

LH OSC PC 공동주택 실증사업

OSC PC Apartment Housing Pilot Project at LH

이 범 식 Lee, Bum-Sik

정회원, LH 토지주택연구원 연구위원
Senior Research Fellow, LH Land & Housing Institute
bslee417@lh.or.kr

머리말

현장생산방식 중심인 국내 건설산업의 경쟁력 제고를 위하여 정부는 국토교통부 국책과제로서 2020년도부터 시작된 “Off-Site Construction기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발(OSC 연구단, 단장 이준성 이화여대 교수)” 등을 포함하여 다양한 R&D 사업을 지원하고 있다.

또한 국민의 주거안정을 위하여 주택의 공급과 유지관리를 수행하는 대표적인 공공기관인 LH는 공동주택 사업계획에서 유지관리 등 공동주택 건설산업 전 분야의 경쟁력 제고를 위하여 스마트기술이 접목된 탈현장공법(OSC공법)을 적용한 LH형 공동주택건설시스템의 개발과 공급을 목표로 2017년 이후 관련분야 자체 시범사업과 R&D 및 국가 R&D를 지속적으로 수행하고 있다.

본 원고에서는 공동주택 건설공사의 생산성과 품질 향상 등 경쟁력 제고를 위하여 LH가 국토교통부 국책과제인 “OSC연구단”의 연구진의 일환으로 수행 중인 탈현장공법(OSC공법) 실증사업 추진현황을 간략히 소개한다.

실증사업지구 일반현황

1) 현장개요

- ① 사업명 및 실증사업지구 위치
 - 평택고덕A-58BL 아파트 14공구 건설공사
 - 경기도 평택시 고덕면 일원 고덕국제화지구 및 택지개발지구 내 A-58BL
- ② 사업지구 개요

표 1. 실증사업지구 개요

대지면적	주택 유형	유형 및 호수 (1,292세대)				구조	최고 층수
		26㎡	29㎡	37㎡	46㎡		
35,582㎡	국민. 영구	912	121	98	164	RC구조 (라멘)	25

③ 실증사업 대상(PC동)

- 라멘구조공동주택 1개동(46m2, 12층, 83세대)



그림 1. 실증사업지구 및 실증사업동 조감도

2) 사업추진일정 및 방식

① 사업기간

- 사업승인 : '18.12.
- 입찰공고 및 계약 : '21.10., '21.12.
- 사업기간 : '21.12. ~ '24.02.
- ※ 총공사일 949일, 건축공사일 831일

② 발주방식

- 발주방식 : 시공책임형 건설사업관리방식

③ 특기사항

동 실증사업의 입찰안내서 “1. 일반사항 1.10 과업 수행 시 준수사항”에 실증사업지구가 “국책연구과제(OSC 기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발)의 PC공법 실증사업지구로서 계약상대자는 연구 및 실증사업 추진에 적극 협조하여야 한다.”고 명기하였다.

또한 입찰안내서 “제4장 기술에 관한 사항 1. 일반 지침”, “2.3 VE제안 및 계획 검토 시 고려사항 (11) 라멘 PC 공법 적용 시 고려사항”에 실증사업동에 PC공사의 생산성과 품질향상이 기대되는 공법(PC표준모듈, 단열, 결로, 방수 등 다양한 요소기술 활용)의 적극 도입과 PC공법에 유리한 단위세대평면과 구조계획 등을 제안하도록 명기하여, OSC 연구단의 성과를 적극 반영할 수 있도록 계획하였다.

