

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(), 비공개()발간등록번호()

2018년 국토교통기술사업화 지원사업 최종 보고서

R&D / 공고-제38호

사물인터넷 기반 댐·저수지의 실시간 구조상태평가 및 재해 예측 시스템 개발 최종보고서

2021.02.04.

주관연구기관 / 아신씨엔티(주)
공동연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

공고-
제38호

구조상태평가 및 재해예측 시스템 개발
사물인터넷 기반 댐·저수지의 실시간

최종보고서

2021

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

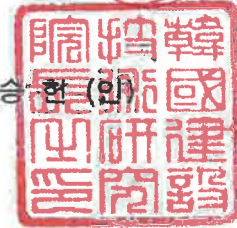
‘시물인터넷 기반 댐·저수지의 실시간 구조상태평가 및 재해 예측 시스템 개발’(연구개발 기간 : 2018.04.01 ~ 2020.12.31) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2021.02.04.

주관연구기관명 : 아신씨엔티(주) (대표자) 유 찬 호 (인)



공동연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한 승 현 (인)



주관연구기관책임자: 유 찬 호

공동연구기관책임자: 강 재 모

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	1615011172	해당 단계 연구 기간	2018.04.01. ~2020.12.31	단계구분	3차/ 3차
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명	국토교통 안전기술 사업화			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	사물인터넷 기반 댐 · 저수지의 실시간 구조상태평가 및 재해 예측 시스템 개발			
연구책임자	유 찬 호	해당단계 참여연구원 수	총: 24명 내부: 24명 외부: -명	해당단계 연구비	정부: 666,000천원 민간: 444,000천원 정부외: -천원 상대국: -천원 계 1,110,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 24명 내부: 24명 외부: -명	총 연구비	정부: 1,300,000천원 민간: 964,000천원 정부외: -천원 상대국: -천원 계 2,264,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	아신씨엔티(주) 한국건설기술연구원			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내 · 외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록 · 기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록 · 기 탁 번호	6	3				5					

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설 · 장비 현황

구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수

요약문

연구의 목적 및 내용	·댐 및 저수지를 대상으로 저전력 무선 센서 네트워크를 이용하여 사물인터넷 기반의 계측시스템을 구축하고 계측결과를 실시간으로 계산하여 재난·재해 발생 여부, 시설물의 취락 및 파손구간 등을 예측, 평가하는 시설물 상태평가 시스템 구축 ·단순 계측결과에 의해 재해를 평가하는 현행기술을 탈피하고 강우, 수위 등 실시간 기상정보와 계측결과를 상호 분석하여 진행 발생정도를 평가할 수 있는 재난·재해 예방기술 구축				
연구개발성과	·댐 및 저수지 제체의 특정구간에 계측기를 집중 배치함으로써 부분적인 시설물의 파손을 감지하지 못하는 현행기술을 개선하기 위해 시설물 전체에 센서를 분산 배치함으로써 시설물전체의 거동을 평가하고 부분적인 파손까지 감지할 수 있는 시스템 구축 ·단순 계측결과와 관리기준의 정보를 제공하여 즉시 상태평가가 어렵고 시설관리자의 판단에 의존하는 현 기술의 단점을 개선하여 관리자가 쉽게 시설물의 상태를 인지하고 관리자의 주관적인 판단이 아닌 시설물의 상태를 객관적으로 판단할 수 있는 평가기술 개발 ·연구 개발과정을 거쳐 표준 IoT 기술을 저수지 댐 모니터링에 적합한 자율작동 IoT 장치(데이터 측정주기 자율조정 기술)기술 개발 ·표준 IoT 기술이 가지는 기술적 한계점을 개선하여, 시스템 오작동 유발 방지를 위한 데이터 필터링 기술을 개발하고, 단순 모니터링 기술을 탈피해 측정 데이터의 통계분석 기반의 데이터 예측 기술 개발				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	·댐 및 저수지의 다양한 규모, 형식, 여건별 재해예측 시스템 구축 및 운용 ·국가기반시설의 안전한 관리를 통한 토목기술의 제고 및 신뢰 확보 ·댐 및 저수지 등 사회기반 시설의 모니터링 기술을 제고함과 동시에 재난·재해 예측기술을 활용한 시설물 재해예방 조기경보시스템으로서의 활용성 확보 ·재해위험지구, 재해위험저수지, 급경사지 등 재해예방을 위한 조기경보 시스템의 실시간 모니터링 기술 활용 가능 ·실시간 모니터링 및 상태평가 융합기술로서 해외 기술수출				
국문핵심어 (5개 이내)	사물인터넷	재난·재해	댐·저수지	실시간	조기경보
영문핵심어 (5개 이내)	IoT	Disaster	Dam·Reservoir	Real Time	Early Warning

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
가. 사업화 추진 배경	1
나. 사업화 대상기술 요약	2
다. 연구개발 필요성	2
라. 연구개발 범위	5
2. 연구수행내용 및 성과	6
가. 연구개발 추진전략, 방법 및 추진체계	6
나. 연구개발 추진체계	7
다. 연구개발 추진일정	7
라. 연구개발성과	9
마. 연구결과 (기술적 측면)	19
바. 연구결과 (경제적 측면)	51
사. 연구개발 단계(TRL)	53
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	54
3-1. 목표	54
3-2. 목표 달성여부	54
가. 정성적 연구목표 달성도	54
나. 정량적 연구목표 달성도	55
3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구 필요성)	59
가. 목표 미달성 원인(사유)	59
4. 연구개발성과의 활용 계획	61
가. 핵심 연구 성과	61
나. 추가연구의 필요성	62
다. 사업화 계획	63
부록 (사업계획서)	65

1. 연구개발과제의 개요

가. 사업화 추진 배경

- 저수지 댐과 같은 사회 기반시설의 경우 재난·재해 발생시 단순히 시설물의 피해만 발생하는 것이 아니라 인명손실, 철거 또는 복구 등으로 인한 경제적 손실이 매우 크기 때문에 국내·외로 기후변화를 고려한 재난·재해 예방 그리고 예측과 같은 안전기술의 개발에 관심과 연구가 집중되고 있음
- 댐과 같은 사회 기반시설의 경우 재난·재해를 사전에 인지하기 위해 공사중 계측관리 그리고 운영중 계측관리를 시행하지만, 현재 계측기술은 단순히 측정결과만을 알려주어 전문지식이 부족한 시설관리자 또는 일반인 등이 활용하기에 어렵고, 이는 위험 감지후 대응을 위한 골든타임을 놓쳐 대형사고로 연결되는 경우가 발생

라오스 댐 붕괴사고 (2018)	미얀마 댐 붕괴사고 (2018)	모항저수지 댐 붕괴사고 (2017)
		
공사중 계측 시행 (과다침하 발생)	운영 중 계측 미시행	공사중 계측 시행 (과다침하 발생)

그림 1.1 댐 시설물의 붕괴사례 및 계측관리 현황

- 최근 국가에서는 기후변화 뉴 노멀(New normal) 현상을 반영한 복합재난 관리기술, 급경사지 재난관리 기술 등 재난·재해 예측을 위한 관련기술을 관계부처에서 개발하고 있으며, 스마트 시티 구축사업 등에서 재해를 사전에 예측하는 기술이 반영되도록 정책적으로 계획하고 있음.
- 통신기기의 발달로 사물인터넷을 이용한 안전관리기술에 대한 연구가 진행되고 있지만 주로 통신방법에 대한 연구에 국한되고 있으며 기존 시설물을 모니터링 하는 계측기술이 가지고 있는 단점 ① 시설물 전체를 모니터링 하지 않고 특정지점에 집중적으로 계측을 하기 때문에 시설물의 부분적인 피해발생을 인지하기 어렵고, ② 관리기준치의 초과여부만을 알려주는 방식의 기술을 탈피하지 못하고 있음

이에 본 연구개발에서는 무선센서네트워크 통신방법을 이용해 ① 시설물 전체를 모니터링하고, ② 센서에 ID와 기준값을 함께 부여해 계측과 동시에 시설물의 상태평가가 가능하고, ③ 집중호우 및 지진 등의 이벤트가 발생할 때 기준값 도달 시간을 계산하여 재난·재해의 발생 시간을 예측할 수 있는 안전기술을 개발하고 사업화로 연계하는 것을 목적으로 설정

나. 사업화 대상기술 요약

구분	기존 보유기술 또는 이전받은 기술 (사업화과제 최초 신청시 기술 내용)	사업화 기술 (3차년도 과제수행 단계 개선 내용)
▪ 과제명	※ 국가R&D 과제로 수행한 경우 작성	사물인터넷 기반 댐 · 저수지의 실시간 구조상태평가 및 재해 예측 시스템 개발
▪ 사업화 기술 및 분야	☒ 자체보유 ☐ (이전 받은 기관명)에서 기술이전	☐ 공공기술 중소기업 이전 및 사업화 ☒ 중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화 ☐ 국토교통 안전기술 사업화 ☐ 서비스 R&D 융합기술 사업화
▪ 사업화 대상이 되는 기술의 지식재산권	(특허번호) 특허 제10-1821599호	(특허번호) 특허 제10-1821599호
▪ 특허 실용신안 등 유형별 기재	(특허명) 실시간 재해 발생 시간 예측 시스템 및 방법	(특허명) 실시간 재해 발생 시간 예측 시스템 및 방법
	(권리자) 아신씨엔티 (주)	(권리자) 아신씨엔티 (주)
▪ 기존기술과 비교하여 성능 개선 등 차별화 내용	- 계측을 통해 실시간으로 시설물의 거동특성을 평가하고 한계값에 도달하는 재난, 재해 발생시간을 예측	- 부분 · 집중계측을 전체 시스템 계측으로 개선 - 단순 계측결과 전송방식을 실시간 계측 및 상태평가 방식으로 개선 - 재난 · 재해 발생시 빠른 알람방식을 재난 · 재해 발생이전에 알람방식으로 개선

다. 연구개발 필요성

- 저수지 댐 구조물의 경우 주요 붕괴원인은 월류, 침투 및 누수, 침식, 활동 및 동결 등으로 이러한 붕괴원인을 예방하기 위하여, 설계 및 공용 중 단계에서 비탈면의 활동, 축조 재료의 적정성 그리고 내진 안정검토 등을 시행하고 있음.

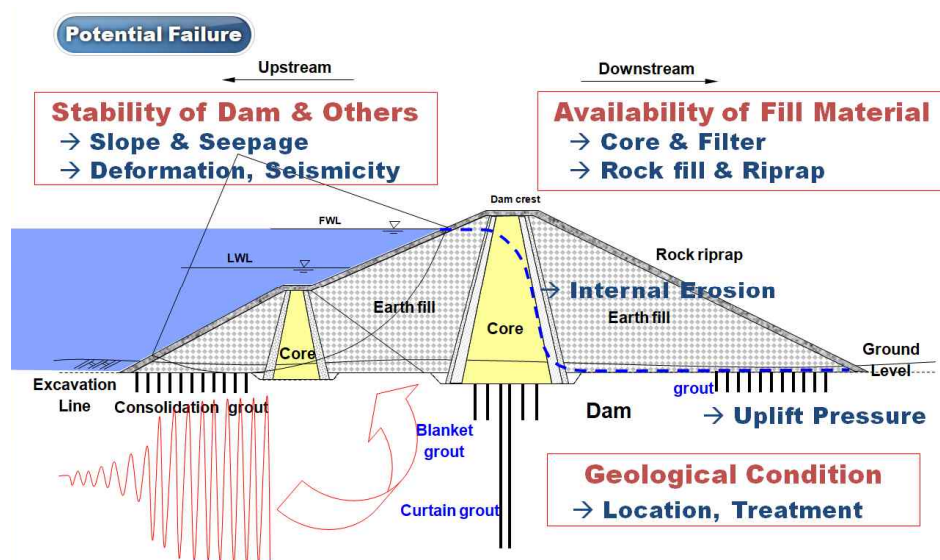


그림 1.2 저수지 댐의 주요 위험인자에 대한 검토항목 및 예방을 위한 시설물 계획

- 국제대담회(ICOLD, 1983)에서는 미국, 캐나다 및 일본의 사례를 토대로 댐 붕괴원인을 조사하고 이를 예방하기 위한 계측항목을 제안하여, 댐의 안정성 변화를 확인하고 붕괴 전에 경고할 수 있도록 계측관리를 제안

붕괴원인	미국 (필 댐)	캐나다 (필 댐)	일본 (필 댐)	계	계측기기
월류	10.4(%) (25 EA)	4.9(%) (2 EA)	47.4(%) (170 EA)	30.8(%) (197 EA)	수위계
침투수	15.4(%) (37 EA)	16.4(%) (6 EA)	1.7(%) (6 EA)	7.7(%) (49 EA)	간극수압계 경보시스템
누수	22.5(%) (54 EA)	9.8(%) (4 EA)	2.2(%) (8 EA)	10.3(%) (66 EA)	누수 측정계
침식	18.3(%) (44 EA)	19.5(%) (8 EA)		8.1(%) (52 EA)	지표변위계
활동	13.8(%) (33 EA)	12.2(%) (5 EA)	24.8(%) (89 EA)	19.8(%) (127 EA)	지표변위계, 지중경사계
동결 용해		2.4(%) (1 EA)	0.6(%) (2 EA)	0.5 (%) (3 EA)	-

- 저수지 댐 시설물은 사용재료, 기초지반의 불확실성에 따른 시공 중 위험 그리고 공용중 안전성 변화를 감시하여 붕괴 등으로 인한 재난·재해 발생 예방을 위하여 계측관리 기준 등을 설정하여 저수지 댐의 안전관리를 철저히 하도록 권장하고 있으나, 저수지 댐의 계측관리 기준 또는 지침은 과거 수립된 기준이 준용되어 사용되고 있는 실정.

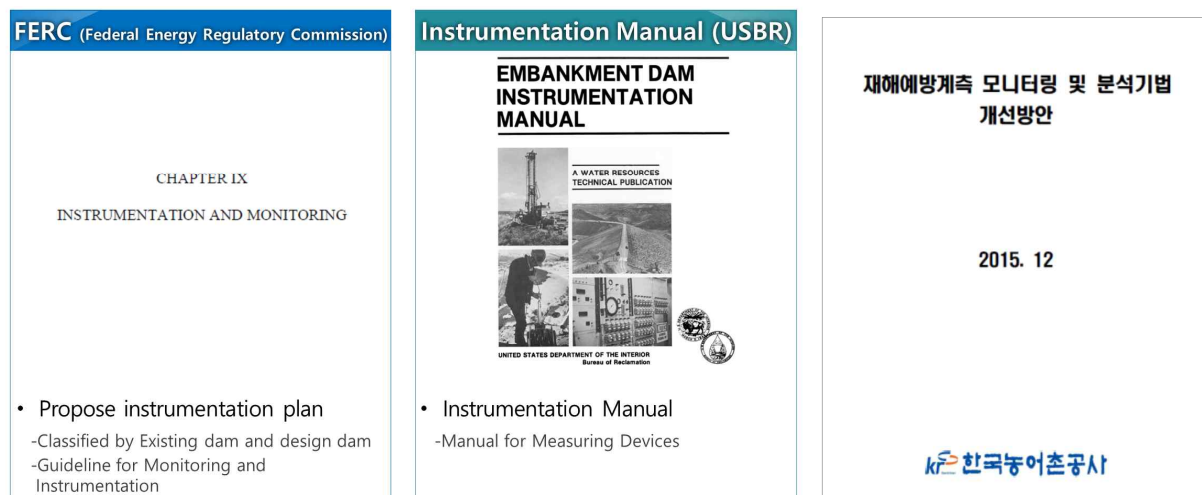


그림 1.3 국내·외 저수지 댐 관련 계측관리 기준 또는 지침

- 현 시설물의 계측 및 상태평가는 시설물의 사용목적에 따라 계측항목이 다르게 결정되지만, 대부분 가장취약하다고 판단되는 구간에 계측기를 집중 배치하여 시설물의 재해를 예방하도록 수행되고 있음. 그러나 계측기가 설치되지 않은 구간에서 재해가 발생하는 경우가 빈번하게 발생되며, 대비책이 전무함 (그림 1.4)

- 따라서, 계측기 센서를 시설물 전체구간에 배치하여 시설물 전체에 대한 거동을 평가함과 동시에 부분적인 구간에서 발생하는 재해와 시설물의 손상 또는 파손이 발생하는 구간을 정확하게 판단하는 기술개발이 필요함
- 현 시설물의 계측 및 상태평가는 실시간으로 계측결과가 전달되는 자동화 계측이 이루어지고 있지만, 단순히 계측결과가 수집 전달되는 단계로 단순히 결과의 기준치 초과여부만 알려주는 시스템에 국한되고 있음. 또한, 시설물 관리자가 전문적인 지식이 없는 경우에는 계측결과가 상태평가로는 활용되지 못 하고 있으므로 센서별로 기준값이 설정되어 있어 계측결과가 기준값을 초과하였는지 즉시 평가가 가능하고, 기준값을 초과한 센서의 위치가 즉시 표시되어 시설물의 손상 또는 취약구간을 실시간으로 확인이 가능한 기술 개발이 필요함
- 또한 실시간으로 측정되는 계측결과가 재해를 발생시킬 수 있는 진행형인지 혹은 수렴상태에 있는지 판단이 가능하며, 계측결과를 실시간으로 회귀분석하여 재해가 발생할 수 있는 시간까지도 예측이 가능한 진보된 기술의 계측 및 시설물 재난·재해 예측 기술도 필요함



그림 1.4 현 시설물 계측·상태평가 시스템의 현황 및 기술적 한계점

라. 연구개발 범위

(1) 연구개발 최종목표 및 범위

- 본 연구개발을 통해 IoT 기반의 저수지 댐 시설물을 위한 실시간 모니터링 기술을 개발하고, 측정과 동시에 시설물 안전상태 평가가 가능하여, 기존 계측기술을 크게 개선함으로써 사업화가 가능하도록 다음과 같이 연구개발 최종목표와 주요 세부목표를 설정하였음

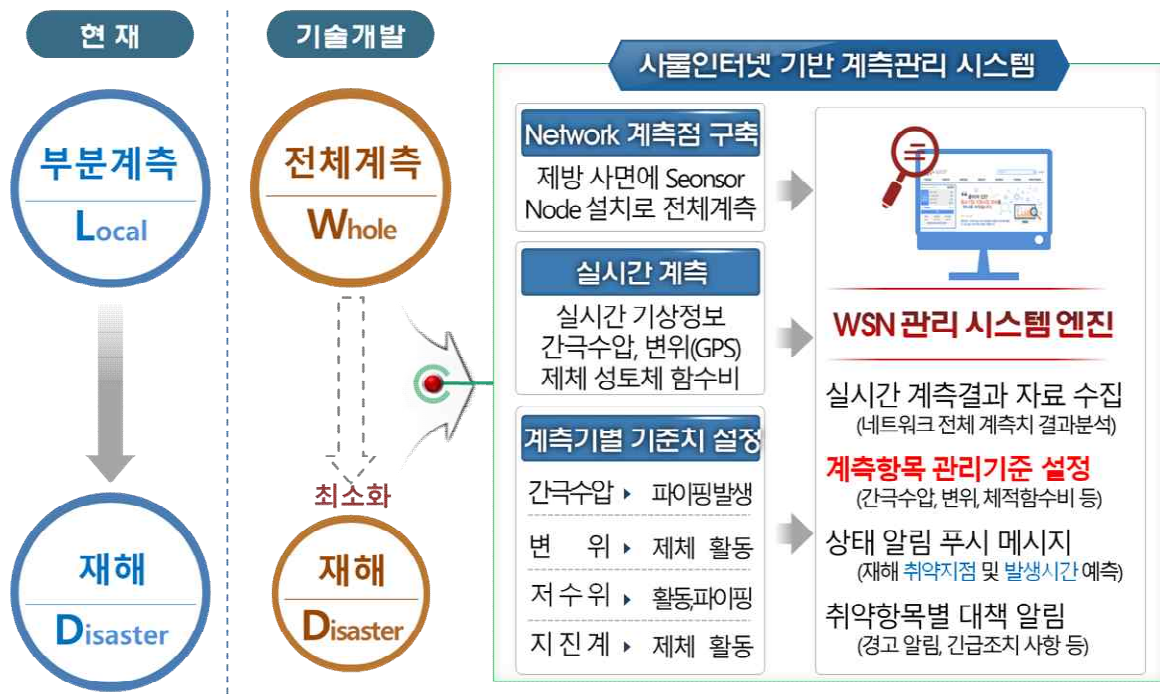


그림 1.5 연구개발 사업화 목표

구분	내용
최종 목표	무선센서 네트워크 계측 시스템을 이용한 댐시설물의 실시간 모니터링 및 동시 상태평가 기술
세부 연구 목표	- 저전력 무선 센서 네트워크를 이용하여 사물인터넷 기반의 센서를 시설물 전체에 분산 배치하여 시설물 전체를 모니터링 하는 계측시스템을 구축 - 최적의 센서 배치를 위하여 시설물 재해 위험인자 도출 및 예상 취약구간을 고려한 배치위치 선정 그리고 센서의 설치 간격 등 무선센서 네트워크 구축을 위한 센서 설치기준 설정 - 각 센서의 계측결과와 기준값을 실시간으로 비교, 분석하여 재난재해 발생 여부, 시설물 취약 및 파손구간 등을 예측, 평가하는 시설물 상태평가 시스템 개발. - 관리자가 쉽게 시설물의 상태를 인지하고 관리자의 주관적인 판단이 아닌 시설물의 상태를 객관적으로 판단할 수 있는 평가기술 개발 - 단순 계측결과에 의해 재해를 평가하는 현행기술을 탈피하고 강우 등 실시간 기상 정보와 계측결과를 상호 분석하여 재해 진행 발생정도를 평가하고 필요시 재난 발생시간을 예측할 수 있는 재난재해 예방기술 개발

2. 연구수행내용 및 성과

가. 연구개발 추진전략, 방법 및 추진체계

구분 (연도)	추진 전략	세부 목표	추진기관	사업화 전략 및 방법
1차 연도 (2018)	시스템 구축 및 성능 확인	▪실시간 모니터링 및 상태평가 시스템 구축	한국건설기술 연구원	▪Test Bed 대상인 길정저수지에 대한 시스템 구축 계획수립 ▪센서 및 무선 통신장치 인증
		▪개발기술 성능평가	아신씨엔티	▪Test Bed 대상 길정저수지에 시험시공 ▪시스템 구축 및 현장검증
		▪비즈니스 모델 개발	아신씨엔티	▪비즈니스 모델 개발
		▪개발기술 검증	아신씨엔티	▪한국농어촌공사 저수지 댐 모니터링 성과공유과제 지정
2차 연도 (2019)	시스템 개선	▪기존 기술 개선	아신씨엔티	▪기상정보 연동 실시간 모니터링 및 상태평가 시스템 개발
		▪개선기술 검증 및 인증	아신씨엔티	▪1차년도 Test Bed 길정저수지 성능개선 시험시공 및 모니터링 시스템 구축 ▪2차연도 Test Bed 인산저수지 시험시공 및 모니터링 시스템 구축
		▪시장진입 및 양산, 판로개척	아신씨엔티	▪마케팅 전략 수립 ▪양산, 판로개척, IR자료 작성
		▪개선 기술에 대한 기술정립 및 인증	한국건설기술 연구원	▪센서 및 통신 설치 기준 수립 ▪센서 및 통신모듈 제작 및 설치 (시제품 제작)
3차 연도 (2020)	사업화	▪사업화 및 양산, 판매	아신씨엔티	▪ 상용화 제품에 대한 성능인증
			한국건설기술 연구원	▪ 개발 및 상용기술에 대한 성능검증

나. 연구개발 추진체계

연구개발과제			
과제명	사물인터넷 기반 댐·저수지의 실시간 구조상태평가 및 재해 예측 시스템 개발		

기관별 참여 현황			총인원 수
구분	기관수	인원수	
산업계	1	19	
출연(연)	1	4	

주관연구기관	공동연구기관	위탁연구기관	참여기업
아신씨엔티(주)	한국건설기술연구원	해당없음	해당없음
참여연구원	참여연구원	참여연구원	참여연구원
연구책임자 유찬호 외 18명	연구책임자 강재모 외 3명	해당없음	해당없음
담당연구개발내용	담당연구개발내용	담당연구개발내용	담당연구개발내용
-Test Bed 구축 -실시간 모니터링 및 상태평가 기술개발 -기술인증 -사업화 및 양산	-WSN시스템 위험예측 모델 개발 -테스트베드 현장 현장조사 및 시스템 구축계획 수립 -Test Bed 시스템 검증	해당없음	해당없음

다. 연구개발 추진일정

○ 1차연도 연구개발 추진일정

1차연도 추진일정 (2018)																	
번호	연구내용		추진일정												예산	해당 기관	
	핵심내용	단위내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	센서 및 통신모듈 제작	Test Bed 계획수립													85 백만	한국 건설기술 연구원	
2		시제품 제작															
3		성능시험 및 인증															
4	Test Bed	Test Bed 및 모니터링 시스템 구축													269 백만	아신 씨엔티 (주)	
5	IoT 기반 모니터링 시스템 구축	실시간 상태평가 알고리즘 개발															
6		UI설계 및 디자인															
7		S/W 설계															
8		웹기반 모니터링 시스템 구축															

번호	연구내용		추진일정												예산	해당 기관
	핵심내용	단위내용	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	기상정보 호환	1차연도 모니터링 시스템 Feedback													136 백만	아신 씨엔티 (주)
2	재해예방 기술개발	통신모듈 개선 설계 및 제작														
3	Test Bed	1차연도 Test Bed 개선 및 모니터링 시스템 구축														
4		2차연도 Test Bed 및 모니터링 시스템 구축														
5	센서 및 통신모듈 제작	2차연도 Test Bed 계획수립													60 백만	한국 건설기술 연구원
6		시제품 제작														
7		성능시험 및 인증														
8	IoT 기반 모니터링 시스템 개선 및 구축	기상정보 호환 실시간 상태평가 알고리즘 개발													60 백만	한국 건설기술 연구원
9		모니터링 시스템 UI설계 및 디자인 개선													250 백만	아신 씨엔티 (주)
10		기상정보 호환 실시간 상태평가 S/W 설계														
11		웹기반 모니터링 시스템 개선														

[illegible]

라. 연구개발성과

(1) 1차연도 연구개발 성과

(가) 논문 게재 성과

번호	논문명	학술지명	주 저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일
1	하수관로 배면 공동 탐지를 위한 최적 물리탐사 방법	한국지반환경 공학회 논문집	김진영	Vol. 19, No. 8	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2018. 08
2	현장 시험시공을 통한 저수지 댐 시설물의 무선 센서 네트워크 구축 사례연구	한국지반환경 공학회 정기총회 및 학술발표회	유찬호	2018.09	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2018. 09
3	무선 센서 네트워크 시스템을 이용하여 기반시설의 실시간 상태평가가 가능한 스마트 시티 센서 기술 개발에 관한 기초연구	한국지반환경 공학회 정기총회 및 학술발표회	유찬호	2018.09	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2018. 09
4	무선 센서 네트워크 시스템을 이용한 실시간 저수지 댐의 상태평가 시스템	한국지반환경 공학회 논문집	유찬호	Vol. 19, No. 12	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2018. 12
5	현장 시험시공을 통한 저수지 댐의 재해예측 무선센서 네트워크 시스템 적용성 평가	한국지반환경 공학회 논문집	유찬호	Vol. 20, No. 1	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2019. 01

(나) 특허 출원 및 등록 성과

번호	명칭	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	구조물의 실시간 상태평가 방법 및 이를 이용한 재해예측시스템	대한 민국	아신 씨엔티 (주)	2018.10.19	10-2018- 0124823				100%
2	구조물 계측용 복합 센서와 이를 이용한 네트워크 계측 장치 및 방법	대한 민국	아신 씨엔티 (주)	2018.10.19	10-2018- 0124824				100%
3	지반개량장치	대한 민국	아신 씨엔티 (주) 외	2018.06.21	10-2018- 0071676	아신 씨엔티 (주) 외	2019.06.12	10- 1990289	100%

(다) 소프트웨어 등록 성과

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	세이프 시그널	2018.10.01	아신씨엔티 (주)	2018.10.15	C-2018-027149	아신씨엔티 (주)	100%

(라) 보고서 성과

번 호	저작권명	저작자명	등록일	저작권자명	기여율
1	무선 센서 네트워크 모니터링을 이용한 계측기기 설치 및 관리 매뉴얼 - 저수지 및 댐 시설 -	아신씨엔티 (주)	2018.10	아신씨엔티 (주)	100%

(마) 사업화 매출 성과

○ 본 연구개발 1차 연도에서는 시제품으로 제작한 IoT 제품과 모니터링 시스템을 이용하여 ‘과천-의왕간 도로’의 관리자인 경기남부도로(주)에서 발주한 비탈면 상시계측시스템에 지중경사계 모니터링 시스템을 설치 및 구축하여 1차년도에 조기 매출 발생

번 호	계약일	업체명	계약명	계약금액	비고(매출)
1	2018.04.24	(주)케이이알	WSN 계측기 설치 및 프로그램 구축	150,000,000	150,000,000

[illegible]

(바) 고용증대 (신규채용)

○ 본 연구개발 1차 연도인 2018년에는 제품개발 및 모니터링 시스템 구축을 위해 신규채용 1명의 고용증대 성과를 달성

번 호	2017년 상시근무 인원	2018년 상시근무 인원	증감	비고
1	22	25	△ 3명	정규직

(2) 2차연도 연구개발 성과

(가) 논문 게재 성과

번호	논문명	학술지명	주 저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일
1	현장 시험시공을 통한 저수지 댐의 재해예측 무선센서 네트워크 시스템 적용성 평가	한국지반환경 공학회 논문집	유찬호	Vol.20, No. 1	대한 민국	한국 지반환경 공학회	비SCI	2019. 01

(나) 특허 출원 및 등록 성과

번호	명칭	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	시설물의 안전상태 모니터링 및 평가 시스템	대한 민국	아신 씨엔티 (주)	2019.07.05	10-2019- 0081215				100%
2	미세먼지 측정 및 저감시스템	대한 민국	아신 씨엔티 (주)	2019.07.05	10-2019- 0081218	아신 씨엔티 (주)	2020.01.16	10- 2068984	100%
3	시설물 관리용 센서노드	대한 민국	아신 씨엔티 (주)	2019.10.15	30-2019- 0049073	아신 씨엔티 (주)	2020.08.07	30- 1070384	100%

(다) 소프트웨어 등록 성과

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	세이프 시그널-상태 평가 모니터링	2019.09.20	아신 씨엔티(주)	2019.10.02	C-2019-027304	아신 씨엔티(주)	100%
2	세이프 시그널-기상 정보수집기	2019.09.20	아신 씨엔티(주)	2019.10.02	C-2019-027303	아신 씨엔티(주)	100%

(라) 보고서 성과

번호	저작권명	저작자명	등록일	저작권자명	기여율
1	무선 센서 네트워크 모니터링을 이용한 계측기기 설치 및 관리 매뉴얼 (개정) - 저수지 및 댐 시설 -	아신씨엔티 (주)	2018.10	아신씨엔티 (주)	100%

(마) 사업화 매출 성과

번호	계약일	업체명	계약명	계약금액	비고(매출)
1	2019.02.01	(주)다움종합건설	적성산업단지 조성공사 자동계측시스템	500,000,000	225,591,200
2	2019.02.28	(주)범양이앤씨	자양 더라움 펜터하우스 신축공사 자동계측시스템	63,000,000	62,300,000
3	2019.07.15	(주)범양이앤씨	모래내 서중시장 정비사업	45,000,000	46,000,000
4	2019.07.26	고천건설(주)	우만 한일베라체 ECO PLUS 신축공사 자동계측시스템	20,000,000	19,476,800
5	2019.08.01	원일개발(주)	연세대학교 어린이 생활지도 교육원 및 미우관 신축공사	20,000,000	20,000,000
6	2019.10.01	고천건설(주)	청주동남 A-3BL 아파트 건설공사 4공구 자동계측시스템	27,500,000	35,914,000
7	2019.10.23	(주)한국건설품질 시험연구원	가속시험동 내 반사균열 계측시스템 구축	30,000,000	30,000,000
8	2019.09.20	(주)범양이앤씨	동탄 워터프론트 제일 풍경채 신축공사	62,400,000	58,825,000
9	2019.12.20	(주)한강지오텍	계측시스템구축	100,000,000	100,000,000

