18CTAP-B067472-06

일반 과제(○) / 공개(○) / 발간등록번호(11-1613000-002539-01)
국토교통기술촉진연구사업 제6차연도 최종보고서

R&D / 18CTAP-B067472-06

국토교통기술실험인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화
(2세부)통합운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구
최종보고서

2019. 06.

주관연구기관 / 국토교통연구인프라운영원
위탁연구기관 / Old Dominion University Research Foundation

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원장

국토교통기술실험인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화
(2세부)통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구 최종보고서
2019
국토교통과학기술진흥원
국 토 교 통 부

제 출 문

국토교통부장관 귀하

‘국토교통기술실험인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화(2세부, 통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구)’(연구개발 기간 : 2013.08.29. ~ 2019.03.31.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2019. 06.

주관연구기관명 : 국토교통연구인프라운영원 (대표자) 유 해 운 (인)

위탁연구기관명 : Old Dominion University Research Foundation (대표자)

주관연구기관책임자: 김 철 영

위탁연구기관책임자: 채 윤 병

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	18CTAP -B067472-06	해당 단계 연구 기간	`18.02.01 ~`19.03.31	단계구분	6/6
연구사업명	중사업명	국토교통기술촉진연구사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	국토교통기술실험인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화			
	세부과제명	(2세부) 통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구			
연구책임자	김 철 영	해당단계 참여 연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 475,954천원 계: 475,954천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 7,193,283천원 계: 7,193,283천원
연구기관명 및 소속 부서명	국토교통연구인프라운영원 기술연구소			참여기업명 -	
국제공동연구	[상대국명] 미국 (위탁연구 참여)			[상대국 연구기관명] Old Dominion University Research Foundation	
위탁연구	[연구기관명] Old Dominion University Research Foundation			[연구책임자] 채윤병	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	(보안등급 : 일반) -

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·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

요약	보고서 면수 : 444쪽

요약문

연구의 목적 및 내용	국토교통 대형실험시설의 운영관리를 위한 통합운영시스템(CI) 구축 및 운영고도화 전략 등을 수립하여, 실험인프라의 지속적 고도화를 통한 전주기적 관리 체계 마련 및 국가 공동활용 연구장비의 활용성 제고
연구개발성과	□ 통합운영 시스템 구축 ○ 공동 연계활용을 위한 통합 Networking 및 Grid구축 - 국토교통분야의 대형실험시설(12종, 1~2단계 실험시설) 통합 Networking 및 Grid 구축으로 지역적으로 분산된 대형실험시설의 실험장면을 고화질(HD급이상)영상으로 원격실험관찰 - 클라우드기반의 실험데이터 수집/저장 ○ 연구/실험/행정 효율화를 위한 통합 CI시스템 구축 - 국토교통 대형실험시설 · 장비의 공동활용 극대화 및 효율적 운영관리를 위한 실험서비스(상담, 견적, 접수/계약, 정산/회계, 장비운영관리, 장비활용성과관리) 시스템 구축 및 운영관리 □ 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고 ○ 교육용 실험교구 및 시설/장비 연계활용 교육 프로그램 개발 - 대학 교육에 활용할 수 있는 다양한 교육용 실험교구를 개발하고 대학의 관련 학과에 실험실습용으로 지원하여 실무형 인력양성 교육에 활용 가능 - 시설/장비를 활용하여 대학 기초실험교육 및 실무자 기술교육 지원 등의 이론과 실습을 통합한 교육프로그램 제공으로 건설분야에 대한 이해도 증진에 기여 ○ 품질경영시스템 도입 및 실험절차서 작성 - 시험인증 범위 확대 및 실험 품질경영시스템을 구축으로 실험 결과의 균질성 확보 - 실험센터에서 수행하는 중요 실험에 대해 체계화된 실험절차서 마련 □ 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구 ○ 국제 협력 및 국제 공동연구 - 실험시설을 활용한 국제 실험연구 커뮤니티 구축, 해외 실험데이터 확보 및 공동활용 연구질 향상 - 실험시설을 활용한 국가간 분산실험 연구 ○ 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축 - 동적 유압 가력기 실시간 제어 알고리즘 개발 - 시뮬레이션 코디네이터 S/W 개발 - 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 실험 수행 □ 1단계 시설장비 성능개선 도출 - 1단계 실험시설별 실험수요, 요구사항 및 최신 기술동향 등을 고려한 성능개선 사항 도출 □ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립 ○ 1단계 실험시설에 대한 운영성과 분석

	- 1단계 실험시설의 운영 및 활용성과를 분석하고 타 기관의 운영사례를 조사하여, 운영환경 개선, 타 연구/실험시설과의 연계활용방안 마련 ○ 인프라실험시설 통합 발전전략 수립 - 1~2단계 통합 실험시설의 운영방안 및 중장기 발전전략 수립으로 글로벌 건설기술 경쟁력확보에 기여
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 기존 1단계 6개 실험시설과 신규 2단계 6개 실험시설을 활용하여 국토교통 대형실험시설·장비의 공동활용 및 운영 효율화 제고 ○ 고화질 원격실험관찰로 연구의 효율성 증대 및 실험데이터 공유를 통한 연구발전의 가속화 ○ 국가 R&D 과제 및 민간 기업체의 특허, 신기술 제품의 성능검증 실험 지원 및 실용화 지원으로 건설연구인프라 실험시설의 기능 및 역할 강화 ○ 실험시설 및 연구장비를 이용하여 관련 실험 및 연구분야의 전문인력 양성에 활용가능 ○ 대학 기초실험교육 및 실무자 기술교육 지원 등의 이론과 실습을 통합한 교육프로그램 제공으로 건설분야에 대한 이해도 증진에 기여 ○ 실험 결과의 균질성 확보로 실험서비스에 대한 신뢰도 제고 ○ 국토교통분야 1, 2단계 대형실험시설의 활용성 제고를 통해, 교육/연구/국제협력 등 글로벌 건설기술 경쟁력확보에 기여

국문핵심어	국토교통연구 인프라	실험시설	CI시스템	그리드 망	운영고도화
영문핵심어	Construction R&D Infrastructure	Testing Facility	Cyber Infrastructure	Grid Network	System Upgrade

〈 목 차 〉

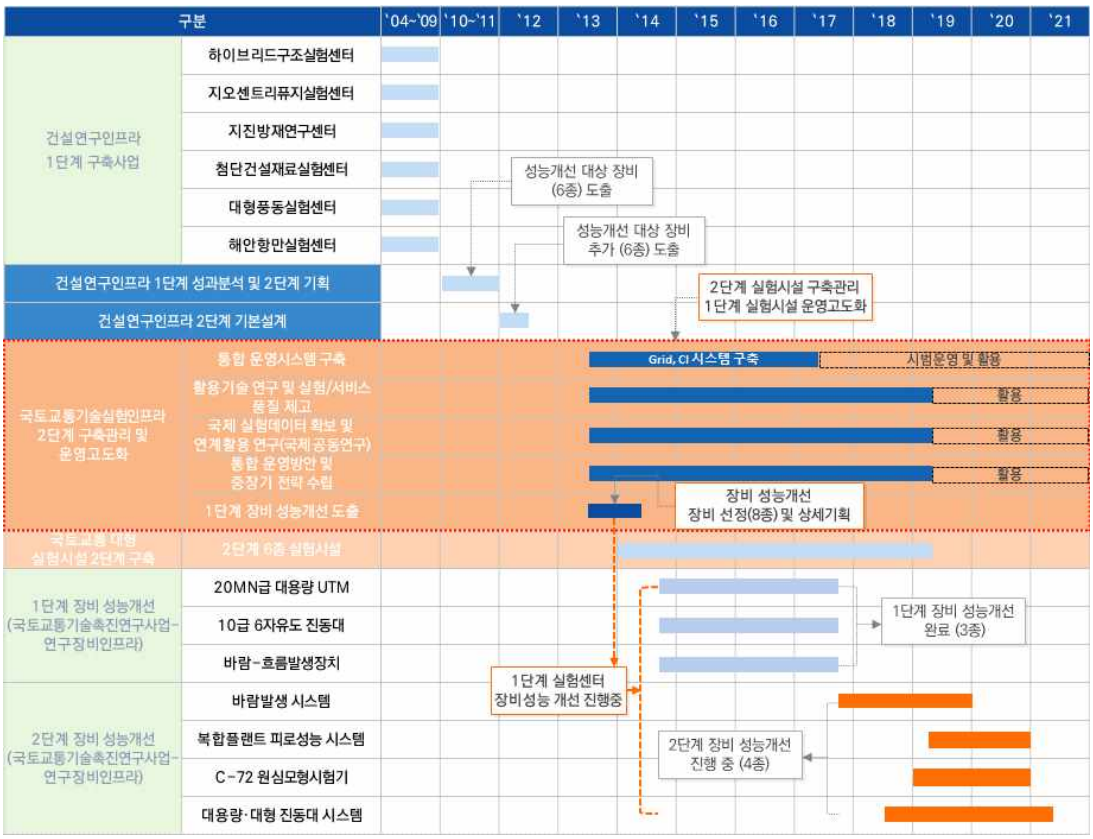
1. 연구개발과제의 개요 ····· 1
가. 연구개발 배경 ····· 1
나. 연구개발 목적 ····· 3
다. 연구개발의 필요성 ····· 4
라. 연구개발 범위 ····· 6
2. 연구수행내용 및 성과 ····· 9
가. 연구개발 추진 체계 ····· 9
나. 연구개발 추진 전략 및 방법 ····· 10
(1) 통합 운영시스템 구축 ····· 10
(2) 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고 ····· 12
(3) 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 ····· 16
(4) 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립 ····· 17
(5) 1단계 시설장비 성능개선 도출 ····· 19
다. 연구개발 추진 일정 ····· 21
(1) 연차별 연구개발 추진 일정 ····· 21
라. 연구 수행 내용 및 성과 ····· 25
(1) 연구개발 성과 요약(연차별 추진 내용) ····· 25
(2) 연구개발 추진 세부 내용(연차별 추진 내용) ····· 44
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 376
가. 목표 ····· 376
(1) 연차별 성과 목표 및 내용 ····· 376
(2) 총괄 성과 목표 ····· 379
나. 목표 달성여부 ····· 380
(1) 연구개발 목표의 달성도 및 평가 방법(성과점검기준표) ····· 380
(2) 총괄 성과 목표 및 달성도 ····· 386
(3) 정량적 연구성과 목표 및 달성도 ····· 388
(4) 정성적 연구성과 달성도 ····· 422
(5) 성과 목표에 대한 자체평가 ····· 440
다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구 필요성 등) ····· 443
4. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 444
가. 연구개발성과의 활용방안 ····· 444
나. 기대효과 ····· 453

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 배경

(1) 글로벌 국토교통기술 역량강화 및 연구장비 공동활용 지원을 목적으로 대형실험시설을 전국에 분산 구축(`04~`09)하여 현재 운영중에 있음

- 「분산공유형 건설연구인프라 구축사업(`04.06 ~ `09.06)」으로 실험시설 구축
- 국토교통연구인프라운영원 (前 건설연구인프라운영원)을 설립하여 `09년부터 1단계(6종)실험시설을 통합운영관리 중



<국토교통 대형실험시설 구축사업 추진 경과>

(2) 국가대형연구인프라의 체계적 구축, 공동 활용 및 효율적 운영관리에 대한 중요성 증대되어 범부처 차원의 지원강화*

* 국가연구시설·장비의 운영·활용 고도화계획(안)(국가과학기술심의회), 고가연구장비운영지원사업(과학기술정보통신부), 연구장비공동이용지원사업(중소기업청) 등

(3) 건설교통 R&D 성과의 사업화 촉진 및 수요대응형 지속가능 인프라 구축 등 5대 분야별 목표를 통해 건설교통기술개발 기반을 강화

<국토교통기술촉진 연구사업 분야별 목표>

국제기술협력	기술사업화 지원	원천·모험연구 지원	장비시설 인프라	공공기반기술
글로벌 시장개척을 위한 국제협력 네트워크 구축	기술이전 및 사업화 지원시스템 구축	기초·원천, 창조모험형 등 신수요 창출	기술실증을 위한 장비시설 인프라 강화	건설생산성 향상, 해외진출기반 마련

(4) 대규모 국가연구개발 예산이 투입되는 건설연구인프라 2단계 실험시설의 체계적인 구축관리와 1,2단계 실험시설의 공동활용성 제고를 위한 운영고도화 및 실험지원시스템 구축 필요

1단계(`09년 7월~)		2단계(`19년 3월~)	
	하이브리드 구조실험센터 (명지대, 용인)		극한성능 실험센터 (서울대, 서울)
	지오센트리퓨지 실험센터 (KAIST, 대전)		기후환경 실증센터 (한국건설생활환경시험연구원, 진천)
	지진방재 연구센터 (부산대, 양산)		주택성능 연구개발센터 (한국토지주택공사, 세종)
	첨단건설재료 실험센터 (계명대, 대구)		기상환경재현 도로 성능평가 실험시설 (한국건설기술연구원, 연천)
	대형풍동 실험센터 (전북대, 전주)		대형 수리모형 실험센터 (한국농어촌공사, 안산)
	해안항만 실험센터 (전남대, 여수)		도로주행시뮬레이터 실험센터 (한국도로공사, 화성)

<건설연구인프라 1,2단계 실험시설 12종>

나. 연구개발 목적

(1) 국제적 수준의 국토교통 대형 연구시설 · 장비는 연구 경쟁력 확보, 건설기술의 경제성장 기여, 등의 근원으로 꾸준히 증가하고 있는 추세이나, 공동활용을 위한 업무절차 및 실험사례 공유, 시설 및 장비 공동활용 촉진을 위한 연구는 뒷받침 되고 있지 못한 실정임.

이에 본 연구는 실험인프라의 지속적 고도화 및 대형실험시설 · 장비의 공동활용을 촉진하는데 목적이 있음



세부 연구목표	추진 내용
1. 통합 운영시스템 구축	통합 Grid시스템 구축 / 통합 CI시스템 구축
2. 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 / 품질경영 시스템 도입 / 실험 절차서 작성
3. 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구 / 국제 공동연구
ㄴ 6. 국제 공동연구	ㄴ (위탁) 실시간 하이브리드 실험시스템 구축
4. 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설 성과분석 통합 운영방안 / 중장기 발전전략 수립
5. 1단계 장비 성능 개선 도출	1단계 실험시설 장비성능개선 대상 장비 도출 구축계획서 작성(소요예산, 구축일정, 상세분석, RFP 등)

(가) 통합 운영시스템 구축

- 국토교통 대형실험시설 및 장비(1,2단계 실험시설 대상)를 누구나 편리하게 이용할 수 있고, 실험시설의 효율적 운영관리를 제공하는 통합 운영시스템 구축 및 시범운영

(나) 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

- 실무형 인력양성을 위한 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 및 소형 실험교구 개발
- 기존 실험시설의 실험결과에 대한 대외 신뢰성 제고를 위한 실험절차서 개발 및 품질경영 시스템을 도입

(다) 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

- 1,2단계 실험시설 · 장비의 우수성 홍보 및 연구협력을 위한 해외 유관기관과의 국제 연구세미나 및 국제 협력 체계 구축
- 국제협력을 통한 하이브리드 실험기법 공동 연구 및 실시간 하이브리드 실험시스템 구축

(라) 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

- 1단계 실험시설의 운영 및 활용성과 분석을 통해 운영환경 개선 및 1,2단계 실험시설의 통합 운영방안 및 중장기 전략을 수립

(마) 1단계 장비 성능 개선 도출

- `09년에 구축되어 운영하고 있는 1단계 6종 실험시설의 활용실적 및 활용기술 분야를 분석하고 향후 실험 수요를 반영하여 시설 · 장비 고도화를 위한 개선사항을 도출

다. 연구개발의 필요성

□ 글로벌 시장 구조 및 산업 환경 변화에 능동적으로 대응하고, 건설교통 R&D 인프라 하부구조 기반 조성을 위한 건설교통 R&D 인프라 구축에 지속적인 투자 및 관리 필요

○ 기술과 산업간 융복합, 고부가가치 및 녹색 산업, 고기능 인력 수요 증대 등의 미래 트랜드에 대응할 수 있는 건설교통 인프라 확충

○ 건설교통 분야 신성장동력 창출 및 연구성과의 실증을 위한 첨단 실험시설 인프라 및 운영지원 확대

○ 건설교통기술의 융복합화 및 기술수명의 단축 등에 따른 위험 증대에 대응하고, 대형 연구인프라를 기반으로 한 글로벌 경쟁력 확보 및 선진국, 신흥국과의 공동연구/ 국제협력 확대

□ 정부 투자 R&D 연구장비에 대한 공동활용 활성화 및 효율적 운영관리 필요

○ 건설연구인프라 실험시설의 지속적 활용성 제고를 위해서는 지역적으로 분산 구축된 실험시설을 효율적으로 관리할 수 있는 체계적인 운영관리시스템이 필요함

○ 실험장비 및 전산장비는 일정기간이 지나면 빠르게 노후화되어 성능이 저하되므로 최적의 운영 상태를 유지하기 위해서는 장비의 주기적 성능개선 및 주요 부품의 교체, 유지보수 등이 체계적으로 관리, 진행되어 함

○ 특히, 1단계 실험시설 구축시 함께 도입된 전산시스템(CI; Cyber Infrastructure)의 경우, '07년도에 도입돼 장비의 수명과 내구성능이 급격히 저하되어 있어 향후 2단계 6종 실험시설의 수요를 고려한 고도화가 요구됨

○ 빅데이터 가치와 중요성 증대에 따라 실험시설에서 생산되는 되는 데이터의 특성을 분석하여 데이터 수집, 저장, 유통 방법에 대한 통합 표준화방안을 모색하여 실험데이터 공유환경 조성 필요함

□ 업무혁신과 프로세스 개선에 따른 업무 효율성 제고 필요

○ 1단계 실험시설 행정업무 지원을 위해 연구지원시스템과 견적-계약시스템이 구축되었으나 2단계 실험시설 구축에 따라 조직의 확장 및 구축된 시스템 별 상호연계 부족에 따른 행정의 비효율성 및 서비스 제공 결여 등의 문제점이 도출되고 있음

○ 국토교통대형실험서설의 업무기준(실험행정, 장비관리, 성과관리)을 마련함으로 업무처리의 효율화 및 업무 프로세스, 데이터, 정보시스템간 불일치 해소 필요

□ 건설교통 기술변화 및 미래기술 개발을 위한 R&D 투자 대응에 맞춘 1단계 장비 성능개선 필요

○ 건설교통분야 R&D 기술의 검·인증, 실용화 및 미래기술 개발을 위한 연구개발 하부인프라 구축 강화가 요구됨

○ 기존 1단계 분산공유형 건설연구인프라 구축은 '04년에 기획, '09년에 구축되어 최근의 변화된 기술수요에 대한 실험검증 대응이 미약

○ '11년 건설연구인프라 구축사업 1단계 분석을 통해 관련분야 전문가들을 대상으로 한 수요조사 결과, 신규 시설구축과 함께 1단계 장비개선 요구가 높게 나타남

○ 실험 의뢰자에게 실험결과의 신뢰성과 최상의 기능을 제공하기 위해서는 환경변화를 반영한 기존 시설 및 장비에 대해 주기적인 개선과 보완이 필요함

○ 건설산업의 기술변화와 국가 R&D 발전전략의 수정에 따라 중장기 R&D 지원을 위한 추가 연구장비 확충 필요

□ 국제협력, 공동연구, 협력연구를 통한 연구의 국제화 및 해외경쟁력 제고

○ 세계적 수준의 대형실험시설 · 장비를 활용한 국제 공동연구 수행

○ 미국, 유럽 등의 선진국의 국제 협력 및 정보교류를 통한 연구능력 고도화 및 연구장비 우수성 홍보 필요

□ 교육와 연구의 융합을 통한 경쟁력 있는 인력양성

○ 1단계 실험시설 · 장비를 활용한 현장성 있는 교육 강화

라. 연구개발 범위

□ 통합운영 시스템 구축

○ 공동 연계활용을 위한 통합 Networking 및 Grid구축

- 1, 2단계 실험시설에 대한 통합 Networking 구축방안 수립
- 1단계 실험시설의 고화질 원격실험관찰을 위한 요구사항 수집 및 Grid시스템 구축
- 2단계 실험시설의 초고속통신망 연계를 위한 가이드 및 협의

○ 연구/실험/행정 효율화를 위한 통합 CI시스템 구축

- 1단계 CI시스템 활용현황 분석 및 통합 CI시스템 구축을 위한 추진계획 수립/확정
- 국토교통 대형실험시설·장비를 운영관리하기 위한 업무혁신 및 정보화시스템마스터플랜 수립
- 통합 CI시스템 구축 이행 및 관리
- 통합 CI시스템 시범운영 및 보완

□ 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고

○ 교육용 실험교구 및 시설/장비 연계활용 교육 프로그램 개발

- 교육용 소형 실험교구 개발 및 대학 강좌와 연계한 실험실습 프로그램 개발
- 실험시설을 기반으로 한 국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구
- 국내 타 연구·실험시설과의 연계 및 공동 활용 방안 연구

○ 품질경영시스템 도입 및 실험절차서 작성

- 실험장비, 실험인력, 수행절차 및 방법 등 실험전반의 프로세스 체계확립을 위한 품질경영시스템 구축
- 1단계 실험센터의 주요 활용기술 분석과 체계화된 실험절차서 작성

□ 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

○ 국제 협력 및 국제 공동연구

- 국내외 Grid 망 및 활용 현황 분석
- 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구
- 국제적인 실험시설 협력 커뮤니티 구축

○ 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축(위탁)

- 시뮬레이션 코오디네이터 S/W 개발
- 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 기법 검증