실증사업 개요 및 추진현황

1) 개요

① 관련과제

- OSC기반 PC구조 공동주택 핵심 설계·엔지니어링 기술개발 및 실증 (OSC연구단 1세부 LH)

② 목표 및 목적

- OSC PC구조 공동주택 공급활성화에 필요한 기술기반 구축
- OSC연구단에서 연구개발된 성과(기술)의 우수성과 OSC PC공동주택 생산성 및 품질향상 효과 등 검증
- OSC PC 공동주택 발주·설계·현장관리·유지관리 등에 필요한 기술기반 구축
- 국내 PC 공동주택에 적합한 OSC PC공동주택 생산시스템 검증 및 제안

2) 실증사업 주요내용 및 추진방안

① 실증사업 주요 내용

실증사업에 반영할 OSC 연구단의 연구분야와 PC공법과 적용부위는 OSC연구단에서 개발한 PC공사 생산성과 품질향상이 기대되는 성과(기술)의 완성도와 실증사업 일정 등을 고려하여 선정하여 설계 시 반영하고자 한다.

실증사업의 설계 및 성과분석 시 반영할 OSC연구단의 연구분야는 OSC PC 표준화설계, 건축기술, 사업성 평가, 생산관리 및 건설공사 품셈 등 5개 분야이다(표 2 참고).

표 2. 실증사업 시 반영할 OSC연구단의 연구분야와 요소기술(안)

분야	주요 요소기술 항목(안)	비고
표준화설계	· OSC PC공동주택 표준모듈, 모델 · OSC PC표준모듈의 전역 최적화	OSC연구단 1세부
건축기술	· 접합부 구조상세 개선 · 누수, 결로 등	OSC연구단 1세부
사업성평가	· OSC PC종합성과평가체계	OSC연구단 1세부
생산관리	· OSC PC통합관리플랫폼 기술개발 · OSC PC공정스마트 생산관리	OSC연구단 2세부
공사비	· OSC PC 내역체계, 표준공사비	OSC연구단 3세부

실증사업에 적용예정인 OSC PC공법은 현장사업여건 등을 고려하여 지상층만을 대상으로 구조 및 비구조부재로 구분하여 적용하고 성과분석을 수행하고자 한다(표 3 참고).

표 3. 실증사업 시 반영할 OSC PC공법 적용부위(안)

구분		적용공법
구조 부재	기준층(보, 기둥, 슬라브)	PC
	코아부(벽체, 계단, 슬라브)	PC
비구조 부재	측벽(외벽; 커튼월)	PC
	세대출입구벽(내부현관벽)	경량벽체
	세대경계벽	경량벽체(일부 PC)
	비확장발코니벽(내부벽체)	경량벽체
	비확장발코니벽(외부벽체)	PC
옥탑 및 파라펫		PC

② 실증사업 수행을 위한 추진방안

성공적인 실증사업 수행을 위하여 LH, 시공사, OSC연구단, 내외부전문가 자문위원 등으로 구성된 TFT를 구성하여 준공 시까지 운영하고자 한다.

동 TFT에서는 22년 1월 이후 22년 5월 현재까지 설계 주요 단계별 지속적인 회의를 개최하여 아래와 같은 사항을 도출하고 그 결과를 실증사업 시 반영하기 위하여 노력하고 있다.

- LH가 자체적으로 수행한 PC공동주택 시범사업(김포한강(벽식, 20.12준공), 아산탕정(라멘, 22. 07. 골조 준공 예정)) 결과 분석 및 설계 반영 사항 도출
- LH가 90년대 공급하여 관리하고 있는 PC 공동주택 대상 설계개선사항 도출
- PC 표준모듈에 기초한 PC 평면계획, PC부재 생산·운

반·양중에 필요한 PC부재 기준 수립

- PC공사 생산성과 품질향상 공법 등 발굴
- PC공사 사업관리 방안 및 프로세스별 조사항목 등 작성
- 기타 원활한 실증사업 수행을 위한 PC공사 관련 전반적인 내용 협의 및 의견 개선

표 4. 실증사업 TFT 구성 및 주요업무(안)