(바) 고용증대 (신규채용)

- 본 연구개발 2차 연도인 2019년에는 소프트웨어 및 지적재산권의 보안유지, 조기 사업화 개시 및 제품판로 향상을 위하여 소프트웨어 전담인력, IoT 모니터링 시스템 구축 전담인력 총 5명의 신규채용 성과를 달성하여, 2019년 목표 채용인력 3명을 상회하는 성과를 달성

번호	2018년 상시근무 인원	2019년 상시근무 인원	증감	비고
1	25	33	△ 8명	정규직

(3) 3차년도 연구개발 성과

(가) 논문 게재 성과

번호	논문명	학술지명	주 저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일
1	스마트시티 IoT플랫폼 구축을 위한 자율사물 모니터링 시스템 적용성 평가	토지주택 연구원 학술지	유찬호	39호 (20년4월)	대한 민국	한국토지 주택공사	비SCI	2020. 04

(나) 특허 출원 및 등록 성과

번호	명칭	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	시설물 관리용 센서노드	대한 민국	아신 씨엔티(주)	2019.10. 15	30-2019- 0049073	아신 씨엔티(주)	2020.08.07	30- 1070384	100%
2	센서 노드 및 이를 포함하는 시설물 안전 모니터링 시스템	대한 민국	아신 씨엔티(주)	2020.05. 18	10-2020- 0059302	아신 씨엔티(주)	2020.12.08	10- 2191008	100%
3	결빙 알람 시스템	대한 민국	아신 씨엔티(주)	2020.09. 25	10-2020- 0124497				100%
4	센서노드 및 이를 포함하는 시설물 모 니터링 시스템	대한 민국	아신 씨엔티(주) 한국건설 기술 연구원	2020.12. 04.	10-2020- 0168611				
5	센서노드 및 이를 포함하는 시설물 안 전 모니터링 시스템	대한 민국	씨엔티(주) 한국건설 기술 연구원	2020.12. 04.	10-2020- 0168611				

(다) 소프트웨어 등록 성과

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	세이프 시그널2 (데이터 필터링, 안전상태 예측 기능 추가)	2020.08. 31	아신 씨엔티(주)	2020.09.2 9.	C-2020-0337 15	아신 씨엔티(주)	100%
2	세이프 시그널2 -관리자 모듈	2020.09. 14.	한국건설 기술연구원	2020.10.1 3.	C-2020-0349 94	한국건설 기술연구원	100%

(라) 보고서 성과

○ 해당없음

(마) 사업화 매출 성과

번호	계약일	업체명	계약명	계약금액	비고(매출)
1	2020.05.01	선우종합건설 (주)	스마트계측시스템 구축 및 유지관리	243,600,000	243,600,000
2	2020.07.01	한국시설기술단	IoT기반의 자가반응형 교량받침 변위추적 시스템개발	100,000,000	60,000,000
3	2020.09.18	한국도로공사	그라운드 앵커 잔존긴장력 자동 측정시스템 구축 용역	133,180,000	36,551,856
4	2020.11.02	(주)고려에스텍	스마트 계측관리 설계 용역	10,000,000	10,000,000

(4) 지표의 성과

(가) 개발기술 기술수출

- 본 사업화개발기술은 ‘IoT 기반의 저수지·댐 실시간 구조안전상태 평가 및 재해예측 시스템’으로 효과성을 한국농어촌공사로부터 인정받아, 사업화 1차연도인 2018년부터 꾸준히 기술수출을 시도하고 있으며, 2019년에는 미얀마 농축산관개부 농업관개국의 Worldbank 사업 일환으로 8개의 대댐에 모니터링 시스템을 반영 기술수출을 시도
- 대한민국 농림부 ODA사업으로 한국농어촌공사에서 주관하는 ‘Establishment of Dam Safety Management System Project in Myanmar’에 Dam Safety Monitoring System을 반영
- Worldbank 주관사업 7개 대댐에 총 250만 USD, 대한민국 농림부 ODA 사업에 총 100만 USD 총 2개 사업 350만 USD의 기술수출을 추진

미얀마 기술수출 설명	기술수출 대상 프로젝트	기술수출 규모																																																																																																								
	World Bank Dam Safety Mission Meeting on Agricultural Development Support Project (ADSP) Organized BY Irrigation and Water Utilization Management Department (IWUMD) and Korea Rural Community Corporation (KRC) with JV Consultants Dam Safety (Dam safety expert : Dr. Young In Oh) yioh2010@gmail.com 21st, October, 2019 Nay Pyi Taw	<table><tr><th>Classification</th><th>Dam Name</th><th>Instrument</th><th>Quantity</th><th>Unit</th><th>Equipment Cost</th><th>Work Cost</th><th>Total Cost</th></tr><tr><td>Batch 1</td><td>Malenattung</td><td>Inclinometer etc.</td><td>6</td><td>set</td><td>91,200</td><td>144,000</td><td>235,200</td></tr><tr><td></td><td>Swa</td><td></td><td>5</td><td>set</td><td>89,000</td><td>162,200</td><td>251,200</td></tr><tr><td></td><td>North Yammar Upper</td><td></td><td>3</td><td>set</td><td>70,000</td><td>101,600</td><td>171,600</td></tr><tr><td></td><td>North Yammar Lower</td><td></td><td>5</td><td>set</td><td>88,400</td><td>160,600</td><td>249,000</td></tr><tr><td></td><td>Sittthe</td><td></td><td>4</td><td>set</td><td>83,500</td><td>112,800</td><td>196,300</td></tr><tr><td>Batch 2</td><td>Baw Ni</td><td></td><td>3</td><td>set</td><td>68,500</td><td>75,400</td><td>143,900</td></tr><tr><td></td><td>Thae Gaw</td><td></td><td>6</td><td>set</td><td>93,800</td><td>190,600</td><td>284,400</td></tr><tr><td></td><td>Nigalalk</td><td></td><td>5</td><td>set</td><td>87,900</td><td>135,500</td><td>223,400</td></tr><tr><td>New Spillway</td><td>Swa</td><td></td><td>5</td><td>set</td><td>55,500</td><td>139,400</td><td>194,900</td></tr><tr><td colspan="7">total</td><td>1,949,900</td></tr><tr><td colspan="7">Automatic Input Program, Web Server, Web Server Input Program (Including Instrumentation Technical Education and Program Education)</td><td>500,000</td></tr><tr><td colspan="7">Grand Total (USD)</td><td>2,449,900</td></tr></table> Total : 2,449,900 USD	Classification	Dam Name	Instrument	Quantity	Unit	Equipment Cost	Work Cost	Total Cost	Batch 1	Malenattung	Inclinometer etc.	6	set	91,200	144,000	235,200		Swa		5	set	89,000	162,200	251,200		North Yammar Upper		3	set	70,000	101,600	171,600		North Yammar Lower		5	set	88,400	160,600	249,000		Sittthe		4	set	83,500	112,800	196,300	Batch 2	Baw Ni		3	set	68,500	75,400	143,900		Thae Gaw		6	set	93,800	190,600	284,400		Nigalalk		5	set	87,900	135,500	223,400	New Spillway	Swa		5	set	55,500	139,400	194,900	total							1,949,900	Automatic Input Program, Web Server, Web Server Input Program (Including Instrumentation Technical Education and Program Education)							500,000	Grand Total (USD)							2,449,900
Classification	Dam Name	Instrument	Quantity	Unit	Equipment Cost	Work Cost	Total Cost																																																																																																			
Batch 1	Malenattung	Inclinometer etc.	6	set	91,200	144,000	235,200																																																																																																			
	Swa		5	set	89,000	162,200	251,200																																																																																																			
	North Yammar Upper		3	set	70,000	101,600	171,600																																																																																																			
	North Yammar Lower		5	set	88,400	160,600	249,000																																																																																																			
	Sittthe		4	set	83,500	112,800	196,300																																																																																																			
Batch 2	Baw Ni		3	set	68,500	75,400	143,900																																																																																																			
	Thae Gaw		6	set	93,800	190,600	284,400																																																																																																			
	Nigalalk		5	set	87,900	135,500	223,400																																																																																																			
New Spillway	Swa		5	set	55,500	139,400	194,900																																																																																																			
total							1,949,900																																																																																																			
Automatic Input Program, Web Server, Web Server Input Program (Including Instrumentation Technical Education and Program Education)							500,000																																																																																																			
Grand Total (USD)							2,449,900																																																																																																			

그림 2.1 Worldbank 사업 기술수출 설명자료

농림부 ODA사업 MOU 증빙자료

MINUTES OF MEETINGS

BETWEEN

THE KOREA SIDE (KOREA RURAL COMMUNITY CORPORATION)

AND

THE MYANMAR SIDE (MINISTRY OF AGRICULTURE, LIVESTOCK AND IRRIGATION,
IRRIGATION AND WATER UTILIZATION MANAGEMENT DEPARTMENT)

ON

Establishment of Dam Safety Management System Project in Myanmar

Korea Rural Community Corporation (hereinafter referred to as the "KRC"), authorized by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (hereinafter referred to as the "MAFRA") of the Republic of Korea visited The Union of Republic of Myanmar from January 29 to February 6, 2020 with the aim of implementing a preliminary survey for the "Establishment of Dam Safety Management System Project in Myanmar" (hereinafter referred to as the "Project").

During its visit, KRC had a series of discussions with Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation, Irrigation and Water Utilization Management Department of Irrigation of Myanmar (hereinafter referred to as the "IWUMD").

Overall, both sides have jointly discussed the following points on February 5, 2020 at IWUMD.

1. Sharing and understanding the contents of the Project
2. Discussion on the direction of the Project based on the survey (See the table on page 2)
3. Agreement on the further cooperation for the Project from both side

On behalf of KRC

On behalf of IWUMD


Park, Ki Wook
Deputy Director of KRC


Mr. Zaw Min Htut
Director of IWUMD

Attachment > Review and Opinions on the Project

The contents of PCP	Pre F/S →	Opinions
1.Master Plan for a Dam Safety Management System 1.1.Master Plan for the Dam Safety Management System 1.2.Pilot projects for 10 Priority Dams		1.Master Plan for preemptive safety response by monitoring water facilities 1.1. Master Plan for data collection, Safety Diagnosis & Inspection, Monitoring & Management 1.2. Implementation of Dam Safety Management Pilot projects ※ No. of Pilot Project : TBD (F/S stage)
2.Central Dam Safety Monitoring Center 2.1.Central Dam Safety Monitoring construction 2.2.Provision of equipment 2.3.Joint operation		2.Establishment of Myanmar Dam Safety Management Organization 2.1. Office ※Size and Facilities : TBD (F/S stage) 2.2. Composition of Organization - Inspection & Monitoring Branch - Emergency Preparedness Branch - Training & Education Branch 2.4. Provision of equipment ※Equipment : TBD (F/S stage)
3.Institutional Framework 3.1.Legal Framework 3.2.Technical Framework (Guideline)		3.Setting guidelines for an Institutional Framework 3.1 Guideline for a Legal Framework by analyzing cases of diagnosis system (Korea, Japan, USA, etc) 3.2.Guideline for a Technical Framework
4.Capacity Building 4.1.Workshop (1 time per half year) 4.2.Invitation Training in Korea (2 times/High and working level/O&M official)		4.Capacity Building 4.1.Local Training - Fundamental Training (Every 2 weeks) - Diagnosis software training (half-yearly) 4.2.Workshop (per year) 4.3.Invitation Training (total 4 times) - High level (1 time) - Safety Management team members (1 time) - Four selected excellent trainees (2 times)

※Target water management facilities: Irrigation Dam owned by IWUMD of MOALI

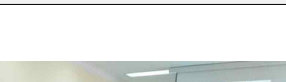
※Require to review the overlap of the project implemented by other countries or international organizations: JICA, KOICA, WB etc.

그림 2.2 대한민국 농림부 ODA 사업 기술수출 증빙자료

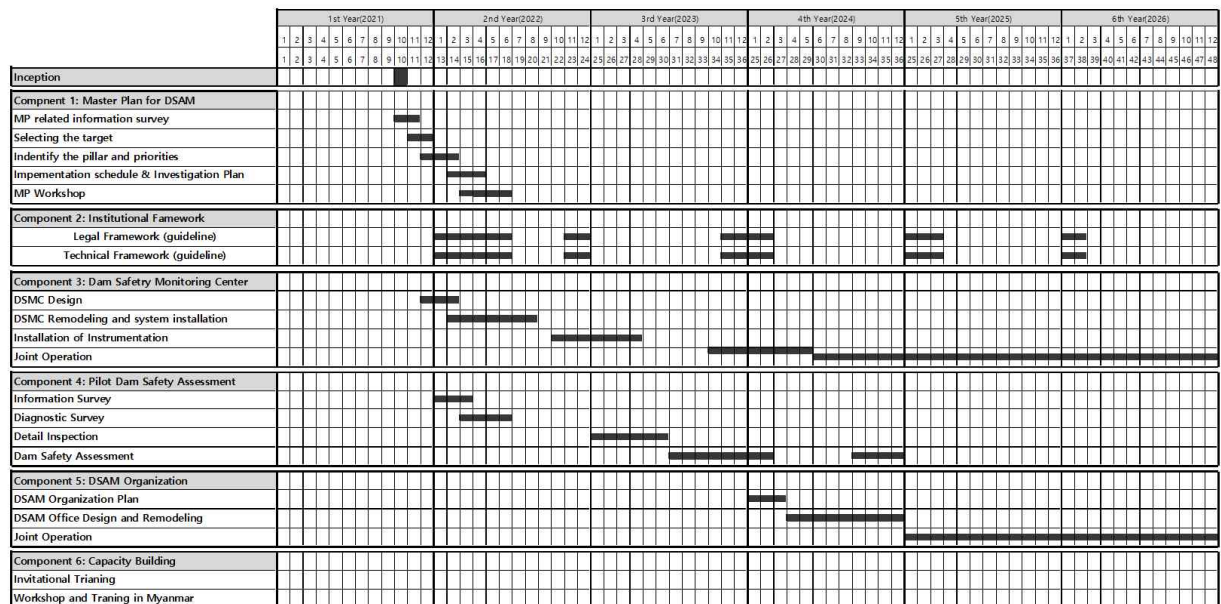
- 2020년 초 기술수출 계약 및 사업시행을 계획하였으나, 글로벌 COVID-19 팬데믹으로 인해 Myanmar정부의 국경봉쇄 및 Shutdown으로 모니터링 시스템을 포함한 전체 사업 중단
2020년 11월부터 조속한 사업재개를 시행하여 기술수출 항목은 2021년 5월부터 사업화 예상

미얀마 입국 요청공문		미얀마 예외 입국자 요청 공문									
한국 농어촌공사 미얀마사무소 수신자: 주미얀마연방공화국 대한민국 대사관 대사 (경주) 경계당량 일동시기관 제 목: 미얀마 농업개발지원사업 전문가 해외직 입국 비자발급 협조요청 1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다. 2. 우리공사에서 미얀마 농축산관계의 계약제권 수행 중인 세계은행(WB) 지원 「미얀마 농업개발지원사업(ADSP)」의 전문기술 이해와 관리 책임회고자 하며, 해외직 및 Fast Track 입국관련 협조 요청이나 처리하여 주시기 바랍니다. <table border="1"> <thead> <tr> <th>성명</th><th>분야</th><th>과연기간</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>유한호(기술 도록)</td><td>농업개발 및 농업</td><td>2020.10.27. ~ 2021.11.27</td></tr> <tr> <td>박정호(기술 도록)</td><td>수리도면 및 모형시공</td><td>2020.11.10. ~ 2021.01.04</td></tr> </tbody> </table> 덧붙임: 1. 미얀마 농축산관계부 관계국 추천공문 1부. 2. 과연전문가 의견서, 과연지시 및 과연명령서 1부. 등. 미얀마사무소장 사무소장 요청인  참조자 시행: 미얀마사무소-4230 (2020.9.24.) 참조 주소: No.302, Taunggyi Street, Otham Thiri Township, Naypyitaw, Myanmar 전화: +95-9-254-08008 / yk02010@gmail.com		성명	분야	과연기간	유한호(기술 도록)	농업개발 및 농업	2020.10.27. ~ 2021.11.27	박정호(기술 도록)	수리도면 및 모형시공	2020.11.10. ~ 2021.01.04	Korea Rural Community Corporation Myanmar Office Reference No.: KRC/ADSP Rep Office-42-2020 26 September 2020 Dr. Yoo Chan Ho President ADSP Construction & Technology Republic of Korea Subject: Request for Dispatch the IoT Based Dam Safety Monitoring Expert Dear Sir, It is the great honor that I convey my sincere gratitude to you for continuous support for enhance mutual cooperation between ADSP Construction & Technology (ADSP C&T) and Korea Rural Community Corporation (KRC). In collaboration with ADSP C&T, KRC has implemented the "Feasibility Studies and Detailed Design for Dam Safety and Improvement of Irrigation and Drainage" & "Technical Assistant for Soil Water Irrigation Design and Construction" of Agriculture Development Support Project (ADSP) (WB Credit No. 8540-00). Also, the Irrigation and Water Utilization Management Department (IWUMD) of Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation (MOALI) want to apply Korea's advanced IoT-based dam safety management monitoring system. In particular, it is planning the construction and follow-up monitoring of the two Dam New Irrigation and Restoration Embankment. In this regard, IWUMD is requesting the introduce Korea's IoT-based dam safety monitoring system and consultation of technology transfer and commercialization. Therefore, KRC politely requests that ADSP C&T dispatch special experts familiar with the IoT-based dam safety monitoring technology. It would be highly appreciated if you could arrange for expert dispatch. Thank you very much for your kind cooperation in advance. Sincerely yours,  Oh, Young Is Chief Representative KRC Myanmar Office Korea Rural Community Corporation Copy to: - Director General, IWUMD, MOALI - Chairman, MRCOLD - Director General, Korea Rural Community Corporation HQ - Files
성명	분야	과연기간									
유한호(기술 도록)	농업개발 및 농업	2020.10.27. ~ 2021.11.27									
박정호(기술 도록)	수리도면 및 모형시공	2020.11.10. ~ 2021.01.04									

그림 2.3 개발기술 기술수출 추진요청 공문

- | 미얀마 기술수출 설명 및 모니터링 시스템 시연 | | 기술수출 규모 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------|----------------|-----------|------------------|--|----------------|-----------|------------------|--------|---------|--------------|---|----|--------|--------|--------|--------------------------|--------------------|---|----|--------|--------|--------|--------------------------|----------------------|---|----|--------|--------|--------|--------------------------|----------------|---|----|--------|-------|--------|--------------------------|------------|---|----|--------|--------|--------|--------------------------|--|-----------|--|--|---------|---------|---------|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|------------|-----|-----|--|--------|--------|--|--|-------------|-----|-----|--|--------|--------|--|--|-----------|--|--|--|--------|--------|--|--|-------------------|---|-----|--------|--------|--------|-------------------------------------|--|-----------|--|--|--------|--------|--------|--|--|-------|--|--|---------|---------|---------|--|
|  |  | <p>Table 5.10 The Thungwa Dam Instruments Quantities and Costs</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item Name</th><th>Items</th><th>Quantity</th><th>Unit</th><th>Equipment Cost</th><th>Work Cost</th><th>Total Cost (USD)</th><th>Remark</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Thungwa</td><td>Inclinometer</td><td>7</td><td>EA</td><td>40,800</td><td>53,700</td><td>94,500</td><td>Data Logger IEA Included</td></tr> <tr> <td>Ground Water Level</td><td>8</td><td>EA</td><td>11,900</td><td>61,400</td><td>73,300</td><td>Data Logger IEA Included</td></tr> <tr> <td>Seismic Acceleration</td><td>1</td><td>EA</td><td>32,300</td><td>10,000</td><td>42,300</td><td>Data Logger IEA Included</td></tr> <tr> <td>Sediment Plate</td><td>7</td><td>EA</td><td>20,900</td><td>3,100</td><td>24,000</td><td>Data Logger IEA Included</td></tr> <tr> <td>Piezometer</td><td>9</td><td>EA</td><td>19,000</td><td>63,000</td><td>82,000</td><td>Data Logger IEA Included</td></tr> <tr> <td></td><td>Sub Total</td><td></td><td></td><td>124,900</td><td>191,200</td><td>316,100</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td colspan="7">Instrument Test and Calibration</td></tr> <tr> <td></td><td>Field Test</td><td>0.5</td><td>M3M</td><td></td><td>21,000</td><td>10,500</td><td>Instrumentation Expert Training Included</td></tr> <tr> <td></td><td>Calibration</td><td>0.5</td><td>M3M</td><td></td><td>21,000</td><td>10,500</td><td>Instrumentation Expert Training Included</td></tr> <tr> <td></td><td>Sub Total</td><td></td><td></td><td></td><td>21,000</td><td>21,000</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>Monitoring System</td><td>1</td><td>Set</td><td>30,000</td><td>30,000</td><td>60,000</td><td>Server, Hardware, Software Included</td></tr> <tr> <td></td><td>Sub Total</td><td></td><td></td><td>30,000</td><td>30,000</td><td>60,000</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>Total</td><td></td><td></td><td>154,900</td><td>242,200</td><td>397,100</td><td></td></tr> </tbody> </table> | | Item Name | Items | Quantity | Unit | Equipment Cost | Work Cost | Total Cost (USD) | Remark | Thungwa | Inclinometer | 7 | EA | 40,800 | 53,700 | 94,500 | Data Logger IEA Included | Ground Water Level | 8 | EA | 11,900 | 61,400 | 73,300 | Data Logger IEA Included | Seismic Acceleration | 1 | EA | 32,300 | 10,000 | 42,300 | Data Logger IEA Included | Sediment Plate | 7 | EA | 20,900 | 3,100 | 24,000 | Data Logger IEA Included | Piezometer | 9 | EA | 19,000 | 63,000 | 82,000 | Data Logger IEA Included | | Sub Total | | | 124,900 | 191,200 | 316,100 | | | Instrument Test and Calibration | | | | | | | | Field Test | 0.5 | M3M | | 21,000 | 10,500 | Instrumentation Expert Training Included | | Calibration | 0.5 | M3M | | 21,000 | 10,500 | Instrumentation Expert Training Included | | Sub Total | | | | 21,000 | 21,000 | | | Monitoring System | 1 | Set | 30,000 | 30,000 | 60,000 | Server, Hardware, Software Included | | Sub Total | | | 30,000 | 30,000 | 60,000 | | | Total | | | 154,900 | 242,200 | 397,100 | |
| Item Name | Items | Quantity | Unit | Equipment Cost | Work Cost | Total Cost (USD) | Remark | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thungwa | Inclinometer | 7 | EA | 40,800 | 53,700 | 94,500 | Data Logger IEA Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ground Water Level | 8 | EA | 11,900 | 61,400 | 73,300 | Data Logger IEA Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seismic Acceleration | 1 | EA | 32,300 | 10,000 | 42,300 | Data Logger IEA Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sediment Plate | 7 | EA | 20,900 | 3,100 | 24,000 | Data Logger IEA Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Piezometer | 9 | EA | 19,000 | 63,000 | 82,000 | Data Logger IEA Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sub Total | | | 124,900 | 191,200 | 316,100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Instrument Test and Calibration | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Field Test | 0.5 | M3M | | 21,000 | 10,500 | Instrumentation Expert Training Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calibration | 0.5 | M3M | | 21,000 | 10,500 | Instrumentation Expert Training Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sub Total | | | | 21,000 | 21,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Monitoring System | 1 | Set | 30,000 | 30,000 | 60,000 | Server, Hardware, Software Included | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sub Total | | | 30,000 | 30,000 | 60,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Total | | | 154,900 | 242,200 | 397,100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1개댐 : 397,000 USD
Total : 약 3,500,000 USD</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tentative Time Schedule for EDSMS in Myanmar



- 16 -

(나) 개발기술 생산시설 등록

- 주관기관 아신씨엔티(주)는 1차연도에 위탁생산을 통해 시제품을 제작하였으나, 연구개발 과정을 통해 IoT 기기 직접생산 기술능력을 확보하였으며, 무선통신장치 제조업을 등록하고 IoT 기기에 사용할 수 있는 변위계측 센서를 개발함으로써 센서 항목에 대한 직접생산 및 공장등록을 완료

생산시설 등록 증빙서류

업체상대 정보

업체상대	시작일자	종료일자	업종명	비고
경상업체			업종상대(부경영체지, 신용 등)가 정상임니다.	

대표자 정보

성명	주민등록번호	E-Mail	대표자휴대폰	대표 대표지여부	대표자구분
유한호	770715-14****	randy2000@nate.com	010-8127-0015	Y	☐ ☐

입찰참가 대리인

직위	성명	주민등록번호
	이현진	881008-11****
	송희락	800702-21****

입찰참가 등록목록

등록일	세부 품명번호	세부품명	제조	제조생산 증명서류	제조생산 유료기간	등록유료기간	제조공장
				시작 일자	종료 일자	시작 일자	종료 일자
2020. 08. 18	4111181801	반도체정기	N				
2020. 08. 18	4822172101	무선통신장치	N				
2020. 08. 04	8111158801	정보시스템개발 서비스	Y	직접생산증 명서	2020/08/04	2022/08/04	2020/08/04

* 등록유료기간은 「국가중요전자조달시스템 입찰참가자격 등록규정」 제8조제1항에 따른 유료기간이며, 이 기간이 경과하면 등록의 효력은 소멸되거나 공과 전에 갱신해주시기 바랍니다.

등록입찰 및 시공능력

업종명	등록번호	면허취득일자	유효기간만료 일자	시공능력평가액	업종상태
8558(전자정보통신업(도판, 자판))	제E-08-004048호	2015/01/28			정상
1188(학술,연구등업)	제4188144474호	2018/05/22			정상
1718(화학공업(정제업(화학제품))	제1078호	2018/07/16			정상
1888(안전진단전문기관(수리시설))	경기제220호	2017/11/20			정상

문서확인번호: 1598-3232-2918-9329

공장등록증명(신청서)

접수번호	2020082583904271001	접수일	2020.08.25	처리기간	즉시
------	---------------------	-----	------------	------	----

회사명	아신씨엔티(주)	전화번호	031-421-2583
대표자 성명	유한호	생년월일(법인등록번호)	210111-0090698
대표자 주소(법인 소재지)	경기도 안양시 동안구 관왕동 798-0 5층 511호		

공장 소재지	지목	분류구분
경기도 안양시 동안구 학의동 268 (2 영동, 안양(국가관리) 5층 511호	공장용지	자가 [], 임대 [O]
공장 등록일	사업 시작일	종업원 수
2020년 05월 21일	2020년 05월 15일	남 : 27 여 : 7

공장 면적(㎡)	제조시설 면적(㎡)	부대시설 면적(㎡)
0.000	13.500	166.500

등록 조건	조건 : 해당없음
-------	-----------

등록변경, 증설 등 기재사항 변경내용(변경 날짜 및 내용)	공장관리번호
	411732020471053

「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제16조제1항·제2항·제3항에 따라 위와 같이 등록된 공장임을 증명합니다.

2020년 08월 25일

※ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 정부24(gov.kr)의 인터넷발급문서진위확인 메뉴를 통해 진·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지) 또한 문서하단의 바코드로도 진위확인(정부24 및 또는 스캐너를 문서확인프로그램)을 할 수 있습니다.

그림 2.5 연구개발 IoT 제품 직접 생산시설 등록 증빙서류

(다) 기타 인증

- 주관기관 아신씨엔티(주)는 1차 및 2차연도 연구개발 과정을 통해 조기 사업화를 달성함으로써 고용창출 성과를 인정받아 경기도 지정 ‘경기도 일자리 창출 우수기업’으로 선정되는 지표 외 성과를 달성
- 개발기술인 ‘저수지 댐의 모니터링 기술’을 이용하여 재해위험지구, 재해위험 저수지 및 급경사지의 조기경보 구축사업을 위한 IoT 기반 모니터링 시스템 기반과 같은 ‘재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원사업’에 지원하여, 행정안전부 주관 ‘재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원 과정 프로젝트’ 참여기업으로 선정

기타 인증 항목 증빙서류

제2019 - 74호



인 증 서

회 사 명 : 아신씨엔티(주)

소 재 지 : 안양시

대 표 자 : 유찬호

인증기간 : 2019.12.10. ~ 2021.12.9.

귀 회사는 근로자 복지향상과 일자리 창출에
기여하였기에 2019년도 경기도 일자리우수
기업으로 선정합니다.

경 기 도 지 사



"지식으로 만들어가는 더 큰 세상"



KMA

서울시 영등포구 여의대로 22 역삼동 22-10층 / TEL: 3274-9270 FAX: 3274-9219 www.kma.or.kr

문서번호 : 제2020-386호

2020. 08. 07.

제 목 : '재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원 과정' 프로젝트 진행'

1. 귀 사의 무궁한 발전과 귀하의 건승하심을 기원합니다.
2. 본회는 귀 사의 '재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원'에 최종 선정이 되었음을 안내 드립니다.
3. 본회는 '재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원 과정' 프로젝트 진행'에 대하여 다음과 같이 안내를 드리오니 원활한 프로젝트 진행을 위한 협조 및 참여 부탁드립니다. 일정은 다음과 같습니다.

- 다 음 -

가. 사 업 명 : 재난안전기업 사업화 역량 강화 컨설팅 지원 과정 프로젝트

나. 진행개요

1. 일정 : 8월 중
2. 장소 : 기업측으로 전문가 현장 방문
3. 기업별 프로젝트 컨설팅을 파견하여 기업현장 프로젝트 점검 및 컨설팅 진행

다. 프로젝트 진행

1. 현장 진단 및 기업별 제출서류를 바탕으로 컨설팅 진행
2. 기업당 2회 컨설팅이 방문하여 프로젝트 진행 및 컨설팅 진행

라. 프로젝트 진행 일정

구분	수행방법	일정
기업 공모	* 공고 및 접수	6월 중
기업 선정	* 서면 검토 * 현장 진단 후 기업 선정	7월 중
컨설팅 진행	* 컨설팅 수행 및 프로젝트 진행 * 기업별 맞춤형 컨설팅 진행	8월 ~ 11월
포함	* KMA 최고경영자초청 등 다양한 교육 프로그램 진행 * 기업 간 네트워크 강 마련	8월 ~ 10월
성과 발표회	* 우수성과 공유 및 시상 & 네트워킹	11월 중

(사)한국능률협회
상근부회장 최권석



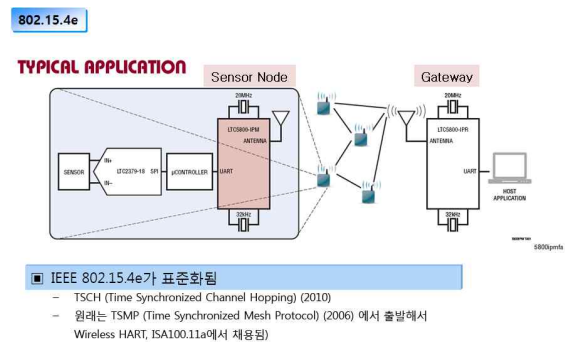
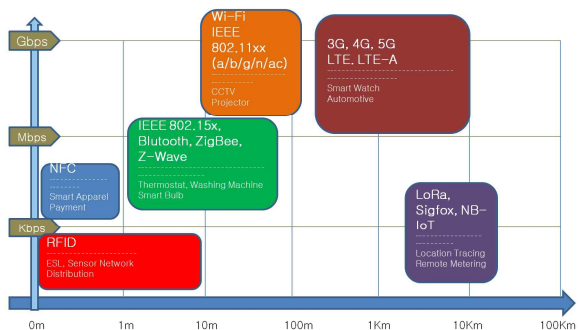
그림 2.6 연구개발 IoT 제품 직접 생산시설 등록 증빙서류

마. 연구결과 (기술적 측면)

(1) 1차연도 연구개발 성과

(가) 센서-통신모듈 IoT 시제품 제작 및 Test Bed 구축

- 본 연구개발 1차연도에서는 주관기관 보유기술 ‘실시간 재해 발생 시간 예측 시스템 및 방법 (특허 제10-1821599호)’ 에 IoT 표준기술인 IEEE 802 15.4e와 융합하여, 저수지 댐 모니터링 시스템에 활용할 수 있는 IoT 기기를 제작하고 길정저수지 현장에 설치 및 시범 운영하는 Test bed를 구축
- IoT에 활용되는 무선통신 기술은 RFID, NFC, Bluetooth, Zigbee, Z-wave, Wi-Fi, LoRa 및 LTE 등이 있으며, 통신방법에 따라 통신거리 및 데이터 처리속도 등의 차이가 발생
- 개발기술이 계획하고 있는 IEEE 802 15.4e는 Bluetooth 및 Zigbee 통신기반으로 권장 통신거리는 1~100m, 데이터 처리속도는 kbps ~ Mbps 수준
- IoT 표준기술인 IEEE 802 15.4e는 Time Synchronized channel hopping (TSCH) 또는 Time Slotted Channel Hopping 기술로 공유 매체 네트워크를 위한 채널 액세스 방법
TSCH는 저전력 장치에서 무선 링크를 사용하여 통신하는 기술로서 저전력 기반의 IoT 장치를 구성하기 위한 표준기술로 사용



(a) IoT 통신방법별 통신거리 및 데이터 처리속도 (b) IoT 표준기술 IEEE 802 15.4e의 구성

그림 2.7 연구개발 IoT 제품 직접 생산시설 등록 증빙서류

IoT 표준기술 IEEE 802 15.4e 표준 아키텍처	IoT 표준기술을 이용한 1차연도 시제품
SENSOR NODE The diagram shows a SENSOR connected to an LTC2379-18 (IN(+), IN(-)). This is connected to a uController, which is connected to an LTC5800-IPM and an ANTENNA. The LTC5800-IPM is also connected to a 32kHz oscillator. The ANTENNA is connected to a 20MHz oscillator. The uController is connected to the LTC5800-IPM via SPI and UART. 표준화 : IEEE 802 15.4e	The photograph shows two pieces of hardware. On the left is a Smart Node - 100N (blue and white). On the right is a Smart Power - 100N (blue and white). Both are connected to a power source and have antennas.

