

## LH 모듈러주택 사업 추진을 통한 고품질 미래주택 실현



**남성훈** 토지구택연구원 건설안전연구실 책임연구원, gabriel2000@lh.or.kr  
**노준오** 토지구택공사 공공주택기획처 차장, potojun@lh.or.kr

### 1. 서론

LH는 정부 국정과제 및 탄소중립을 실현을 위해 건설단계에서 탄소 및 폐기물 배출을 줄이는 모듈러주택 사업을 추진하고 있다. LH 사업영역에서 실행 가능한 탄소감축 방안 발굴을 통해 정부의 탄소중립 정책에 부응하고, 건설 생산성 및 모듈러주택 주거성능 향상을 위한 다양한 연구와 시범사업을 진행하고 있다.

최근, 현장 중심에서 공장 중심으로, 노동력 위주에서 자동화 기계로 건설공간과 방법이 변화되고 있다. 저탄소·친환경 건설방법인 모듈러주택은 기존 철근콘크리트 시공에서 탈피하여 건축 폐기물 및 탄소배출, 기능인력 고령화로 인한 인력부족, 공사로 인한 소음·진동 등 환경문제를 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 건설발주, 품질 및 유지관리 등 관련제도는 기존 철근콘크리트공법에 맞춰있어, 모듈러주택 활성화를 위한 제도개선이 필요하다.

정부에서는 스마트건설활성화 방안(S-Construction 20230)을 발표하였으며, 건설산업의 혁신 아이콘으로 모듈러주택을 추진하고 있습니다, 이러한 정책적 흐름에 발맞춰 LH는 ESG경영을 도입하고 주거성능 향상을 통한 저탄소 녹색도

시 조성 사업을 적극 노력하고 있다. 이를 위한 방안으로 모듈러주택 건설과 연구를 추진하고 있다.

### 2. LH 모듈러주택 추진 현황

#### 2.1. 모듈러주택 준공현황

LH는 2016는 부산 용호동의 행복 주택에서부터 2020년 세종시 사랑의집까지 저층 위주의 모듈러 주택 사업을 총 4건 수행하였으며, 222호를 완료하였다. 천안두정 모듈러주택의 경우 ‘수요자 맞춤형 조립식주택 기술개발 및 실증단지 구축’연구의 실증단지 사업으로 적층 및 인필 방식을 같이 적용한 경우이며, 웅진백령 모듈러주택의 경우 모듈러주택에 사용한 유닛을 해상으로 운송하여 백령도에서 조립하였으며, 현재까지 LH는 가장 많은 준공된 모듈러주택을 보유하고 있다.

#### 2.2. 수행중인 모듈러주택

현재 LH에서는 인천신문지구 모듈러주택, 세종 6-3생활권의 행복주택, 부여동남의 행복주택을 추진 중에 있으며, 총 696세대에 해당하는 사업을 추진 중에 있다.



그림 1. 모듈러주택 장점

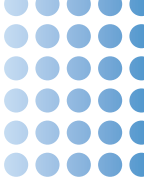


표 1. LH 모듈러주택 준공현황

구분	부산용호	천안두정	웅진백령	세종사랑의집
세대수(층수)	행복 14호(4층)	행복 40호(6층)	영구,국민 152호(4층)	영구 16호(2층)
사업기간	'16.12~'17.08	'18.05~'19.06	'19.08~'20.07	'19.12~'20.07
시공법	적층식	적층식+ 인필식	적층식	적층식
현황사진				

표 2. LH 모듈러주택 진행현황

구분	인천신문 (국민,영구,행복)	세종 6-3 UR1·UR2		부여동남
		UR1	UR2	
세대수(층수)	130호(4층)	행복 200호(7층)	행복 216호(7층)	행복150호(3층)
사업진행	'21.06사업승인 착공 준비중	'22.10 착공식		'21.11 사업자선정 사업승인 준비중
현황사진 (조감도)				

### 3. 모듈러주택 관련 연구 개발 현황

모듈러주택 사업을 점진적으로 확대함에 따라 사업에서 발생하는 리스크 관리방법, 모듈러에 적합한 기준 및 체계 등이 필요하다. 하지만 대부분의 기준은 철근콘크리트구조 건축물에 국한되어 있어, 모듈러주택 사업에 적용하기 위한 기준 및 수행 지침 등에 대한 개정이 필요하며, 이를 위한 연구를 토지주택연구원 및 외부 연구기관을 통하여 진행하고 있다.