□ 1단계 시설장비 성능개선 도출

○ 1단계 장비 성능개선 도출 및 세부 추진계획 수립

- 실험시설별 실험수요, 요구사양 및 최신 기술동향 등을 고려한 성능개선사항 도출 및 세부 추진계획 수립

□ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

○ 1단계 실험시설에 대한 운영성과 분석

- 1단계 실험시설에 대한 활용실적 및 운영성과 분석
- 운영환경 개선방안 도출

○ 인프라실험시설 통합 발전전략 수립

- 1~2단계 실험시설 통합 운영방안 및 활용도 제고를 위한 중장기 전략 수립

2. 연구수행내용 및 성과

가. 연구 개발 추진 체계

(1) 연구단 추진체계 및 역할

○ 추진 체계

- 전문기관(국토교통과학기술진흥원), 추진연구단(국토교통연구인프라운영원) 간의 역할을 아래와 같이 명확히 함으로써 원활한 과제 수행 및 최종 목표성과 달성을 할 수 있도록 조직을 체계화 하도록 함

  · 국토교통과학기술진흥원 : 국토교통연구인프라 추진연구단 관리 및 연구과제 지원

  · 추진연구단 : 운영고도화 사업 목적에 부합하도록 연구단장을 중심으로 조직체계를 확립하여 운영하고 있으며, 2세부의 역할은 아래와 같음

(가) 연구시설을 이용한 연구시설 · 장비 공유/교육 활용 방안 연구(국제협력, 국제공동연구 등)

(나) 1단계 기존 실험시설과 2단계 신규 실험시설의 공동 연계활용 방안 수립

(다) 실험시설간 Networking 연동 방안 수립 및 초고속 연구망 연결(Grid 시스템)

(라) 통합 운영시스템 구축 및 시범운영

(마) 실험시설 활성화 및 공동활용 방안 수립

(바) 1, 2단계 실험시설을 통합한 공동운영 및 관리에 관한 정책 · 규정 마련

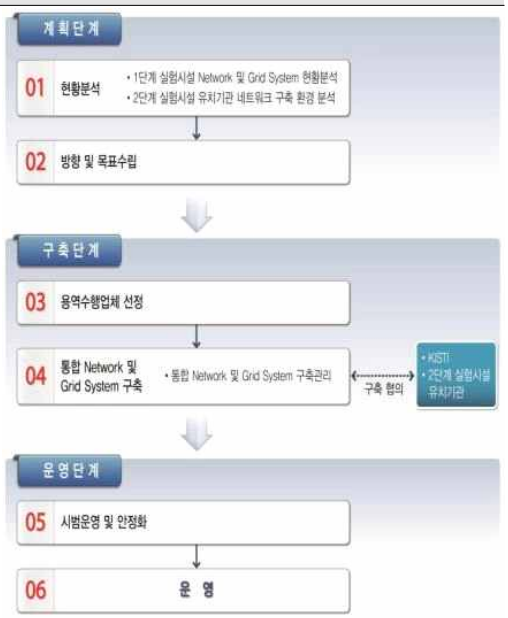


<추진 체계>

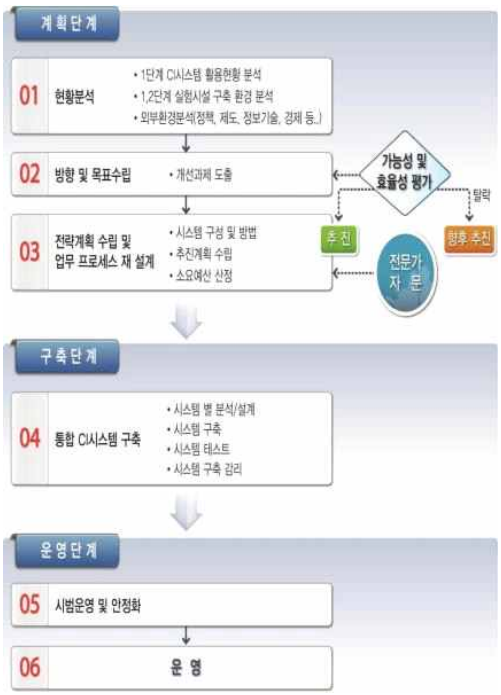
나. 연구개발 추진 전략 및 방법

(1) 통합 운영시스템 구축

(1-1) 통합 Grid 시스템

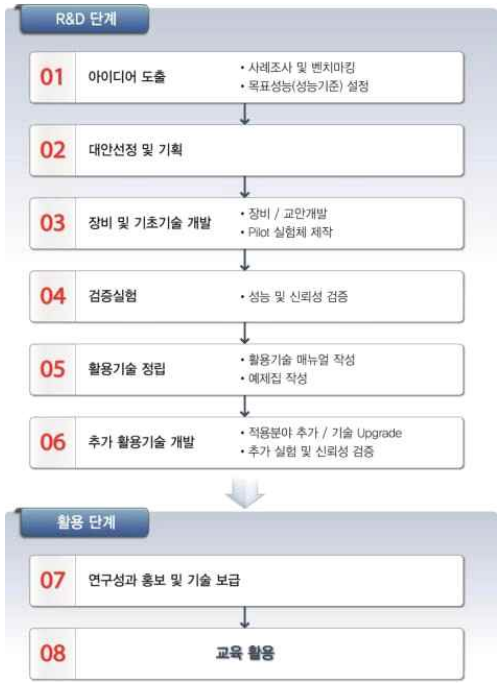
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="5">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="5">
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td>1단계
(기획)</td><td>1차
(`13.08<br>-`14.08)</td><td>◦ 현황분석
- 1단계 실험시설 Network 및 Grid System 현황분석
- 사용자 요구사항 도출
◦ 방향 및 목표수립
- 아키텍처 및 이행방안 수립</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(구축)</td><td>2-5차
(`14.08<br>-`18.01)</td><td>◦ 통합 Networking 및 Grid시스템 구축
- 1단계 실험시설 고화질 실험영상관찰 및 대용량 데이터 전송을 위한 Grid시스템 구축사업계획 수립 및 구축사업 수행관리
- 2단계 실험시설 초고속통신망 연동 및 Grid시스템 구축지원</td></tr>
<tr><td>3단계
(운영)</td><td>6차
(`18.02<br>-`19.03)</td><td>◦ 통합 Networking 및 Grid시스템 운영</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="5">■ 1,2단계 실험시설을 초고속통신망으로 연결하고 원격실험관찰이 가능한 연구환경 조성 및 대용량 실험데이터 관리 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="5">■ 첨단연구장비와 센서들은 방대한 양의 데이터를 생산하고 연구자의 연구형태가 데이터 중심으로 R&D패러다임이 변하여 축적된 데이터를 기반으로 새로운 가치를 창출하는 단계로 발전하고 있음
■ 본 과제를 통하여 전국적으로 분산 구축된 대형실험시설(1,2단계 실험시설)을 초고속 정보통신망으로 네트워킹하여 실험데이터를 중앙스토리지에 고속으로 전송함으로 실험이후 소실되는 데이터 방지 및 실험데이터 공개를 통한 공유환경 조성이 필요함
■ 또한, 원격실험관찰이 가능한 연구환경을 조성하여 공간적 거리에 관계없이 실험상황을 관찰하거나 공개실험 중계를 통하여 연구내용 및 결과를 신속하게 전송하여 협업연구를 할 수 있는 기반환경 조성이 필요함</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="5">■ 1,2단계 실험시설 통합 Networking 및 공유하고 협업하는 연구환경 조성</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="5">(기존기술 수준)
■ SD급(32만화소)로 실험영상이 중계되어 사람의 움직임 정도만 분별 가능
■ 200Mbyte이상의 대용량 실험데이터 전송의 불편함으로 실험데이터가 실험담당자 PC에 보관되는 경우가 많음
(개발기술 수준)
■ 2단계 실험시설(6종)의 네트워크망 구축지원 및 1단계 실험시설과 네트워크 연동
■ HD급(200만화소 이상) 화질의 실험영상 중계로 원격실험관찰이 가능한 연구환경 조성
■ 실험데이터 고속전송(1Gbyte 6분이내 전송) 및 실험데이터 관리를 위한 시스템 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>최종보고서 1건 등</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="5">■ Grid(원격실험관찰 서비스) 개선결과 및 장비도입 확인
■ Grid운영성과(실험영상:90건, 실험데이터 저장 : 1,575.8Gb, 실시간 중계 : 5건)</td></tr>
<tr><td></td><td>달성확인방법</td><td colspan="5">■ 통합 운영 시스템 구축 최종보고서의 시범운영결과 및 홈페이지</td></tr>
</table>

(1-2) 통합 CI 시스템

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="8">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="8">
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td>1단계
(기획)</td><td>1-2차
(`13.08<br>-`15.06)</td><td>◦ 현황분석
- 1단계 CI시스템 구축 현황분석
- 개선사항 도출 및 추진계획수립
◦ 업무혁신/정보화마스터플랜 수립 (PI/ISMP)
- 최신정보화 기술 적용가능성 및 활용성 검토
- 통합 CI시스템 구축 방향 및 목표모델 수립
- 기간 및 소요예산 산정</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(구축)</td><td>3-5차
(`15.06<br>-`17.05)</td><td>◦ 통합 CI시스템 구축
- 범위 및 요구사항 상세화
- 제도 및 기술검토를 통한 소요 자원 및 분야별 예산확정
- 분야별(PMO, 구축, 감리) 사업자 선정 및 사업수행 관리</td></tr>
<tr><td>3단계
(운영)</td><td>5차~6차
(`17.06<br>-`19.03)</td><td>◦ 통합 CI시스템 운영 · 관리
- 통합 CI시스템 시범운영 및 보완</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="8">■ 국토교통대형실험시설 공동활용 및 실험서비스 업무효율을 위한 통합 정보시스템 구축</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="8">■ 국가대형연구인프라의 체계적 구축, 공동 활용 및 효율적 운영관리에 대한 중요성 증대되어 대형실험시설·장비 인프라가 증가되고 있지만, 국토교통 대형실험시설의 공동활용을 위한 표준 업무프로세스 및 정보화에 대한 연구는 부족한 실정임
■ 전국에 분산되어 구축된 국토교통 대형실험시설 및 장비(1,2단계 실험시설 대상)를 누구나 편리하게 이용할 수 있고, 실험시설의 효율적 운영관리를 제공하기 위해서는 국토교통 대형실험시설의 업무기준과 표준화된 프로세스 그리고 통합된 정보시스템 구축이 필요함</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="8">■ 국토교통 대형실험시설의 실험시설·장비 이용의 편의성 및 실험시설 운영관리(실험행정, 장비, 성과)의 효율성 제공</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="8">(기존기술 수준)
■ 1단계 실험시설(6종)은 견적-계약시스템을 공동으로 사용하고 있으나, 실험행정(상담/견적/계약/정산)관련 전주기가 시스템화 되어 있지 않아 수작업 업무처리가 많음
■ 실험장비 및 성과관리는 센터별 관리되어 업무 프로세스, 시스템, 저장자료 간의 불일치가 존재함
(개발기술 수준)
■ 실험서비스(행정, 장비관리, 성과)의 全주기 온라인화를 통한 편리한 실험시설 이용 및 효율적인 실험시설 운영관리가 가능한 통합 CI시스템 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td colspan="3">기타</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>3건</td><td colspan="3">최종보고서 1건, 기술지원 34회, 매뉴얼작성 1건, 사용자교육 2회, 언론사 게재 및 홍보 4건 등</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="7">■ 통합 CI시스템 운영성과
- 실험의뢰 및 견적 : 3,009건 / 실험접수(계약) 건수 : 누적:2,144건
- 실험사례(공개용) DB구축 건수 : 423건 / 실험요약 공개보고서 : 43건</td></tr>
<tr><td>달성확인방법</td><td colspan="7">■ 통합 운영 시스템 구축 최종보고서의 시범운영결과 및 웹 사이트</td></tr>
</table>

(2) 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고

(2-1) 소형 실험교구 개발 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램

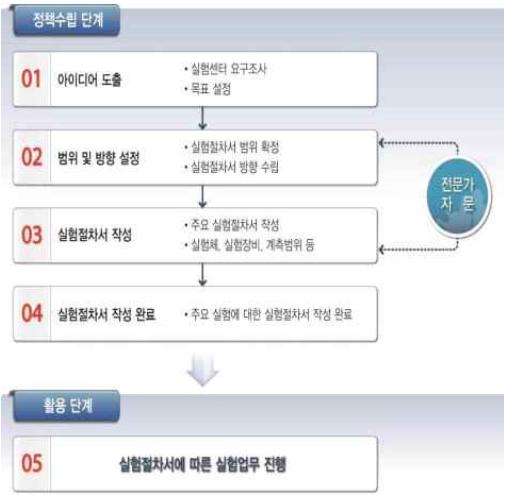
<table>
<tr><th>구분</th><th>세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(개발)</td><td rowspan="2">1-2차
(`13.08<br>-`15.06)</td><td>◦ 사례조사 및 벤치마킹
- 실험시설의 교육 활용현황 조사
- 대학의 교육활용 장비 및 연계 가능 강좌 조사
◦ 목표성능 설정
- 소형 실험교구
· 종류, 성능, 이동성, 안전성, 활용도 및 이용 편의성
·관련 교육기관 수요조사 수행 및 개발 교구 선정
·소형실험교구 개발계획서 작성
- 시설/장비 연계 교육활용 프로그램
· 이론과 실험의 연계성, 활용도 등
◦ 대안선정 및 기획
- 관련 대학/학과의 수요 및 활용도 조사
◦ 실험교구 제작
- 소형 전동식 진동대 시스템
◦ 실험교구 활용 컨텐츠 개발 및 활용
◦ 성능 및 신뢰성 검증
- 실험교구 검증실험 및 성능 확인
- 실험교구와 연계가능한 실험체 제작 및 검증 실험 수행
◦ 활용기술 정립
- 사용자매뉴얼, 예제집 작성 및 활용</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(활용)</td><td>3-6차
(`15.06<br>-`19.03)</td><td>◦ 연구성과 홍보 및 기술 보급
- 각 대학, 관련학과 활용 제공
- 홈페이지 홍보, Newsletter 등</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td>■ 대학 교육에 활용할 수 있는 다양한 교육용 실험교구를 개발하고 대학의 관련 학과에 실험실습용으로 지원하여 실무형 인력양성 교육에 활용</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td>■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험 품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td>■ 대학의 이론교육과 연계하여 기초 실험실습, 현장실험 교육 등에 활용(인력양성 및 전문 기술인력 교육)</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td>(기존기술 수준)
■ 특정 몇몇 대학을 제외하고는 대부분 이론교육만 수행
■ 이론교육과 연계하여 실험실습을 수행할 수 있는 교육용 실험장비 미비</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="6">■ 대학, 대학원생의 실습 경험 부족으로 졸업후 초급기술자로서의 역량 부족
(개발기술 수준)
■ 소형 실험교구 개발: 구조역학, 동역학, 지진, 풍동, 재료 등
■ Web 기반 실험장비 지원서비스 개발
■ 교구별 사용설명서 및 예제집 작성</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td colspan="2">기타</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>1건</td><td>-</td><td colspan="2">최종보고서 1건
교육용 실험교구 개발 및 활용 총 4건
교구 실험체 제작 1건,
교구 관련 S/W, H/W 매뉴얼 작성 2건
시설/장비 연계 교육활용 1건 이상(매년)</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="6">■ 교육용 실험교구 개발 및 활용 총 4건
- 교구 실험체 제작, 교구 관련 S/W, H/W 매뉴얼 작성 2건
- 실험교구 업데이트, 모터 교체 등
■ 시설/장비 연계 교육활용 프로그램
- 강좌연계 활용 1건(매년) 이상
- 인력양성 교육 활용 100명(매년) 이상</td></tr>
<tr><td>달성확인방법</td><td colspan="6">■ 보고서
- 교육용 장비 구축 및 활용 건수
- 대학 강좌연계 활용 건수 / 인력양성 교육 인원수</td></tr>
</table>

(2-2) 품질경영시스템

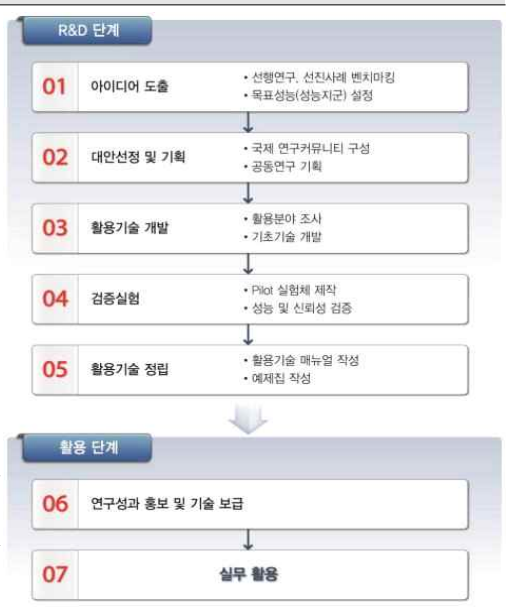
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th>단계(연차)</th><th></th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1단계
(정책
수립)</td><td rowspan="3">2-3차
(`14.08<br>-`16.04)</td><td>◦ 아이디어 도출
- 목표범위 및 방법, 절차 검토
- 컨설팅 계획</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>◦ 실험 품질프로세스 수립
- 실험센터 자체 시스템 도입 검토
- 인증 및 자격 분야 확대 검토</td></tr>
<tr><td>◦ 실험 품질프로세스 구축 및 작성
- 준비 및 시스템 구축(컨설팅)
- 내부심사 및 경영검토(자체검사)
◦ 실험 품질프로세스 구축 완료
- 자체 품질경영시스템 구축
(문서관리, 절차서 교육등)</td></tr>
<tr><td>2단계
(활용)</td><td>(`16.05<br>-`19.03)</td><td>◦ 자체 품질경영시스템 운영
- 문서체계화 및 자체 시스템 운영</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="6">■ 시험인증 범위 확대 및 실험센터 체계화를 위한 품질경영시스템 마련</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="6">■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="6">■ 국가 공식인증기관으로 공식적으로 인증을 받아 시험절차에 따른 시험프로세스 및 서비스를 제공과 실험센터 경영시스템 도입으로 실험 품질향상과 신뢰도를 증진시키기 위한 운영고도화</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="6">(기존기술 수준)
■ 3개 실험센터 KOLAS 인증을 취득하여 운영 중에 있음(하이브리드구조실험센터, 첨단건설재료실험센터, 지진방재연구센터) 부족
(개발기술 수준)
■ 시험 인증범위 확대 및 인증 자격분야 확대 지원 (하이브리드구조실험센터, 첨단건설재료실험센터, 지진방재연구센터)으로 기술력 향상
■ 품질경영시스템 구축지원(센트리퓨지실험센터, 대형풍동실험센터, 해양·항만실험센터)으로 실험시설 경영에 대한 체계화</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td colspan="2">기타</td></tr>
<tr><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="2">최종보고서 1건
KOLAS 인정범위 확대 3건
언론사 게재 및 홍보 2건 등</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="6">■ 품질경영시스템 3건 및 문서관리 체계 마련 3건
■ ISO9001 컨설팅 1건
■ KOLAS 인정 범위 확대 3건, 내부/사후 심사 7건
■ 원자력 성능검증기관 시험인증범위 및 컨설팅 1건</td></tr>
<tr><td>달성확인방법</td><td colspan="6">■ 실험센터 인증 범위 및 자격범위 확대
■ 3개 실험센터 품질경영시스템(품질매뉴얼) 구축 여부</td></tr>
</table>

(2-3) 실험절차서

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(정책
수립)</td><td rowspan="2">2-3차
(`14.08<br>-`16.04)</td><td>◦ 아이디어 도출
-요구사항 조사 및 목표설정
◦ 범위 및 방향 설정
- 실험절차서 범위 및 방향 수립
◦ 실험절차서 작성
- 주요 실험분야 및 범위, 사례 조사
- 실험준비 및 설치, 계측 등 실험 방법 검토
- 구조, 풍력, 내진, 해안, 지반, 재료 각 실험분야별 실험절차서 작성
◦ 전문가 자문
- 관련분야 전문가 자문 및 보완
◦ 실험절차서 작성 완료
- 각 센터별 실험절차서 작성완료</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(활용)</td><td>3-6차
(`15.05<br>-`19.03)</td><td>◦ 활용
- 실험절차서에 따른 실험업무 진행</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td>■ 실험센터에서 수행하는 중요 실험에 대해 체계화된 실험절차서 마련</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td>■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td>■ 실험센터(1단계 6개 실험시설)에서 수행하는 실험에 대해 환경 변수에 관계없이 균질하고, 일관성 있는 실험결과를 제공하기 위한 실험절차를 작성하여 실험시 활용</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td>(기존기술 수준)
■ 국토교통R&D사업으로 제한적인 구조성능평가 실험 프로세스 표준화 연구 중
■ 일부 실험과 부재에 한정되어 있음
(개발기술 수준)
■ 실험센터별 중요 실험에 대한 체계적인 실험절차서 작성을 통한 균질한 실험품질 확보</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>최종보고서 1건
실험절차서 20건</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td>■ 실험절차서 20건 작성 및 활용</td></tr>
<tr><td>달성
확인방법</td><td>■ 실험센터별 주요 실험에 대한 실험절차서 및 최종보고서</td></tr>
</table>