그림 2.8 1차연도 시제품의 아키텍처 구성도 및 시제품 전경

- 저수지 댐의 모니터링 기술에 사용된 표준기술 IEEE 802 15.4e 표준의 아키텍처를 활용하여 무선센서 시제품을 제작하여 Test Bed인 길정저수지에 IoT 기반의 실시간 모니터링 시스템을 구축
- 길정저수지는 저수지 댐 하류에 민가가 위치하고 있어 피해 발생시 대규모 피해가 우려되어 Test bed로 설정하였고, Test bed에 모니터링 시스템을 구축하기 위하여 사전분석을 통해 위험항목 및 위치를 선정하여 센서의 종류, 설치위치 및 모니터링을 위한 기준값을 설정

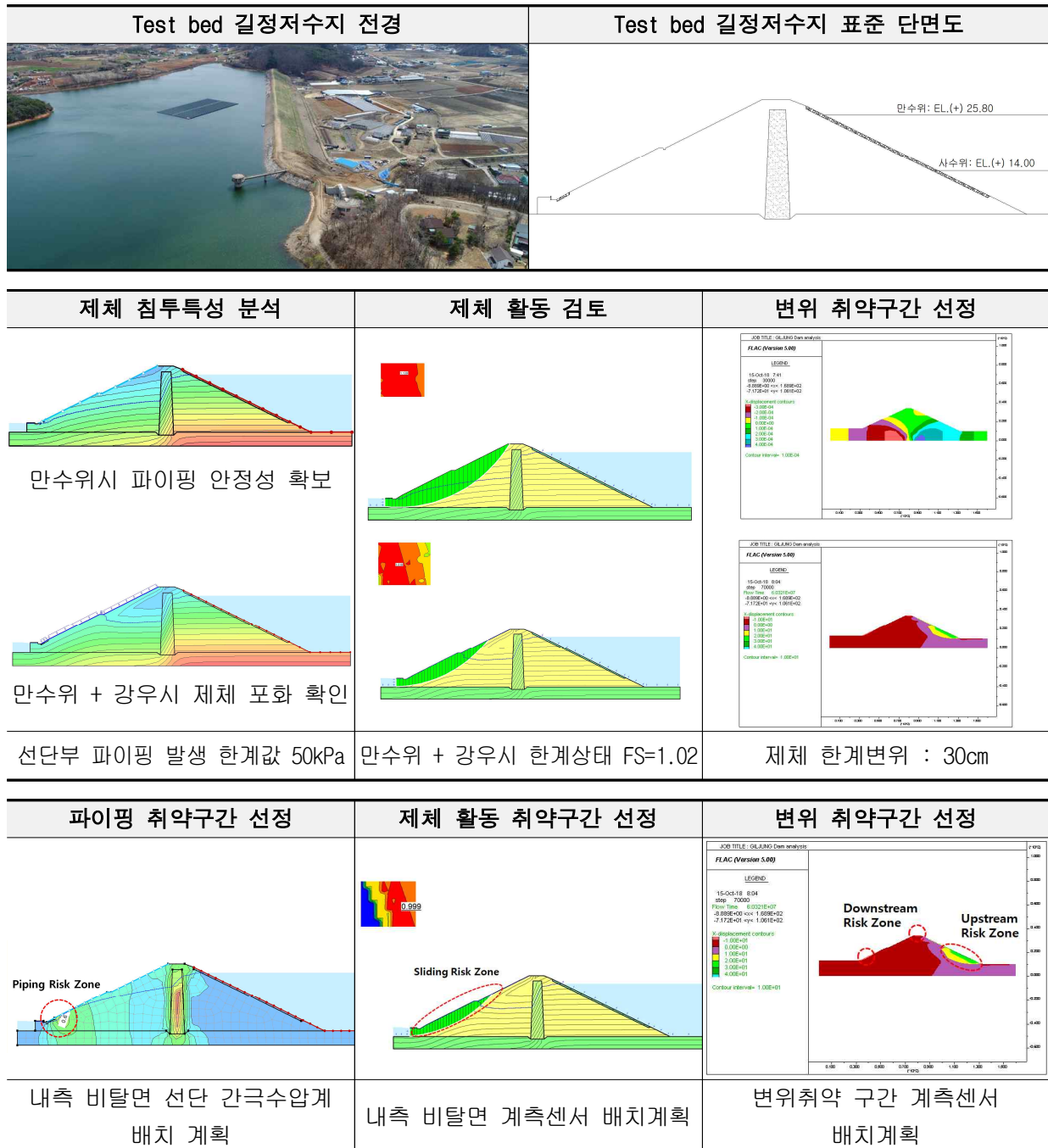
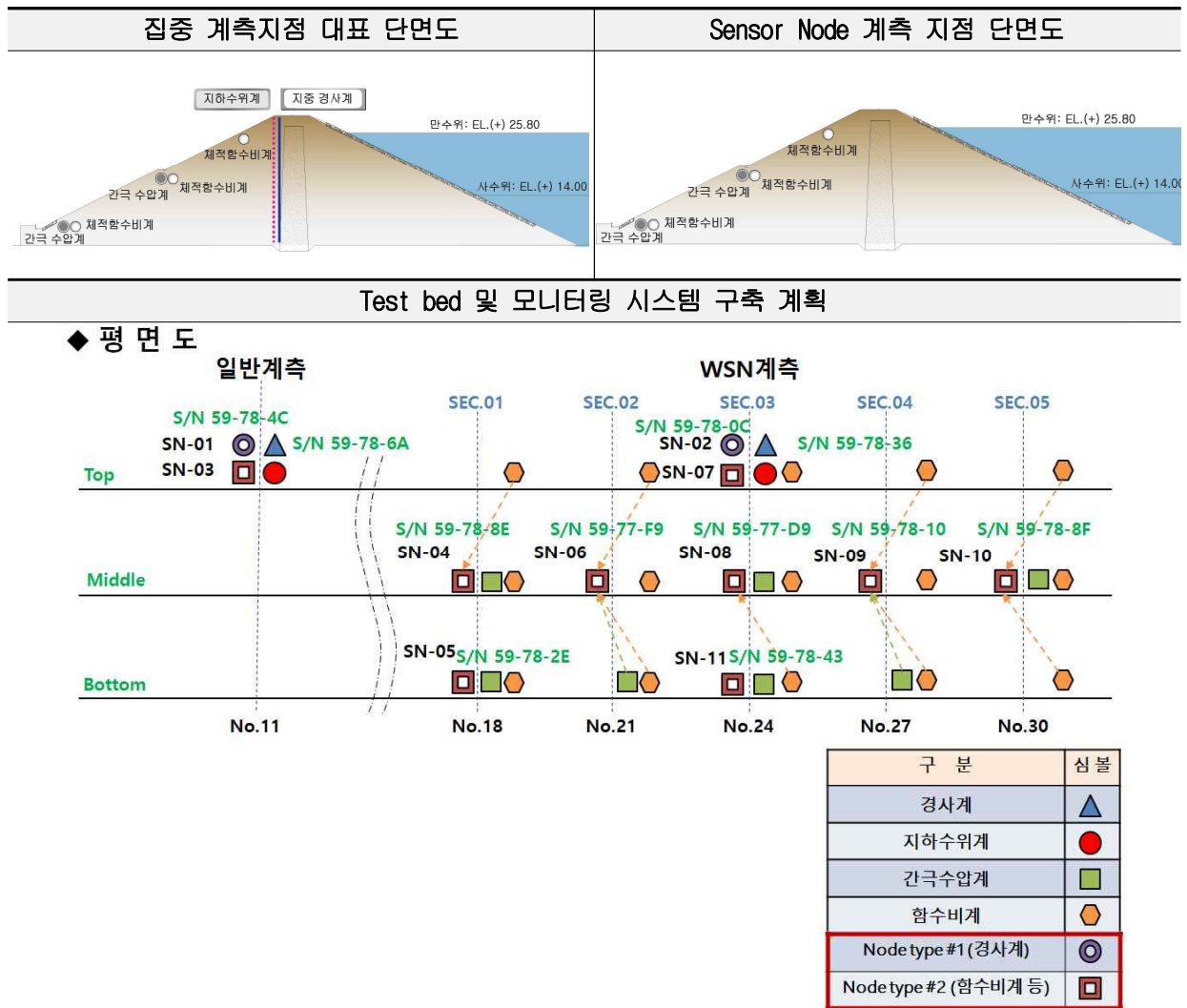


그림 2.9 1차연도 Test bed 길정저수지 전경, 단면 도 및 사전검토를 통한 취약지점 선정결과

- 사전검토를 통해 확인된 위험지역에 센서를 배치하여 실시간 모니터링이 가능한 Test bed 구축을 계획



- 상용센서와 IoT 시제품을 이용하여 Test bed인 길정저수지에 실시간 모니터링 시스템을 구축하기 위하여 센서 설치 및 모니터링 시스템 통신네트워크를 구축





그림 2.10 1차연도 Test bed 단계별 구축과정 및 전경

- Test bed인 길정저수지에 저전력 무선센서 네트워크 IoT 기반의 실시간 모니터링 시스템을 구축하여 운영한 결과, ① 서버로 센서 측정결과와 수신(시간)이 일정하지 않고, ② 불규칙적인 데이터 값 수신이 되는 문제점이 확인
- IEEE 802.15.4e IoT 제품은 저전력통신이 가능한 장점이 있는데 Test bed에 설치된 시제품의 경우 통신효율이 저하되기 때문에 지속적인 통신시도가 발생하여 배터리소모율도 증가하여 실외환경에서 적용성은 저하됨을 확인
- Test Bed인 길정저수지에 적용된 IoT 시제품은 IEEE 802.15.4e로 권장 통신거리 10~100m이며, Test Bed에 설치된 IoT 통신거리는 20~40m로 권장 통신거리 이내에 해당되지만, 실외환경에서는 권장 통신거리에 만족하지 못하는 통신효율이 발생하는 결론을 도출하고 최소 100m 이상의 통신거리를 확보할 수 있는 IoT 시제품으로 개선하는 것으로 목표를 설정

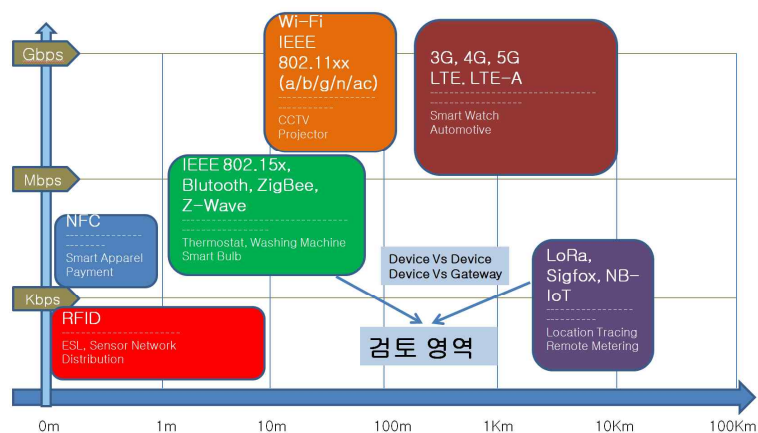


그림 2.11 IoT 제품의 권장 통신거리

- 국제 표준 IoT IEEE 802 15.4e보다 실외환경에서 통신성능이 확보되면서 저전력 운영이 가능하도록 통신모듈을 개선하는 것으로 IoT 제품을 개선하였으며, 다음과 같이 IoT 시제품의 회로설계를 수행

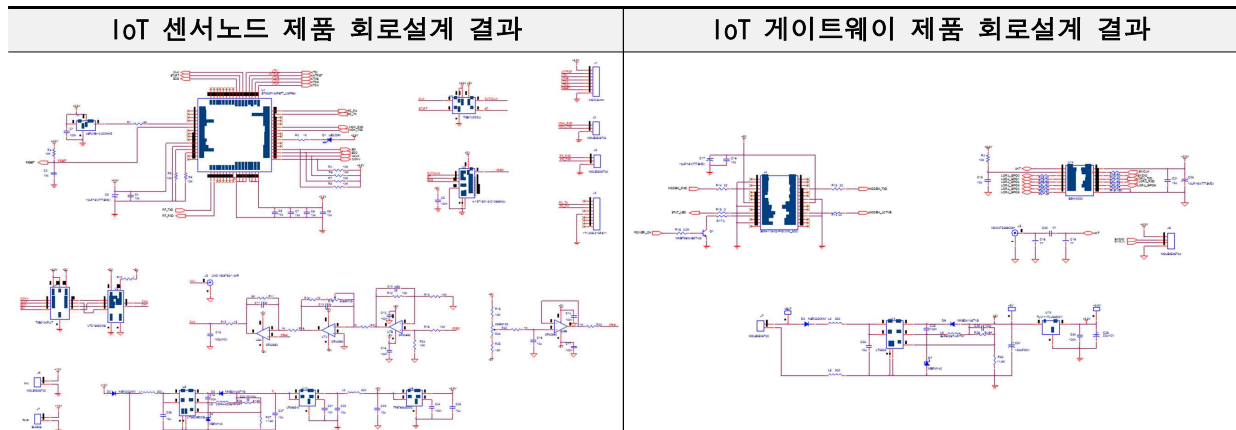


그림 2.12 1차연도 IoT 시제품의 개선을 위한 회로설계 결과

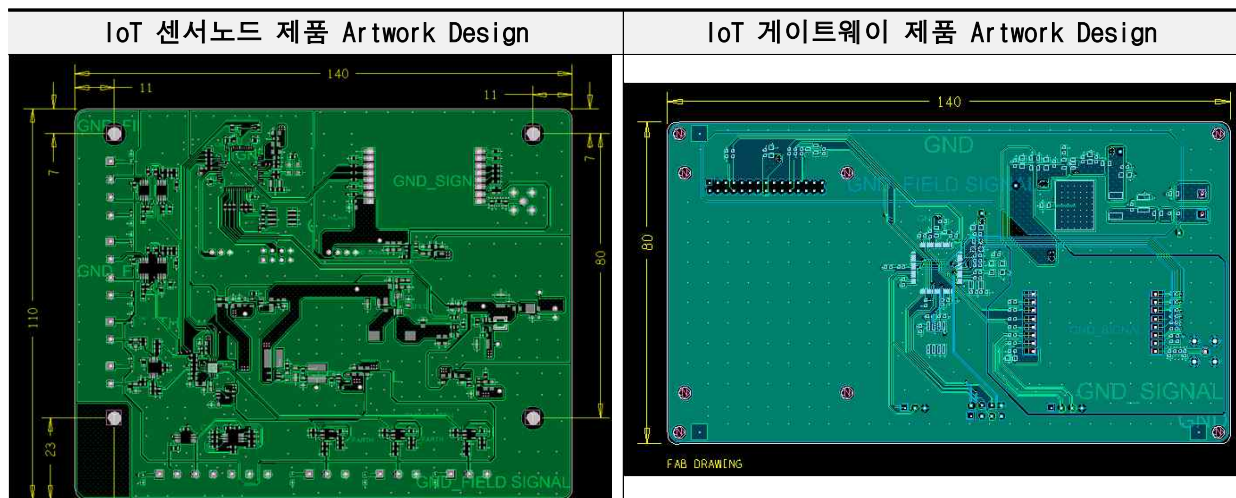


그림 2.13 1차연도 IoT 시제품의 개선을 위한 Artwork Design

- 통신성능이 개선된 시제품을 제작하여 Test bed 설치에 앞서 경기도 광교인근에서 통신성능 시험을 수행하여 실외환경에서의 통신성능을 검증하였으며, 권장 통신거리가 1~10km이상으로 알려진 LoRa 통신방법의 경우 장애물로 인해 통신간섭이 발생할 수 있는 실외환경에서의 실제 통신거리는 약 1.4km정도로 확인
 - 개선된 IoT 장치의 경우 권장 통신거리가 1~10km에 비해 실제 성능보장 통신거리는 약 14%정도로 작게 평가되었지만, 이는 실외 환경에서의 장애물에 의한 통신장애 그리고 전파 간섭 등으로 발생하는 문제로 판단
- 또한, 중심기준 약 2.8km의 통신영역을 확보하는 성능으로 저수지 댐의 실시간 모니터링을 위한 통신거리에 무리가 없는 것으로 판단하여 최종 제품 통신거리로 결정

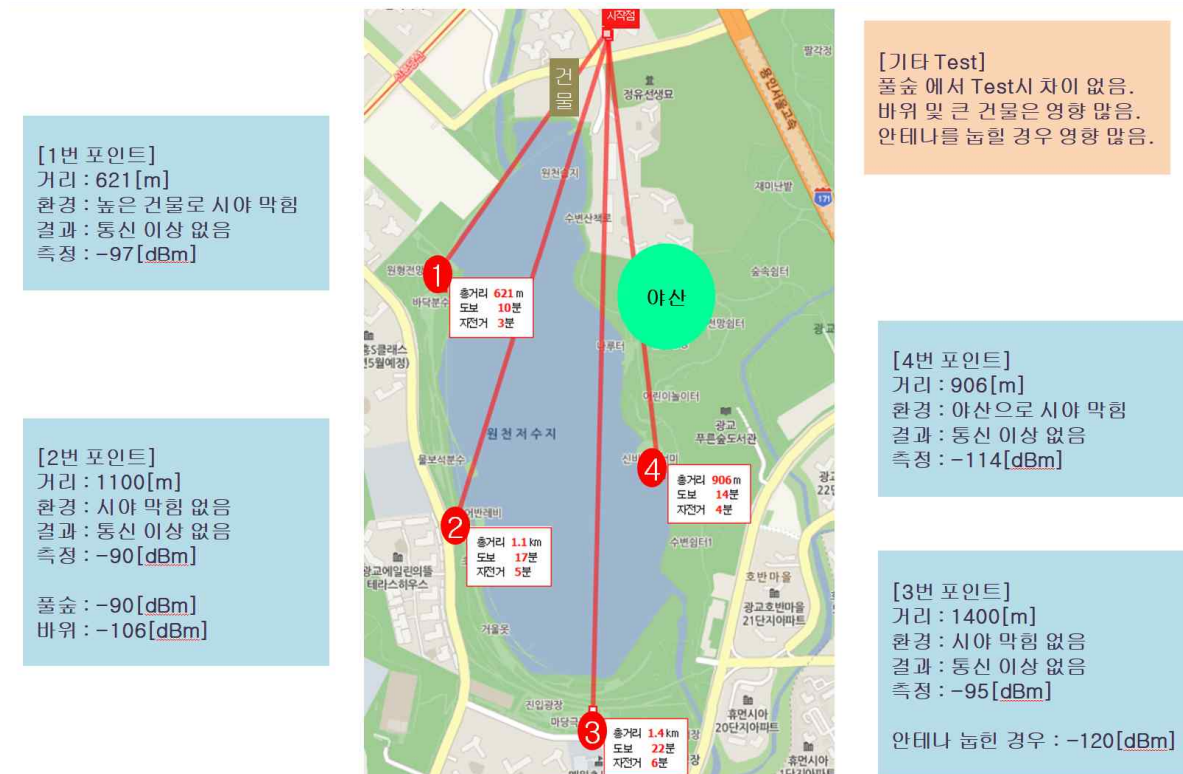


그림 2.14 1차연도 IoT 시제품의 실외환경 통신성능 실험결과

- 개선된 시제품을 제작하여 Test bed에 설치된 IoT 재품을 교체함으로써 모니터링 시스템을 구축하였으며, 모니터링 시스템을 통해 실시간 모니터링 시스템의 적용성을 확인

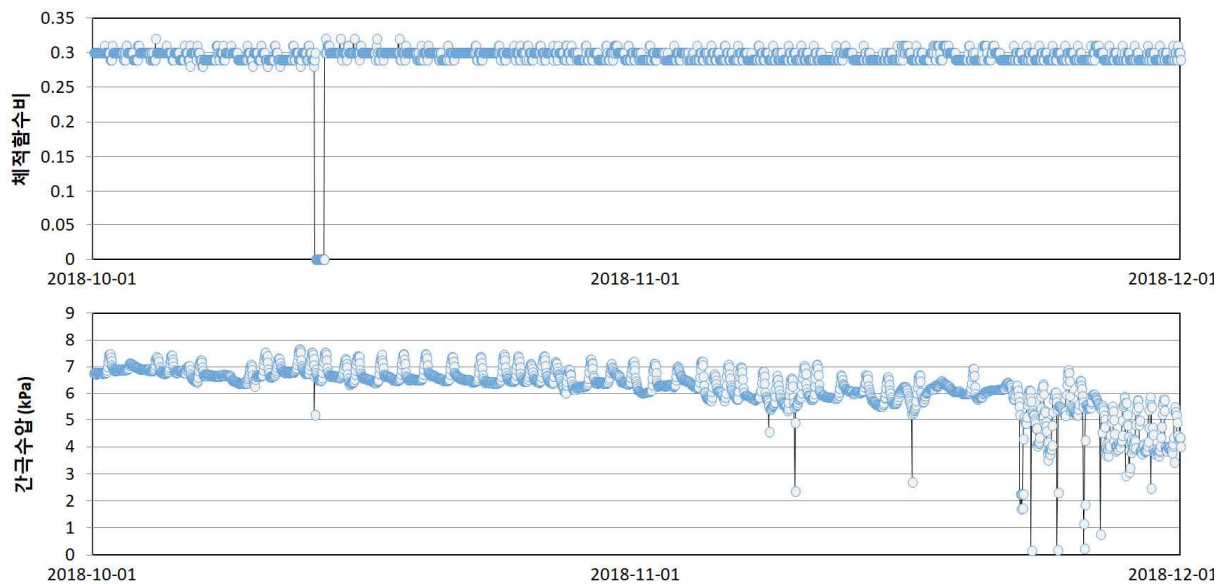


그림 2.15 1차연도 IoT 시제품 설치후 Test bed에 설치된 체적함수비 및 간극수압 측정결과

(나) IoT 기반 모니터링 시스템 구축

- 저수자·댐의 실시간 모니터링 시스템 및 구조 안전상태 평가를 위한 모니터링 시스템을 구축하기 위하여 사전DB, 실시간 모니터링 측정결과를 상호 보완할 수 있는 알고리즘을 작성
- 작성된 알고리즘을 이용하여 S/W 및 모니터링 시스템을 구축하기 위한 UI 설계를 수행

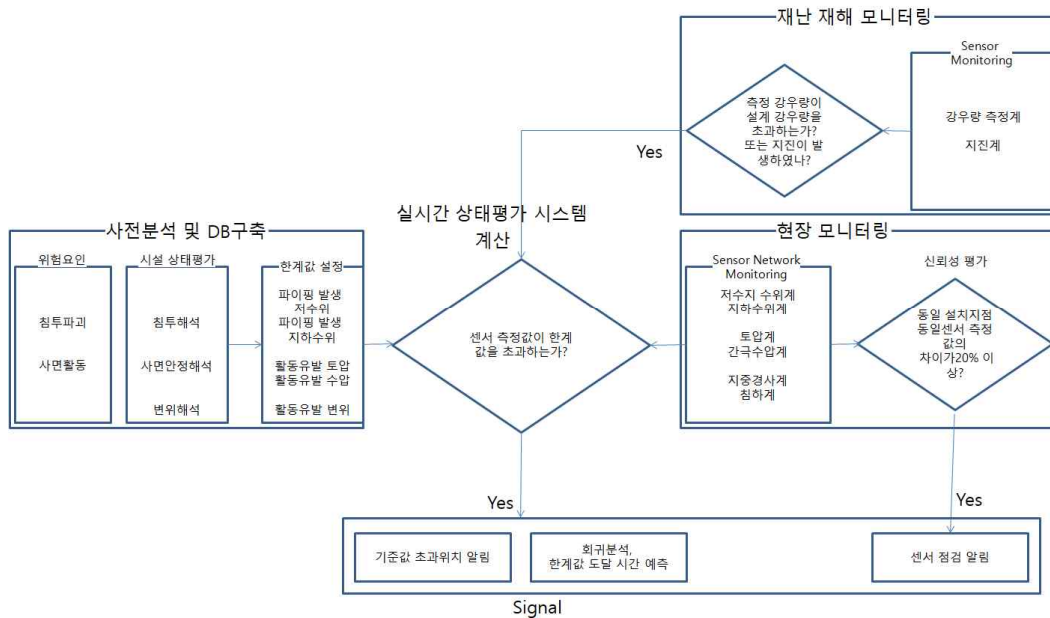


그림 2.16 1차연도 IoT기반 모니터링 및 실시간 구조 안전상태 평가 알고리즘 구성도

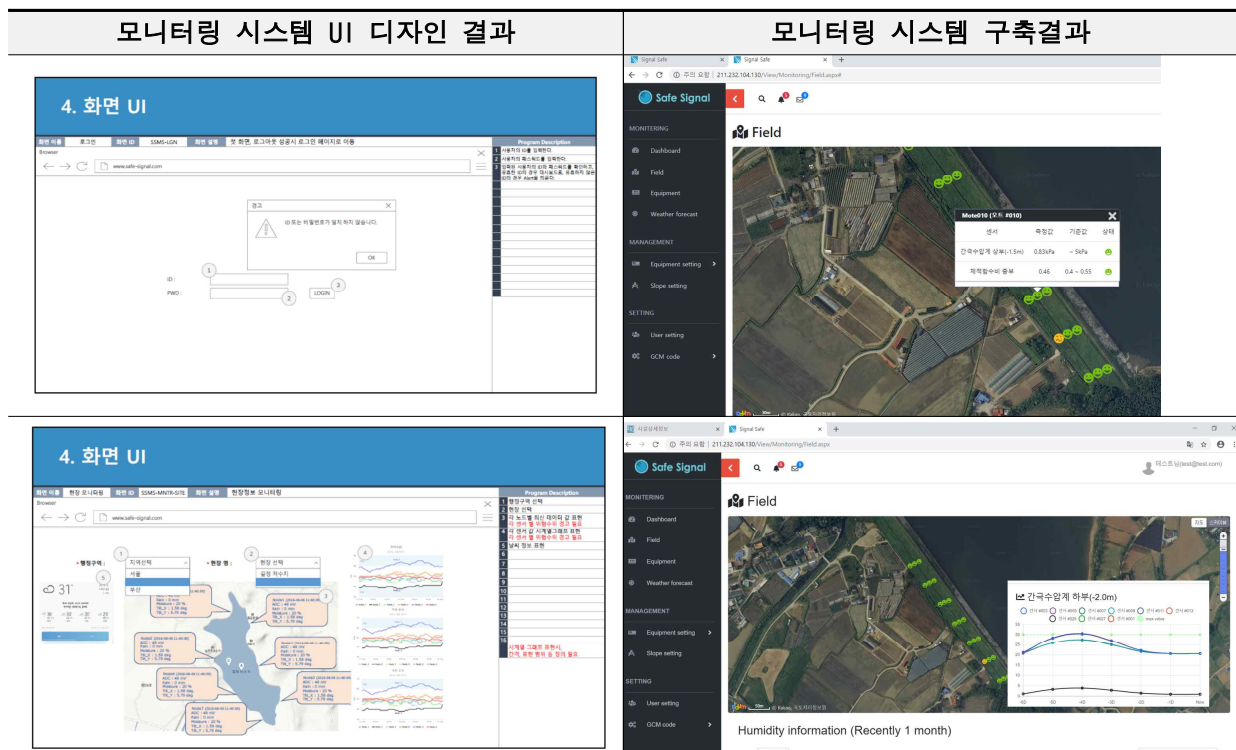


그림 2.17 1차연도 IoT 모니터링 시스템 UI 및 웹기반 시스템 구축결과

(2) 2차연도 연구개발 성과

(가) 기상정보 호환 센서·통신모듈 IoT 시제품 제작 및 Test Bed 구축

- 1차연도에서 개발한 실외환경에서 최적화된 IoT 시제품을 기상정보와 호환할 수 있도록 IoT 제품을 개선하도록 계획하였으며, 개선된 IoT 시제품은 다음과 같은 기능이 추가되도록 개선
 - 강우가 감지되는 경우 IoT기기 스스로 센서 측정 시간주기를 조정하고, 상시에는 원 측정 시간주기로 복귀 (예 : 상시 1회/시간 → 강우 또는 이상감지시 1회/분)
 - 다수의 센서를 동시 연결하여도 통신장애가 발생하지 않는 IoT 센서노드 기기
 - 단순한 통신기능을 탈피해 서버에서 IoT 기기를 제어할 수 있는 양방향 통신 가능 기기
- 1차연도 개발 IoT 시제품에 상기 기능이 추가되는 IoT 기기를 개발하고 시제품을 제작

