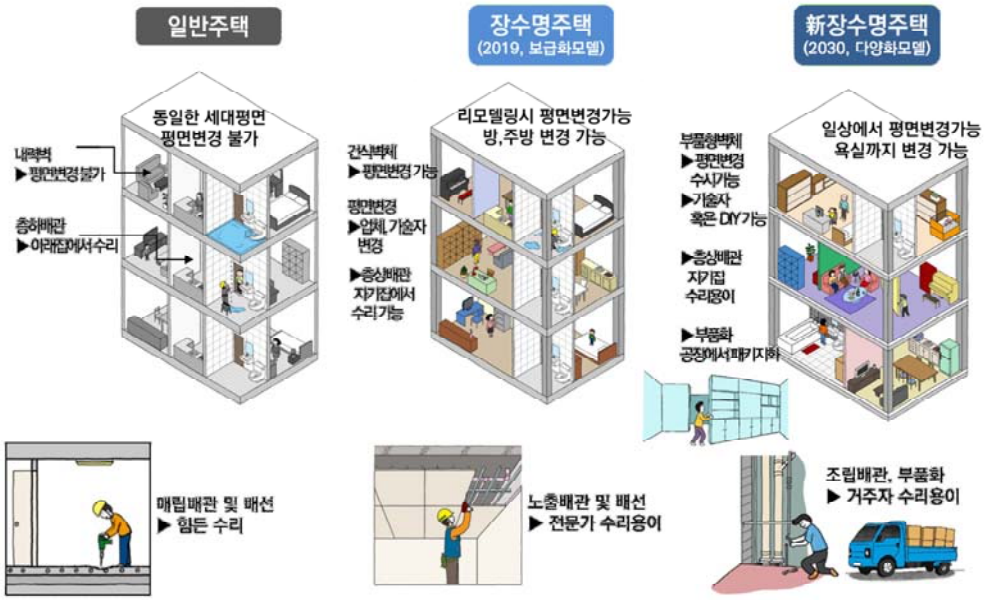
  * 1980년 이후 30년간 공공주택 선행 민간 참여의 연구, 시범사업, 일반 시장건설을 계속하고 있음.

- 일본의 인필시스템은 1970년대부터 개발된 BL(Better Living)부품을 중심으로 인필과 설비가 부품화·시스템화되어 있음.

  * BL (우량주택부품) 인정제도가 1974년부터 현재까지 운용,

  * 일본 주택패널협동조합, 도큐건설 인필시스템, 세끼스이하임 NEXT Infill 등

3. 연구내용



[장수명 주택 3단계 개발개념- 신장수명 주택]

- **일상에서 평면 변경 가능 및 용이성 확보**
- **실용화 가능한 사업모델과 플랫폼을 통한 다양한 변화형 가능**
- **층상배관으로 자기집에서 수리뿐만 아니라 위치이동 가능성 확보**
- **건식화보다 한 단계 더 높은 공장생산 부품화 · 모듈화개발과 실용화**

(1) 장수명 주택 핵심인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

[과제개요]

- 장수명 주택 의 확대, 실용화·활성화 및 산업 생태계 조성에 필수적인 6대 주요인필을 대상으로 인필을 부품화·모듈화·시스템화
- 주요인필의 개별 부품별 구성·성능·설치공법·지지공법 등 설계·제작·시공 기술개발
- 동일부품 및 다른 부품간의 상호접합·지지·마감·가동성·수명 등의 관계를 바탕으로 한 인터페이스 기술 및 부품의 성능평가 및 실용화·사업화 기술을 개발 개발
- 인필 생태계 구축, 시장 확대를 위한 정보 제공 및 공급·유통 방안을 구축하는 기술

(1.1) 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발

○ 6대 핵심인필별 부품화 기술개발

○ 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술 개발

○ 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술 개발

○ 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 적용 및 사업화 방안

※6대 주요인필: 벽, 바닥, 천장, 화장실, 부엌, 설비

(1.2) 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발

○ 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준

○ 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼 개발

○ 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술 개발

○ 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술 개발

(1.3) 기성 내장재 공간 모듈화 및 인필 시스템화 기술개발

○ 기성 내장재 인필 시스템화 제품군 선정

○ 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계

○ 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식 개발

○ 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술 개발

(1.4) 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

○ 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계

○ 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼 개발

○ 부품 적용 의사결정 지원 프로그램 개발(AR/VR)

○ 메타버스를 활용한 거래 체계 구축

(2) 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술개발

[과제개요]