기관	주요 업무
LH/LHI	· 실증사업 발주 및 사업관리 · OSC PC공법 관련 분야별 기술 코디네이터 및 실증사업 성과분석 수행
시공사	· 실증사업 설계도서 작성 · OSC PC 공법 검토 및 선정 · 실증사업 시공계획 수립 및 현장 관리
OSC연구단	· OSC PC 요소기술 성과공유 및 기술지원 · OSC PC 실증사업 전반 자문
디에이건축	· 표준모듈에 기초한 PC공동주택 BIM 설계
아이스트, 아이스트이엔지.	· PC공동주택 구조설계 수행 · PC 제작도 작성
PC사	· PC부재 시공성 검토 및 제작
자문위원	· PC 건축계획, 구조, 결로, 누수, 품질관리, 사업관리 등 분야 대상 PC공법 적정성 검토 및 적정공법 제안

실증사업 설계개요

앞서 언급한 바와 같이 성공적인 실증사업 수행을 위하여 TFT를 구성하여 LH의 시범사업 결과와 OSC연구단의 주요성과 등을 반영하여 최적설계(안)을 도출하는 과정 중에 있으며, 본 절에서는 OSC연구단의 주요성과 중 표준모듈에 기초한 PC 공동주택계획(안)과 PC접합부 결로방지방안 등을 중심으로 간략히 소개한다.

1) OSC PC 공동주택 표준모듈 및 모델에 기초한 공동주택 계획(안) 수립

① OSC PC 공동주택 평면계획

실증사업 시 적용한 PC공동주택의 평면계획은 OSC 연구단의 2차년도(2021년) 연구성과를 반영하고, PC부재의 생산과 운반 등과 관련된 국내 법규와 생산설비 등을 고려하여 부재의 최대 폭이 12m인 모듈과 7m인 모듈 등 2개 모듈을 계획하였다.

또한 OSC PC 표준모듈에 기초하여 인접동과의 인동거리, PC 커튼월 적용, 결로방지를 위한 단열계획 등을 종합적으로 고려하여 실증사업동의 단위세대 모듈계획을

수립하고자 하였다.

실증사업의 단위세대 평면은 2개 표준모듈 중 7m 모듈을 적용하여 1세대 1개 모듈시스템을 계획하였으며, 실증사업 계획 시 고려한 PC부재의 생산모듈은 다음과 같다(그림 2 참고).

- 벽체 높이와 폭 : 최대 3.5m, 최소 0.3m
- 부재 최소폭 중앙부 300mm, 단부 450mm, 상부 450mm, 하부 300mm

실증사업동의 층고는 1층 3,500mm, 기준층과 최상층은 3,300mm, 해당건물 높이는 40,500mm이다.

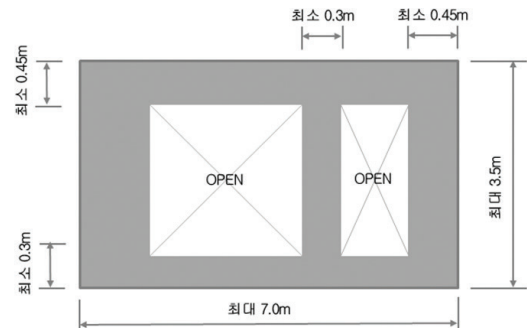


그림 2. 실증사업 시 고려한 PC부재 기본모듈

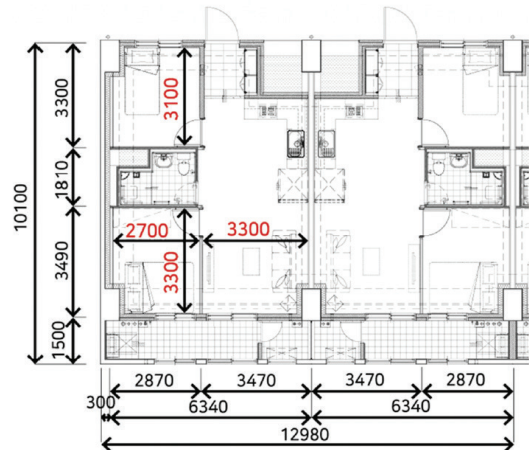


그림 3. 실증사업동 단위세대 평면/모듈(안)