(3) 국제 실험데이터 확보 및 연계활용

(3-1) 국제협력

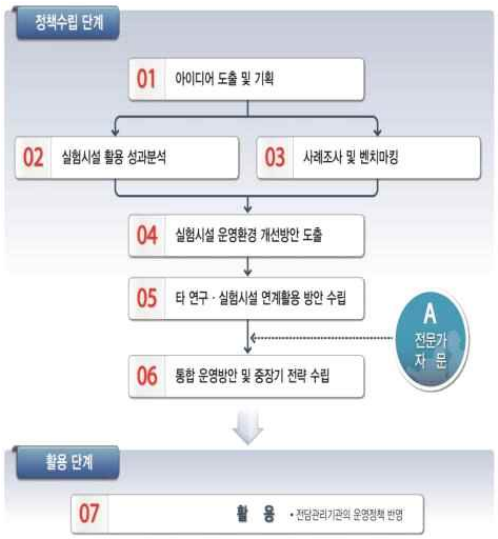
<table>
<tr><th>구분</th><th>세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(R&D)</td><td rowspan="2">1-6차
(`13.08<br>-`18.08)</td><td>◦ 선행연구, 선진사례 벤치마킹
◦ 목표성능(성능기준) 설정
◦ 국제 연구커뮤니티 구성
- 다국가 연구커뮤니티 구성
- MOU 체결
◦ 국제 공동연구 기획
- 다국가 연동 분산실험
- 국제 공동세미나, 협력회의
- 국제 실험데이터 공유 활용
◦ 활용분야 조사 및 기초기술 개발
◦ 실험체 제작 및 검증실험
- 검증 실험체 제작 및 검증실험
◦ 성능 및 신뢰성 검증</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(활용)</td><td>(`19.03
이후)</td><td>◦ 연구성과 홍보 및 기술 보급
- 학술지 논문 게재 및 학술발표
◦ 실무 활용
- 다양한 분산실험에 적용 활용</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td>■ 초고속 국가연구망(GLORIAD)과 실험인프라를 활용한 국제협력 및 공동연구</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td>■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td>■ 건설연구인프라 실험시설을 선진국의 실험기관과 연계하여 활용할 수 있도록 국제협력 체계를 마련하고 해외 유수의 실험데이터를 확보
■ 실험시설을 활용하여 여러 국가에서 동시에 연계실험을 할 수 있는 활용기술 개발
■ 미국, EU 등 기술선진국과의 공동연구를 통해 선진 기술력 도입
■ Global 연구협력 기반 마련 및 연구인력 교류 확대</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td>(기존기술 수준)
■ 국외
- 실시간 다자유도 분산실험 수행
- Real-time 통신 프로토콜 및 제어 프로그램 개발
■ 국내
- 소형 실험체를 활용한 분산실험(Demo 수준)
- Local 분산실험 수행(다자유도, real-time 기술 부족)
(개발기술 수준)
■ 해외 관련 실험기관과 공동협력을 위한 커뮤니티 구성(MOU체결/미국, 유럽, 아시아 등)
■ 그리드 망을 활용한 다국가 연계 분산실험 가능</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td colspan="4">
<table>
<tr><th>특허</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>국외 학술대회 2건</td><td>-</td><td>최종보고서 1건, MOU 체결 4건
국제세미나 개최 1건 등</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="4">■ 협력체계 마련 7건, 국외학술회의 및 강연 3건
■ 국제 공동연구 및 분산실험 추진 10건
■ 실험데이터 공유 5건 등</td></tr>
<tr><td>달성확인방법</td><td colspan="4">■ 보고서
- 국제 연구커뮤니티 구성(MOU 체결 여부)을 위한 업무 협의 건수
- 다국가 연계 분산실험, 공동 연구를 통한 검증 실험 수행 등</td></tr>
</table>

(4) 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

(4-1) 1단계 운영성과 분석

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="4">
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td>1단계
(성과
분석
계획)</td><td>1차
(`13.08<br>-`14.01)</td><td>◦ 분석 방법 설정
- 6개 센터 대상 설정
- 분석절차 설정
◦ 성과지표 도출
- 활용실적지표, 운영성과지표, 최종 성과지표 도출</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(성과
분석)</td><td>2-5차
(`14.01<br>-`18.01)</td><td>◦ 해당 자료 수집
- 각 센터별 설명 및 자료 요청, 수집
- 적절한 설문대상군 설정하여 만족도 및 수요조사 수행
◦ 성과분석 실행
- 조사를 통해 성과분석 실행
◦ 보고서 작성
- 1차년(`09~`16) 성과분석
- 2~4차년 성과분석</td></tr>
<tr><td>3단계
(성과
분석)</td><td>6차
(`18.02<br>-`19.03)</td><td>◦ 성과조사 내용 보완 및 조사대상 확정
◦ `17년 상·하반기 이용 만족도 및 요구도 조사<br>◦ `15년~`17년 파생성과 조사
◦ 조사결과 분석 및 중간보고서 작성</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="4">■ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립을 위한 1단계 실험시설에 대한 활용현황 및 운영성과 분석</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="4">■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="4">■ 1단계 실험시설의 실질적인 운영환경 개선방안 도출과 1·2단계 실험시설에 대한 효율적인 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립을 위해 체계적이며 구체적인 성과지표를 설정하여 구축 이후부터 1단계 실험시설에 대한 본 연구 종료 시점까지의 활용실적 및 운영성과를 분석함</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="4">(기존기술 수준)
■ 2010년에 기 수행된 연구과제를 통해 그 이전까지의 1단계 실험시설의 구축, 운영 및 활용 성과분석이 이루어졌음
■ 장기적 관점으로 보았을 때 체계적이며 지속적인 분석은 이루어지지 않아 미흡함
(개발기술 수준)
■ 장기적인 전략수립에 효율적으로 반영할 수 있도록 기존의 성과지표를 검토, 보완하여 활용실적 및 운영성과 지표를 도출함
■ 1단계 실험시설의 성과지표별 해당 자료의 수집 및 분석을 매년 수행함
■ 1단계 실험시설에 대한 운영성과를 1, 2, 5년차만 분석하여 별도보고서를 제출함
■ (핵심성과 10) '통합 운영방안 및 중장기 전략'에 활용함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>최종보고서 1건, 성과분석보고서 5건</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="5">- 1단계 실험시설 성과분석 및 CI시스템 반영 수립</td></tr>
<tr><td></td><td>달성확인방법</td><td colspan="5">- 성과지표 보완, 성과조사 및 분석 전산화를 위한 CI시스템 반영 방안 제시 여부</td></tr>
</table>

(4-2) 통합 운영방안 및 발전전략 수립

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="6">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="6">
<table>
<tr><th>단계(연차)</th><th></th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(정책
수립)</td><td rowspan="2">1-5차
(`13.08<br>-`18.01)</td><td>◦ 아이디어 도출 및 기획
- 선행연구, 사례 벤치마킹
- 목표성능(기준) 설정
◦ 성과지표 보완 및 성과조사분석 전산화 방안 수립
- 성과조사 전산화 위한 CI시스템 연계
◦ 사례조사 및 벤치마킹
- 타기관, 국가 시설 조사
- 운영, 활용성과, 환경, 현황 등
◦ 실험시설 운영환경 개선방안 도출
- 개선방안 도출 및 운영환경 제안
◦ 타 연구실험시설 연계활용 방안 수립
- Grid Networking 예계, 협력
◦ 전문가 자문
- 개선방안, 연계활용
◦ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립
- 운영방안, 전략 초안 작성
- 전문기관 협의</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(지침
제정)</td><td>(`18.02<br>-`19.03)</td><td>◦ 지침 제정 및 활용
- 운영정책 반영 및 활용</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="6">건설연구인프라 실험시설의 통합운영을 위한 정책 수립</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="6">■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="6">■ 1단계 실험시설의 운영 및 활용성과를 분석 결과를 기반으로, 타 기관의 운영사례를 조사하여, 운영환경을 개선하고 타 연구/실험시설과의 연계활용방안, 1-2단계 통합 실험시설의 운영방안 및 중장기 발전전략을 수립하기 위함</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="6">(기존기술 수준)
■ 1단계 6종 실험시설이 구축, 운영되고 있으나 운영현황 및 성과 분석 미흡
■ 타 실험기관 들의 활용현황, 운영 및 성과 등에 대한 분석 미흡
(개발기술 수준)
■ 1단계 국토교통 대형실험시설의 운영환경 개선
■ 타 시설(연구기관, 출연연, 국가 대형실험시설 등)의 사례조사 및 벤치마킹
■ 타 연구/실험시설 연계활용을 위해 Grid networking 연계 및 정책적 협력 검토
- 운영환경 개선방안 / 연계활용 방안 / 통합운영 및 중장기 전략 수립
■ 2단계 실험시설(6종) 중장기 비즈니스 모델 개발 및 상용화/사업화 전략 수립
■ 2단계 실험시설 구축 후, 재정 운영계획 및 방안 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td colspan="2">기타</td></tr>
<tr><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td colspan="2">최종보고서 1건
사용자매뉴얼 1건 등</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="6">■ 실험시설 통합 발전전략 수립
- 통합운영정책 수립 및 제정 지원(전문기관 대응)
- 국토교통 대형실험시설 활성화 방안 수립 등</td></tr>
<tr><td></td><td>달성확인방법</td><td colspan="6">■ 인프라실험시설 통합 발전전략 수립 보고서</td></tr>
</table>

(5) 1단계 시설장비 성능개선 도출

(5-1) 1단계 시설장비 성능개선 도출

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="5">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="5">
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th><th>단계별 수행절차</th></tr>
<tr><td>1단계
(사전
조사)</td><td rowspan="2">1차
(`13.08<br>-`14.02)</td><td>◦ 개선범위 설정
- 기 수행 연구결과 검토
◦ 사전조사 실시
- 실험수요, 요구사항, 기술동향 등
◦ 개선사항 도출
- 차별성 및 우수성 고려한 성능개선 사항 도출
- 전문가 자문 통한 최종 개선사항 도출</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>2단계
(계획
수립)</td><td>◦ 추진계획 수립
- 장비구성 및 방법
- 소요예산, 활용분야 등
◦ 보고서 작성
- 과제 착수 후 6개월 이내 보고서 작성 및 제출(1차년도)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="5">■ 1단계 실험시설별 실험수요, 요구사항 및 최신 기술동향 등을 고려한 성능개선사항 도출</td></tr>
<tr><td>설정사유</td><td colspan="5">■ 본 과업은 실험시설의 활용성 제고와 운영고도화를 위한 전략 수립 과제로서, 실험시설을 활용한 교육/연구 활용 및 해외 실험시설과의 연계 활용연구가 필요하고, 실험품질경영을 위한 품질경영시스템을 도입하여 체계화하고 기존 1단계 실험시설의 성과분석을 통해 향후 발전방향을 제시하는 정책수립 등이 필요</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="5">■ 본 연구를 통해 구축되는 2단계 실험시설 외에 기존 실험시설이 지속적으로 활용될 수 있도록 1단계 실험시설에 대한 성능개선사항을 도출하여 세부 추진계획을 수립하도록 함</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="5">(기존기술 수준)
■ 기 수행된 연구과제를 통해 수요조사 및 전문가들의 자문을 받아 1단계 실험시설 성능개선의 타당성을 확보함(2단계 실험시설 기획연구).
■ 성능개선사항이 도출되었으나, 보다 구체적이며 상세한 분석과 이에 따른 세부 추진계획 수립이 시급함
(개발기술 수준)
■ 1단계 실험시설별 실험수요, 요구사항 및 최신 기술동향을 분석하여 합리적인 성능개선사항을 도출함
■ 도출 결과를 토대로 성능개선 세부 추진 계획을 수립함.
■ 1단계 실험시설에 대한 성능개선사항 도출 결과 및 세부 추진 계획을 과제착수 후 6개월 이내 작성 및 제출함.
- 1단계 장비 성능개선 과제에 직접적으로 활용
(개발기술 수준 설정근거)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td>양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td></td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>최종보고서 1건
성능개선 대상 장비구축 보고서 1건</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="5">■ 1단계 실험시설 운영고도화를 위한 개선 대상 장비 도출 및 계획 수립</td></tr>
<tr><td>달성확인방법</td><td colspan="5">■ 성능개선 대상 장비 도출 및 구축계획 수립 여부</td></tr>
</table>

(6) 실시간 하이브리드 실험시스템 구축

(6-1) 국제 공동연구

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="7">세부 내용</th></tr>
<tr><td>단계별
추진절차</td><td colspan="7">
<table>
<tr><th colspan="2">단계(연차)</th><th>주요활동</th></tr>
<tr><td>1단계
(계획 수립)</td><td>1,2차
(`13.08-`15.06)</td><td>◦ 전문가 활용을 통한 국제 공동연구 추진 계획 수립</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2단계
(개발 및
검증)</td><td>3차
(`15.06-`16.04)</td><td>◦ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발</td></tr>
<tr><td>4차
(`16.04-`17.04)</td><td>◦ 시뮬레이션 코오디네이터 S/W 개발</td></tr>
<tr><td>5, 6차
(`17.04-`18.08)</td><td>◦ 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 기법 검증</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="7">■ 대형 구조물 동적 거동 분석을 위한 실시간 하이브리드 실험 기술 개발</td></tr>
<tr><td>목 적</td><td colspan="7">■ 차세대 실시간 하이브리드 실험기법을 연구하고 향후 대형 실험연구 수요에 맞추어 국내에 특화된 시스템을 구축하여 국내 연구자 및 건설기술자들이 보다 저렴한 비용으로 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 실험 연구를 수행할 수 있는 환경을 제공하고 건설기술 경쟁력을 향상시키고자 함</td></tr>
<tr><td>성능목표</td><td colspan="7">(기존기술 수준)
■ 실시간 하이브리드 실험 기법은 구조물의 동적 실험을 효율적으로 수행할 수 있게 해주지만, 유압가력기에 대한 기존의 변위 및 하중 제어 알고리즘은 소형 구조물에 적합하게 개발되어, 대형 구조물의 동적실험을 수행하기에는 아직 부족한 상태임
■ 현재 명지대학교 하이브리드구조실험센터(HYSTEC)에는 실시간 하이브리드 실험을 위한 하드웨어가 이미 구축 되어 있지만, 실시간 하이브리드 실험에 대한 Know-How가 부족해 실구조물에 대한 실시간 하이브리드 실험을 수행한 사례가 없고, 해외와는 달리 국내에서 실시간 하이브리드 실험에 대한 인식은 그리 보편화 되어 있지 않은 상황임
(개발기술 수준)
■ 대변위 실시간 하이브리드 실험에 적합한 유압가력기의 지능형 실시간 변위 제어 알고리즘 개발
■ 실험체의 하중 경계조건 만족을 위한 안정적인 실시간 하중 제어 알고리즘 개발
■ 개발될 알고리즘은 다양한 대형 구조물의 실시간 하이브리드 실험을 보다 더 정확하고 용이하게 수행할 수 있게 해줄 것으로 기대됨
■ 이는 향후 국내 연구자 및 건설 기술자들이 저렴한 비용으로 대형 구조물 실험 연구를 수행할 수 있는 환경을 제공해, 국내 건설기술 경쟁력을 보다 향상 시킬 것으로 기대됨
(개발기술 수준 설정근거)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">핵심성과</td><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td>-</td><td>국외 SCI
논문 6건</td><td>국외학술대회
발표 9건</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td colspan="5">■ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발
■ 시뮬레이션 코오디네이터 S/W 개발</td></tr>
<tr><td></td><td>달성확인방법</td><td colspan="5">■ 보고서 및 논문, 학술발표 관련 자료</td></tr>
</table>

다. 연구 개발 추진 일정

(1) 연차별 연구개발 추진 일정

○ 차년도별 추진 계획

1차년도

일련번호	연구내용	추진 일정												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	통합 Grid 시스템 구축													117.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													310.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용													53.0	
4	품질경영시스템													58.0	
5	실험절차서													42.0	
6	국제 협력													46.0	
7	1단계 장비 성능개선 도출													80.0	
8	1단계 운영성과 분석													45.0	

2차년도

일련번호	연구내용	추진 일정												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	통합 Grid 시스템 구축													231.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													410.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용													91.0	
4	품질경영시스템													117.0	
5	실험절차서													88.0	
6	국제 협력													71.0	
7	국제 공동연구													112.0	
8	1단계 운영성과 분석													45.0	
9	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립													66.0	

3차년도

일련번호	연구내용	추진 일정												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	통합 Grid 시스템 구축													309.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													841.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용													90.0	
4	품질경영시스템													120.0	
5	실험절차서													76.5	
6	국제 협력													98.0	
7	국제 공동연구													112.0	
8	1단계 운영성과 분석													15.0	
9	국제 공동연구													65.0	채윤병(ODU)

4차년도

일련번호	연구내용	추진 일정												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	통합 Grid 시스템 구축													238.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													682.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용													64.0	
4	품질경영시스템													32.0	
5	실험절차서													111.0	
6	국제 협력													158.0	
7	국제 공동연구													96.0	
8	1단계 운영성과 분석 및 통합운영전략 수립													143.0	
9	국제 공동연구													65.0	채윤병(ODU)

5차년도

일련번호	연구내용	추진 일정												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	통합 Grid 시스템 구축													380.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													600.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용													75.0	
4	품질경영시스템													33.0	
5	실험절차서													65.0	
6	국제 협력													95.0	
7	국제 공동연구													91.9	
8	통합운영지침제정													45.0	
9	국제 공동연구													35.0	채윤병(ODU)

6차년도

일련번호	연구내용	추진 일정														연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	통합 Grid 시스템 구축															63.5	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축															127.5	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용															37.0	
4	품질경영시스템															-	
5	실험절차서															-	
6	국제 협력															65.0	
7	(주관)국제 공동연구															88.0	
8	1단계 운영성과 분석															25.0	
9	통합운영지침제정															40.0	
10	(위탁)국제 공동연구															30.0	채윤병(ODU)

○ 총괄

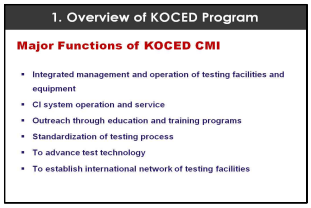
총괄															
일련번호	연구내용	연구기간												연구개발비(백만원)	책임자(소속기관)
		1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		6차년도			
1	통합 Grid 시스템 구축													1,339.0	김철영(국토교통연구인프라운영원)
2	통합 CI시스템 구축													2,971.0	
3	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발													410.0	
4	품질경영시스템													360.0	
5	실험절차서													383.0	
6	국제 협력													533.0	
7	국제 공동연구													500.0	
8	1단계 장비 성능개선 도출													80.0	
9	1단계 운영성과 분석(`15-`17)													225.0	
10	1단계 운영성과 분석(`09-`14) 및 성과지표 보완														
11	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립													199.0	
12	국제 공동연구													195.0	채윤병(ODU)

라. 연구 수행 내용 및 성과

(1) 연구개발 성과 요약(연차별 추진 내용)

(가) 연구개발 성과 요약

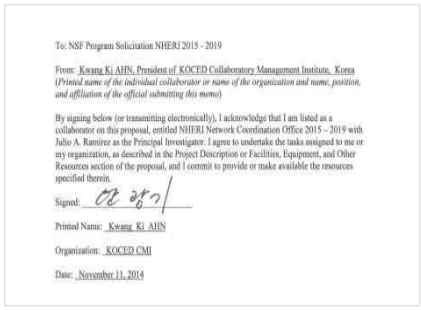
구분 (연도)	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
1차 년도 (2013)	통합 운영시스템 구축	통합Grid구축 계획수립 (44~47p)	<1단계 Grid 현황 분석, 개선사항 도출> ◦ 국내외 고화질 영상 및 대용량 데이터 전송 활용 사례 조사 ◦ 1단계 실험시설 Grid 현황 분석 - 국가과학기술연구망(KREONET) 연동 현황 파악 - 원격모니터링 및 실험데이터 관리 현황 파악 ◦ 1단계 Grid 개선사항 도출 - HD급 고화질 촬영장비 교체 및 초고속카메라 도입 - 고속의 데이터 전송이 가능한 데이터 저장시스템 구축 - 다각도 방향 실험관찰이 가능한 카메라 확대 및 무선 영상 전송 시스템 <2단계 실험시설의 국가과학기술연구망 연동 계획 수립> ◦ 통합 Networking을 위한 초고속망 운용기관 조사 ◦ 2단계 실험시설별 연구망 연동 제약조건 및 고려사항 도출 ◦ 운영원-KISTI간 연구협력 활동 -(`13.11.15) `13년도 연구망 연구활용보고서 제출 -(`14.02.21) `14년도 연구망 연구활용계획서 제출
		통합 CI시스템 구축계획 수립 (48~58p)	<1단계 CI시스템 활용 현황 분석> ◦ 내부환경·정보기술동향 분석 및 전략적 시사점 도출 - 실험시설 운영 및 업무프로세스 현황분석 - 응용S/W 및 인프라 현황분석 ◦ 업무프로세스, 시스템 등 이슈에 따른 개선사항 도출 <1,2단계 통합 CI시스템 구축계획 수립> ◦ 통합 CI시스템 구축 비전 및 목적 확립 ◦ 추진이행계획 수립 -(`14.03.13) 통합 CI시스템의 체계적 관리 및 구축 품질 향상을 위한 PMO 도입 검토 ·(`14.04.14~`17.10.14) 통합CI시스템 체계적 관리 및 구축품질 향상을 위한 사업관리 전문가 활용(PMO) - 실험서비스 관련 업무혁신(PI) 및 정보화시스템 마스터플랜(ISMP) 용역 사업계획 수립 및 사업자 선정 ·(`14.05.20) PI/ISMP 수행 업체 선정 공고 ·(`14.06.17) 제안업체 선정평가회 ·(`14.06.23, 25) 기술협상 및 계약 체결 ·(`14.07.02) 착수보고회
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (59~78p)	<관련 사례조사 및 현황 분석> ◦ 타분야 및 국토교통 분야 교육 프로그램 현황 조사 ◦ 국내 대학·전문대학의 실험실습시설 구축 현황 <1단계 실험센터 교육활용 실적 조사> ◦ 교육활용 주요 성과 조사(경진대회, 대학 전공수업 연계 현황, 중단기 실무교육 활용 현황 등)

