

스마트아이리스

스마트 흙막이 계측관리 시스템

Smart earth retaining measurement management system

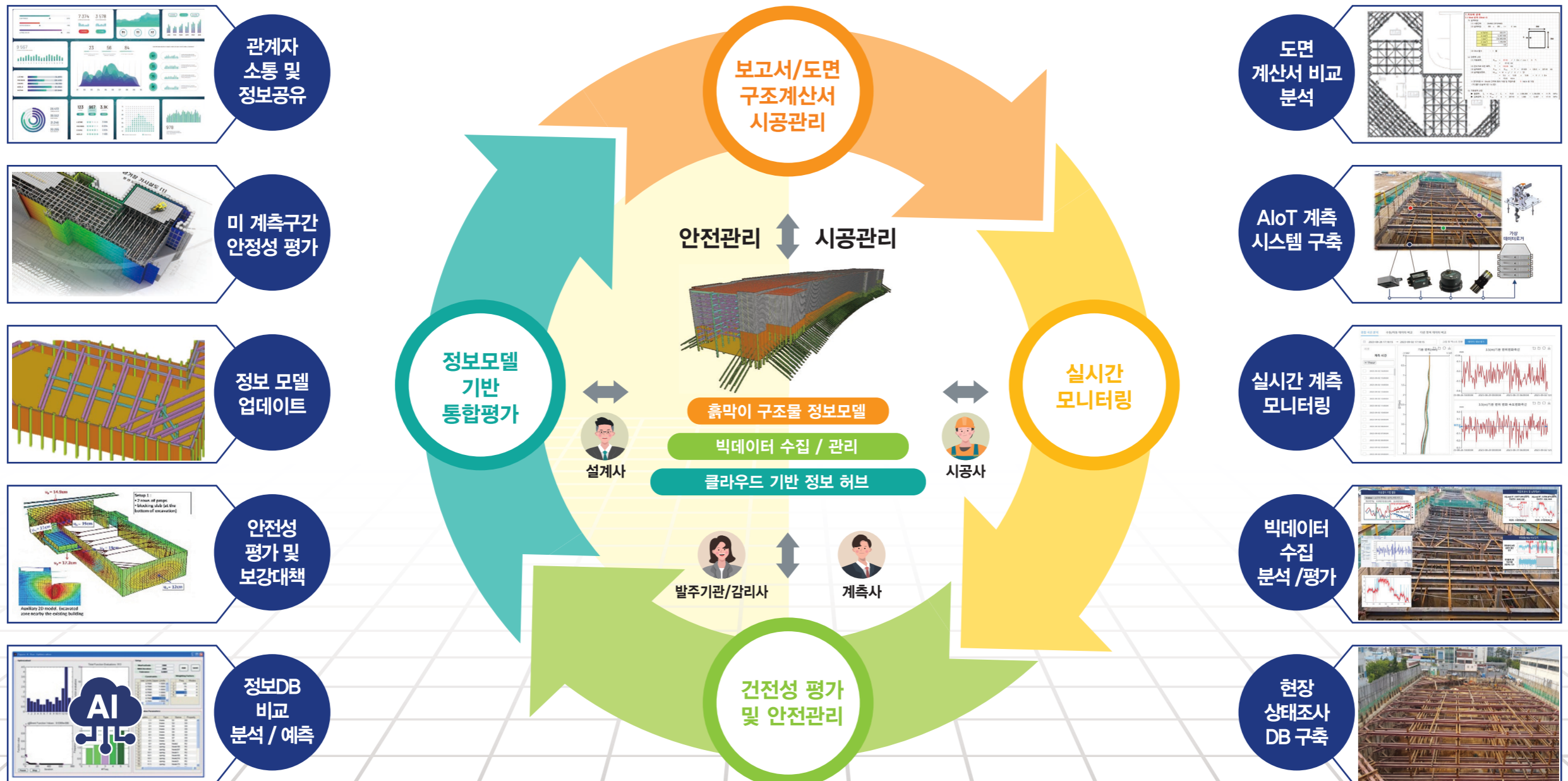
Smart earth retaining measurement management system



Q ■ 스마트 흙막이 계측관리 시스템이란?

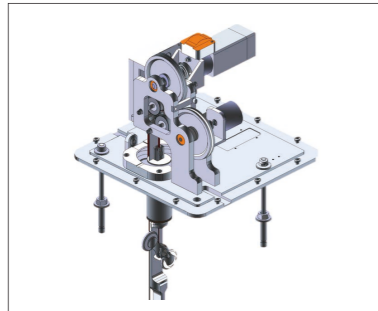
지능형 센서부터 위험성평가 및 대응까지 흙막이 안전관리 전 사이클 지원하는 시스템입니다.

AIOT 예측 서비스 | 365 기술지원 서비스 | 클라우드 플랫폼 서비스



SMART AIRIS 핵심 기반기술

AIoT기반 기술과 ICT 정보통신 기술을 융합한 스마트 계측관리 시스템은 흙막이 벽체 변형의 빅데이터를 구축하기 위해 글로벌 네트워크망을 통해 공급되고 있는 혁신 시스템 기술

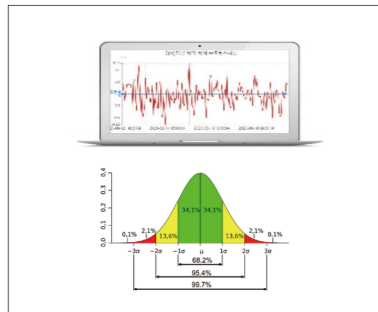


룰렛 기반의 특화 지중경사계

Roulette Specialized Inclinometer

굴착 깊이에 제약을 받지 않고 흙막이 시공부터 급경사지 및 제방까지 쉽고 빠르게 운영할 수 있으며 정확한 계측정보와 위험성 알람을 선제적으로 지원

Drive controller / Sensor / 4G / Weight / Wire

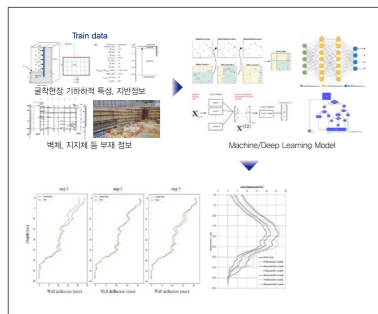


스마트 센서 계측 노이즈 제거

Smart sensor noise eliminate

계측 데이터 수집시 이상감지 및 노이즈 오류 발견시 정규분포 그래프 전환을 통한 필터링 적용 MEMS 센서의 오프셋과 스케일 오차제거를 위한 관리

Normal distribution curve / Noise eliminate

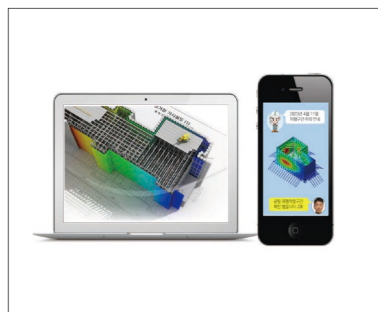


인공지능 기반 흙막이벽체 변위 예측기술

AI retaining wall prediction technology

기존의 관리기준으로만 관리하던 계측기술을 한 단계 업그레이드 시켜 시분석을 통한 구조 안정성 검토를 하나의 플랫폼 안에서 모두 구현한 세계 최초 / 국내 유일의 통합플랫폼

3D Modeling / Prediction / Mapping / Analysis / Design / Simulation



3차원 모델 정보 예측 결과 매핑

3D Prediction result mapping

3차원 정보 모델을 통한 가시화로 일반 사용자 및 관계자 모두가 쉽고 빠르게 위험구간을 확인하여 신속한 의사결정 지원

3D Modeling / Prediction / Mapping

SMART AIRIS 혜택

“스마트 흙막이 계측관리 시스템”은 현장 계측에 소요되는 시간을 획기적으로 단축하고 정보의 연계성을 바탕으로 보이지 않는 사각지대 위험요소를 사전에 방지하여 흙막이 전 과정의 비용절감과 업무 효율을 극대화 할 수 있음.