최근 토지주택연구원에서 제4차 중장기 연구계획 개정에 따라 '스마트 혁신기술 개발'을 핵심과제로 하고 세부연구 주제로 'OSC (Off-Site Construction) 건축 설계 시공 기술 개발'로 선정하였다. 이에 대한 상세 연구로는 OSC품질관련 연구, OSC사업모델 개발 등과 같은 연구가 포함되어 있어 OSC 기술개발을 지속적으로 추진할 계획이다.

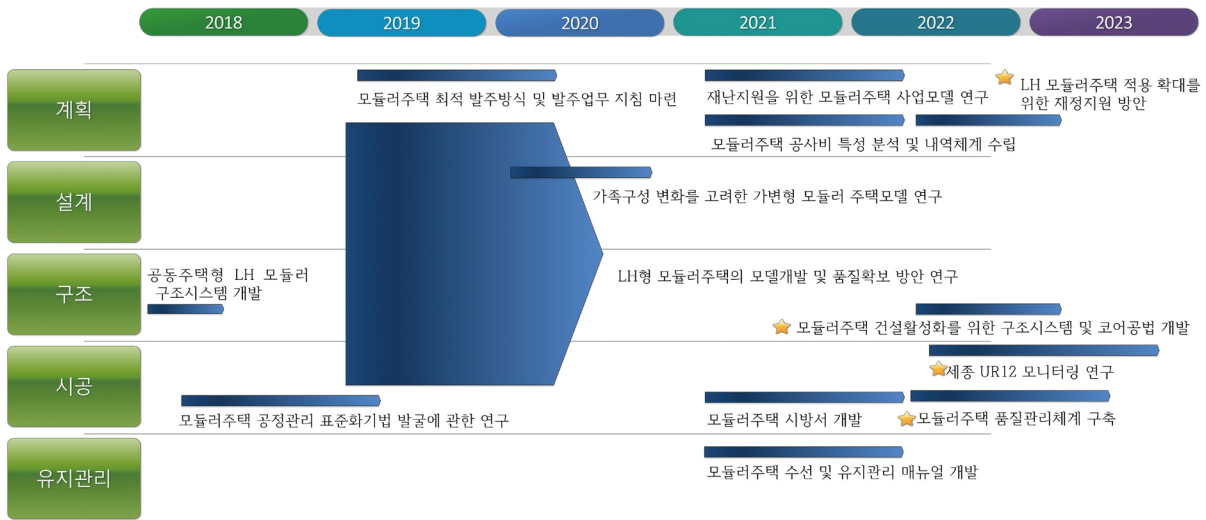


그림 2. 토지주택공사의 모듈러연구 현황

### 3.1. 연구 개발 현황

현재 토지주택연구원에서 모듈러주택 사업과 발맞추어 추진한 연구는 <그림 2>와 같으며, 계획, 설계, 시공, 품질, 유지관리 분야로 추진하고 있다. LH가 수행하는 사업에 모듈러주택을 적용하기 위한 연구들로서 RC (Reinforced Concrete)를 활용한 건축물 위주로 되어 있는 기준들을 모듈러주택 특성에 맞게 기준 또는 지침을 개정하거나 새로 만드는 연구들이다. 대표적인 연구를 들자면 모듈러주택 시방서 개발 연구를 언급할 수 있다. RC건축물에 적용하는 표준시방서를 모듈러주택 특성에 맞는 전문시방서로 개발한 것이다.

모듈러주택의 구조시스템 개발을 시작으로 'LH형 모듈러주택의 모델개발 및 품질확보 방안' 연구는 계획, 설계, 구조, 시공 분야를 포함하여 융복합연구로 진행하였다. 2021년 이후 다양한 방면에서 연구가 진행되었고, 최근 연구가 종료된 연구는 '모듈러주택 건설활성화를 위한 구조시스템 및 코어 공법 개발', 'LH모듈러주택 적용 확대를 위한 재정지원 방안'이 있으며, 이는 몇 달 후 보고서를 발간할 예정이다. 그리고 '모듈러주택 품질관리체계 구축' 연구는 토지주택연구원 에서 진행하고 있다.

### 3.2. 주요 연구 개발 결과

모듈러주택의 주요 연구 중 최근 완료된 모듈러 공사비 분석 및 내역체계 연구와 진행 중인 품질관리체계 연구가 있다.