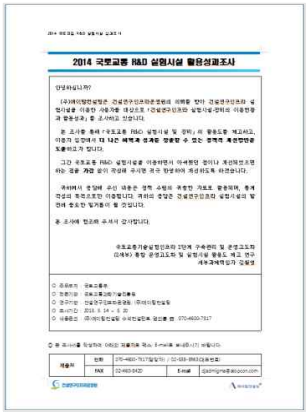
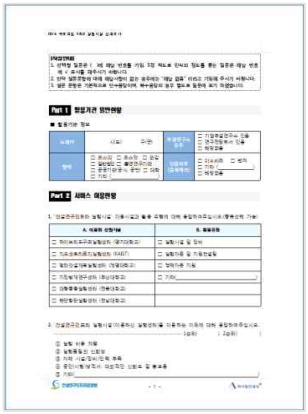
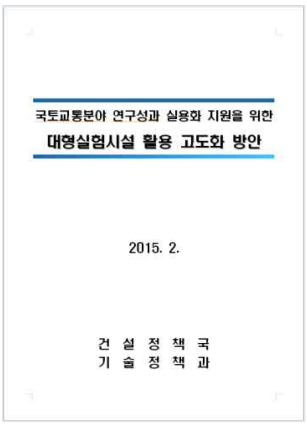
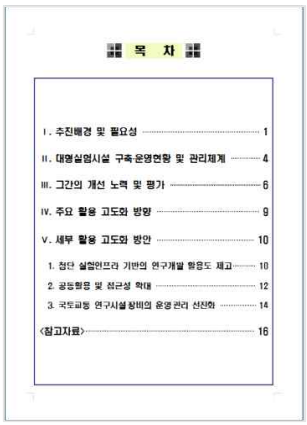
			<1단계 실험센터 대학 실험실습용 장비 현황 조사> ◦ 1단계 실험센터별 보유 실험교구 및 활용 수요조사 수행 ◦ 개발하고자 하는 소형실험교구 수요조사 수행 및 분석
			<실험시설/장비 연계 교육활용, 19건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 6건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건 ◦ 지진방재연구센터 : 5건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 6건 ◦ 대형풍동실험센터 : 1건
		품질경영시스템 적용 및 보완 (78~82p)	<기존 KOLAS 인정 센터의 인정범위 추가, 확장 추진(3개)> ◦ 다양한 실험 수요증가 및 국내외 대외활동 증대 등으로 국제 경쟁력 제고를 위한 인정 범위 확대 - 하이브리드구조실험센터 : 압축실험 범위 등 확대 - 첨단건설재료실험센터 : 인정 분야 확대 계획 수립중 - 지진방재연구센터 : 전기 1급 기기 내진검증 분야 확대 <자체 품질경영시스템 구축 추진(3개 센터)> ◦ KOLAS 미인정 센터(지오센트리퓨지실험센터, 대형풍동실험센터, 해안항만실험센터)의 자체 품질경영시스템 추진 ◦ 운영 체계화에 실험업무의 편의성, 효율성 및 신뢰성 제고를 위한 경영시스템을 구축
		실험절차서 작성 (82~87p)	<실험 표준 및 사례조사> ◦ 국내 실험절차 관련 표준 사례 조사 <실험절차서 작성 대상 선정 및 계획 수립> ◦ 1단계 실험센터별 실험중요도, 수요를 고려하여 절차서 작성을 위한 우선순위 도출 ◦ 실험절차서 작성 프로세스 및 계획 수립
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	국제협력 (88~91p)	<Grid 망을 활용한 실험데이터 공유현황 분석> ◦ 국내외 유관기관 그리드사업 연계 조사 ◦ Grid망을 활용한 실험데이터 공유현황 조사 및 분석 ◦ 국내외 대형실험시설 구축 사업 추진 현황 ◦ 국제협력 및 공동연구 수행 실적 사례 조사 <국제협력, 3건> ◦ (`14.05.14~16) 미국, ATLSS 등 연구기관 방문 및 업무 협의 ◦ (`14.06.18~19) 스페인, APPLUS+ 연구기관 방문 및 향후 공동연구 추진 계획 수립 ◦ (`14.08.06) 미국 UKC 참석 및 건설연구인프라 실험시설 소개   

		국제 공동연구 (91~93p)	<국제 공동연구> ◦ (`14.04.07) 독일, Kassel University 공동 세미나 개최 ◦ (`14.06.23~25) 미국, Old Dominion University 연구세미나 및 업무 협의회 개최 ◦ 2차년도 국제공동연구 계획 수립(Hystec-KASSEL, ODURF) <`09~`14년 1단계 실험센터별 국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의 및 공동실험 수행, 6건> ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 3건 ◦ 지진방재연구센터 : 3건
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`09-`13) (93~107p)	<1단계 6종 실험시설 성과분석(`09~`13)> ◦ 건설연구인프라 성과분석지표개발 ◦ 활용성과 및 만족도 조사 ◦ 사업성과 분석 ◦ 센터별 성과분석 ◦ 정책적 제언을 통한 발전 방향 제시 등
	1단계 시설장비 성능개선 도출	1단계 시설장비 성능개선 도출 (108~117p)	<1단계 실험시설 성능개선 대상 장비 도출> ◦ 1단계 실험시설 성능개선 필요장비 도출 ◦ 실험시설·장비 관련 요구사항 및 최신 기술동향 조사 ◦ (`14.02.05) 선정된 12종 장비에 대한 전문가 검토회의 ◦ 대상장비 선정(최종 8종 선정) - 장비 12종 상세보고서 작성 및 최종 8종 선정 완료 · 급속수평하중동시재하가 가능한 20MN급 일체형 대용량 UTM · 국제기준 대응 비구조 요소 실험용 10g급 6자유도 진동대 구축 · 바람-파도-조류 복합 발생을 위한 바람발생장치 · 허리케인 3등급(풍속 120mph)풍력에너지 개발 바람발생 시스템 · 대형 지반-구조물 실험을 위한 100㎥급 가변형 강성토조 · 국내 최초 600g-ton급 드럼형 센트리퓨지 · 6자유도 동시가력을 위한 고성능 Actuator 시스템 · 적재하중 100톤과 적재면적 140㎡의 대용량 대형진동대 시스템 ◦ 연구장비 고도화 구축계획 및 세부계획 추진 - 구축관리체계 수립 - 장비 구축 방향, 구매 및 구축 절차 계획 수립 - 주관연구기관 선정/평가 방안 마련 ◦ 1단계 실험시설 장비 성능개선 RFP 작성 및 보고서 제출 - 전문기관 협의를 통해 RFP 완료
2차 년도 (2014)	통합 운영시스템 구축	1단계 실험시설에 대한 Grid 개선 및 실험데이터 저장시스템 구축 (118~127p)	<Grid시스템 구축 사업계획 확정 및 구축사업 관리> ◦ 원격실험관찰 및 실험데이터 관련 요구사항 수집 및 사업계획 확정 - 원격실험관찰 및 실험데이터 보관관련 6개 실험센터 실무자 요구사항 인터뷰 - 세부 요구사항 확정 및 대가산출 - 제안요청서 및 평가방법 작성 - Grid시스템 사업자 선정평가 / 계약 (재공고에도 단독입찰로 적격여부 평가로 진행)

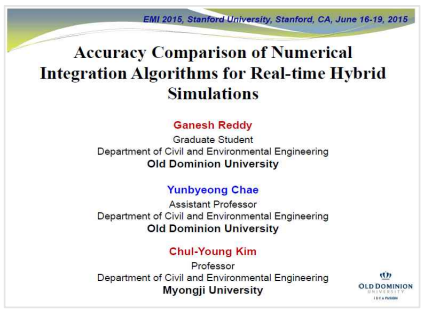
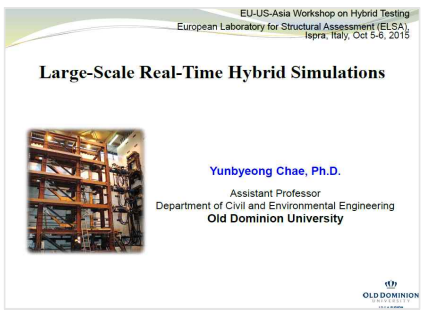
			◦ 원격실험관찰 및 실험데이터 저장시스템 구축용역 사업관리 - 1단계 실험시설 현장실사 및 제품납품 확인 - 가상드라이브 기반의 저장시스템 구축 확인 <2단계 실험시설의 국가과학기술연구망 연동협의> ◦ KREONET연동을 위한 2단계 실험시설 소개 및 연동가능성 논의
		통합 CI시스템 구축 (128~136p)	<실험서비스관련 업무혁신(PI)/ 정보화시스템 마스터플랜(ISMP) 수립> ◦ 국토교통 대형실험시설(6종) 업무요건 및 프로세스 분석 및 핵심업무 프로세스 도출 ◦ 개선과제에 따른 목표모델 수립/목표시스템 구축방안/이행계획 수립 <통합 CI시스템 구축 실행계획 및 이행단계 자문회의> ◦ 구축발주는 위한 PI/ISM결과활용의 적절성 ◦ 구축발주시 법·제도상 발생될 수 있는 문제점(대기업 참여제한, 분리발주 등) 논의 ◦ 구축예산 및 구축기간 타당성 검토
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (137~159p)	<소형 실험교구 관련 자료조사> ◦ 1단계 실험센터 대학 실험실습용 장비 현황 조사 - 기존 실험실습 장비의 활용 수요조사 - 개발하고자 하는 소형실험교구 수요조사 ◦ 국내외 소형실험교구 조사 - 국내 대학의 실험실습시설 구축 현황 조사 - 개발 실험교구 사례조사 <소형 실험교구 개발> ◦ 「소형 전동식 진동대」 개발계획 수립 - 국내외 소형실험교구 개발 사례 조사 - 실험교구 개발 및 활용 사례 조사 - 교육용 실험교구 구성(안) 제시 및 최종 개발교구 확정 - 구성, 성능, 활용성 등에 대한 전문가 검토 ◦ 「소형 전동식 진동대」 개발 - 각종 진동을 인공적으로 발생시켜 진동 테이블 위에 설치된 구조물의 동적 거동을 모사하고 측정하는 시스템 - Shaking Table, Control Box, 제어장치, 제진대 등으로 구성 - 기존의 교육용 미니진동대 대비 연구용에 가까운 성능으로 실규모 지진 모사가 가능함 <소형실험교구 연계 구조실험체 제작> - 구조실험체는 4층 빌딩 형태이며, 실험 목적에 맞게 층 구현 및 mass 조절 가능 - 전체 Plate에 리니어 엑츄에이터 및 가속도계 설치 가능 <사용자 매뉴얼 작성> - 모션 제어 프로그램 사용자 매뉴얼 작성 - DAQ 프로그램 사용자 매뉴얼 작성 · 모션 제어 프로그램의 원래, 구성, 기능별 역할 및 작동방법에 대해 제시

			<실험시설/장비 연계 교육활용, 25건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 5건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 5건 ◦ 지진방재연구센터 : 5건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 4건 ◦ 대형풍동실험센터 : 4건 ◦ 해안항만실험센터 : 2건
		품질경영시스템 구축 (160~171p)	<KOLAS 미인정 센터(3개 센터)의 품질경영시스템 구축> ◦ 지오센트리퓨지실험센터 - 컨설팅 수행기관(카스기술연구원) - (`15.02.16~`15.06.15) 품질경영시스템 구축 - 품질경영시스템 문서 생성 : 매뉴얼, 품질절차서, 품질지침서, 관련서식 등 ◦ 대형풍동실험센터 - 컨설팅 수행기관(한국건설생활환경시험연구원) - (`15.02.16~`15.06.15) 품질경영시스템 구축 - 품질경영시스템 문서 생성 : 매뉴얼, 품질절차서, 품질지침서, 관련서식 등 ◦ 해안항만실험센터 - 컨설팅 수행기관 (카스기술연구원) - (`15.02.16~`15.06.15) 품질경영시스템 구축 - 품질경영시스템 문서 생성 : 매뉴얼, 품질절차서, 품질지침서, 관련서식 등 <원자력 성능검증기관 인증 추진 계획 수립> ◦ 지진방재연구센터의 원자력 성능검증기관(내진시험 및 해석분야) 인증 및 해석분야 품질보증시스템 확립을 위한 컨설팅 <실험센터 운영·관리기관의 품질경영시스템 구축> ◦ (`14.12.05~`15.02.04) 실험센터의 국제공인 KOLAS 품질경영시스템 구축에 따라 센터의 운영관리, 실험계약, 실험서비스 등 관련하여 ISO9001 요건에 따른 문서체계, 서비스 체계 등 품질경영시스템 구축 및 인증 획득 ◦ (`15.04.20~`15.09.19) 건설연구인프라운영원 품질경영시스템 구축과 ISO9001 인증 컨설팅 - 업무·시스템·프로세스 진단을 통한 내부심사 및 시정조치
		실험절차서 작성 (172~177p)	<실험절차서 작성, 2건> ◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건 - PC암거 성능평가 실험 ◦ 대형풍동실험센터 : 1건 - 교량 단면 2차원 진동실험
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	국제 협력 (177~183p)	<국내외 대형실험시설 구축 현황 조사> ◦ 국내외 실험시설 구축 사업 추진 현황 조사 ◦ 국외 대형실험시설 구축 현황 조사 <해외 연구커뮤니티 구성을 위한 상호연구현황 공유 및 업무협의> ◦ (`15.09.29) 스위스 ETH, Structural Dynamics/Earthquake Engineering 실험실

			◦ (`15.09.30) 스위스 EMPA, Structural Engineering 실험실 ◦ 미국 Old Dominion University와의 공동연구 기획 <해외 연구기관과 협력 커뮤니티 구축> ◦ (`14.11.11) 미국 NHERI-NCO(NEES 2단계) 협력기관 가입  To: NSF Program Solicitation NHERI 2015 - 2019 From: Kwang Ki AHN, President of KOCED Collaboratory Management Institute, Korea (Printed name of the individual collaborator or name of the organization and name, position, and affiliation of the official submitting this memo) By signing below (or transmitting electronically), I acknowledge that I am listed as a collaborator on this proposal, entitled NHERI Network Coordination Office 2015 - 2019 with Julio A. Ramirez as the Principal Investigator. I agree to undertake the tasks assigned to me or my organization, as described in the Project Description or Facilities, Equipment, and Other Resources section of the proposal, and I commit to provide or make available the resources specified therein. Signed: Printed Name: Kwang Ki AHN Organization: KOCED CMI Date: November 11, 2014 ◦(`15.01.05) 스위스 연방 재료시험연구소(EMPA)와 MOU체결  Memorandum of Understanding between KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI), Korea and Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa), Switzerland  IN WITNESS WHEREOF, the undersigned, duly authorized, have signed the present MOU on behalf of their respective institutions. FOR: KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI) Korea Abr. Kwang Ki President FOR: January 5, 2015 Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa) Switzerland Dr. Peter Richner Member of the Board Dr. Masoud Motavalli Head of Lab Structural Engineering
	국제 공동연구 (183~195p)		<국제 공동연구> ◦ (`15.09.26) 독일 Kassel Univ.의 Steel and Composite Structures 실험실과 공동연구 추진 ◦ Old Dominion University(미국)와의 공동연구를 통한 실시간 하이브리드 실험 알고리즘 개발 및 실험시설·장비 시스템 적용 - 시험체(철근 콘크리트 교각) 제작 및 검증 실험 - 분산실험 수행(미국 ODURF - 한국 HYSTEC) <국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의 및 공동실험 수행, 16건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 2건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 6건 ◦ 지진방재연구센터 : 6건 ◦ 대형풍동실험센터 : 2건
통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`09-`14) (195~199p)		<활용성과 및 만족도 조사> ◦ (`09~`14) 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 현황 조사(`15.05.14~`15.05.20) - 조사 - 계약실적 968건 중 이용자 324건의 조사대상 기관 선정 · 203건 응답(응답률 62.6%) - 중소기업 지원율, 중소기업지원사업 연계율 등 중소기업 관련 성과 조사 - 61.6%의 연구시설 장비 가동률 및 84.3점의 사업만족도 평가 결과 도출

			 2014 국토교통 R&D 실험시설 활용성과조사 
		실험시설의 통합운영 정책 수립 (200~202p)	<국토교통 대형실험시설 활용 고도화 방안 수립> ◦ 인프라실험시설 통합발전방안으로 「국토교통분야 연구성과 실용화 지원을 위한 대형실험시설 활용 고도화 방안」작성 - 첨단실험인프라 기반의 연구개발 활용도 제고, 공동활용 및 접근성 확대, 국토교통 연구시설 장비의 운영관리 선진화 등 3개의 추진방향으로 고도화 방안 마련  국토교통분야 연구성과 실용화 지원을 위한 대형실험시설 활용 고도화 방안 2015. 2. 건 설 정 책 국 기 술 정 책 과  목 차 Ⅰ. 추진배경 및 필요성 ····· 1 Ⅱ. 대형실험시설 구축·운영현황 및 관리체계 ····· 4 Ⅲ. 그간의 개선 노력 및 평가 ····· 6 Ⅳ. 주요 활용 고도화 방향 ····· 9 Ⅴ. 세부 활용 고도화 방안 ····· 10 1. 첨단 실험인프라 기반의 연구개발 활용도 제고 ····· 10 2. 공동활용 및 접근성 확대 ····· 12 3. 국토교통 연구시설 장비의 운영관리 선진화 ····· 14 <참고자료> ····· 16
3차 년도 (2015)	통합 운영시스템 구축	2단계 실험시설 Grid구축지원 (203~206p)	<2단계 실험시설 대상 Grid시스템 구축 가이드> ◦ 1단계 실험시설 Grid구축 및 활용사례 소개 ◦ 원격실험관찰 및 대용량 실험데이터 전송을 위한 네트워크 구성 및 하드웨어 도입 가이드
		통합 CI시스템 구축 (207~217p)	<통합 CI시스템 PMO용역 사업계획 확정 및 사업관리계획 수립> ◦ PMO 추진체계 변경(자문위원에서 PMO전문기관으로 변경) ◦ PMO용역 과업범위 확정, 대가산정 및 평가방법 작성 ◦ PMO용역 발주공고/선정평가/ 계약 ◦ PMO사업 기획단계 수행 - 통합 CI시스템 구축 사업계획 수립 및 대가산정 자문 - 시스템 구축 성과지표 및 목표치 자문 - 시스템 구축 제안요청서 작성 자문 <통합 CI시스템 구축용역 사업계획 확정 및 사업관리계획 수립> ◦ 통합 CI시스템 응용 S/W 상세 요구사항 및 H/W규격 확정 ◦ 제안가능 업체 기준검토 ◦ 시스템 구축 용역 대가산정 및 평가방법 작성 ◦ 시스템 구축용역 발주공고/선정평가/ 계약 / 착수

	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (218~220p)	<소형 실험교구 활용, 1회> ◦ 소형 실험교구 활용 : 1건 - (`15.10.17) EnGenius Day 참석: 소형 전동식 진동대 시연 및 교육
			<실험시설/장비 연계 교육활용, 46건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 9건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 7건 ◦ 지진방재연구센터 : 4건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 11건 ◦ 대형풍동실험센터 : 6건 ◦ 해안항만실험센터 : 9건
		품질경영시스템 적용 및 보완 (221p)	<품질경영시스템 도입, 3건> ◦ 지진방재연구센터 : 3건 - IEEE Std 693-2005 - IEEE Std 344-2013 - ICC ES AC156:2010
		실험절차서 작성 (221~222p)	<실험절차서 작성, 6건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 1건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건 ◦ 지진방재연구센터 : 1건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건 ◦ 대형풍동실험센터 : 1건 ◦ 해안항만실험센터 : 1건
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나 또는 협력회의 개최 (223~225p)	<국제 협력> ◦ (`15.08.02) 인도네시아, 한-인니 도로협력회의 ◦ (`15.12.03) 중국 Wuhan 실험시설 · 장비 관련 심포지움 ◦ (`16.01.06) 베트남 EASEC-14 참석 및 발표 ◦ (`15.10.28) 중국 Tongji Univ., 유럽 JRC 국제세미나 개최 ◦ (`15.11.12) 대만 타이난성공대학교, MOU 체결 ◦ (`16.02.29) 유럽 JRC, MOU 체결 <국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의 및 공동실험 수행, 18건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 3건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 7건 ◦ 지진방재연구센터 : 3건 ◦ 대형풍동실험센터 : 4건 ◦ 해안항만실험센터 : 1건
		국제 공동연구 (225~226p)	<국제 공동연구> ◦ (`15.12~`16.03) 미국 Old Dominion University와 공동연구를 통한 하이브리드 검증 실험 수행 ◦ `(16.01) 미국 Old Dominion University와 공동연구를 통한 진동대 검증실험 수행
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설에 대한 운영성과 분석 (227~229p)	<1단계 실험시설의 `15년도 활용실적 및 운영성과 분석> ◦ 성과지표 검토 ◦ 공동활용 실적 조사 ◦ 실험서비스 이용기관 만족도 분석 ◦ 실험시설 이용 파생성과 분석 등

	실시간 하이브리드 실험시스템 구축	국제 공동연구 (229p)	<국제 공동연구 추진> ◦ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발 - 실시간 하이브리드 실험 수행의 기술적 문제 분석 - 개선된 실시간 변위 제어 알고리즘 개발 - 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 - 분산 하이브리드 실험 계획 수립 ◦ (`15.06.16) 미국 Engineering Mechanics Institute 국외 학술회의 발표, “Accuracy comparison of numerical integration algorithms for real-time hybrid simulations”  ◦ (`15.10.05) 이탈리아 ELSA EU-US-Asia Workshop on Hybrid Testing 국외 학술회의 발표, “Large-scale real-time hybrid simulations” 
4차 년도 (2016)	통합 운영시스템 구축	2단계 실험시설 Grid구축지원 (230~233p)	<초고속통신망 구축일정 협의 및 연동> ◦ 극한상태실험시설 국가과학기술연구망 연동관련 업무 협의 ◦ 극한상태실험시설 국가과학기술연구망 연동관련 설치사항 확인 ◦ 극한상태실험시설 국가과학기술연구망 연동완료 <국가과학기술연구망 연결을 위한 협력활동> ◦ 16년도 국가과학기술연구망 이용기관 간담회 참석 ◦ 1단계 실험시설 현장실사를 통한 연구협력 방안 논의 ◦ 16년도 KREONET이용관련 연구 활용결과 보고서 및 활용실적 제출 <자문회의> ◦ 기존 및 신규 대형실험시설 IT요소기술 도출을 위한 자문
		통합 CI시스템 구축 (234~253p)	<통합 CI시스템 구축 사업관리 및 추진> ◦ 통합 CI시스템 구축관련 주요 추진사항 - (’16.04.26) 구축사업 착수 - (’16.07.25) 감리용역 계약체결 - (’16.07.28) 요구사항 분석 및 인터뷰