건설 굴착공사 고객별 니즈 및 제품 컨셉



고객니즈

1) 계측/시공관리 주체

- 투명한 공사관리로 안전 책임의식 강화
- 흙막이 구조물 위험 요소 사전 확인
- 전문가 도움없이 상황파악 어려움 해소
- 성과/진행상황 보고를 위한 시공정보
- 시각화 시공관리 주체

2) 발주 및 허가관리 주체

- 투명한 안전관리로 민원요소 제거
- 지체 현장점검 인력 부족 및 관리시간 증가
- 지역건축센터 적극 활용 (안전점검)
- 정부 실시간 재난 발생 대처 및 대응체계 연계

1) 수주 경쟁력/차별화 확보

- 스마트 안전장비 의무화 증가
- 스마트 안전장비 현장 적용/운용 한계
- 국내/외 발주처 BIM요구사항 증가 대응
- 표준시방서 역해석 의무화 대응 필요

2) 현장 공사비 절감 방안

- 공기 단축이외 공사비 절감 방안 어려움
- 급증하는 민원발생 신속 처리
- 책임 강화로 인한 보고자료 및 점검 증가
- 현장 설계변경 어려움 : 지자체 재승인 요구

1) 수주 경쟁력/차별화 확보

- 시공사/발주처 스마트안전 요구 증가
- 자동화 계측 수요 증가 (23. 7 의무화)
- 신규 자동화 계측기기 구매 부담
- 최저가 수주 가속화

2) 인력중심 작업효율 개선 필요

- 일 평균 5시간이상 이동 불가피
- 신입 층원 보충 한계 (이직률 증가)
- 발주량 감소, 인건비 절감 대응 필요

제품컨셉

설계/시공/계측관리정보 연계

누구나 쉽게 활용가능한 시스템

저비용(임대), 고효율(자동화)

스마트 흙막이 계측관리 시스템

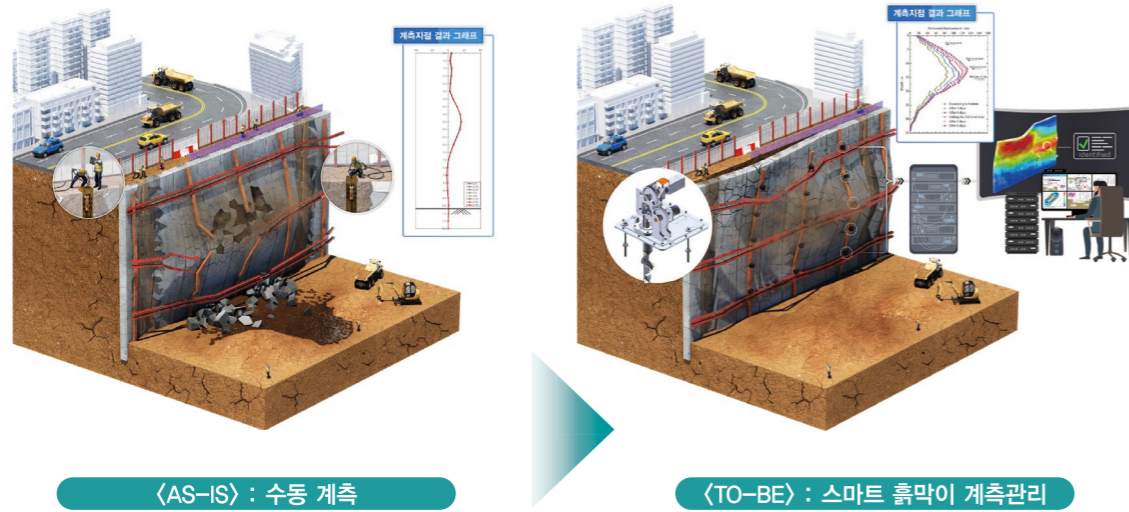
기대효과

- 투명한 공사관리
- 신속한 의사결정
- 인력부족 부담완화
- 위험요소 선제적 대응

- 의무화 관련 법령기준 대응
- 계측관련 비용 70% 절감
- 안전점검 시간 50% 단축
- 민원 신속 대응

- 추가 수주 확대 가능
- 계측업무시간 80% 단축
- 인력 수급 및 이탈 방지
- 발주처 요구사항 대응

스마트 흙막이 계측관리 개요도



스마트 흙막이 계측관리 플랫폼

Airis RGI(Reading Geotechnical Information)Platform은 3D정보모델을 통하여 기존 설계정보 학습 / 시공관리와 계측DB 수집 / AI 분석 및 예측기술 / 흙막이 구조물의 안정성 평가를 실시간 모든 과정을 하나의 플랫폼 안에서 통합관리

Airis RGI 2023 Platform

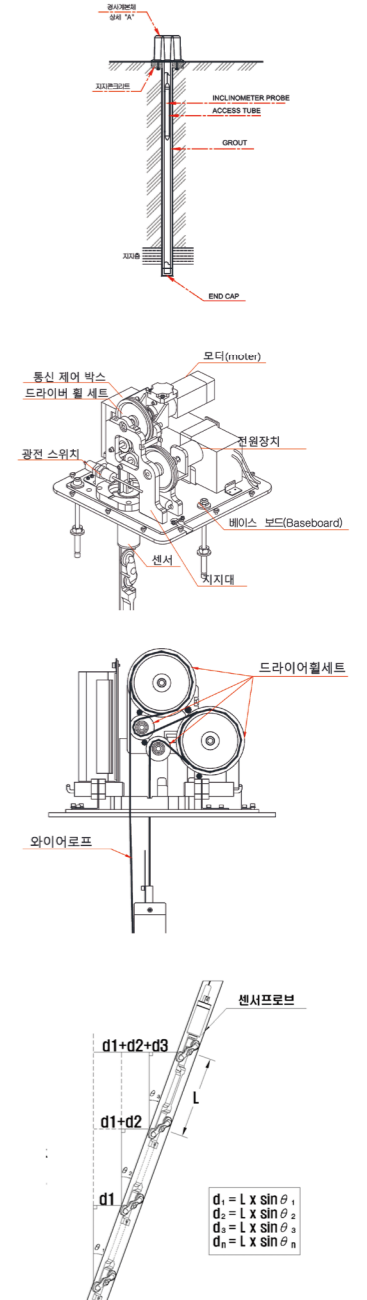
설계정보 분석	계측DB 수집	AI 예측 / 분석	안정성 평가
MODELER 3D CAD 모델링 2D도면 3차원 기술 미 계측구간 단면생성	CONSTRUCTOR 시공과정 시뮬레이션 일별/공정별 계측 오류정보 자동 탐색	AI PREDECTION 해석모델 생성 미 계측구간 예측 미 시공구간 예측	DESIGNER 위험 단면 자동 탐색 구조물 안정성 평가 보강대안 제시

