

· 행사개요 Program

일 시 2024. 07. 02 (화) 14:00 ~ 17:20

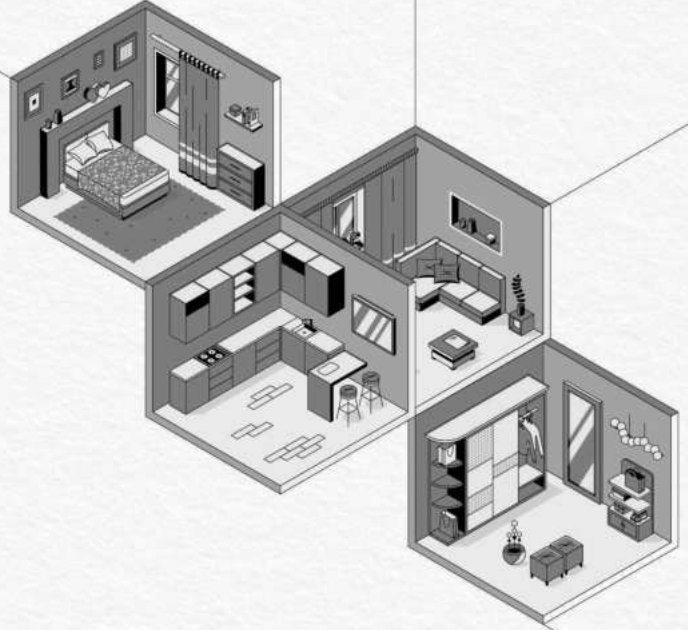
장 소 대한상공회의소 국제회의장




사회 | 이진희 TV조선 아나운서

포럼	시간	내용
	13:40 - 14:00	· VIP 사전 환담
1부	14:00 - 14:20 (20분)	· 개회 인사말씀 홍정의 한국철강협회 산업지원본부 본부장 축하말씀 윤영석 국민의힘 국회의원 김규철 국토교통부 주택토지실장
		· 기념촬영
	14:20 - 15:20 (60분)	세션1. 국내·외 모듈러주택 시장/정책 동향 및 향후 계획 · 주제발표1 조봉호 아주대학교 교수 「모듈러주택 최근 트렌드 및 향후 전망」 · 주제발표2 김영아 국토부 주택건설공급과 과장 「모듈러주택 활성화를 위한 정책/제도 추진 방향」 · 주제발표3 노태극 한국토지주택공사 팀장 「LH 2030 OSC 로드맵, 모듈러주택 활성화 전략」
	15:20 - 15:40	· Coffee Break
2부	15:40 - 17:20 (100분)	세션2. 모듈러 주요 프로젝트 및 기술·공법 트렌드 소개 · 주제발표4 박성민 경기주택도시공사 부장 「국내 최고층 모듈러 국가R&D 실증사업 사례 소개」 · 주제발표5 김양범 현대엔지니어링 팀장 「고층 모듈러 건축 기술개발 현황」 · 주제발표6 하태휴 POSCO 수석연구원 「모듈러 내화인정제도 현황 및 개선 방안」 · 주제발표7 송경섭 플랜엠 부사장 「모듈러 DfMA 적용 사례 및 해외 진출 방안」 · 주제발표8 조연우 LG전자 CIC대표 「건설·가전 융복합 모듈러주택 상품 개발」
	17:20 -	· 폐회

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국주택정책연구소 LH 한국토지주택공사 후원  조경일보  국토교통부 PLANM  한국주택정책연구소

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 1

모듈러주택 최근 트렌드 및 향후 전망

아주대학교 조봉호 교수



모듈러주택 활성화를 위한 정책 포럼

모듈러주택 최근 트렌드 및 향후 전망



2024. 07. 02

조봉호

아주대학교 건축학과 교수 (bhcho@ajou.ac.kr)
www.prefabmodulrllab.com



Contents

1. 모듈러 건축의 정의
2. 모듈러 건축 시장 트렌드
3. 모듈러 건축 시장 분석
4. 모듈러 주택 확산을 위한 핵심 기술
5. 모듈러 주택 미래 발전 방향

1. 모듈러 건축의 정의

모듈러 건축 vs 탈현장 건설 vs 조립식 건축



**Modular Building
(모듈러 건축)**

형태 (Volumetric Module)와 사전제작 (Prefabrication) 또는 공장제작 (Manufacturing) 건축의 의미가 모두 포함됨



**OSC : Off-site
Construction (탈현장 건설)**

사전제작의 포괄적 의미로 사용됨. 건축, 토목 모두 포함 강재, 콘크리트, 목재 등 포함



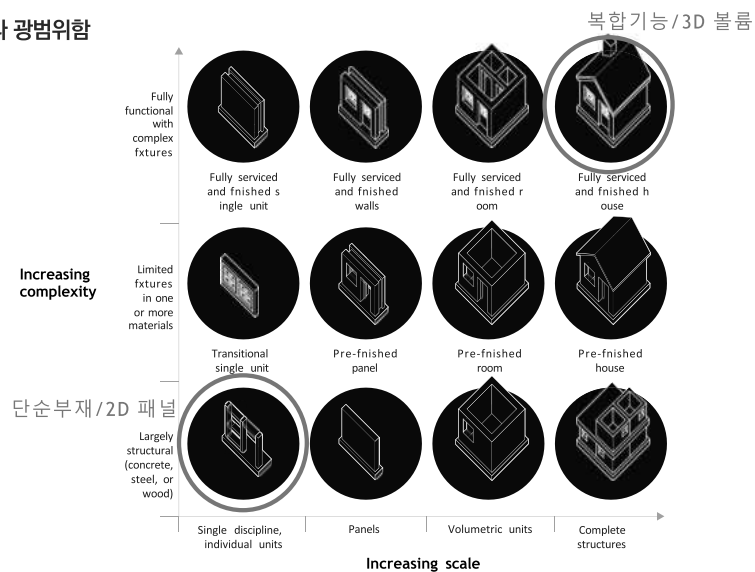
**Prefabricated Building
(조립식 건축)**

사전제작 건축의 의미. 2D 패널 또는 3D 모듈 모두 포함

1. 모듈러 건축의 정의

McKinsey의 '모듈러 건축' 정의: 보다 광범위함

- 단순 부재 ~ 복합 기능
- 2D 패널 ~ 3D 볼륨



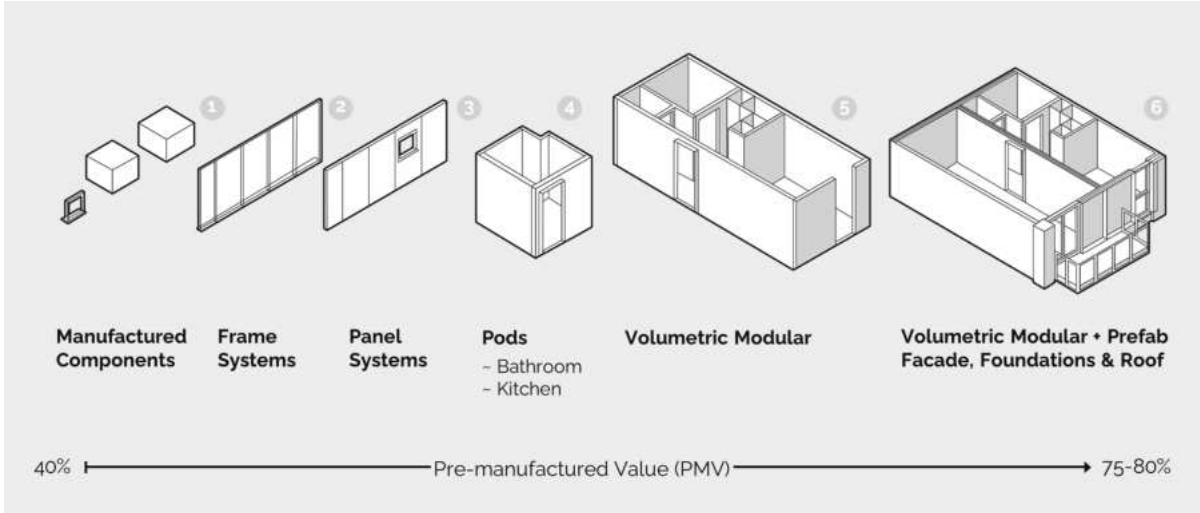
Source: Case studies; interviews; McKinsey Capital Projects & Infrastructure

1. 모듈러 건축의 정의

공장제작 정도(Level of Prefabrication)에 따른 분류

- HTA 실제 설계 사례 : 복합 적용

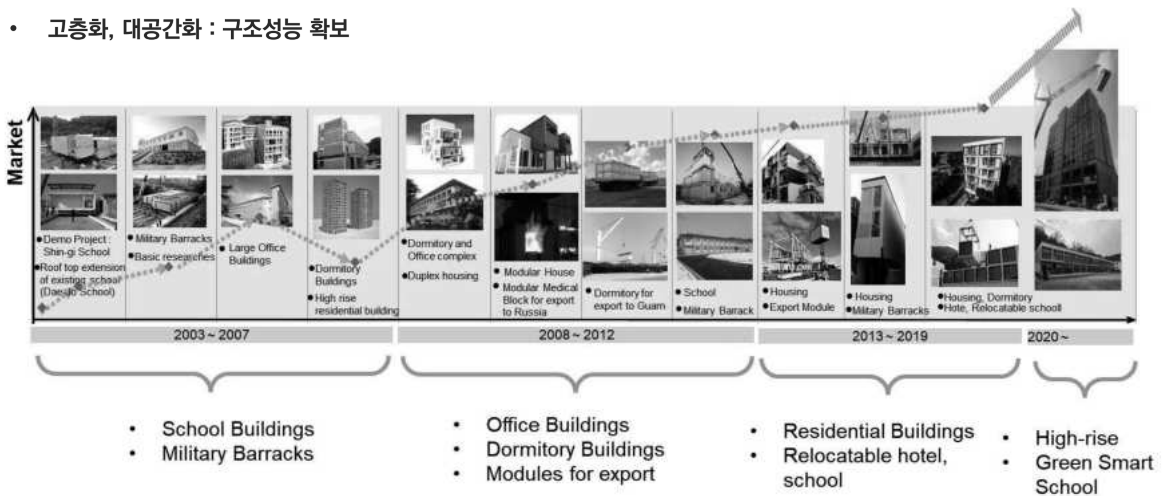
출처 : HTA / 삼우설계 세미나(2023)



2. 모듈러 건축 시장 트렌드

K-Modular 시장 트렌드

- 적용 분야의 다양화 : 공공/민간, 주거/비주거, 영구/임시, 국내용/수출용 등
- Green and Smart : 재사용 가능 친환경 모듈러 학교 시장 확대
- 고층화, 대공간화 : 구조성능 확보



2. 모듈러 건축 시장 트렌드

■ K-모듈러 건축의 본격적인 시장 확대기(2020년~)

- 12층 이상 고층 모듈러 시장 형성 : 광양기가타운(12층), 용인영덕 공공주택(13층) 등
- 스마트 스쿨 대량 발주 : 이동가능 모듈러 학교 시장 형성, 제작사 확대
- 대형 건설사의 모듈러 시장 진입 : 시장 확대 요인
 - ① GS건설(해외 제작사 인수, 스틸/PC/목조 Total Solution)
 - ② 삼성물산 : 네오프로젝트 등 해외시장 타겟
 - ③ 현대엔지니어링 : 용인영덕(13층), 가리봉 공공주택(12층) 등
 - ④ DL 이앤씨 : 기술 내재화, LH 타운하우스 등 수주



스마트 스쿨(인천 인화여고, 2021)



용인영덕 공공주택(13층, 2023)



광양기가타운(12층, 2021)

2. 모듈러 건축 시장 트렌드

■ 고층 모듈러 건축 시장의 확대 : 공동주택, 기숙사 등

- 대형 건설사의 시장 진입 및 10층 이상 중고층 모듈러 건축 시장 확대
- 내화(3시간), 중고층 구조시스템 등이 주요 이슈
- 2024년 현재 13층(용인영덕)이 최고층임



광양생활관(12층)



용인영덕 행복주택(13층)







가리봉동 공공주택(12층)



한전공대 기숙사(10층)

2. 모듈러 건축 시장 트렌드

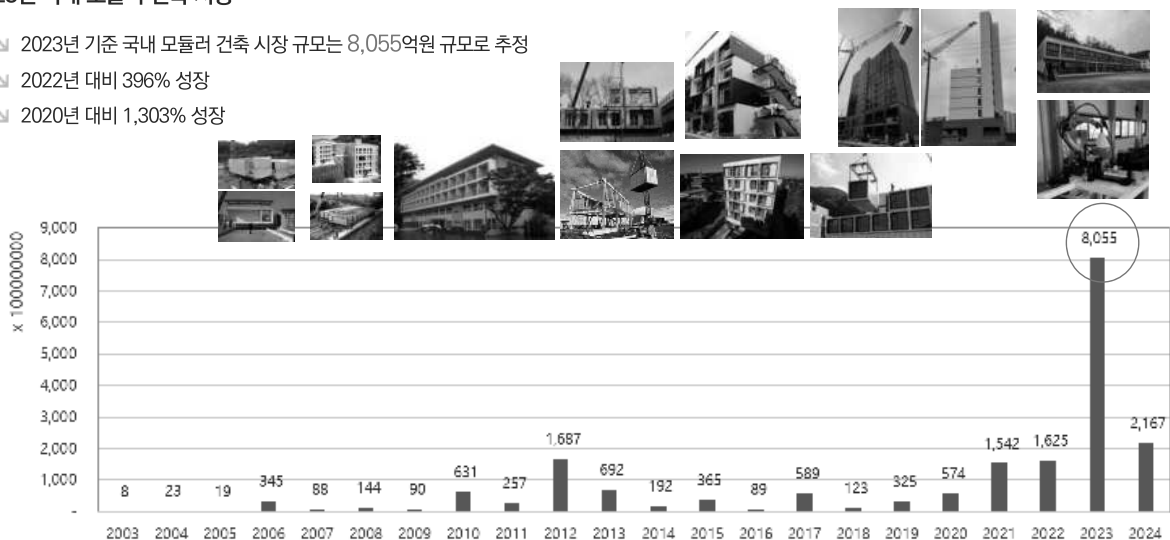
국내외 고층 모듈러 건축 사례

Project	Croydon Tower (UK) (Vision Modular)	461 Dean(US) (FullStack Modular)	La Trobe Tower(AU) (Hickory)	Gwang-Yang Dormitory (KR) (Posco A&C)
Stories	44	32	44	12
Photo				
Lateral Load Resisting System	RC core (Pre-installation)	Steel Mega Brace	RC Wall (Post-installation)	RC core (Pre-installation) + Horizontal Steel Mega Brace
Module Types	Framed Modules (Load Bearing Walls)	Framed Modules	Framed Modules + Prefabricated Panels	Framed Modules

3. 모듈러 건축 시장 분석

2023년 국내 모듈러 건축 시장

- 2023년 기준 국내 모듈러 건축 시장 규모는 8,055억원 규모로 추정
- 2022년 대비 396% 성장
- 2020년 대비 1,303% 성장

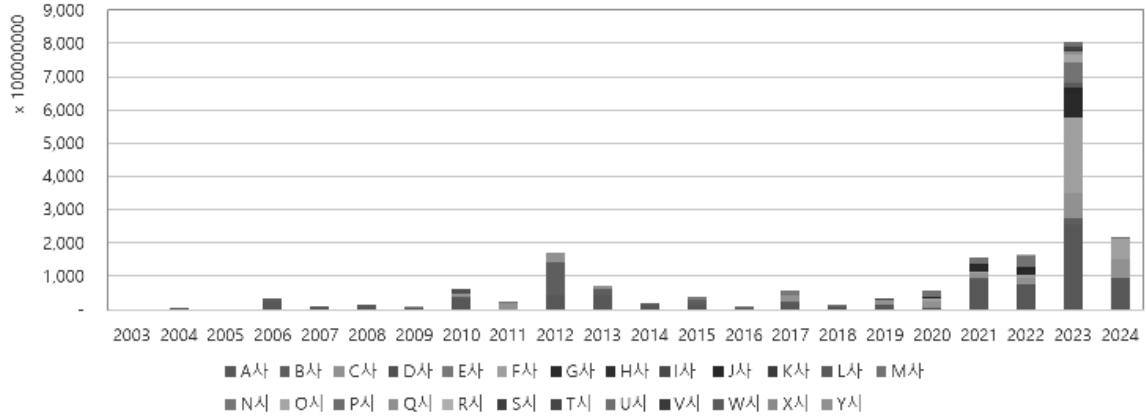


연간 국내 모듈러 시장 규모 변화(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구소)

3. 모듈러 건축 시장 분석

2023년 국내 모듈러 건축 시장

2023년 실적 보유 제작사 : 20개사로 파악, 다수 제작사의 경쟁시장(주로 학교 시장)

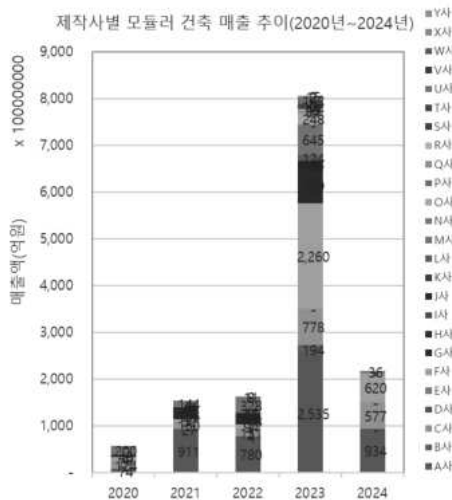


주요 제작사별 국내 모듈러 시장 규모 변화(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구실)

3. 모듈러 건축 시장 분석

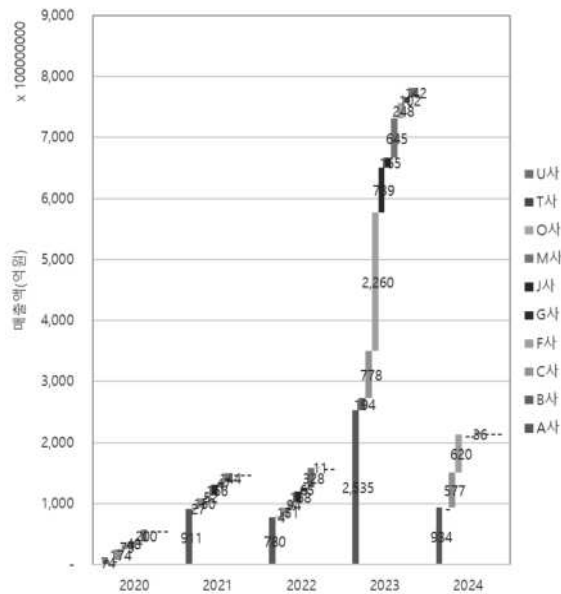
2023년 국내 모듈러 건축 시장

- 메이저 5개사가 전체 시장의 약 80% 이상 점유
- 2023년 10여개 신규 제작사 시장 진입



주요 제작사별 시장 규모(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구실)

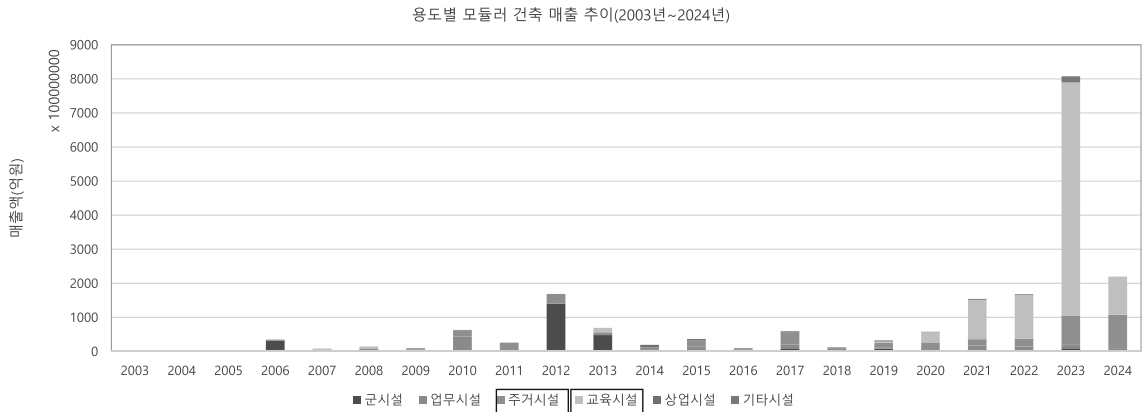
주요 10개 제작사별 모듈러 건축 매출 추이(2020년~2024년)



3. 모듈러 건축 시장 분석

2023년 국내 모듈러 건축 시장

- ▶ 용도별 시장 분석 : 교육시설이 대부분의 시장을 차지함. 주거시설의 시장 점유율 증가 추세
- ▶ 교육시설 시장 규모 : 2023년 기준 6800억원(전체 시장의 85%)

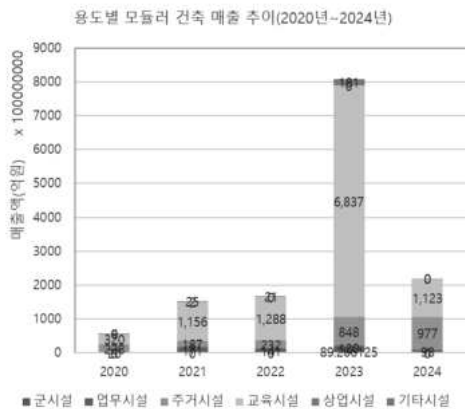


주요 용도별 시장 규모(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구실)

3. 모듈러 건축 시장 분석

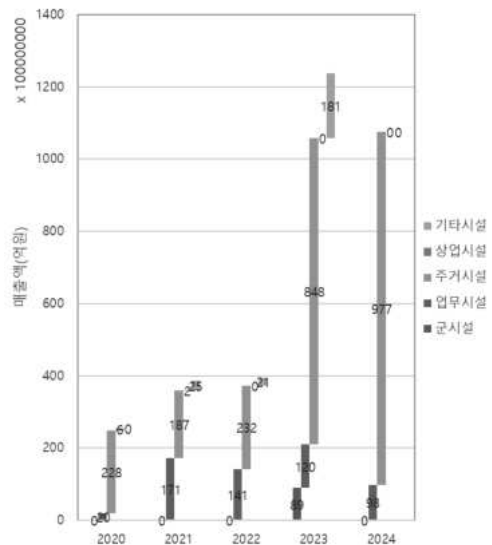
2023년 국내 모듈러 건축 시장

- ▶ 2023년 시장 특징
 - 주거용 시장의 지속적 증가
 - 국방시설 신규 발주. 2024년 이후 지속적 발주 예상



주요 용도별 시장 규모(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구실)

교육시설 제외 용도별 모듈러 건축 매출 추이(2020년~2024년)



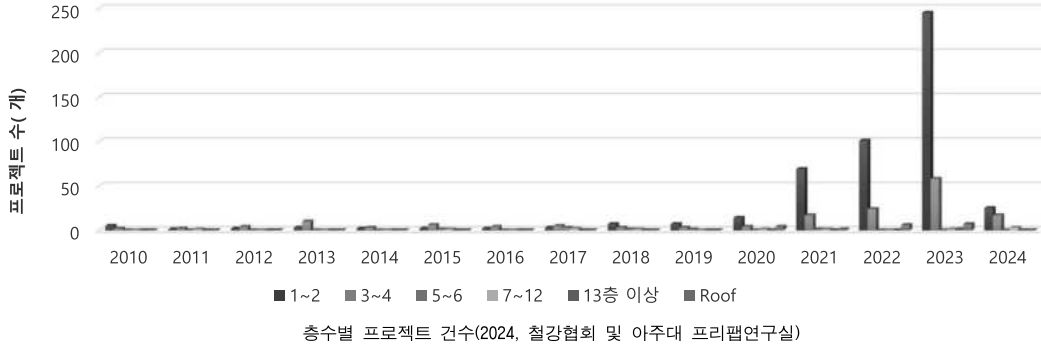
3. 모듈러 건축 시장 분석

2023년 국내 모듈러 건축 시장

- 층수별 특징**
 - 교육시설 발주 영향으로 4층 이하 저층 프로젝트가 대부분임
 - 2시간 내화를 적용 받는 5~12층 프로젝트는 증가율이 크지 않음(비용 문제)
 - 3시간 내화는 대부분 옥탑 모듈 프로젝트임

층수별 프로젝트 건수(2024, 철강협회 및 아주대 프리팹연구실)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1~2	3	7	7	14	69	101	245	25
3~4	5	3	3	4	17	24	58	17
5~6	3	1	1	0	1	0	0	0
7~12	2	1	0	1	1	0	1	3
13층 이상	0	0	0	0	0	0	1	0
Roof	0	0	0	4	1	6	7	0

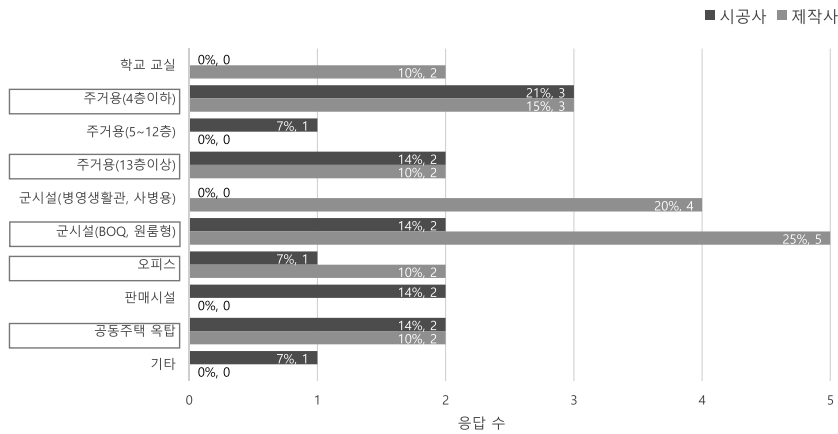


3. 모듈러 건축 시장 분석

주요 제작사(5개사) 및 시공사(5개사) 대상 설문조사(2024년)

- 향후 주요 Target 시장

향후 예상되는 주력 분야



출처 : 아주대 조병호 교수 연구팀, 포스코

3. 모듈러 건축 시장 분석

시장 분석 결론

- 2023년 기준 국내 모듈러 건축 시장 규모는 8,055 억원 규모로 추정되며, 당초 예측치보다 시장 성장율이 큼
- 대부분의 시장은 모듈러 학교 시장임. 2023년 정점에 이르렀을 것으로 예측됨
- 향후 성장 시장 : 주거용, 군사시설, 업무시설 등을 중심으로 성장할 것으로 예상됨