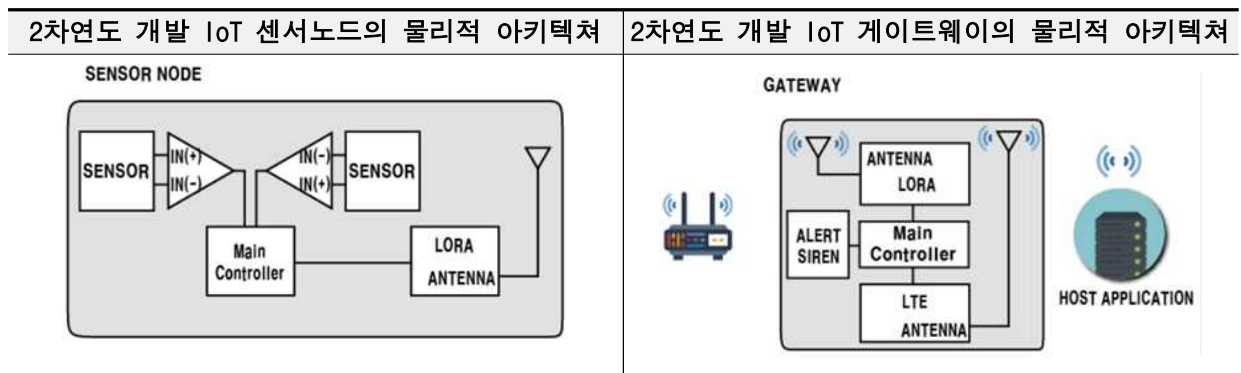


그림 2.18 2차연도 시제품의 아키텍처 구성도

- 2차연도 IoT 시제품 제작을 위하여 1차연도 시제품의 회로설계를 수정하고, 장기간 저전력 운영이 가능하도록 전력소모 재설계

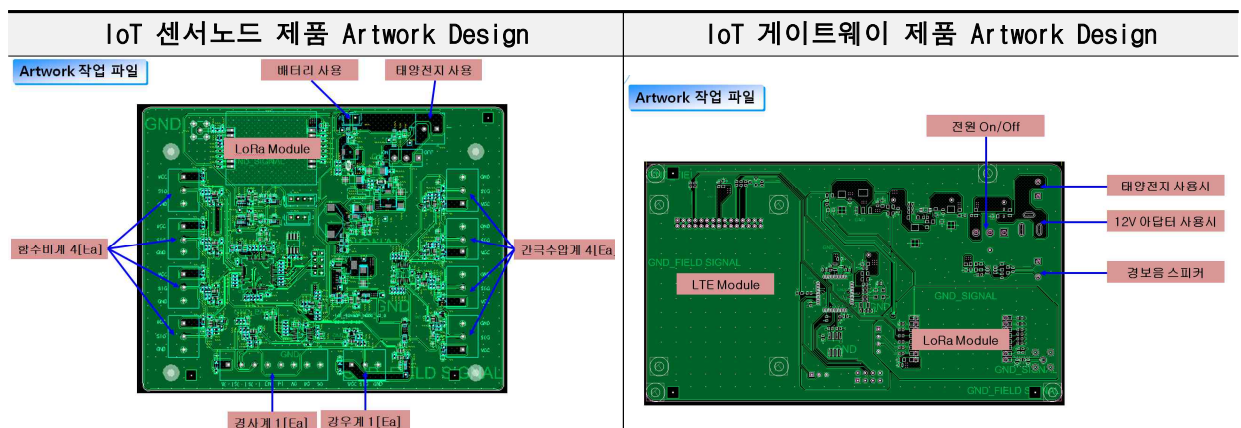


그림 2.19 2차연도 IoT 시제품의 개선을 위한 Artwork Design

- IoT Sensor Node 소모전력 분석결과, 자동 지중 경사계 센서의 소모전력이 525.6으로 1년 총 소모전력 682.404의 약 77%를 소모하며, 1년간 운영하기 위해서는 리튬배터리 9.9개가 필요

- 전력소모량이 많은 경사계 센서는 태양전지를 사용하고 간극수압 및 체적함수비 센서는 배터리를 이용하는 경우에는 1년간 운영하기 위해 2.3개의 리튬배터리가 필요
- IoT 센서노드의 경우 배터리 6개를 적용하여 배터리 교체기간을 2.5년으로 설정

Power 계산

경사계센서 사용시 태양전지 사용

Sensor Node							
	소모전류	수 량	소모전류 합산	적용 소모전류	전원	소모전력(1일)	소모전력(1년)
소모전류(상시)	0.002	1	0.002	0.002	3.3	0.1584	57.816
LoRa Module	0.03	1	0.03	0.0005	3.3	0.0396	14.454
토양수분함량센서	0.01	3	0.03	0.0005	3.3	0.0396	14.454
간극수압센서	0.02	2	0.04	0.000666667	12	0.192	70.08
경사계센서	0.03	10	0.3	0.005	12	1.44	525.6
Total 소모량							682.404

Sensor Scan : 1 회/1시간

3.6V 배터리(A)

189.5566667

SB-D02(Tekcell_19A)

9.976666667

Sensor Node							
	소모전류	수 량	소모전류 합산	적용 소모전류	전원	소모전력(1일)	소모전력(1년)
소모전류(상시)	0.002	1	0.002	0.002	3.3	0.1584	57.816
LoRa Module	0.03	1	0.03	0.0005	3.3	0.0396	14.454
토양수분함량센서	0.01	3	0.03	0.0005	3.3	0.0396	14.454
간극수압센서	0.02	2	0.04	0.000666667	12	0.192	70.08
경사계센서	0.03	0	0	0	12	0	0
Total 소모량							156.804

3.6V 배터리(A)

43.55666667

SB-D02(Tekcell_19A)

2.29245614

그림 2.20 2차연도 IoT Sensor Node 시제품의 개선을 위한 전력설계 결과

- IoT 게이트웨이의 경우 기상정보에 따라 센서 측정 시간주기를 스스로 제어하고, 서버로부터의 양방향 통신이 가능하게 상시 전력이 공급되는 것으로 계획하며 우기시 태양전지의 충전불량을 고려해 태양전지를 이용한 전력공급으로 계획

Power 계산					
Gateway					
	소모전류	1시간	전원(V)	1일(A)	소모전력(1일, W)
CPU 및 상시 전류	0.05	0.05	3.3	0.165	3.96
LoRa Module	0.03	0.03	3.3	0.099	2.376
WM-300(LTE Cat.1)_Max	0.075	0.07125	5	0.35625	8.55
WM-300(LTE Cat.1)_Idle	0.8	0.04	5	0.2	4.8
Total 소모량					19.686
1 Time Data Tx	0.5	태양 전지 10W 1일 35W 생산 배터리 12V 12A			
통신 횟수	6				
Total 통신 시간	3				
전류 Max %	0.05				
전류 Idle %	0.95				

그림 2.21 2차연도 IoT Gateway 시제품의 개선을 위한 전력설계 결과

- 2차연도 Test bed는 1차연도에 구축했던 길정저수지를 기상정보 호환이 가능하도록 IoT 시제품을 교체하고, 1차연도 미설치 구역에 추가 설치하여 모니터링 시스템을 구축
- 1차연도 Test bed 인근의 인산저수지에 2차연도 Test bed를 구축하여 IoT 모니터링 시스템의 통합관리가 가능하도록 시스템을 구축

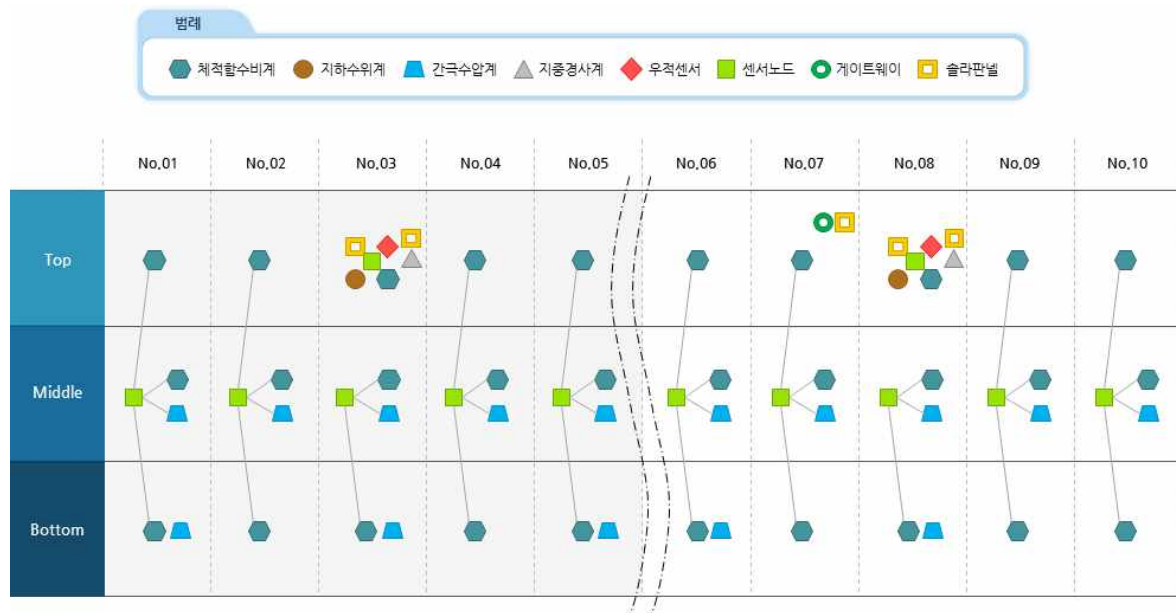


그림 2.22 1차연도 Test bed 길정저수지의 2차연도 연계 모니터링 시스템 구축 평면

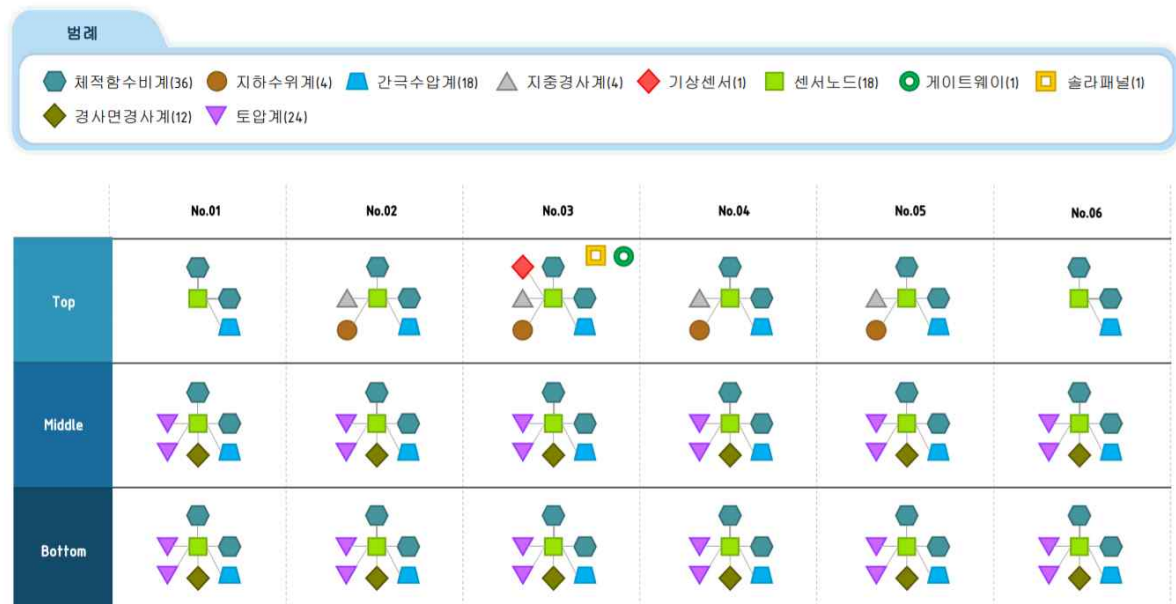


그림 2.23 2차연도 Test bed 인산저수지 IoT 모니터링 시스템 구축 평면

- 상용센서와 기상정보 호환이 가능한 개선된 IoT 시제품을 이용하여 Test bed인 인산저수지에 실시간 모니터링 시스템을 구축하기 위하여 센서 설치 및 모니터링 시스템 통신네트워크 구축



그림 2.24 2차연도 Test bed 단계별 구축과정 및 전경

- 개선된 시제품을 제작하여 Test bed에 설치된 IoT 제품을 교체함으로써 모니터링 시스템을 구축하였으며, 모니터링 시스템을 통해 실시간 모니터링 시스템의 적용성을 확인

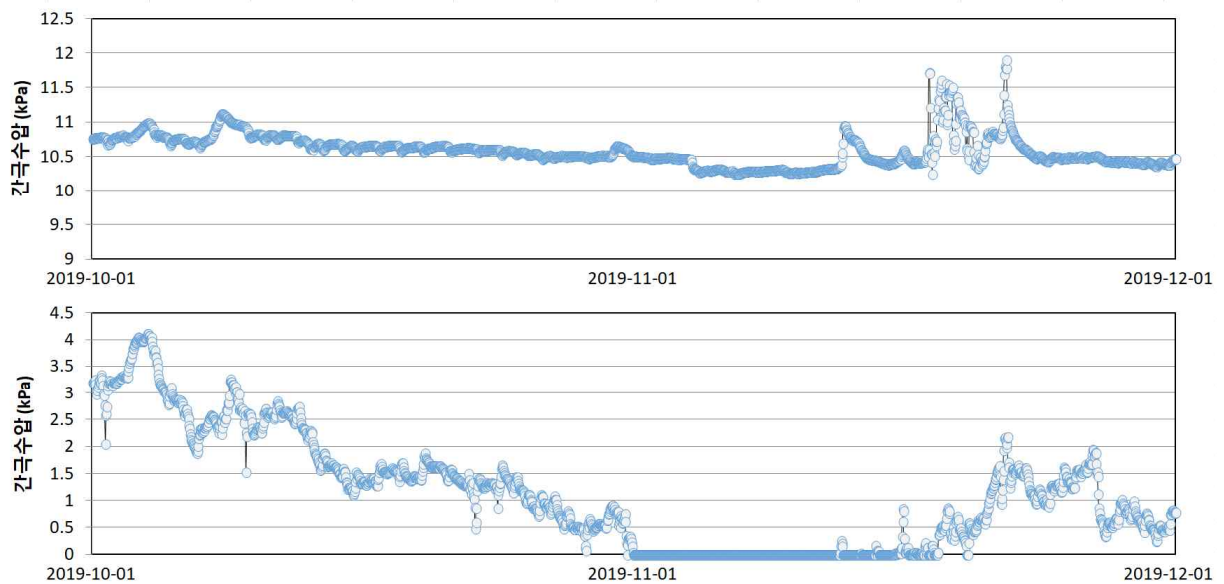


그림 2.25 2차연도 IoT 시제품 설치후 Test bed에 설치된 간극수압 측정결과

- 2차연도에 적용된 개선 시제품은 기상정보와 연동하여 강우시 또는 외부환경의 변화가 있는 경우 IoT 기기 스스로 센서 측정 시간주기를 조정하도록 개선하여 Test bed에 모니터링 시스템을 구축

- 강우가 발생한 기간의 실시간 IoT 모니터링 측정결과를 분석한 결과 강우가 감지되는 경우 센서의 측정 시간주기가 자동으로 변경되고 강우가 감지되지 않는 경우에는 원 측정주기로 회복되는 계측결과를 확인하여 2차연도 Test bed 운영의 적정성을 확인

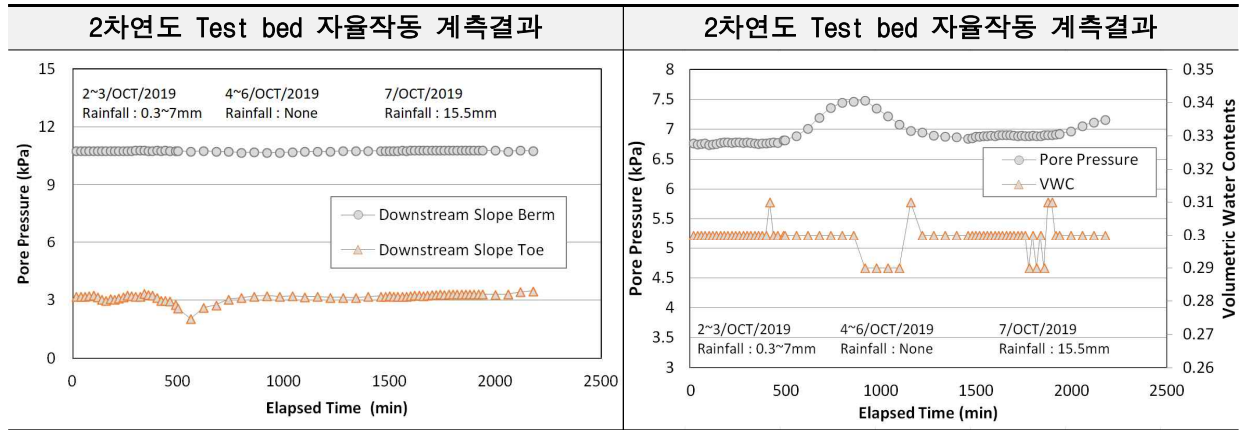


그림 2.26 2차연도 IoT 시제품의 자율작동 측정결과

(나) IoT 기반 모니터링 시스템 구축

- 2차연도 연구개발을 통해 기상정보와 호환이 가능하고 강우 등의 위험요인이 발생하는 경우 IoT기기 스스로 센서의 측정 시간주기를 조정할 수 있도록 개선함에 따라 IoT 기반 모니터링 시스템의 알고리즘을 개선

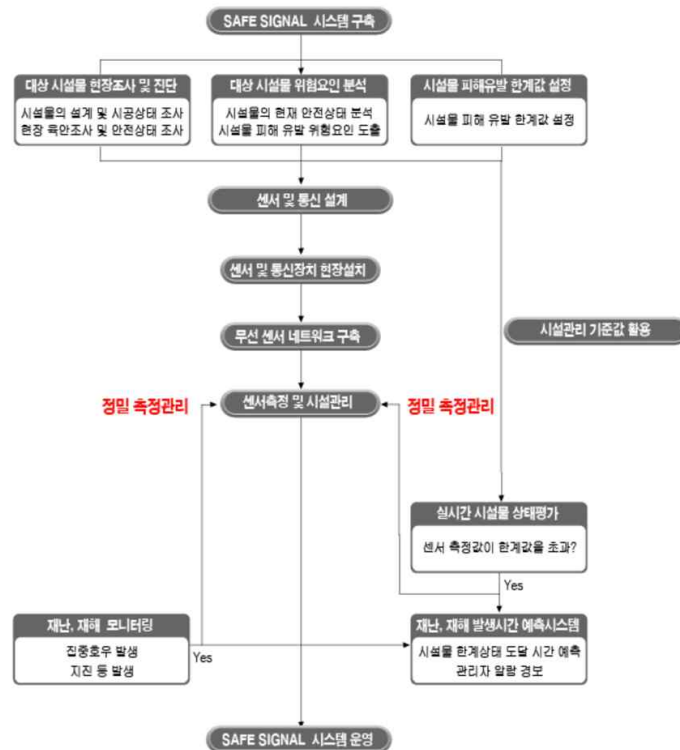


그림 2.27 2차연도 IoT기반 모니터링 및 실시간 구조 안전상태 평가 알고리즘 개선 구성도

- 현재 상용중인 모니터링 시스템은 실시간으로 계측결과를 알려주어 시설물에 작용하는 외력 등의 환경에 대한 정보는 제공이 가능하지만, 단순한 정보제공 이외에 의사결정을 위한 판단에 대한 정보는 제공되지 못함
이러한 이유로 실시간으로 계측결과가 제공되더라도 계측결과를 가공 분석하는 별도의 분석이 필요하고, 전공지식이 요구되는 분석과정에 시간이 소요됨으로써 실시간 계측의 효과는 반감되고 있음
- 이에 개발기술은 실시간 계측과 동시에 시설물의 안전상태를 평가함으로써 기존 자동화계측이 가지는 단점을 보완하고, 동시에 공학적 판단의 소요시간을 단축할 수 있는 융합기술 개발의 목적을 설정
- IoT 기반의 실시간 모니터링과 동시에 구조안전상태 평가가 가능하도록 저수지 댐에서 발생할 수 있는 위험요인을 분석
- 저수지 댐에서 발생할 수 있는 주요 위험요인은 ① 침투수에 의한 파이핑, ② 제체의 활동, ③ 제체의 변형 그리고 ④ 지진활동
- 저수지 댐에서 발생할 수 있는 위험요인 중 지진활동의 경우 지진으로 인해 발생하는 진동하중이 침투수력의 증가, 활동을 유발하는 토압의 증가 및 변형량의 증가로 이어지기 때문에 실시간 구조안전상태 평가 항목은 파이핑, 제체의 활동 그리고 변위를 기준으로 설정

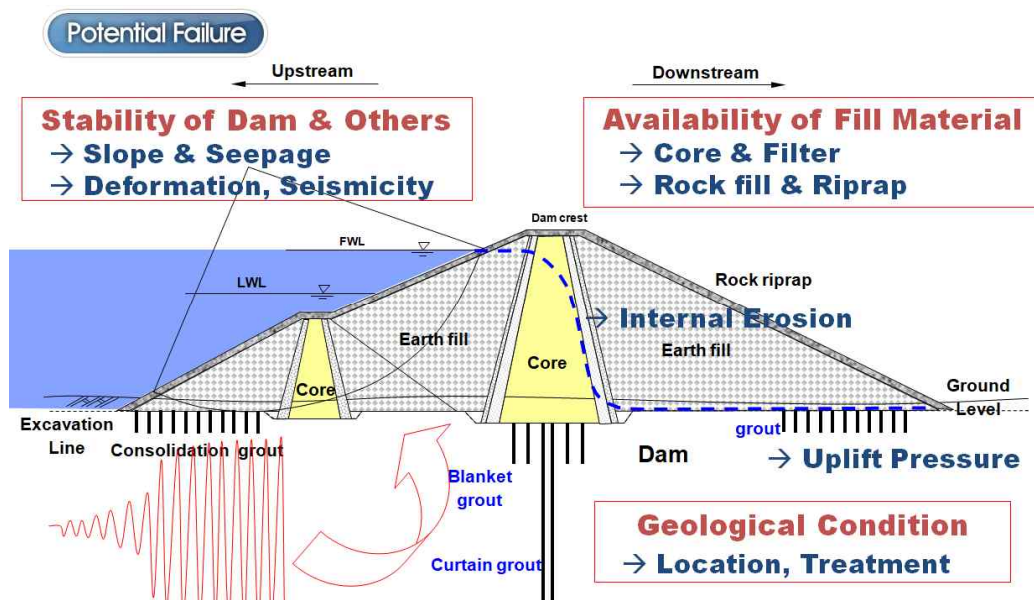


그림 2.28 저수지 댐에서 발생할 수 있는 잠재적 위험요인

- IoT 기반의 실시간 모니터링과 동시에 구조 안전상태 평가가 이루어지도록 파이핑 안정성 평가 방법과 제체의 활동에 대한 안정성 평가방법을 결정하여 S/W로 구성하여 IoT 모니터링 시스템에 포함

- 파이핑 및 양압력 안정성 검토 방법

- 저수지 댐의 주요 안정성 판단 항목인 제체의 파이핑 및 양압력 검토 방법은 국제대담회 (ICO LD) 및 미개척국(USBR) 기준에 준하여 계측과 동시에 판단될 수 있도록 계획
- 실시간 모니터링을 통해 측정되는 간극수압은 측정지점의 한계동수경사로 직접 전환되어 양압력 안정검토가 모니터링 시스템 내에서 평가되도록 소프트웨어에 분석기능을 추가

3. Up-Lift Pressure Analysis

Up-Lift Pressure is calculated following as, (by USBR)

$$FS = \frac{i_o}{i_c} = \frac{\gamma' / \gamma_{water}}{ha / Zt}$$

$$ha = \frac{\gamma' \times Zt}{\gamma_{water} \times FS} = \frac{10}{15} = 0.6666667 \text{ m}$$

allowable pore-pressure is 6.6666667 kPa > 5 kPa ∴ **Good**

4. Piping Analysis

- (1) Constant depending on Void (e, 0.98~1.18) **1.08**
 - (2) Real Flow Velocity (V) **7.84E-06 m/sec**
- Nelson (1968) $V = \frac{Q}{\varepsilon n A} = \frac{V'}{\varepsilon n} \text{ (m / sec)}$

5. Piping Analysis based on Critical Flow Velocity (V_{cr})

- 1) Critical Flow Velocity (V_{cr}) based on Permeability **2.09E-04 m/sec > 7.84E-06 m/sec ∴ Good**

- (1) Sichardt (1928) $V_{CR} = 6.6 \times 10^{-2} \sqrt{K} \text{ (m/sec)}$ **2.09E-04 m/sec**
- (2) Abramov (1952) $V_{CR} = 3.2 \times 10^{-2} \sqrt[3]{K} \text{ (m/sec)}$ **6.89E-04 m/sec**
- (3) Schmieder (1966) $V_{CR} = 5.0 \times 10^{-2} \sqrt[4]{K} \text{ (m/sec)}$ **2.81E-03 m/sec**
- (4) Kovacs (1982) $V_{CR} = (3 \pm 1) \sqrt[3]{K} \text{ (m/sec)}$ **8.62E-02 m/sec**
4.31E-02 m/sec

- 2) Critical Flow Velocity (V_{cr}) based on Soil Grain Size **7.34E-02 m/sec > 7.84E-06 m/sec ∴ Good**

- 제체 사면활동 안정성 검토방법 (시행쇄기법)

- 양압력 및 파이핑 검토와 함께 저수지 댐의 주요 안정성 판단 항목인 제체의 활동은 실시간 계측을 통해 측정된 결과가 쉽게 반영될 수 있도록 시행쇄기법에 의한 활동력과 저항력을 산정함으로써 제체의 활동에 대한 안정성을 연산할 수 있도록 계획

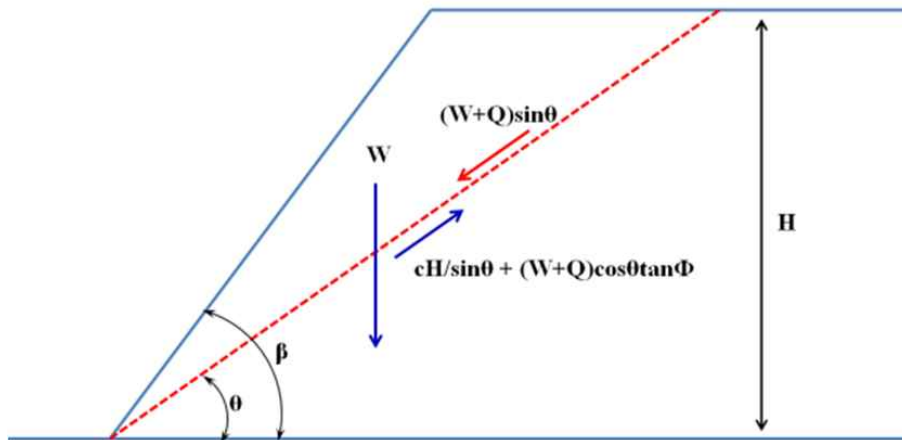


그림 2.29 제체 사면활동 안정검토방법(시행썰기법) 모식도

시행썰기의 각도		면적	전체 하중	썰기면에 수직하중	저항력	썰기면에 수평힘 (활동력)	접촉면의 길이	슬라이딩 안전율
degree	rad	m ²	t	t	t	t	m	FS
16.96	0.296	55.873	113.423	118.436	68.379	37.664	68.569	1.816
17.06	0.298	51.794	105.141	109.730	63.352	35.063	68.179	1.807
17.16	0.299	47.760	96.953	101.130	58.387	32.470	67.793	1.798
17.26	0.301	43.772	88.857	92.635	53.483	29.885	67.412	1.790
17.36	0.303	39.828	80.852	84.243	48.638	27.307	67.036	1.781
17.46	0.305	35.929	72.935	75.953	43.852	24.737	66.664	1.773
17.56	0.306	32.072	65.106	67.763	39.123	22.175	66.296	1.764
17.66	0.308	28.257	57.362	59.670	34.451	19.620	65.932	1.756
17.76	0.310	24.485	49.704	51.674	29.834	17.071	65.573	1.748
17.86	0.312	20.753	42.128	43.774	25.273	14.529	65.218	1.739
17.96	0.313	17.061	34.633	35.966	20.765	11.994	64.866	1.731
18.06	0.315	13.409	27.220	28.251	16.311	9.466	64.519	1.723
18.16	0.317	9.795	19.885	20.626	11.909	6.944	64.176	1.715
18.26	0.319	6.220	12.627	13.091	7.558	4.427	63.836	1.707
18.36	0.320	2.683	5.446	5.643	3.258	1.917	63.500	1.699

- 전술한 양압력, 파이프 안전성 평가와 제체의 활동에 대한 안전성 평가가 반영된 소프트웨어 등이 작성된 알고리즘에 포함되어 실시간 모니터링 및 안전상태 평가 시스템을 구축하기 위해 1차연도에 작성된 UI를 개선
- UI 디자인은 모니터링 시스템으로 반영함으로써 모니터링 시스템을 개선

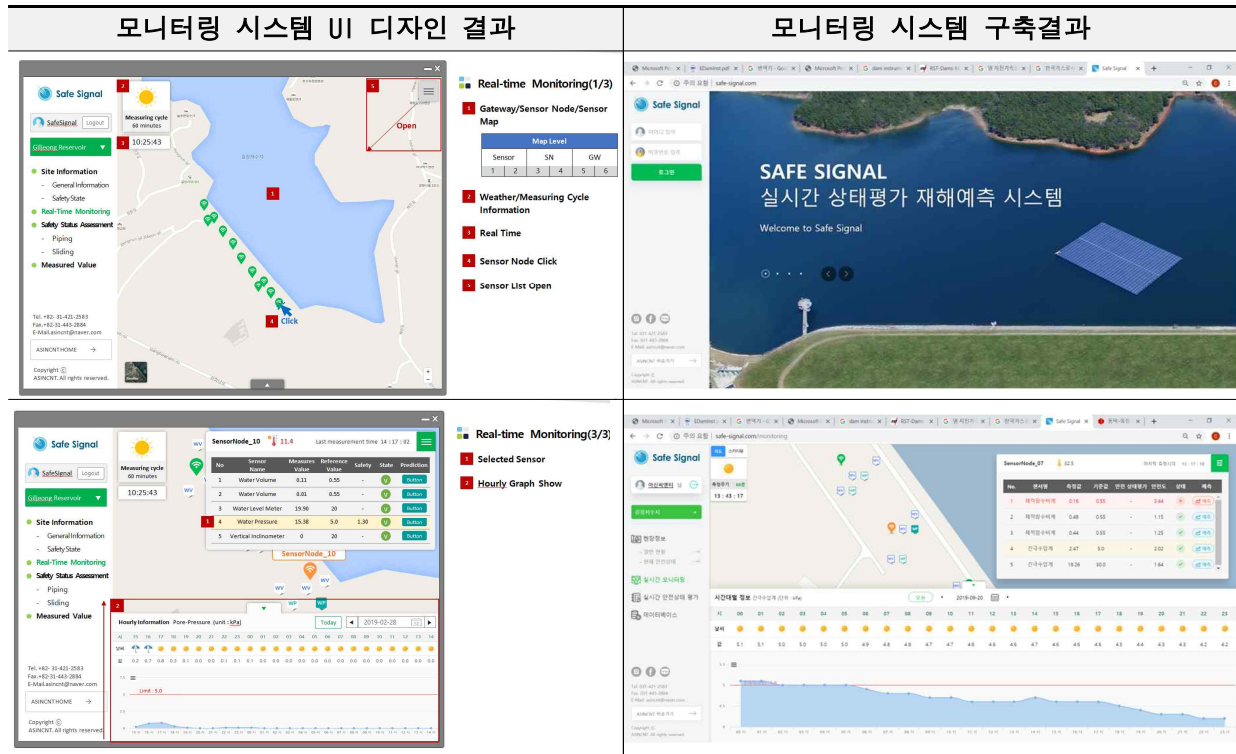


그림 2.30 2차연도 IoT 모니터링 시스템 UI 및 웹기반 시스템 구축결과

(2) 3차연도 연구개발 성과

(가) 기상정보 호환 센서·통신모듈 IoT 시제품의 유·무선 겸용 시제품 제작

- 2차연도에서 개발한 기상정보 호환 IoT 시제품의 사업화 및 판매처확대*를 위하여 유, 무선 겸용 IoT 양산품을 제작

*가스공사 및 동서발전 등 발전사업자의 경우 통신보안 문제로 유선 기기를 선호

- 유, 무선 겸용 시제품 제작시 2차연도에서 개발한 시제품의 기술적 문제점 ① 배터리를 이용한 센서측정시 전압이 불안정한 경우 일시적으로 센서측정 결과의 신뢰성이 저하되며 이상계측에 따른 경보 오작동 발생, ② 방진·방수가 인증된 외부함체를 이용하여 내부 결로로 인하여 배터리 연결선의 부식발생을 보완하여 기기성능을 함께 개선