스마트 지중경사계 구성 및 성능

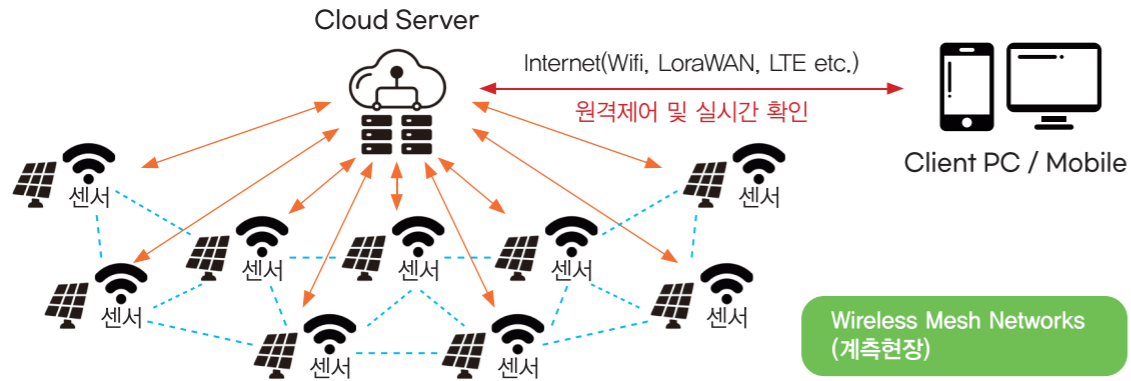
스마트 지중경사계 계측 원리 : 드라이버 휠 회전을 통해 와이어 로프 연계회전 → 와이어 로프를 통해 센서 상/하 이동 → 500mm 이동, 자동 측량 및 기록

SYSTEM PERFORMANCE

드라이버 크기	295*275*233mm
프로브센서	Φ40*793mm
측량 범위	0~±30°
해상도	0.02mm/500mm
정확도	0.25mm/m
깊이 오차범위	±1mm
센서 방수	150m 수압
최대 측량 깊이	100m
센서 롤렛 간격	500mm
센서 지름	40mm
센서 길이	793mm
센서 중량	0.7kg
스틸 와이어 로프 재료	스테인리스 강
스틸 와이어 로프 지름	1.5mm
스틸 와이어 로프 인장강도	1.5KN
스틸 와이어 로프 중량	0.9kg/100m
무게추 중량	2.6Kg
연속 무고장 회전 작동 수	5,000~10,000
통신방식	4G
전원방식	24V Battery / Solar / AC



스마트 계측관리 네트워크 차별화



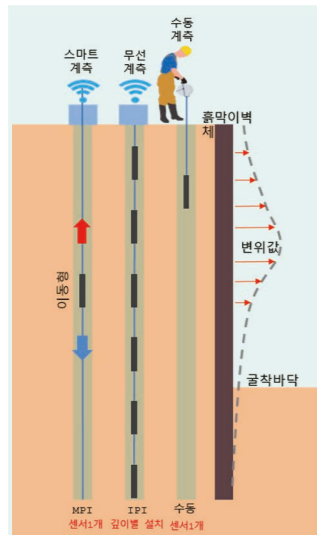
계측센서 종류



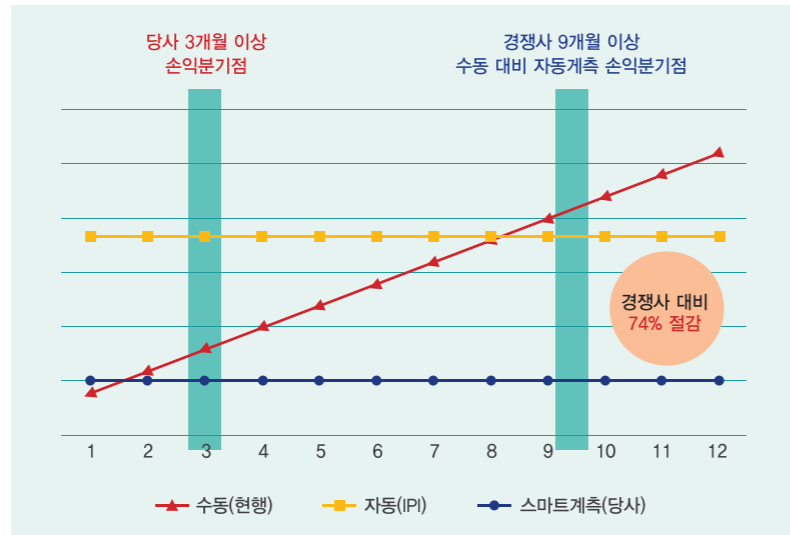
독립된 스마트센서 및 MEMS센서 사용으로 저진력·저비용으로 계측망 구성
 센서노드, 게이트웨이 등 허브 기능 불필요 → 네트워크 토폴로지를 단순화하여 데이터 손실 최소화
 현장 이벤트 발생 시 계측 주기 등 원격 제어 가능

지중경사계 계측방법

수동계측과 매립형(IP) 계측기 설치비용 비교 시 약 9개월 이상 공사 진행 시 수동대비 자동화 (IP) 계측이 유리하나 당사 스마트 계측은 3개월 이상이면 수동계측 보다 경제적인 계측관리 가능



