

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

'대형수리모형실험시설구축'(연구개발 기간 : 2014. 12. 29 ~ 2018. 3. 31) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2019. 05. .

주관연구기관명 : 한국농어촌공사 농어촌연구원 (대표자) 장 중 석



주관연구기관책임자: 송 현 구



국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

보고서 요약서

과제 고유 번호		해당 단계 연구 기간	5차년도	단계구분	5차년도/ (총5차년도)
연구사업명	중사업명				
	세부사업명	국토교통기술촉진연구사업			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	대형 수리모형 실험시설 구축			
연구책임자	송 현 구	해당단계 참여연구원 수	총: 14명 내부: 14명 외부: 명	해당단계 연구비	정부: 1,658,000천원 민간: 640,527천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 2.298.527천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 25명 내부: 25명 외부: 명	총 연구비	정부: 9,465,000천원 민간: 6,847,252천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 16,312,252천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국농어촌공사 농어촌연구원 지역기반연구실			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반				
	본 연구시설은 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정” 제24조의 4 보안과제 분류기준에 해당되지 않으므로 일반등급으로 분류				

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											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 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	☐ 최종목표 ○ 실규모 대축척 첨단 수리모형실험이 가능한 초대형 융복합 국제수리실험센터 구축 ☐ 세부목표 ○ 초대형 수리모형 실험시설 구축 - 250m×102m 규모의 실험공간 확보 - 최대 7.0m³/s 규모의 유량 공급장치 확보 및 공작실 설치, 운영 ○ 초정밀 완전자동화 계측시스템 구축 - 120m×60m 규모의 최첨단 트레이스 자동화 계측시스템 구축 - 3D PIV, 3D LDV 등 최첨단 광학용 계측장비 도입 ○ 3차원 수치해석 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 - FLOW-3D, Delft3D 등 3차원 수치해석모델 도입 - 자동계측 시스템 및 수치해석을 위한 전용 서버 도입				
연구개발성과	☐ 실험시설 실시설계 보고서 ○ 건축/시설/장비에 대한 실시설계 및 구축 ○ 실험시설 조성을 위한 공사 관리계획, 자금 조달계획, 안전 및 품질 관리계획 ☐ 초대형 융복합 국제수리실험센터 건설 ○ 건축 연면적 : 27,655㎡(기존 : 11,054㎡ + 신축 : 16,600㎡) - 실험공간, 사무실, 계측실, 전산실, 홍보실, 회의실 등 ○ 실험설비 구축 - 가변형 경사수로 2기, PIV 실험수로, 고정식개수로 등 7종 실험수로 - 유사 : 대형유사순환수로, 소형유사순환수로 - 응용실험 : 성층실험시설, 댐안전성 실험시설, 조석 실험시설 - 공동활용시설 : 저수조, 고수조, 펌프시설, 부정류 공급장치, 실험수 공급관로 ☐ 실험시설 구축 보고서 ○ 첨단 장비 사용메뉴얼 ○ 실험시설 구축 이후 운영관리 계획 및 중장기 발전방안				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	☐ 수리모형실험 인프라의 개방과 공유를 통해 우리나라 수공학 분야의 전반적 발전에 기여 ☐ 각종 기상이변, 홍수, 태풍 등에 따른 방재계획 수립을 위해 대형 수리모형실험 인프라 활용 ☐ 3D LDV, 3D PIV, 3D 지형스캐너 등 정밀 계측 장비를 활용한 연구를 통해 수리학 및 유체역학 분야의 원천기술 획득을 위한 기초연구 수행에 활용 ☐ 댐, 저수지, 보, 배수갑문 등 다양한 수공구조물 건설에 따른 사전 영향 검토를 위한 축소모형 실험 수행 목적으로 활용 ☐ 유사, 소류력, 성층, 댐안전성 평가, 조석 등 다양한 하천분야의 기초연구를 위해 활용 ☐ 대규모 관망 수리모형실험, 부정류 실험 등 여건상 과거 수행하지 못하였던 대규모 정밀 수리모형실험 수행에 활용 ☐ 길이 100km 이상의 하구역을 포함하는 대하천에 대한 전구역 수리모형실험 수행에 활용 ☐ 국내 대표적인 물 관리 기관인 한국수자원공사, 한국농어촌공사와 연계하여 각종 수공구조물의 증축, 개축에 따른 영향 검토 ☐ 국내 건설회사 및 한국농어촌공사의 다양한 해외사업에 따른 기술지원 목적으로 활용 (인도네시아 초장대 방조제, 방글라데시 델타 해석 등) ☐ 인근 대학과의 공동연구 및 인프라 공동활용 MOU 체결을 통한 교육 목적 활용 ☐ 국제 학술대회 유치 및 해외 교육인력을 대상으로 한 견학프로그램 개발을 통해 국내 수공학 분야의 높은 기술력에 대한 홍보 목적 활용				
국문핵심어 (5개 이내)	초대형 수리실험시설	수리모형실험	융복합 연구	정밀 계측 시스템	자동 트레이스 시스템
영문핵심어 (5개 이내)	Grand Hydrosy stem Facility	Hydraulic Expe riment	Hybrid Researc h	High Accuracy Measurement S ystem	Automatic Trav erse System

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
가. 연구 인프라 정의	1
나. 필요성	10
다. 목표 및 내용	11
라. 추진 전략 및 방법	18
마. 실험인프라 구축을 위한 해외 선진기관 방문 결과	26
2. 연구수행 내용 및 성과	44
가. 실험시설 건축	44
나. 7종 실험수로 구축	134
다. 국내외 전문가 기술검토회의	138
라. 실시설계도서 작성	164
마. 사양 및 규격 결정	168
바. 공장검수	169
사. 수로구축(개념도 및 설치전경)	172
아. 장비 도입	188
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	221
가. 연구개발 최종목표	221
나. 『초대형 융복합 국제수리실험센터』 구축을 위한 세부 목표	221
다. 정량적 성과목표 및 성과지표	222
라. 연차별 연구목표 및 주요내용	223
마. 정량적 성과목표 및 달성도	225
바. 관련분야 기여도	226

4. 연구개발성과의 활용 계획 등	231
가. 세계적 수준의 연구역량 확보방안 및 발전전략	231
나. 실험시설의 특성화/전문화 계획	237
다. 실험시설을 활용한 연구계획	249
라. 공동 연계협력 방안	272

1. 연구개발과제의 개요

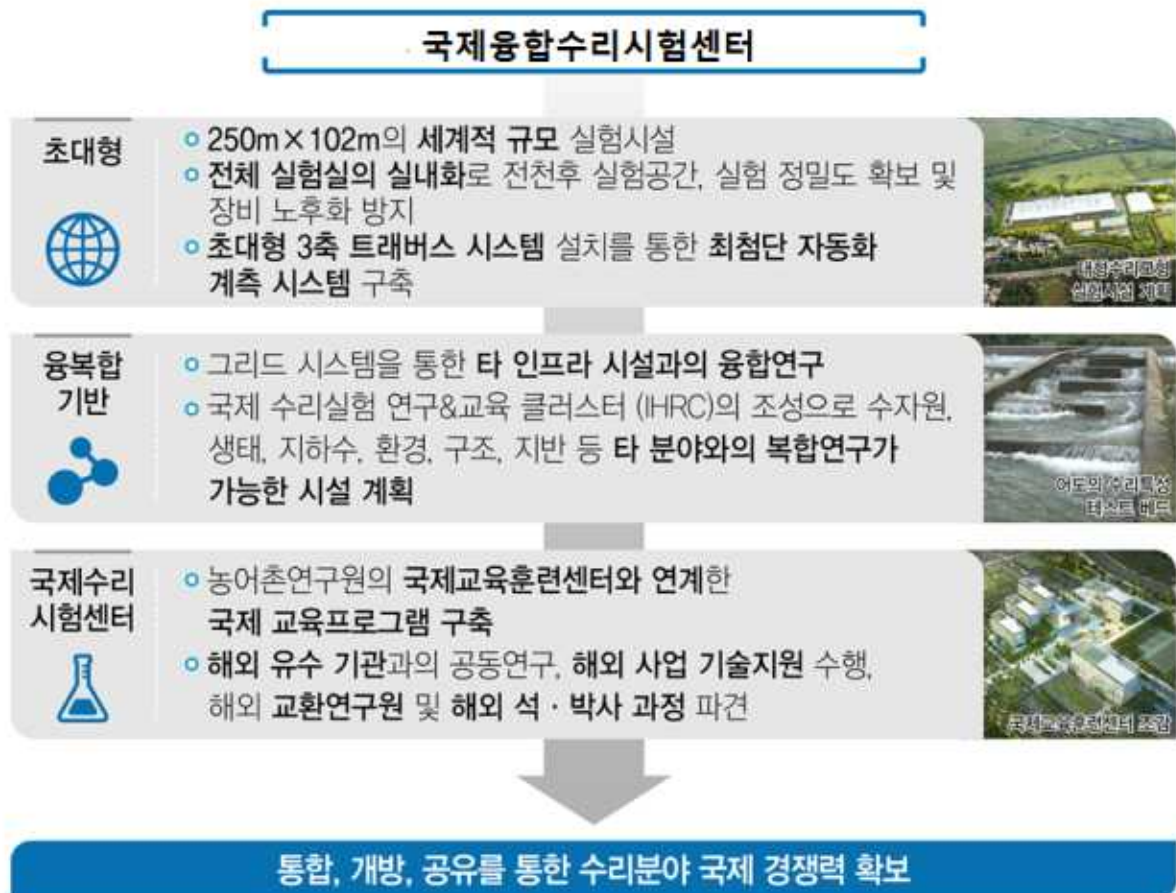
가. 연구 인프라 정의

(1) 국제융합수리시험센터 정의

(가) 국제융합수리시험센터 (HIGH-Center)

[Hybrid International Grand Hydraulic - Center]

우리나라 물 관련 건설산업 세계 최고 수준의 경쟁력 향상을 목표로
초대형 수공구조물 및 하천 주변 유체의 수리학적 거동을 재현 및 분석할 수 있으며,
타 건설연구 인프라 실험실과 협업이 가능한 국제적 규모의
공동연구 인력양성을 위한 세계적 규모 및 수준의 수리실험시설



<그림 1-1> 연구인프라 정의

(나) 농어촌연구원 제안설계의 특징

- 하구(estuary)를 포함한 대하천의 대축척 실험이 가능한 **초대형 실내 실험인프라 조성(HIGH-Center)**
- 미래 지향적인 세계 최대 및 최첨단 자동계측 인프라 구축
- 다양한 목적 및 초대형 모형 실험수요를 만족시킬 수 있는 시설 필요
- 국제적인 협업과 인력양성이 가능한 인프라 및 외부 실험인력에 대한 최상의 서비스 제공(**국제교육훈련센터 : RC-IEEC, Rural Community - International Education & Exchange Center**)

〈표 1-1〉 제안설계의 차별성

구 분	기본설계 요구사항	농어촌연구원 제안설계
시설명칭	대형 수리모형 실험시설	국제융합수리시험센터
Needs	• 하천분야 국제경쟁력 확보 • 다양한 목적을 만족시킬 수 있는 시설 필요	• 하천 및 하구분야 국제경쟁력 확보 • 다양한 목적 및 초대형 모형 실험수요를 만족시킬 수 있는 시설 필요
Purpose	• 기존에 구현이 불가능했던 첨단 기초수리실험시설, 소류력 검증실험시설, 대형 유사순환 수로, 성층구조 재현 수조	• 기존에 구현이 불가능했던 첨단 기초수리실험시설, 소류력 검증실험시설, 대형 유사순환 수로, 성층구조 재현수조, 댐 안전성 평가 수조, 조석발생 수조 • 기존에 불가능했던 초대형 하천, 하구역 수리모형실험 수행 (최대 250m×102m 공간 확보)
Performance	• 초연결형 실험인프라를 구축, 세계적 수준의 실험연구가 가능한 미래지향적인 대형 하천(수리) 실험시설	• 초대형 실험시설 계획을 통한 세계 최고 수준의 인프라 구축 • 국내외 타분야 첨단 연구실과 연계협력이 가능한 인프라 구축 • 농어촌연구원에 국제훈련센터 등 시설과 연계한 수리모형실험 관련 국제협력센터 구축 • 공유와 개방을 원칙으로 인프라 사용자들에 대한 최상의 서비스 제공 (5성급 호텔 수준의 게스트하우스 제공, 스마트워크 시스템 도입)

(다) 국제융합수리시험센터 실험시설 특화방안

〈표 1-2〉 국제융합수리시험센터 시설구축 주요내용

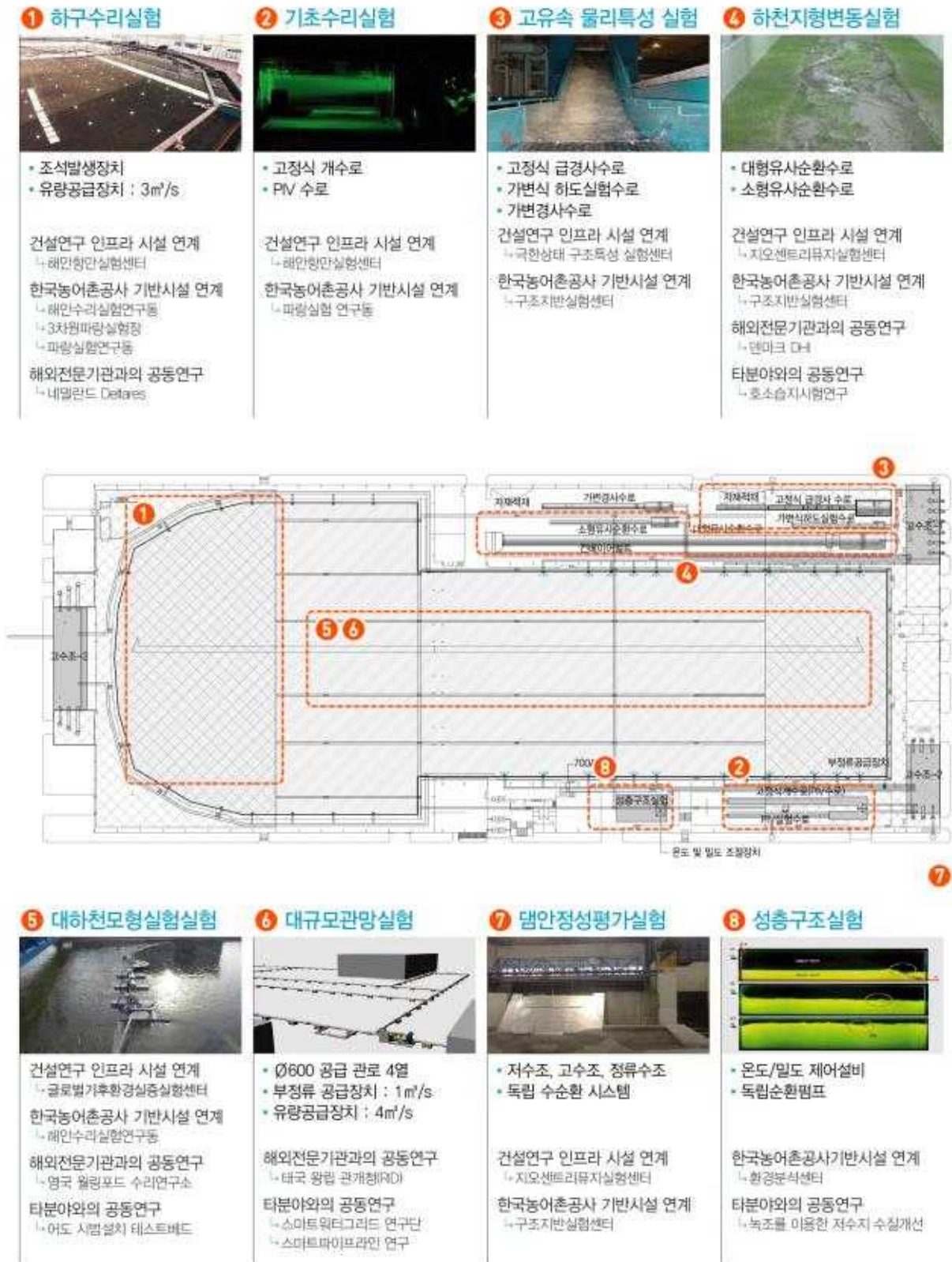
농어촌연구원 제안설계	시설구축 주요내용
• 실험시설 공간 - 실험부지 : 25,040㎡ - 서비스부지 : 15,148㎡ - 전체 실험부지 지붕 설치	• 실험시설 공간 - 실험부지 : 25,056㎡ - 서비스부지 : 21,783.76㎡ - 전체 실험부지 지붕 설치
• 기초수리 - 가변경사수로 : 38.5m×2.0m×2.0m + 역경사 - 고정식개수로(PIV실험 겸용 수로) : 41.45m×1.5m×2.0m - PIV실험수로 : 41.45m×1.0m×1.0m <현물출자> - 가변경사수로 : 44m×0.8m×1.0m	• 기초수리 - 가변경사수로 : 36.9m×2.2m×1.6m ➔ 최대경사각 : 17°+ 역경사 - 고정식개수로(PIV실험 겸용 수로) : 47.9m×2.9m×1.1m - PIV실험수로 : 47.9m×2.4m×1.1m <현물출자> - 가변경사수로 : 44m×0.8m×1.0m
• 소류력(최대유속 : 10.7m/s) - 고정식 급경사수로 : 53.2m(L)×8m(H) - 가변식 하도실험수로 : 25m(L)×8m(H) ➔ 최대경사각 : 20°	• 소류력(최대유속 : 10.7m/s) - 고정식 급경사수로 : 72.6m(L)×8m(H) - 가변식 하도실험수로 : 37.9m(L)×8m(H) ➔ 최대경사각 : 12°+ 역경사
• 유사 - 대형유사순환수로 : 3m×113.5m 최대공급유량 : 1.0㎡/s - 소형유사순환수로 : 1m×38.5m 최대공급유량 : 0.3㎡/s	• 유사 - 대형유사순환수로 : 116.5m×2.7m×1.9m 최대공급유량 : 1.0㎡/s - 소형유사순환수로 : 40.7m×2.2m×1.9m 최대공급유량 : 0.3㎡/s
• 응용실험 <성층실험> - 성층실험을 위한 온도/밀도 제어설비, 독립순환펌프 설치 및 실험 공간확보 - 실험공간 : 235㎡ <댐안정성실험> : 현물출자 - 저수조 : 900㎡, 고수조 : 120㎡ - 정류수조 : 9m(L)×8m(B)×3.6m(H) - 최대공급유량 : 0.6㎡/s <조석류실험> : 현물출자 - 조석발생장치 : 8조 - 장치규격 : 15m(L)×0.4m(H)	• 응용실험 <성층실험> - 성층실험을 위한 온도/밀도 제어설비, 독립순환펌프 설치 및 실험 공간확보 - 실험공간 : 235㎡ <댐안정성실험> : 현물출자 - 저수조 : 900㎡, 고수조 : 120㎡ - 정류수조 : 9m(L)×8m(B)×3.6m(H) - 최대공급유량 : 0.6㎡/s <조석류실험> : 현물출자 - 조석발생장치 : 8조 - 장치규격 : 15m(L)×0.4m(H)
• 공동활용시설 <유량공급장치> - 저수조 : 39,377㎡ - 고수조 : 2,203㎡ - 고낙차 수조 : 450㎡ - 저낙차 수조 : 1,750㎡ - 최대공급유량 : 7.0㎡/s <부정류 공급장치> - 최대공급유량 : 1.0㎡/s, 수위계 및 유량계 연동 - 최대 재현오차 : 5% 이내 • 공동활용시설을 활용한 연구 : 대하천 모형실험, 대규모 관망실험	• 공동활용시설 <유량공급장치> - 저수조 : 39,377㎡ - 고수조 : 2,203㎡ - 고낙차 수조 : 450㎡ - 저낙차 수조 : 1,750㎡ - 최대공급유량 : 7.0㎡/s <부정류 공급장치> - 최대공급유량 : 1.0㎡/s, 수위계 및 유량계 연동 - 최대 재현오차 : 5% 이내 • 공동활용시설을 활용한 연구 : 대하천 모형실험, 대규모 관망실험

(라) 국제융합수리시험센터 실험시설 구축 계획



〈그림 1-2〉 국제융합수리시험센터(HIGH-Center) 개요

(마) 국제융합수리시험센터 실험시설 활용 계획



<그림 1-3> 국제융합수리시험센터(HIGH-Center)의 활용 및 연계방안

(2) “국제융합수리시험센터” 분야별 실험수행 및 장비도입

(가) 국제융합수리시험센터에서는 기존의 실험시설로는 불가능하였던 소류력, 유사 이송, 성층구조, 댐안전성 평가, 하구 수리실험이 가능한 시설을 도입하고, 조석재현을 포함한 대하천의 모형실험이 가능한 250m×102m 규모의 초대형 실내모형실험실 구축

(나) 국제융합수리시험센터 시설별 주요 제안 실험항목

〈표 1-3〉 국제융합수리시험센터 시설별 주요실험내용

구 분		기본설계 요구사항	농어촌연구원 제안설계
시설명칭		대형 수리모형 실험시설	초대형 융복합 국제수리실험센터
기초수리		• 하천 실험을 위한 기초 실험시설	• 하천 실험을 위한 기초 실험시설 + 다양한 하천구조물, 성층, 하구역을 포함한 정밀 유동 계측 실험시설
소류력		• 호안보호공법 검증 실험 • 하상보호공 성능평가 실험 • 제방사면 안정성 검토실험	• 호안, 하상 및 제방사면, 댐여수로 안정성 검토실험 • 초 고유속에 따른 압력 및 에너지 감쇄 효과 검토 • 공기혼입장치 효율성 검토
유 사		• 유사의 거동과 이송에 대한 기초실험 • 하천구조물 주위의 국부세굴에 대한 각종 실험 • 하천의 침식과 퇴적에 대한 기초실험	• 유사의 거동 및 하천구조물 주위의 국부세굴 관련 실험 • 하천과 관련된 침식 및 퇴적에 대한 기초실험 • 3D 지형스캐너 도입을 통한 지형변동 분석 • 소류사 및 부유사의 거동 특성 분석
응용 실험	성층구조	• 저수지 탁수 유동해석 • 취수시설 주변 성층흐름 해석 • 하도내 유입탁수 유동해석	• PLIF 시스템 도입으로 저수지 성층 및 탁수 유동 3차원 정밀해석 • 발전소 등 취, 배수시설 주변 성층흐름 • 하구 밀도류, 염수침기 등 거동 해석
	조석류 실험	-	• 조석발생장치를 활용한 조석과 하천류가 접하는 하구역 수리특성 평가 실험 • 길이 50km 이상의 초장대 방조제 수리모형실험 • 대규모 수력발전시설, 발전소 취·배수 실험, 대규모 배수갑문 수리특성 검토 등
	댐 안전성 실험	-	• 댐, 저수지 및 방조제 체체를 통한 파이핑 안전성 검토 ※ 지반분야와 융합연구 • 댐 및 저수지 여수로 방류량 및 접근부, 감세공 등의 수리특성 검토 • 댐 붕괴에 따른 홍수파 전파 특성 분석

(다) 최첨단 실험장비 도입

<표 1-4> 국제융합수리시험센터 구축 실험장비

구 분	신규도입장비	현물출자장비
계측장비	• 프로펠러 유속계 5식 • 2차원 전자식 유속계 2식 • 3차원 전자식 유속계 1식 • 초음파 유속계 (ADV) 2식 • 6채널 사면측정기 1식 • 일점식 포인트게이지 5식 • 3D LDV 시스템 1식 • LS PIV 시스템 1식 • 3D PIV+PLIF 시스템 1식 • 3D 지형스캐너 1식 	• 8 채널 용량식 파고계 (수위계 겸용) 2식 • 디지털 파고계 리시버 1식 • 압력계 3식 • 파압계 2식 • 유량계 (φ 100~φ 500) 16식 • 프로펠러 유속계 3식 • 2차원 전자식 유속계 4식 • 3차원 전자기식 유속계 1식 • 레이저 거리측정기 2식 • 디지털 경사계 1식 • 세굴측정기 1식 • 디지털 포인트게이지 1식
계측설비	• 초정밀 자동계측 트레이버스 시스템 구축 (120m(L)×60m(B)) 	• 수치해석 서버 1식 Intel(R) Xeon(R) CPU E5450 3.00 GHz (Memory 128GB×3, 3node×20CPU) 
기타설비	• 소형 바브켓, 굴삭기 각 1기 	-
소프트웨어	-	• 전산유체 수치모델 (FLOW-3D, Delft3D, MIKE21, EFDC)

(3) 연구 인프라 특화 및 활성화 전략



<그림 1-4> 대형 수리모형 인프라 특성화 및 활성화 전략

(가) 첨단 수리실험 인프라의 개방과 공유를 통한 활성화

- 인근 대학과의 MOU 체결을 통해 공동연구 및 학생 교육목적의 인프라 활용 활성화 (현재 1개 대학과 MOU 체결, 2020년까지 8개 대학교 협약체결 예정)
- 한국수자원공사 등 물관리 대표기관과 수리실험 인프라 공동활용 기술협약 체결 (2014년 9월 협약 체결)
- 수리실험 인프라 활용을 원하는 모든 기관 및 대학에 적극 개방하여 공동연구 및 융합연구 활성화

(나) 초대형 수리모형실험이 가능한 초대형 수리실험 인프라 구축

- 농어촌연구원에서 기 구축한 수리종합시험연구동과의 연계를 통해 초대형 인프라 구축 (250m×102m)
- 기존의 시설과 연계하여 최대 7.0m³/s 규모의 유량공급시설 확보
- 하구역을 포함한 대하천, 100km 규모의 초장대 방조제 등의 모형실험이 가능한 실험실 공간 확보
- 실규모에 가까운 대축척(Large Scale) 모형실험 수행

(다) 최첨단 계측시설 도입을 통한 연구 신뢰도 확보

- 자동화 계측을 위한 최첨단 정밀 트레이버스 시스템(120m×60m) 도입
- 수치해석 및 자동계측 제어시스템을 위한 전용 서버 구축

(라) 국제교류 활성화를 통한 수리실험 분야 국제 경쟁력 강화

- 농어촌연구원내에 구축 예정인 “국제교육훈련센터” (Rural Community - International Training Center)와 연계한 국제 교육프로그램 도입 운영
- Deltares, DHI, 윌링포드 수리연구소 등 세계적인 기관들과의 공동연구 활성화, 교환 연구원 파견 및 해외 우수 대학의 수리학 분야 학위과정 지원

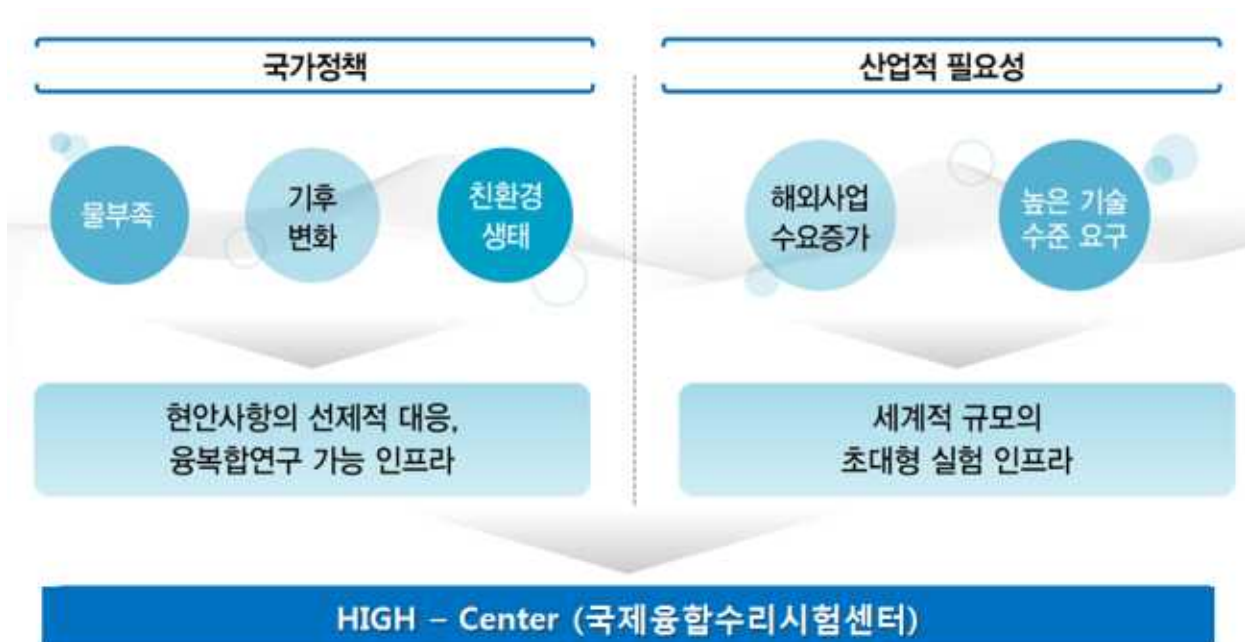
(마) 다양한 수리실험분야 신규 연구분야 개척

- 농어촌연구원은 국내최초로 수리모형실험을 도입하였으며, 55년간 수리실험 연구를 수행한 대표적인 수리실험관련 연구기관임
- 대한민국의 대표적 물관리 기관 중 하나인 한국농어촌공사의 꾸준한 수리실험분야 연구 수요 확보 가능
- 한국수자원공사 수자원연구원과의 기술협약 체결로 대규모 다목적 댐 관련 수리실험 분야 연구수요 확보
- 한국농어촌공사는 농림축산식품부 산하 기관으로써 국토교통부의 건설정책과 관련된 연구 뿐만 아니라 농어업 및 관개배수와 관련된 다양한 신규 연구분야 개척 가능
- 최근 급증하는 동남아, 아프리카, 남미 등 해외 수자원 및 관개배수 사업에 따른 다양한 국제 공동연구 및 실험 수요 창출

나. 필요성

(1) 수리실험 분야의 인프라 구축 필요성

- 본 연구과제와 관련된 “국제융합수리시험센터”는 세계적인 수준의 실규모 실증실험이 가능한 규모의 실험시설로써, 국내 건설업계의 세계시장 진출을 위한 국내 고유의 기술개발 및 실증연구에 크게 기여할 것으로 기대
- 최근 지구의 온난화 및 기상이변에 의해 발생하는 다양한 재난, 재해에 따른 국민들의 생명과 재산의 손실을 막기 위한 방재관련 연구, 특히, 풍수해 관련 연구 및 대책 수립을 위해서도 “국제융합수리시험센터”의 조성은 반드시 필요한 사업임
- 본 실험시설은 국내 건설기업의 해외진출을 지원하기 위한 신기술 개발을 목적으로 하는 댐, 소수력발전, 조력발전, 방조제 등의 건설과 관련된 축소모형 실험시설과 풍수해 방재를 위한 실증실험 규모의 연구시설을 모두 도입하는 실험센터의 구축이 필요함
- 본 연구시설이 세계 기술을 선도하는 위치로 서기 위해서는 현재 충분한 규모 및 수준의 시설을 구축하고 있는 연구기관에서 기 구축된 시설과 연계한 인프라 조성을 통해 시너지 효과를 발휘할 수 있는 계획 수립 필요



〈그림 1-5〉 국제융합수리시험센터(HIGH-Center)의 구축 필요성

다. 목표 및 내용

(1) 최종목표

(가) “초대형 융복합 국제수리실험센터” 구축을 위한 세부 목표

- 250m×102m 규모의 하천·하구역 실험시설 구축
- 초정밀 완전 자동화 계측 제어시스템 구축
- 3차원 전산유체 모델링을 위한 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축



<그림 1-6> 한국농어촌공사 농어촌연구원의 발전 목표

(나) 최종목표의 성격 및 설정근거

<표 1-5> 철저한 세부목표 분석을 통한 설정근거 제시

세부 목표	설정 근거
• 초대형 하천·하구역 실험시설 구축 - 250m×102m 규모의 실험공간 확보 • 사무실, 전산실, 공작실, 회의실 등 - 7.0m³/s 규모의 유량 공급장치 설치 - 고정식급경사수로 : 53.7m(L)×8m(H) - 대형유사순환수로 : 113m(L)×3m(B) - 소형유사순환수로 : 38m(L)×1m(B) - 기초수리실험시설 : 가변경사수로, 고정식개수로, PIV 실험수로 - 정밀계측장비 도입 • PIV, LDV, PLIF, 3D 지형스캐너 등	• 본 연구는 하천, 하구역 및 댐, 저수지, 배수갑문 등 수공구조물에 대한 모형실험시설을 구축하는 것이 목적임 • 실험공간 규모는 1/450 스케일의 100km 길이의 방조제 실험이 가능하도록 설정함 ➔ 인도네시아 초장대 방조제 건설 참여에 대비 • 최대유량 공급 규모는 1/450 스케일에서 80km 길이의 경계에서 조석류 재현이 가능한 규모로 설정함
• 초정밀 완전자동화 계측시스템 구축 - 최첨단 트레이버스 자동화 계측시스템 • 60m 경간의 자동계측 대차 설치 (120m(L)×60m(B)×3.0m(H) 규모) • 원격자동격자 시스템을 통한 무인화 - 중앙 슈퍼컴퓨터에 통합제어시스템 설치	• 정밀한 계측과 연구효율 향상을 위한 무인 자동화 계측시스템 도입 • 축소모형 제작시 별도의 계측용 대차 제작이 필요 없도록 축소모형의 위치, 규모 등에 관계 없이 계측 가능한 규모로 최첨단 트레이버스 자동화 계측시스템 규모 설정
• 3차원 수치해석 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 - 3차원 정밀 수치해석 소프트웨어 확보 • Delft3D 3 Copy • FLOW-3D 1 Copy • MIKE21 1 Copy • EFDC 1 Copy - 연구원 기 보유중인 슈퍼컴퓨터 클러스터 업그레이드 • 3 node × 20 core Zeon CPU • 128 GB × 3 메모리 • 10 TB 하드디스크	• 수리모형실험 연구와 상호 보완적인 관계에 있는 수치해석 연구 활성화를 위한 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 • 하천, 하구, 해안이 연결된 영역에 대하여 동수역학, 유사이송, 오염물질 확산, 온배수 확산, 염분확산, 파랑변화, 국부적인 3차원 정밀 유동해석 등을 수행할 수 있는 종합 수치해석 패키지 도입 • 다양한 수치해석 모델을 안정적으로 시뮬레이션 할 수 있는 규모 및 3차원 전산유체역학 수치해석에 무리가 없는 규모로 수치해석용 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축

(다) 정량적 성과목표

〈표 1-6〉 단계별 성과지표 및 측정방법

단계	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치
1단계	실험시설 건축계획 수립	실험시설 설시설계	설시설계 도면 제작	1식	50%
		시공업체 선정 및 계약체결	시설 건설계약 체결 및 착공	1건	50%
	소 계				100%
2단계	실험시설 구축 I	기초파일공사	검측결과서 작성	1식	30%
		저수조, 고수조 설치	검측결과서 작성	1식	30%
		수순환 시스템 구축	검측결과서 작성	1식	20%
		실험설비/장비 사양설계	설계도면 제작	1식	20%
	소 계				100%
3단계	실험시설 구축 II	벽체 설치	검측결과서 작성	1식	30%
		지붕 설치	검측결과서 작성	1식	40%
		트래버스 시스템 구축	검측결과서 작성	1식	30%
	소 계				100%
4단계	실험설비 구축 및 장비 도입	실험수로 구축	실험수로 설치 완료보고서 작성 (실험수로 설치수)	6종	40%
		자동제어계측시 스템 구축	제어계측시스템 구축 검수보고서 작성	1식	20%
		계측장비 도입	계측장비 도입 검인수 보고서 (장비도입 건수)	22종	20%
		실험시설 준공	실험시설 준공검사원 작성	1식	20%
	소 계				100%

(2) 단계별 목표 및 내용

(가) 목표 및 내용 (총괄)

1단계	○ 실험시설 요구성능 분석 ○ 실험시설 실시설계 ○ 인프라시설 부지조성 및 기초공사	2단계	○ 기초파일공사, 지하저수조 및 고수조 설치 ○ 실험수 공급관로 설치 ○ 실험설비/장비 사양설계
3단계	○ 대형수리모형실험시설 토목 및 건축공사 ○ 실험설비/장비 사양설계 완료 ○ 대규모 트래버스 자동화계측시스템 구축 ○ 실험시설 운영자 양성교육	4단계	○ 대형수리모형실험시설 외부 마감공사 ○ 실험설비 시공 및 장비 구매 ○ 대규모 트래버스 자동화계측시스템 구축 완료 ○ 수치해석 연구를 위한 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 ○ 실험시설 연계방안 및 중장기 운영계획 수립

<그림 1-7> 단계별 인프라 구축목표

<표 1-7> 단계별 주요목표의 세부내용

단 계	목 표	주요 내용
1단계	■ 초대형 실험시설 건축 I	• 실험시설 요구성능 분석 - 국내외 대형실험시설 조사 및 분석 - 전문가 회의 및 실무자 해외 파견 (유럽, 중국) - 시설구축, 장비도입, 시험운영 및 준공 등 전 과정에 대한 구체적 관리계획 수립 • 실험시설 실시설계 - 실험시설 건립을 위한 건축 인허가 신청 - 제안설계를 반영한 실시설계 (5개월) : 실험시설, 부대시설, 시설배치 세부설계 : 초대형 하천·하구역 실험시설 구조설계 : 실험을 위한 대규모 수순환 시스템 설계 • 토목 및 건축공사 I - 토목 및 건축공사를 위한 시공업체 선정 - 부지조성 및 기초공사 착공
2단계	■ 초대형 실험시설 건축 II	• 토목 및 건축공사 II - 기초 파일공사 완료 - 지하저수조 및 고수조 설치 • 대규모 수순환 시스템 설치 I - 실험수 공급용 관로 설치
	■ 첨단 실험설비 구축 I	• 설비/장비 사양 설계 I - 대형 급경사수로, 기초수리실험시설 등 (펌프, 고수조, 저수조 등)

연차	목 표	주요 내용
3단계	■ 초대형 실험시설 건축 III	• 토목 및 건축공사 III - 기둥, 벽체 및 지붕 설치 - 연구실, 회의실 등 연구동 건축 - 전기설비, 용수공급 및 내장 공사 • 대규모 수순환 시스템 설치 II - 용수공급용 펌프시설 설치 • 태양광 에너지시스템 구축
	■ 첨단 계측장비 도입	• 첨단계측장비 도입 - 3D PIV, 3D LDV 등 최첨단 광학용 계측장비 도입
	■ 자동화 제어 계측시스템 구축 I	• 트레이버스시스템 구축 I - 트레이버스 시스템용 대차 및 제어장치 설계
	■ 실험시설 연계방안 및 중장기 운영방안 수립 I	• Network 시스템 구축 I - 네트워크 설계 • 실험시설 운영자 양성 교육 I - 초대형 하천·해안 실험시설 실무운영자 국내외 교육 훈련
4단계	■ 초대형 실험시설 건축 IV	• 토목 및 건축공사 IV - 외부 마감공사
	■ 첨단 실험설비 구축 II	• 설비/장비 설치 I - 대형급경사수로, 기초수리실험시설 설치 - 대형 및 소형 유사순환수로 설치 - PIV, LDV 등 계측기 Setting - 유사순환시설, 수순환시설, 전기공사 등 완료 - 시설 시운전
	■ 자동화 제어 계측시스템 구축 II	• 트레이버스시스템 구축 II - 트레이버스 시스템용 대차 및 제어장치 설치 - 전기 설비 - 장비 시운전
	■ 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 I	• 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 I - 슈퍼컴퓨터 구매 및 설치 - 자동 통합제어시스템 개발 및 설치 • 3차원 수치해석 모델 도입 II - Delft3D, FLOW-3D, MIKE21, EFDC 등 수치해석 모델 설치 및 최적환경 구축
	■ 실험시설 연계방안 및 중장기 운영방안 수립 II	• Network 시스템 구축 II - 실험시설 통제, 운영 및 6개 실험센터 Grid 연계를 위한 Network 시스템 구축 • 실험시설 운영자 양성 교육 II - 초대형 하천·해안 실험시설 실무운영자 국내외 교육 훈련

(나) 융복합연구 활성화를 통한 수요창출 및 국제 수준의 전문인력 양성

① 세부 추진 목표

- 연구원 내 융합연구 및 안산 사이언스밸리(ASV) 협의체 구성
- 국제교류 활성화를 통한 협력 강화
- 한국농어촌공사의 대규모 국책사업 및 해외사업 진출 활용
- 해외 교환연구원제도를 통한 수리실험 전문인력 양성
- RC-ITC(한국농어촌공사 국제교육훈련센터)와 연계한 국내 및 해외 인력 양성
- 인근 대학교와 협약을 통한 전문 교육용도 활용

② 세부 목표의 성격 및 설정근거

<표 1-8> 세부 목표에 따른 설정근거

세부 목표	설정 근거
• 연구원내 융합연구 - 2019년 1건 목표 - 2030년까지 연간 5건 수준으로 확대 • 안산 사이언스밸리 협의체 구성 - 2020년까지 사이언스밸리 내 7개 연구기관과 공동연구 MOU 체결	- 융복합연구 활성화를 통해 신규 연구과제 발굴 및 실용화 확대 - 현재 농어촌연구원 내 수리실험 관련 융합연구는 최근 5년간 1건 수행 → 수리실험 인프라 조성 후 최소 연간 1건 이상 수행 목표 설정 - 가장 가까운 농어촌연구원 내의 융합연구를 시작으로 안산지역의 사이언스밸리 내의 연구기관과 융복합연구 추진
• 국제교류 활성화를 통한 협력 강화 - 농어촌연구원과 기 협약체결한 기관을 중심으로 국제공동연구 추진 : 2030년까지 15건 목표 - 국제학술대회 유치 : 2030년까지 4건 목표	- 최근 20년간 국제공동연구 20건 수행 : 인프라 구축 후 10년간 15건 수행 (과거 실적의 1.5배 목표 설정) - 농어촌연구원내 국제회의장 등을 활용 2.5년에 국제학술대회 1건 유치
• 한국농어촌공사의 대규모 국책사업 및 해외사업 진출 활용 - 연간 한국농어촌공사 내부 수리모형실험과제 1.5건 수행 목표	- 최근 5년간 한국농어촌공사 자체 수리모형실험 과제 6건 수행 : 과거 실적의 약 1.5배 목표 설정 - 다양한 실제 수공구조물 축소모형을 활용한 실험 수행으로 현실에 부합하는 실용적인 연구 감각 확보

세부 목표	설정 근거
• 해외 교환연구원제도를 통한 수리실험 전문인력 양성 - 2016년부터 수리실험분야 1인/2년 해외 교환연구원 파견 목표	- 현재 한국농어촌공사에서 인재개발 정책으로 연간 해외교환연구원 2-3인을 파견하고 있음 - 2018년 수리실험분야 해외교환연구원 1인 파견(영국 던디대학교)
• RC-IEEC(한국농어촌공사 국제교육교류센터)와 연계한 국내 및 해외 인력 양성 - RC-IEEC 완공 : 2017년 - 수리실험관련 교육프로그램 개발 : 2030년까지 5건 - 국내 수리실험분야 전문인력 교육 : 2030년 기준 수리실험관련 교육 프로그램 이수자 연간 50인 목표	- RC-IEEC(한국농어촌공사 국제교육교류센터) 건축 계획 및 장기 운영계획에 의거하여 목표 설정
• 인근 대학교와 협약을 통한 전문 교육용도 활용 - 2020년까지 농어촌연구원 주변 8개 대학과 MOU 체결	- 한양대학교 건설환경공학과와 수리모형실험시설 공동활용 및 학생 교육 목적으로 2014년 5월 MOU 체결 - 한양대학교 공학대학, 과학기술융합대학, 성균관대학교 수자원대학원, 한경대학교 국제개발협력대학원, 대외협력본부와 2018년 11월 14일 협약 체결

③ 중장기 세부 목표 추진계획

〈표 1-9〉 정량화한 중장기 세부 목표 추진계획

세부 목표	2015~ 2020	2020~ 2025	2025~ 2030	최종목표
농어촌연구원 내부 융합연구	1건	15건	25건	5건/년
안산 사이언스밸리 협의체 구성	7개 기관			
국제 공동연구 수행	5건	5건	5건	15건
국제학술대회 유치		2건	2건	4건
한국농어촌공사 수리모형실험과제 수행	6건	8건	8건	22건
해외 교환연구원 파견	2인	2인	3인	7인
수리실험관련 교육프로그램 개발	1건	2건	2건	5건
국내 수리실험분야 전문인력 교육	100인	150인	200인	50인/년
인근 대학과 인프라시설 활용 협약 체결	8개 대학			

라. 추진 전략 및 방법

(1) 추진 전략

(가) 최종목표 달성을 위한 핵심전략 및 중점추진계획

○ 초대형 최첨단 수리모형실험시설 구축

- 250m×102m 규모의 초대형 수리모형실험시설 구축
- 최첨단 트레이버스 시스템 및 슈퍼컴퓨터를 활용한 중앙제어 시스템 구축을 통한 완전 자동화 계측시스템 구축
- 최첨단 3차원 수치해석 모델 운용 병행으로 수리모형실험 연구품질 향상

○ 융복합 연구 활성화를 통한 연구수요 창출

- 농어촌연구원 내 공동연구, 안산사이언스밸리(ASV) 내 연구기관 협력 활성화, 국제교류 활성화를 통한 융복합연구 수행 및 실용화
- 한국농어촌공사의 다양한 대규모 정책사업 및 해외사업 진출을 통한 초대형 국제연구과제 창출

○ 수공학 관련 국제적 수준의 전문인력 양성

- 해외 교환연구원 제도를 통한 전문 수리모형실험 연구 관련 인재 양성
- 한국농어촌공사 국제교육훈련센터(RC-ITC)와 연계한 국내외 인재 양성
- 인근의 대학교와의 MOU 체결을 통해 대학 전문교육 용도로 활용 활성화



<그림 1-8> HIGH-Center의 주요사항

(나) 초대형 최첨단 융복합 국제수리실험센터 구축

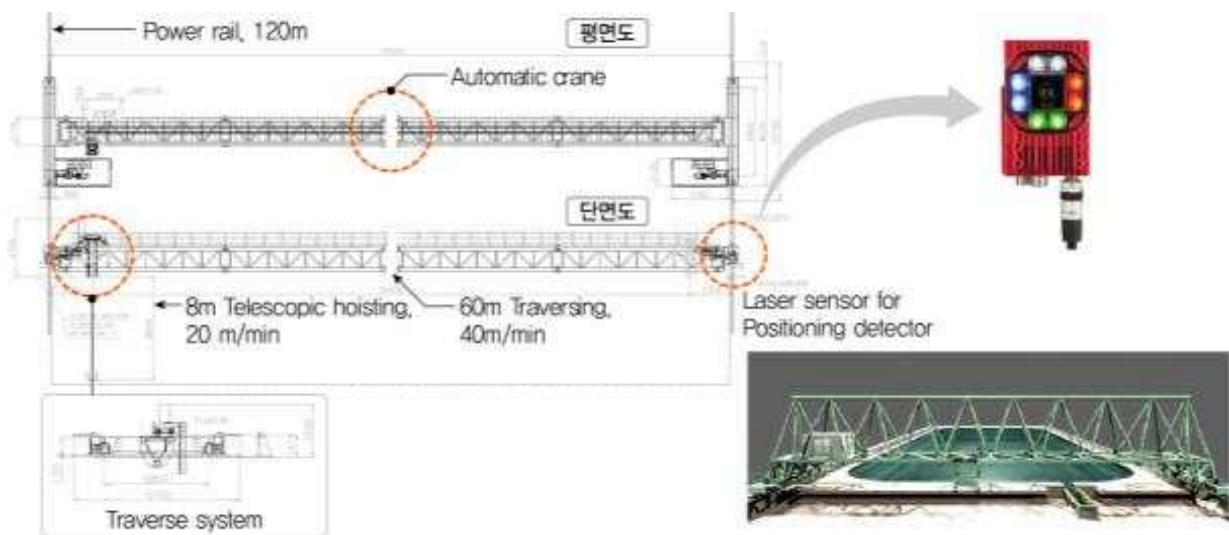
○ 250m×102m 규모의 초대형 실험시설 구축

- 구축방법 : 농어촌연구원에서 보유중인 수리종합실험연구동(100m×102m)과의 연결을 통해 250m×102m 규모의 실험시설 확보



<그림 1-9> 250m×102m 규모의 초대형 실험시설 구축 계획

- 초대형 실내실험실 구축을 통해 하구역을 포함한 대하천 수리모형실험 수행
- 세계 최고 수준의 대하천 및 하구역(delta) 실험 기술 확보
- 완전무인 자동화 계측시스템 구축
- 경간 60m 규모의 초대형 광대역 무인 트래버스 시스템 도입을 통한 완전 자동화 계측시스템 구축
- 완전 자동화된 계측시스템을 이용하여 세계 최고 수준의 수리실험 효율성 제고 및 계측 정확도 확보

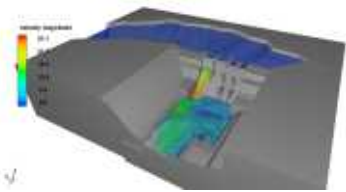
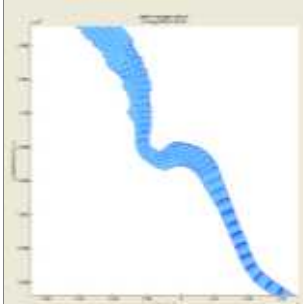
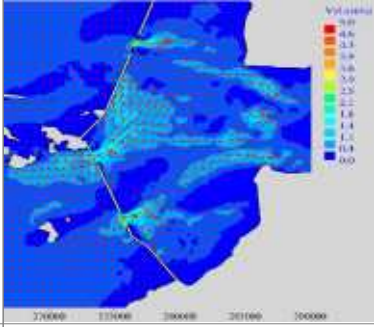


<그림 1-10> 광대역 트래버스 시스템 개념도

○ 최첨단 3차원 수치해석 서버 구축

- 수리모형실험과 병행한 3차원 수치해석 서버를 병행 운영을 통한 실험 결과의 이론적 분석력 확보
- 수리모형실험 수행 전 3차원 수치해석을 기 수행하여, 수리모형실험 수행시 발생 가능한 모형제작 오류 사전 차단
- 3차원 수치해석 서버 탑재 소프트웨어

〈표 1-10〉 농어촌연구원 보유 수치해석 소프트웨어

구분	FLOW-3D	Delft3D	MIKE21
모델			
특징	• 3차원 Navier-Stokes 방정식 • Full 3차원 모델 • 복잡한 수공구조물에 대한 정밀 해석	• 3차원 천수방정식 • 준 3차원 모델 • 하구역을 포함한 대하천 광역 흐름 해석 • 불연속 흐름 등 일부 3차원효과 고려가 필요한 흐름 해석	• 2차원 천수방정식 • 2차원 모델 • 하구역을 포함한 대하천 광역 흐름 해석 • 3차원효과가 거의 없는 흐름 해석
보유	1 Copy	3 Copy	1 Copy

(다) 융복합연구 활성화를 통한 수요 창출

- ① 유관기관 및 안산사이언스밸리(ASV) 기관 협의체와 공동연구 수행
- 수자원공사 등 물 관련 유관기관과 인프라 실험시설 공유 협약 체결
 - 우리나라의 대표적 물관리 기관인 한국수자원공사 및 한국농어촌공사의 수리실험시설 공유 협약 체결을 통해 물 관련 수리모형실험의 안정적 수요 창출
- 연구원내의 다양한 분야와 융합연구를 통한 창의적인 연구결과 도출
 - 환경시험분석센터: 수질, 토양오염 저감방안 연구
 - 북한연구센터: 북한의 농어업 환경, 지역주민 생활수준 등 연구
 - 구조지반분야: 구조, 토질 시험분야 연구
 - 지하환경분야: 지하수 흐름, 오염 저감방안 등 연구



〈그림 1-11〉 농어촌연구원내 융복합연구 개념도

○ 안산 사이언스밸리(ASV) 내의 연구기관과의 공동연구 활성화

- 안산 사이언스밸리내의 연구기관과의 공동연구를 통해 융복합연구 시너지 효과 기대
- 한국해양과학기술원 : 새만금, 해안 및 하구역의 수리현상에 대한 공동연구
- 한국산업기술시험원, LG이노텍연구소 : 계측장비 및 첨단 계측기법 개발 연구
- 한국전기연구원 : 신재생 에너지 및 댐 발전효율 관련 연구
- 한국생산기술연구원 : 기술혁신 성과물에 대한 평가 기술 개발
- 한양대학교 : 수리학 관련 대학생 교육 활용 및 다양한 분야와 공동연구
- 경기테크노파크 : 중소기업의 혁신 기술 공유 및 신기술 개발 지원



〈그림 1-12〉 안산 사이언스밸리 소속 연구기관

② 국제교류 활성화를 통한 협력 강화

○ 해외 선진기관과의 공동연구 활성화

- 한국농어촌공사의 해외교환연구원 제도를 활용한 공동연구 활성화
- 기 MOU체결 연구기관과의 교류 활성화(유럽 윌링포드, 델프트, DHI, 일본 농업수리연구소 등)
- 농어촌연구원내에 건축 예정인 RC-IEEC의 국제회의시설을 활용한 다양한 국제공동세미나 및 국제학술대회 개최를 통해 해외 선진기관과의 기술교류 활성화
- 지속적인 국제교류 노력을 통해 초대형 국제 공동연구 프로젝트 기획 및 연구성과 도출

○ 한국농어촌공사의 국제적 지위를 활용하여 현실적 국제협력 강화

- 한국농어촌공사는 국제관개배수위원회(ICID) 회원 기관으로써 2014년 ICID 총회 및 제 65차 집행위원회 광주 유치 및 개최 예정(2014년 9월 14일~20일)

※ **국제관개배수위원회**는 1950년 설립된 비영리 비정부 과학기술분야 국제기구로 본부는 인도 New Delhi 소재. 세계 110개 회원국과 UNDP, IBRD, WMO 등 20여개 국제기구가 참여하여 물, 농업, 환경, 식량문제를 다루는 국제 NGO-UN 경제이사회, FAO, UNESCO 등의 자문기관. 우리나라는 1969년 회원국으로 가입

- 한국농어촌공사는 한국대담회 회원으로 국제대담회(ICOLD), 미 개척국 관련 위원회 및 세미나에도 활발히 참여하여 국제교류 및 공동연구를 활성화 노력
- 태국 왕립관개청(RID), 필리핀 관개청 등 외국 정부 관계자들과 꾸준한 기술교류 추진 및 연구성과 홍보

③ 한국농어촌공사의 대규모 국책사업 및 해외사업 진출

○ 한국농어촌공사는 국내 약 3,000개소의 저수지와 방조제, 관개수로 등을 관리하는 대표적 물관리 기관임

○ 매년 농업용 관개시설의 유지관리 및 신규시설 설치를 위해 약 5,000억원 이상의 예산을 투입하고 있으며, 이를 위한 수리모형실험이 필수적임

➔ 한국농어촌공사 자체 실험수요를 기 확보함으로써 향후 “국제융합수리시험센터(HIGH-Center)”의 안정적 운영에 기여

○ 아시아, 아프리카, 남미 등 개발도상국에 대한 기술지원 활성화

- 현재 한국농어촌공사에서는 아시아, 아프리카, 남미 등 9개국 13개 사업을 수행 중에 있음
- 개발도상국에 대한 다양한 수리실험관련 기술지원 강화를 통한 우리나라 이미지 제고

➔ 국내 건설기업이 이들 국가에 진출할 수 있는 교두보 마련

(라) 국제 수준의 전문인력 양성

① 해외 교환연구원제도를 통한 수리실험 전문인력 양성

○ 농어촌연구원 해외교환연구원 운영계획 확정 (2013년 11월)

- 2014년부터 매년 10명 이상의 해외교환연구원 선발 파견

→ 2017년 수리시험분야 해외교환연구원 파견(영국 던디대학교)

② RC-IEEC(농어촌공사 국제교육교류센터)와 연계한 국내 및 해외 인력 양성

○ 농어촌공사 국제교육훈련센터 (Rural Community-International Education and Exchange Center) 완공(2018년 2월)

○ RC-IEEC 주요 현황

- 총사업비 : 490억원

- 시설 개요

· 게스트하우스 : 1인실 100실, 2인실 100실

· 교육교류센터 : 국제회의실 500인 규모 1실

국제회의실 300인 규모 1실

국제세미나실 10실

- 시설구축목적

· 개발도상국을 대상으로 한국의 선진농업기술 전수

· 국제학술회의 개최가 가능한 국제 회의시설 구축

○ RC-IEEC 시설 활용방안

- RC-IEEC의 교육진과 협업을 통해 수리실험분야의 신규 교육프로그램 개발

- “국제융합수리시험센터”와 호텔수준의 게스트하우스, 국제회의실 등 우수한 기반시설 공동 활용



<그림 1-13> 한국농어촌공사 국제교육교류센터

③ 인근 대학교와 협약을 통한 전문 교육용도 활용

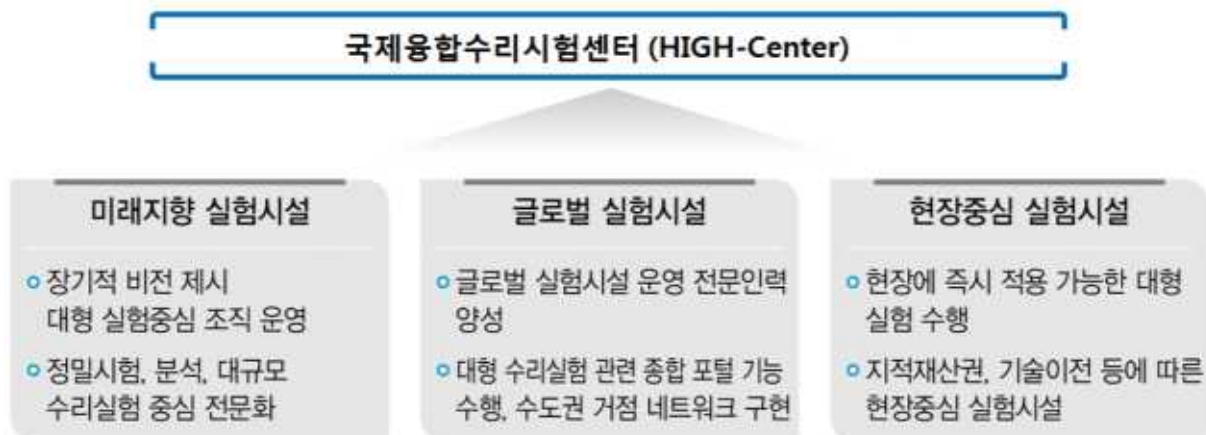
- 공유를 목적으로 개방되는 주요 시설에 대해 교육 목적의 전면 개방 시행
- 2014년 5월 한양대학교 건설환경공학과와 관련 MOU 체결
 - RC-IEEC의 우수한 교육기반시설을 활용하여 수리실험분야의 대학 교육시설로 활용
- 2018년 농어촌연구원 주변 5개 단과대학교와 교육용도 공동 활용 MOU 체결
 - 체결일시 : 2018년 11월 14일
 - MOU 체결 단과대학 : 성균관대학교 수자원대학원, 한양대학교 공학대학, 한양대학교 과학기술융합대학, 한경대학교 국제개발협력대학, 한경대학교 대외협력본부



〈그림 1-14〉 수리시험 교육교류 커뮤니티 업무협약 체결

(2) 추진 방법

(가) 추진방향



〈그림 1-15〉 국제융합수리시험센터의 3대 추진방향

○ 미래지향 실험시설

- 연구과제 수행을 위한 장기적 시험역량 강화를 위한 미래지향 대형 수리모형 실험시설 운영
- 장기적 비전을 제시하는 대형 실험 중심 조직 운영
- 정밀시험·분석, 대규모 수리시험 중심의 전문화
- 대형실험 저해요인 재편 및 단위조직의 대규모화를 통한 융복합 기반 마련
- 재료 품질시험, 환경분석 등 관련실험 업무의 융복합 기반 마련

○ 글로벌 실험시설

- 미래 지향적 글로벌 대형 수리모형 실험시설로서의 역할을 위한 해외맞춤형 실험 시스템 구축 및 해외기관의 전략적 네트워크 강화
- 글로벌 실험시설 운영 전문인력 양성을 위한 인력육성 기능 수행
- ISO 국제규격에 맞도록 규모화 및 설비화
- 대형 수리실험 관련 종합포털 기능을 수행하는 수도권 거점 네트워크 구현

○ 현장중심 실험시설

- 대·내외 신뢰도 강화를 위한 실험결과의 현장 적용시 즉시 적용가능한 대형 수리실험의 허브역할 수행
- 현장에 즉시 적용 가능한 대형 실험 설계 및 시행
- 피드백을 통한 현장적용의 문제점을 차후실험에 반영하여 정밀화
- 특허 등 지적재산권의 기술이전 등에 따른 현장중심 실험시설
- 정부3.0 기조에 맞춘 생산기술의 투명한 정보화 및 현장 보급

(나) 추진방법

- 인프라 조성단계, 인프라 운영단계에 대한 추진체계를 바탕으로 기 설정한 연차별 세부 목표 달성
- 대내외의 협력체계를 최대한 활용하여 효율적 인프라 구축 및 운영
- 농어촌연구원내에 기 조성된 다양한 수리실험시설과 연계한 계획 수립 및 인프라 구축
- 인프라 조성단계에서는 건축, 시설, 장비, 인력양성 부분으로 구분하여 인프라조성 TF의 전문 인력 활용

마. 실험인프라 구축을 위한 해외 선진기관 방문 결과

(1) 목적

- 해외 선진기관의 유사한 실험시설을 방문하여 각 기관의 시설규모, 실험능력 등 조사
- 본 연구과제에서 구축하는 소형 및 대형 유사순환수로 등의 설계를 위한 기초자료 조사

(2) 해외 실험기관 방문 현황

〈표 1-11〉 해외 실험기관 방문 집계

기관명	소재국가	방문일시	주요실험시설
HR Wallingford	영국	2015.05.15	- 3차원 조파수로 - 회류식 조파수로 - 초고유속 실험수로
Deltares	네덜란드	2015.05.18	- 2차원 및 3차원 조파수로 - 초대형 2차원 조파수로(길이 300m)
던디대학교	영국	2018.03.20	- 성층실험수로 - 바닥기울임 조파수로
Ludwig-Franzius-Institute	독일 (하노버 라이프니츠대학)	2017.12.04	- 2차원 및 3차원 조파수로 - 초대형 2차원 조파수로(길이 300m) - 지진해일 실험수로 - 회류 수로
Saint-Venant Hydraulic laboratory	프랑스 (EDF)	2017.11.24	- 2차원 및 3차원 조파수로 - 고정식 개수로(길이 25m)
Saint Anthony Falls Laboratory	미국 (미네소타대학)	2018.07.30	- 대형 유사순환수로(길이 약 200m) - 옥외 자연형 실험수로 - 급경사수로(길이 약 10m) - 3축 트레이버스 시스템
IIHR	미국 (아이오와대학)	2018.08.01	- 가변경사수로 - 3차원 조파수로(Towing Tank) - 3축 트레이버스 시스템 - PIV 및 LDV 전용 실험수로
타이난 수리시험소	대만 (대만국립성공대)	2017.04.10	- 초대형 2차원 조파수로(길이 300m) - 3차원 조파수로(150m×60m) - 트레이버스 시스템 및 가변경사수로
우지가와 방재연구소	일본 (교토대)	2016.09.20	- 가변식 하도실험수로 - 급경사수로, 가변하도실험수로 - 기초실험수로, 하구퇴적 실험장치
가와우미시험장	일본 (오사카대)	2016.09.20	- PIV 수로(길이 41.5m) - 대형 이동대차
동경대학교	일본	2016.09.21	- 유사순환수로 - 마이크로 3차원 조파장치
방재과학기술연구 소(NIED)	일본	2016.09.22	- 급경사 실험수로(토석류 실험장치) - 대형 강우 시뮬레이터

(3) 해외 실험기관 방문 결과

(가) 영국 HR Wallingford

① 기관 개요

- 설립년도 : 1947년
- 1953년 북해 해일 대재해 이후 조직적인 전문연구기관으로 기능 확대 및 개편
- 세계적인 계산수리학, 환경수리학, 수자원 관리 등에 대한 기술지원 및 컨설팅 전문 기관

② 주요 조사내용

- HR Wallingford는 연간 약 35~40건의 수리모형실험 수행
- 별도의 테크니션을 채용하여 모형 및 계측장비를 직접 제작
- 수리모형실험 관련 연구인력 : 연구자 약 30명, 기술자 약 15명, 세일즈메니저 5명
- HR Wallingford에서도 이동상 실험을 위한 실험사로 안트라사이트를 주로 사용
- 유속 발생과 파랑 발생이 동시에 가능한 회류식 조파수로 보유
- 최대 유속 2m/s의 재현이 가능한 고유속 실험수로(길이 75m)를 운영하고 있음



이동상 실험 전경



고정식 개수로



조류 실험 수조



월링포드 수리시험장 전경

<그림 1-16> HR Wallingford 주요 실험시설

(나) 네덜란드 Deltares

① 기관 개요

- 설립년도 : 1927년
- 2005년 네덜란드 정부에 의해 Delft 공대 외 4개사를 통합하여 Deltares 설립
- 비영리재단으로 전 세계 수리모형실험과 각종 물 관련 기술개발 선도
- 전세계 100여개 국가에서 물관련 R&D 및 컨설팅 담당하는 세계적 연구기관

② 주요 조사내용

- Deltares 수행 수리모형실험 종류
 - 특정 제품의 성능을 인증하는 실험
 - 특정 구조물 주변의 수리현상을 재현하는 실험
 - 수리모형실험을 통한 문제 파악 후 새로운 대안 제시를 통해 공사 원가를 절감하기 위한 실험
- 최근에는 해수와 담수의 결합에 따른 밀도류 실험 등 수행
- 길이 300m, 깊이 약 10m의 초대형 조파수로를 업그레이드 중이며, 본 실험수로는 최대 파고 약 3.5m의 실제 규모의 파랑을 재현할 수 있음. 네덜란드 전역이 매년 침하하고 있으므로, 국가적 사활을 걸고 실규모 실험수로 구축 및 연안침식 방지 관련 연구를 수행



대규모 방파제 실험장치



통선문 실험



발전소 취배수시설 실험장치



2차원 조파수로(폭 5m)

<그림 1-17> Deltares의 주요 실험시설

(다) 영국 던디대학교

① 기관 개요

○ 설립년도 : 1881년

○ 위치 : 영국 스코틀랜드 Dundee

○ 주요연구내용 : 전산유체역학 및 수리모형실험 연구, 지진해일, 토석류, 장기 하상변동 등

② 주요 조사내용

○ “대형 수리모형 실험시설” 에서 구축할 계획이었던 밀도성층 실험장치

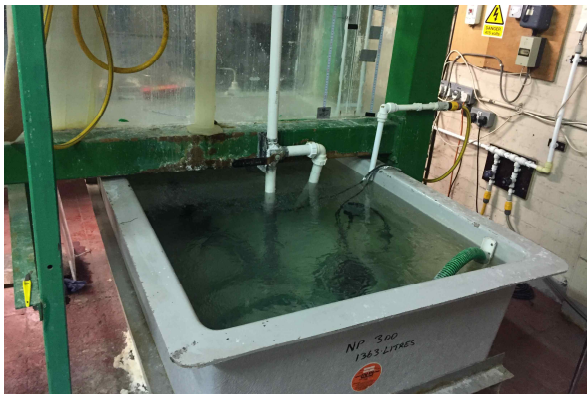
○ 밀도성층 실험장치의 기본원리 파악 및 장치 설계 방법 조사



고수조



용매 교반장치

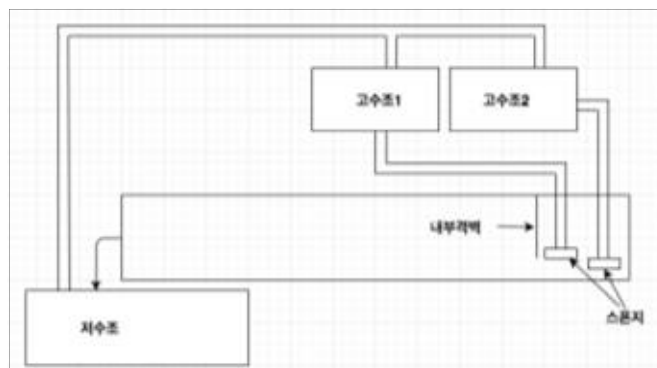


저수조



실험수 주입구

<그림 1-18> 던디대학교의 밀도성층실험장치



<그림 1-19> 밀도성층실험장치 개념도

(라) 독일 Ludwig-Franzius-Institute

① 기관 개요

- 소속 : 독일 라이프니츠 대학 소속의 연구소
- 주요연구분야 : 수리모형시험분야 (방재, 신재생에너지 분야)

② 주요 조사내용

- 규모 : 실험실1 (약 120m×40m), 실험실2 (약 100m×100m)

○ 주요시설

- 초대형단면수로 : 300m(L)×5m(B)×5m(H), 최대파고 2m, 피스톤타입 조파기 설치, 현재 깊이를 7m로 확대하고 수로내의 유속 재현을 위해 $10m^3/s$ 유량의 펌프를 설치하는 공사를 진행 중에 있음
- 초대형단면수로 축소모형 : 1/10 규모의 초대형단면수로 축소모형, 본 수로를 통해 미리 초대형단면수로의 성능에 대해 연구한 이후 공사 수행. 성능 검토 이후 본 축소모형은 소규모 수로로 일반 연구 및 소규모 수리모형실험에 활용
- 단면수로 : 110m(L)×2.2m(B)×2.0m(H), 최대파고 0.35m
- 조파수로 : 40m(L)×25m(B)×1.0m(H), 스네이크 타입 조파장치
- 지진해일수로 : 40m(L)×5.0m(B)×2.0m(H), 건설 중
- 회류수로(PIV 실험 전용) : 50m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)



실험실 1



댐 수문 문비 진동 실험 모형



실험실 2 (초대형 조파수로)



초대형 조파수로의 조파장치

〈그림 1-20〉 Ludwig-Franzius-Institute의 실험시설

(마) 프랑스 Saint-Venant Hydraulic Laboratory

① 기관 개요

- 소속 : 프랑스 전력 및 Ecole des Ponts ParisTech 대학 소속의 연구소
- 주요연구분야 : 방재(풍수해 예방, 해일 예방 등), 친환경 수공구조물, 물을 이용한 신재생에너지 등

② 주요 조사내용

- 규모 : 약 100m×100m
- 주요시설
 - 단면수로1 : 100m(L)×1.5m(B)×1.5m(H)
 - 단면수로2 : 45m(L)×0.5m(B)×1.0m(H)
 - 개수로1 : 25m(L)×3.0m(B)×1.0m(H)
 - 개수로2 : 15m(L)×0.5m(B)×0.5m(H)
 - 조파수조 : 50m(L)×50m(B)×1.5m(H), 스네이크 타입 조파장치
- 대학과 연계하여 정규 연구직 이외에 연구소에서 학위과정을 하는 학생이나 박사후 과정 연구원들이 상당수 근무하고 있었음
- 대학과 연계할 경우 연구 인력 확보 차원에서 상당히 도움이 많이 되며, 신규 실험 시설(대형 수리모형 실험시설) 운영시 인력확보 문제에 크게 도움이 될 것이라고 조언
- 연구과제는 대부분 EU에서 지원을 받으며, 세계 각국에서 다양한 수탁 연구과제 수행
- 영국의 HR Wallingford나 네덜란드의 Deltares에 뒤지지 않은 시설을 보유하고 있으나, 보안규정이 철저하며 폐쇄적이어서 Hydralab에는 가입이 되어 있지 않음



피아노 건반식 물넘이 수리모형실험



피아노건반식 물넘이 모형 설명

〈그림 1-21〉 Saint-Venant Hydraulic Laboratory의 실험시설

(바) 미국 Saint Anthony Falls Laboratory, 미네소타 대학교

① 기관 개요

- 위 치 : 미국 미네소타주 미네아폴리스시
- 설립연도 : 1938년(리모델링 2012년)
- 연구인력 : 연구자 26명, 연구지원인력 11명, 대학원생 42명
- 주요연구분야
 - 에너지 : 풍력, 수력발전
 - 환 경 : 하천 복원, 삼각주(delta) 보호, 유역관리
 - 의 학 : 인체에서의 혈액 흐름 연구 - 수자원 : 수공구조물, 어도, 하상변동 등
 - 군 사 : 어뢰 주변의 유동장 연구

② 주요 조사내용

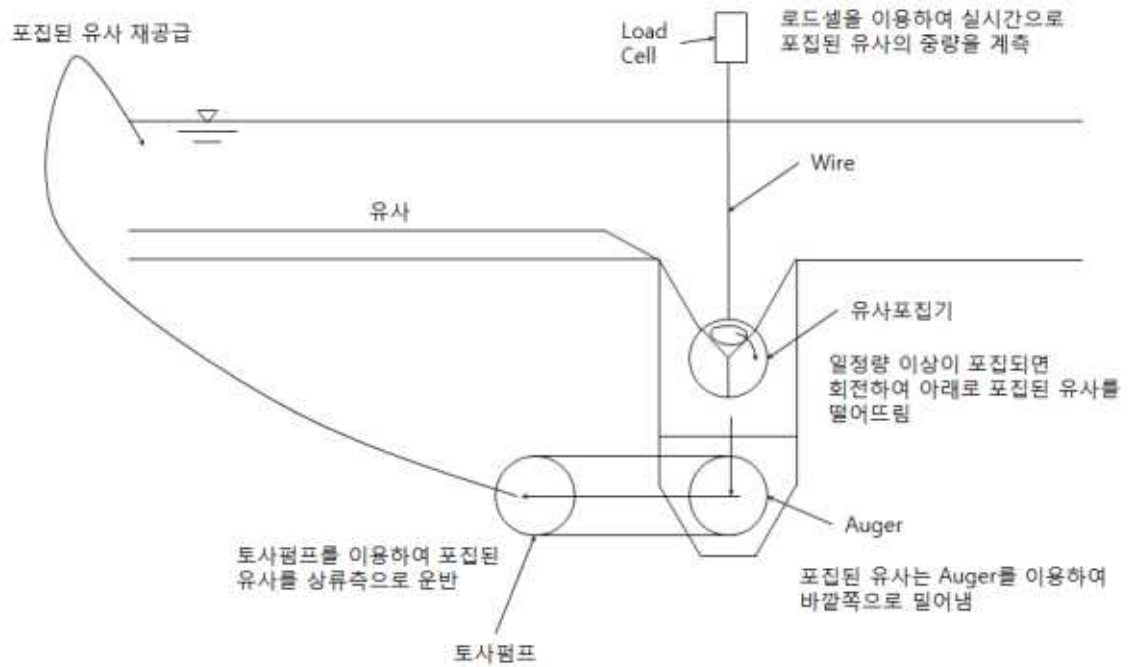
- 규모 : 약 100m×100m
- 주요시설
 - 자연형 하천 실험수로, 대형 및 소형 유사순환수로, 침단 트레이스 계측장치 등
- 주요 자문내용

