

구매조건부신제품개발사업 구매연계형 과제제안서

I. 개발기술 개요

① 개발과제명	공사원가 절감을 위한 탈착 패널 방식의 하이브리드형 중공슬래브 시스템 개발 및 구조안전성 검증			
② 개발제품명	원가절감을 위한 탈착 패널 방식의 하이브리드형 중공슬래브 시스템(모듈형 중공성형재, 고정장치 등 부속물 일체)			
③ 기술분류	구 분	산업기술 표준분류	국가과학기술 표준분류	6T
	대분류	지식서비스	건설/교통	ET
	중분류	연구개발/엔지니어링 서비스	건설시공/재료	청정생산
	소분류	기타연구개발/엔지니어링 관련기술	건설구조재료	환경친화형소재 (Eco-Material) 개발기술
	* 수요처의 업종이 아닌 개발제품의 기술분류를 기재, 별첨 참조			
④ 개발기간 및 연구개발비 규모	개발기간	24 개월	정부지원 연구개발비	5 억원
	* 개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함하여 예상되는 총 개발기간을 기재, 향후 조기완료가 가능하므로 적절한 기간을 산정 * 정부지원연구개발비는 공고문의 유형별 지원조건을 참조하여 총 정부지원연구개발비 계상			
⑤ 구매계획	구 분	구매수량	구매단가	예상구매액
	1년차	500 (m ²)	20,000 (원)	10 (백만원)
	2년차	5,000 (m ²)	20,000 (원)	100 (백만원)
	3년차	15,000 (m ²)	20,000 (원)	300 (백만원)
	4년차	15,000 (m ²)	20,000 (원)	300 (백만원)
	5년차	25,000 (m ²)	20,000 (원)	500 (백만원)
	5년차 이후	50,000 (m ²)	20,000 (원)	1,000 (백만원)
	총 계	110,500 (m ²)	20,000 (원)	2,210 (백만원)
	* 구매예상액은 정부출연금의 3배 이상			
⑥ 키워드	(한글)	중공형슬래브	복합형 건설자재	공사비 절감
	(영문)	Hollowcore slab	Hybrid construction materials	Construction Cost Reduction

II. 개발기술 세부내용

⑦ 개발 목표 및 개발필요성

■ 중공형슬래브를 이용한 ‘장수명주택’ 실현 및 ‘층간소음문제’ 해결 가능성 확대

- 벽식구조 아파트는 벽체 자체가 구조체이므로 철거나 이동설치가 불가능하기 때문에 가족 구성원의 변화 등 거주환경에 따른 대응이 어려움. 리모델링 시 세대를 분리하는 등 주거 평면을 변경하는 것이 사실상 불가능하므로 장수명주택 실현이 현실적으로 불가능함.
- 공동주택의 층간소음 문제는 지속되고 있으며, 바닥판에서 발생한 소음이 벽체를 통해 주변 세대로 전달되기 때문에 정부에서는 슬래브의 두께를 늘리는 방식으로 층간소음 감소를 유도하는 등 개선방안 마련에 힘쓰고 있음. 민간분야에서도 대형건설사를 중심으로 층간소음 차단 기술 개발에 박차를 가하고 있음.

· 정부 : 기동을 이용한 장수명 아파트 권장

· 서울시 : 기동을 이용한 장수명 아파트 + 중공슬래브 적용 → 층간소음에 유리한 구조 채택

벽식구조
슬래브와 일체화된 콘크리트 벽체를 통해 위층 바닥층이 아래층으로 소음 전달

기동식구조
슬래브와 분리된 기동형 강판 벽체를 통해 위층 바닥층이 아래층으로 소음 전달

2005
정부, ‘아파트 층간소음 저감을 위한 표준바닥구조 또는 인정바닥구조 시공 의무화’

2013
국토부, 주택건설기준 등에 관한 규정 개정 공포 (2013.03.26)
‘바닥구조 기준 강화 적용 및 기동식 구조 활성화 등 추진’

2013.04.14
중간소음 형의에 대한 법원판결 (2013.04.14)
주거침입 초인종 누르기 현관문 두드리기 ‘불가’
전화 걸기, 문자메시지 보내기, 천장 두드리기 가능

SBS 스페셜 (2013.04.14)
‘착한 이웃, 불편한 이웃 무서운 이웃’