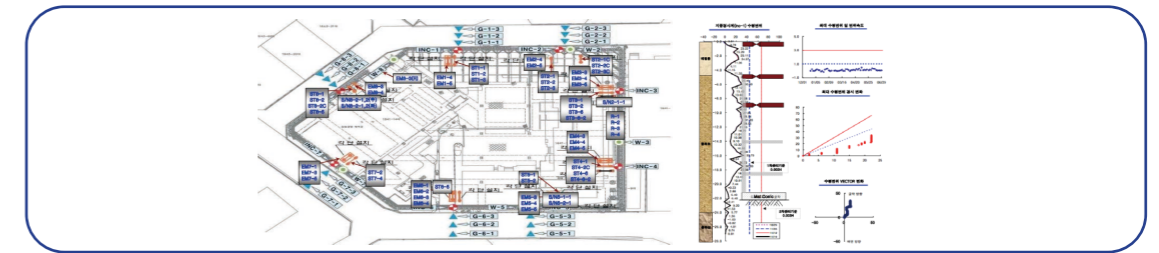
계측방법



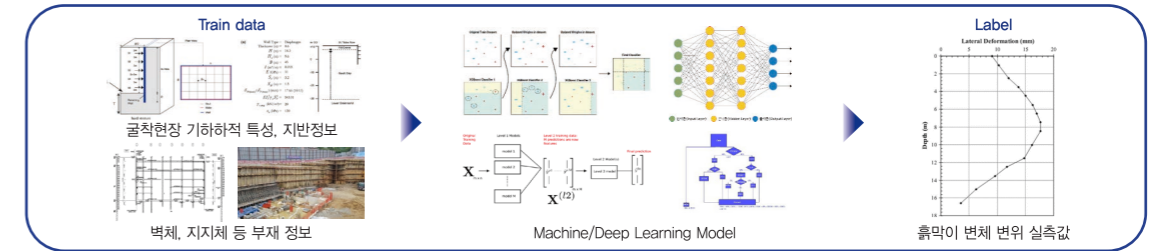
흙막이 계측기 설치비 비교

인공지능 기반 흙막이 벽체 변위 예측

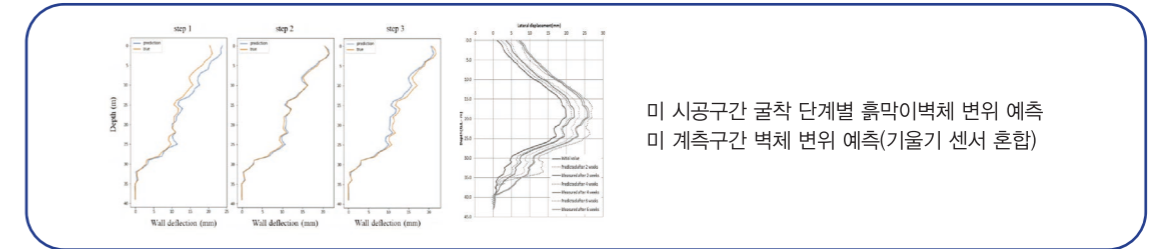
인공지능 기반 흙막이 벽체 변위 예측은 국부적인 계측결과를 수집해 관리기준치 초과 여부만 단순히 제공하는 기존 방식과 달리 미 계측 및 미 시공구간에 대한 위험도 예측을 인공지능 기법을 통해 계측관리의 사각지대가 없는 안전관리가 가능



흙막이 벽체 설계 정보 학습

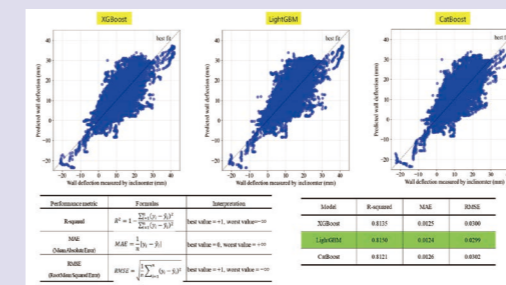


1D CNN-LSTM 결합모델

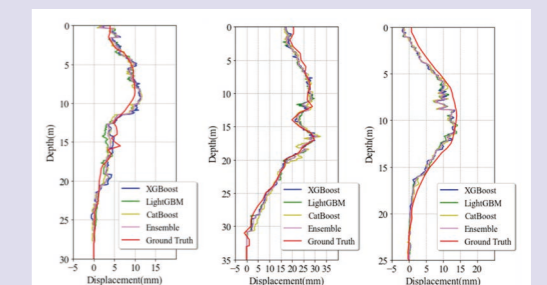


미 시공구간 굴착 단계별 흙막이벽체 변위 예측
 미 계측구간 벽체 변위 예측(기울기 센서 혼합)

Model Performance



Predicted retaining wall deformation for test data



- 총 293개 대표단면 학습
- 굴착 심도별 데이터 세트 45만개 DB 구축
- 학습 데이터 세트 70%(315,000)
- 테스트 데이터 세트 30%(135,000)

- 지중경사계와 동일한 변형 패턴 확인
- 예측 정확도 약 82% 이며, 굴착 현장 정보 및 지보재 설치·해체 시기 정보가 불확실한 경우 예측 결과값이 상이한 패턴도 발생할 수 있음

스마트 지하수위계 개요

- 공사전 정상상태의 수위와 굴착, 그라우팅 등으로 인한 수위, 수압의 변동을 측정하여 수위변화에 따른 배면 지반의 거동, 인접구조물의 관리 및 흙막이벽체에 미치는 영향등을 실시간 파악하기 위하여 설치
- 지하수위 변동가능한 지반에 설치하여 변동상황을 실시간 측정 도식화함으로써, 당초 설계 및 상황판에 적용된 수압과 비교하여 요인을 점검



라이다기술이용
지하수위, 수질 측정



지하수데이터수집
클라우드 자료 전송



AI 인공지능
지하수정보흐름 예측



지하수데이터지도
편리한 보고서 작성

지하수위계 시스템



적용범위

- 흙막이 공사에 따른 수위 변화 측정
- 성토 및 수리, 환경의 수위 측정
- 연약지반 수위변화 측정
- 기타 탈수나 배수의 수위변화측정

지하수위계 구성 및 성능



항목	내용	상세
배터리	7.2VDC	리튬 이온 배터리 2Cell X 4 / 최대 4000mAh
충전전압	12VDC	최대 충전 전류 1A
디스플레이	OLED	2.42인치 128X64 dot
기능 입력	스위치 2채널	메탈 스위치 방수 타입
전원	물리적 스위치 1채널	메탈 스위치 푸시락 타입
유선 통신	UART 1채널	3.3V Level TTL 대응
무선 통신	LTE, Lora	LTE CAT-M1, Lora 920~925MHz
저장장치	SD Card 백업제공	MAX 32Gbyte
측정방식	적외선 라이다	-
측정 해상도	1cm	-