- ('16.10.04) 분석/설계 실무자TFT 검토회의
- ('16.10.20) 분석/설계 결과보고회
- ('17.03.16) 통합 CI시스템 사용자 설명회
- ('17.03.17) 통합 CI시스템 종료검토 회의
- ('17.03.21) 통합 CI시스템 종료단계 감리 완료

◦ 통합 CI시스템 구축 성과
- 실험서비스(상담, 견적, 접수/계약, 정산/회계, 장비운영관리, 실험데이터 관리)시스템 구축
- URL : http://kwiz.koced.or.kr
- S/W저작권 : 1건 (실험서비스)
- 시스템 구축으로 인한 업무처리 자동화율 : 86%
(온라인서비스 수(42)/전체 업무 서비스(49))

◦ 통합CI시스템 구축사업 관리

관리지표	목표(계획대비)	결과(월 평균)
사업일정 준수도	5%이내 차이	96% 달성
공정준수율(인력)	95%이내 투입	100% 투입
이슈 및 위험조치율	95%이내 조치	97% 조치
품질보증 준수율	95%이내 만족	98%만족

<PMO(Project Management Office)[1] 운영>
◦ 구축 사업의 관리수준 향상 및 단계별 기술적 검토
- 비용, 품질, 위험, 일정 등 프로젝트 전 분야 감시, 모니터링
- 프로젝트 수행중 발생가능한 위험요소들에 대한 관리지식 및 통제지식 지원

◦ PMO 사업 관리

관리지표	목표(계획대비)	결과
공정준수율(인력)	95%이내 투입	100%
의사소통관리 (주간/월간보고, 기타활동)	60회이상	81건
기술지원 및 검토	30회 시항	34건
관리역량 향상	교육 4회 이상	4건

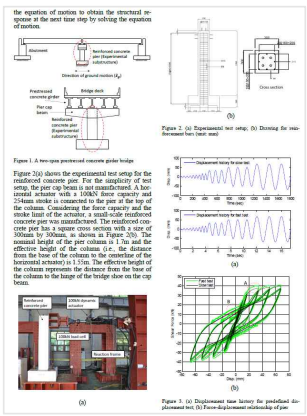
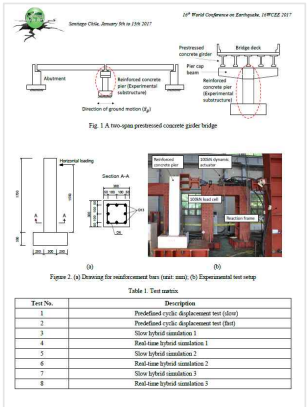
<감리[2]사업 관리>
◦ 통합 CI시스템 기능, 성능, 사용자 편의성 등 시스템 품질 향상을 위해 3단계 감리사업 관리
- ('16.05.24) 제안요청서작성/ 입찰공고게시
- ('16.06.28) 선정평가 (기술평가:90점, 가격:10점)
- ('16.07.25) 기술협상 및 계약체결
- ('17.10.11) 요구사항 및 분석감리 수행완료
- ('17.11.17) 설계감리 수행완료
- ('17.03.21) 종료감리 수행완료

◦ 감리사업 관리

관리지표	목표 (계획대비)	결과
공정준수율	95%이내 투입	100%
변경관리	계약서 준수	인력변경 2회

<자문회의>
1.('17.03.17)통합 CI시스템 구축 용역사업 관련 종료평가 및 자체평가

	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (258~262p)	<소형 실험교구 S/W 업데이트 및 활용, 1회> ◦ 소형 실험교구 리니어모터 교체 및 S/W 업데이트 각 1회 - DAQ 시스템 및 모션제어 프로그램 매뉴얼 업데이트 1건 ◦ 소형 실험교구 활용 : 1건 - ('16.11) 관련 강좌를 통해 소형 전동식 진동대 시연 및 이론 설명
			<실험시설/장비 연계 교육활용, 49건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 16건 ◦ 지진방재연구센터 : 7건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 3건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 11건 ◦ 대형풍동실험센터 : 4건 ◦ 해안항만실험센터 : 8건
		품질경영시스템 적용 및 보완 (262~263p)	<품질경영시스템 적용 및 보완, 3건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 1건 ◦ 지진방재연구센터 : 1건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건 <시험인증 범위 확대, 1건> ◦ 지진방재연구센터 : 1건 - 원자력 성능검증기관 인정
		실험절차서 작성 (263~265p)	<실험절차서 작성, 6건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 1건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건 ◦ 지진방재연구센터 : 1건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건 ◦ 대형풍동실험센터 : 1건 ◦ 해안항만실험센터 : 1건
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	국제 협력 (266~267p)	<국제 실험데이터 공유 및 연계 활용 협력회의, 24건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 5건 ◦ 지진방재연구센터 : 6건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 10건 ◦ 대형풍동실험센터 : 3건
		국제 공동연구 (267~269p)	<국제 공동연구> ◦ ('16.06.20-07.01) 하이브리드 실험 수행
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설에 대한 운영성과 분석 (269~272p)	<1단계 실험시설의 `16년도 활용실적 및 운영성과 분석 > ◦ 성과지표 검토 ◦ 공동활용 실적 조사 ◦ 실험서비스 이용기관 만족도 분석 ◦ 실험시설 이용 파생성과 분석 등
		통합 운영정책수립 (272p)	<통합운영정책 수립> ◦ 국토교통 대형실험시설 운영 현황 및 이슈분석 ◦ 실험시설 운영·관리 방안 ◦ 1,2단계 대형실험시설 12종 통합 운영 전략 ◦ 2단계 대형실험시설 6종 연계 관리 방안

실시간 하이브리드 실험 시스템 구축		실시간 하이브리드 실험 시스템 구축 (273~274p)	<실시간 하이브리드 실험 시스템 구축> ◦ 시뮬레이션 코디네이터 S/W 개발 - 전처리기(Pre-Processor) 개발 및 검증 - Rigid Link Element 개발 및 검증 ◦ 실시간 축력 재하 알고리즘의 확장 개발 - 실시간 축력 재하 알고리즘 개발 - 개발된 알고리즘의 비선형 구조물에 대한 검증 ◦ (`16.06.26) 브라질 IABMAS 국외 학술대회 발표, “Investigation of Loading Rate Effects in Reinforced Concrete Bridge Piers by Using Slow and Real-Time Hybrid Simulations  Investigation of loading rate effects in reinforced concrete bridge piers by using slow and real-time hybrid simulations Y. Chae Department of Civil and Environmental Engineering, Old Dominion University, Norfolk, VA, USA M. Park, C.Y. Kim, and Y.S. Park Department of Civil and Environmental Engineering, Myongji University, Yongin, Gyeonggi, Korea ABSTRACT: In this study, the rate-dependency effect of a reinforced concrete pier is experimentally investigated through the slow and real-time hybrid simulations. The concrete pier is used to support a two-span bridge. The nonlinear response of the bridge under earthquake loads is accurately accounted for by physically testing the concrete pier in a laboratory, while the bridge deck is analytically modeled. A dynamic servo-hydraulic actuator is connected to the top of the pier to transfer the inertial force of the bridge deck to the pier. Prior to conducting hybrid simulations, cyclic load tests for the concrete pier are conducted with a predefined displacement history at different displacement rates. Then, a slow hybrid simulation and a real-time hybrid simulation are conducted to investigate the rate-dependency effect on the seismic response of the concrete structure. The results from these hybrid simulations are provided and discussed along with the observation from these tests. 1 INTRODUCTIONS A number of studies have been conducted to investigate the effect of rate-dependency of reinforced concrete structures on their dynamic response (Bickhoff & Peery 1991; Ozaa et al. 2003; Ghannoum et al. 2013). These studies are based on the comparison of an individual specimen subjected to predefined displacements with different loading or displacement rates (i.e., static and dynamic tests). Thus, an additional effort needs to be taken to understand better the effect of the rate-dependency on the global response of a reinforced concrete structure under earthquake loads. Conducting a shake table test would be a good method for such a study since the rate-dependency is automatically accounted for by having the shake table excited with the same acceleration time history as the earthquake ground motion. However, the cost for shake table test is expensive, especially when a large-scale structural system is used. Unlike the shake table test, hybrid simulation does not require a large amount of experimental cost since it only involves a physical specimen of our interest (i.e., the experimental substructure), while the remaining structural elements are analytically modeled (i.e., the numerical substructure). In this paper, the effect of rate-dependency on the dynamic response of a two-span bridge with a reinforced concrete pier as the middle is investigated by conducting slow and real-time hybrid simulations. The entire bridge except for the central pier is analytically modeled and the reinforced concrete pier is physically tested in a laboratory. By conducting a real-time hybrid simulation, the rate-dependency of the reinforced concrete pier is included in the simulation, and its effect on the seismic response of the bridge can be investigated by comparing the results with those from the slow hybrid simulation. This would be useful to further understand the rate-dependency effect of reinforced concrete structures under earthquake loads. 2 TWO-SPAN BRIDGE AND ITS EXPERIMENTAL TEST SETUP Figure 1 shows a typical two-span bridge with pre-stressed concrete girders. A T-shape reinforced concrete pier is located in the middle of the bridge to support bridge decks and girders. In this bridge nonlinear deformations and structural damage would be predominantly concentrated at the bottom of the bridge pier under earthquake loads. Subsequently, other structural components including prestressed concrete girders and bridge decks would mostly remain linear elastic. Therefore, hybrid simulation using the bridge pier as the experimental substructure can be used testing method to effectively and reasonably investigate the seismic response of the bridge. The remaining structural components (bridge deck, girders, etc.) are analytically modeled, and the restoring force from the experimental substructure is fed into the equation of motion to obtain the structural response at the next time step by solving the equation of motion.  Figure 1. A two-span prestressed concrete girder bridge Figure 2(a) shows the experimental test setup for the reinforced concrete pier. For the simplicity of test setup, the pier cap beam is not manufactured. A horizontal actuator with a 100kN force capacity and 254mm stroke is connected to the pier at the top of the column. Considering the force capacity and the stroke limit of the actuator, a small-scale reinforced concrete pier was manufactured. The reinforced concrete pier has a square cross section with a size of 300mm by 300mm, as shown in Figure 2(b). The nominal height of the pier column is 1.7m and the effective height of the column (i.e., the distance from the base of the column to the centerline of the horizontal actuator) is 1.35m. The effective height of the column represents the distance from the base of the column to the hinge of the bridge shoe on the cap beam. Figure 3. (a) Displacement time history for predefined displacement test; (b) Force-displacement relationship of pier. ◦ (`16.05.22) 미국 Engineering Mechanics Institute (EMI) Conference 국외 학술대회 발표, “An Improved Displacement Control Algorithm for Real-Time Hybrid Simulation”  Engineering Mechanics Institute (EMI) Conference Nashville, TN, May 22-25, 2016 An Improved Displacement Control Algorithm for Real-Time Hybrid Simulation Yunbyeong Chae Department of Civil and Environmental Engineering Old Dominion University Chul-Young Kim Department of Civil and Environmental Engineering Myongji University OLD DOMINION ◦ (`17.01.09) 칠레 16thWCEE 국외 학술대회 발표, “Comparison of Dynamic Response of Reinforced Concrete Bridge Piers Using Slow and Real-Time Hybrid Simulations”  16th World Conference on Earthquake, 16WCEE 2017 Santiago Chile, January 9th to 13th 2017 Paper N° 2459 (Abstract ID) Registration Code: S-Z1461507062 COMPARISON OF DYNAMIC RESPONSE OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE PIERS USING SLOW AND REAL-TIME HYBRID SIMULATIONS Y. Chae (1), M. Park (2), C.-Y. Kim (3), and Y.S. Park (4) (1) Assistant Professor, Old Dominion University, Norfolk, VA, USA, ychae@odu.edu (2) Graduate Student, Myongji University, Yongin, Korea, mkpc@naver.com (3) Professor, Myongji University, Yongin, Korea, cykim@mju.ac.kr (4) Professor, Myongji University, Yongin, Korea, yspark@mju.ac.kr Abstract Hybrid simulation is an efficient testing method for investigating the seismic response of a structure. Unlike slow hybrid simulation, real-time hybrid simulation can effectively account for the rate-dependency of structures by imposing the target displacement on an experimental specimen at a real-time manner. In this paper, the loading rate effect of a reinforced concrete pier is experimentally investigated through the slow and real-time hybrid simulations. The concrete pier is used to support a two-span bridge. The nonlinear response of the bridge under earthquake loads is accurately accounted for by physically testing the concrete pier in a laboratory, while the superstructure of the bridge is analytically modeled. Prior to conducting hybrid simulations, cyclic load tests for the concrete pier are conducted with a predefined displacement history at different loading rates. Then, a series of slow and real-time hybrid simulations are conducted to investigate the loading rate effect on the seismic response of the concrete structure. It was found that the strength and the energy dissipation capacity of the concrete pier are increased with a high loading rate, whereas the global response of the bridge is also affected by the rate-dependency effect. Keywords: rate-dependency; slow hybrid simulation; real-time hybrid simulation  16th World Conference on Earthquake, 16WCEE 2017 Santiago Chile, January 9th to 13th 2017 Fig. 1 A two-span prestressed concrete girder bridge Figure 2. (a) Drawing for reinforcement bars (unit: mm); (b) Experimental test setup Table 1. Test matrix Test No. | Description 1 | Predefined cyclic displacement test (slow) 2 | Predefined cyclic displacement test (fast) 3 | Slow hybrid simulation 1 4 | Real-time hybrid simulation 1 5 | Slow hybrid simulation 2 6 | Real-time hybrid simulation 2 7 | Slow hybrid simulation 3 8 | Real-time hybrid simulation 3

5차 년도 (2017)	통합 운영시스템 구축	2단계 실험시설 Grid구축지원 (275~276p)	<초고속통신망 구축일정 협의 및 연동> ◦ 주택성능품질 실험시설 및 기후변화실험시설 KREONET연동 관련 설치사항 확인 <KREONET연결을 위한 협력활동> ◦ 17년도 KREONET 간담회 및 설명회 참석하여 1,2단계 실험시설 KREONET연동 필요성 설명 ◦ 17년도 KREONET이용관련 연구 활용결과 보고서 및 활용실적 제출
		통합 CI시스템 구축 (276~290p)	<통합 CI시스템 구축> ◦ 통합 CI시스템 구축관련 주요 추진사항 - (`17.03.21) 통합 CI시스템 구축 완료 · 347개의 요구사항 이행완료 - (`17.04.01) 실험행정/장비 서비스 오픈 - (`17.05.11~12) 1단계 실험시설 사용자 교육 - (`17.06.07) 실험성과/통계/연구과제 서비스 오픈 - (`17.12.19) 2단계 실험시설 사용자 교육 ◦ 통합 CI시스템 구축 성과 (SW저작권 등록, 2건) - 통합 CI시스템은 국토교통 대형실험시설(12종)을 누구나 쉽게 이용할 수 있도록 실험시설 이용관련 업무처리를 지원하는 정보시스템임 - 주요제공 서비스 · 실험행정관리(상담, 견적, 접수/계약, 정산) · 실험장비관리(장비등록, 유지보수, 장비운영) · 실험성과관리(실험데이터, 운영성과통계) · 연구과제관리(연구과제 등록, 연구비관리) - 구축사이트 URL · 사용자 (http://kwiz.koced.or.kr) · 관리자 (http://home.koced.or.kr) - SW저작권 : 2건 (연구과제관리, 성과관리) <통합 CI시스템 시범운영 및 개선사항 도출> ◦ 통합 CI시스템 시범운영 (`17.04.01~현재) - 1단계 실험시설(6종)을 대상으로 시범운영 시행 - 엑셀, 한글문서로 되어있는 행정자료 및 실험사례 DB화 · 실험의뢰 및 견적 : 2,342건 · 실험접수(계약) 건수 : 1,867건 · 실험사례 DB구축 건수 : 423건 · 실험요약보고서 DB구축 건수 : 101건 - 실험수행 과정시 발생하는 실험데이터 저장소 보관 · 실험데이터 : 575.8GB - 시스템 활용도 제고를 위한 실무자 회의 및 사용자 교육(2회) - 온·오프라인 Helpdesk운영 · 총 231건 오류 및 기능개선 요청사항 접수 - 안정적 서비스 제공을 위한 시스템 장애모니터링 및 백업 수행 · 시스템 가동률 : 100% / 백업 준수율 : 100% ◦ 통합 CI시스템 구축 사업평가 및 만족도 조사

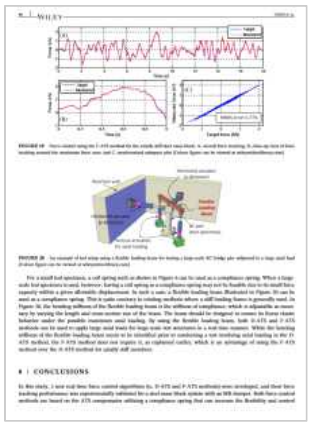
			- (`17.11)감리수행사인 한국전산감리원을 통해서 사업평가 및 만족도 조사 시행 - 주요성과 검증 · 사업추진 적절성 : 계획, 관리, 결과 등 구축단계별 충실하게 이행하고 성과목표를 달성함 · 사업효과성 : 국토교통 대형실험시설(12종)이 공동 활용함으로 비용대비 효과가 높음 - 시스템 만족도 조사결과 · 업무효율성 만족도 : 68% · 응답속도 만족도 : 71% · 시스템 만족도 : 67.6% ◦ 통합 CI시스템 개선사항 도출 - 실험데이터 공유환경 조성을 위한 데이터 공유 기능 개선 및 시스템간의 연동모니터링 강화를 통한 회계관련 사용자 오류검출 등 6개의 주제별 개선사항 도출 ◦ 통합 CI시스템 개선용역 추진계획 수립 - 기능개선 범위 및 발주금액 산정 - 발주계획 및 요구사항 구체화
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (290~294p)	<소형 실험교구 S/W 업데이트 및 활용, 1회> ◦ 소형 실험교구 활용 : 1건 - (`17.09-10) 관련 강좌를 통해 소형 전동식 진동대 시연 및 이론 설명 <실험시설/장비 연계 교육활용, 44건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 4건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 5건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 12건 ◦ 지진방재연구센터 : 12건 ◦ 대형풍동실험센터 : 8건 ◦ 해안항만실험센터 : 3건
		품질경영시스템 적용 및 보완 (294~297p)	<KOLAS 인정센터 내부심사 및 사후심사 보완, 4건> ◦ 하이브리드구조실험센터(내부심사) : 1건 ◦ 지진방재연구센터(내부심사) : 1건 ◦ 첨단건설재료실험센터(내부심사. 사후심사) : 2건 <KOLAS 미인정센터 문서관리 체계 보완, 3건> ◦ 지오센트리퓨지실험센터(문서체계 내부심사) : 1건 ◦ 대형풍동실험센터(문서체계 내부심사) : 1건 ◦ 해안항만실험센터(문서체계 내부심사) : 1건
		실험절차서 작성 (297~299p)	<실험절차서 작성, 6건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 1건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건 ◦ 지진방재연구센터 : 1건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건 ◦ 대형풍동실험센터 : 1건 ◦ 해안항만실험센터 : 1건

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="2">국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구</td><td>국제협력
(299~303p)</td><td><국제협력, 2건>
◦ 한-EU 과학기술공동위 관련 EC JRC-KOCED 협력 체결에 대한 인프라 공유 및 주요 Agenda 발굴 협력
- (`17.09) EU JRC 담당자(Ms.Elena SACHEZ) 협의<br>- (`17.12) EU JRC-KOCED 국제workshop워크숍
◦ (`17.09) 중국 저장대학교 국제세미나 수행

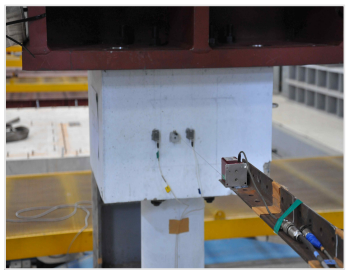
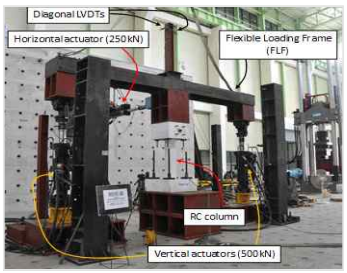
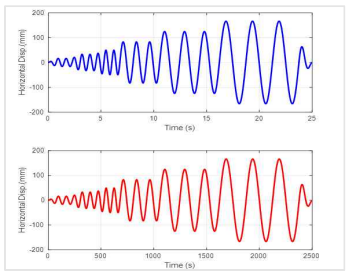
<국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의 및 공동실험 수행, 20건>
◦ 하이브리드구조실험센터 : 4건
◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 8건
◦ 지진방재연구센터 : 5건
◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건
◦ 대형풍동실험센터 : 1건
◦ 해안항만실험센터 : 1건</td></tr>
<tr><td>국제 공동연구
(303~305p)</td><td><실시간 하이브리드 검증 실험 수행, 1건>
◦ (`16.06) 비선형 RC구조물의 3축 동시가력 실시간 하이브리드 실험 수행 및 결과 분석
- 위탁연구기관(미국 ODU)에서 개발한 실시간 하이브리드 실험 알고리즘 기반의 붕괴거동 및 연성도 실험
 