국토부, 층간소음규제 관련건축법 개정 (2018.09.21)
공동주택에 적용하는 층간소음 저감을 위한 바닥 구조기준을 개정

【수도권】서울시 ‘성남갑 아파트 되돌’ 새 건축심의 도입
내년부터 ‘실질’ 같은 아파트가 사라지고 주변 경관과 어울리는 ‘공공계 아파트’가 등장한다. 서울시는 앞으로 아파트를 지을 때 도시 미관을 해치지 않고 주변 지역을 배려하는 새로운 건축 심의 기준 ‘공공적 가치 실현을 위한 신가운’ 도입하겠다고 29일 밝혔다.
시는 벽식 구조 대신 리모델링이 쉬운 기동식 구조로 지을 수 있는 기준을 마련했다. 이를 위해 기동식 구조로 설계한 아파트는 건축 심의 시 용적률을 120%까지 높여줄 계획도 마련했다. 내년에는 기동식 구조 아파트를 활성화하고 후년부터는 이를 의무화하겠다는 것이 시의 계획이다.
또 대규모 아파트 단지 개발하면서 사생활 침해 우려를 낮추는 내용도 담았다. 보온기까지 있는 골목길이나 무인주차장 주변, 가로체계와 연결되는 ‘골목보행통로’도 단지 내에 1개 이상 의무적으로 만들도록 했다. 주민분들은 차량 중심에서 보행자 중심으로 바뀐다. 보도폭을 넓

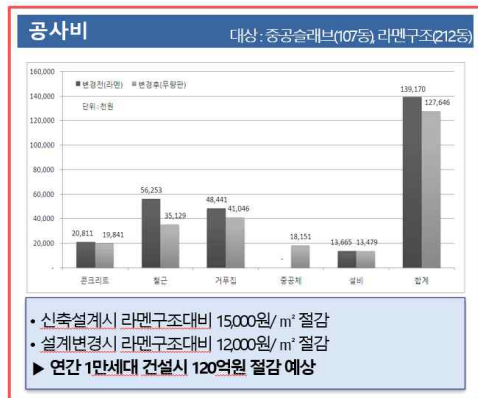
서울시는 벽식구조 대신 리모델링이 쉬운 기동식 구조로 지을 수 있는 기준을 마련했다. 2011년에는 기동식구조 아파트를 활성화 하였고, 2012년부터는 이를 의무화하고 있다.

[장수명주택 실현 및 층간소음문제 개선 필요성]

■ 중공슬래브 사용 확대 가능성 높아짐

- 층간소음이 사회 문제로 대두된 일본과 한국을 중심으로 중공형슬래브의 층간소음 완화성능 입증에 관하여 연구가 수행되었거나 수행중이며 대부분 긍정적인 결과가 도출되고 있음.

- 신기술 적용이 어려운 보수적인 건설시장 분위기에서도 공기업과 대기업 현장을 중심으로 중공형슬래브의 실제 적용 사례가 다수 있으며, 현장적용 시 공기단축 및 공사비절감 등 긍정적인 평가를 확인할 수 있음 .



[SH공사 S지구 1단지 공동주택 (16개동규모, 1,402세대) 시뮬레이션, 공사기간 총당1일 단축, 공사비 15,000원/㎡, 1만세대 120억원 절감 확인]

- 중공형슬래브 적용 시 휨 강성을 거의 유지한 채 슬래브가 경량화되므로 장스팬구조 설계에 유리하며 이는 장수명주택의 구현 가능성을 높임 (슬래브-보-기둥으로 이루어진 라멘구조형태의 공동주택 보급 확대가 예상됨)



[SH공사 은평뉴타운 은뜨락 단지 (중공형슬래브 적용 사례)]

■ 중공슬래브 적용 시 문제점

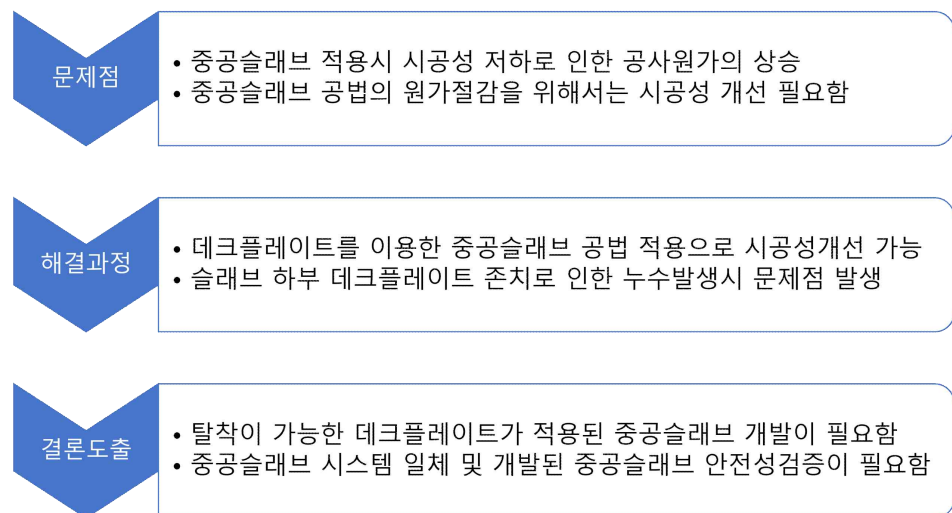
- 중공슬래브 시공 시 중공재를 설치하는 과정에서 시공성 저하로 인한 노무비, 시공재료비, 운반비 증가 및 공사기간 증가로 인한 공사비의 상승으로 사용을 기피하는 실정임.