지하수위계 측정기기

IoT와 LiDAR 측정방식을 이용한 자동지하수위 측정기기



AIoT

일반인 설치&운영 가능

실시간 데이터의 활용도 다각화

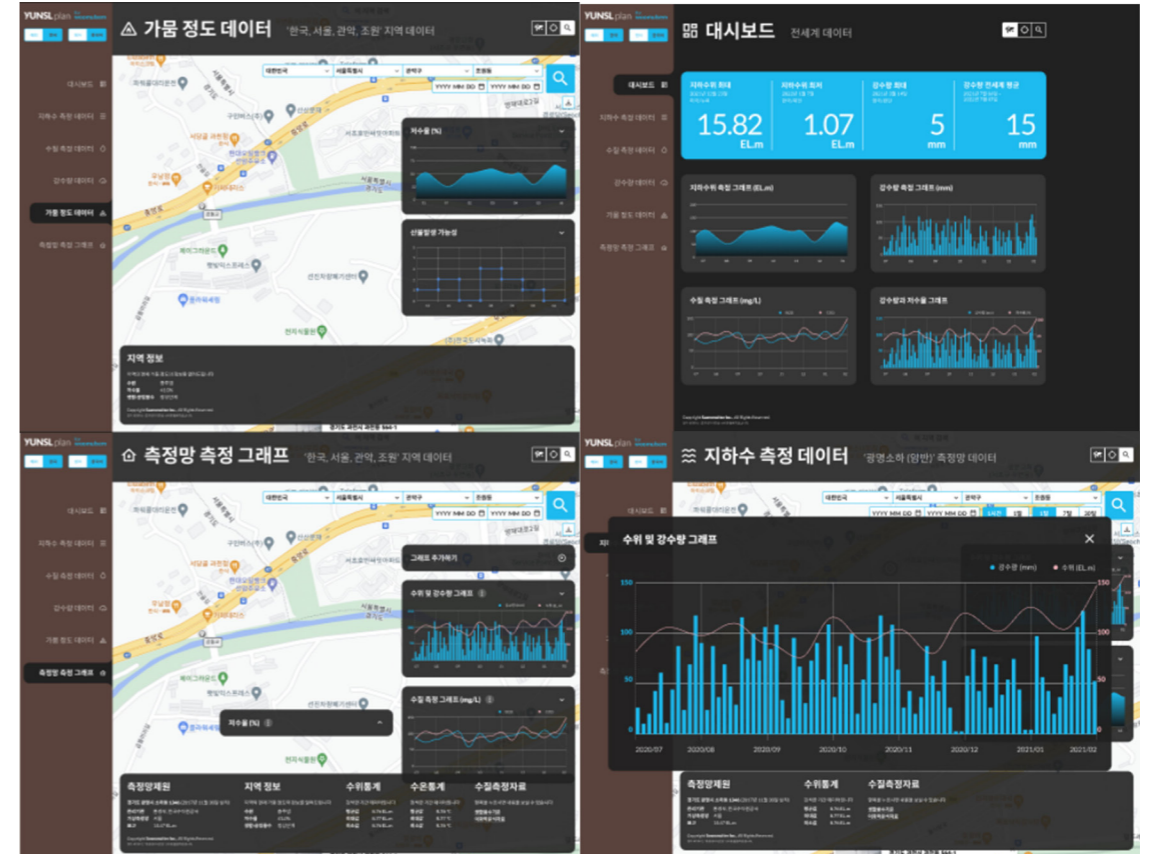
기존 솔루션 대비 설치 공간 절반

지하수위계 차별화

- 인공지능기반 지하수위계 측정기는 강우량을 고려한 지하수위 예측이 가능
- 상시전원이 불필요하여 설치가 간편하고 천공수의 영향을 고려한 초기수위 측정이 가능
- 실시간 지하수위 측정을 통한 흙막이 안정성 검토 활용 가능

타사 제품		우물센	
시공 장비 필요	설치 방법	장비 필요없음	배터리 사용 일반인 교체 및 설치 가능
상시 전원 필요 전문가 확인 필수			
실시간 자료 확인 불가능	자료 처리	실시간 자료 확인 가능	자료 오류 시 알람으로 실시간 확인 가능
센서 오작동 많음 자료 오류 시 알람 없음			
수기 작성	보고서 작성	클라우드 시스템 연동으로 프로그램으로 관리, 작성 가능 SI 시스템 이용 지하수 예측 솔루션 제공	

스마트 지하수위계 플랫폼



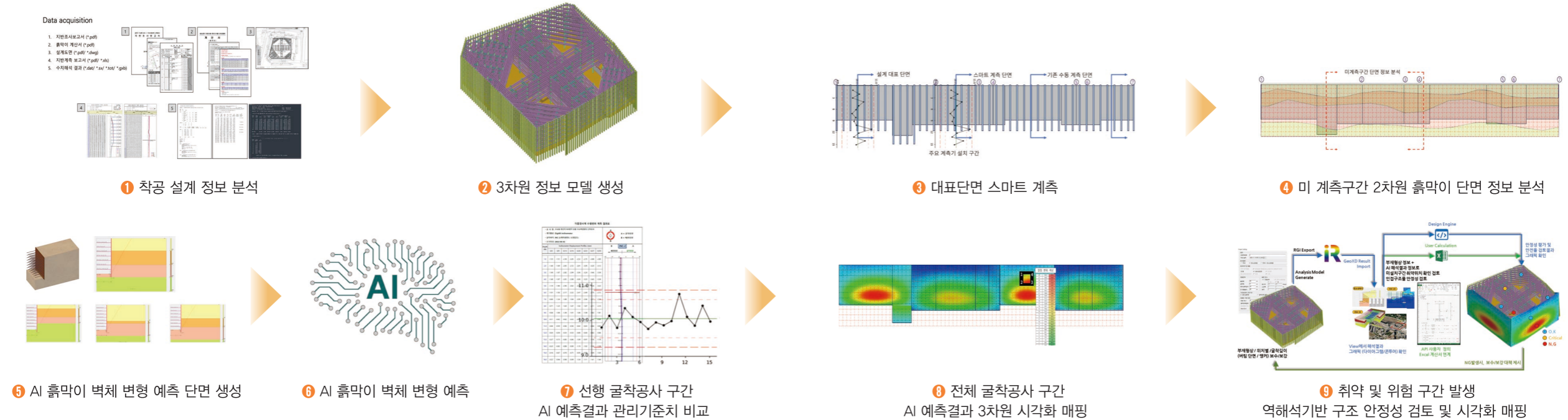
지하수위계 제품 구성

우물센 1호	우물센 2호	우물센 3호	우물센 4호	우물센 5호
라이다	수압센서	라이다+수질접촉센서	접촉센서	라이다+인공위성
수위	수위	수위/수질	수위/수질	수위/수질
국내	국내	국내	국내	국외
130만원	120만원	180만원	180만원	개발 중

스마트 지하수위계 성공사례

농업용수	생수 개발	건축/토목 공사현장	지반침하 예측	수위 관측이 필요한 곳
전남, 광주지역 지자체와 MOU 체결, 시범사업 실시	물부족 국가 (인도네시아, 아프리카, 중동) 지역의 지하수를 활용한 생수확보	전국 건축, 토목 현장 다수 설치	전남, 광주지역 지자체와 MOU 체결, 시범사업 실시	스마트팩토리 기업 (주)코리아케미컬 납품(2022년), 한국수자원공사 납품(2021년)