<3축 가력 실험 전경>
- (`17.09.07) 7AESE 학술대회 발표 : 위탁연구기관과의 공동연구, 검증실험을 통한 기술세미나 발표
 

  </td></tr>
<tr><td>통합 운영방안 및 중장기 전략 수립</td><td>통합
운영정책수립
(305~308p)</td><td><통합운영정책 수립, 1건>
◦ 대형실험시설 관리 및 공동활용 지침(안) 작성

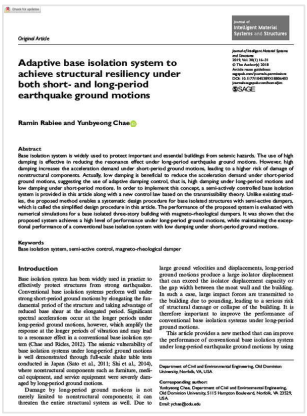
<국토교통 대형실험시설 실험서비스 업무 매뉴얼, 1건>
◦ 목적 : 국토교통 대형실험시설의 효율적인 실험서비스 제공을 위해 실험시설 운영자·사용자들의 업무 가이드 제공
◦ 내용 : 효율적인 실험행정, 시설·장비 활용 및 관리, 성과관리 등</td></tr>
</table>

			 
	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	국제 공동연구 (308~314p)	<실시간 하이브리드 실험 시스템 구축> ◦ 개발된 실시간 하이브리드실험 시스템을 통한 비선형 구조물 붕괴거동 및 연성도 실험 연구 - 축방향 강성이 큰 구조물의 하중경계조건 만족을 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 ① D-ATS method(Displacement-ATS) ② F-ATS method(Force-ATS) - 개발 알고리즘의 검증실험 수행 및 하이브리드실험 적용을 위한 계획 수립 등 ◦ (`17.11.24) EESD 논문 게재, “Real-Time Force Control for Servo-Hydraulic Actuator Systems Using Adaptive Time Series Compensator and Compliance Springs”   ◦ (`17.09.07) 7AESE 학술대회 발표, “Development of New Real-time Force Control Methods for Implementing Real-Time Hybrid Simulation and Effective Force Testing   ◦ (`17.12) Earthquake Engineering and Structural Dynamics 논문 게재, “Real-time force control for servo-hydraulic actuator systems using adaptive time series compensator and compliance springs” - 세계 최초로 비선형 구조물에 대한 성공적인 Effective

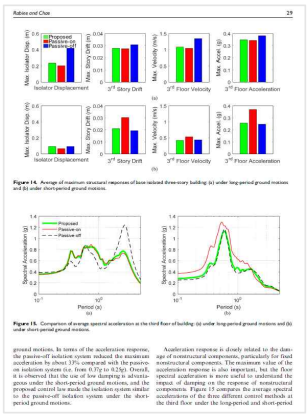
			Force Testing 실시 ◦ (`17.12.12) University of California, San Diego 기술세미나 발표, “Multi-hazard Engineering Collaboratory for hybrid Simulation” - RC 기둥부재에 대한 축방향 하중이 고려된 Fast Cyclic Test 실시 : 하중재하 속도에 따른 강도 및 연성도 저하를 실험적으로 규명함  
6차 년도 (2018)	통합 운영시스템 운영 및 보완	2단계 실험시설 Grid구축지원 (315~318p)	<통합 Grid시스템 구축 및 운영> ◦ 1, 2단계 실험시설 네트워크 연동 완료
		통합 CI시스템 구축 (318~345p)	<통합 CI시스템 기능개선 및 운영관리> ◦ 기능개선 사업계획 수립 및 개선사업 용역관리 - 기능개선 용역 발주공고/선정평가/계약/사업관리 - 모바일 기능 강화 및 실험서비스 기능개선 - 커뮤니티기능 및 실험데이터 중개소 기능 신설 ◦ 시스템 이용문의 대응 및 사용자 교육 ◦ 시스템 장애예방 점검을 통한 365일 실험서비스 제공 <통합 CI시스템 운영방안 수립> ◦ 시스템 유지보수 방안 ◦ IT조직 운영방안 ◦ 시스템 비용조달 방안
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	교육활용 프로그램 개발 및 서비스 (345~348p)	<실험시설/장비 연계 교육활용, 58건> ◦ 하이브리드구조실험센터 : 9건 ◦ 지진방재연구센터 : 20건 ◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 4건 ◦ 첨단건설재료실험센터 : 14건 ◦ 대형풍동실험센터 : 7건 ◦ 해안항만실험센터 : 4건
		품질경영시스템 적용 및 보완 (349p)	<품질경영시스템 적용 및 보완, 3건> ◦ 품질경영시스템(QMS) 도입 착수 - 실험시설의 고품질의 실험서비스와 실험절차 표준수립 관련 국제 규격의 품질보증체계를 갖추기 위해 추진 ◦ (`18.08) 주관연구기관 직원 대상, 품질경영시스템 교육
		실험절차서 작성 (350~351p)	<실험절차서 활용> ◦ 실험센터에서는 관련 실험 의뢰시 실험절차서 적용·활용하고 있음 - 실험절차서의 내용을 바탕으로 재료실험, 실험체 및 지그 설치, 센서, 계측기 설치 진행 - 실험절차서에 포함된 실험체 제작, 실험 후 결과 분석 등에 대한 가이드라인은 실험 의뢰자, 관련분야 연구자에게 유용하게 활용됨

<table>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="3">국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구</td><td>국제 협력
(351~353p)</td><td><국제 협력>
◦ (`18.06) 이탈리아 EUCENTRE, MOU 체결</td></tr>
<tr><td>국제 공동연구
(353~355p)</td><td><국제 공동연구>
◦ (`18.05.30~`18.06.01) 진동대 실험 수행
  
<실험체 설치> <센서·계측기 부착>
◦ (`18.07.23~`18.08.03) 하이브리드 실험 수행
- 6차년도 실험 및 연구는 지난 5차년도에서 개발된 실시간 축하중 재하 알고리즘과 FLF(Flexible Loading Frame)를 바탕으로 RC 기둥에 대한 Cyclic Tests와 실시간 하이브리드 실험을 수행
  
<실험체 셋팅 전경> <입력수평변위(고속/저속)>
<국제 실험데이터 공유 및 연계 활용 협력회의, 26건>
◦ 하이브리드구조실험센터 : 10건
◦ 지진방재연구센터 : 8건
◦ 지오센트리퓨지실험센터 : 3건
◦ 첨단건설재료실험센터 : 1건
◦ 대형풍동실험센터 : 3건
◦ 해안항만실험센터 : 1건</td></tr>
<tr><td rowspan="2">통합 운영방안 및 중장기 전략 수립</td><td>1단계 실험시설 성과분석
(356~369p)</td><td><1단계 실험시설의 `17, `18년도 활용실적 및 운영성과 분석 >
◦ 공동활용 실적 조사
◦ 실험서비스 이용기관 만족도 분석
◦ 실험시설 이용 파생성과 분석 등</td></tr>
<tr><td>통합 운영정책수립
(369~373p)</td><td><통합 운영방안 및 중장기 전략 수립>
◦ 국토교통 대형실험시설 통합운영지침 제정 지원
◦ 실험시설 운영활성화 방안 수립</td></tr>
<tr><td>실시간 하이브리드 실험 시스템 구축</td><td>국제 공동연구
(374~375p)</td><td><실시간 하이브리드 실험 시스템 구축>
◦ 비선형 구조물에 대한 붕괴거동 및 연성도 실험 연구(축력이 미치는 영향)
- RC 교각의 저속/고속 반복하중 실험 및 하이브리드 실험을 통하여 결과 비교 분석 수행
◦ (`19.03) ASCE Journal of Structural Engineering 논문 게재, “Fast and Slow Cyclic Tests for Reinforced Concrete Columns with an Improved Axial Force Control”</td></tr>
</table>

◦ (`18.11) ” Journal of Intelligent Material Systems and Structures 논문 게재, “Adaptive Base Isolation System to Achieve Structural Resiliency under both Short- and Long-Period Earthquake Ground Motions”


Adaptive base isolation system to achieve structural resiliency under both short- and long-period earthquake ground motions

Ramin Rabiee and Yunbyeong Chae



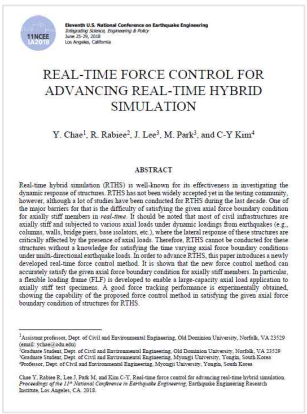
◦ (`18.07.31) ASCE Journal of Structural Engineering 논문 게재, “Implementation of effective force testing for nonlinear structures”


Implementation of Effective Force Testing for Nonlinear Structures

Yunbyeong Chae and Ramin Rabiee



◦ (`18.06.25) 미국 캘리포니아 11th US National Conference on Earthquake Engineering 국외 학술대회 발표, “Real-time force control for advancing real-time hybrid simulation”


REAL-TIME FORCE CONTROL FOR ADVANCING REAL-TIME HYBRID SIMULATION

Y. Chae, R. Rabiee, J. Lee, M. Park, and C-Y Kim

ABSTRACT



◦ (`19.03.27) 포루투칼 IABSE 국외 학술대회 발표, “Rate-Dependency Study of Reinforced Concrete Piers with Cyclic Loading Tests, Hybrid Simulations, and Shake Table Testing”

(2) 연구개발 추진 세부 내용(연차별 추진 내용)

1) 1차년도

[1] 통합운영시스템 구축

[1-1] 통합 Grid 시스템 구축

□ 통합 Grid시스템 구축계획 수립

○ 통합 Grid시스템은 국토교통 대형실험시설 중 구축된 1단계 실험시설(6종)과 구축예정인 2단계 실험시설(6종)을 초고속네트워크망으로 연결하여 실시간 고화질 영상과 가상드라이브 기반의 대용량 데이터를 전송하고 원격지에서 실험관찰 및 협업연구가 가능한 연구환경 조성에 목적이 있음



<통합 Grid시스템 목표모델>

○ 통합 Gird시스템을 구축하기 위해서는 실험시설을 직접 방문하지 않아도 원격지에서 실시간 고화질 영상(HD급) 실험관찰, 운영원 및 실험시설간의 대용량 데이터 전송이 가능하도록 1단계 실험시설 Grid시스템을 고도화 하고 신규 구축되는 2단계 실험시설에 대한 Grid시스템을 구축하기 위한 계획 수립을 진행함

① 고화질 영상 및 대용량 데이터 전송관련 연구환경 조사

◦ 국내 · 외 고화질 영상 및 대용량 데이터 전송 활용사례

- (미국) NSF는 5년간('02~'07) 1,350만 달러를 지원하여 시카고 일리노이 대학 등 10여개 선도 연구기관에 사이버 협업시스템을 구축하여 페타바이트급의 연구데이터를 광 네트워크(10GBps급)를 통해 전송
- (일본) 문무과학성은 5년간('01~'05) 2,000억원을 투자하여 교토대, 국립재료과학

1) 본 과제에서는「소프트웨어산업진흥법」 개정(’ 12.05)으로 대기업참여제한에 따라 상대적으로 사업관리 경험 및 기술이 부족한 중소기업의 원활한 사업관리를 수행하기 위해 제도적으로 보완한 PMO사업 도입

2) 본 과제에서는「전자정부법」제57조제5항에 따른「정보시스템 감리기준」에 따라 3단계 감리 결정

연구소(NIMS)등 9개 연구기관에 가상 협업 연구환경을 구축하여 차세대 항공기 설계와 개발(항공우주분야), 게놈의 해석과 DB구축을 통한 영상처리 기술개발(BT분야) 등에 활용

- (국내) 미래창조과학부 지원으로 KISTI는 사이버 상에서 실시간으로 협업이 가능한 융합 연구·교육 환경을 구축하여 1Gbps~10Gbps의 네트워크를 통하여 다학제 융합연구 활성화 및 고등교육 생산성 제고에 기여하기 사이버 랩 구축이 추진되어 10개의 대학과 2개의 기관시설이 구축되고 운영 중에 있음

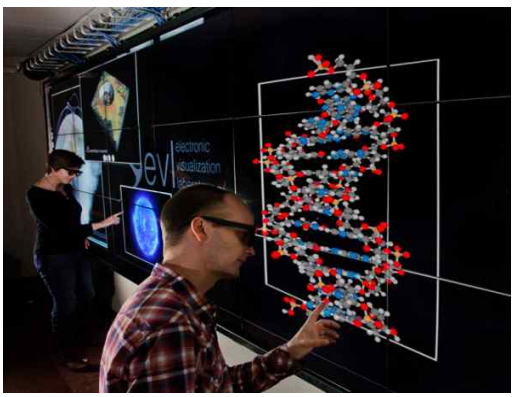


<의과학 분야에서 원격의료 및 원격 컨퍼런스 진행 사례, 국립암센터>





<사이버융합연구교육 사례, KISTI 사이버랩>





<EVL의 CyberCommon, 일리노이 대학>

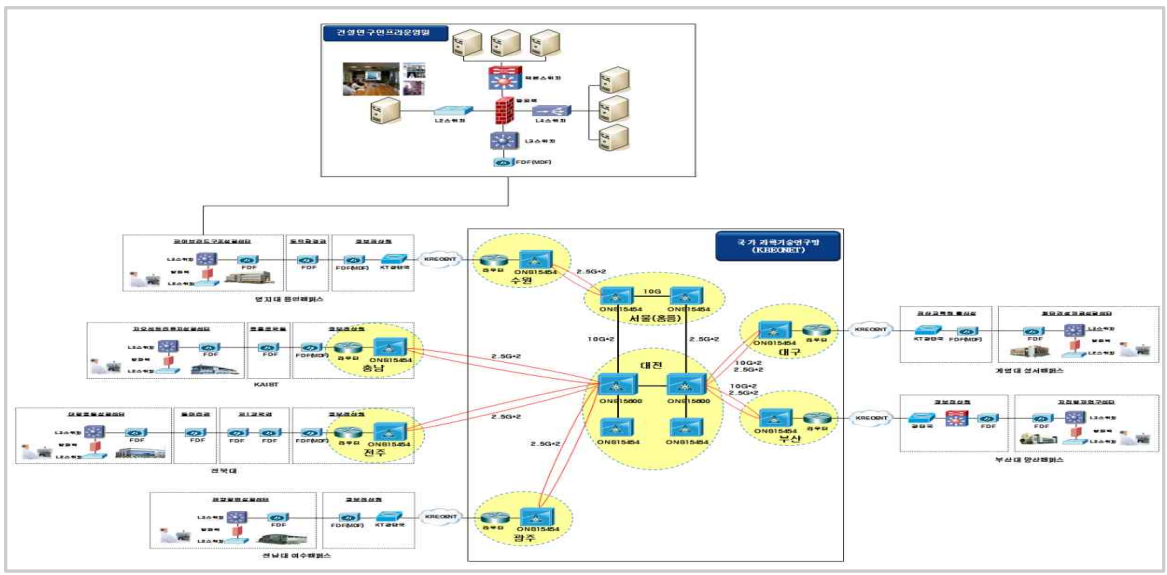
◦ 토목·건설관련 고화질 영상 및 대용량 데이터 전송 활용사례

- 토목·건설관련 분야는 운영원과 실험센터를 제외하고는 없는 현실이나 1단계 실험시설들이 구축이후 원격실험관찰을 위한 고도화 작업이 진행되지 않아 32만화소의 낮은 영상품질로 서비스를 제공하고 있음

② 1단계 실험시설 Grid현황 분석, 개선사항 도출

◦ 네트워크 구성현황

- 운영원과 1단계 실험시설이 1Gbps의 국과과학기술연구망(이하 KREONET)으로 연결되어 원격실험관찰 및 협업서비스를 제공하고 있음
- 내부 네트워크 구성이 100Mbps의 전송속도로 연결되어 1Gbps의 전송속도를 충분히 활용하지 못하고 있음



<1단계 실험시설 네트워크 구성 현황>

◦ 원격실험관찰 및 실험데이터 현황

- 운영원 홈페이지를 실시간웹캠 메뉴를 통하여 1단계 실험시설의 실시간 실험장면을 중계하고 있으나 32만화소로 전송되어 사람의 움직임 정도만 분별함
- 단방향 원격실험관찰의 경우 SD급의 낮은 화질이 전송되어 선명한 실험장면을 제공하지 못하고 있음
- 실험데이터는 센터별 실험담당자PC에 저장되고 있음



<1단계 실험시설 원격실험관찰 현황>

③ 1단계 Grid개선사항 도출 종합

◦ 1G급의 전송속도를 충분히 활용하기 위해 100Mbps급의 네트워크장비 및 방화벽장비 고도화 필요

◦ 실험원격관찰의 고품질 서비스 제공을 위하여 HD급 이상으로 촬영장비 교체 및 육안으로 볼 수 없는 고속 물체간의 상호작용을 볼 수 있는 초고속카메라 도입검토 필요

◦ 다각도의 방향에서 실험관찰을 할수 있도록 여러대의 카메라 설치가 필요하고 실시간 장면 전송을 위해 무선 영상전송 시스템이 필요함

④ 1,2단계 실험시설 네트워킹을 위한 네트워크 구성방안 수립

◦ 통합 Networking을 위한 초고속망 운용기관 조사

- 1, 2단계의 실험시설이 전국에 분산되어 있는 관계로 전국을 포괄할 수 있는 네트워크 망으로 연동할 수 있는 상용망은 설치비용과 이용료가 높아서 국가연구망 KREONET과 KOREN중심으로 조사

- KREONET은 1단계 실험시설들을 네트워킹하는 망으로 KISTI에서 비영리 및 연구개발을 목적으로 하는 기관에 1Gbps이상의 초고속네트워크 지원해주는 망으로 매년 연회비 납부와 망 활용계획서와 결과서를 제출하여야함

- KOREN은 광대역, 고품질의 국내외 연구시험망을 산·학·연에 제공하여 미래 네트워크 관련 기술의 시험검증을 지원함으로써 연구개발촉진 및 국제공동연구 협력기반을 조성하기 위한 비영리 선도시험망

구분	KREONET	KOREN
특징	15개 지역센터를 기점으로 연결된 노드를 KISIT에서 운영	7개 대도시 지역을 기점으로 연결되어 NIA(정보화진흥원)에서 운영
회선속도	1Gbps~ 100Gbps	1Gbps~ 60Gbps
회선비용	정회원 및 특별회원으로 구분하여 차등적용 (현재 운영원+1단계실험시설(6종)을 1개 기관으로 산정하여 년 4천만원 연회비 책정)	네트워크 연구관련 비영리 및 영리기관에 한하여 승인여부 심의 후 정회원 자격 부여 연비회 300만원
기술지원	국제연구망 글로리아드 연동 IPv6, 멀티캐스트, 람다네트워크	국제연구망 (APII, TEIN) 연동 IPv6, MPLS, QoS, Multicast, Ethernet

<국가연구망 비교>

[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 통합 CI시스템 구축계획 수립

○ 통합 CI시스템은 정보화시스템으로 국토교통대형실험시설 공동활용 및 실험서비스 업무 효율을 높이는데 목적이 있음



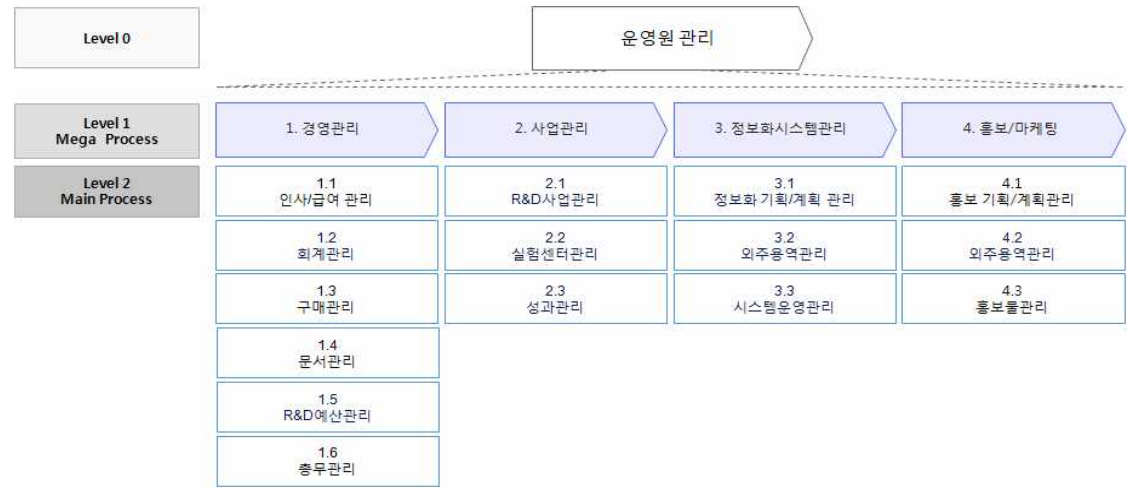
<통합 CI시스템 목표>

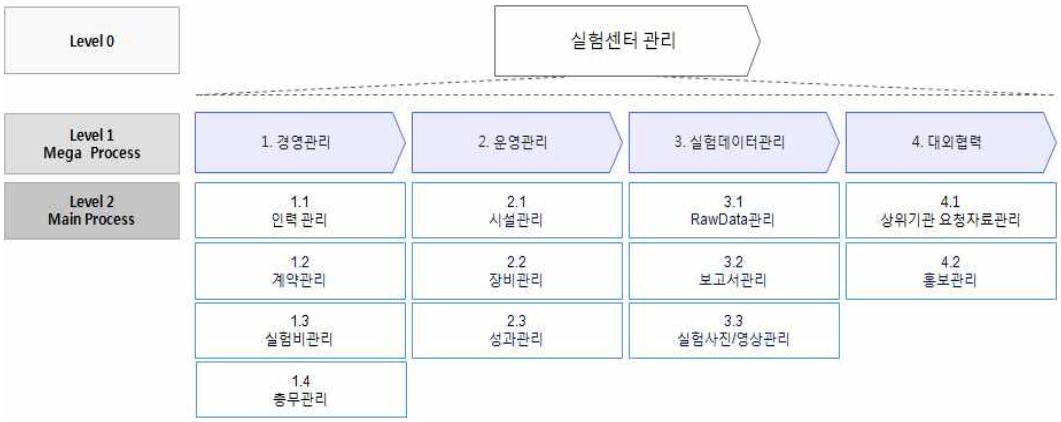
○ 통합 CI시스템 구축하기 위해서는 1단계 실험시설의 업무현황 및 사용하고 있는 시스템 등을 분석하고 개선사항을 도출하여 통합 CI시스템 구축계획을 수립함