시장 대응 전략

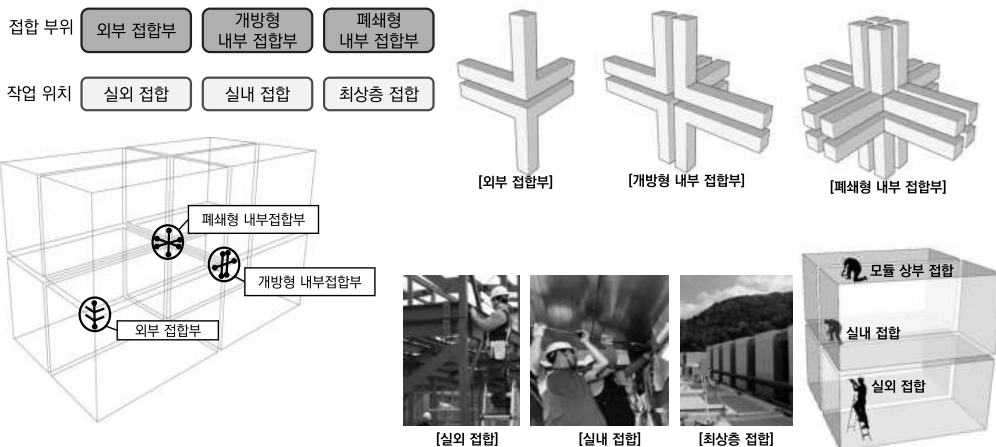
- 주거용 : 고층화, 고성능화(내진, 주거성능 등)
- 내화 : 5층 이상 시장 성장을 위해서는 경제성을 확보한 2시간, 3시간 내화 솔루션 필요(모듈단위 내화 등)
- 2030년 시장 전망(2021년 철강협회 연구 추정치) : 모듈러 시장점유율을 2% 가정시 최대 4.4조원 예상

방법론		2030년 전망치	비고
Bass 모형		1조 132억원	<ul style="list-style-type: none"> 모듈러 공법의 시장확산을 전제로 분석
시나리오 분석	모듈러 시장점유율 0.5%	1조 1,000억원	<ul style="list-style-type: none"> 북미지역 모듈러건축 시장점유율 3.68% 건축투자 2% 성장 가정 시나리오에 따라 전망치 값이 상이
	모듈러 시장점유율 1.0%	2조 2,000억원	
	모듈러 시장점유율 1.5%	3조 3,000억원	
	모듈러 시장점유율 2.0%	4조 4,000억원	

4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 1 : 접합 기술

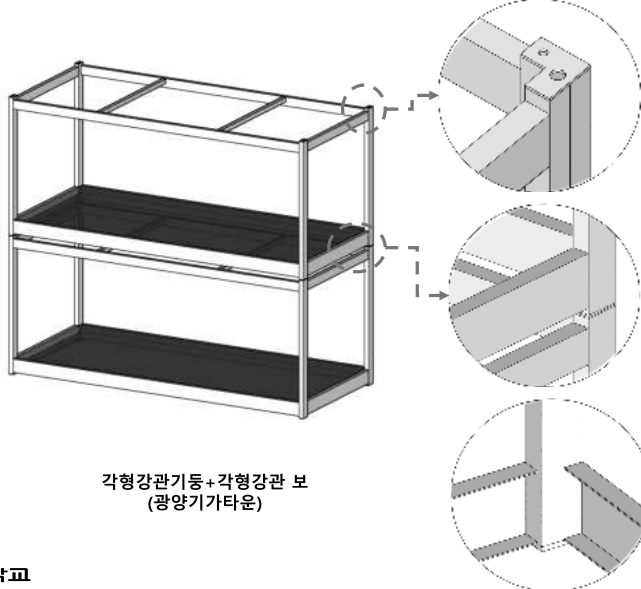
- 접합부위, 작업 위치에 따라 다양한 접합 유형 발생
- 폐쇄형 내부 접합부의 경우, 최대 8개 모듈(8개 기둥+16개 보)가 만나는 접합 발생
- 구조성능 뿐 아니라, 접합부 시공성(마감재가 설치된 상태에서의 접합)도 매우 중요함



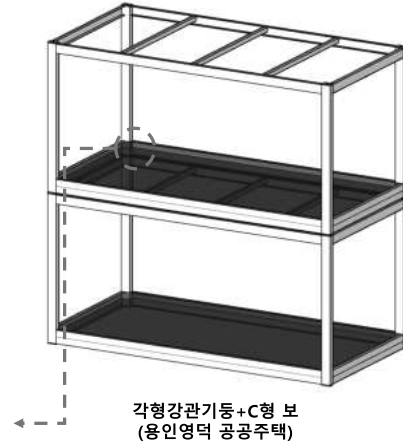
4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 1 : 접합 기술

- 각형강관, C형강, H형강 등 부재 유형에 따라 접합 방식 결정

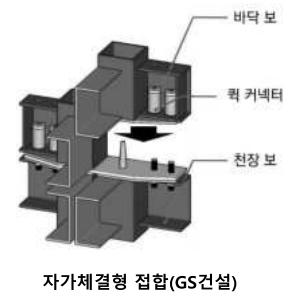
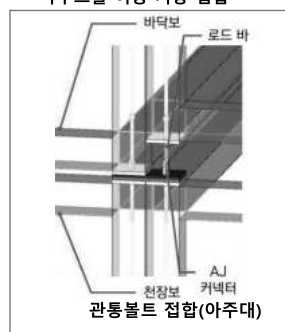
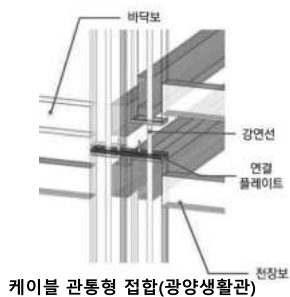
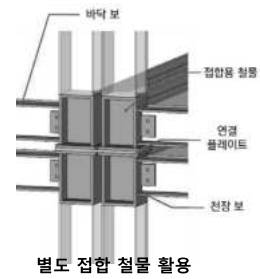
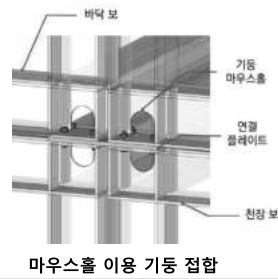
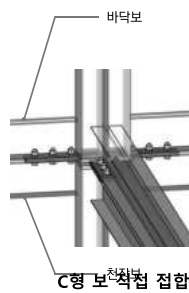


Bundled Column
(광양기가타운)



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

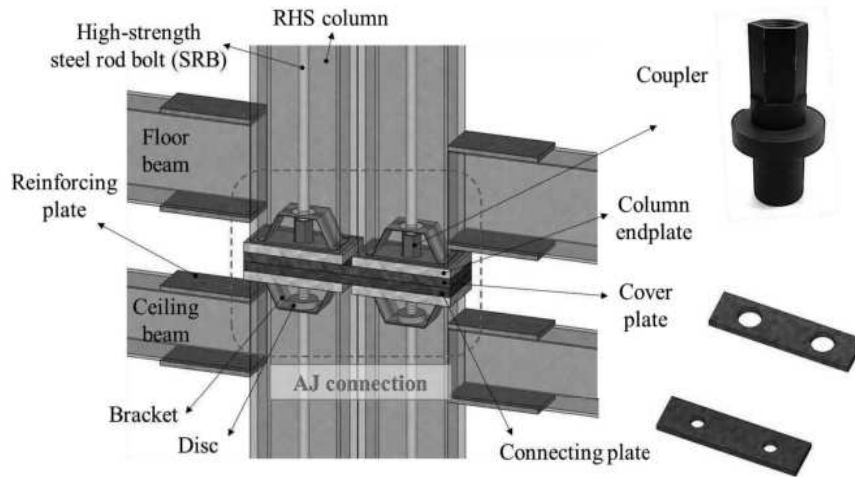
핵심 기술 1 : 접합 기술



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

■ 핵심 기술 1 : 접합 기술

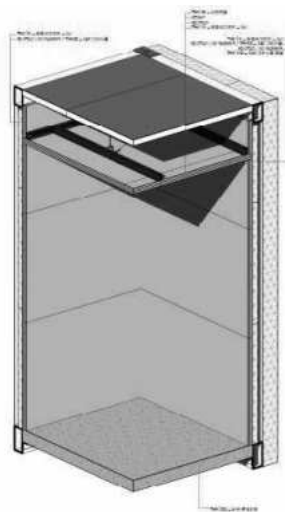
AJ 모듈러 건축 시스템(아주대 개발)



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

■ 핵심 기술 2 : 내화 기술

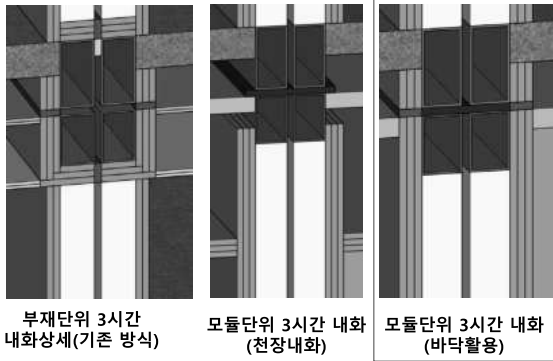
- 모듈단위 내화실험(포스코)
- 경제성 확보. 합리적 내화



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 2 : 내화 기술

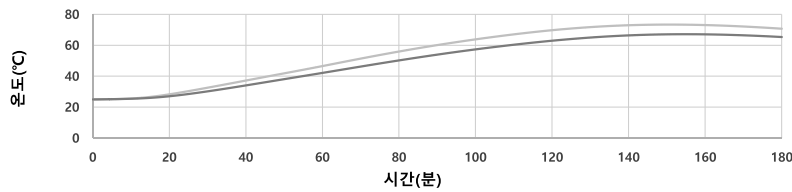
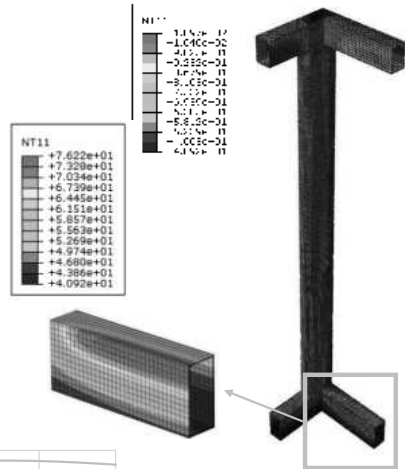
➢ 성능기반 내화설계(모듈단위 내화) 사례 (포스코/아주대)



부재단위 3시간 내화상세(기존 방식)

모듈단위 3시간 내화 (천장내화)

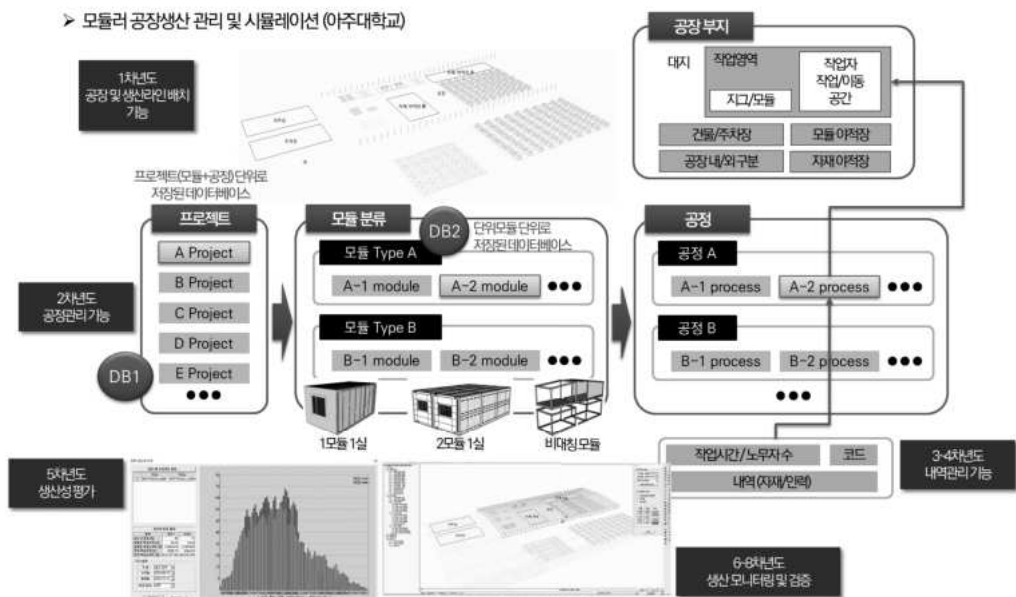
모듈단위 3시간 내화 (바닥활용)



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 3 : 공장생산 자동화 기술

➢ 모듈러 공장생산 관리 및 시뮬레이션 (아주대학교)



4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 3 : 공장생산 자동화 기술

Butterfly table
출처 : Modular Building Automation



Automated Factory
출처 : House of design



Robot Welding
출처 : POSCO E&C

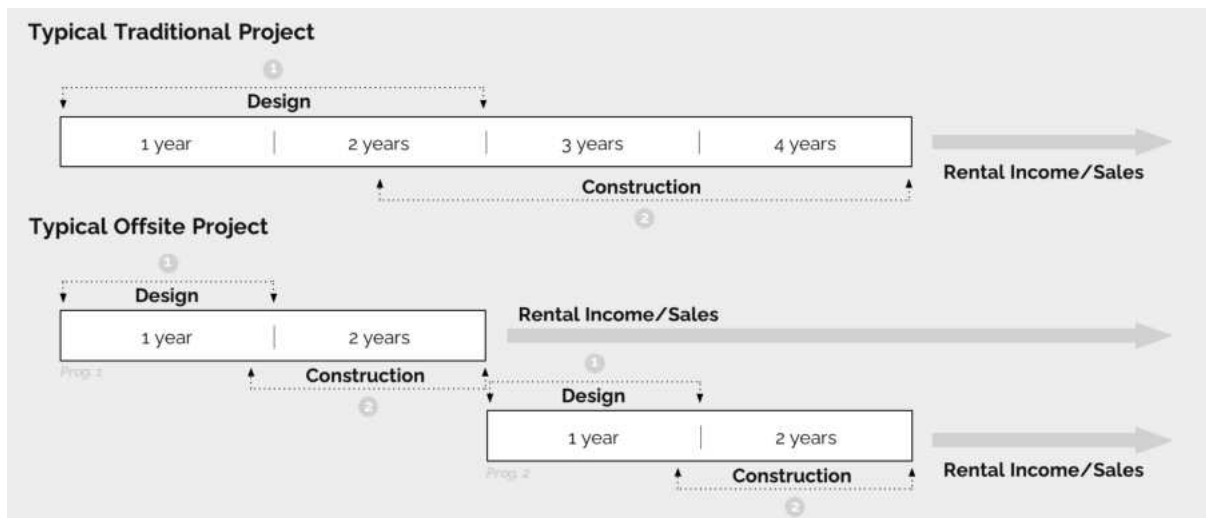
www.prefabmodulrllab.com

4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 4 : 공기단축 기술

공기단축의 장점

출처 : HTA / 삼우설계 세미나(2023)

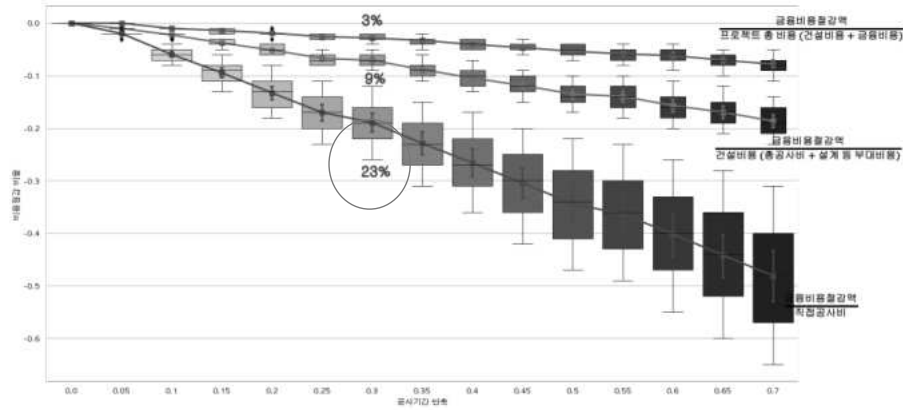


4. 모듈러 주택확산을 위한 핵심 기술

핵심 기술 4 : 공기단축 기술

공기단축의 경제적 효과

- 공사기간 단축으로 인한 금융비용 절감 효과 : 금리 및 프로젝트 파이낸싱 시나리오에 따라 상이함
- 35% 공기 단축시 선분양 공동주택 기본 시나리오 기준으로 직접공사비 대비 약 9% 절감
- 35% 공기 단축시 상업용 건축물 기본 시나리오 기준으로 직접공사비 약 23% 절감

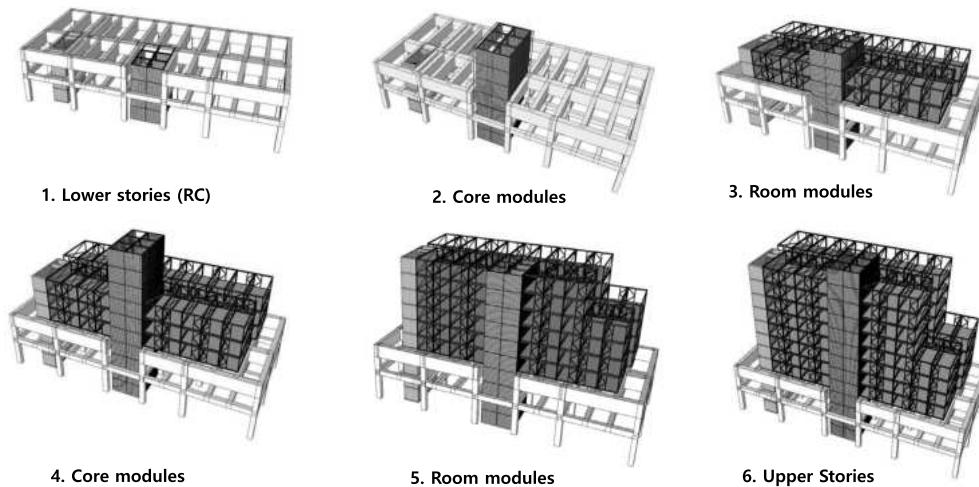


상업용 건축물 공기단축에 따른 공사비 절감 효과(출처 : 아주대 최영주교수/포스코)

4. 모듈러 주택기술개발 현황

핵심 기술 4 : 공기단축 기술

- 코어 모듈화 컨셉 (18층 규모 : RC대비 9개월 단축)



출처 : 아주대/포스코/GS건설

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

K-모듈러 건축의 장점

1 Speedy Delivery

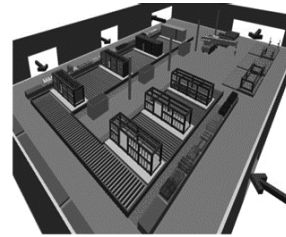
- 설계 → 자재공급 → 공장생산 → 모듈 운송 → 현장 조립 과정 : 세계적 수준의 공기단축 가능

2 Flexibility

- 설계 : 사용자 니즈에 맞춘 설계의 유연성
- 공장생산 : 다양한 모듈의 크기, 용도를 고려한 공장생산(건식, 습식 바닥)

3 Stable Supply Chain

- 안정적인 자재 공급(포스코 등 세계적 수준의 철강사 보유, 다양성을 고려한 건축마감재 등)
- 운송 및 현장 시공 장비(크레인 등) 적기 공급 가능
- 세계적 수준의 건설사(해외진출 경험 보유) 시장 진출



www.prefabmodularlab.com

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

K-모듈러 건축의 약점

1 제도적 미흡

- 현장 공법 위주의 현행 건축관련 법제도(설계, 전기, 통신 등 분리발주)
- 비합리적 내화규제

2 성공의 경험 부족

- 기술적 측면: 고층, 대공간, 디자인 등 성공의 경험 부족
- 인센티브 부족 : 공기단축, 안전확보, 제로카본 등 사회적 공익에 대한 인센티브 부족

3 여전히 작은 시장 규모

- 과감한 투자의 걸림돌. 생산자동화 등
- 규모의 경제 미구현 : 경제성 확보 어려움
- 돌파구 필요 : 공공주택의 일정 물량 배정, 해외 수출용 물량 등



www.prefabmodularlab.com

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

1 기술혁신 : 고층화, 스마트 팩토리

- 20층 이상 고층화 : 코어 모듈화, 효율적 구조시스템 등
- 스마트 팩토리화 : Robot, 3D Printing 활용
- 내화제도 합리화



High-rise
Efficient lateral force resisting system



Performance based fire resistance design

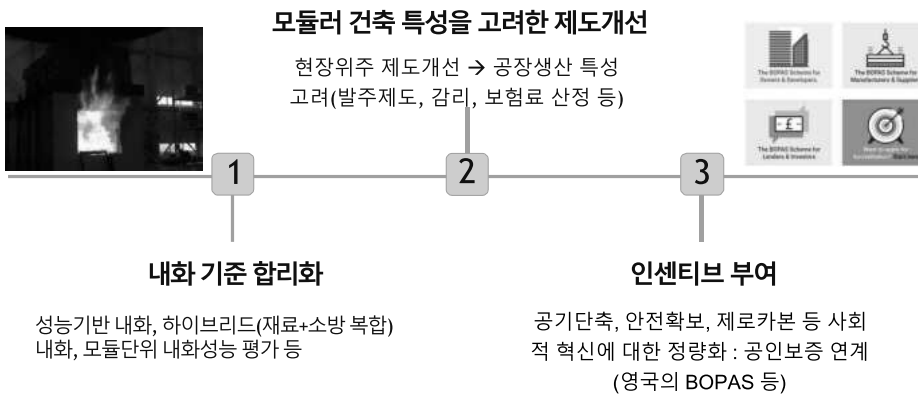


Smart Factory
Factory assembly using 3D Printing and Robots

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

2 제도개선 및 인센티브 부여

- 합리적 내화 기준 정립 : 해외 고층 모듈러 시스템과의 가장 큰 차이
- RC등 현장공법 위주의 제도 개선 필요 : 공장생산 특성 고려
- 인센티브 부여 : 적절한 정량화 지표개발(탄소배출량 저감, 안전지수 등) 및 인센티브 제공



5. 모듈러 주택미래 발전 방향

2 제도개선 및 인센티브 부여

- 비비용적 효과에 대한 인센티브 제공
- 모듈러 건축 재해율 조사 : RC대비 사망사고 100%, 산업재해 85% 감소 효과

	2020년		2021년		평균	
	사망만인율	재해율	사망만인율	재해율	사망만인율	재해율
총계	2.48	1.16	2.32	1.26	2.40	1.21
건축공사	2.67	1.25	2.46	1.40	2.57	1.33
토목공사	3.27	1.31	3.28	1.38	3.28	1.35
산업설비	0.15	0.50	0.32	0.42	0.24	0.46
조경	2.04	0.69	1.81	0.87	1.93	0.78

<건설산업 사망만인율 및 산업재해율 (2020~2021) >

	2020년	2021년	2022년	평균
A사	0.00	0.00	0.09	0.03
B사	0.15	0.00	0.00	0.05
C사	-	0.00	0.52	0.26
D사	0.00	0.00	0.45	0.15
E사	0.28	0.58	0.71	0.52
평균	0.11	0.12	0.35	0.20

<모듈러 제작 5개사 산업재해율 (2020~2022)>

출처 : 아주대 최병주교수/포스코

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

3 Zero-Carbon 시대 대응

- 생산, 시공, 재사용, 폐기 등 전생애주기 CO2 배출량 평가 및 인센티브 연계
- 스마트 모듈러 학교 재사용 기술 개발
- 모듈러 학교 2회 재사용 가정시, 생산+시공+폐기단계에서 RC대비 CO2배출량 60% 절감

<이동형 모듈러 학교 CO2 배출량 전생애주기 평가, 포스코, 아주대, 2021>

	생산단계	시공단계	사용단계	폐기단계	사용년수	횟수	단위면적당 탄소배출량	단위	생산+시공+폐기
모듈러	218.3	15.2	1,042.7	8.5	40	2	1,284.7	kgCO ₂ /m ²	242.00
철근콘크리트	542.0	33.0	1,117.5	35.3	40	2	1,727.8	kgCO ₂ /m ²	610.33
절감률	59.7%	54.0%	6.7%	76.0%			25.6%		60.4%



재사용 모바일 오피스(유창, 삼우설계)

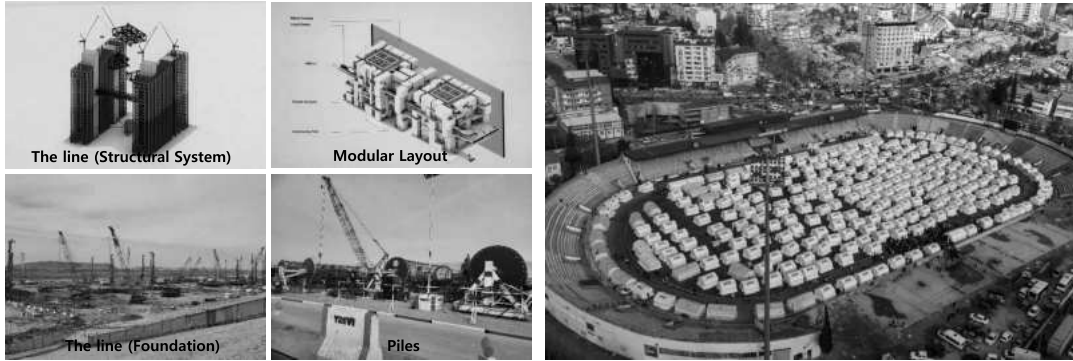


이동형 모듈러 학교(플랜엠)

5. 모듈러 주택미래 발전 방향

4 해외 진출

- 사우디 네움 등 대형 프로젝트 진출
- 우크라이나 재건, 터키 지진복구 등
- 모듈 직접 수출, 현지 공장 제작 및 기술/부품 수출 등 전략 다양화



Neom The Line 모듈러 건축 적용 개념

터키지진 후 제공된 임시 주택

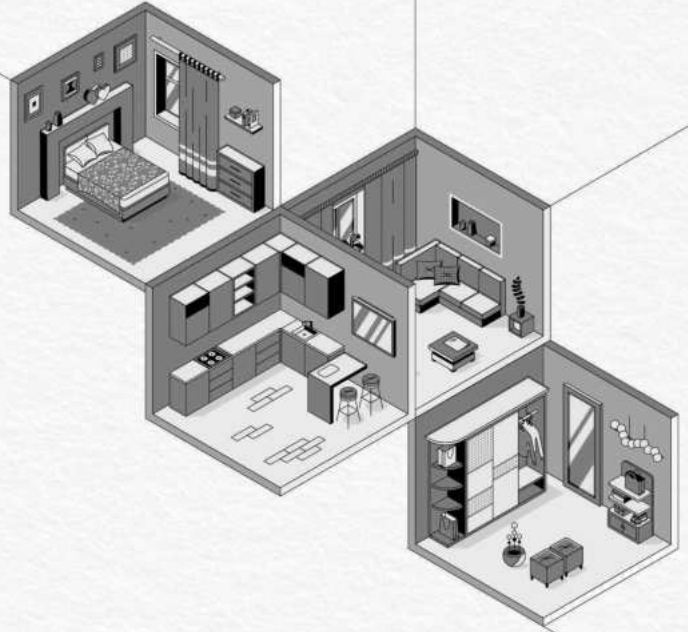


감사합니다.

bhcho@ajou.ac.kr

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국불강협회 모듈러건축위원회 LH 한국토지주택공사 후원  조경일보  국토교통부 PLANM  한국건설산업연구원

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 1

모듈러주택 활성화를 위한 정책/제도 추진 방향

국토부 주택건설공급과 김영아 과장



모듈러주택 활성화를 위한 제도 추진 방향

2024. 7. 2.



