

## 참고1

## 후보기술 과제 설명자료

중점 분야		건설산업 디지털화				
과제명 1		AI기반의 건설현장 비정형 데이터처리를 위한 DX 기술 개발				
핵심 기술 키워드	AI, LLM 텍스트마이닝	디지털트윈	BIM	블록체인	실시간 모니터링	비정형 빅데이터
연구개발 필요성	<div>○ 건설현장 비정형 데이터 처리 디지털화 시급<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설현장 대부분의 데이터는 비정형성을 띄며, 이를 수집하고 처리하는 시간이 업무의 상당부분을 차지하고 있음</li><li>- 상시발생하는 텍스트, 회의, 사진, IOT센서 등 데이터 대부분은 문서 형태로 작성되어 관리되고 있으며, 출력하여 오프라인으로 관리하고 있는 실정임</li><li>- 건설 데이터의 정합성, 산업의 신뢰성 확보를 위해 건설 전과정에서 발생하는 비정형데이터의 정확하고 손쉬운 처리가 시급한 실정임</li></ul></div> <div>○ 업무효율성 극대화하는 문서관리 디지털화의 중요성<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설현장의 안전, 품질, 시공 문제는 주로 관리자 부재 시 발생하며, 관리자 업무시간의 60% 이상이 서류 작업에 소요됨(출처: 대한경제, 2017.07.27). 이로 인해 관리자는 실제 현장 관리에 집중할 시간이 부족함.</li><li>- 서류 작업을 간소화함으로써 현장 관리자가 품질 관리에 더 많은 시간을 할애할 수 있으며, 이를 통해 건설현장의 품질 및 안전을 확보하는 데 중요한 역할을 함.</li></ul></div>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : AI기반 사업예측 및 관리 )		○ AI 기반 현장문서 학습과 모델링 개발			
	구성기술2 (중점 기술분야 : 실시간 정보 수집 및 협업 )		○ Cloud 및 블록체인 기반 건설현장 통합서류관리 플랫폼 개발 ○ IOT 센서 연계 기능 개발 ○ 국내기관 업무 연동 시스템 개발			
	구성기술3 (중점 기술분야 : 건설정보 모델링 및 디지털 트윈)		○ 자동입력을 위한 AI 기반 서류작업 자동화 서비스 개발 <ul style="list-style-type: none"><li>- AI 및 LLM 기반 서류 자동 생성</li></ul> ○ 자동입력 기반의 BIM 현장운영 간소화 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"><li>- 공사현황 정보와 BIM 모델 자동 연결 기술 개발</li></ul> ○ 디지털 트윈 연계 입력기술 개발 <ul style="list-style-type: none"><li>- 품질검사 및 안전점검 등 진행상황을 실시간으로 공유하고, 디지털 트윈과 연계하여 시각화해 모든 이해관계자가 빠른 상황 판단 및 의사결정을 내릴 수 있도록 함</li></ul> ○ 디지털 트윈 기반 현장 실사 시스템 구축			
	구성기술4 (중점 기술분야 : 건설산업 디지털화 기타 기술)		○ 공사/품질관리 서류 간소화 시스템 개발 ○ 안전관리 서류 간소화 시스템 개발			
	구성기술5 (중점 기술분야 : 표준화)		○ 건설현장 디지털 적용을 위한 표준화 체계 마련 <ul style="list-style-type: none"><li>- 수집된 빅데이터와 주요 이해관계자들과 협력하여 표준화할 요소들을 식별하고, 요소 중심으로 체계적인 표준화 프로세스 수립 및 제언</li></ul>			
기간 / 예산		○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `29년 (총 5년) / 135억 원 (정부출연금 기준)				

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- AI 시스템이 현장에서 발생하는 모든 문서와 데이터를 자동처리하고 관리자들은 단순한 승인 업무만 진행하고 데이터는 블록체인에 기록되어 무결성을 보장하고, 실 데이터의 보안 강화
- BIM과 디지털 트윈 기술이 완벽히 통합되어 모든 설계 및 시공 데이터와 문서가 실시간으로 관리되고 전 과정이 디지털 트윈을 통해 가상 환경에서 모니터링되어 종이서류가 사라짐
- BIM, 공정관리 등 전문지식기반의 고난도 입력작업 간소화가 되면 AI와 빅데이터 분석을 통해 공사 진행율, 품질 관리, 안전관리 요소를 실시간 예측하고 관리됨, 잠재적인 문제를 사전에 파악, 자동으로 해결 방안을 제시하여 현장의 의사결정 과정을 간소화

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 손쉽게 수집된 정확한 건설현장의 빅데이터를 기반으로 스마트 건설의 디지털화 표준 제공
- 데이터 기반의 의사결정으로 모든 공사의 공정하고 투명한 공사진행 관리 → 건설사의 신뢰도와 브랜드 가치 극대화
- Paperless 환경 구축으로 탄소중립 및 친환경 건설을 실현시키고, ESG 경영에 기여

과제명 2	실증기반 기반시설 디지털 트윈 표준 및 사용수명 설계 기술 개발					
핵심 기술 키워드	디지털화	디지털트윈	성능	데이터 표준	실증	
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 국내 주요 SOC 시설물의 노후화 진전에 따라 새로운 가치인 지속가능성이나 회복탄력성과 같은 개념에 근거한 설계기술의 전환이 디지털화와 함께 개발되어야 함</li><li>○ 시설물의 개별 관리주체 단위에서 수행하는 시행착오를 줄이고 국가단위에서 인프라를 관리하기 위한 핵심 방법론으로 디지털 트윈 데이터 표준을 개발하여 이에 근거한 다양한 디지털 전환 기술이 건설산업에 자리잡도록 지원해야 함</li><li>○ 시설물의 교체에 따라 이를 활용한 실증 실험, 재료 및 열화/손상에 대한 데이터 취득을 통해 국내 환경에 적합한 새로운 성능기반 설계기준의 개발이 필요한 시기에 도달함</li><li>○ 설계 자료, 모니터링 데이터 등을 이용한 AI를 학습 모델 개발로 설계 자동화를 지원하고 생애주기 성능을 예측하며 최적의 유지관리 전략 및 비용 산출 의사결정 시스템을 구축해야 함</li><li>○ AI 기반 엔지니어링 기술은 막대한 데이터가 필요하고 건설산업에서의 문서기반 데이터는 가공에 소요되는 비용과 기간이 과다하여 민간기업에서 개발하기 어렵기 때문에 이를 위한 디지털 트윈 표준과 데이터 파이프라인 제공이 시급함</li></ul>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : 디지털화)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 실증기반 디지털 트윈 데이터 표준 개발</li><li>- 주요 시설물인 도로, 철도, 상하수도, 댐, 공항의 관리기관 공모를 통한 설계-시공-유지관리 데이터 표준 개발</li><li>- 교체 대상 시설물을 대상으로 한 성능 실증실험, 재료 및 열화, 손상 조사 데이터 수집 체계 개발 (관리기관 참여 의무사항으로 제안)</li></ul>			
	구성기술2 (중점 기술분야 : 디지털화)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 주요 구조물 형식별 사용수명 설계 기술 개발</li><li>- 구조물의 환경조건별 유지관리 현황 데이터에 기반한 설계에서의 열화모델 예측 및 평가 AI 모델 및 개선안 개발</li><li>- 구조물 안전에 영향을 미치는 주요 손상의 이력 데이터를 통한 손상 진전 모델 개발</li></ul>			
	구성기술3 (중점 기술분야 : 지능화)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 데이터 기반의 연합학습 AI 성능 평가 및 예측 기술 개발</li><li>- 국내외에서 수행된 실증실험 및 붕괴 조사 데이터에 근거한 주요 구조 부재별 성능 평가 모델 개발 (참여 기관별 데이터 활용)</li><li>- 현재의 설계기준에서 실험데이터에 기반한 설계식의 실증 데이터 기반의 개선 (연합학습)</li><li>- 성능 평가 및 예측을 위한 디지털 트윈 활용 학습데이터 생성 기술</li></ul>			
기간 / 예산	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 총 소요기간/예산 : `26 ~ `30년 (총 5년- 1단계 3년, 2단계 2년) / 270억 원 (정보출연금 기준)</li></ul>					