<Prof. Michele Guala>

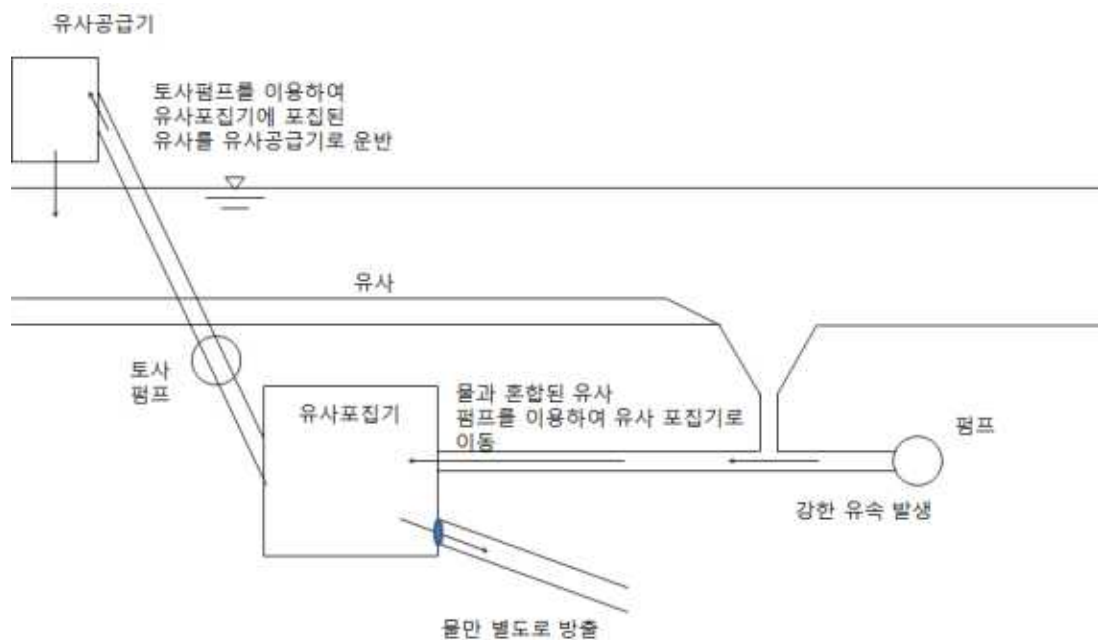
- 미네소타 대학교 St. Anthony Falls Laboratory(SAFL)에서는 수중에서 음파를 이용하여 지형변동을 계측할 수 있는 장비를 개발하여 운영 중에 있음
- 유사량 계측은 유사순환수로 하류에 유사 포집기를 설치하고 포집기 상부에 로드셀을 설치하여 유사의 무게를 직접 계측함으로써 유사량을 계측
- 하류측 유사의 무게를 실시간으로 계측함으로써, 수로 내부의 유사 이송량을 직접 계산할 수 있음
- 유사 순환을 위해 포집기 하부에 Auger를 설치하여 포집된 유사를 바깥으로 밀어내고, 이를 토사 펌프를 이용하여 상류로 이송하여 유사를 순환

<Mr. Jeffrey Marr>

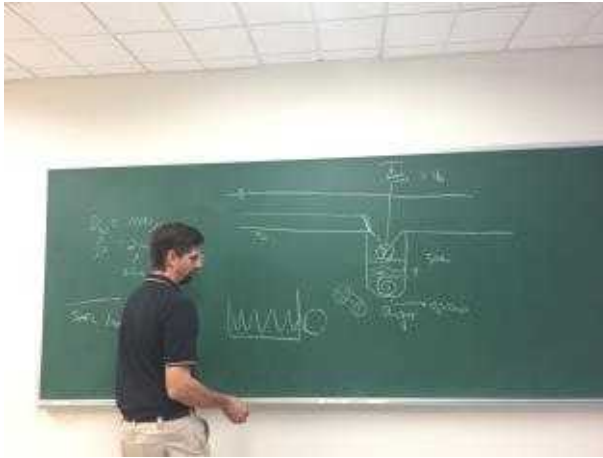
- 미네소타 대학교에서는 총 2가지 종류의 유사순환 장치를 운용하고 있음
- 첫 번째는 Michele Guala 교수가 설명한 유사 포집기 및 Auger를 이용하는 방식(<그림 1-22>)이고, 두 번째는 펌프를 이용해 강한 유속을 발생시켜 유사를 빨아들여 순환시키는 방법(<그림 1-23>)임
- Auger를 이용한 첫 번째 방법(대형 유사순환수로에 적용)에서 미네소타 대학교는 총 4기의 유사 포집기를 하류측에 배치하고, 각 유사 포집기에 2기의 와이어를 설치하고 상부에 총 8기의 로드셀을 설치하여 유사량을 측정함
- 펌프를 이용하는 두 번째 방법(소형 유사순환수로에 적용)은 유사량 측정은 불가능함
- 하상변동 실험 시, 유사를 재활용하여 순환할 경우 특정 조건에서는 공진이 발생하여 유사에 시간을 두고 일정하게 하류측으로 빠져 나오는 것이 아니라 유사량이 갑자기 증가했다가 감소하는 현상이 발생할 수 있으므로 항상 유의하여 실험을 수행하여야 함



〈그림 1-22〉 Auger를 이용한 유사순환 방법



〈그림 1-23〉 고유속 펌프를 이용한 유사순환 방법



Mr. Jeffrey Marr의 유사순환수로 설명



자연형 하천 실험수로



유사순환 실험수로



소형 유사순환 실험수로



소형 가변하도실험수로



3축 트레이버스 시스템

<그림 1-24> Saint Anthony Falls Laboratory의 실험시설

(사) 미국 IIHR(International Institute of Hydraulic Research), 아이오와 대학교

① 기관 개요

- 위 치 : 미국 아이오와주 아이오와시티
- 책임자 : Gabriele Villarini 교수
- 설립연도 : 1920년 Maxwell Stanley Hydraulic Lab.으로 시작
- 연구인력 : 연구자 54명, 연구지원인력 56명, 대학원생 91명
- 주요연구분야
 - 생태수리학 : 호수 생태, 환경정책 연구, 어도 연구 등
 - 선박수동역학 : 대형선박 선체요동 등
 - 수리학 : 수공구조물, 하상변동 등

② 주요 조사내용

- 규모 : 약 100m×100m
- 주요시설
 - 가변경사수로, PIV 및 LDV 전용실험수로
 - 3차원 조파구조(30m×30m)
- 주요 자문내용

<Prof. Marian Muste>

- 아이오와 대학교 IIHR의 대형 유사순환수로에는 펌프식 유사순환 장치를 이용하여 유사 순환
- 유사순환시 2대의 펌프를 이용하여야 하며, 상류측 공급장치도 2기를 수로 양 측면에 배치하여야 함
- 공급장치 2기를 수로 양측에 배치하여야 수로 양측면 방향으로 균등한 유사 공급이 가능하여 실험의 정확도를 높일 수 있음
- IIHR의 급경사수로는 유압식 권양 장치를 이용하여 수로의 각도를 조절함
- 대형 및 소형 유사순환수로와 같은 실험장치를 설계할 때에는 먼저 어떠한 실험을 할 것인지에 대한 사전 검토가 매우 중요함
- 유사실험시 물이 수로에 차 있는 상태에서 지형변동 계측을 할 수 있는 계측장비 반드시 필요

<Mr. Troy Lyons>

- 아이오와 대학교 IIHR에서는 수리모형 제작을 위한 아크릴 가공, 실험수로 제작 등을 직접 수행
- 아크릴 가공장치는 최첨단 장치로 작성된 3차원 도면대로 자동으로 아크릴을 가공하여 모형 제작
- 모든 계측 데이터는 Lab view 시스템을 구축하여 자동으로 컴퓨터에 저장
- 3차원 조파수로에는 일반적인 Piston 또는 Hinge 타입의 조파장치가 아닌 Plunging 타입의 조파장치가 설치되어 있음
- 대학생 및 대학원생 실습을 위한 실험실을 별도로 구축하여 운영중이며, PIV(Particle Image Velocimeter) 측정장치까지 교육을 위해 실험수로에 설치



PIV 전용 실험수로



가변경사수로



LDV 시스템 레이저 프로브



3차원 조파수조(Towing Tank)



고정식 개수로(길이 약 100m)



대형 3D 프린터

<그림 1-24> IIHR의 실험시설

(아) 대만 Tinan Hydraulics Laboratory

① 기관 개요

- 소속 : 대만 국립성공대학
- 인력 : 약 150여명
- 연구영역 : 현장조사, 물리모델, 수치모델, 해양에너지 등

② 주요 조사내용

○ 주요실험시설

- 초대형 2차원 조파수로 : $300\text{m(L)} \times 5\text{m(B)} \times 5.2\text{m(H)}$
 - 실 해역의 원형 파랑을 재현하기 위한 초대형 실험수로
 - 최대파고 4.5m를 계측할 수 있는 파고계 자체 제작 활용
- 3차원 조파수로 : $150\text{m(L)} \times 60\text{m(B)}$, 다방향 스네이크 타입 조파장치
 - 최대 조파 경사각 20° 까지 조파 가능
- PIV 실험수로
 - 5W급 Continuse Laser 및 레이저 전용 트래버스 시스템 적용
 - 고가의 실험 입자(particle) 대신 알루미늄 및 규소의 가루를 가공하여 사용
- 가변식 경사수로
 - 0.3m의 높이 조절이 가능한 경사조절 장치 자체 제작



초고속 카메라 전용 트래버스 시스템



가변경사수로



초대형 2차원 조파수로



가변경사수로 경사조절장치

<그림 1-25> 대만 Tinan Hydraulic Laboratory 실험시설

(자) 일본 우지가와 방재연구소

① 기관 개요

○ 소속 : 일본 교토대

○ 연구영역

- 하천 방재 연구 영역

- 하천의 상류에서 하구까지 최적의 방재 시스템 구축 연구
- 하천의 보전, 재생 등 하천 생태 환경 관련 연구

- 해안 퇴적물 환경 연구 영역

- 연안역 유사의 침식 및 퇴적에 관한 연구
- 생태환경을 고려한 해변의 친수공간 확보방안 연구

- 유사 재해 연구 영역

- 산지에서 해안까지의 토사 및 유사이동에 관한 연구
- 유사관련 재해 방지 시스템 구축 연구

② 주요 조사내용

○ 주요실험시설

- 초급경사수로, 가변식 하도실험수로(교육용), 유사순환수로, 홍수류 실험장치, 하구 퇴적 실험장치, 계류 수압 시험 수로, 종합 하천부 수로, 범람 실험장치, 유체력 측정 수로, 유역모형, 강우 실험장치, 붕괴 토석류 실험수로 등 보유

○ 주요자문내용

- 급경사수로

- 수로 설계 시, 최대유속이 10m/sec를 확보하여야 하므로 경사각을 일부 조정할 수 있도록 설계
- 수로 내부는 강한 유속을 동반하므로 외벽의 관측창 설치는 바람직하지 못함(콘크리트 또는 철재구조물이 좋음)
- 하류 집수부는 수압이 아주 강하므로 저수조로 이어지는 배출장치 및 수압을 견딜 수 있는 사석 등이 필요

- 가변식 하도실험수로

- 최대 경사각 20 ° 확보를 위한 경사조절장치 별도 필요
- 경사각에 따라 공급유량이 변경되어야 하므로 실시간 확인을 위해서는 유량공급 관, 유량 조절용 밸브, 유량계, 유속계, 유량 및 유속 모니터링 소프트웨어 등이 일체화 되어야 함

- 유사순환수로

- 지속적인 유사의 거동과 이송 실험을 위해서는 유사공급장치가 필수적임
- 수로 내 유사 공급 시, 건조시킨 상태로 단위시간 및 단위면적당 동일한 양의 유사를 공급(유사채집기 및 바이브레이터 이용)하여야 하는 문제가 있음
- 컨베이어벨트를 이용하여 하류부로 끌려내려오는 유사를 상류부로 공급(유사의 건조과정을 걸침)하는 시스템이 편리하나 비용이 많이 발생함
- 유사순환시스템이 구축되지 않으면 막대한 양의 유사를 건조 및 이동하는 반복적인

작업이 이루어 저야 하므로 대안이 필요함



고정식 급경사수로



가변식 하도실험수로



유사순환수로



하천부 종합수로



붕괴 토석류 실험수로



강우 실험장치

<그림 1-26> 일본 우지가와 방재연구소 실험시설

(차) 일본 가와우미실험장(오사카 시립대학교)

① 기관 개요

○ 소속 : 일본 오사카 시립대학교

○ 연구영역

- 하천 연구 영역

- 고정식 개수로를 이용한 수리모형실험

- 해안 및 항만 연구 영역

- 길이 100m의 2차원 조파수로를 이용한 지진 및 폭풍해일 수리모형실험 수행 (고립과 재현)
- 30m×30m의 옥외 파랑 시험장 조성

② 주요 조사내용

○ 주요실험시설

- 고정식개수로, 대형 이동대차, 지진 및 폭풍해일 조파실험 수로, 2차원 조파수로 등 보유

○ 주요자문내용

- 고정식개수로

- 41.5m(L)×1.5m(B)×2.0m(H)의 고정식 개수로를 PIV 실험수로와 혼용하여 설치하므로, 동시 실험수행을 위한 정확한 공급유량의 분배가 필요
- 수로 설치 시, 많은 관측창은 누수가 발생할 수 있으므로 관측이 필요한 국부적인 구간을 강화유리로 설치할 필요성이 있음
- 수로의 프레임은 철재 혹은 스테인레스가 좋지만 비용적인 측면을 고려한다면 콘크리트 벽체도 대안이 될수 있음. 단, 관측창(강화유리)와의 누수문제를 고려해서 설치해야 함.

- 대형 이동대차

- 60m의 초대형 트래버스시스템(이동대차+트래버스)을 구현하기 위해서는 이동대차의 구조가 매우 중요함
- 장기적인 처짐을 방지하기 위하여 구조계산이 필수적으로 동반되어야 하며, 이동대차의 큰 하중의 분산을 위하여 Travelling guide의 바퀴를 여러개로 설치하고 진행방향으로 길게 제작하는 것이 필요함
- 트래버스 및 이동대차를 철골구조가 아닌 알루미늄 등의 가벼운 소재로 설치하는 것 또한 대안이 될 수 있음



지진 및 폭풍해일 실험수로(100m)



고정식 개수로

<그림 1-27> 일본 가와우미실험장 실험시설

(카) 일본 동경대학교

① 기관 개요

○ 소속 : 일본 동경대학교

○ 연구영역

- 하천 연구 영역

- 유사실험수로(유사순환시스템)를 이용한 수리모형실험

- 해안 및 항만 연구 영역

- 마이크로 3차원 조파수조를 이용한 수리모형실험 수행 (일방향)

② 주요 조사내용

○ 주요실험시설

- 유사순환수로, 마이크로 3차원 조파장치 등 보유

○ 주요자문내용

- 유사순환수로

- 유사이송 실험의 결과는 아직까지 명확한 결과를 제시할 수 없으므로 이를 극복하기 위해서는 원형(1:1)에 가까운 수리모형실험이 동반되어야 함
- 유사 및 퇴적물의 drifting 속도는 항력과 부력의 균형으로부터 퇴적물의 상대 속도를 이용하여 계산하여야 하므로, 실험의 결과와 Mastbergen and Von den Berg (2003)공식을 비교할 필요성이 있음
- 세굴 실험의 경우, 정적세굴의 발달은 동적 세굴보다 느리지만 최종 세굴심은 동적 세굴보다는 약 10%정도 크게 나타나므로 수리모형 실험시에는 반드시 동적세굴 실험이 수행되어야 함



유사순환수로



마이크로 3차원 조파장치

<그림 1-28> 일본 동경대학교 실험시설

(타) 일본 국립방재과학기술연구소(NIED)

① 기관 개요

○ 연구영역

- 지진 연구 영역

- 일본 인근의 지각 활동에 대한 예측 및 실증실험을 통한 대책 제시

- 화산 연구 영역

- 마그마 활동 예측과 용암류와 다른 화산 현상의 시뮬레이션 연구

- 폭풍, 홍수 및 산사태 연구 영역

- 폭우, 강풍, 산사태, 홍수 및 해일피해 등 자연재해 예방 시스템 구축 연구
- 많은 강우량을 동반한 토석류 실험

② 주요 조사내용

○ 주요실험시설

- 급경사 실험수로, 대형 강우 시뮬레이터, 토석류 실험장치, 대형 호이스트 등 보유

○ 주요자문내용

- 급경사실험수로

- NIED의 토석류 실험장치는 높이가 18m에 해당하므로 대형수리모형 실험시설 구축 시 높이가 8m인 급경사수로 설계에 반영하기엔 충분한 물 모델이 됨
- 토석류 실험장치를 바탕으로 급경사수로 설계 필요



급경사 실험수로



토석류 실험장치, 대형 토조



대형 강우 시뮬레이터



대형 호이스트

〈그림 1-29〉 일본 국립방재과학기술연구소 실험시설

2. 연구수행 내용 및 성과

가. 실험시설 건축

(1) 실험시설 실시설계

(가) 실시설계 주요내용

- 교통영향분석 및 개선대책 수립
- 실험시설 건축 인허가 신청 및 승인
- 신재생에너지 설치 의무화 면제 신청 및 승인
- 건축도면, 시방서, 구조계산서, 물량산출서 등 설계도서 작성

(나) 그간의 추진경위

- 2015.03.12 설계공모(제안공모) 공고
- 2015.03.20 현장설명 및 참가등록
- 2015.04.14 설계(제안)공모안 심사
- 2015.04.20 설계(제안)공모안 심사결과 공고
- 2015.05.22 기본 및 실시설계 용역 계약 체결(엑토종합건축사사무소+범창종합기술)
- 2015.05.12 지질조사 용역 완료
- 2015.06.04 설계용역 착수회의 개최
- 2015.06.17 설계용역 착수신고서 제출
- 2015.07.21 산·재생에너지 설치의무화 면제 심의위원회 개최(한국에너지공단)
- 2015.07.29 산·재생에너지 설치의무화 면제 심의결과 통보(한국에너지공단→농어촌연구원)
- 2015.08.04 기본설계(안) 기술검토회 개최(농어촌연구원)
- 2015.10.07 중간검토회의 개최(농어촌연구원)
- 2015.10.27 실시설계 자문회의 개최(건설연구인프라운영원)
- 2015.11.18 교통영향분석·개선대책 심의위원회 개최(안산시)
- 2015.11.24 설계VE 최종평가 회의개최(건설연구인프라 2단계 건설사업사업관리단)
- 2015.12.01 건축구조심의위원회 개최(안산시)
- 2015.11.18 교통영향분석·개선대책 심의위원회 개최(안산시)
- 2015.12.02 교통영향분석·개선대책 심의완료 통보(안산시 → 농어촌연구원)
- 2015.12.08 실시설계(안) 기술검토회 개최(농어촌연구원)
- 2015.12.14 건축허가 완료(안산시)
- 2016.01.05 산·재생에너지 설치의무화 면제변경 승인(한국에너지공단 → 농어촌연구원)

(다) 실시설계 결과

○ 건축
- 설계개요

공사명		• 대형 수리모형 실험시설 구축공사
대지위치		• 경기도 안산시 상록구 해안로 870번지
대지면적		• 551.387m ²
지역지구		• 도시지역/자연녹지지역/완충녹지
면적	건축면적	• 총 :38,757.00m ² 중 금회 :15,521.06m ²
	연면적	• 총 :52,227.54m ² 중 금회 :15,324.71m ²
건폐율		• 7.03%
용적율		• 9.15%
구 조		• 철근콘크리트 및 철골조, 지상 1층
용 도		• 교육연구시설(연구소) - 수리모형실험장
주차 대수		• 442대
자전거 주차		• 65대
조경 면적		• 336,751.97m ² / 61.07% (법정 15%)
정화조		• 단지 내 기존 오수관로 연결
신재생에너지		• 에너지관리공단 면제 (수리 실험장으로 면제 신청 동의 득함.)



- 추진방향

- 실험시설의 거대한 장비들은 기능을 넘어서 구조 시스템의 물리적 형태를 결정하고 공간을 조직화하는 데 영향을 미치게 되며, 건축적으로는 공간과 형태가 담고 있는 구조와 재료, 하중의 지지 방식 등의 솔직한 표현으로 나타나게 된다. 디자인과 기술의 유기적 결합을 통해서 창의적인 디자인을 제시한다.

<표 2-1> 실시설계 기본방향

안전성	• 기존 실험시설(102m×102m)과 연계되어 구축되는 초대형 실험시설(150m×102m)의 장스판 건물로서 구조적 안정성 확보
기능성	• 실험시설들의 특성과 최소 요구 성능들을 충족시킬 수 있는 공간 구성 및 배치와 시설목표 및 실험장비의 특성을 고려한 구조적 안정성 확보
경제성	• 실험 시설의 옥내화를 위해서 지붕의 설치에 많은 예산이 소요되므로, 주어진 예산내에 실현될 수 있는 합리적이고 경제적인 계획
시설프로그램의 재해석	• 건설연구 인프라 실험실과 협업이 가능한 국제적 규모의 공동인력양성과 교육의 역할 또한 크다. 기존의 단순한 수리실험의 의미를 넘어 연구와 교육이 통합된 물 관련 시설의 허브 조성

- 사무동 공간 배치

- 소음, 습도 등에서 열악한 실험동 내부에서 쾌적한 외부 사무실로 이전 배치
- 기존 사무동 위치 → 계측실, 홍보실로 활용, 실험공간 추가 확보



<그림 2-1> 사무동 공간배치

- 실험시설 공간 배치

배치도	
①	• 3ton 호이스트 크레인 (펌프 유지 보수를 위한 호이스트 크레인)
②	• 2ton 호이스트 크레인 (실험시설배관의 유지 보수를 위한 호이스트 크레인)
③	• 트레버스 (실험관측 측정을 위한 기구)
④	• 계측실 (바닥 계장전용 케이블을 위한 악세사플로아 설치)
⑤	• 소화펌프실 (소화시설을 위한 펌프 및 물탱크실 기초 설치)
⑥	• 공작데크 (실험시설 운영 중 유지보수부분의 공작물을 보수 및 제작하기 위한 Open형 공간)
⑦	• 홍보용데크 (외부 방문객 실험장 견학 및 설명을 위한 Open형 공간)
⑧	• 창고 (중요기자재 및 보관을 위한 공간)
⑨	• 평형수관 (기존의 저수조와 신설저수조의 실험용수의 평행이동을 위한 배관)

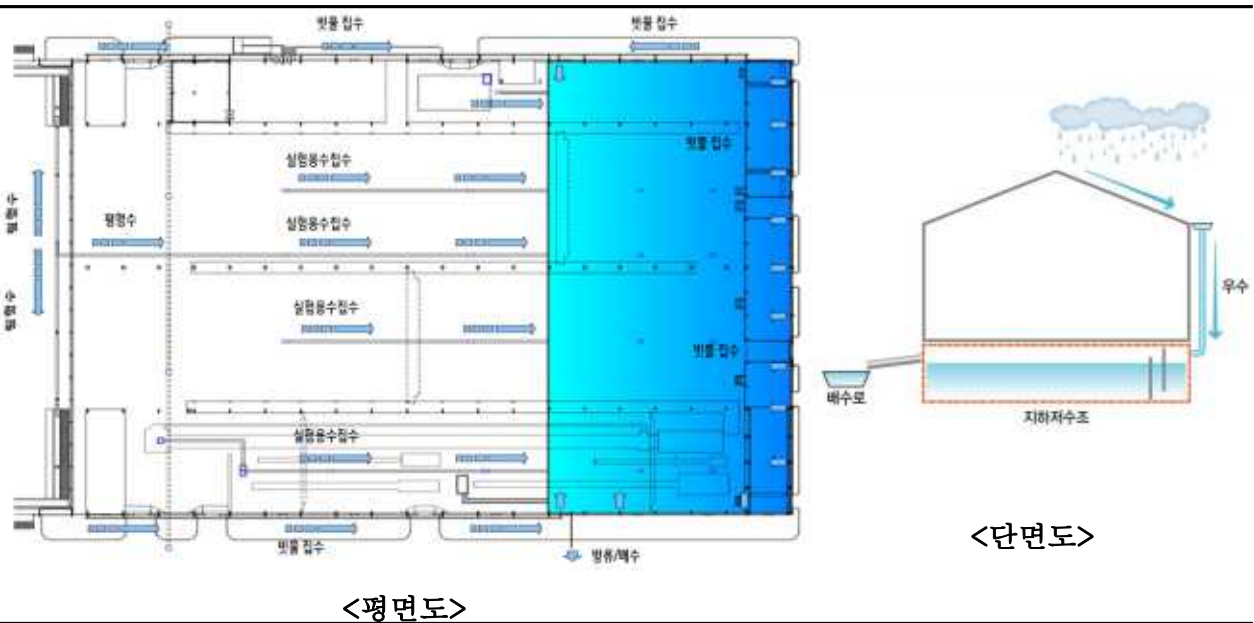
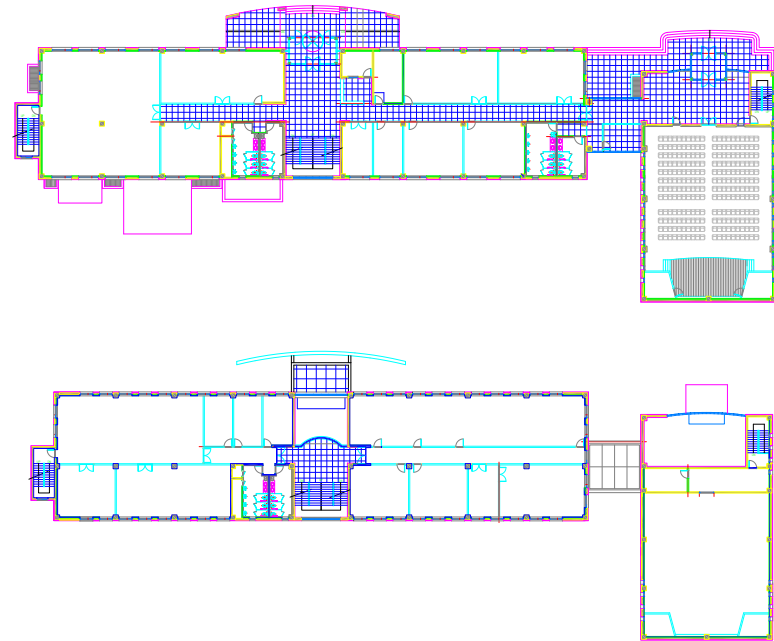
- 연구지원시설 공간 배치

- 수리실험장 내부의 유수에 의한 소음과 진동, 소음, 습도로부터 독립된 연구지원시설로 변경
- 현재 연구동이 신축 중(2019년 12월 완공예정)이며, 연구동 신축 이후 구 연구동(연면적 1,535㎡)에 연구지원시설 배치

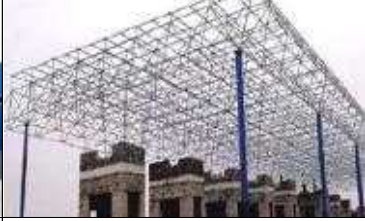
사무공간
(본관 1층)

· 신축되는 본관 1층에 배치
· 기존 본관 1층: 사무공간, 회의실, 세미나실, 휴게실, 복도 등

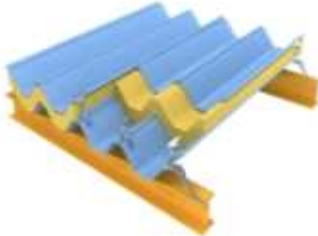
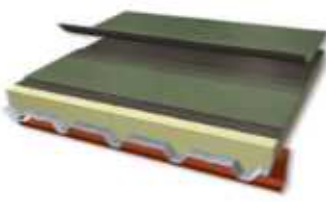
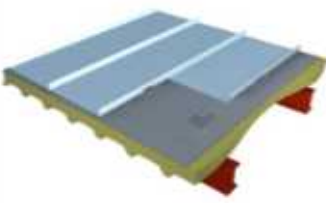
사무공간 및
휴게실
(본관 2층)



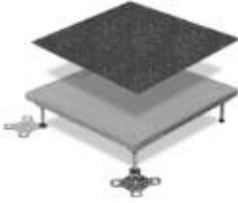
- 구조공법 계획

구 분		Lattice Truss	P.E.B 공법	Space Frame
공 법 SAMPLE				
특 징	장 점	• 입체Truss 해석으로 부재의 SIZE를 산정하므로 타구조물 보다 경량으로 반영할 수 있음 • 100% 공장 제작으로 현장에서 설치함으로 설치기간이 짧음 • 별도의 접합철물이 없고 시공이 간단 • 경제적 디자인으로 원가 절감 효과가 탁월 함	• 구조물 중량을 경량화할 수 있음 • 공장제작 이므로 현장조립 및 설치기간이 짧음 • 기초에 전해지는 축하중 이 작아서 기초의 단면 크기가 작아 경제적인 • 경제적인 디자인으로 원가절감효과가 탁월	• 구조물 중량을 경량화 • 현장 용접이 불필요하여 용접에 대한 별도의 검사가 필요하지 않음 • 입체 Truss 해석으로 부재의 SIZE를 산정함으로 경량임 • 미관이 화려함 • 유기적인 접합이 용이하여 구조물형상이 자유로워 곡면 구조물 일부보수가 가능함
	단 점	• 구조물 형상이 단조로워 곡면 및 디자인성향이 다소 어려움 • 기초부분의 하중전달이 크므로 기초의 단면이 큼 • 구조물 부피가 크므로 현장 Spry 도장만 가능함 • 일부 보수가 어려움	• 최적화된 설계를 자재를 최소화하기 때문에 정확한 하중 이상의 변수가 생길경우 구조물에 붕괴 우려가 있음 • 형상이 단조로워 곡면 및 디자인성향이 어려움 • 일부 보수가 어려움	• 100% 현장제작 설치 및 시공기간이 다소 요구됨. • 조립공정이 많이 필요함. • 기초부분의 하중전달이 크므로 기초의 단면이 큼 • 가격이 타 구조물에 비하여 높게 책정됨
경제성 검토 (철공량× 단가)		• 주골조(약1,500Ton)으로 P.E.B구조형식에비하여 10%정도 중량이 상승하지만 구조형식에 대한 유지 보수비용 및 시공비를 고려할시 유리할 것으로 판단함	• 주골조(약1,350Ton)으로 경제적인구조물형식임 다만 유지 관리시 전체 부분에 대한 유지보수가 어렵고 최적화 되어진 설계의 장점이 다소 줄어들 수 있을 것으로 판단함	• 주골조(약930Ton)으로 전체 철골중량은 감소하나 설치 및 인건비를 비교하였을 경우 시공비 증가가 예상되는 것으로 판단함
선정			◎	

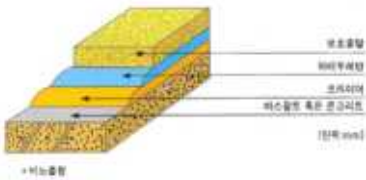
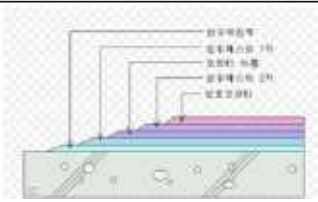
- 지붕 마감재 검토

구 분		실리콘코팅강판	DECK판넬 위 MEMBRANE	DECK판넬 위 DMC-200
시공 형태				
재료구성		실리콘코팅강판 0.6T GLASS WOOL 24K 50T 실리콘코팅강판 0.6T	MEMRANE 3T THK50 64K 그라스울 DECK PANEL	실리콘코팅강판 0.6T THK50 64K 그라스울 DECK PANEL
온도수축팽창		가능 (SLIDING SYSTEM)	불가능	가능
판넬규격		W : 950×L (한장길이로 성형)	W : 1,000×L : 10,000	W : 450×L (한장길이로 성형)
지붕물매		1/100이상	1/50 이상	1/30 이상
내풍압TEST (40~50m/s)		○	△	△
단열재		GLASS WOOL 24K (불연재)	GLASS WOOL 64K (불연재)	GLASS WOOL 64K (불연재)
볼트노출 유무		볼트 X	볼트 X	볼트 X
색상		원하는 색상 가능	6가지	원하는 색상 가능
PURLIN 간격		3,000mm	1,000mm	1,000mm
특 성	방수 성능	○	○	○
	시공성	◎	△	○
	미관	◎	△	○
선정		◎		

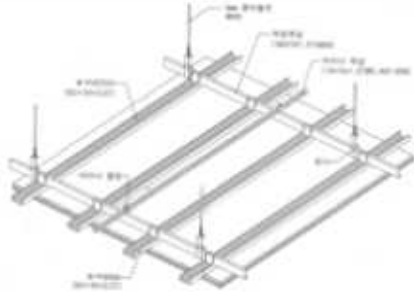
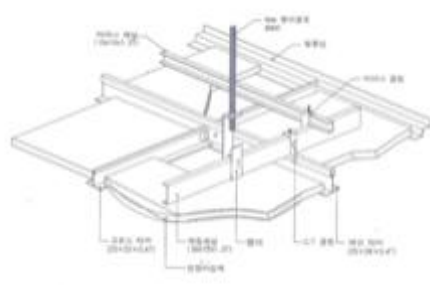
- 바닥 마감재 검토
- 계측실 바닥

구 분	OA FLOOR	ACCESS FLOOR
시공 형태		
중량 (kg/㎡)	10.1~10.5	22.8~33
접합방법	BOLT 접합	GASKET 접합
특 징	• 방수 관련하여 습기에 강함 • 낮은 중심구조로 바닥을 낮출 수 있음 • 플라스틱에 구멍이 나 있어 층간 소음방지에 효과적 • 배선(전기,통신)의 위치가 외관상 빨리 알수 있어 손쉽게 보수 할 수 있음	• 높이가 최하 100mm이상 이므로 바닥의 안정감이 없음 • 제품 전체가 스틸로 되어있어 소음이 발생 • 배선의 위치가 외관상 불명확하고 보수시 무게와 부피가 커 불편함
선 정		◎

- 저수조, 고수조 바닥

구 분	도막방수	액체방수
시공 형태		
자재구성	프라이머+RYU-COAT+TOP COATING+보호층(몰탈 24~30T)	바탕면정리+방수시멘트페이스트 1차+방수액침투+방수시멘트페이스트 2차+방수몰탈
주의사항	액상 제품승인 확인이 필요	시공상 담수시험 필요(수압시험)
시공성	공정상 두께의 보정 및 검측이 객관화되기 힘들	시공이 양호하고 면적당 전 물량으로 검측이 용이
특 징	• 바탕면을 충분히 양생 건조시켜야 함 (함수율 12% 이하) • 누수 시 누수의 위치를 파악하기가 힘들 • 보수 시 최초 제품사의 물성으로 보수하여야 함	• 바탕면의 육안으로 물 청소만으로 시공이 간단 • 습식으로 누수 시 누수의 범위 및 보수가 용이
적 용	저수조	고수조

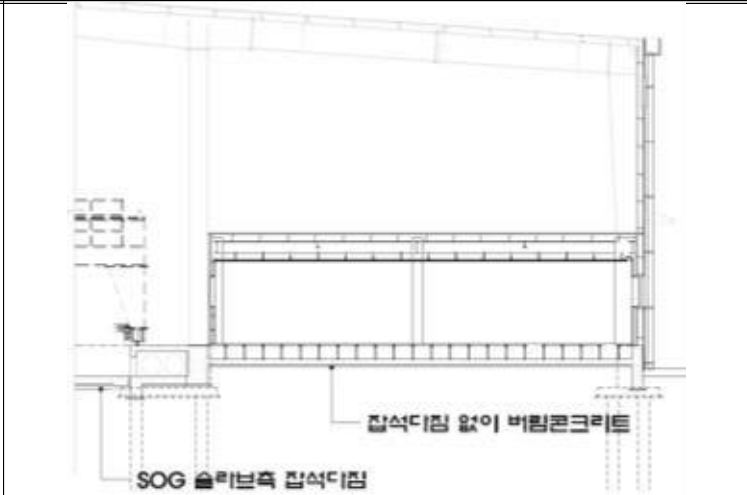
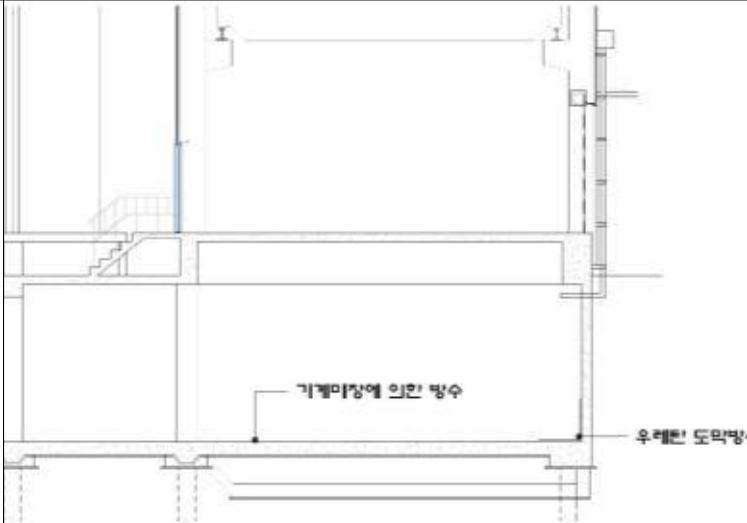
- 계측실 천정 구조재 검토

구 분	M-BAR	T-BAR
시공 형태		
자재구성	Carrying Channel, Minor Channel, Double M-bar, M-bar, Hanger Clip	Main T-bar, Cross H-bar, T-bar Molding, Cross T-bar, T-bar Clip, Hold Down Clip
적용 마감재	석고보드평판, 아미텍스(노출피스조임)	BAR-노출형, T=12 마감재이상(적정마감두께 필요)
특 징	• 다양한 평판 및 인테리어 하지 철물로 일반화 됨. • 기성품에 따른 M-BAR 간격 조정 유효 • 교체 시 M-BAR의 피스에 의한 손상 우려	• 점검 및 천정판 교체가 손쉬움 • 피스 조인트에 의한 분진이 없음. • 내부공간에 양압이나 공조필요 공간에 분진 발생우려.
선 정	◎	

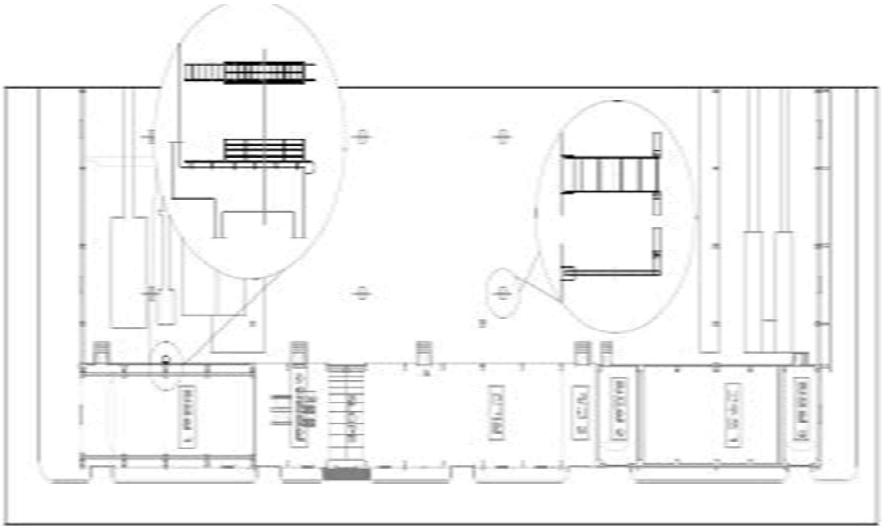
- 계측실 천정 마감재 검토

구 분	6*300*600 불연천정판(아스텍스)	12*300*600 불연천정판
시공 형태		
흡 수 율	15% 이하	1.5 % 이하 (3.0 % 이하)
휨파괴하중	14 kgf 이상	14.28 kgf 이상
특 징	불연성, 내부식성 KSL-5509 시험법 물성치 확보 성능 비례 단가가 저 M-BAR	불연성, 흡음성, 단열성 KS L 9105, KS F 2277, KS F 2805 물성치 확보 M-BAR
선 정	◎	

- 시공 기술의 검토

구 분	단 면 도	설 명
잡석다짐		• 접지 슬라브 부분만 최소화의 잡석다짐을 함 • 모멘트 슬라브측에 말뚝지지력에 의한 최소화한 버림콘크리트만 타설 시공
방수		• 대 공간 저수조의 액체방수 균열이 예상됨 • 최소의 모서리부분의 탄성계 우레탄 도막방수 처리

- 유지관리 검토

평면도	설 명
	• 지하저수조 및 고수조 탱크 보수를 위한 사다리 설치

○ 토목

- 사용기기, 재료 등의 검토

· 도로 및 보차도 경계석

구 분	화강석 경계석	인조 화강석	콘크리트
형 상			
규 격 (L)	1.0m	1.0m	1.0m
장 점	• 미관이 좋고 견고함 • 내구성우수, 재사용 가능	• 공사비 저렴 • 구입, 시공, 보수가 용이	• 내구성, 미관이 양호 • 구입, 시공, 보수가 용이
단 점	• 공사비 고가	• 미관이 좋지않고 외압 파손에 약함	• 소량구입, 시공보수가 곤란
검 토 의 견	• 기존의 경계블록과 동일한 재료로 하여 기존의 건축물과 도로의 통일성을 이루는 것이 경제적인 면이나 도로디자인에 타당하다고 판단 됨.		
선정			◎

· 맨홀

구 분	현장타설	조립식	유리섬유 복합맨홀
형 상			
생산규격	현장타설	1호, 2호, 3호, 4호, 5호 : Ø2,500까지 생산	소형(Ø600), 1호, 2호, 3호, 4호, 5호 생산
장 점	• 높이 조절이 다양함 • 시공 실적이 많음	• 공사비가 저렴 • 시공이 용이하며 공기가 짧음	• 무게가 가벼워 시공이 용이하며 공기가 짧음 • 내충격성, 내부식성이 강함
단 점	• 공사비 고가 • 양생기간이 길어 공기지연 • 접속관거의 접합시 수밀성이 요구됨	• 시공 실적이 적음. • 맨홀의 높이가 다소 차이가 있음	• 시공 실적이 적음 • 공사비 매우 고가 • 무게가 가벼워 부력에 대한 검토 요구
검 토 의 견	• 본 사업지구에 적용할 맨홀은 시공성 및 경제성에 유리한 현장타설 맨홀로 건의		
선정	◎		

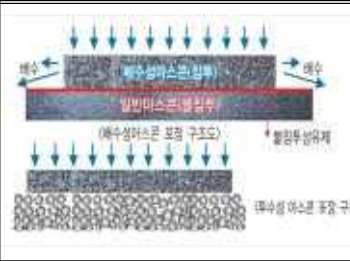
· 오수관

구 분	PE 이중벽관	유리섬유 복합관	원심력 철근콘크리트관
형 상			
생산규격	Φ150~Φ1,200MM	Φ150~Φ3,000MM	Φ200~Φ1,500MM
생산길이	L = 6.0 M	L = 4.0~12.0 M	L = 2.5 M
관 연결방법	• 관과 관의 연결은 플랜지 볼트체결식, 전기용착식, 환봉지지결합식 등 • 타종관과의 연결은 맨홀을 설치하거나 천공 후 분기관을 사용함	• 소켓접합(고무링 사용) 및 유리섬유 커플링접합 • 타종관과의 연결은 몰탈 또는 수지 를 이용 직접 접합	• 소켓접합(고무링 사용) 및 수밀벨트(밴드) 접합 • 타종관과의 연결은 몰탈을 이용 직접 접합
장 점	• 연성관으로 외압에 강함 • 중량이 가벼워 어떠한 지형에도 배관이 용이함 • 부식에 강함 • 수밀성이 우수함 • 조도계수가낮아 통수효율이 높음	• 저중량으로 취급 및 시공 용이 • 내약품성, 내식성, 내마모성, 내한성이 우수 • 연성과 강성의 특징을 모두 가지고 있어 단기충격에 대한 저항성과 외압 강도도 우수함	• 내식성, 내구성우수 • 강성관으로 외압에 강함 • 중량이 무거워 부력에 강함 • 하수관거로서 가장 많이 사용 • 공사비 저렴
단 점	• 전기용착시 안전사고 및 기후에 장애를 받을 수 있음. • 다짐 불량시 다소의 변형이 우려됨.	• 강연성관이므로 되메우기시 85% 이상의 다짐이 요망됨 • 압송구간인 경우, 곡관부 설치시 별도의 보호공 필요	• 횡방향 변형에 취약 • 중량이 무거워 취급 및 시공 불리 • 습식생산방식으로 동절기 동파 우려 • 기초콘크리트 시공으로 공사비 증가
검 토 의 견	• 강도, 내구성, 시공성, 수밀성, 경제성 및 하수관거 정비에 주로 사용되는 관종등을 종합적으로 검토한 결과 수밀성이 우수하고 연결시공 및 중량이 가벼워 운반과 시공성이 우수한 PE 이중벽관을 건의함		
선정	◎		

• 우수관

구 분	원심력 철근콘크리트관	수지 파형 강관	진동 및 전압콘크리트관
형 상			
생산규격	Φ200~Φ1,500MM	Φ300~Φ2,600MM	Φ300~Φ1,200MM
생산길이	L = 2.5 M	L = 6.0 M	L = 2.5 M
재 질	• 철근콘크리트를 원심력 다짐에 의해 성형한 관으로 벽체내에 철선을 삽입하여 제조한 관(강성관)	• 파형강관의 부식을 방지하기 위하여 합성수지를 피복한 관(가요성관)	• 철근콘크리트를 진동 및 롤방향을 이용한 관으로 벽체내에 종선나선 및 사선등의 철선을 삽입하여 제조한 관(강성관)
관 연결방법	• 소켓접합(고무링 사용) 및 수밀벨트(밴드) 접합 • 타종관과의 연결은 몰탈을 이용 직접 접합	• 커플링밴드방식의 접합 방법으로 볼트 너트를 이용	• 소켓접합(고무링 사용) • 타종관과의 연결은 몰탈을 이용 직접 접합
시 공 성	• 중량이 무거워 관 운반, 취급 및 거치가 불편하고 기초 콘크리트 타설시 시공기간이 길어짐 • 소켓고무링 접합시 용수 유출구간에서도 작업이 가능	• 이형관 생산이 가능하고 곡선 및 분기점 시공이 용이 • 관 연결시 관에 흠집이 발생하면 부식의 우려가 있어 하수관 수명에 영향을 미칠 염려가 있음	• 중량이 흙관의 약1.5배 정도되어 작업시 속도가 느리고 부등침하 우려가 있음 • 관의 외경이 크므로 배토량이 많음 • 소켓고무링 접합시 용수 유출구간에서도 작업이 가능
검 토 의 견	• 강도, 내구성, 시공성, 수밀성, 경제성 및 하수관거 정비에 주로 사용되는 관종등을 종합적으로 검토한 결과 원심력 철근콘크리트관(흙관)을 건의함		
선정	◎		

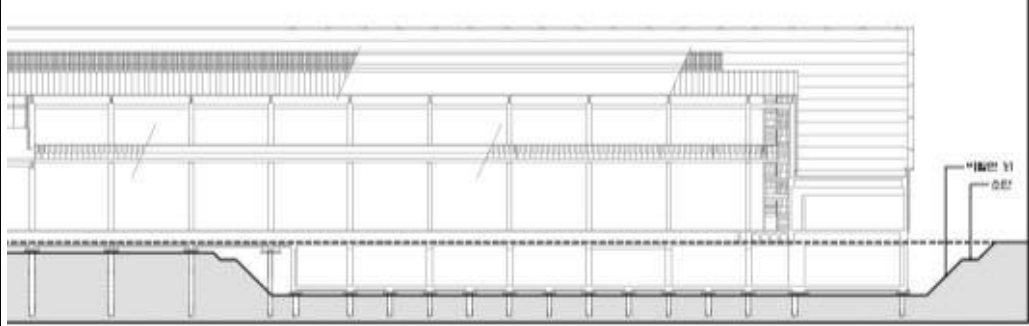
• 도로포장

구 분	아스콘 포장	콘크리트 포장	저소음 배수성 포장
형 상			
장 점	• 공사비가 저렴하며 시공이 간편 • 포장 후 부분 보수 용이 • 소음이 적고 평탄성 및 승차감 양호	• 중차량에 대한 적응도 양호 • 변형 발생률 적음 • 유지보수비 저렴	• 차량주행 소음감소 (50%~80%) • 빗길 미끄럼 방지 • 내구성 증대, 승차감 양호
단 점	• 중차량에 의한 소성변형 발생 • 강우시 미끄럼저항성 불리	• 국부적인 파손시 보수 어려움 • 시공 줄눈 등으로 인한 평탄성 불량 • 장기간 양생 필요	• 고가의 공사비 • 노면 배수시설 추가 필요 • 시공시 온도 및 조인트 관리 주의
공사비 (㎡)	30,000원	50,500원	43,000원
검 토 의 견	• 기존단지내 연결도로 아스콘 포장과 동일한 재료로 연속성을 두어야 함.		
선정	◎		

- 구조물 굴착 검토
- 구조물 굴착공법 비교

구 분	사면 개착공법	아일랜드공법	흙막이식 개착공법
형 상			
장 점	• 공사비가 작음 • 경제적이며 능률적임 • 기계시공이 가능하며 공기를 단축 할 수 있음 • 대규모 평면에 유리	• 지보공이 적어도 됨 • 넓은 면적에 걸치는 굴착에도 지보공의 이완 수축이 작음 • 대지경계면 가까이 건물을 설치할 수 있음	• 부지에 충분하게 구축물을 세울 수 있음 • 연약지반에서도 시공이 가능 • 비탈면 개착공법보다 되메우기 토량이 작음
단 점	• 연약지반에서는 법면 구배가 작게 되어 넓은 면적이 필요 • 지하수나 우수에 의한 법면 붕괴 위험성 • 굴착높이가 깊은 경우 토공이 많아져 공사비가 증가	• 연약지반의 경우 비탈에 가까워지므로 깊은 굴착에는 적합지가 많음 • 지하공사를 2회에 나누어서 시공하게 되므로 공기가 길어짐	• 비탈면 개착공법에 비하여 공사비가 비싸고 공기가 길어짐 • 굴착중 기계능력에 제약이 있음 • 굴착면적이 넓은 경우 지보공의 이음부분의 이완수축의 영향이 커짐
공사난이도	매우 유리	불리	유리
선정	◎		

- 굴착계획

Open Cut 계획도	
공법 개요	• 사면경사를 이용하여 굴착하는 방법 • 인력 및 기계에 의한 굴착, 공사비 저렴, 공기단축 가능

○ 기계설비

- 개 요

- 농어촌연구원에서 기 구축한 수리종합시험연구동과의 연계를 통해 초대형 인프라 구축
- 최첨단 계측시설 도입을 통한 연구 신뢰도 확보
- 소방법 및 기준을 만족하는 소방시설 구축으로 화재 예방

- 펌프(실험수 공급용)

- 펌프 용량 결정

기존 새만금연구동 펌프 용량	• 3.0 m ³ /s
한강의 100년 빈도 홍수량	• 34,370m ³ /s
펌프 용량	• 34,370m ³ /s / (50×50×√50) =1.944m ³ /s
급경사수로 공급유량	• 2.0m ³ /s
펌프용량 결정	• 1.944 + 2.0 = ≒ 4m ³ /s

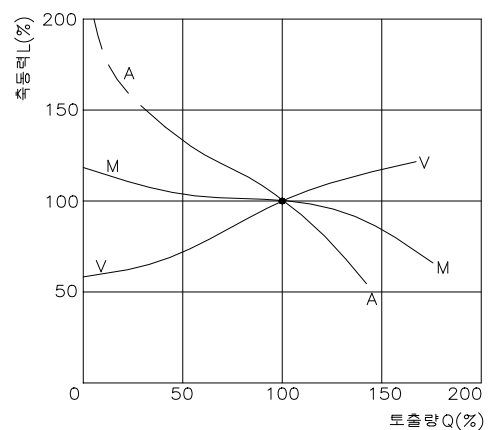
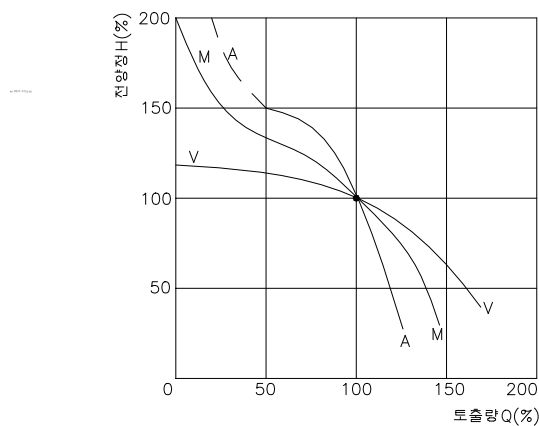
- 펌프형식 및 기종선정

<일반사항>

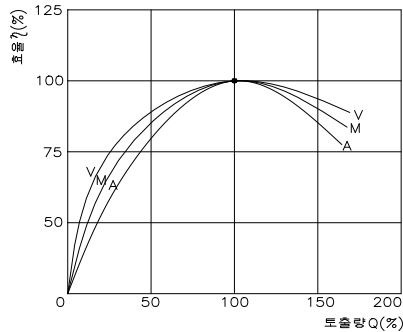
펌프의 형식을 결정함에 있어 토출량, 전양정, 설치조건, 사용목적, 경제성, 신뢰도 등 종합적인 검토가 필요하며 특히, 펌프의 흡수위가 수시로 변화되어 펌프의 성능에 직접적으로 영향을 미치게 되므로 각 펌프의 형식별 특성을 충분히 검토하여 그 사용목적에 적합한 펌프형식을 선정하여야 한다.

<펌프의 특성곡선 비교>

(a) 양정곡선(H-Q)



(C) 효율곡선(η - Q)



구 분	사류펌프	축류펌프	원심펌프
양정특성 (H-Q)	• Q-H 곡선은 우측으로 급하게 기울어지며, 정규양정보다도 높은 양정에서는 변곡점이 있음 • 정규양정의 130~160%사이에는 특성이 불안정하게 되고 소음이 발생 • 양정변화에 대해 토출량 변동이 원심펌프와 사류펌프보다 적음	• Q-H 곡선은 우측으로 기울어지며, 그 구배는 원심펌프와 축류펌프의 중간정도 • Q=0 부근에서 양정은 사양점 양정의 약 200%까지 높아짐 • 양정변화에 대해 토출량 변동이 원심펌프보다 작으나 축류보다 큼	• Q-H 곡선은 우측으로 기울어지며, 그 구배는 Q가 사양점 이상으로 크게 될 경우 사류펌프에 가까운 기울기가 됨 • Q=0 부근에서 터빈펌프보다 기울기가 약간 높게됨 • 양정변화에 대해 토출량 변동이 사류나 축류보다 큼
축동력 특성 (L-Q)	• Q=0에서는 정규축동력의 180~220% 정도로 높아짐 • Q-P 곡선의 좌측으로 기울기가 급하게 되고 정규양정의 130% 양정에서 축동력은 약 115% 정도로 됨	• Q=0에서는 정규축동력의 대해 100~130% 정도 올라감 • Q가 변화하여도 축동력 변화가 작음	• Q=0일 경우 P는 최소가 됨 • 최고 효율점 변화가 완만하여 유량증가에 따라 축동력도 증가함
효율 특성 (η-Q)	• Q-η곡선의 곡선도는 곡선구배가 급하게 그려짐	• Q-η곡선의 곡선도는 원심펌프와 축류펌프의 중간	• Q-η곡선의 곡선도는 완만

〈펌프의 형식별 비교〉

구 분	입축사류펌프	수중축류펌프	양흡입 와권펌프
형 상			
회전차 형식	혼류형 회전차 (Mixed Flow Impeller)	축류형 회전차 (Axial Flow Impeller)	반경류형 회전차 (Radial Flow Impeller)
특징	• 모터가 지상에 있어 유지관리에 유리 • 유지관리비 저렴 • 초기 투자비 다소 높음 • 소음진동이 다소 높음	• 소음, 진동이 적음 • 펌프, 모터 일체형으로 이동이 용이 • 유지관리가 불리 • 효율이 떨어져 전력량 증가	• 모터가 지상에 있어 유지관리에 유리 • 효율이 입축사류보다 좋음 • 유지관리가 다소 불편 • 초기 투자비 낮음
효 율	중	소	대
양정/유량	저양정 대유량	저양정 대유량	고양정 대유량
경제성	중	중	소
유지관리성	대	소	중
설치공간	중	소	대
선 정	◎		

· 펌프 제원

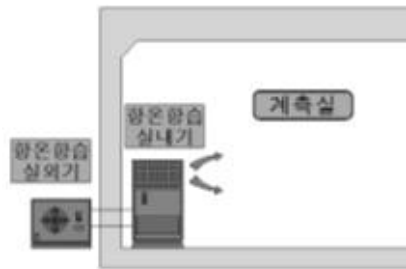
항 목	단 위	제 원		비 고
품 명	-	펌프 (P-1)	펌프 (P-2)	
형 식	-	입축사류	입축사류	
구 경	mm	400	400	
흡입, 토출 방향	-	수직, 수평	수직, 수평	
수 량	대	6	6	
유 량	m ³ /min	20	20	대당
실 양 정	m	14.5	6.3	
전 양 정	m	15.43	7.13	관 마찰손실 고려
펌프 회전수	rpm	1,160	1,160	
펌프 효율	%	74	72	
소요 동력	kW x P	75 x 6	37 x 6	
사용 전원	Ø / V / Hz	3/380/60	3/380/60	
연결 플랜지	-	(KS B 1511 10K)	(KS B 1511 10K)	

- 환기설비

실 명	면적 [m ²]	체적 [m ³]	환기횟수 [회/h]	환기량 [m ³ /min]	개 요 도
전기실	276	1490	5	130	
소화펌프실	103	556	5	50	
펌프실-1	221	1,492	5	130	
펌프실-2	53	233	5	20	
펌프실-3	50	220	5	20	
설치 및 협의사항	• 환기횟수는 건축기계설비 설계기준 (2010)에 의함 • 강제급기, 강제배기로 각종 전기 및 기계 장비에서 발생하는 열제거				

- 냉난방설비

· 개요

실 명	면적 [m ²]	체적 [m ³]	냉방부하 [kW]	냉방부하 [kW]	개 요 도
계측실	166	530	38	26	
외기 온습도기준	냉방시 : 31.2℃(건구온도)/25.5℃(습구온도) 난방시 : -12.4℃(건구온도)/70%(상대습도) 건축물의 에너지 절약 설계기준에 의함				
실내 온습도기준	건구온도 : 24℃ / 상대습도 : 45% 건축기계설비 설계기준에 의함				
설치 및 협의사항	- 냉난방부하는 대한설비공학회 ‘RTS-SAREK 프로그램’ 계산에 의함 - 냉방, 난방 및 가습, 제습을 통한 온도 및 습도 유지				

· 향온향습기 선정

실 명	공냉식	수냉식
개 요		
설비 구성	간단하다 (실내기, 실외기, 냉매배관)	복잡하다 (Dry Cooler, 냉각수 순환펌프, 보충수 탱크, 냉각수 배관)
배관 길이	계측실내 실내 유니트와 외부의 실외 유니트간 배관길이는 30m 이내로 하는 것이 좋다.	- 냉각수 배관은 길이에 크게 제한을 받지 않는다. - 부식의 우려
설비비	- 수냉식 보다 적게든다. - 소규모 건물이나 시설에 적용한다.	- 다소많이 든다. - 실내기와 실외기간의 거리가 먼 경우 적용한다.
운영관리	- 운영관리 용이하며 유지비가 적게든다. - 계절에 관계없이 운영이 가능하다.	- 계절에 관계없이 운영이 가능하며 관리가 다소 불편하다. - 외기 온도가 빙점 이하 일때는 부동액을 보충해야 한다.
선 정	◎	

- 배관
- 배관 선정

구 분	배관용 탄소 백강관 (KS D 3507)	스테인리스 강관 (KS D 3588)	폴리에틸렌 피복강관 (KS D 3607)
자 재 sample			
생산규격	D15~600mm	D150~1,000mm	D150~2,000mm
장 점	• 흑관에 아연을 도금하여 내식성을 키움 • 가격이 비교적 싸다. • 가공성이 좋음	• 녹이 슬지 않아 급수관 사용에 적합 • 가공성과 용접성이 우수 • 고강도로 경량화가 가능	• 강도가 크고 내구성이 있음 • 강인성이 뛰어나고 충격에 강함 • 가공성이 좋음
단 점	• 중량이 스테인리스 강관에 비해 무거움	• 강관에 비해 가격이 비쌈	• 내외의 방식면에 손상을 입히면 부식되기 쉬움 • 이음부 내부도 용접을 하므로 시공성 낮음
단 가	70%	100%	90%
선 정	◎		

- 배관 접속 방법

실 명	용접 방식	조인트 방식
자 재 sample		
장 점	• 기밀성과 수밀성이 우수 • 이음의 효율이 높다 • 규격(외경, 두께)에 제한을 받지 않는다	• 신속한 작업으로 공정이 빠름 • 공사비가 저렴하다 • 균일한 품질 유지 • 유지보수 용이
단 점	• 품질 검사가 곤란하다 • 배관절단 및 용접에 의한 유지보수가 어려움	• 기밀성이 용접방식보다 다소 미흡 • 화재에 취약성이 있다
선 정	◎	

- 계측설비

- 개요 : 대형 수리모형 실험시설의 자동운전설비는 계측실에 PLC(Programmable Logic Controller) 패널과 HMI(Human Machine Interface)를 갖추어 원격으로 펌프의 기동, 정지 명령과 펌프의 운전 상황을 감시하고, 주요 수리모형에 공급 되는 수량을 자동 조절 하는 조절밸브와 유량측정계측기를 설치하여 수량을 자동조절 감시 하도록 설계 되었다.

• 자동운전설비 구성

자동운전설비	구 성
PLC & HMI 설비(계측실)	- HMI Hardware & Software - CPU: Intel Core i5 이상 - 2 Giga DRAM 이상 - 500 Giga HDD 이상 - O.S: Windows 7 이상, Graphic Display - 24“ TFT Monitor, Printer, Others - PLC Hardware & Software - I/O Cards, 24V DC Loop - Battery Back-up, Terminal Block - Enclosure Panel & Others
유량측정계측기	- Ultrasonic Flow Transmitter(Insertion Type) - Output Signal: 4 - 20mA DC, 2-Wire
조절밸브	- 구동부: MOV(Motor Operating Valve) - 몸체: Butterfly - Modulating Control, 4 - 20mA DC, 2-Wire - Enclosure: Weather-proof

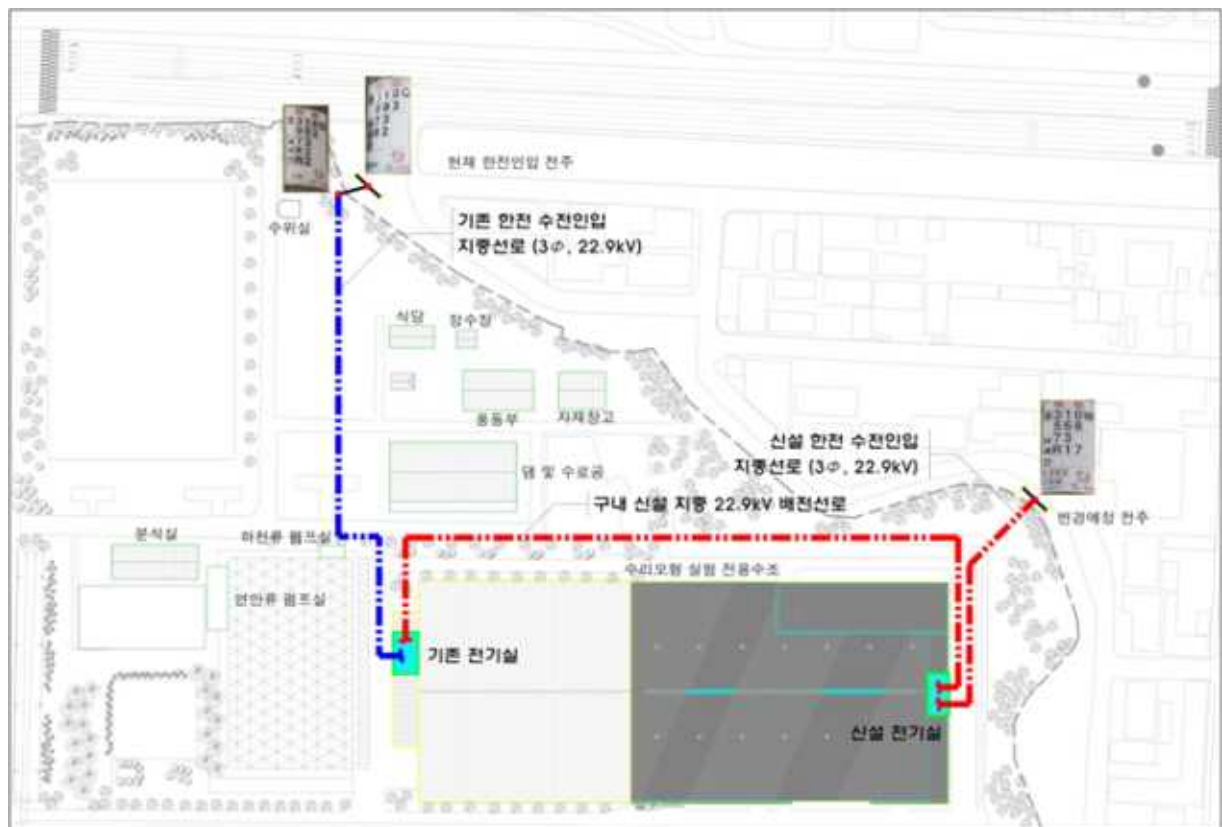
○ 전기, 정보통신

- 공급 및 인입 계획

- 모든 실험장비의 동시 운영이 가능한 전기공급계획 수립
- MAIN TR을 기존에서 증설치 아니하고 신설전기실에서 전력을 공급 안정성을 꾀함
- 전기 공급 계획

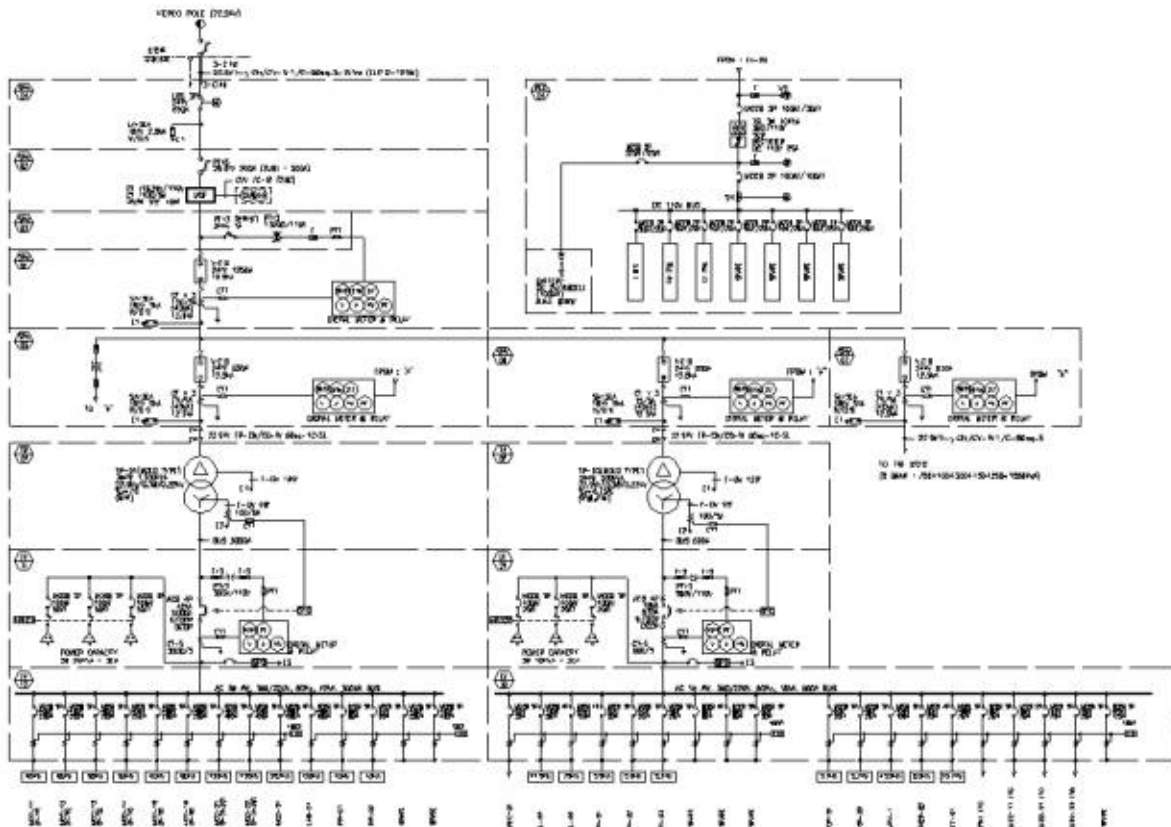
구 분	설비 용량	비 고	개 요 도
기존설비	1550[kVA]		
대형수리모형 (신설 설비)	1500[kVA]	TR-01	
	300[kVA]	TR-02	
총 수전용량	3350[kVA]		

· 전력 인입 계획



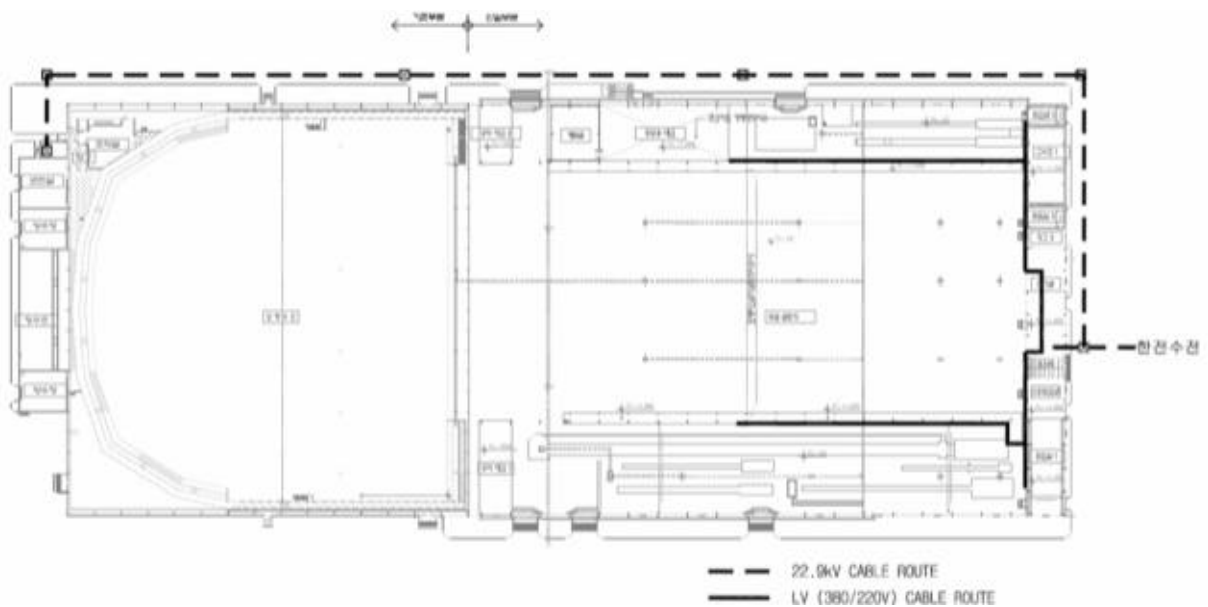
- 수배전 설비 계획

22.0kV SINGLE LINE DIAGRAM



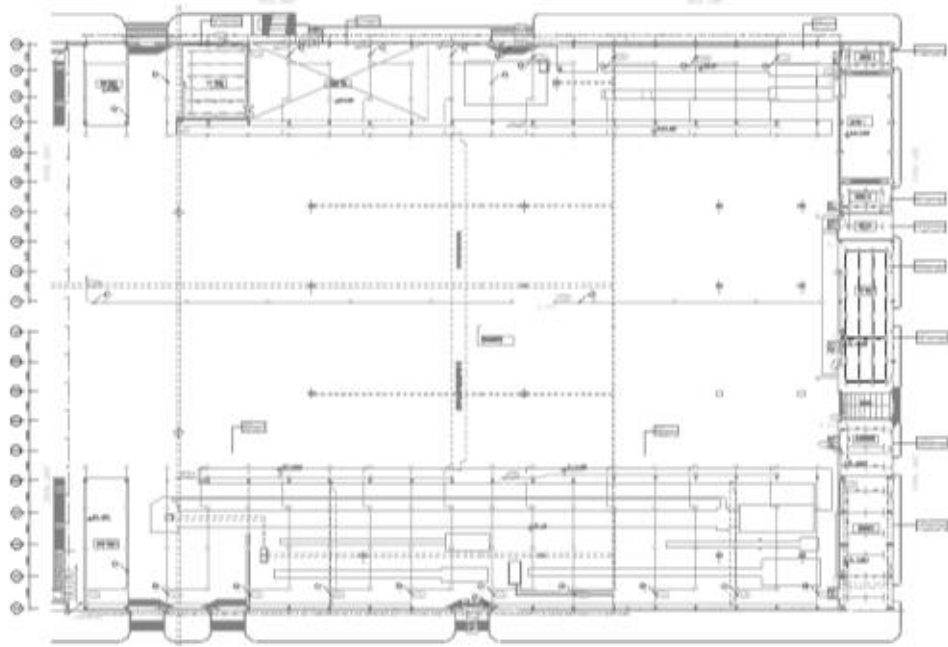
- 한전 수전하여 각 1, 2 변압기(신설설비)와 1회선 기존설비로 분기
- 한전으로부터 3상 22.9kV 1회로를 수전, 1회선 기존설비회로에 주 차단기 (VC치)