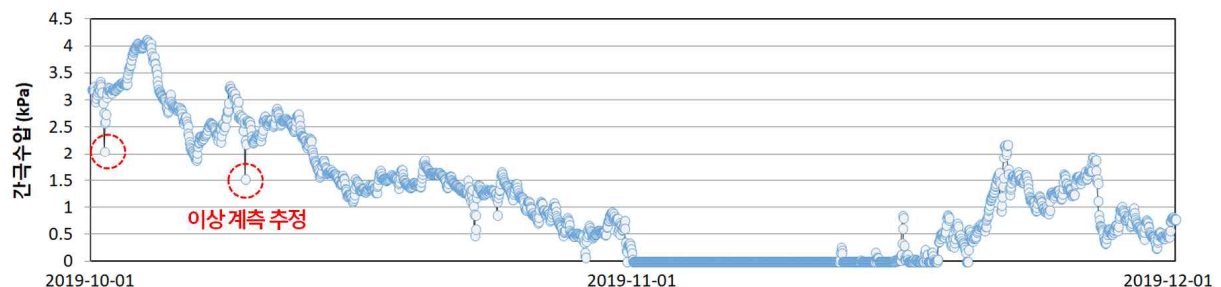


그림 2.31 2차연도 IoT 모니터링 시스템 UI 및 웹기반 시스템 구축결과

- 저전력 기반의 IoT 제품은 Sleep-on과 Wake-up기능이 반복되는 특징으로 인해, 측정을 위해 순간 전력이 공급되는 경우 예기치 못한 계측 이상이 발생하는 경우가 발생
계측이상은 결국 안전상태 평가에 입력자료 오류와 안전상태평가 오류로 이어질 수 있으며, 이는 경보 오작동 등의 중요한 문제로 확대될 수 있음에 따라 계측오류에 의한 시스템 오류 발생 방지를 위한 데이터 처리기술을 계획
- IoT 양산품은 물리적 아키텍처 및 회로설계 변경 대신에 IoT 기기 내부 소프트웨어를 개선하여 IoT 기기의 예·경보 오작동 방지를 위한 이상데이터 필터링 기술을 개발 적용
- 이상데이터 필터링 기술은 ① 강우 또는 지진 등과 같이 외부 환경변화가 없는 조건에서 측정된 상시측정 데이터를 DB로 활용하여 누적분포 데이터로 전환하고, ② 누적분포 데이터는 정규 확률분포 그래프로 전환함으로써, ③ 외부환경의 변화가 없는 조건에서 정규 확률분포 그래프의 오차율 $\pm 5\%$ 에 포함되는 데이터는 필터링 하도록 정의
- 실제 구조물의 이상으로 인해 발생하는 데이터가 필터링 기능으로 인해 안전상태 평가 제외되는 오류를 방지하기 위하여 데이터 필터링이 발생하는 경우에는 IoT 장치의 측정주기가 정밀 측정으로 자동 전환되어 계측의 신뢰성을 재차 확인할 수 있도록 시스템을 계획

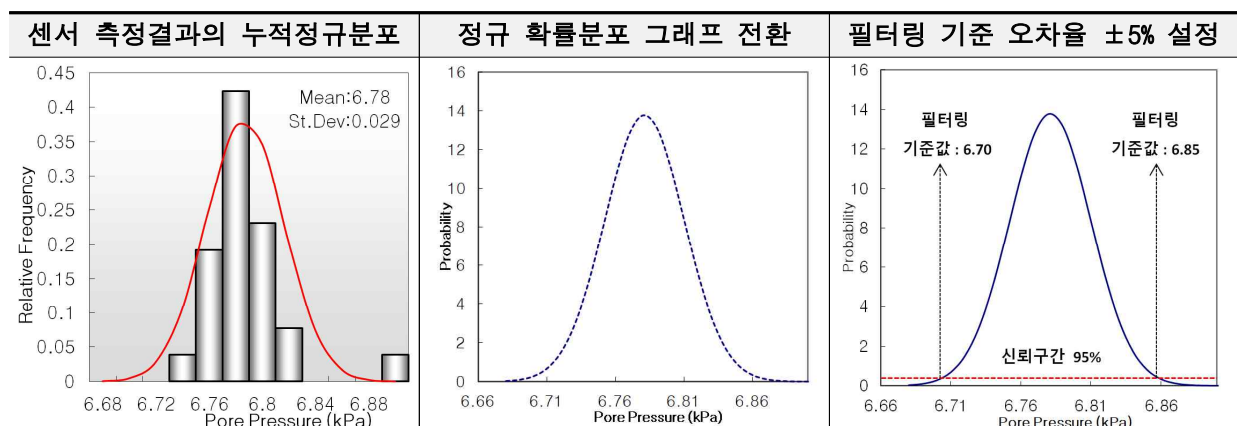


그림 2.32 IoT 양산품의 이상계측 데이터 필터링 단계도

(나) 양산제품 및 시스템의 성능검증을 위한 Test bed 및 모니터링 시스템 구축

- 3차연도 Test bed는 사업화를 위한 양산제품의 성능검증을 위하여 인천광역시 강화군에 위치한 길상저수지에 3차연도 Test bed를 구축하고 기술인증을 통한 신뢰성 검증계획 수립
- 길상저수지에 총 10개의 측정단면을 임의로 계획하고 단면별로 저수지 댐에서 요구하는 측정 항목인 지중경사계, 간극수압계, 함수비계 및 토압계 등을 설치하여 실시간 모니터링 및 안전상태 평가가 가능한 Test bed를 구축

◆ 평면도



◆ 단면도

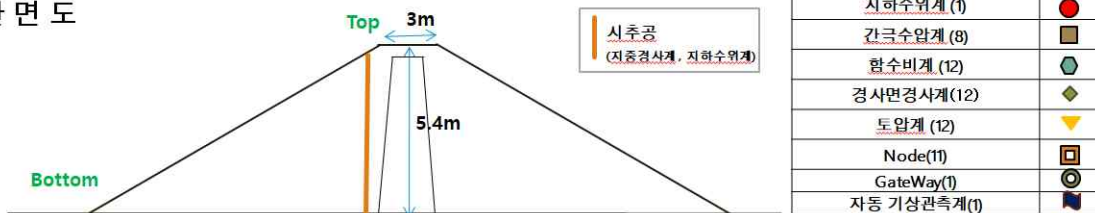


그림 2.33 3차연도 Test bed 길상저수지의 Test bed 구축 계획 평면

- 상용센서와 양산용 IoT 시제품을 이용하여 Test bed인 길상저수지에 실시간 모니터링 및 구조 안전상태평가 시스템 구축



그림 2.34 3차연도 Test bed 단계별 구축과정 및 전경

(다) IoT 기반 모니터링 시스템 구축

- 3차연도 연구개발을 통해 양산용 IoT 제품의 이상계측에 의한 오작동 방지를 위해 데이터 필터링 기능이 포함되도록 성능을 개선함과 동시에 재난·재해 발생 예측기능을 강화하기 위하여 딥러닝 기술을 모니터링 시스템에 포함
- 딥러닝 기법은 베이지안 통계기법을 기초로, ① 강우 또는 지진 등과 같이 저수지 댐의 상시 안정성을 저하시키는 외부적인 요인이 없는 상시 측정된 데이터를 기초데이터로 설정하고, ② 강우 또는 지진 등과 같이 안정성을 저하시키는 요인이 작용할 때의 데이터를 표본데이터 정의하여, ③ 베이지안 통계기법을 적용하여 사후 데이터를 예측하는 방법으로 정의

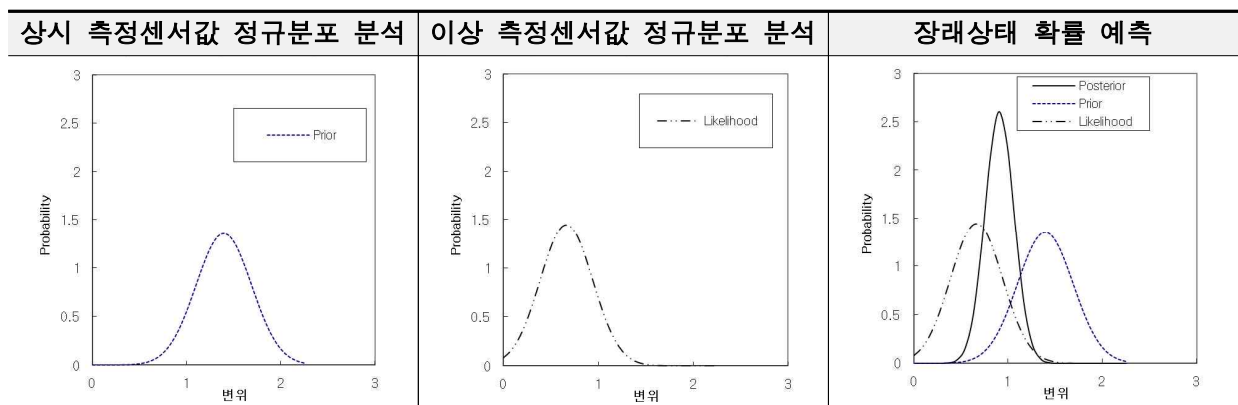


그림 2.35 재난·재해 예측을 위한 딥러닝 학습 단계도

- 3차연도 연구개발에서는 양산용 IoT제품의 데이터 필터링과 딥러닝 학습 예측기능이 추가됨에 따라 IoT 기반 모니터링 시스템의 알고리즘을 개선
- IoT 모니터링 기술에서는 IoT 기기의 자율작동 기능은 유지하면서 이상계측에 의한 오작동 방지를 위하여 필터링 기술을 추가

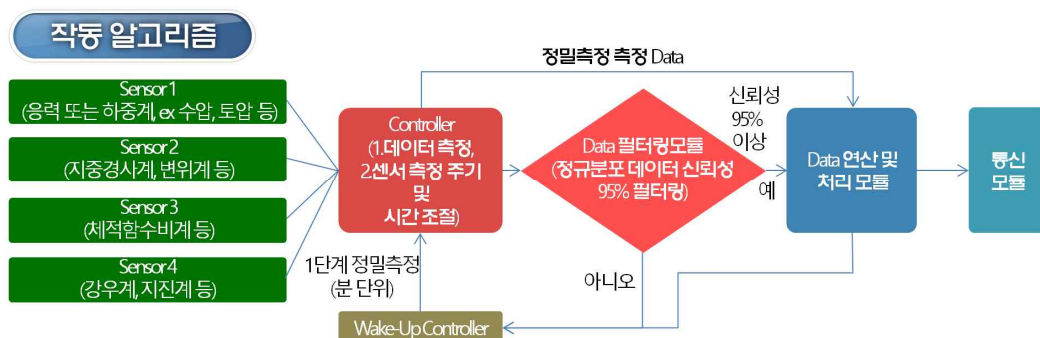


그림 2.36 양산용 IoT 제품의 작동 알고리즘

- IoT 모니터링 기술에서는 실시간 모니터링과 동시에 구조 안전상태 평가가 가능하도록 연산 처리 모듈에 대한 알고리즘을 개선

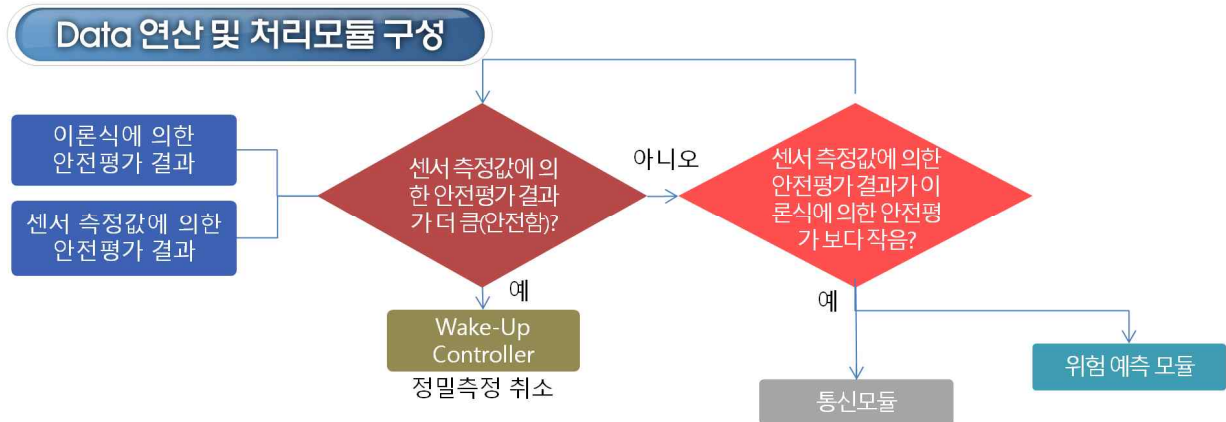


그림 2.37 양산용 IoT 제품의 실시간 구조 안전상태 평가 작동 알고리즘

- IoT 모니터링 기술에서는 실시간 모니터링, 구조 안전상태 평가가 동시에 가능하도록 시스템을 구축하였고 안전상태가 의심되는 경우 즉시 위험예측 모듈을 이용해 재난·재해 발생 여부 및 한계시간을 예측하도록 알고리즘을 개선

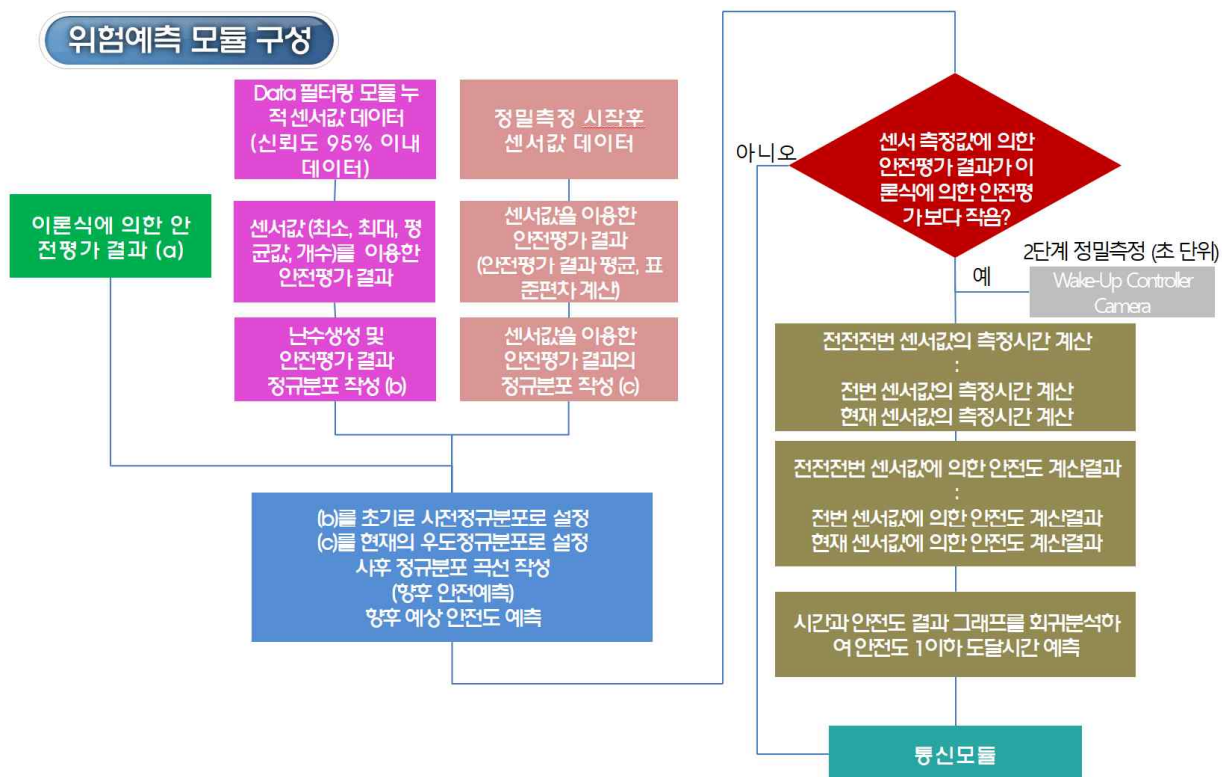


그림 2.38 양산용 IoT 제품의 재난·재해 예측 작동 알고리즘

- 작성된 알고리즘, 실시간 안전상태 평가방법을 이용하여 전공지식이 부족한 일반관리자 들도 쉽게 이해할 수 있도록 모니터링 시스템에 3차원 모니터링 화면을 추가 구축

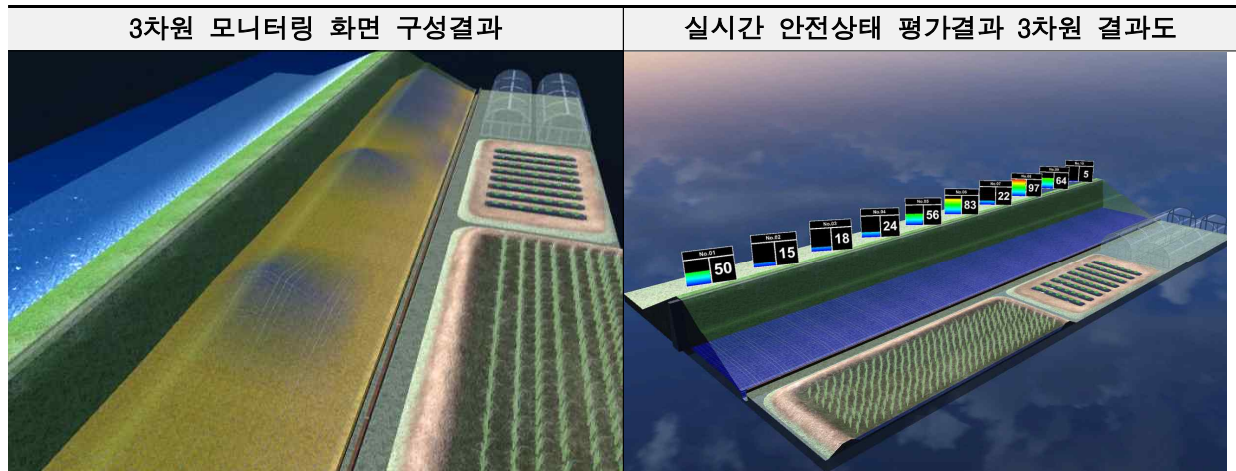


그림 2.39 3차원도 IoT 모니터링 시스템 중 3차원 모니터링 시스템

(라) 개발기술의 성능검증을 위한 시험

- 개발기술이 구축되어 실시간 모니터링과 안전상태 평가가 이루어진 길정저수지에 대해 성능 검증 및 상태에 대한 비교분석을 위해 현장 조사 및 시험을 수행
- 먼저 댐·저수지의 성능검증을 위한 기초자료 확보를 위해 기존 토탈스테이션 측량시스템의 2D 조사와 드론 + LiDAR의 정밀 3차원 수치모형을 제작

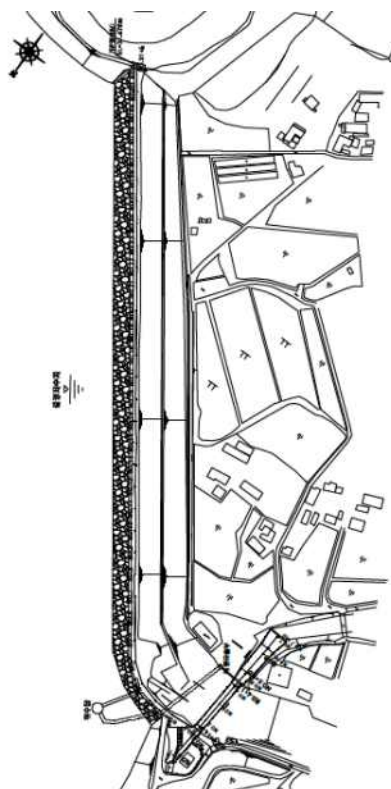


그림 2.40 토탈스테이션 측량시스템의 2D 평면도 및 드론 + LiDAR의 정밀 3차원 수치모형

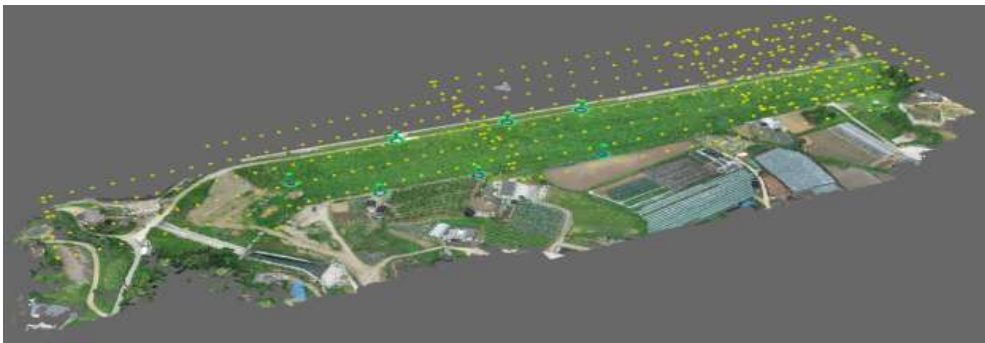
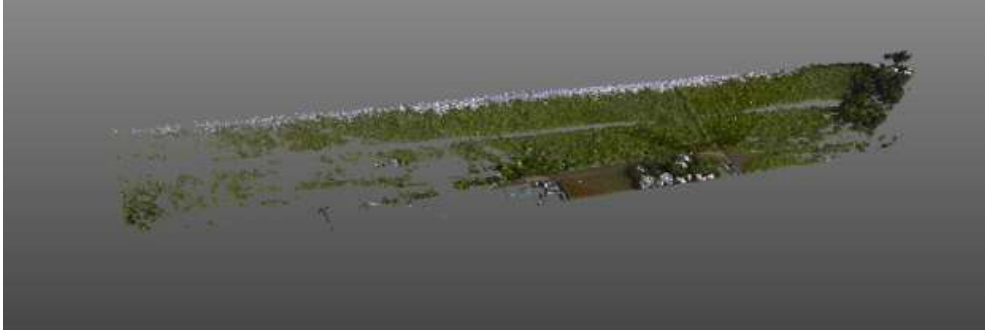
장비명	장비 사진	제원																												
Trimble(SX10)		<table><tr><th colspan="4">Trimble SX10</th></tr><tr><td>Angle Accuracy</td><td>1"</td><td>Range Noise</td><td>1.5mm</td></tr><tr><td>Accuracy</td><td>Prism : 1mm+1.5ppm DR Mode : 2mm+1.5ppm</td><td>EDM</td><td>Laser : 1550nm 직경 : 14mm</td></tr><tr><td>Scanning Principle</td><td>Band Scanning</td><td>Point Spacing</td><td>6.25 ~ 50mm</td></tr><tr><td>Measurement Rate</td><td>25.6kHz</td><td>Camera</td><td>5MP (84x)</td></tr><tr><td>Range</td><td>Prism : 5,500m DR Mode : 800m</td><td>Communication</td><td>Wi-fi, USB Cable, Long range radio</td></tr></table>	Trimble SX10				Angle Accuracy	1"	Range Noise	1.5mm	Accuracy	Prism : 1mm+1.5ppm DR Mode : 2mm+1.5ppm	EDM	Laser : 1550nm 직경 : 14mm	Scanning Principle	Band Scanning	Point Spacing	6.25 ~ 50mm	Measurement Rate	25.6kHz	Camera	5MP (84x)	Range	Prism : 5,500m DR Mode : 800m	Communication	Wi-fi, USB Cable, Long range radio				
Trimble SX10																														
Angle Accuracy	1"	Range Noise	1.5mm																											
Accuracy	Prism : 1mm+1.5ppm DR Mode : 2mm+1.5ppm	EDM	Laser : 1550nm 직경 : 14mm																											
Scanning Principle	Band Scanning	Point Spacing	6.25 ~ 50mm																											
Measurement Rate	25.6kHz	Camera	5MP (84x)																											
Range	Prism : 5,500m DR Mode : 800m	Communication	Wi-fi, USB Cable, Long range radio																											
DJI (Phantom4 Pro)		<table><tr><th colspan="2">UAS</th><th colspan="2">Camera</th></tr><tr><td colspan="2">DJI Phantom4 Pro</td><td colspan="2">FC6310</td></tr><tr><td>Weight</td><td>1386g</td><td>Resolution</td><td>5472 x 3648</td></tr><tr><td>Satellite System</td><td>GPS / BDS</td><td>Focal Length</td><td>9mm</td></tr><tr><td>Maximum Distance</td><td>72km/h</td><td>ISO</td><td>100</td></tr><tr><td>Angle control accuracy</td><td>±0.03°</td><td>F-Stop</td><td>F / 5.6</td></tr><tr><td>IMU Sensor</td><td>Gyroscope Acceleration Compass</td><td>FOV</td><td>Horizontal : ±60°, Vertical : ±54°</td></tr></table>	UAS		Camera		DJI Phantom4 Pro		FC6310		Weight	1386g	Resolution	5472 x 3648	Satellite System	GPS / BDS	Focal Length	9mm	Maximum Distance	72km/h	ISO	100	Angle control accuracy	±0.03°	F-Stop	F / 5.6	IMU Sensor	Gyroscope Acceleration Compass	FOV	Horizontal : ±60°, Vertical : ±54°
UAS		Camera																												
DJI Phantom4 Pro		FC6310																												
Weight	1386g	Resolution	5472 x 3648																											
Satellite System	GPS / BDS	Focal Length	9mm																											
Maximum Distance	72km/h	ISO	100																											
Angle control accuracy	±0.03°	F-Stop	F / 5.6																											
IMU Sensor	Gyroscope Acceleration Compass	FOV	Horizontal : ±60°, Vertical : ±54°																											
Trimble(R8)		<table><tr><th colspan="4">Trimble R8 GNSS</th></tr><tr><td>Weight</td><td>1.52kg</td><td>Channel</td><td>440 Channel</td></tr><tr><td>Stop Positioning Vertical</td><td>3.5mm+0.4ppm RMS</td><td>Input</td><td>CMR+, CMRx, RTCM2.1 ~ 3.1</td></tr><tr><td>Stop Positioning Horizontal</td><td>3mm+0.1ppm RMS</td><td>Output</td><td>24 NMEA</td></tr><tr><td>VRS Vertical</td><td>15mm+0.5ppm RMS</td><td>Radio Modem</td><td>403MHz</td></tr><tr><td>VRS Horizontal</td><td>8mm+0.5ppm RMS</td><td>Signal Update Cycle</td><td>1Hz ~ 20Hz</td></tr></table>	Trimble R8 GNSS				Weight	1.52kg	Channel	440 Channel	Stop Positioning Vertical	3.5mm+0.4ppm RMS	Input	CMR+, CMRx, RTCM2.1 ~ 3.1	Stop Positioning Horizontal	3mm+0.1ppm RMS	Output	24 NMEA	VRS Vertical	15mm+0.5ppm RMS	Radio Modem	403MHz	VRS Horizontal	8mm+0.5ppm RMS	Signal Update Cycle	1Hz ~ 20Hz				
Trimble R8 GNSS																														
Weight	1.52kg	Channel	440 Channel																											
Stop Positioning Vertical	3.5mm+0.4ppm RMS	Input	CMR+, CMRx, RTCM2.1 ~ 3.1																											
Stop Positioning Horizontal	3mm+0.1ppm RMS	Output	24 NMEA																											
VRS Vertical	15mm+0.5ppm RMS	Radio Modem	403MHz																											
VRS Horizontal	8mm+0.5ppm RMS	Signal Update Cycle	1Hz ~ 20Hz																											

○ UAS 영상은 Phantom4 Pro를 활용, 2020년 6월 12일에 총 170매의 영상을 Pix4d Capture 앱을 활용, 자동비행(고도 100m, 중·횡 중복도 85%, Normal 속도)으로 취득하였고, 대상물의 측면을 비행하면서 경사각 45° 69장의 사진을 수동 촬영하여 3차원 모델로 재현하기 위해 GCP(Ground Control Point)와 CP(Control Point)를 그림 2.41과 같이 선정

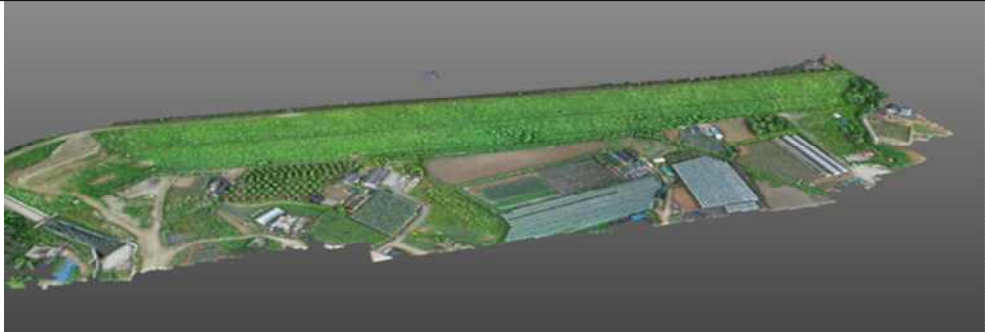


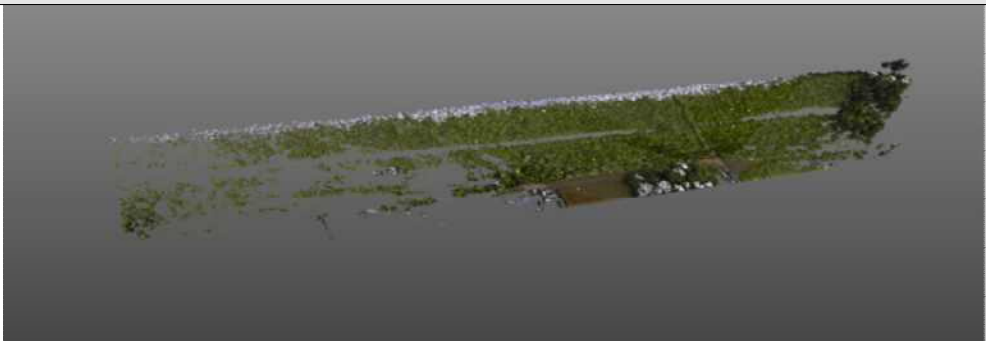
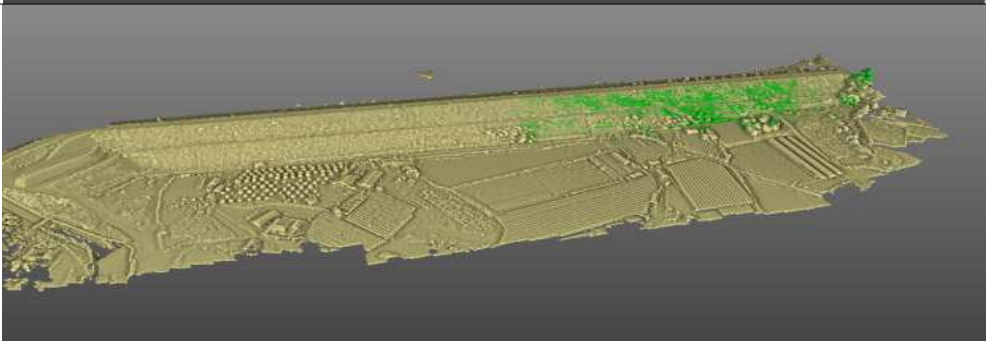
그림 2.41 GCP 및 CP 선정 현황

- GNSS 지상좌표 기준점으로 드론을 활용한 항공영상의 SfM 기반 해석과 TOF 방식의 지상 LiDAR 스캐닝으로 3D 모델 취득 과정은 1~3단계로 이루어짐

구분	취득 단계
1단계_GNSS를 활용한 지상기준점 측량	
2단계_드론을 활용한 항공영상 촬영 및 영상해석	
3단계_측량 기준점에서의 LiDAR 스캐닝	