국토교통부

순서

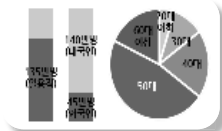
I. 모듈러 등 OSC 공법 확산 필요성

II. 모듈러주택 활성화 방안

III. Case Study- 미국 모듈러주택 사례

1. 건설산업 이슈와 OSC 확산 필요성

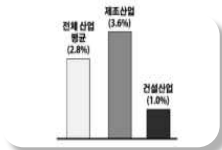
건설산업 이슈



건설근로자 고령화,
외국인근로자 증가



기후변화로 인한 공기지연



건설생산성 저하,
시공품질 하락



해소방안 : 제조업 기반의 OSC 공법 확산

건설산업의 패러다임 변화 필요

노동집약적
Labor Intensive

현장시공
On-Site
Construction

습식공법
Wet Construction

자동화
Automation

공장제작
Off-Site
Manufacture

건식공법
Dry Construction

OSC 도입 효과

공기단축
금융비용 ↓

안전 Risk ↓
공장제작 ↑
현장투입 ↓

품질 향상
BIM 스마트 기술



2. OSC공법의 장점과 한계

OSC공법의 장점



공기단축



친환경성



사고예방



품질개선

OSC공법의 한계점

- 기존 공법 대비 공사비 증가
(모듈러공법 기준, RC 대비 30% 이상)



- RC건축물에 맞춰진 각종 제도
(인허가, 발주제도, 건축규제)

OSC공법 활성화를 위한 정부의 역할이 중요

1. 공공부문 모듈러주택 발주 확대

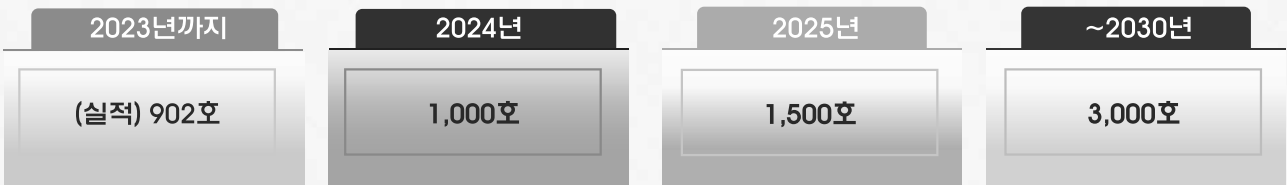
● 그간 모듈러, PC 등 OSC공법을 활용한 공공임대주택 공급 실적



1. 공공부문 모듈러주택 발주 확대

● OSC공법 공공임대주택 연간 발주계획 수립

- 2030년까지 연간 3,000호 목표로 OSC공법을 활용한 공공임대주택 건설 추진
(모듈러주택 발주 실적: ~21년 222호, 22년 416호, 23년 264호)



- 2024년에는 총 1,292호 공급 목표

모듈러주택	PC 공동주택
<ul style="list-style-type: none"> (LH) 의왕초평 381호, 세종5-1 450호 	<ul style="list-style-type: none"> (LH) 안산신길 A-5 447호(R&D 실증) (SH) 서울방화 14호

2. 모듈러주택 관련 제도개선

● 모듈러주택 사업성 제고를 위한 인센티브 제공

공업화주택 인센티브

- 공업화주택 인정 시 높이제한, 용적률 완화 등 인센티브 제공
* 『주택법』 개정안 발의 예정(' 24년 말)

장수명주택 인센티브

- 모듈러주택의 구조적 특성을 고려한 장수명주택 평가기준 마련
* 『장수명주택 인증기준』 개정안 마련(' 24.12월)

공공임대주택 기금지원

- 모듈러 공법으로 공공임대주택 건설 시 주택도시기금 20% 추가 용자
* 예산 확보 및 주택도시기금 운용계획 개정(' 25년~)

7

2. 모듈러주택 관련 제도개선

● 모듈러 등 공업화주택 관련 제도 정비

공업화주택 제도개선

- 공업화주택 평가기준 정비, 처리기간 단축 등 제도운영 효율 제고
* 『주택건설기준규칙』, 공업화주택 인정제도 운영지침(건기연) 개정(' 25년)

공업화주택 특례규정

- 인허가 기간 단축, 설계·감리 간소화 등 특례규정 개선방안 마련
* 연구용역을 통해 개선방안 마련(' 25년 상반기)

모듈러주택 내화기준

- 부재 단위에서 모듈 단위로 기존과 동등 수준의 내화성능을 확보하도록 개선
* 국가R&D를 통한 화재실험 결과를 바탕으로 시험방법 및 평가기준 개선방안 마련(' 27년)

8

3. 모듈러주택 국가 R&D 추진

● 그간 모듈러, PC 등 OSC공법 관련 국가 R&D 추진실적

모듈러 건축 중고층화 및 생산성 향상 기술 개발

- 중고층(13층) 모듈러주택 건설기술 개발 (14~23년, 총 258.3억)
- 100세대 규모 실증단지 1개 준공 (GH 용인영덕 행복주택, 23.6 준공)



OSC 기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발

- PC공법 OSC 공동주택 건설기술 개발 (20~24년, 총 226.6억)
- 실증단지 2개 준공 예정 (LH 평택고덕 임대주택, PC 80세대, 25.6 예정
SH 서울방화 행복주택, PC 16세대, 26년 예정)

비전 "공동주택 생산시스템 혁신을 통한 안정적인 주거공급 및 주택산업 경쟁력 향상"

목표 Off-Site Construction 기반 중저층 PC 구조 공동주택의 설계·생산·시공 기술 개발

주거가능 확보	생산효율성 향상	기술적 인프라 구축	정책적 인프라 구축
기존 한양대성 힐크로크리프 공업 대비 용동 수준 이상의 주거가능성 확보	기존 한양대성 힐크로크리프 공업 대비 작업 인력 20% 감소 및 공사기간 10% 단축	OSC 기반 PC공동주택 생산 시스템 혁신을 위한 기술적 인프라 구축	OSC 기반 PC공동주택 생산 시스템 혁신을 위한 정책적 인프라 구축

대상 중저층 공동주택 - OSC 기반 PC구조 + OSC 부재 - 설계·공정·생산·시공

추진전략 1	추진전략 2	추진전략 3	추진전략 4	추진전략 5
공동주택 건설 생태계가 통합형 OSC 기반 생산 및 관리체계 구축	원단리 및 소사리 생산기술을 활용한 공동주택 건설관리 선진화	OSC 기반 PC공동주택 생산시스템 혁신 및 혁신을 위한 정책 및 제도적 기반 구축	주거가능성 향상을 위한 성과 달성 및 상용화	주거가능성 향상을 위한 OSC 기반 PC공동주택 표준기술 개발 및 적용

3. 모듈러주택 국가 R&D 추진

● 공동주택의 고층·단지화 및 생산성 제고를 위한 OSC 고도화 기술개발 R&D 추진(25~29년)

사업 내용

모듈러주택

- 모듈러 건축산업 활성화를 위한 기존 제도 및 기술적 한계 극복 기술개발

PC 공동주택

- PC 공동주택의 고효율 대량공급을 위한 고성능, 고층화(25층 이상), 표준화 기술개발
- 단지규모 실증(447세대)을 통한 기술 검증

사업 목표

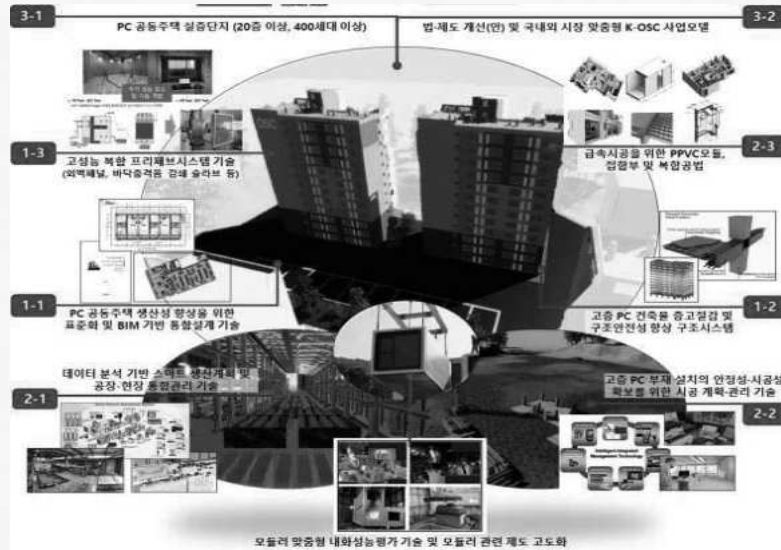
- 모듈러 건축물 내화 제작·시공비 감축
- 모듈러건축 품질확보 방안 마련

- 공기 단축, 현장인력 감축 효과 극대화로 RC공법 대비 경제성(총공사비) 7% 향상

3. 모듈러주택 국가 R&D 추진

- 공동주택의 고층·단지화 및 생산성 제고를 위한 OSC 고도화 기술개발 R&D 추진(25~29년)

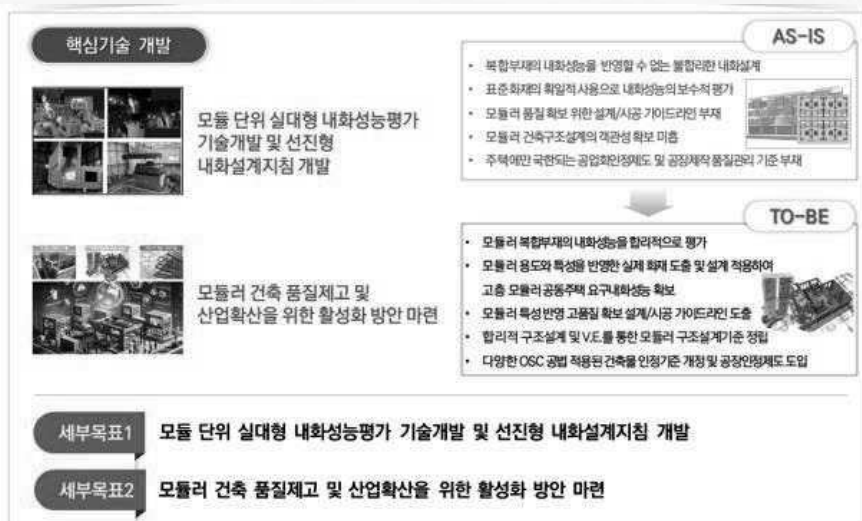
사업 개념도 및 사업 성과를



3. 모듈러주택 국가 R&D 추진

- 공동주택의 고층·단지화 및 생산성 제고를 위한 OSC 고도화 기술개발 R&D 추진(25~29년)

모듈러 분야 세부 사업 목표



3. 미국 모듈러주택 현황

● 미국 모듈러주택 건축비용 비교

- 일반적인 미국 주택은 목구조 단독주택이나 조적식 저층주택으로 건설되나, 지대가 높은 뉴욕 시 (맨하튼, 브루클린 등) 특성상 우리나라와 유사하게 철근콘크리트(RC) 구조로 고층 건축물을 주로 건축
- 평균적인 RC 건축물 공사비는 \$500/ft² 가량으로 3.3m²당 1,500만원 수준, 모듈러주택의 경우 모듈 제작비는 \$250/ft²(3.3m²당 750만원) 가량이나 기타 건축비용 고려 시 RC 건축물과 유사한 수준
 - 다만, 모듈러주택은 공사기간이 단축되는 장점이 있어, 임대료를 빠르게 회수할 수 있다는 장점

● 미 주택개발부(HUD)의 모듈러주택 관련 인센티브

- 연방정부 차원의 직접적인 모듈러주택 인센티브 규정은 없으나, HUD는 주정부 및 지자체가 모듈러 주택을 건설하려는 사업자에 인센티브를 제공할 수 있도록 권고할 수 있음
- 인센티브의 종류로는 재산세 감면 또는 상한선 설정(예: California Prop 13), 역세권 용적을 완화, 지자체 신속 인허가 지원 및 인허가 과정에서 재량권 극대화로 비용 절감 및 인허가 기간 단축 등이 있음

15

4. 미국 모듈러주택 건축기준

● 미국 모듈러주택 건축기준

- 모듈러주택에 적용되는 건축기준은 연방정부인 HUD에서 관리하는 National Code*와, 주정부 및 각 지자체에서 관리하는 Local Code로 구분
 - * Manufactured Home Construction and Safety Standards
 - 이와 별도로 HUD는 기후위기 대응 차원에서 제로에너지 주택 등 에너지 절감을 위한 녹색건축기준을 운용 중으로, 연방주택관리청(FHA)의 모기지 보험료를 감면(0.7%→0.25%)하는 인센티브 제공
- 모듈러주택은 2개의 Code 중 1개를 적용하여 제작, 건설하도록 규정
- HUD National Code는 성능기반 설계를 적용하여, 모듈러주택(Manufactured Home)이 기초적인 생활여건 보장 및 안전을 확보하는 데 필요한 성능기준을 규정하고 이를 만족하는 다양한 건축기술과 디자인을 적용할 수 있도록 보장
- Local Code는 우리나라의 건축기준과 유사하게 모듈러주택(Modular Home)에 대한 설계기준, 시방서 등을 규정하고, 제작 및 건설 과정에서 해당 기준을 충족하는지 검사

16

5. 미국 모듈러주택 건축기준

● HUD National Code 및 인증제도

- HUD는 모듈러주택 건축기준(Code) 및 공장생산, 운송, 설치 과정에 대한 표준(Standard)을 관리
- HUD는 미국 내 모듈러 제조공장에 대한 생산품 검사 및 공정 관리감독을 위해 전문가를 보유한 검사기관과 계약을 맺고, 검사관(Inspector)을 제조공장에 파견하여 품질 관리 및 성능 충족여부 확인
- HUD는 해당 검사기관의 업무 수행 현황을 감독하고, 부실, 부정한 업무수행 사실 발견 시 계약 해지

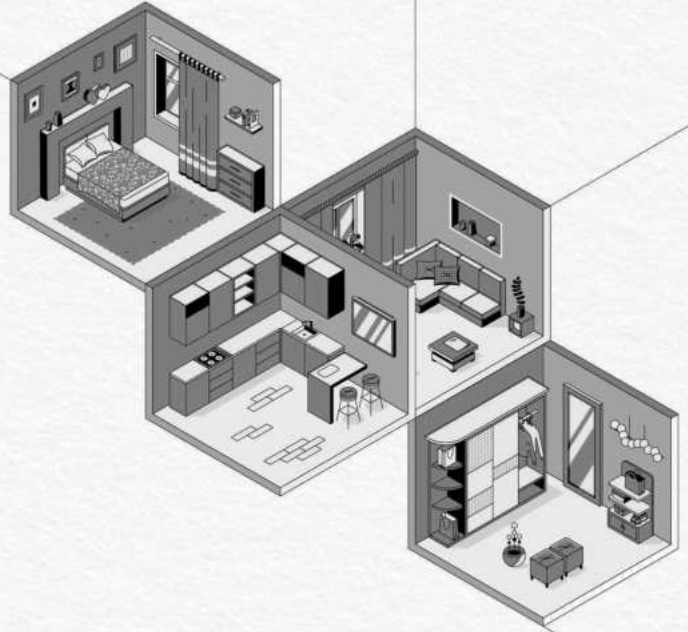
● 뉴욕시 Local Code 및 인증제도

- 뉴욕시는 OTCR(Office of Technical Certification and Research)라는 기관을 통해 뉴욕시 모듈러주택 관련 건축기준을 운영하고, 기준 준수 여부 확인 등 세부 절차는 민간 검사기관에 위탁
- 뉴욕시가 인증한 검사관(Inspector)은 모듈 제조공장(해외 제조공장 포함)의 규정 준수 여부를 확인
- 모듈러주택 관련 인증은 해당 현장에 반입되는 자재 종류만 확인하는 단순 인증과, 특정 공장에서 제작되는 모든 제품에 대해 추가 인증 없이 생산할 수 있는 범용 인증으로 구분하며, 외국 제조사도 해당 인증을 받아 사업 수행 가능

감사합니다.

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국주택정책연구소 LH 한국토지주택공사 후원  한국개발연구원 국토교통부 PLANM  한국개발연구원

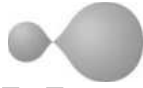
2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 1

LH 2030 OSC 로드맵, 모듈러주택 활성화 전략

한국토지주택공사 노태극 팀장





「2030 OSC 로드맵」

LH 모듈러주택 활성화 전략

모듈러주택 활성화 정책포럼 | 2024. 07. 02.

한국토지주택공사

CONTENTS

I 추진배경 3

II 추진경위 및 성과 9

III 중장기 활성화 전략 17



Off-Site Construction

I 추진배경



1. 정부정책 스마트건설기술 활성화

'22. 05. 13.

110대 국정과제 발표

미래 전략산업화

스마트건설기술(OSC 등) 확산으로
산업의 고부가가치화



'22. 08. 18.

스마트건설 활성화 방안 발표

생산시스템 선진화 : 현장 → 공장

탈현장 건설(OSC) 활성화

공공주택 발주물량 확대
'23 : 1천호('20~'22 : 年 464호)
→ 점진적 확대

인센티브 제공

공공 : 주택도시기금
용자한도 상향(20%)
민간 : 용적률·건폐율 등 완화

실증 R&D 추진

13층 모듈러주택 준공('23.6)



'23. 12. 30.

건설기술진흥 기본계획

OSC기반 건설산업 제조화

OSC 시장이 확대되기 어려운 점을 고려
공공에서 마중물 역할 수행



2. 건설환경 건설산업 이슈와 OSC 필요성

건설산업 이슈

건설근로자 고령화
외국인 근로자 증가

기후변화로 인한
공기지연

건설 생산성 저하
시공품질 하락

안전 Risk

해소방안 제조업 기반의 OSC 공법 확산

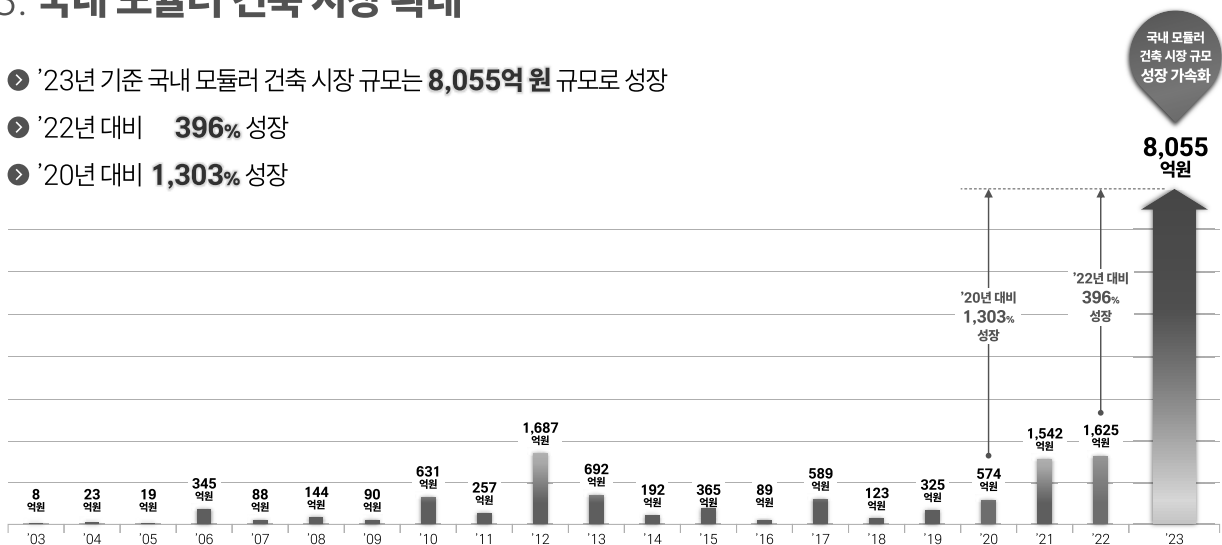
OSC 도입 효과

노동집약적 Labor Intensive	→	자동화 Automation	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">공기단축 금융비용 ↓</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">안전 Risk ↓ 공장제작 ↑ 현장투입 ↓</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">품질 향상 BIM 스마트 기술</div>
현장시공 On-Site Construction	→	공장제작 Off-Site Manufacture	
습식공법 Wet Construction	→	건식공법 Dry Construction	

건설산업 패러다임 변화 필요

3. 국내 모듈러 건축 시장 확대

- ▶ '23년 기준 국내 모듈러 건축 시장 규모는 **8,055억 원** 규모로 성장
- ▶ '22년 대비 **396%** 성장
- ▶ '20년 대비 **1,303%** 성장



[연간 국내 모듈러 시장 규모 변화]

철강협회 및 아주대 프리팹연구소, 2024

4. 해외 모듈러 활성화 정책

모듈러 품질 및 성능 인증 취득 시
 건축 기준 완화, 행정절차 간소화, 감리·설계 간소화, 지원금 지급 및 세금 공제 형태로 인센티브



5. 국내 OSC 건축 활성화 방안 모색

해외의 모듈러 활성화 정책 및 고층화 벤치마킹과 함께
 국내 모듈러 현황 및 이슈를 분석하여 활성화 방안 모색 필요

1 기술력의 한계

- ▶ 초고층 모듈러 기술 개발(R&D) 및 검증 필요
- ▶ 모듈러 설계, 제조 및 시공 등 전문 인력 부족



2 경제성의 한계

- ▶ 사업물량 부족으로 인한 규모의 경제 확보 불가
- ▶ 기존 공법 대비 약 30% 높은 공사비로 공공 발주 확대 한계
- ▶ 대량 자동생산화 미비로 해외 대비 낮은 생산성



3 모듈러 건축 관련 제도 미비

- ▶ 현장 시공 위주의 제도와 규제
 - ▶ 전기/통신/소방 분리발주, 공사용 자재 직접 구매제도 등
- ▶ 공업화주택 인정제도 인센티브 미비
 - ▶ 건축기준 완화, 인허가 간소화 등 필요
- ▶ 비합리적 내화 규제
 - ▶ 13층 이상 3시간 내화



Off-Site Construction

II

추진경위 및 성과



68 추진 경위

LH 2030 OSC 로드맵 LH 모듈러주택 활성화 전략

LH 추진노력 모듈러주택 활성화 선도

① 실증사업 선도

- ▶ 다양한 모듈러주택 구조(인필·적층) 실증
- ▶ 자체·국가 R&D·위탁 사업 등 총 **7개 지구 918호**

사업 완료 저층 모듈러 주택 4개 지구(222호)

사업 진행 중저층 (3~7층) 3개 지구(696호) 추진 중

② 기술개발 촉진

- ▶ 모듈러주택 기준 정립 및 R&D 선도
 - ▶ LH 시방서, 공사기간 산정지침 개정, 내역체계 정립
 - ▶ 모듈러 공사비 분석, 가이드 평면, 품질관리 연구 수행
- ▶ 기술개발 테스트베드 제공

부산용호 : 적층식 (4층)



천안두정 : 적층식 + 인필식 (6층)



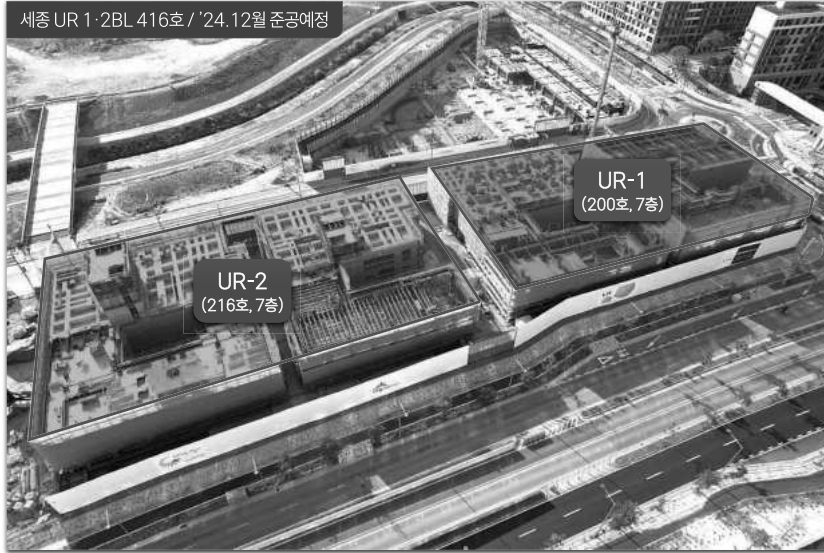
웅진백령 : 적층식 (4층)



세종 사랑의집 : 적층식 (2층)



국내 최대 규모 모듈러주택



국내 최대 규모 모듈러주택



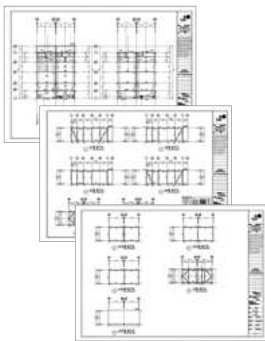
국내 최대 규모 모듈러주택



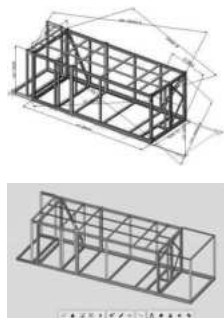
국내 최대 규모 모듈러주택 품질관리 (세종 UR1·2BL)

모듈러 제작 시, 정밀 계측과 3차원 스캐닝을 통해
구조물의 오차를 수정하여 제작 결함 제거

2D 도면 계측점 계획



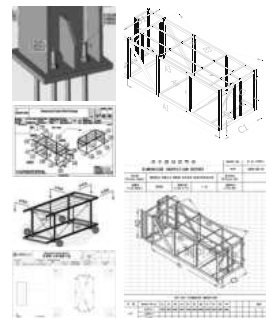
3차원 BIM 모델링을 통한 치수 검토



모듈러 계측 및 3차원 스캔 데이터 획득



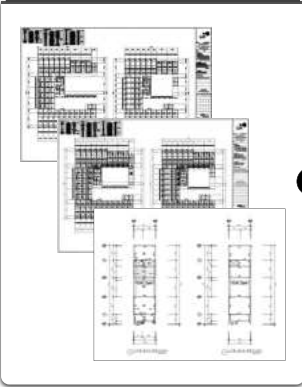
계측 및 스캔 데이터와 병합, 정밀 검토



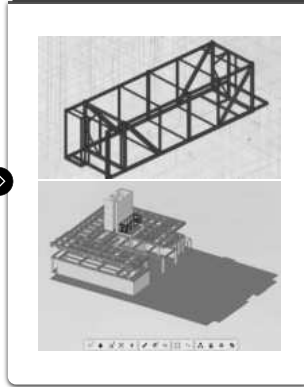
국내 최대 규모 모듈러주택 정밀 시공 (세종 UR1·2BL)