- 전력인입동선 및 전원 케이블 루트



- 조명계획

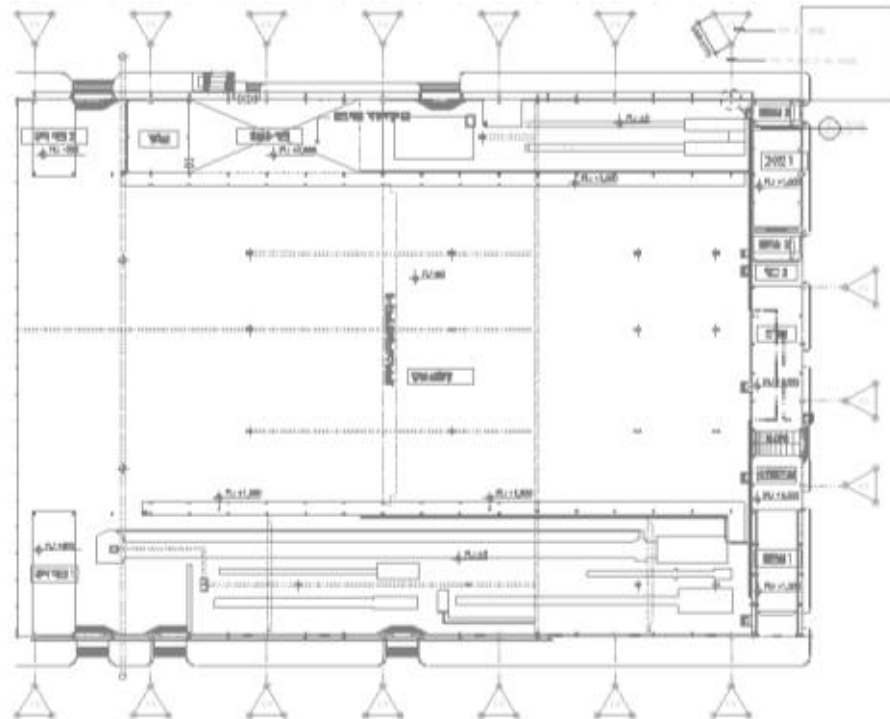
전등 및 전열 평면도



- 주요실 조도기준 : 전기실 300lux, 펌프실 200lux, 실험시설 300lux

- 접지설비 계획

접지설비 평면도

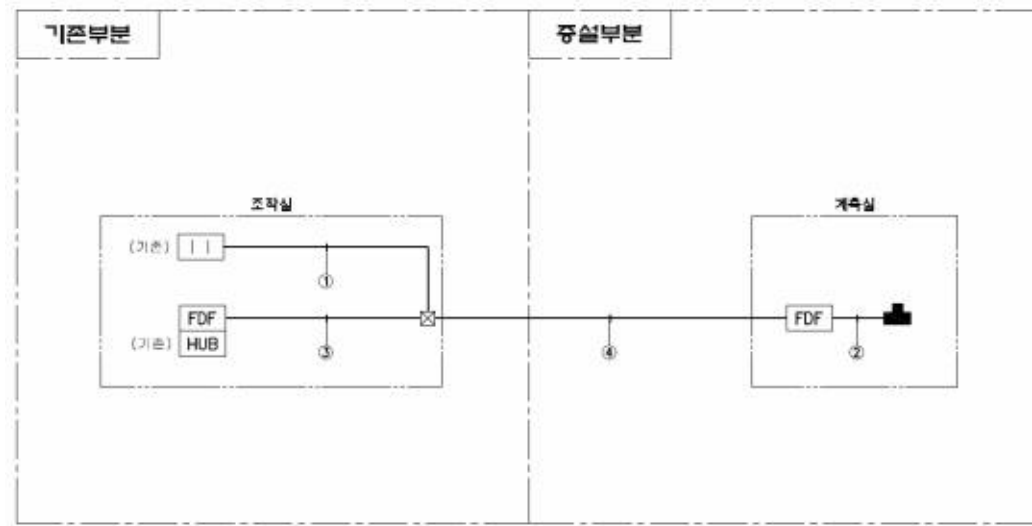


- 기존 건축물의 지붕층에 고전압 펄스 피뢰침 1개가 있어 기존건축물을 포함한 회전구체법을 적용

- 통신설비 계획

- 개요 : 건축법 시행령 제87조 4항에 의거 공동주택과 업무시설에만 설치되므로 MATV, CATV, 위성방송설비와 CCTV, 출입통제설비는 설계 미 적용.
- TEL & LAN 설비 적용

통신설비 계통

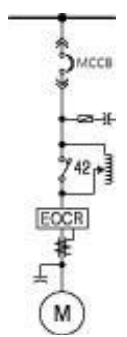


- 주요기기 선정

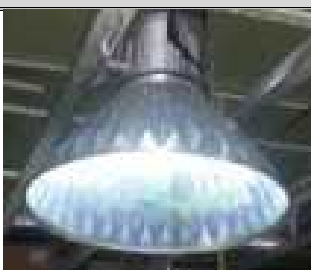
- 수배전 및 동력설비

고효율 몰드 변압기	자동역률 조정장치	간설부설 방식
		  
· 고효율로 전력비 절감 · 전압조정용 탭 절환장치	· 전력계통선로 개선역률 95% 이상 유지	· 전력, 동력설비 난연케이블 (TFR-CV) 적용 · 케이블 트레이 배치

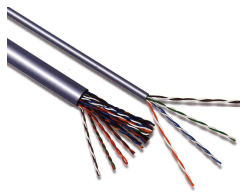
• 전동기 기동방식

구 분	내 용	기동 회로
개 요	전동기의 1차측에 리액터를 넣어 기동시에 전동기의 전압을 리액터의 전압강하분 만큼 낮추어서 기동	
특 정	- 리액터를 이용하여 전동기 단자전압을 감압하여 기동 - 원활한 가속 가능 - 기동 전류가 적음	
적용 대상	저수조 배수용 펌프	리액터 기동

• 조명설비

주요실명	조도 기준(lux)	조명 기구	
전기실	300		
펌프실	200		
실험시설	300	형광등	메탈헬라이드

• 통신설비

구 분	수구의 형태	배 선	통합수구
자 재 sample			
개 요	RJ-45Jack 8Pin	UTP Cable (CAT 5E)	전화, DATA, TV
적 용	- 전화 설비는 정보화를 고려 성형 배선으로 설계 - 시공성 및 편리한 유지관리를 위하여 통합단자 설치 및 통합수구 적용		

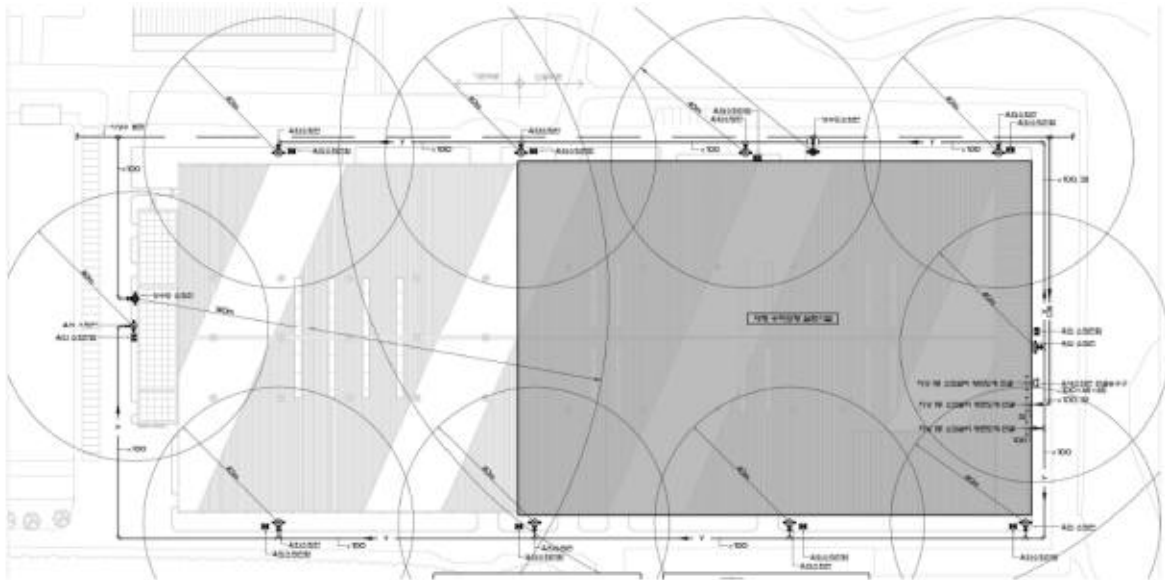
○ 소방시설 (기계, 전기)

- 소방법 및 기준을 만족하는 소방시설 구축으로 화재 예방
- 화재에 의한 인적, 물적 자원의 2차 피해 방지
- 설치기준 및 적용설비

구 분	국가화재안전기준 (NFSC)		설치기준	적용 여부
소화 설비	소화기구	NFSC 101	• 연면적 33㎡ 이상 소방대상물 • 보행거리 20m 기준 설치 • 전지역에 적용 • 부속용도별로 추가하여야 할 소화기구(별표4) 설치	◎
	옥내소화전 설비	NFSC 102	• 연면적 3천㎡ 이상(지하가 중 터널은 제외한다) 이거나 지하층·무창층(축사는 제외한다) 또는 층수가 4층 이상인 것 중 바닥면적이 600㎡ 이상인 층이 있는 것은 모든 층	◎
	옥외소화전 설비	NFSC 109	• 지상1,2층 바닥면적의 합계가 9,000㎡ 이상인것	◎
	상수도 소화용수설비	NFSC 401	• 연면적 5천㎡ 이상인 것	◎

- 옥외소화배관 배치

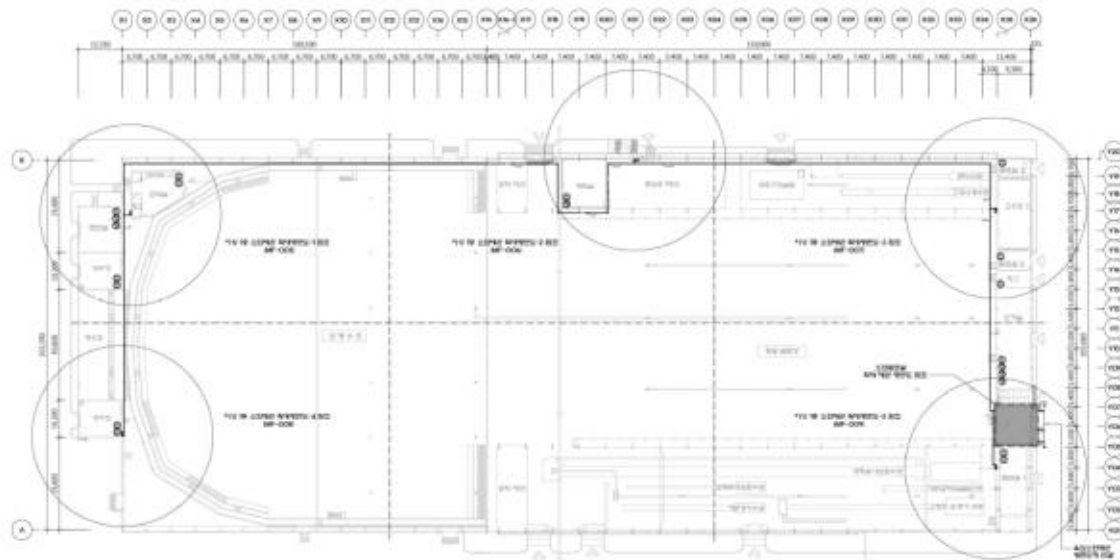
옥외 소화배관 평면도



- 옥외소화전 및 소화전함 10EA, 상수도소화전 2EA, 쌍구형 연결송수구 1EA 배치

- 옥내소화배관 배치

지상 1층 소화배관 평면도



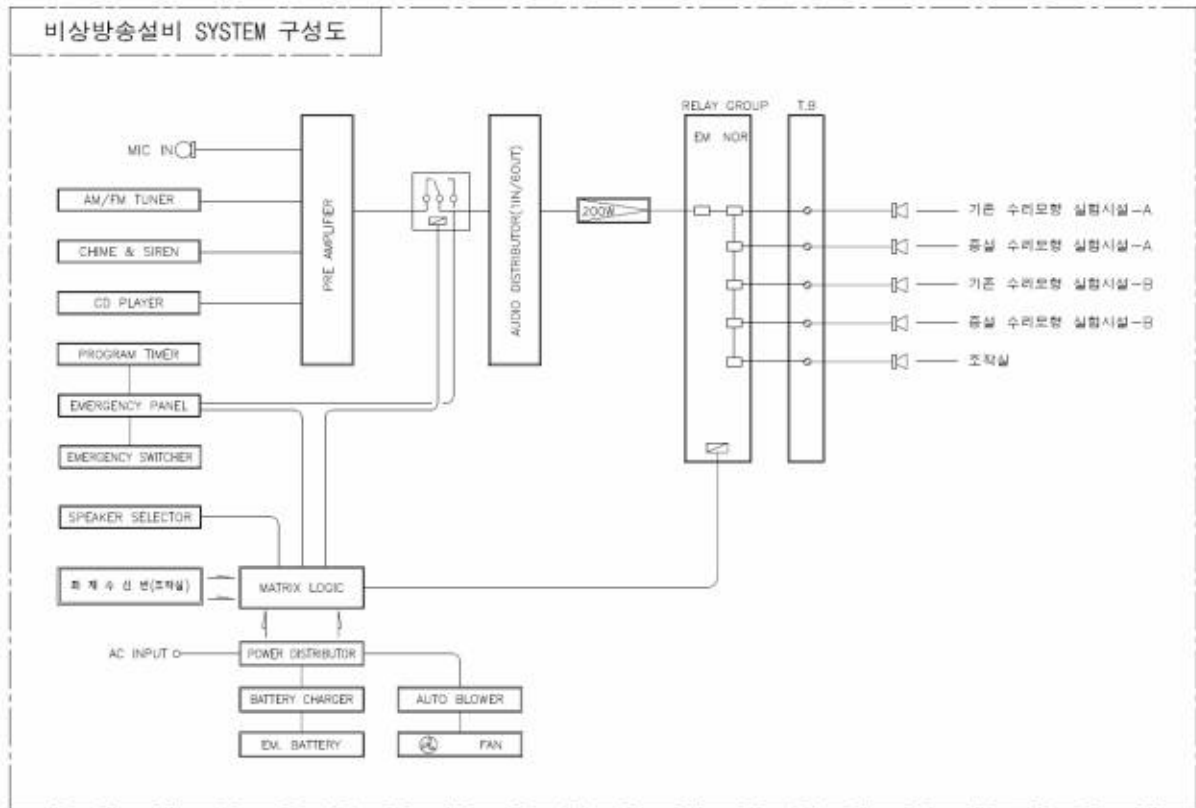
- 옥내소화전 5EA 배치
- 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제11조 3에 의거 전기실은 옥내소화전 방수구 설치 제외
- 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제11조 4에 의거 정수조, 모형수조, 증설실험장, 공작테크, 홍보용테크, 성층구조실험, PIV수로, 고정식개수로, 대형유사순환수로, 소형 유사순환수로, 가변경사수로, 가변식하도실험수로, 고정식급경사수로 부분은 옥내소화전 방수구 설치 제외

- 자동화재탐지설비 계획



- 법규 및 기술기준에 따라 적합한 시설이 될 수 있도록 계획
- 신속한 화재경보로 초기에 화재 진압하여 인명과 재산피해 최소화

- 비상방송설비 계획

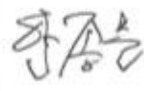
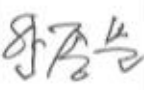


	시민의 행복을 가합니다. 전통을 전합니다. 안 산 시
수신 수신자 참조 (영주) 제목 건축허가사항변경(2차) 달림[한국농어촌공사] 1. 귀하의 무궁한 발전과 번영을 기원합니다. 2. 귀하께서 무리시 회는 제298089호(2015.11.20.)로 특수장선 삼육구 사들 1031-7번지 상의 건축허가사항변경(2차) 신청에 대하여 「건축법」 제16조 및 제27조 규정에 따른 건축사의 초점조사·감사 및 확인업무 대행 규정에 따라 아래와 같이 변경 처리되었음을 알려드립니다. 거. 건축허가사항변경 이행사항 : 면적서 납부, 국민주택용량 폐입(제출: 300,000) 나. 건축허가사항변경 현황 1) 건 축 주 : 한국농어촌공사 2) 위 치 : 연천시 삼육구 사들 1031-7번지 3) 건축규모 가) 대지면적 : 553.38㎡ 나) 지 역 : 자연녹지지역 다) 건축면적 : 36,757.09㎡ [건폐율 : 7.02%] 라) 연 면 적 : 52,227.54㎡ [용적률 : 9.15%] 마) 구 조 : 철근콘크리트조, 철골조 4) 주 용 도 : 교육연구시설(연구소) 5) 주차대수 : 40대 * 설계연관내역 - 수인모형설치시설 승계(15,334,71㎡)	
붙임 1. 건축허가사항변경결정 1부. 2. 건축허가 안내문 1부. 끝.	

14 康城智城教育品牌 智城教育·品牌

○ 건축구조심의

안산시 건축소위원회 심의조치결과보고서

	심의검토사항	조치내용	반영/미반영	확인
1	PEB 철골시스템에서 현재설계도서에는 부재의 두께가 누락되어 구체적 확인이 어려우니 두께가 표시된 도면을 제출바람	- 두께 표시된 도면 제출함.	반영	
2	지하저수조 및 고수조 등 철근콘크리트 구조로 계획된 경우에 대하여 1) 지수조의 특성상 항시 수분과 접촉하여야 하는 구조이고, 노출콘크리트로 계획된 점을 고려하여 내구성 설계가 필요한 것으로 판단됨 → 콘크리트구조설계기준 4.5 내구성설계 참조하여 노출등급에 따른 최소 설계기준콘크리트 압축강도 및 물-결합제비 확인바람.	-	반영	
3	지하저수조 및 고수조 등 철근콘크리트 구조로 계획된 경우에 대하여 2) 콘크리트구조설계기준 4.2규열에 따르면 수조와 같이 특히 수밀성이 요구되는 구조물의 경우 동기준 부록 III에 따라 허용균열폭을 검토하여 규정하고 있으므로 이에 대한 추가 검토가 요구됨.	-	반영	

○ 신재생에너지 설치의무화 면제



"에너지의 최후방" 또는 Global Top 경쟁기업"

한국에너지공단

수신자 한국농어촌공사 농어촌연구원
(경유)

제 목 신재생에너지 설치의무화 면제 관련 심사위원회 결과 안내(건물명:대형 수리모형 실험시설)

1. 귀 기관의 무공헌 활동을 기원하오며, 「신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정」 제46조(설치의무 면제대상 건축물 등) 관련입니다.

2. 위의 관련하여 귀 기관에서 신청하신 신재생에너지 설치의무화 면제요청에 대하여 관련 심사위원회를 개최(2015.07.21)하였으며, 그 결과 다음과 같이 「면제특정(조건부)」으로 결정되었습니다.

3. 다만, 해당 수리모형 실험 건물용 냉난방 및 냉·난방 용량 증대 등 냉·난방 시설이 필요하다고 판단되지만, 전체 면적이 아닌 일부용 공간에 대해서는 신재생에너지 설비의 설치가 필요하다고 사업자의 업무용 공간에 대한 설치의무화 정도 이해에 한하여 인정해 주시기 바랍니다.

- □ 별 -

신청번호	기관명	면제범	심사위원회의 결과	비고
201507070005	한국농어촌공사 농어촌연구원	대형 수리모형 실험시설	면제 면제특정 (조건부)	-

붙

신 재생 에 너 지 센 터 소



직인
나도면
부
이도면
부
일련번호

참조자

시행 신재생에너지법(제194호) (2015.07.29) 제4호
우 408-394 경기도 용인시 수지구 불문대로 388(용인시청) / www.energy.go.kr



"에너지의 최후방" 또는 Global Top 경쟁기업"

한국에너지공단

수 신 한국농어촌공사사장 (경부산하기관일련번호)
(경유)

제 목 신재생에너지 설치의무화 면제변경 승인(건물명:대형 수리모형 실험시설)

1. 관련근거
→ 신재생에너지법(제194호(2015.07.29)) 「신재생에너지 설비의무화 면제 관련 심사위원회 결과 안내(건물명:대형 수리모형 실험시설)」
→ 연구농공-2572(2015.12.16.) 「신재생에너지 설치의무화 면제내용 변경 요청(건물명:대형 수리모형 실험시설)」

2. 위의 관련하여, 설치의무가공 승인 심사위원회(2015.07.21.)를 통해 결정된 「조건부면제(신청번호:201507070005)」건에 대해 최종 실시설계 및 건축허가 시 업무용 공간이 이 변경된 점을 고려하여 다음과 같이 면제 변경승인을 통보하오니, 업무에 참조하시기 바랍니다.

- □ 별 -

신청번호	남초	변경	사유	면제여부
201507070005	수리모형실험장을 폐지한 업무용 공간에 대한 신재생에너지 설치의무화 면제	“대형 수리모형 실험 시설” 신청건 면제 처리유이행(조건부면 승인)	업무용 공간 미설계	면제

붙

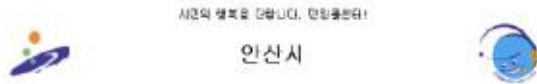
신 재생 에 너 지 센 터 소



직인
나도면
부
이도면
부
일련번호

참조자

시행 신재생에너지법(제194호) (2015.07.29) 제4호 연구농공-2572 (2015.07.26.)
우 408-394 경기도 용인시 수지구 불문대로 388(용인시청) / www.energy.go.kr
전화 031-200-4000 / 팩스 031-200-000 / info@energy.go.kr



수신자 한국농어촌공사사장

(경쟁)

저자 교통안전문화의 개선대책 심의완료 홍보(농어촌연구원 대청수리모형
실험시원 중축)

1. 한국영어총공사 영어사전연구원 연구보고-2336 (2015.12.01.)호와 관련합니다.

2. 『동서문헌연구』 발행주체로써 출판물과 교섭협약의 체결목적에 대하여 2015년 제1차 양산시 교섭협약회의 개최목적 심의를 거친 결정절차로 한 것을 『도서교섭절차 순경본』 제16조제4항의 규정이 의거 다음과 같이 통보하였으니,

3. 사업자는 본 조항하의 정보공개청구 고지하여 사업계획 등을 작성하기 위하여, 머슴사람을 시험할 때 정보공개청구 제14대칙(머슴 사업계획 등에 반영된 계획)을 이행하기 바랍니다.

가. 심의일자 및 의결내용 : 2015. 11. 19. / 수정의결(지원위원결로)

나. 양건번호 : 2015-01

다. 개선필요사항 : 본점·점포

[illegible]

2) 사업자의 준수사항 이행(도)

3) DB시스템 등록(가형 제33조)

참고 문헌: 불임 교동영합분보·거선파역 심의결과 1부, 불.

안산시립

홍기영	권효원	고흥영	이영호	고흥영	정호원
-----	-----	-----	-----	-----	-----

WER

시행 : 교육정책과-19108 (2015.12.02.) 공수 : 연구농공-261 (2015.12.07.)

주 15360 경기도 안산시 외동구 중앙대로 899 (고잔동) / <http://www.hansin.net>

☎ 001-401-2376 / ☎ 001-401-3033 / info@jstj.com / www.jstj.com

교통영향분석·개선대책수립 결과

I | 주진배경

- 대형 수리모형 실험시설 구축을 목표로 연구교육복합단기 건축으로 인하여 참여연구원 주어진 교통여 영향을 미치는 요인이 발생
- 도시교통의 측면에서 교통영향분석개선대책의 수검대상 지역 및 사업 및 돌봄 시설형 제1조제 1항에 따라 교통영향분석개선대책 수립 용역을 실시하여 사업시행으로 인하여 발생할 교통영향을 평가하여 사업지 및 주변지역에 교통상의 장애 등 제반 교통영향을 미치는 영향을 검토부속하여 교통개선대책을 수립

II 주진면황

- 2015.10.15 교통정책학회·개원대학수업 보고서 제출
- 2015.11.06 사정절검토편 집수(안산시) → 농어촌연구원
- 2015.11.13 사정절검토보고서 제출(농어촌연구원) → 안산시
- 2015.11.18 교통정책학회·개원대학심의위원회 개최(안산시 교통정책과)
- 2015.11.23 수정절검토보고서 제출(농어촌연구원) → 안산시
- 2015.12.02 심의완료 통보(안산시) → 농어촌연구원

III 심의원료 주요 내용 및 예상 공사비

구분	내 용	예산 공사비
1	부 출입구 개량운영	-
2	주 출입구 외견반장(R=6.0~12.0m) 확대	3,500,000
3	주 출입구 진입로 미끄럼방지 포장 및 노면표시 설치	4,000,000
4	본관 앞 외견반장(R=6.0~12.0m) 확대	3,530,000
5	대합 수리도랑 실행시설 주변 보도 설치	9,200,000
6	연구원 내 횡단보도 설치 및 자전거 주차장 설치	19,700,000
7	경통 경계설 부근 경화대의 설치(1~2.0m, L=20.0m)	4,490,000
8	민사청, 과속방지막, 안내표시문 설치 등	10,550,000
합 계		53,470,000

III 양주대책

- 대형 수리모형 실험시설 준공시까지(2018년) 심의내용에 대한 이행을 완료해야 하므로 농어촌연구원과 IRBC추진단이 협력하여 추진

1. 농어촌연구원 교통 종합개선방안
 2. 종합개선안도

교통영향분석·개선대책 심의완료 통보서

【사업개요】

(심의번호) 2015-001

사 업 명	중어문 연구원 대형주요정보 정보시스템 등록공사	종 목	교육연구시설
사 업 기 간	2015년 ~ 2018년	사업시행자	한국농어촌공사 농촌진흥연구원
주 치	예산시 삼곡구 덕안로 870	절기대별차	(비 디오이벤트)
과 목	부지전적, ④	건축연면적 (㎡)	문 적 물 (%)
	551,387	52,245	8.15
사 업 형 태	시 설 의 결 구		사 업 의 결 구
	지 선	2층	합 계
	지 하	1층	-
	전 출 입 구 수	2개소	전 출 입 구 수
발생비용량 (2021년)	합 두 시	유형 : 231대, 용출 : 16대, 합계 : 247대	
	1 일	유형 : 527대, 용출 : 127대, 합계 : 1,054대	

【실의결과】 수질의결: 지정위원 검토 (2015. 11. 18.)

설 피 사 항		설 가 내 용			피 결 사 항
주차 시설	구분	비정주차	예약주요	계획주차	○ "수질의검토분석 내용과 같음"
	면적	262	335	442	
전 출 입 통 산	○ "수질의검토분석 내용과 같음"				○ "수질의검토분석 내용과 같음"
주변가로 및 교 차 로					
보 행 시 설					
교통안전시설					
대중교통시설					
기 타 사 항					

붙임 : 교통영향분석·개선대책 보고서, 사전검토토의서, 수정파결보원서 각 1부 (별송)

2015년 12월 2일

안산시 교통영향심의위원회 위원장

【덧붙임 1】 농어촌연구원 교통 종합개선방안

[illegible]

주 11 지점은 종합개선안도 및 불임 21 곳조

- 실시설계 관련 회의 자료
- 기술검토회(2015.08.21.)

기술검토회 결과보고

1. 검토안건 : 대형 수리모형 실험시설 구축 기본설계(안)
2. 제안부서 : 농어촌연구원 농공연구실
3. 회의일시 : 2015. 8. 21(금) 10:00 ~ 12:00
4. 회의장소 : 농어촌연구원 대회의실
5. 참 석 자 : 농공연구실장 외 19인(용역관리자, 설계사 포함)
6. 제안요지 : 기본설계에서 산출한 공사비가 예정공사비를 크게 상회하여 정상적인 사업추진을 위해 주요 공정별 계획의 타당성 및 공사비 내역을 검토하고 공사비 증대의 주요원인을 파악하여 대안을 제시하고자 함.
7. 검토내용 및 처리계획

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
신연수 (건축)	• 동일목적의 유사 시설물 사례에 대한 사업비 비교검토	• 본 시설물과 유사한 해양환경사물레이선실험센터(2010년 완공)는 m^2 당 공사비는 102만원이고 대형 수리모형 실험시설은 m^2 당 112만원으로 연물가상승률(2.5%)을 고려하면 사업비는 적절한 수준임	반영
	• 지하 저수조 설치에 따른 구조계산 및 파일전공 깊이에 따른 공사비 산출(저수조 하부 파일길이 재산정, 파일 형식별 공사비 절감방안 제시)	• 지하 저수조 설치에 따른 구조계산은 기반영 되었고 파일형식 및 길이산출을 재검토하여 반영하였음	반영
	• 토공사, 조정공사, 주차장 공사비 등 반영(표기)하여 공사비 산출서 작성	• 토공사 및 조정공사는 현재 반영되어있고 주차장은 교통영향분석에 따라 반영하겠음	반영
	• 적설하중에 대한 안전성 확보 및 지붕형태(기울기), 구조형식별 공사비를 검토하여 최대한 도출	• 적설하중은 구조기준에 맞추어 반영되어 있음 • 지붕형태는 유치제안대로 기존건물과의 같은 형태로 박공지붕으로 선정하였으며, 구조형식은 타공법과 비교검토하여 선정하겠음	반영

구 분	검 토 의 건	치 리 계 획	비 고
박미란 (건축)	철골, 지붕, 기초공사 등은 제안서 작성시와 변동 조건이 없는데 공사비가 2배 이상 증가한 합리적 이유 설명 미흡 및 설계도서에 내용 확인 불가함	- 유치제안시에는 실질적 구조계산이 되지 않아 공사비가 현저히 증가하게 되었음 - 현조건 맞는 최적의 공법, 자재를 선정하여 합리적 공사비가 산출되도록 노력하겠으며 미흡한 내용은 작성하여 제출하겠음	반영
김호준 (토목)	- 공사비를 절감시키기 위해서는 공사비 중 가장 비중이 많은 지붕공사의 변경이 필요하고 더불어 기존 실험시설의 충분한 규격을 이용하여 신규 실험시설을 만든다면 현 설계와 같이 65m*150m의 대형 규모는 불필요 할 것으로 판단됨 - 따라서 무기둥 공법이 아닌 중간에 기둥을 설치하고 트러스 지붕이 아닌 일반 지붕형태의 공법으로 변경하면 제안된 금액으로 조정 가능할 것으로 판단됨	향후 연구시설의 활용성과 공사비, 안정성 등을 감안하여 타공법과 비교검토를 하였고 PEB공법이 가장 적절하다고 판단하여 적용하였으며 중앙에 기둥을 설치하는 것이 공사비와 심의동에 유리하다고 판단되어 반영하였음	반영
	현 추진단계가 기본설계 단계로 향후 실시설계시 공사비 변동이 또 발생할 소지가 있으므로 기본설계와 실시설계를 동시에 추진토록 하여 설계단계의 공사비 증감요인을 제거할 필요가 있음	주요 공정에 대해 실시설계화하여 실시설계시 공사비 변동이 크지 않도록 시행하겠음	반영
	제시된 기초공법은 말뚝기초로 계획되어 있으나 말뚝간격 등이 조밀하여 시공시 어려움이 예상되는바 재검토 필요	말뚝간격은 규정상 25D를 띄워서 배치하였고, 구조 계산한 파일개수이며, 파일관경을 Ø400에서 Ø500으로 조정하여 개수를 조정하겠음	반영
	사무공간을 남향으로 배치함에 따라 관리자 등 인원의 동선이 길어지고 오수공사비가 증가되는 것으로 판단되니 기존 시설의 사무공간과 동선을 고려하여 북쪽에 배치함이 적절할 것으로 판단됨	사무공간은 공사비 절감과 주출입구 주진입을 북쪽방향으로 배치하여 주도로로 진입할 경우를 대비하여 북쪽으로 배치함	반영
강병운 (토목)	공사비 절감방안으로 제시된 신규 실험시설 사무동의 위치가 주차장과 분리되어 활용성이 저하될 가능성이 있으므로 재검토가 필요	교통영향분석에 따라 필요한 주차장 면적을 산출하여 북쪽에 배치하겠음	반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
	지하저수조 시공과정을 고려하여 기초설계를 시행하시기 바라며, 지질조사 결과를 고려시 지하수위가 높고, 지지력이 낮아 두부정리를 위한 굴착공정 여건이 열악할 가능성(굴착저면 교란으로 인한 강도저하, 지하수위 유입 등)이 있으므로 공사 중 설계변경이 발생하지 않도록 충분한 검토	지하저수조 시공과정을 고려한 기초설계를 시행하였고 공사 중 설계변경이 발생하지 않도록 충분히 검토하였음	반영
	신규 실험시설의 설계하중에 대한 검토 근거가 미약하여 재검토후 이를 근거한 기초의 지지력을 재산정하고 시공여건에 맞는 파일간격 결정, 파일길이 재산정하여 과다설계가 되지 않도록 검토	지하1층 콘크리트 기둥 및 파일설계, 사용하중 및 계수하중에 대한 분석을 실시하였으며 실험장비 하중들은 재확인하여 실시설계에 반영하였음	반영
	공사 굴착토에 대한 외부사토 처리비용을 절감하기 위해 연구원 내에 사토하는 방안(연구원 습지의 낮은 부지 성토활용)하는 방안을 검토하여 절감 가능 여부를 검토	공사 굴착토에 대한 외부사토 처리를 외부로 반출 할 시에 공사비용으로 토목공사비 약 4억원정도 책정되었으나 연구원내로 토사 반출하는 방안으로 검토하였음	반영
	기존 오우수 시설물 확장교체 공사시 굴착공사를 위해 가시설 구조물을 설계에 반영하였으나 지반여건을 고려할 경우 일반 터파기 굴착이 가능할 것으로 판단되니 공사비 절감차원에서 검토하기 바람	- 신설되는 실험장으로 인해 기존 우수관(D450)으로는 부족하여 기존도로와 우수관은 철거를 한 뒤 우수관(D600)을 재설치 해야함 - 기존 오수맨홀이 북쪽에 위치해 있으므로 사무동을 남쪽방향인 아닌 북쪽에 배치하여 공사비절감	반영
류연수 (전기)	동력 및 조명배치도, 주요전기설비도, 간선도등 기본적인 전기도면이 없어 기술검토가 불가능함	부족한 부분은 보완하여 제출하였음	반영
	기본적인 도면과 이를 바탕으로 한계산서, 산출서, 설계설명서, 시방서, 내역서등이 작성될 필요가 있음	전기 계산서, 시방서, 설계설명서 및 내역서를 기재출하였으며, 계산서는 추가보완 재제출하였음	반영
김정석 (전기)	기본계획 검토자료 미흡 - 기설 한전인입 및 특고압반 교체/신설 계획 검토자료, 각 부하별 뱅크구성 계획 경제성 검토, 접지계통도 등	현재 기본설계단계로 단선도만 제출하였으나 실시설계(부하별 전압, 용량, 수량 등 확정시)시 검토 반영하였으며 현재까지 수전설비 관련 검토된 자료를 제출하였음	반영
	사업비 절감방안 검토필요 - 특고압반 신설에 따른 기설 특고압반 철거 및 고재처리로 기설 전기설면적 확보 및 사업비 절감방안 강구 - 수배전반, 변압기 등 주요자재는 관급자재로 처리 등	- 기본설계 내역서에 철거 인건비만 포함이 되었으나 특고압반 및 22.9KV 지중케이블에 대한 고재처리비용을 내역에 반영하였음 - 수배전반(변압기포함)은 관급자재로 반영하였음	반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
우동호 (기계)	• 기계분야 기본설계 전반적인 품질 미흡 및 보완 필요 - 펌프 계산서 누락 및 설치도 미흡 - 배관, 밸브등 수량산출서 및 도면 미흡 - 주요 사양(펌프, 배관, 유량조절장치) 선정 비교검토 근거 미흡 - 자재 단가 조사 미흡	• 기본설계인 것을 감안 전반적인 기계설비 선정 및 계통도만 제출하였으나 펌프계산서 및 주요사양 선정자료는 작성하여 반영하겠으며, 수량산출서 및 펌프 설치도는 실시설계시 보완 반영하겠음	반영
	• 펌프송수관로를 고수조 바닥에 연결하면 중간에 역지변이 필요하고 역지변 고장시 고수조 바닥의 물이 송수관로를 통하여 역류하여 펌프의 역회전을 일으킬 위험이 있으므로 기본설계(안)을 따르되 펌프 유량은 여유율을 미적용, 펌프효율은 우리공사 일반시방효율을 적용	• 양정을 내려 펌프단가를 낮추기 위한 고안지만 펌프 파손의 위험이 있으므로 기본설계(안)를 따르며, 펌프유량은 여유율을 미적용하고 효율은 제시안에 따라 반영하겠음	반영

붙임 : 1. 회의록 1부.
 2. 참석자 명단 1부.
 3. 사진대지 1부. 끝.

【붙임 2】

대형 수리모형 실험시설 구축 기본설계(안)
기술 검토 회의 위원 명 단

구 분	소 속	직 종	직 급	성 명	서 명	비 고
위원장	농어촌연구원	농공연구실장	1급	박 우 임	박우임	
위 원	농어촌연구원	전 기	2급	류 연 수	류연수	
	IREC 추진단	전 기	3급	김 정 석	김정석	
	IREC 추진단	건 축	3급	신 연 수	신연수	
	농어촌연구원	건 축	3급	박 미 란	박미란	
	IREC 추진단	기 계	4급	우 동 호	우동호	
	기술안전품질원	토 목	3급	김 호 준	김호준	
	농어촌연구원	토 목	4급	강 병 윤	강병윤	
간 사	농어촌연구원	수석연구원	3급	유 임 도	유임도	

【붙임 3】

기술검토회 사진대지



일시 및 장소	2015. 8. 21(금), 농어촌연구원 대회의실
사진설명	간사의 성원보고



일시 및 장소	2015. 8. 21(금), 농어촌연구원 대회의실
사진설명	설계사의 기본설계(안) 설명

- 실시설계(완료단계) 자문회의(2015.10.27.)

1. 과제정보

- 과 제 명 : 대형 수리모형 실험시설 구축
- 유치기관 : 한국농어촌공사 농어촌연구원
- 연구기간 : 2014년 12월 29일 ~ 2018년 12월 28일

2. 실시설계 진행 경과

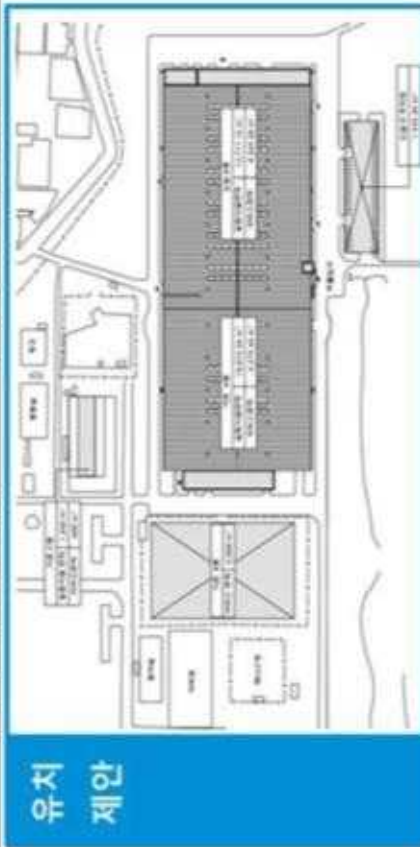
- (2015.05.22) 설계 착수(역토종합건축사사무소, 범창건축사사무소)
- (2015.08.04) 기본설계(안) 기술검토회의
- (2015.10.23.~12.08) 실시설계 VE 착수
- (2015.10.27) 실시설계(안) 전문가 자문회의
- (2015.11.19) 건축 인허가 신청
- (2015.12.07) 교통영향분석·개선대책 심의

3. 자문회의 정보

- 회 의 명 : 대형 수리모형 실험시설 실시설계 완료단계 검토 및 자문회의
- 목 적 : 전문기관에 실시설계 승인요청 전 제안설계(협약) 대비 실시설계 변경 사항에 대한 타당성 검토
- 장 소 : L타워(양재동) 2층 오페라홀
- 일 시 : 2015년 10월 27일(화) 10:00 ~ 12:00
- 참 석 자

구 분	성 명	소 속	부서/직급
자문위원 (9)	김 은 모	신구대학교	토목과/교수
	김 선 국	경희대학교	건축공학과/교수
	오 규 창	㈜이산	부사장
	여 종 구	한국건설기술연구원	하천실험센터장
	윤 병 만	명지대학교	토목환경공학과/교수
	윤 희 진	경기대학교	건축학과/교수
	이 승 오	홍익대학교	토목공학과/교수
	이 중 인	전남대학교	해양토목공학과/교수
	이 회 창	한국건설관리공사	상무
유치기관 (5)	김 석 열	한국농어촌공사	농공연구실 /연구기획실장
	송 현 구		“ /수석연구원
	유 임 도		“ /수석연구원
	김 정 훈		“ /주임연구원
	정 재 상		“ /주임연구원
CM(1)	김 재 형	건원엔지니어링	단장
건설연구인프라운영원 (5)	박 영 석	건설연구인프라운영원	단장
	김 절 영		사무국장
	정 대 성		실장
	한 병 진		팀장
	허 은 화		연구원

4. 실험시설 규모 및 성능(연구개발계획서 대비 최종 설계(안) 비교)

구 분	연구개발계획서	설시설계	구 분	연구개발계획서	설시설계
건축규모	-기존 : 100m×102m -신규 : 150m×102m -통합 : 250m×102m	-기존 : 100m×102m -신규 : 150m×102m -통합 : 250m×102m	최대유량	-기존 : 3.0㎥/s -신규 : 4.0㎥/s -통합 : 7.0㎥/s	-기존 : 3.0㎥/s -신규 : 4.0㎥/s -통합 : 7.0㎥/s
					
유지 제안		설시 설계			

동 별	층 별	실시 설계			연구개발계획서 (㎡)	비 고 (m)
		실험시설 (㎡)	서비스면적 (㎡)	소 계 (㎡)		
A동	지하1층	-	5,438.04	5,438.04	5,438.04	-
	신설	-	5,171.04	5,171.04	5,180.00	-8.96
	지상1층	10,073.26	841.16	10,914.42	10,914.42	-
	신설	13,554.91	3,945.49	17,500.40	15,465.45	+34.95
	신설	-	-	-	1,340.98	-1,340.98
B동	소계	23,628.17	15,395.73	39,023.90	38,338.39	-1,314.99
	지상1층	-	6,000.00	6,000.00	6,000.00	-
	지하1층	-	612.44	612.44	600.00	+12.44
C동	지상1층	1,430.00	644.95	2,074.95	1,250.00	+824.95
	지상2층	-	520.00	520.00	-	+520.00
	소계	1,430.00	1,777.39	3,207.39	1,850.00	+1,357.39
합 계		25,058.17	23,173.12	48,231.29	46,188.89	+42.10

5. 실시설계 검토 의견(운영원) : [적 합]

- 대형 수리모형 실험시설은 현재 실시설계 완료단계로 전문기관의 승인 요청 전 제안 설계 대비 변경사항의 타당성 검토를 위한 자문회의를 실시하였음
- 자문회의 결과, 일부 설계변경사항(기둥 경간 65m→32.5m)에 대한 지적이 있었으나, 당초 제안계획대로 설계 반영하기로 하였으며, 그 외 제안설계 대비 실험시설의 규모, 기능 및 사양 등 저하되는 사항은 없는 것으로 검토되어 실시설계 결과에 대한 총괄 의견은 적합함
- 자문위원의 의견에 대한 조치계획 검토 결과, 모든 의견에 대한 조치 계획은 기 반영되었거나 반영하기로 함에 따라 당초 실험시설의 목적과 기능에 부합되게 실시설계가 완료될 것으로 판단됨
- 자문의견의 설계반영을 위해 따른 설계용역기간이 다소 연장(당초 11월 13일 ⇒ 12월 14일, 31일) 되었으나, 2차년도(~ '16.07.31)내 시공사 선정 후 공사 착공은 문제없이 진행될 것으로 판단됨

<덧붙임> 전문가 자문의견 및 보완결과

[붙임1] 전문가 자문의견 및 보완계획

구 분	자 문 의 건	처 리 계 획	비 고
김문모	건설기술연구원의 실험실(장치)과의 역할 분담과 수요분석이 필요함	- 건설기술연구원의 실험실은 주로 실규모 하천의 수리특성분석을 위한 시설이며, “대형 수리모형 실험시설”은 댐, 배수갑문 등 하천 구조물의 모형실험을 위한 시설과 6종의 실험수로를 통한 하천관련 기초 수리실험 및 연구가 가능한 시설로써 건설기술연구원과 역할 분담이 이루어져 있음 - 실험시설 수요분석의 경우 “대형 수리모형 실험시설” 기획단계에서부터 검토가 되었으며, 수요분석 결과를 반영하여 건축 설계를 수행 하였음	반영
	수리실험이 끝난 후 모형을 제거함에 따라 발생하는 사토를 처리할 수 있는 충분한 공간 확보필요	유치제안시 제안했던 실험용 사토장 면적 2,118㎡을 4,118㎡(95%↑)로 2,000㎡을 추가하여 계획 반영	반영
	7.0㎡의 유량에 대한 안전성 필요	고수조, 펌프, 저수조 등의 시설들은 설계단계에서부터 7.0㎡/s의 유량에 안전하도록 설계에 활하중(고수조 : 40kN/㎡, 저수조 : 15kN/㎡, 전기실, 펌프실 : 5kN/㎡)으로 반영 하고 있으며, 향후 시설 운영단계에서 실험 모형 제작시 모형 공급 유량을 고려하여 충분히 안전하도록 설계할 계획	반영
	난방에 따른 동계실험도 고려	본 실험시설은 동계 실험 수행이 가능하도록 전체 실내화를 하였으며, 지하저수조 벽체 및 슬라브에 단열 필름을 설계에 반영하여 외기 온도 영하 10℃ 이하인 동계 약 15일 간의 혹한기를 제외하면 실내온도를 4℃ 이상 유지할 수 있어 수리모형실험이 가능함	반영
김선국	사업취지: 원래 사업수행 취지에 맞는 설계안(원안에서 변경된 취지)이 필요함. 유치제안시 설계와 실시설계(18.15억 증가)가 다른 것은 유치제안 설계안으로 시공하면 실시설계안보다 공사비가 증가되기 때문에 변경 설계한 것으로 의구심이 있음	정부출연금의 증액 없이 모든 계획 시설들을 최초 계획하였던 규모로 구축할 계획임	반영

구 분	자 문 의 건	처 리 계 획	비 고
김선국	- 유치제안(안) 대비 변경 실시설계(안) 공사비 증가 문제 - 토공사 및 지정공사비 증가 : 제안 시 지질조사를 실시하여 공사비를 제안하여야 하는데, 무슨 이유인지 실시설계 시 지질조사 후 공사비가 2배이상 증가함 - 지붕, 기둥 등의 골조설계(래티스 → PEB) 변경 후 역시 공사비 50%증가 - 위와 같은 이유는 제안공모 선정시 문제가 있음을 시사함		반영
	결론 : 근본적으로 시설의 필요성, 기능, 이에 따른 규모를 결정한 후 실시설계 내용이 결정되어야함		반영
오규창	한국건설기술연구원의 안동실험장과 차별성이 있어야함	- 건설기술연구원의 실험실은 주로 실규모 하천의 수리특성분석을 위한 옥외 시설이며, 본 실험시설은 대규모 하천관련 모형실험이 가능한 대형 실내 실험시설로 차별화가 되었음 - 건설기술연구원의 안동실험장은 약 500m 규모의 실규모 수로 3기둥 보유하고 있어 주로 실규모 하천의 수리특성분석을 위한 실험이 가능한 시설이며, “대형 수리모형 실험시설”은 모형실험을 위한 공간확보(250m×100m, 기존 100m×100m포함)를 통해 댐, 배수갑문 등 하천구조물의 모형실험과 6종의 실험수로를 통한 하천관련 기초 수리실험 및 연구가 가능한 시설로써 건설기술연구원과 차별화 됨	반영
	기존의 새만금 실험장과 연계성을 고려해야할 필요 있음	- 기존의 실험장은 조석발생장치가 설치되어 하구역의 실험이 가능하며, 신규 시설은 보다 상류측 하천 실험이 가능하도록 계획 - 신규 실험시설과 기존 새만금 수리시험동의 저수조를 직경 500mm 관로로 연결하여 기존 저수조 용량 19,456㎥에 신규 21,796㎥을 추가하여 41,252의 용량으로 활용 가능하며, 기존 100m×100m에 150m×100m를 신규로 증축하여 전체 250m(L)의 규모의 실험장으로 활용 가능(첨부 1 참조)	반영

구 분	자 문 의 건	처 리 계 획	비 고
오규창	• 실시설계에서 제안된 시설을 수리 모형실험의 수요조사를 통하여 우선순위를 정하여 전기/기계, 설비 등을 추후에 설치할 수 있는 계획 수립이 필요함	• 실험시설 수요분석의 경우 “대형 수리모형 실험시설” 기획단계에서부터 검토가 되었으며, 수요분석 결과를 반영하여 건축 설계를 수행하였음	반영
	• 본 시설 완공 후 운영측면을 고려하여 계획할 필요가 있으며, 모든 시설을 본 시설 구축시와 추후에 설치할 시설 등을 구분하여 제시할 필요가 있음	• 당초 제안하였던 모든 시설들을 본 연구과제 수행기간(2014~2018년) 내에 구축하는 것으로 계획	반영
	• 대안으로 기존의 새만금(100×100)을 현물투자하여 신규시설의(100×150에서 100×100으로 수정) 규모를 줄일 필요가 있음	• 유치제안서(연구개발계획서)에 제안된 기존 100m×100m에 150m×100m를 신규로 증축하여 전체 250m(L)×100m로 구축할 계획임	반영
여홍구	• 주요 구조부 경간변경은 당초 시설 목적에 맞지 않음. 예산 문제라면 다른 시설을 축소, 또는 배제하고 무주시설로 하는 것이 바람직	• 유치제안서 제안하였던 경간(65m)으로 반영	반영
	• PIV수로는 공통으로 고수조를 사용할 수 없는 실험시설임. 독립적인 순환시스템을 갖추어야 함	• 현재 건축계획에서는 PIV수로도 공통활용하는 고수조를 이용하는 것으로 계획하였으며, PIV 실험을 위한 Particle 등 활용에 따른 독립적인 순환시스템은 일종의 실험 설비로 건축설계에서 반영하기는 어려우며, 따라서 향후 PIV 수로 구축시 수로 측면에 추가 반영하는 것으로 계획(첨부 2 참조)	반영
	• 향후 운영가능 하도록 각 시설의 용도에 충실한 배치 및 구축이 필요함	• 유사(sediment)에 관한 실험시설인 대형 및 소형유사순환수로를 남측에 나란히 배치하였으며, 소류력 관련 실험시설인 급경사수로 및 가변 하도실험수로를 나란히 배치하였음 • 북쪽의 고수조에는 유사한 용도의 기초실험장비인 고정식개수로 및 PIV 실험수로를 배치하였음(첨부 3 참조)	반영
윤병만	• 중간에 기둥을 세우는 안은 원래 취지와 상이하므로 중대한 문제가 있음. 예산이 부족하다면 실험 basin은 원안대로 확보하고 지붕은 차후 예산을 확보하여 씌우는 방법을 권함	• 유치제안서 제안하였던 경간(65m)으로 반영	반영

구 분	자 분 의 건	처 리 계 획	비 고
윤병만	• (제안) 기왕의 새만금 실험장을 현물투자하여 금번 계획하고 있는 “대형 수리모형 실험시설”로 대체하고 국비예산은 실험장치 및 기자재 확보에 사용하는 것을 검토하기 바람. 새만금 실험장과 금번 실험장을 별도 건물로 하지 말고 연결하여 사용할 수 있도록 새만금 실험장 외벽 기둥을 제거할 수 있는지 검토 바람. 예산상 100×250이 어려우면 길이는 양보하더라도 중간에 기둥을 없애고 구조적으로 문제 없도록 하는 것을 우선적으로 검토할 것을 권유함	• 신규 실험시설과 기존 새만금 수리시험동과의 거수조 연결을 통해 통합된 수순환시스템을 설계에 반영 • 기존 100m×100m에 150m×100m를 신규로 증축하여 전체 250m(L)×100m로 구축하는 것으로 계획하였으며, 중간에 기둥을 제거하는 것으로 반영 • 새만금 실험장 외벽은 “대형 수리모형 실험시설” 구축시 제거하고, 본 실험시설 구축 이후 구조적인 검토 수행 및 추가예산 확보 이후 외벽기둥을 제거하는 것으로 계획	반영
윤희진	• 유치제안 당시와 비교해서, 예산 및 규모에 있어서 차이가 발생한 것으로 보이는데, 이에 대한 대책 및 대안이 필요해 보임	• 정부출연금의 증액 없이 모든 계획시설들을 최초 계획하였던 규모로 구축할 계획임	반영
	• 주요 경간을 65m에서 32.5m×2bay로 조정을 하였는데, 비용을 고려하여 그 중간의 대안도 고려해 볼 것임(예를 들어 50m 등)	• 검토결과 경사를 50m로 줄였을 때 공사비는 65m와 차이가 크지 않아 유치제안시 제안하였던 65m 경간으로 반영	반영
	• 또는 주요 실험공간의 길이(기존 100m+금회설치 150m) 중에서 금회분을 축소함이 가능한지 여부 검토를 권장함	• 사업 유치 당시 요구하였던 실험시설의 최소규모를 반영하여 유치하였기 때문에 유치 제안시 제안하였던 규모 그대로 반영	반영
	• 실내공간의 일부를 옥외의 형식으로 전환한지 여부를 검토 권장함(예를 들어 100×150의 금회 설치분 중에서 약 50m를 지붕구조가 없는 옥외의 형식으로 전환 가능하다고 여겨짐)		반영
이승오	• 경간축소 - 기존 새만금 수조와 연결하여 통합된 초대형 수리실험공간 확보가 우선시 되어야 함 - 다양한 수리실험 수조 및 시설은 차선으로 유지하여 기존 예산의 활용성 제고가 필요함	• 유치제안시 제안하였던 경간(65m)으로 반영 • 새만금 실험장 외벽은 “대형 수리모형 실험시설” 구축시 제거하여 실험공간 확보 • 기존시설 외벽 기둥은 본 실험시설 구축 이후 구조적인 검토 수행 및 추가예산 확보를 통해 제거하는 것으로 계획	반영

구 분	자 문 의 건	처 리 계 획	비 고
이승오	- 초대형 수리실험공간 활용성 - 다양한 국제적/국내적 요구사항별 초대형 실내 공간의 실험가능성에 대한 조사 분석이 필요함	다양한 국제적/국내적 요구사항과 초대형 실내 공간의 실험가능성에 대한 조사 분석을 수행하고, 이를 실험설비 및 장비 도입 시 반영하겠음	반영
	- 기타사항 - 고수조 및 저수조 별도 운영방안 고려(cell/unit) - 환기시설 증축(유사실험/공사 등)	- 기존의 실험시설 운영 경험을 바탕으로 고수조를 2기 계획하였으며, 지하저수조 이외에 PIV 전용 저수조, 성층실험전용 저수조를 반영하여 총 3기의 저수조를 운영하는 것으로 계획(첨부 4 참조) - 기존의 새만금 실험장의 저수조와 신설 실험시설의 저수조를 별도의 관로를 이용하여 연결하였으며, 연결관로에 밸브를 설치하여 별도 운영도 가능하도록 계획하였음 - 먼지 발생이 많은 유사순환수로 주위에 환기팬 추가 반영	반영
	- 대안 - 실내실험시설(100m×200m이상)+실외실험시설(100m×50m이상) - 부대시설의 항목(중요성 및 중복성 고려)을 축소(기존 8개→4개 수조)	유치제안시 제안하였던 계획 및 규모로 실험시설 구축 계획	반영
이종인	전기용량을 1,800kva로 계획되어 있는데, 전기설비는 용량을 분할하여 설치하는 것이 향후 운영측면에서 효율적임	본 건축설계에서 전기사용 용도에 따라 TR 용량을 동력설비 1,500kV A, 일반설비 300kVA로 분할하여 계획하였음	반영
	저수조는 하나의 대형 시설로 설치하는 것보다 대형수조 이외에 소형수조를 일부 설치하여 운영시 효율을 높이는 것이 바람직함. 또한 저수조에 pit를 설치하는 것이 효율적임	- 성층실험을 위한 소규모 저수조는 설계에 기 반영하였으며, PIV 실험수조를 위한 전용 저수조는 향후 PIV 실험수로 구축시 추가 반영 계획 - 저수조에 펌프양정을 위한 Sump pit를 설치하는 것으로 계획(첨부 4 참조)	반영

구 분	자 문 의 건	처 리 계 획	비 고
이종인	경간 65m를 경간 32.5m×2기로 계획하는 것은 운영시 효율성 측면에서 문제가 있음. 예산상의 문제라 판단되며, 65m폭을 소폭 축소하는 방안에 대해 검토 요망. 또한 축소하는 폭의 적정성에 대한 근거를 제시바람. 본 실험시설의 구축목적에 맞는 설계 및 건설이 필요하다고 판단됨	유치제안시 제안하였던 경간(65m)으로 반영	반영
이희창	- 하고자 하는 시설이 대형실험시설 구축으로서 중앙에 기둥을 설치하므로써 당초제안보다 규모가 작을 수밖에 없는데, 대규모 실험을 수행할 상황이 발생할 경우에는 새만금 실험실과 연계하는게 바람직 할 것으로 사료됨 - 기둥을 없애고 원래 제안대로	유치제안시 제안하였던 경간(65m)으로 반영	반영

- 실시설계 자문회의 사진



- 실시설계 VE 회의(2015.11.24.)

1. VE수행결과 집계

1.1 공종별 수행결과

(단위 : 원, (-) : 증액)

공종 구분	아이디어 창출수	최종 제안수	원가 절감수	기능 향상수	절감금액		비 고
건축	18	9	9	0	제안	122,248,300	
					채택	99,703,183	
구조	12	3	2	1	제안	12,216,486	
					채택	12,216,486	
토목	1	1	1	0	제안	3,600,000	
					채택	3,600,000	
기계	19	5	5	0	제안	456,364,952	
					채택	4,621,218	
전기	9	5	5	0	제안	15,804,170	
					채택	15,124,170	
통신	0	0	0	0	제안	0	
					채택	0	
소방	2	2	1	1	제안	-155,638	
					채택	-155,638	
소 계 (직접공사비)	61	25	23	2	제안	610,078,270	
					채택	135,109,419	
제 경 비 (채택기준)	직접공사비 × 25.0%				33,777,354		
합 계					168,886,773		
절 감 율					1.38%		

공사도급(예정)금액 : 12,215,000,000원

1.2 공종별 VE제안 집계표

가. 건축 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	A-01	계측실 홍보용테크 스톱라브하부 잡석다짐을 삭제한다	482,137	원가절감	채택	
2	A-02	지수조 기초하부 잡석받침을 삭제한다	3,185,766	원가절감	채택	
3	A-03	지수조 방수공법을 변경한다	87,893,657	원가절감	채택	
4	A-04	홍보용테크 출입문 잠자블록을 삭제 및 잠자블록 개수를 조정한다	100,000	원가절감	채택	
5	A-05	펌프실 칸막이벽 재료를 변경한다	4,100,400	원가절감	채택	
6	A-06	고수조 이중벽체를 변경한다 (콘크리트 벽체 → 판넬)	2,506,077	원가절감	미채택	
7	A-07	펌프실 2, 3 지붕 콘크리트스라브를 삭제한다	3,576,652	원가절감	채택	
8	A-08	결사로 길이를 조정한다	364,571	원가절감	채택	
9	A-09	외부 선홍통 규격을 변경한다	20,039,040	원가절감	미채택	
소 계			122,248,300	제안		
			99,703,183	채택		

나. 구조 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	S-01	콘크리트강도를 변경한다	-36,214,200	기능개선	채택	
2	S-02	단차이 보를 통합한다	5,288,265	원가절감	채택	
3	S-03	S.O.G 배근을 최적화한다	43,142,421	원가절감	채택	
소 계			12,216,486	제안		
			12,216,486	채택		

다. 토목 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	C-01	우수배출 수량을 변경한다	3,600,000	원가절감	채택	
소 계			3,600,000	제안		
			3,600,000	채택		

대형 수리모형 실험시설 구축공사 설계VE 2015/11 (주)건원엔지니어링

라. 기계 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	M-01	지상1층 고수조 급수배관의 위치를 이동 검토한다	2,237,683	원가절감	채택	
2	M-02	지상2층 고수조 급수배관의 위치를 이동 검토한다	2,383,535	원가절감	채택	
3	M-03	배관의 접합방식을 용접식에서 그루브조인트 방식으로 변경한다	71,857,815	원가절감	미채택	
4	M-04	펌프 가동방식을 1층과 2층으로 펌프전환하여 사용토록 검토한다	236,170,290	원가절감	미채택	
5	M-05	배관용 탄소강관을 고강도 PVC배관으로 변경 검토한다	143,715,629	원가절감	미채택	
소 계			456,364,952	제안		
			4,621,218	채택		

마. 전기 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	E-01	변압기중성선 접지선 규격을 변경한다	214,370	원가절감	채택	
2	E-02	콘드홀 수량 조정한다	3,574,200	원가절감	채택	
3	E-03	CABLE TRAY는 리미트 TYPE으로 변경한다	10,008,000	원가절감	채택	
4	E-04	형광등 2'8W TYPE으로 변경한다	680,000	원가절감	미채택	
5	E-05	메쉬접지 규격 변경한다	1,327,600	원가절감	채택	
소 계			15,804,170	제안		
			15,124,170	채택		

바. 소방 분야

단위: 원, (-): 증액

번호	제안번호	제안명	절감금액	개선유형	발주처 대응	비고
1	F-01	옥내소화전 펌프 토출측 관경을 변경한다.	124,362	원가절감	채택	
2	F-02	압력탱크를 기동용압력스위치로 변경한다.	-280,000	기능개선	채택	
소 계			-155,638	제안		
			-155,638	채택		

- 실시설계 VE 회의 사진



기술검토회 결과보고

1. 검토안전 : 대형 수리모형 실험시설 구축 실시설계(안)
2. 제안부서 : 농어촌연구원 농공연구실
3. 회의일시 : 2015. 12. 8(화) 10:00 ~ 12:00
4. 회의장소 : 농어촌연구원 대회의실
5. 참 석 자 : 농공연구실장 외 18인(용역관리자, 설계사 포함)
6. 제안요지 : 대형 수리모형 실험시설 구축 실시설계(안)의 공종별 설계기준과
관련계획의 타당성을 검토하고 공사비의 적정성을 판단하여 대형
수리모형 실험시설 구축에 최선을 다하고자 함.
7. 검토내용 및 처리계획

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
김태호 (기계)	입축펌프 효율 변경해서 전동기 동력 재산정 - 설계 : 600mm(70%), 400mm(70%) - 변경 : 600mm(79%), 400mm(73%)	400mm(70%)를 400mm(73%)로 변경하겠음	반영
	입축펌프 시방서 수중베어링을 솔던(thordon)베어링 사양으로 수정	솔던베어링으로 변경하겠음	반영
	전적 처리시 2개소 이상 받고 전적에 전동기, 펌프상반 포함으로 수정, 설치비가 누락	전적 2개소 이상으로 반영하겠음	반영
	실양정이 산출될 수 있도록 최저흡입수위, 토출수위 도면에 표기	실양정의 최저수위, 토출수위를 도면에 명기하겠음	반영
	입축펌프 12대 설치도면 추가 - 펌프홀 직경, 펌프상반 두께, 펌프 반입장 높이 및 폭 크레인 높이와 간섭여부, 케이싱길이가 6m가 되도록 현장 설치 가능 여부 검토	- 크레인 높이와 간섭여부를 도면에 표현하겠음 - 펌프 축은 조립·해체가 가능하도록 설계에 반영하겠음	반영
	입축펌프 보다 효율적으로 운영될 수 있는 수중 또는 양입흡와권펌프 형식으로 변경 검토	다른 펌프와 비교·검토한 결과 입축펌프가 수리실험 시설에 가장 적합한 것으로 사료되며, 입축펌프의 유지보수시 축 길이에 의해 문제시 되는 부분은 축의 이음처리 부분을 도면과 시방서에 상세히 기술하겠음	미반영
	스윙식 체크밸브를 완폐식 체크밸브로 변경 - 시방서에 사용압력 명기	완폐식 체크밸브의 사용압력을 시방서에 명기하겠음	반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
김태호 (기계)	- 버터플라이 밸브 형식 현장에 부합 되도록 명확화(수평식) - 시방서에 사용압력 명기	밸브류의 형식을 명확화하고 지급 자재로 변경하겠음	반영
	밸브류를 사급자재로 하지 말고 지급자재로 변경	밸브류를 지급자재로 변경하겠음	반영
	공기밸브 내역서 누락되어 있으므로 반영	반영하겠음	반영
	탄소용배관에 보다는 부식에 강한 배관재로 변경 검토하고 그로부 접합을 용접 또는 다른접합 방법으로 변경 검토	PE관, PE피복강관, 도복강강관, 탄소 강관등 관종에 따른 단가분석 및 품질 비교 검토한 결과 수리실험 시설이라는 특성을 고려하여 탄소강관 녹막이 페이트로 변경하였고 접합방법 또한 용접접합으로 변경하였음	반영
	- 고가수조에 실험실로 가는 배관에 접합방법 재검토 - 도면에 플랜지로 표기 내역에 물량 누락	플랜지 물량을 추가하겠음	반영
	다량의 배관은 지급자재로 변경하고 이형관 자재만 사급으로 반영	실험용 배관을 지급자재로 변경하겠음	반영
	기밀시험비 반영	배관공사 표준품셈에 기밀시험비는 포함되어 있음	기반영
	항온항습기 친환경냉매 사양 명기 (지급자재로 변경)	도면에 표기되어 있으며 지급자재 항목이 아니므로 협의 후 결정하겠음	반영
	- 크레인 설계검사비 및 안전검사비 포함 여부 확인 - 크레인 부분 지급자재로 변경	검사비는 포함되어 있으며, 지급자재로 반영되어있음	기반영
	- 고가수조에 배관연결 상세도면 반영 - 추후 하자요인 발생요인 미연에 방지	연결배관 상세도를 반영하겠음	반영
우동호 (기계)	- 펌프의 형식 및 대수 선정 검토 - 펌프형식 : 입축사류, 양흡입와권, 수중사류펌프 등 - 펌프대수 : 400mm x 6대(설계), 500mm x 4대(비교), 600mm x 2대와 400mm x 1대 조합(비교) - 비교조건 : 펌프 효율, 운전조건, 활용공간, 유지보수방법, 경제성 분석 등 - 각 형식 및 대수조합을 비교 조건으로 검토하여 적절한 펌프 선정이 필요	유치제안시 제안하였던 펌프용량 (4.0m³/s)을 고려하여 최적의 전력사용량을 찾기 위해 여러 조합을 비교 검토한 결과 현재의 펌프 형식과 대수가 가장 적합한 것으로 적용하였고 도서에 검토한 결과를 명기하겠음	기반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
우동호 (기계)	• 펌프 및 실험실 배관 유속 산정을 위한 정확한 값 명기 - 실양정(최소흡입수위, 최고흡입수위, 최고토출수위 등) ⇒ 실양정 값에 따른 계산서 수정 (동력 재계산, 양정 안전을 삭제, 캐비테이션 검토, 욕상용 펌프의 경우 열량 계산하여 환기장치 용량 선정)	• 실양정(최소흡입수위, 최고흡입수위, 최고토출수위)을 도면에 명기하겠음 • 캐비테이션 검토서를 반영하겠음 • 펌프실 환기장치 선정은 기존 펌프실 기준으로 협의 후 설계하겠음	반영
	• 입측사류펌프 펌프장 설치 가능여부 확인 - 크레인의 높이, 차량반입구, 하부슬래브 두께, 펌프 홀 사이즈 등	• 크레인 높이, 하부슬래브 도면, 펌프홀 사이즈를 도면에 반영하겠음	반영
	• 펌프, 전동기 무게 등을 감안하여 크레인의 용량 확인	• 펌프, 전동기 무게 등을 고려하여 크레인 용량을 선정하였음	기반영
	• 고가수조 배관과 고가수조 설치 가능여부 확인 - 배관과 고가수조 바닥 보와 간섭여부 - 배관과 고가수조와 연결 방법 - 배관의 고가수조 하부 슬래브 통과 시 지수방법	• 배관과 고가수조 간선도면을 반영하겠음	반영
	• 배관연결방법의 경제성 및 품질성 검토 - 용접이음, 플랜지이음, 그루브조인트(설계) 비교 검토	• 접합방법을 비교·검토하여 용접이음으로 변경하였음	반영
	• 관종의 선정 검토 - 탄소강관(설계) 장기 사용시 부식 우려 - PE관, PE피복강관, 도복장강관, 탄소강관(설계) 등 관종에 따른 단가 분석 및 품질 비교 검토	• 단가 및 품질을 비교·검토하여 탄소강관에 녹막이 페인트로 변경하였음	반영
	• 소방설비의 설계는 소방법에 따른 적합한 자격을 갖춘 사람이 설계하여 납품(설계도서에 소방기술사 서명 또는 날인 확인)하며, 소방법에 따라 분리 발주대상이므로 별도 구분하여 설계도서 작성	• 반영하겠음	반영
	• 소방펌프설비 시방서 누락	• 펌프설비에 명기되어 있음	기반영
	• 도면에 배관길이 등을 명시하여 수량산출이 가능토록 작성하고, 내역 작성 시 수량 산출서 첨부	• 도면에 배관길이 등을 명시하겠음	반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
우동호 (기계)	계산서, 도면, 내역서, 시방서 일치 시킬 것 예1) 역지반 연결부위(도면 : 그루브 + 플랜지, 시방서 : 플랜지) ⇒ 실제 밸브 제작은 주물품으로 제작되어 양단의 이음이 동일한 구조로 생산됨 예2) 펌프재질 - 전작내역: 축(SIS410), 임펠러(S6C13) - 시방내역: 축(SIS413), 임펠러(CAC106)	반영하겠음	반영
이선웅 (전기)	동일 필지(주소)내에 한전 특고압 2구좌 가능여부 사전협의 및 협의문서 제출	한전인입 계획은 기존 실험시설 전기실에서 1FEEDER를 설치할 예정이었으나 기존 전기실 공간에 추가 PANEL설치가 어려워 신설 전기실에 한전수전을 받아 기존 실험시설 전기실에 공급하는 계획으로 한전 협의 후 설계하였음 신규 실험시설에는 한전공급규정에 따라 기존 1구좌 수전을 바탕으로 설계하였으므로 부득이한 경우에는 인입방법을 달리할 수 있다고 되어 있는 바 추가 필요시 IEEC 수전관련 사항은 한전 안산지사와 협의하여야 할 것으로 판단됨 2구좌 수전 불가능시 대형수리모형 전기실에서 1FEEDER를 줄수 있는 공간을 반영하여 설계하였음	기반영
	전기표준품셈 적용 및 내역서의 전반적 검토 - 전기표준품셈의 전기재료의 할증률 및 철거손실률에서 파상형 경질폴리에틸렌전선관(ELP)의 경우 3%할증 적용(내역은 10%적용됨) - 한전인입 전력케이블(동심중성선케이블)의 경우 도면 및 내역에 2회선으로 되어있으므로 1회선으로 수정하여 내역변경	- 파상형 경질폴리에틸렌전선관(ELP)는 옥외에 설치되는 품목으로 주로 한전인입 및 옥외가로동 설치되며 정확한 거리를 측정하기 어려워 할증을 일반전선관 할증인 10%를 주어 설계하였고 검토의견대로 내역서를 수정하여 보완제출 하겠음 - 한전인입 전력케이블은 기존 실험시설 전기실에 2회선으로 설치되어 있어 같은 방식으로 2회선(1회선수전 1회선예비)으로 설계하였고 1회선을 삭제하더라도 법적 기술적으로 문제가 되지 않으나 예비적인 성격으로 설계되어 있음	부분 반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
이선웅 (전기)	수배전반의 경우 우리 실정에 맞는 세부 설계도면 및 내역이 필요함. 조달에 등록된 기성품 전적이 아니라 실제 제조사양으로 발주된 사례를 참고바람	- 설계도서 제출 목록중 SINGLE LINE 도면과 관급자재시방서로 발주가 가능하며 상세도면은 제작도면으로 발주시 제작사에서 제작도면을 작성하여 승인을 거쳐 제작하므로 공사에 문제가 되지 않고 조달청 등록제품으로 전적을 받아 상세내역은 포함되지 않음. - 수배전반 MCC반 등은 표준제품이 아니고 제작제품으로 조달청 등록품은 표준등록을 위해 주요자재만 등록 되어있음 - 공사에 문제되는 부분은 수정보완 제출하겠음(수배전반 외함 상세도 보완제출)	부분 반영
공종필 (전기)	- 수배전반 상세 내역(주요자재 포함) 및 도면 작성 - 공사에 필요한 설치도면 포함 - 기계공사에서 요청하는 내역 검토 (예: 개도, 펌프모니터링등)	• 상동	부분 반영
	- 펌프 기동반 상세 내역 및 도면 작성 - 공사에 필요한 설치 도면 포함(재질, 크기, 내역, 안전장치)	• 상동	부분 반영
	- 지급자재(정류기반) 상세 내역 및 도면 작성 - 특고압 수배전반 조작전원 및 비상전원 공급내용 포함	• 상동	부분 반영
	- 기설 전기실 공급용 특고압(22.9KV, 진공차단기(SHV-07)) 설비 원격제어 패널 설치 - 기설 전기실에 원격제어 설치	- 신설 SHV-07차단기에서 기설 전기실의 MAIN 차단기에 전원을 공급하며 유지보수시에 기설 전기실의 MAIN 차단기를 OFF하여 작업이 가능함 - 원격제어 패널을 설치하는 방안은 기존 기설전기실에서 타 연구동으로 전원공급 원격제어가 없음	미반영
	전기실 및 펌프실등 LED 동기화로 변경 검토	• LED 동기화로 변경시 공사금액증가에 따라 발주처와 협의하여 미반영	미반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
공중필 (전기)	- 전기설비 설치에 대한 내선규정 재검토 - 전기실 크기, 반입출입구, 수배전반 배치, 접지 간격	- 전기실 크기는 FUTURE 본 및 준공 후 기자재 창고 활용성, 방화구역완화로 건축과 협의하여 결정하였고 장비반입구는 아래 부분 셔터로 충분히 장비 반출입이 가능함 - 수배전반 배치는 열반으로 배치하였으며 건물 건축상 2열배열 공간이 부족하여 1열 열반으로 배치하였고 가장 많이 조작하는 MCC반은 따로 분리하여 설치함 - 접지간격은 내선규정을 준수하여 접지궤기 선정하였고 기존 접지시스템을 검토 후 동일 시스템으로 접지 간격을 설계하였음	반영
전상옥 (토목)	지하저수조 터파기 바닥면의 기초지반이 N값이 0-3으로 매우 연약하여 항타장비 등 공사장비 진입이 어려우므로 이에 대한 대책수립 필요	파일 천공작업은 터파기 실시전 지상에서 미리 시행할 계획이며 터파기 공사시 덤프트럭에 대한 장비주행성 검토를 실시하여 잡석지정 등의 조치를 취하도록 하겠음	반영
	전체적인 토목공사에 대한 세부도면이 부족하여 실제 시공시 어려움이 많을 것으로 예상되므로 각각 세부 공종별로 세부도면을 추가하기 바람	- 파일에 확대도 추가 작성하였고 철거에 대한 위치는 기표시 하였음 - 기타 크레인 및 세부도면 기계분야 펌프 및 배관결정에 따라 반영하겠음	반영
	구조계산에서 말뚝에 대한 구경별 본당 허용지지력을 산정하였고 이를 이용하여 상부 하중에 대한 말뚝 간격 및 갯수를 구하였으나 세부내용이 없으며 말뚝설계시 터파기로 제거되는 흙의 중량만큼의 재하하중 경감효과와 높은 지하수위로 인한 양압력을 고려하여 재검토 필요	세부구조계산서 및 터파기에 대한 검토결과를 도서에 첨부하겠음	반영
강병운 (토목)	저수조 공정과정에서 터파기(Open Cut)의 사면 기울기 결정근거가 미약하여 굴착과정에서 발생하는 교란에 의한 강도저하, 지하수위 유입등을 고려하여 설계근거를 확보하시기 바람	해당단면에 대한 사면안정 검토를 수행하여 사면기울기에 대한 적정성을 확인하였고 결과를 도서에 첨부하겠음	반영

구 분	검 토 의 건	처 리 계 획	비 고
강병윤 (토목)	- 지하 저수하 굴착저면을 확보하기 위해서는 예민한 점토(예민비 약 75)를 약 7.0m까지 굴착을 하는 것으로 설계되어 있는데 시공과정에서 사면내 지하수위 유입, 점토교란에 의한 강도저하 등의 예기치 못한 시공상황이 발생할 가능성이 있으므로 설계변경이 되지 않도록 세밀한 검토가 필요함 ※ IREC 공사현장 배수로 터파기 지하수위 참조, 기존 수리시험장 지하 저수조 설치공사 시공과정 참조하시기 바람	사면안정 검토를 통해 사면기울기의 적정성을 확인했고 예기치 못한 지하수위 출현 및 지층상태에 따라 사면기울기를 조정토록 도서에 명기하겠음	반영
	지하 저수조 기초공사(파일 항타)를 위해 교란된 굴착저면에 장비진입이 가능한 지지력 검토과정이 누락되었으며, 실제 지질주상도 상에 N치가 거의 0으로 강도를 발휘하지 못하는 상황이므로 장비진입이 어려울 것으로 예상되어 이를 보강하는 방안으로 검토하시기 바람	파일 천공작업은 터파기 실시전 지상에서 미리 시행할 계획이며 터파기 공사시 덤프트럭에 대한 장비주행성 검토를 실시하여 잡석지정 등의 조치를 취하도록 하겠음	반영
	기초파일 시공규모를 결정하기 위해 설계하중을 결정하고 구조해석을 통하여 결과를 도출하였는데 성과물이 그림으로만 제출되어 정확한 검토에 어려움이 있으므로 제출 성과물을 보완하시기 바람	보완하여 구조해석 자료에 첨부하겠음	반영

붙 임 : 1. 회의록 1부.
2. 참석자 명단 1부.
3. 사진대지 1부. 끝.