1) 모듈러주택 공사비 특성 분석 및 내역체계 수립(송상훈 외, 2022)

LH는 모듈러공법의 합리적 적용, LH시행사업의 원활한 추진, 시장확대를 위한 지원 등을 위해 공사비 측면에서 모듈러주택 사업에 필요한 기준을 개발하고자 연구를 시작하게 되었다.

모듈러주택 공사비 특성 및 내역체계 분석을 위한 방법으로 100세대규모의 장기임대주택을 선정하여 전환설계를 시행하였으며, 2021년 LH 모듈러주택 가이드 평면을 준용하고 규모, 세대구성, 마감재 등은 일반주택과 최대한 유사하게 처리하였다.

이를 통하여 모듈러주택 공사비 수준을 검토하였으며, 전체 아파트단지를 기준으로 할 때 RC주택의 127.6% 상승되는 분석결과를 도출하였다.

전환설계 모듈러주택 공사비 산출 시 현행 LH 기준 내역에 따라 내역을 작성하도록 하였으며, 이를 기반으로 모듈러주택 내역체계(안)을 구축하고 이를 종합하여 건축공사 전체 가이드 내역(안)을 작성하였다.

2) 모듈러주택 품질관리체계 구축(2023)

모듈러 주택에 사용하는 모듈러 유닛이 약 80% 가까이 공장에서 제작되고 있으나, 모듈러유닛이 실제 시방서 지침이나 규정에 맞게 제작되고 있는지 분해하지 않고는 확인할 수 없으므로 제작공정에서 품질관리 방안 마련이 필요하다. 이러한 이유로 LH는 다양한 제작업체 및 시공사를 활용하여 모듈러주택을 완성하더라도 동일한 수준의 품질을 확