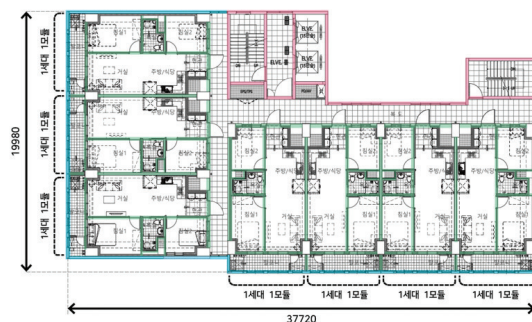


그림 4. 실증사업동 기준층 모듈구성 및 PC 적용(안)



그림 5. 실증사업동 조감도와 정면도(안)

② 구조 개요

실증사업동의 구조개요는 다음과 같으며 개념도는 그림 6과 같다.

- 층수 : 지하 1층 지상 12층
- 구조 : X, Y방향 건물골조시스템(R=5.0)
(PC중간전단벽 + 중간모멘트골조 상세 적용)
- 구조재료
- 콘크리트 : PC 슬래브, 보, 벽체 27MPa,
기둥 40MPa, 현장타설콘크리트 24MPa
- 철근 : D13이하 SD 500, D16 이상 SD600
- 적용기준 : 건축구조기준(KBC 2016), 콘크리트기준
(KCI 2012)
- 참고기준 : ACI 318-14, PCI Design Handbook
- 기타 : LH PC구조 공동주택 구조설계 및 시공지침
(2019, LH)

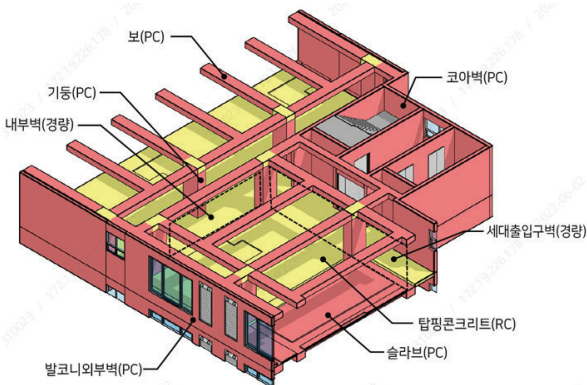


그림 6. 실증사업동 구조개념도(안)

2) 실증사업동 설계 시 고려한 요소기술 적용계획(안)

① 열교 및 결로방지를 위한 PC커튼월 상세 수립

실증사업동의 외벽은 PC 커튼월로 계획하며, 커튼월 벽체를 지지하기 위하여 벽체하부에 코벨, 벽체상부에

앵커를 설치하는 것으로 계획하였다. 코벨이 마감외측으로 노출될 시 결로가 우려되어, 보 형상을 변경하여 코벨의 노출 없도록 상세를 계획하였다.

또한 기둥과 접하는 커튼월에 무수축물탈 등의 재료를 사용하여 화재 시 상부층으로의 확산을 방지하고 소음 등이 상부층으로 전달되지 않도록 상세를 개선하고 있다 (그림 7 참고).

② 단열계획

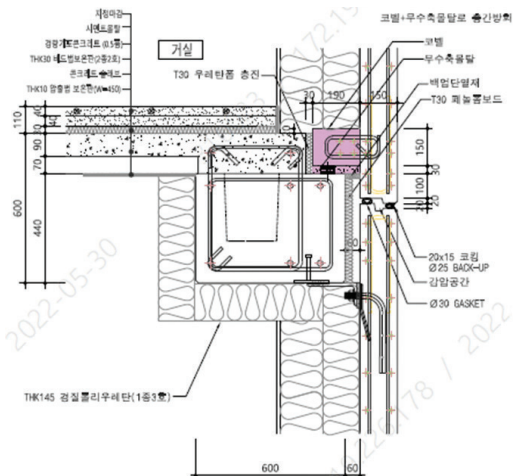


그림 7. PC커튼월 상세(거실부)-측벽보 단면부(안)

실증사업동에 설치하고자 하는 내단열의 경우 외벽 단열재가 슬라브에 의해 불연속되어 열교가 발생할 수 있으므로, 단열재가 연속되도록 아래와 같이 단열계획을 변경하는 상세를 검토하고 있다(그림 8 참고).