【붙임 2】

대형 수리모형 실험시설 구축 실시설계(안) **기술 검토회 위원 명단**

구 분	소 속	직 종	직 급	성 명	날 인	비 고
위원장	농어촌연구원	농공연구실장	1급	박 우 임	박우임	
위 원	IREC 추진단	건 축	3급	신 연 수	출장	
	농어촌연구원	건 축	3급	박 미 란	휴가	
	경기지역본부	기 계	3급	김 태 호	김태호	
	IREC 추진단	기 계	4급	우 동 호	우동호	
	IREC 추진단	전 기	4급	이 선 웅	이선웅	
	경기지역본부	전 기	4급	공 종 필	공종필	
	농어촌연구원	토 목	3급	전 상 욱	전상욱	
	농어촌연구원	토 목	4급	강 병 윤	강병윤	
간 사	농어촌연구원	수석연구원	3급	유 임 도	유임도	

【붙임 3】

기술검토회 사진대지



일시 및 장소

2015. 12. 8(화) 농어촌연구원 대회의실

사진설명

간사의 성원보고



일시 및 장소

2015. 12. 8(화) 농어촌연구원 대회의실

사진설명

설계사의 실시설계(안) 설명

(2) 건축공사 시공업체 선정

(가) 공사발주 추진계획

대형 수리모형 실험시설 구축 공사발주 추진계획(안)

I 공 사 개 요

- ☐ 공 사 명 : 대형 수리모형 실험시설 구축공사
- ☐ 건축개요
 - 건축규모 : 지하1층/지상1층(연면적 : 15,324.71㎡), 높이 18.6m
 - 건축구조 : 철근콘크리트 + 철골구조(PEB구조)
 - 주요용도 : 교육연구시설
 - 주요시설 : 저수조(5,225㎡), 고수조(437㎡), 펌프 12대(90kW 6대, 45kW 6대)
- ☐ 총공사비 : 12,251,000천원
 - 건축(기계설비, 토목) : 10,451,815천원(지급자재비 포함)
 - 전기, 정보통신, 소방 : 1,724,737천원(지급자재비 및 한전납입금 포함)
 - 폐기물 처리 : 74,448천원
- ☐ 공사기간 : 2016. 5. ~ 2017. 7. (15개월)

II 입 찰 개 요

- ☐ 입찰방법
 - 적격심사(실적제한), 총액입찰, 지역의무, 장기계속
 - 평가기준
 1. 한국농어촌공사 「시설공사적격심사세부기준」 추정가격 100억미만 50억원 이상인 공사의 평가기준 <별지 3> 적용
 2. 시공경험평가 “실적에 의한 경쟁입찰공사 (최근 10년간 당해공사 와 동일한 종류의 공사실적)” 적용
- ☐ 발주계획
 - 건축(기계설비, 토목) 공사는 일괄발주(2월)
 - 전기, 정보통신, 소방설비공사는 전문공사법에 따라 추후 분리발주(7월)

III 발 주 일 정(건축분야)

구 분	일 정	비 고
발주검토 및 입찰준비	01.18 ~ 01.29(12일)	건축, 기계 공사감독 필요
시행공문(일상감사)	02.01 ~ 02.15(15일)	감사실 검토
발주요청	02.15	연구지원부 의뢰
입찰공고	02.26 ~ 04.07(42일)	「국가계약법」 시행령 제35조 - 공사금액 50억 이상 : 40일
실적제출	03.21 ~ 03.22(02일)	
입찰기간 및 개찰	03.28 ~ 04.07(11일)	
계약체결	04.15	「공사입찰유의서」 제19조 - 계약체결은 낙찰통지를 받은 후 10일 이내

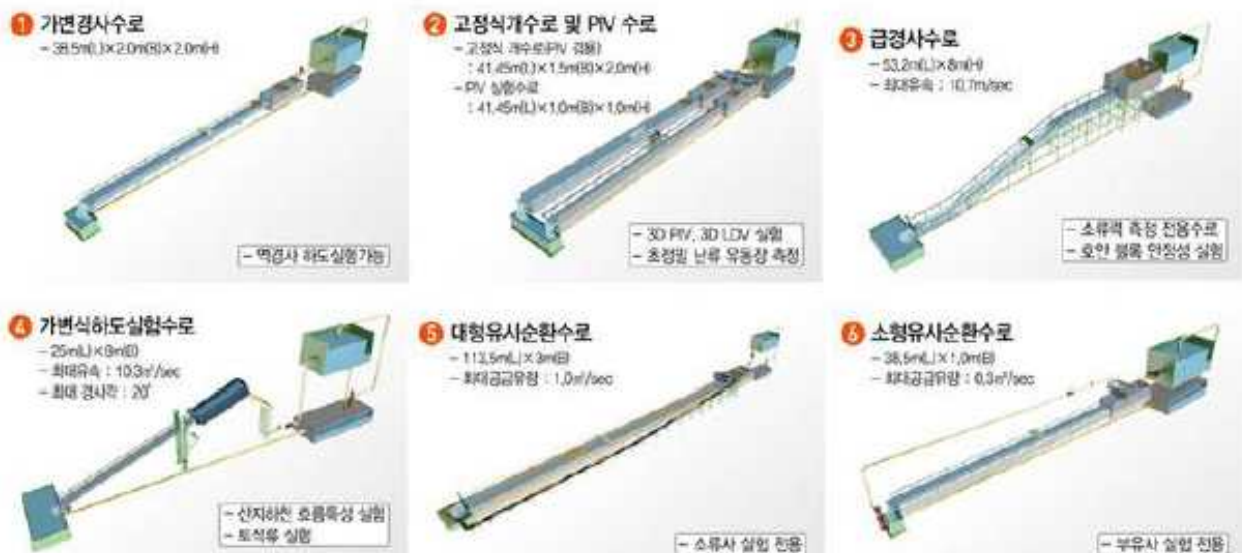
※ 현장설명 생략 : 「국가계약법」 시행령 제14조의2 공사금액 300억 이상은 의무시행

【붙임2】 실험시설 조감도 및 실험설비

□ 조감도 및 내부투시도



□ 실험설비 6종



【붙임3】 입찰방법비교 및 유사사례검토

입찰 방법 비교

구분	실적경쟁입찰	지역제한경쟁입찰	총액입찰	내역입찰
개념	특수한 기술 또는 공법이 요구될 경우 당해 공사시공에 필요한 기술을 보유하거나 축적된 시공 경험을 보유한 업체를 대상으로 하여 경쟁입찰에 부치는 제도	공사현장이 소재하는 지역에 주된 사무소를 두고 있는 건설업체만을 대상으로 경쟁입찰에 부치도록 함으로써, 비교적 소규모공사를 당해 지역업체가 수주토록 하는 제도	입찰자가 지시된 설계도서에 따라 수량, 단가 등 모든 내역을 입찰자 책임하에 계산하고, 입찰서를 총액으로 제출하는 입찰제도	입찰시에 입찰서와 함께 입찰금액의 산출내역서(현장설명서에 배부된 물량내역서에 단가를 기재하여 입찰금액을 산정한 서류)를 제출하는 입찰제도
적용대상	- [별표]에 규정된 14개 공사 - 대한민국 이외의 지역에서 시공하는 공사 - 기타 <u>특수기술 또는 특수공법을 요하는 공사</u>로서 그 특성상 실적경쟁입찰로 집행하는 것이 필요하다고 인정되는 공사(계약예규 정부 입찰·계약 집행기준에 의함)	- 국가기관의 경우는 <u>추정가액 87억원(전문·장기·정보통신공사는 70억원) 미만</u> 공사(국가계약법시행령 제21조 제1항 제6호)	- <u>추정가액 1억원이상</u> 공사(국가계약법 시행령 제14조 제6항), (계약예규 정부 입찰·계약 집행기준 제7장)	- <u>추정가액 100억원이상</u> 공사(국가계약법 시행령 제14조 제6항), (계약예규 정부 입찰·계약 집행기준 제7장)
채택	◎	◎	◎	

유 사 사 례 검 토

□ 영장류자원지원센터 건설공사(한국생명공학연구원)

- 기초금액 : 6,679,750,000원(낙찰하한율: 85.495%)
- 입찰방법 : 적격심사(실적제한), 총액입찰, 지역의무, 장기계속
- 평가기준 : 최근 10년간 당해공사와 동일한 종류의 공사실적(SPF동물관련 시공실적 업체(Class 10,000이상, 760㎡이상) 또는 Clean Room 760㎡이상 (Class 10,000이상))

※ 증빙자료 : 시공실적증명서, 준공도면, 설계설명서, 건축물대장

□ 중하지구 다목적농촌용수개발사업 토목공사(한국농어촌공사)

- 기초금액 : 9,263,804,000원(낙찰하한율: 85.495%)
- 입찰방법 : 적격심사(실적제한), 총액입찰, 지역의무, 장기계속
- 평가기준 : 최근 10년간 당해공사와 동일한 종류의 공사실적(저수지 준공실적)

※ 증빙자료 : 시공실적증명서

【붙임4】 적격심사 평가기준

시설공사 적격심사세부기준(2015.3.6) 별지3

1. 수행능력 평가(30점)

- 시공경험, 경영상태, 신인도의 심사항목 점수를 합산하여 평가하며 점수는 심사분야별로 각각 평가한다.
- 시공경험(15점) : 입찰방법에 따라 선택 적용

입찰방법	실적사항	점수배점	비 고
실적에 의한 경쟁 입찰공사(15점) [주]1. 참조]	최근 10년간 당해공사와 동일한 종류의 공사실적	평가 기준 규모대비 A : 100%이상 : 15.0점 B : 85%이상 : 13.7점 C : 70%이상 : 12.4점 D : 50%이상 : 11.0점 E : 30%이상 : 9.7점 F : 30%미만 : 8.2점	

주) 1. 입찰공고에서 특별히 규정한 경우를 제외하고는 평가기준규모는 당해 시공실적대상공사(종)의 단위구조물에 대한 규모로 하며, 동일한 종류의 공사실적으로 인정하는 규모는 입찰참가자격에서 정한 규모로 한다.(평가기준 규모와 공사실적 인정기준 규모는 입찰공고에 명시)

- 경영상태(15점) : 입찰자의 선택에 따라 평가
 - 재무비율의 점수 = <별지 3-1> 경영상태평가표에 의한 종합평점 × 15/45로 한다.
 - 신용평가에 의한 점수는 <별표 7-1>에 의한다.
- 신인도(±0.9점)

- 사전심사세부기준에 의한 신인도 평가 점수 × 18/100

주) 전문·전기·정보통신·소방시설·지하수공사에 대한 신인도 평가는 하지 아니한다.
단, 사전심사세부기준의 신인도 분야의 주 5)의 사항은 평가한다.

2. 입찰가격 평가 (50점)

$$○ 50 - 2 \times \left| \left(\frac{88}{100} - \frac{\text{입찰가격}}{\text{예정가격}} \right) \times 100 \right| = \text{입찰가격 점수}$$

- | | 는 절대값 표시임

- 입찰가격을 예정가격으로 나눈 결과 소수점이하의 숫자가 있는 경우에는 소수점 다섯째자리에서 반올림한다.

- 입찰가격이 예정가격 이하로서 예정가격의 100분의 90.5 이상일 경우의 평점은 45점으로 한다.

- 최저 평점은 2점으로 한다.

3. 자재 및 인력조달 가격의 적정성 평가(10점)

- <별표 8> 자재 및 인력조달가격의 적정성 평가기준에 의한다.

4. 하도급계획의 적정성 평가(10점)

- <별표 5>의 하도급관리계획서를 대상으로 <별표 6>의 평가방법에 의한다.

(나) 업체 평가결과

시 공 경 험 평 가 (배점 : 15점)

■ 공사명 : 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 건축(토목,기계설비) 공사

구 분	입찰자명(대표자)	경기종합건설(주)	구 성 원 3
상호/출자비율	【70%】	【30%】	【%】
주 소	부산광역시 기장군 정관읍 농공길 2-9	경기도 오산시 외삼미동 459-68	

심 사 관 목	평가 요소	평 가 기 준	심 사 평 가								등급 및 평점	
			입찰자명(대표자)		경기종합건설(주)		구성원 3		계 (A+B+C)	평점 합계	등급	평점
			실적	심사(A)	실적	심사(B)	실적	심사(C)				
실적에 의한 평점입찰 공사	최근10년간 당해 공 사 와 동일한 공역 의 공사실적	65.0m (기둥사이의 거리:평면 상 SPAN)	52.0m	36.4m					36.4m	11.0	A.100%이상 B. 85%이상 C. 70%이상 D. 55%이상 E. 30%이상 F. 30%미만	15.0 13.7 12.4 11.0 9.7 8.2
시공경험평가 평점합계 = (11점)												

확 인 자 : 3급 박진현 (인)

검 사 자 : 4급 김정훈 (인)

자재 및 인력조달 가격의 적정성 평가 (배점 : 10점)

■ 공사명 : 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 건축(토목,기계설비) 공사

구 분	입찰자명(대표자)	경기종합건설(주)	구 성 원 3
상호/출자비율	【70%】	【30%】	【%】
주 소	부산광역시 기장군 정관읍 농공길 2-9	경기도 오산시 외삼미동 459-68	

■ 평가점수(총괄)

- 평가산식 : {(노무비 평가점수 + 재경비(기타경비, 일반관리비, 이윤) 평가점수)} × 공사 종류별 난이도 계수
- 평가점수 : {(7점 + 3점)} × 0.9 (C등급) = 9점

■ 노무비 평가

○ 평가기준 및 평가점수

입찰서상 노무비율		기준율의 100%이상	기준율의 90%이상	기준율의 90%미만
점 수	추정가격 100억엔미만 공사	7	6	5

- 평가기준 : 입찰서상의 노무비율을 노무비 기준율로 나누어 백분율로 나타낸 값으로 평가
- 평가점수 : 입찰서상 노무비율(A) ÷ 노무비 기준율(B) = 35.06% + 34.89% = 100.48% (7점)

○ 입찰서상 노무비율(A) : 35.06%

※ 입찰서상 직접노무비 : 2,325,164,835원, 간접노무비 : 139,509,888원, 입찰금액 : 7,030,000,000

- 입찰서상 노무비율 = $\frac{\text{직접노무비} + \text{간접노무비}}{\text{입찰금액}} = \frac{2,325,164,835 + 139,509,888}{7,030,000,000} \times 100\%$

○ 공고문에 명시된 노무비 기준율(B) : 34.89%

■ 제경비의 적정성 평가

○ 평가기준

- 추정가격 100억원 미만 공사 : 3점(각 경비별 배점 1점)

기타경비, 일반관리비, 이윤 반영비율 (추정가격 100억원미만 공사)	기준율의 100%이상	기준율의 85%이상	기준율의 85%미만
점 수	0.5	1	0.5

- 기타경비, 일반관리비, 이윤에 대하여 입찰서상의 각 비율을 각 기준율로 나누어 백분율로 나타낸 값으로 각각 평가한 후 그 점수를 합산

○ 평가산식 및 평가점수

제경비 항목	입찰서상의 각 비율(A)	각 기준율(B)	반영비율(A/B)	점수	평점합계
기타경비	2.57	3.00%	85.67%	1점	(3점)
일반관리비	2.57	3.00%	85.67%	1점	
이 윤	4.30	5.00%	86.0%	1점	

※ 각 기준율(B)(기타경비, 일반관리비, 이윤), 공사 종류별 낮아도 계수는 입찰공고문에 명시함

확 인 자 : 3급 박진원 (박진원)
검 사 자 : 4급 김정훈 (김정훈)

하도급계획의 적정성 평가 (배점 : 10점)

■ 공사명 : 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 건축(토목,기계설비) 공사

구 분	입찰지명(대표사)	경기총합건설(주)	구 성 원 3
상호/출자비율	【70%】	【30%】	【%】
주 소	부산광역시 기장군 경관읍 농공길 2-9	경기도 오산시 외삼마동 459-68	

■ 하도급관리계획서(업체 제출)

하수급예정자				하도급할 공사			하수급예정자와 계약할 금액 (지급자재금액)	하도급대금 적분계획
상호 및 대표자	사업자등록번호 소재지	면허종류 (시공능력공시액)	산정 방법	공사종류	규모 (수량)	금 액		
동부건설(주) 김정수	120-81-43036 서울	장구조물공사업 (57,885,000,000원)	지명명칭	장구조물공사	1차	2,377,756,136원	1,975,328,160원	394,895,534원 20%
영진건설(주) 김진영	617-81-75960 부산	철근콘크리트공사업 (5,159,380,000원)	지명명칭	철근콘크리트공사	1차	1,368,788,843원	1,136,961,317원 (1,035,879,836원)	227,373,284원 20%
								%
								%
입찰가격(A) : 7,030,000,000원				합 계		3,746,544,979원 (B)	3,110,194,940원 (C)	%
				하도급 비율(B/A) : 53.31%			하수급금액 비율(C/B) : 82.99%	

■ 하도급 관리계획의 적정성 평가

심사항목	등급별 점수		평가방법	평가산식	평가합계
	등급	규모별 점수 추정가격 100억 미만 50억이상			
단일공종공사 등		10	-		
하도급비율	A:40%이상 B:30%이상	4 3	하도급비율은 입찰가격(경금 제외) 대비 하도급합공사(자급자재 제외) 의 합계금액으로 평가 (하도급관리계획서상 B/A × 100)	하도급합공사 3,747,554,999 입찰가격 7,030,000,000 × 100% = 53.31%	4.0
하도급합 공사의 총금액(B) 대비 하수급 예정자와 계약할 총금액의 비율(C)	A:77%미만 B:77%이상 ~80%미만 C:80%이상 ~82%미만 D:82%이상	2 3 4 5	하도급합 부분의 총금액은 하도급합 부분의 금액을 모두 합산한 금액 (하도급관리계획서상 C/B × 100)	하도급계약금액 3,110,194,480 하도급합공사 3,747,554,999 × 100% = 82.99%	5.0
하도급비율 적정성	A: 20%이상 B: 10%이상	1.0 0.5	직불비율=직접·자급합 금액/총 하도 급계약할 금액×100	직불금액 622,038,807 하도급계약금액 3,110,194,480 × 100% = 20%	1.0
계		10			(10점)

확 인 자 : 3급 박 권 현 (인)
검 사 자 : 4급 김 정 훈 (인)

(다) 건축공사 계약체결

- ① 건축공사 시공업체 : (주)엘지엘(70%), 경기종합건설(주)(30%)
- ② 총공사비 : 금7,030,000,000원(금 칠십억삼천만원)
- ③ 주요공종 : 건축, 토목, 기계설비공
※ 전기공사, 자재구매는 별도 발주
- ④ 공사 계약

공사계약서 계약번호: 2024-001-001-001 계약일자: 2024.01.01 계약금액: 금7,030,000,000원 계약종류: 건축공사 계약조건: 현금결제 계약장소: 서울특별시 강남구 계약대상: 아파트 10동 계약기간: 2024.01.01 ~ 2024.12.31 계약자: (주)엘지엘 계약처: (주)경기종합건설 계약내용: 아파트 10동 건축공사 계약금액: 금7,030,000,000원 계약조건: 현금결제 계약장소: 서울특별시 강남구 계약대상: 아파트 10동 계약기간: 2024.01.01 ~ 2024.12.31 계약자: (주)엘지엘 계약처: (주)경기종합건설 계약내용: 아파트 10동 건축공사	공사계약서 계약번호: 2024-001-001-001 계약일자: 2024.01.01 계약금액: 금7,030,000,000원 계약종류: 건축공사 계약조건: 현금결제 계약장소: 서울특별시 강남구 계약대상: 아파트 10동 계약기간: 2024.01.01 ~ 2024.12.31 계약자: (주)엘지엘 계약처: (주)경기종합건설 계약내용: 아파트 10동 건축공사 계약금액: 금7,030,000,000원 계약조건: 현금결제 계약장소: 서울특별시 강남구 계약대상: 아파트 10동 계약기간: 2024.01.01 ~ 2024.12.31 계약자: (주)엘지엘 계약처: (주)경기종합건설 계약내용: 아파트 10동 건축공사
--	--

<그림 2-2> 공사계약서

① 전기공사 시공업체 선정 및 계약

③ 계약기간 : '16.10.05 ~ ' 17.08.31

④ 계약금액 : 716,840,000원(금 칠억일천육백팔십사만원)

⑤ 공사계약서

“행복한 농어촌을 만드는 글로컬 농가업”

한국농어촌공사 농어촌연구원

수신자 **국토교통기술실용인프라 2단계 건설사업관리담당**

(경유)

(참조)

제 목 **대형 수리모형 실험시설 구축(중국) 전기 정보통신 소방시설공사 계약대금
일괄 및 착공신고서 검토 요청**

1. 관 령 : 연구거품-2558(2015.10.06)호, 연구거품-2558(2015.10.05)호,
연구거품-2551(2015.09.29)호, 산청-K3005(2015.10.17)호,
C624-K3005(2015.10.13)호, 애머스방재-KD1002(2015.10.07)호

2. 귀 건설사업관리단의 부당한 발권을 거합합니다.

3. 대형 수리모형 실험시설 구축(중국) 전기공사, 정보통신공사, 소방시설공사의
계약대금 결과 및 착공신고서를 붙임과 같이 알려드리오니 착공신고서 검토 후 보고해
주시기 바랍니다.

붙임 : 1. 종사계약서 및 착공신고서 1식.(별첨) 끝.

한국농어촌공사 농어촌연구원장

담당자 **김영준** 수석연구원 **김민준** 김민준 직전주무차장 **오수훈**

전화번호 **수석연구원 김민준**

이메일 **연구기획팀주무-1305** / 2015.10.19 / 평일

주 / <http://www.knrc.or.kr>

전화 **011-402-1757** / 팩스 **011-402-1620** / knrc@knrc.or.kr / 서울특별시

같이가요. 함께해요. 행복 농어촌

<그림 2-3> 전기, 정보통신, 소방시설공사 공사계약서

(마) 정보통신공사 시공업체 선정 및 계약

- ① 계약상대자 : (주)두성미디어 (경기도 안양시 소재, 대표 정재득)
- ② 계약기간 : '16.10.04 ~ ' 17.08.31
- ③ 계약금액 : 8,371,000원(금 팔백삼십칠만천원)
- ④ 공사계약서

공사명 : 대형 수리모형 실험시설 구축(중축) 정보통신공사		발주부서 확인
소 속		
직 역		
성 명		(인)

내 역 서 (총괄 및 1차)

2016. 12

경기도 안양시 만안구 안양로 89
301호 (안양동)

주 식 회 사 두 성 매 디 어

대 표 이 사 정 재 득 (인)

한국농어촌공사 농어촌연구원장 귀하

<그림 2-4> 정보통신공사 계약내역서

(바) 소방시설공사 시공업체 선정 및 계약

- ① 계약상대자 : (주)이에스방재 (경기도 의정부시 소재, 대표 김은수)
- ② 계약기간 : '16.09.28 ~ ' 17.08.31
- ③ 계약금액 : 378,946,000원(금 삼억칠천팔백구십사만육천원)
- ④ 공사계약서

계 약 내 역 서 (총차)	
공 사 명 : 대형 수리모형 실험시설 구축(중축) 소방시설공사	
계 약 금 액 : 일금 삼억칠천팔백구십사만육천사십오 원정	(₩ 378,946,045)
공 급 가 액 : 일금 삼억사천사백사십구만육천사백오 원정	(₩ 344,496,405)
부 가 가 치 세 : 일금 삼천사백사십사만구천육백사십 원정	(₩ 34,449,840)
주 소 : 경기도 의정부시 오목로 225번길 173 상 호 : 이 에 스 방 재 주 식 회 사 연 락 처 : (031) 826-0836 대 표 자 : 김 은 수	
한국농어촌공사 농어촌연구원장 귀하	

<그림 2-5> 소방시설공사 계약내역서

(3) 건축/기계/토목 등 구축공사 수행

(가) 구축공사 주요내용

- 파일공사 완료
- 지하저수조, 펌프실 2,3 및 고수조1 구조체 설치 완료
- 지하저수조구간 되메우기 완료
- 전기, 정보통신, 소방시설공사 계약완료
- 전기 접지공사 완료
- 기계설비 배관 터파기 완료 및 설치 작업 착수
- 철골세우기 완료
- 내외장 및 지붕공사 완료
- 입축사류펌프 및 전동기설치 완료
- 주차장 조성 등 부대토목공사 완료
- 수전, 수배전반, MCC반 설치 및 전기 사용전검사 완료
- 호이스트크레인 설치 완료

(나) 추진경위

- 2016. 08. 24 파일공사 시항타 실시
- 2016. 09. 06 제1회 기술검토회 개최(농어촌연구원)
- 2016. 09. 06 2016년 9월 월간공정회의 실시
- 2016. 09. 19 지하저수조구간 터파기공사 실시
- 2016. 09. 28 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 소방시설공사 계약
- 2016. 09. 30 지하저수조구간 파일공사 496본 완료
- 2016. 10. 04 2016년 10월 월간공정회의 실시
- 2016. 10. 04 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 정보통신공사 계약
- 2016. 10. 05 대형 수리모형 실험시설 구축(증축) 전기공사 계약
- 2016. 10. 06 실험장구간 파일공사 118본 완료
- 2016. 10. 13 2016년 제1회 기성검사 실시
- 2016. 11. 01 2016년 11월 월간공정회의 실시
- 2016. 11. 25 제2회 기술검토회 개최(농어촌연구원)
- 2016. 12. 06 2016년 12월 월간공정회의 실시
- 2016. 12. 14 시행계획 변경
- 2016. 12. 15 1차 철골공장검수
- 2016. 12. 19 시행계획변경에 따른 변경계약
- 2016. 12. 22 2016년도(1차수) 준공검사 실시
- 2017. 01. 09 2017년도(2차수) 건축/기계/토목, 전기, 소방시설 및 정보통신공사계약
- 2017. 01. 09 2017년 1월 월간공정회의 실시
- 2017. 01. 20 2차 철골공장검수
- 2017. 02. 03 실험장구간 철골세우기 착수

- 2017. 02. 07 2017년 2월 월간공정회의 실시
- 2017. 03. 08 2017년 3월 월간공정회의 실시
- 2017. 03. 29 2017년 제1회 기성검사 실시
- 2017. 04. 05 2017년 4월 월간공정회의 실시
- 2017. 04. 11 지하저수조 되메우기
- 2017. 04. 26 실험장구간 철골세우기 완료
- 2017. 04. 26 전기 접지공사
- 2017. 05. 04 펌프실 2,3 및 고수조1 철근콘크리트(레미콘 타설) 공사
- 2017. 05. 08 기계설비 배관 터파기 공사
- 2017. 05. 10 2017년 5월 월간공정회의 실시
- 2017. 05. 15 배관 설치 작업 착수
- 2017. 06. 06 고수조2, 계측실 및 홍보용 데크 슬라브 철근콘크리트 공사 실시
- 2017. 06. 07 2017년 건축,토목,기계공사 제2회 기성검사 실시
- 2017. 06. 20 전기 옥외관로 인입공사
- 2017. 08. 08 외장재 및 지붕 판넬공사
- 2017. 08. 02 철골 수직도 검사
- 2017. 08. 25 콘크리트 면처리
- 2017. 09. 05 2017년 건축,토목,기계공사 제3회 기성검사 실시
- 2017. 09. 13 실험장 기초철근 배근 및 타설
- 2017. 09. 23 고수조 물탱크 조립
- 2017. 10. 25 부대토목-경계석 및 시드스프레이 공사
- 2017. 10. 30 옥외소화배관 옥외지중배관
- 2017. 11. 09 옥외 가로등 공사
- 2017. 11. 13 내부 전등기구 설치
- 2017. 11. 16 입측사류펌프 및 전동기 설치 완료
- 2017. 11. 16 수배전반 및 MCC반 설치 완료
- 2017. 11. 17 전기실 전등분전반 및 MOV 설치
- 2017. 11. 17 소방설비 배관 및 장비설치 공사
- 2017. 11. 20 소방설비 관보온공사
- 2017. 11. 21 부대토목 - 아스팔트 포장 및 보도블럭 설치 완료
- 2017. 11. 22 전기 동력설비 공사
- 2017. 11. 24 전기 사용전검사확인증 수령
- 2017. 12. 12 소방시설 완공검사 필증 수령
- 2017. 12. 15 건축공사 준공

(다) 구축공사 주요현황



현장사무소 설치(2차년도 완료)



부지정지 및 벌목(2차년도 완료)



사토처리 및 다짐



시향타 실시



파일 동재하시험



파일 정재하시험



트레버스 기초 평판재하시험



파일 용접부위 비파괴검사



지하저수조구간 터파기



지하저수조구간 터파기



1차 철골공장검수



2차 철골공장검수



월간공정회의



월간공정회의



철골세우기



철골세우기



지하저수조 1층 슬라브 설치



지하저수조 1층 슬라브 설치



지하저수조 구조체 완료



지하저수조 되메우기



지하저수조 되메우기



지하저수조 되메우기



펌프실 2,3 및 고수조1 거푸집설치



펌프실 2,3 및 고수조1 구조체 완료



전기 접지공사



전기 접지공사



기계배관 터파기



기계배관 터파기



고수조2 슬라브 철근콘크리트 공사



계측실 및 홍보용데크 철근콘크리트 공사



건축,토목,기계 제2회 기성검사 실시



건축,토목,기계 제2회 기성검사 실시



전기 옥외관로 인입공사



전기 옥외관로 인입공사



외장재 및 지붕 판넬공사



외장재 및 지붕 판넬공사



외장재 및 지붕 판넬공사



외장재 및 지붕 판넬공사



콘크리트 먼처리



철골 수직도 검사



건축,토목,기계 제3회 기성검사 실시



건축,토목,기계 제3회 기성검사 실시



실험장 기초철근배근 및 타설



고수조 물탱크 조립



부대토목 - 경계석 설치



부대토목 - 시드스프레이 공사



옥외소화배관 옥외지중배관



옥외소화배관 옥외지중배관



옥외 가로등 설치



옥외 가로등 설치



내부 전등기구 설치



내부 전등기구 설치



입축사류펌프 및 전동기 설치 완료



입축사류펌프 및 전동기 설치 완료



수배전반 및 MCC반 판넬 설치



수배전반 및 MCC반 판넬 설치



전기실 전등분전반 설치



전기실 MOV 설치



소방설비 배관 및 장비 설치공사



소방설비 관보온공사



부대토목 - 아스팔트 포장 완료



부대토목 - 보도블럭 설치 완료



전기 동력설비 공사



전기 동력설비 공사



공사완료



공사완료

(라) 주요공종 검측결과서

① 지하저수조 검측결과서

공 종	검 측 부 위	검측일	검 측 내 용	합격여부	검측결과
철근콘크리트	지하저수조 기초	‘16.10.19	기초 먹매김 A구간	적합	검-건-30호
철근콘크리트	저수조 SUMP PIT	‘16.10.24	기초철근 및 거푸집	적합	검-건-32호
철근콘크리트	지하저수조 기초 1구간	‘16.10.28	기초철근 및 거푸집	적합	검-건-34호
철근콘크리트	지하저수조 1구간 지하층	‘16.10.31	벽체,기둥 먹매김 1구간	적합	검-건-35호
철근콘크리트	지하저수조 기초 2구간	‘16.11.02	기초 철근 및 거푸집	적합	검-건-36호
철근콘크리트	지하저수조 1구간 지하층	‘16.11.02	기둥,벽체 철근 배근	적합	검-건-37호
철근콘크리트	지하저수조 2구간 지하층	‘16.11.07	벽체,기둥 먹매김 2구간	적합	검-건-38호
철근콘크리트	저수조 SUMP PIT	‘16.11.07	기초철근 및 거푸집	적합	검-건-39호
철근콘크리트	지하저수조 2구간 지하층	‘16.11.08	기둥,벽체 철근배근	적합	검-건-40호
철근콘크리트	지하저수조 기초 3구간	‘16.11.09	기초철근 및 거푸집	적합	검-건-41호
철근콘크리트	지하저수조 기초 4구간	‘16.11.15	기초철근 및 거푸집	적합	검-건-43호
철근콘크리트	지하저수조 1구간	‘16.12.02	1층바닥 철근배근 및 거푸집	적합	검-건-46호
철근콘크리트	지하저수조1구간 단차부	‘16.12.07	1층바닥 철근배근 및 거푸집	적합	검-건-48호
철근콘크리트	지하저수조2구간	‘16.12.16	1층바닥 철근배근 및 거푸집	적합	검-건-49호
철근콘크리트	지하저수조기초 3~4구간	‘17.02.24	벽체,기둥 먹매김 3~4구간	적합	검-건-50호
철근콘크리트	지하저수조 기초 3구간	‘17.02.28	기둥 철근배근	적합	검-건-51호
철근콘크리트	지하저수조 3구간	‘17.03.02	벽체 철근조립	적합	검-건-52호
철근콘크리트	지하저수조 4구간	‘17.03.06	기둥 및 벽체 철근	적합	검-건-54호
철근콘크리트	지하저수조 3구간	‘17.03.16	보 및 슬라브 철근	적합	검-건-55호
철근콘크리트	지하저수조 4구간	‘17.04.06	보 및 슬라브 철근	적합	검-건-56호

검 측 요 청 서

번 호 : 검-건-56
수 신 : 건설사업관리단 2017. 04. 06.

다함과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 함오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	철근콘크리트공사
검 측 내 용	보 및 SLAB 철근조립 및 거푸집 설치
검측요구일시	2017년 04월 06일
검 측 부 위	지수조 (Y1~4열, X29~35열), (Y1~10열, X35~36열)

붙 부 : 검측지크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시불 구축공사 현장대리인 김 성 훈

검 측 결 과 통 보

번 호 : 검-건-56 2017. 04. 06.
수 신 : 현장대리인

검측요청서 번호(검-건-56 호)에 대한 검측결과를 다함과 같이 통보 합니다.

검 측 자	고 광 복	검측일시	2017. 04. 06
검 측 결 과	적합함		

붙 부 : 건설사업관리단원 제크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시불 구축공사 건설사업관리단장 김 영 제

* 재검측시에는 붉은 필자를 "[재]"를 구축상단에 기록함.
* 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

검 측 요 청 서

번 호 : 검-건-52
수 신 : 건설사업관리단 2017. 03. 16.

다함과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 함오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	철근콘크리트공사
검 측 내 용	보 및 SLAB 철근조립 및 거푸집 설치
검측요구일시	2017년 03월 16일
검 측 부 위	지수조 (X4~10열, X29~35열)

붙 부 : 검측지크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시불 구축공사 현장대리인 김 성 훈

검 측 결 과 통 보

번 호 : 검-건-52 2017. 03. 16.
수 신 : 현장대리인

검측요청서 번호(검-건-52 호)에 대한 검측결과를 다함과 같이 통보 합니다.

검 측 자	고 광 복	검측일시	2017. 03. 16
검 측 결 과	적합함		

붙 부 : 건설사업관리단원 제크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시불 구축공사 건설사업관리단장 김 영 제

* 재검측시에는 붉은 필자를 "[재]"를 구축상단에 기록함.
* 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

<그림 2-6> 지하저수조 검측요청서 및 결과 통보서

② 기둥, 벽체 및 지붕 검측결과서

공 종	검 측 부 위	검측일	검 측 내 용	합격여부	검측결과 또는 입증자료
철근콘크리트	실험장 지중보	‘16.11.15	기둥철근 및 거푸집	적합	검-건-42호
철근콘크리트	실험장 지중보	‘16.11.23	지하저수조 기초 4구간	적합	검-건-44호
철골공사	ANCHOR BOLT 시공	‘16.12.01	X16~X25, Y1~Y5	적합	검-건-45호
철골공사	ANCHOR BOLT 시공	‘16.12.06	X16~X16, Y17~Y20	적합	검-건-47호
철골공사	실험장 X16~X25열	‘17.03.02	철골 레벨 및 수직도	적합	검-건-53호
철골공사	X35~X36, Y06~Y10	‘17.04.06	앵커볼트 시공	적합	검-건-57호
철근콘크리트	펌프실	‘17.04.19	기둥, 벽체 철근배근	적합	검-건-58호
철골공사	X29~X34/Y1~Y20, X35~Y14~Y20열	‘17.04.28	앵커볼트 시공	적합	검-건-59호

검 측 요 청 서

문 호 : 검-건-65호 2017. 06. 06

주 소 : 건설사(주)공진

□검측 대상: 방수공(철근 콘크리트 기둥, 벽체, 슬라브) 등

공 종	방수공사
검 측 내 용	Y1~Y05, X35~X36, D500, D600, 관부설
검측일(주)소	2017년 06월 06일
검 측 부 위	기둥, 벽체, 슬라브

문 주 : 건설사(주)공진, 방수공(주)공진

검 측 결 과 통 보

문 호 : 검-건-65호 2017. 06. 02

주 소 : 건설사(주)공진

□검측 대상: 방수공(철근 콘크리트 기둥, 벽체, 슬라브) 등

검 측 내 용	기둥, 벽체, 슬라브
검측일(주)소	2017년 06월 02일
검 측 부 위	기둥, 벽체, 슬라브

문 주 : 건설사(주)공진, 방수공(주)공진

검 측 요 청 서

문 호 : 검-건-66호 2017. 06. 06

주 소 : 건설사(주)공진

□검측 대상: 방수공(철근 콘크리트 기둥, 벽체, 슬라브) 등

공 종	방수공사
검 측 내 용	Y1~Y05, X35~X36, D500, D600, 관부설
검측일(주)소	2017년 06월 06일
검 측 부 위	기둥, 벽체, 슬라브

문 주 : 건설사(주)공진, 방수공(주)공진

검 측 결 과 통 보

문 호 : 검-건-66호 2017. 06. 02

주 소 : 건설사(주)공진

□검측 대상: 방수공(철근 콘크리트 기둥, 벽체, 슬라브) 등

검 측 내 용	기둥, 벽체, 슬라브
검측일(주)소	2017년 06월 02일
검 측 부 위	기둥, 벽체, 슬라브

문 주 : 건설사(주)공진, 방수공(주)공진

<그림 2-7> 기둥, 벽체 및 지붕 검측 요청서 및 결과 통보서

③ 기타 부대공중 검측결과서

공 종	검 측 부 위	검측일	검 측 내 용	합격여부	검측결과
철근콘크리트	트레버스 기둥 및 슬라브	‘17.06.06	철근조립 및 거푸집	적합	검-건-65호
철근콘크리트	고수조-2 슬라브	‘17.06.06	슬라브 철근 및 거푸집	적합	검-건-66호
철골공사	X35~X36 / Y01~Y05	‘17.06.22	앵커볼트 시공	적합	검-건-67호
철근콘크리트	홍보용 데크	17.06.06	슬라브 철근 및 거푸집	적합	검-건-68호
철근콘크리트	트레버스(Y05열)	17.06.22	슬라브 철근 및 거푸집	적합	검-건-69호
철골공사	실험장 (X26~X34)	17.07.14	하이텐션볼트 조임검사	적합	검-건-70호
철골공사	실험장 (X26~X34)	17.08.02	철골 레벨 및 수직도	적합	검-건-71호
기계설비	실험장 (X20~X35,Y17)	17.08.07	실험장 배관 설치(D600)	적합	검-기계-11호
기계설비	실험장 (X20~X35,Y05)	17.08.14	실험장 배관 설치(D500)	적합	검-기계-12호
기계설비	펌프실 #2,3	17.08.23	펌프실 2차측 배관	적합	검-기계-13호
철근콘크리트	실험장 1차구간	17.09.13	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-72호
토공사	우수공	‘17.09.15	터파기 및 관부설	적합	검-토-05호
철근콘크리트	실험장 2차구간	17.09.18	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-73호
철근콘크리트	실험장 3차구간	17.09.23	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-74호
방수공사	지하저수조 내부	17.09.20	지하저수조 우레탄 도막방수	적합	검-건-75호
철근콘크리트	실험장 4차구간	17.09.28	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-76호
토공사	우수공	‘17.10.17	우수연결관 코어천공/관부설	적합	검-토-06호
토공사	포장공	‘17.10.25	경계석 설치	적합	검-토-07호
토공사	포장공	‘17.10.27	L형 측구 설치	적합	검-토-08호
철골공사	실험장 (X34~X36)	‘17.11.01	철골 레벨 및 수직도	적합	검-건-77호
철근콘크리트	실험장 5차구간	‘17.11.07	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-78호
철근콘크리트	실험장 6차구간	‘17.11.13	실험장 기초철근 배근	적합	검-건-79호
토공사	맹암거(유공관)	‘17.11.10	터파기 및 관부설	적합	검-토-09호
토공사	도로 포장구간	‘17.11.16	동상방지층 골재포설및다짐	적합	검-토-10호
토공사	아스팔트 포장	‘17.11.20	아스팔트 포장(기층,표층)	적합	검-토-11호
토공사	보도블럭 구간	‘17.11.21	보도블럭 포장	적합	검-토-12호

검 측 요 청 서

번 호 : 경-건-66
수 신 : 건설사업관리단 2017. 06. 06.

다음과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 하오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	철근콘크리트공사
검 측 내 용	교수조교 기둥 및 보 상 철근조립 및 거푸집 설치
검측요구일시	2017년 06월 06일
검 측 부 위	교수조교

참 부 : 검측체크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시물 구축공사 현장대리인 김 성 훈 (인)

검 측 결 과 통 보

번 호 : 경-건-66
수 신 : 현장대리인 2017. 06. 06.

검측요청서 번호(경-건-66 호)에 대한 검측결과를 다음과 같이 통보 합니다.

검 측 자	교 광 복	검측일시	2017. 06. 06.
검 측 결 과	적합함		

참 부 : 건설사업관리단의 체크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시물 구축공사 건설사업관리단 김 성 훈 (인)

※ 재검측시에는 붉은 글씨로 "[재]"를 우측상단에 기록함,
※ 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

검 측 요 청 서

번 호 : 경-건-11
수 신 : 건설사업관리단 2017. 09. 20.

다음과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 하오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	철근공사
검 측 내 용	지하교수조 우편단 도막장수
검측요구일시	2017년 09월 20일
검 측 부 위	지하교수조 외벽 및 내부 거푸

참 부 : 검측체크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시물 구축공사 현장대리인 김 성 훈 (인)

검 측 결 과 통 보

번 호 : 경-건-11
수 신 : 현장대리인 2017. 09. 20.

검측요청서 번호(경-건-11 호)에 대한 검측결과를 다음과 같이 통보 합니다.

검 측 자	김 성 훈	검측일시	2017. 9. 20
검 측 결 과	적합함		

참 부 : 건설사업관리단의 체크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시물 구축공사 건설사업관리단 김 성 훈 (인)

※ 재검측시에는 붉은 글씨로 "[재]"를 우측상단에 기록함,
※ 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

검 측 요 청 서

번 호 : 경-건-17
수 신 : 건설사업관리단 2017. 10. 25.

다음과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 하오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	모장공
검 측 내 용	경계벽 설치
검측요구일시	2017년 10월 25일
검 측 부 위	신성도토부(L=95M)

참 부 : 검측체크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시물 구축공사 현장대리인 김 성 훈 (인)

검 측 결 과 통 보

번 호 : 경-건-17
수 신 : 현장대리인 2017. 10. 25.

검측요청서 번호(경-건-17 호)에 대한 검측결과를 다음과 같이 통보 합니다.

검 측 자	박 현 진	검측일시	2017. 10. 25
검 측 결 과	적합함		

참 부 : 건설사업관리단의 체크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시물 구축공사 건설사업관리단 김 성 훈 (인)

※ 재검측시에는 붉은 글씨로 "[재]"를 우측상단에 기록함,
※ 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

검 측 요 청 서

번 호 : 경-건-77
수 신 : 건설사업관리단 2017. 11. 01.

다음과 같은 세부공종에 대하여 검측요청 하오니 검사후 승인하여 주시기 바랍니다.

공 종	철근공사
검 측 내 용	MAN COLUMN 수직도 및 레벨 검측
검측요구일시	2017년 11월 01일
검 측 부 위	91~920, 934~936

참 부 : 검측체크리스트, 검측부위 도면

대행 수리요청 실행시물 구축공사 현장대리인 김 성 훈 (인)

검 측 결 과 통 보

번 호 : 경-건-77
수 신 : 현장대리인 2017. 11. 01.

검측요청서 번호(경-건-77 호)에 대한 검측결과를 다음과 같이 통보 합니다.

검 측 자	박 현 진	검측일시	2017. 11. 01
검 측 결 과	적합함		

참 부 : 건설사업관리단의 체크리스트 검측 결과

대행 수리요청 실행시물 구축공사 건설사업관리단 김 성 훈 (인)

※ 재검측시에는 붉은 글씨로 "[재]"를 우측상단에 기록함,
※ 2부 작성하여 시공자, 건설사업관리단 각 1부 보관

<그림 2-8> 기타 부대공종 검측요청서 및 결과 통보서

(마) 구축공사관련 설계변경 적정성 검토

① 제1회 기술검토회 개최

○ 일시/장소 : 2016.09.06. 11:00~ 14:00, 농어촌연구원

○ 주요 의결사항

- 강관보조말뚝을 이용한 파일시공
- PHC파일(13,14,15M) 길이 변경 및 이음파일(18~19M) 시공
- 품질시험계획(비파괴시험 추가 등) 검토

○ 회의 결과

- 의결사항 원안 통과



제1회 기술검토회 개최 전경

② 제2회 기술검토회 개최

○ 일시/장소 : 2016.11.25. 09:30~ 12:00, 농어촌연구원

○ 주요 의결사항

- 건축물 방수계획, 품질관리계획 등에 대한 기술적 타당성과 공사비 적정성 판단

○ 회의 결과

- 의결사항 원안 통과



제2회 기술검토회 개최 전경

(바) 2017년도 기성검사

① 주요 검토사항

- 건축, 기계, 토목 설계도서, 품질관리기준 등 공사전반적인 서류 검토
- 사용된 자재 및 시공 적정성 판단
- 누계 공정률 및 잔여 공사 내용



제2회 기성검사 (2017.06.07. 대형 수리모형 구축공사 현장사무실)



제3회 기성검사 (2017.09.05. 대형 수리모형 구축공사 현장사무실)



제4회 기성검사 (2017.10.25. 대형 수리모형 구축공사 현장사무실)

(사) 건축공사 완공

① 건축공사 완공사진(실외)



전체외관 전경



측면 전경

② 건축공사 완공사진(실내)



실험장 대하천 실험영역(폭 60m구간)



실험수로 설치구역



관측제어실, 공작소 등



실험장 실내전경(측면)

③ 전기 및 소방공사 완공 증명서

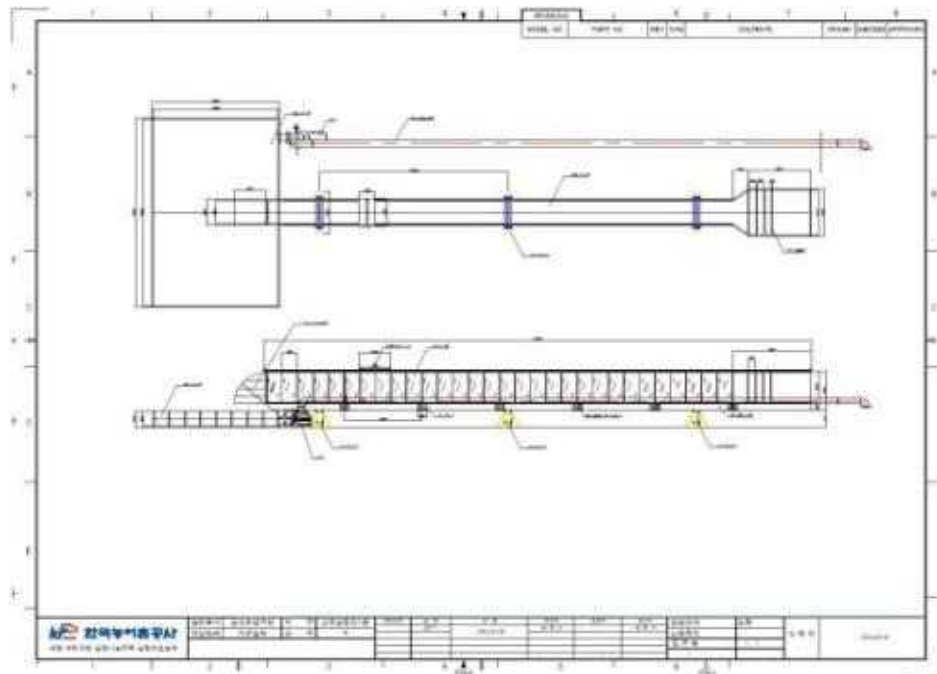
KE CO		사용전검사확인증		QR CODE	
발행일자 : 2024. 08. 20		발행처 : 서울특별시		발행번호 : KE-2024-0820-001	
1. 검사대상	2. 검사종류	3. 검사결과			
1. 검사대상 : 2024년 8월 20일	2. 검사종류 : 일반검사	3. 검사결과 : 합격			
4. 검사장소	5. 검사인원	6. 검사비용			
4. 검사장소 : 서울특별시	5. 검사인원 : 1명	6. 검사비용 : 10,000원			
7. 검사내용	8. 검사결과	9. 검사비고			
7. 검사내용 : 일반검사	8. 검사결과 : 합격	9. 검사비고 : 없음			
10. 검사일자	11. 검사시간	12. 검사인원			
10. 검사일자 : 2024. 08. 20	11. 검사시간 : 10:00 ~ 11:00	12. 검사인원 : 1명			
본 검사결과, 합격인 경우, 해당 검사대상은 해당 검사종류에 합격한 것으로 인정되며, 합격증명서 발급을 위한 서류를 제출하여야 합니다. 본 검사결과, 불합인 경우, 해당 검사대상은 해당 검사종류에 불합한 것으로 인정되며, 재검사를 신청할 수 있습니다.					
발행처 : 서울특별시		발행일자 : 2024. 08. 20		발행번호 : KE-2024-0820-001	
발행처 : 서울특별시		발행일자 : 2024. 08. 20		발행번호 : KE-2024-0820-001	

소방시설감리사업인 사할규 제3호제2식 <가형, 제15, 27>					
제287-7-258호					
소방시설 부분원공검사증명서(사용승인 동의용)					
부분원공검사대상 특정소방대상물	상호(상호)	소방안전구역책임관리자 (소방안전구역책임관리자명)		주 소 물	소방장
	소 제 지	소재지 12151, 상곡로 459(제15호제2식) - 320-409-1091			
	구 소	경기도 성남시 분당구 용매로 35(제27식제2호) 130호 및 340호 동측 130호 제27식 2호, 240호제2호, 제27식 2호 제27식제2호 2, 3호, 240호제2호 4호, 3호, 240호제2호 5호, 4호, 3호, 240호제2호 6호, 3호, 240호제2호 7호, 4호, 3호, 240호제2호 8호, 3호, 240호제2호 9호, 4호, 3호, 240호제2호 10호, 3호, 240호제2호 11호, 4호, 3호, 240호제2호 12호, 3호, 240호제2호 13호, 4호, 3호, 240호제2호 14호, 3호, 240호제2호 15호, 4호, 3호, 240호제2호 16호, 3호, 240호제2호 17호, 4호, 3호, 240호제2호 18호, 3호, 240호제2호 19호, 4호, 3호, 240호제2호 20호, 3호, 240호제2호 21호, 4호, 3호, 240호제2호 22호, 3호, 240호제2호 23호, 4호, 3호, 240호제2호 24호, 3호, 240호제2호 25호, 4호, 3호, 240호제2호 26호, 3호, 240호제2호 27호, 4호, 3호, 240호제2호 28호, 3호, 240호제2호 29호, 4호, 3호, 240호제2호 30호, 3호, 240호제2호 31호, 4호, 3호, 240호제2호 32호, 3호, 240호제2호 33호, 4호, 3호, 240호제2호 34호, 3호, 240호제2호 35호, 4호, 3호, 240호제2호 36호, 3호, 240호제2호 37호, 4호, 3호, 240호제2호 38호, 3호, 240호제2호 39호, 4호, 3호, 240호제2호 40호, 3호, 240호제2호 41호, 4호, 3호, 240호제2호 42호, 3호, 240호제2호 43호, 4호, 3호, 240호제2호 44호, 3호, 240호제2호 45호, 4호, 3호, 240호제2호 46호, 3호, 240호제2호 47호, 4호, 3호, 240호제2호 48호, 3호, 240호제2호 49호, 4호, 3호, 240호제2호 50호, 3호, 240호제2호 51호, 4호, 3호, 240호제2호 52호, 3호, 240호제2호 53호, 4호, 3호, 240호제2호 54호, 3호, 240호제2호 55호, 4호, 3호, 240호제2호 56호, 3호, 240호제2호 57호, 4호, 3호, 240호제2호 58호, 3호, 240호제2호 59호, 4호, 3호, 240호제2호 60호, 3호, 240호제2호 61호, 4호, 3호, 240호제2호 62호, 3호, 240호제2호 63호, 4호, 3호, 240호제2호 64호, 3호, 240호제2호 65호, 4호, 3호, 240호제2호 66호, 3호, 240호제2호 67호, 4호, 3호, 240호제2호 68호, 3호, 240호제2호 69호, 4호, 3호, 240호제2호 70호, 3호, 240호제2호 71호, 4호, 3호, 240호제2호 72호, 3호, 240호제2호 73호, 4호, 3호, 240호제2호 74호, 3호, 240호제2호 75호, 4호, 3호, 240호제2호 76호, 3호, 240호제2호 77호, 4호, 3호, 240호제2호 78호, 3호, 240호제2호 79호, 4호, 3호, 240호제2호 80호, 3호, 240호제2호 81호, 4호, 3호, 240호제2호 82호, 3호, 240호제2호 83호, 4호, 3호, 240호제2호 84호, 3호, 240호제2호 85호, 4호, 3호, 240호제2호 86호, 3호, 240호제2호 87호, 4호, 3호, 240호제2호 88호, 3호, 240호제2호 89호, 4호, 3호, 240호제2호 90호, 3호, 240호제2호 91호, 4호, 3호, 240호제2호 92호, 3호, 240호제2호 93호, 4호, 3호, 240호제2호 94호, 3호, 240호제2호 95호, 4호, 3호, 240호제2호 96호, 3호, 240호제2호 97호, 4호, 3호, 240호제2호 98호, 3호, 240호제2호 99호, 4호, 3호, 240호제2호 100호, 3호, 240호제2호 101호, 4호, 3호, 240호제2호 102호, 3호, 240호제2호 103호, 4호, 3호, 240호제2호 104호, 3호, 240호제2호 105호, 4호, 3호, 240호제2호 106호, 3호, 240호제2호 107호, 4호, 3호, 240호제2호 108호, 3호, 240호제2호 109호, 4호, 3호, 240호제2호 110호, 3호, 240호제2호 111호, 4호, 3호, 240호제2호 112호, 3호, 240호제2호 113호, 4호, 3호, 240호제2호 114호, 3호, 240호제2호 115호, 4호, 3호, 240호제2호 116호, 3호, 240호제2호 117호, 4호, 3호, 240호제2호 118호, 3호, 240호제2호 119호, 4호, 3호, 240호제2호 120호, 3호, 240호제2호 121호, 4호, 3호, 240호제2호 122호, 3호, 240호제2호 123호, 4호, 3호, 240호제2호 124호, 3호, 240호제2호 125호, 4호, 3호, 240호제2호 126호, 3호, 240호제2호 127호, 4호, 3호, 240호제2호 128호, 3호, 240호제2호 129호, 4호, 3호, 240호제2호 130호, 3호, 240호제2호 131호, 4호, 3호, 240호제2호 132호, 3호, 240호제2호 133호, 4호, 3호, 240호제2호 134호, 3호, 240호제2호 135호, 4호, 3호, 240호제2호 136호, 3호, 240호제2호 137호, 4호, 3호, 240호제2호 138호, 3호, 240호제2호 139호, 4호, 3호, 240호제2호 140호, 3호, 240호제2호 141호, 4호, 3호, 240호제2호 142호, 3호, 240호제2호 143호, 4호, 3호, 240호제2호 144호, 3호, 240호제2호 145호, 4호, 3호, 240호제2호 146호, 3호, 240호제2호 147호, 4호, 3호, 240호제2호 148호, 3호, 240호제2호 149호, 4호, 3호, 240호제2호 150호, 3호, 240호제2호 151호, 4호, 3호, 240호제2호 152호, 3호, 240호제2호 153호, 4호, 3호, 240호제2호 154호, 3호, 240호제2호 155호, 4호, 3호, 240호제2호 156호, 3호, 240호제2호 157호, 4호, 3호, 240호제2호 158호, 3호, 240호제2호 159호, 4호, 3호, 240호제2호 160호, 3호, 240호제2호 161호, 4호, 3호, 240호제2호 162호, 3호, 240호제2호 163호, 4호, 3호, 240호제2호 164호, 3호, 240호제2호 165호, 4호, 3호, 240호제2호 166호, 3호, 240호제2호 167호, 4호, 3호, 240호제2호 168호, 3호, 240호제2호 169호, 4호, 3호, 240호제2호 170호, 3호, 240호제2호 171호, 4호, 3호, 240호제2호 172호, 3호, 240호제2호 173호, 4호, 3호, 240호제2호 174호, 3호, 240호제2호 175호, 4호, 3호, 240호제2호 176호, 3호, 240호제2호 177호, 4호, 3호, 240호제2호 178호, 3호, 240호제2호 179호, 4호, 3호, 240호제2호 180호, 3호, 240호제2호 181호, 4호, 3호, 240호제2호 182호, 3호, 240호제2호 183호, 4호, 3호, 240호제2호 1			

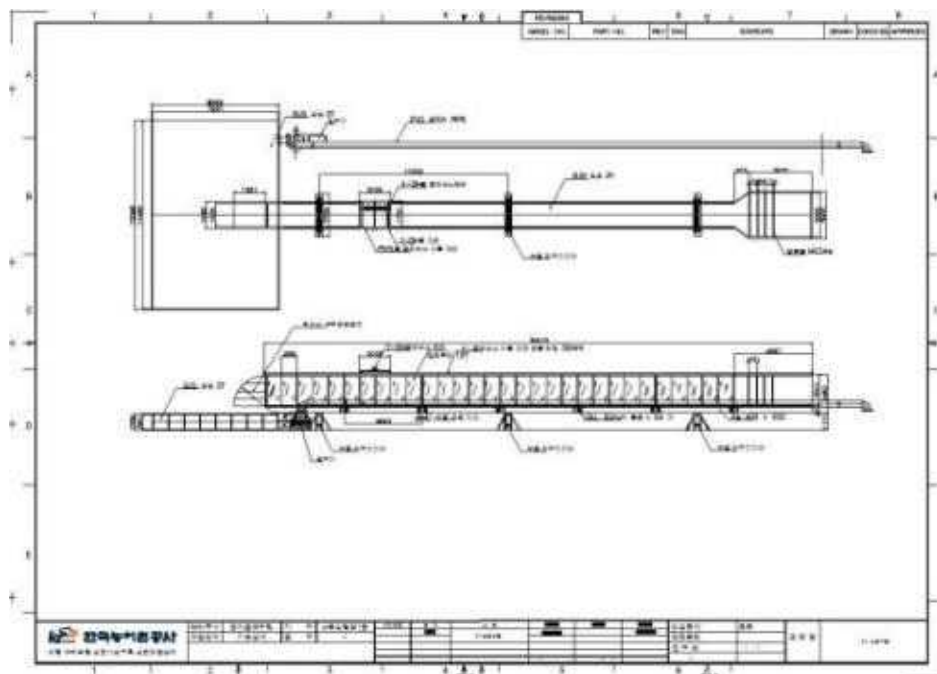
나. 7종 실험수로 구축

(1) 기본설계도서 작성

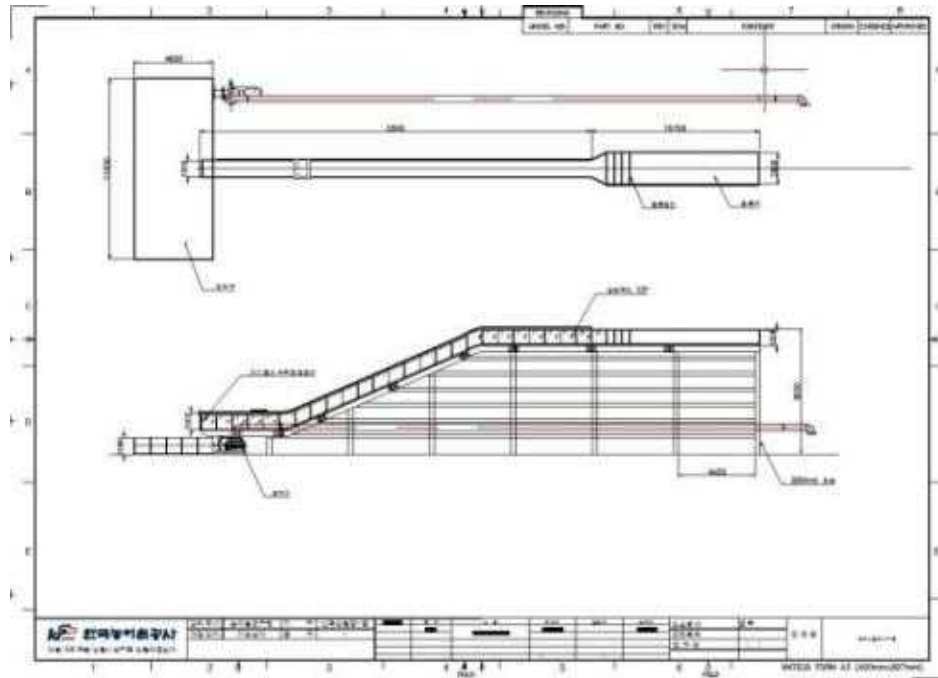
(가) 고정식개수로



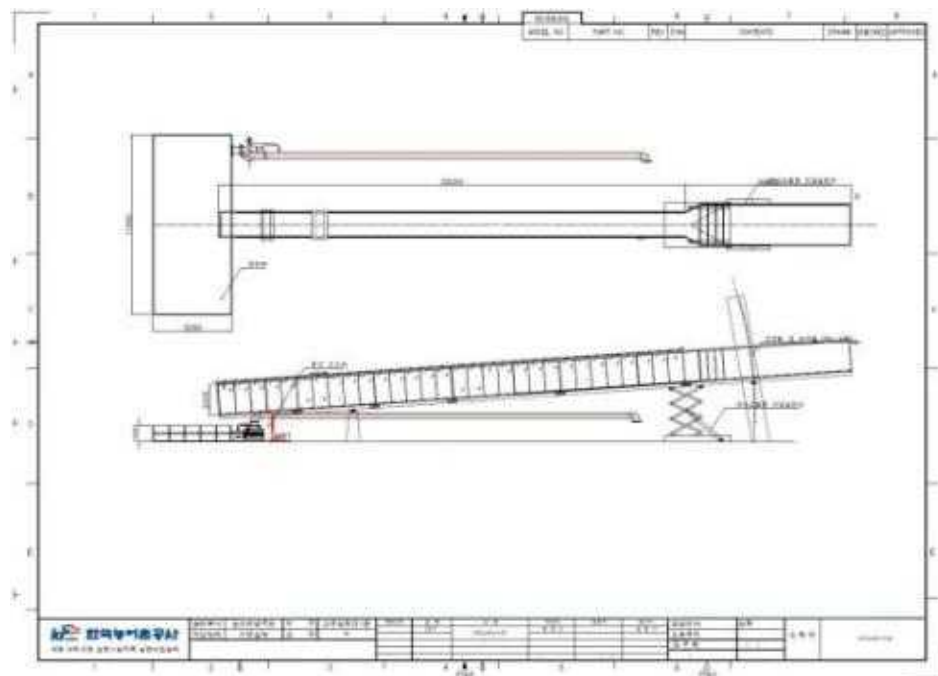
(나) PIV 실험수로



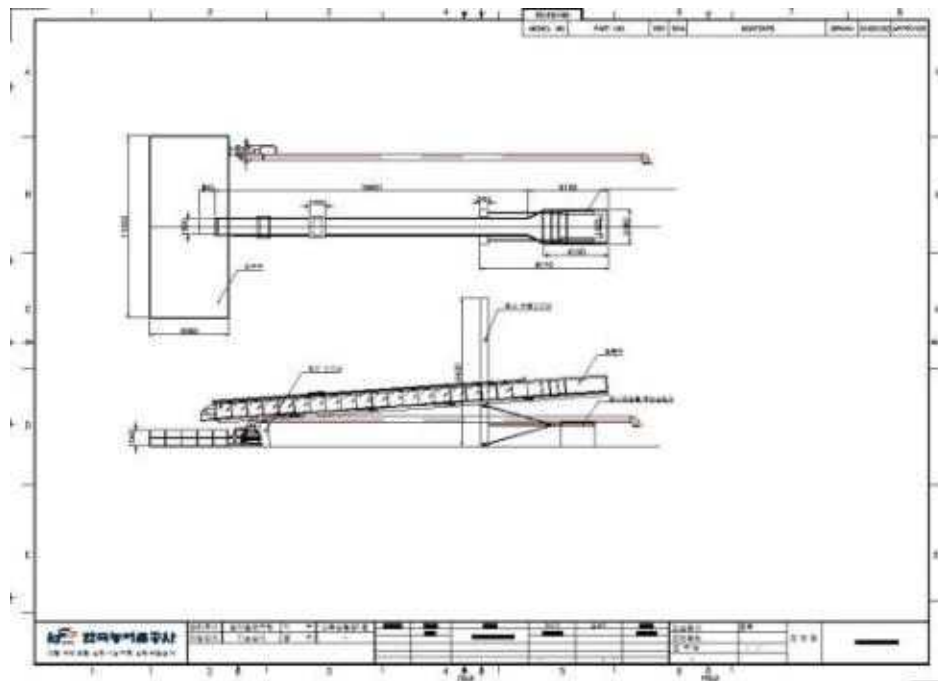
(다) 고정식급경사수로



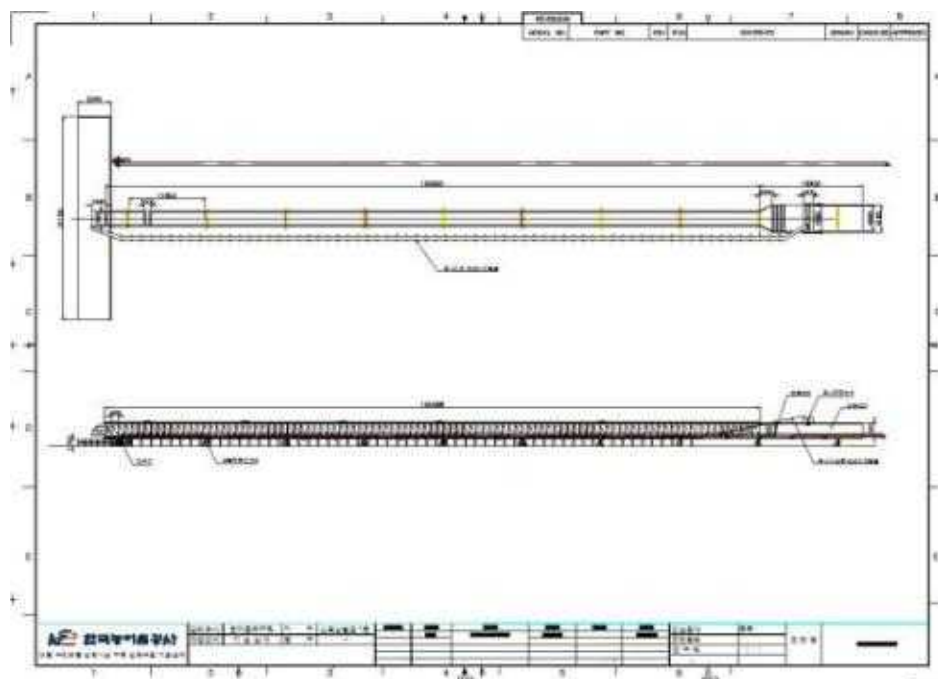
(라) 가변식경사수로



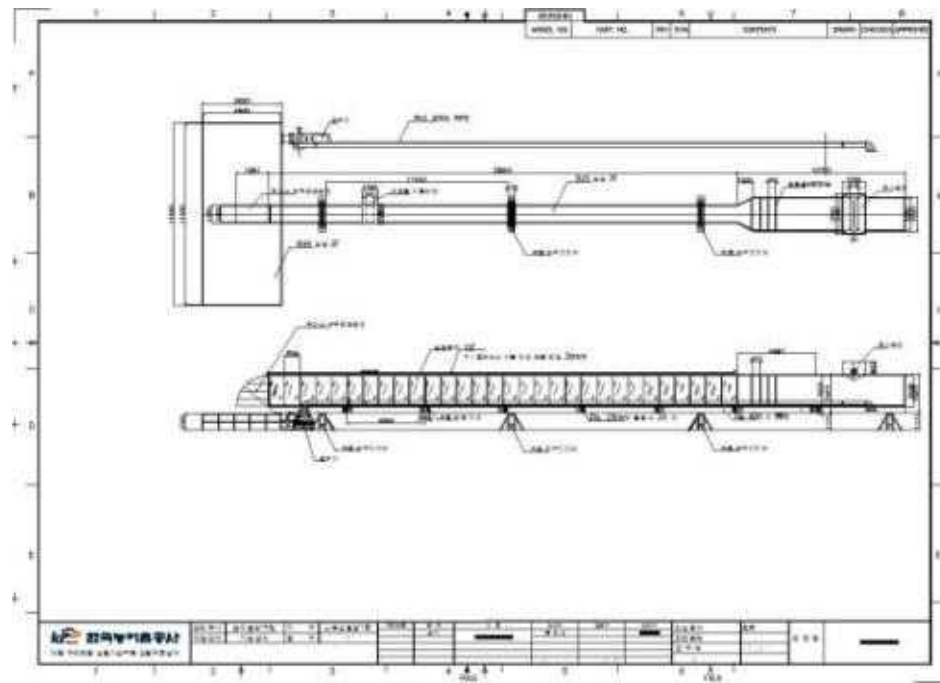
(마) 가변식하도실험수로



(바) 대형유사순환수로



(사) 소형유사순환수로



다. 국내외 전문가 기술검토회의

(1) 국내 전문가 기술검토회의 (1차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 실험수로 구축 자문회의

(나) 일시/장소 : 2016년 9월 9일(금) 11:00~13:00/농어촌연구원 델프트실

(다) 참석자 : 농어촌연구원 류연수 부장, 경기지역본부 전홍성 차장 등 5명

(라) 주요자문의견

- ① 설계/시공 일괄입찰, 제안서 평가 방식이 적합
- ② 외부 전문가 자문 및 해외 선진지 사례조사 필요
- ③ 자동화 장비 고장을 대비하여 수동 조작도 가능하도록 제작 필요

(마) 자문회의 전경



(2) 국내 전문가 기술검토회의 (2차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 연구장비 예산심의 및 실험수로 설계를 위한 사전 자문회의

(나) 일시/장소 : 2017년 4월 6일(목) 10:00~13:00/서울 양재 L타워 5층 라일락 홀

(다) 참석자 : 건설기술연구원 정상화 수석연구원, 한양대학교 강석구 교수 등 6명

(라) 주요자문의견

① PIV 실험수로 암막 설치 필요

② PIV 실험입자의 원활한 순환을 위하여 별도의 집수부 필요

③ 대형유사순환수로의 컨베이어 벨트는 무의미하며, 샌드펌프를 활용하는 것이 바람직함

(마) 자문회의 전경



(3) 국내 전문가 기술검토회의 (3차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 7종 실험수로 설계 전문가 자문회의(1차)

(나) 일시/장소 : 2018년 1월 25일(목) 14:00~17:00/농어촌연구원 대회의실

(다) 참석자 : 한양대학교 김태웅 교수, 홍익대학교 이승오 교수 등 7명

(라) 주요자문의견

① PIV실험수로 및 고정식개수로

- 이동통로는 고정식과 이동식을 병행 설치
- PIV 실험수로의 측벽과 폭은 1.0m가 적합, 가벽설치 검토 필요
- PIV 실험수로와 고정식개수로의 급수관 병렬연결(추가유량 확보) 불필요
- PIV 실험수로의 레이저의 송출방향과 카메라의 촬영방향을 연직과 수평 두방향으로 제작 설치
- PIV 실험수로와 고정식개수로의 관측창은 최대한 길게 제작
- 수로의 바닥은 변형이 최소화 되는 재질로 제작설치

② 가변식 하도 실험수로 및 가변식 경사수로

- 실험수로 하류측 수로의 측벽의 높이를 상향 조정
- 경사조절은 부채꼴 형태의 지지대 가장자리에 타공을 하여 안전핀을 고정
- 고유속에서 수위와 유속측정방안 검토

③ 대형유사순환수로

- 실험 가능한 유사의 범위를 확대하여 유사공급량의 조절 필요
- 대형유사순환수로의 경우, 100m이상의 컨베이어 벨트의 필요성 재검토
- 유사의 농도의 유지를 위하여 별도 방안 검토 필요

④ 고정식 급경사수로

- 실험수로의 높이 및 폭은 1.5m 이상 설치 필요
- 양 측면에 고정식 이동통로를 설치
- 프레임 설치가 가능한 실험수로의 구조 검토 필요

⑤ PID 방식(실험수로 내 유속을 기준으로 수문 및 유량을 조절하는 방식)

- 수심방향으로 유속에 대한 켈리브레이션이 필요함(수심방향의 평균유속 적용)