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 설계 엔지니어가 특정 기반시설의 설계를 수행할 때 개발된 디지털 트윈에 축적된 데이터에 근거해서 특정 부재의 설계 변수 설정이나 시설물의 형태, 재료 등을 결정하는 설계를 수행
- 재료, 부재, 시설물 단위의 디지털 트윈 표준에 따라 기반시설 사업의 각 단계에서 요구되는 정보들이 데이터 파이프라인에 의해 축적되어 인공지능 설계기술 및 유지관리 의사결정 기술의 데이터 기반을 제공
- 시설물의 관리 단위별로 축적된 이력데이터에 기반하여 예상되는 사용 수명을 결정하고 필요한 경우 실증데이터에 기반하여 적절한 보수 및 보강 공법을 결정하도록 지원
- 데이터 기반의 디지털 트윈에 의해 구축되는 기반시설은 기반시설이 제공하고자 하는 서비스 차원에서 자율 점검, 교통 수단과의 상호작용, 위치기반 서비스, 재해 및 재난시의 회복탄력성 제공 서비스에 활용

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 문서에 기반한 현재의 기반시설 사업 전반의 디지털 전환을 가속화하여 건설산업의 데이터 자산 축적의 체계를 구축
- 건설 엔지니어링 분야의 인력부족에 대응하고 오랜 경험자산에 근거해야 하는 엔지니어링 역량을 높이고 글로벌한 경쟁력 확보 토대 제공
- 단일 기반시설에 대한 연구결과를 바탕으로 주요 SOC 전반에 걸쳐 확장하여 국가 디지털 트윈 전략의 핵심 자산으로 역할
- 데이터 주권 차원에서 SOC는 국내 개발 SW가 필수적으로 요구되는데 이를 위한 핵심 표준을 제공하고 국내 시장을 형성하여 관련 기업 및 전문인력 양성

중점 분야		건설산업 지능화				
과제명 3		생성형 AI 기반 초격차 해외건설지원기술 개발				
핵심 기술 키워드	생성형 AI	대형 언어 모델	대형 멀티모달 모델	지능형 정보처리	해외건설	
연구개발 필요성	<div>○ 해외건설시장의 중요성과 관련 R&amp;D 미흡</div> <div>- 2025년은 해외건설 60주년이자, 누적수주 1조불을 넘어설 것으로 기대되며, 체코 원전수주와 더불어, K-건설의 해외시장확대에 대한 정책적 이슈를 예상함</div> <div>- '22년 기준 상위 250개 글로벌 기업의 해외건설 매출액은 4,285억불로 전년 대비 7.7% 증가하며 성장세를 보이고 있으며, 그 중 우리나라 기업의 해외 매출액은 263억불, 점유율 6.1%로 세계 5위를 유지하고 있으나 10년 넘게 정체를 보이고 있음(ENR, 2023; 해외건설협회, 2023)</div> <div>○ 대형언어모델 출현 이후 AI 기술 패러다임 변화</div> <div>- 건설 분야에서도 생성형 AI를 활용한 기술 개발이 국지적으로만 시도되고 있으며, 해외건설에 특화된 기술을 개발하는 사례는 거의 없음.</div> <div>○ 중소·중견건설사 및 엔지니어링 회사를 위한 특화 AI기술 필요</div> <div>- 상용화, 대형화 되고 있는 언어모델은 일반적인 지식을 제공하는데 매우 유익하지만, 계약소 독소조항, 국가별 설계기준 비교와 같은 공개된 자료가 거의 없는 특화된 정보는 기업들이 SLM(소형언어모델)기반으로 자체 개발하는 추세임</div> <div>- 하지만, 국내 중소중견건설사 및 엔지니어링사는 자체개발을 하기 위한 비용과 데이터확보에 한계가 있어 국가가 개발을 해서 제공해주는 것이 효율적이고 효과적임</div>					
	구성기술	구성기술1	<div>○ 해외건설 국가별 입찰전 사업정보 예측 모델</div> <div>- 웹크롤링 및 API 기술을 활용하여 주요 국가별 건설 사업계획 및 입찰전 발주정보 실시간 수집</div> <div>- 실시간 수집 데이터 기반 미래 건설사업 발주시장 자동 분석</div> <div>- 실시간 해외 국가별 건설산업 동향(발주 및 경쟁환경 관점) 모니터링 및 정보 제공</div>			
구성기술2		<div>○ 입찰안내서 및 계약서 자동검토 모델</div> <div>- 발주처 제공 ITB 및 계약서 초안을 표준 계약서와 비교·분석하여 독소조항 식별</div> <div>- 건설계약 전문가 지식 디지털화 및 언어모델 학습 데이터 구축</div> <div>- 非오픈소스 기반 해외건설계약 맞춤형 언어모델 개발</div>				
구성기술3		<div>○ 진출국 설계기준 및 시방서와 국제표준 자동 비교·검토 모델</div> <div>- 국제 표준과의 실제 문서 비교분석을 통한 차이점 및 핵심검토사항 자동 추출</div> <div>- 설계도서 내 비정형데이터(도표, 수식, 그림) 인식 및 디지털화</div>				
기간 / 예산		○ 총 소요기간/예산 : '26 ~ '29 (총 4) / 114억원 (정부출연금 기준)				

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습 (결과물의 원리 관점에서 작성)

- 다수의 실무자가 수많은 해외발주정보 사이트를 일일이 방문하거나 해외건설협회에서 링크한 제한된 정보만을 활용하는 방식에서, AI가 실시간 웹크롤링을 통해, 전세계 모든 영어, 비영어의 발주정보 자동검색 및 발주예상까지 추론하여 엄청나게 빠르고, 광범위하게 제공
- ITB, 계약서 초안, 해외설계기준 등을 수십명의 실무자가 PDF 단어검색으로 일일이 오랜 시간 검토하는 방식에서, 해외건설 분야 비공개 전문지식을 체화한 AI가 단시간에 자동으로 검토한 것을 소수의 전문가가 확인하는 방식으로 전환

### ○ 사회·산업 측면 미래모습 (결과물의 활용 관점에서 작성)

- 해외건설이나 국내건설이나 사업정보획득, 계약서 검토, 설계기준 검토 등의 투여시간과 정확도에서 거의 차이가 없어서, 중소중견기업이나 엔지니어링기업이 해외에서 사업을 하는데 어려움이 적음. 특히, 엔지니어링 회사는 해외매출비중과 국내매출비중이 비슷해짐.
- 해외사업담당자는 회사에서 관심있는 사업분야와 기술에 대해, AI가 매일 아침 전세계 150개국의 발주정보를 검색하고 요약한 보고서를 받아보며 일을 시작함