2D 도면, 3차원 모델링, 현장 실측, 3차원 스캔 데이터를 상호 비교 검토하여
시공 전 보완 및 정확한 설치

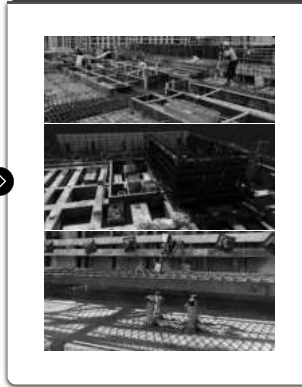
2D 도면 현장 계측점 계획



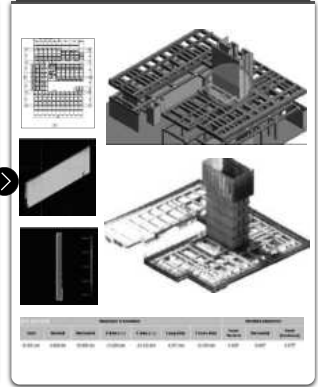
3차원 모델링을 통한 설치 위치 검토



현장 정밀 계측, 3차원 스캔 데이터 취득

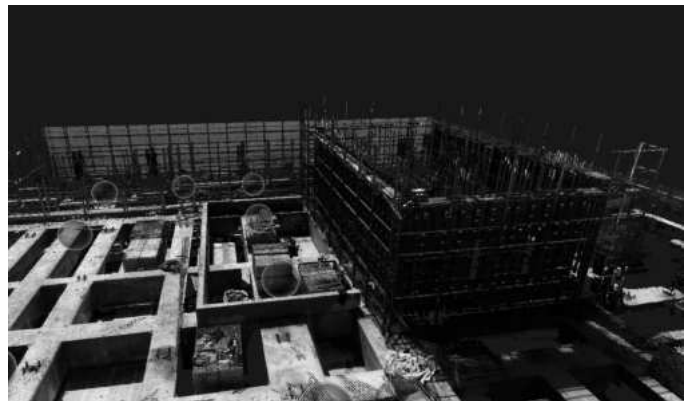


계측 및 스캔 데이터 분석, 정밀 시공



국내 최대 규모 모듈러주택 정밀 시공 (세종 UR1·2BL)

모듈러 공장 및 현장 스캔/계측



Off-Site Construction

III

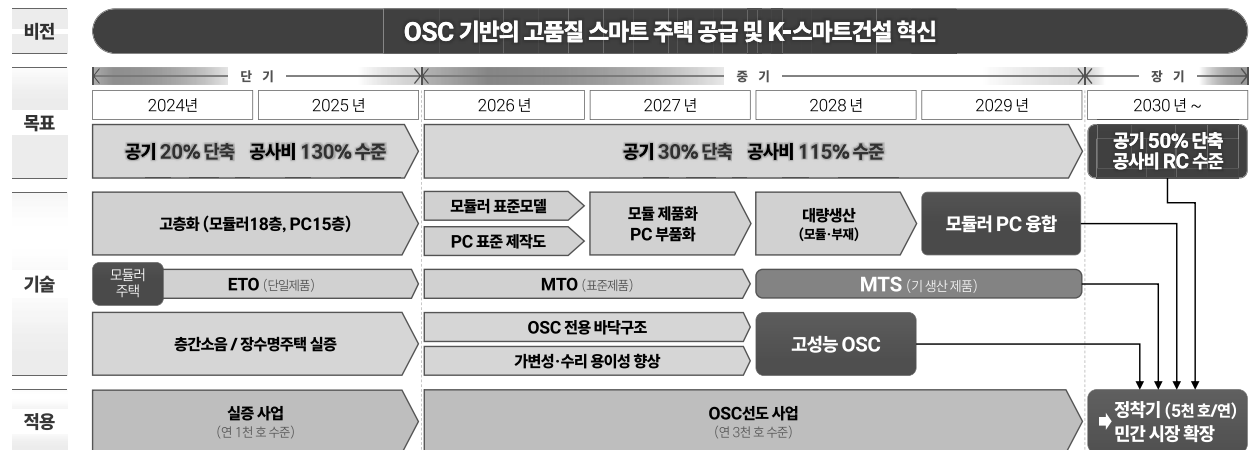
중장기 활성화 전략



LH 2030 OSC 로드맵

추진 방향

고품질·고성능 기술 확보를 통해 시범 사업 수준을 탈피, 실용화를 통해 K-스마트건설 혁신 선도
공사 기간 50% 단축, RC 수준의 경제성 확보, 층간소음 차단 성능 향상 및 장수명화 등



1. 초고층 모듈러주택 구현

기술 협업

표준평면 개발 및 내화 등 모듈러 **고층화 기술 확보** 및 **최적 발주 방식** 모색

국내 최고층 모듈러(의왕초평 A4BL, 20층 이상), 국내 최초 공동주택 **스마트 턴키** 추진 (세종 L5, 12층)



2. 모듈러주택 설계 표준화

추진 방향

표준 설계·평면 적용을 통해 대량·자동화 생산 기반 마련 등 **경제성 확보**

① LH 표준평면 개발 ('24년)

OSC 특성을 반영한 표준 평면·상세 개발



[모듈러 가이드 평면 (LHRI)]

② 국가 표준화 ('25년)

LH 표준평면의 국토부 표준설계 도서화

표준설계도서 인정 범위 확대 및 제품화 추진

	현 단계	표준모델 개발단계	성숙 단계
내용	사업 지구별 설계, 주문, 제작, 설치	표준도면으로 주문, 대량 제작, 설치	국가표준 기준에 맞추어 제작된 제품을 구매 설치
생산 전략	ETO (Engineer to Order)	MTO (Make to Order)	MTS (Make to Stock)

3. 층간소음 차단 등 주거 성능 향상

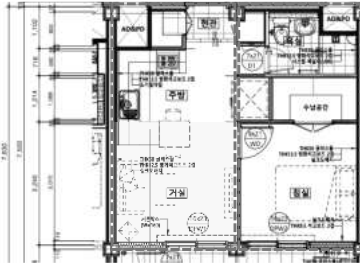
추진 방향

모듈러에 최적화된 바닥구조 개발 및 관리 기준 수립 등으로 **층간소음 차단 성능 향상**

영향 요인 조사, 최적 바닥시스템 개발, 시공 품질 균일화 및 평가 기준 등 제도개선

1 모듈러 규격화

슬라브 단변폭, 두께 등을 표준화하여
층간소음 영향 요인 통제



2 품질관리 용이성

공장 제작을 통하여 현장 시공 대비
균일한 품질 확보 가능



3 모듈러 Mock-Up 사전 점검

시공 전 Mock-Up을 통해
사전 점검 및 재조정 가능



4. 기술협력 체계 구축

기술개발 협업 고층화, 건식화, 경량화 및 층간소음 저감 등 기술개발·교류

주거성능 향상 설계표준화, 제품화, 건물·가전 융복합 등 주거 성능·품질 개선 협력

국가 R&D 초고층 기술구현을 위한 국가R&D 참여 협력

산업 지원 지방소멸 대응 농어촌 모듈러주택 사업모델 개발·적용 협력

제도 개선 공업화주택 인증제도 개선, 인센티브 법제화 공동추진 등

연방뉴스·4월 전·네이버뉴스

LH, 철강협회·LG전자 등과 **모듈러주택 기술개발 협력**
모듈러주택 고층화, 표준화 추진 한국토지주택공사(LH)는 20일 성남시 LH 경기남부지역본부에서 스마트모듈러포럼, 한국철강협회, LG전자 및 4개 모듈러 제조기업과 모듈러주택 기술 개발 협력 업무협약(MOU)을 체결...



LH, 스마트모듈러포럼·철강협회의 등과 모듈러주택 기술협력 뉴스·4월 전·네이버뉴스
LH, 모듈러주택 기술 개발 힘모은다 파이낸셜뉴스·4월 전·네이버뉴스
LH, 스마트모듈러포럼 등과 모듈러주택 기술협력 이데일리·4월 전·네이버뉴스
LH, LG전자 등 손잡고 모듈러 주택 활성화 나선다 서울경제·4월 전·네이버뉴스

관련뉴스 34건 전체보기



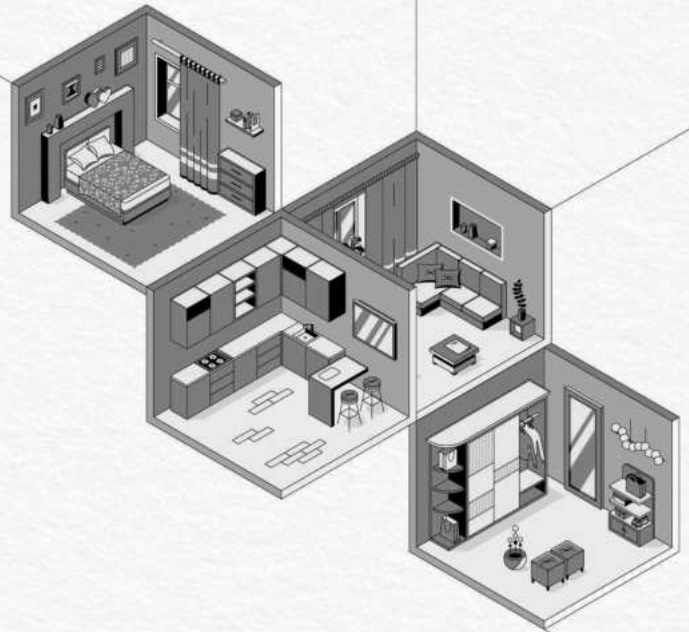
경청해 주셔서 감사합니다.

· T · H · A · N · K · Y · O · U ·

한국토지주택공사

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국토지주택공사 LH 한국토지주택공사 후원  국토교통부  PLANM 

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

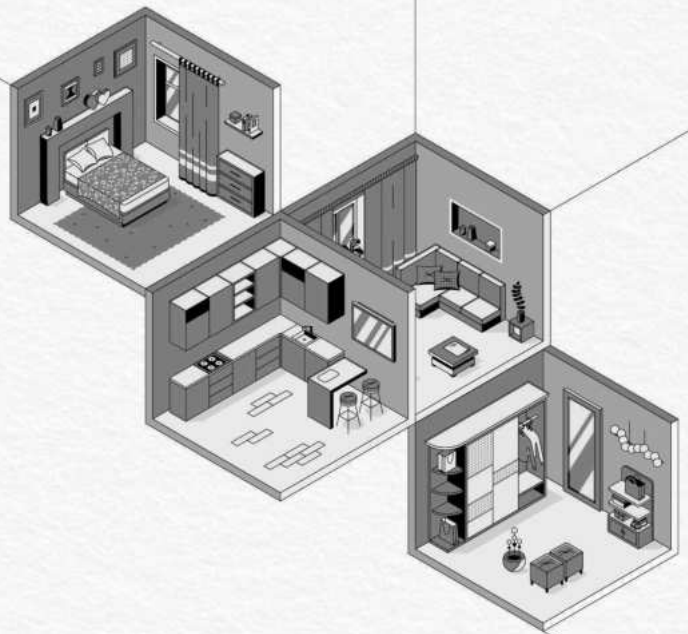
세션 1

Q & A



2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

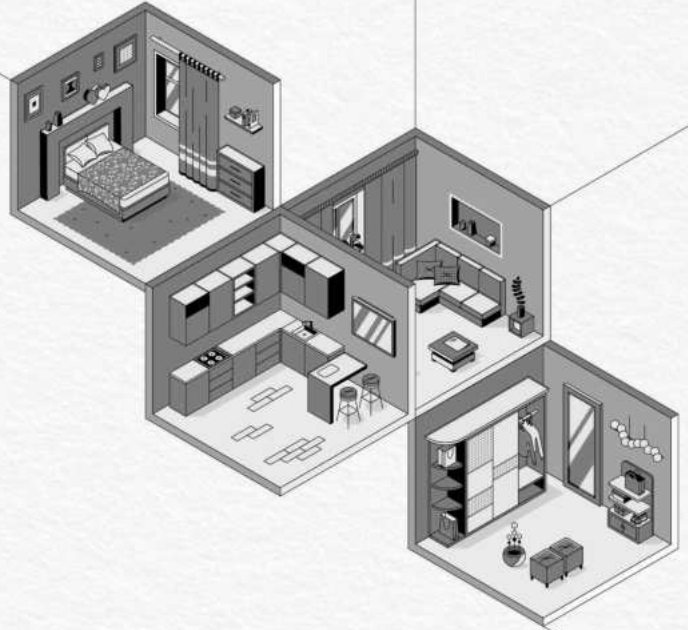
2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)




주최  한국개발연구원 모듈러건축위원회 LH  한국토지주택공사 후원  국토교통부  PLANM 

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국주택협회 모듈러건축위원회 LH  한국토지주택공사 후원  조경원  국토교통부 PLANM  한국주택도시연구원

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 2

국내 최고층 모듈러 국가R&D 실증사업 사례 소개

경기주택도시공사 박성민 부장



국내 최초 중고층 모듈러 공법 국가 R&D 실증사업인

GH용인영덕 경기행복주택



contents

1. 왜 모듈러 주택인가
2. 사업의 배경 및 목적
3. 사업개요
4. 입지특성
5. 사업추진 주체
6. 사업기간 및 예산
7. 컨셉
8. 개발현황 및 특성
9. 사업성과 및 향후 기대효과



모듈러 건축의 필요성

줄어드는
건설 기능인력 해결

기상이변에 의한
공사기간 부족 해결

건설현장의 환경 및 안전문제에
대한 규제 강화 대처

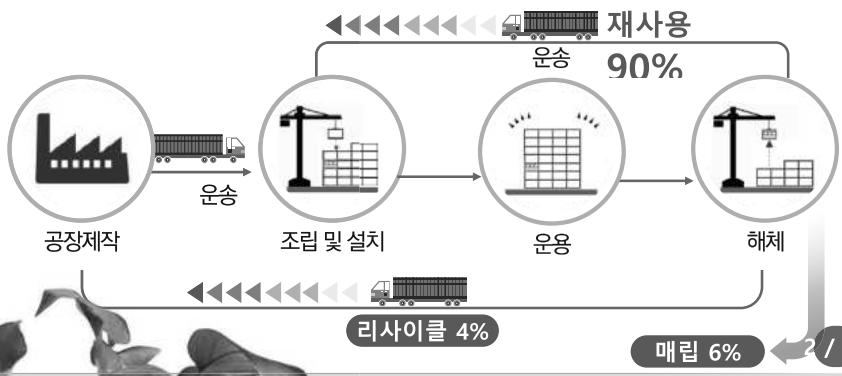
Mid to high-rise modular housing PJT (모듈러
건축)

Perspective of Environment

- 저탄소: 35%이상 감축
- 소음, 진동, 분진 총량 감소
- 자원 절약: 주문 규격(소요 size)
- 생산과정과 사용 후 폐기물 감소
- 재활용(recycling) 극대화화 재사용(re-use)

Overalls
생산성 향상 외에도
ESG경영에 필요한 현실적인 solution 제공

장점



1

왜 모듈러 주택인가

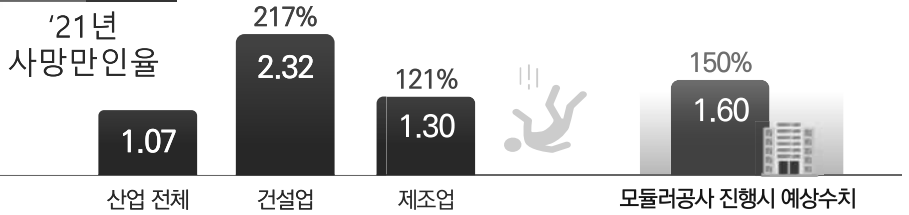
Mid to high-rise modular housing PJT (모듈러 건축)

Overalls
생산성 향상 외에도
ESG경영에 필요한 현실적인 solution 제공

장점

Perspective of Social

- 균일하면서도 고품질 제품 공급을 통한 소비자 만족도 제고
- Co-creator, 개인별로 최적화된 주문 생산
- 건설근로자의 공장 흡수 및 상용화를 통한 고용안정 기여
- 산업재해 저감, 특히 고소 작업에 의한 중대재해 가능성 감소



기존 건설업 대비 모듈러공법 적용시 31% 사망만인율을 낮출 수 있음

본 사업 수행시 단 1건의 안전사고 발생 없음

1/2

1

왜 모듈러 주택인가

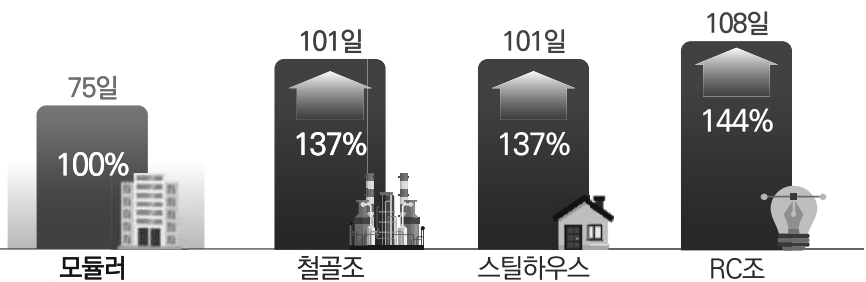
Mid to high-rise modular housing PJT (모듈러 건축)

Overalls
생산성 향상 외에도
ESG경영에 필요한 현실적인 solution 제공

장점

Perspective of Social

- 신속한 공급 : 공기단축을(현장과 공장-전천후 환경- 동시 생산) 통한 사업비 절감 및 사업장기화에 따른 리스크 저감
- 공장 생산 : 학습효과 및 생산자동화에 의한 생산성 향상 및 비용 절감
- 목적과 여건변화에 따라 이동 설치가 가능한 모델
- 최근 심화된 기능공 부족에(국내외 동일 환경) 효과적으로 대처 가능



1/2

1 왜 모듈러 주택인가

공공 **민간**

2 사업의 배경 및 목적

국내 최고층 모듈러 공법 국가 R&D 실증사업인
GH 용인영덕 경기행복주택

배경

- ☑ 국토부, GH, 현대엔지니어링이 공동으로 공공주택사업을 수행함에 있어 국토부의 연구 실증, GH 안정적 자본 및 민간 기술력을 활용
- ☑ '모듈러 건축 중고층화 및 생산성 향상 기술개발' 국가 R&D 대표성과를 반영하는 실증사업

목적

- ☑ 고품격 공공임대주택 공급을 통해 도민 주거안정에 기여
- ☑ 중고층 모듈러 국가연구과제 실증사업으로 국가 기술 발전에 기여

3

사업개요

■ 용인영덕 경기행복주택



조감도

위치

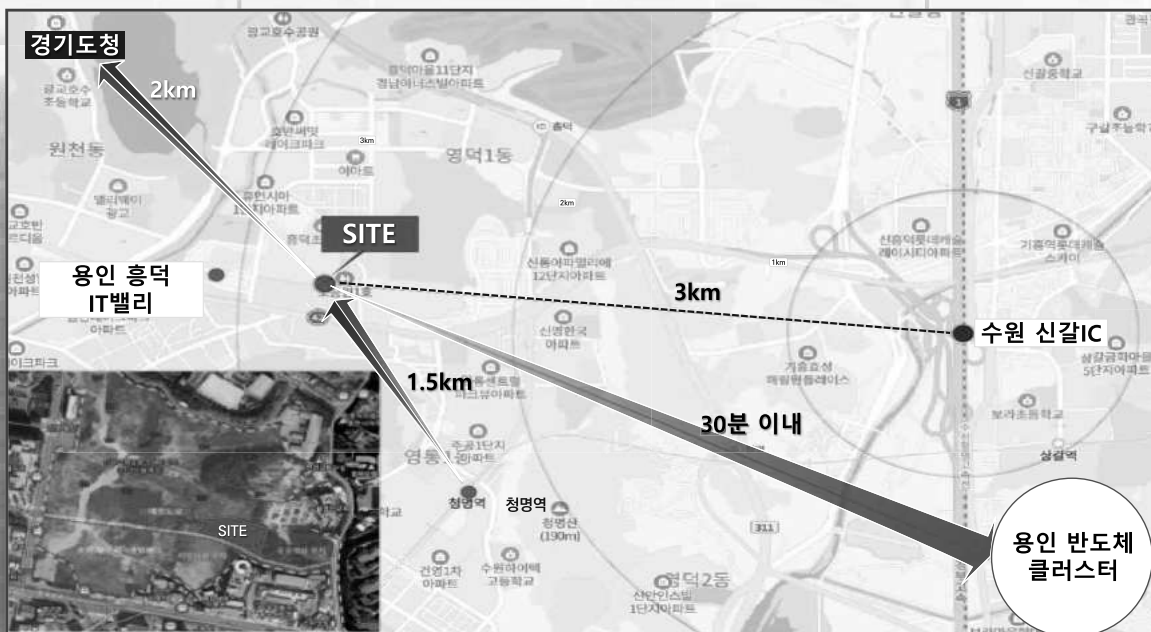
경기도 용인시 기흥구 영덕동 550-1



	대지면적	3,004.4㎡ (909평)
	건축면적	856.61㎡ (259.13평)
	연면적	6,961.75㎡ (2,105.93평)
	건폐율	28.51% (법정 50% 이하)
	용적률	166.89% (법정 240% 이하)
	공사규모	지하1층 ~ 지상13층 (106세대)

4

입지특성



5

사업추진 주체



6

사업기간 및 예산

추진경과 및 기간



예산

총 사업비 21,117 백만원	공 사 3,500 백만원	민간사업자총사업비 17,617 백만원	
	시설부대비및예비비 3,500 백만원	공사비 16,166 백만원	기타비 1,451 백만원

10/27



품질 및 시공성이 향상된 건축물



저층 모듈러 건축물
행복주택

6층 규모
내화 2시간 모듈러 건축물

국내 최고층 모듈러 건축물
GH 용인영덕 경기행복주택

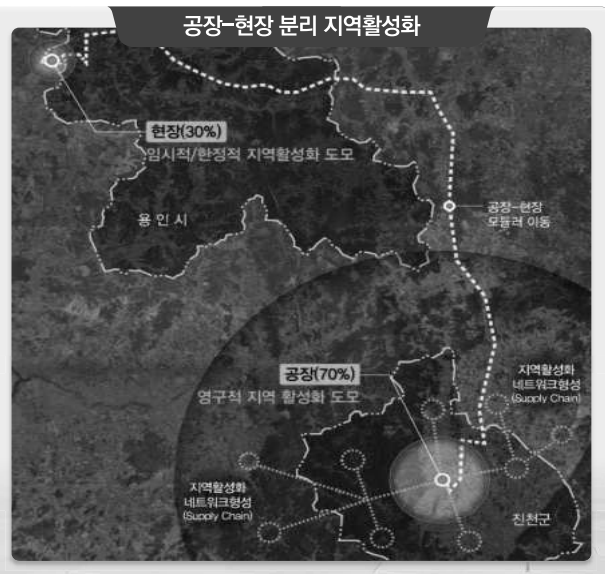
1 2 3
3시간 내화 13층 주거실증 33개 주요기술

비대충격음 경량1등급 → 벽체처음 1등급 ← 비대충격음 종량3등급

민간 분양 수준의 자재마감

기존 RC대비 공사기간
6개월 단축, RC공법 이상의 주거성능

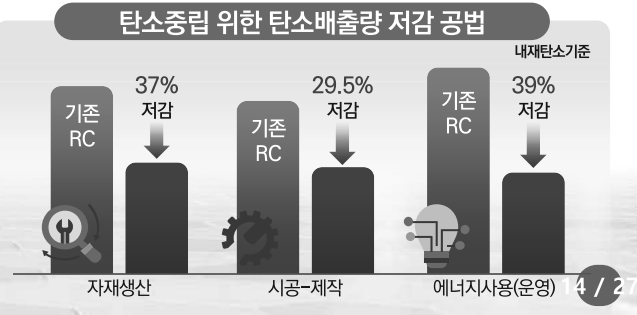
경제성이 고려된 건축물



안전 Risk 저감 및 건설노동자 최소화

공장 (70%)
중대 산업재해 예방
근로자 고용안정

현장 (30%)
기존 RC 대비 60.2%
건설현장 투입인력 최소화



8

개발현황 및 특성

입면도



8

개발현황 및 특성



8

개발현황 및 특성

구조실험



모듈러 유닛 間 접합부위 내진성능
검증 위한 구조실험 시행

내화실험

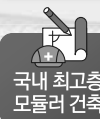


13층 이상 철골조 내화성능 검증 위한
3시간 내화실험 실시

8

개발현황 및 특성

모듈러 유닛 양중



크레인을 활용한 25톤 모듈러 유닛 양중

모듈러 유닛 설치

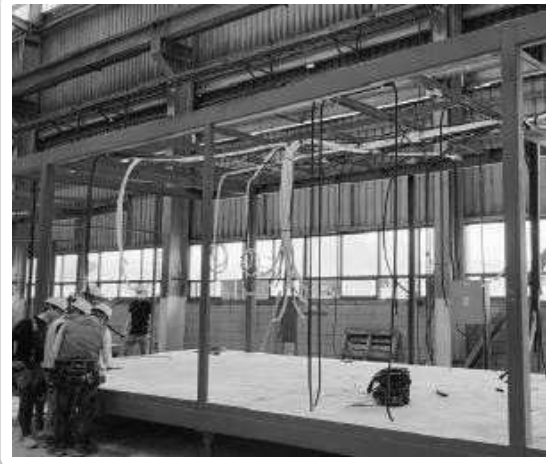


13층 마지막 모듈러 유닛 설치

8

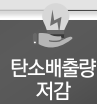
개발현황 및 특성

콘크리트 활용 최소화



철골 구조체 활용(바닥 슬래브만 콘크리트)으로 콘크리트 탄소 배출량 감소

건식공법 활용



건식공법 활용에 따라 자재생산단계 내재탄소 감소

8

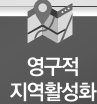
개발현황 및 특성

건설의 공장제작화



건설공사의 생산성 향상 위해 제조업 기반의 공장제작 방식을 도입한 모듈러 공법은 스마트건설의 한 유형

영구적 지역활성화

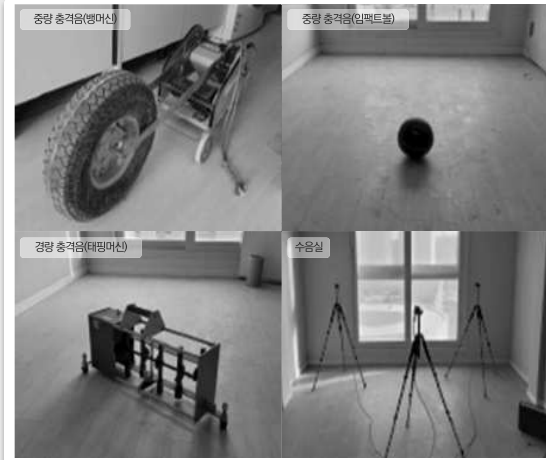


건설공사 통한 한시적 지역활성화가 아닌 고정된 공장에서의 건설공사로 영구적 지역활성화 도모

8

개발현황 및 특성

차음성능 검증



차음성능

바닥충격음 공장 및 현장 테스트를 통해
경량 1등급 / 중량 3등급 확보로
고층화 모듈러 건축물 가능성 확인

관·산·학·연 협력 결과물



협력 결과물

국토부 발주의 국가 R&D 실증사업으로
다양한 참여 주체간 협력의 성과물

8

개발현황 및 특성

전용면적 17m² 평면도



준 공사 진 (거실)