(마) 자문의견 반영계획

연번	주요 자문내용	반영 여부 (○,×)	반영내용
1	1) 이동통로는 고정식과 이동식을 병행 설치 2) PIV 실험수로의 측벽과 폭은 1.0m가 적합, 가벽설치 검토 필요 3) PIV 실험수로와 고정식개수로의 급수관 병렬연결(추가유량 확보) 불필요 4) PIV 실험수로의 레이저의 송출방향과 카메라의 촬영방향을 연직과 수평 두방향으로 제작설치 5) PIV 실험수로와 고정식개수로의 관측창은 최대한 길게 제작 6) 수로의 바닥은 변형이 최소화 되는 재질로 제작설치	○ ○ ○ ○ ○ ○	▷ 고정식 이동통로를 각 실험수로 전 구간에 설치하고 2개의 이동식 이동통로 별도 제작 설치 ▷ PIV 실험수로의 측벽과 폭은 1.0m로 하향조정, 가벽은 실험수로부 전구간을 강화유리로 폭 방향 이동가능하게 설치 ▷ 급수관은 병렬연결이 아닌 각 수로에 직렬 연결 ▷ PIV 실험수로의 실험수로부 중앙 바닥 1.5m(L)×1.0m(B)구간을 강화유리로 설치 ▷ 각 실험수로의 관측창은 1.5m(L) 이상으로 제작설치 ▷ 실험수로 바닥은 SUS로 설치하되 바닥 아래의 보강은 SUS 프레임을 추가보강 수행
2	1) 실험수로 하류측 수로의 측벽의 높이를 상향 조정 2) 경사조절은 부채꼴 형태의 지지대 가장자리에 타공을 하여 안전핀을 고정 3) 고유속에서 수위와 유속측정방안 검토	△ ○ ○	▷ 실험수로 준공후, 모의테스트 수행 및 범람 시, 수로의 측벽 및 집수부의 높이 조정 반영 ▷ 가변식하도실험수로 및 가변식경수수로의 경사 조절장치에 반영 ▷ 계측기거치대를 실험수로 상부에 고정하여 강한 수압에 견딜수 있게 제작설치
3	1) 실험 가능한 유사의 범위를 확대하여 유사 공급량의 조절 필요 2) 대형유사순환수로의 경우, 100m이상의 컨베이어 벨트의 필요성 재검토 3) 유사의 농도의 유지를 위하여 별도 방안 검토 필요	○ △ ×	▷ 유사공급장치 공급용 실린더 유출부의 직경을 0~3cm 조절할수 있도록 반영 ▷ 100m의 수로 내에 유사를 순환하기 위해서는 인력중심이 아닌 자동화된 보조 실험장치가 필요하므로 3차 자문회의 의견 반영 후 결정 ▷ 반복 실험시 발생할 수 있는 대표유사(안트라사이트)의 마찰 등에 의한 농도의 저감은 실험 시 구입과 폐기처분을 반복 수행해야 하므로 미 반영
4	1) 실험수로의 높이 및 폭은 1.5m 이상 설치 필요 2) 양 측면에 고정식 이동통로를 설치 3) 프레임 설치가 가능한 실험수로의 구조 검토 필요	○ ○ ○	▷ 실험수로의 감세공설치구간의 높이와 수로의 폭은 1.5m로 설치 반영 ▷ 실험수로 양 측면에 각각 1m 폭의 고정식 이동통로 설치 반영 ▷ 강한수압 발생에 따른 감세공 바닥 및 측벽의 보강 프레임 적용
5	1) 수심방향으로 유속에 대한 켈리브레이션이 필요함(수심방향의 평균유속 적용)	○	▷ PID 방식 적용을 위한 유속계 센서를 수심방향(z-dir)으로 이동설치가가능한 거치대 별도 제작

(바) 자문회의 전경



(4) 국내 전문가 기술검토회의 (4차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 7종 실험수로 설계 전문가 자문회의(2차)

(나) 일시/장소 : 2018년 2월 08일(목) 14:00~17:00/농어촌연구원 대회의실

(다) 참석자 : 부경대학교 류용욱 교수, 강원대학교 하태민 교수 등 3명

(라) 주요자문의견

① 공통사항

- 실험수로 제작·설치 시 수로의 수평 오차 허용기준 선정 및 높이조절 필요
- 통합제어시스템 상 실험수로의 평형상태 및 수로 내 유속 변동에 대한 모니터링 필요

② PIV실험수로

- 실험수로 바닥의 레이저투과용 저철분유리는 실험수로부 시작점 기준 5m, 10m, 30m 지점에 설치, 10m지점의 유리는 크게 확대 후 프레임 설치 필요
- 실험수로의 y축 방향 경사가 발생 방지 필요(고정식 이동통로 제거 등)
- 조작 및 작동시스템을 수로의 1/3지점에서 1/2지점에 설치 필요
- 측정시스템은 카메라부와 레이저부로 구분하여 일체시스템 제작 필요
- 측면유리와 저면유리의 접합부에 실리콘 실링의 도출 방지 필요
- 수로 주변(양 옆)의 충분한 공간확보 필요
- 실험수로의 고유특성 반영을 위한 PIV 실험수로와 고정식개수로의 개별배치 필요
- 이동통로와 암막장치 설치 시 빛의 완전차단을 위한 구상 필요
- PIV시스템 성능에 따른 설계 후 실험수로의 설계 검토 필요

③ 고정식개수로

- 측정대차를 PIV실험수로와 같이 제작 또는 공유하는 방안 필요
- PIV 실험수로와 동시운영 불필요, 각각 독립하여 운영하는 것이 바람직함
- 다양한 실험을 위한 실험수로의 폭 확장 필요

④ 대형유사순환수로

- 컨베이어 벨트 활용은 비효율적이며, 공급과 수거장치를 개별적으로 제작 필요
- 전문가의 의견반영 필요(충주대학교 장창래 교수, 한국건설기술연구원 이삼희 박사)

⑤ 소형유사순환수로

- 부유사 실험을 위해 공급장치 제작 시 균일한 유사의 혼합에 대한 고민 필요
- 유사공급장치는 대형유사순환수로와 소형유사순환수로를 공용하여 사용할 수 있도록 제작 필요
- 세굴실험목적으로 실험수로 제작하는 것이 바람직함

(마) 자문의견 반영계획

연번	주요 자문내용	반영 (○,×)	반영내용
공통	1) 수로의 수평오차 허용기준 선정 및 높이조절 필요 2) 통합제어시스템 상 실험수로의 평형상태 및 수로 내 유속 변동에 대한 모니터링 필요	○ ○	▷ 전 실험수로의 수평오차는 2mm 이내로 하되 실험수로 구간별 높이조절장치 별도 설치 ▷ 통합제어시스템에 실험수로 기울기 및 유속 변동 사항 상치 모니터링 할 수 있게 반영
1	1) 저철분유리는 실험수로부 시작점 기준 5m, 10m, 30m 지점에 설치, 10m지점의 유리는 크게 확대 후 프레임 설치 필요 2) 실험수로의 y축 방향 경사 발생 방지 필요(고정식 이동통로 제거 등) 3) 조작 및 작동시스템을 수로의 1/3지점에서 1/2 지점에 설치 필요 4) 측정시스템은 카메라부와 레이저부로 구분하여 일체시스템 제작 필요 5) 측면유리와 저면유리의 접합부에 실리콘 실링의 도출 방지 필요 6) 수로 주변(양 옆)의 충분한 공간확보 필요 7) 실험수로의 고유특성 반영을 위한 PIV 실험수로와 고정식개수로의 개별배치 필요 8) 이동통로와 암막장치 설치 시 빛의 완전차단을 위한 구상 필요 9) PIV시스템 성능에 따른 설계 후 실험수로의 설계 검토 필요	○ ○ × ○ ○ ○ ○ ○ ○	▷ 저철분 유리는 실험수로 전구간에 설치하고, 5m, 10m, 20m, 30m 구간에 1m×1m의 카메라관측용 유리 설치 ▷ 고정식 이동통로는 PIV 측정 구간 반대편에 설치하되, 실험수로와 비 접촉 설치 ▷ PIV측정 가시성 확보를 위하여 통합제어시스템은 관측실에 별도 설치 ▷ PIV전용 트레이버스 설치 시 반영, 실험수로 바닥 아래의 1m×1m 카메라 설치를 위한 거치대 별도제작 ▷ 관측창과 접합되는 수로바닥 및 유리 사이의 실링 조절 반영 ▷ 각 수로 별 1.5m이상 간격확보 반영 ▷ 정류부 및 공급관 분리 설치 적용 ▷ 암막장치는 고정식개수로 및 PIV실험수로(이동통로포함)를 전 구간 덮을 수 있도록 제작 반영 ▷ PIV실험수로 실시설계도서 확정 후 PIV시스템 재선정 반영
2	1) 측정대차를 PIV실험수로와 같이 제작 또는 공유하는 방안 필요 2) 다양한 실험을 위한 실험수로의 폭 확장 필요	○ ○	▷ 실험수로부 상단의 계측기측정 이동대차는 동일한 영점을 기준으로 이동가능하게 제작 ▷ 실험수로의 폭을 기존 1.0m에서 1.5m로 상향 조정 반영
3	1) 컨베이어 벨트 활용은 비효율적이며, 공급과 수거장치를 개별적으로 제작 필요 2) 전문가의 의견반영 필요(충주대학교 장창래 교수, 한국건설기술연구원 이삼희 박사)	○ ○	▷ 수거장치(컨베이어 벨트) 대신 샌드펌프 적용, 유사공급장치 별도 구상 및 적용 ▷ 3차 자문회의 의견 최종 확정 후 별도 자문요청
4	1) 부유사 실험을 위해 공급장치 제작 시 균일한 유사의 혼합에 대한 고민 필요 2) 유사공급장치는 대형유사순환수로와 소형 유사순환수를 공용하여 사용할 수 있도록 제작 필요 3) 세굴실험목적으로 실험수로 제작하는 것이 바람직함	○ ○ ○	▷ 유사공급장치 공급용 실린더 유출부의 직경을 0~3cm 조절할수 있도록 반영 ▷ 유사의 특성 및 실험수로의 상이한 기능수행을 위한 별도제작 설치 ▷ 정적세굴 및 동적세굴 실험수행을 위한 샌드펌프 및 유사공급장치(유입량 조절) 제작

(사) 자문회의 전경



(5) 국내 전문가 기술검토회의 (5차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 7중 실험수로 설계 전문가 자문회의(3차)

(나) 일시/장소 : 2018년 3월 08일(목) 16:00~18:00/농어촌연구원 대회의실

(다) 참석자 : 한양대학교 신성원 교수, 한국건설기술연구원 정상화 수석 등 3명

(라) 주요자문의견

① 공통사항

- 고정식급경사수로와 가변식하도실험수로의 경우 10m/sec이상의 고유속을 측정할 수 있는 계측방법을 고민할 필요가 있음(유사기관의 자문 필요)
- 가변식하도실험수로 및 가변경사수로의 경사조절 시 자동스위치로 상하 조절이 가능하게 제작 필요
- 높은 실험수로에서의 다양한 계측을 위하여 계측기거치대의 조작 시 자동스위치 또는 소프트웨어를 통한 조절이 반드시 필요함
- 미세한 경사조절을 위하여 수로별 방안이 필요함
- 가변경사 수로의 안전핀은 기존 타공방식으로 안전성을 확보하되, 실험시 미세한 유속설정은 유량의 증감을 통하여 조절할 필요가 있음
- 고정식급경사수로와 가변식하도실험수로의 경우 고유속으로 인한 계측기 거치대의 떨림(봉의 진동)이 발생 하므로 대안이 필요함
- 정류부에서 공급되는 수로의 물 유입부는 수류의 흐름분리가 발생할 수 있으므로 라운드 처리할 필요가 있음

② 가변식하도실험수로

- 경사조절 시 실험수로의 안전성확보를 위하여 다수의 타공을 통한 안전핀 장착방안을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단됨
- 토석류 실험시 수로내 토립자 공급방안(리프트 등), 토립자의 물 함수비, 실험 후 토립자의 수거방안 이 반드시 검토되어야 함

③ 가변경사수로

- 실험수로를 지탱하고있는 횡지를 중심으로 실험수로를 좌,우로 움직이면서 경사를 조절하는 방안 검토 필요(상대적인 안전성확보 방안임)

(마) 자문의견 반영계획

연 번	주요 자문내용	반영 (○,×)	반영내용
공 통	1) 고정식급경사수로와 가변식하도실험수로의 경우 10m/sec이상의 고유속을 측정할 수 있는 계측방법을 고민할 필요가 있음(유사기관의 자문 필요)	○	▷ 접촉식계측기로 측정 불가능한 영역에 대하여 PI V시스템적용 ▷ 고정식급경사수로와 가변식하도실험수로의 바닥면에 저절분 유리를 상류, 중류, 하류구간에 각각 50cm(L)×1cm(B) 설치하고 모형 설치 시 유리의 파손에 대비하여 유리 커버(수로재질과 동일) 설치
	2) 가변식하도실험수로 및 가변경사수로의 경사조절 시 자동스위치로 상하 조절이 가능하게 제작 필요	○	▷ 고정식급경사수로, 가변식하도실험수로, 가변경사수로에 경사조절식 전동스위치 설치 및 tilting sensor 적용(별도의 각도계포함) ※ 각도표사용 디지털인디게이터 별도설치(분전함옆)
	3) 높은 실험수로에서의 다양한 계측을 위하여 계측기 거치대의 조작 시 자동스위치 또는 소프트웨어를 통한 조절이 반드시 필요함	○	▷ 고정식급경사수로, 가변식하도실험수로, 가변경사수로에 계측기거치대의 이동제어용 전동스위치 설치
	4) 가변식하도실험수로 및 가변경사수로의 안전핀은 기존 타공방식으로 안전성을 확보하되, 실험 시 미세한 유속절정은 유량의 증감을 통하여 조절할 필요가 있음	○	▷ 가변식하도실험수로 및 가변경사수로는 별도의 프레임 제작하여 타공 후 안전핀을 사용하되, 실험수로 내 유속은 공급유량을 조절하여 설정(통합제어시스템을 통하여 제어가능하도록 설치)
	5) 고정식급경사수로와 가변식하도실험수로의 경우 고유속으로 인한 계측기 거치대의 떨림(봉의 진동)이 발생 하므로 대안이 필요함	○	▷ 접촉식 계측기의 거치대는 보조프레임을 거치대 하부상판에 추가설치하여 떨림을 최대한 제어
	6) 정류부에서 공급되는 수로의 물 유입부는 수류의 흐름분리가 발생할 수 있으므로 라운드 처리할 필요가 있음	○	▷ 7종 실험수로 전 수로에 반영
	7) 고정식급경사수로, 가변식하도실험수로, 가변경사수로의 경우 경사조절 시 실험수가 넘치는 현상 발생가능 대안 필요	○	▷ 고정식급경사수로, 가변식하도실험수로, 가변경사수로의 정류부 상단에 덮개(고정식) 제작 설치
1	1) 가변식하도실험수로는 다변하는 경사로 인하여 고정식이동통로 설치가 어려움 이에대한 대안 필요	○	▷ 전동식리프트(이동형) 또는 고정식 이동통로 중 실험수로 설치 과정 전 협의 후 결정
	2) 토석류 실험 시 수로 내 토립자 공급방안(리프트 등), 토립자의 물 함수비, 실험 후 토립자의 수거방안 이 반드시 검토되어야 함	○	▷ 별도의 샌드펌프 설치
	3) 토립자 공급 시 경사조절에 의한 토립자의 유출방지를 위하여 정류부 상단의 덮개가 필요	○	▷ 토립자를 가둬두는 정류부 및 유입구 상단에 탈부착 가능한 덮개를 설치(고정식)
2	1) 실험수로를 지탱하고 있는 환지를 중심으로 실험수로를 좌,우로 움직이면서 경사를 조절하는 방안 검토 필요(상대적인 안전성확보 방안임)	×	▷ 와이어 제어방식+안전핀 설치 방식으로 진행

(바) 자문회의 전경



(6) 국내 전문가 기술검토회의 (6차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 7종 실험수로 실시설계도서 기술검토회

(나) 일시/장소 : 2018년 4월 18일(수) 14:00~17:00/농어촌연구원 대회의실

(다) 참석자 : 한국건설기술연구원 이삼희 선임위원, (주)삼안 서상돈 부사장 등 4명

(라) 주요자문의견

① 공통사항

- 실험수로부 말단부의 수위조절웨어를 2중 타공판 겹침을 이용한 상·하 인양식으로 설치하면 미세한 수위조절 필요

② 대형유사순환수로

- 유사공급장치는 실험수로부 전 구간에서 공급설치가능하게 제작 필요
- 유사공급관로의 막힘 등에 따른 수리의 편의성 고려 필요
- 실험수로 설계 시 반영된 SUS304 재질은 고가에 해당하므로 중저가 소재의 선택이 고려될 필요성이 있음
- 실험수로의 침사지구간은 저수조로 수류를 유입시키는 맨홀을 별도의 정류벽으로 막고 정류벽으로 넘어오는 유사를 부유거동하도록 설계할 필요가 있음

③ (구조)검토

- 구조검토를 위한 하중 산정 시 자중, 사용하중, 운영도중 계측자의 이동하중 등 경우의 수를 늘려 검토할 필요가 있음
- 7종실험수로의 설치 전 제작과정에서 도장 전 용접부검사(비파괴, 외관 육안검사 등)를 실시하여야 하며, 납품전 완제품 검사(볼트체결상태, 도장상태)와 발주처 현장검수가 필요함

④ (기계)검토

- 실험수로의 산출내역서를 검토하여 각각의 부재가 정확하게 설계되었는지 검토필요
- 실시설계도서가 건축, 기계, 전기분야와 서로 유기적으로 검토되었는지 확인 필요
- 7종실험수로의 배치계획도를 작성 후, 실험공간의 동선 및 유지관리의 편의성을 확보 필요
- 전기, 통신공사와 제어공사를 구체적으로 보완하여 실험장비가 당초 목적에 맞게 구성될 수 있도록 설계하여야 함

(마) 자문의견 반영계획

연번	주요 검토내용	반영 (○,×)	반영내용
1	실험수로부 말단부의 수위조절웨어를 2중 타공판 겹침을 이용한 상·하 인양식으로 설치하면 미세한 수위조절 필요	×	▷2중 타공판을 이용한 상·하 인양식 수위조절장치는 미세한 수위조절이 가능하나, 완전개방 조건이 불가능하므로 미 반영
2	유사공급장치는 실험수로부 전 구간에서 공급설치가가능하게 제작 필요	○	▷대형유사순환수로 실험수로부 상단에 이동 및 고정 가능한 유사공급 실린더 별도 제작·설치
3	유사공급관로의 막힘 등에 따른 수리의 편의성 고려 필요	○	▷샌드펌프와 결합되는 유사이송관은 호스로 설치 하되 호스를 덮는 보호관은 PVC로 구간별 개폐가 가능하게 제작·설치
4	실험수로의 침사지구간의 유사흡입 및 순환을 위하여 유사는 상시 부유사형태로 떠있게 제작 설치 필요함	○	▷ 실험수로의 침사지구간은 저수조로 수류를 유입시키는 맨홀을 별도의 정류벽으로 막고 정류벽으로 넘어오는 유사를 부유거동 하도록 설계
5	구조검토를 위한 하중 산정 시 자중, 사용하중, 운영도중 계측자의 이동하중 등 경우의 수를 늘려 검토할 필요가 있음	○	▷ 실험수로의 자중(만수 시 물 중량 포함), 보조장비 가동시 사용하중, 이동하중을 고려한 수로중량 산정(안전률 반영)
6	7중실험수로의 설치 전 제작과정에서 도장 전 용접부검사(비파괴, 외관 육안검사 등)를 실시하여야 하며, 납품 전 완제품 검사(볼트체결상태, 도장상태)와 발주처 현장검수가 필요함	○	▷ 현장설치 전 프레임, 도장, 볼트체결상태의 공정별 현장검수 실시
7	실험수로의 산출내역서를 검토하여 각각의 부재가 정확하게 설계되었는지 검토필요	○	▷ 현장설치 전 산출내역서에 따른 부재의 현장검수 실시
8	실시설계도서가 건축, 기계 및 전기분야와 서로 유기적으로 검토되었는지 확인 필요	○	▷ 실험수로 중량에 따른 구조검토서 작성 ▷ 시공 전 전기회로도 작성 및 검수 실시
9	7중실험수로의 배치계획도를 작성 후, 실험공간의 동선 및 유지관리의 편의성을 확보 필요	○	▷ 실험수로 배치계획도 작성을 통한 사용자 및 소형건설기계이 이동가능 유무 검토

(바) 자문회의의 전경



(7) 국내 전문가 기술검토회의 (7차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 대형유사순환수로 서면자문

(나) 일시/장소 : 2018년 4월 30일(월) 09:00~17:00/한국건설기술연구원, 한국교통대학교

(다) 참석자 : 한국교통대학교 장창래 교수, 한국건설기술연구원 이삼희 선임위원

(라) 주요자문의견

① 이삼희 박사

- 유사관련 수리모형실험을 둘러싼 유사순환수로에 대한 정의를 명확히 해야 할 것임. 통상 유사는 고정자갈, 소류사, 부유사, 위시로드를 상정해 실험하는 데, 부유사와 위시로드를 대상으로 수리모형실험에서 순환수로는 운동장 트랙과 같은 형태의 수로를 순환수로라 일컬음, 일종의 긴 타원형 수조와 같은 형태이므로 흐름을 형성하기 위해, 슈트나 프로펠러를 이용해 흐름 장을 형성하는 것이 일반적이고 수두를 형성해 자연유하하지는 않음
- 금회와 같이 자연유하 수로를 통해 이루어지는 소류사 실험에서는 실험 시 유하한 모형을 상류로 운반해 재투입하는 것을 유사순환수로라 정의하지 않은 것으로 알고 있음. 단순히 통칭 ‘유하유사 재공급 장치를 갖춘 대형 이동상 수로’ 라고 하는 것이 타당하며, 약칭으로 ‘유사 재공급 (대형)수로’ 라 정의해야만 오해의 소지를 줄일 수 있음
- 기획과제에서 대형 유사수로를 제안한 취지가 아주 애매모호함. 외견상 금회 제안한 실험장치는 공학적인 성격의 실험장치라기 보다는 장기간의 유사거동(하상변동)을 살펴보는 이학적인 성격이 강한 실험장치라는 인상임. 국내의 하천이나 계류하천에서 하상변동을 위한 실험이면 그야말로 단순히 해당 하도(평면, 횡단, 종단, 경사, 하상재료)를 상사법에 의해 축소모형을 그대로 만들어 해당 하도에서 일어나는 현상을 파악하고 대안을 마련하는 것이 훨씬(!!!) 경제적이고 정확한 해법을 찾을 수 있는데, 금회의 대형 유사수로는 무엇을 위해, 무엇 때문에 만드는 것인지 명확치 않음. 한두번 그저 해 보는 정도의 실험 장치여서는 곤란할 것임. 그동안 기획과제 및 자문위원들의 고견은 단순히 균일사의 직진수로에서 일어나는 하상변동을 과학 기술적으로 검토하자는 취지인 것 같은데, 우리나라에서 이와 같은 의도로 실험할 연구분야가 많을 것인지 즉 수요가 있을 것인지 엄밀히 검토할 시점임. 따라서 이미 금회와 같은 대형 유사수로를 꼭 만들어야 한다면 국내의 하천 특성을 반영하는 다양한 변곡부를 가진 수로를 가상해 구간(국내 하천에선 통상 2-3개 정도의 하상경사의 변곡부가 있음)별 가변 경사를 설정할 수 있도록 시공하는 것이 향후 수요에 어느 정도 대비할 수 있을 것임
- 한편, 후자와 같은 소류사 중심의 유하유사 재공급장치를 갖춘 형태의 가칭 유사순환수로 보다는 전자와 같은 그야말로 순환수로의 원래의 의미를 지닌 부유사나 위시로드 실험 시설을 갖추는 것이 현실적일 수 있을 것으로 사료되므로, 향후 이 부분에 대한 추가 검토가 요구됨
- 후자와 같은 ‘유사 재공급 (대형)수로’ 를 어쩔 수 없이 과업지시서대로 해야 한다면, 수요를 생각해 수로 깊이를 충분히 확보해 혼합사의 수직분포를 감안한 층리구조의 소류사 포설이 가능하도록 해야만 국소세굴심 등 공학적인 실험이 가능할 것이고, 또한 중규모하상파를 살펴볼 수 있도록 하폭 변화를 부여할 수 있는 3단 분리단(창틀의 도드레처럼)을 수로에 만들어 두어야 할 것임)이들에 대한 필요성은 추후 의견 자문 요청 시

설명하겠음).

- 유하유사 재투입 시 입경재료의 성질과 크기에 따라 점성 등으로 재투입이 가능한 것과 불가능한 것(특히 0.3 mm이하의 안트라사이트)이 존재하므로, 매트릭스가 어느 정도 존재해 점성이 있을 경우에는 벨트형태의 재투입은 안트라사이트와 같은 경량재는 무용지물에 가까울 것임. 한편 점성이 없다고 하더라도 상류단에서 재투하 장치에서 공급자체가 한계가 많다는 것이 해외의 대체적인 반응. 그래서 재투하 장치로 유사 재공급 시는 특정 지점에 중점 공급되어 소류사이므로 상류단에 국지퇴적이 일어나 실험 자체가 왜곡될 수 있기 때문에 공급 장치에 초점을 맞추기 보다는 상류단의 토사 공급원의 공간적 구간을 설정해 소류사 공급이 소기의 목적에 따라 재공급할 수 있는 방안을 모색해야 함.

① 장창래 교수

- 유사공급장치는 실현가능한 방법을 설정할 필요가 있음(샌드펌프->상류유사공급장치)
- 수로 하류단에 유사채집장치(집수부)를 만들 필요가 있음
- 상류 유사공급장치 설계 시 지류의 유사공급을 고려하여 수로부 상부에 이동가능한 공급장치를 별도로 제작할 필요가 있음

(8) 국내 전문가 기술검토회의 (8차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 시공 설명회

(나) 일시/장소 : 2018년 7월 24일(화) 14:00~16:00/농어촌연구원 대회의실

(다) 참석자 : 한라대학교 이성대 교수, 한국건설기술연구원 이삼희 선임위원 등 4명

(라) 주요자문의견

① 공통사항

- 실험수로 설치 안정성 구조검토를 위한 소요시간 및 시공 중 추가 보완사항 적용 등을 감안하여 대형 수리모형 실험시설 구축 과제의 총 과업기간을 최대한 활용한 시공기간 연장이 필요함
- 본 용역과 관련한 실험수로의 설치는 농어촌연구원 대형실험장의 “최소한”의 시설로 여기고 향후 실험목적과 용도에 따라 변형 및 확대가 가능하도록 하는 탄력적인 실험수로 구축이 이루어져야 함

② 고정식급경사수로

- 급경사수로의 하류부(수위조절 게이트 인근) 및 집수부에 전달되는 강한 수압(흐름에너지) 감소를 위한 고안이 필요함
- 고정식급경사수로의 최종 준공 후, 월류제에서의 호안실험을 위하여 수로의 연장설치 및 1/3의 경사를 재현할 수 있는 방안 모색 필요
- 준공 후, 호안블록 및 사석에 국한된 실험 이외에도 자갈(유사) 등의 실험이 가능하도록 실험수로의 구조형태를 추가 보완하는 방법 모색 필요

③ 대형유사순환수로

- 향후, 대형유사순환수로의 원활한 운용을 위해서는 모형사(이동사)의 경우 안트라사이트 이외에 다양한 비중의 이동사(지오라이트 등)를 사용할 수 있도록 검토 필요
- 준공 후, 수리모형실험 시 하상의 변동측정을 위한 자체 설치계획이 있다면, 실험수로에 이와 연계한 형태를 설계에 반영해야 할 필요가 있음
- 유사(이동상) 실험에서 세굴심 측정이 가능해야 한다면 유사 포설 두께가 충분해야 하므로 수로의 높이를 실험목적에 맞게 설계 반영할 필요가 있음

④ 가변경사수로

- 지점반력 계산 시, 경사하중에 대한 고려 확인 필요
- 압축·인장부재 세정비 고려 및 좌굴검토가 필요하며, 수평 또는 경사방향의 보강재 추가 시 자중감소 및 경제적 설계가 가능함
- 압축재에 고른 하중분포 적용을 위해 시공철저 필요함
- 수로 집수부에 작용하는 충격력 분산방법 검토 필요

⑤ PIV실험수로

- 20cm씩 2회 타설하는 무수축 콘크리트의 설치목적이 실험수로의 평형상태유지를 위한 것이라면 보다 경제적인 방법의 검토가 보완되어야 함

(마) 자문의견 반영계획

연번	주요 검토내용	반영 (○,×)	반영내용
1	실험수로 설치 안정성 구조검토를 위한 소요시간 및 시공 중 추가 보완사항 적용 등을 감안하여 대형 수리모형 실험시설 구축 과제의 총 과업기간을 최대한 활용한 시공기간 연장이 필요함	○	▷ 기존 공사기간 (2017.12.28. ~ 2018.09.30.)을 시공사의 실험수로 설치 안정성 구조검토 기간을 반영하여 대형 수리모형실험시설 구축 과제의 과업종료 기간(2018.12.28.) 내로 조정 ▷ 변경 공사기간(예정) : 2017.12.28. ~ 2018.12.14
2	대형유사순환수로 준공 후, 수리모형 실험 시 하상의 변동측정을 위한 자체 설치계획이 있다면, 실험수로에 이와 연계한 형태를 설계에 반영해야 할 필요가 있음	○	▷ 대형유사순환수로 상단에 별도의 계측기거치대 제작 반영 및 기 구축된 사면경사측정기를 이용하여 하상 변동을 측정할 수 있게 반영 설계
3	지점반력 계산 시, 경사하중에 대한 고려 확인 필요	○	▷ 경사하중에 대한 구조검토 수행
4	압축·인장부재 세정비 고려 및 좌굴 검토가 필요하며, 수평 또는 경사방향의 보강재 추가 시 자중감소 및 경제적 설계가 가능함	○	▷ 압축, 인장부재의 구조검토 수행
5	압축재에 고른 하중분포 적용을 위해 시공철저 필요함	○	▷ 향후 시공시, 기존 건축구조도면을 기초로 기둥 및 거더 등의 위치를 체크 후 시공 수행
6	PIV실험수로 시공 시, 20cm씩 2회 타설하는 무수축콘크리트의 설치목적이 실험수로의 평형상태유지를 위한 것이라면 보다 경제적인 방법의 검토가 보완되어야 함	○	▷ 구조검토서를 토대로 무수축 콘크리트 설치 대신 팻좌를 저수조 상단 슬래브에 지지

(사) 자문회의 전경



(9) 국외 전문가 기술검토회의 (1차)

(가) 회의명 : “대형 수리모형 실험시설” 7종 실험수로의 구상 및 설계

(나) 일시/장소 : 2017년 2월 02일(목) 15:30~18:00/농어촌연구원 델프트실

(다) 참석자 : 일본 마루토 Imai Yasuyuki, Nishijima Takasi 등 5명

(라) 주요자문의견

① 고정식개수로 및 PIV 실험수로]

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
고정식 개수로	30m(L)×1.5m(B)×2.0m(H)	41.5m(L)×1.5m(B)×2.0m(H)	30m(L)×1.5m(B)×2.0m(H)
PIV 실험수로	30m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)	41.5m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)	30m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)

- 전제사항

- 고정식개수로 및 PIV 실험수로는 정류판의 높이가 일치해야 하므로 수로의 천단고(높이)가 동일해야 함
- PIV 실험수로는 레이저를 굴절시켜 산란광을 넓게 펼치려면 실험수로의 바닥과 지면의 거리가 클수록 유리함
- PIV 시스템의 레이저 파장의 계산상 FOV(Field of View, 레이저 Sheet Beam의 실험측정영역)를 최소 1m이상 확보하려면 PIV 실험수로의 바닥은 지면으로부터 1.5m 이상 띄워 설치하는 것이 필요함
- 실제 실험수로 구축 후 실험자의 원활한 실험모형 세팅 등 작업수행을 위하여 수로바닥이 지면으로부터 높이 설치되는 것은 안전사고를 발생시킬 수 있음 대안이 필요함
- PIV 실험수로는 실험수로의 길이방향으로 3군데에 60cm의 레이저 투과용 유리를 설치하되 설치유리의 투과율은 99%이상으로 코팅처리가 되어야 함. 또한, 실험수로를 지지하는 지지프레임이 레이저를 조사할 때 방해가 되지 않게 설치가 되어야 함
- PIV 실험수로의 공급유량은 1CMS 이므로 공급유량이 많아 정류구간에서 넘칠 수 있음

- 대안논의

- 고정식개수로 및 PIV 실험수로의 정류판의 높이를 같게 설치할 필요가 있고, 작업환경을 고려하여 각각의 실험수로 바닥에서 지면의 높이는 1m로 동일 시 하고 정류지의 높이를 4.5m로 동일시하여 설치하여야 함
- 고정식개수로 및 PIV 실험수로는 고가의 실험입자(silver particle)의 재활용과 실험수의 오염방지를 위하여 반드시 순환용 저수조를 만들어 실험에 임하여야 함
- PIV 실험수로의 저수조를 별도로 제작할 시에는 실험수로 내 실험수를 충분히 순환할 수 있을 정도인 저수조를 제작하여야함
- 고정식개수로 및 PIV 실험수로의 전용저수조 제작은 기본설계 요구사항 중 PIV실험수로의 요구제원(30m(L)×1m(B)×1m(B))과 실험수로 설치 제한영역을 고려하여 가로 10m 세

- 로 6m로 제작하되 60ton이상의 물을 수용할 수 있어야 함
- 고정식개수로 및 PIV 전용저수조를 활용하여 실험수로 내로 실험수를 순환시키기 위하여 수로 아래쪽으로 별도의 PVC관을 각각 설치하여 각각의 실험수로로 연결하고 PVC관은 PIV 실험수로 내 최고 수위조건(0.9m)을 고려, 200mm관 2개 또는 400mm관 1개(약 0.274CMS)를 설치하는 것이 바람직함
- 고정식개수로는 0.5CMS의 공급유량이 필요하므로 실험 시 모자라는 유량은 메인 공급관을 이용하여 추가 공급하는 방안이 합리적임
- 저수조에서 고정식개수로 및 PIV실험수로로 연결되는 파이프라인을 통하여 실험수를 공급하려면 전용 양수기가 설치되어야 함
- 제안설계(농어촌연구원)상의 0.5CMS를 공급하면 실험수로 내 수위가 높아져 실험수가 수로 밖으로 넘치게 되므로 26KW의 양수기 2개를 설치하여 최대 약 0.24CMS($0.138\text{CMS} \times 0.85(\text{손실계수}) \times 2$)를 공급 하는게 바람직함
- 모터 작동을 위한 전기는 3상으로 설치(220V)
- 정류구간을 길게 설치(총 30m의 실험수로 중 약 7m를 정류구간으로 활용)하거나 PIV실험수로와 고정식개수로의 정류지를 폐합하여 정류구간의 단면적을 넓혀야 함
- 유량공급 용 파이프를 실험수로로 직렬로 연결(“ㄷ”자형태)하고 벨브로 컨트롤 해야함
- 직렬로 연결한 공급용 파이프는 정류구간의 바닥에 폭방향으로 타공된 추가 파이프를 연결하여 강한 유압에 의한 정류구간 내의 Wave현상을 억제할 필요가 있음(700mm관 2개 설치, 약1CMS)
- 정류판은 탈·부착할 수 있게 설치할 필요가 있음(낮은 유량 실험 시는 부착하고 높은 유량 공급 시에는 탈거)

② 가변경사수로

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
가변 경사수로	30m(L)×1.2m(B)×2.0m(H)	38.5m(L)×2.0m(B)×2.0m(H)	30m(L)×1.2m(B)×2.0m(H)

- 전제사항

- 최대공급유량은 1CMS로 수리모형실험 시, 경사조절 장치를 통한 역경사 재현(1/30)이 가능해야 함
- 실험수로의 재원은 제안설계안을 반영하여 38.5m(L)×2.0m(B)×2.0m(H)로 제작 하면 좋으나 실험환경 및 실험자의 편의 등을 고려하여 재 산정할 필요가 있음

- 대안논의

- 건축공사에 따른 가변경사수로 인근의 메인유량공급관은 500mm×1로 실제 공급 가능한 유량은 수로 내 설치되는 공급관의 중심으로부터 고수조 내 최대 수위의 높이 및 유량

계수 등 기준($\frac{\pi D^2}{4} \times \sqrt{2gH} \times 0.8$)으로 계산되며, 이때 500mm관의 최대공급가능유량은 1CMS를 충족하지 못함

- 실험수로의 역경사 재현은 실제 수리모형실험시 발생할수 있는 상류방향으로의 월류현상 등을 고려하여 $S_{max}=1/30$ 이라는 전제를 제외하고 역경사가 가능하게만 제작하는 것이 바람직함
- 역경사는 유압식조절장치를 설치하고 1.28m 보다 높게만 제작하는 것이 합리적이며, 역경사 가능 범위는 $S_{max}=5^\circ$ 로 수정할 필요성이 있음
- 수류의 진행방향으로 유량공급 시에 제어가능한 유량은 0.15CMS(150l/sec)로 실제 유입 유량이 커서 웨어위로 월류가 될 가능성이 있음 고로, 웨어를 없애고 정류판을 설치하여 전자유량계로 유량을 측정하여야 함
- 500mm관을 설치하여 유량을 측정할 수 있으나 작은 유량 측정시에는 500mm관이 망관이 안되어서 전자식 유량계로 측정이 불가능 할수도 있으므로 Weir를 설치해서 작은유량을 측정할 필요가 있음. 단, 특정 전자식유량계를 사용하면 작은유량 측정이 가능하므로 두가지 대안중 하나를 선택하여 설치하여야 함
- 정류판을 탈부착식으로 설치해서 Weir 전면(상류부)에서 수위를 측정하여 유량을 조절하는 방법을 적용하는 것이 바람직함
- 정류판은 SUS로 설치하되, 수로 밑바닥과 높이를 일치시켜서 최대유량에 대한 실험을 수행하고 Weir 조절 및 포인트게이지를 이용하여 유량을 측정함

③ 고정식급경사수로

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
고정식 급경사수로	30m(L)×1.0m(B)×8.0m(H)	53.2m(L)×1.0m(B)×8.0m(H)	30m(L)×1.0m(B)×8.0m(H)

- 전제사항

- 실험수로의 총 길이는 53.2m, 높이 8m로 실규모 호안 블록 실험이 가능한 규모로 설계
- 제방 호안 블록 및 사석의 소류력 실험을 위해 경사부를 하천설계기준(2009)에 제시된 제방 경사와 동일하게 계획(H:V=3:1)
 - 감세공에 대한 수리모형실험을 위해 경사부 말단에 지면과 평행한 구간을 설치(약 10m)하고, 감세공 설치공간을 확보하여 감세공의 형상에 따른 감세효과를 분석할 수 있어야 함
 - 실험수로 내 최대유속은 수치해석을 통하여 검토한 결과, 10.7m/sec로 분석됨

- 대안논의

- 실험수로의 제원은 기본설계 요구사항(30m(L)×1.0m(B)×8.0m(H))으로 설정하고

600mm관 2개를 이용하여 최대유량을 공급

- 1.0CMS의 공급유량을 보내도 급경사수로 구간의 유속은 약 10m/sec가 나오지만 수류의 진행 중 수심은 0.1m밖에 나오지 않으므로 분석적인 측면에서 가능여부를 조절할 필요성이 있음
- 집수부가 급경사수로 하단에 설치가 안되어 있으므로 물을 저수조로 배출하는 문제가 있으므로 별도의 집수부와 배출관(PVC) 및 유량배출을 위한 물길을 만들 필요가 있음
- 유량측정은 공급유량이 크므로 별도의 Weir설치없이 전자식 유량계로 측정함
- 강한 수압으로 인하여 감세공의 제작시 정류지의 파손이 우려되므로, 감세공모형의 설치구간에 별도의 집수부를 만들고 감세공모형과 집수부 내벽을 일체형(폴리카보네이트)으로 제작하여 실험 Case 별로 조립(탈부착)하는 형태로 제작할 필요가 있음
- 강한 수압에 의한 집수부 구간에 수류의 사출거리를 고려하고 감세공 설치를 위한 1차 집수부 설치시 길이 6m 높이 0.4m이상으로 설치할 필요가 있음 또한 2차 집수부의 벽면은 SUS Sheet를 설치하여 강한 수압을 분산시켜야 함
- 급경사수로의 각 구간별 수로(상류부, 경사부, 말단부)의 길이를 제시하여야 하며, 경사부의 경우 약 20 °의 각을 유지할 필요가 있음

④ 가변식 하도실험수로

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
가변식	최대유속 10m/sec	최대유속 10.3m/sec	20m(L)×1.0m(B)×8.0m(H)
하도실험수로	가변 경사 또는 완경사	최대각도 약 20도	

- 전제사항

- 와이어 및 힌지를 이용하여, 최대 경사가 약 20도가 가능하도록 설계(미국 아이오와 대학교의 급경사수로 참고)
- 수로 상류부에 최대 동작속도 10.0m/sec의 Sluice gate 개폐장치를 설치하여, 급격한 사면 붕괴에 의한 토석류 재현
 - 500mm관 1개를 이용 0.6CMS를 공급하고 경사조절의 용이성을 이용, 산지하천의 경사에 따른 토석류의 흐름 특성 분석

- 대안논의

- 최대각 20 °의 각조절은 Chain을 이용하여 미세조정이 가능하게 설치하되, 5 °간격으로 안전핀을 설치하여 실험의 용이성 및 안전성 확보
- 토석류 실험을 위하여 Sluice gate가 급격하게 열려야 하므로 공기압축을 이용한 방법 등을 적용할 필요가 있음

⑤ 대형 유사순환수로

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
대형 유사순환수로	100m(L)×2.0m(B)×1m(H)	113.5m(L)×2.0m(B)×2m(H)	100m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)

- 전제사항

- 최대 공급유량 1CMS 및 자동급사(유사혼합장치 포함)장치를 이용하여 지속적인 유사공급이 가능해야 함
- 세계적인 규모인 실험수로 제작(100m(L)×3.0m(B)×1m(H))
- Conveyer 벨트를 이용하여 지속적인 유사를 공급하고, Sluice gate형식을 적용하여 수로 말단에서 유사의 퇴적을 방지해야 함

- 대안논의

- 수리모형 실험시 주로 사용하는 유사의 입경은 0.1mm~0.5mm범위이며, 유동적인 유사량은 5m³으로 추정됨
- 유사공급 시 시간단위당 정확한 유사를 공급해야 하므로 젖은 유사를 말려서 자동급사장치를 이용하여 유사를 공급하는 것이 가장 바람직함. 하지만 상대적인 제작비용이 많이 듦
- 수리모형실험 시 자동급사장치를 이용한 유사의 공급량은 약 3m³/hr에 해당하며, 이를 위해서는 유사의 저장 Tank가 별도로 필요함
- 별도의 유사수집 실린더를 설치하여 컨베이어 벨트를 통해 수집된 유사(젖은유사)를 실린더로 공급하고, 실린더 내부의 중량이 일정이상 올라가면 낙차(공급주기 유지)시키는 방법을 적용할 필요가 있음
- 세계적으로도 설치된 사례가 없으므로 향후, 지속적인 논의가 반드시 필요함

⑥ 소형 유사순환수로]

수로명	기본설계 요구사항	제안설계 (농어촌연구원)	확정설계 예정(안)
소형 유사순환수로	30m(L)×1.0m(B)×1m(H)	38.5m(L)×1.0m(B)×1m(H)	30m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)

- 전제사항

- 부유사 실험에 적합하도록 설계해야 하므로 흡입식 펌프를 이용하여 아주 미세한 유사를 공급하여 순환시스템을 구축
- 실험수와 유사를 동시에 순환하기 때문에 외부에서 별도의 유량공급없이 지속적인 실험 수행이 가능해야함
- 정지상 세굴 실험 수행 시 최대유량(외부 고수조의 공급유량)은 0.3CMS, 유사순환 실험 수행 시 최대유량(수로내 자체순환유량)은 0.1CMS 임

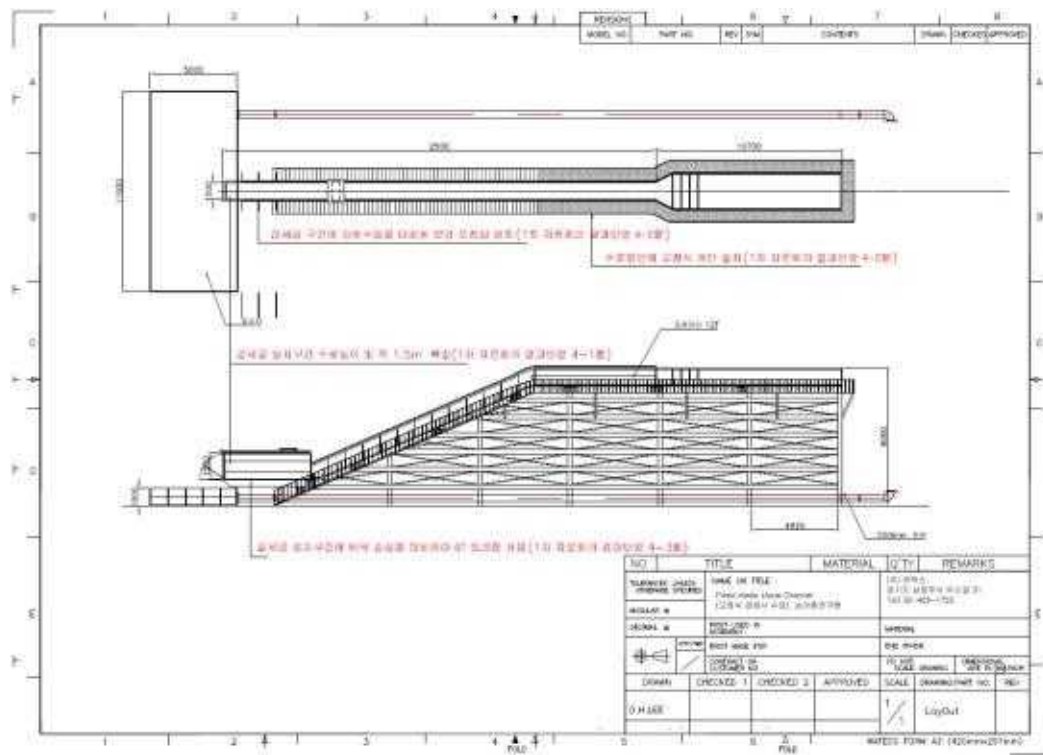
- 대안논의

- 300mm관 1개로 0.3CMS 공급(추가 유량 필요시 사용)
- 0.1CMS이상의 양수정을 가진 흡입식펌프를 설치하고 펌프 설치시, 펌프는 수심방향의 중앙에 설치하여 흡입함
- 하류부에 유사의 단위부피당 질량을 측정할 수 있도록 시스템을 구축하여 유사의 농도를 계산할수 있도록 시스템을 구축해야 함

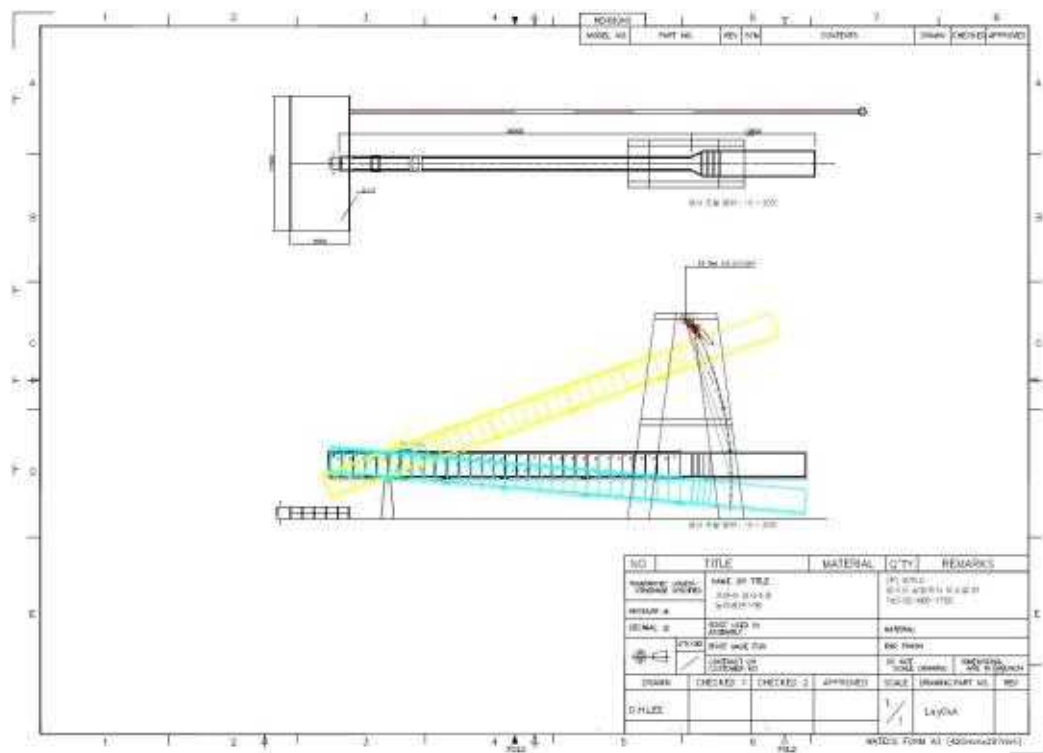
(마) 자문회의의 전경



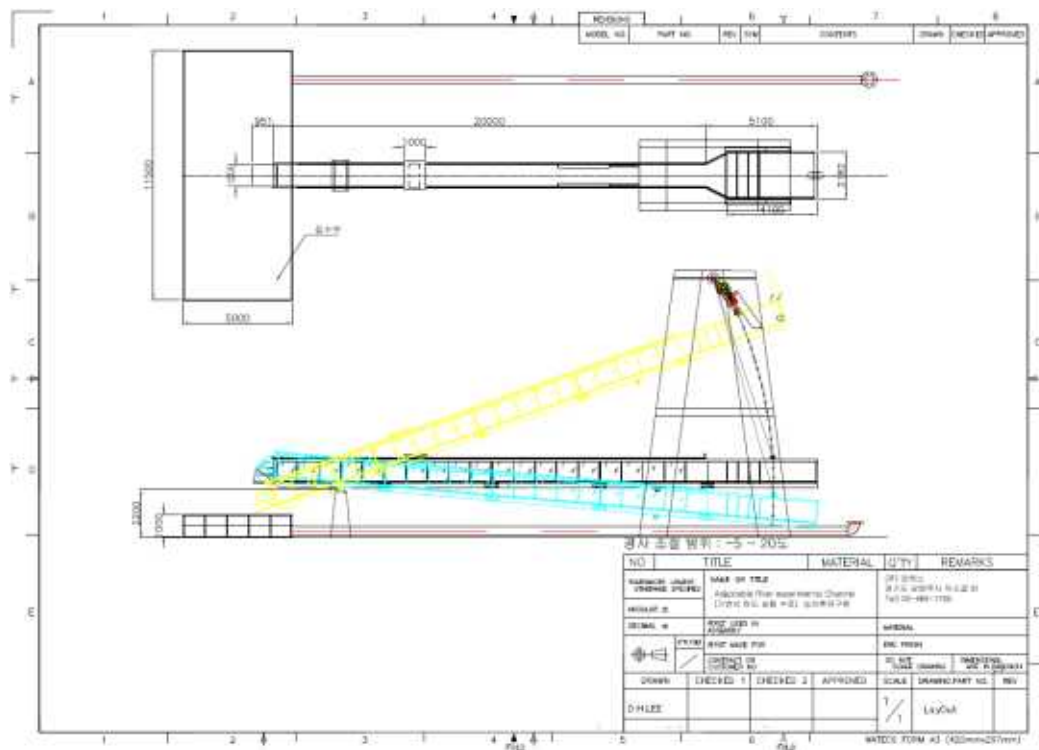
(3) 고정식급경사수로



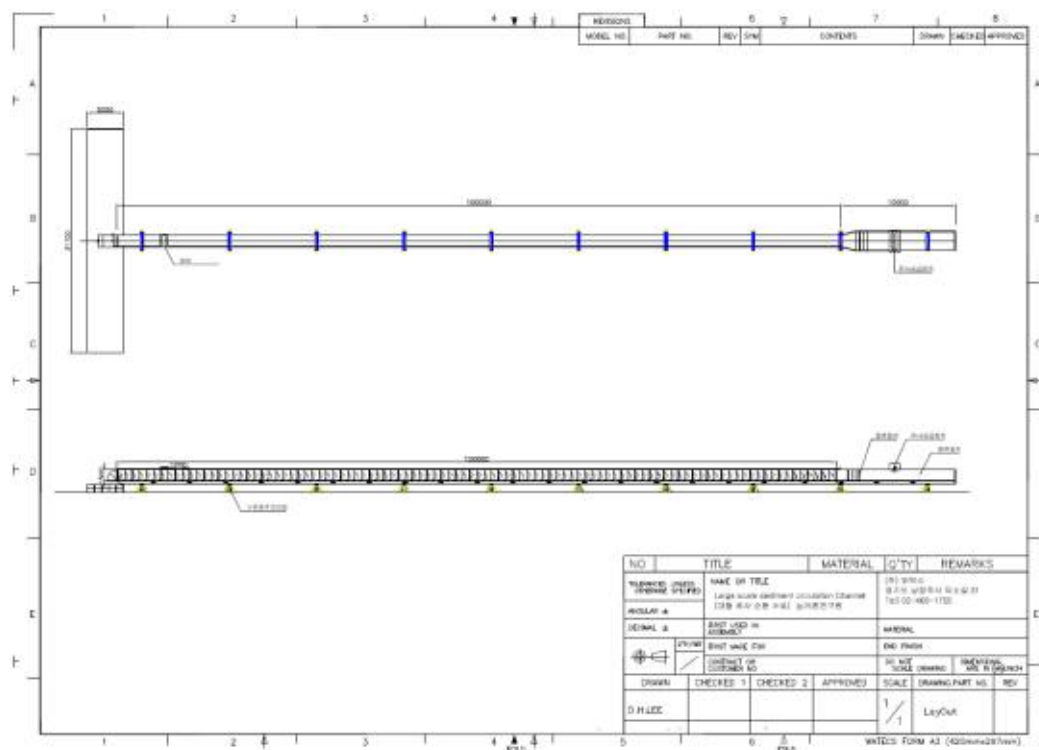
(4) 가변식경사수로



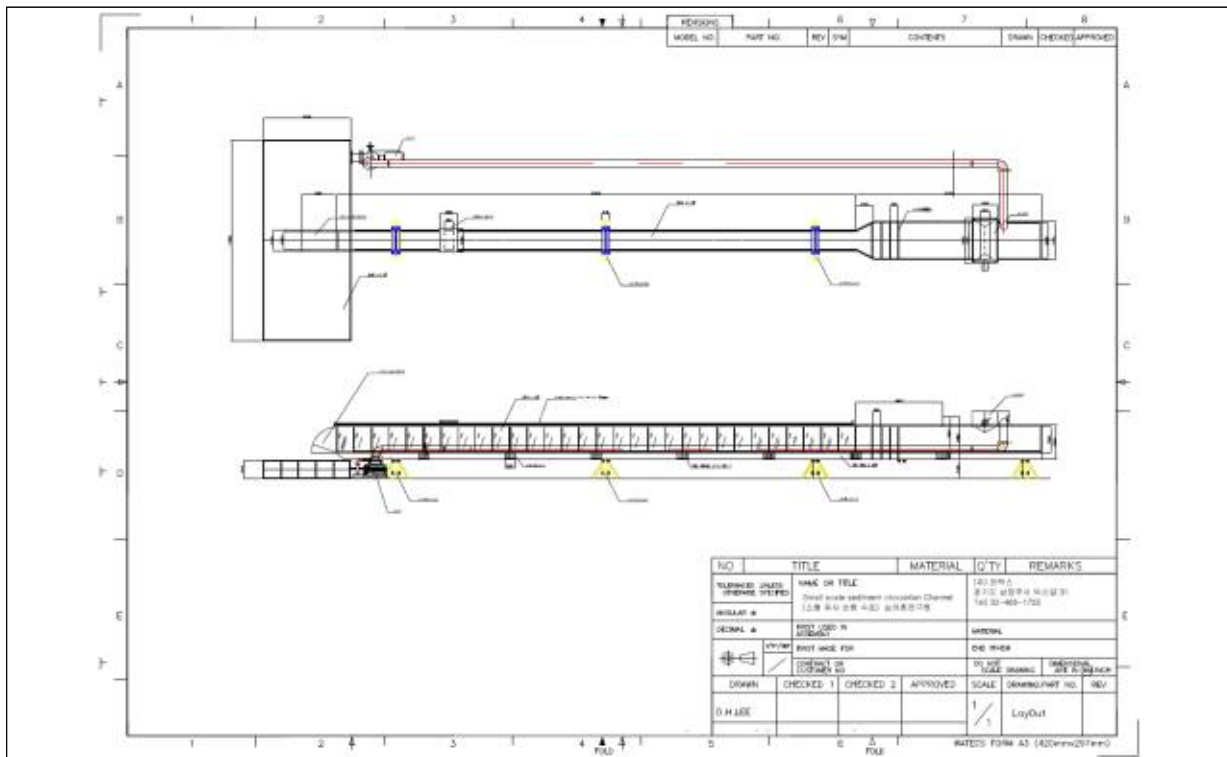
(5) 가변식하도실험수로



(6) 대형유사순환수로



(7) 소형유사순환수로



마. 사양 및 규격 결정

	제안요청 사양		설치 사양		비고
① 고정식개수로	규격	30.0m(L)×1.5m(B)×2.0m(H)	규격	35.0m(L)×2.9m(B)×1.5m(H)	△
	유량	1.0CMS	유량	1.15CMS	▲(0.15)
② PIV 실험수로	규격	30.0m(L)×1.0m(B)×1.0m(H)	규격	35.0m(L)×2.4m(B)×1.5m(H)	△
	유량	1.0CMS	유량	1.15CMS	▲(0.15)
③ 고정식급경사수로	규격	30.0m(L)×8.0m(H)	규격	35.7m(L)×2.1m(B)×8.0m(H)	△
	유량	-	유량	2.0CMS	▲(2.0)
④ 가변식경사수로	규격	30.0m(L)×1.2m(B)×2.0m(H)	규격	36.7m(L)×2.2m(B)×1.6m(H)	△
	유량	1.0CMS	유량	- 1.2CMS	▲(0.2)
⑤ 가변식하도실험수로	규격	최대유속 : 10.0m/sec	규격	25.0m(L)×2.2m(B)×1.6m(H)	△
	유량	-	유량	- 1.2CMS	▲(1.2)
⑥ 대형유사순환수로	규격	100.0m(L)×2.0m(B)	규격	116.4m(L)×2.7m(B)×2.0m(H)	△
	유량	1.0CMS	유량	- 1.2CMS	▲(0.2)
⑦ 소형유사순환수로	규격	30.0m(L)×1.0m(B)	규격	40.7m(L)×2.2m(B)×2.0m(H)	△
	유량	0.1CMS	유량	- 1.2CMS	▲(1.1)

바. 공장검수

(1) 공장검수





(2) 현장검수



사. 수로구축(개념도 및 설치전경)

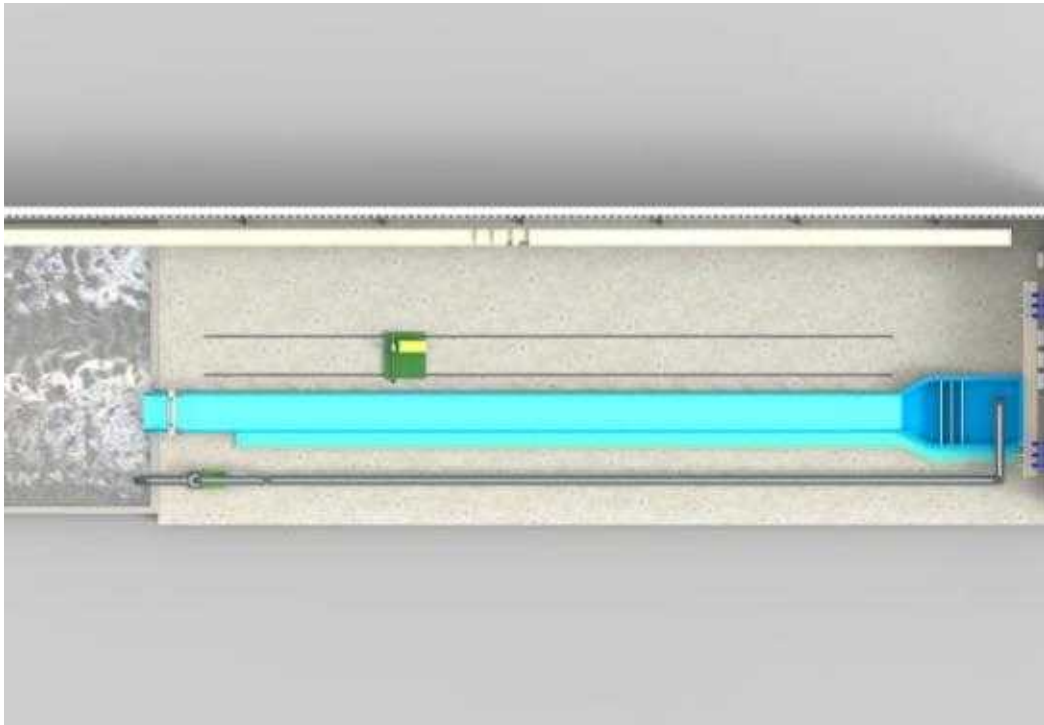
(1) 고정식개수로

(가) 개념도

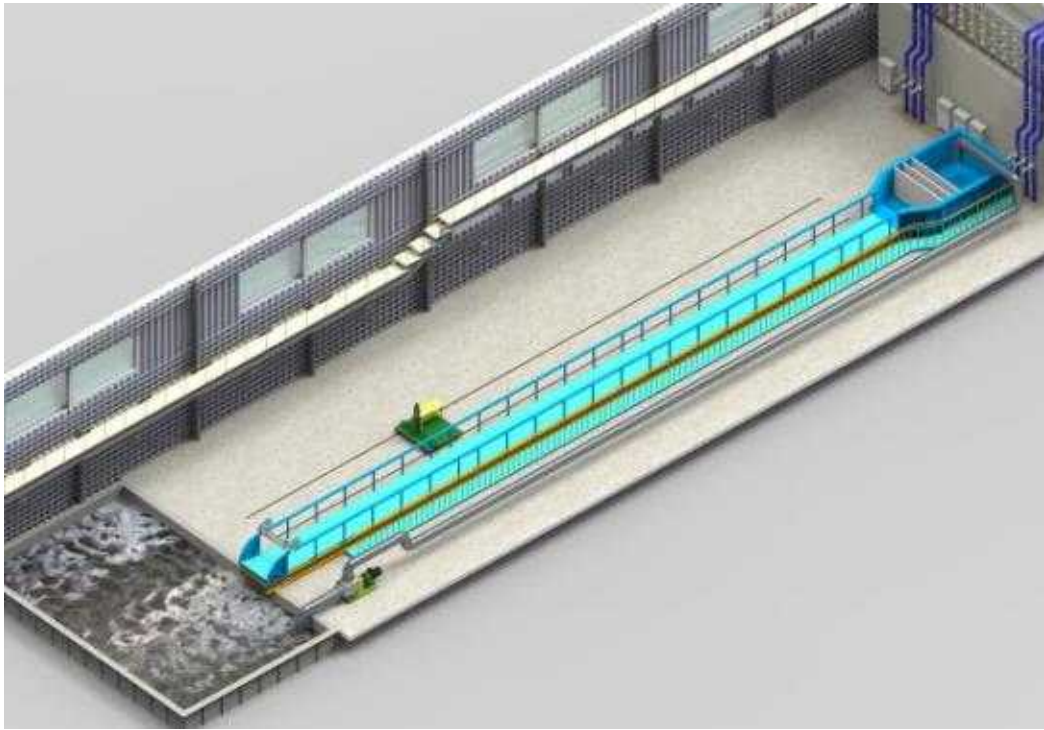
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



(나) 설치전경



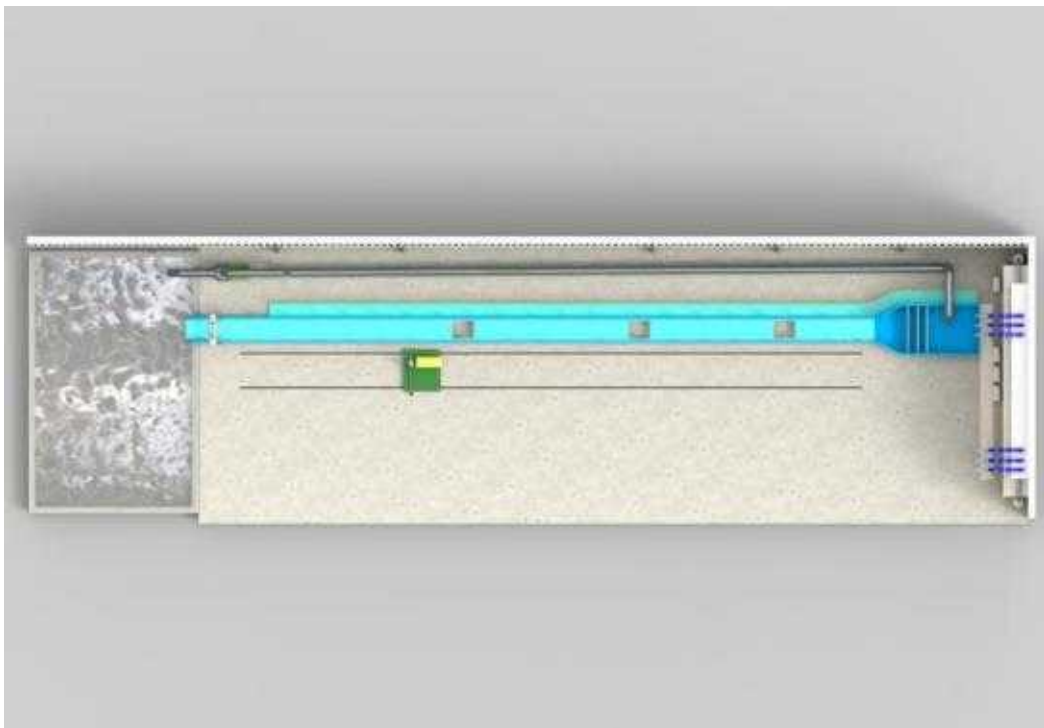
(2) PIV 실험수로

(가) 개념도

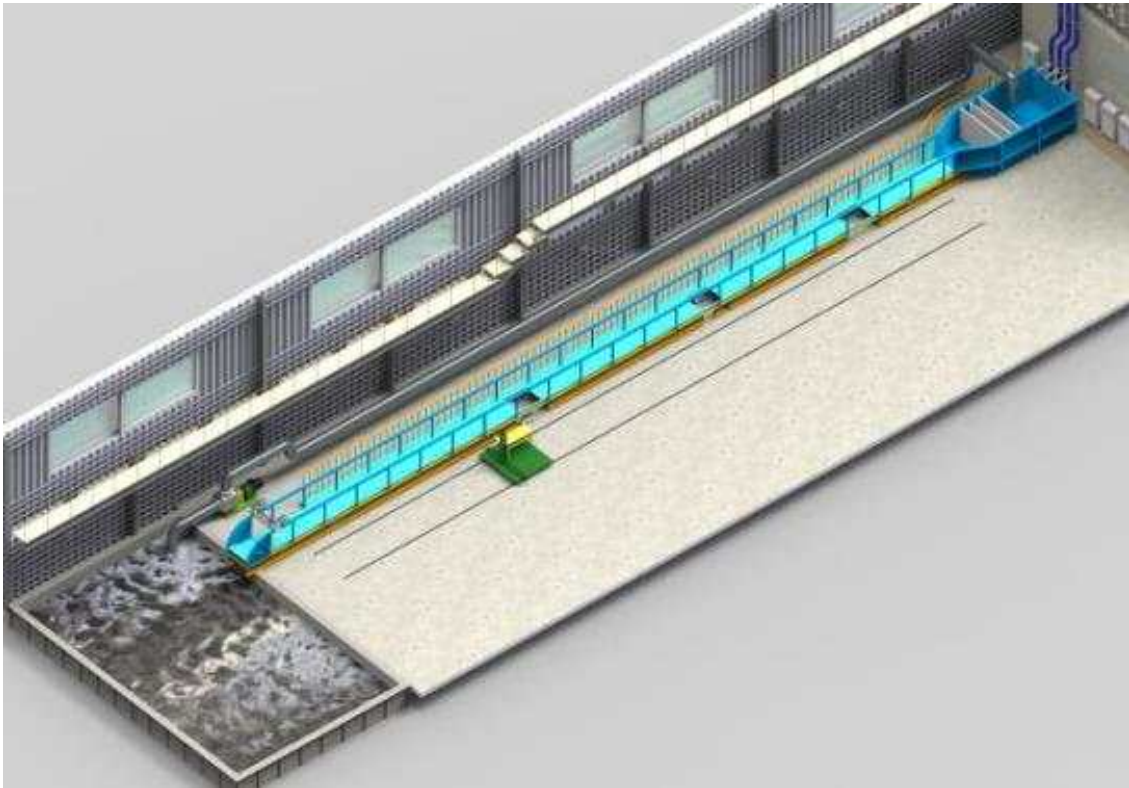
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



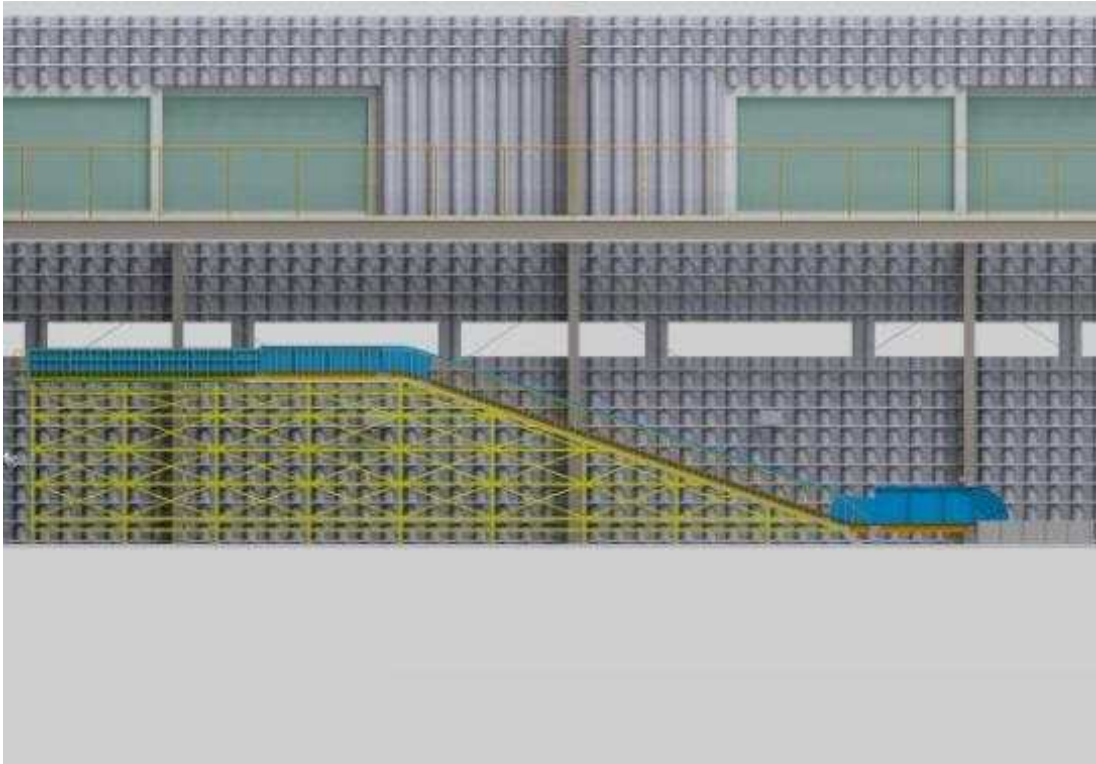
(나) 설치전경



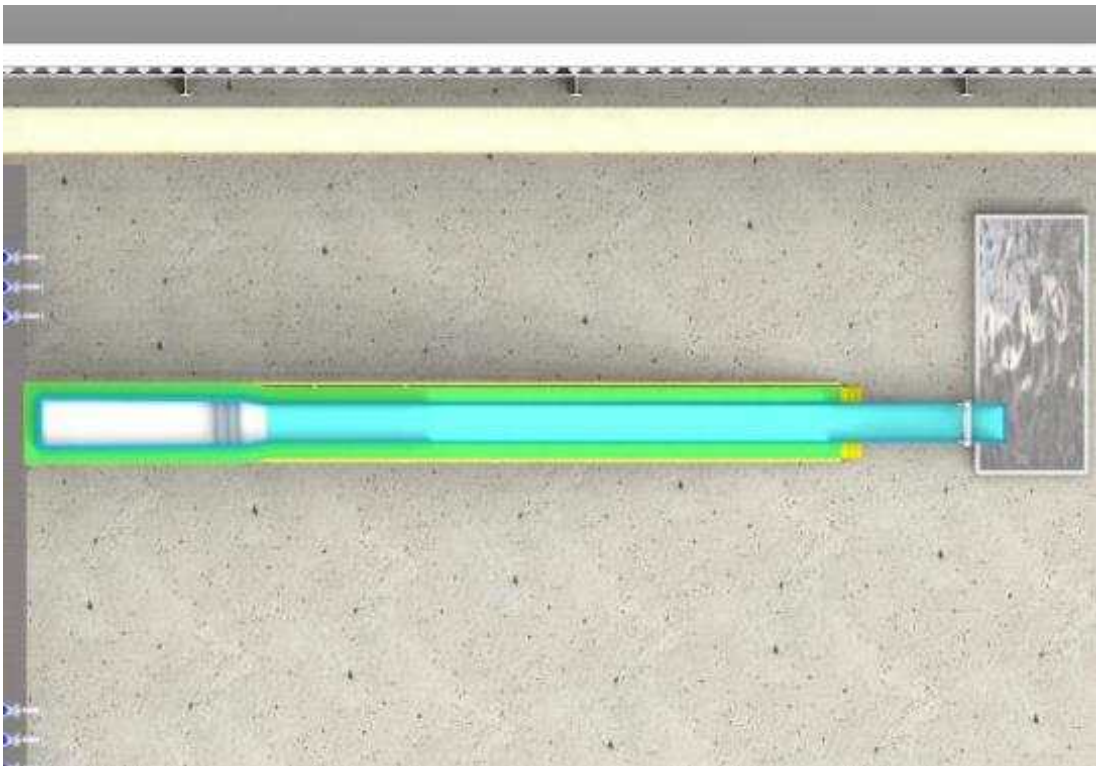
(3) 고정식급경사수로

(가) 개념도

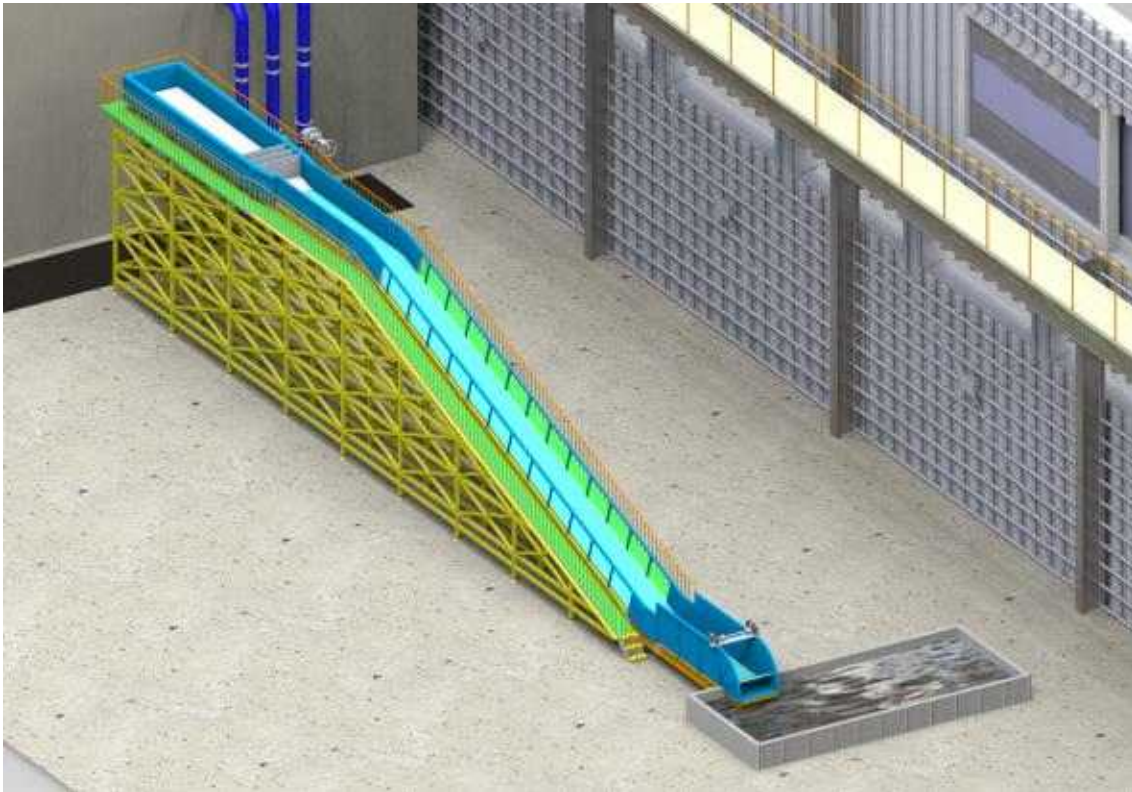
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