- 장수명 주택의 정착과 보급 확대를 위한 공공과 민간의 사업목적(임대, 분양, 정책 등에 따른 다양한 공급방식)에 적합한 사업모델 개발
- 전용면적 규모와 성능 종류(가변성·수리용이성 등)에 따른 구조 플랫폼의 기술개발
- 장수명 주택 정착과 활성화를 위한 기준과 지원제도 개발
- 장수명 주택의 주요 핵심인필 성능평가·검증 및 개발을 유도하고 인필 활성화를 위한 인증 방안

(2.1) 공공/민간 섹터별 장수명 주택 사업모델개발

○ 공공섹터 장수명 주택 사업모델 개발

○ 민간섹터 장수명 주택 사업모델 개발

○ 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안

○ 공공/민간 장수명 주택 사업모델 실증·보급 방안

(2.2) 장수명 주택 실용화 구조 플랫폼 및 설계 기술개발

○ 라이프스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈 도출

○ 주택유형・규모별 장수명 주택 구조 시스템 개발

○ 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform) 개발

○ 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM) 개발

(2.3) 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

○ 6대 핵심인필 부품의 성능평가

○ 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터 구축

○ 장수명 주택 인증기반 주요 인필 선정 및 성능기준(안)

○ 인필 성능인증 제도화(안) 및 산업지원 방안

(2.4) 장수명 주택 정착을 위한 법·제도 개선 및 지원정책 개발

○ 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵 마련

○ 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선

○ 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 및 효과 검토

○ 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업 발굴

(3) 장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증

[과제개요]

- 기존 사례의 조사 및 거주후 평가(POE) 결과를 종합하여 사업에 적용
- 리빙랩을 건설하여 실시간 혹은 사용·체험을 통한 장수명 주택 기술의 효과입증 및 적용기술의 인큐베이터역할을 할 수 있는 기술 구축
- 장수명 주택 플랫폼 및 사업모델을 대상으로 6대 핵심인필 기술개발 성과를 결합한 사업유형별(공공/민간) 모델 실증과 시범사업을 추진

(3.1) 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)

○ 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석

○ 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석

○ POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback

○ 중기 및 장기 조사를 위한 프레임웍 구축

(3.2) 장수명 주택 리빙랩 구축 및 기술 인큐베이팅

○ 미래라이프스타일을 수용할 수 있는 장수명 주택 리빙랩 구축

○ 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험

○ 6대 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안

○ 사용자 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안

(3.3) 공공 장수명 주택 사업모델 실증

○ 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계

○ 소규모 장수명 공공임대주택 시공

○ 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증

○ 공공 건설사 분산형 기술 실증

(3.4) 민간 장수명 주택 사업모델 실증

○ 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계

○ 대규모 장수명 민간분양주택 시공

○ 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증

○ 민간 건설사 분산형 기술 실증

4. 연구 추진 방법

□ 추진전략

○ 핵심기술의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시

- 핵심기술 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵(TRL 반영)을 제시할 것
- 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
- 연구 목표를 정량적으로 제시

○ 연구내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시

※ 단계별/연차별 성과 평가 지표(안)는 향후 단계/중간 평가시 참고 예정

○ 기존에 수행되었거나 국외 및 국내에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발 결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구계획에 포함시켜 추진

- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구내용에 대해서는 부처 간의

	협력방안 또는 공동 활용방안 등 제시 - 특히, 설계·시공 기준 및 설계상세도, 시공예시도는 국내 현황조사 뿐만 아니라 국외 사례조사를 통해 구체적인 연계방안을 포함하여 연구계획에 제시 ○ 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 구체적으로 제시 - 연구 성과물을 수요자 중심으로 구분하여 관리할 수 있도록 명시(정부/지자체/설계사/시공사/설비업체/건축주/감리자/대국민/대학/연구기관 등) - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시 - 연구성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 - 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
□ 추진체계	○ 본 과제는 산·학·연 공동연구를 기본원칙으로 하되, 실용화를 목적으로 추진하는 연구과제이므로 공공/민간의 건축물 설계, 시공, 유지관리 및 인필생산· 시공 관련 기업이 적극적으로 참여할 수 있도록 컨소시엄 구성 ○ 주택성능을 만족할 수 있는 건축구성 및 실무 연구, 사업을 기반으로 유관조직 및 기관과의 융합 연구 협의체 구성 ○ 과제 내 컨소시엄 구성 시 주관연구기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 하며, 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것 ※ 연구기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며 연구내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음 ○ 본 과제는 주택의 장수명화·인필 부품생산·건설 기술 및 제도개발을 위한 사업으로 연구내용 및 정책추진의 연계를 위해 국토교통부와 협력추진 필요 ○ 개발기술의 실증에 대한 추진계획(실증대상지 선정, 실증규모, 실증방법, 일정 등)은 연구추진과정에서 국토교통부, 전문기관과 협의를 통해 추진 - 개발기술의 실증은 주관연구기관에서 총괄하여 추진 검토 ○ 본 과제는 기획이 완료된 과제이므로 현황조사, 사례조사, 문헌조사, 국내외 기술동향조사 등 조사 연구는 2개월 이내로 제한