<p>17A 청년 56호(17A1) 청년보조주택(17A2)</p>	<p>전용면적 : 17.4867㎡ 주거공용면적 : 16.7009㎡ 기타공용면적 : 11.2315㎡ 주차장면적 : 15.6023㎡ 계약면적 : 61.0210㎡</p>
<p>17B 고령자 13호(17B)</p>	<p>전용면적 : 17.4867㎡ 주거공용면적 : 16.7005㎡ 기타공용면적 : 11.2315㎡ 주차장면적 : 15.6023㎡ 계약면적 : 61.0210㎡</p>
<p>17C 고령자(주거복지) 9호(17C)</p>	<p>전용면적 : 17.4867㎡ 주거공용면적 : 16.7005㎡ 기타공용면적 : 11.2315㎡ 주차장면적 : 15.6023㎡ 계약면적 : 61.0210㎡</p>



1개 모듈러 유닛의 동일한 타입으로 1인가구 청년, 고령자 세대 공급 22 / 27

8

개발현황 및 특성

전용면적 37㎡ 평면도



준공 사진 (거실)



2개 모듈러 유닛을 결합하여 신혼부부 세대 공급

23 / 27

8

개발현황 및 특성

준공 사진 (로비)



주민편의시설, 세대이동용 엘리베이터실, 근린생활시설 연결

준공 사진 (실외)



피트니스 존 및 외부 쉼터

24 / 27

9 사업성과 및 향후 기대효과

- 01 공공임대로서의 경기행복주택 (106세대, RC 대비 6개월 단축) →
- 02 중고층 모듈러 국가 R&D 실증사업 (준공 후 거주자 평가결과 반영 고층 도전) →
- 03 국내 최고층 모듈러 건축물 (13층) (비대충격음 중량 3등급/경량 1등급) →

- 모듈러 공법을 활용한 행복주택 신속 보급 (건설 공사기간 단축 30~50%)
- 모듈러 건축물 해외 수출 추진 (우크라이나 재건 및 사우디 네옴시티 등)
- 향후 고층 모듈러 건설 Know-how 제공 (비대충격음 중량 2등급/경량 1등급)



- 04 탄소배출량 저감
 - RC 대비 - 자재 37% 저감, - 시공 29% 저감, - 운영 39% 저감
 - 2050년 탄소중립 목표 달성 위해 50% 저감
- 05 공장-현장 분리 지역활성화
 - 기존 현장 건설공사 (현장) 임시직, (공장) 자재 한정적 지역 활성화
 - 모듈러 공법 (현장) 임시직, (공장) 영구적 지역 활성화
- 06 안전사고 저감 및 건설노동자 투입 최소화
 - 기존 현장 건설공사 (추락사고 1위)
 - 모듈러 공장제작 (고소작업 최소화)
 - 건설 노동자 중심
 - 건설 근로자 중심 (투입 60% 저감)
- 07 세계 최초 내화 3시간 모듈러 건축물
 - 내화 2시간 → 내화 3시간

9 사업성과 및 향후 기대효과

08 13층 이상 모듈러 건축물 보유한 세계 6번째 국가



- 1 ▶ Avenue South Residence (56층)
- 2 ▶ Croydon Tower (50층)
- 3 ▶ La Trobe Tower (44층)
- 4 ▶ B2 Tower (32층)
- 5 ▶ 소방청 기혼자 숙소 (17층)
- 6 ▶ 용인영덕 경기행복주택 (13층)

09 모듈러주택 단지 조성

중고층 모듈러 국가 R&D 시범사업 일환으로 단일 중고층 모듈러주택 건립 → 단지규모 모듈러주택 단지 조성 가능 사례 ▶▶





2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 2

고층 모듈러 건축 기술개발 현황

현대엔지니어링 김양범 팀장



고층 모듈러 건축 기술개발 현황

2024. 7. 2

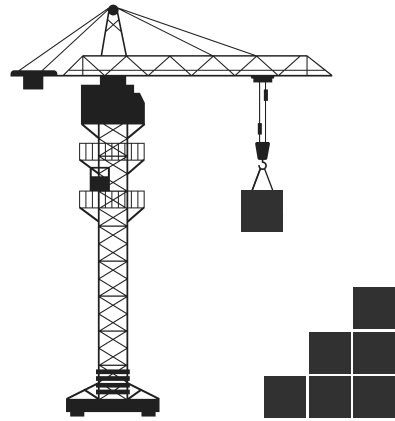


 현대엔지니어링

목 차

I. 연구 및 사업 성과

II. 향후 연구 방향



I

R&D 성과 ('12~'23)



2012년 독자적 R&D 착수. LH, SH와 공동연구를 통한 구조시스템 개발, 국책과제 2건 참여 : 건설신기술(1건), 특허(17건)

기반기술 R&D 단계 ('12~'20)

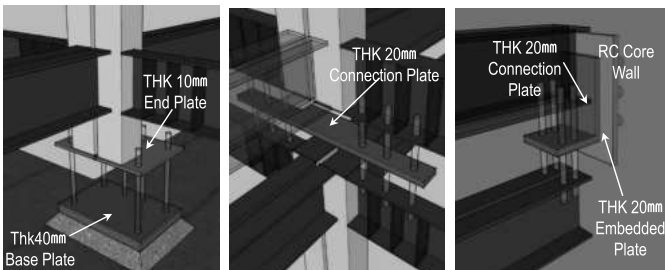
사업화 R&D 단계 ('21~)

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
사업진출/기반기술 확보	▶ 모듈러 사업 진출	▶ 특허 3건	▶ 특허 2건	▶ 건설신기술 1건 ▶ 특허 1건	▶ 디자인 1건	▶ 특허 1건	▶ 특허 4건	▶ 국책과제 참여 (중고층모듈러)	▶ 국책과제 참여 (OSC 연구)	▶ 수주 2건 (GH 용인영덕 (SH 가리봉동))	▶ 특허 2건	▶ 준공 1건 (GH 용인영덕)
설계	공동주택(7층) 설계 / 경제성 분석 모듈러 설계 능력 / RC 대비 경제성 구조설계 Peer Review '12.2~'12.10			공동주택(12층) 가상설계 개발 신기술 적용 검증 중층 모듈러 설계기술 확보 '15.2~'15.12			단열/기밀 기술 실증 기밀성을 확보한 외단열 기밀 패시브하우스 상용 적용 '17.5~'17.12			GH 용인영덕 (준공) / SH 가리봉동 (진행중) 제안설계, 기본설계, 실시설계 및 현장시공 20.12~23.08		
제작	실험주택(2층) 건립 접합/결합 개발기술 적용 기밀/차음 성능 TEST '13.6~'14.3			기프트하우스 개발 및 건립 모듈러 건축 활용한 사회공헌사업 거주성능 평가/분석 '16.3~			모듈러 주택 주거성능평가 Mock-up 주거성능 평가 / 주거성능(차음, 기밀, 단열) 확보방안 '22.4~'23.03			고층 공동주택 중대형 평면 프로토타입 개발 프로토타입 평면 개발/경제성 분석 '22.6~'23.12		
시공	중고층 구조시스템 개발 중고층 내진성능 확보 접합부 구조설계지침 개발 '13.5~'15.7 ● 건설신기술 제770호			SH 표준 구조시스템 개발 변동 기둥 구성으로 내력 증가 표준화/규격외로 대량생산 가능 '16.4~'17.12			LH 표준 구조시스템 개발 전동공구를 이용한 T/S 볼트 체결 접합부를 개발하여 내진성능 확보 '17.5~'18.6			모듈러 외장재 현장적합 최소화 공법 개발 현장적합 최소와 외장재 개발/성능 검증 '22.06~'22.12		

사업 성과_GH 용인영덕 경기행복주택



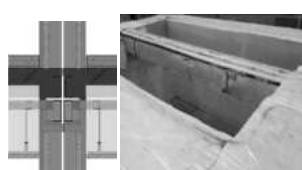
RC 보 + 모듈 (3층 바닥) 모듈 + 모듈 (3~13층) RC 코어 + 모듈 (3~13층)



국내 최고층 모듈러 주택 완공
→ 고층(20층 이상)으로의 기반 마련

내화 3시간 기술 최초 적용
→ 안정성, 시공성 검증

01 국내 최고층 3시간 내화
3시간 내화 최초 적용 및 성능 검증



02 RC 동등 이상 주거성능
차음, 단열, 기밀 등 주거성능 검증 및 확보방안 도출



03 중고층 설계/시공 기술
고층 모듈러 구조해석방법 정립 현장 정밀 시공기술 정립



04 공장제작을 최대화
현장작업 최소화 구현으로 공장제작률 80% 이상 달성





II

R&D 방향

▲ 현대엔지니어링

고층화+대형화

모듈러 공법을 활용한 상품개발 연계

고층 및 대형평면의 구조시스템

내화, 양중, 안전 등 제반기술 확보

주거성능 확보

테스트베드 통한 검증 및 성능 향상

차음, 소음, 진동, 방수 등의 성능

모듈 간의 접합부분의 시공 방법

제작·시공의 생산성

프로세스 최적화

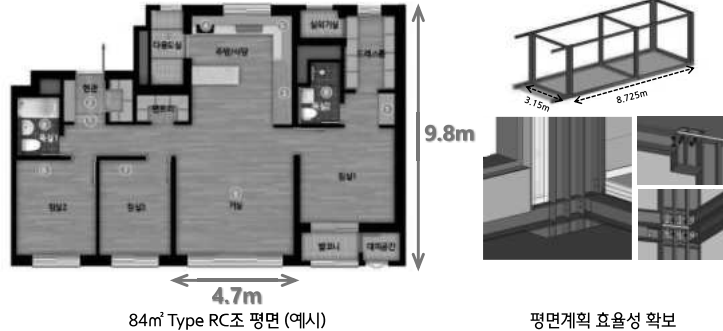
현장 작업 최소화

시공 제작 정밀성 확보

중/대형 평면개발

59㎡, 84㎡(20~30평)이상의 중·대형 모듈러 주택의 프로토타입 개발
 모듈러 공동주택의 고층화 / 평면 대형화 / 단지화

- ① 부재/모듈러 유닛 표준화
 - 공장에서의 제작성과 경제성 향상
- ② 공동주택 트렌드 반영한 상품성 확보
 - 기존 벽식 구조의 평면 트렌드 유지
 - 모듈러 운송폭을 고려하여 모듈 분절 계획 수립
- ③ 구조 안정성/접합부 시공성 향상
 - 고층 건물에 요구되는 기둥 단면 증감
 - 적층식 구조의 자체적 안정성 확보



84㎡ Type RC조 평면 (예시)

평면계획 효율성 확보

특여: 제 10-2023-0112193-6호 "주택 모듈러 유닛의 결합 구조 및 시공방법"

구조시스템 개발

대형 고층화에 적합한 모듈러 구조시스템 개발,
 유닛 제작 용이성/시공 단순화 등 생산성 향상

- ① H형강 기성재 적용
 - 자재 원가 절감 및 자재수급 Risk 저감
 - 자재 품질 및 골조 품질 향상
- ② 현장 적층 시 시공성 향상
 - 현장작업을 고려한 수평방향 체결
 - 각 방향 가이드요소 및 각 요소별 공차 고려, 신속한 적층시공 가능
- ③ 제작 생산성 향상
 - 접합부 및 유닛 골조 표준화
 - 반복 생산, 대규모 생산 가능

H형강 기성재 적용	표준화, 규격화	신속한 위치 정합 및 체결
<p>H형강 기성재</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개방형 단면 • 균일한 단면 • 품질 확보 • 자재수급 리스크 	<p>골조, 접합부 표준화 통한 생산성 향상</p>	<p>유닛 양중후 위치 정합 및 접합 시간 단축 필요</p>

고층 시공기술

고층 모듈러 유닛의 경량 바닥시스템 개발
바닥 경량화 통한 양중 비용 절감 및 모듈 생산성 제고

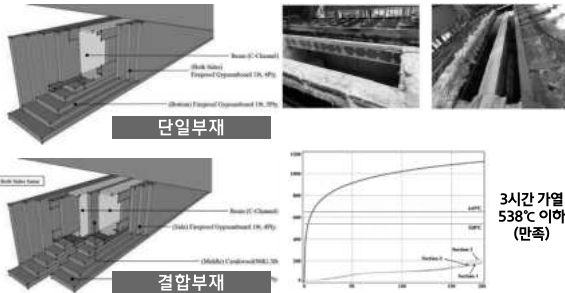
고층 모듈러 공사의 양중 장비 제한		모듈러 바닥구조의 경량화 및 건식화		
<p>GH 용인영역 13층 모듈러 건축물</p> 	<p>영국 Croydon 44층 모듈러 건축물</p>  <p>모듈러 유닛 경량화 필요</p>	구분	As-is	To-be
온돌층				
바닥층				

내화기술 개발

주요 구조부의 3시간 내화기술에 대한 시공성과 경제성 향상 필요

① 내화보드 공법의 적용과 검증 (GH용인영역 적용 사례)

- 기둥, 보 결함 구조체 내화 성능에 대한 적용
- 모듈 수직, 수평 간 내화시공 디테일 개발 및 성능 검증



② 3시간 내화공법의 제작성 개선 및 경제성 향상

- 내진·내화 형강 활용한 모듈러 내화공법 개발
- 제작시간 단축 및 자재 절감을 통한 경제성 향상

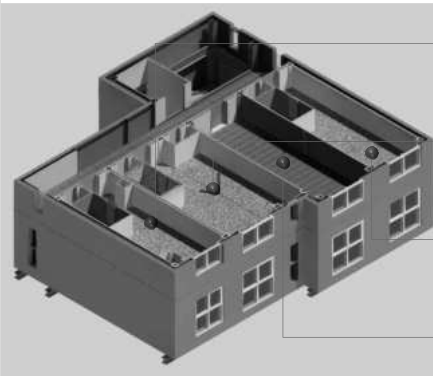


현대엔지니어링, 현대제철, KCC, 한국강구조학회 공동연구개발 협약 (24.3.28)

○ TEST-BED 자체 구축



주거성능 등 모듈러 기술 검증용 TEST-BED 구축 기술검증을 통한 주거성능 확보 기술, 구조 및 내외장 기술개발 가속화



주거성능 검증(1)
· 각 부분별 디테일 개발 및 성능 검증
주거성능 검증(2)
· 조인트 디테일 구성 및 성능 검증
구조형식 다변화
· 접합부 성능/시공성 검증
내외공법 검증
· 주요구조부 및 접합부 내외 시공성/경제성 검증

- 규모 : 2개층 8세대
- 주거성능 확보 개발/발굴기술 및 현대제철 공동개발기술 검증 - 내화, 구조, 내외장 등



- ① 개발/발굴기술 현장적용 안전성 확보**
 - 성능, 시공성 및 경제성 등 개발 및 발굴기술 신속 검증으로 현장적용성 향상
- ② 기술 HUB로서 지속 활용**
 - 기술개발 건별 중대형 시험체 구축 수요 제거로 기술개발비 절감

○ 주거성능 향상 기술

수행사업 주거성능 현황 정량적 DATA 분석 및 개선사항 도출 주거성능 확보 및 개선, 성능검증 지속 수행

- 주거성능의 정량적 DATA 구축 및 기술 내재화
- 시뮬레이션, 공장 Mock-Up 시험 및 현장 시험 통한 주거성능 검증 (KOLAS 기준)

- 법적 기준 이상의 주거성능 및 품질 고도화
 - 기밀성능 확보 관련 부위별(접합부 등) 상세디테일 작성
 - 바닥충격음 사후확인증 대응 모듈러에 특화된 저감시스템 개발 등



시험명	이미지	법적 성능	현황 성능평가										평균	비고	
			1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회			
① 중앙 바닥충격음 차단성능(개방 전)		50dB 이하 (4등급)												47dB (3등급)	37 TYPE 2EA 17 TYPE 5EA
① 중앙 바닥충격음 차단성능(개방 후)		49dB 이하 (4등급)												43.7dB (3등급)	37 TYPE 3EA 17 TYPE 7EA
① 경량 바닥충격음 차단성능		58dB 이하 (4등급)												35.6dB (1등급)	37 TYPE 3EA 17 TYPE 5EA
① 경계벽 차음성능		48dB 이상 (4등급)												63.7dB (1등급)	R _w +C
① 진동성능 (E/V, 보행, 세탁기)		없음													ISO 연록
① 실내공기질		품질대리드													

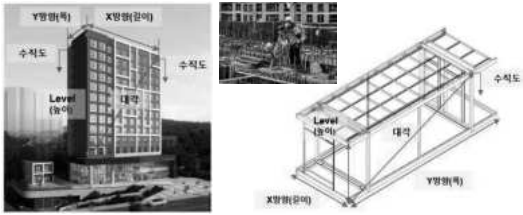
○ 정밀 제작·시공



실시간 정밀검측 프로세스 및 세부 Activity 수립을 통한 정밀도 확보 체계 구축
제작 및 시공 정밀도 데이터 분석 및 설계 단계 피드백을 통한 오차관리

Modular Dimensional Control (실시간 정밀 검측 데이터)

- BIM 및 3D Scan을 활용한 고층에 필수적인 수직/수평 적층 정밀도 확보
- 실시간 데이터화를 통해 Dimensional Control



시공품질관리 Process 및 세부 Activity 수립



2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 2

모듈러 내화인정제도 현황 및 개선 방안

POSCO 하태휴 수석연구원



모듈러 내화인정제도 현황 및 개선 방안

POSCO 기술연구원 하태휴 수석연구원
2024.07.02

1. 배경

■ 내화구조의 성능기준 (건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 별표1)

용도	구성 부재		벽							보·기둥	바닥	지붕·지붕틀
			외벽		내벽							
			내력벽	비내력벽		내력벽	비내력벽					
연소우려가 있는 부분	연소우려가 없는 부분	간막이벽		승강기·계단실 수직벽								
용도 구분	용도규모 층수 / 최고높이(m)		내력벽	연소우려가 있는 부분	연소우려가 없는 부분	내력벽	간막이벽	승강기·계단실 수직벽	보·기둥	바닥	지붕·지붕틀	
일반 시설	제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 업무시설, 위탁시설, 자동차 관련 시설(정비공장 제외), 동물 및 식물 관련 시설, 교정 및 군사 시설, 방송통신시설, 발전시설, 묘지 관련 시설, 관광 휴게시설, 장례시설	12 / 50	초과	3	1	0.5	3	2	2	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1.5	1.5	2	2	0.5
		4 / 20 이하	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5
주거 시설	단독주택, 공동주택, 숙박시설, 의료시설	12/50	초과	2	1	0.5	2	2	2	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
		4 / 20 이하	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5
산업 시설	공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리시설, 자동차 관련 시설 중 정비공장, 자연순환 관련 시설	12/50	초과	2	1.5	0.5	2	1.5	1.5	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
		4 / 20 이하	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5

1. 배경

■ 국내 모듈러 내화 현황

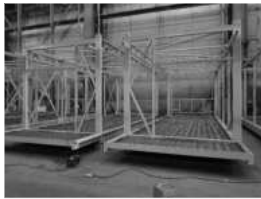
- 국내 모듈러 시장은 철골 프레임형 모듈러 위주로 시장 확대
- 부재 단위 인정 상세를 활용한 내화 처리
 - 보/기둥: 모듈러 공정 중 시공성 및 비용 등을 고려하여 내화도료(1시간), 뿔칠피복(2~3시간), 내화석고보드 (3시간)을 주로 적용
 - 비내력벽 (칸막이벽): 내화석고보드 표준 구조 (KSF1611-2)에 따른 석고보드 부착
 - 바닥: 철근콘크리트 바닥판 적용시 당연 내화구조로 별도 내화처리 불필요

[건물 규모 및 부재별 내화요구시간/ 주거시설]

부재	층수		
	~4층	5층~12층	13층~
보/기둥	1시간	2시간	3시간
비내력벽	1시간		2시간
바닥	1시간	2시간	

[보/기둥 내화시간별 내화재 두께 및 단위면적당 비용]

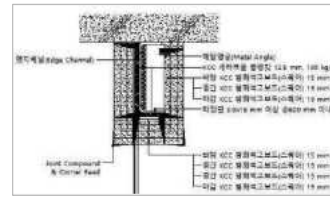
내화재료	1시간	2시간	3시간
도료	0.7~1.0 (30,700)	3.0~5.0 (87,400)	10~12 (392,100)
뿔칠	8~9 (3,650)	18~20 (5,950)	28~30 (8,350)
석고보드 인케이스먼트	15 (38,920)	38 (53,800)	57~77 (90,000+)



[1시간 내화도료]



[2시간 내화뿔칠]



[3시간 내화 석고보드]

1. 배경

■ 모듈러 골조용 내화인정 현황

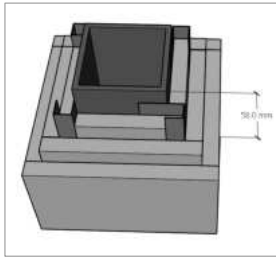
- 모듈러용 골조는 제작 및 설계효율성을 위해 각형강관 및 C형강 위주로 구성 (일부 H형강 적용)
- 기존 H형강 표준단면 인정 준용이 어려워 모듈 골조 규격별 내화 인정 별도 취득
- H형강 표준부재 인정 불합치 대응을 위한 모듈러용 부재 인정 취득
 - * 모듈 제조사/시공사 ↔ 내화물 제조사 (KCC, 경동원) 협업을 통해 부재 규격 선정 및 내화인정 취득 진행

[모듈러용 보/기둥 내화인정 현황 ('23.12 기준)]

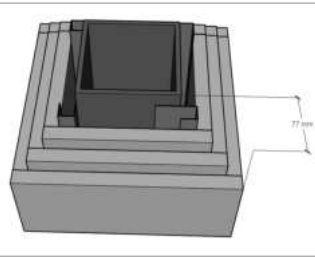
인정사	협업기관	인정명칭	대상부재	내화시간	내화재료	최초 취득일자
KCC (석고보드)	한국건설기술연구원	KCC-Beam-2-Modular	보	2	석고보드	'17.11.29
		KCC-Column-2-Modular	기둥	2	석고보드	'17.11.29
		KCC-Beam-3-Modular	보	3	석고보드	'20.04.21
		KCC-Column-3-Modular	기둥	3	석고보드	'20.04.21
		KCC-Column-3-Modular (C/F)	기둥	3	세라크롬+석고보드	'21.01.15
		KCC-Beam-3-Modular (C/F)1	보	3	세라크롬+석고보드	'21.06.28
		KCC-Beam-3-Modular (C/F)2	보	3	세라크롬+석고보드	'21.06.28
경동원 (내화뿔칠)	GS건설	GS모듈러-B1-3H	보	3	뿔칠 (에스코트PC)	'22.08.31
	LH공사	PC-모듈러C-33	기둥	3	뿔칠 (에스코트PC)	'23.11.16
	DL	D-Modular-column-2H	기둥	2	뿔칠 (에스코트PC)	'23.11.16
	DL	D-Modular-column-1H	기둥	1	뿔칠 (에스코트PC)	'23.11.16
	P-A&C	iNNOHIVE-Column-2H	기둥	2	뿔칠 (에스코트PC)	'23.11.16

1. 배경

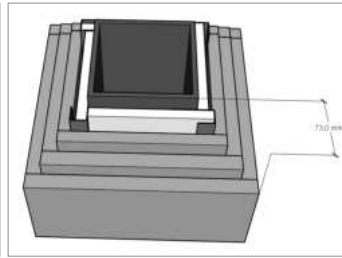
■ 모듈러 부재용 내화인정 상세 (기둥)



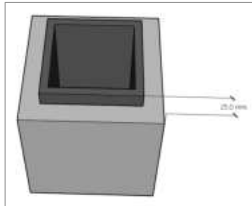
KCC-Column-2-Modular (2H)
 - 부재규격: 100x100x6.0
 - 피복두께: 58mm



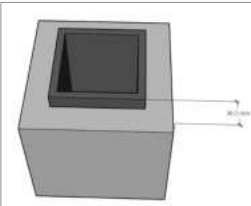
KCC-Column-3-Modular (3H)
 - 부재규격: 125x125x6.0
 - 피복두께: 77mm



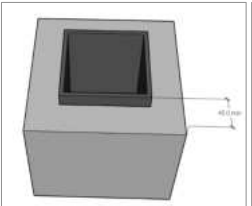
KCC-Column-3-Modular C/F (3H)
 - 부재규격: 125x125x6.0
 - 피복두께: 73mm



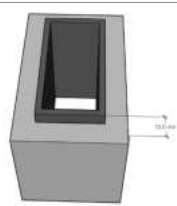
D-Modular-column-1H
 - 부재규격: 125x125x10.0
 - 피복두께: 25mm



D-Modular-column-2H
 - 부재규격: 125x125x10.0
 - 피복두께: 36mm



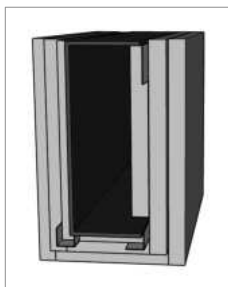
PC-모듈러C-33
 - 부재규격: 125x125x6.0
 - 피복두께: 45mm



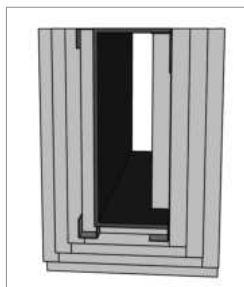
iNNOHIVE-Column-2H
 - 부재규격: 200x100x9.0
 - 피복두께: 33mm

1. 배경

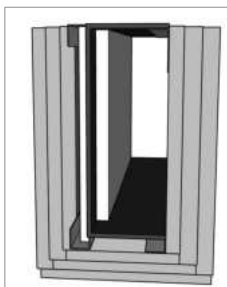
■ 모듈러 부재용 내화인정 상세 (보)



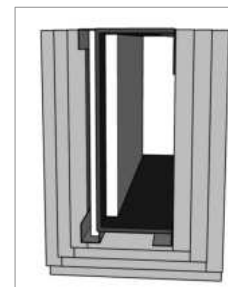
KCC-Beam-2-Modular
 - 부재규격: 200x75x4.0
 - 피복두께: 58/58mm