과제명 4	멀티모달 데이터 및 디지털트윈 기반 지능형 건설현장 모니터링 및 관리 기술 개발					
핵심 기술 키워드	멀티모달 데이터	디지털트윈	Scan-to-BIM	차세대 영상분석	품질관리	생산성
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 시공·건설사업관리 부실 문제로 인한 현장 정보 현행화 중요성 부각<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설 현장인력 고령화 및 작업자 간의 능력 편차로 인해 시공 오차에 대한 즉각적인 판별 및 대응이 어려우며, 이에 따라 건설 생산성이 저하되고 품질의 변동성이 증가하고 있음.</li><li>- '23년에는 인천 검단 아파트 지하주차장 붕괴사고, LH 단지 철근 누락 사태 등 건설업계의 관리 부실 문제가 두드러졌으며, 이와 함께 현장 관리능력 강화, 책임소재 판단을 위한 현장 각종 정보에 대한 디지털화 및 현행화의 중요성도 함께 부각 되고 있음.</li></ul></li><li>○ 현장 정보 현행화를 위한 멀티모달 데이터 융합의 필요성<ul style="list-style-type: none"><li>- 현장 정보는 현장의 지형지물과 시공과정을 정밀하게 설명하는 형상 정보, 작업자/중장비/자재 등 현장 객체, 소음/진동/분진/온습도 등의 정보와 같이 다양한 물리적/환경적 멀티모달 데이터를 통해 설명할 수 있어 융합적 데이터 센싱을 요구함.</li></ul></li></ul>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : AI기반 현장관리)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 자율주행장비 활용 변화 감지 대응형 실시간 디지털트윈 구축 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 자율주행 UAV SLAM 활용 현장 전역 고정밀 디지털맵 생성 및 업데이트 기술 개발</li><li>- 자율주행장비 활용 디지털맵 실시간 업데이트 기술 개발</li><li>- 계측센서 활용 현장 정보 맵핑기술 개발</li></ul></li></ul>			
	구성기술2 (중점 기술분야 : AI기반 현장관리)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 대형 현장 시설물 시공 오차 및 콘크리트 시공 품질 검측 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 대형 현장 시설물 시공 오차 검측 기술 개발</li><li>- 대형 현장 실시간 콘크리트 시공 품질 검측 기술 개발</li></ul></li></ul>			
	구성기술3 (중점 기술분야 : AI기반 현장관리)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 지능형 현장관리 실현을 위한 차세대 영상분석 및 공정관리 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설현장 단일 2D 이미지 객체의 3D 자동변환 기술 개발</li><li>- 2D 영상 기반 실시간 작업 공정률 분석기술 개발</li><li>- 건설현장 생산성 정보 자동 DB화 기술 개발</li><li>- 현장 멀티모달 데이터 통합 분석기술 개발</li></ul></li></ul>			
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `28년 (총 4년) / 200억 원 (정부출연금 기준)					

#### ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

##### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- UAV, UGV와 같은 자율주행장비가 현장을 돌아다니며 시시각각 변화하는 현장 모습과 똑같은 디지털트윈을 실시간으로 구축 및 업데이트
- 디지털트윈을 디지털 설계기준/시방서와 비교하여 실시간 품질 검측하고, 온도/습도 등 환경 변화에 따른 콘크리트 강도 발현 시기 예측
- 2D CCTV 영상만으로도 현장 상황을 3차원으로 이해하여 공정률과 생산성을 자동 분석

##### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 디지털트윈 구축/활용을 통한 Paperless 현장 구현 및 건설산업 디지털화/자동화 기반 마련
- 시공 품질 자동/상시 검측을 통한 오랫동안 튼튼하게 사용할 수 있는 시설물 건설
- 건설 생산성 향상을 통해 공기 및 공사비를 절감하고 전문인력 부족 문제를 해결

과제명 5     디지털 트윈 시뮬레이션 기반 도로시설물 성능 예측 및 관리 기술 개발						
핵심 기술 키워드	디지털 트윈	도로시설물	시뮬레이션	성능평가	성능예측	수명 연장
연구개발 필요성	<div>○ 국내 주요 기반시설의 노후화가 진행되고 있으며, 특히 30년 이상된 노후 시설물의 경우 향후 5년간 2배, 10년간 3배가량 급증할 예정으로 노후 도로시설물에 대한 선제적 보수·보강 및 대응조치 필요</div> <div>- '30년 기준 노후 시설물은 '20년 대비 156% 증가하고, 주요 도로시설물에 해당하는 교량은 176%, 터널 134%, 옹벽 110%, 절토사면 217%로 몇 년 안에 매우 급격하게 증가할 것으로 전망</div> <div>- 우리나라 도로시설물 및 주요 도시 인프라는 향후 급속한 노후화에 따라 성능평가 결과를 고려한 중차대한 수준의 보수·보강 필요성이 증가하고 유지관리 비용의 비약적 증가가 예상되므로, 선제적 관리 필요</div> <div>○ 현재 도로시설물의 유지관리 업무는 주기적 안전진단 및 성능평가 후 시설물의 안전등급에 따라 관리되어 시설물의 현재 상태만을 진단하는 사후 대응형 유지관리</div> <div>○ 정부에서는 첨단기술을 기반으로 건설산업의 새로운 도약기회 마련의 일환으로, 시설물 유지관리 단계에서도 디지털 트윈 관리 및 시뮬레이션을 통한 사전예측 기술 개발을 추진 하고자 하나 구체적인 내용은 없는 실정</div>					
구성기술	구성기술1 (도로시설물 시뮬레이션을 위한 디지털 트윈 구축 기술)		<div>○ DT 시뮬레이션을 위한 도로시설물 모델링 기술 개발</div> <div>○ DT 시뮬레이션을 위한 보수·보강공법별 객체형 모델링 기술 개발</div> <div>○ 도로시설물 및 보수·보강공법 모델 시뮬레이션 연계 기술 개발</div>			
	구성기술2 (디지털 트윈 기반 보수·보강 시뮬레이션 기술)		<div>○ AI 기반 DT 시뮬레이션 데이터 품질 관리 기술 개발</div> <div>○ AI 기반 보수·보강 효과 정량화 기술 개발</div> <div>○ 보수·보강 효과 고려 DT 시뮬레이션 기술 개발</div> <div>○ 시뮬레이션 기반 미래 성능 예측 기술 개발</div>			
	구성기술3 (보수·보강 시뮬레이션 활용 미래형 도로시설물 관리기술)		<div>○ DT 기반 최적 보수·보강 공법 제시를 위한 AI 활용기술 개발</div> <div>○ DT 기반 이력관리를 통한 관리계획 수립 지원 기술 개발</div> <div>○ DT 기반 성능예측 및 관리기술 실용화를 위한 유관시스템 적용기술 개발</div>			
기간 / 예산	<div>○ 총 소요기간/예산 : `26 ~ `29년 (총 5년) / 150억 원 (정부출연금 기준)</div>					

#### ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

##### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 기존 유한요소해석 기반 시뮬레이션의 기술적 한계를 넘어선 융합정보를 활용한 새로운 방법론 도입의 진보된 시뮬레이션 기술 확보
- 디지털 트윈 기술과 회계 및 경영 등 자산관리 기능이 융합된 네트워크 의사결정 시스템을 개발을 통해 국내 스마트 유지관리 기술의 경쟁력 강화

##### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 디지털 트윈 시뮬레이션 기반으로 보수·보강 공법 결정 및 유지관리 비용의 최적 집행 계획을 세부적으로 제공하여 효율적인 유지관리 예산집행 지원
- 시나리오 기반 도로시설물의 보수·보강 시뮬레이션을 통해, 관리주체의 보수·보강 우선순위 선정 및 스케줄, 예산 편성 등 전략적 업무 수립에 활용