○ 흙막이 벽체 변위 예측을 위한 머신러닝 모델 개발 순서



○ 스마트 흙막이 계측관리 흐름도 비교

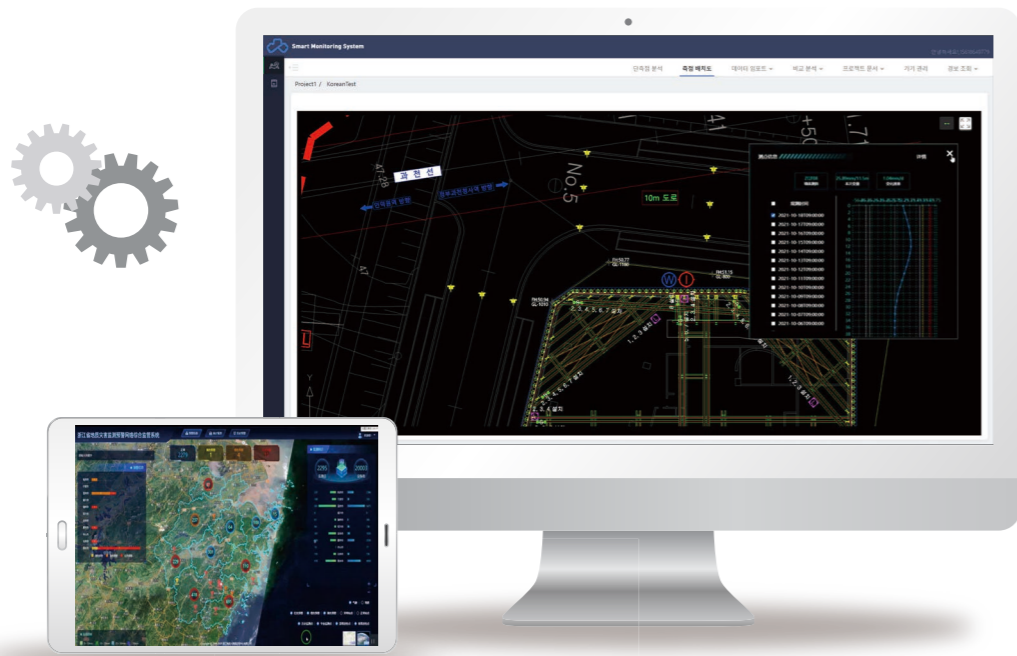


지능형 스마트 계측: 양방향 통신으로 계측주기 변경 + 센서 오류 정규분포 예외처리 + 지속적인 계측 및 통신을 위한 전원 하베스팅 충전
 관리기준 비교판단: 미 시공구간 실시간 전단면 관리기준 비교 판단 (스마트 지중경사계 및 멀티센서를 통한 AI 예측)

설계 예측값 비교판단: 미 시공구간 실시간 전단면 예측값 관리기준 비교 판단 (역해석을 통한 지반 물성치 재산정)
 결과 출력: 전단면 예측결과를 통한 디지털 트윈 모델 매핑

스마트 흙막이 계측관리 모니터링 플랫폼 (Airis RGI 2023)

Smart AIRIS가 개발한 흙막이 계측관리 모니터링 플랫폼(SaaS)은 지질 공학 및 지반 모니터링 산업에서 폭 넓은 경험을 가진 엔지니어들과 함께 수년간 기술 개발을 축적하고 지속적인 반복 업데이트를 거쳐 플랫폼을 완성하였습니다. 사용자들이 가장 편하게 사용할 수 있는 캐드 기반을 웹으로 이동하고, 모든 계측 기기 및 타사 시스템 연결이 가능하도록 API 오픈

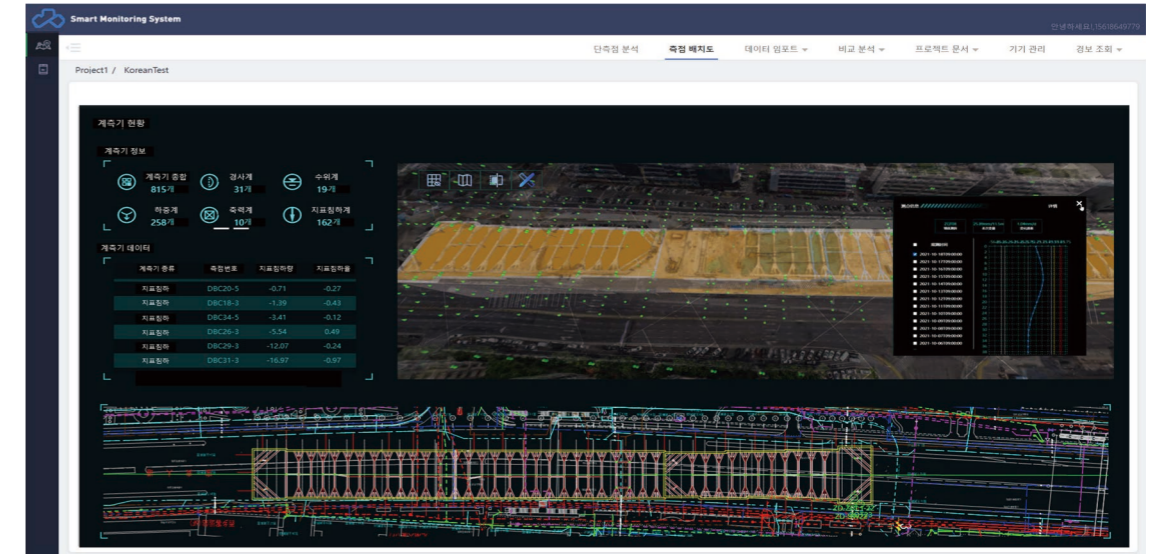


현장 / 도시 / 국가 단위 통합관리 시스템 구축 가능

고객 니즈별 맞춤형 시스템 구축 가능

- ✓ 흙막이 계측관리 및 현장 신속 대응
- ✓ 관계자가 하나의 플랫폼으로 소통
- ✓ 재난 위험관리 및 대응 신속처리
- ✓ 착공 후 지하 안전조사 신속 대응 및 간소화 가능

플랫폼 구성 및 주요 기능



DXF 시공도면 가져오기



GIS 지도 가져오기



지표면 변위 등고선 보기



원격 센서 모니터링



센서 결과 Excel 내보내기 / 들여오기



종합분석을 위한 멀티 분석



미 계측구간 안정성 확인



양방향 원격 센서제어 (탄력적 계측주기 변경)