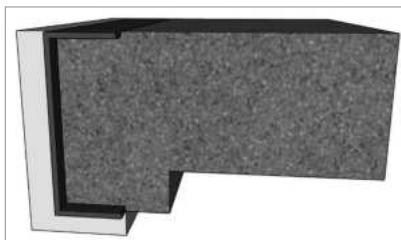
KCC-Beam-3-Modular
 - 부재규격: 200x75x6.0
 - 피복두께: 77/96mm



KCC-Beam-3-Modular C/F 1
 - 부재규격: 200x75x6.0
 - 피복두께: 77/96mm



KCC-Beam-3-Modular C/F 2
 - 부재규격: 200x75x6.0
 - 피복두께: 73/92mm

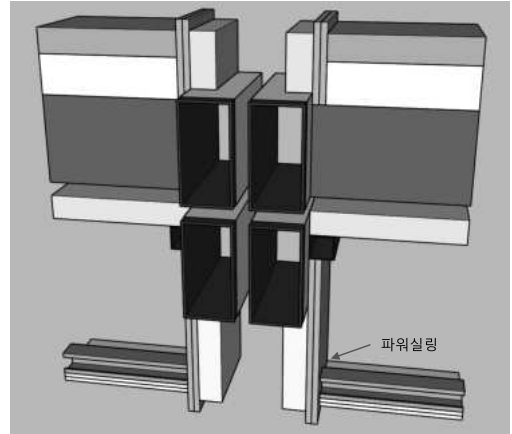
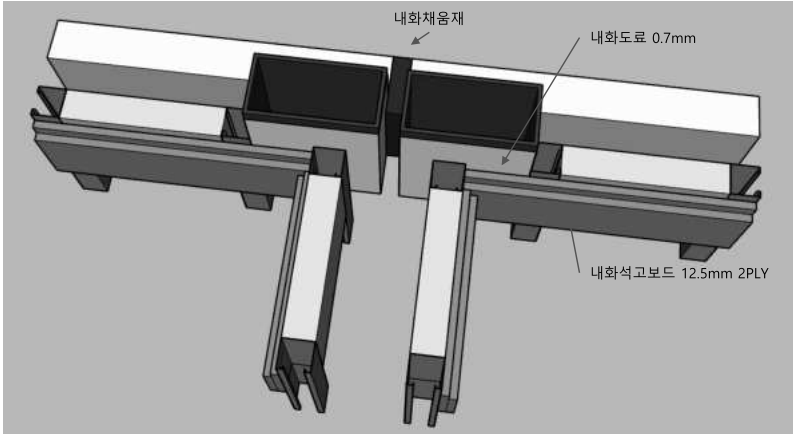


GS모듈러-B1-3H
 - 부재규격: 200x75x6.0
 - 피복두께: 38/30mm

1. 배경

■ 현행 내화상세 (OOO PJT, 4층)

- 내화요구시간: 보/기둥 1시간, 칸막이벽 1시간
- 골조 내화: 각형강관 기둥 및 보에 1시간 내화도료 적용 (표준H형강 인정제품)
- 벽체 내화: 칸막이벽 1시간 내화 (12.5mmt x 2PLY)
- 천장: 일반석고보드 9.5mmt 2PLY 적용 (러너/스터드 부착형)

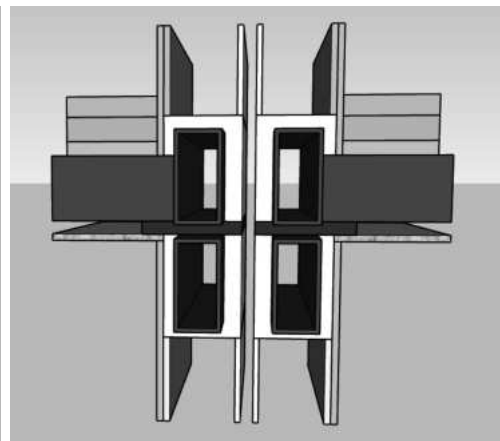
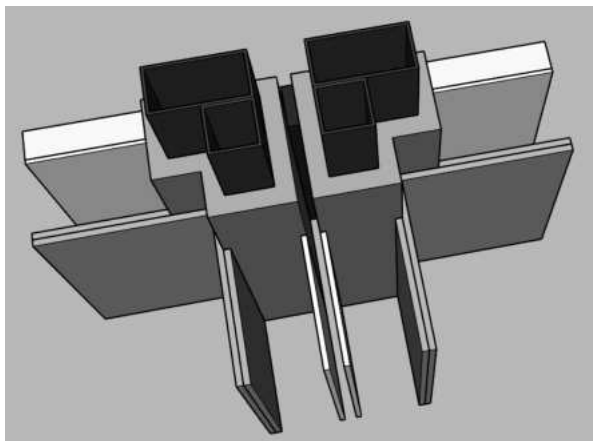


55/36

1. 배경

■ 현행 내화상세 (OOO PJT, 12층)

- 내화요구시간: 보/기둥 2시간, 칸막이벽 1.5시간
- 골조 내화: 각형강관 기둥 및 보에 뿔철 20mm 적용
 - 기둥은 중력하중 저항을 위해 200x100 및 100x100 각형강관을 길이방향으로 용접하여 적용
 - 기둥은 4면 뿔철 적용, 상부모듈 하부보 하면 및 하부모듈 상부보 상면 뿔철 미적용: 내화재움재 도입
- 벽체 내화: 칸막이벽 1.5시간 내화 (15mmt x 2PLY)
- 천장: 일반석고보드 9.5mmt 2PLY 적용 (러너/스터드 부착형)




56/36

2. 인정제도 개선방향

■ 내화 인정제도 비교 (모듈러 공법 위주)

- 국내: 모듈 구성 부재단위 인정 준용 필요
- 해외: 모듈단위 성능인정 및 복합부재 성능인정 등 합리적 내화상세 적용 가능


국내	해외
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부재별 시험방법 정의 및 부재단위 인정 <ul style="list-style-type: none"> → 기둥, 보, 내력벽, 비내력벽, 바닥 등 ※ 관련 법령 <ul style="list-style-type: none"> - 건축법 - 건축법 시행령 - 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 - 건축자재 등 품질인정 및 관리기준 - 건축자재 등 품질인정 및 관리 세부운영지침 	<p>[영국]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 모듈러 건축용 실대형 성능시험 방법 규정 <ul style="list-style-type: none"> - BPS 7014 Standard for modular systems for dwellings, BRE(UK) - LPS 1501 Fire test and performance requirements for innovative methods of building construction, BRE(UK) <p>[미국]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Membrane이 내화성능을 제공하는 건식벽체 내부의 구조부재(기둥 및 수평재) 내화성능 인정 <ul style="list-style-type: none"> - IBC Section 704 Fire resistance rating of structural members <p>[러시아, 독일]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 실대형 실험을 통한 내화성능 인정방법 제시 <ul style="list-style-type: none"> - NPB 233 Building and fragment of the building. Method of full scale fire test. General requirements
	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부재별 내화사양으로 인한 내화 중복시공 발생 (기둥/보↔비내력벽) → 내화시공으로 인한 제작성 열위, 제작원가 상승 → 실내 가용면적 감소 	

57/36

2. 인정제도 개선방향

■ 해외 관련 규정 (영국)

- BPS 7014 Standard for modular systems for dwellings, BRE(UK)
- LPS 1501 Fire test and performance requirements for innovative methods of building construction, BRE(UK)

<p>■ 실험체</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험모듈 측면 및 상부 모듈로 구성 ▪ 내외부 마감 포함 ▪ 창호, 바닥마감(floor covering) 및 가구 제외  <p>■ 화원 (Fire source)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Redwood/Scots Pine or similar softwood, 함수율 7~13% ▪ 50mm x 50mm x 1000mm 각목, 수직 간격 50mm 격자 배치 ▪ 목재(crib) 최소 간격 300mm 로 전 바닥면 배치 ▪ 배치에 문제가 될 경우 목재 길이 500mm 까지 가능 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Purpose group</th> <th>Nominal fire Load (kg/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residential</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Office</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>Hotel</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Shop</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>School</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table> <p>Table 1. Nominal fire load applicable to different purpose groups.</p> <p>■ 화재 조건</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 개구율 조절하여 화재 조건 조절 ▪ 실험온도: 5~25°C 	Purpose group	Nominal fire Load (kg/m ²)	Residential	33	Office	22	Hotel	15	Shop	34	School	14	<p>■ 하중 모사</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 상부 모듈에 등분포하중 적재 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Purpose group</th> <th>Load (kN/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Residential</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>Offices</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hotel</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>Shop</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>School</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Table 2. Compartment floor loadings</p> <p>■ 온도 계측</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 내부 온도: 천장 아래(below the ceiling) 100mm, 300mm 위치에 2m² 당 1개 이상 지점 계측 ▪ 인접모듈 온도 (측면모듈 내부 and 상부모듈 바닥): 부재당 최소 5개 위치 계측 ▪ cavity barrier 의 양측면 계측 <p>■ 평가 항목</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 차염성(Integrity): 인접모듈 및 중공층(cavity) 전파 여부 ▪ 차열성(Insulation): 인접모듈의 벽체 및 바닥이 평균 140 °C, 최고 180 °C 이하 ▪ 구조안정성(Stability): 실험하중 지지 또는 처짐 L/20 이하 	Purpose group	Load (kN/m ²)	Residential	0.75	Offices	1	Hotel	0.75	Shop	2	School	1
Purpose group	Nominal fire Load (kg/m ²)																								
Residential	33																								
Office	22																								
Hotel	15																								
Shop	34																								
School	14																								
Purpose group	Load (kN/m ²)																								
Residential	0.75																								
Offices	1																								
Hotel	0.75																								
Shop	2																								
School	1																								

58/36

2. 인정제도 개선방향

■ 해외 관련 규정 (러시아, 독일)

- NPB 233-96 Building and fragment of the building. Method of full scale fire test. General requirements
→ 모듈단위 실험용 화재실험의 근거로 활용

□ 화재하중 (Fire Loading)

- 화재 하중은 크기, 배치 방법 등으로 fragment 과 화재하중 등가물인 목재(50kg/m²) 사용의 실질 조건에 일치
- 적용 목재의 함수율: 15% 이하

□ 계측장비 설치

- 실내온도 측정: 천장 및 바닥면에서 2m 이하 간격, 벽에서 0.2m 간격으로 3개소 이상 설치
- 벽체 이면온도: 5개소 이상 설치하여 얻은 결과를 산술평균하여 사용
- 화경온도 및 바람속도: 부재에서 5m 이상 이격된 바람방향에서 측정

□ 한계상태

- 벽체 이면 평균온도 140°C 이하, 최고온도 180°C 이하
- 수평부재 변형: L/20 이하, 수평재 변형 증가속도 L²/9000h 이하
- 수직구재 변형: L/100 이하



2. 인정제도 개선방향

■ 해외 관련 규정 (미국)

- International Building code, Section 704 Fire resistance rating of structural members
- 국내와 유사하게 모든 부재의 내화피복은 부재에 직접 부착됨을 원칙으로 함
- 단, 내화성능을 인정받은 벽체 내부에 위치한 기둥, 보, 트러스에 대해서 벽체 내화성능과 동일한 내화성능을 인정

SECTION 704 FIRE-RESISTANCE RATING OF STRUCTURAL MEMBERS

704.1 Requirements. ~

704.2 Column protection. Where columns are required to have protection to achieve a fire-resistance rating, the entire column shall be provided individual encasement protection by protecting it on all sides for the full column height, including connections to other structural members, with materials having the required fire-resistance rating. Where the column extends through a ceiling, the encasement protection shall be continuous from the top of the foundation or floor/ceiling assembly below through the ceiling space to the top of the column.

* Exception: Columns that meet the limitations of Section 704.4.1.

704.3 Protection of the primary structural frame other than columns. ~

704.4 Protection of secondary members. Secondary members that are required to have protection to achieve a fire resistance rating shall be protected by individual encasement protection.

704.4.1 Light-frame construction. Studs, columns and boundary elements that are integral elements in walls of light-frame construction and are located entirely between the top and bottom plates or tracks shall be permitted to have required fire-resistance ratings provided by the membrane protection provided for the wall.

704.4.2 Horizontal assemblies. Horizontal assemblies are permitted to be protected with a membrane or ceiling where the membrane or ceiling provides the required fire resistance rating and is installed in accordance with Section 711.

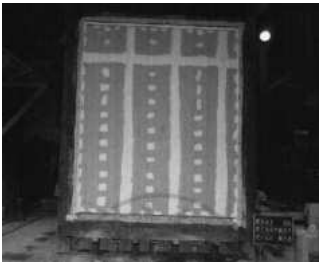
2. 인정제도 개선방향

■ 모듈러 부재 내화인정제도 개선방향



모듈단위 성능인정

- 모듈단위 실험을 통해 인접모듈 영향 등 모듈러 건축물의 정확한 내화성능 판정 가능
- 인정제도로 운영시 제조사별 과다한 내화인정비용 및 시간 소요 우려
- 인정진행을 위한 실험기관 제한적
(국내 실험설비: 2층 기준 1개소, 1층 기준 2개소)
- 목재 Crib을 이용한 내화실험으로 기존 내화실험과 상이한 화재조건 이슈 발생



복합부재 성능인정

- 부재구성: 칸막이벽+골조(보/기둥), 천장+골조(보/기둥)
- 내화성능 인정 칸막이벽 내부의 골조에 대한 내화성능 인정 (IBC)
- 실험체 제작 및 실험이 간단하고, 국내 실험설비 다수 보유
- 성능평가를 위한 표준화원(ISO curve) 이슈 없음
- 표준벽체(1~2시간)에 대해서는 인정특례 또는 별도인정 절차로 운영 가능

61/36

3. 인정제도 개선대응 내화성능평가

■ 목적

- 해외 인정제도와 유사한 모듈단위/복합부재단위 인정제도 운영가능성 사전 평가
→ 화재하중, 시험조건, 시험설비 및 비용 측면
- 해외 인정상세와 국내 모듈제작 상세간 차이점 검토를 통한 내화성능 확보 방안 검토

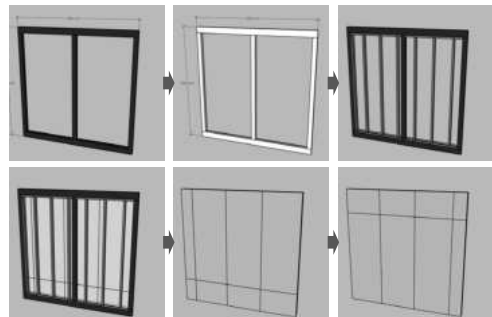
모듈단위 내화성능평가

- 시험체: 단위모듈 (골조, 바닥 및 건식벽체)
- 시험체 규격: W3,270 x L7,950 x H3,050
- 시험방법: BPS7014 / LPS1501 (BRE, UK)
- 시험장소/일시: KCL 삼척/23.09
- 주요변수: 내화보드 상세 및 시험시간



복합부재 내화성능평가

- 시험체: 단위벽체 (보, 기둥 및 건식벽체)
- 시험체 규격: W3,000 x H3,000
- 시험방법: KS F 2257-8
- 시험장소/일시: KTR 홍성/24.06
- 주요변수: 골조형상, 내화도료 및 내화보드 상세



62/36

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실험모듈 상세

○ 기존 실제 PJT 모듈을 준용하되, 내화성능시험의 특성을 반영하여 일부 사양 변경

구분	기존모듈 (OOO PJT)	실험모듈	변경사항
골조	기둥 200x100x6.0mmt 상부보: 150x100x4.5mmt 하부보: 200x100x4.5mmt 장선 (천장, 바닥): 50x100x3.2mmt x 3(EA)	기둥 200x100x6.0mmt 상부보: 150x100x4.5mmt 하부보 (장변): 200x100x6.0mmt 하부보 (단변): 200x100x4.5mmt 장선 (천장, 바닥): 50x100x3.2mmt x 3(EA)	양중시 처짐고려 하부보 규격 상향
바닥	THK 50 시멘트모르타르 (패널난방) THK 80 바닥완충재 THK180 Concrete Slab	THK100 Concrete Slab	내화기준 만족을 위한 최소두께 바닥 시공
출입구 (복도측)	W1,100xH2,200, 1시간 방화문 W800xH1,800, PD 점검구	W1100xH2200, 1시간 방화문	PD 점검구 미제작
창호 (외부측)	거실 W1,500 x H2,070 (개구부면적 3.11㎡) 보일러실 W9,00 x H2,070 (개구부면적 1.86㎡)	거실 W1,900 x H1,400 (개구부면적 2.66㎡)	개구부 면적 고려 1개 창호로 변경
내화상세	[보/기둥] 방청도료+내화도료 0.7mm → 1시간 내화 [벽체] 내화석고보드 12.5mmt 2PLY → 1시간 내화 [천장] 일반석고보드 9.5mmt 2PLY → 무내화 (바닥콘크리트)	[보/기둥] 무처리→ 무내화 [벽체] 내화석고보드 12.5mmt 2PLY → 1시간 내화석고보드 15.0mmt 3PLY → 2시간 [천장] 내화석고보드 12.5mmt 2PLY → 1시간 내화석고보드 15.0mmt 3PLY → 2시간	골조 무내화 및 칸막이벽 요구시간별 상세 변경

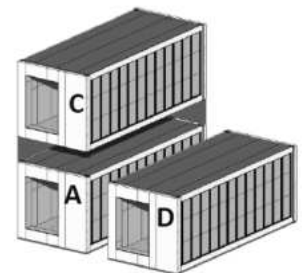
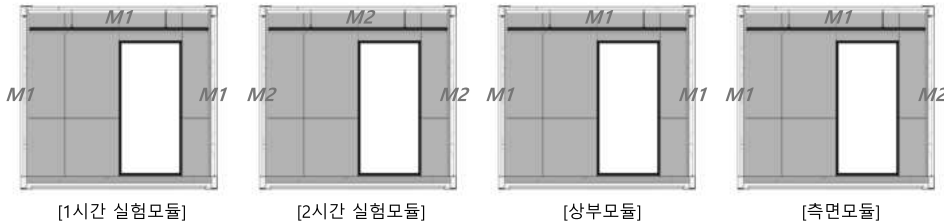
63/36

3.1 모듈단위 내화성능평가

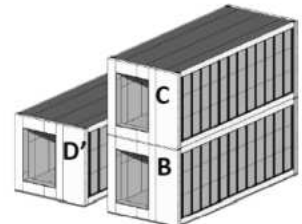
■ 시험체 구성

○ 적용 층수에 따라 실험체#1과 #2를 구성하고, 각각 1시간/2시간 등가 시험 수행

실험	적용층수	부재별 내화 요구시간			내화보드 상세	등가시험시간
		보/기둥	칸막이벽	바닥		
실험 #1	~4층	1시간	1시간	1시간	12.5mmt 2PLY (M1)	1시간
실험 #2	5층~12층	2시간	1시간	2시간	15mmt 3PLY (M2)	2시간



[1시간 등가실험]



[2시간 등가실험]

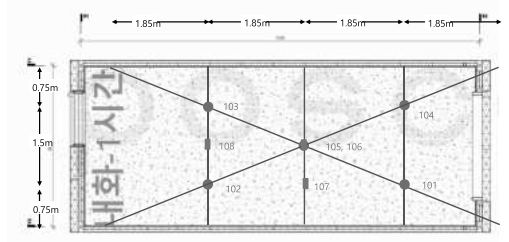
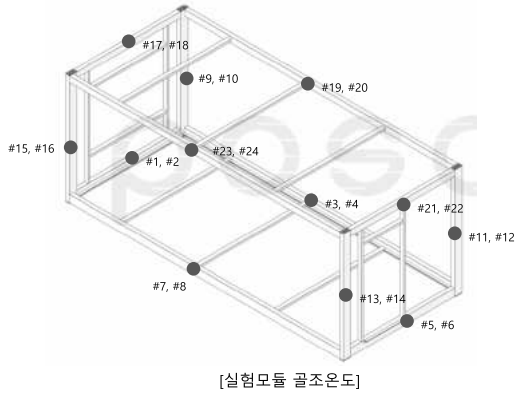
* 측면 및 상부 모듈 재사용

64/36

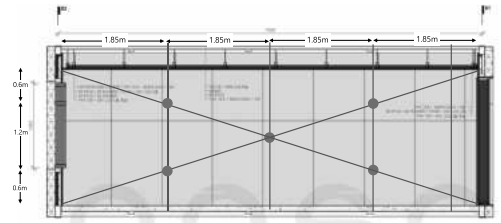
3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 계측계획

모듈	계측항목	계측장비	설치위치	설치수량
실험모듈	골조온도	K형 열전대	골조(보/기둥) 중앙부	24 EA
	내부온도	K형 열전대	천장마감면 하부 300mm	5EA
	내부온도	K형 열전대	천장마감 이면 100mm	5EA
상부모듈	바닥 온도	동원판 열전대	바닥면	5EA
	바닥 처짐	LVDT	바닥면	5EA
측면모듈	벽체 온도	동원판 열전대	벽체내부면	3EA



[상부모듈 바닥온도 및 처짐]



[측면모듈 벽체 온도]

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 화재하중 산정

- 실험형 실험의 특성상 기존 Chamber내 실험과 같이 ISO 표준화재곡선 구현 불가
- EN 1991-1-2: Annex F Equivalent time of fire exposure
→ 화재 노출시 화재하중을 표준화재곡선과 등가 시간으로 치환하는 방법 제시

$$t_{e,d} = (q_{f,d} \cdot k_b \cdot w_t) k_c$$

$t_{e,d}$ Equivalent time of standard fire exposure

$q_{f,d}$ Design fire load density

k_b Conversion factor

w_t Ventilation factor

k_c Correction factor function of the material structural cross sections

실험	내화시간 (분)	등가하중 [MJ/m ²]	실험하중 [MJ/m ²]	투입목재량
실험 #1	60	436	493	6개 crib, 10.5단
실험 #2	120	870	940	6개 crib, 20단



[1시간 등가실험용 화원]

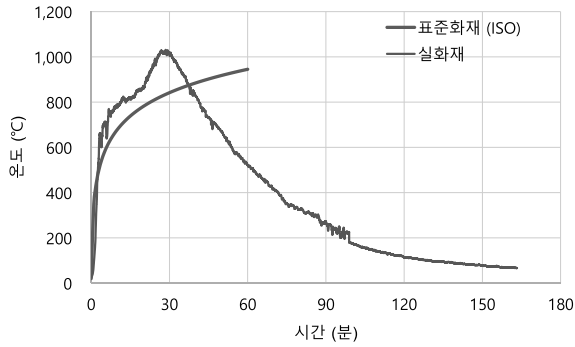


[2시간 등가실험용 화원]

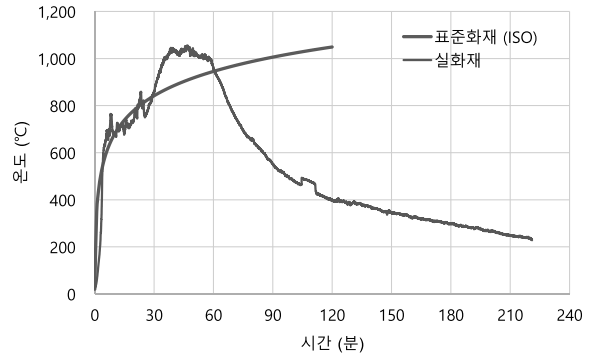
3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실내온도

- 1시간 내화실험: 28분 경과후 최대 실내온도 1,077°C 도달
- 2시간 내화실험: 43분 경과후 모듈 중앙부 최대 실내온도 1,199°C 도달
- 실험형 실험을 통해 ISO 표준화재 곡선과 유사한 화재하중규모 구현 가능



[1시간 등가 내화실험 모듈내 온도]



[2시간 등가 내화실험 모듈내 온도]

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실험영상 (1시간 등가실험)



3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실험결과: 1시간 등가실험

- 실험 진행 중 (35분 내외) 천장석고보드(직결피스 체결간격 300mm) 탈락 및 이로 인한 골조온도 급상승 발생
- 천장석고보드 하지철물 길이방향 열변형 관찰
- 플래쉬오버 발생시 실험모듈 창호부를 통해 다수의 화염이 토출되었으며 화재 후 가장 큰 변형 및 그을음을 보임
- 실험중 방화문 상부 후레싱 변형으로 인해 일부 화염이 토출되었으나 방화문 형상 유지



69/36

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실험영상 (2시간 등가실험)



70/36

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 실험결과: 2시간 등가실험

- 천장석고보드 직결피스 간격 조정(300mm→150mm)으로 인해 실험중 석고보드 탈락 미발생
- 일부 바탕 석고보드 파손 발생하였으나 전체적인 화염차단 기능 수행
- 시험체 #1과 유사하게 시험시작후 30분 내외 경과시 플래시오버 및 창호부 화염 토출 발생
- 창호 프레임 전소 및 G/W 패널 충전재 연소 관찰



71/36

3.1 모듈단위 내화성능평가

■ 소결

- 발화모듈 골조 최대온도는 Flashover가 발생한 창호부 상부보에서 관찰되었으며 최대온도 330~480°C 수준임
- 인접모듈 벽체이면온도는 최대 30~35°C 내외로 발화모듈의 화재 영향이 거의 없음
- 상부모듈 바닥판 온도는 최대 60~75°C 수준으로 천장석고보드 및 바닥판을 활용하여 인접모듈 화재영향 제어 가능

시험체	골조온도: 창호부 상부보 [발화모듈]		벽체이면온도 [측면모듈]		바닥판온도 [상부모듈]	
	평균온도 (°C)	최대온도 (°C)	평균온도 (°C)	최대온도 (°C)	평균온도 (°C)	최대온도 (°C)
시험체 #1	472.8	473.4	33.3	35.7	51.2	61.0
시험체 #2	305.4	329.9	27.8	29.4	48.9	74.6
합격기준	538	649	140	180	140	180

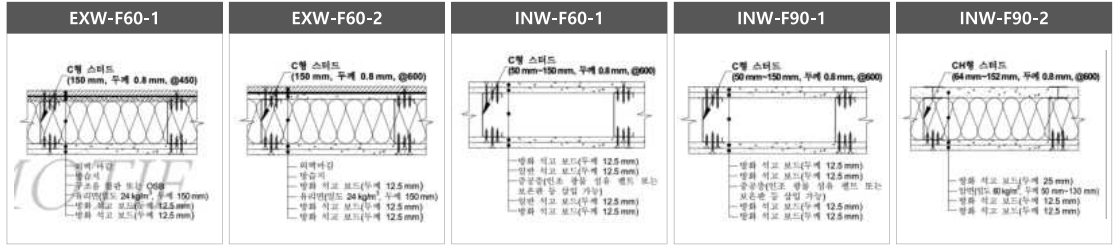
☞ 별도의 골조 내화없이 칸막이벽 및 천장 내화석고보드를 활용하여 주요부재 내화성능 확보 가능

72/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 칸막이벽 표준내화구조 (KSF1611-2)