- GNSS 지상좌표 기준점으로 드론을 활용한 항공영상의 SfM 기반 해석과 TOF 방식의 지상 LiDAR 스캐닝으로 구현한 포인트 클라우드를 중첩 및 보정하여 정밀 3D 모델을 취득하고 식생과 기타항목을 분류, 지면의 포인트만 사용하여 3D 횡단면을 도출

구분	3D Model
드론 3D 점군	

구분	3D Model
LiDAR 3D 점군	
드론+LiDAR 3D 점군	

- 2가지 방법으로 획득한 점군을 조합하여 저수지 사면의 20m 간격으로 그림 13과 같이 3D 횡단면도를 추출 및 지면 분류해석을 진행

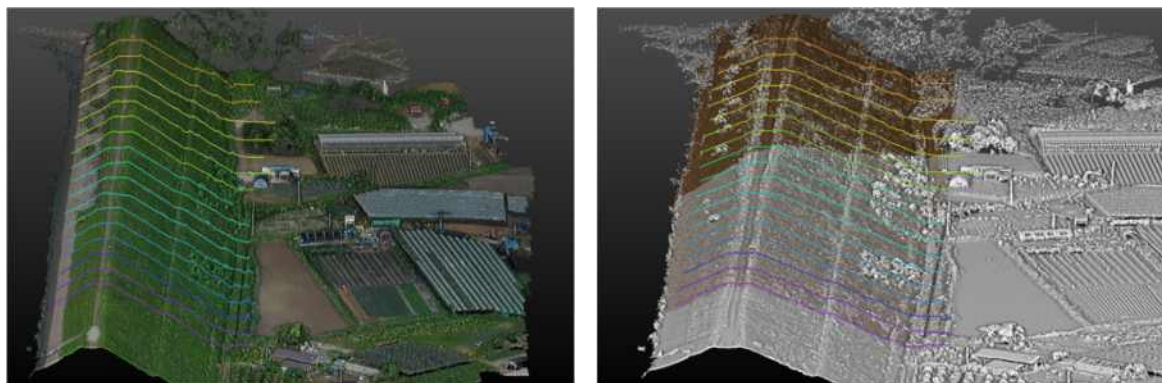
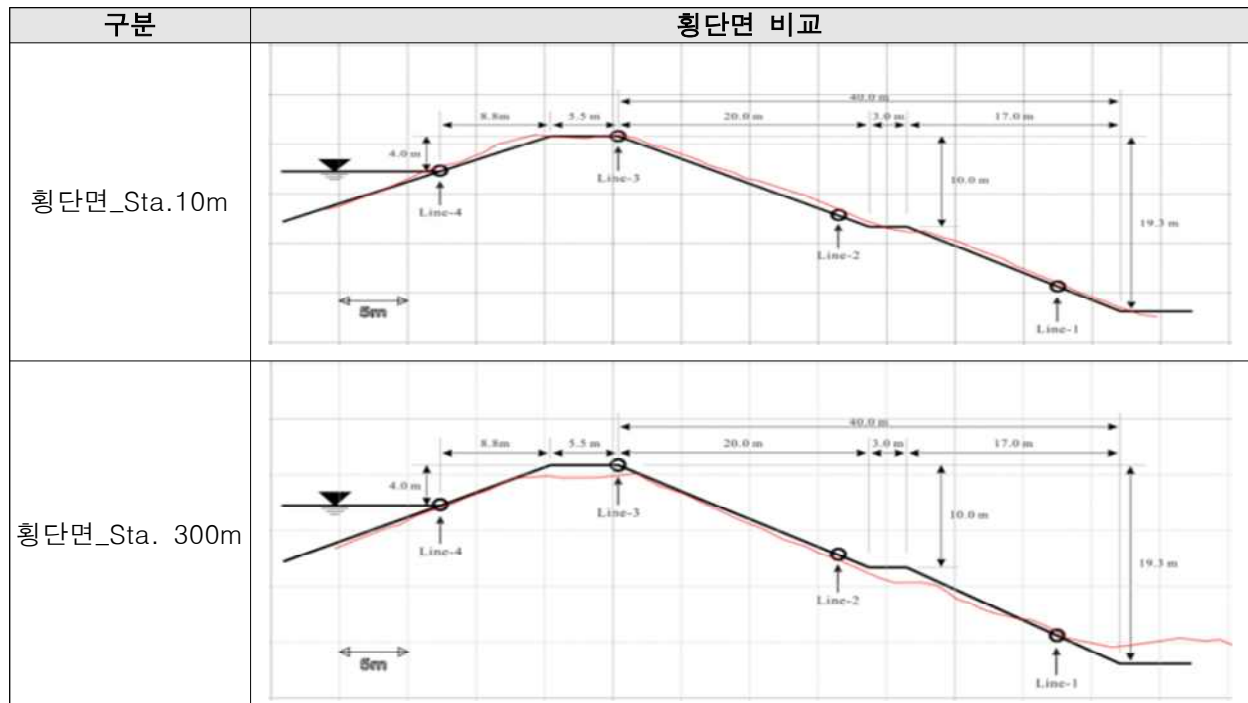


그림 2.42 드론+LiDAR 3D 횡단 해석(좌) 및 드론+LiDAR 3D 지면 분류 해석(우)

- 기존 토탈스테이션을 활용한 저수지의 사면 측량 데이터와 3D 모델에서 도출한 3D 횡단면을 비교하여 위험단면의 변위를 분석하였고, Sta. 300m 지점에서 제체 및 소단의 변위가상이한 것을 관측



○ 드론 및 지상 LiDAR 기반 3D 점군에서 지표면 검출 시 평균 40cm의 식생분포로 점군 처리에 재현이 불가능한 부분이 전체적으로 발생하였고 식생분포 높이 40cm를 제거하여 보정

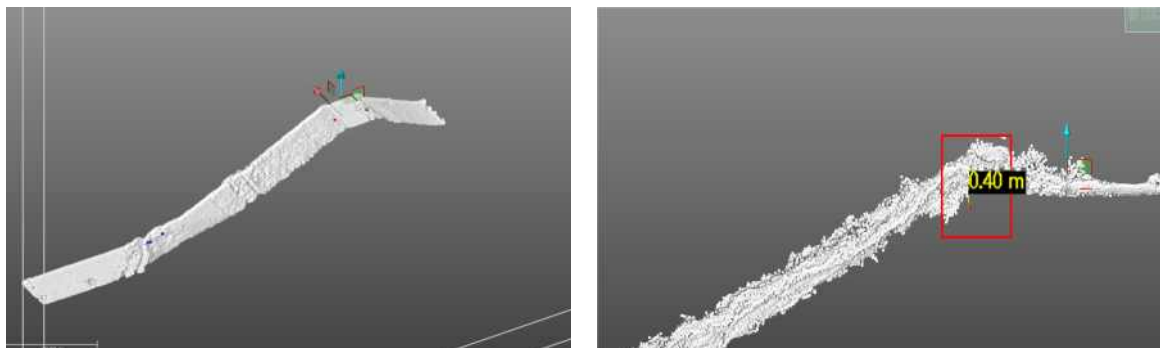


그림 2.43. 3D 점군 GNSS 분포도(좌) 및 3D 점군 식생 높이 검출(우)

- 테스트베드(길정저수지) 현장조사 및 분석

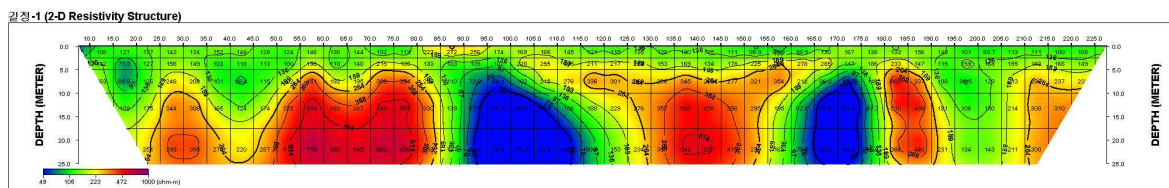
- 테스트베드(길정저수지)의 지반조사는 외관조사와 전기비저항탐사 결과를 바탕으로 시추(3공) 위치를 정하고 SPT와 밀도검층을 실시하고, 제체와 코어 시료를 채취하여 실내 물성·역학 시험을 수행
- 외관조사 결과 시트법 시행령 제 11조의 5(안전등급 기준)의 ‘별표 3의 2’에 따라 A,B,C,D,E의 5단계로 구분하여 평가하였고, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 B 등급의 양호한 상태
- 길정저수지는 총 연장 640m로 정밀 전기비저항탐사 구간을 선정하기 위해 예비조사를 수행

하였고, 4개의 측선로 구분하여 조사를 수행.

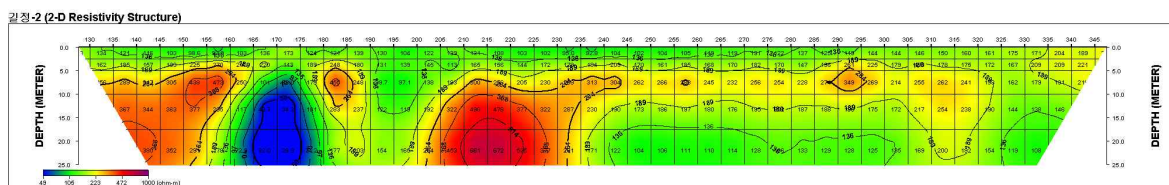
예비조사 결과 예비조사-3 측선의 구간(st.240m~st.480m)에서 제체 이상대가 약하게 나타나고 있기 때문에 그림 2.44와 같이 길정저수지 st.240~475m 구간을 정밀조사 구간으로 설정하였으며, 하부 이상대 구간을 시추조사 지점으로 결정하였다. 예비조사 결과 측선 st.0~st.240m 구간에서 복잡한 전기비저항 분포가 나타나고 있으나, 이는 제체의 전기비저항 구조가 아닌 외부 잡음에 의해 왜곡된 전기비저항 분포 결과임.



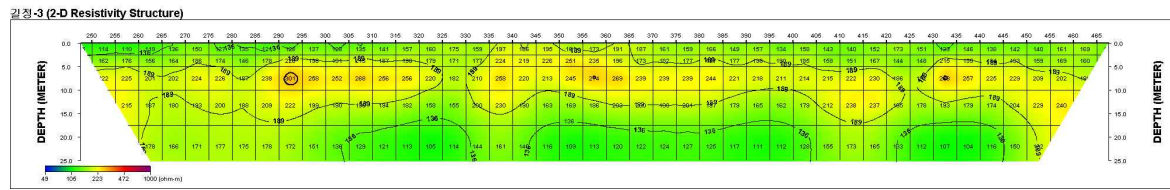
그림 2.44 길정저수지 전기비저항탐사 예비조사



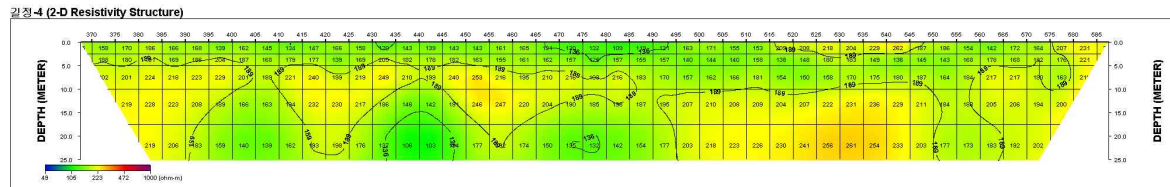
(a) 길정저수지 0~235m 구간



(b) 길정저수지 120~355m 구간



(c) 길정저수지 240~475m 구간



(d) 길정저수지 360~595m 구간

그림 2.45 길정저수지 전기비저항탐사 예비조사구간 전기비저항 분포도

○ 시추조사 지점은 길정저수지 st.330m 지점(BH-3), st.387.5m 지점(BH-2), st.435m 지점(BH-1)으로 선정

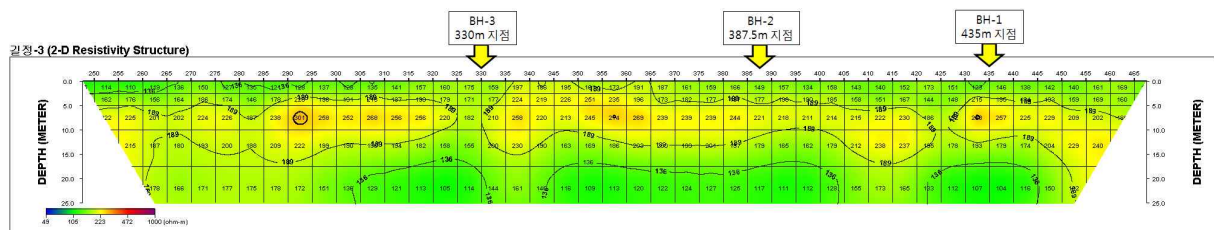


그림 2.46 시추조사 위치 및 정밀조사 구간 선정

○ 3차원 전기비저항 탐사 조사 축선은 길정저수지 st.240m~st.480m 구간을 대상으로 수행하였다. Line-1 및 Line-2는 하류사면에서 조사가 수행되었으며, Line-3은 제체 마루, Line-4는 상류사면에서 조사를 수행함



그림 2.47 길정저수지 3차원 전기비저항탐사 축선 위치도

- 3차원 전기비저항 탐사 조사 측선은 길정저수지 st.240m~st.480m 구간을 대상으로 수행하였다. Line-1 및 Line-2는 하류사면에서 조사가 수행되었으며, Line-3은 제체 마루, Line-4는 상류사면에서 조사를 수행함
- 길정저수지 종단 측선 분석 결과, 저수지 중심코어의 전기비저항이 뚜렷하게 나타나지 않았으며, 저수지 중심코어 매질은 균질한 점토층과 부분적으로 자갈 섞인 점토층이 섞여있는 것으로 해석됨. 제체 종단 방향의 비저항 분포도를 볼 때, 심도 약 5m 깊이 이상에서는 지층 수분 포화도가 높아지는 것으로 판단되며, 제체 마루부 하부에 중심코어가 존재하고 하류사면 방향으로 자갈, 모래질의 성토층이 중심코어 옆으로 쌓여 있는 것으로 해석되었음

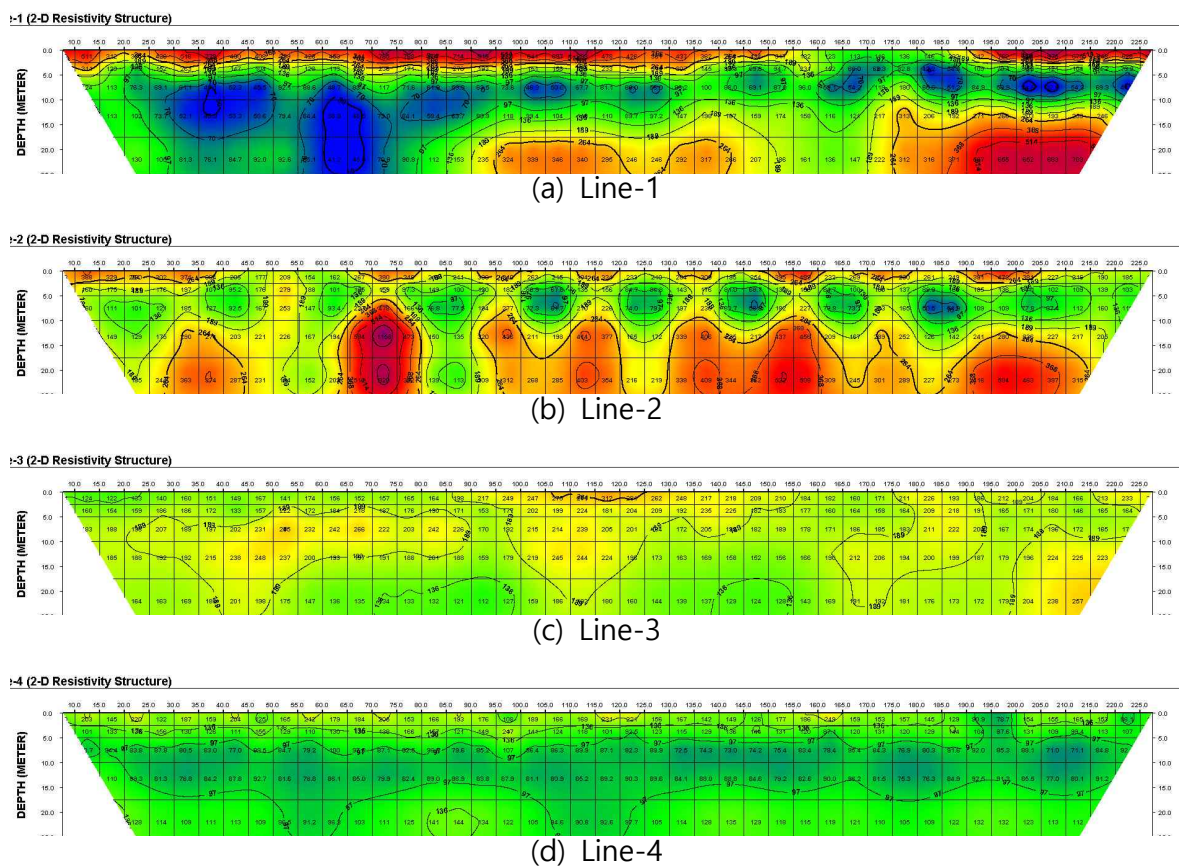


그림 2.48 길정저수지 제체 종단 하부 전기비저항 분포도

- 길정저수지 제체의 원지반 상태 밀도 값을 측정하기 위하여 BH-1 및 BH-2 시추공에서 밀도 검층을 수행, 밀도값 이상대가 BH-1 시추공 8.5~10.5m 및 18.2~19.7m 구간에 분포하고 있으며, 자갈이 다량 혼합된 구간으로 분급 및 누수현상과 같은 여러 요인에 의해 발생한 이완대로 판단됨

공 번	지 층	평균밀도 범위(g/cm ³)	분석내용
BH-1 및 BH-2	중심코어(실트질점토)	1.807~1.884	▶ BH-1 코어층 물성이상대 : 8.5~10.5m, 18.2~19.7m 구간
	점토섞인 실트질 자갈 협재 구간	1.648	
	풍화토	2.037 ~ 2.177	▶ BH-2 코어층 물성이상대 : 이상대 구간 없음
	풍화암	2.210 ~ 2.227	

○ 길정저수지에서 시추조사, 표준관입시험(SPT), 현장투수시험, 공내수위 측정을 실시하였으며, 각각의 시험 결과를 요약, 정리하였음.

구 분	성토층	중심코어	풍화토	풍화암	총심도 (M)	표준 관입 시험 (회)	투수 시험 (회)	비 고
	실트질 자 갈	실트질 점 토						
BH-1	1.7	26.8	0.5	0.5	29.5	11	9	UD
BH-2	1.8	29.2	0.7	0.8	32.5	12	10	UD
BH-3	2.0	30.5	0.5	-	33.0	12	-	-
계	5.5	86.5	1.7	1.3	95.0	35	19	

지 층	토 질	N값(회)	비 고
성토층	실트질 자갈	16~18	· 보통조밀(medium dense)
중심코어	실트질 점토	7~22	· 보통견고 내지 매우견고 (medium stiff~very stiff)
풍화토	실트질 모래	50 이상	· 매우조밀(very dense)
풍화암	암편 섞인 실트질 모래	50 이상	· 매우조밀(very dense)

구분	BH-1			BH-2		
	시험구간 (GL-m)	투수계수 (cm/sec)	지 층	시험구간 (GL-m)	투수계수 (cm/sec)	지 층
1	3.0~4.0	3.12×10 ⁻⁷	실트질 점토	3.0~4.0	2.32×10 ⁻⁷	실트질 점토
2	6.0~7.0	1.16×10 ⁻⁶	실트질 점토	6.0~7.0	1.71×10 ⁻⁶	실트질 점토
3	9.0~10.0	3.59×10 ⁻⁶	실트질 자갈	9.0~10.0	8.61×10 ⁻⁷	실트질 점토
4	12.0~13.0	9.19×10 ⁻⁶	실트질 점토	12.0~13.0	5.27×10 ⁻⁷	실트질 점토
5	15.0~16.0	6.70×10 ⁻⁷	실트질 점토	15.0~16.0	2.93×10 ⁻⁷	실트질 점토
6	18.0~19.0	1.07×10 ⁻⁶	실트질 점토	18.0~19.0	2.00×10 ⁻⁶	실트질 점토
7	21.0~22.0	2.65×10 ⁻⁶	실트질 점토	21.0~22.0	5.24×10 ⁻⁷	실트질 점토
8	24.0~25.0	6.64×10 ⁻⁷	실트질 점토	24.0~25.0	1.37×10 ⁻⁶	실트질 점토
9	27.0~28.0	2.74×10 ⁻⁶	실트질 점토	27.0~28.0	1.67×10 ⁻⁶	실트질 점토
10				30.0~31.0	2.00×10 ⁻⁶	실트질 점토

공 번	지표기준 지하수위 (GL-m)	지 층
BH-1	16.0	중심코어
BH-2	19.3	중심코어
BH-3	15.0	중심코어

○ 길정저수지에서 채취한 교란시료 및 불교란 시료에 대하여 실시한 실내물성시험과 역학시험 결과는 다음과 같음

공번	심도 (GL,-m)	함수비 (%)	단위 중량	비중	Atterberg limits		입도분포 (체번호, % passing)		USCS
					액성한계	소성지수	#4	#200	
BH-1	0.5~1.2	14.9	19.29	2.661	NP	—	83.4	23.9	SM
	11.5~12.3	27.4	18.68	2.684	38.0	15.6	99.6	83.0	CL
BH-2	0.7~1.4	12.8	19.06	2.653	NP	—	66.0	16.0	SM
	5.7~6.5	25.2	18.82	2.676	36.3	12.7	99.3	58.9	CL

구 분			BH-1		BH-2		평 균
심도(m)			0.5~1.2	11.5~12.3	0.7~1.4	5.7~6.5	
다짐시험	A다짐	OMC (%)	13.5	－	12.9	－	13.2
		rdmax (kN/m²)	18.40	－	18.56	－	18.48
투수계수 (cm/sec)			2.17E-04	－	1.89E-04	－	2.03E-04
일축 압축 강도	qu (kpa)		142.9	123.6	130.7	89.3	121.63
	qur (kpa)		－	28.7	－	22.9	25.8
	예민비		－	4.3	－	3.9	4.1
삼축압축 강도(CD)	점착력 (kPa)		8.6	－	7.3	－	7.95
	내부마찰각 (°)		31.7	－	33.0	－	32.35
삼축압축 강도(CU)	점착력 (kPa)		－	14.7	－	13.3	14.0
	내부마찰각 (°)		－	25.3	－	24.1	24.7
압밀시험	간극비 (e0)		0.585	0.831	0.570	0.780	0.692
	압축지수		－	0.238	－	0.277	0.258
	선행압밀하중 (kpa)		－	337.4	－	254.0	295.7
직접전단 시험	점착력 (kPa)		15.3	40.3	14.1	36.9	26.65
	내부마찰각 (°)		32.2	24.8	33.8	26.4	29.3
통일분류 (USCS)			SM	CL	SM	CL	

- 길정저수지에 대한 현장조사 및 분석결과, 하류부 제체 선단부에서 저비저항 이상대가 나타나
는 것으로 확인되었음.

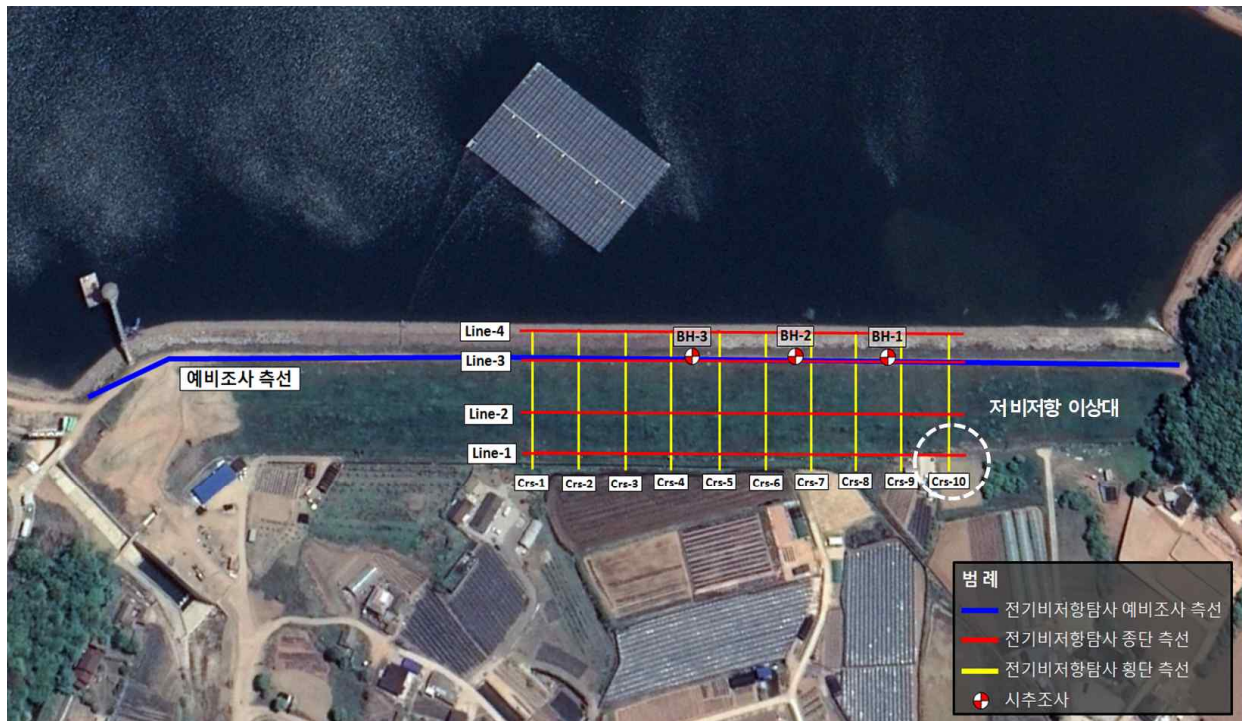


그림 2.49 길정저수지 제체 종단 하부 전기비저항 분포도

- 길정저수지에 대한 현장조사 결과와 모니터링 시스템과의 결과 비교를 위하여 센서가 설치된
지점의 간극수압계에 대하여 비교, 분석을 시행

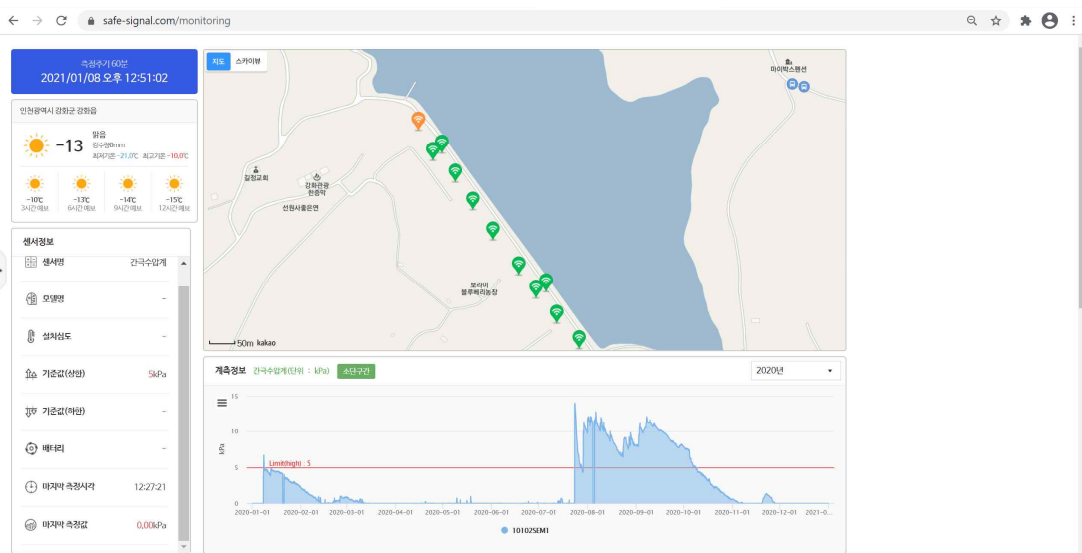


그림 2.50 길정저수지 하류부 제체 선단 시점부 간극수압계 모니터링 결과

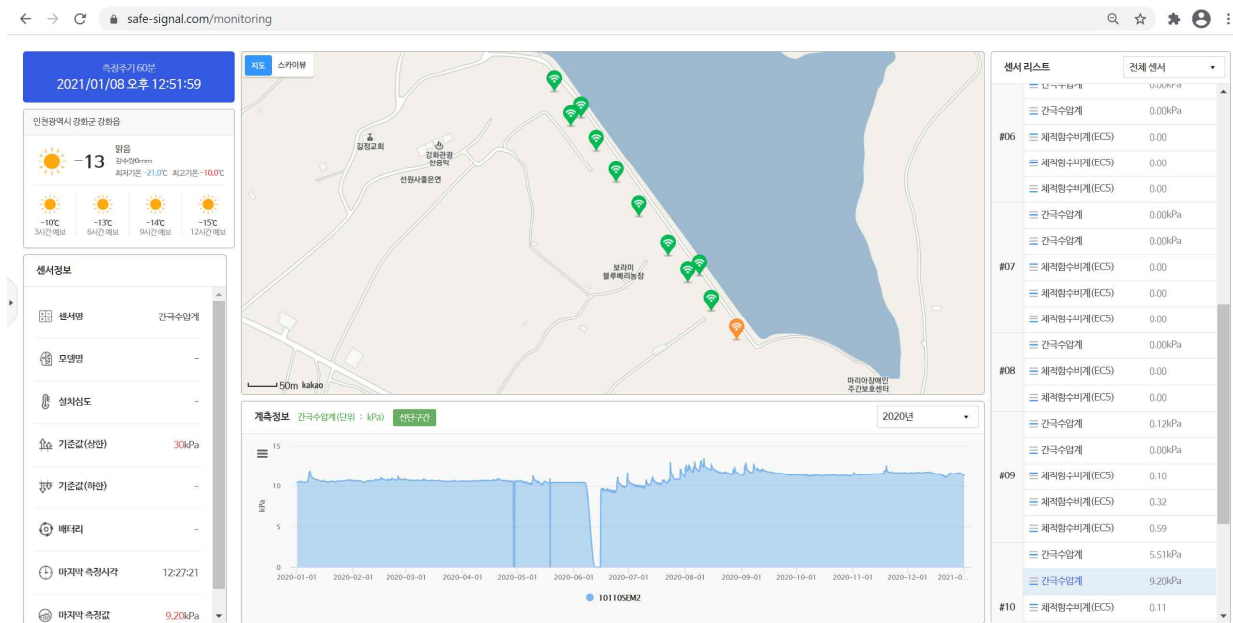


그림 2.52 길정저수지 하류부 제체 선단 중앙부 간극수압계 모니터링 결과

- 길정저수지에 대한 실시간 모니터링 분석결과, 시점부 제체 선단부의 간극수압은 우기시 간극수압이 큰 폭으로 증가하기는 하지만 우기전으로 0.5kPa 내외로 측정되어 파이핑에 안정적인 상태
- 반면 종점측의 경우 측정되는 간극수압이 평균 10kPa 내외로 측정되고 있고, 우기 이전에도 유사하게 측정되는 것으로 보아, 종점측의 경우 침투수로 인해 포화되어 측정결과의 큰 변화가 없는 것으로 판단
- 개발기술의 경우, 실시간으로 저수지 댐의 작용 하중 등을 모니터링하고 실시간으로 안전상태를 판단하는데 적합한 것으로 예상

(3) 고용 창출

○ 본 연구개발을 통해서 조기에 매출액이 증대되고 관련 시장에 진입함에 따라 고용창출 역시 증가하고 있으며, 연구과정을 거치면서 목표치 이상의 고용창출 효과 발생