과제명 6		설계도서, 도면 정합성 검토를 통한 설계오류 및 시공성 자동검토 기술 개발					
핵심 기술 키워드		디지털 트윈	이미지 인식	인공지능	비정형 데이터 처리	데이터 분석	정합성 검토
연구개발 필요성		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 건설 산업이 갖는 특수성 (인력 중심 아날로그 방식의 건설 프로세스)<ul style="list-style-type: none"><li>- 2차 산업으로 오랜 시간 축적된 전산화가 쉽지 않은 방대한 양의 정보</li><li>- 계획 단계에서 준공 단계까지 발생하는 잦은 일정 변경과 설계 변경, 데이터들의 분산</li><li>- 건설업 종사자의 고령화로 개인의 노하우로 전달되던 건설 기술이 점차 단절 가속화</li></ul></li><li>○ 건설 데이터 관리 시스템의 부재<ul style="list-style-type: none"><li>- 제각각의 정보교환 방식 및 저장 방식 (엑셀, 워드, 파워포인트, 카카오톡, 메시지, 수기 메모 등) 과 통일되지 않은 보고서 형식으로 인해 과거 데이터에 대한 낮은 신뢰성 및 활용 가능성 - 데이터 간 자동 연계가 되지 않고 저장 관점에서 시스템 활용성의 한계가 분명히 존재</li><li>ex) 구조 계산서의 경우 실제 단위 데이터의 작성은 디지털 시스템이 활용되고 있으나 실제 데이터를 옮기는 시스템이 편집자 혹은 작성자에게 의존적이며, 충분한 시간이 주어지지 않고, 검토 시스템 또한 존재하지 않아 자료간 불일치 빈번</li><li>- 표준화 모델 부재로 비효율적인 수동 문서 업데이트 발생하는 정보의 변형, 누락 가능성 상승</li><li>- 기술에 따른 전문가 양성과 고가의 기기 도입 방식은 소비자의 부담</li></ul></li></ul>					
구성기술		구성기술1		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 컴퓨터 비전 및 인공지능을 활용한 설계도서 인식, 검토 및 오류 탐지 기술<ul style="list-style-type: none"><li>- 설계도서내 문자의 특징과 이미지의 특징을 분류하여 오류를 탐지 및 데이터 정제</li><li>- 다양한 형태의 설계도서의 비정형 데이터를 인식, 구조화하는 기술</li><li>- 2D설계도서의 파편화된 정보를 분석가능한 프로젝트 데이터로 전환하는 기술</li></ul></li></ul>			
		구성기술2		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 설계도서를 이해하고 데이터를 바탕으로 의사결정을 돕는 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 수량 산출된 도서를 검증하는 SW 및 방법으로 다양한 이해관계자 및 규모의 회사에서 모두 같은 SW를 사용하지 않기 때문에 통용될 수 있는 산출물을 기반으로 검토하는 시스템</li><li>- 설계도를 인식하여 수량 산출 및 설계 한도 계산 기술</li><li>- 시공 수량 및 설계도를 바탕으로 파악한 프로젝트 특징기반 공사 계획 및 시뮬레이션 기술</li></ul></li></ul>			
		구성기술3		<ul style="list-style-type: none"><li>○ AI 학습을 통해 설계도서의 의도를 파악해 구조, 설비, 전기, 소방 등 AEC 전반의 엔지니어링 서비스 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 건축 설계 도서의 space 프로그램을 충족시킬 수 있는 구조도서, 설비도서를 자동 또는 보조하며 계산 및 도면을 그리는 SW</li><li>- 설계도서내 스페이스 프로그램 등 의도 파악 AI 모델 개발</li><li>- 사용자의 입력을 기반으로 설계를 제안하는 Co-Engineering 기술 개발</li><li>- LLM, Diffusion등 멀티모달 기반의 설계 자동화 기술 개발</li></ul></li></ul>			
기간 / 예산		○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `28년 (총 4년) / 115억 원 (정부출연금 기준)					

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- AI와 컴퓨터 비전 기술로 설계도서를 실시간으로 분석해 휴먼에러를 탐지할 수 있음
- 설계도서의 의도를 파악하고, 구조적 안전성, 에너지 효율성, 시공 가능성 등을 종합적으로 평가하여 최적의 설계안을 제안할 수도 있음
- 설계 단계에서 발생하는 오류 감소로 시공 과정에서의 예측 불가능한 문제 최소화 가능

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 건설 프로젝트의 품질 향상에 따라 건축물의 안전성과 효율성 극대화 예상
- 공공 안전이 개선되고 환경친화적인 건축물 증가로 지속 가능한 도시 개발 촉진 예상
- 건설 산업의 디지털화와 자동화 가속화로 관련 직무에 대한 새로운 일자리와 교육 기회 창출
- 디지털 트윈과 연계한 AI 기술 일반화로 설계와 시공 간의 정보 격차 감소와 프로젝트 시간 및 비용 절감
- 설계 오류로 인한 재작업 감소로 전체 건설 생산성 향상 및 글로벌 경쟁력 향상

중점 분야	건설 자동화					
과제명 7	철근 콘크리트 공사 자동화 기술 개발					
핵심 기술 키워드	건설장비 자동화	건설 로봇	자율주행	실시간 모니터링	자동 장비 제어	모듈 조립
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 전체 건설공사의 위험요소 중 가장 많은 33%의 위험요소가 철근 콘크리트 공사 에서 도출되었으며 동바리 및 거푸집 등 철근 콘크리트 공사와 밀접한 관계가 있는 가설공사에서 두 번째로 많은 24%의 위험요소가 도출됨.* * 건설공사 안전관리 종합 정보망, 공종별 위험요소 도출현황(2023년 건축)</li><li>○ 낮은 시공품질로 인한 사회적 이슈 지속적 발생<ul style="list-style-type: none"><li>- 2022년 1월 광주 아파트 붕괴사고는 구조검토 없이 데크플레이트 등 설치, 동바리 무단철거, 콘크리트의 품질/양생 불량이 주요 원인이었음.</li><li>- 이에 건설안전과 시공품질에 대한 국민 불안감이 높아지고 있으며, 정부차원에서 아파트 현장 안전조사를 실시하는 등 시공품질에 대한 점검을 확대하고 있음.</li></ul></li><li>○ 철근 콘크리트 공사는 크게 철근공사, 거푸집공사, 콘크리트공사로 구분할 수 있으며 해당 작업들은 모두 중량물(철근, 유로폼, 알폼, 콘크리트 등)을 다루는 작업으로 높은 노동강도를 가짐.<ul style="list-style-type: none"><li>- 따라서 앞선 문제점을 해결하기 위해 철근공사, 거푸집공사, 콘크리트 타설공사를 포함하는 철근콘크리트 공사를 대상으로 공사에 투입되는 작업자의 노동강도를 저감시키거나 더 나아가서는 작업자의 투입 인원수를 줄일 수 있는 시공 자동화 기술이 필요함</li></ul></li></ul>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : 건설장비 자동화, 건설로봇, 부재 및 모듈설계, 부재 및 모듈제작·조립 기술)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 철근공사 자동화 기술<ul style="list-style-type: none"><li>- BIM 기반 철근 Pre-fab 부재 자동 설계/제작 및 현장 이송 기술</li><li>- 수평/수직 철근 결속 로봇 기술 개발 (기술 연계: 기존 철근결속기의 활용)</li></ul></li></ul>			
	구성기술2 (중점 기술분야 : 건설장비 자동화, 건설로봇)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 거푸집공사 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 수직 거푸집(벽체/기둥) 시공 자동화 로봇 (기술 연계 : 외벽 시스템 거푸집 인양 기술과 연계 및 추가 개발)</li><li>- 수평 거푸집(슬래브/보) 시공 자동화 로봇</li><li>- 자재 인양 및 운송 자동화 기술 (기술 연계 : AGV, AMR, 운반대차 등 운송 로봇 기술)</li></ul></li></ul>			
	구성기술3 (중점 기술분야 : 건설장비 자동화, 건설로봇)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 콘크리트 타설 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- CPB(Concrete Placing Boom) 타설 자동화 시스템</li><li>- 콘크리트 펌프카 타설 자동화 시스템 (기술 연계 : 콘크리트 펌프카 이용 추가 개발)</li><li>- 콘크리트 다짐 자동화 시스템 (기술 연계 : 스마트건설사업단 자동다짐 기술)</li></ul></li></ul>			
	구성기술4 (중점 기술분야 : 건설장비 자동화, 건설로봇)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 철근 콘크리트 공사 기술의 통합 시스템 구축 및 통합관제 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트 철근 콘크리트 공사 통합관제 기술 개발</li><li>- 스마트 철근 콘크리트 공사 기술의 현장실증 및 기술 확산<ul style="list-style-type: none"><li>* 기술 실증을 위한 테스트베드 구축</li><li>* 철근 콘크리트 공사 DFA(Design for Automation) 개발</li><li>* 자동화 기술 실용화를 위한 제도/정책 제안 및 개선</li></ul></li></ul></li></ul>			
기간 / 예산	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `29년 (총 5년) / 300억 원 (정부출연금 기준)</li></ul>					