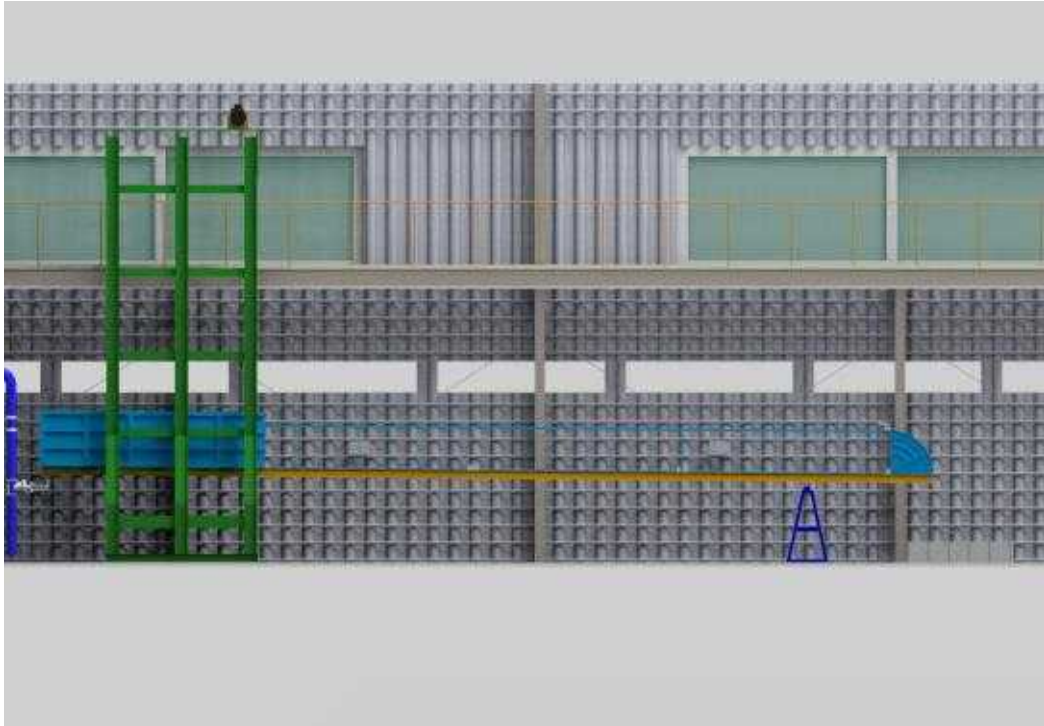
(나) 설치전경



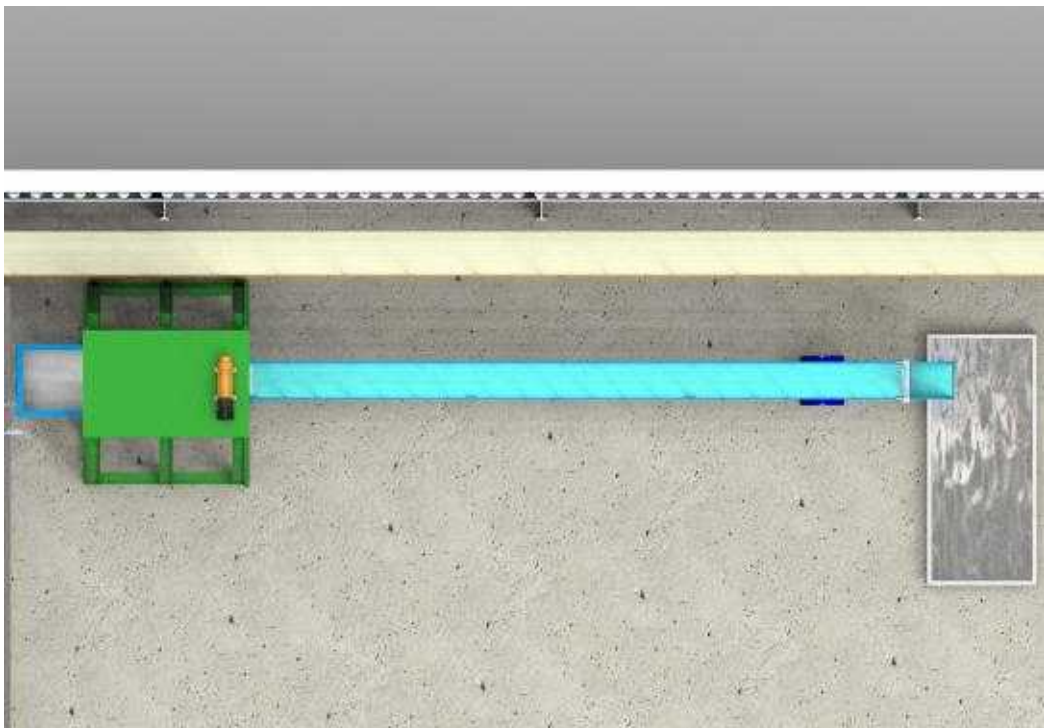
(4) 가변식경사수로

(가) 개념도

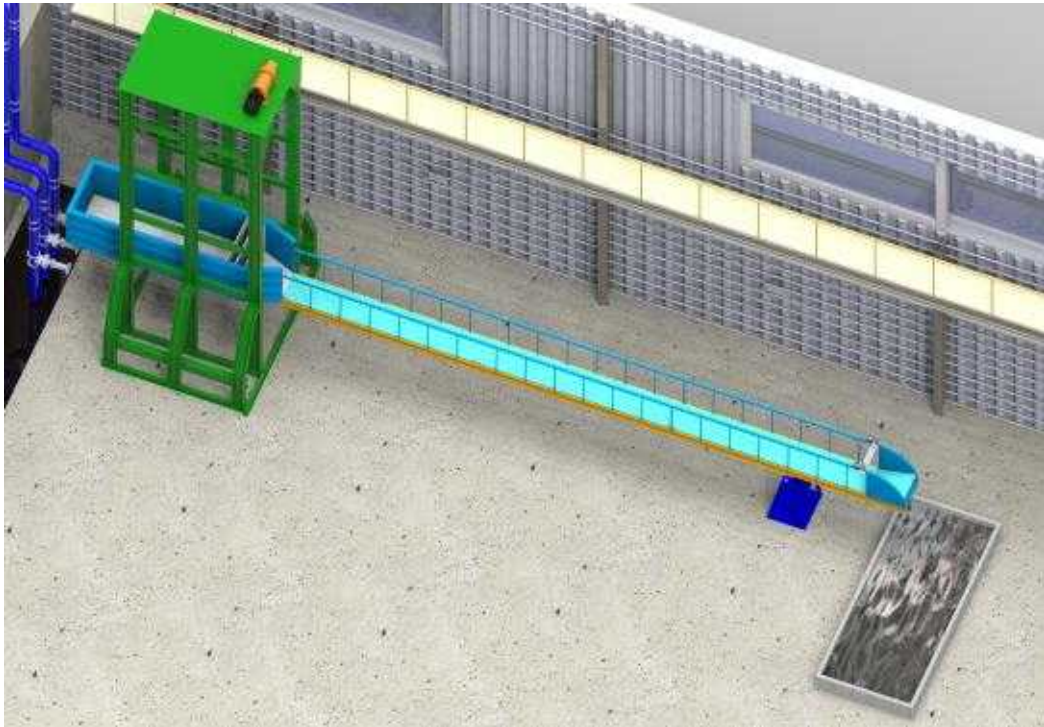
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



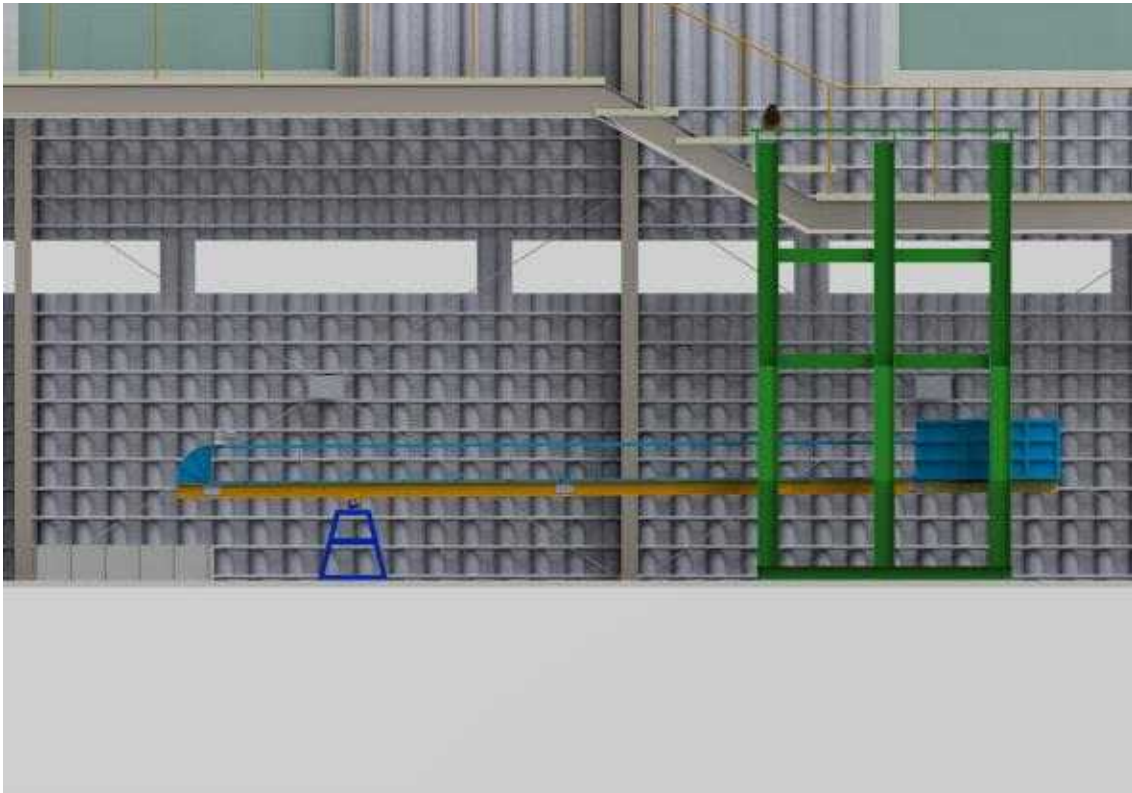
(나) 설치전경



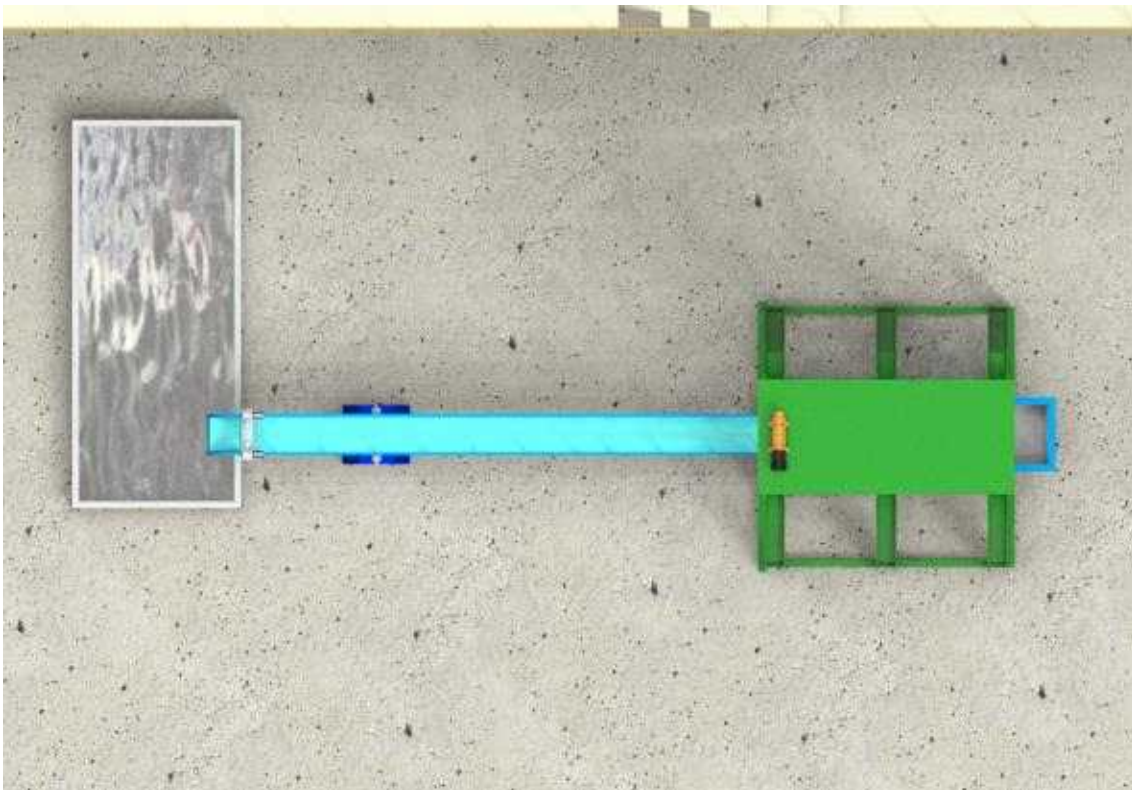
(5) 가변식하도실험수로

(가) 개념도

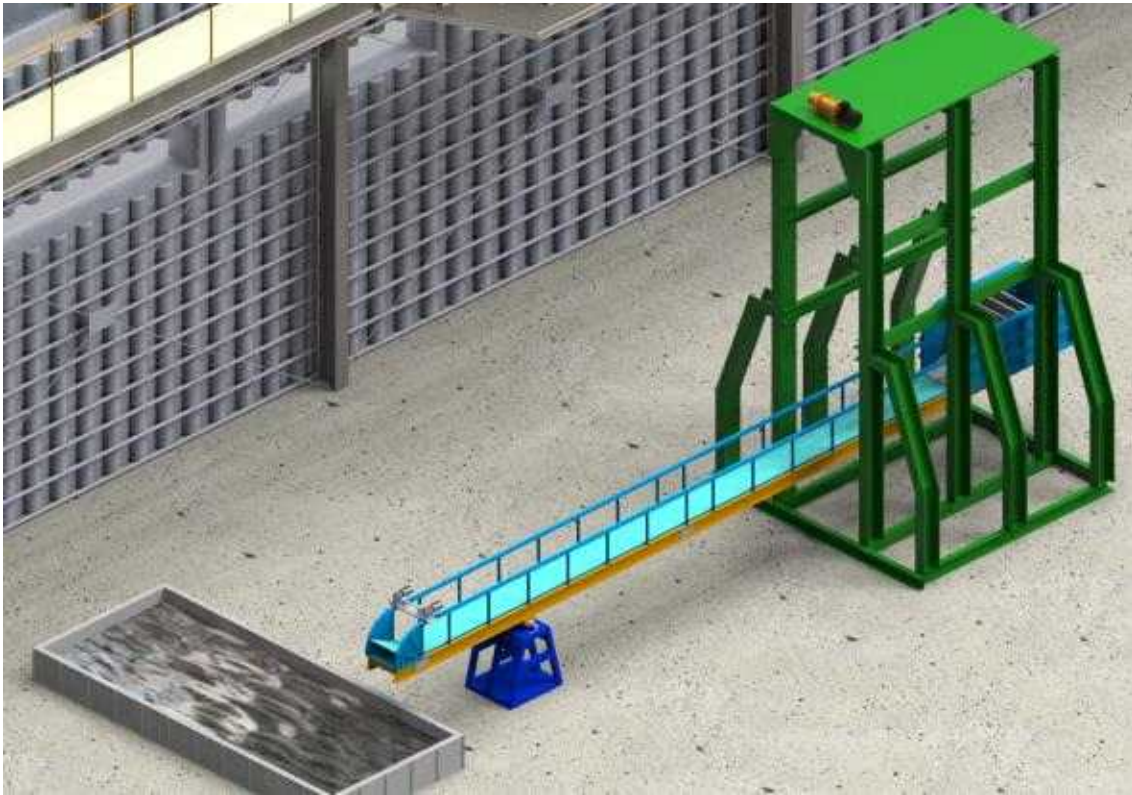
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



(나) 설치전경



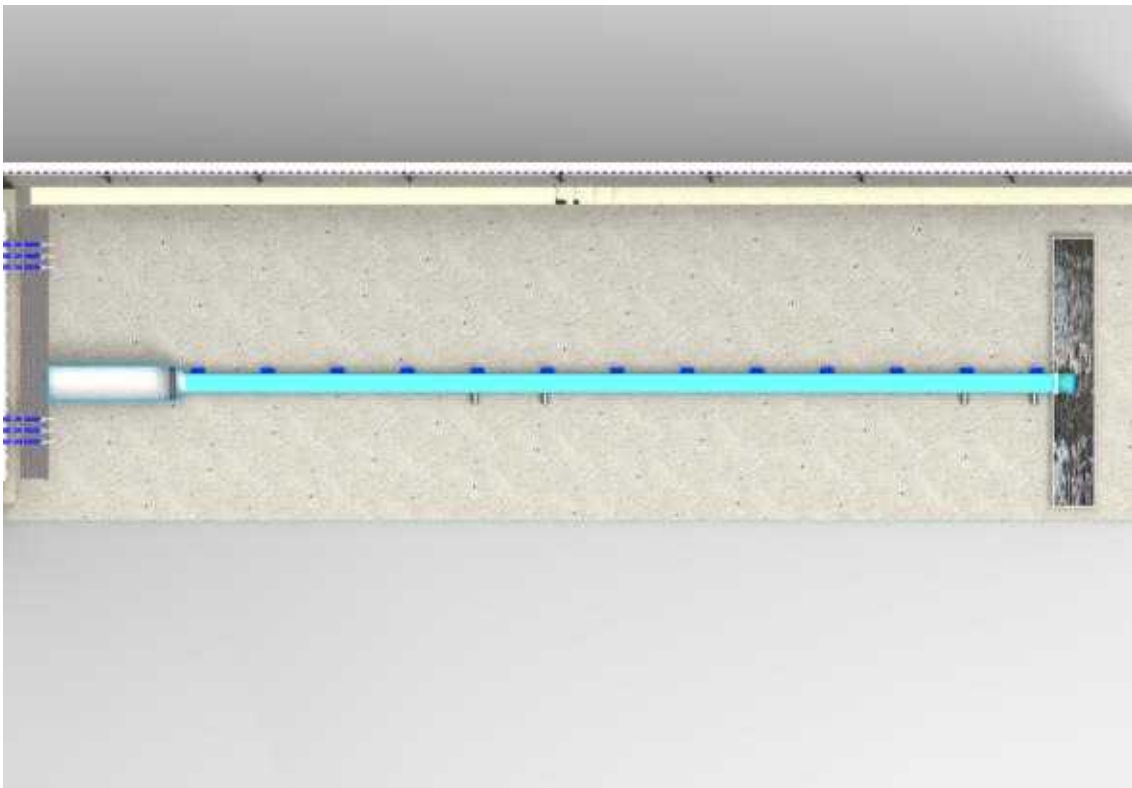
(6) 대형유사순환수로

(가) 개념도

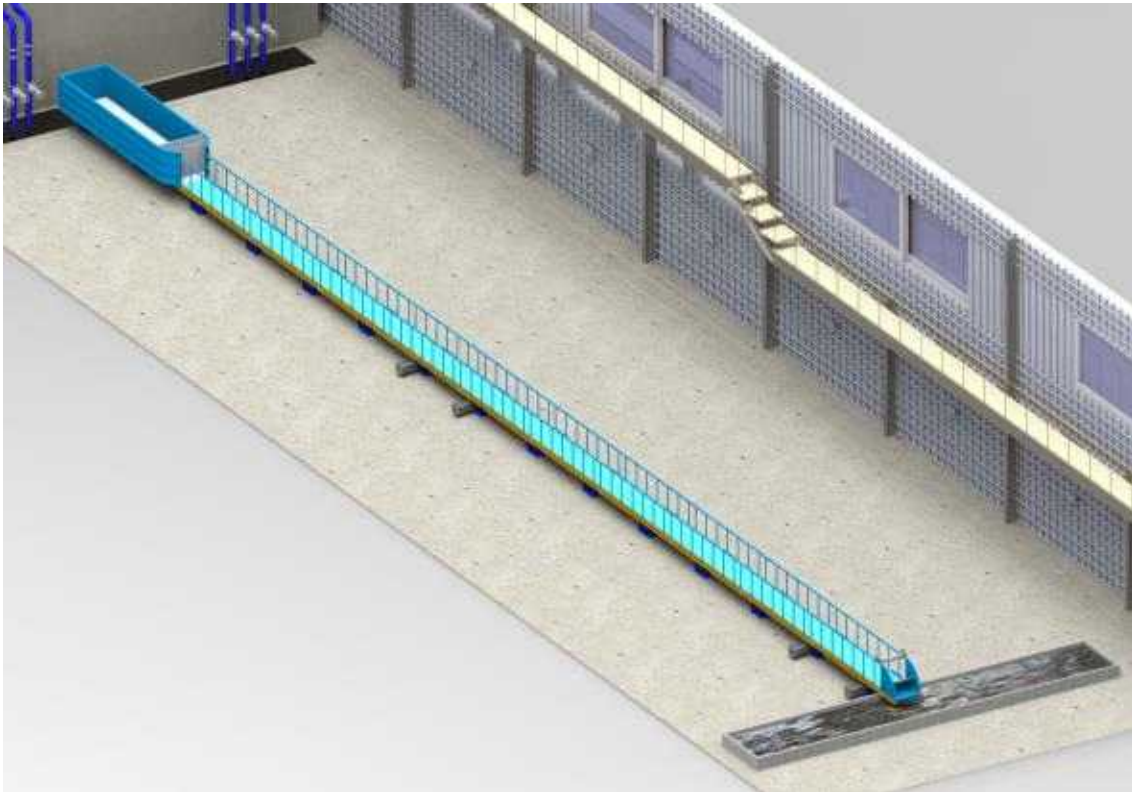
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



(나) 설치전경



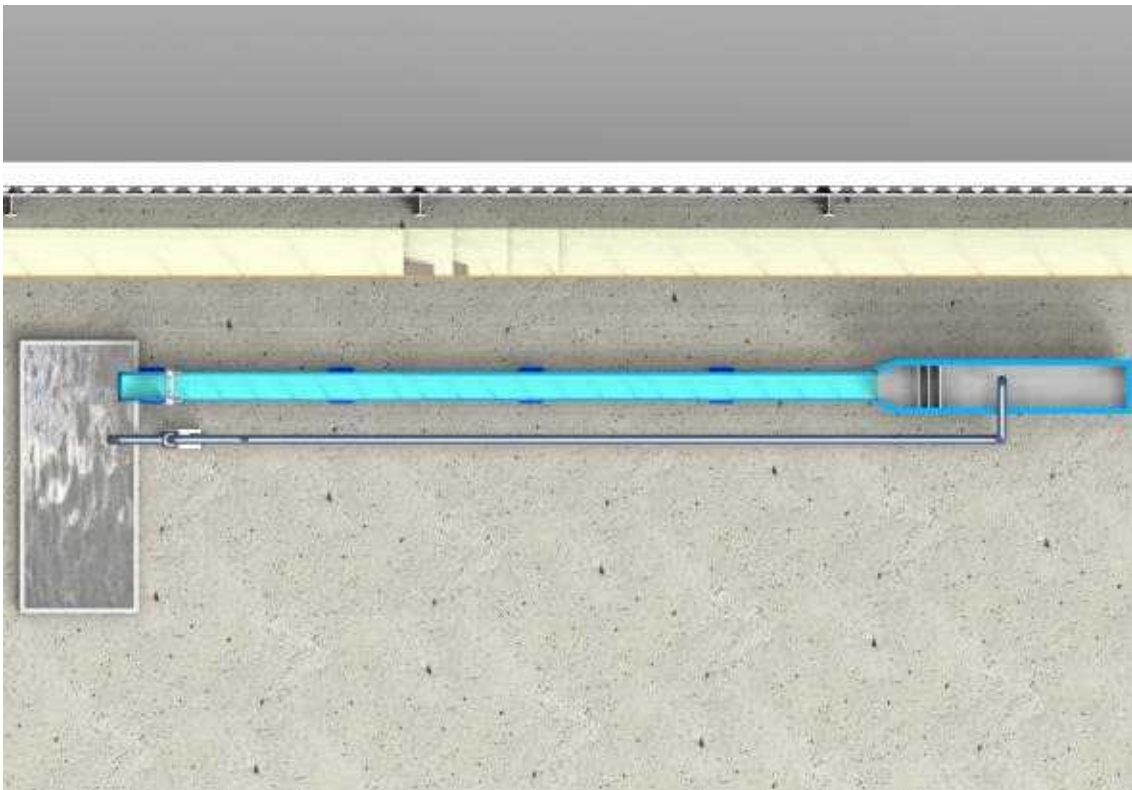
(7) 소형유사순환수로

(가) 개념도

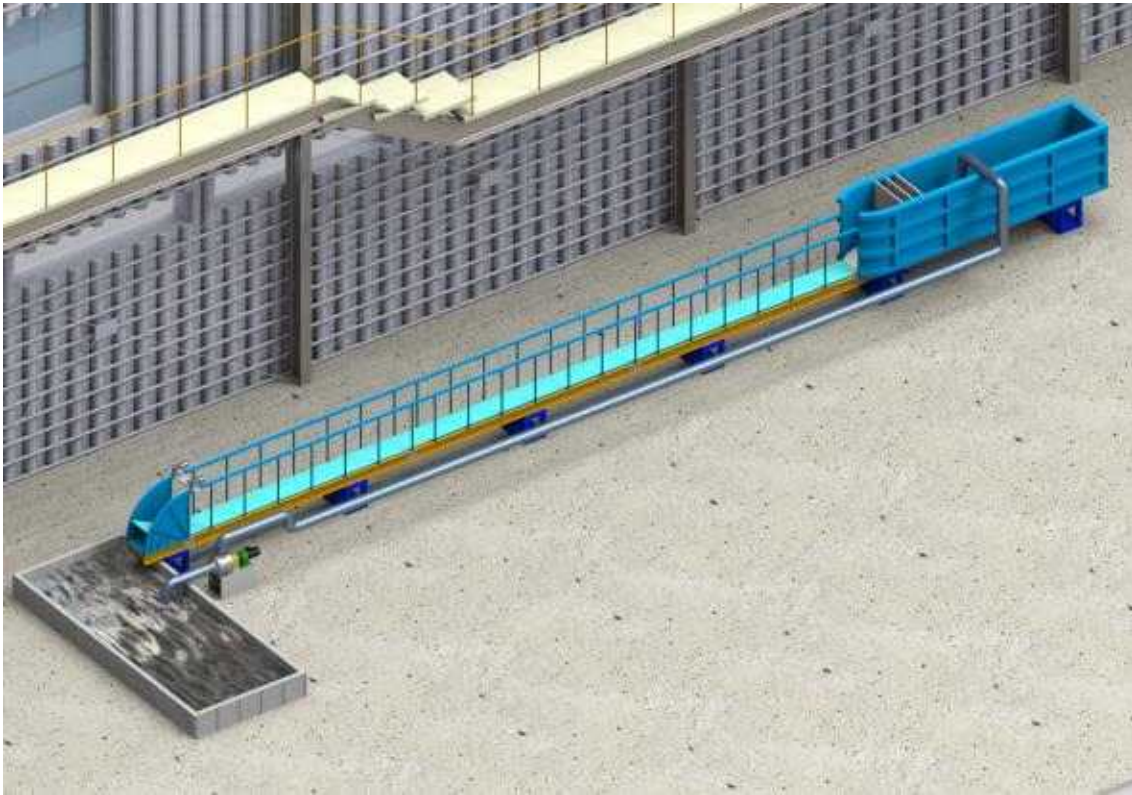
① 정면도



② 평면도



③ 입체도



(나) 설치전경



(8) 집수부

(가) 집수부 1



(나) 집수부 2



(다) 집수부 3



아. 장비 도입

(1) 장비도입 현황(총 20종 33점 / 총2,310,148천원)

구 분	품 명	규 격	단위	수량	단가 (천원)	금 액 (천원)	도입일
계측 장비	사면측정기	레이저 사면측정기, 통신케이블	1종	6	11,500	69,000	도입 (16.12.21)
	프로펠러 유속계	본체부(프로세서, 보드), 센서	1종	5	8,590	42,950	
	3차원 전자식 유속계	인터페이스, 센서	1종	1	20,000	20,000	
	일점식 포인트게이지	포인트게이지, 데이터수신USB	1종	5	3,000	15,000	
	소 계		4	17		146,950	
	3-D PIV 시스템	펄스레이저 초고속카메라 동기화장치	1종	1	175,000	175,000	도입 (18.10.31)
	3-D LDV 시스템	더블레이저프로브, 프로세서	1종	1	255,000	255,000	
	LS-PIV 시스템	고속카메라 이미지보정 소프트웨어	1종	1	80,000	80,000	
	3-D 지형스캐너	펄스레이저, 좌표변환장치 등	1종	1	199,000	199,000	
	성층실험장치	펌프, 교반기, 히터, 게이트 등	1종	1	41,000	41,000	
소 계			5	5		750,000	
계			9	22		896,950	
부대 장비	멀티비전 및 스탠드	84" 모니터 함체형스탠드, 컴퓨터	1종	1	15,648	15,648	도입 (16.12.27)
	로더(3ton)	버킷, 앵글부름, 지게발	1종	1	50,600	50,600	
	소형굴삭기(2ton)	버킷(대, 중, 소)	1종	1	26,950	26,950	
	초대형 3축	대형오토크레인	1종	1	84,705	84,705	구축 (19.5.10)
	트래버스시스템	트래버스, 소프트웨어	1종	1	94,480	94,480	
소 계			5	5		272,383	
계			5	5		272,383	
총 계			14	27		1,316,283	

(2) 장비별 용도

(가) 계측장비

구 분	품 명	용 도
계측 장비	사면측정기	· 수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
	프로펠러 유속계	· 한 지점의 1차원(x) 유속 측정
	3차원 전자식 유속계	· 한 지점의 3차원(x, y, z) 유속 측정
	일점식 포인트게이지	· 한 지점의 실시간 수위계측(비 접촉식)
	3-D PIV 시스템	· 0.7m×0.7m 이상 영역에 대하여 유동장측정이 가능한 비접촉식 계측기
	3-D LDV 시스템	· Laser Doppler효과를 이용한 한 지점의 3차원(x, y, z) 유속 측정
	LS-PIV 시스템	· 10.0m×10.0m 이내 영역에 대하여 표층유동장 측정이 가능한 비접촉식 계측기
	3-D 지형스캐너	· 반경 40.0m 이내 3차원 공간의 지형데이터 수집이 가능한 계측기
	성층실험장치	· 서로다른 밀도 및 온도의 유체에 대한 성층분리 실험이 가능한 장치

(나) 부대시설

구 분	품 명	용 도
부대 시설	멀티비전 및 스탠드	· 방문객 홍보를 위한 84인치 모니터 및 함체형 스탠드
	로더(3ton)	· 수리모형(지형) 제작을 위한 모래 등 상차 및 이동 작업 수행
	소형굴삭기(2ton)	· 수리모형(지형) 제작을 위한 모래 등 터파기 및 적재 작업 수행
	초대형 3축 트래버스시스템	· 실험장 내 3차원 공간의 무인계측(유속, 수위, 지형공간 좌표) 수행

(다) 장비 및 부대시설 검·인증 방안

① 장비 및 시설 검인증 방안

구 분	품 명	검·인증 방안
계측 장비	사면측정기	· 줄자 등 실측을 통하여 오차 발생 시, 제작사에 하자보수 및 수리 의뢰 후 실측 재 검정을 통한 활용
	프로펠러 유속계	· 국가공인 인증기관에 의뢰하여 교정 인증서 확보 및 검증 수행
	3차원 전자식 유속계	· 국가공인 인증기관에 의뢰하여 교정 인증서 확보 및 검증 수행
	일점식 포인트게이지	· 국가공인 인증기관에 의뢰하여 교정 인증서 확보 및 검증 수행
	3-D PIV 시스템	· 인증서를 확보한 접촉식 유속계를 활용하여 데이터 검증 후 오차 발생 시 제작사에 하자보수 및 수리 의뢰
	3-D LDV 시스템	
	LS-PIV 시스템	
	3-D 지형스캐너	· 실측 및 토탈스테이션을 활용한 데이터 검증 후 오차 발생 시 제작사에 하자보수 및 수리 의뢰
	성층실험장치	-
부대 시설	멀티비전 및 스탠드	· 고장 시 수리 의뢰
	로더(3ton)	· 고장 시 수리 의뢰
	소형굴삭기(2ton)	· 고장 시 수리 의뢰

② 실험수로 및 계측장비 연계 설치 검증방안

- 7종 실험수로와 계측장비의 연계 설치 시 실험 구간별 계측데이터 등의 검증은 반복적인 모의테스트를 수행하면서 자체적으로 검증된 접촉식 계측장비와의 비교 분석 수행

(3) 장비별 구축목적에 따른 구성 및 사양

(가) 계측장비

□ 사면측정기

- 수량 : 6
- 단가 : 11,500(천원)
- 금액 : 69,000(천원)



구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
장비구성	1) 레이저 사면측정기 본체 1 대 2) Ethernet 통신 케이블 1 대 3) 데이터 소프트웨어 1 대 4) 사용 설명서 1 대
장비사양	1) 광데이터 1-1) 측정거리 : 200 - 800 mm 1-2) 스캔 폭 : ± 300 mm 1-3) 측정 방식 : 레이저 1-4) 파장 : 658 nm 1-5) 최대 출력 전원 : <8 mW 1-6) 레이저라인 : 600 x 3 mm at 800 mm 2) 계측시간 2-1) 응답속도 : ≥ 10 mS 2-2) 전원 ON 지연시간 : 1.5초 3) 전기신호 3-1) 작동 전압 : 18 - 30 VDC 3-2) 이더넷 통신 : UDP 4) 프로비버스 4-1) 인터페이스 : 1 x RS485 x 4 4-2) 프로토콜 : 포로비버스 DP 5) 재질 5-1) 하우징 : 알루미늄,플라스틱커버 5-2) 옵틱커버 : 유리 5-3) 무게 : 620g 5-4) 커넥팅 타입 : M12 컨넥트

□ 프로펠러 유속계

- 수량 : 5
- 단가 : 8,590(천원)
- 금액 : 42,950(천원)



구축목적	한 지점의 1차원유속(최대유속, 평균유속 등)측정, 프로펠러 타입
장비구성	1) 본체부 1 대 2) 센서부 1 대 3) 케이블 1 대 4) 매뉴얼 1 부 5) 건전지 1 세트
장비사양	1) 본체부 1-1) 측정 범위 : 3 - 400 cm/sec 1-2) 평균시간 : 1, 5, 10, 20, 40 초 1-3) 측정 모드 : 오토 1-4) 디스플레이 : LCD 1-5) 전원 : 1.5V Drycell 2ea 1-6) 작동 온도 : 0 - 40°C 1-7) 치수 : 83 x 152 x 34 mm 1-8) 무게 : 200 g 2) 센서부 2-1) 측정방식 : Magnet-Hall Ic system 2-2) 측정범위 : 3 - 200 cm/sec 2-3) 펄스 : 8 펄스 2-4) 프로펠러 : Ø20 mm/ 4wing 2-5) 무게 : 220 그램

□ 3차원 전자식 유속계

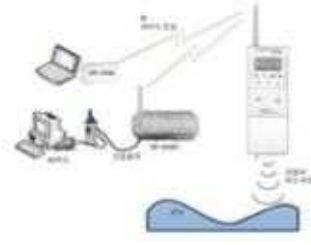
- 수량 : 1
- 단가 : 20,000(천원)
- 금액 : 20,000(천원)



구축목적	한 지점의 X, Y, Z 3차원유속(최대유속, 평균유속 등)측정, 포음파식
장비구성	1) 3차원 전자유속 측정 센서 1 대 2) 인터페이스 1 대 3) 데이터 측정 소프트웨어 1 대 4) 케이스 1 대
장비사양	1) Sensor Unit 1-1) 측정 방향 : X/Y/Z 축 1-2) 측정 범위 : 0 to $\pm 25/50/250$ cm/sec(Selectable) 1-3) 정 확 도 : $\pm 2\%$ or 0.5cm/s 1-4) 응답속도 : 0.1cm/s 1-5) 측정 간격 : 0.05/1/5 sec(Selectable) 1-6) Sampling rate : 15 ~ 100Hz 1-7) Digital output : RS232C 1-8) Analog output : -1V to +1V 1-9) Sensor Dimension : 20mm 1-10) 케 이 블 : 10m 2) Interface Unit 1 ea 2-1) 최대 채널 수 : 4 sensor 2-2) 전 원 : AC 220V 2-3) 크 기 : 260(L) x 190(W) x 40(H) mm

□ 일점식 포인트 게이지

- 수량 : 5
- 단가 : 3,000(천원)
- 금액 : 15,000(천원)

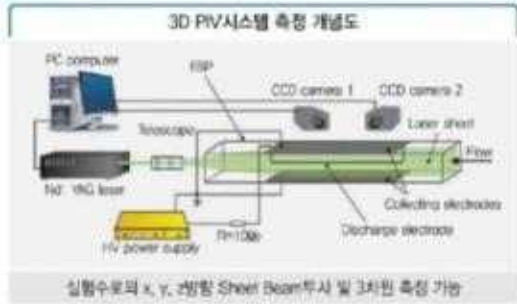
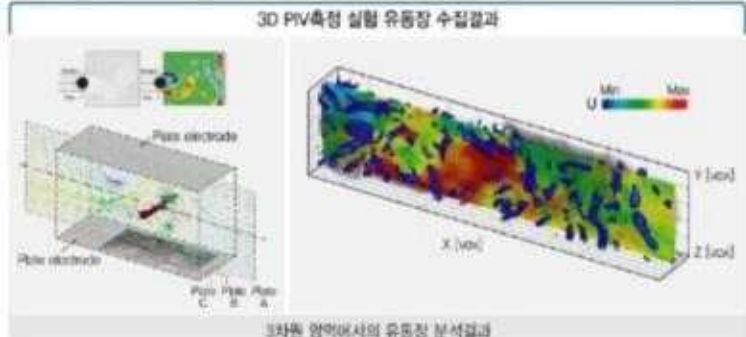
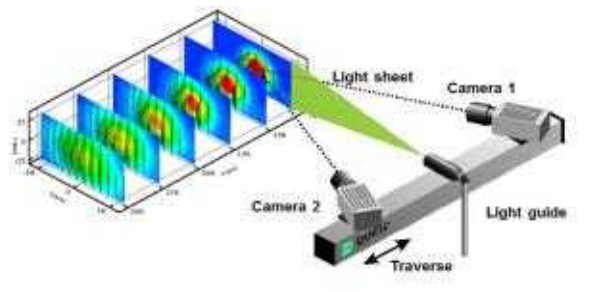


구축목적	한 지점의 실시간 수위계측(비접촉 초음파 타입, 휴대용)
장비구성	1) 디지털 RF 초음파 포인트게이지 1 대 2) 데이터 수신 USB 1 대 3) 데이터 처리 소프트웨어 1 대
장비사양	1) 디지털 무선 초음파게이지 1-1) 측정거리 및 분해능 : 200~800mm / 1mm 1-3) 샘플링 갯수 : 40개/초 1-4) 온도 보상 알고리즘 적용 1-5) 이격 거리: 최소 80 cm 1-6) 동작 주파수: 40kHz 2) 무선 통신 특성 2-1) 통신 규격 : IEEE 802.15.4 2-2) 주파수 대역: 2.405~2.480GHz 2-3) 채널: 최대 16 채널 2-4) 데이터 전송율 : 35개/초 2-5) 전송거리 : 직선 150m 3) 표시 장치 3-1) 12x2 LCD : 측정 거리 표시, RF 채널, 온도 표시 3-2) PWM LED : 전원 상태 (적색) 3-3) OUT LED : 측정 범위 이탈(녹색) 3-4) AUTO BAL LED : AUTO BAL 스위치 인식 알림(황색) 4) 입력 장치 장치 4-1) 4개의 메뉴 키: ESC/LP, SET, 좌, 우 4-2) AUTO BAL 스위치: Zero점 지정 4-3) 전원 스위치 5) 전원 5-1) AA battery(1.5V) 2개 5-2) 연속 데이터 입출력 시 : 최대 48시간 5-3) 초음파 온도 보정용 내장 온도 센서 5-4) 측정 범위 : 0~40℃ 5-5) 분해능 : 1℃ 7) 측정 포인트 확인용 레이저 포인터 7-1) 색상 : Red 7-2) Laser class : 2(IEC60825-1) 8) 재질 : 알루미늄

□ 3-D PIV시스템

- 수량 : 1
- 단가 : 175,000(천원)
- 금액 : 175,000(천원)

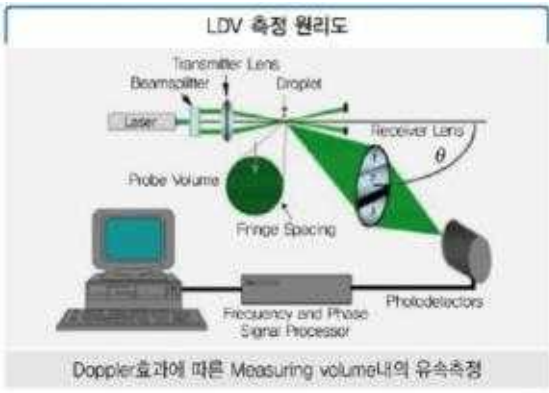
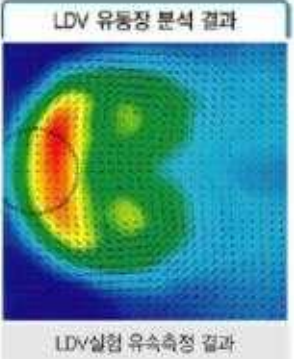


구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
수로구성	· 규격 : 펄스레이저, 초고속카메라, 동기화장치 · 용도 : 0.7m×0.7m 이상 영역에 대하여 유동장측정이 가능한 비접촉식 계측기
장비사양	 실험수로의 x, y, z방향 Sheet Beam투사 및 3차원 측정 가능  3차원 레이저 시스템  3차원 영역에서의 유동장 분석결과 

□ 3-D LDV시스템

- 수량 : 1
- 단가 : 255,000(천 원)
- 금액 : 255,000(천 원)



구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
수로구성	· 규격 : 더블레이저프로브, 프로세서 · 용도 : Laser Doppler효과를 이용한 한 지점의 3차원(x, y, z) 유속 측정
장비사양	 LDV 측정 원리도 Doppler효과에 따른 Measuring volume내의 유속측정  LDV Light 레이저빔의 파장에따른 특성  LDV 실험 LDV실험 중 동일파장 및 상이 주파수대에서의 실험전경  LDV 유동장 분석 결과 LDV실험 유속측정 결과

□ LS-PIV시스템

- 수량 : 1
- 단가 : 80,000(천원)
- 금액 : 80,000(천원)

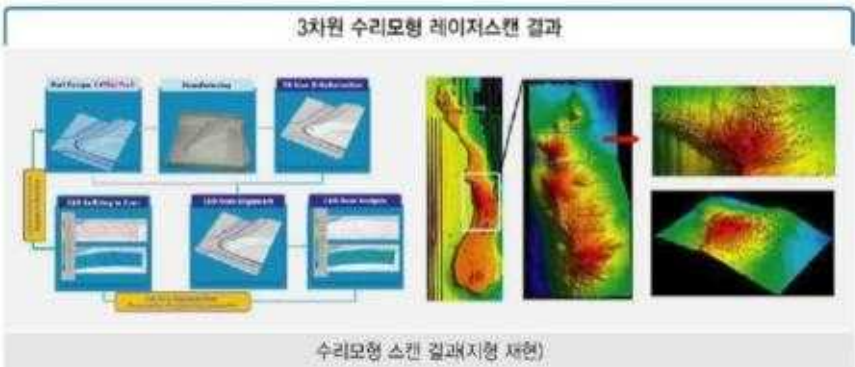


구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
수로구성	· 규격 : 고속카메라, 이미지보정 소프트웨어 · 용도 : 10.0m×10.0m 이내 영역에 대하여 표층유동장 측정이 가능한 비접촉식 계측기
장비사양	LS PIV 측정 원리도 CCTV 및 High Speed 카메라 이용, 표층 유속을 측정 CCTV 카메라 High Speed 카메라 표층의 유속에 따라 결정 LS PIV 측정 및 분석 순서 LS PIV 측정에 따른 Mapping Coefficient 보정 및 유속분석데이터

□ 3-D 지형스캐너

- 수량 : 1
- 단가 : 199,000(천 원)
- 금액 : 199,000(천 원)



구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
수로구성	· 규격 : 펄스레이저, 좌표변환장치 등 · 용도 : 반경 40.0m 이내 3차원 공간의 지형데이터 수집이 가능한 계측기
장비사양	 3차원 레이저 스캔 개념도 3차원 레이저 스캔 측정방법  3차원 다방향 레이저 스캐너(Pulse Laser) 3차원 다방향 레이저 스캐너 (Pulse Laser)  3차원 수리모형 레이저스캔 결과 수리모형 스캔 결과(지형 재현)

성층실험장치

- 수량 : 1
- 단가 : 41,000(천원)
- 금액 : 41,000(천원)



구축목적	수리모형 지형의 경사도 및 구간 별 부분 경사도 측정
수로구성	· 규격 : 펌프, 교반기, 히터, 게이트 등 · 용도 : 서로 다른 밀도 및 온도의 유체에 대한 성층분리 실험이 가능한 장치
장비사양	The technical drawing illustrates the experimental device for density stratification. It consists of two main views: a side elevation and a top plan view. Side Elevation View: - The device is a long, rectangular tank with a total length of 5150 mm and a total height of 1000 mm. - It features a '저수조' (Reservoir) on the left and a '고수조' (High-level tank) on the right. - The central section is labeled '성층 수로' (Stratification channel). - Key components labeled include: '알루미늄 프로파일' (Aluminum profile), '제어로 계측용 선물' (Control measurement cable), '교반기' (Stirrer), '유량계' (Flowmeter), '지비리' (Density sensor), '도출부' (Outlet), '제어부' (Control unit), '펌프' (Pump), and '공기주입을 바퀴' (Air injection wheel). - Dimensions shown: 1000 mm total height, 700 mm for the reservoir, 1000 mm for the high-level tank, and 1000 mm for the control unit. Top Plan View: - The total length is 5150 mm. - The reservoir section on the left has a width of 2500 mm and a depth of 1000 mm. - The central channel has a width of 2400 mm. - The high-level tank section on the right has a width of 2000 mm and a depth of 1000 mm. - Internal dimensions and offsets are provided, such as 500.0 mm for the channel width, 5000.0 mm for the main channel length, and 30.0 mm for the control unit offset. - Labels for the plan view include: '저수조' (Reservoir), '성층 수로' (Stratification channel), '고수조' (High-level tank), '도출부 (스핀너)' (Outlet (Spinner)), and '공급파이프' (Supply pipe).

□ 멀티비전 및 스탠드

- 수량 : 1
- 단가 : 15,648(천원)
- 금액 : 15,648(천원)



구축목적	방문객 홍보를 위한 84인치 모니터 및 합체형 스탠드
장비구성	1) 84인치 터치형 모니터 2) 합체형 스탠드 3) Win7 컴퓨터
장비사양	1) 모니터성능 1-1) 모니터 모델명 : DW46M5UL/DW46M7UL 1-2) 화면크기 : 84인치 1-3) 유효화면크기 : 1,018.35(H)×572.54(V)mm 1-4) 해상도 : 1,920×1,080 1-5) 화면비율 : 16:9 1-6) 밝기 : 500/700 cd/m ² 1-7) 명암비 : 3,500:1(Typ.) 1-8) 시야각(H/V) : 178°/178° 1-9) 크기 : 1,022×577×100mm . 2) 합체형 스탠드 2-1) 재질 : 스테인레스 및 강철, 아크릴 2-2) 크기 : 2151.18(L)×1924.57(H)×250(B) 2-3) 제작방식 : DW46M5UL/DW46M7UL모니터 4기 결합 및 고정

로더(3ton)

- 수량 : 1
- 단가 : 50,600(천원)
- 금액 : 50,600(천원)



구축목적	수리모형(지형) 제작을 위한 모래 등 상차 및 이동 작업 수행
장비구성	1) 앵글 부름, 스노우 블레이드 : 제설작업 시 사용 2) 지게발 3) 버킷
장비사양	1) 성능 1-1) 정격적재용량 : 952kg 1-2) 최대적재용량 : 1,905kg 1-3) 운전중량 : 3,126kg 1-4) 주행속도 : 11.8km/h 1-5) System Relief @ Quick Couplers : 3,500psi 1-6) 유압펌프용량 : 64.7ℓ/min 2) 엔진 2-1) 엔진제작사 : Bobcat 2-2) 모델명 : 2.4 Bobcat 2-3) 타이어 : 4 2-4) 마력 : 66/2,600hp/rpm 2-5) 토크 : 25/2,800kgf-m/rpm 2-6) 형식 : 디젤/수냉식 2-7) 실린더 수 : 4 2-8) 연료탱크용량 : 93.7ℓ

□ 소형굴삭기(2ton)

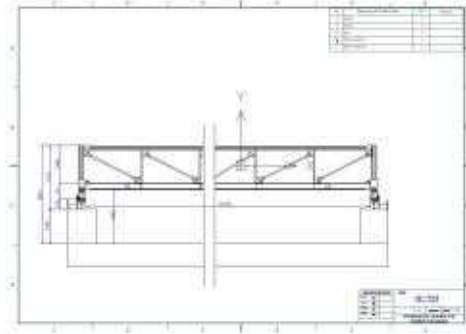
- 수량 : 1
- 단가 : 26,950(천원)
- 금액 : 26,950(천원)



구축목적	수리모형(지형) 제작을 위한 모래 등 터파기 및 적재 작업 수행
장비구성	버켓 대, 중, 소 3개 포함
장비사양	1) 성능 1-1) 자체중량 : 1,880kg 1-2) 표준버킷용량 : 0.066m³ 1-3) 제원 : 전장(3,688mm), 전폭(980~1,360mm), 전고 캐노피(2,297mm), 캐빈(2,297mm) 1-4) 최대굴삭깊이 : 2,520mm 1-5) 최대굴삭높이 : 3,440mm 1-6) 최소회전반경 : 1,190mm 1-7) 주행속도 : 4.0 2) 엔진 2-1) 모델명 : Kubota/D722 2-2) 정격출력 : 14.1/2,500ps/rpm 2-3) 토크 : 44/2,000N-m/rpm 2-4) 형식 : 디젤/수냉식 2-5) 연료탱크용량 : 19ℓ

□ 초대형 3축 트레이버스시스템

- 수량 : 1
- 단가 : 179,185(천 원)
- 금액 : 179,185(천 원)



구축목적	수리모형 제작에 따른 3차원 공간좌표 측정 및 무인 계측 수행(유속, 수위)
장비구성	대형오토크레인, 2축 트레이버스, 소프트웨어, 지형공간좌표 센서, 수위센서, 유속센서
장비사양	1) 규격 1-1) 대형오토크레인 : 61.6m(L)×1.53m(B)×1.3m(H) 1-2) 2축 트레이버스 : 2.5m(L)×0.5m(B)×0.3m(H) 1-3) 지형공간좌표 센서 : 1-4) 수위센서 : 0.12m(L)×0.1m(B)×0.18m(H) 1-5) 유속센서 : 1.2m(L)×0.1m(B)×0.1m(H) 2) 성능 1-1) 대형오토크레인 - Y방향 속도 : Max. 30cm/sec - 정밀도 : 1 % - 이송 방식 : AC 서보모터 구동 방식(엔코더타입) 1-2) 2축 트레이버스 - X방향 속도 : Max. 30cm/sec - 이송 방식 : 피니언 - 래크 방식 - Z방향 속도 : Max. 10cm/sec - 이송 방식 : 볼스크류 방식 - 정밀도 : 0.1 % - 볼스크류 직경 : 30 mm 1-3) 지형공간좌표 센서 : 1-4) 수위센서 - 측정범위 : 0 - 3m - 정밀도 : 1% - 측정방식 : 무선 초음파 방식 1-5) 유속센서 - 측정범위 : 0.1 - 6m/sec - 측정방식 : 프로펠러 방식 - 반응속도 : 1회/초

다. 소프트웨어 구축 및 보완

(1) 초대형 3축 트레이스 시스템

(가) 실시설계

○ 메인코드

```
Imports System.Threading
Imports System.Diagnostics
Module modMain
    Public Sub Main()
        gSystemNo = 0 '0=1,2,3,4
        '0
        Dim aModuleName As String = Diagnostics.Process.GetCurrentProcess.MainModule.ModuleName
        Dim aProcName As String = System.IO.Path.GetFileNameWithoutExtension(aModuleName)
        'If Process.GetProcessesByName(aProcName).Length > 1 Then
        '    MsgBox("The program is already running.")
        '    Application.Exit()
        '    Exit Sub
        'End If
        Dim frmMain As New frmMain
        'Dim value As Boolean
        frmSplash.Show()
        Application.DoEvents()
        OnceInitialize()
        frmMain.Show()
        frmMain.Displayform()
        frmSplash.Close()
        frmMain.tmrScan.Enabled = True
        frmMain.tmrControl.Enabled = True
        CAN_Trdr = New Thread(AddressOf CAN_Thread_Task)
        CAN_Trdr.IsBackground = False
        CAN_Trdr.Priority = ThreadPriority.Highest
        'CAN_Trdr.SetApartmentState()
        CAN_Trdr.Start()
        Application.Run(frmMain)
    End Sub
End Module
```

○ 센서 캘리브레이션 코드

```
Module modInitialize
Public Sub OnceInitialize()
    If Dir(My.Application.Info.DirectoryPath & "\ " & "WindowRegulatorTester.sln") <> "" Then
        gDAQ = 0
    Else
        gDAQ = 1
    End If
    ' gDAQ = 1
    Debug.Print(My.Application.Info.DirectoryPath)
    frmSplash.DisplayMessage("Initializing")
    'InitBit()
    frmSplash.DisplayMessage("Timer Initializing")
    Timer_Initialize()
    CheckFolder()
    CData.Initialize()
    'Color_Apply_Initialize()
    'InitConfigFilename()
    'Config_Initialize()
    frmSplash.DisplayMessage("Memory allocating")
    MemoryBuffer_Allocate()
    FormStatus_Initialize()
    'Message_Initialize()
    'ColorType_Initialize()
    Channel_Initialize()
    'Channel_ChamberIndex_Initialize()
    ServoOutput_Initialize()
    'TextFile_Initialize()
    frmSplash.DisplayMessage("DataBase_Initialize")
    DataBase_Initialize()
    frmSplash.DisplayMessage("DataBase_Open")
    DataBase_Open()
    frmSplash.DisplayMessage("GraphNo_Initialize")
    GraphNo_Initialize()
    'CycleGraphNo_InitializeAll()
    'Config_Initialize
    'Message_Initialize
    TestInformation_Initialize() """"
```

```
'DuraTestSave_Initialize()
'PID_Initialize()
Filter_Initialize()
ManualControl_Initialize()
frmSplash.DisplayMessage("Program_Initialize")
Program_Initialize()
'DuraProgramTestSave_Initialize()
'TestCondition_Initialize()
'TestData_Initialize()
'DuraTestData_Initialize()
Pattern_Initialize()
ModeCycle_Initialize()
OneCycle_Initialize()
ECUManual_Initialize()
frmSplash.DisplayMessage("DuraData_Initialize")
DuraData_Initialize()
'Alarm_OutputOff()
frmSplash.DisplayMessage("Config_OpenFileAll")
Config_OpenFileAll()
'CopyUnitToChannel()
'ServoValve_RunAll()
'OpenConfigFile()
frmSplash.DisplayMessage("DATABASE initializing")
'DataBase_Initialize()
' DataBase_Open()
OperationMessage_Initialize()
HWAlarm_Initialize()
'Class_Initialize_Renamed()
'Class_Open()
'NOVA_Initialize()
' Board_Initialize()
'NI_Board_Initialize()
NOVA_Initialize()
'CAN_Initlalize()
BS_Initialize()
SC_Initialize()
' Board_Initialize()
'AXT_Initialize
```

```

'NI_Board_Initialize()
'Board_Initialize()
'ModD_Initialize()
If gDAQ <> 0 Then
    'frmSplash.DisplayMessage("Advantech board open...")
    'Board_Open()
    ' frmSplash.DisplayMessage("NI board open...")
    ' NI_Board_Open()
    ' frmSplash.DisplayMessage("ADLINK PCI DIO Board open...")
    ' Board_Open()
    'DAQmx_Open_Fast
    'AXT_Open
    'AXT_Servo_On_All
    'AXT_SetTestUnit
    ' If TestInformation.nChamber >= 1 Then
    'frmSplash.DisplayMessage("TEMI PORT Open...")
    'NOVA_OpenPort()
    'End If
    ' frmSplash.DisplayMessage("LIN Open...")
    ' CAN_OpenPort()
    'frmSplash.DisplayMessage("Brake Simulator Open...")
    'BS_OpenPort()
    'frmSplash.DisplayMessage("Data TCP Open...")
    'SC_OpenPort()
Else
    ' frmSplash.DisplayMessage("NI board open...")
    ' NI_Board_Open()
    'frmSplash.DisplayMessage("Advantech board Open...")
    'Board_Open()
    ' frmSplash.DisplayMessage("NI board Open...")
    'NI_Board_Open()
    'frmSplash.DisplayMessage("LIN Open...")
    'CAN_OpenPort()
    ' frmSplash.DisplayMessage("Data TCP Open...")
    ' SC_OpenPort()
End If
'TestInormation_filename_ModeCycleName_All()
frmSplash.DisplayMessage("Graph File Initialize")

```

```

GraphFile_Initialize()
'For a = 0 To csAxisNo
'Mod_StartNo(a, 0)
'Next a
frmSplash.DisplayMessage("Init. positioning")
'ManualControl_UpdateData()
'ManualControl_InitPosition()
'ManualControl_InitSpeed()
'MainAirSol_On(1)
gOpen_Path = Data_Folder_Make()
gDataOverFlag = 0
'gStarted = 0
End Sub

Public Sub FormStatus_Initialize()
    With FormStatus
        .nMainMenu = 0
        .nViewDura = 0
        .nViewSpring = 0
        .nViewData = 0
    End With
End Sub

Public Sub InitializeN()
    Dim a As Short
    Program_InitializeN()
    TestInformation_InitializeN()
    For a = 0 To csAxisNo
        TestInformation_InitializeNo(a)
        gDataA_CurrentDataNO(a) = 0
    Next a
    ' gCurrentAcquireDataNo = 0
    ' gData_CurrentDataNo = 0
    'DuraTestData_InitializeN()
End Sub

Public Sub InitializeN_A(ByVal a As Short)
    MC_InitializeN(a)
    TestInformation_InitializeN()
    gDataA_CurrentDataNO(a) = 0
    TestInformation_InitializeNo(a)

```

```

' gCurrentAcquireDataNo = 0
' gData_CurrentDataNo = 0
End Sub
Public Function EndFunction() As Short
    Dim m As Short = 0
    Dim s As String
    m = ExitMessage()
    If (m = MsgBoxResult.Yes) Then
        EndFunction = 0
        s = String.Format("{0}\{1}", My.Application.Info.DirectoryPath, Trim(csExcelFileName_Temp))
        'UPGRADE_WARNING: Dir? ? ??? ????. ??? ??? ??? ??????. 'ms-help://MS.VSCC.v90/dv_commoner/local/redirect.htm?keyword="9B7D5ADD-D8FE-4819-A36C-6DEDAF088CC7"
        If (Dir(s) <> "") Then
            Kill(s)
        End If
        frmMain.tmrScan.Enabled = False
        frmMain.tmrControl.Enabled = False
        System.Windows.Forms.Application.DoEvents()
        'MainAirSol_On(0)
        CAN_Trd.Abort()
        System.Windows.Forms.Application.DoEvents()
        'NOVA_SetRunNo csIndicator_Temi, 0 '2009-4-22
        'DelayTime 0.1
        'Yokogawa_Program_Reset csUP_Salt
        'Press_Off
        'DelayTime 0.1
        'Motor_Off
        'DelayTime 0.1
        'If DuraTestInformation.nEnd_PumpOff <> 0 Then
        '    Alarm_OutputOn
        'End If
        'Press_Select 0
        'DataBase_Close()
        'OperationMessage_Close()
        'ManualControl_Close()
        'PID_Free()
        DataBase_Close()

```

```

TestInormation_ModeCycleName_Filename_All()
TestInformation_SaveConfig()
MC_SaveConfig_All()
Config_SaveFileAll()
'Class_Close()
Timer_Terminate()
If gDAQ <> 0 Then
    ' CAN_ClosePort()
    'MsgBox("1")
    ' NI_Board_Close()
    ' Board_Close()
    'MsgBox("2")
    'Board_Close()
    'Board_Terminate()
    'Select Case gSystemNo
    '    Case 0
    '    Case 1, 2
    '        NOVA_ClosePort()
    'End Select
    ' If TestInformation.nChamber <> 0 Then
    '' NOVA_ClosePort()
    'End If
    'BS_ClosePort()
Else
    ' NI_Board_Close()
    ' CAN_ClosePort()
    ' Board_Close()
    ' Board_Terminate()
    'NI_Board_Close()
End If
'BS_Terminate()
' SC_ClosePort()
'CAN_Terminate()
'ModD_ClosePort()
'Class_Close()
MemoryBuffer_Free()
UnloadAllForms()
'Application.Exit()

```

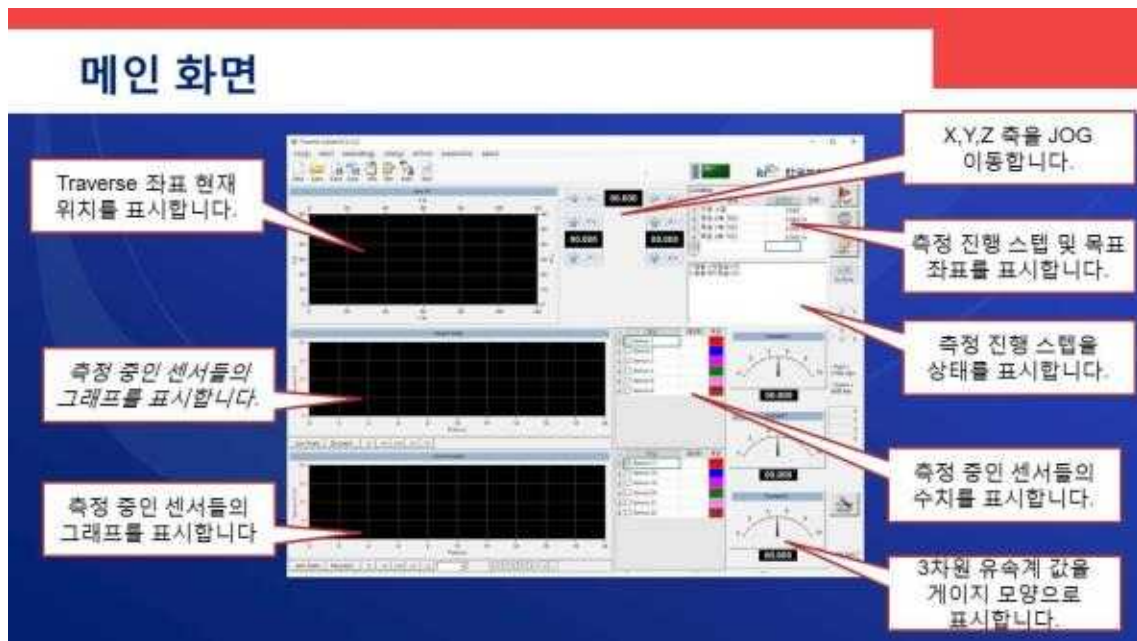
```

'End
Exit Function
End If
EndFunction = 1
End Function
End Module

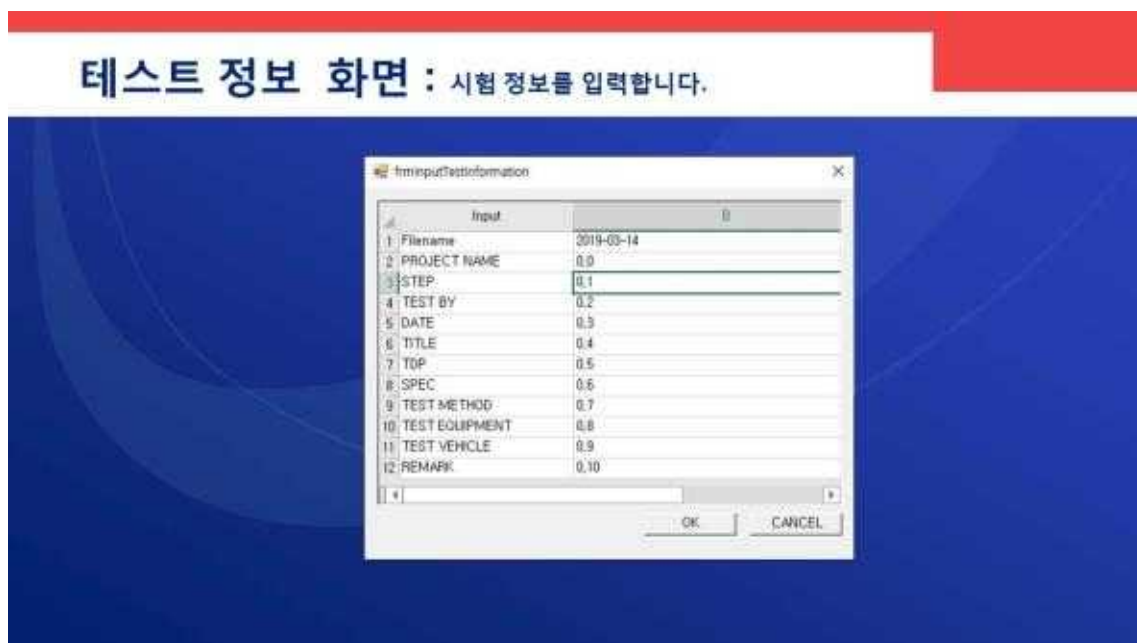
```

(나) 소프트웨어 제작 및 설치

○ 메인화면 구성

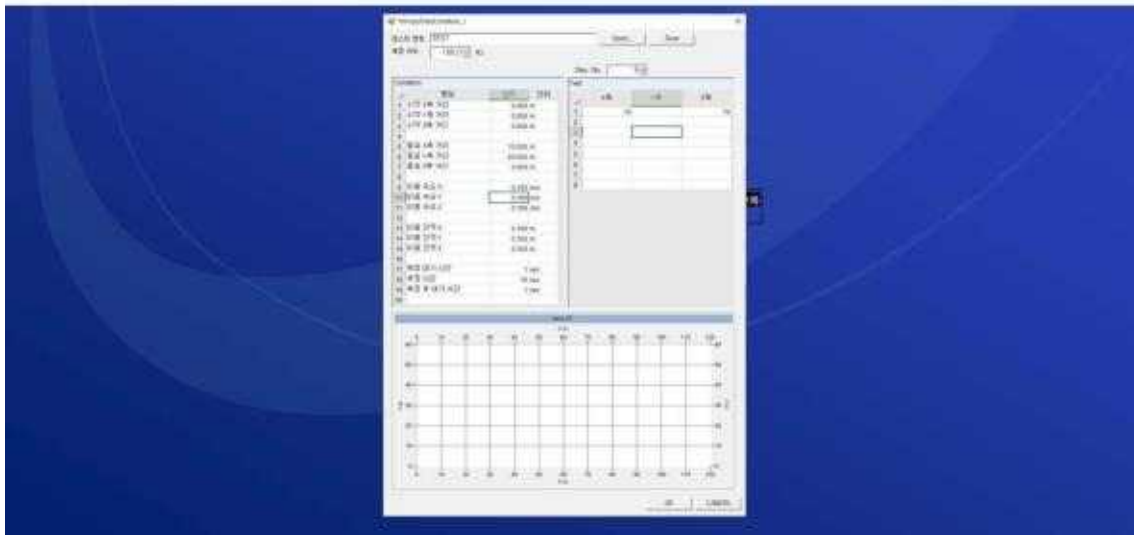


○ 테스트 정보 화면 구성



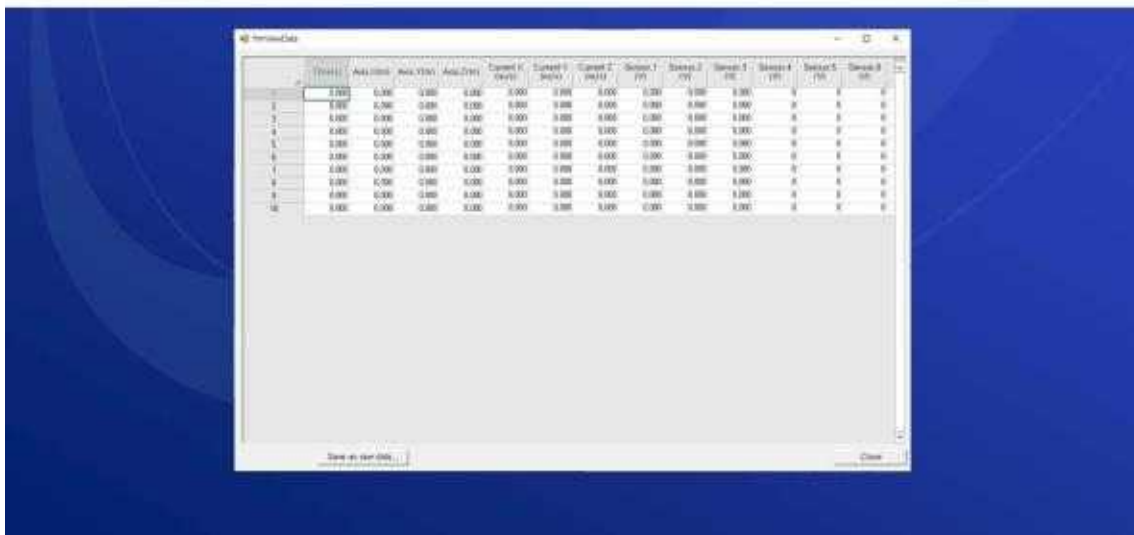
○ 테스트 조건 화면 구성

테스트 조건 화면 : 이송 측정 조건을 입력합니다..



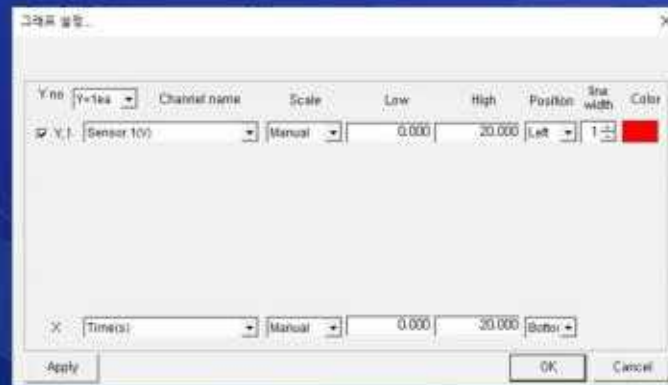
○ Raw 데이터 출력 화면 구성

Raw 데이터 보기 화면 : 측정된 데이터를 수치로 표시합니다.



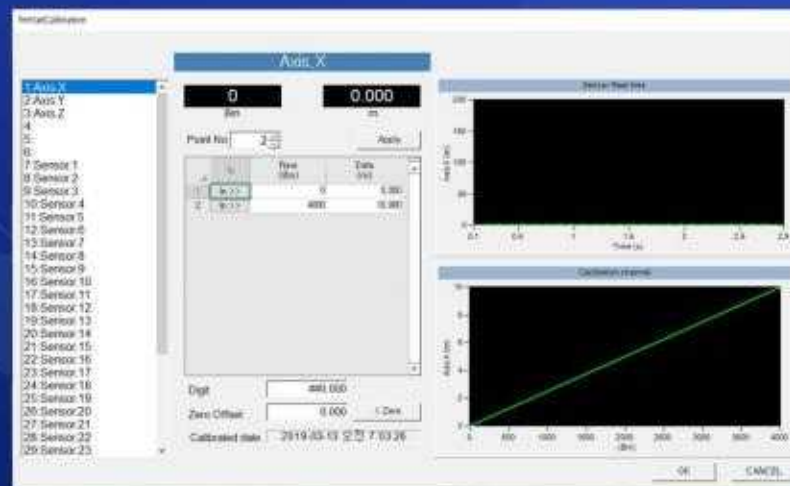
○ 그래프 설정 화면 구성

그래프 설정 화면 : 그래프를 설정합니다.