- 보와 벽체 사이 불연단열재 추가계획
- 슬라브와 코벨사이 우레탄폼 충전
- 코벨의 노출이 없도록 측벽단열재 두께 변경

본 절에서 기술한 내용 이외에도 실증사업동의 사업성과 생산효율성을 고려한 PC계획, 구조적인 안전성과 누수방지 등 주거성과 시공성 등을 개선하기 위하여 관련분야 전문가들과 지속적으로 노력하고 있다. 또한 표 2에서 기술한 사업성 평가, PC생산관리 및 PC품질 관련 분야도 OSC연구단의 연구진과 협업하여 실증사업 수행 프로세스와 연계하여 수행하고자 계획하고 있다.

향후 추진일정 및 성과분석계획(안)

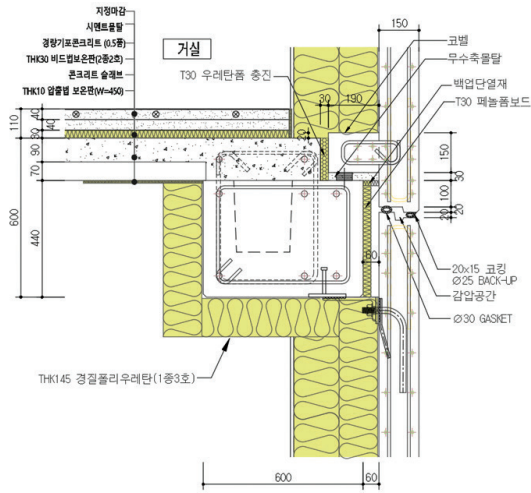


그림 8. PC커튼월 부위 단열계획 개선방안(안)

표 5. 실증사업 단계별 연구내용과 주요성과(안)

실증사업 주요단계	단계별 연구내용 및 연구성과
<ul style="list-style-type: none"> · 터파기, 기초 (22.09 예정) · PC 제작 (22.09 예정) · 지하층 골조공사 (22.09 예정) 	<ol style="list-style-type: none"> ① PC생산 공장의 PC부재 생산 공정 확인 및 공정별 작업 시간, 투입자원 측정 → PC부재 생산 프로세스, 생산성 분석결과 ② 세부 공종별(가설공사, 터파기, 기초공사, 지하층 골조공사 등) 작업시간 및 투입자원 측정 → 실증사업 공종별 프로세스 및 생산성 분석 결과 ③ PC제작도 및 PC부재설계 적정성 검토 → PC구조설계도서 ④ PC부재 접합부 설계 등 PC구조 검토 → PC구조설계도서
<ul style="list-style-type: none"> · PC 조립 (23.03 예정) · 건축 마감 (23.09. 예정) 	<ol style="list-style-type: none"> ① PC공사 세부 공종별(운송, 아적, 조립, 콘크리트 타설, 건축마감 등) 작업시간 및 투입자원 측정 → 실증사업 공종별 프로세스 및 생산성 분석 결과 ② PC공사 세부 공종별 재료 및 구조분야 관련 연구결과, 기준, 시방과의 부합성 조사 → PC공사 공종별 관련 기준, 시방과의 적합성 평가결과 ③ PC공사 단계별(운반, 조립, 마감 등) 구조안전성 확보, 현장적용, 품질관리 적정성 평가 → PC시범사업 성과분석 보고서 ④ 연구성과에 기초한 PC구조 공동주택 생산시스템 검토 → 한국형 PC구조 공동주택 생산시스템 제안

* 등 실증사업 등에 대한 거주후 평가 등은 23.12월 OSC연구단 종료 이후 LH에서 수행할 예정임. 또한 실증사업 주요단계별 일정과 연구내용은 현장여건을 고려하여 융통성 있게 수행하고자 함.