○ 총 5건(외벽 2건, 내벽 3건)의 표준내화구조가 KS에 정의

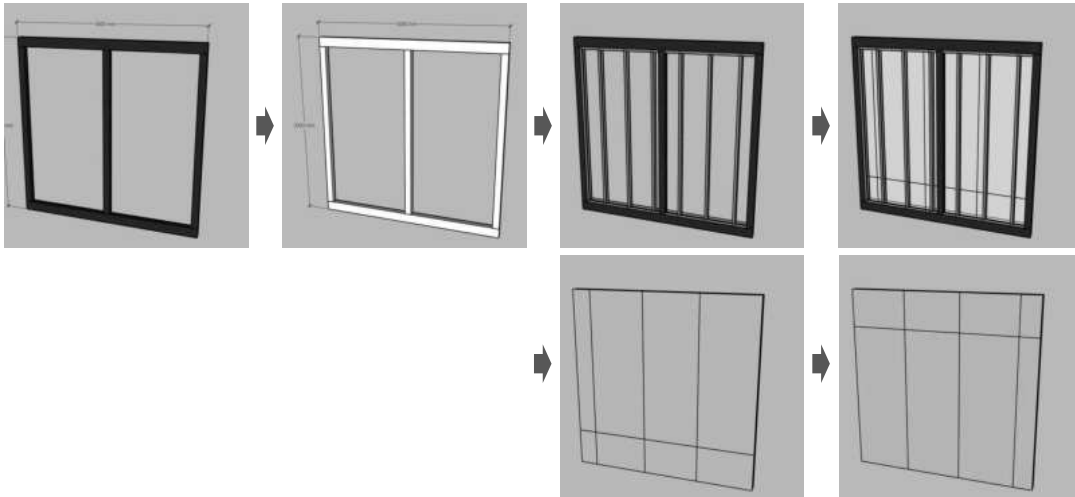


적용개소	외벽	외벽	내벽	내벽	내벽 (CH)
내화시간	60분	60분	60분	90분	90분
스터드	단면: 45x150 이상 두께: 0.8mm 이상 간격: 450mm 이하	단면: 45x150 이상 두께: 0.8mm 이상 간격: 450mm 이하	단면: 45x(50~150) 두께: 0.8mm 이상 간격: 600mm 이하	단면: 45x(50~150) 두께: 0.8mm 이상 간격: 600mm 이하	단면: 35x38x(64~152) 두께: 0.8mm 이상 간격: 600mm 이하
채움재	유리면, 밀도 24k 이상 두께: 150mm 이상	유리면, 밀도 24k 이상 두께: 150mm 이상	중공층	중공층	암면, 밀도 60k 이상 두께: 50~130mm
화염면	방화석고 12.5mm, 2P	방화석고 12.5mm, 2P	일반석고 12.5mm, 1P 방화석고 12.5mm, 1P	방화석고 12.5mm, 2P	방화석고 12.5mm, 2P
이면	구조용 합판, OSB 등 12mm 이상	방화석고 12.5mm, 1P 외벽 자유마감	일반석고 12.5mm, 1P 방화석고 12.5mm, 1P	방화석고 12.5mm, 2P	방화석고 25mm, 1P

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 시험체 구성

- 3개의 기둥과 2개의 상하부 보를 활용하여 골조 구성 → 시험변수 #1: 골조형상 (각형강관, H형강)
- 열전대 매립 및 1시간 내화도로 도포 → 시험변수 #2: 내화도로 도포 여부
- 골조 사이에 마감재 부착용 러너 및 스테드 설치
- 이면 석고보드 부착 (일반석고보드 12.5mm 1PLY)
- 화염면 석고보드 부착 (방화/일반 석고보드 12.5mm 2PLY) → 시험변수 #3: 화염면 석고보드 종류 (방화/일반)



3.2 복합부재 내화성능평가

■ 실험방법 및 실험체 설계

- 보와 기둥이 건식벽체 내부에 위치한 실험체를 제작하고 수직구획부재(벽체) 내화성능 실험 수행
- 시험방법: KS F 2257-8 건축 부재의 내화 시험방법-비내력 수직 구획 부재의 성능 조건
- 주요 시험변수: 골조형상 (H형강 및 각형강관), 벽체 내화상세 (일반/방화 석고보드), 골조 내화도료 시공여부 (1시간)
 - ☞ H형강 및 각형강관 골조는 규격 단면중 유사한 단면 성능을 지니는 단면으로 선정
- 계측항목: 벽체 이면온도, 보/기둥 골조 온도

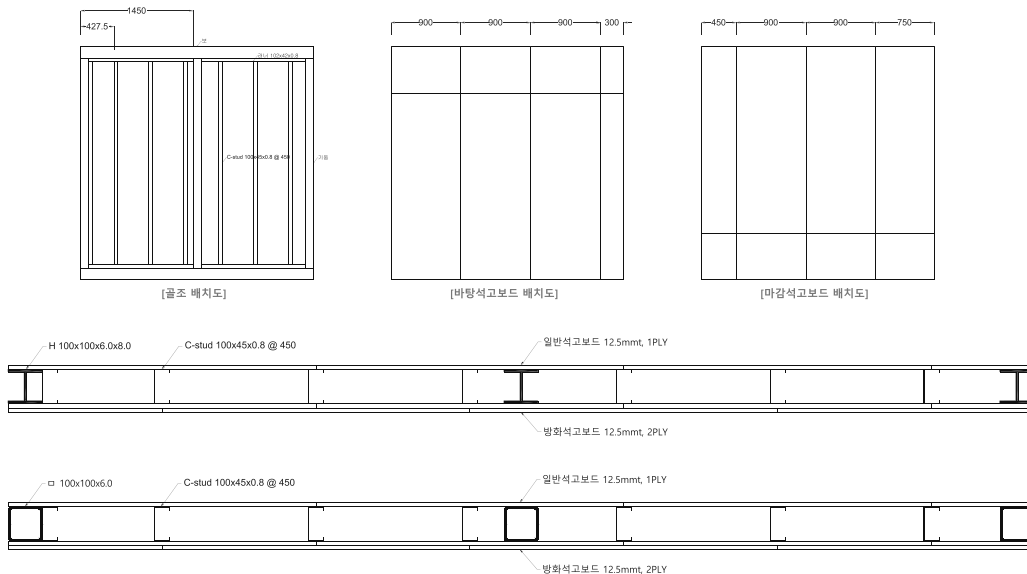
시험체명	골조형상	벽체 내화상세	보/기둥 내화도료
H-FB-PO	[H형강] - 기둥: H 100x100x6.0x8.0 - 보: H 150x100x3.2x6.0	방화석고보드 12.5mm x 2PLY	O
H-FB-PX			X
H-NB-PO		일반석고보드 12.5mm x 2PLY	O
H-NB-PX			X
T-FB-PO	[각형강관] - 기둥: □ 100x100x6.0 - 보: □ 150x100x4.5	방화석고보드 12.5mm x 2PLY	O
T-FB-PX			X
T-NB-PO		일반석고보드 12.5mm x 2PLY	O
T-NB-PX			X

75/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 시험체 도면

- 바탕석고보드와 마감석고보드를 엇갈리게 배치하여 화염 침투 방지 (표준상세)
- 피스 체결간격: 바탕석고보드 450mm, 마감석고보드 225mm

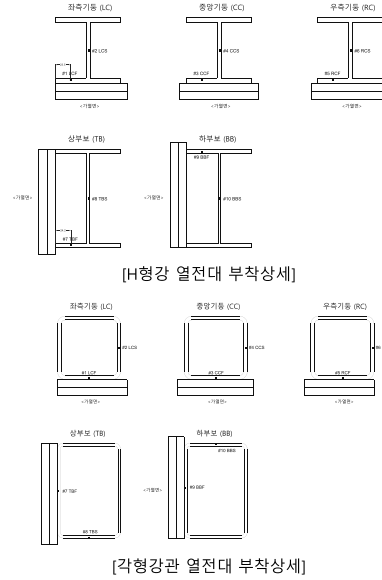
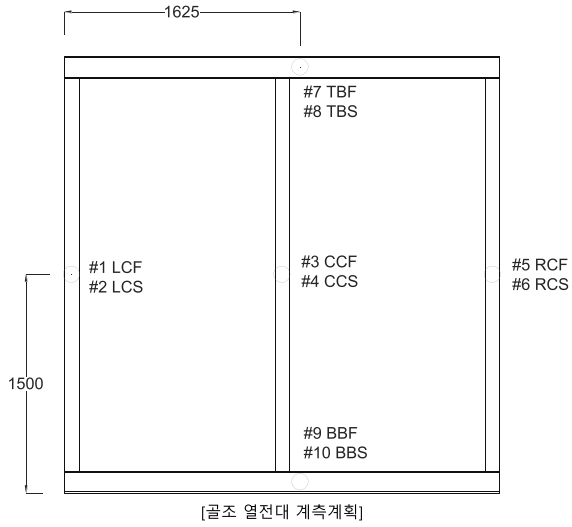


76/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 계측계획: 골조온도

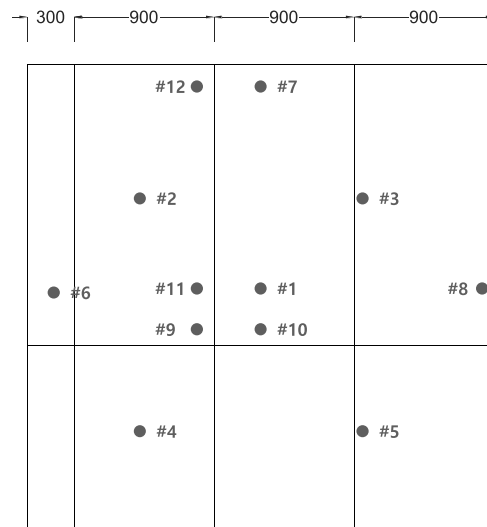
○ 시험체당 10개의 열전대 부착 (부재당 2EA: 가열면 인접 플랜지 및 웹 중앙부)



3.2 복합부재 내화성능평가

■ 계측계획: 이면온도

- 이면온도 계측을 위해 이면석고보드 상부 열전대 부착
- 석고보드 중앙부 및 연결부, 시험체 테두리부 위주 총 12EA 부착



3.2 복합부재 내화성능평가

■ 시험체 제작

- 골조제작: 보/기둥부재 길이절단 및 조립, 방식도료(하도)* 시공 (8EA) * KCC EP170PTA (에폭시계)
- 내화도료시공 (4EA): 1시간 내화도료** 시공 → 30일 건조 **KCC Firemask SQ-1650
- 건식벽체 설치: 러너/스터드 부착 및 바탕/마감 석고보드 부착



79/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 내화시험 진행

- 시험장소: KTR 홍성
- 시험일정: '24.06.11~06.14



80/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 실험결과

- 화염부에 방화석고보드 표준내화상세를 적용한 시험체는 모두 골조/벽체 요구 내화성능 만족
- 일반석고보드 적용시험체의 경우 40분 내외 시점에서 석고보드 탈락 및 골조온도 상승으로 내력확보 불가
- 골조 최대온도는 중앙부 기둥에서 관찰됨

시험체명	이면 평균온도 (°C)	이면 최대온도 (°C)	골조 평균온도 (°C)	골조 최대온도 (°C)	비고
H_FB_PO	79.9	89.2	138.3	237.3	
H_FB_PX	82.0	89.4	176.8	257.7	
H_NB_PO	91.7	185.4	319.3	763.6	NG (43분 실험종료)
H_NB_PX	92.0	127.9	285.8	780.5	NG (40분 실험종료)
T_FB_PO	77.9	88.6	154.7	240.4	
T_FB_PX	82.8	93.3	171.1	267.2	
T_NB_PO	101.3	186.1	371.8	813.8	NG (43분 실험종료)
T_NB_PX	102.1	228.2	280.0	720.9	NG (39분 실험종료)
합격기준	140.0	180.0	538.0	649.0	

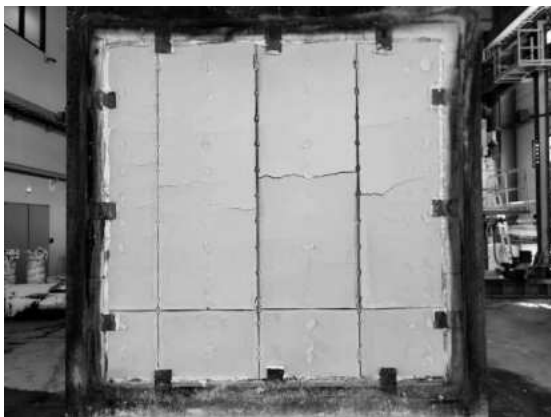
☞ 골조의 형상과 무관하게 칸막이벽 내화석고보드의 성능을 활용하여 내부 골조 내화성능 확보가능

81/36

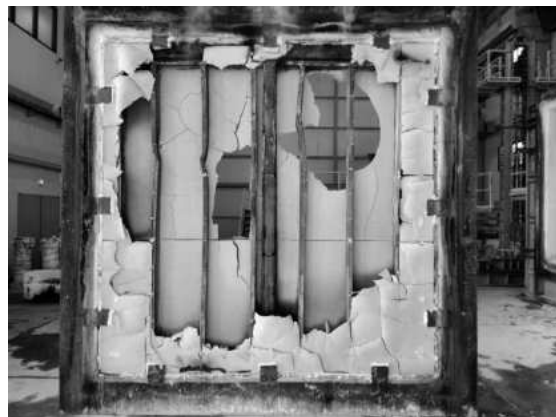
3.2 복합부재 내화성능평가

■ 실험결과: 석고보드 종류

- 일반석고보드 부착 시험체의 경우 석고보드 탈락 및 화염 관통 발생
- 일반석고보드 화염관통 발생시 보/기둥 내화도료 시공여부와 무관하게 온도 상승 발생



[시험후 가열면: H-FB-PO]



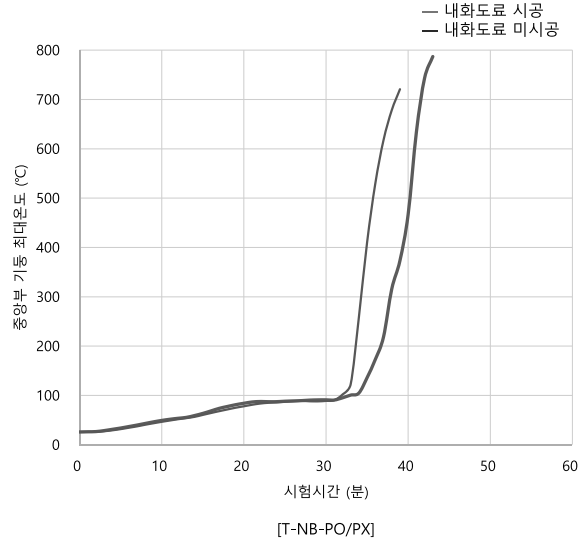
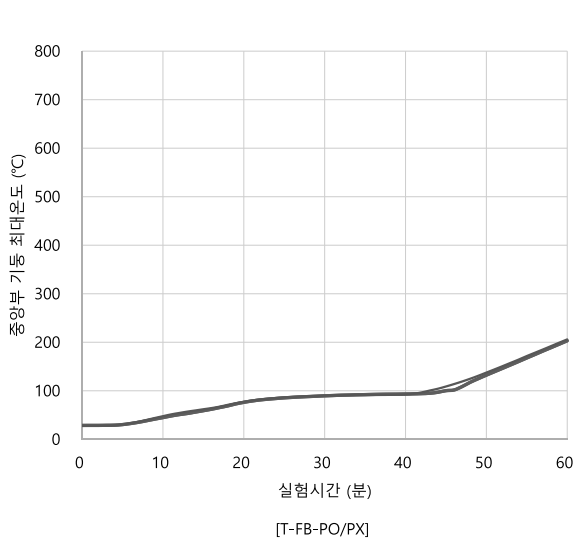
[시험후 가열면: H-NB-PO]

82/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 실험결과: 보/기둥 내화도료 시공여부

- 인접 석고보드 및 스테드와의 간섭으로 인해 정상적인 내화도료 팽창거동 확보 불가
- 건식벽체 내부 골조의 경우 벽체의 종류와 무관하게 내화도료를 통한 추가적인 내화성능 확보 불가

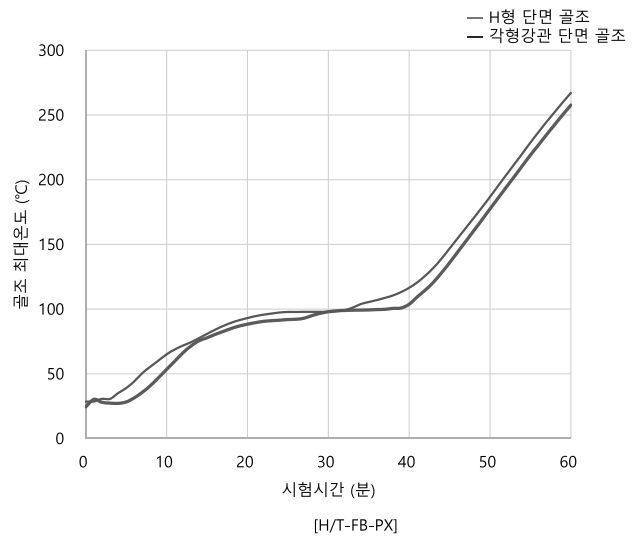
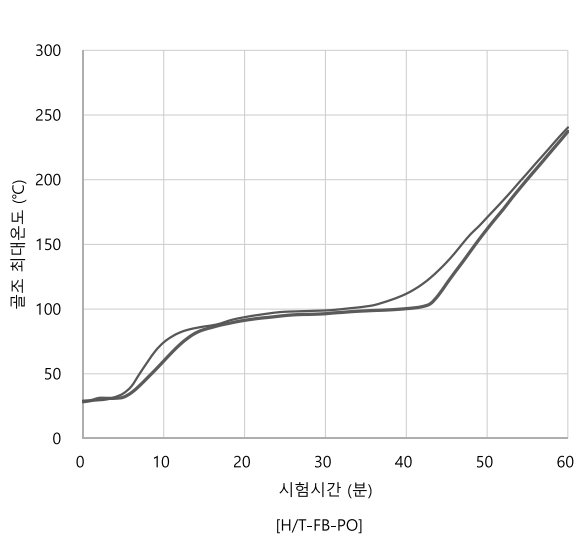


83/36

3.2 복합부재 내화성능평가

■ 실험결과: 보/기둥 단면형상

- 인접 석고보드 및 스테드와의 간섭으로 인해 정상적인 내화도료 팽창거동 확보 불가
- 건식벽체 내부 골조의 경우 벽체의 종류와 무관하게 내화도료를 통한 추가적인 내화성능 확보 불가



84/36



경청해주셔서 감사합니다

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 2

모듈러 DfMA 적용 사례 및 해외 진출 방안

플랜엠 송경섭 부사장





모듈러 DfMA 적용 사례 및 해외 진출 방안

2024.07.02

주식회사 플랜엠 송경섭 부사장



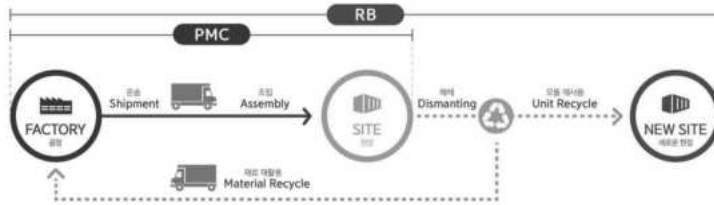
CONTENTS

- 모듈러 SYSTEM 소개
- DfMA 적용 사례
- 해외 진출 전략

■ Modular System 소개

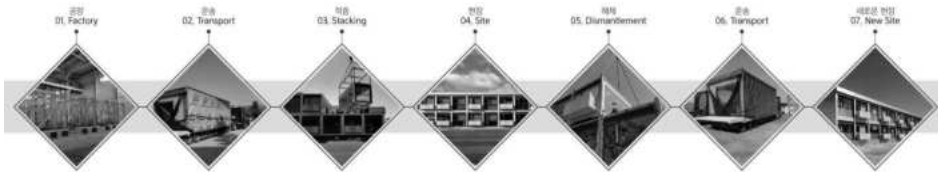
- 모듈러는 공장 내에서 제작되고 현장에서 조립되는 표준화된 모듈을 사용하여 산업화된 시공 방법을 적용하여 시공기간을 최대 50%까지 단축
- 모듈러 건축물 사용시 건물을 해체하고 재건축할 때 건물 구조물을 최대 90% 재사용 가능
- 모듈러 건축 시스템은 비정형적인 품질 유지와 대량 생산을 통해 비용 절감

[PMC (영구 모듈러 구조) VS RB (이동식 모듈러) 비교]



- PMC**
 - > 제조율 : 60 ~ 70% (교실, 계단실, 복도)
 - > 모듈 재사용율 : 74%
 - > 래핑 할 시 방수, 통기성
- RB**
 - > 제조율 : 80 ~ 90% (교실, 계단실, 복도)
 - > 모듈 재사용율 : 100%
 - > 래핑 하지 않을 시 모듈 자체 방수 가능

[해체 / 재사용 프로세스]

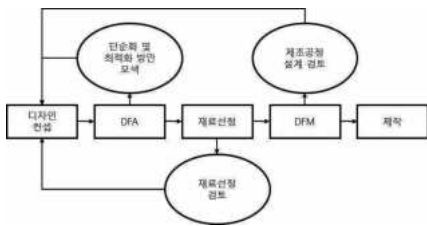


출처 : 미국 모듈러 빌딩 협회(MBI) <https://www.modular.org/what-is-modular-construction/>, 한국건설기술연구원, 폭죽하고 배로가, 지속가능한 모듈러건축, 2020.5

■ DfMA (Design for Manufacture and Assembly)

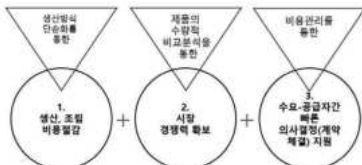
- 설계단계에서 후속 공정인 제작 및 조립에 대한 정보를 포함함으로써 제품을 구성하는 부품들의 제작 및 조립 효율성을 높이기 위한 설계방식
- 제품 설계를 보다 쉽고 효율적으로 그리고 최소한의 시간 · 노력 · 비용으로 제조와 조립이 가능하도록 하는 일련의 가이드라인

- DfMA 프로세스

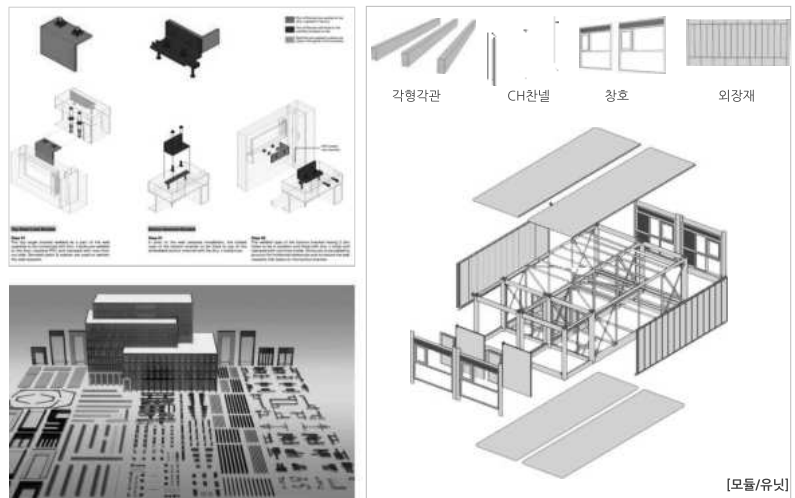


- DfMA의 목적

- ✓ 생산 구조를 단순화를 통한 생산과 조립 비용 절감
- ✓ 경쟁사의 제품을 벤치마킹하고 생산과 조립의 문제점을 수량적으로 파악
- ✓ 수요 및 공급자 간 계약 협상을 위한 비용관리 지원



[DfMA 예시]

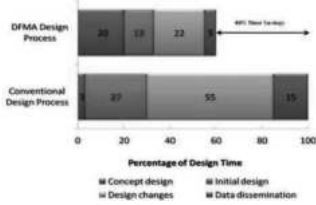


출처 : 기본연구보고서 2023-41 제조·조립을 위한 설계(DfMA)기반 건축 활성화 방안 연구, Bryden Wood

■ DfMA (Design for Manufacture and Assembly)

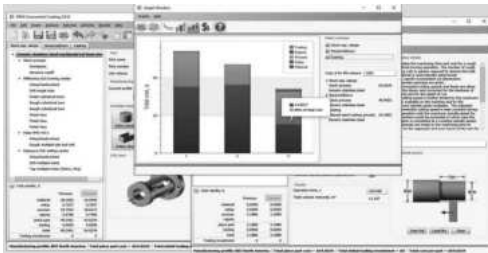
[공기단축효과]

- 생산구조 단순화를 통한 시간 절약



[비용절감효과]

- 제품 구조를 단순화하여 부품의 원가와 조립비용 절감



[BIM (Building Information Modeling)]

설계 BIM

모듈이 결합 상태를 3D 모델링하여 건축물의 안전성 사전 검토

부재 별 하중에 따른 시공성 검토

시공 BIM

시공단계에서 발생할 수 있는 문제점을 사전 파악하여 기간 및 비용 감소

모듈 타입별 BIM기반 제작도 반영하여 시공성 향상

유지관리 BIM

정보 통합	실시간 모니터링	안전 교육 및 훈련	자동화된 안전검사
건축물 내이전 통합관리하여 필요한 정보에 쉽게 접근	건축물 상태를 실시간 모니터링하여 문제를 빠르게 감지 및 대응	VR과 AR을 활용하여 안전 교육 및 훈련 제공	안전 상태 자동 감지하여 문제점 사전에 예방 및 관리

■ DfMA 적용사례

· 청주내곡초 모듈러학교 증축공사 (녹색건축인증, 제로에너지 인증 등 영구형 성능보유)



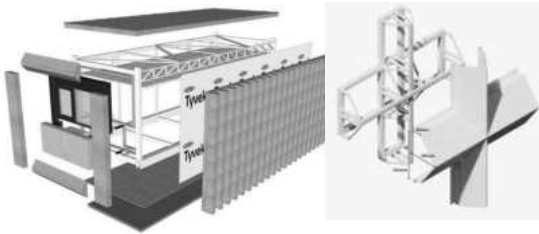
· 미국 디자인 어워즈 Architizer A+ Awards 수상



· 2023 대한민국 토목건축기술대상 최우수상



■ DfMA 적용사례



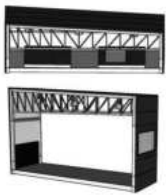
[CASE1. 볼륨매트릭 + 외장 파사드 패널라이징 BIM 설계]



[목업 테스트]



[패널라이징 시공]



[CASE2. 대공간 모듈러 BIM 설계]



[운송]



[목업 테스트]



[대공간 모듈러 완공]