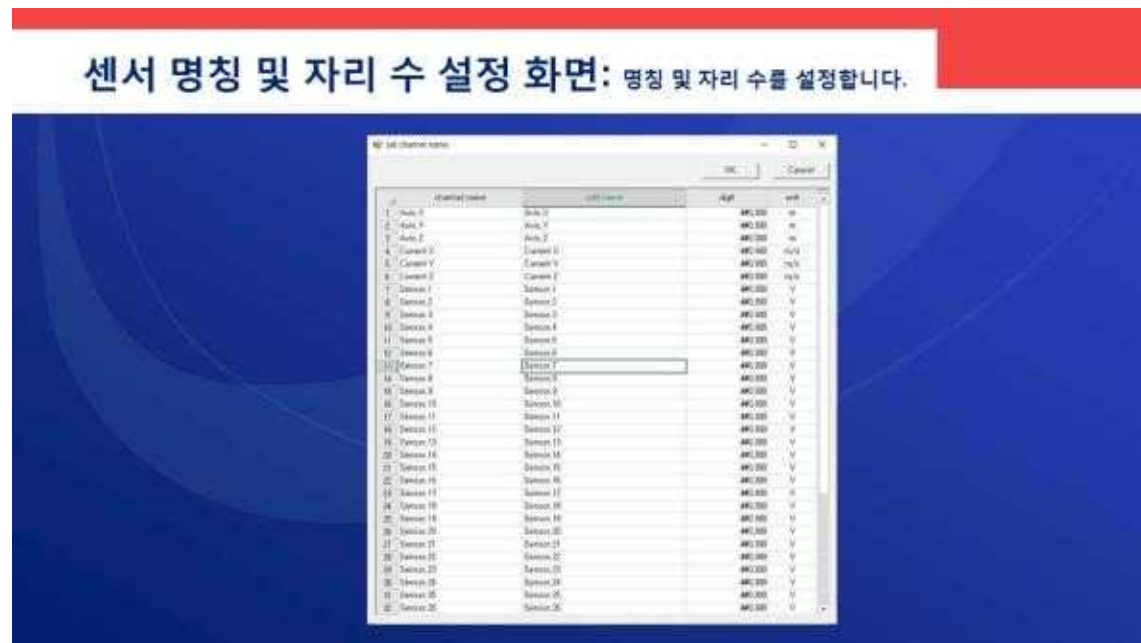


○ 센서 캘리브레이션 화면 구성

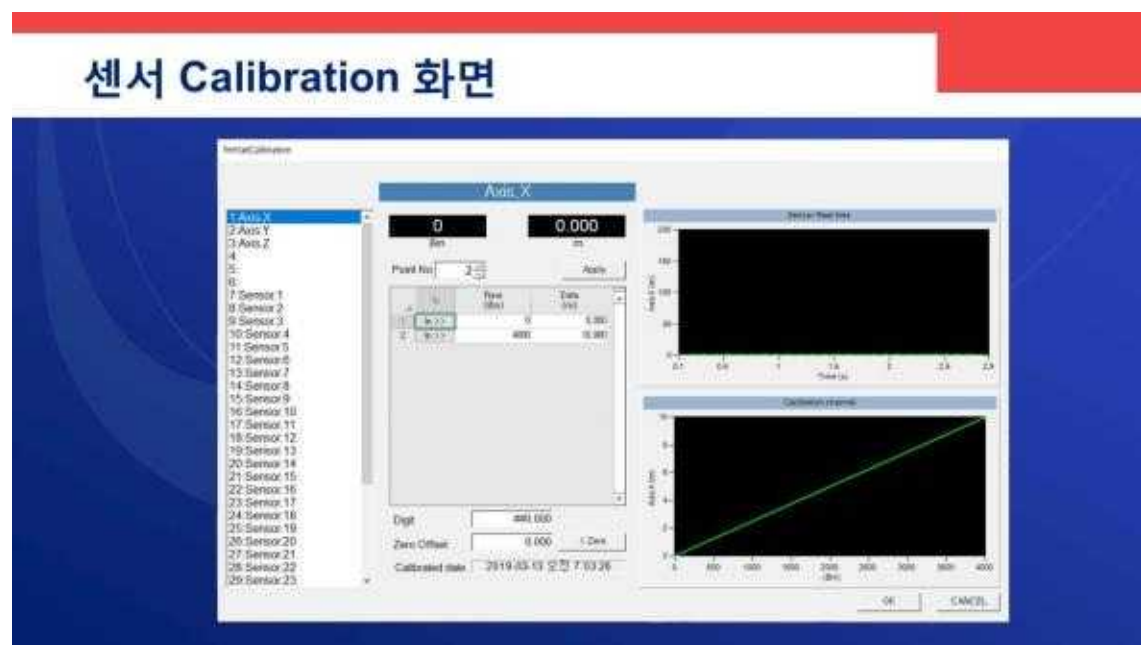
센서 Calibration 화면 : 센서를 Calibration합니다.



○ 센서(유속계, 수위계)명칭 및 자리 수 설정 화면 구성



○ 센서 캘리브레이션 화면 구성



(2) 실험 항목 별 소프트웨어 등 반영계획

(가) 단일장비 활용 시 소프트웨어 적용 방안

- 민간기업 및 유사기관에서 의뢰하는 일반수탁사업의 수행을 위한 수리모형실험 수행 시, 기존의 장비(접촉식 유속계, 유량계, 수위계 등) 별 상용 소프트웨어를 활용 및 업데이트 반영 수행

(나) 복합시스템 활용 시 소프트웨어 적용 방안

- 단일 장비가 아닌 여러 장비의 혼용에 따른 시스템 구성 시 시스템의 운용은 별도의 소프트웨어의 설계(NILab View, Lab window CVI, Measurement Studio), Visual Studio(C++, C#, F#), Visual Basic 등)를 통한 장비 간 동기화 및 데이터 출력 필요
- 복합시스템의 소프트웨어는 국가 R&D연구, 국정과제, 특수 일반수탁 과제 등의 수행 시 자체 기본설계를 통한 제안평가방식의 조달발주 수행을 통한 구축

(3) 실험 데이터의 관리를 위한 통합관리시스템 구축

(가) 연구원 별도의 사업비 투입을 통한 통합관리시스템 구축 진행 사항

- 과제명 : 수리모형실험 D/B 표준체계 및 통합관리시스템 구축
- 연구기간 : 2년(2018.03 ~ 2019.12)
- 투입비용 : 200,000천원(2년)

(나)

- 과업내용
 - (1차년도)
 - 수리모형실험 데이터의 빅 데이터 가치평가(선진사례 및 환경분석, 빅 데이터 가치분석 등)
 - 수리모형실험 빅 데이터 개방체계구축을 위한 맞춤형 활용방안(빅 데이터 개방체계 운영방안 수립 등)
 - (2차년도)
 - **수리모형실험 D/B 분류체계 구성 및 표준실험 항목 선정**
 - 수리모형실험 기 수행 과제 분석을 통한 D/B 분류체계 설계 및 구성
 - 기 수행 과제 분석을 통한 수치 및 수리모형실험의 분야 별 표준실험 항목 선정
 - 표준실험 항목 별 대표 실험데이터 수집 및 가공(수치모형 및 계측장비 별 분석 데이터)
 - **수리모형실험 D/B 활용을 위한 관리시스템(소프트웨어 및 통합운영서버) 구축**
 - D/B 분류체계 및 표준실험 항목을 반영한 소프트웨어 관리체계 및 구조 설계
 - 소프트웨어 가동을 위한 Linux 급 통합운영서버 설계 및 도입
 - **표준실험 항목 별 대표 수리모형실험데이터 입력 및 관리시스템 시험운영**
 - 시험운영에 따른 보완사항 개선(향후, 과거 표준 실험데이터 분류 및 입력을 위한 환경 구축

○ 연도별 세부 과업내용

구 분	연구목표	연구내용 및 범위	연구비 (천원)
1차년도 (2018)	○ 수리모형실험 데이터의 빅 데이터 가치 평가	○ 선진사례 및 환경 분석 ○ 수리모형실험 데이터의 빅 데이터 가치 분석 ○ 수리모형실험의 빅 데이터 구축 대상 정의 ○ 수리모형실험 절차 및 데이터의 표준화 방안	50,000 (43,000)
	○ 수리모형실험 빅 데이 터 개방체계 구축을 위한 맞춤형 활용방안	○ 수리모형실험 빅 데이터 개방체계 비전 및 목표 설정 ○ 빅 데이터 개방체계 목표모델 수립 ○ 빅 데이터 관리체계, 공동활용, 공공개방 방안 구상 ○ 추진과제 도출 ○ 추진과제 달성 위한 단계별 이행계획 수립 ○ 이행과제별 소요자원 산정 ○ 빅 데이터 개방체계 운영방안 수립	
2차년도 (2019)	○ 수리모형실험 D/B 분 류체계 구성 및 표준 실험 항목 선정	○ 수리모형실험 기 수행 과제 분석을 통한 D/B 분류체계 설계 및 구성 (국,내외 유관기관 Network 교류 및 홍보체계, 학술활동, 계약 및 예산관리, 수치 및 수리모형 실험 등 연계) ○ 기 수행 과제 분석을 통한 수치 및 수리모형 실험의 분야 별 표준실험 항목 선정 (신재생에너지, 플랜트, 해안 및 항만, 하천, 댐, 저수지, 방조제 등 대 분류에 따른 표준실험 항 목 분석 적용) ○ 표준실험 항목 별 대표 실험데이터 수집 및 가공(수치모형 및 계측장비 별 분석 데이터)	150,000 (70,000)
	○ 수리모형실험 D/B 활 용을 위한 관리시스템 (소프트웨어 및 통합운 영서버) 구축	○ D/B 분류체계 및 표준실험 항목을 반영한 소 프트웨어 관리체계 및 구조 설계 ○ 소프트웨어 가동을 위한 Linux 급 통합운영 서버 설계 및 도입	
	○ 표준실험 항목 별 대표 수리모형실험데이터 입력 및 관리시스템 시험운영	○ 시험운영에 따른 보완사항 개선(향후, 과거 표준 실험데이터 분류 및 입력을 위한 환경 구축)	

라. 국제융합수리시험센터 중장기 계획

연구기획부장: 김현수	지역기반연구실장	부원장	원장	결 제
연구지원부장: 황영준	이정호	이광희	장준성	
시설병제수석: 홍지현	보고자 수리시험연구수석 장광현			

문서번호	연구지역개반-1429		
보존 기간	5년	결재일	2017. 5.16

국제수리시험센터 (HIG+Center)

중장기 운영 및 활용 계획(안)

2017. 7

KF 농 어 촌 연 구 원
지역기반연구실

국제수리시험센터 (HIGH-Center)

중장기 운영 및 활용 계획(안)

2017. 7

 농 어 촌 연 구 원
지 역 기 반 연 구 실

[요약]

2018년 준공 예정인 국제수리시험센터(HIGH-Center)의 운영 및 활용 방안을 다음과 같이 마련하여 보고 합니다.

(비전) 수공학 연구를 선도하는 글로벌 거점 국제수리시험센터로 자립

(전략) 개방공유형 플랫폼, 연구-시험 포트폴리오, 전문화 및 특성화

(기간) 2018 ~ 2022

(명칭) 한국농어촌공사^(국토교통부·농림축산식품부) 국제수리시험센터

(조직) 국내 유일 하천·해안 종합 수리시험 특화조직으로서 위상(1센터, 3부)

- 하천수리연구부 : 7종의 하도실험 시설을 활용한 연구 및 시험
- 해안수리연구부 : 댐, 연안, 어항 및 해안 수공구조물 연구 및 시험
- 교육교류부 : 인력양성 프로그램 운영, 국제교류, IEEC교육, 시설유지관리 등
- 실단위 독립조직 시범운영('19~'21) : 농어촌연구원 국제수리시험센터

(인력) 전문연구원 중심 인력구성을 통한 전문화 및 특성화

- 인력구성 : 80%이상을 전문연구원 중심으로 전문화, 교육기능 도입을 통한 특성화
- 정원 : 22명(전문연구원 16인, 일반직 6인^{교육교류/시설관리})
- 전문인력(16명) : 하천수리 6명, 해안수리 6명, 생태 2명^(어류, 식물), 기능 2명^(기계, 전기)
- 하천수리부장, 해양수리부장은 전문연구원 T/O 배정(2026~)
- 2019년 : 정원 11명 (센터장, 수석, 하천 3, 해안 2, 생태 1^(어류), 7급 3^{가전 사무보조})

(예산) 독립조직 자립화 운영예산 30억/년 포트폴리오 구성

- 연구-시험 50/50 포트폴리오를 통한 30억/년 매출 유지시 독립 운영 가능
- 30억/년 예산확보 세부 포트폴리오는 수요조사 분석 등 '17.11월까지 수립하여 보고
- 기본연구-외부R&D-모형시험(20-30-50) 포트폴리오 건지
- 소프트웨어 라이선스 유지비, 시설유지관리 등 소요액 공사 자체 지원
- 연차별계획 : 2019년(12억), 2020(15억), 2021(20억), 2022(25억)

(활용) 개방공유형 플랫폼을 통한 민간의 창의적 도전적 기술발전 견인

- 7종 하천실험 시설 : 개방공유형 플랫폼으로 운영을 통한 창의성과 공익성 제고
- 내부공간 및 세만급 수리시험장 : 국내외 다양한 수리모형시험 및 연구 수행

(홍보) 수공학연구 글로벌 거점으로 자리 매김

- 홍보브로셔(한/영), 자체 홈페이지 운영, 국내외 네트워킹 확대, 정기세미나 개최, 일반/전문가/공무원 교육 커리큘럼 운영 등을 통한 센터 위상 정립

< 비 전 및 추진 과제 >

비 전

수공학 연구를 선도하는 글로벌 거점 「국제수리실험센터」로 자립

조직/인력

수공학 연구선도 「국제수리실험센터」로 자립화 기반 구축

[조직]

수공학 연구거점 국제수리실험센터 자립

[인력]

전문연구원 중심 전문화 특성화

예산/시설

안정적 수익기반 창출 및 개방공유형 플랫폼 구축

[예산운영]

자립화 30억/YEAR 예산 포트폴리오

[시설 최적 활용]

기술선도 개방공유형 플랫폼 구축

홍보/교류

수공학분야 글로벌 연구거점으로 자리 매김

[수공학 연구선도 기관 홍보]

구축단계 : 초대형 연구인프라 홍보
운영단계 : 홍보콘텐츠 다양화

[수공학 커뮤니티 허브]

구축단계: 학연산 글로벌 네트워킹 확대
운영단계: 다양한 교육프로그램 운영

세부목표 2

전문연구원 중심의 전문화 및 특성화

추진방향

- 전문적 연구 수준 제고 및 체계적 연구 인프라 관리를 위한 인력 보충

AS IS	TO BE
■ 토목 위주의 단순 인적 구성 ■ 단기사업 등의 방법으로 보조인력 확보	■ 토목, 환경, 생태, 기전 등 다양화 ■ 유지관리 전담인력 구성

세부추진과제

- 전문성 확보와 품질 유지를 위한 전문연구원 중심 인력 운영 ('22까지)
 - (목표정원) 22명 (전문인력 16인, 일반직 6인)
 - (전문화) 전문연구원 80%(16명, 하천수리 6명, 해안수리 6명, 생태 2명^(어류, 식생), 7급 2명^(기계, 전기))
 - (특성화) 교육교류부(교육 프로그램 운영)을 통한 특성화

성장단계	총원	실장 (센터장)	수석 (부장)	하천	해안	생태	일반직
1단계 : '18~'21(현재)	9	-	1	2 ¹⁾	2	-	4 ²⁾
2단계 : '19~'21(현재)	('19)11	1	1	3	2	1 (어류)	3 (기전, 행정)
	('20)15	1	2	4	3	2 (어류, 식생)	4 (기전, 행정)
	('21)20	1	2	6	6	2 (어류, 식생)	4 (기전, 행정)
3단계 : '22년(현재)	22	1	3	6	6	2 (어류, 식생)	4 (기전, 행정)

1) 하천수리분야 전문연구원 신규 채용

2) 노조본부장 제외, 대형 수리모형 실험시설 공사감독 2인(건축, 토목), 시설유지관리 7급 2인



• 하천수리연구부장, 해안수리연구부장은 전문연구원 중에서 임명 ('26이후)

• 각 부의 인력운영은 각 분야 전공자를 중심으로 전문연구직으로 단계별 충원 실시

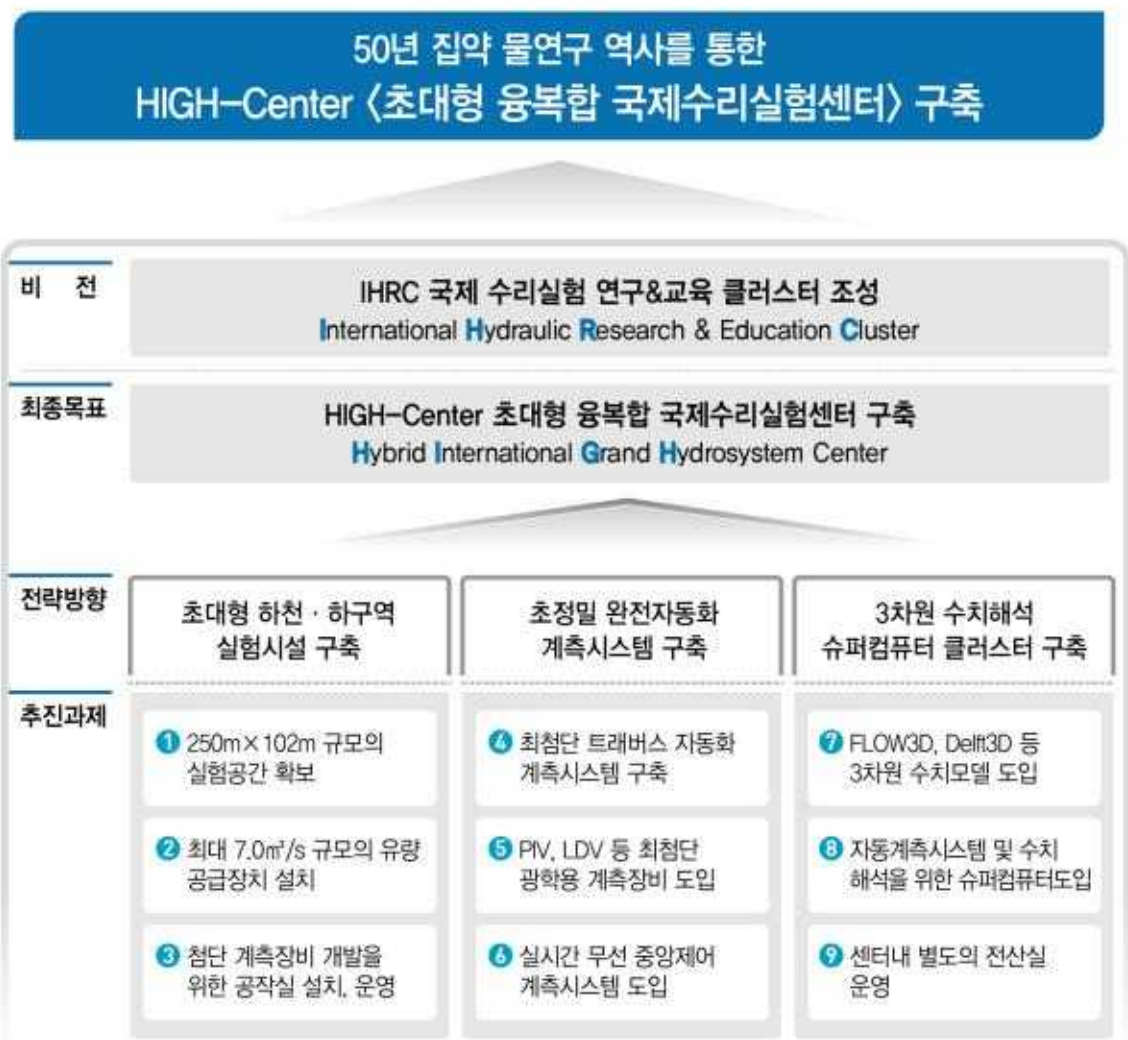
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 연구개발 최종목표

HIGH-Center <초대형 융복합 국제수리실험센터> 구축

나. 『초대형 융복합 국제수리실험센터』구축을 위한 세부 목표

- (1) 250m×102m 규모의 하천·하구역 실험시설 구축
- (2) 초정밀 완전 자동화 계측 제어시스템 구축
- (3) 3차원 전산유체 모델링을 위한 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축



<그림 3-562> 연구개발 최종목표

다. 정량적 성과목표 및 성과지표

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치
1차년도 (1단계)	실험시설 구축계획 수립	실험시설 실시설계	실시 설계 도면 제작	1식	50%
		시공업체 선정 및 계약체결	시설 건설계약 체결 및 착공	1건	50%
	소 계				100%
2차년도 (2단계)	실험시설 구축 I	실시설계완료	실시설계 완료 보고서	1식	20%
		시방서 작성	시방서 내용의 적절성	1식	10%
		시공업체 선정	공사계약 체결	1건	10%
		건축공사	현장사무소 개설	1식	10%
			별목 및 부지조성	1식	10%
			구축공사 수행	1식	10%
			구축공사 관련 설계변경 적정성 검토	1식	10%
		실험수로 설계	기본설계도면 제작	1식	20%
	소 계				100%
3차년도 (3단계)	실험시설 구축 II	지하저수조	검측결과서 작성	1식	20%
		기둥 설치	검측결과서 작성	1식	15%
		벽체 설치	검측결과서 작성	1식	15%
		지붕 설치	검측결과서 작성	1식	10%
		시공업체선정	계약체결 알림 공문	1식	10%
	실험설비 구축 및 장비 도입 I	계측장비도입	검수조서	1식	20%
		트래버스 시스템 설계	트래버스 기본설계도 작성	1식	10%
	소 계				100%
4차년도 (4단계)	실험설비 구축 및 장비 도입 II	실험수로 설계	실험수로 상세설계도 작성 (실험수로 설치 수)	7종	40%
		자동제어계측시 스템 구축	제어계측시스템 구축 검수보고서 작성	1식	10%
		계측장비 도입	광학용 계측장비 설계 및 계측장비 도입 (장비도입 건수)	22종	20%
		트래버스 도입	트래버스 상세설계도 작성	1식	10%
		실험시설 준공	실험시설 준공검사원 작성	1식	20%
	소 계				100%
5차년도 (5단계)	실험설비 구축 및 장비 도입 III	실험수로 도입	실험수로 제작 및 설치 (실험수로 설치 수)	7종	60%
		계측장비 도입	계측장비 설치 (장비도입 건수)	22종	20%
		트래버스시스템 도입	트래버스 설치 (트래버스 도입 건수)	1식	20%
	소 계				100%

라. 연차별 연구목표 및 주요내용

연 차	목 표	주요 내용
1차년도	■ 초대형 실험시설 건축 I	• 실험시설 요구성능 분석 - 국내외 대형실험시설 조사 및 분석 - 전문가 회의 및 실무자 해외 파견 (유럽, 중국) - 시설구축, 장비도입, 시험운영 및 준공 등 전 과정에 대한 구체적 관리계획 수립 • 실험시설 실시설계 - 실험시설 건립을 위한 건축 인허가 신청 - 제안설계를 반영한 실시설계 (5개월) : 실험시설, 부대시설, 시설배치 세부설계 : 초대형 하천·하구역 실험시설 구조설계 : 실험을 위한 대규모 수순환 시스템 설계
2차년도	■ 초대형 실험시설 건축 I	■ 건축/기계/토목 등 구축공사 수행 - 기초파일공사 실시 - 지하저수조, 고수조1 등 설치 - 철골공사 실시, 기계공사 실시 ■ 구축공사관련 설계변경 적정성 검토 - 파일시공계획변경 - 건축물 방수계획, 품질관리 등 변경
3차년도	■ 초대형 실험시설 건축 II	■ 시공업체 선정 - 전기, 정보통신 및 소방시설공사 발주 및 시공업체 선정
	■ 첨단 실험설비 구축 I	■ 계측장비 도입 - 사면측정기 등 6종장비 도입 ■ 트래버스 시스템 설계 - 트래버스 총 종량, 충격하중 등을 고려한 기본설계도 작성 ■ 실험수로 설계를 위한 해외 선진연구원 방문 및 자문회의 ■ 실험수로 배치계획 수립
	■ 초대형 실험시설 건축 III	■ 토목 및 건축공사 III - 기초파일 공사, 지하저수조 설치 - 기둥, 벽체 및 지붕 설치 - 전기설비, 용수공급 및 내장 공사 ■ 대규모 수순환 시스템 설치 II - 용수공급용 펌프시설 설치 ■ 태양광 에너지시스템 구축
	■ 자동화 제어 계측시스템 구축 I	• 트래버스시스템 구축 I - 트래버스 시스템용 대차 및 제어장치 기본설계
	■ 실험시설 연계방안 및 중장기 운영방안 수립 I	• Network 시스템 구축 I - 네트워크 설계 • 실험시설 운영자 양성 교육 I - 초대형 하천·해안 실험시설 실무운영자 국내외 교육 훈련
	■ 계측장비 도입	• 계측장비 구축(사면식경사측정기, 소형굴삭기 등 6종) • 트래버스 기본설계도 작성 • 실험수로 설계를 위한 국내외 선진연구원 방문 및 자문회의 • 실험수로 배치계획 수립

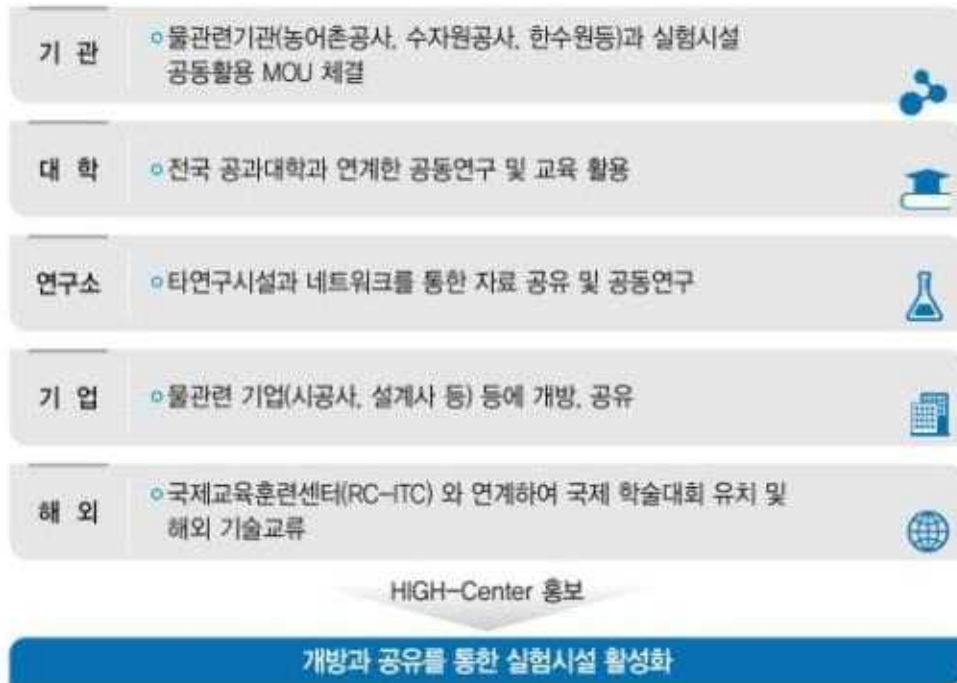
연 차	목 표	주요 내용
4차년도	■ 초대형 실험시설 건축 IV	• 토목 및 건축공사 IV - 외부 마감공사
	■ 첨단 실험설비 구축 II	• 설비/장비 설치 I - 7종 실험수로 발주 및 업체선정 - 실험수로 전문가자문회의 및 상세설계도서 작성 - 광학용계측기(PIV, LDV 등) 설계 및 발주도서 작성 - 트레이버스설계 및 산출내역서 작성
	■ 자동화 제어 계측시스템 구축 II	• 트레이버스시스템 구축 II - 트레이버스 시스템용 대차 및 제어장치 상세설계 - 전기 설비 상세설계
	■ 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 I	• 슈퍼컴퓨터 클러스터 구축 I - 슈퍼컴퓨터 설치 • 3차원 수치해석 모델 도입 II - Delft3D, FLOW-3D 등 수치해석 모델 설치 및 최적 환경 구축
	■ 실험시설 연계방안 및 중장기 운영방안 수립 II	• Network 시스템 구축 II - 실험시설 통제, 운영 및 6개 실험센터 Grid 연계를 위한 Network 시스템 구축 • 실험시설 운영자 양성 교육 II - 초대형 하천·해안 실험시설 실무운영자 국내외 교육 훈련
5차년도	■ 실험수로 도입	• 실험수로 제작 및 설치
	■ 계측장비 도입	• 계측장비 설치
	■ 트레이버스시스템 도입	• 트레이버스 설치

마. 정량적 성과목표 및 달성도

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성도
1차년도 (1단계)	실험시설 구축계획 수립	실험시설 실시설계	실시 설계 도면 제작	1식	50%	1식
		시공업체 선정 및 계약체결	시설 건설계약 체결 및 착공	1건	50%	1건
		소 계			100%	100%
2차년도 (2단계)	실험시설 구축 I	실시설계완료	실시설계 완료 보고서	1식	20%	1식
		시방서 작성	시방서 내용의 적절성	1식	10%	1식
		시공업체 선정	공사계약 체결	1건	10%	1건
		건축공사	현장사무소 개설	1식	10%	1식
			별목 및 부지조성	1식	10%	1식
			구축공사 수행	1식	10%	1식
			구축공사 관련 설계변경 적정성 검토	1식	10%	1식
		실험수로 설계	기본설계도면 제작	1식	20%	1식
		소 계			100%	100%
3차년도 (3단계)	실험시설 구축 II	지하저수조	검측결과서 작성	1식	20%	1식
		기둥 설치	검측결과서 작성	1식	15%	1식
		벽체 설치	검측결과서 작성	1식	15%	1식
		지붕 설치	검측결과서 작성	1식	10%	1식
		시공업체선정	계약체결 알림 공문	1식	10%	1식
	실험설비 구축 및 장비 도입 I	계측장비도입	검수조서	1식	20%	1식
		트래버스 시스템 설계	트래버스 기본설계도 작성	1식	10%	1식
	소 계				100%	100%
4차년도 (4단계)	실험설비 구축 및 장비 도입 II	실험수로 설계	실험수로 상세설계도 작성 (실험수로 설치 수)	7종	40%	7종
		자동제어계측시 스템 구축	제어계측시스템 구축 검수보고서 작성	1식	10%	1식
		계측장비 도입	광학용 계측장비 설계 및 계측장비 도입 (장비도입 건수)	22종	20%	22종
		트래버스 도입	트래버스 상세설계도 작성	1식	10%	1식
		실험시설 준공	실험시설 준공검사원 작성	1식	20%	1식
	소 계				100%	100%
5차년도 (5단계)	실험설비 구축 및 장비 도입 III	실험수로 도입	실험수로 제작 및 설치 (실험수로 설치 수)	7종	60%	7종
		계측장비 도입	계측장비 설치 (장비도입 건수)	22종	20%	22종
		트래버스시스템 도입	트래버스 설치 (트래버스 도입 건수)	1식	20%	1식
	소 계				100%	100%

바. 관련분야 기여도

(1) 실험시설 활성화 기여



〈그림 3-2〉 개방과 공유를 통한 실험시설 활성화

□ 물 관련 기관과 실험시설 공동활용을 통한 인프라 활성화

- 다양한 물 관련 사업을 시행하고 있는 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국수력원자력 등의 기관과 수리모형실험 인프라의 공동 활용 MOU 체결
- 우리나라의 대표적 물 관리 기관들의 해외사업 진출 등을 위한 기술 지원과 해외사업 중 발생할 수 있는 다양한 수학적 문제 사전 방지를 위한 수리모형실험 연구 지원

□ 전국 공과대학과 연계한 공동연구 및 교육 활용

- 물 관련 기초학문의 증진을 위해 국내 공과대학과 연계한 공동연구 추진
- 농어촌연구원 인근 대학교를 시작으로 국내 대학과 인프라의 학생 교육활용을 목적으로 하는 MOU 체결 및 교육 프로그램 개발

□ 타 연구시설과 네트워크를 통한 자료 공유 및 공동연구

- 건설연구 인프라의 일환으로 구축된 다양한 타 연구시설과의 네트워크를 통한 실험결과 정보 공유
- 각 연구 인프라와 실시간 데이터 교류를 통해 다양한 융복합 연구 추진
- 예) 대형 수리모형 실험시설에서 모형 실험을 통해 교량에 작용하는 수류력 데이터를 극한상태 구조특성 실험시설에 제공 → 제공받은 수류력 데이터를 외력조건으로 활용하여 교량의 구조 실험 수행

□ 물 관련 산업에 종사하는 기업(건설사, 설계사) 등에 개방, 공유

- 물 관련 건설산업에 종사하는 건설회사나 설계회사 등에 인프라를 개방 및 공유하여 이들의 신기술/신공법 개발 등 지원
- 국내 수리모형 실험 인프라의 부재로 해외에서 수행하던 실험을 세계 최고 수준의 인프라 구축과 물 관련 기업들과의 관계 개선을 통해 국내 유치

□ 국제교육훈련센터(RC-ITC)와 연계한 국제 학술대회 개최 및 해외 기술교류 활성화

- 농어촌연구원에 조성되는 국제교육훈련센터(RC-ITC)의 국제회의실, 세미나실, 게스트 하우스, 식당 등의 공동 활용을 통해 정기적인 국제 학술대회를 개최
- 개발도상국을 대상으로 한 국제교육훈련센터의 교육 프로그램에 수리모형실험 관련 프로그램 개발 및 포함
- 국제 학술대회 참가자 및 교육생들을 대상으로 한 초대형 융복합 국제수리실험센터의 견학 프로그램 개발을 통한 홍보 강화

(2) 실험교육 활용/인력양성/사용자 편의 제공



<그림 3-3> 전문인력 양성

□ 일반인/대학의 일반과정과 전문가과정 운영을 통한 교육

- 기존 농어촌연구원에서 일반인과 대학생을 대상으로 실험시설을 활용하여 운영했던 교육 프로그램을 더욱 고도화하는 작업 선행
- 청소년 과학탐구 교실, 대학연계 교육프로그램, ITC와 연계한 해외 기술연수 프로그램의 내용을 더 충실히 하여 질 높은 교육서비스 제공
- 수리분야 전문가 과정 운영
- RC-ITC와 연계한 해외인력 양성프로그램 운영
- 수리학 분야의 인력양성을 위한 프로그램 운영(안)(한양대학교, 강원대학교)

"일자리가 성장이고 복지입니다."

한국농어촌공사

수신자: 내부일제
(정류)
(참조)

제 목 수리모형실험 계속업무용 위한 한양대학교 현장실습(E-WIL) 참여

1. 관련: 전국지역기반-259(2018.02.27)호, Y1548-2018-134(2018.04.16)호.

2. 수리모형실험 계속업무의 원활한 수행을 위해 한양대학교에서 운영 중인 현장실습(E-WIL) 프로그램에 참여하여 2인의 학생을 수리실습 계속 인턴으로 활용하고, 대학에서 요구하는 "실용전문인재 양성"에도 기여하도록 하겠습니다.

가. 과 정 명 : 한양대학교 현장실습(E-WIL)

나. 실습인원 : 2인

다. 실습기간 : 7월 1일 ~ 8월 31일 (2개월)

라. 참여과제 : 불발조립 방지구조를 설치에 따른 안정성 및 수리특성 분석

마. 소요예산 : 금3,840,000원(금상백화점심사반환)

1) 산출내역 : 2인×4만원/월×48월 = 3,840,000원

* 변경에 따른 한양대학교 현장실습 단기과정 운영 실습비 기준 적용(불발 참조)

2) 예산과목 : 일반수탁(연구용역)-연구원-지역기반-수리(18년) 제1년도부

붙임: 현장실습(E-WIL) 안내 및 유의사항 1부. 끝.

담당자	장동철	수석연구원	장동철	지역기반대응지원팀(DK) 조수훈
참조자	국영	전환기	연구지원팀장	홍영순

시행: 연구지역기반-836 / 2018.06.07 / 일주
 주: / http://www.eca.or.kr /
 전화: 020-1829 / 팩스: 021-000-3899 / Design@eca.or.kr / 41문해리

"실사구시(實事求是)"

강원대학교

수신자: 한국농어촌공사 농어촌연구부장(현재는 주임연구원 참조)
(강유)

제목 강원대학교 LINC+사업단 2018-학계 현장실습 가독협약 및 3자협약 체결 완료

1. 귀 기관의 우공한 방안을 기쁘합니다.

2. 강원대학교 LINC+사업단에서 운영하는 2018년 학계 현장실습과 관련하여 가독회사 협약 및 3자표준협약이 체결 결과를 알려드리오니 확인하여 주시기 바랍니다.

가. 가독회사 협약 체결

1) 협약일시 : 2018.05.18.(수)

2) 협약내용 : 현장실습 참여 등을 위한 산학협력 협약

3) 협 약 자 : (강원대학교) LINC+사업단장 장인배
(농어촌연구원) 지역기반연구실장 오수훈

나. 3자 표준협약 체결

1) 협약일시 : 2018.06.12.(화)

2) 협약내용 : 현장실습 운영에 필요한 사항

3) 협 약 자 : 실습자(실용인 학생) - 한국농어촌공사 - 강원대학교

붙임: 1. 가독회사 협약서 1부(별도송부)
2. 3자 표준협약서 1부(별도송부). 끝.

직명	직이름	직부	직명부	직명부	직명부	직명부
직명부	직명부	직명부	직명부	직명부	직명부	직명부

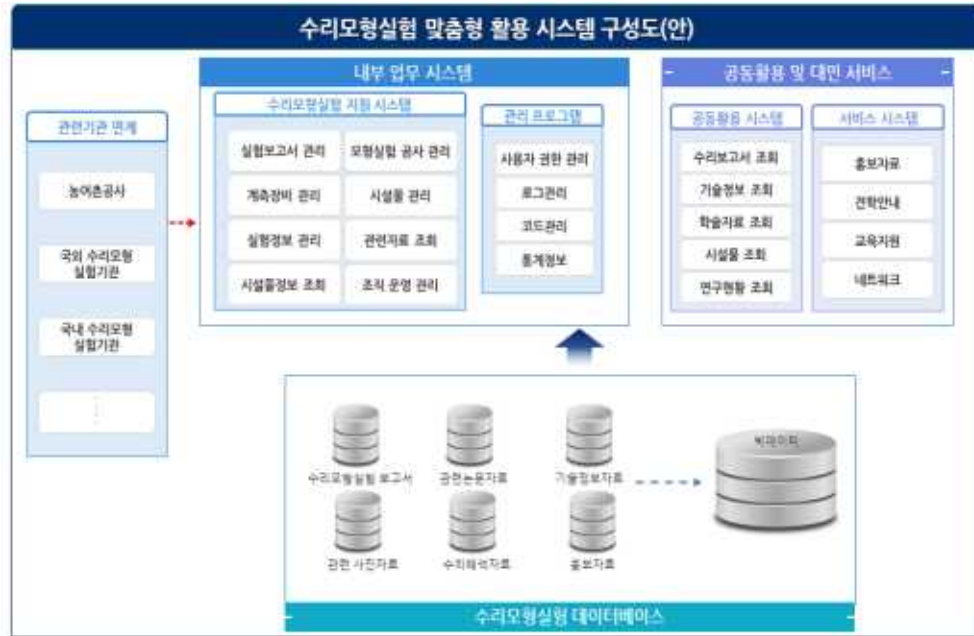
직명: LINC+사업단장-0891 / 2018.07.02. / 김 수
 주: 2484 / 강원도 춘천시 강원대학교 / http://www.kangwon.ac.kr
 연락처: 0202000000 / 팩스번호: 0202000000 / email: kcu@kcu.ac.kr / 41문해리

<그림 3-4> 한양대학교 현장실습 프로그램 <그림 3-5> 강원대학교 현장실습 프로그램 협약

□ RC-ITC를 연계한 전문가 양성 사업 추진

- HIGH-Center가 유치될 경우 ASV와 RC-ITC, 대학, 기업과 연계하여 전문가 양성 프로그램 개발 및 사업화 추진
- HIGH-Center는 IHRC의 일부로 포함되어 ASV와 RC-ITC의 등 다양한 분야의 교육수요 등을 반영한 새로운 교육기관으로 육성
- 농어촌연구원의 특화 분야인 하구, 방조제, 사이폰, 농업수리, Delft3D 등의 오랜기간 동안 축적된 지식과 노하우를 제공하는 전문가 양성 프로그램 개발
- 특화 분야 뿐만 아니라 사업체와 대학에서부터 교육 수요조사를 받아 수리학분야 교육프로그램 개발
- 교육프로그램 개발에 있어서 외부전문가의 자문을 통해 사업에 대한 교육품질을 높이고 만족도 조사를 지속적으로 실시하여 교육 서비스의 품질을 높일 예정
- 교육이수를 통해 이수증 발급(한경대학교 국제개발대학원 “수리실험업무 인턴쉽” 수행)

⇒ 한국농어촌공사 기본과제로 『빅 데이터 기반의 수리모형시험 활용체계 구축 연구』 추진 (2018년~2019년) 및 국토교통과학기술진흥원의 통합관리시스템과 연계활용 방안 추진



<그림 3-9> 『빅데이터 연구』 수리실험 맞춤형 활용체계 목표 모델 구성(안)



<그림 3-10> 『빅데이터 연구』 시스템 메뉴 설계(안)

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 세계적 수준의 연구역량 확보방안 및 발전전략



〈그림 4-592〉 세계적 수준의 연구역량 확보방안 모식도

□ 국제교류(International Exchange)

- 세계 저명 연구소 공동연구추진 → 10년간 15건 수행예정
- 국제학술대회 개최 → 회의실 및 게스트하우스 활용
- 아시아, 아프리카 국가와의 국제교류 및 기술지원 활성화

□ 전문인력확보(Professional Manpower)

- 해외교환연구원 운용 → 1인/2년 (2018년 1인 파견, 영국 던디대학교(수리시험분야))
- 학위과정파견 → 국내 석·박사 : 1인/2년,
- 대내·외 전문인력 영입을 위한 전문연구직제 도입 → 2014년 12월 시행
- 미래인재양성을 위한 대학생 자체교육프로그램 운용 → 인프라사업 구축활용

□ 연구환경조성(Research Environment making)

- 자연친화적 연구 환경조성에 따른 Brain Clearing시스템 구축
- 전자도서관 구축에 따른 참고도서 열람서비스(주요연구논문 및 보고서 등) 제공
- 연구실적평가 및 인센티브제도 활성화

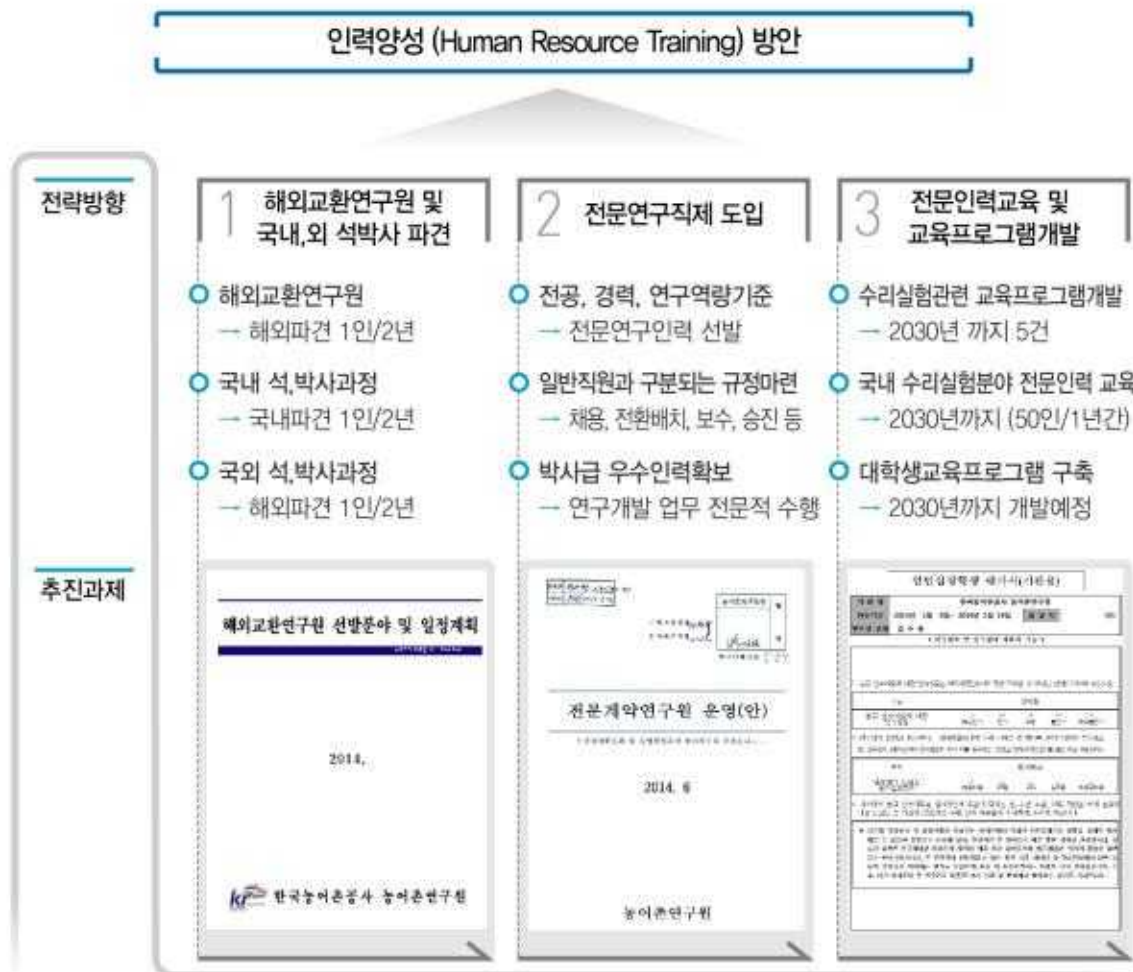
(1) 국제교류(International Exchange)



<그림 4-2> 세계적 수준의 연구역량 확보방안 모식도

- 인근 대학 및 안산 사이언스밸리(ASV) 소속 연구기관과의 교류협력을 통한 융복합 연구 활성화 및 기술 실용화
- 현재 농어촌연구원에서 수행중인 해외 수리실험 연구는 필리핀, 인도네시아, 스리랑카, 인도 등 아시아 개발도상국가가 대부분
- 국제교육교류센터(RC-IEEC) 및 인프라 시설을 연계 아시아 및 아프리카국가들과의 교류 및 기술지원 활성화
- 농어촌연구원내의 RC-IEEC의 국제회의시설 및 호텔 수준의 게스트하우스 등 인프라를 활용한 다양한 국제공동세미나 및 국제학술대회 개최를 통해 해외 선진기관과의 기술교류 활성화
- 스마트워크 시스템 도입을 통한 세계적 수준의 글로벌 협력의 장 형성

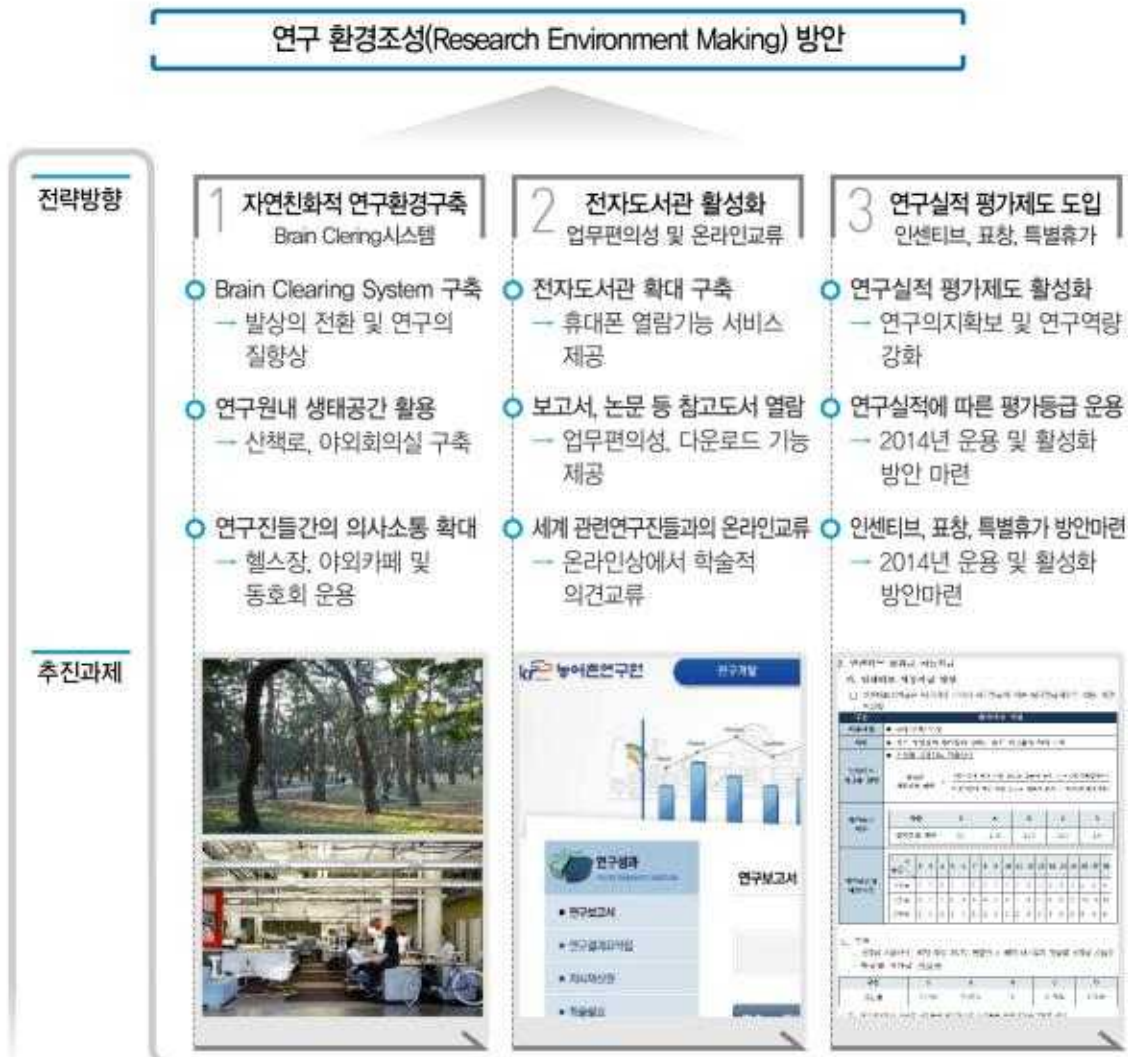
(2) 전문인력 확보(Professional Manpower)



〈그림 4-3〉 인력양성 발전전략 모식도

- 현재 한국농어촌공사에서는 인재개발 정책으로 연간 해외교환연구원 10인, 국내 석·박사 과정 7인, 해외 석·박사 과정 2인을 파견하고 있음
2018년 수리실험분야 1인 해외교환연구원 파견(영국 던디대학교)
- 2014년 12월부터 전공, 경력, 연구역량을 고려한 대내·외 전문연구진 영입하고 연구개발업무를 전문적으로 수행할수 있는 전문연구직제 도입 및 운용
- 국내 우수대학 관련학과 학생교육 및 대학생 자체 교육프로그램 구축
수리실험관련 교육프로그램 개발(2030년까지 5건), 국내 수리실험분야 전문인력 교육(2030년 기준 수리실험관련 교육 프로그램 이수자 연간 50인 목표)을 통한 수리실험의 세계적 전문인력 양성

(3) 연구 환경조성(Research Environment Making)



(4) 세계적 수준의 연구역량 발전전략



<그림 4-5> 세계적 수준의 연구역량 발전전략 로드맵

□ 대형 실험시설 조성(국제융합수리시험센터)

- 기존 수리종합실험연구동(102m×102m)과 제안설계 실험실(150m×102m)의 통폐합
- 초정밀 분석시스템 구축으로 인한 최적의 대형 연구환경(수리시험센터) 조성

□ 연구 환경조성(Research Environment Making)

- 자연친화적 연구 환경조성에 따른 Brain Clearing시스템 구축
- 전자도서관 구축에 따른 참고도서 열람서비스(주요연구논문 및 보고서 등) 제공
- 연구실적평가 및 인센티브제도 활성화

□ 인력양성(Human Resource Training)

- 해외교환연구원 운용 → 1인/2년 (2018년 1인 파견, 영국 던디대학교(수리시험분야))
- 대내·외 전문인력 영입을 위한 전문연구직제 도입 → 2014년 12월 시행
- 미래인재양성을 위한 대학생 자체교육프로그램 운용 → 인프라사업 구축활용

□ 실험시설 조성에 따른 한국농어촌공사 공유 Cluster 운용방안 도입(Share Cluster)

- 한국농어촌공사는 5본부, 3원, 9지역본부, 93지사 및 7개의 사업단을 운용(새만금 산업단지조성, 농어촌용수개발, 지하수자원관리, 신재생에너지개발 등)
- 다양한 사업을 시행하고 있는 분야별조직을 활용, 인프라사업과 연계하므로 공유 Cluster를 구축·운용하고 해외사업 및 대형연구과제참여 등 시너지효과 창출

□ 국제교류(International Exchange)

- 세계 저명 연구소 공동연구추진 → 10년간 15건 수행예정
- 국제학술대회 개최 → 회의실 및 5성급호텔 활용
- 아시아, 아프리카 국가와의 국제교류 및 기술지원 활성화
→ 국제교육교류센터(RC-IEEC) 등 시설과 연계

□ 국제 수리실험분야 자체평가시스템 구축을 통한 지속적인 기술개발 확보 방안 마련

- 국내·외 대형 수리모형 실험시설 관련 연구진들의 조직구성 및 운용전략 마련(2018년)
- 지속적인 연구성과 교류, 상호 기술이전을 통한 문제점 보완 및 초대형 융복합 수리 실험센터 자체평가 항목설정
- 평가 항목별 전담평가원 구성(국외 평가자문위원 1, 국내외부 평가자문위원 1, 자체 평가자문위원 1/1년 1회)
- 2019년부터 1년씩 인프라시설 자체평가실시, 연구발전방안 수립

나. 실험시설의 특성화/전문화 계획

(1) 세계적 수준의 초대형 융복합 수리실험센터 특성화/전문화 4대 전략



〈그림 4-6〉 실험시설의 특성화/전문화 계획 모식도

□ 기존시설과의 연계를 통한 초대형 실험시설 운용 (조석관련 하구실험 및 부정류실험 전문화)

구 분	차별성	비고
초대형 융복합 국제수리시험 센터 구축	• 농어촌연구원 내 수리종합실험연구동과 신축되는 인프라 시설의 연결을 통해 세계 최고 수준의 실내 실험공간 확보 - 총 250m×102m 규모의 초대형 국제수리실험센터 조성 - 수리종합시험연구동과 신축되는 인프라 시설의 지하저수조를 연결하여 39,000㎥ 이상의 저수용량 확보 - 기존시설과의 연계를 통해 2,200㎥ 규모의 고수조 확보 - 수리종합시험연구동의 유량공급시설과 연계를 통해 최대 7.0㎥/s 의 실험수 공급 시스템 구축 ➔ 최대 7건 이상의 모형실험 동시 수행 가능 • 국내 대형 실험시설중 가장 큰 규모의 실험실 운용 노하우를 바탕으로 인프라 구축시 전문적인 운용 가능	
조석재현 시스템 확보	• 8대의 조석발생장치, 조작판넬부, 검조수위계로 구성 • 총 길이 120m, 반원형 배치로 하구의 조석을 정확히 재현 • 조위 및 조류 재현을 위한 자동제어 시스템 구축	
댐안전도분석 관련 실험가능	• 총 길이 60m, 폭 25m로 댐 안전성 수리실험을 위해 최적화 • 최대유량 0.6㎥/s이며, 최대 수두 8.0m • 댐 설치가 용이하도록, 높이 3.5m의 정수조 설치 • 연구동 내부에는 고정식 개수로 및 가변형 개수로(길이 약 40m)가 설치 되어 있으며, 이 중 가변형 개수로는 현물 출자 예정	

□ 실험시설의 분야별 차별화 전략

구 분	차별성	비고
기초수리 실험수로	- PIV 수로 및 고정식 개수로는 레이저 파장과 초고속카메라의 유효측정범위를 고려, PIV 측정 전용 Traverse & 이동대차제작(고정식개수로 및 PIV실험수로의 동시측정 가능) - 정류부분에 gate를 설치하여, 최대유량 2.0m³/s를 하나의 수로가 이용할 수 있으며, 동시에 이용할 경우 최대 1.0m³/s를 이용 - 역경사 하천 실험이 가능한 가변경사수로 계획 수립	
고정식 급경사수로	- 경사수로 말단부에서 부터는 지면과 평행한 공간을 충분히 두어(약 10m), 다양한 소류력 실험을 가능하도록 설계 - FLOW-3D 수치해석 모의결과 최대유속 10.7m/s 발생 - 실규모 호안블럭 안전성 및 소류력 실험이 가능한 시설 구축	
가변식하도 실험수로	- 와이어와 힌지를 이용하여, 최대 경사를 약 20도 정도 줄 수 있는 수로설계(최대경사 발생시, 수로의 시작부분의 높이는 지면으로부터 약 8.0m로 10m/s의 유속을 발생시키기에 충분) - 계산결과 최대 공급유량은 약 0.6m³/s - 토석류 실험 및 산지하천 흐름 특성실험이 가능한 시설 구축	
대형유사 순환수로	- 세계적인 규모의 유사순환수로를 설계함(100m(L)×3m(B)) - 침전지를 활용한, 컨베이어 벨트 방식으로 유사를 순환 - 운반된 유사는 유사급사장치를 통하여 보충되고, 자동급사장치로 이동하여, 수로에 재 이용됨 - 소류사 실험 전용 수로계획	
소형유사 순환수로	- 유사의 이동 특성상 위어형식의 tail gate를 설치하는 것 보다는 sluice gate방식을 선택함 - 침전지를 이용하여, 실험수를 배제한 유사를 재활용하는 방식은 미세입자의 suspended load에 관련된 실험에는 적합하지 않으므로 흡입펌프를 이용한 실험수 자체의 순환방식을 선택, 실험수의 순환 및 정류장치 하류부에서 유사 급사장치를 설치하여 손실되는 유사량보충 - 부유사 실험전용 수로계획	
성층 실험수로	- 온도 및 밀도제어장치, 독립 수순환시스템 설치 - 저수지 온도 성층, 하구밀도 성층 실험	

□ 세계최초 최첨단 자동계측시스템구현 및 초정밀 계측을 통한 신뢰성확보

구 분	차별성	비고
세계최초 최첨단 무인계측시설 구축	• HIGH-Center 구축 후, 총 102m(B)×250m(L)의 대형 수리시험센터의 전구간을 무인으로 측정가능한 초대형 Traverse 시스템 도입, 계측오차 1mm/120m(실험오차 zero화, 인건비 절감효과) • 초대형이동대차 및 3축 Traverse시스템 결합을 통한 3차원 계측 가능 • 실험장내 습기를 고려한, 이동대차 및 3축 Traverse시스템의 광학레이저 조절시스템 도입	
광학계측 시스템의 시설화	• PIV 실험수로 및 고정식 개수로 중안 레이저 파장대를 고려한 PIV, LDV, PLIF시스템전용 이동대차(Traverse 포함) 및 레일 설치 운용 • PIV, LDV PLIF의 자동계측시설(Traverse 시스템) 구축 • 카메라의 왜곡도방지를 위해 실험장 천정에 평형을 고려, 이동가능한 정·구심조절 시설설치	

□ 3차원 수치해석 슈퍼컴퓨터 클러스터구축

구 분	차별성	비고
실험시설연계 전산실운용	• 자동계측시스템 및 수치해석을 위한 리눅스기반의 병렬연산가능한 슈퍼컴퓨터 도입 • FLOW-3D, DELFT-3D 등 3차원 수치모델 도입에 따른 일괄적인 분석 및 전산 시스템 운용 • 전산실 내의 통합제어시스템(초대형 3축 Traverse시스템, 각종계측기 제어)구축을 통한 실시간 모니터링 가능, 운용 전담인원 배치	

(2) 국토교통부 정책지원을 위한 실험시설 활용방안

□ 정책지원을 위한 실험수요 예측

○ 실험시설의 수행역할

- 하천 관련 각종 기준 제개정을 위한 확인실험 수행
- 호안 검인증제도 등 제도 도입에 따른 검인증실험 수행
- 하천 및 댐분야 현장문제 해결에 필요한 이론적, 실험적 검토 수행

○ 정책지원을 위한 실험수요 예측

<정부 정책동향>

- (물관련 정책) 우리 정부는 2010년 10월, 물시장 원천기술 개발과 전문 물기업 육성을 골자로 하는 「물산업 육성전략」을 수립해 2020년까지 약 3조 4,609억원의 예산을 투입할 예정
- (댐관련 정책) 국토교통부는 10년 동안(2012~2021년) 3조원의 예산을 들여 전국에 총

14개의 댐을 건설하는 내용의 「댐 검설 장기 계획」 확정

<각 사안별 실험수요 예측>

- 정부의 R&D 투자 예산은 2004년 7.1조원 규모에서 2013년 16.9조원 규모로 증가하였으며, 해당 기간동안 연평균 증가율은 10.0%에 달함
(출처 : 나라지표, 정부 연구개발(R&D)예산)
- 본 실험시설인 「대형 수리모형 실험시설」의 70% 의무개방비율에 해당하는 기간 동안 국토교통부 정책지원을 위해 실험시설을 운영하며, 6종의 실험수로는 85% 의무개방
- 2014년 현재 국토교통부에서 수행 중인 연구과제를 기준으로 정부 R&D 투자 예산 증가율의 50%를 보수적으로 반영하여 연도별 실험수요 예측
- 2014년 17건에서 2020년 29건, 2030년에는 연간 48건 규모로 실험수요 증가가 예상됨

<표 4-1> 대형 수리모형 실험시설의 활용이 가능한 연구 과제

전략 프로젝트	과제명	연구기간 (소요인력)	연계세부시설
자연재해 대응기술	산사태, 토석류 저감기술	2014~2018 (5인)	급경사수로, 가변하도실험수로
기후변화 대응 기후-물-환경 융합기술	수문모니터링 기술 및 통합 수문해석 모형 개발	2014~2018 (5인)	대형유사순환수로, 급경사수로
	자연순환형 하천 유지유량 관리기술 개발	2014~2018 (7인)	급경사수로, 대형유사순환수로
	수문환경 변동 감시기술 개발	2016~2018 (3인)	댐안전성평가실, 가변하도실험수로
대도시 통합수해 방어체계 기술	내외수를 연계한 도시하천 내배수 시스템 선진화	2013~2017 (3인)	대규모관망실험
	도시 지하방수로 설계 및 운영기술 개발	2014~2018 (5인)	대규모관망실험
	홍수량 증가에 대비한 하천 홍수방어시설 성능개선기술 개발	2016~2018 (5인)	급경사수로, 가변하도실험수로
자연 친화적 하천공간 확보 및 복원기술	하천 유사수지 및 하상변동 분석기술 개발	2014~2017 (3인)	급경사수로, 유사순환수로
	하천환경변동 예측 및 해석기술 개발	2016~2018 (5인)	급경사수로
	하천구조물 최적설계 및 유지관리 기술 개발	2017~2018 (5인)	급경사수로, 가변하도실험수로, 유사순환수로

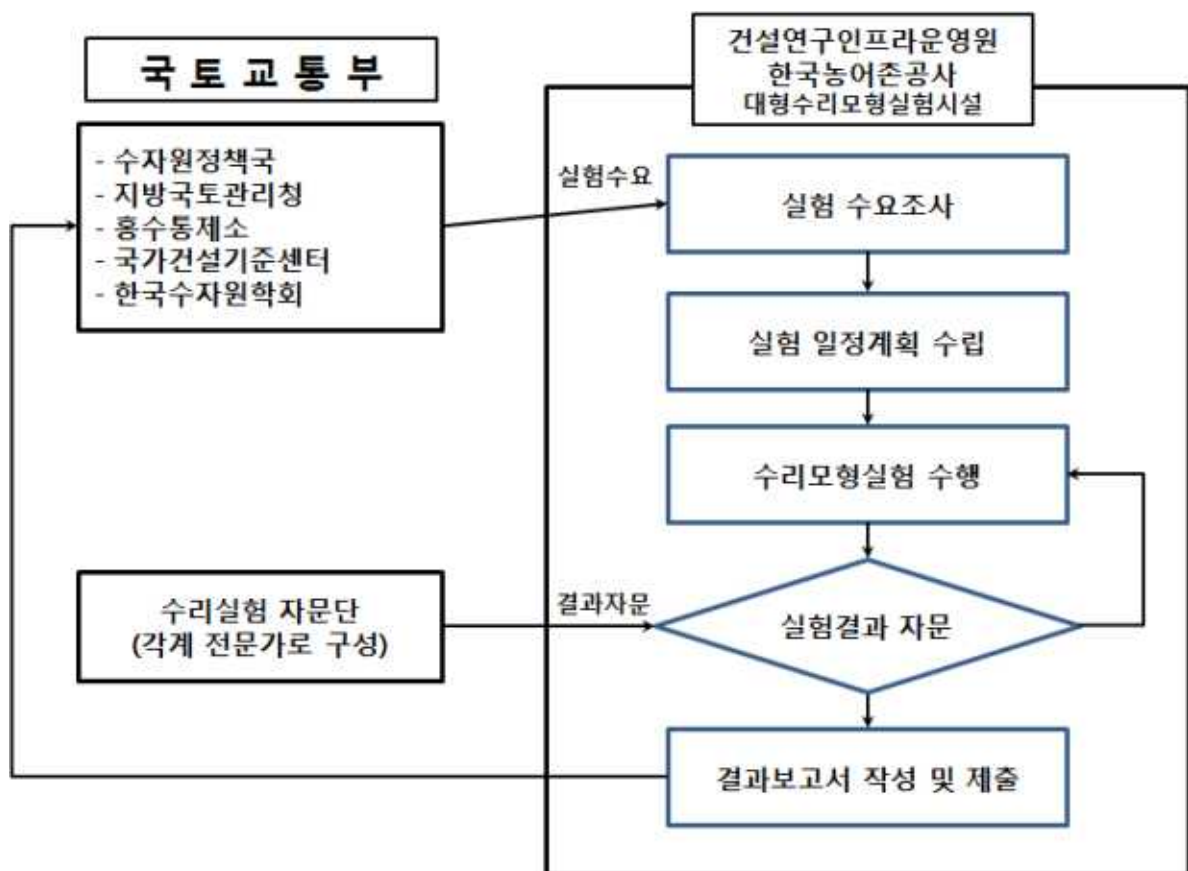
〈표 4-2〉 연도별 실험수요 예측

구 분	기준제개정	신규제도 도입	현장문제 해결	대규모 모형실험	계
2014년	4	6	5	2	17
2020년	7	10	9	3	29
2025년	9	13	11	4	37
2030년	11	17	14	6	48

□ 실험시설 지원계획(안)

○ 정기적 실험수요 대응방안

- 기준/제도 관련 지원, 설계 Data 확보 등 정기적인 실험수요는 매년 하반기에 차년도 수요 조사를 통해 예산 및 실험 일정계획 수립
- 각계 전문가로 구성된 수리실험 자문단을 운영하여 실험결과에 대한 신뢰성 확보
- 실험 결과는 보고서 형태로 작성 및 제출하며, 실험 수행에 따른 계측 Data 원본(text 혹은 Excel 파일 등 전산자료) 제공



〈그림 4-7〉 정기적 실험수요 대응 프로세스

○ 비정기적 실험수요 대응방안

- 하천, 댐 등 현장문제 발생시 신속히 조사단을 구성하여 현장에 파견
- 수치해석이나 수리실험 등 검토방법을 결정한 후 대응
- 검토결과를 수리실험 자문단 운영을 통해 신뢰성 제고

○ 전담인력의 배치

- 기준/제도 관련 지원 인력은 하천하구연구부 소속 연구원 2인, 장비시설부 연구원 1인의 총 3인 전담 배치
- 비정기적 실험수요 발생시 조사단은 각 연구부에 소속된 연구원 중 발생한 문제 해결에 가장 적합한 전문 연구원들로 구성

○ 실험시설 활용결과의 정책지원 및 반영방안

- 실험 Data가 기준/제도/지침 등에 반영되도록 모든 실험은 ISO 개수로 유체흐름측정 분야의 제반규정에 의거하여, 실험 수로 구성, 정류장치 설치, 유량 계측, 유속, 수위 등 계측 Data 분석 및 가공

○ 정책지원을 위한 실험결과 제공방안

- 실험 수행결과가 최종 정책입안 및 제도개선 단계에 직접 적용이 가능한 수준의 실험결과보고서 작성 및 제출

<표 4-3> 실험시설을 활용한 정책지원 연구 제안

연구주제	연구주체	소요기간	시설활용	유관실험시설
지류하천의 효율적 정비기술 개발	전문연구기관	3년	1년 : 현장실태조사, 문제점 파악 등 2년 : 정비기술 및 정비계획 수립 3년 : 수치해석, 수리실험 등을 통한 기술 정립	대형 및 소형 유사순환수로
4대강 보를 활용한 농업 및 공업용수 공급시스템 구축	전문연구기관	4년	1년 : 현장실태조사, 문제점 파악 등 2년 : 효율적 용수 공급기술개발, 시범 지구 선정 등 3년 : 수치해석, 수리실험 등을 통한 기술 정립 4년 : 시범지구 소규모 테스트베드 구축	부정류 공급장치

□ 국가건설기준센터 연계 활용방안

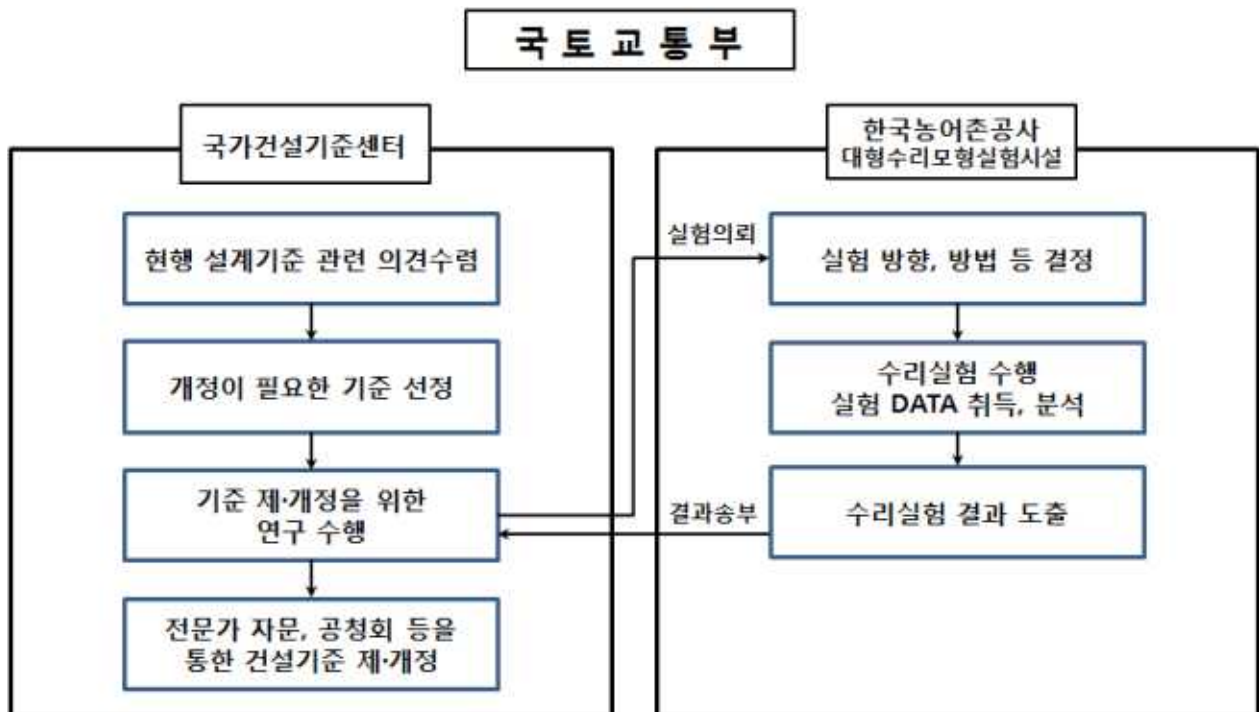
- 국가건설기준센터의 주요업무 중 “건설기준의 연구·개발 및 보급”과 “건설기준의 검증 및 평가”와 연계 활용 가능
- 하천 및 물과 관련된 다양한 건설기준의 검증, 평가실험을 최우선적으로 수행
- 건설기준의 검증 및 평가실험을 위해 2차원 및 3차원 파랑실험장 등 농어촌연구원 기준 보유시설 제공
- 건설기준의 검증 및 평가실험 수행 이후 건설기준 제·개정 및 기타 하천관련 연구

를 위해 수리실험 RAW DATA 제공

〈표 4-4〉 국가건설기준센터 주요 업무

구 분	시설활용	비고
1. 건설기준의 연구·개발 및 보급	○	
2. 건설기준의 관리·운영		
3. 건설기준의 검증 및 평가	○	
4. 건설기준의 정보화체계 구축		
5. 건설기준에 대한 교육 및 홍보		
6. 주요국가 건설기준의 제도·정책동향 조사·분석		
7. 건설기준 발전을 위한 국제협력 추진		

○ 국가건설기준센터 연계 활용 프로세스



〈그림 4-8〉 국가건설기준센터 연계활용 프로세스

〈표 4-5〉 건설기준에 따른 시설물 활용

설계기준	소관부서	관련단체	시설활용	비고
도로설계기준	도로국	한국도로 교통협회	고정식개수로 PIV 실험수로	
도로교설계기준	도로국	한국도로 교통협회	고정식개수로 대형유사순환수로	
하천설계기준	수자원 정책국	한국수자원학회	고정식개수로 PIV 실험수로 가변경사수로 대형유사순환수로 소형유사순환수로 급경사수로 가변하도실험수로 댐안전성평가실	
댐설계기준	수자원 정책국	한국수자원학회	급경사수로 가변하도실험수로 댐안전성평가실	
상수도시설기준	환경부	한국상하수도협회	부정류공급장치	
하수도시설기준	환경부	한국상하수도협회	고정식개수로 PIV 실험수로	
항만및어항 설계기준	해양수산부	한국항만협회	2차원 파랑실험실 3차원 파랑실험장	농어촌공사 기존시설 활용
농업생산기반 정비사업 계획설계기준	농림축산 식품부	한국농어촌공사	고정식개수로 PIV 실험수로 가변경사수로 급경사수로 가변하도실험수로 댐안전성평가실	