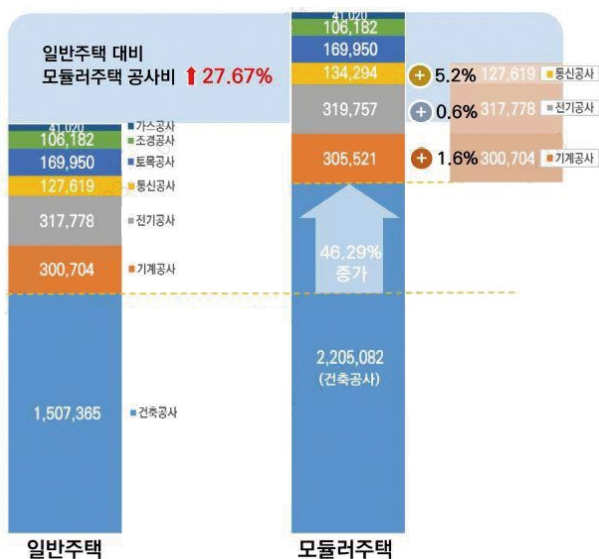


그림 3. 전체 단지 수준에서의 공사비 비교

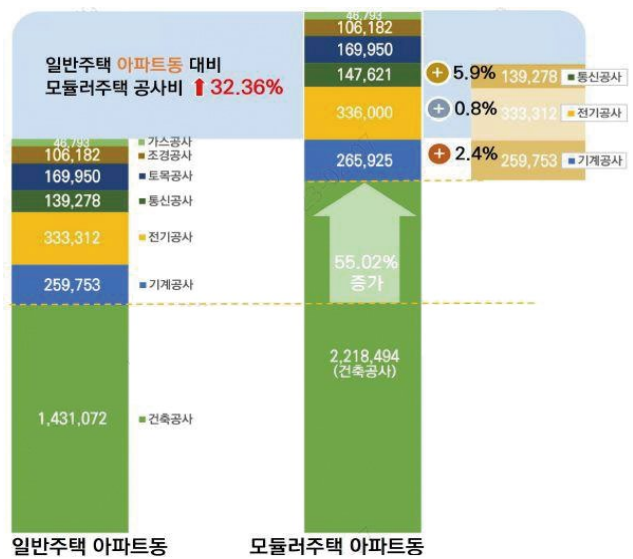


그림 4. 전체 아파트동 공사비 비교

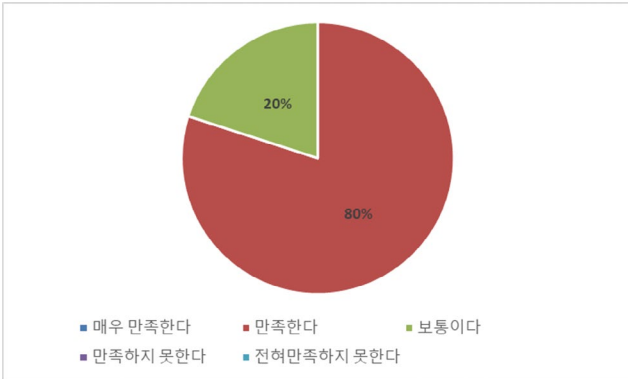
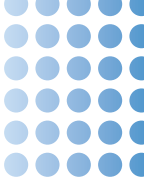


그림 5. 모듈러주택에 대한 만족도

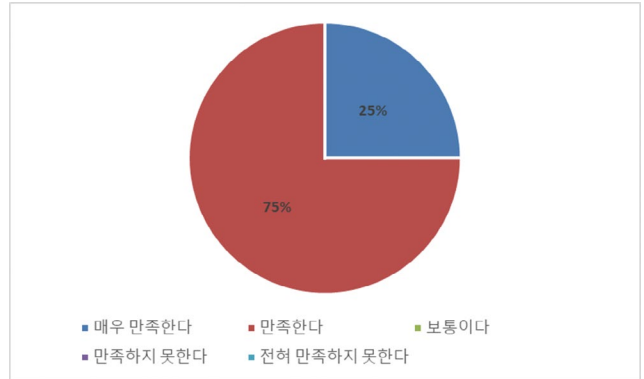


그림 6. 단열에 대한 만족도

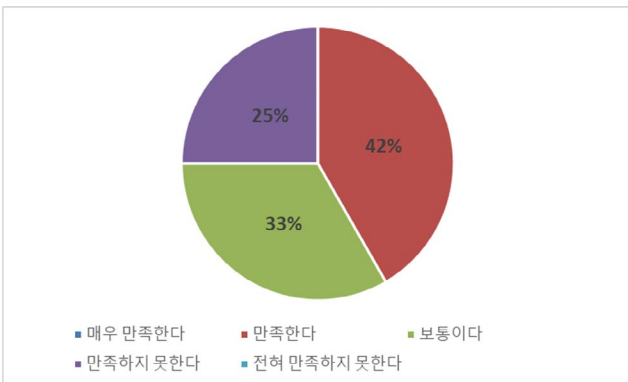


그림 7. 환기에 대한 만족도

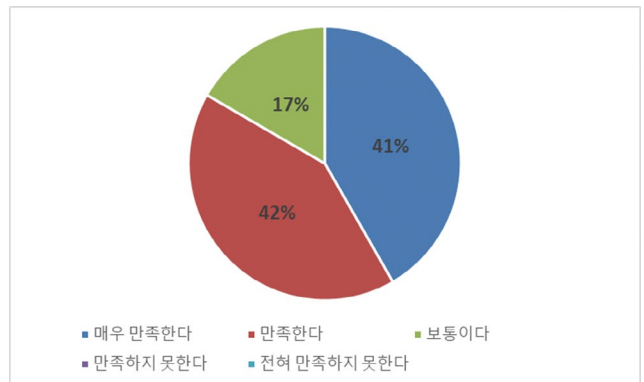


그림 8. 층간소음에 대한 만족도

보하기 위한 품질관리체계 구축을 하고자 하였다. 이를 위한 주요 연구내용은 모듈러주택의 하자분석, 기존 문헌 분석, 프로세스 분석으로 구성되어 있다. 하자분석은 LH의 하자관리 시스템을 통하여 데이터를 확보하였으며, 이와 함께 거주자 심층 인터뷰를 통해 하자와 만족도에 대해서도 조사하였으며, 프로세스 분석은 IDEF를 활용하였다. 모듈러주택 품질조사 대상은 부산용호, 천안두정, 인천용진 모듈러주택이며, 준공일로부터 2022년 9월까지의 하자 내역을 조사하였다. 천안두정과 인천용진 모듈러주택은 실제 답사 및 거주자 인터뷰를 통해 추가 하자 및 만족도를 조사하였습니다. 만족도에 대한 거주자 인터뷰 결과는 모듈러주택에 대한 만족도는 높게 분석되었다. 하자조사 결과 전체 하자건수 대비하여 도배공사가 가장 비율이 높았으며, 건축기타, PL창호, 주방가구, 실링공사 순으로 높은 비율을 차지하고 있다는 결과를 얻었다. 이러한 하자내용을 바탕으로 하자가 많이 발생하는 작업의 지침이나