- 단, 과제특성상 현황조사 등이 필요한 경우에는 신청기관에서 조사내용, 조사기간, 소요예산에 대한 타당한 사유를 연구개발계획서상에 명확히 제시하기 바람

5. 최종성과물

□ 세부과제별 최종성과물

(1) 장수명 주택 핵심 인필 부품화 및 유통 플랫폼 기술개발

[질적성과]

(1-1) 장수명 주택 6대 핵심인필 부품화 기술개발

○ 6대 핵심인필 부품화 기술

○ 6대 핵심인필 부품 모듈화 기술

○ 6대 핵심인필 부품 공간 시스템화 기술

○ 6대 핵심인필 부품 공급 유형별 현장적용 및 사업화 계획(안)

(1-2) 핵심인필 부품별 설계·시공 공법 및 인터페이스 기술개발

○ 공간 수용력 확대를 위한 인필 부품 설계 기준

○ 6대 핵심인필 부품별 시공공법 및 매뉴얼

○ 6대 핵심인필 부품의 접합부 인터페이스 기술

○ 6대 핵심인필 부품의 실용화 기술

(1-3) 기성 내장재(가전·가구 등) 공간모듈화 및 인필 시스템화 기술 개발

○ 기성 내장재 인필 시스템화 제품군(안)

○ 기성 내장재 모듈화 및 시스템 설계

○ 통합 모듈을 위한 적정 모듈크기 및 조합방식

○ 기성 내장재 공간 시스템 자동 조합 및 자동 체결 기술

(1-4) 디지털 기술 기반 인필 생산·공급 시스템 및 유통 플랫폼 개발

○ 전자상거래 기반 인필 오픈시스템 설계

○ 온라인/오프라인 인필 공급·유통 플랫폼

○ 부품 적용 의사결정 지원 프로그램(AR/VR)

○ 메타버스를 활용한 거래 체계

6대 핵심인필	목표성능
벽	▪ 패널형/가구형/혼합형 등 다양한 건식벽체에 대하여 현장공정을 포함(50%)한 통합부품 개발 ▪ 30㎝ 규격화, 배관배선 포함형
바닥	▪ 건식2중바닥과 뜬바닥의 여러개 현장공정을 줄일(50%) 수 있도록 부품화 ▪ 바닥 소음 성능 확보
천장	▪ 천장 지지시스템을 포함하고 조명·감지기·스프링클러·스피커 등 설비를 포함하는 천장부품개발 ▪ 설비의 수리 및 교체용이
화장실	▪ 화장실 이동 및 조립시공이 가능하도록 개발 (급배수/환기/가스 설계 고려) ▪ 자유로운 구성이 가능한 모듈 조합 방식 개발
부엌	▪ 부엌 이동 및 조립시공 가능하도록 개발 (배관배선/온수분배기 등 설계와 연계) ▪ 자유로운 구성이 가능한 모듈 조합 방식 개발
배관배선	▪ 인필 전체 시스템 배관배선 분리설계 ▪ 이동 및 조립이 용이하도록 규격화·모듈화

*각 인필별로 제작·시공 공정 단계를 구분하여 전문가 시공공법/DIY 방법 별도 개발

[양적성과]

○ 6대 주요 인필의 부품화·모듈화·시스템화 공법 개발 : (부품화·모듈화율 50% 이상 확보) 각 인필별 2건 이상 특허 또는 의장등록(디자인), 우수성과 기반 사업화(기술이전) 연계 1건

○ 오픈 플랫폼 S/W 생산·공급·유통 연계 온라인 B2C플랫폼 개발(S/W) 개발 및 등록

(2) 장수명 주택 실용화 구조플랫폼 및 성능평가 기술 개발

[질적성과]