위험 발생시 관계자 SMS 문자 발송 및 경고 알림



지하안전평가 대상 사업 맞춤형 플랫폼 제공

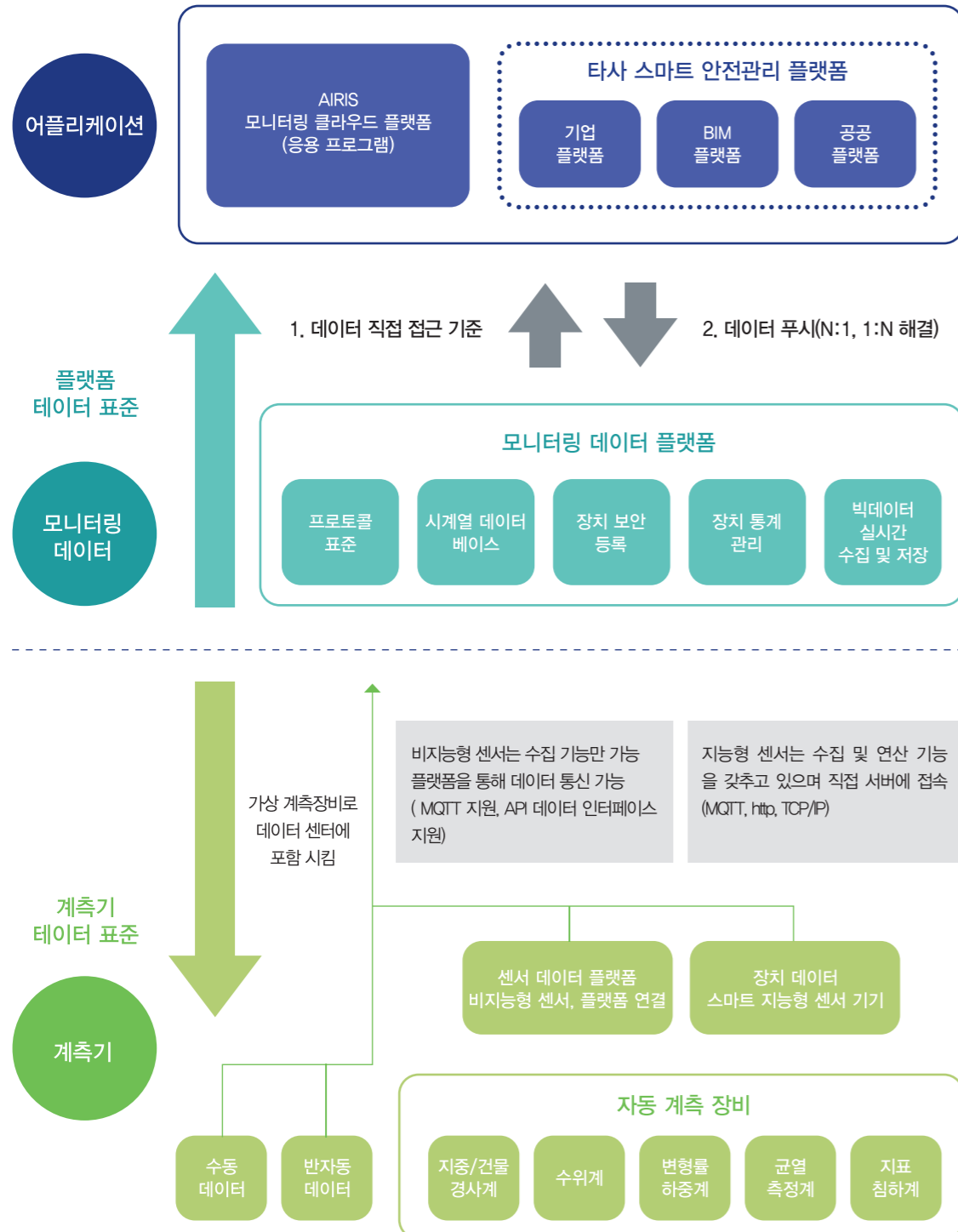


타사 스마트 안전관리 플랫폼 API 연계



스마트 자동 보고서 생성

플랫폼 아키텍처 개념도



엑세스 기능

최신 스마트 센서기기 모든 종류를 지원하고 있으며, 표준 MQTT, http, TCP/IP 프로토콜 장치의 직접 액세스를 지원하고 동시에 비지능형 센서에 대해선 플랫폼 API연계를 통해 인터페이스를 구축하여 데이터의 정확성을 확보할 수 있다. 자동화 센서에서 실시간 수집·저장·계산을 지원할 수 있을 뿐만 아니라 수동 데이터 가져오기 기능도 지원

데이터 처리 기능

센서 기기의 무제한 연결 및 동시 처리 능력을 지원하며 데이터 이력 조회 관리가 가능

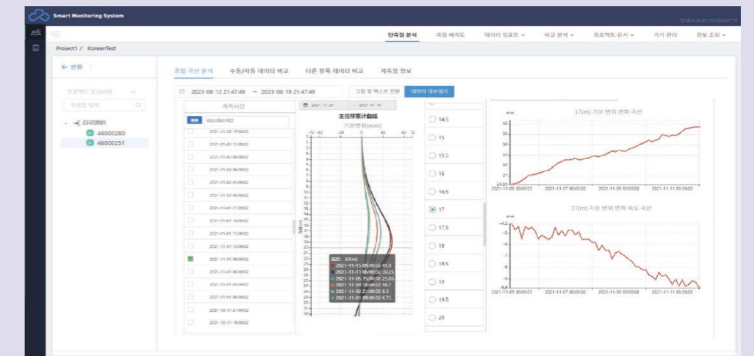
3D 기술 융합 기능

BIM, GIS 및 AIoT 기술 도입을 통해 2차원 도면 시공에서 3차원 모델 구현으로 굴착계획을 최적화하고 진도 및 공정의 3차원 시각화가 가능. 또한 광학 센서와 역학센서 등 자동화 계측기술을 이용하여 지반굴착 전반 설계과정에서 스마트 계측, 실시간 제어, 자동 예경보 등 혁신을 이룰 수 있다.

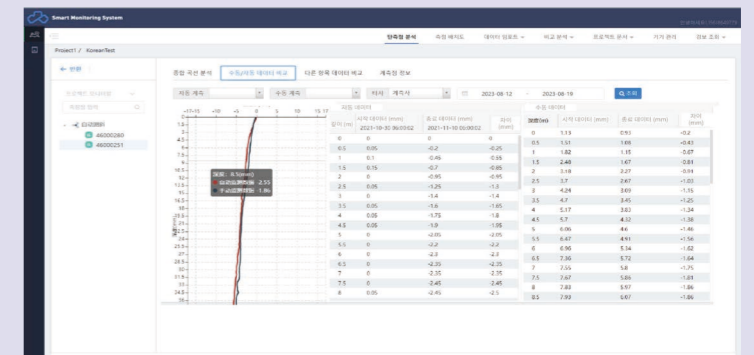
장치 관리 기능

각 프로젝트에 사용되는 장비를 통합적으로 관리할 수 있으며 각 계측 장치의 이상유무 등을 실시간으로 파악하여 시스템의 정상적인 사용을 보장한다. 모니터링 데이터는 이전 데이터와의 연속성을 유지하여 모니터링 데이터 연결, 지속 가능한 분석이 가능