Check List를 보완 작업하였으며, 감리자가 필수적으로 체크해야 하는 주요 공정 시점을 도출하고 있다. 위 결과를 바탕으로 모듈러주택에 대한 감리배치 기준을 어떻게 할 것인가에 대한 고민이 필요하다. 현재 모듈러유닛 공장 제작에 대한 감리 기준이 없는 실정이며, 품질을 확보하기 위해서는 공장에 감리가 필요하다고 판단하였다. 그러나 전체 공정을 검사하기에는 감리 인원 증가의 원인이 될 수 있으므로 최소한 위 연구결과에서 도출한 주요 검사시점에는 검사를 해야 하며, 주요하자가 발생하는 부위에 대한 체크리스트를 통한 확인이 필요하다는 결론을 도출할 예정이다. 따라서 최종 결과물은 모듈러품질 매뉴얼이 될 것이며, 이 연구를 바탕으로 LH 모듈러주택 품질 지침을 개정할 예정이다.

표 3. 주요 하자 및 비율

구분	도배공사	건축기타	PL창호	주방가구	실링공사
비율(%)	26.87%	10.27%	9.72%	9.67%	9.19%



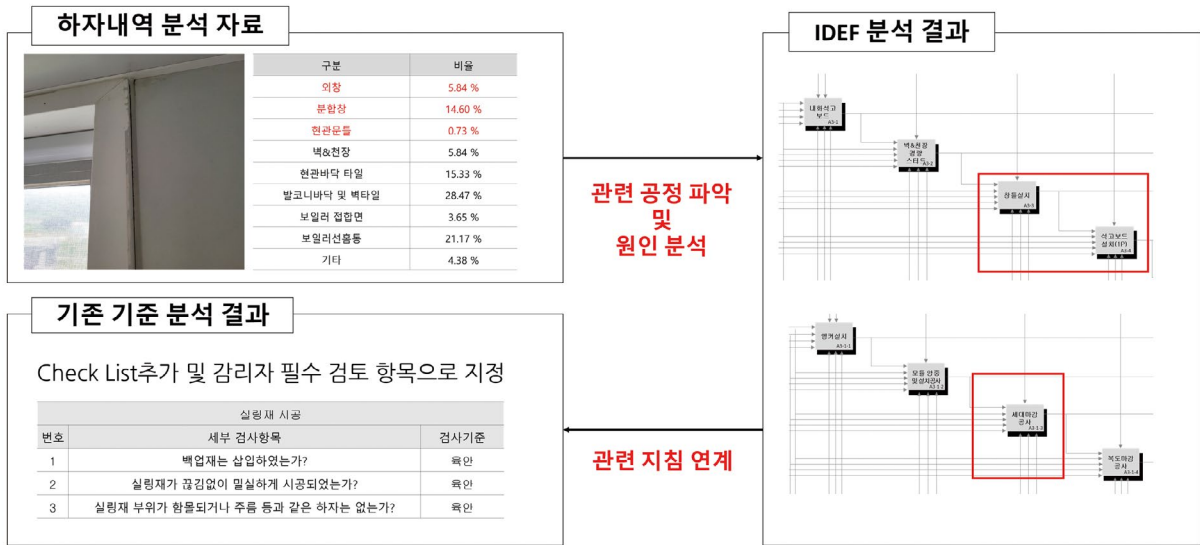


그림 9. 실링하자에 대한 연구결과 도출

## 4. 모듈러주택 활성화 기반 마련

### 4.1. 모듈러주택 관리체계 수립

모듈러주택 후보지 발굴, 사업성 및 제도개선 등을 통한 지속가능한 사업기반을 마련하기 위해 노력하고 있다. 모듈러주택 사업추진과 단계별 주요 이슈에 따라 단기·중기 개선 과제 도출하여 모듈러 특성에 맞는 사업 및 발주방식 다각화, 제도개선 등을 추진하고 있다.

LH와 국토교통부, 한국건설기술연구원, 대한건축학회, 한국철강협회, 스마트모듈러포럼이 참여하는 ‘모듈러주택 정책 협의체’가 ‘22.11월 출범하였으며, 국내 모듈러산업의 경쟁력 향상과 함께 관련 기업의 해외 진출을 지원하기 위해 정기적으로 업계의견 수렴 및 기술교류를 하고 있다.