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 철근 콘크리트 공사 전반의 프로세스(철근조립, 거푸집 공사, 타설)가 로봇 및 모듈화를 통해 자동화되며 공사 진행에 대한 정보가 첨단 센싱 기술을 통해 실시간 모니터링 및 관제
- 실시간으로 수집되는 데이터는 모니터링되어 공사관리에 활용되며 해당 데이터를 통해 정확도 높은 공사기간 및 공사비 예측 가능

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 철근 콘크리트 공사 자동화를 통해 철근 콘크리트 공사에서 발생할 수 있는 시공품질 문제(철근 누락, 철근 결속 누락, 거푸집 체결 누락, 콘크리트 타설 품질 등)를 해결
- 건설로봇을 통해 출산율 저하 및 인구 고령화로 인한 건설현장의 인력부족 문제를 해결
- 건설현장 투입인력 감소를 통해 건설사고로 인한 인명피해를 근본적으로 예방하며 건설사고로 인해 발생하는 손실비용 절감

과제명 8	다중 규모 제어 솔루션을 활용한 상용 건설기계 무인·자동화 기술 개발					
핵심 기술 키워드	건설장비 무인화·자동화	자율 및 원격 제어 건설장비	건설장비 자동화 Retrofit Kit	Multi-Scale Machine Control 기술	GPS 및 센서 기술 기반 건설장비 제어	
연구개발 필요성	<div>○ 건설장비의 자율·원격 조종 등에 의한 무인·자동화 시공 기술은 장비 오퍼레이터가 개별장비 캐빈에서 직접 조종하지 않고, 1명의 조종사가 다수의 장비를 다룰 수 있는 장점 때문에 건설 안전성과 생산성을 동시에 제고할 수 있는 중요한 기술임.</div> <div>- 기존의 상용 건설기계가 중량의 자재를 다룰 수 있으며, 열악한 건설환경에서 장시간의 작동이 가능한 구동 메커니즘을 갖추고 있으므로 이를 활용하되, 로봇틱 말단장치, 지능형 제어시스템 및 센싱 기술 기반 장비 Retrofit을 통한 무인·자율 장비로의 변환이 필요함.</div> <div>○ 상용 건설기계에 적용되는 Machine Control 기술이 토공장비를 중심으로 개발되어 현장에서 활용되고 있음. 그러나 기존의 Machine Control 기술은 개별장비가 대상이 되므로, 건설공정을 최적화하여 다수 장비의 군집·협업이 가능한 건설공정 레벨의 Machine Control 기술이 연결되어야 무인 장비군의 생산성 제고가 가능하므로, 이를 고려한 Multi-Scale Machine Control이 필요함.</div> <div>○ 건설 분야별 공종을 대상으로 시스템적인 자동화 기술 도입과 더불어 건설현장에 투입되는 집합체(자동화 장비/로봇 + 인력 + 자재)에 대한 효율적인 운영 기술이 필요함.</div>					
구성기술	구성기술1: 상용 건설기계 무인화·자동화를 위한 Retrofit 기술		<div>□ 건설기계관리법 대상 상용 건설기계 H/W Retrofit을 통한 무인화·자동화</div> <div>○ Retrofit 대상 건설기계의 기본 동작 시스템인 이동 및 작업장치 H/W 분석 및 Retrofit</div> <div>○ 로봇틱 end-effector 및 IoT 센서 적용을 통한 무인 자동화 기계로의 H/W Retrofit 개발</div> <div>- Retrofit 대상 건설장비:</div> <div>1) 터널공사 (NATM): 로더, 천공기(점보드릴), 터널용 고소작업차(차징카), 덤프트럭(Off-road용)</div> <div>2) 부지조성 공사: 굴착기 로봇틱 어태치먼트 - 관거시공, 맨홀시공, 자재운반</div> <div>3) 자재양중: 타워크레인</div> <div>* 기 국가연구개발 과제(국토교통부 스마트 건설기술개발 사업, 산업통상자원부 굴착무인화 과제)의 자동화 장비 개발 대상인 굴착기(토공용), 도저, 모터그레이더, 롤러, 모바일 크레인은 제외</div>			
	구성기술2: Multi-Scale Machine Control 기술		<div>□ 소수의 작업자로 다수의 자동화된 건설장비 군(群) 및 개별장비 동시 제어 및 관제</div> <div>○ 건설기계 특성에 따른 장비의 교시기술 및 주행제어 자동화를 위한 탈·부착이 가능 개별 무인 장비용 Machine Control 기술 개발</div> <div>○ 공사 유형별 다수의 이종장비군에 대한 운용 기술(Fleet Control)과 다양한 레벨의 자동화 장비·인력에 대한 협업 기술(Multi-Scale Machine Control) 개발</div> <div>* Multi-Scale Machine Control 기술은 기 국가연구개발 과제의 무인·자동화 장비를 포함하여 공종·분야별 Fleet Control 형태로 개발되어야 함</div>			
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : `26 ~ `29년 (총 4년) / 300억 원 (정부출연금 기준)					

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 다수의 자동화 건설기계와 소수의 무인장비 오퍼레이터가 협력하여 건설 현장에서 다양한 작업을 자동화하고 무인화하며, 통합된 관제시스템으로 현장전체 또는 특정 공종/분야의 모든 작업이 실시간으로 조율되고 관리됨.
- 상용 건설기계를 Retrofit 하여 자동화 기능을 추가함으로써 경제적인 건설현장 무인화를 실현하고, 건설기계 오퍼레이터는 단순한 장비조작기술자가 아닌 건설기술을 기반으로 한 IT/기계/로봇 융합기술자로 변화하게 됨.