- 1차년도

번호	성명	과학기술인번호	채용일	연구담당분야	비고
1	이인	1024 9508	2017.09.15	계측기개발/분석	2020.09.08.교체

- 2차년도

번호	성명	과학기술인번호	채용일	연구담당분야	비고
1	김재수	1135 8939	2018.07.01	시스템개발/분석	
2	김철준	1191 3822	2018.10.15	시스템개발/분석	
3	오다영	1006 0013	2018.10.26	계측기개발/분석	
4	남혜란	1125 0878	2019.02.07	시스템개발/분석	
5	김권식	1171 7854	2019.02.07	시스템개발/분석	

- 3차년도

번호	성명	과학기술인번호	채용일	연구담당분야	비고
1	정형식	1250 3646	2019.08.01	현장조사/분석	
2	김성국	1103 2094	2019.08.01	계측기개발/분석	
3	변기돈	1111 6331	2019.08.19	계측기개발/분석	
4	정동진	1102 7908	2019.08.01	현장조사/분석	
5	신상훈	1250 3180	2019.08.01	현장조사/분석	
6	김홍택	1005 2544	2020.03.01	기술적용성분석	추가 신규채용
7	박호진	1254 6197	2020.01.02	기술적용성분석	추가 신규채용
8	정택규	1143 7335	2020.09.08	계측기개발/분석	2020.09.08.이인 대체

사. 연구개발 단계(TRL)

- 본 연구개발은 개발과정 1차 년도에 시험 대상 저수지에서 시제품 설치 및 평가체계 구축의 프로토타입 개발이 계획되어 있고, 3차 년도에 인증과정을 통해 상용화하는 것을 목표로 하고 있어 최종 개발 완료시에는 TRL 9단계(양산화 단계)에 도달하는 것으로 설정

구분	연구기간	연구내용 및 예상문제점	연구비	비고
사물인터넷 기반 시설물 전체 모니터링 시스템	2018.04~2018.10	Test Bed에 무선센서 네트워크 계측시스템 구축 및 유지관리	5.0억원	실제 환경 시스템 설치 (TRL-7)
무선센서 설치기준 설정	2018.03~2018.12	센서 항목, 설치위치, 설치간격 등 최적 설치 위치 기준설정		
실시간 시설물 재난·재해, 취약 및 파손 평가 시스템 개발	2018.08~2019.03	실시간 모니터링 및 상태평가 소프트웨어 개발	8.33억원	특허
실시간 기상정보 호환 재난·재해 예방기술 개발	2019.01~2019.12	강우량결과 및 계측결과의 상호작용을 고려한 재난·재해 예측 소프트웨어 개발		상용제품 완성
구조상태 평가 및 재해예측 상용제품 시험평가	2019.06~2019.12	실제 댐·저수지 환경에서의 실시간 구조상태 및 재해예측 시스템 구축 및 모니터링		상용제품 시험평가 (TRL-8)
상용제품 신뢰성 검증	2020.01~2020.10	사물 인터넷 기반 댐·저수지 실시간 구조상태 및 재해예측 시스템 신뢰성 검증	8.33억원	신기술 취득 (TRL-8)
상용제품 양산 및 서비스 단계	2020.06~2020.12	상용제품 양산 및 사업화 개시		양산 단계 (TRL-9)

표 3. 연구개발 단계

구분	표기	단계별 설명
기초연구단계	TRL 1	☐ 이론적 연구단계
	TRL 2	☐ 기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☐ 실험적 증명 단계
	TRL 4	☐ 실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☐ 유사환경 시험 단계
	TRL 6	☐ 유사환경 기술시험 단계
실용화 단계	TRL 7	☐ 실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☐ 시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☒ 현장적용/사업화 단계

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

3-2. 목표 달성여부

가. 정성적 연구목표 달성도

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		총괄 질적 성과					해당 기관
					질적 성과지표	목표치	달성치	측정방법	검증방법	
총괄	A	사물 인터넷 기반 시설물 전체 모니터링 시스템	A-1	센서 및 통신모듈 제작 및 설치	① 센서 및 통신 모듈 설치 기준 수립	1건	1건	설계 메뉴얼	학회 검증서류 공청회 (전문가 의견서)	건설기술 연구원
					② 센서 및 무선 데이터 로거	각1건	3건	공인 인증	시험 성적서 (인증서)	
			A-2	모니터링 시스템 구축	① 정보통신 품질인증	1건	1건	공인 인증	인증서	아신 씨엔티
				실시간 시설물 재난·재해, 취약 및 파손 평가 시스템 개발	① 비즈니스 모델 수립	1건	1건	사업 계획서	도서	아신 씨엔티
			A-3		② 기술검증	1건	1건	성과 공유 과제 심사	성과공유과제 판정결과	
	A	실시간 기상정보 호환 재난·재해 예방기술 개발	A-1	센서 및 통신모듈 제작 및 설치	① 센서성능 인증	분해능 0.03% 이내	2건	공인 인증	시험 성적서 (인증서)	건설기술 연구원
					② 무선 데이터 로거 성능인증	KTC 인증서	1건	공인 인증	시험 성적서 (인증서)	
			A-2	모니터링 시스템 Test Bed 구축 및 기상정보가 고려된 평가시스템 개선	① 정보통신 품질인증	ICT 인증서	-건	공인 인증 시험	인증서	아신 씨엔티
	B	구조상태 평가 및 재해예측 상용제품 시험평가	B-1	모니터링 시스템 구축 및 상태평가, 재해예측 시스템 개선	① 마케팅전략 수립	거점시장 선정 부가시장 선정 단기 및 중장기 판매전략별 마케팅 계획	1건	보고서 작성	전문가 검증	아신 씨엔티
					② 소프트웨어 인증	GS 인증	1건	인증	인증서	공동
	A	개발기술 상용제품 성능검증	A-1	통신모듈 성능검증	① 통신 장치 품질인증	IP 67(방수)	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	아신 씨엔티
					② 통신 장치 품질인증	IP 68(방진)	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	
			A-2	개발기술 가치평가	③ 기술치 평가	가치평가 도출	1건	보고서 작성	평가기관 보고서	
			A-3	상용 시스템 기술인증	④ 상용제품 원가계산	원가계산 도출	1건	보고서 작성	평가기관 보고서	
	B	양산 시스템 Test-bed 구축 및 검증	B-1	Test Bed 구축	① 센서성능 인증	분해능 0.03% 이내	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	한국 건설기술 연구원
			B-2	재난 재해 예측 시스템 기술인증	② 소프트웨어 인증	GS 인증	1건(V&V시험)	인증	인증서	

나. 정량적 연구목표 달성도

성과지표		목표	달성	달성률(%)	비고
논문등재	SCI급	-	-	-	
	국내 논문	3	6	200%	
특허	출원	5	9	180%	
	등록	4	3	75%	
디자인	출원	-	-	-	
	등록	1	1	100%	
상표	출원	-	4	추가달성	
	등록	-	4	추가달성	
S/W등록		5	5	100%	
신규채용		9	13	144%	
시제품		70	71	101%	
S/W인증		1	1	100%	
기술인증		2	-	-	
매출액		10억	10.8억원	108%	추가 사업 협의중
매뉴얼		1	1	100%	
기술표준화		1	-	-	표준매뉴얼 작성중
인력양성		1	1	100%	진행중

(1)국내외 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부	게재일
1	하수관로 배면 공동 탐지를 위한 최적 물리탐사 방법	한국지반환경공학회 논문집	김진영	Vol.19, Issue 8	대한민국	한국지반환경공학회	비SCI	2018.08
2	현장 시험시공을 통한 저수지 댐 시설물의 무선 센서 네트워크 구축 사례연구	한국지반환경공학회 정기총회 및 학술발표회	유찬호	2018.09	대한민국	한국지반환경공학회	비SCI	2018.09
3	무선 센서 네트워크 시스템을 이용하여 기반시설의 실시간 상태평가가 가능한 스마트 시티 센서 기술 개발에 관한 기초연구	한국지반환경공학회 정기총회 및 학술발표회	유찬호	2018.09	대한민국	한국지반환경공학회	비SCI	2018.09
4	무선 센서 네트워크 시스템을 이용한 실시간 저수지 댐의 상태평가 시스템	한국지반환경공학회 논문집	유찬호	Vol.19, Issue 12	대한민국	한국지반환경공학회	비SCI	2018.12
5	현장 시험시공을 통한 저수지 댐의 재해예측 무선센서 네트워크 시스템 적용성 평가	한국지반환경공학회 논문집	유찬호	Vol.20, Issue 01	대한민국	한국지반환경공학회	비SCI	2019.01
6	스마트시티 IoT 플랫폼 구축을 위한 자율사물 모니터링 시스템 적용성 평가	토지주택연구원 학술지	유찬호	39호 (20년4월)	대한민국	한국토지주택공사	비SCI	2020.04

(2)지식재산권(특허, 실용신안, 디자인, 상표)

번호	명칭	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	구조물의 실시간 상태평가가 방법 이를 이용한 재해예측시스템	대한민국	아신씨엔티(주)	2018.10.19	10-2018-0124823				100%
2	구조물 계측용 복합서와 이를 이용한 네트워크 계측장치 및 방법	대한민국	아신씨엔티(주)	2018.10.19	10-2018-0124824				100%
3	지반개량장치	대한민국	아신씨엔티(주)외	2018.06.21.	10-2018-0071676	아신씨엔티(주)외	2019.06.12.	10-1990289	100%
4	시설물의 안전상태 모니터링 및 평가 시스템	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05.	10-2019-0081215				100%
5	미세먼지 측정 및 저감 시스템	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05.	10-2019-0081218	아신씨엔티(주)	2020.01.16.	10-2068984	100%
6	센서 노드 및 이를 포함하는 시설물 안전 모니터링 시스템	대한민국	아신씨엔티(주)	2020.05.18	10-2020-0059302	아신씨엔티(주)	2020.12.08	10-2191008	100%
7	결빙 알람 시스템	대한민국	아신씨엔티(주)	2020.09.25.	10-2020-0124497				100%
8	센서노드 및 이를 포함하는 시설물 모니터링 시스템	대한민국	한국건설기술연구원 외	2020.12.04	10-2020-0168611				100%
9	센서노드 및 이를 포함하는 시설물 안전 모니터링 시스템	대한민국	한구건설기술연구원 외	2020.12.04	10-2020-0168638				100%
10	시설물 관리용 센서노드	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.10.15	30-2019-0049073	아신씨엔티(주)	2020.08.07.	30-1070384	100%
11	Safe Signal	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05	40-2019-0104754	아신씨엔티(주)	2020.10.23	40-1655423	100%
12	Safe Signal	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05	40-2019-0104755	아신씨엔티(주)	2020.8.07.	40-1631737	100%
13	Safe Signal	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05	40-2019-010476	아신씨엔티(주)	2020.8.07.	40-1631738	100%
14	Safe Signal	대한민국	아신씨엔티(주)	2019.07.05	40-2019-0104757	아신씨엔티(주)	2020.10.23	40-1655424	100%

(3)저작권(소프트웨어 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율
1	세이프 시그널	2018.10.01.	아신씨엔티(주)	2018.10.15.	C-2018-027149	아신씨엔티(주)	100%
2	세이프 시그널-상태평가모니터링	2019.09.20.	아신씨엔티(주)	2019.10.02.	C-2019-027304	아신씨엔티(주)	100%
3	세이프 시그널-기상정보수집기	2019.09.20.	아신씨엔티(주)	2019.10.02.	C-2019-027303	아신씨엔티(주)	100%
4	세이프 시그널 2	2020.08.31	아신씨엔티(주)	2020.09.29.	C-2020-033715	아신씨엔티(주)	100%
5	세이프 시그널 2-관리자모듈	2020.09.14	한국건설기술연구원	2020.10.13.	C-2020-034994	한국건설기술연구원	100%

(4)신규채용

번호	성명	과학기술인번호	채용일	연구담당분야	비고
1	이인	1024 9508	2017.09.15	계측기 개발/분석	2020.09.08.교체
2	김재수	1135 8939	2018.07.01	시스템 개발/분석	
3	김철준	1191 3822	2018.10.15	시스템 개발/분석	
4	오다영	1006 0013	2018.10.26	계측기 개발/분석	
5	남혜란	1125 0878	2019.02.07	시스템 개발/분석	
6	김권식	1171 7854	2019.02.07	시스템 개발/분석	
7	정형식	1250 3646	2019.08.01	현장조사/분석	
8	김성국	1103 2094	2019.08.01	계측기 개발/분석	
9	변기돈	1111 6331	2019.08.19	계측기 개발/분석	
10	정동진	1102 7908	2019.08.01	현장조사/분석	
11	신상훈	1250 3180	2019.08.01	현장조사/분석	
12	김홍택	1005 2544	2020.03.01	기술적용성분석	추가 신규채용
13	박호진	1254 6197	2020.01.02	기술적용성분석	추가 신규채용
14	정택규	1143 7335	2020.09.08	계측기 개발/분석	2020.09.08.이인 대체

(5)시제품

번호	구성품	용도	수량	제작일	비고
1	센서노드	길정저수지 무선센서네트워크 시스템 구축을 위한 데이터 로거	11	2018	
2	센서노드	인산 및 길정저수지 무선센서네트워크 시스템 구축을 위한 데이터 로거	40	2019	
3	센서노드	길상 및 한국저수지 무선센서네트워크 시스템 구축을 위한 데이터 로거	20	2020	

(6)사업화 매출액

번호	계약일	업체명	계약명	계약금액	비고(매출)
1	2018.04.24.	(주)케이이알	WSN 계측기 설치 및 프로그램 구축	150,000,000	150,000,000
2	2019.02.01	(주)다움종합건설	적성산업단지 조성공사 자동계측시스템	500,000,000	225,591,200
3	2019.02.28	(주)범양이앤씨	자양 더라움 펜터하우스 신축공사 자동계측시스템	63,000,000	62,300,000
4	2019.07.15	(주)범양이앤씨	모래내서중시장 정비사업	45,000,000	46,000,000
5	2019.07.26	고천건설(주)	우만 한일베라체 ECO PLUS 신축공사 자동계측시스템	20,000,000	19,476,800
6	2019.08.01	원일개발(주)	연세대학교 어린이 생활지도 교육원 및 미우관 신축공사	20,000,000	20,000,000
7	2019.10.01	고천건설(주)	청주동남 A-3BL 아파트 건설공사 4공구 자동계측시스템	27,500,000	35,914,000
8	2019.10.23	(주)한국건설품질시험연구원	가속시험동 내 반사균열 계측시스템 구축	30,000,000	30,000,000
9	2019.09.20	(주)범양이앤씨	동탄 워터프론트 제일 풍경채 신축공사	62,400,000	53,825,000
10	2019.12.20	(주)한강지오텍	계측시스템구축	100,000,000	100,000,000
11	2020.05.01	선우종합건설(주)	스마트계측시스템 구축 및 유지관리	243,600,000	243,600,000
12	2020.07.01	한국시설기술단	IoT기반의 자가반응형 교량 받침 변위추적 시스템개발	100,000,000	60,000,000
13	2020.09.18.	한국도로공사	그라운드 앵커 잔존긴장력 자동 측정시스템 구축 용역	133,180,000	36,551,856
합 계				1,494,680,000	1,083,258,856

- 사업화 협의 또는 협약 현황

번호	업체명	계약명	협의금액	비고
1	현대중공업	현대중공업 염포소각장 안전진단 및 모니터링 시스템 구축	350,000,000	설계반영(코로나19로 인한 지연중)
2	교보리얼코	양지SLC물류창고 시설물관리 및 안전평가 시스템구축	100,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
3	두산건설(주)	신림~봉천터널 도시건설공사 계측시스템 구축	1,375,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
4	(주)한화건설	도봉산 옥정 광역철도 건설공사 2공구 계측시스템 구축	1,210,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
5	미얀마	미얀마 댐 4개소 계측시스템 구축	2,700,000,000 (250만불)	협의중(코로나19로 인한 지연중)
6	가평군((주)동강)	급경사지 붕괴위험지역 정비사업(읍내1지구)	85,000,000	설계반영
7	새만금개발공사	새만금 스마트 수변도시(서해시티)	1,880,000,000	설계반영
8	(주)남광토건	압해화원 도로건설공사 중 계측관리용역(설계)	4,137,000,000	설계반영
9	(주)케이씨엠씨	에코델타시티 자동 수위계측	37,000,000	설계반영
10	현대건설	인천신항 1-2단계 컨테이너부두 축조공사 중 스마트 계측	2,523,000,000	설계반영

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구 필요성)

가. 목표 미달성 원인(사유)

- 개발기술은 2020년 사업화 및 인증을 위해 설정한 기간으로 2차년도인 2019년까지 차질 없이 연구 성과를 완료하고 성과를 도출
2020년 사업화를 통해 사업매출로 확대하는 것으로 계획하였으나, 2020년 2월부터 시작된 COVID-19 팬데믹으로 인해 사업계획 자체가 중단, 연기됨에 따라 불가피하게 사업화 매출 등에서는 목표 미달성 발생
- 2020년 개발계획에서 설정한 Test bed 구축, 인증 등은 국내 코로나 확산 및 사회적 거리두기 단계 상향 등으로 협의, 계획 일정이 장기간 지연되었고, 이로 인해 기술인증 과정이 계획대비 지연되어 목표 미달성 발생
- 2020년 09월 Test Bed 구축이 완료되어 조속히 성능검증 및 인증을 진행하였으나, COVID-19 팬데믹으로 인한 사회 전반적인 처리절차의 지연, 개발기술의 해외 기술수출 일정 등이 잔여 연구기간과 중첩되면서 목표 미달성 발생
- 개발기술은 주관기관의 주요 및 핵심 사업화 항목으로 개발과정이 완료되더라도 지속적인 추가개발과 인증과정을 계획하고 있어, 연구개발기간이 다소 초과되더라도 설정한 연구성과는 100% 달성하는 것으로 계획

성과지표		목표	달성	달성률(%)	보완계획
논문등재	SCI급	-	-	-	-
	국내논문	3	6	200%	-
특허	출원	5	9	180%	-
	등록	4	3	75%	- 출원된 특허 항목 등록시 목표 달성 예상
디자인	출원	-	-	-	-
	등록	1	1	100%	-
상표	출원	-	4	추가달성	-
	등록	-	4	추가달성	-
S/W등록		5	5	100%	-
신규채용		9	13	144%	-
시제품		70	71	101%	-
S/W인증		1	1	100%	-
기술인증		2	0	0%	건설 및 방재 신기술 접수 예정
매출액		10억	10.8억원	108%	추가 사업 협의 중
매뉴얼		1	1	100%	-
기술표준화		1	0	0%	표준 매뉴얼 작성 중 (서울기술연구원 굴착공사 계측관리 기준 및 조례변경 진행 중)
인력양성		1	1	100%	연구원 이원진 토목공학 전문학사 2021년 졸업예정

(1) 미달성 정량적·정성적 연구목표 향후 계획

총괄 실적 성과					계획
질적 성과지표	목표치	달성치	측정방법	검증방법	
센서 및 통신 모듈 설치 기준 수립	1건	1건	설계 메뉴얼	학회 검증서류 공청회 (전문가의견서)	-
센서 및 무선 데이터 로거	각1건	3건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	-
정보통신 품질인증	1건	1건	공인 인증	인증서	-
비즈니스 모델 수립	1건	1건	사업 계획서	도서	-
기술검증	1건	1건	성과 공유 과제 심사	성과공유과제 판정결과	-
센서성능 인증	분해능 0.03% 이내	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	-
무선 데이터 로거 성능인증	KTC 인증서	1건	공인 인증	시험 성적서 (인증서)	-
정보통신 품질인증	ICT 인증서	-건 (시험 중)	공인 인증 시험	인증서	최종 시험 예정
마케팅전략 수립	거점시장 선정 부가시장 선정 단기 및 중장기 판매전략별 마케팅 계획	1건	보고서 작성	전문가 검증	-
소프트웨어 인증	GS 인증	1건	인증	인증서	-
통신장치 품질인증	IP 67(방수)	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	
통신장치 품질인증	IP 68(방진)	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	
기술치평가	가치평가 도출	1건	보고서 작성	평가기관 보고서	
상용제품 원가계산	원가계산 도출	1건	보고서 작성	평가 기관 보고서	
센서성능 인증	분해능 0.03% 이내	1건	공인 인증	시험성적서 (인증서)	
소프트웨어 인증	GS 인증	1건(V&V시험)	인증	인증서	

4. 연구개발성과의 활용 계획

가. 핵심 연구 성과

구분	핵심연구성과	단위성과	내용
총 괄	사물인터넷 기반 시설물 전체 모니터링 시스템	센서 및 통신모듈 제작 및 설치	센서 및 무선 데이터로거 제작 및 통신모듈 설치 기준 수립
		모니터링 시스템 구축	모니터링 시스템 구축 및 정보통신 품질인증
		실시간 시설물 재난·재해, 취약 및 파손 평가 시스템 개발	비즈니스 모델 수립 및 기술검증
	실시간 기상정보 호환 재난·재해 예방기술 개발	센서 및 통신모듈 제작 및 설치	센서 및 무선데이터로거 성능인증
		모니터링 시스템 Test Bed 구축 및 기상정보가 고려된 평가시스템 개선	평가시스템의 정보통신 품질인증
	구조상태 평가 및 재해예측 상용제품 시험평가	모니터링 시스템 구축 및 상태평가, 재해예측 시스템 개선	마케팅전략 수립 및 소프트웨어 인증
	개발기술 상용제품 성능검증	통신모듈 성능검증	통신장치 품질인증
		개발기술 가치평가	기술가치 평가
		상용 시스템 기술인증	상용제품 원가계산
	양산 시스템 Test-bed 구축 및 검증	Test Bed 구축	센서 성능인증
		재난 재해 예측 시스템 기술인증	소프트웨어 인증

나. 추가연구의 필요성

- 현재 개발기술은 저수지와 댐등 한정된 조건에서 Test Bed를 구축하여 검증하였나, IoT 장치 및 모니터링 방식, 관리 시스템 등은 표준기술화를 완료.

추후 모든 시설물과 현장 조건에 적용 가능 하도록 센서에 따른 디바이스와 알고리즘, 프로그램의 개선 및 검증이 필요하며, 이를 통해 사업화 확대 및 확장이 가능

시설물 모니터링 및 안전상태 평가 필요 시설물				
사회 기반 시설물				민간 생산 시설물
				
도로, 철도교량	도로, 철도터널	댐, 제방	건축물	옹벽, 화학시설물

- 현재 개발기술이 즉시 확대될 수 있는 시설물에서 발생할 수 있는 재난·재해 종류는 다음과 같으며, 이는 사용센서를 적절하게 변경하는 경우, 시행착오 없이 시스템의 개선이 가능할 것으로 판단

				
시설물 붕괴	산사태·사면붕괴	도로결빙	화학물질 유출	미세먼지
				
인접 시설물 피해 및 근로자 사망사고	인접 시설물 피해 및 인명피해	재산 및 인명피해 도로시설 운영차질	화학물질 유출 및 인명피해	시민 건강악화 및 삶의 질 하락
				
시설물 변위(경사) 상태로 시설물 안전관리	흙 속 물의 상태로 사면붕괴	온도, 습도 측정 센서로 결빙지역 관리 및 예측	열팽창 센서를 이용한 저장시설 안전관리	대기질 측정센서로 실내공기 관리
압력측정 센서 경사측정 센서	간극수압 센서 흙 함수측정 센서	온도, 습도센서 일조량 센서	지진 감지센서 열팽창 센서	대기질 측정 센서

다. 사업화 계획

- 연구개발 기술은 현재 중소기업벤처부 산하 동반성장위원회의 성과공유과제 개발 중인 기술로 별도의 개발 지원비 없이 주관기관에서 자체 개발비용만으로 개발하여, 한국농어촌공사에서 발주하는 저수지 재해예방 계측기 설치사업에 무선센서 네트워크 시스템을 적용하여 시장 진입은 물론 자연스럽게 수익계약을 통한 판로확보가 확보된 기술임.

이를 통해 2021년부터 미얀마 농업용 댐 기능향상, 안전관리 시스템 구축 사업에 시스템 구축이 계획되어 2021년부터 기술수출이 예정

- 연구개발 기술은 농업용 저수지 댐 사업에 적합하게 시스템이 개발되었지만, 사회기반 시설 전체로 사업화 대상을 확대하고 있으며, 지속적인 투자유치 등을 시도하고 있음, 해당기술의 사업화 계획은 부록에 첨부

○ 사업화 현황

번호	계약일	업체명	계약명	계약금액	비고(매출)
1	2018.04.24.	(주)케이이알	WSN 계측기 설치 및 프로그램 구축	150,000,000	150,000,000
2	2019.02.01	(주)다움종합건설	적성산업단지 조성공사 자동계측시스템	500,000,000	225,591,200
3	2019.02.28	(주)범양이엔씨	자양 더라움 펜터하우스 신축공사 자동계측시스템	63,000,000	62,300,000
4	2019.07.15	(주)범양이엔씨	모래내서중시장 정비사업	45,000,000	46,000,000
5	2019.07.26	고천건설(주)	우만 한일베라체 ECO PLUS 신축공사 자동계측시스템	20,000,000	19,476,800
6	2019.08.01	원일개발(주)	연세대학교 어린이 생활지도 교육원 및 미우관 신축공사	20,000,000	20,000,000
7	2019.10.01	고천건설(주)	청주동남 A-3BL 아파트 건설공사 4공구 자동계측시스템	27,500,000	35,914,000
8	2019.10.23	(주)한국건설품질시험연구원	가속시험동 내 반사균열 계측시스템 구축	30,000,000	30,000,000
9	2019.09.20	(주)범양이엔씨	동탄 워터프론트 제일 풍경채 신축공사	62,400,000	53,825,000
10	2019.12.20	(주)한강지오텍	계측시스템구축	100,000,000	100,000,000
11	2020.05.01	선우종합건설(주)	스마트계측시스템 구축 및 유지관리	243,600,000	243,600,000
12	2020.07.01	한국시설기술단	IoT기반의 자가반응형 교량받침 변위추적 시스템개발	100,000,000	60,000,000
13	2020.09.18.	한국도로공사	그라운드 앵커 잔존강력 자동 측정시스템 구축 용역	133,180,000	36,551,856
합 계				1,494,680,000	1,083,258,856

○ 사업화 협의 현황

번호	업체명	계약명	협의금액	비고
1	현대중공업	현대중공업 염포소각장 안전진단 및 모니터링 시스템 구축	350,000,000	설계반영(코로나19로 인한 지연중)
2	교보리얼코	양지SLC물류창고 시설물관리 및 안전평가 시스템구축	100,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
3	두산건설(주)	신림~봉천터널 도시건설공사 계측시스템 구축	1,375,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
4	(주)한화건설	도봉산 옥정 광역철도 건설공사 2공구 계측시스템 구축	1,210,000,000	협의중(코로나19로 인한 지연중)
5	미얀마	미얀마 댐 4개소 계측시스템 구축	2,700,000,000 (250만불)	협의중(코로나19로 인한 지연중)
6	가평군((주)동강)	급경사지 붕괴위험지역 정비사업(읍내1지구)	85,000,000	설계반영
7	새만금개발공사	새만금 스마트 수변도시(서해시티)	1,880,000,000	설계반영
8	(주)남광토건	압해화원 도로건설공사 중 계측관리용역(설계)	4,137,000,000	설계반영
9	(주)케이씨엠씨	에코델타시티 자동 수위계측	37,000,000	설계반영
10	현대건설	인천신항 1-2단계 컨테이너부두 축조 공사 중 스마트 계측관리	2,523,000,000	설계반영
11	미얀마	미얀마 댐 9개소 계측시스템 구축 추가	1,100,000,000 (추가 100만불)	협의중(코로나19로 인한 지연중)

부록 (사업계획서)



아신씨엔티 주식회사 사업계획서

자율사물 디바이스 및 지능형 IoT 플랫폼 기반 솔루션 제공 서비스

2021.01



I. 회사 일반사항

- 01. 회 사 소 개
- 02. 조직도 및 주요임원
- 03. 사 업 영 역
- 04. 주요 연구개발 연혁
- 05. 개발기술 관련 주요사업





Safe Signal

아신씨엔티 주식회사 사업계획서

자율사물 디바이스 및 지능형 IoT 플랫폼 기반 솔루션 제공 서비스

2021.01



아신씨엔티



Safe Signal

I. 회사 일반사항

- 01. 회 사 소 개
- 02. 조직도 및 주요임원
- 03. 사 업 영 역
- 04. 주요 연구개발 연혁
- 05. 개발기술 관련 주요사업



아신씨엔티

01. 회사소개



사업목표

자율사물 및 지능형 ICT기술 기반의 융합형 비즈니스



지능형 IoT 기반 센서노드 및 게이트웨이, 데이터 필터링 및 딥러닝 탑재 ICT 기기

선도형 혁신 원천기술



- 자율작동 IoT 기술
- 이상감지시 ICT장치 작동 제어 등 자율작동
- 실시간 분석·예측
- 센싱과 동시에 분석과 예측기술 탑재 ICT장치

높은 시장 잠재력



- 지능형 IoT플랫폼
- '22년 국제 1.9조 달러 국내 17조원 시장규모
- 지속가능 성장 시장
- IDC, 가트너 16.1%
- Machina 21.8% 예상

유연한 기술 확장성



- 모든 상용센서 연동
- 시설, 환경, 보안관련 상용센서 연결
- 기존시장 즉시진입
- 시설물 관리시장 즉시 진입

우수한 인적 네트워크



- 융합기술 연구진
- 토목공학, 전자정보 컴퓨터공학 융합
- 공공기관 검증기술
- 한국가스공사, 한국 농어촌공사 등 지원

3

01. 회사소개



사업목표

토목과 IT기술의 융합으로 IoT 기반의 민간 서비스 개척

아신씨엔티(주) 일반현황

- 회사명 : 아신씨엔티

설립일	사업자 등록번호	대표자
2013.05.22	418-81-44474	유찬호

- 주소

- 경기도 안양시 동안구 학의로 268, 511호
- 동안구 관왕동 안양메가밸리

- 자본금 및 매출액

- 자본금 : 300백만원, '19매출 : 3,000백만원
- 2020년 목표매출 : 약 7,000백만원

- 종업원수

- 32명 (공학박사 : 6명, 공학석사 : 5명)

대표자 일반현황

- 성명 : 유찬호

- 주소

- 경기도 부천시 원미구 수도로 18 105-1101호

- 학력 및 주요경력

졸업연도	학교명	전공분야
2011. 02	홍익대학교 대학원	토목공학 박사
연도	근무처	담당업무
2006	한국농어촌공사	연구원
2007~2013	(주)케이이알	사장
2013~현재	아신씨엔티	대표이사
2018~현재	대림대학교	겸임교수

주주 및 주요 기술보유 현황

- 주주구성

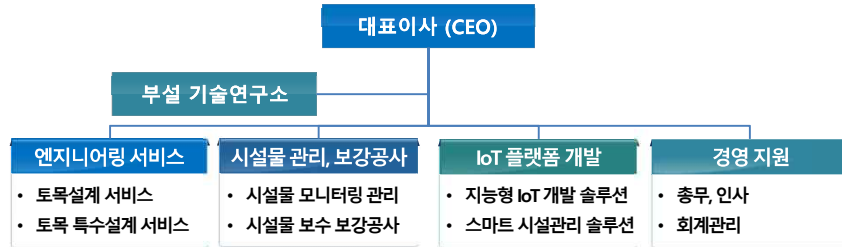
- 대표자 : 61%, 내부 임직원 : 39%

- 기술보유현황 (원천기술)

- 실시간 재해 발생시간 예측기술(특허)
- 지능형 센서노드 장치 (특허), 미세먼지 관리 (특허) 외

4

02. 조직도 및 주요인력



주요 기술인력

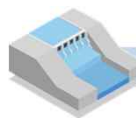
성명	직위	자격 및 특기사항
유찬호	대표	공학박사, 대림대 겸임교수, 한국수자원공사 기술심의위원 외, 경력 19년
김승욱	부사장	공학박사, 서울시 기술심의위원, 한국농어촌공사 해외사업 외부전문가, 경력 20년
송병웅	전무	공학박사, 경력 26년
강 윤	이사	공학박사, 서울시 기술심의위원, 경력 21년
한연진	이사	공학박사, 서울시 기술심의위원, 경력 21년
이 인	이사	공학박사, 경력 16년
김철준	이사	공학석사, 경력 21년