실시간 계측 및 심도별 데이터 분석



수동/자동 계측 데이터 비교 분석



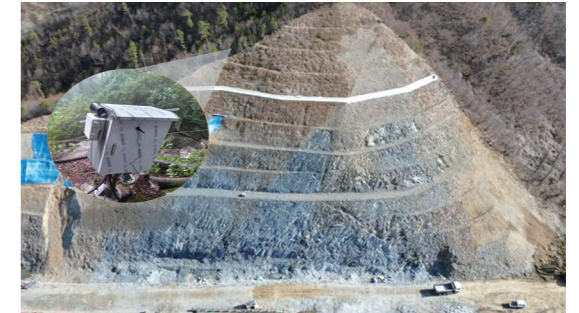
우수 기술 인증서



재난/재해 취약구간 및 SOC 노후 시설물 확대 적용



가설 흙막이 계측



급경사 비탈면 계측



하천/제방/저수지 계측

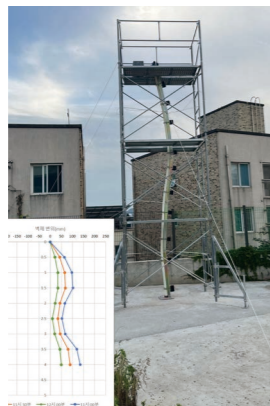


노후 SOC 구조물 계측

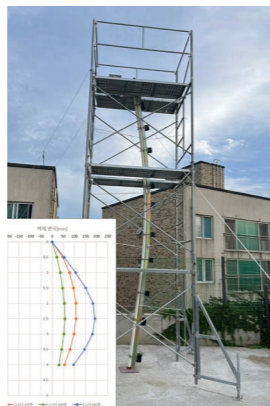
스마트 지중경사계 및 멀티센서 실증 테스트



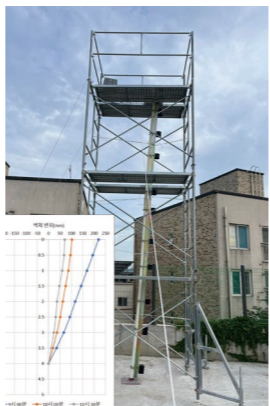
초기 설치



S 곡선 변형 실증



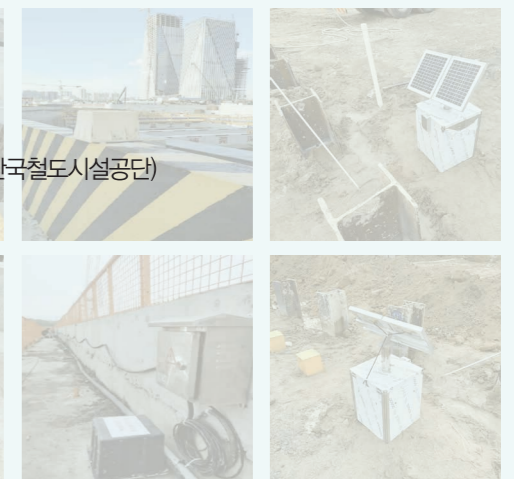
C 곡선 변형 실증



I 곡선 변형 실증

스마트 계측관리 성공사례

- 농업혁신 성장센터 건립사업(농협중앙회)
- 구룡근린공원(1구역) 공동주택 신축공사(나)
- 오송 봉산리 994, 988번지 근린생활시설 신축공사(우석산업개발)
- 원주~강릉 철도건설 제11-2공구 노반신설 기타공사 계측용역(한국철도시설공단)
- 저수지 제방누수계측기 설치(1,4,6,7공구) 용역(한국농어촌공사)
- 충북 재해예방 누수계측 시스템 설치용역 2공구(한국농어촌공사)
- 월악산 낙석감지 시스템 설치(국립공원공단)
- 조동 급경사지 상시계측관리시스템 구축사업(중주시)
- 횡계지구 급경사지 재난대응 조기경보시스템 구축 사업(영천시)
- 학나래교 및 한두리고 계측관리용역(세종시)



Why? 스마트 흙막이 계측관리 시스템

Q “건설기술 진흥법” 스마트 안전장비 지원사업 항목에 포함되나요?

A 스마트 건설안전장비는 건설사고 예방을 위해 무선안전장비와 융복합 건설기술을 결합한 안전장비를 말합니다. 「건설기술 진흥법」 제62조의 3에 따라 스마트 건설안전장비 비용의 전부 또는 일부를 지원받을 수 있습니다.
가설구조물, 지하구조물 및 지반 등의 붕괴 방지를 위한 스마트 계측 또는 지능형 폐쇄회로텔레비전(CCTV) 등을 포함하여 실시간 모니터링이 가능한 안전관리시스템의 구축·사용·유지·대여 비용

Q “건설기술 진흥법” 안전관리비 계상 항목에 포함되나요?

A 안전관리비는 「건설기술 진흥법」 제63조에 따라 건설공사 발주자가 공사금액에 계상해야 하며, ‘건설공사 안전관리 업무수행 지침’ 제51조제1항 (계약예규)예정가격작성기준에 따라 공사원가 계산서의 안전관리비 항목에 계상해야 함.
특히 “공사시행 중 구조적 안전성 확보 비용” 해당
- 계측장비의 설치 및 운영 비용
- 가설구조물 안전성 확보를 위해 관계전문가에게 확인 비용
- 산업안전보건관리비도 「산업안전보건법」 제72조제1항에 따라 건설공사 발주자가 도급금액 또는 사업비에 계상해야 함.

Q “엔지니어링 진흥법” 스마트 건설계측 표준품셈에 적용되어 있나요?

A 「엔지니어링산업 진흥법」 제31조에 따라 발주청은 엔지니어링사업자와 엔지니어링사업의 계약을 체결할 때에는 적절한 엔지니어링사업의 대가를 지급하여야 하며 산업통상자원부장관은 엔지니어링사업의 대가를 산정하기 위하여 필요한 기준을 정하여 고시하여야 한다. 따라서 본 표준품셈은 엔지니어링사업의 대가를 합리적으로 산정하기 위해 필요한 기준을 제시하는데 그 목적이 있다.
스마트 계측 표준 품셈에는 수동계측과 매립형 자동 계측(IP)방법은 적용 중이나 이동형 자동 계측(MPI)은 미 반영된 상태입니다.

Q “지하안전특별법” 지하안전평가서 표준 메뉴얼 “자동화계측” 적용 기준 추가

A **굴착공사시 자동화 계측계획 추가 (2023.07)**
㉔ 적용대상 : 지하안전평가 대상 사업 (굴착깊이 20m이상, 수직구 및 추진/도달기지 포함)
㉕ 적용위치 : 지반침하 취약구간 및 3차원 수치해석 대상(우각부 뒷면의 시설물위치 구간) 중에 불리한 단면 최소 1개소 이상 (철도, 지하철 별도)
㉖ 계측항목 : 자동화 계측항목은 지중경사계, 지하수위계, 지표침하계, 하중계(축력계), 건물 경사계 등

Q “KCS 표준시방서” 지하안전평가 대상 사업 예측관리기법 의무화 인가요?

A KCS 표준시방서-가설공사 표준시방서 KCS 21 30 00
※ 계측관리 (공통사항)
(6) 굴착 깊이가 20m 이상인 대규모 흙막이공의 계측관리는 선행굴착 시 측정한 실측값을 활용하여 다음 굴착단계의 안전성을 예측하여 공사를 진행할 수 있는 **예측관리기법(역해석)**을 적용하여야 한다.
※ **현행 굴착공사 현장 예측관리기법 미 시행 중 (시간과 비용)**

Q “서울시 건축 조례” 개정시 신설된 스마트 계측 시스템 구축 가능 범위 확장

A 제17조의2(흙막이 계측관리) ① 법 제41조 에 따른 토지 굴착 부분에 대한 위험 발생의 방지를 위하여 흙막이 계측관리는 스마트 계측으로 할 수 있다.
② 제1항의 "흙막이 계측관리"와 "스마트 계측"은 다음을 말한다.
1. 흙막이 계측관리: 굴착공사 시 흙막이 벽체의 조사, 설계 및 시공 시에 발생하는 오차나 설계, 시공의 오류를 보완하기 위하여 기구를 활용하여 구조물, 지반 및 지하수 등의 거동을 측정하는 행위
2. 스마트 계측: 센서 등 측정 기구로 수집된 데이터의 신뢰성 및 효율성을 높이기 위한 스마트 기술로써 통신, 데이터 처리, 의사결정지원기능 등 복합적인 기능이 결합된 계측기법



AIOT
INSTRUMENT
RESULT
INSIGHT
SYSTEM



SMART **AIRIS**

스마트아이리스

본사 : 충북 청주시 상당구 남일면 쌍수관기길 5-28

연구소 : 경기도 의왕시 이미로 40, 인덕원IT밸리 D동 1005-1호

T 043-232-3828 / **010.5515.5653**

E smartairis@naver.com H www.smartairis.co.kr