- 콘크리트 타설 시 중공부형성재의 부력 발생으로 상부로 떠오르는 문제점과 작업자의 이동 및 자재 운반, 적재 등 작업하중에 의해서 중공부형성재가 하부로 내려앉는 문제점으로 정확한 중공부를 형성하는데 많은 비용과 시간 소요 (중공부형성재를 고정하는 장치의 개발로 문제점 해결 가능)

■ 중공형슬래브 공법의 시공성 개선 및 중공부형성재 원가절감이 반드시 필요함

- 원가절감을 위해서는 정확한 중공부를 형성하는 것과 관련된 시공단계에서의 원가절감이 반드시 필요하며, 이러한 문제점은 거푸집 대신 데크플레이트를 활용하고 중공부형성재의 개발로 극복이 가능할 것으로 판단됨

■ 개발목표 : 중공슬래브의 원가절감을 위한 방안 마련



- 획기적인 공사원가 절감이 가능한 중공부형성재 및 이를 고정하기 위한 장치를 포함하는 탈착방식의 데크플레이트를 적용한 신개념 중공형슬래브 개발
- 30%이상의 중공율과 시공하중에 대한 압축성능 등 중공부형성재의 기본성능을 확보하면서 이동 시 부피를 최소화하여 운반 및 야적을 원활히 할 수 있는 중공부형성재 일체 개발

	<p>- 시공성 및 경제성을 고려하여 중공재의 크기(용적, 두께 등) 및 형태(외형 및 치수 등) 결정 > 내구성, 내화성, 환경성, 자재 수급 등을 고려하여 중공재의 재질 결정 > 제품 개발 후 수요처에서 만족하는 성능 실험 후 제품화</p>
<p>⑧ 기술동향 및 수준</p>	<p>국내</p> <p>■ 이한승 등은 프리캐스트 콘크리트 판넬에 EPS 경량성형재를 설치함으로써 콘크리트의 양을 감소시킬 수 있는 I-슬래브 시스템을 제안하여 휨강도 및 변형 성능의 우수성을 평가하였음. 플랫플레이트 슬래브에 EPS 경량성형재를 적용하여 슬래브 중량을 감소시킨 중공슬래브의 뚫림전단 성능을 연구하였음. 또한, 경량성형재의 배치 형태를 고려하여 접합부 뚫림전단강도를 평가할 필요가 있음을 제시함.</p> <p>■ 정주홍 등은 도넛형 경량성형재를 사용한 중공슬래브를 제안하였고 이에 대한 해석적 연구와 실험적 연구를 병행하여 구조 성능을 확보하고자 하였음. 도넛형 경량성형재의 형태와 재료를 결정하는 것으로부터 전단 성능 실험, 일방향 및 이방향 휨 성능 평가, 기동-슬래브 접합부 뚫림 전단 성능 평가, 진동 성능 평가, 내화 성능 평가 등을 수행하였음.</p> <p>■ 정 란 등은 중공슬래브의 성능에 영향을 미치는 경량성형재의 형상에 대하여 연구하였으며, 경량성형재의 곡률반경이 작아질수록 응력집중에 의한 균열발생이 쉬워지므로, 곡률반경 및 기본 형상은 슬래브의 강도에 영향을 주는 것을 확인하였음.</p> <p>■ 엄태성 등은 중공슬래브의 경량성형재를 판 형태로 제작하고 상하부 콘크리트 슬래브 판을 기동 형태로 연결하여 중공부를 형성하는 방식의 중공슬래브를 제안하고, 이에 대한 전단 성능 실험을 수행하여 최적의 중공률을 찾아내고자 하였음.</p>
	<p>국외</p> <p>■ 유럽</p> <p>- Cobiax Technologies Group : 2004년 설립되어 2</p>