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 자동화 및 무인화로 건설현장의 생산성과 안전성을 높이며, 소수의 작업자가 다수의 자동화된 장비를 시스템적으로 제어해 건설공사의 효율성을 높이고 원가를 절감함.
- 무인·자동화 기술 도입으로 위험 작업이 감소하고 청년층의 건설산업 유입이 활발해지며, 고급 기술을 요구하는 일자리가 증가해 산업의 고도화가 이루어짐.
- 기존 상용건설기계의 Retrofit 기술은 특정 건설기계 제조업체에 국한되지 않고 적용 가능하여 수출을 통한 글로벌 경쟁력 확보가 가능함

과제명 9      로보틱스 기반 고위험/저효율 공종 원격 수행 및 작업 보조 기술						
핵심 기술 키워드	건설자동화	건설로봇	안전	생산성	무인화	
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 건설산업에서 안전사고로 인한 인명 사고가 지속적으로 발생하고 있는 가운데 중대재해처벌법(중처법)이 시행되었지만, 제도.관리적 조치만으로는 중대재해의 획기적인 감소는 기대하기 어려운 실정<ul style="list-style-type: none"><li>* 건설공사안전관리종합정보망(csi.go.kr)의 통계정보에 따르면, 중처법 시행('22년 1월) 이후 건설현장 사망자수는 소폭 감소하였으나 50억 이상 현장의 사망자수는 '22년 103명에서 '23년 114명으로 증가</li></ul></li><li>○ 최근 10년간 건설산업의 생산성은 전반적으로 하락, 건설현장 작업자의 고령화와 숙련노동자의 감소로 인해 첨단기술의 도입 없이 생산성 향상을 기대하기 어려움<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설산업의 부가가치 기준 노동생산성 지수는 '11년에서 '21년 사이 104.1에서 94.5로 감소, 산업생산 기준 노동생산성 지수는 106.9에서 98.6으로 감소</li><li>* 동기간 우리나라 전산업(농업 제외)의 부가가치 기준 노동생산성은 98.8('11년)에서 113.5('21년), 산업생산 기준 노동생산성은 104.5('11년)에서 110.0('21년)으로 증가</li></ul></li><li>○ 우리나라 건설현장 인력의 고령화와 숙련 노동자의 감소가 급속히 진행되고 있는 가운데, 이로 인한 사고 위험의 증가와 효율 저하를 보완하기 위한 로봇, 자동화 등의 기술적인 대책 마련 필요</li><li>○ 건설현장은 점차 기계화·자동화 등의 기술로 선진화 되고 있으나, 여전히 중대재해는 지속적으로 높은 수준으로 발생하고 있음. 특히, 급속히 진행되고 있는 건설현장 인력의 고령화와 숙련 노동자의 감소는 안전사고의 감소와 생산성 향상에 대한 전망을 어둡게 함</li></ul>					
	구성기술1		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 로보틱스 기반 고위험 공종 원격 수행 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 고위험 공종 원격 수행 로봇 H/W 및 로봇 활용 작업 공정 개발</li><li>- 고위험 공종 원격 수행 로봇, 환경 모니터링 및 원격 제어 기술 개발</li><li>- 고위험 공종 원격 수행 로봇 활용 작업자 훈련 시스템 개발</li></ul></li></ul>			
구성기술	구성기술2		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 사고 다발 작업의 안전과 효율 향상을 위한 로보틱스 기반 작업 보조 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 사고 다발 작업 보조 로봇 H/W 및 로봇 활용 작업 프로세스 개발</li><li>- 사고 다발 작업 보조 로봇, 환경 모니터링 및 제어 기술 개발</li></ul></li></ul>			
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : '25 ~ '30년 (총 6년) / 300억 원 (정부출연금 기준)					

#### ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

##### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 건설 현장의 위험성이 높은 공종은 로봇을 이용한 원격 제어 방식으로 수행되고 사고 발생 가능성이 높거나 근골격계의 부담이 있는 작업은 로봇의 도움을 받으면서 수행되어 건설 현장의 작업자는 사고 위험에 대한 걱정 없이 효율 높은 작업을 지속

##### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 로봇 기술의 도입으로 건설 현장의 작업이 위험이 낮고 근골격계에 부담이 적은 방식으로 변화되어 청년층의 유입이 활성화되고 고령의 숙련 노동자의 효율이 향상
- 건설 현장의 작업 환경 개선으로 숙련도가 높은 고령층과 청년층의 균형 있는 투입을 통해 숙련 인력 기반 유지

과제명 10 스마트 건설 자동화 장비 안전성 평가 기술 개발						
핵심 기술 키워드	건설 장비 자동화	건설 로봇	3D 프린팅	안전성 평가	스마트 건설기계	무인 건설기계
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 제2차 국토교통과학기술종합계획 3번째 추진전략 “지속가능한 국토교통 기반시설 고도화”에 포함된 스마트 디지털 건설에 부합<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트 디지털 건설: 건설산업 내 디지털 기술을 적용하여 생산성(공사 기간 단축), 안전성(안전사고 개선), 수익성(공사비 절감) 향상</li></ul></li><li>○ 스마트 건설기계(로봇)는 스마트 건설 달성을 위한 필수 요소임에도 운용 안전성을 담보 하기 위한 연구 및 기반 기술 부재<ul style="list-style-type: none"><li>- 건설기계는 MG(Machine Guidance)/MC(Machine Control) 기술이 이미 적용되고 있고 초장거리 원격조정, 무인화 기술, 로봇, 3D프린터 등 개발이 활발히 진행 중</li></ul></li><li>○ 현행법상 건설기계는 27종만 해당하여 관리되고 있어 스마트 건설기계(로봇)는 시험 및 검사방법, 안전기준, 관련 법·제도가 전무, 관련 근거법 부재로 적시 현장 적용 불가<ul style="list-style-type: none"><li>- '22년 광주 아파트 붕괴사고 당시 해체 로봇(굴착기 형식) 투입이 검토되었으나 현행법상 건설기계 범위에 해당하지 않아 투입 불가</li><li>- 신기술과 융·복합된 스마트 건설기계(로봇) 등의 안전성은 전적으로 제조사 자체 검증에 의존하고 있어 현재의 안전성 시험 종류, 내용, 결과 등이 파악 불가</li></ul></li><li>○ 스마트 건설 자동화 장비의 현장 운용을 위한 안전성 평가 기준과 방법, 형식승인 기준, 운용 안전성 검사 기준과 방법 등의 연구개발을 통해 안전한 스마트 건설 자동화 시공 장비 보급 기반 조성이 목적</li></ul>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : 건설장비자동화, 건설로봇, 3D 프린팅 기술)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 건설 자동화 시공 장비 안전성 평가 기술 개발 기반 조성<ul style="list-style-type: none"><li>- 스마트 무인 건설 및 3D 프린팅 시공 장비 안전성 평가 및 검사 기술 기반 조성</li><li>- 종합성능 및 운용 안전성 검증 장비 구축</li></ul></li></ul>			
	구성기술2 (중점 기술분야 : 건설장비자동화, 건설로봇, 3D 프린팅 기술)		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 스마트 건설 자동화 시공 장비 및 로봇의 안전성 평가 기술 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 운용 안전성 평가 기술 및 평가 장비 개발</li><li>- 건설 및 특수목적 로봇 작업시스템 실증 평가 장비개발</li><li>- 스마트 건설 자동화 시공장비 및 로봇 기능 안전 평가 검증 시뮬레이터 개발</li><li>- 스마트 건설 시공장비 안전성 검사 장비 개발</li></ul></li></ul>			
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : '26 ~ '30년 (총 5년) / 800억 원 (정부출연금 기준)					

#### ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

##### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 스마트 건설 달성을 위한 핵심 도구인 건설기계(자동화·무인화 기술 적용, 건설 로봇, 3D프린팅 등)의 전기전자, 기계(Bench), 사용 단계(실증) 검증 기반 조성
- 건설기계 관련 기술개발과 검증에 활용되어 기술개발 및 적용에 유연한 대처와 안전성을 확보한 관리 체계 마련

##### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 관련 기술의 적용 근거(안전 및 검사 기준, 안전가이드라인, 표준화 등) 마련을 통해 현장에 적시 투입이 가능하여 건설 생산성, 효율성 확보 가능
- 미래형 건설기계로 인한 대형 사고 발생 가능성을 최소한으로 억제하며 관련 기술개발과 기업 지원 활성화



중점 분야	건설산업 제조업화
-------	-----------

과제명 11	도로구조물 프리패 건설확대를 위한 On-site mobile Factory 기술					
핵심 기술 키워드	모듈제작설계 기술(DFMA)	모듈제작표준화, 최적화	스마트팩토리 (Factroy Automation)	고기능성재료	탈현장건설 (OSC)	사회간접인프라(SOC)
연구개발 필요성	<div>○ 제도적 현안</div> <div><div>- 기존 건설생산방식(인력중심, 현장작업)에 기반한 건설사업의 비용산정, 기술규정, 발주방식으로 인해 공장제작(사전제작) 방식의 기술도입과 활용의 제약 발생</div><div>- 공장제작(사전제작) 방식은 기존 건설방식에 경제성이 떨어져 현재와 같은 공사비 산정방식 발주방식(최저가 등)에서는 활성화되기 어려운 구조</div><div>- 공장제작(사전제작) 방식의 활성화를 위해서는 분리발주, 의무활용, 인센티브와 같은 제도의 발굴과 검토 필요.</div></div> <div>○ 기술적 현안</div> <div><div>- 프리패 구조의 연결부에 대한 구조적 성능과 인증체계의 부재</div><div>- 제품화를 위한 표준 연결 형태를 제시하고, 표준화된 인증 기준 필요</div><div>- 복잡한 연결구조는 부재제작과 현장이음작업의 어려움 유발.</div><div>- 보다 간단하면서 효과적인 연결구조에 대한 개발 필요</div></div>					
구성기술	구성기술1 (중점기술분야 : 모듈제작공정 자동화)		<div>○ One-site에서 '몰드 세팅-타설-양생' 공정이 가능하고 이동.설치.해체가 용이한 프리패 부재 생산 Mobile Factory 기술 개발</div> <div><div>- 가변·확장형 시스템 몰드 기반 다형상 프리패 부재의 생산설비 기술</div><div>- 모바일 팩토리에서 생산되는 프리패 부재를 위한 재료 및 품질 확보 기술</div></div>			
	구성기술2 (중점기술분야 : 부재모듈제작)		<div>○ Mobile Factory 기반 완전 조립식 도로구조물 구현을 위한 신형식 프리패 부재(교각 코핑, 교대, 도로 포장) 개발</div> <div><div>- 완전 조립식 비정형 교량 하부구조 설계·시공 시스템 개발</div><div>- 프리패를 활용한 비정형 도로 포장 설계·시공 시스템 개발</div></div>			
	구성기술3 (중점기술분야 : 건설산업제조업화활성화)		<div>○ 프리패 건설공법의 지속가능한 보급 및 발전을 위한 활성화 전략(연결부 표준화 기준, 성능인증체계 및 제도개선) 개발</div> <div><div>- 프리패 연결부 표준 및 인증 체계/시스템 개발</div><div>- 프리패 활성화 정책 개발 및 경제성 평가</div></div>			
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `28년 (총 4년) / 190억 원 (정부출연금 기준)					

#### ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

##### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 디지털 엔지니어링과 프리패 기반의 구조물 설계가 확산되고, 공장생산된 프리패 부재는 현장에서 자동화된 조립 장비를 이용하여 시공하는 방식으로 전환
- 소수 작업자가 자동화설비로 구성된 쾌적한 작업환경에서 모바일팩토리를 운영, 필요 부재 생산
- 생산된 프리패 부재의 형상 정밀도와 재료 품질을 일관성 있게 관리함으로써 구조물의 내구수명 연장

##### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 건설산업 유입 기술자, 기능인력 감소로 인한 산업위기를 공장제작 건설 방식을 통해 극복
- 건설현장의 작업환경을 깨끗하고 안전하게 개선함으로써 건설산업에 대한 인식의 변화
- 기후(온도, 강우)에 의한 작업제약이 최소화되고, 공기지연이 없는 건설산업 환경으로 변화

과제명 12	3D 콘크리트 프린팅 기반 모듈러 교량용 비정형 부재 제조 자동화 기술					
핵심 기술 키워드	모듈 제작 및 조립 설계기술	지능형 부재 및 모듈 설계 기술	고품질, 신재료 모듈 제작 기술	모듈 제조공정의 표준화 및 최적화 기술	모듈 생산공장의 자동화 기술	건설용 3D 프린팅 장비 개발 및 고도화
연구개발 필요성	<div>○ 건설 산업 디지털화를 통한 녹색전환 패러다임의 대두<ul style="list-style-type: none"><li>- 최근 북미/유럽 등 선진국에서 생산의 효율성을 극대화하기 위해 건설산업을 디지털화하고 있으며, 이는 공사 중 발생하는 탄소 배출을 저감시키기 위함이며, 결과적으로 건설산업의 녹색전환을 위한 노력을 하는 추세임.</li></ul></div> <div>○ OSC(Off-site construction) 기반 제조화로 건설산업 체질 개선 필요<ul style="list-style-type: none"><li>- 전 세계적으로 건설분야의 자동화 시장은 크게 확산되고 있으며 연평균 23.3%의 급성장을 하고 있음. 특히 3D 프린팅 기반 건설기술은 새로운 패러다임을 창조할 수 있는 획기적인 기술로 평가받고 있으며, 이 기술은 건설 폐기물을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 OSC 적용에 유리함.</li></ul></div> <div>○ 원천기술 개발 역량 차이에 따른 기술 수준 정체<ul style="list-style-type: none"><li>- 3D 프린팅 활용 건설기술은 미국·유럽·중국·호주를 중심으로 핵심 기술 개발을 선도하는 추세임. 최근 남아공, 사우디 등에도 구조적 성능을 갖춘 토목 부재를 제작하는 단계에 이르는 등 다년간 규모 확장을 하지 못한 국내 대비 높은 수준의 연구 성과를 도출하고 있음.</li></ul></div> <div>○ 현장 적용 경험 부진으로 인한 신기술 도입에 대한 정책적 한계<ul style="list-style-type: none"><li>- 3D 프린팅 기반 건설기술에 관한 국내연구는 주로 소형 건축물을 대상으로 재료, 설계, 장비 연구가 개별적으로 진행되어, 토목구조 부재 설계/제작 시 필요한 안전성·사용성·내구성 평가 기준, 재료 모델, 품질관리 및 평가방안 등이 마련되지 않음.</li></ul></div> <div>○ 이러한 문제들을 해결하기 위해, 건설산업의 생산·품질관리·재료를 통합적으로 디지털화하여 건설산업의 효율성과 생산성을 개선하고, 안전성을 확보하며, 3DCP 기술로 제작된 비정형 모듈러 구조물의 품질 및 제조 과정을 고도화하여 일관된 품질을 보장함. 이를 위해 정책 및 제작·조립을 위한 표준을 정립하여, 스마트 건설 발전을 촉진함.</div>					
구성기술	구성기술1 (중점 기술분야 : 모듈 제작 공정 자동화)	<div>○ 비정형 3D 콘크리트 프린팅 모듈러 교량용 재료 엔지니어링 관리시스템 기술<ul style="list-style-type: none"><li>• 굳지 않은 재료 물성 실시간 피드백 제어 기술</li><li>• 경화된 재료 역학적·내구성능 항상 배합 기술</li></ul></div>				
	구성기술2 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈 설계)	<div>○ 3D 콘크리트 프린팅 비정형 모듈러 교량용 디지털 설계 기술<ul style="list-style-type: none"><li>• 3D 콘크리트 프린팅 제작시스템 및 구조물의 디지털 트윈 프로토타입</li><li>• 구현성능 개선을 위한 3D 프린팅-자동 밀링 하이브리드 시스템</li></ul></div>				
	구성기술3 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈 제작·조립)	<div>○ 비정형 모듈러 교량용 3D 콘크리트 프린팅 제작·조립 기술<ul style="list-style-type: none"><li>• 3D 콘크리트 프린팅용 보강 및 부재 조립 공법</li><li>• 3D 콘크리트 프린팅 공정 지능형 품질관리 기술</li></ul></div>				
	구성기술4 (중점 기술분야 : 장비)	<div>○ Set-on-demand 타입 3D 콘크리트 프린팅 노즐 및 배치시스템<ul style="list-style-type: none"><li>• 골재 크기에 따른 3D 콘크리트 프린팅 출력을 위한 노즐 설계</li><li>• 3DCP 재료의 배치시스템 개발</li></ul></div>				
기간 / 예산	○ 총 소요기간/예산 : 2025 ~ 2029 (총 4년) / 150억 원 (정부출연금 기준)					