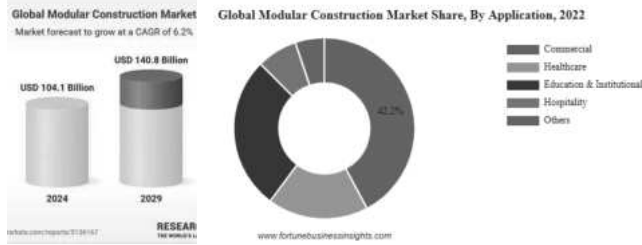


■ DfMA 적용사례



■ 해외 OSC 시장 진출전략

- 글로벌 OSC 건설시장 규모는 2024년 기준 1,041억 달러(135조원)
- 연평균 6.2%의 성장률이 예상되며 2029년 1,408억 달러예상(183조원)



- 글로벌 모듈러 시장은 상업시설, 교육, 주거, 병원 분야에 주로 형성되어 있음
- 건설 인력부족, 현장 공사비 상승을 이유로 OSC 공법은 이미 보편화되어 있음
- 일반 건설사의 경우도 모듈러 FAB를 보유하거나 모듈러 전문회사를 M&A하는 경우가 많으며 일반 건축공법과 모듈러를 하이브리드로 적용하는 사례가 늘고 있음

출처: 파이낸셜뉴스, 연간 파이낸셜 보고서, Federal Gazette filing, RESEARCH AND MARKET, 영국 companies House

주요 플레이어

순위	회사 이름	국가	매출액(KRW, '22)	전문분야
1	Modulaire Group Holding(Algeco)	영국	1조 9,880억	전문분야
2	Portakabin	영국	6,687억	임대
3	Red Sea Housing	사우디	4,778억	주택
4	Kleusberg GmbH & Co KG	독일	4,351억	목조
5	Actavo Building Solutions	영국	3,357억	교육시설
6	Wernick Group	영국	3,190억	교육시설
7	Tide Construction (vision Modular)	영국	3,018억	고층 주거
8	Premier Modular	영국	1,900억	임대
9	Volumetric Building Company	미국	1,570억	의료, 상업, 교육
10	Reds10	영국	1,424억	교정시설, 교육
11	McAvoy	영국	1,149억	의료, 상업, 교육
12	Unihouse Group	폴란드	859억	주택
13	ATCO	캐나다	793억	상업
14	Elements Europe (GS E&C)	영국	372억	숙박시설
15	Guerdon Modular Buildings	미국	234억	고층 주거
16	Clayton Homes	미국	148억	주택
17	JL Modular	미국	138억	주택
18	DMD Modular	폴란드	127억	숙박시설
-	Skanska	스웨덴	Null(총18조)	숙박시설
-	Balfour Beatty	영국	Null(총16조)	M&E 모듈러

■ 벤치마킹 - 성공사례

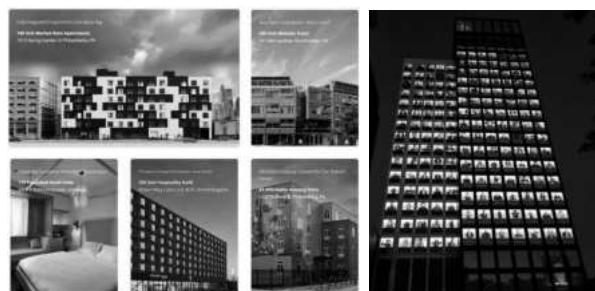
- Modulaire Group : Algeco (UK)



설립 : 1917년
 유형 : Private limited
 본부 : 영국인수 : 2021년 Algeco UK 인수, 2020년 Advanté
 뉴질랜드 : Portacom Building Solutions
 합작투자 : Algeco Chengdong (Beijing Chengdong Modular Housing Co., Ltd.와 합작)
 네트워크 : 전국 21개 지역, 17,000명 고객에게 40,000개 제품
 주요품목 : 교육 시설, 의료 시설, 군사방어 시설, 가설 건축물, 비즈니스용, 사무용, 모듈러 건물 소방 서비스
 계열사 : Modulflex®, Containex®, Fireflex® Monobloc

- √ 글로벌 시장에 대한 철저한 사전 검토를 통하여 미주 지역을 제외 (주 단위 규제, 유니온, 운송비 등)한 유럽, 아세안 지역으로 법인 설립 및 사업을 확장해 나가고 있음

- VBC (USA)



설립 : 2009년, Private
 본부 : 미국 필라델피아
 매출액 : 1,570억 원
 합병 : 2022년 폴란드 철강 모듈러 제조업체 Polcom과 합병, 3~35층 건물 생산
 전문 분야 : Polcom - 호텔, VBC - 다세대 주택 및 기숙사
 유럽 확장 : 영국 임대주택, 기숙사, 호텔 타겟
 공장 인수 : Kattera 캘리포니아 트레이시 공장 (577,000m)
 생산 능력 : 미국과 폴란드에서 큰 규모의 모듈 제작, 일주일에 최대 25,000 sqft 모듈 생산
 주요품목 : 다세대 아파트, 기숙사, 숙박시설 모듈러, 캐비닛, 패널 라이즈
 계열사 : POLCOM, KATERRA, PPS (USA), M&E

- √ 공장투자 및 과감한 M&A를 통하여 현지수요 대응

■ 벤치마킹 - 실패사례

· Sekisui House (UK 법인)



- 설립 : Urban Splash House는 Urban Splash의 분사로 2018년 설립
- 투자 : Homes England와 Sekisui가 투자
- 합작 사업 : 2019년 Sekisui House와 Homes England가 1500억 규모 계약 체결

[실패 원인]

- 운영 중단 : 공장 저사용, 설계 문제, 생산 결함으로 인해 운영 중단, 약 3,300억 원 부채 발생
- 손실 : Sekisui의 자금 투입에도 불구하고 손실 지속, 채권자들 금액 미수령
- 모듈러 건설 : 낮은 생산성을 해결할 대안이지만 자본과 운영 문제로 실패 사례 다수
- 대기업 투자 : L&G와 TopHat도 막대한 투자 중이나 수익 창출 어려움
- 성공 조건 : 정부 지원과 안정적인 자금 조달 필요

v 과도한 공장자동화 설비투자 및 공장가동을 저하로 인하여 파산

· Kattera (USA)

Transportation		Failure
General Information		Outcome: Bankruptcy
Industry	Transportation	Case: Lack of Focus
Country	United States	Closed in: 2021
Started in	2015	
People		Funding
Founders	Fritz H. Wolff, Michael E. Marks, Jim Davidson	Funding Rounds: 71
Employees	250+	Funding Raised: \$1.6 Billion
		Investors: 76



- 설립 : 2015년 Michael Marks
 - 투자 : 2018년 Softbank Vision Fund로부터 1조원(835백만 USD) 투자 유치, 애리조나 피닉스에 미국 최대 모듈러 공장(17만 평) 설립
 - 공장 이전 : 2019년 애리조나 공장 폐쇄 후 캘리포니아 트레이시 공장으로 이전
 - 파산 : 2021년 파산 신청, Softbank는 2.6조원 투자, 소프트뱅크의 큰 실패 사례로 남음
- v 미국 각 주마다의 규제가 상이함에도 불구하고 획일적인 공장라인 구축하였고 비효율적인 노동력 운영으로 인하여 파산

■ 해외 OSC 시장 진출전략

· 틈새시장 공략

- Algeco, Skanska, ATCO, ACS Group 등 해외 주요 모듈러 시공사는 영구형 모듈러 위주로 시공하고 있음
- 영구형 성능을 보유하면서도 완공 후 이전 설치가 필요한 이동형 모듈러에 대한 틈새 시장 존재
 - v 노후화된 건물의 재건축에 따른 임시 건물에 대한 수요(Temporary Buildings)
 - v 전후 복구사업에 필요한 긴급 구조주택, 병원, 공공건물 등
 - v 올림픽이나 대규모 행사에 필요한 건물 사용 후 이전설치가 필요한 건물

· 수출 사전준비

- 해외 규격 및 인증 취득
 - v 해외 설계 규격(EN, AISC 등) 만족하는 모듈 개발 (Bryden wood 사 협업)
 - v 현지 건축법 준수 및 인허가/라이선스 취득을 위해 현지 로펌과 협업 (미국 주 정부 "공업화 주택 및 건축물 관리자"-IHB, Industrialized Housing and Building-제조사 및 설치업체 인증)
- 글로벌 박람회 참가 등 홍보

· 주력 아이템 선정



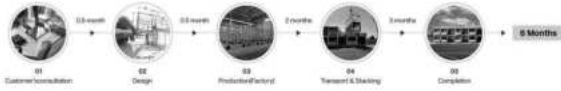
- 이동형 모듈러 시스템 (학교, 병원, 레지던스 등)

■ 해외 OSC 시장 진출전략

· CASE 1 - 완제품 국내 생산 후 해외 수출

- 모듈 자체를 제품으로 국제 인증을 받아 수출하는 방안(자재, 구조, 내화 등)
- 국내 볼륨메트릭 모듈 제작 → 해상운송 → 현지운송 → 설치

Planned Fast Track, which saves 6 months from module fabrication to completion of transportation and installation.



- ✓ K-모듈러 직접 수출 효과 (Made in Korea)
- ✓ 해상운송 시 용선계약 또는 벌크선에 2~3단 적층하여 운송 → 물류비 절감
- ✓ 현장시공 최소화로 인건비 절감

· CASE 2 - 부품화 된 모듈 수출 후 현지 조립

- 모듈 자체를 제품으로 국제 인증을 받아 수출하는 방안(자재, 구조, 내화 등)
- 건물의 개별 공정 및 원자재를 조립하기 쉽게 부품화(KIT OF PARTS) 운송 후 현장에서 각 부품을 조립하는 형식
- 국내 부품화 된 모듈 제작 → 해상운송 → 현지운송 → 조립 → 설치



모듈 부품화 → 패키징 및 운송 → 현지 조립

- ✓ 컨테이너 등 국제 표준 운송 규격으로 포장하여 물류비 절감 가능
- ✓ 볼륨메트릭 모듈러 방식 대비 공간 활용도 증가
- ✓ 다양한 평면, 입면 구성 가능

■ 해외 OSC 시장 진출전략

· 글로벌 OSC 박람회 참가를 통한 홍보

- 한국무역협회 선정 한국 대표기업으로 포르투갈 WEB SUMMIT 2022 컨퍼런스 참가



- 미국 MBI 주관 World of Modular 2023 참가

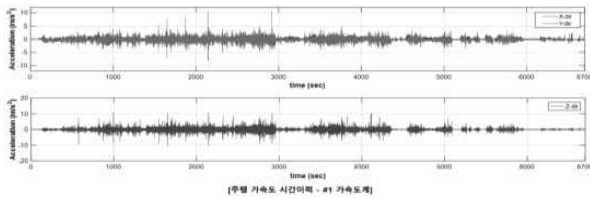


■ 해외진출 실적

· 코로나 진단실 의료용 모듈러 개발 후 7개국으로 수출



- 이동성을 감안하여 가구 및 집기류 고정시스템 개발 후 포스코R&D센터 협업 해상운송 및 현지 트러킹을 위한 진동 테스트 및 목업 주행 테스트 수행



· 멕시코, 베트남, 캐나다, 중동, 미국, 독일, 우크라이나 등

출처: skystone

■ 해외진출 추진사례



v 영국 브라이언우드社 OSC 기술개발 협약



v 영국 LDA社 OSC 시장개발 협약 (한·영비즈니스포럼 2023 경제사절단 참석)



v 호주 向 광산 인부숙소 등 연간 1천 모듈 공급협약



v PLANM UK 법인 유럽시장 진출을 위한 PILOT Project 추진

감사합니다

PLANM
Design Build Solutions

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

세션 2

건설 · 가전 융복합 모듈러주택 상품 개발

LG 전자 조연우 CIC 대표





LG 스마트코티지

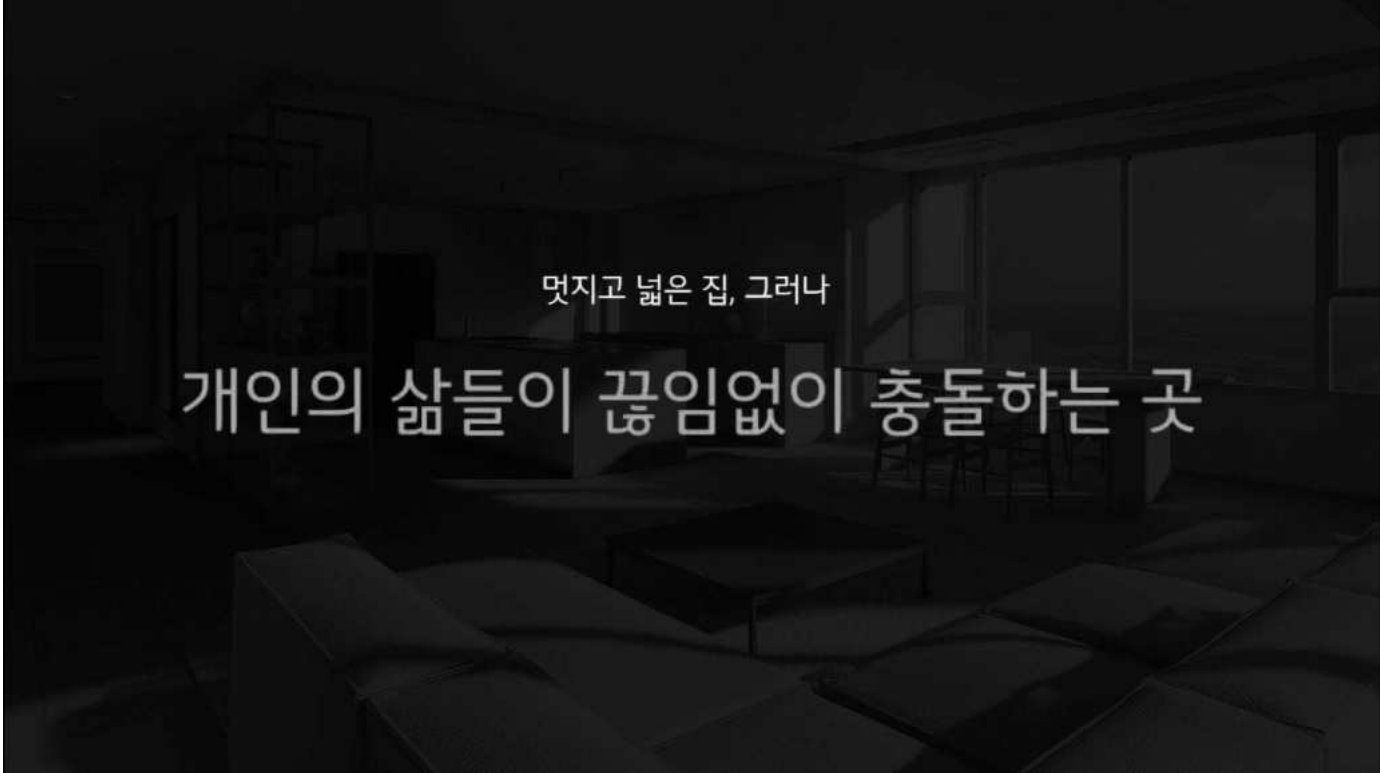
삶의 밀도를 높이는 스마트 라이프 솔루션

LG Smart Cottage



LG Smart Cottage





멋지고 넓은 집, 그러나

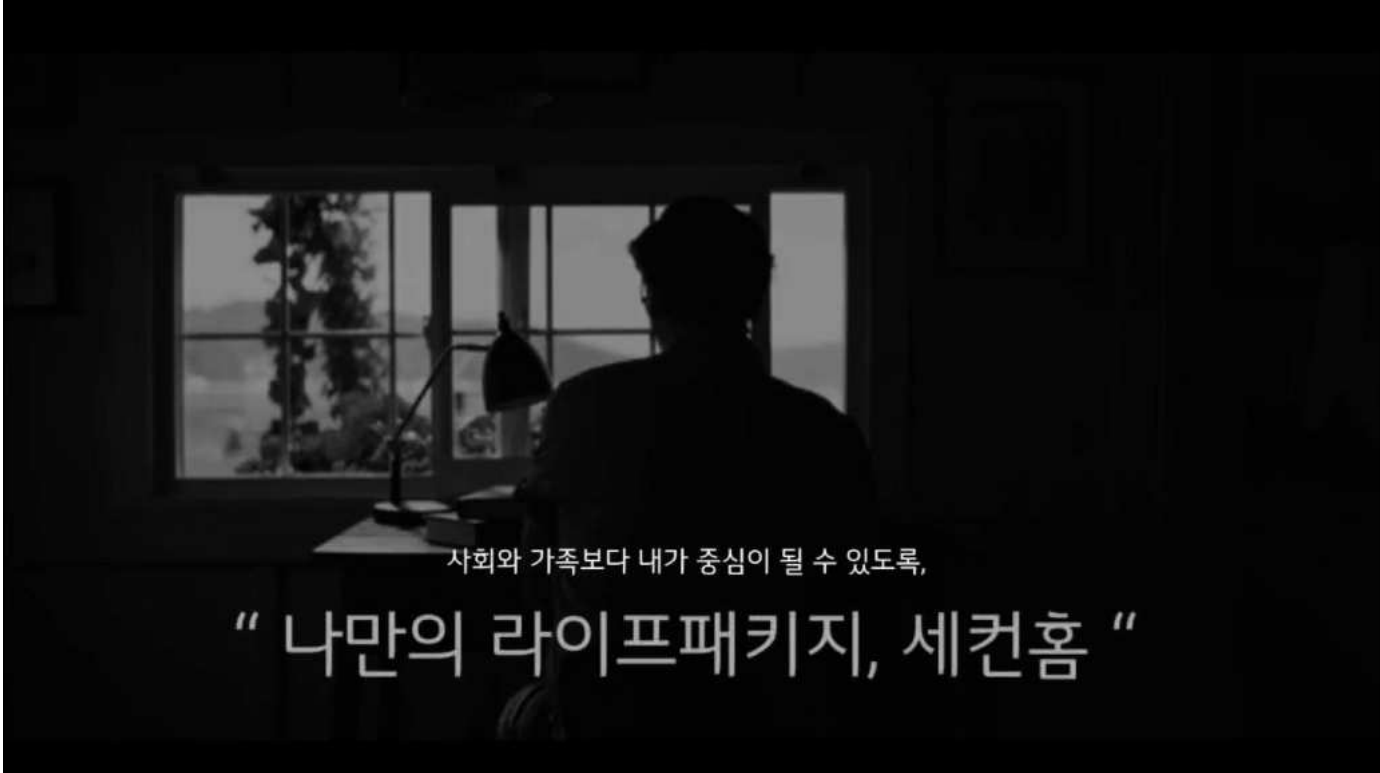
개인의 삶들이 끊임없이 충돌하는 곳



이젠 나노화된 '나'를 담기 위해,

“나만의 [세컨홈]이 필요하다”





사회와 가족보다 내가 중심이 될 수 있도록,

“ 나만의 라이프패키지, 세컨홈 ”



建物家電

건물
가전

LG SC는 오프그리드 기반으로 하는 가전-공간-서비스가 융합된 '건물가전'으로서
친환경적이며 지역상생이 가능한 진정한 ESG 라이프를 제공합니다.

- “궁극적인 지속 가능성을 구현하는 Off-Grid 하우스”
- Off-Grid 구현 레벨별 적용 가능하며, 전세계 다양한 환경, 고객 니즈 대응



최소의 노력으로 최대의 나의 시간을,

**ZERO
LABOR
HOME**

끊김 없이 연결하여, 생활을, 생동감있게.

**온종일,
나에게 올인.**

그 모든 걸 가능케 하는 스마트.

유연성을 가진 서비스로
내 생활에 밀착

잠드는 법 없이 언제나.

자고 있어도 항상 내 곁에서
생각하는 것 이상으로

누구보다 건강하게.

인상을 담당하지만
그 누구보다 효율적으로 지구를 생각하는

SC 홈 IoT & 제로레이버홈 서비스

- SC를 통해 가전 중심에서 '홈 IoT 연결 및 전체적인 서비스' 연결을 구현하여 실행 가능한 제로레이버 홈 구축

Zero Labor Home = 건물가전

가전의 유용함 부터 지역 생활의 즐거움까지



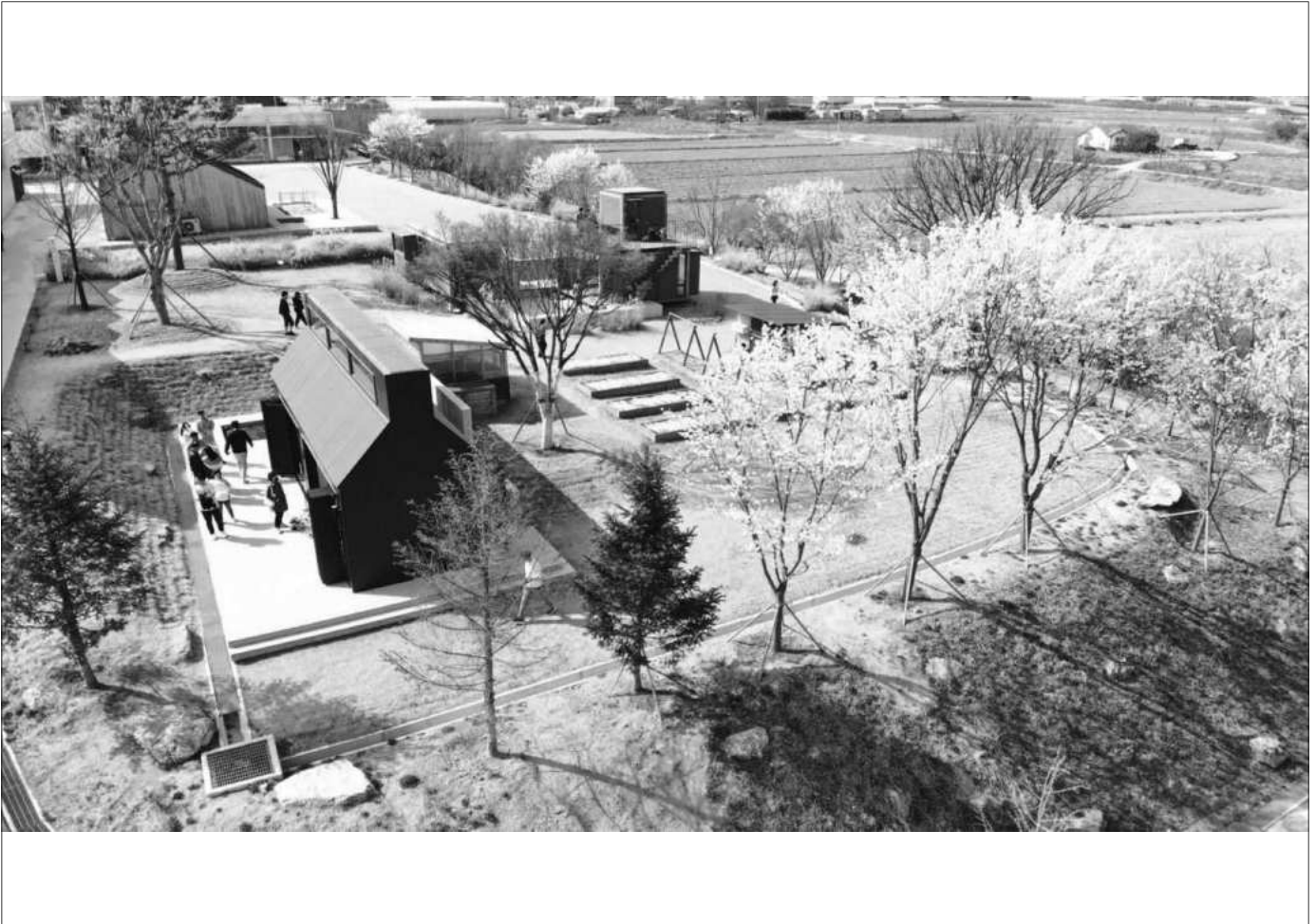
© 2024. SCC

SC 생각주간



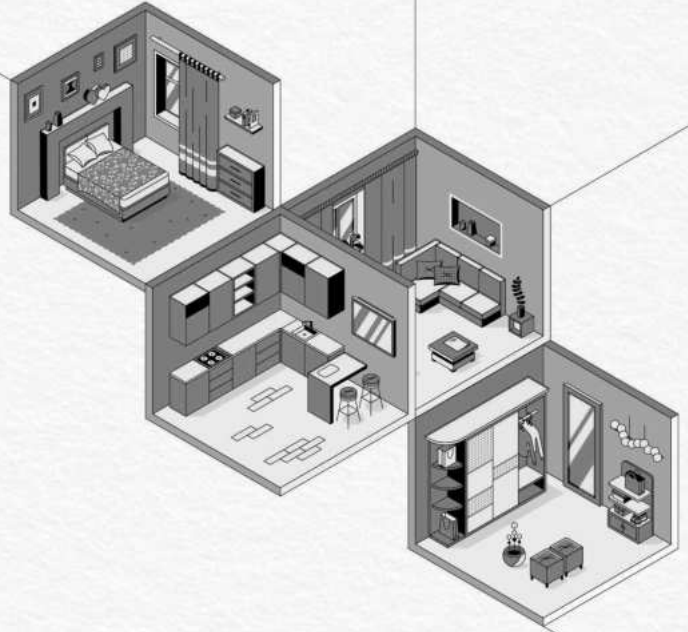
SC 생각주간





2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국주택정책연구소 LH 한국토지주택공사 후원  국토교통부  PLANM 

2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

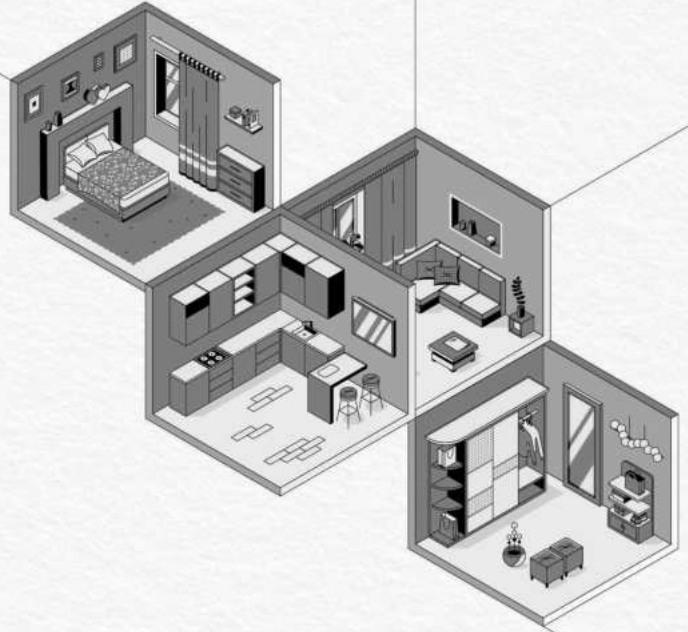
세션 2





Q & A



2024 모듈러주택 활성화 정책포럼

2024. 7. 2(화) 14:00~17:20
대한상공회의소(국제회의장, 지하2층)



주최  한국주택금융위원회  LH 한국토지주택공사 후원  국토교통부  PLANM 