(2-1) 공공/민간 사업유형별 장수명 주택 사업모델 개발

○ 공공섹터 장수명 주택 사업모델

○ 민간섹터 장수명 주택 사업모델

○ 공공/민간 장수명 주택 사업성 분석 방안

○ 공공/민간 장수명 주택 사업모델 확대적용·보급 방안

(2-2) 미래 수요에 대비한 장수명 주택 구조 플랫폼 개발

○ 라이프스타일 기반 가변과 재구성이 용이한 구조 모듈

○ 주택유형・규모별 장수명 주택 구조 시스템

○ 용도별 인필시스템 적용을 위한 만능 구조 플랫폼(Free plan platform)

○ 구조플랫폼 인필 적용 및 장수명 주택 설계 기술(BIM)

(2-3) 핵심인필 성능평가 및 인증·사업화 기술개발

○ 6대 핵심인필 부품의 성능평가 결과

○ 6대 핵심인필 부품 인큐베이팅 센터

○ 6대 핵심인필 성능기준(안)

○ 6대 핵심인필 부품 성능 인증 및 사업화 기술

(2-4) 법·제도 개선 및 지원정책개발

○ 장수명 주택 중장기 발전을 위한 정책 로드맵

○ 장수명 주택 확대를 위한 인증제도 개선

○ 장수명 주택 인증 적용항목 및 등급에 따른 비용 예측 가이드라인

○ 장수명 활성화를 위한 인센티브 및 지원사업

[양적성과]

○ 장수명 주택 유형별 구조 플랫폼 각 2개 이상

○ 장수명 주택 인증제도와 연계한 장수명 주택 공공·민간 사업모델 각 2개 이상

※인필 설비 점검·유지관리 용이성 향상 설계 : 기존 대비 공용부분과 전용부분 50% 향상

(공용부분 : 공급, 오배수 부분, 전용부분 : 천장, 벽, 바닥 부분)

※모든 부분 가변성 확보 설계: 모든 방 필수, 부엌 또는 화장실 등 물사용 공간 가변성 확보

○ 산업화 정책 또는 제도화 1건

(3) 장수명 주택 유형별 사업모델 개발 및 실증

[질적성과]

(3-1) 기존 장수명 주택 사례의 거주 후 평가(POE)

○ 민간 장수명 주택 사례의 POE 분석

○ 공공 장수명 주택 사례의 POE 분석

○ POE 결과 개선사항 도출 및 플랫폼, 인필, 사업모델 Feedback

○ 중기 및 장기 조사를 위한 프레임 웍

(3-2) 장수명 주택 리빙랩 구축 및 기술 인큐베이팅

○ 장수명 주택 건축기반 미래라이프스타일 실현을 위한 리빙랩

○ 단계별 거주실험 계획 수립 및 가변 실험

○ 6대 핵심인필 기술 인큐베이팅 및 상품화 방안

○ 사용자(일반인)들의 참여를 통한 기술체험 및 개선, 적용 확대 방안

(3-3) 공공 장수명 주택 사업모델 실증

○ 공공 건설사 소규모 사업 장수명 주택 설계

○ 소규모 장수명 공공임대주택 시공

○ 소규모 사업 경제성 검증 및 유지관리 효과 검증

○ 공공 건설사 분산형 기술 실증

(3-4) 민간 장수명 주택 사업모델 실증

○ 민간 건설사 대규모 사업 장수명 주택 설계

○ 대규모 장수명 민간분양주택 시공

○ 대규모 사업 경제성 검증 및 가변성 효과 검증

○ 민간 건설사 분산형 기술 실증

[양적성과]

○ 리빙랩 구축 및 운영을 통한 기술 인큐베이팅 6가지 이상(6대인필 각 1가지 이상)

○ 공공·민간 사업모델 대표유형 실증 1개 이상(집중 혹은 분산형)

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ (정부·지자체) 사회적 이슈 해결(1인가구, 다양한 가족 구성, 위드코로나 시대의 새로운 주택공간 확보) 및 거주민의 삶의 질 제고를 위한 정책개발 자료로 활용. 장수명 주택인증제도, 인필인증제도 등의 기준과 제도 운영, 제도 재개정 지원, 장기적인 장수명 주택 발전방안을 위한 로드맵 구축자료로 활용

○ (공공·민간기업) 장수명 주택 건설을 위한 사업모델로 직접 임대 및 분양사업, 변화하는 시대 대응한 업체의 특화모델로 활용하고, 임대주택의 경우 운영비용절감을 위한 모델로 활용