5

01. 사업영역



공공분야 수주시장 및 민간 IoT 시설관리 시장의 계획부터 관리까지 All in One



토목분야 엔지니어링

- 내진 등 시설물 특수설계
- 토목, 해외사업 기술지원 및 컨설팅
- 최근 3년 평균 16억원 이상 매출 (시장안착)



시설물 보수보강 공사

- 스마트 시설물 관리 시스템 설치공사
- 시설물 위험요소 보수, 보강공사

개발 부가시장 (동반 성장가능)



시설관리 모니터링

- 시설물 점검 및 정밀안전진단 (전문기관)
- 지하 안전 영향평가 (전문기관)
- 시설물 계측관리 (전문기관)



Safe Signal 기술개발 및 거점시장

IoT 플랫폼개발

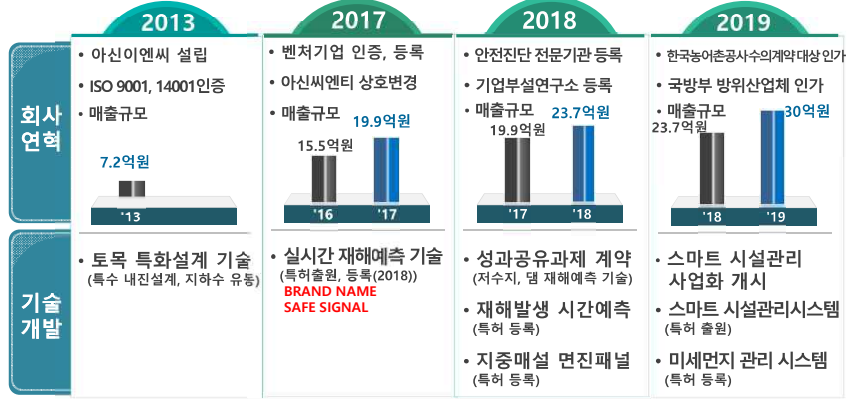
- 저수지, 댐 등 공공 시설물 관리기술 (사업화성공)
- 민간 시설물 관리 플랫폼 개발 서비스 (사업화중)
- 지능형 IoT 개발기술 기술수출 (사업화중)

6

04. 회사 및 기술개발 주요연혁



주요 실적



2020년 주요성과

- 지능형 IoT 기반 교량 변위 추적 플랫폼 개발 (민간시장 개척)
- 미안마 댐 시설물 계측 및 관리서비스 기술수출 계약협의 중(250만 USD 규모, '20년말 또는 '21년초 계약예정)

7

04. 주요 연구개발 내용



기술개발 연혁

	주요내용	개발기술
2013	아신씨엔티(주) 설립	개발기술 (재난 재해 예측 알고리즘) 개발 착수
2014	특허출원(재해예측 모델)	실시간 재해 예측 시스템
2015	특허출원(재해시간 예측)	실시간 재해 발생 시간 예측 방법
2016	개발기술 구성	무선센서 네트워크 시스템 개발착수 (공개 IoT 기술)
2017	한국농어촌공사 협약	성과 공유과제를 통한 저수지 댐 시설물 수의계약 협약
2018	국토교통부 지원과제 선정	사업화 지원과제 선정 (한국건설기술연구원 공동연구)
	안양시 지원사업 선정	IoT 시제품 제작사업 지원과제 선정 (원시코드 공개기술)
	행정안전부 연구과제 선정	기후변화 적응형 사회기반시설 연구과제 참여기업 선정
2019	한국가스공사 지원 선정	개발 필요기술 선정 및 사업화 지원과제(복합센서) 선정
	스마트시티 융합 얼라이언스	SMART SECURITY 중 재난, 재해 예측 분야 참여
	사업화 기술 협약	동양건설, 라인건설, 한일건설, 한일개발 현장 기술협약
	한국농어촌공사 수의계약 체결	연내 10개소 이상 현장 서비스 추진
2020	한국도로공사 기술과제 선정	'21년까지 2년간 농어촌공사 재해예방시스템 수의계약 확정
		IoT 기반 액터 잔존력 모니터링 기술개발 (도로공사 중점사업)

8

05. 개발기술 관련 주요사업



	사업화 실적	주요내용
2018	• 비탈면 상시 관리 시스템	• 과천-의왕간 고속도로 비탈면 1개소 상시관리 (1.5억원)
2019	• 자양 더 라움 펜터하우스 (건축)	• 공사중 가시설 모니터링 및 상태평가 (0.6억원)
	• 우만 한일베라체 Eco Plus (건축)	• 공사중 가시설 모니터링 및 상태평가 (0.2억원)
	• 적성산업단지 조성공사 (건설)	• 공사중 계측 및 시설물 안전상태 평가 (5.0억원)
	• 모래내 서중시장 정비사업(건축)	• 공사중 가시설 모니터링 및 상태평가 (0.5억원)
	• 연세대 미우관 등 공사 (건축)	• 공사중 가시설 모니터링 및 상태평가 (0.2억원)
	• 청주동남 A-3BL 아파트 (건축)	• 공사중 가시설 모니터링 및 상태평가 (0.3억원)
	• 가속시험동 반사균열 계측 (연구)	• 균열 상시계측 모니터링 (0.3억원)
		• 1건 완료, 7건 계약완료 및 운영중 (약 8.5억원)
	• 현대중공업 OO소각장 (건축)	• 시설물 상시관리 및 실시간 안전상태 평가시스템 (약35억원) 설계반영
	• 도봉산~옥정 경전철 공사(토목)	• 공사중 및 터널 모니터링, 안전상태 평가시스템 (12억원) 협의
	• 신림~봉천터널 건설공사 (토목)	• 공사중 건설현장 모니터링 및 안전상태 평가시스템 (14억원) 협의
	• 미안마 농업용 댐 모니터링 (토목)	• 농업용 댐 8개소 기술 및 시스템수출 (250만달러) 설계반영
2020	• IoT변위추적 솔루션 개발 (민간)	• 지능형 기반 IoT교량 받침 변위추적 플랫폼 개발 (1억원)
	• IoT앵커력 측정 기술 개발 (토목)	• IoT 기반 앵커 잔존력 측정 및 모니터링 시스템 개발 (1.3억원)

9



Safe Signal

II. 기술 및 사업소개

01. 사업분야소개
02. 사업추진전략
03. 기술 소개



01. 사업계획

아신씨엔티

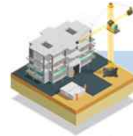
사업전략 시장안착 사업분야 유지, 개발기술 중심의 사업확대



토목분야 엔지니어링

- 담당 인력 8인, 최근 3년 평균 16억원 이상 매출 (시장안착)

사업분야 유지



시설물 보수보강 공사

- 최근 3년 저가수주 경쟁, 수익률 저하

사업분야 폐쇄 및 전면 개편



시설관리 모니터링

- 최근 2년 수익률 저하

사업분야 폐쇄 및 전면 개편



IoT 플랫폼개발

- 사업화 원년 10건 수주, 2020년 예상 매출 40억원

사업분야 확대

11

01. 사업계획 (엔지니어링 서비스)

아신씨엔티

사업전략 시장 안착에 성공한 토목엔지니어링 서비스는 사업유지

토목 엔지니어링 서비스

토목 엔지니어링



- 내진설계, 특수설계 등 차별화된 서비스 품목 강화
- 해외 건설사업 관련 컨설팅

지속적인 매출 상승, 안정적 수익률 유지

토목엔지니어링 서비스 분야 시장규모



- 토목 엔지니어링 시장규모는 GDP에 좌우
- 2015년 이후 연 20조원의 시장규모 형성
- 향후에 약20조원의 시장규모에서 큰 변화 없음

구분		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
엔지니어링 서비스	담당인원	3	5	6	7	9	11	12	13	14
	매출(억원)	4.1	7.2	8.0	10.0	13.6	15.4	18.0	18.5	19.0
	수익률	-	3%	5%	2%	16%	5%	5%	5%	5%
	순익(억원)	-	0.2	0.4	0.2	2.2	0.7	0.9	1.0	1.0

12

01. 사업계획 (지능형 IoT 플랫폼 개발)



사업목표 기존시장 진입, 신규시장 동시개척, 지능형 IoT기술 판매

자율사물 ICT

- 지능형 IoT 기반 무선 센서 네트워크 기술
- 자율작동 ICT 센서노드, 게이트웨이
- 지능형 IoT 기반의 플랫폼 서비스

지능형 IoT 플랫폼

- B2G, B2B, B2C 대상 비즈니스모델 구축
- IoT 2.0 구현 (실시간 데이터 분석 및 예측)
- IoT 3.0 개발 (상호연결, 토털서비스 구현)

시설물 관리기술

- B2G : 사회기반시설 (댐, 도로, 산사태 등) 모니터링
- B2B : 민간시설(산업,물류 등) 품질 및 안전관리
- B2C : 안전 및 헬스케어 (미세먼지 등) 솔루션



실시간 자동계측
시설물에 설치된 IoT 장치들로부터 Cloud System으로 계측정보 전달

지능형 서비스 제공

1. 실시간 안전상태 즉시평가
2. 자동 경발측정
3. 재난·재해 발생시각 예측

스물꾼 - 가정 Safe Signal System



1. 미세먼지/공기질 감지
2. 무선통신
3. 미세먼지기준치 초과
4. 저장장치 시스템 작동
5. 환기 및 분사장치 작동
6. 노면 살수 시스템 작동

13

02. 사업추진 전략



지능형 IoT 플랫폼 서비스

기존시장 진입 (매출다각화 및 조기 사업화)

민간분야 시장 진입 (IoT 디바이스 시장 진입 및 기업 성장)

기존시장 즉시진입

건축 휴막이 계측사업

도로, 철도, 댐 시설관리

급경사지 등 시설관리

IoT 1.0 센싱 및 통신 기술

지능형 IoT 기술

IoT 플랫폼 기술

민간분야 시장개척

IoT 플랫폼 솔루션 제공

스마트 팩토리 솔루션

산업시설 품질관리

IoT 2.0 분석 및 예측 기술

14

03. 기술 소개 (자율사물 ICT)



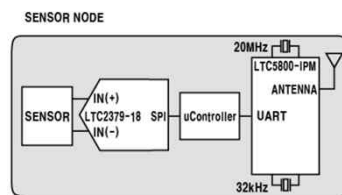
15

03. 기술 소개 (자율사물 ICT 기술)



개발전략 단순 통신기능을 탈피한 ICT 성능개선 및 자율사물 ICT 기술 구현

현재 저전력 IoT기술 (ICT 장치 기술)



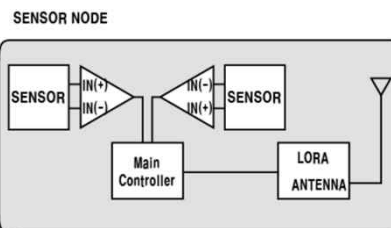
표준화 : IEEE 802.15.4e

- 원시코드 공개기술로 IEEE 802.15.4e가 표준
- 스마트 팩토리 등의 데이터 전송기기로 사용
- 서울기술 연구원의 5G W-Fi 활용 개발기술

문제점

- 실외, 다채널 환경에서 통신효율이 저하
통신효율이 저하되어 배터리 소모량이 커서
저전력 통신 불가

개발기술 (SAFE SIGNAL)



- 아웃도어, 다채널 통신 최적화로 성능개선
- 최대 10개 센서 동시 연결
- 센서측정 동안 이상 감지시 자율작동 및 제어

혁신기술

- 이상 감지시 **ICT 장치 자율작동 제어**
(센싱 측정 시간빈도 및 연계 ICT 장치 작동 제어)
(ex 1회/시간 측정 → 1회/분~초 측정 제어)
- 데이터분석 및 예측 (오작동 방지 및 피해 예측)**

16

03. 기술 소개 (지능형 IoT 기술)



개발전략 센싱과 동시에 데이터의 분석·예측기술 탑재로 지능형 IoT 및 IoT 2.0 구현

현재 저전력 IoT 기술 (소프트웨어 기술)

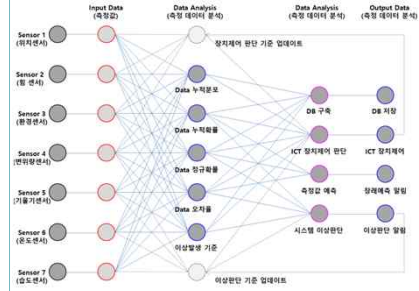
데이터 분석 소프트웨어 없음
(실시간 측정결과 열람 소프트웨어만 구현)

- 단순 통신기능이 극대화된 데이터 전송장치

문제점

- 수신 및 송신 통신모듈이 1개로 정밀 측정시 통신효율이 저하
- 센서노드 - 게이트웨이간 통신기능외 제어기능 없음

개발기술 딥러닝 솔루션 (SAFE SIGNAL)



- 오작동 방지 데이터 분석 임베디드 Software 탑재
- Bayesian 머신 러닝 및 딥러닝을 통한 측정 값 예측
- 지능형 IoT-IoT 플랫폼 연동 통합 솔루션 개발

혁신기술

- 임베디드 소프트웨어 탑재 IoT
- 딥러닝, AI 솔루션이 탑재된 자율사물 기술 구현

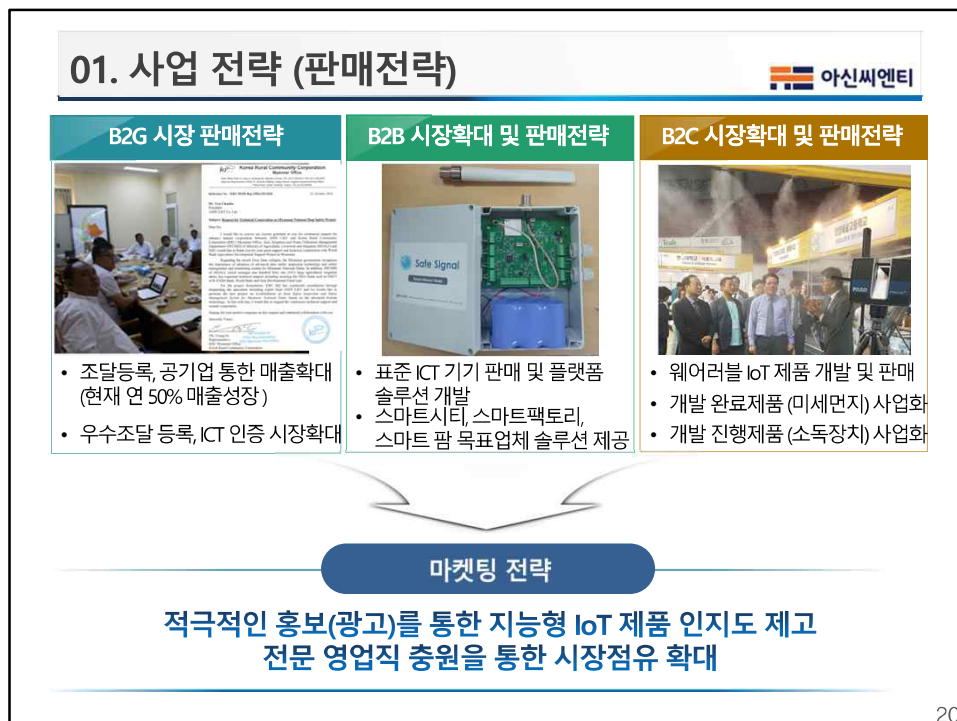
17



III. 사업성

01. 사업 전략
02. 시장 규모
03. 목표 설정
04. 손익 계산
05. 상환 계획
06. 참고 자료





02. 시장 규모 분석

아신씨엔티

현 국내 시설물관리 시장 규모(계측)

• 2020년 건설경기 전망 (한국건설산업 연구원) 발체

구분	건설시장 규모	계측관리비	시장규모
항공	48조 9,000 억원	2% (조달청 평균 비율)	9,780 억원
민간	91조 1,000 억원	0.5% (소형 주택 제외)	4,555 억원
합계	140조원	0.5~2%	1조 4,335억 원

현 국내 시설물 관리시장 규모(민간)

구분	평균면적	평균임대료	시설관리비
수도권	6,635 평	34,600원/평 (약 2.3억원/월)	1,500원/평(약1000만원/월)
지방	4,565 평	24,300원/평 (약 1.1억원/월)	1,000원/평(약450만원/월)
평균	5,807 평	30,482원/평 (약 1.8억원/월)	1,250원/평(약730만원/월)

- 연간 물류시설 시설관리 시장규모는 약 1,200억원 생산시설의 시설관리 시장규모는 약 5,000억원
- 민간 시설관리의 시장규모는 연간 6,200억원 정도로 추정

현 국내 시설물 관리시장 규모(보안)

- 2019년 물리 보안시장은 3조 8,144억원, 2020년 시장은 3조 9,708억원 규모로 예상
- 국내 최대 보안업체는 에스원으로 2018년 매출 1조 9,983억원 영업이익 1,989억원
- 2019년 3분기 누적 1조 5,707억원 매출
- 에스원 등 보안업체 최대 관심시장: 시설물 안전관리 시장



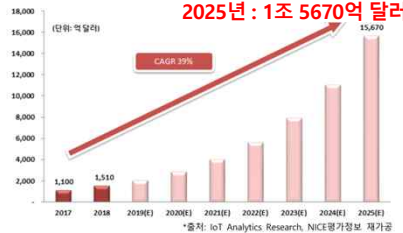
21

02. 시장 규모 분석

아신씨엔티

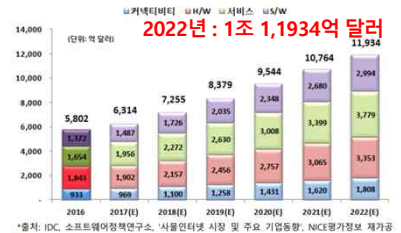
IoT 시장 규모 분석 (해외)

2025년: 1조 5670억 달러



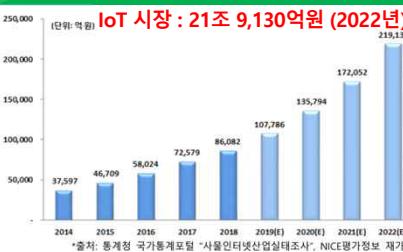
• IDC, IoT 하드웨어 산업테마 보고서 (한국 IR협의회, 2019)

2022년: 1조 1,1934억 달러



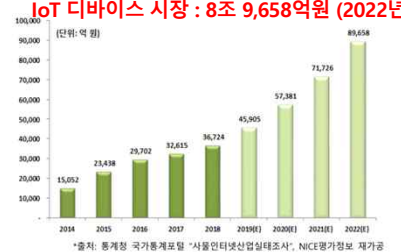
IoT 시장 규모 분석 (국내)

IoT 시장: 21조 9,130억원 (2022년)



• IDC, IoT 하드웨어 산업테마 보고서 (한국 IR협의회, 2019)

IoT 디바이스 시장: 8조 9,658억원 (2022년)



- 2020년 IoT 디바이스 시장은 43%, 5조 7,381억원으로 추정, 2022년 8조 9,658억원 규모로 예상 (연 평균 성장 25%)

22

02. 시장 규모 분석

현 국내 시설관리 시장의 IoT 장치 규모

	시장규모	디바이스	시장규모
건설	• 1조 4,335 억원	• 비율 15% 적용	• 2,150 억원
민간	• 6,200 억원	• 비율 15% 적용	• 930 억원
보안	• 3조 9,708 억원	• 비율 15% 적용	• 5,956 억원
합계	• 6조 243 억원	• 비율 15% 적용	• 9,036 억원

IoT 디바이스 제조원가 산출

	센서노드	게이트웨이	소프트웨어
차재	• 40만원	• 25만원	• 0원
합제	• 5만원	• 7만원	• 0원
조립	• 5만원	• 3만원	• 10만원
합계	• 50만원	• 40만원	• 10만원

23

02. 시장 규모 분석

현 유사 IoT 장치의 판매가 동향

• 관급 자재 발주 기준금액

	한국도로공사	농어촌공사	행정안전부
센서노드	• 150만원/개당	• 90만원/개당	• 200만원/개당
게이트웨이	• 250만원/개당	• 250만원/개당	• 300만원/개당
소프트웨어	• 200만원/개당	• 200~1,000만원/개당	• 500만원/개당
합계	• 5,000~20,000만원/개소당	• 5,000~10,000만원/개소당	• 5,000만원/개소당

IoT 장치의 수익률 계산

	판매가	생산원가	판매수익
센서노드	• 100만원/개당	• 50만원/개당	• 50만원/개당 (50%)
게이트웨이	• 250만원/개당	• 40만원/개당	• 210만원/개당 (84%)
소프트웨어	• 150만원/개당	• 10만원/개당	• 140만원/개당 (93%)
합계	• 5,000~20,000만원/개소당	• 1,500~10,000만원/개소당	• 3,500~10,000만원/개소당

- 센서노드 수익률 : 50%, 게이트웨이 수익률 : 84%, 소프트웨어 수익률 : 93%
- 센서노드 : 게이트웨이 : 소프트웨어 수량비율 : 8:1:1 적용시 **통합 수익률 : 약 57.7%**

24

03. 목표 규모



산출근거 현 시설관리 시장 기준 목표수익 산출

	시장규모	목표점유율	수익률	목표수익
2020	9,036억원	0.1% (9.0 억원)	57.7%	5.21억원
2021	9,036억원	0.5% (45.2 억원)	57.7%	26.1억원
2022	9,036억원	1.0% (90.4 억원)	57.7%	52.1억원
2023	9,036억원	2.0% (180.7 억원)	57.7%	104.3억원
2024	9,036억원	5.0% (451.8 억원)	57.7%	260.7억원
2025	9,036억원	10.0% (903.6 억원)	57.7%	521.4억원
2026	9,036억원	15.0% (1,355.4 억원)	57.7%	782.1억원

2020년 건설경기 전망 (한국건설산업 연구원)과 동일한 시장규모로 가정

'20년부터 G2B 시장(IoT 시설관리) **발주 시작** → **점유율, 수익성 향상** 기대
 '21년 지능형 IoT **장치 직접 생산**, '22년 의무화 시작 → **수익성 향상** 기대

25

03. 목표 규모



산출근거 국내 IoT 디바이스 시장규모를 기초로 목표수익 산출

	시장규모	목표점유율	수익률	목표수익
2020	5조 7,381억원	0.01% (5.7 억원)	57.7%	3.31억원
2021	7조 1,726억원	0.05% (35.9 억원)	57.7%	20.69억원
2022	8조 9,658억원	0.1% (89.7 억원)	57.7%	51.73억원
2023	11조 2,072.5억원	0.5% (560.4 억원)	57.7%	323.33억원
2024	11조 2,072.5억원	1.0% (1,120.7 억원)	57.7%	646.66억원
2025	11조 2,072.5억원	3.0% (3,362.2 억원)	57.7%	1,939.98억원
2026	11조 2,072.5억원	5.0% (5,603.6 억원)	57.7%	3,233.29억원

산업전망 25% 성장 후, 정체조건 적용

'21년 **통신 디바이스 직접 생산**, '22년 개발용 **복합센서 활용** → **수익성 향상**
 광고, 홍보에 따라 목표점유율 향상 기대

26

04. 손익계산

산정근거 기존 고정매출(3개년 최소치) + 개발시장 규모에 의한 최소 매출기준 산정

단위 : 억원

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
1) 고정매출	20	15	15	15	15	15	15
2) 개발매출	9.04	45.18	90.36	180.72	451.8	903.6	1,355.4
3) 매출 계	29.04	60.18	105.36	195.72	466.8	918.6	1,370.4
4) 고정비	23	27.6	32.3	36.8	46	55.2	92.0
고용인원	25	30	35	40	50	60	100
인건비 계	20	24	28	32	40	48	80
일반관리비	3	3.6	4.2	4.8	6.0	7.2	12.0
5) 수익	6.04	32.58	73.16	158.9	420.8	863.4	1,278.4
6) 개발투자	1.5	3.0	5.3	9.8	23.3	45.9	68.5
7) 영업홍보	0.5	5	5	5	5	5	5

목표 매출 실현 필요사항

- 지능형 IoT 통신장치 및 복합센서 개발을 위한 생산시설 구축 → 건물매입(경매낙찰) 완료, **2021년 운영계획**
- 부설 기술연구소 확장: 복합센서 개발을 위한 신규 연구인력 확충 (박사급) → 박사급 병역특례요원 **2021년 총원**
- 민간시장 활성화를 위한 영업직 인력 및 현장 설치 전문인력 총원

27

05. 수익공유 계획

수익모델 IPO를 통한 수익 공유

단위 : 억원

구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년
1) 필요자금	총 20억원						
시설자금	R&D 센터 연구 및 생산설비자금 : 10억원						
운전자금	마케팅 및 홍보비용, 영업 담당 인력 총원 운전자금 : 10억원						
2) 요청금액	20억원						
3) 예상매출	29.04	60.18	105.36	195.72	466.8	918.6	1,370.4
4) 수익율	14%	41%	60%	74%	84%	88%	88%
5) 이익금	4.04	24.58	62.86	144.12	392.5	812.5	1,204.0
6) 비고					IPO		

2023년까지 IPO 요건 충족 후, 2024년 IPO를 통한 수익공유

28

06. 참고자료(해외시장 진출계획)

아신씨엔티

기술수출 해외사업을 통한 기술수출 추진

해외시장 개발 협조 및 미팅



해외시장 대상 프로젝트

World Bank Dam Safety Mission Meeting
on
Agricultural Development Support Project (ADSP)
Organized by
Irrigation and Water Utilization Management Department
(IWUMD)
and
Korea Rural Community Corporation (KRC) with JV Consultants

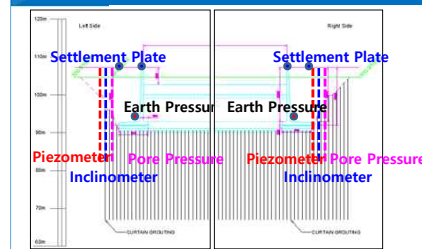
Dam Safety
(Dam safety expert : Dr. Young In Oh)
(yinh2019@gmail.com)
21st, October, 2019
Nay Pyi Taw

프로젝트 예산

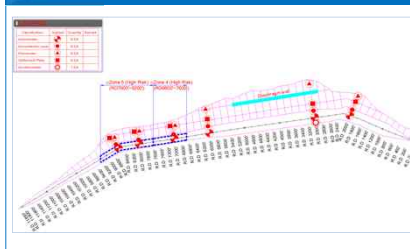
Classification	Dam Name	Instrument	Quantity	Unit	Equipment Cost	Work Cost	Total Cost	
Batch 1	Malenattang	instrument etc.	1	set	91,200	144,000	235,200	
		Seal	1	set	80,000	162,000	242,000	
		North Vannam Upper	1	set	70,000	151,000	221,000	
		North Vannam Lower	1	set	88,400	160,000	248,400	
		Seal	4	set	80,000	312,000	392,000	
Batch 2	Base No	1	set	68,500	75,400	143,900		
		Flow Gate	1	set	93,800	190,400	284,200	
		Hydraulic	1	set	87,000	110,000	197,000	
		New Spillways	Seal	1	set	95,000	139,400	234,400
		Seal	1	set	95,000	139,400	234,400	
Total							1,949,000	
Automatic input Program, Web Server, Web Server Input Program (Including Instrumentation Technical Education and Program Equipment)							500,000	
Grand Total (USD)							2,449,000	

• 8개소 댐 250만 USD (협의중)

Construction Instrumentation



Malenattang Dam Plan

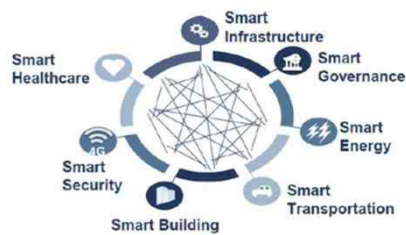


29

06. 참고자료(국가전략프로젝트 스마트시티)

아신씨엔티

스마트 시티 국가전략프로젝트 서비스 로드맵



스마트시티 융합얼라이언스 에너지, 시설물, 교통, 건강, 안전 등 도시의 문제를 해결하기 위한 융합기술

스마트시티 국가전략프로젝트 중 스마트 IoT 인프라 구축



최근 관련기술 동향



→ 융합 얼라이언스를 통한 세계 스마트시티 선도
Frost & Sullivan : 2025년까지 2조 달러 이상 성장



ICT 기술

저전력 통신기술 (대용량, 고효율 요구)

센서기술

복합센서 기술 (MEMS 센서이용)

30

06. 참고자료(국가전략프로젝트 스마트건설기술)



스마트 건설기술 로드맵 구축

< 핵심 기술 >

1. 건설기계 자동화 기술
 - 가. 건설기계에 탑재한 각종 센서, 레이저, GPS 등을 통해 기계의 위치, 자세, 작업상태 정보를 송신자에게 제공
 - 나. 작업자에게 따라 건설기계가 자율이동·제동, 진행상황 실시간 확인
2. 건설기계 통합운영 및 관리 기술
 - 가. 건설기계 및 장비의 원격제어를 실시간으로 통합 관리 운영
 - 나. 센서 및 데이터 분석을 통해 장비의 사용 및 관리에 관한 정보 제공
3. 자율·협업형 및 자동화 기술
 - 가. 자율 주행제어장치 (Autonomous Driving) 탑재, 원격 제어 기술
 - 나. 작업 시간, 시, 장소, 목적을 설정, 제어하고, 협업작업 자동 수행
 - 다. 도로 등 환경에 따라 자율 주행방향을 제어, 일정 후 자동 차환·자동화
4. ICT·인공지능 기반 건설기술
 - 가. 가상·증강·현실 등의 원격제어와 정보와 영상·영상에 대한 정보
 - 나. 센서, 스마트 작업장비 등으로 원격으로 실시간 모니터링
 - 다. 국가원·현장·건설·시공·운영·관리 등 모든 단계의 정보 공유
 - 라. 인공지능·빅데이터·클라우드 등을 통해 건설·운영·관리·안전·환경
5. BIM·가상·증강·현실 기술
 - 가. BIM 기반 설계·시공을 통해 주요 공사의 시공현황을 확인하고, 드론, 로봇 등 원격 정보와 연계해 원격·자동·정확한 시공을 가능케 하는

→ 센서 및 ICT기술

→ 실시간 상태평가
재난, 재해 예측

물관리 스마트 건설기술 로드맵 구축

물 인프라 유지관리 분야 4차산업 기술도입 로드맵 구축

- 중점추진분야별 핵심기술도입을 위한 기술수요조사서 -

본 기관의 주요한 발간을 기증합니다.

K-water에서는 국가의 스마트 건설기술 로드맵에 따라 4차산업 혁명 시대의 건설기술 스마트화 추진계획에 발맞추어 스마트 기술을 기반으로 안전 및 유지관리 분야의 서비스를 도출을 위해 중점 기술 도입 계획을 추진하고 있습니다. 이를 위해 K-water 물 인프라 시설 안전관리 현황 및 문제점을 진단하여 효율적인 안전관리를 위한 4차산업 기술의 도입 및 개발 기술수준의 확보 및 전파를 수월하고 이를 달성하기 위한 로드맵과 이행방안 수립을 위한 「물 인프라의 보. 보. 유지관리 분야 4차산업 기술도입 로드맵 수립, 연구개발을 수행하고 있습니다.

수자원관리에서는 금년 8월부터 12월까지 본 과제를 수행하고 있으며 로드맵 수립의 범위는 다음과 같습니다.

물 인프라 유지관리 분야 4차산업혁명 기술도입 로드맵

- I. 스마트센서 장비분야: 스마트센싱 기반 물인프라 모니터링 기술
- II. (초저항 기술분야) 물인프라 안전관리를 위한 Big Data 기반 AI 분석기술
- III. (초정밀 기술분야) 초정밀 GPS/GNSS Physical System 기반 물인프라 유지관리 통합기술

사업화 기술

국가 전략 프로젝트에 부합, 4차 산업혁명의 융합기술

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술화사업화 지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술화사업화 지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.