1) 향후 추진일정

OSC PC공동주택 실증사업의 향후 주요 추진일정은 다음과 같다.

- 변경사업 승인 신청 : '22.06.
- 실시설계 완료 : '22.06.
- 현장사무실 개설 : '22.08.
- 터파기 공사 및 지하층 공사 : '22.09. ~
- 실증사업용 OSC PC부재 조립 : '23.04. ~

※ 단, 상기 실증사업 추진일정은 사업추진 여건변화에 따라 변경가능

2) 실증사업 성과분석계획(안)

실증사업 성과분석은 LH에서 과거에 수행하였던 유사 프로젝트의 사례를 분석하여 동 실증사업 현장에 부합하는 성과평가계획을 수립하고, LH 연구진이 현장에 상주하며 실증사업 모든 프로세스에 대한 성과분석을 수행하고자 계획하고 있다.

실증사업 프로세스별 연구내용과 예상되는 연구성과 등은 표 5와 같다.

실증사업 홍보 및 성과 확산 방안

국내 OSC PC 공동주택은 90년대 중반 LH에서 공급

한 이후 2020년과 2022년 LH에서 수행한 2건의 시범사업을 제외하면 그동안 공급이 전무하였다. 공동주택 대상 OSC PC공법을 약 30여년 만에 국내현장에 적용하기 위하여 국토교통부의 지원 하에 변화된 관련분야 환경과 여건을 반영하여 보다 체계적인 R&D를 수행하고 OSC기반 PC 공동주택 실증사업을 수행하고자 노력하고 있다.

또한 실증사업에 적용된 핵심기술과 주요성과 등을 관련분야 전문가 및 종사자들에게 널리 홍보하여 OSC PC 공법의 확산에 기여하기 위하여 아래와 같은 홍보계획을 준비하고 있다(표 6참고).

특히 주목할 만한 홍보계획으로 실증사업현장사무실 개소 이후 현장에서 국토교통부, KAIA, OSC연구단, LH 및 유관기관 관계자 등을 초청하여 동 공법의 우수성을 대중매체에 널리 홍보하는 착공식 행사는 물론 현장에 상설홍보관을 마련하여 현장을 방문하는 내외부 인사를 대상으로 OSC PC공법의 우수성과 실증사업 현장의 기술 현황을 소개하는 방안 등을 계획하고 있다(표 6 참고).

맺음말

강품과 알루미늄품을 활용한 전통적 현장생산 중심의 공동주택 건설공사가 90년대 이후 끊임없는 기술개발로 많은 발전을 거듭한 것과 비교하여, 탈현장공법인 OSC

표 6. OSC PC공동주택 실증사업 홍보계획(안)

홍보명 및 내용	매체 / 일시
<ul style="list-style-type: none"> · OSC PC공동주택 실증사업 착공식 개최(안) - 장소 : 평택고덕 58BL 실증사업 현장 - 내용 : 사업 취지 및 실증사업 소개 - 참석대상(안) : 국토부, KAIA, OSC연구단, LH, 시공사 및 학계, 유관 기업 관계자 등 - 방법 : OSC연구단과 협의 후 홍보방안 수립 후 대대적 홍보 시행 추진 ※ 실증사업 현장사무실 개소(22.08예정) 	<ul style="list-style-type: none"> · 평택고덕현장 및 대중매체 대상 (주요 일간지, 방송사 등) · '22.09 예정
<ul style="list-style-type: none"> · OSC 연구단 심포지엄 개최(안) - LH OSC PC공동주택 현황 및 향후 발전방향 	<ul style="list-style-type: none"> · OSC연구단 심포지엄(서울 COEX) · '22.09
<ul style="list-style-type: none"> · OSC 연구단 특별세션 개최(안) - OSC PC공동주택 실증사업 개요, 핵심기술 발표 	<ul style="list-style-type: none"> · 한국콘크리트학회 기술학술회 · '22.10
<ul style="list-style-type: none"> · OSC PC 적용기술현황 홍보(안) - 실증사업 개요 및 핵심기술 소개 및 현장견학 ※ OSC PC공법 지상층 조립, 마감 및 준공 시 	<ul style="list-style-type: none"> · 대중매체 대상 (주요 일간지, e-대한경제 등) · 23.05., 23.10. 24.03. 등
<ul style="list-style-type: none"> · OSC PC공법 상설홍보관 운영(안) - 현장사무실 내 홍보 공간 마련. - OSC연구단 소개, 실증사업 개요와 핵심기술 등 소개 하는 각종 자료와 모형 등 전시 및 홍보 - 실증사업지구 방문자의 현장견학 시 견학코스에 포함 하여 운영 추진 	<ul style="list-style-type: none"> · 상설 홍보관운영 · 23.01 이후 사업 종료 시 까지
<ul style="list-style-type: none"> · OSC PC 공동주택 실증사업 성과분석 결과 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> · 학회 학술대회, 일간지 등 · 준공 이후