○ (인필생산 시공업계) 인필생산을 위한 인증제도에 기반한 우수한 인필 생산을 위한 기준으로 활용하고, 생산된 인필을 적용할 수 있는 시장 확보에 활용. 인필 건설시장의 확보와 생태계구축을 위한 기반 시장으로 활용

○ (설계업체, 인증기관, 컨설팅기관)장수명 주택에 대한 사업모델, 플랫폼, 인필 등에 대한 설계가이드라인, 구체적 기술 성과를 활용한 설계, 컨설팅, 인증에 활용

	○ (연구기관·대학교) 다양한 분야별 교육 및 후속 연구 기초자료로 활용 및 관련분야 학과, 연구분야 증대, 기술개발 유도 및 관련 분야 인력양성 (LIVING LAB과 연계) ○ (국민·생활약자) 거주자 생활변화에 맞춤형 주거공간의 실현, 실내공간 변화에 대한 인필 등을 활용한 DIY 공간구성 등 거주자 주도의 공간구성 기술 및 서비스의 구축에 활용. 우수한 주택성능 확보를 통해 거주만족도 및 편익 증대를 위한 주택으로 꾸밈 가능
□ 기대효과	○ 장수명 주택의 공간구조 플랫폼과 비즈니스 모델개발 및 실증을 통한 장수명 주택의 설계·시공 통합 건설 기술 확보로 사업화에 기여 ○ 주택의 공간 가변성 및 인필부품의 수리용이성 등 거주자에게 적합한 공간변화 및 사용성 향상 교체 기술 확보를 통한 주택의 장수명화 기술 현실화 ○ 주택 부위별로 적용 가능한 새로운 핵심 인필기술 및 제품 확보를 통한 새로운 사업 확대 및 일자리 창출 ○ Living Lab구축을 통한 주택 장수명화에 대한 공간구성·생활변화 효과 체험 및 개발인필 적시 적용 ·평가 가능성 확보 ○ 장수명 주택 인증기준 및 정책, 제도에 반영할 수 있는 실용 기술 확보 ○ 국가적차원에서 장수명 주택 건설을 통하여 조기재건축을 방지함으로써 사회비용과 쓰레기 배출 저감(100년 수명과 비교한 2회 재건축 비교)과 자원낭비를 줄일 수 있으며 양호한 품질의 주택 재고 확보 가능. ○ 공공기관(LH, SH, GH등)의 임대주택 유지관리 비용 저감(LCC) 및 성능유지 ○ 국민적 차원에서 저비용 주택부담비용으로 맞춤형 주택 실현을 통하여 평생거주 가능하게 하며(Aging in Place 실현) 생활의 질 향상 ○ 주택 장수명화를 위한 부품생산 업체의 육성을 통한 중소기업 일자리 창출 및 주택부품 시장의 생태계 구축 ○ 자재·부품 유통(백화점 등 오프라인과 온라인 정보) 정보를 통한 국민의 주거공간 장수명화 참여(DIY 등) 확대 ○ 국가차원의 사회적 비용 저감 및 CO2 배출·쓰레기 배출 저감, 자원낭비 방지, 2050 탄소중립 정책에도 기여. ○ 정부에서 추진하고 있는 다양한 공급방식과 결합을 통한 주택공급정책의 현실화와 품격 향상 ○ 공공 및 민간 건설에 장수명 주택 사업화 모델의 보급 확대로 양호한 주택재고의 확대와 국민 삶의 질 향상에 기여

○ 인필 기술개발과 사업화를 통하여 중소기업의 일자리 창출과 인필 시장확대에 따른 신축 및 리모델링 주택시장에서 상대적인 저비용 인필 및 인테리어 부품의 적용 및 DIY 시장 활성화

○ OSC, PC, 모듈러 주택 등 공장생산주택 및 주택 리모델링 산업과 연계를 통한 주택건설·사용·관리산업의 시너지 효과 달성

7. 연구기간 및 소요예산

○ 총 연구개발기간 : 2023.01 ~ 2027.12.31 (5년)

○ 총 정부출연금 : 28,000백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 4,000백만원 이내

※ 정부출연금은 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 민간부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 출연금 등의 지급, 사용 및 관리에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 필요시 공모된 연구과제명 외에 연구목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr, http://www.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

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

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

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

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

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

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

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

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

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

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

※ 과제선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 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 협약 시 변경될 수 있음

- 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

- 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음

○ 추진할 과제의 기술성숙도(TRL) 범위를 설정 및 제안하고 전문기관 및 연구단과 협의하여 확정