**※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)**

**○ 과학기술적 측면 미래모습**

- 제조업 특성을 도입한 3D 콘크리트 프린팅 기술 기반 제조 자동화 기술을 개발하여 3D 콘크리트 프린팅 모듈러 구조물에 대한 수용성 증대 및 생산성 향상 기대
- 건설산업의 디지털화 및 탈현장 생산 방식 기술 고도화를 통해 인력 중심 생산체계 및 인적 오류 발생의 문제를 극복한 자동화 생산체계 구현
- 궁극적으로 공기단축, 원가절감, 균일한 품질 확보 및 생산성 향상에 기여

**○ 사회·산업 측면 미래모습**

- 현장 조건에 대한 의존도를 줄이고 건설산업의 생산·품질관리·재료를 통합적으로 디지털화함으로써 작업 효율성과 생산성 향상
- 고도화된 자동화된 생산 방식을 도입하여 작업 안전성 확보와 건설현장이 고급일자리로 변화하여 청년층 유입 촉진
- 건설산업의 효율적인 자동화 생산 기술을 위한 정책 및 표준을 정립하여 스마트 건설 발전 촉진

과제명 3	철도구조물 제조화건설 구현을 위한 모듈화된 구조 부재 및 급속 시공용 협소·특수공간 건설 장비 및 시스템 개발					
핵심 기술 키워드	모듈	조립	협소 공간	조정밀	급속 조립	시스템
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 전반적인 사회기반시설물의 노후화를 대응하기 위한 구조물 신속 교체를 위한 시공 기술 필요<ul style="list-style-type: none"><li>- 급격한 철도교량 노후화를 대응하기 위하여 교량의 바닥판 교체와 기존 교대 및 교각을 활용한 상부구조 해체/교체 시공 기술과 시공을 위한 장비 개발 필요</li><li>- 거더 및 상부구조를 철거 및 교체하는 시공법(거더 보강 후 바닥판 교체 포함)</li><li>- 유지관리를 위한 교체용 모듈러 제품(거더, 바닥판) 개발 및 시공 장비 개발</li><li>- 기존 교량의 노후화 된 바닥판만 철거 및 교체하는 기술 및 장비 개발</li></ul></li><li>○ 급격히 증가하는 교량 유지관리 비용을 고려하여 차량 통제 지연을 최소화(급속 시공)하고 내구성이 우수한 공장 제작 중심의 건설 부재 필요</li><li>○ 모듈화 시공은 대형 중장비로 시행되어 넓은 장비공간이 필수적이며, 공간 부족 시 과다한 공사비와 위험 안전성으로 인해 사업 자체의 검토 및 계획이 곤란함</li><li>○ 특히, 철도시설의 대형 중장비 적용 시 상부 고압선 및 전차선의 이설이 불가피하며, 이에 따른 열차운행 중단 등 이용객들의 많은 불편을 초래할 수 있음<ul style="list-style-type: none"><li>- 이동식 크레인 550ton 최소필요면적 : 10m×21m</li><li>- 크롤러 크레인 700ton 최소필요면적 : 전장 10.7m×16.3m</li></ul></li><li>○ 도심지의 건축물 간 이격 거리는 및 진입도로는 평균 3.0~3.5m로 대형 중장비를 통한 시공이 사실상 불가능하기 때문에 모듈화 시공을 활용한 재건축이나 리모델링 시장의 형성은 전무한 상태임</li><li>○ 최근, 철도 지하화 통합개발 특별법 제정(2024.1.) 등으로 특수공간에 시공 가능한 모듈화 제품 및 조립 기술, 장비개발의 필요성이 부각되고 있음<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 역세권(승강장에서 350m) 활성화 사업도 추진 중에 있으며, 철도선로 구간의 모듈화 조립 기술을 통한 시공방안 필요</li></ul></li><li>○ 따라서, 협소공간(건물간격·소도로) 및 철도, 도로 등 특수 시공 조건이 가능한 모듈화 제품 및 장비의 기술개발 필요</li></ul>					
	구성기술1 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈제작·조립 기술 )		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 프리스트레스가 도입된 고성능 철도교 바닥판 개발</li></ul>			
	구성기술2 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈제작·조립 기술 )		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 초 협소공간 진입가능 및 모듈시공 장비 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 폭 3M(건축물 평균이격거리, 소도로)내 진입가능</li><li>- 3축 및 최대 200ton 모듈블럭 이동/승강가능</li></ul></li></ul>			
	구성기술3 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈제작·조립 기술 )		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 모듈러 중·대형 블록화 정밀조립 및 인양시스템 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 폭 3m 내, 최대 200ton 모듈 블럭 조립대</li><li>- Self up-down Bent (조정밀승강±1mm, 90°회전)</li></ul></li></ul>			
	구성기술4 (중점 기술분야 : 부재 및 모듈제작·조립 기술 )		<ul style="list-style-type: none"><li>○ 도로와 레일 주행병용 자주식 모듈운송대차 개발<ul style="list-style-type: none"><li>- 자체주행동력장치로 도로와 레일을 병용주행 및 비상시 탈출/고장-외부 대기가능 모듈운송대차</li><li>- 주행부와 적재부 분리/횡반출, 양중대기중 모듈지속운반대차 (※운송 후, 시간없음)</li></ul></li></ul>			
	기간 / 예산					
	<ul style="list-style-type: none"><li>○ 총 소요기간/예산 : `25 ~ `28년 (총 4년) / 300억 원 (정부출연금 기준)</li></ul>					

## ※ 기술실현 시 미래모습(미래상 및 기대효과)

### ○ 과학기술적 측면 미래모습

- 협소 공간에서 시공 및 활용방안에 대한 다변화를 추구할 수 있으며, 철도 시공분야의 높은 해외기술 의존도를 국내 자체 기술로 대체
- 정밀한 시공 및 대형 중장비 적용방안을 토대로 경제성 및 안전성이 향상된 합리적인 기술 구현
- 단일 공정의 필요 기술을 포함한 유사 시공기술 적용의 다양성 확보

### ○ 사회·산업 측면 미래모습

- 철도부지 외 민간사유지를 이용할 경우 발생하는 시공에 대한 공사비 절감
- 철도 승객을 포함한 관련 기관 근로자들의 안전성 향상을 위한 다양한 시공기술 가능
- 선로 협소구간을 이용한 하부구조와 이를 통한 새로운 상부 공간을 창출할 수 있는 시공