PC공법의 공동주택 건설은 90년대 초반까지는 LH 등을 중심으로 공급되었으나 이후 약 30여년이 경과한 현재까지 추가적인 확산 보급이 중단된 상황이다. 특히 공동주택 적용사례는 더 이상 찾아보기 어려워 건설산업의 주요 시장 중의 하나인 공동주택시장에 기존공법과 경쟁하며 진입하기 위해서는 제도적, 기술적으로 개선하여야 할 사항이 많은 것이 현실이다.

국내 건설업계는 급변하는 산업환경변화에 대응하여 국내 건설공사 경쟁력 제고를 위한 주요 방안으로 탈현장공법의 일환인 OSC기반 PC공법의 중요성을 인식하고 대기업을 중심으로 해당분야 사업을 확충하고, R&D에 대폭 투자하고 있다.

정부도 이와 같은 시장상황을 인식하고 탈현장공법의 조기정착을 위하여 많은 노력을 기울이고 있으며, 급변 실증사업도 어려운 여건 하에서 국토교통부, KAIA, OSC 연구단 및 LH 등이 노력한 결과로 평가된다.

향후 건설시장은 탈현장공법이 주된 공법으로 등장하게 될 것으로 예상되므로 본 실증사업의 성과가 관련업 분야에 미치는 영향은 지대할 것으로 판단되어 실증사업

에 참여한 관련기관과 연구진 모두 최상의 성과를 도출하기 위하여 노력을 경주하고 있다.

본 원고에서 LH가 2020년도 국토교통부 연구과제의 일환으로 수행 중인 “OSC기반 PC구조 공동주택 핵심 설계·엔지니어링 기술개발 및 실증” 과제와 관련하여 동 사업의 준비과정과 성공적인 실증사업 수행을 위한 관련 기관과 OSC연구진들의 노력을 간략히 기술하였다. 본 원고가 국내 많은 건설관련 기관에서 탈현장공법에 대한 이해를 제고하고 이의 적용을 위한 계획 수립 시 도움이 되길 바란다.

감사의 글

본 원고는 LH에서 자체연구과제로 수행한 “공업화공법 시범사업 성과분석(1996)” 과제와 2020년도 국토교통부 국책과제로 수행 중인 “OSC기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발 (I), (II)” 과제의 일부로 이에 감사드립니다.㉓

참고문헌

1. LH, 공업화공법 시범사업 성과분석, 1996.09.
2. 국토교통과학기술진흥원, OSC기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발 1, 2차년도 보고서, 2021.12

필자 소개

이범식 박사는 성균관대 건축공학과에서 “횡력을 받는 T형 RC 병렬전단벽의 비탄성거동”을 주제로 박사학위를 취득하였고, 1992년 LH 토지주택연구원에 입사 이후 공동주택 구조시스템 개발, 건설생산성 향상 공구법 개발 및 OSC PC관련 연구를 수행하고 있다.