① 1단계 실험시설 현황 및 정보화시스템 활용현황 분석

◦ 운영 및 업무프로세스 현황

- 국토교통 대형실험은 1단계 실험시설을 총괄운영관리하는 국토교통연구인프라운영원(이하 운영원, 전 건설연구인프라운영원)과 1단계 실험시설(6종)의 유치기관과과 협약을 통해 컨소시엄의 형태로 실험시설을 공동운영 하고 있음
- 각 센터별로 사용시간 70%는 운영원을 통해서 외부기관에 공동 활용하고 있으며, 30%는 유치기관의 자율 활용을 보장하고 있음
- 실험시설을 이용하는 주요 고객은 산업체, 국공립연구소, 대학이며 산업체의 비중이 지속적으로 높아지고 있음
- 13년 기준으로 6개 실험센터 평균 가동률은 70.1%로 매년 2~3%의 증가
- 운영원은 4개의 메가 프로세스와 15개의 메인프로세스가 존재하며, 실험센터는 4개의 메가 프로세스와 21개의 메인프로세스가 존재함
- 실험시설 사용에 대한 권한은 2개 기관(운영원, 유치기관)이 담당하고 있어 실험현황, 계약현황, 실험비 정산현황 등의 운영성과에 대한 모니터링 및 통계관리가 어려움
- 실험장비 유지보수 현황 및 사용현황 관리가 체계적으로 시스템화 되어 있지 않아 가동률 등의 통계분석에 최소 1주일 이상 소요
- 연구지원시스템에서 실험비 지급관련 신청 및 관리는 할 수 있으나, 증빙서류는 우편으로 접수받고 편철로 보관하며 실험비 입금은 은행에 직접 방문처리하고 있어 거래내역 확인 및 입금 통보가 지체 되는 경우가 많음
- 실험수행 후 사업화실적, 특허, 신기술 등 관련된 파생성과관리가 쉽지 않아 성과확산 추진이 어려움



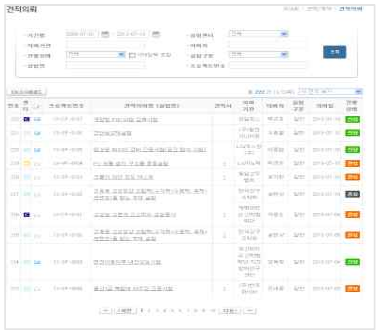
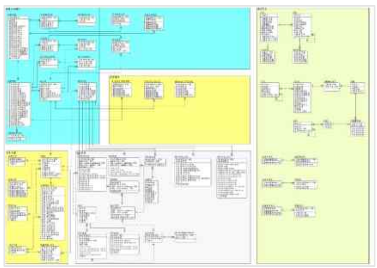


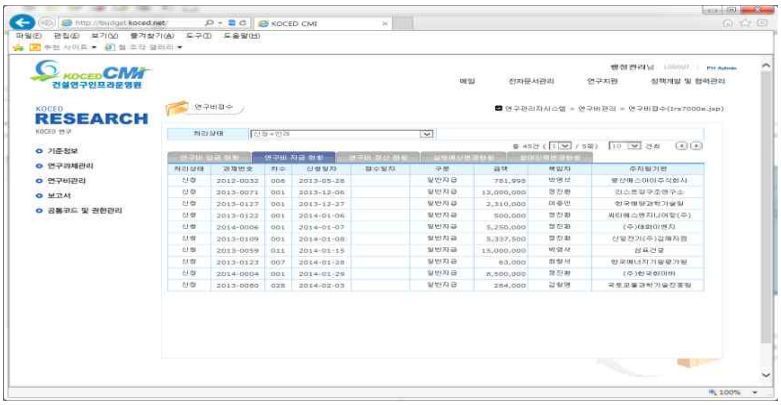
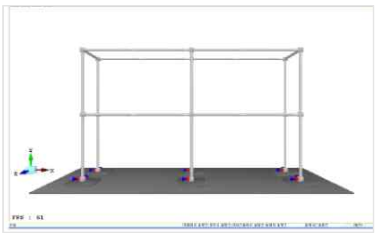
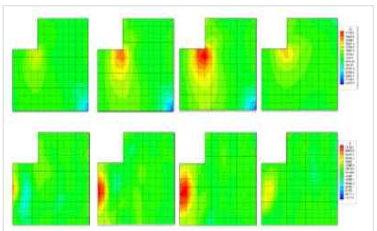
<운영원 및 1단계 실험시설 업무분류>

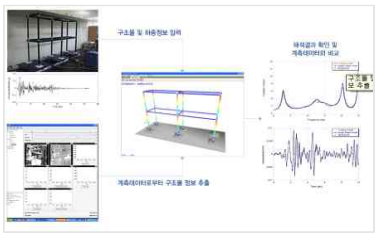
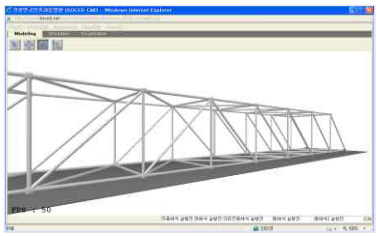
◦ 정보화시스템 활용현황

- 운영원 및 1단계 실험시설은 2009년도에 서울대학교로부터 기술이전(무상)을 받은 CI시스템을 개선하여 사용하고 있으나 이 시스템은 교육활용 중심으로 구축이 되어 국토교통대형실험시설 업무로 사용하기에는 효율성이 떨어짐

시스템	서비스 내용	비고
포털시스템	• 운영원 소개, 주요사업, 실험시설 소개, 견적-계약 안내, 실험보고서 운영원에 관련 된 소개 홈페이지 • 회원가입시 권한그룹에 따라 실험 및 연구지원 시스템에 접근이 가능하고 접근 가능 메뉴 및 그룹에 대한 관리 기능으로 구성  포털 홈페이지  센터 홈페이지 • 실험 계약현황 및 웹 카메라를 통하여 실험센터의 현황을 실시간을 파악이	운영중 (上)

시스템	서비스 내용	비고
	가능하며 관리자는 실험센터의 현황을 종합적으로 파악 가능  계약 및 실험일정 관리  실시간 실험 원격모니터링	
실험시스템	○ 실험시스템 • 실험일정, 보유장비 현황, 실험프로젝트 관련 정보 및 결과 데이터를 조회 • 장비이력관리 및 가동률 관리 기능 제공 • 실험정보에 대한 비공개 설정이 가능하여 공개실험의 경우 지적재산권 보호를 위하여 실험완료 후 1년 후 공개하는 것을 원칙으로 함 ○ 견적-계약시스템 • 견적의뢰~계약관련 업무 시스템  사용자 실험견적 의뢰화면  관리자 견적목록 화면	운영중 (上)
KOCED 데이터 모델	• 데이터 모델은 공유를 목적으로 실험데이터를 프로젝트-타스트-모델-트라이얼의 계층구조 구성 • 실험데이터는 실험정보에 대한 신속한 공개를 목적으로 제작된 요약보고서 형태의 축약본 보고서와 연구가 종료된 후 실험과정에서 발생한 모든 데이터를 공개하는 완본 데이터로 구성  데이터 모델 ERD  데이터 모델 개념도	운영중 (下)
연구지원	• 연구과제정보 및 연구비에 관련된 사항을 관리하는 시스템	운영중

시스템	서비스 내용	비고
	• 기준정보, 연구과제관리, 연구비관리, 보고서, 공통코드 및 권한관리 기능을 제공 	(上)
협업서비스	• 원격지에서도 실험장면 중계 및 협업연구를 가능하게 하는 서비스로 화상상회의 도중 채팅, 문서공유, 공동편집, 화이트보드 기능을 제공하고 12개의 스크린과 30개의 그룹이 참여 할 수 있음 • 협업의 과정은 웹캐스팅 하는 경우 많은 사람들에게 동시 스트리밍 서비스가 가능 • 웹 기반의 솔루션으로 참여자는 헤드셋과 웹 카메라만 준비  원격실험관찰  원격화상회의	운영중 (下)
컴퓨팅 클러스터	• 고속 데이터 처리를 기반으로 하여 대규모 병렬 구조해석 등에 활용 • 하이브리드 실험중 구조해석 부분을 담당하고 대용량 데이터 처리를 활용한 가시화에도 응용  가상 구조실험 화면  구조해석 및 데이터 가시화	비운영
가상실험실	• 복잡한 실제 구조물의 거동에 대한 이해를 향상 시키기 위하여 가상공간에서의 구조물을 활용하여 이론, 실험 및 실제 구조물의 계측으로부터 얻어지는 데이터를 가시화 • 소형 진동대 건물 모형과 트러스 교량 모형에 대한 가상 실험실 구축 • 구조물의 속성, 외부 하중, 해석 방법 등을 자유로이 선택하여 구조 해석을 수행하고 그 결과를 실시간 확인 • 구조물 계측 데이터로부터 구조물 정보를 추출하고 구조물 거동을 가시화	운영중 (下)

시스템	서비스 내용	비고
	하여 계측 데이터와 비교 • 구조동역학 강의 등에 활용하여 교육의 효과 극대화 • 하이브리드/분산실험과 원격 모니터링 기법 개발과 연동하여 연구의 효율성 증대  진동대 가상실험실  트러스 교량 가상실험실	
Education Grid	• 실제 실험장비들을 모형화한 8가지 미니장비들에 대해 실험을 수행하고 실험장면과 실험데이터를 확인 가능한 교육용 시스템 • 그리드 미들웨어를 적용하여 Neesgrid 솔루션과 호환이 가능  미니장비의 종류  Education Grid 홈페이지	비운영
전문가 네트워크	• 자문을 필요로 하는 개인 또는 회의를 전세계 곳곳의 전문가들과 연결하여 공간적 제약을 받지 않고 자문을 받는 서비스 • 무료컨설팅, 컨설턴트 소개 목록, 전문가 등록 신청, 이달의 우수전문가, 즐겨찾는 전문가, 나만의 전문가 방을 제공 • 전문가 목록은 건설분야, 실험센터, 사이버인프라스트럭처로 3가지 분야로 나뉘어져 있으며 각 분야별로 1개~10개의 세부분야 제공  	비운영
실험교육	• LCMS((Learning Contents Management System)와 LMS(Learning Management System)로 구분되며 실험 동영상 및 교육 컨텐츠 탑재하여 운영 가능 • 교육콘텐츠 국제표준인 SCORM 2004를 지원하여 타 e-learning시스템과 호환성을 유지 • LCMS는 국제표준을 지원하여 학습 Sequencing 및 학습이력 통계 제공 • 강좌 등록시 위져드 기능을 이용하여 정보를 입력할 수 있으며 강좌 등록 연속 성을 위한 내비게이션 등록 기법을 제공  	비운영

- 연관된 업무가 여러 개의 시스템으로 독립적으로 구축·운용되어 실험시설 운영관련 정보처리의 효율성이 낮고 같은 데이터를 시스템별로 반복입력 하거나 프로젝트의 진행상태는 해당 업무 담당자만이 알고 있음

  · 견적～계약 업무프로세스는 견적-계약 시스템에서 처리

  · 실험비 집행은 연구지원시스템에서 처리

  · 회계관리는 회계관리 시스템에서 처리

- 견적·계약·실험비관리 등 실험행정관리를 위한 업무시스템은 갖추고 있으나 유기적이지 못하고, 실험성과 및 확산을 위한 DB구축은 미흡한 상태임
- 실험장비 목록은 DB화가 되어 있으나 장비들의 유지보수 및 관리에 대한 지속적인 갱신이 미흡하여 통계자료의 가치로 부족
- 시스템은 구분되어 있으나 하나의 데이터베이스를 사용 중에 있고, 각 시스템의 접속을 하나의 web-site를 통해 접속하도록 구성되어 있어 홈페이지, 포털시스템, 실험시스템의 경계가 명확하지 않음
- 하드웨어 장비의 노후화로 인한 성능저하로 시스템 정지 및 서비스 중단 가능성이 큼 (H/W의 내용연수 초과 및 부품생산 단종으로 장애부품 수급이 어려움)
- 활용도 대비 서버 및 네트워크의 보유 대수가 많고 다양한 상용S/W(OS :3종, DBMS:3종) 구성으로 유지관리 비용이 과다
- 네트워크의 보안 사고를 대비한 방화벽이 존재하나 제조사의 도산으로 인하여 패턴 업데이트 및 기술지원이 불가하며, 데이터 보안시스템의 부재로 중요DB(개인정보 등) 접근에 대한 취약점 존재

② 이슈에 따른 개선사항 도출

◦ 업무프로세스 및 정보화시스템의 현황 및 문제점분석에 따른 개선사항을 도출함

- 총괄 운영관리기관(운영원)의 업무프로세스 이슈에 따른 개선사항

No	프로세스	이슈 명	개선사항
1-1	회계 관리	운영원과 실험센터간의 개별 회계처리	회계관리및정산관리업무개선
1-2	견적계약관리	운영원으로 들어오는 견적의뢰를 센터에서 처리	표준 견적 체계 도입
1-3	견적계약관리	실험센터별 운영현황 파악의 어려움	견적계약및회계관리업무개선
1-4	실험비관리	입금내역을 통장에서 수작업으로 확인하거나 외부시스템에서 전자결제 정보를 조회해야 함	실험비 입출금관리 업무개선
1-5	실험비관리	실험비 지급시 관련 서류를 오프라인으로 처리	연구지원 및 견적계약 관리업무개선
1-6	시설·장비관리	연구시설·장비에 대한 현황파악 미흡	장비관리업무체계개선
1-7	실험보고서 관리	실험보고서 업로드 미흡으로 활용이 어려움	성과지표 설정 및 실험보고서 등록 체계개선
1-8	실험 컨텐츠 관리	실험의뢰자가 파생성과를 거의 등록 하지 않음	파생성과등록 업무개선
1-9	서비스관리	서비스관리를 위한 유지보수 인력 부족	IT조직 구성 및 운영방안 개선

- 1단계 실험시설 업무프로세스 이슈에 따른 개선사항

No	프로세스	이슈 명	개선사항
2-1	시험/실험장비 관리	센터 별 장비 현황 파악의 어려움	장비 관리 체계 개선을 통한 통합 장비관리 현황 파악
2-2	실험비	실험비 입금 여부 확인 과정의 불편함 존재	실험비 입금 확인 절차 개선
2-3	접수 및 계약검토	시험/실험을 일정확인용 외부(구글 캘린더) 시스템 사용	통합일정 관리체계 수립
2-4	접수 및 계약검토	계약서의 전자 발송 시 수동으로 전자문서화하여 발송 처리	전자문서화 체계 수립
2-5	접수 및 계약 검토	계약체결 없이 실험을 진행하는 경우 존재	실험 금액, 규모 등을 고려한 다양한 계약 방식 지원 방안 수립
2-6	실험	센터별 실험 동영상 및 Raw Data의 저장관리 체계 상이함	실험 컨텐츠(실험정보, 동영상, Raw Data등) 저장 관리 표준화
2-7	결과보고	보고서 저장 관리 시 분류체계 미흡	실험보고서 분류체계 표준화

- 응용S/W 및 DB이슈에 따른 개선사항

No	시스템	이슈 명	개선사항
3-1	공통	다양한 웹프로그래밍 언어 및 프레임워크	통합된 플랫폼 구축
3-2	공통	시스템의명확한구분이어려움	시스템 분리 및 기능 분리 필요
3-3	공통	고객용 서비스 메뉴 발견의 어려움	정보구조 및 사용자 인터페이스 개선
3-4	공통	사이트의 목적과 맞지 않은 관리 시스템 내부 구성	시스템 분리 및 기능 분리 필요
3-5	포털	회원통계/현황데이터 추출 기능의 의미없는데이터제공	통합관리체계 및 시스템 구축
3-6	포털	SMS서비스관리기능부재	정보구조 및 사용자 인터페이스 개선
3-7	공통	일관성이 떨어지는 내비게이션 구조	정보구조 및 사용자 인터페이스 개선
3-8	공통	독립적인 솔루션 도입에 따른 연동의 어려움	통합관리체계 및 시스템 구축
3-9	협업시스템	협업시스템 관리 불가능	통합관리체계 및 시스템 구축
3-10	포털-협업 시스템	시스템 연계가 되지 않는 예약 관리기능 제공	연계 인터페이스 필요
3-11	협업 시스템	데스크탑 화면 공유 형태의 제한적인 원격 참여 서비스 제공	연계 인터페이스 필요 및 협업시스템 개성
3-12	협업시스템	협업서비스 이용자수 제약 보유	협업시스템 개선 및 강화

3-13	데이터베이스	시스템 별 데이터베이스의 구분 없음	중복 배제를 통한 삽입, 삭제, 갱신 이상의 발생 방지 필요
3-14	데이터베이스	동일, 유사 테이블 존재	기능, 성격에 따른 테이블 분리, DB 분리 필요
3-15	데이터베이스	중복 필드 다수 존재	데이터 릴레이션 재구성 필요
3-16	데이터베이스	3종 DBMS사용에 따른 관리의 어려움	관리의 편의성을 위한 DBMS 종류의 일원화 필요
3-17	데이터베이스	데이터 관계 불명확	데이터 릴레이션 재구성 필요

- 인프라 이슈에 따른 개선사항

No	프로세스	이슈 명	개선사항
4-1	인프라	H/W 장비의 노후화에 따른 성능 저하	장애대비 H/W구성 방안 수립
4-2	인프라	아키텍쳐 재구성	네트워크 개선 및 장애 대응 체계 구축
4-3	인프라	대용량 처리를 위한 회선 구성 필요	네트워크 대역폭 증설 및 장비 교체
4-4	보안	네트워크 보안 미흡	네트워크 보안강화
4-5	보안	웹서버 취약점 보완 필요	어플리케이션 보안강화
4-6	보안	데이터 보안 부재	DB보안 보안체계 구축
4-7	보안	보안자료 및 지침서 현행화 필요	보안 지침 개편

③ 개선사항 종합

◦ 국토교통 대형실험시설인프라의 체계적 운영과 효율적 관리를 위한 큰 틀의 방향성 및 체계 정립 필요

- 운영관리 업무 프로세스 재정립
- 실험데이터 체계정립
- 외부기관(NFEC, NTIS, KAIA 등) 연계방안 수립
- 성과관리 방안 수립

◦ 수직적 단편화된 현 시스템의 한계 극복 및 업무체계의 변화를 반영한 통합 시스템 구축 필요

- 업무 프로세스, 데이터, 정보시스템 간 불일치 해소하여 통합적 운영 · 관리

③ 1,2단계 통합 CI시스템 구축계획 수립

◦ 전국에 분산되어 구축된 국토교통 대형실험시설 및 장비(1,2단계 실험시설 대상)를 누구나 편리하게 이용할 수 있고, 실험시설의 효율적 운영관리를 제공하기 위해서는 국토교통대형실험시설의 업무기준과 표준화된 프로세스 그리고 통합된 정보시스템 구축을 위한 계획수립

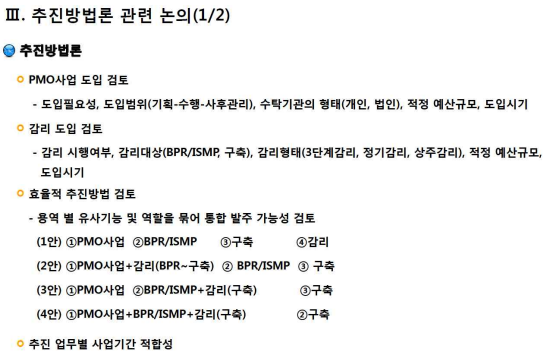


<통합 CI시스템 목표 모델>

◦ 추진방법론 및 추진체계 자문회의 (2014.03.13.)