22.9월에 국내 모듈러주택 최대 규모인 세종 행정중심복합

도시 6-3 생활권 UR1·UR2BL 모듈러 통합공공임대주택을 착공하였다. 지상 7층 총 416호이며, 다양한 입면과 복층 테라스 세대를 도입하여 쾌적한 주거성능뿐만 아니라 미관과 도시경관 측면에서도 모듈러주택의 장점을 극대화 하였다. 기존 철근콘크리트구조보다 모듈러주택은 공사비가 28% 높아, 모듈러주택 활성화를 위한 정부 재정지원확대 및 인센티브(용적률, 건폐율, 높이제한 등 건축기준 완화) 등 정책지원이 필요하다. 모듈러주택사업 다각화를 위해 사업기간 단축 및 현장민원 최소화가 필요한 중·저층 소규모사업, 도심지사업 등을 대상으로 모듈러 사업모델을 개발할 예정이다.



그림 10. 모듈러주택 활성화 방안

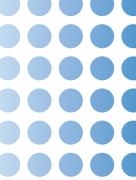


그림 11. 세종시 6-3 생활권 모듈러주택단지 조감도

#### 4.2. 모듈러주택 품질확보

모듈러 프로젝트 규모가 확대됨에 따라 설계·제작·운송·설치·현장 시공 단계 리스크 관리의 중요성은 높아졌지만, 모듈러 특성이 반영된 관리체계와 시스템 등은 부족한 실정으로, 모듈러 특성에 맞는 관리체계가 필요하여 모듈러 MP 및 MA를 도입하였다.

LH는 세종 6-3생활권 UR1,2BL에 모듈러MP (Master Project Manager)를 지정하여, 세종 모듈러 주택의 발주부터 준공 단계별 사업관리를 위한 모니터링 및 개선사항을 도출하고 있다. 세종 모듈러 주택 프로젝트에서 모듈러 MP는 Pre-Con 수행을 위해 사전에 리스크를 검토해 프로젝트 참여기관에 공유하였으며, Pre-Con 수행체계에 대한 가이드를 제시하고 주요 관리 포인트를 공유하였다. 주거 성능 확보를 위한 설계도서 점검과 제작 및 시공계획 검토 등을 통한 품질 검증 모니터링 등을 진행할 예정이다.

모듈러MA (Master Architect)는 사업기획, 현상설계 공모지침 및 설계 경제성 검토(VE) 등에 대한 자문 역할을 수행하면서 모듈러주택 설계 기술지원을 하고 있다.

모듈러 주거성능, 시공기술 등 핵심기술 고도화를 위한 다양한 연구를 모듈러주택 정책협의체 참여기관들과 협업하고 있다. 통합공공임대주택 평형이 확대됨에 따라 3모듈 이상 중대형 평면개발 및 기존 모듈러주택 표준평면을 개선할 예정이다. 평면개발과 함께 모듈러 품질향상 방안을 수립하여 층간소음 성능 등이 우수한 고품질 모듈러주택을 공급할 수 있도록 하겠다.

#### 5. 맺음말

LH는 미래 기술·사회 변화에 대응하며 미래주택에 새로운 가치를 부여하고, 건설산업의 성장동력을 확보하기 위해 모듈러주택 사업을 지속적으로 추진할 계획이다. LH에서 공급하는 주택에 대한 품질확보를 위하여 이와 관련된 다양한 연구를 동시에 진행하고 있다. 2023년에는 모듈러주택의 활성화에 초점을 맞추어 현재까지 연구된 결과물을 바탕으로 현장에 적용할 수 있는 방안을 마련할 예정이다. ESG 경영 및 시민을 위한 공기기업으로 발전할 수 있도록 기술 개발을 확대할 예정이다.

#### 참고문헌

1. 송상훈, 손정락, 남성훈, 김진원, 강기연(2022), 모듈러주택 공사비 특성 분석 및 내역체계수립, 토지주택연구원
2. 국토교통부(2022), 모듈러주택 활성화를 위한 산·학·연·관 정책협력 맞손(보도자료)
3. 국토교통부(2022), 국내 최대 규모 모듈러주택단지 세종시에 들어선다(보도자료)
4. 국토교통부(2022), 스마트 건설 활성화 방안 S-Construction 2030 추진(보도자료)