		<p>방향 중공슬래브와 관련한 기술 개발과 연구를 수행하고 있음. 구형 또는 타원 형태의 경량부재를 구속시키기 위한 케이지에 관한 기술이 대부분임.</p> <ul style="list-style-type: none"> - BubbleDeck International : 2방향 중공슬래브와 관련한 기술 개발을 수행하였음. 구형 또는 타원 형태의 경량성형재를 구속시키기 위한 연구가 대부분임. <p>■ 아시아</p> <ul style="list-style-type: none"> - SEKISUI PLASTICS CO LTD : 경량성형재를 PC판에 고정시킨 하프PC중공슬래브에 관한 연구수행 및 현장 시공의 중공슬래브에서 경량성형재의 부상을 억제하기 위한 시공기술에 관련된 연구를 수행함. - KURIMOTO LTD는 중공관을 거푸집 판에 고정시키기 위한 기술 개발이 대부분을 차지함. - PENTA OCEAN CONSTR CO LTD : 구형 내지 캡슐형의 경량성형재 여러 개를 결속시켜 하나의 유니트로 만드는 기술과 이러한 유니트를 이용하여 현장에서 중공슬래브를 시공하는 기술에 대한 연구. - SHIMIZU CORP : PS중공빔 여러 개를 묶은 유니트 패널이나 중공PC성형판 위로 콘크리트를 타설하여 슬래브를 완성하는 기술에 대한 연구가 많음. - KAJIMA CORP. : PC판을 이용하여 중공슬래브를 시공하는 기술에 대한 연구가 대부분임. - TAISEI CORP. : PC판을 이용한 중공슬래브 시공 기술에 대한 연구가 대부분이며 중공슬래브의 중공부를 공조를 위한 공기통로로 활용하고자 함. - Changsha Juxing Light Weight Construction Material Co. Ltd. : 63건의 많은 양의 국내외 특허를 출원하였으며, 중공슬래브를 위한 경량성형재의 형상과 소재에 관한 연구 실적을 많이 가지고 있음. - DO, Duc Thang은 중공슬래브를 위한 경량성형재의 형상과 소재에 관한 연구를 수행함.
--	--	--

⑨ 개발기술
세부요구수준
(성능, 규격 등)

(성능지표 1, 2) 구조성능을 검증하기 위하여 실물크기의 부재 실험체를 제작하며, 일반RC슬래브 공법, 기존 중공슬래브공법, 제안공법으로 세가지 변수를 설정하여 실험을 수행함.

(성능지표 3) 중공슬래브 특성상 내화실험(폭열실험포함)을 수행하여야 하며, 일반RC슬래브와 제안한 중공형슬래브 두가지 변수를 설정하여 실험체를 제작하여 실험을 수행함.

(성능지표 4) 사용성 검증을 위한 진동성능 실험을 수행하기 위하여 실물크기의 부재 실험체를 제작하며, 일반RC슬래브공법, 기존중공슬래브공법, 제안공법 세가지 변수를 설정하여 비교함. Heel-Drop, AISC(건축물의 진동에 관한 거주성능 평가지침)

(성능지표 5) 개발된 중공부성형재의 시공상 발생이 예상되는 압축성능을 검증하기 위하여 시제품을 제작하며, 주관기관과 수요처가 공동 개발한 실험방법을 통하여 실험을 수행하여 수요처가 요구하는 성능을 만족함.

(성능지표 6) 개발된 부력방지장치의 고정성능을 검증하기 위한 시제품을 제작하며, 풀아웃테스트와 주관기관과 수요처가 공동 개발한 실험을 수행하여 수요처가 요구하는 성능을 만족함.

■ 수요처의 시험테스트 요건

개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
1. 휨성능	kN	KDS 14 20 20 콘크리트구조 휨 및 전단 설계기준 만족	KS F2863-1
2. 전단성능	kN		KS F2863-2
3. 내화성능	시간	1시간이상	KS F2257-1 KS F2257-5 KS F1611-4
4. 진동성능	Hz	V-0.75 (등급1, 진동1)	ISO 2631-2
5. 중공부성형재 압축성능	N/cm ²	980이상	자체실험방법
6. 부력방지장치 고정성능	N/개	980이상	자체실험방법
신뢰성 인증방법	수요처 요구 공인 시험성적서 획득		

⑩ 비교

(특이사항 등)

■ 적용시기

2025년 상반기 (0000현장 시범적용 후 확대적용 예정)

■ 개발 시 필수요건

1. 중공형 슬래브 시공 시 데크플레이트를 거푸집으로 활용 후 건축물 사용 전 해체 가능 (중공재 고정 시 하부 데크플레이트의 해체가 가능하도록 시스템 구성)
2. 야적, 운반 용이하도록 중공재 재료 형태 개선 (리사이클링 재료 활용으로 국내에서 원자재 수급이 가능하도록 개선)
2. 구조성능 : KS F2863-1, KS F2863-2의 실험방법에 따른 실험결과가 KDS 14 20 20 콘크리트구조 휨 및 전단 설계기준 만족
3. 내화성능 : KS F2257-1, KS F2257-5, KS F1611-41시간 이상 만족
4. 납품단가 : 기존 대비 30% 이상 감소를 목표로 함, 중공부 성형재 일체 m²당 25,000원 이하(350mm 중공슬래브, 운송비, 야적비, 설치비 포함 / 철근, 콘크리트 등 기타 재료비 및 품 제외)