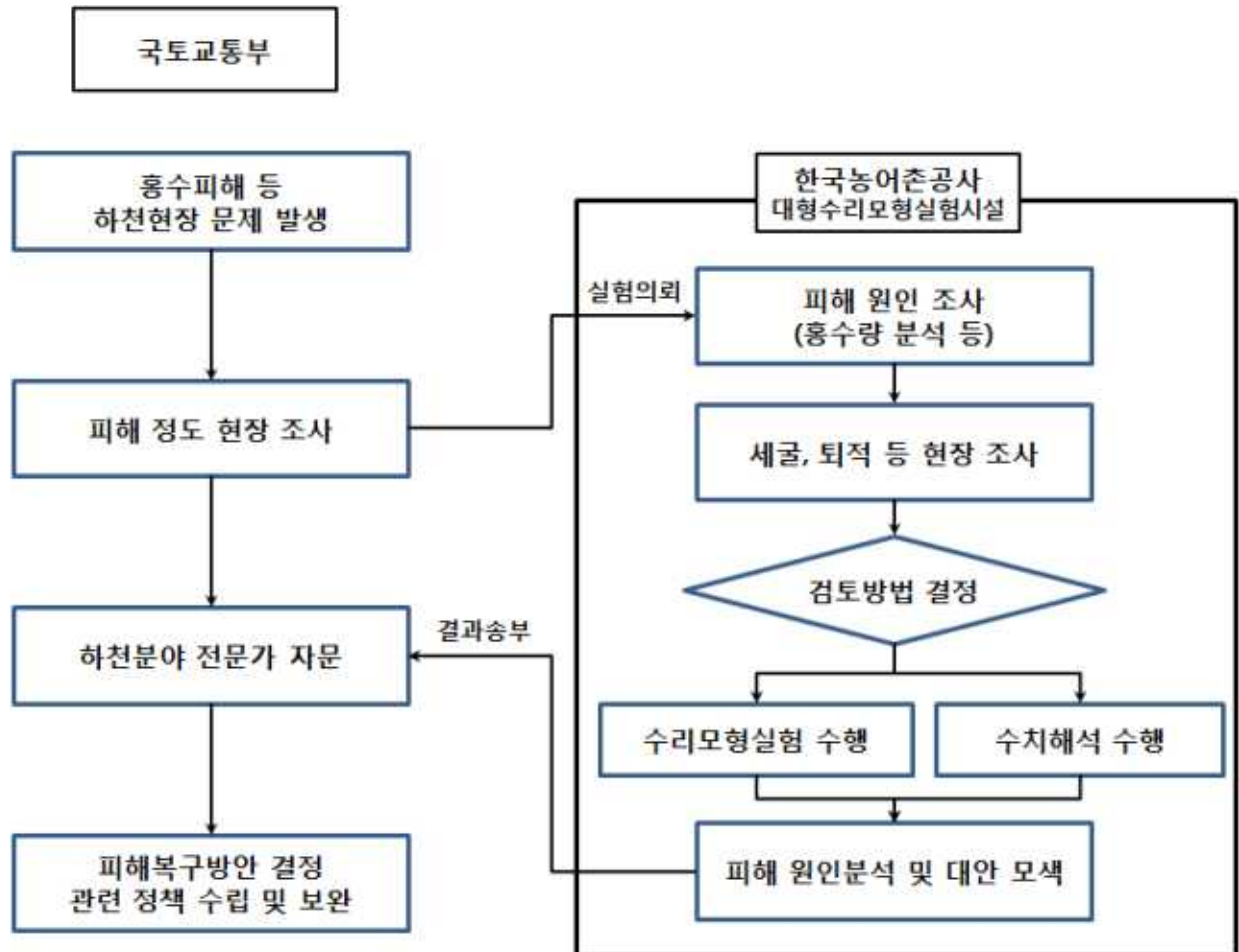
- 하천설계기준 제·개정, 호안 검·인증제도 지원 방안
- 국토교통부 R&D 사업으로 수행중인 “도로 및 수자원시설분야 건설공사 설계·시공 기준 표준화”와 연계
- 하천설계기준 제·개정을 위한 다양한 연구과제에 실험 수행기관으로 적극 참여
- 필요시 건설연구인프라운영원의 관리 하에 한국수자원공사, 한국건설기술연구원 등 국토부 하천관련 연구과제 수행 기관에 실험시설 및 장소, 편의시설 등 제공
- 호안 검·인증 관련 실험 수행을 위해 국토교통부 검·인증기관 혹은 KOLAS의 인증기관 등록
- 급경사수로, 가변식 하도실험수로는 국토교통부 실험에 우선 사용
- 호안 검·인증제도 운영 연계를 위해 한국건설기술연구원 안동하천실험센터의 실험 규모 실험수로와 농어촌연구원의 급경사수로, 가변식 하도실험수로와 연계 운영
- 호안, 제방, 도류제, 보, 바닥보호공 등 세부 하천설계기준의 제정 및 개정, 호안 검·인증제도 운영을 위한 수리모형실험 수행을 위해 연간 최소 6개월 이상 관련 실험시설 사용 보장
- 국토교통부 하천정책 관련 실험을 최우선순위로 설정

<표 4-6> 호안 검·인증제도 관련 실험시설 연계 운영

실험시설	관련기관	용도	비고
실험규모 실험수로	한국건설기술연구원	제방 안정성 검·인증 실험, 식생호안 관련 실험 등	
급경사수로, 하도실험수로	농어촌연구원	호안블록 소류력 검토 및 호안블록 안정성 검·인증 실험	

- 성능중심 건설기준 마련을 위한 설계 DATA 확보방안
- 성능중심 건설공사(하천/수리시설 포함) 기준 표준화 연구 2015년 이후 예정
- 유관시설 : 소류력 실험시설, 유사실험시설, 응용실험시설
- 신뢰성 설계를 위해 과거 50년간 농어촌연구원에서 수행한 건설공사(하천/수리시설) 관련 수리모형실험 DATA 공유
- 2015년 이후 수행하는 수리실험에 대해서는 실험 수행 RAW DATA 공유 및 국토교통부에 제공
- 현재 운영 및 관리 중인 저수지, 농업용 수로, 방조제, 배수갑문 등에 대한 연구 DATA 공유
- 하천 및 댐분야 현장문제 해결 및 지원방안
- 하천 및 댐분야 현장문제 발생시 국토교통부에서 한국농어촌공사 농어촌연구원에 지원 요청에 의거 실험 수행
- 하천 및 댐분야 현장문제 발생시 금번 구축되는 수리실험시설 외에 댐안전성평가실 등 관련 시설 우선 활용

- 수리실험 및 하천분야 전문인력 추가 확보를 통해 국토부 하천 및 댐분야 현장문제 해결에 적극 지원
- 별도의 전문가자문단 운영을 통해 하천 및 댐분야 현장문제 해결을 위한 검토방법 결정 등 현안사항 자문



〈그림 4-9〉 하천 및 댐분야 현장문제 해결 및 지원 절차

□ 기존 하천관련 연구시설(안동하천실험센터) 연계·활용방안

○ 실험시설 현황

- 농어촌연구원 : 대형 및 소형 유사순환수로, 급경사수로, 가변하도실험수로, 가변경사수로, PIV실험수로 등
- 안동하천실험센터 : 다목적 호수실험장, 직선수로, 사행수로 등

○ 각 기관별 특성화 시설을 연계하여 활용

- 농어촌연구원 : 호안블록의 소류력, 안정성 평가실험, 하천 지형변동 실험, 교각 세굴 실험 등에 특성화
- 안동하천실험센터 : 실규모 하천실험, 수공 구조물 파괴실험, 환경블록 성능평가 실험, 제방붕괴 실험 등에 특성화

※ 예) 호안블록 성능평가를 위해 농어촌연구원에서는 소류력 및 안정성 평가 실험을,

건설기술연구원에서는 블록설치에 따른 흐름특성 등 물리환경 영향 검토 실험을 수행

○ 실험시설 연계방안

- 최소한의 유지 및 임대비용(감가상각비) 부담 조건으로 각 기관의 실험시설들을 상호 개방
- 상대 기관의 실험 인력들에 대해 식당, 숙박 등 편의시설 제공
- 상대 기관의 실험시설을 이용한 결과 데이터의 공유
- 정기적인 세미나, 워크숍 등을 통한 하천관련 연구능력 및 기술력 향상 도모

※ 효율적이고 적시성 있는 하천관련 정책지원을 위해서는 농어촌연구원과 안동하천실험센터에 각각 실험시설을 설치하는 것이 효과적이며, 안동하천실험센터에 실험시설을 추가 설치하는 세부적인 방안은 협약 체결 이후 별도 검토

<표 4-7> 호안 검·인증제도 관련 실험시설 연계 운영

구 분	농어촌연구원	한국건설기술연구원 (안동하천실험센터)	비고
특화실험분야	- 호안블록 안정성 평가 - 하천지형변동 분석 - 국부 세굴 실험 - 댐 안전성 평가실험 등	- 실규모 하천실험 - 수공구조물 파괴실험 - 환경블록 성능평가 실험 - 제방붕괴 실험 등	
역할분담	- 설계기준 개정 관련 실험 - 신기술개발 관련 실험 - 대규모 수리모형실험	- 호안 검인증 등 정책지원 관련 실험 - 각종 호안블록, 방재관련 실규모 실험	
적용분야	- 기술개선 - 기업지원	- 국토부 정책지원	

다. 실험시설을 활용한 연구계획

(1) 국제융합수리시험센터(HIGH-Center) 활용 계획

□ 기본방향

- “제4차 수자원 장기종합계획” 등 국토교통부의 현행 정책에 필요한 연구 반영
- 하천 및 수자원분야의 주요 현안사항 해결이 가능한 과제 추가 도출
- 기 수행한 과제나, 현재 수행중인 연구과제와 중복성이 없는 과제 도출
- 국토교통부 및 농림축산식품부의 공동 현안 과제에 대해서는 농어촌연구원의 기본과제(자체 연구과제)로 하천/수자원 분야 연구 수행

□ 활용계획

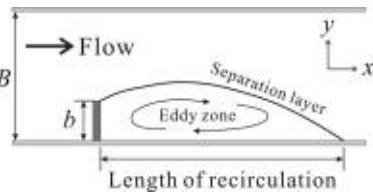
〈표 4-8〉 HIGH-Center의 융복합 연구활용 계획

분 야	연구 과 제	융합분야	비고
기초수리	• 어종의 생물학적 특성 및 하천 흐름 특성을 반영한 어도 설계 기법 개발	생태	자체
	• 투과수제를 이용한 수제 주변 난류특성 규명 및 플랑크톤 서식환경 도출	생태, 환경	
소 류 력	• 보, 배수갑문 등의 바닥보호공 설치기준 개정 연구	구조	
	• 토석류 저감 및 위험도 평가기법 연구	토질	
유 사	• 위어 형상에 따른 하류부 하상 전단력 변화 및 유사이송에 대한 연구	토질	
	• 장기 하상변동 예측기법 개발	토질	
	• 부정류 상태에서 수충부에 작용하는 충격력 분석	구조	
응용실험	• 저수지 온도성층 및 녹조 제어를 통한 저수지 수질개선기법 연구	생태, 환경	자체
	• 3차원 수리모형실험을 통한 대규모 관망 (Water Grid) 해석 기법 개발	기계	



〈그림 4-10〉 국내 연계 세부 연구계획 안

□ 기초수리 분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	어종의 생물학적 특성 및 하천 흐름 특성을 반영한 어도 설계기법 개발	
활용 장비	고정식 개수로, 가변경사수로, 3D PIV, LDV 등	
연구 필요성	• 전국 어도의 전수조사 결과 하천의 평상시 유량 등을 고려하지 않고 어도의 입구 및 출구의 높이, 경사 등을 설계 기준을 통해 적용함으로써 가동되지 않고 있는 어도가 약 40%에 달함(해양수산부, 2013) • 하천설계기준에 어도 설치를 위한 가이드라인이 제시되어 있으나, 생물학적인 특성이 반영되어 있지 않음	 <조립식 아이스하버형어도 (농어촌연구원, 2004)>
최종 목표	• 어종의 생물학적 특성 및 하천의 흐름 특성을 반영한 어도 설계 지침서 작성	
연구 내용	• 우리나라 하천에 설치되어 있는 어도 및 서식 어종 현황파악 실시 • 국내 하천의 수문 및 흐름 특성 조사 • 수리모형실험을 통한 어종별 이동능력 파악 • 신 어도 설계 지침서 작성	
활용 계획	• 가변경사수로 및 가변형 하도실험수로 활용 • 3D PIV 및 3D LDV 및 초음파 수위계 등을 이용한 유속 및 수위 측정	
연구 과제명	투과수제를 이용한 수제주변 난류특성 규명 및 플랑크톤 서식환경 도출	
활용 장비	가변경사수로, PIV수로, 3D PIV, LDV, LS PIV 등	
연구 필요성	• 수제를 약화시켜 흐름의 방향을 규제하기 위한 수제에 대한 연구는 점차 증가되고 있는 추세 • 하천 및 호소 내에서의 플랑크톤 서식환경 도출을 위한 난류관련 연구들이 활발히 진행중 • 인공 투과수제를 이용한 난류발생기법은 실험장비 및 기법의 제약으로 인해 연구가 거의 진행되지 않았음 • 투과수제 주변 3차원 흐름특성 분석 필요	 <수제인근 Eddy zone (김태범, 2011)>
최종 목표	• 투과수제의 형상 및 투과율 변화에 따른 수리학적 메커니즘 도출 • 투과수제 투과율 및 형상에 따른 난류-생태서식영역-플랑크톤 군집도 제시	
연구 내용	• 투과수제의 형상, 투과율 변화 및 다양한 흐름조건에서 난류를 발생시키고, 난류발생에 따른 Eddy zone 분석 및 생태서식영역 내의 플랑크톤 군집도 유추	
활용 계획	• 생태영역 조성을 위한 기초자료 활용 • 수리모형실험에 따른 효율적 투과수제 제시 및 생태서식영역 예측활용	

□ 소류력 분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	보, 배수갑문 등의 바닥보호공 설치기준 개정 연구
활용 장비	급경사수로, 가변 하도실험수로
연구 필요성	• 4대강 살리기 사업의 일환으로 설치된 다목적 보 및 배수갑문 등에서 바닥보호공 유실 발생 • 현재 바닥보호공 설계를 위해 사용되고 있는 기준은 Bligh 공식(Kholsa et al., 1954)을 적용하고 있으나, 이 식은 침투에 따른 보의 안전을 확보하기 위한 침윤선의 길이를 산정하는 식으로 유속에 <바닥보호공 설치 사진> 안정한 바닥보호공의 길이를 산정하는 식이 아님 • 따라서, 현재 하천설계기준에서 채택하고 있는 바닥보호공의 설치기준을 수리모형실험 및 수치해석 등을 통해 재정립할 필요가 있음 • 특히, 급경사수로나 가변경사수로 등을 활용할 경우 실규모에 가까운 빠른 유속을 발생시켜 <칠곡보 바닥보호공 설치 전경> 바닥보호공 설치 길이, 중량 등을 산정할 수 있음
최종 목표	• 보, 배수갑문 등 바닥보호공 설치기준 제시 • 제안된 설치기준의 적용한계 등 제시
연구 내용	• 급경사수로, 가변경사수로 등을 활용하여 빠른 유속을 발생시킨 후 하류측에 바닥보호공을 설치하여 그 파괴 형상 및 세굴 깊이 등 계측 • 수리모형실험, 수치해석 등을 통해 다양한 유속, 구조물 형태(보, 배수갑문 등), 보호공 형상 등에 따른 보호공 안전성 검토 • 바닥보호공 길이, 중량 등의 산정을 위한 경험식 및 도표 제시
활용 계획	• 하천설계기준, 농업생산기반정비사업계획설계기준 등에 반영 및 개정하여, 보, 배수갑문 등의 바닥보호공 설계기준으로 채택

연구 과제명	토석류 저감 및 위험도 평가기법 연구
활용 장비	가변식하도실험수로, 압력계
연구 필요성	• 소방방재청에 따르면 최근 10년간 산사태 등 급경사지 붕괴로 223명 사망자가 발생한 것으로 조사됨 - 우면산 산사태(2011)가 발생하여 총 17명의 인명피해가 발생함 - 일본 히로시마 산사태(2014)가 발생하여 사망 및 실종자가 90명 발생함 • 토석류 및 산사태의 발생 원인 및 이에 대한 메커니즘 분석에 대한 연구는 많이 수행되었지만, 이를 정량적으로 확인 할 수 있는 수리실험은 국내 여건상 수행되기 어려움 • 산사태 경보 시 비상대처계획(EAP)수립을 위한 정량적인 데이터는 구축되지 못한 실정임 • 산사태 모의는 수치해석을 통해 많이 수행되며, 이에 대한 검·보정 자료가 부족한 실정임 <2011 서울 우면산 산사태> <2013년 경북 산청 산사태>
최종 목표	• 토석류 발생 및 진행 메커니즘 분석 • 토석류 특성에 따른 피해 강도의 정량적 예측 시스템 구축
연구 내용	• 사면경사 및 사면모양에 따른 토석류 진행 특성 분석 • 경급(나무지름크기) 및 토심, 지형습윤지수(TWI)등 산사태 발생 인자에 대한 제반사항을 검토하고, 이에 대한 토석류 수리실험 수행 • 수로하류부에 모형을 구축하여, 토석류 특성에 따른 강도(위험도)분석 • 수로하류부에 지형 및 구조물을 재현하고, 토석류 강도에 따른 피해 범위의 정량적 도출
활용 계획	• 토석류 위험도에 대한 정량적인 평가 방법을 구축하여, EAP수립을 위한 기초자료 제공 • 토석류 수치해석을 위한 검·보정 자료 제공

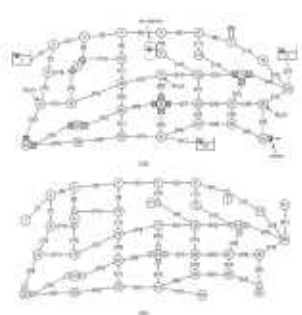
□ 유사 및 부정류 분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	위어 형상에 따른 하류부 하상 전단력 변화 및 유사이송에 대한 연구	
활용 장비	대형유사순환수로, PIV, 3차원 스캐너, ADV, 초음파 수위계 등	
연구 필요성	• 하상계수가 매우 큰 우리 하천에 대한 하천정비사업이 진행되고 있는 실정임 • 이에 다양한 형상의 보(위어)가 설치되며, 위어의 형상에 따라 하류부의 수리적 특성이 달라짐 • 특히 하상에서의 흐름은 세굴을 발생시켜 구조물의 안전성을 크게 위협할 가능성이 있음	 
최종 목표	• 위어 형상에 따른 계수를 도출하고, 각 제원 및 수리특성을 무차원화한 유사이송 공식 도출(부유사, 소류사)	
연구 내용	• 다양한 위어 형상에 따른 하류부 하상에서의 흐름특성을 분석 • 하상 경계층에서의 유속profile을 분석하여, 하상 전단력을 도출하고, 유사 이송 메커니즘을 분석	
활용 계획	• 우리 실정에 맞는 보 형상에 대한 유사이송 메커니즘을 분석하여, 안전하고 효율적인 하천정비 설계에 이바지	
연구 과제명	부정류 상태에서 수충부에 작용하는 충격력 분석	
활용 장비	가변식 개수로, 부정류공급장치, 2차원 유속계, 압력계 등	
연구 필요성	• 수위-유량 곡선은 일반적으로 수위 상승시와 하강시가 다르게 나타나며, 수위 상승시 유속은 더욱 빠르게 나타남 • 소하천의 경우 수위변화가 매우 급격히 발생하는 곳이 많으며, 부정류 상태에서 수행된 연구는 거의 없음 • 특히 수충부의 경우, 유량 증가에 따라 수위가 상승할 경우 더욱 취약할 것으로 예상됨	 
최종 목표	• 부정류 영향을 고려한 소하천 수충부 보호공에 대한 정량적인 제원 제시 • 부정류 공급시 수충부 주변의 수리적 특성 변화에 대한 이론 정립	
연구 내용	• 부정류 공급장치를 통해 수로에 부정류를 공급하고 다양한 형상 및 각도를 가진 수충부를 재현하여, 수충부에서의 압력을 측정 • 수충부가 받는 충격력과 수리적특성 및 수충부의 물리적특성을 무차원화 하여 실무에 적용 가능한 정량적인 공식 제시 • 수충부 주변부 흐름특성 분석	
활용 계획	• 지방하천 수충부 설계시 안전성 및 경제성 확보	

연구 과제명	장기 하상변동 예측기법 개발
활용 장비	대형유사순환수로, 3D 지형스캐너, 부정류 공급장치
연구 필요성	• 집중호우 및 준설 등으로 하천의 지형이 과거에 비해 상대적으로 빠르게 변화하고 있으며, 이를 예측할 수 있는 기술의 개발은 미진한 상태임 • 장기하상 변동 예측은 1차원 또는 2차원 수치해석 프로그램을 사용하는 것이 일반화 되어 있으며, 이를 검증·보정 할 수 있는 실측 데이터 구축은 현실적으로 매우 어려움 • 수리모형실험을 통한 장기하상 변동 실험은 부정류 공급장치 및 유사순환수로가 구비되어야 가능하며, 이로 인해 국내는 물론 해외에서도 유사(類似) 연구를 찾아보기 어려움 • 하천 제반 설계 시 장기하상변동의 정확한 예측이 선행되어야 경제적이고 안전한 설계가 가능함 〈콜로라도 대학교의 하상 변동〉 〈미네소타 대학교의 하상변동 실험〉
최종 목표	• 특정 주요 대상하천에 대한 장기하상 변동 예측 • 실험 data를 바탕으로 정확한 장기하상변동 예측 software 개발
연구 내용	• 대형유사순환수로를 이용하여 내부에 하천지형을 구축하고, 부정류 공급장치를 통해 해당 하천의 수문곡선을 재현한 유량을 공급하여, 수리실험을 통한 장기하상변동 예측 • software를 개발하여, 실험을 재현하고, 검·보정을 통해 정확한 예측 시스템 구축
활용 계획	• 정확한 장기하상변동 예측을 통해 경제적이고 효율적인 하천 제반 설계 • 장기하상변동 software를 이용한 정량적인 준설량 예측 • 상용 software의 검·보정 자료 제공

□ 응용실험분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	저수지 온도성층 및 녹조 제어를 통한 수질개선기법 연구	
활용 장비	성층구조실험장치, PLIF, PIV	
연구 필요성	• 우리나라 대부분의 저수지에서는 5~9월 사이 상층부의 가열로 인해 밀도차가 형성, 표층수와 심층수로 수체가 분리되는 성층현상이 발생 • 늦가을과 봄철에는 성층이 전도되는 현상이 발생하며, 이 때 조류성장에 필요한 영양원이 표층으로 공급되어 호수, 적수 발생으로 수질이 매우 악화됨 • 또한, 저수지 인근에 위치한 축사 등 특정지역에서 유래하는 점오염원과 농경지 등 비점오염원으로부터 유입된 유기물과 영양염류가 다량으로 축적되어 남조류에 의한 녹조가 다량 발생 • 기존의 단편적인 수질개선기법에서 한 단계 발전하여 저수지에서의 온도성층과 녹조를 동시에 제어할 수 있고 친환경적인 새로운 수질을 개선기법 연구 필요	
최종 목표	• 하절기 형성되는 저수지 성층 및 녹조의 효과적 제어를 위한 친환경 저수지 수질개선 기법 개발	
연구 내용	• 과거 한국수자원공사에서는 수중 폭기장치와 같은 강제순환장치를 이용한 수질개선 기법에 대해 주로 연구하였으며, 한국농어촌공사에서는 천적생물을 활용한 저수지 수질개선 기법을 중점적으로 연구 • 한국수자원공사 및 한국농어촌공사에서 개별적으로 연구해 오던 저수지 수질개선기법에 대한 융합 연구를 통해 저수지 수질을 제어할 수 있는 최적기법 개발 • 저수지 수질개선을 위해 온도성층을 파괴할 수 있는 수중폭기 장치와 같은 물리적인 기법과 천적생물을 이용하여 녹조를 제어하는 기법을 결합한 하이브리드 기법 개발	 <성층 제어를 위한 공기방울 크기 효과 연구(Kim et al., 2010)>  <녹조 제어를 위한 천적생물 배양장치 조감 (한국농어촌공사, 농어촌연구원, 2013)>
활용 계획	• 성층구조 실험장치를 이용하여 성층을 재현, 다양한 형식의 폭기 장치를 설치 및 실험하여 최적의 폭기 기법 개발 • 저수지의 성층 및 유속 등은 LIF, PIV 등 본 인프라 시설에서 구축되는 최신 계측장비 활용 • 한국농어촌공사 관리 저수지에서 폭기 장치와 천적생물을 병행한 실규모 현장실험 수행	

연구 과제명	3차원 수리모형실험을 통한 대규모 관망 (Water Grid) 해석 기법 개발	
활용 장비	부정류 공급장치, 전자기식 유량계, 압력계	
연구 필요성	• 최근 국토교통부에서는 기후변화 등에 따른 물의 효율적 이용 및 물산업 육성을 위한 ICT 기반 통합물관리 “Water Grid 지능화” 시스템 구축 연구를 수행 중에 있음 • 특히 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원 확보 및 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티워터루프시스템을 개발 중이며, 2016년 연구 완료 예정 • 향후 신도시에 적용 가능한 Smart Water Grid 시스템 개발 시 이를 테스트하기 위해 대규모 관망 해석을 위한 수리모형실험 기법 개발 필요	
최종 목표	• 대규모 관망 (Water Grid) 해석을 위한 3차원 수리모형실험 기법 개발 • 관망 해석 수치모델과 수리모형실험 결과와의 비교 분석을 통해 수치모델 적용기법 제시	 <대규모 관망 연구 사례, Zecchin et al.(2010)>  <대규모 관망 실험 개념도, 미 환경국 (http://www.epa.gov)>
연구 내용	• ICT 기반 자동 제어 시스템을 도입한 대규모 Water Grid의 수리모형실험을 위한 상사, 축척 등 이론적 연구 • 3차원 수리모형실험을 통한 ICT 기반 Water Grid 시스템의 수리학적 특성 연구 (자동제어에 따른 급변류, 수격작용, 에너지 손실계수 등) • 다양한 관망 해석 소프트웨어와의 결과 비교 및 수치모델 적용기법 연구 • 신도시 건설시 대규모 Water Grid의 효율적 운영을 위해 사전 실험을 수행할 수 있는 테스트 베드 구축	
활용 계획	• 지하저수조, 고수조 및 최대 7.0 m³/s의 유량을 공급할 수 있는 수순환 시스템을 활용 • 본 과제에서 제안하는 인프라 시설에서 사전 설치된 유량 공급관로 및 부정류 공급장치의 자동제어 밸브를 활용하여 수리모형실험 수행 • 대규모 Water Grid 내의 순환 제어장치는 Lab View 시스템을 구축하여 자동제어 할 수 있도록 하며, 전자기식 유량계, 1차원 유속계, 압력계 등을 활용하여 유량, 유속, 압력 등 계측	

□ 하천, 수자원분야 정책지원 연구 제안

연구 과제명	생태영향을 고려한 지류하천의 효율적 정비기술 개발
활용 장비	대형 및 소형 유사순환수로, 급경사수로, 가변하도실험수로
연구 필요성	• 4대강 사업 완공에 따라 본류에 유입하는 지류하천의 하류 경계조건 변경에 따른 두부침식, 보호공 유실 등 다양한 문제점 발생 • 4대강 사업 이후 지류하천 정비 필요성 대두
최종 목표	• 효율적 지류하천 정비기술 개발
연구 내용	• 본류 하상고 저하에 따른 지류 두부침식 제어 기술 연구 • 두부침식에 의한 하천 구조물 보호기법 연구 • 식생하도의 거동 예측 연구 • 하천의 합류부에서 완류 및 급류하천에 따른 국부 세굴 방지기법 연구
활용 계획	• 환경친화적인 효율적 지류하천 정비기술을 지류 지천 정비에 적용하여, 홍수에 의한 재산 및 인명피해 최소화

연구 과제명	4대강 보를 활용한 농업 및 공업용수 공급시스템 구축
활용 장비	기초실험수로, 부정류공급장치
연구 필요성	• 최근 2012~2013년에 가뭄에 따른 용수 부족 문제 발생 • 4대강 사업에 의해 확보된 수자원의 효율적 이용방안 수립 필요
최종 목표	• 4대강 보를 활용한 농업 및 공업용수 공급시스템 연구
연구 내용	• 농업 및 공업용수 활용을 위한 급수 방안 연구 • 4대강 인근에서의 효율적인 취수 기술 연구 • 농업용수 활용을 위한 4대강 수질개선 기법 연구
활용 계획	• 4대강 사업에 의해 확보된 수자원의 효율적 이용과 이에 따른 취수 및 공급 시스템 구축에 활용

〈표 4-9〉 국내기술교류 및 업무협약

순번	협약 기관명	주요 연구분야	체결일
1	한국농촌계획학회	농촌계획 및 정비	1997. 12. 22
2	농업과학기술연구소(한경대)	수리, 수문, 농촌환경, 농업시설	1997. 12. 24
3	한국건설기술연구원	토질, 지반, 터널, 환경, 수자원	1997. 12. 29
4	(사)평화문제연구소	북한문제, 통일문제, 동북아 협력방안	1997. 12. 30
5	물관리자동화 기술개발 협의회	수리, 수문, 물관리 제어계측	1998. 01. 09
6	한국자연보존협회	자연환경(생태, 지형지질), 생활환경	1998. 02. 26
7	한국환경농학회	환경농학	1998. 02. 27
8	한국해양연구소	해양자원개발, 해양환경, 환경보전	1998. 05. 20
9	해양개발연구소(군산대)	해양, 환경, 기타사항	1998. 09. 22
10	건국대학교	경영관리, 식량자원, 농공학, 농업, 경제, 농화학, 환경공학, 토목 등	1999. 09. 15
11	안산 환경기술개발센터	환경오염	2000. 06. 02
12	새국토연구협의회	환경, 기타 국토개발	2000. 12. 21
13	내셔널트러스트	자연신탁국민운동	2001. 07. 27
14	강원대학교 부설 석재복합 신소재 제품연구센터	신소재 개발, 신제품 개발	2001. 10. 17
15	새만금환경연구센터(군산대)	환경관련 분야	2001. 08. 20
16	동아대학교 부설 건설기술 연구소	해안지역 지하수유동분야, 염수침입 및 대책분야 등	2002. 06. 15
17	주성대학교 콘크리트보수· 보강 재료연구센터	신소재 개발, 신제품 개발	2002. 06. 28
18	제주대학교 해양과학연구소	보유기술 및 연구결과의 상호 제공	2003. 11. 20
19	서울시립대 도시과학연구원	신소재 개발, 신제품 개발	2004. 11. 18
20	관동대학교 방재연구센터	지하수환경 오염 및 대책과 환경영향평가	2004. 12. 23
21	인제대학교 수자원 재해관리사업단	수자원확보, 지하수환경오염, 하천 및 지하수 방재분야	2005. 10. 12
22	충남대학교 에코시트사업단	녹색 생태도시환경기반 관련 기술	2006. 02. 03

순번	협약기관명	주요 연구분야	체결일
23	전자부품연구원	IT와 농촌개발기술의 융합을 통한 발전방안 등	2007. 06. 01
24	(주)아셈	천적생물 배양시스템의 실용화연구	2009. 05. 27
		천적생물 배양장치 현장적용 기술 개발 협동연구	2010. 04. 28 2013.12
25	(주)한화건설	신규 연구사업, 기존기술의 실용화	2009. 08. 26
26	아쿠아포럼	어촌지역주민 소득 증대, 정책개발연구	2010. 03. 03
27	기상청	기상·수문 정보 공유, 수문기상분야 기술개발 등	2010. 05. 11 2013.05
28	한국에너지기술연구원	바이오매스 자원화	2011. 04. 01 2014. 03
29	서울대 NICEM	시험소간 비교시험	2012. 1. 13
30	(주)삼성물산, (주)필로스 (주)블루인바이로먼트엔텍 (주)GEO플랜트, (주)웨이버스	수고도처리 및 재이용수 생산공정의 시공·운영연계사업화 정보공유	2012. 04. 10 2015. 08
31	①한국도로공사수목원 ②서울대학교식물병원	염해피해예상지역의수목생산,관리및식재 기반연구협력MOU	2012. 05. 17
32	중앙내수면연구소 (국립수산과학원)	어도연구	2012. 03. 27
33	홍성여성농업인센터	홍동천 수질개선	2012. 10. 31
34	금오공대 산학협력단	생태복원 및 내수면 자원 증강을 위한 기술교류 협약	2012. 11. 28 2016. 04
35	제주특별자치도 수자원본부	서부 하수처리장 방류수 재이용 기술교류 협약	2013. 02. 28 2016. 04
36	환경부, 한국과학기술연구원, 한국생명공학연구원, 국립환경과학원, 한국환경산업기술원	녹조 R&D 협업에 관한 양해각서	2013.12.20. -2017.12.19
37	부경대학교 수산과학연구소	상호협력 협약서	2013.12.23. -2016.12.21
38	한양대학교 건설환경공학과	기술교류 협약	2014.5.23 -2019.5.22

순번	협약기관명	주요 연구분야	체결일
39	성균관대학교 수자원전문대학원 한양대학교 공학대학 한양대학교 과학기술융합대학 한경대학교 국제개발협력대학원 한경대학교 대외협력본부	수리시험 교육교류 커뮤니티 구축	2018. 11. 14 -2023. 11. 14

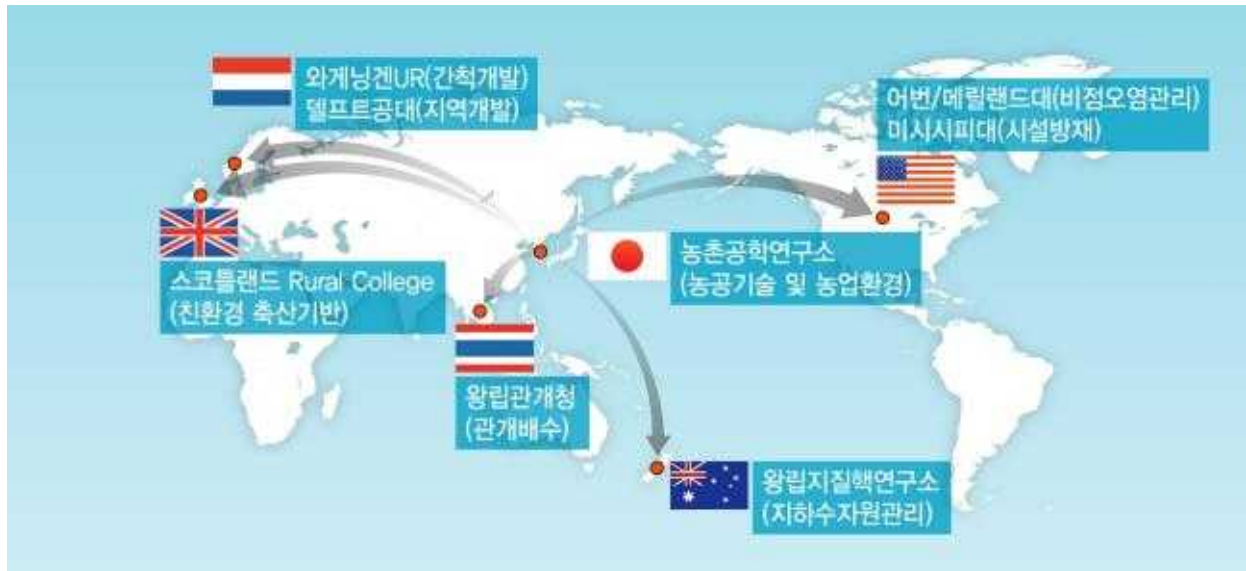
(2) 국외 연계 연구계획

□ 국제 기술 교류

- 본 연구기관에서는 현재(2014.05) 11개국 29개의 기관과 MOU를 체결하여 업무를 추진하고 있으며, 특히 Deltares, 일본 농업공학연구소, 장강과학원, DHI와 같은 세계적인 연구기관과 협력하으로써 수리시험분야의 실험기관으로서 위상을 높이고 있음
- WTO 체제의 출범과 기술개발의 압력 등 날로 치열해지는 국제경쟁 속에서 21세기 선진 농어촌건설의 목표를 달성하기 위하여, 농어촌연구원은 94년 4월 2천년대 선진국 기술수준 진입을 위한 “농공기술 중장기발전계획 기획단”을 구성하고, 국제기술협력 교류 사업을 시작함
- 따라서 94년 12월 수리모형시험과 수치모델실험 분야에서 세계적 권위를 인정받고 있는 네덜란드의 Deltares와 기술협력 교류 협정을 체결하고 현재까지 이르고 있음
- 대만 국립성공대와 첨단수리시험, 신재생에너지, 어촌수산 분야 등 상호협력을 위한 양해각서(MoU)를 체결하고 수리시험분야 공동활용을 통한 신규 연구과제 발굴 및 기획을 준비하고 있음

□ 기술협력 교류의 주요 내용

- 관련 기술정보와 문헌의 교류
- 학술회의와 세미나 개최 및 공동 참여
- 초급 기술자에 대한 기술훈련과 전문연구원 파견 등의 인적 교류
- 공동연구를 통한 기술 개발
- 국제 연구용역사업의 공동 참여
- 기술협력 사업에 필요한 장비 및 재료의 교류
- 기타 협정을 체결한 연구기관 사이에 합의된 사항



〈그림 4-11〉 국제 주요기술 교류 현황

〈표 4-10〉 농어촌연구원과 연계된 국제 수리실험 시설과 협력 현황

기관명	협정체결일	주요 교류내용
 Deltares	1994.12.7	• 정기간행물 교류 • 새만금 수리시험 및 연구사업 협력 • 수리분야 연구원파견과 기술훈련
 일본농업공학연구소	1995.9	• 국제 심포지엄 초청 및 참석 • 정기간행물 교류 • 공동연구사업 추진
 장강과학원	1995.1.14	• 국제심포지엄 초청 및 참석 • 정기간행물 교류 • 유사이송(세굴)과 수문의 시험 연수
 중국농업공정설계연구원	1995.6.7	• 연구결과 교류 • 오폐물 처리 기술 교류
수자원개발관리센터(인도)	1996.4.2	• 정기간행물과 연구원 교류 추진
 영국 월링포드연구소	1997.7.5	• 파랑 및 조석체계 시험 등
 DHI	1994.3	• 수치해석 분야 기술교류(MIKE21)
 대만 국립 타이난 수공시험소	2018.11	• 수리시험 분야 기술교류

□ 해외 공동연구 수행분야

○ 기초수리 분야

- 하천 및 농업용 취수보를 이용한 소수력발전시스템 개발
- 난류 분석을 통한 하천 생태 예측

○ 소류력 분야

- 호안 안정성 평가를 위한 정량적 설계기법 개발
- 난류 강도 및 점착성에 따른 유사의 소류력 산정

○ 유사 분야

- 입경이 다양한 유사에 대한 교각 및 교대 세굴 분석
- 부정류에서의 유사 이송에 대한 연구

○ 응용실험 분야

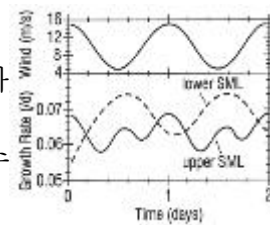
- 댐의 붕괴 특성 및 정량적 위험도 평가기반 안정성 평가기법 연구
- 다양한 수공구조물 건설에 따른 하구역 지형변화 예측기법 연구



〈그림 4-12〉 국외 연계 연구계획 모식도

□ 기초수리 분야 세부 연구계획(안)

연구 과제명	하천 및 농업용 취수보를 이용한 소수력발전시스템 개발
공동연구국가	네델란드 (Deltares (舊 Delft Hydraulics))
활용 장비	가변경사수로, PIV수로, 3D PIV, LDV, LS PIV 등
연구 필요성	○ 하천유수를 이용, 소수력발전가능성 확인 ○ 환경친화적 에너지 생산이 필요하며 석유등 에너지 수입대체 효과 절실 ○ 자연친화형 취수보 조성 필요(기존 취수보의 환경파괴 문제대두)
최종 목표	○ 자연친화형 하천 및 농업용 취수보 설계 ○ 취수보를 이용한 소수력발전시스템(10KW이상) 설계 및 수리모형 제작
연구 내용	○ PIV시스템을 이용한 율류 낙차 유도형 취수보에서의 수리학적 특성 분석 ○ 마이크로 소수력발전용 수차의 에너지 효율성 검토
활용 계획	자연친화형 취수보를 이용한 10KW이상의 마이크로 소수력발전용 수차와 관련된 제작기술 및 부속설비 등 관련된 제반기술의 국산화를 통한 관련기술산업의 기술력 향상

연구 과제명	난류 분석을 통한 하천 생태 예측
공동연구국가	뉴질랜드 (Auckland University)
활용 장비	고정식 개수로, 3D PIV, LDV 등
연구 필요성	• 순수 군집생태학적 관점에서 유체의 물리적 성질의 생태적 영향에 대한 연구의 중요성은 점차 증가되고 있는 추세 • 하천 및 호소 생태 변화를 어느 정도 예측할 수 있는 단서 제공 가능 • 하천 및 호소 생태의 발현 및 유지를 위한 중요한 이론적 바탕이 될 수 있음  <플랑크톤-난류강도관계, Gargett, 1997>
최종 목표	• 플랑크톤의 생존과 이동에 대한 메커니즘 분석 • 난류-플랑크톤 군집 밀도의 정량적 제시 • 결과분석용 소프트웨어 개발
연구 내용	• 낮은 Reynolds수 상태의 흐름에서 난류를 발생시키고, 플랑크톤 변화와 밀접한 관계를 갖는 생물군의 거동 관측 • 호소를 가정한 성층을 재현하고, 성층으로 인한 미세 난류를 발생
활용 계획	• 학술적인 부분에서 큰 의미가 있음 • 하상 변동이나 수공구조물 설치 등에 따른 흐름상태 변화로 인한 생태 예측이 어느 수준까지 가능할 것으로 생각됨

□ 소류력 분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	호안 안정성 평가를 위한 정량적 설계기법 개발
공동연구국가	미국 (Iowa University)
활용 장비	급경사수로, 가변식 하도실험수로
연구 필요성	• 우리나라 대부분의 하천 제방의 비탈면에는 호안이 설치되어 있으나, 호안의 종류나 제원을 결정할 수 있는 명확한 설계기법이 제시되어 있지 않음 • 최근 돌망태나 환경블록, 필터 시스템 등이 주로 사용되고 있으나, 홍수시 유실되는 사례가 많아 정량적인 안정성 평가방법의 적용이 요구됨
최종 목표	• 호안 안정성 평가를 위한 정량적 설계기법 개발
연구 내용	• 우리나라 하천 제방의 호안 공법 설치 사례 조사 • 식생호안, 돌망태공, 다양한 형식의 콘크리트 블록공, Mattress/Filter 등 호안공법에 대한 소류력 산정 수리모형실험 수행 • 수리모형실험 수행을 통해 호안 보호공 적용 유무의 판단기준, 각 호안공법에 따른 한계 소류력 등 제시
활용 계획	• 제방 보호를 위한 호안공법 채택을 위한 기초자료 활용 • 호안공법 채택시 돌망태나 블록 중량 산정을 위한 자료로 활용

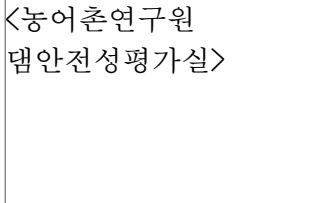
연구 과제명	난류 강도 및 점착성에 따른 유사의 소류력 산정
공동연구국가	미국 (Iowa University)
활용 장비	대형유사순환수로, 급경사수로, 3D 지형스캐너, 3D LDV, 3D PIV
연구 필요성	• 과거 유사의 소류력 산정을 위한 식들은 대부분 동수경사, 유속, 하상경사, 유사 입경 등을 변수로 하는 경험식들이 주로 개발되었고, 하천 정비에 적용 • 실제 유사와 소류 및 침강이 발생하는 매커니즘에는 단순한 유속이나, 수심, 경사, 입경 뿐만 아니라 난류강도, 점착성 등도 큰 비중을 차지함 • 단순화된 경험식을 수치해석 모델에서 그대로 차용함에 따라 하천 지형변동 해석의 정밀도 하락
최종 목표	• 난류 강도와 점착성을 변수로 하는 유사의 소류력 산정식 개발
연구 내용	• 다양한 유사 입경, 하상 경사, 유속에 따른 수리모형실험 수행 • 3D LDV, 3D PIV 등 정밀 측정장비를 활용한 난류 강도 및 한계 소류력 측정 • 방대한 수리모형실험 자료 분석을 통한 난류 강도 및 점착성을 고려한 유사의 소류력 산정식 개발
활용 계획	• 하상 변동 수치해석 모델의 소류력 산정을 위한 식으로 적용 • 하천의 침식, 퇴적 평가 등을 위한 기초자료로 활용

□ 유사 및 부정류 분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	입경이 다양한 유사에 대한 교각 및 교대 세굴 분석	
공동연구국가	미국(Colorado State University)	
활용 장비	소형유사순환수로, PIV, ADV, 초음파 수위계, 3차원 스캐너 등	
연구 필요성	• 실험실에서의 유사에 대한 연구는 단일 d50에 대한 연구가 대부분임 • 그러나 실제 하천에서는 다양한 d50의 유사가 존재하며, 이들의 복합적인 이송 메커니즘은 실험에서 재현하기가 매우 어려움 • 일반적인 교각세굴 공식은 단일 유사를 가정한 경우가 많기 때문에 실무에 그대로 적용하기에는 곤란함	 
최종 목표	• d50이 다양한 유사에 대한 세굴 공식 정립 • 유사 상호간의 이송 메커니즘 분석	
연구 내용	• 4-5가지 정도의 d50을 가진 유사를 혼합하여, 혼합비와 교각 및 교대 세굴의 관계 규명 • 각 유사들의 이송 한계점(수리적 특성)에 대한 도출	
활용 계획	• 하천 정비 계획 등 하천설계 시 참고자료로 유용할 것으로 판단됨 • 세굴 보호공 등 설계시 참고자료로 활용 • 하천설계 기준에 명시하여, 안전하고 경제적인 하천 설계에 이바지	

연구 과제명	부정류에서의 유사 이송에 대한 연구	
공동연구국가	뉴질랜드(Auckland University)	
활용 장비	소형유사순환수로, PIV, ADV, 부정류 공급장치, 3차원 스캐너 등	
연구 필요성	• 일반적인 유사이송에 대한 실험은 정상상태로 수행됨 • 부정류 상태가 되면 시간항이 추가되기 때문에, 유사들이 받는 힘은 달라질 수밖에 없음 • 흐름이 급변하는 산간 계곡 및 하천의 흐름은 시간에 따라 급변하기 때문에, 정상상태의 세굴공식을 적용하는 것은 문제가 있음	 
최종 목표	• 시간에 따른 수리적 특성 변화를 고려한 유사이송 메커니즘 분석 • 부정류 흐름 상태에서 유사들이 받는 소류력에 대한 이론 정립	
연구 내용	• 실험용 수로에 부정류를 공급하고 시간에 따른 물리량 변화량을 무차원화 하여, 유사 이송 특성과의 관계 규명	
활용 계획	• 기본이론이 되는 연구로서, 하상정비 및 국부세굴 분야에 다양하게 적용될 수 있는 가능성이 큼	

□ 응용실험분야 세부 연구 계획(안)

연구 과제명	댐의 붕괴 특성 및 정량적 위험도 평가기반 안정성 평가기법 연구	
공동연구국가	미국 (US. Dept. of the Interior Bureau of Reclamation)	
활용 장비	댐안전성평가실, 3D 지형스캐너	
연구 필요성	• 2014년 한국시설안전공단에 따르면 30년 이상 노후화된 댐 및 저수지는 총 317개에 달하며, 50년 이상 경과된 시설물 역시 185개에 달함 • 특히 2013년 경주 산대 저수지의 제방이 붕괴되어 침수피해 발생 • 노후화된 댐 및 저수지에 대한 붕괴특성에 대해 수리학적인 검토가 필요하며, 이에 대한 위험도를 정량적으로 해석할 수 있는 진보된 해석 기법 개발 및 위험도 저감을 위한 투자 우선순위 평가체계 구축 필요	
최종 목표	• 3차원 수리모형실험을 통한 댐 붕괴 및 하류부 범람 유형 제시 • 수리모형실험, 수치해석 및 현장조사 결과를 토대로 위험도 요소별 파괴확률 추정 • 복합 위험인자를 고려할 수 있는 Bayesian Network 위험도 해석기법 개발 • 댐의 위험도 평가기준 및 투자우선순위 결정모델 개발	
연구 내용	• 3차원 수리모형실험을 통한 노후화된 필댐의 파이프 현상 및 붕괴특성 연구 • 3차원 수리모형실험 및 수치해석을 통해 댐 붕괴에 따른 하류부 범람 유형 연구 • 실험, 수치해석 및 현장조사 결과를 토대로 위험도 요소별 파괴확률 추정, Bayesian Network 위험도 해석기법 개발, 시범지구 위험도 해석기법 적용 • 댐 위험도 해석 기법 및 시스템 개발, 저수지 위험도 평가기준 및 평가 시스템 개발 • 댐 위험도 해석 통합 모형 적용 및 평가, 보수보강 우선순위 결정을 위한 의사 결정지원 기법 및 시스템 개발	<미 개척국의 필댐 붕괴 실험>  
활용 계획	• 위험도 평가시스템 개발로 인한 댐 안정성 확보 분야의 구체적인 전략 수립 • 댐 및 저수지 재해대비 효율적 유지관리 사업 투자 계획 마련으로 국가 예산 절감 • 위험도 평가기반 안정성 평가로 급격한 기후변동, 노후시설 증대에 선제적 대응 체계 구축	<농어촌연구원 댐안전성평가실> 

연구 과제명	다양한 수공구조물 건설에 따른 하구역 지형변화 예측기법 연구	
공동연구국가	덴마크(DHI, Delft Hydraulics Institute)	
활용 장비	조석류 실험장치, 부정류 공급장치, LS PIV, 3D 지형스캐너	
연구 필요성	• 하구둑, 도류제, 방조제 등 하구역에 다양한 수공구조물을 건설함에 따라 과거와 다른 하구역의 지형변동 양상 발생 • 매년 하구역의 퇴적 문제 발생으로 준설비용 과다 소요 • 일부 지역에서는 예기치 못한 침식이 발생하여 갯벌 훼손 등 환경적 피해 발생 • 현재 국내에서 개발된 유사이송 모델이 없으므로 부득이 과거 해외에서 개발되고 우리나라 실정을 고려하지 않은 수치해석 모델을 이용하여 하구역의 지형변동을 예측 • 하구역의 조석 현상과 하천의 흐름 현상을 재현하고, 지형변동을 실험 및 계측할 수 있는 수리모형 실험 장치를 이용하여 하구역의 구조물 건설시 지형변화를 미리 예측할 수 있는 검증된 기법 연구 필요	
최종 목표	• 3차원 수리모형실험 및 수치해석을 통해 우리나라 하구역의 수공구조물 건설에 따른 지형변화 예측기법 제시	 <낙동강 하구역에서의 준설, Ji et al.(2011)>  <농어촌연구원 조석발생장치>
연구 내용	• 제안 수리실험 인프라를 활용하여 하천과 하구역을 포함한 초대형 3차원 수리모형 구축 • 하구역의 조석과 하천의 흐름을 동시에 재현하고, 다양한 구조물 배치에 따른 지형변화 계측 3차원 수리모형실험 수행 • LS-PIV, 3D 지형스캐너 등 최첨단 계측장비를 활용한 정밀 계측 수행 • SED2D, Delft3D, MIKE21, EFDC 등 기존의 수치해석 모델 해석 결과와 비교하여, 우리나라 하구역에 적용할 수 있는 최적의 변수 적용 방법 등 제시	
활용 계획	• 본 인프라사업으로 구축되는 부정류 공급장치와 농어촌연구원에서 기 보유중인 조석발생장치를 활용 • 최첨단 계측장비인 LS-PIV 및 3D 지형스캐너를 활용하여 실험영역내의 유속 및 지형변화 정밀 계측	

□ 해외기술 교류 현황

〈표 4-11〉 해외기술교류(총 11개국 29개 기관) 현황

국 가	협약기관명	주요연구분야	체결일	협력현황
1.일 본	1.건설성 건축연구소	지역개발, 마을정비	' 97.06.02 ~' 00.12.31	공동연구
	2.농촌공학연구소	농촌정비계획, 환경정비, 농공학 분야 기술개발	' 03.11.28 ~' 07.11.27 ' 08.2.22 ~' 11.3.31	공동연구 교환연구원 (' 07년 1인 ' 08년 1인)
	3.비와호 연구소	수환경, 해양환경, 환경공학	' 98.5.20	-
	4.교토대학 농과대	수자원이용, 지역환경 등	' 00.12.7 ~' 06.12.06	-
	5.수도종합연구소	관개·배수 기술, 농촌개발	' 08.10.29 ~' 13.10.28	정보교환
2.중 국	6.장강 과학연구원	삼협댐개발연구, 이동상 수리모형시험	' 95.01.14 ~' 11.01.13	책자수령
	7.농업공정설계연구원	농업토목, 건축, 축산오폐수처리, 에너지 개발	' 95.06.07 ~' 11.06.06	-
	8.길림성 정부 발전연구 센터	동북아 문제 연구	' 98.08.18 ~' 00.12.31	-
	9.연변 과학기술대학 동북아 농업개발원	동북아지역 농업사, 농업정책 및 농업기술개발	' 99.08.02 ~' 01.12.31	-
	10.남경수리과학연구원	수리실험분야	' 04.05.14	-
3.네 덜 란 드	11.델프트 수리연구소	해안수리, 항만, 하천, 수리모형, 수치해석 연구	' 94.12.07 ~' 98.12.06	교환연구원 (' 08년 1인)
	12.네덜란드 물 관리청	수리, 환경, 토지 이용, 농업경제	' 06.04.26	정보교환
	13.델프트공대 OTB연구소	농촌지역개발, 농업정책	' 08.04.22 ~' 13.04.21	교환연구원 (' 08년 1인) (' 11년 1인)
	28.네덜란드 헤닝헨연구소	새만금 농업용지 토지이용계획	' 12.07.11 ~' 12.09.21	공동연구 (MOA)
4.인 도	14.수자원개발관리센터	관개배수, 농업환경, 해안수리, 원격탐사연구	' 96.04.02 ~' 02.04.01	-

국 가	협약기관명	주요연구분야	체결일	협력현황
5.영국	15.윌링포드연구소	해안수리, 항만, 하천, 수리모형, 수치해석 연구	' 97.07.28 ~' 03.07.27	-
	26.런던사우스뱅크대학 (www.lsbu.ac.uk)	환경시스템 공학	' 11.09.06 ~' 16.09.05	공동연구 교환연구원 (' 13년 1인)
6.캐나다	16.워터루 지하수 연구소	지하수관리, 지하수 오염정화, 지하수 보전 및 관리	' 97.04.11 ~' 99.03.10	-
7.프랑스	17.세계물위원회(WWC)	수자원 관리 및 세계 물 정책	' 00.05.25	정보교환
8.미국	18.미주리대학교 농과대학	수질 및 토지자원관리를 위한 연구	02.10.15 ~07.10.14	-
	19.어번 엘라바마 농업시험연구소	수질, 환경, 물관리	' 08.05.12 ~' 13.05.11	교환연구원 (' 08년 1인)
	20.네브라스카 대학 국립가뭇경감센터	가뭇 등 기상변화에 따른 재해 대책	' 09.10.28 ~' 14.10.27	교환연구원 (' 09년 1인)
	21.루이지애나주립대학교	토양 지하수 오염복원, 지하수 관리, Green Remediation	' 10.05.12 ~' 15.04.11	교환연구원 (' 11년 1인)
	22.테네시대학교	농업 및 환경 보존, 토양과 수자원	' 10.05.13 ~' 15.05.12	교환연구원 (' 10년 1인)
	23.아이다호대학교	친환경적 수자원·수질연구, 가뭇 예방 등	' 10.08.23 ~' 15.10.29	공동연구
	27.메릴랜드대학교	농업비점오염원 관리	' 11.12.22 ~' 16.12.21	공동연구
9.태국	24.왕립관개청(RID)	관개배수(수자원관리처 공동)	' 07.9.13	방문·견학
10.뉴질랜드	25.왕립 지질·핵 연구소 (GNS)	지속가능한 수자원 보호 및 관리 기술	' 09.09.17 ~' 12.09.16	공동연구 교환연구원 (' 09년 1인) (' 11년 1인)
11.이탈리아	26.밀라노대학교	비점오염관리(축산분야)	' 13.10.7 ~' 18.10.6	공동연구 (13.10~14.6)
12.대만	27.국립성공대학교 타이난 수공시험소	수리시험분야	' 18.11.22	공동연구 방문·견학 교환연구원 (' 18년 1인)

라. 공동 연계협력 방안

(1) 타 실험시설과의 공동운영 및 협력방안



〈그림 4-13〉 실험시설과 공유 및 개방을 통한 상생 발전

□ 성과발표 및 워크샵 개최

- 실험시설간 우수사례 경연대회를 통한 시설 운영 노하우 공유
 - 실험시설간의 우수경험과 우수사례를 공유하여 상호 시너지효과 발생
 - 실패 사례 공유를 통해 시행착오 최소화
- 융복합 연구과제 도출을 위한 워크샵 개최
 - 타 실험시설 연구원간에 정보 공유와 토론을 통한 융복합 연구과제 도출
 - 데이터 및 시설 공유 활성화를 위한 유대관계 증진 도모
- 년 1회 시설견학을 통해 타 실험시설간의 공유 및 개방 유도

□ 타 실험시설과의 연계한 공동연구 및 실험시설 공유

○ 1, 2단계에 구축된 타 인프라 실험시설과의 연계는 각 센터별로 다음의 데이터를 공유하며, 이는 CI 시스템을 활용하여 관련 데이터 및 논문, 연구자료 등을 실무자와 협력하여 공유할 예정으로 실험실 부재의 시험연구를 통해 공동연구도 가능할 것으로 기대됨

<표 4-12> 타실험시설과의 공동운영 방안

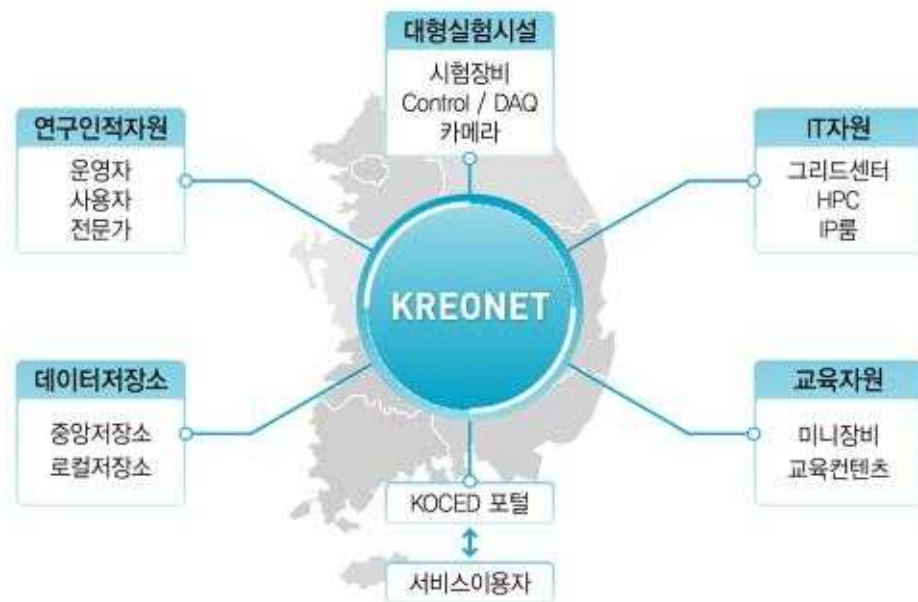
실험시설		공동 활용 연계 방안
1단계 분 산 공 유 기 반	해안·항만실험센터	• 본 사업의 조석실험장치와 연계하여 공동운영 • 하구역에서 조류와 파랑이 공존하는 해역에 대한 실험적 연구 • 저수지 내 부유식 구조물에 작용하는 수류력에 관한 연구
	대형풍동실험센터	• 기후조건 중 풍동기후 조건을 포함한 공동운영 • 바람에 의한 방조제 내측 호수 및 저수지 파랑 생성에 관한 연구
	지진방재연구센터	• 기후 데이터 공동연계 활용 • 지진에 의한 댐 및 저수지 붕괴에 따른 EAP 수립 연구 • 지진에 의한 댐 체체 작용 수류력 연구 • 지진해일에 의한 범람구역 산정 연구 • 지진 발생시 초기 지진해일 파형 예측 연구
	하이브리드구조 실험센터	• 교각구조실험 및 교각 수리실험자료 공유 • 배수갑문 방류 및 개도비에 따른 문비 진동 연구 • 흐름상태 변화 및 파랑에 따른 부유체의 계류시스템 및 작용하중 연구
	지오센트리퓨지 실험센터	• 고층 타워시험동의 풍속에 따른 변위 데이터 공동 활용 • 방조제를 통한 해수 침투 방지기술 개발
	첨단건설재료실험센터	• 건축재료 특성 실험데이터 공유 및 인력양성사업 공동운영 • 고내구성 식생블록 및 자연 친화형 호안블록 개발 연구
2단계 분 산 공 유 기 반	극한상태구조특성 실험시설	• 구조체 수충격 등 수리실험자료 공유 • 댐 붕괴에 따른 홍수파가 교량 등 하천구조물에 미치는 영향 연구 • 지진해일에 의해 범람한 해수가 지상 구조물에 미치는 파력 산정 연구
	기후변화대응다환경 실험시설	• 기후변화에 따른 수리환경변화 자료 공유 • 초고효율 하이브리드 소수력 및 조력발전 시스템 연구

- 지리적 위치의 거점으로 타 실험시설과 연계성
- 경기도 안산시에는 수도권 남쪽에 위치하기 때문에 향후 접근성이 매우 우수하여 인적 교류 및 세미나 개최 등이 편리한 고용 요충지임



<그림 4-14> 타실험시설과의 연계방안

- 1단계·2단계 사업을 통해 구축된 KOCED 사이버인프라(이하 KCI)의 협업시스템과 연계하여 공동운영 및 협력방안을 마련하고자 하며, 각 센터와의 세미나 및 워크숍 등 직접 연계 프로그램을 진행하고자함



<그림 4-15> KOCED 사이버인프라 연계 개념도

(2) 타 대학, 연구기관 및 산업체와의 연계협력 방안



<그림 4-16> 한국수리연구연합 구성 계획

□ Korea Hydraulic Federation(한국수리연구연합) 조직

○ 물관련 연구를 위해 다양한 방법을 사용할 필요가 있음

- 물관련 연구 및 문제해결을 위해 크게 현장조사, 수리모형실험, 수치해석, 이론해석의 4가지 방법을 사용함

- 전문화된 각각의 방법은 장단점을 내포하고 있어서 어느 한가지의 방법으로는 오늘날의 복잡하고 시급을 요하는 물 관련 이슈에 대해 적절히 대응하기 어려우므로 통합적 연구 방법이 요구됨

○ 현재 국내의 수리연구기관은 각각 장단점과 특화분야가 다르므로 이들을 통합 연계할 조직체 필요

○ HIGH-Center를 유치하여 물 관련 조사기관, 설계 및 시공사, 실험기관, 대학, 연구소, 학술단체의 연합체 구성의 구심점 역할 수행

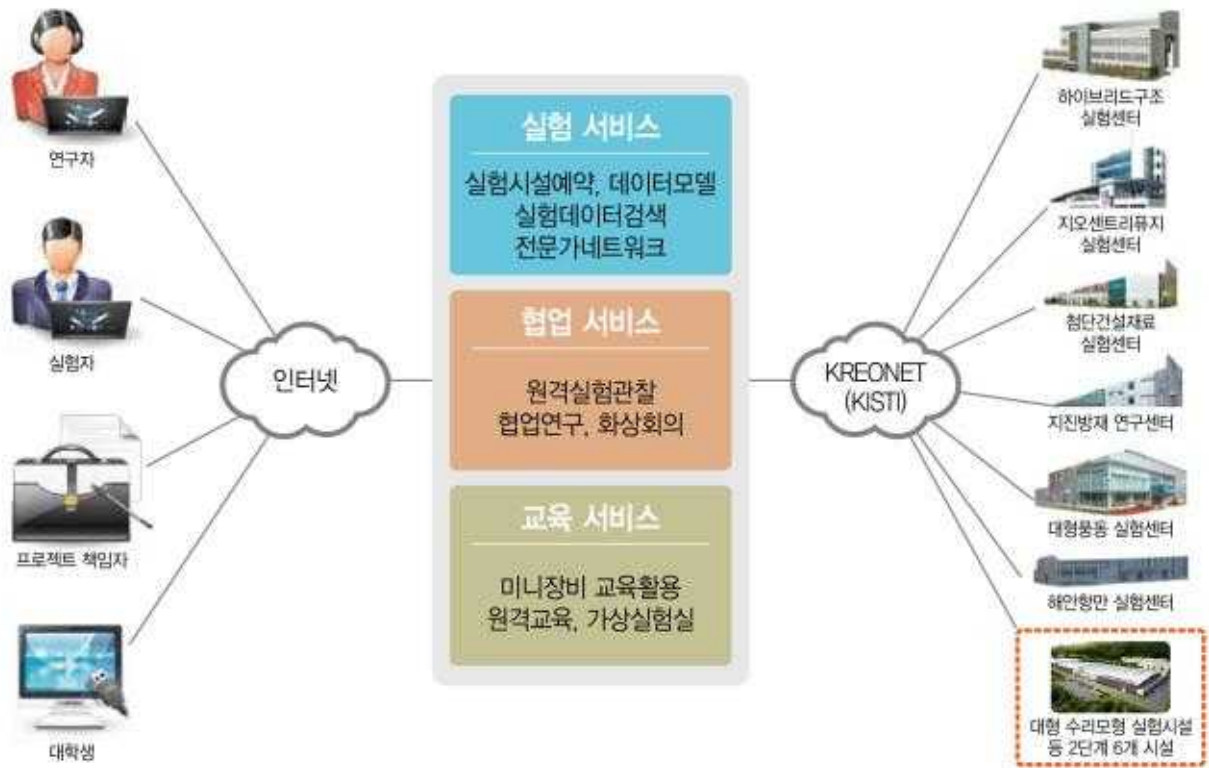
□ 산-학-연 공동연구 체계 플랫폼 구축

- 지속가능 건설산업 및 해외진출 기반구축의 핵심 분야인 대형 수리 실험시설 HUB를 구축함으로써 침체되어 있는 건설산업의 신성장 동력을 확보하며, 집적화된 수리실험기반을 구축함으로써 연구기관의 기술을 고도화하고 새로운 산업화 거점 역할을 수행하고자 함
- 대형 수리모형 실험시설은 국내외 수자원 관련 산업분야 발전을 위해 기술개발, 국내외 시험·인증, 신뢰성 검증을 통해 수자원 관련 산업의 종합적 기술지원 인프라시설로서의 역할을 담당할 계획
- 농어촌연구원 전문인력의 적극적인 대내외 R&D 활동을 통해 중소/중견 기업의 애로 기술 해소를 위한 기업지원 사용자 중심 시스템을 구축하며 초고속 정보통신망으로 네트워킹하여 원격 이용 및 원격가동이 가능한 그리드시스템을 구축할 예정
- 그리드 시스템 및 인프라를 통해 산-학-연간의 구심점 역할을 하여 시험평가 플랫폼을 구축함으로써, 향후 연구개발에 중심적 역할을 할 수 있을 것으로 기대되며, 이를 위해 현재 농어촌연구원과 Mou를 체결한 기업체, 연구기관, 대학과의 공동연구를 지원할 예정임



<그림 4-17> 산학연 공동연구 플랫폼 모식도

□ 대학 및 학생(어린이)인력 양성 교육프로그램 연계사업



<그림 4-18> CI(Cyber Infra) 시스템을 활용한 연계협력

○ 건설 연구 인프라 운영원에서 운영하는 CI(Cyber Infra) 시스템을 건설분야 대학생 및 학생(어린이) 장래직업체험(교육시스템)으로 활용

※ 지리적으로 분산되어 있는 대형 실험시설과 관측시설, 컴퓨터, 데이터 저장소를 네트워크화하고 운영소프트웨어와 미들웨어를 활용하여 통합한 후 공간적으로 분산되어 있는 많은 연구자들이 연구시설과 서비스를 공유하고 협업이 가능하도록 해주는 건설 연구 인프라운영원의 IT인프라임

최상회의, 원격실험관찰, 웹캐스팅, 협업연구, 원격강의가 가능함

○ Network를 이용한 원격 공동강의 프로그램을 지원하여 지리적·공간적 장벽을 초월한 연구 및 교육이 가능하며, 궁극적으로는 우리나라 전체적으로 건설분야 학생을 공동 선발하여 교육하고 학위를 수여하는 시스템으로 발전 가능

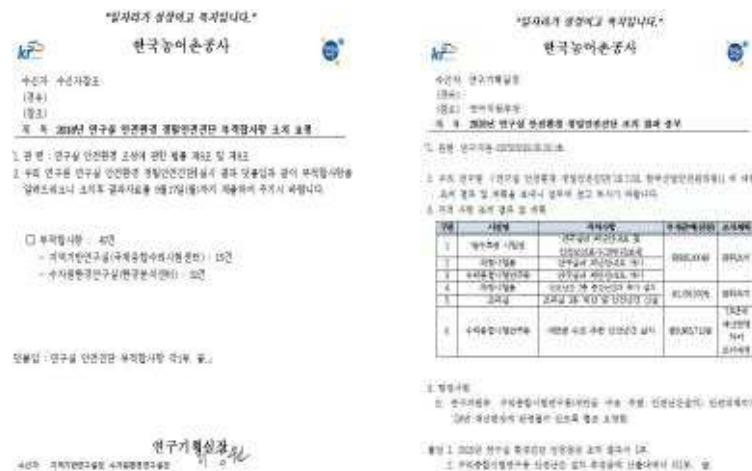
○ 실험시설의 개방공유를 원칙으로 교육신청을 원하는 초등학교~고등학교를 대상으로 눈높이에 맞는 교육강의 수행 및 전담강사 배치

○ 교육시스템의 경우, 시설내 연구인력 양성 교육시스템, 방문자를 위한 실증위주 교육, 인근 광역권 대학과 연계하여 MOU를 체결하고 연계교육과목을 신설하여 운영할 예정

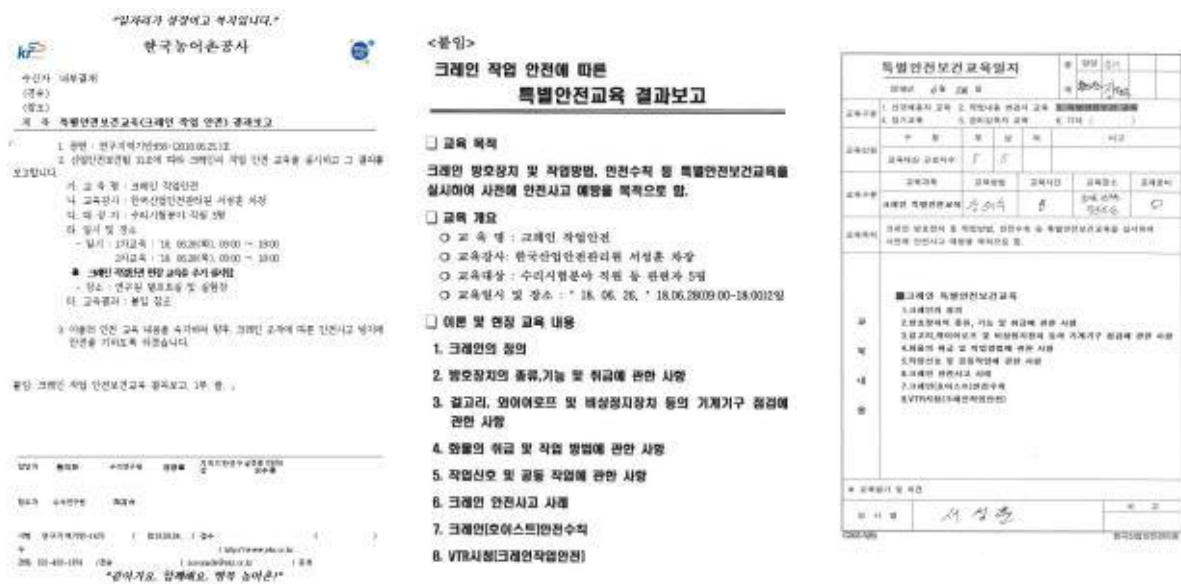
- 또한 초광역권의 경우 Network를 이용한 공동강의 및 원격실험과 대형실험 원격 모니터링을 통한 실험위주 교육 제공 및 연구 효율성을 증대시켜 실무위주의 교육을 제공할 계획

□ 안전사고 예방 방안 마련

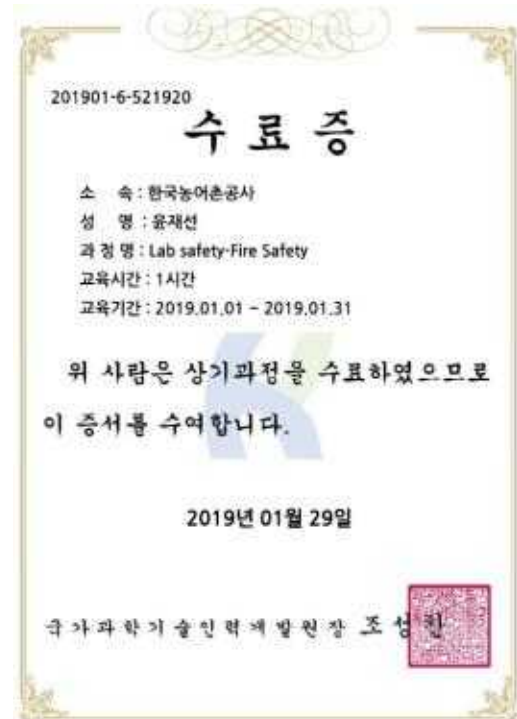
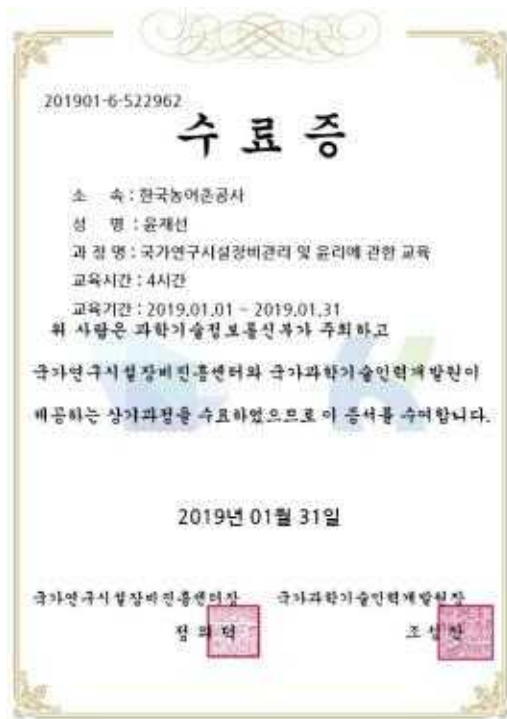
- 실제로 실험장 내부에는 대형 오토크레인, 건설장비, 강한 빛의 레이저장비 등 위험 요소 존재
- 실험시설은 연구원내에 점검 전담 부서를 배치하여 수시로 안전진단을 실시하고, 안전진단에 따른 수리 등 조치 결과 회신
- 또한, 대형 오토크레인과 같은 위험 실험시설 및 건설장비에 대해서는 정기적인 『특별안전보건교육(주관 : 한국산업안전관리원)』을 실시함
- 계측장비의 경우 과학기술정보통신부 주관 『국가연구시설장비 관리 교육(일반, 심화 교육), 실험실 안전교육』을 수강하고 수료증 확보 의무화
- 향후, 실험장 내부 및 외부 인근의 위험요소를 총괄하여 모니터링 할 수 있는 CCTV 등의 설치 예정



〈그림 4-19〉 실험시설 안전진단에 따른 조치 내역



〈그림 4-20〉 특별안전보건교육 수행 내역(한국산업안전관리원)



<그림 4-21> 과학기술통신부 주관 국가연구시설장비 교육 및 실험실 안전교육 수료증