- PMO사업 도입 검토(도입필요성, 도입범위, 수탁기관의 형태, 적정 예산규모, 도입시기 등)
  · 다수의 이해관계자와 조직의 특수성(유치기관 존재)이 존재하여 의사결정이 쉽지 않고 전담인력이 부족하여 PMO도입은 사업계획단계에서 도입하나 과제의 특성(5차년도 과제) 수탁기관의 형태는 법인보다는 주 1~2회의 전문가 활용이 적합함이 결정
- 감리 도입 검토 (감리 시행여부, 감리대상, 감리형태, 적정 예산규모, 도입시기
  · 감리는 구축할 때만 도입하고 3단계 정기감리(요구사항, 분석/설계, 종료)로 품질 S/W위주로 진행함으로 결정
- 효율적 추진방법 검토 (용역 별 유사기능 및 역할을 묶어 통합 발주 가능성 검토)
  · 각 단계별 분석기간이 공통적인 요소를 가지고 있는 것은 맞으나 PI/ISMP(정보화시스템 컨설팅)과 통합 CI시스템 구축은 다른 관점으로 분리하여 추진
- 추진 업무별 사업기간 적합성 논의
  · 2단계 구축시설의 유치기관 선정 후 요구사항 수렴 등의 이슈가 존해하여 일반 프로젝트와 다르게 용역기간을 길게 설정
- 구축 성과 및 효율성 측면에서의 입찰업체 제한의 타당성 검토(대기업 참여제한)
  · 중소기업은 대기업의 비해 사업관리 경험 등이 다소 부족하여 원활한 사업수행이 어려울 수는 있으나 PMO도입으로 사업관리 위험요소를 줄일 수 있음




Ⅲ. 추진방법론 관련 논의(1/2)

추진방법론

◦ PMO사업 도입 검토
- 도입필요성, 도입범위(기획-수행-사후관리), 수탁기관의 형태(개인, 법인), 적정 예산규모, 도입시기

◦ 감리 도입 검토
- 감리 시행여부, 감리대상(BPR/ISMP, 구축), 감리형태(3단계감리, 정기감리, 상주감리), 적정 예산규모, 도입시기

◦ 효율적 추진방법 검토
- 용역 별 유사기능 및 역할을 묶어 통합 발주 가능성 검토
(1안) ①PMO사업 ②BPR/ISMP ③구축 ④감리
(2안) ①PMO사업+감리(BPR~구축) ② BPR/ISMP ③ 구축
(3안) ①PMO사업 ②BPR/ISMP+감리(구축) ③구축
(4안) ①PMO사업+BPR/ISMP+감리(구축) ②구축

◦ 추진 업무별 사업기간 적합성

◦ 통합 CI시스템 체계적 관리 및 구축 품질 향상을 위한 PMO[3](Project Management Office)역할의 전문가를 14.04.14 ~ 17.10.14 (약 42개월)활용는 것으로 결정

- PMO의 업무범위 및 내용
  · 기획/발주/추진/종료 전체 프로젝트 단계에 대한 총괄관리 · 감독 및 자문
  · 정보화시스템 구축(PI/ISMP)을 위한 의사결정 지원
  · 정보화시스템 발전방향 및 비젼수립 지원
  · 그 외 기타 정보화시스템 관련 자문

◦ 업무혁신(PI) 및 정보화시스템 마스터플랜(ISMP) 용역 계획수립 및 발주

- 과업 요구사항
  · 실험행정 분야 업무프로세스 표준화 설계 및 정립
  · 실험장비관련 업무프로세스 표준화 설계 및 정립
  · 실험데이터(문서관리) 관련 업무프로세스 표준화 설계 및 정립
  · 실험시설 이용에 따른 파생성과 관리 업무 프로세스 마련
  · 통합 CI시스템 구축을 위한 업무 범위 확정 및 계획 수립
  · 통합 CI시스템 구축을 위한 방안 수립
  · 통합 CI시스템 관리를 위한 방안 수립
- 업체선정 공고 및 사업자 선정(2014.05.20., 나라장터 및 기관 홈페이지)
  · 사 업 명 : 통합 CI시스템 구축을 위한 업무혁신(PI)/ 정보화시스템마스터플랜(ISMP) 수립





· 평가배점 : 기술 평가점수(90점) + 입찰가격 평가점수(10점)

구분	평가항목			배점 한도	배점
합계					100
기술 능력 평가	정량적 평가분야		경영상태평가	5	10
			유사사업 수행경험	5	
	정성적 평가분야	사업수행 부문 (25)	• 대상사업의 이해도 - 대상업무 목표 및 내용의 이해도 - 문제파악의 정확성 - 목표시스템 구성의 적정성 - 제안요청 사항에 대한 충족도	10	80
			• 사업수행 전략 - 수행계획의 현실성 - 추진전략의 타당성	15	

3) S/W산업진흥법 개정(' 12.05)으로 정보화사업에 대한 대기업 참여가 제한됨에 따라 사업관리 및 구축경험이 다소 부족한 중소기업과 원활한 사업수행을 위한 전문성 확보를 위함 도입

구분	평가항목			배점 한도	배점
			- 전문가 활용계획의 적정성 - 사업수행절차의 타당성 - 산출물의 적정성		
		기술부문 (35)	• 수행방법론 • 수행내용 및 수행방안 - 기술동향 및 활용현황 조사의 적정성 - 운영현황 분석 및 진단의 적정성 - 개선 전략 및 추진계획 수립방안의 적정성	35	
		관리부문 (15)	• 사업수행조직 - 조직체계 및 참여인력의 적정성 - 참여인력의 유사용역 수행경험	10	
			• 품질보증방안 - 품질보증계획의 적정성 - 위험관리, 진도관리의 방안의 적정성	5	
		기타 (5)	• 추가 제안	5	
가격 평가	입찰가격 평가분야			10	10





용 역 계 약 서

구 분	내 용	비 고
계약명(용역명)	통합 디지스템 구축을 위한 업무혁신(PI)/정보화시스템마스터플랜(ISMP) 수립	
계 약 기 간	2014년 06월 25일 ~ 2015년 04월 24일 (10개월)	
계 약 금 액	금 이억사천칠백만원(247,000,000원)	VAT포함

- PI/ISMP 착수(2014.06.25.~ 2015.04.24.)

· 업무혁신을 위한 운영원 및 업무현황을 분석 및 기 도출된 시사점 및 개선사항을 기반으로 미래모델 설계를 준비함





[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

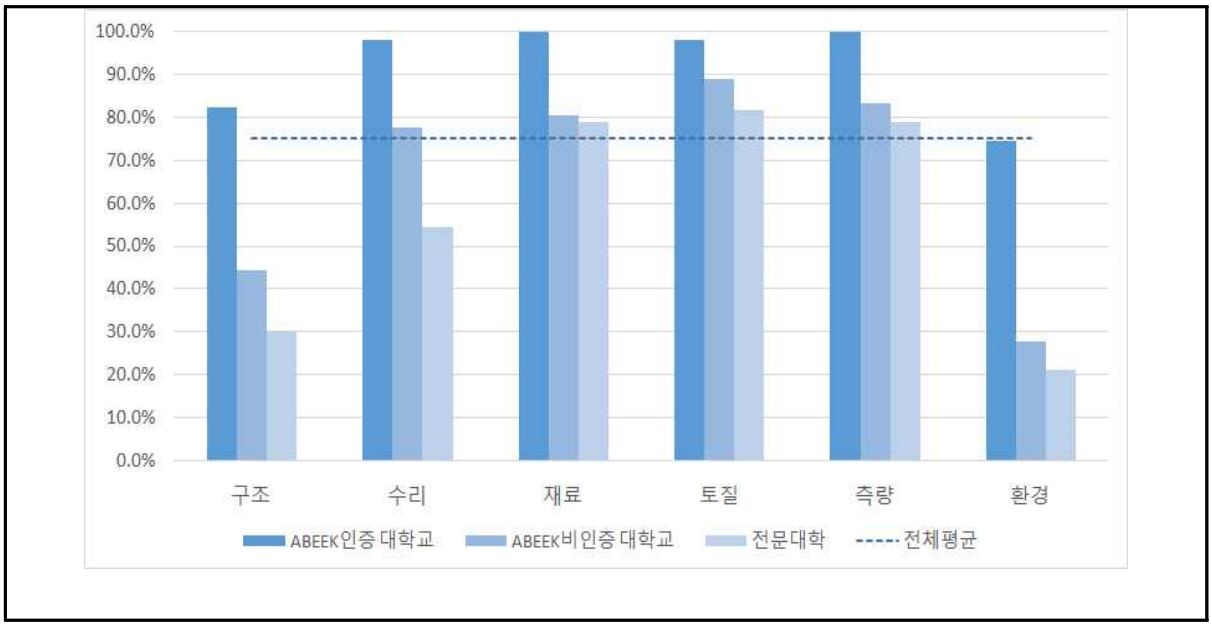
[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

□ 국내 대학의 실험실습시설 구축 현황 조사 및 분석

- 국내 대학 토목 분야 학과의 실습에 활용하는 실험시설 및 장비의 구축 현황을 파악하기 위해 토목공학계열 학과가 개설된 대학교 87개, 토목학계열 학과가 개설된 전문대학 36개를 대상으로 분야별 실험시설 및 장비 조사 수행
- 해당 대학 학과의 교육과정, 교과목 설명 및 수업계획서 등으로 조사하였기 때문에 상세 장비 구축 여부 및 구축 활용도에 대한 검토가 어려웠으며 이에 따라 실험시설 여부를 파악하는데 어려움이 있었음. 또한, 공개적으로 명시된 실험시설 및 장비의 정보가 없는 경우도 있었음
- 전국의 토목공학(토목과)계열 학과를 개설한 4년제 대학교 및 2년제 전문대학의 실험시설 구축현황을 조사한 결과, 전문대학보다 대학교가 실험실습시설 · 장비의 구축정도가 높은 것으로 나타났으나 일부 대학교는 전문대학보다 실험실습환경 및 교육 여건이 좋지 않은 경우도 조사 됨. 특히 구조분야의 경우 대학교와 전문대학의 10곳 중 약 4곳은 구축이 되어있지 않은 것으로 파악됨
- 토목공학계열 학과를 개설한 대학교중 한국공학교육인증원(ABEEK)*을 통해 인증을 받은 51개 대학교의 경우 평균 90% 이상의 구축률 보이고 있는 반면 인증을 받지 않은 36개 대학교는 평균 70% 미만의 구축률을 보이고 있어 상대적으로 실험실습환경이 열악한 것으로 드러남

  *) 한국공학교육인증원(ABEEK) : 공학관련 교육기준과 지침을 제시하고 인증, 자문을 통해 공학교육을 발전시키며 우수 엔지니어를 배출하는 것을 목적으로 하며, 최근 국내 공과대학에서 인증원에서 제시한 교육 프로그램의 지침에 따라 교육 이수를 받으면 공학인재로서 사회적으로 인정을 해주고 있음

- 재료, 토질, 측량분야의 실험실습시설은 대부분 보유하고 있는 반면 구조, 수리, 환경 실험시설은 구축이 미흡한 것으로 드러남
- 보다 저렴하고 소규모의 장비로 구축할 수 있는 재료분야의 실험과는 달리 구조분야의 실험시설 및 장비는 구축 비용 많이 들고, 규모가 크기 때문에 다른 분야의 시설 보다 구축률이 낮은 것으로 판단됨
- 특히, ABEEK인증을 받지 않은 대학교의 구조분야 실험실습시설은 절반 이상 구축이 되어 있지 않은 상황
- 국내 대학의 실험시설 보유 여부에 대해서는 [전국 토목공학(토목학) 계역 대학 · 대학교 실험실습시설 구축 현황] 표를 통해 제시하였지만, 실제로 교육과정의 강좌에 해당 실험시설을 연계하여 활용이 되고 있는지에 대한 지표는 확인이 어려움



* 대학교 · 대학 목록은 한국고용정보원 학과정보검색을 통해 확인

<전국 토목공학(토목학) 계열 대학 · 대학교의 실험실습시설 구축률 현황]>

구 분		실험실습분야	구조	수리	재료	토질	측량	환경
			1단계 실험센터 관련 실험실습 분야				해당 없음	
토목공학계열 개설 대학교 (87개)	토목공학계열 개설 대학교 (87개)	구축대학교 수	58	78	80	82	81	48
		구축률	66.7%	89.7%	92.0%	94.3%	93.1%	55.2%
	ABEEK 인증 대학교 (51개)	구축대학교 수	42	50	51	50	51	38
		구축률	82.4%	98.0%	100.0%	98.0%	100.0%	74.5%
	ABEEK 미인증 대학교 (36개)	구축대학교 수	16	28	29	32	30	10
		구축률	44.4%	77.8%	80.6%	88.9%	83.3%	27.8%
토목학계열 개설 전문대학 (36개 중 33개)		구축대학 수	10	18	26	27	26	7
		구축률	30.3%	54.5%	78.8%	81.8%	78.8%	21.2%
전국 토목공학(토목학) 계열 대학·대학교 총괄 (120개)		구축대학교수	68	96	106	109	107	55
		구축률	56.7%	80.0%	88.3%	90.8%	89.2%	45.8%

* 대학교 · 대학 목록은 한국고용정보원 학과정보검색을 통해 확인

<전국 토목공학(토목학) 계열 대학 · 대학교 실험실습시설 구축 현황>

○ 국내 전문대학의 실험실습시설 구축 현황

- 전문대학은 현장에 적용 가능한 기술을 습득할 수 있는 환경(교육 여건)을 제공하는 것이 경쟁력이지만, 대부분의 전문대학 토목과(2년제 토목계열)의 실험실습시설은 매우 미미하고 열악한 실정

- 토목 관련 전국의 36개의 전문대학(한국고용정보원 기준)중 33개의 대학을 대상으로 토목분야 기초 실험실습시설인 구조, 토질, 수리, 재료, 측량, 환경 6개 과목에 대한 구축여부 조사 결과, 전문대학당 평균 약 3.4개만을 구축하여 교육과정에 활용하고 있음

실험실습 분야	구조	수리	재료	토질	측량	환경
구축대학교수	10	18	26	27	26	7
구축률	30.3%	54.5%	78.8%	81.8%	78.8%	21.2%

<전국 전문대학 기초 실험실습시설 구축현황(33개 전문대학 토목과 대상,`14.06기준)>

- 전문대학의 경우 실험실습을 위한 장비 및 시설구축비용이 비교적 저렴한 재료와 측량 분야를 위주로 구축하고 있으나, 고가의 구축비용을 필요로 하는 구조, 수리분야 실험실습시설은 구축이 미비하여 절반가량의 전문대학은 실험실습 과목이 없거나 이론 및 동영상 강의로 대체하고 있는 실정
  · 국토교통 R&D 연구 분야의 연구과제는 보통 일반 대학 또는 연구소, 기업체에서 수행함. 이에 따라 관련 검증 실험·연구 등의 예산은 수행기관에서 수행되므로 전문대학에서 이와 같은 실험시설·장비 활용의 기회가 비교적 적음
  · 체계적인 교육과정을 운영하기 위한 실험실습 기자재가 부족 매우 부족하며, 이를 대체할만한 대안이 제시되어 있지 않아, 학생들을 위한 교육 프로그램 구성 방안 도출이 필요함

○ 1단계 실험센터 교육 활용 현황 조사 및 분석

- 건설연구인프라 1단계 6종 실험시설이 '09년도 구축된 후 각 실험센터에서는 실험센터의 특성과 부합되는 강좌와 연계하여 이론 및 실험·실습을 수행하고 전공 분야의 학생들에게 기초실험 실습에 대한 기회를 부여하고 있음
- 본 과제에서는 대학 교육에 활용할 수 있는 다양한 교육용 실험교구를 개발하고 대학의 관련 학과에 실험·실습용으로 지원하여 실무형 인력양성 교육에 활용하기 위해 우선적으로 1단계 실험시설·장비의 교육활용 현황에 대해 조사 수행
- 조사를 통하여 각 실험센터별로 연계 활용이 가능한 강좌들을 조사하고 교육 방식에 대해 분석하여, 향후 추진 계획 수립을 위한 참고자료로 활용하고자 함
- 조사 결과, 각 실험센터별 관련학과의 전공 강좌에 실험이나 이론 수업에 활용하고 있으나, 실험센터를 유치하고 있는 대학 외 교육기관을 대상으로 한 강좌 및 교육프로그램은 이루어지지 않고 있으며, 견학이나 실험 참관으로 대체하고 있음

○ 1단계 실험센터 실험교구 활용 현황 조사

- 1단계 실험센터 구축시('09.06 분산공유형 연구단 최종보고서) Education Grid 구축을 완료하면서 미니진동대 Ⅰ,Ⅱ, 미니모스트, 미니센트리퓨지, 미니UTM, 미니풍동, 미니수조를 원격으로 이용하는 그리드 포탈을 구축하였음
- Education Grid는 그리드 미들웨어를 적용하여 원격으로 장비를 제어하고 모니터링하는 서비스를 제공하면서 NEESgrid(미국, NEES)에 공개된 소스를 도입하여 적용하였기 때문에 NEESgrid 솔루션과 호환이 가능하며 미니장비의 원격제어 및 원격모니터링이 가능하기 때문에 원격교육 활용이 가능함
- 건설연구인프라 1단계 실험센터에서는 보유하고 있는 소형실험교구는 각각의 미니장비를 제어하고 있는 미니 장비 시스템과 미니장비 시스템을 종합관리 하는 Education Grid Portal과 Education Grid System로 구성 되어 있음
- 미니장비는 Java 프로그램 개발 환경으로 통합 개발 환경을 구성함. Education Grid 포털 서비스를 통해 원격 실험을 수행하며 사용자 인증, 예약을 통해 실험일정을 계획함
- KOCED Service의 Education Grid Portal을 이용하여 미니장비 예약 및 실험을 원격지

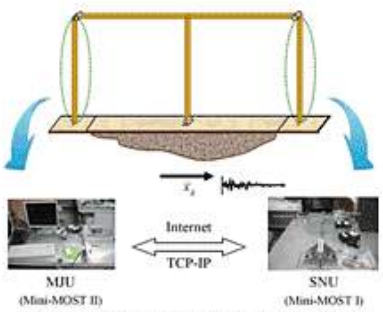
에서 수행할 수 있음. 그러나 원격으로 실험 수행 시 관련 실험센터에서는 담당자가 실험체 셋팅, 연결 등 상세한 부분까지 함께 수행을 해야 하기 때문에 실험센터 여건상 관리자 및 연구자의 인력이 부족한 문제점이 발생하였고, 피교육자도 원격 실험은 실제 실험 수행과 달리 동영상 형태의 강좌와 비슷하게 느껴져 활용도는 저하됨

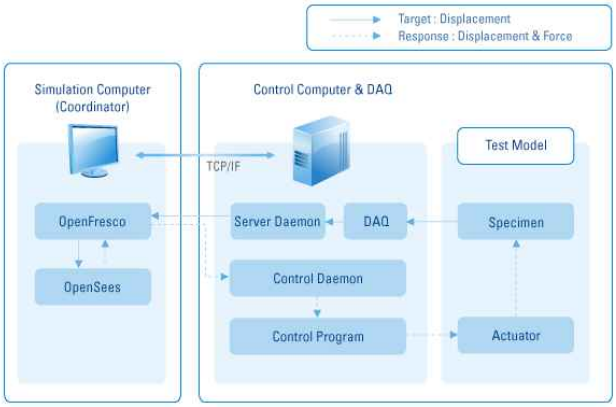
- 기존의 소형실험교구에 대한 사용자매뉴얼, 실험장비의 개요 등과 같이 교구에 대한 관련 자료가 다소 부족함
- 현재, 대학의 실험실습 기자재와 같은 실험시설 및 장비는 급속한 과학기술의 발달을 따라가지 못하고 있는 실정임. 그 만큼 해당 기관에서 더 많은 투자 및 꾸준한 유지관리가 필요함. 이와 같이 1단계 실험센터에서도 자체적으로 꾸준한 활용과 유지관리가 되어오긴 했지만, 이미 소형교구를 통해 관련 기술개발을 하는데 참고가 되어 그 이후의 기술에 대한 관심이 증대되었고 기존의 교구(장비)는 그만큼 활용성이 저하되고 있음

□ 실험센터별 소형실험교구 설문조사

○ 하이브리드구조실험센터

- 하이브리드구조실험센터의 미니모스트 실험장비는 하이브리드실험을 위한 기초 연구장비로 서울대학교-명지대학교의 분산실험 수행, 하이브리드실험 기초연구 등에 활용되었음. 원격 하이브리드실험을 통하여 향후 실구조물의 하이브리드구조실험을 수행하는데 기초적인 기반을 다졌으나 하이브리드실험에 대한 연구가 진척되면서 미니모스트의 활용성이 현저히 저하되어 현재는 거의 활용되고 있지 않음
- 다양한 구조분야의 이론검증 및 실습이 가능한 전기식 UTM 구축을 통하여 강좌 및 구조경진대회 활용을 계획하고 있음

미니장비명	○ 미니MOST
개요	○ Mini-MOST 실험은 실시간 하이브리드실험기법 개발을 위한 MOST 실험의 축소 형태 임. Mini-MOST 실험은 축소-모형 구조물을 이용한 하이브리드실험 기법의 개발 및 실구조물의 MOST 실험을 위한 기반기술개발이 목적임 ○ KOCED PMC의 미니모스트는 NEESgrid의 미니모스트 시스템을 벤치마킹하여 분산 하이브리드실험을 할 수 있도록 서울대와 명지대에 각각 Mini-MOST I과 Mini-MOST II가 구축되어 있음. 수치해석 프로그램으로는 NEESgrid에서 사용한 기존의 MatLAB 대신에 UC Berkeley에서 개발된 Opensees와 OpenFresco에 기반을 두고 있음  <KOCED의 미니모스트 시스템>  <원격지site의 컴퓨터 화면>



<시스템 구성도>

사양

○ Linear Actuator & Controller
- HSI Size 23 Non-Captive Linear Actuator
- NI MID-7602 Stepper Motor Drive
- NI PCI-7342 Motion Control Hardware
- NI Motion Assistant SW for Motion Control Programming

○ DAQ 장비
- NI SHC68-C6B-S Cable
- NI PCI-6251M DAQ Board
- NI BNC-2110 Connector Box
- NI SCXI-1600, USB type for SCXI
- NI SH68-68-EP, Shielded Cable, 1m
- NI SCXI-1520 Strain Module

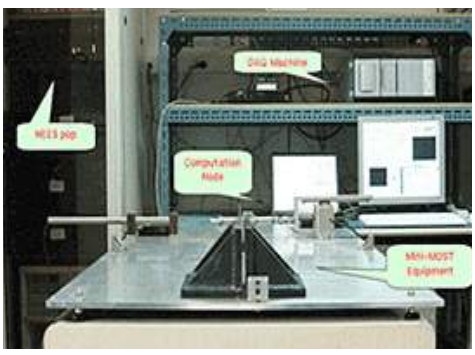
○ 계측 프로그램
- Labview Full Package, Labview Internet Developers Toolkit

○ 센서류
- Omega DP25B-S-A Strain Gauge Meter(AC Power)
- Omega LC-201Load Cell
- Omega BCM-1 Strain Gauge Bridge
- Schaevitz 3000 DC-EC LVDT (ext. rod 12")
- Schaevitz LVDT power supply, mounting block

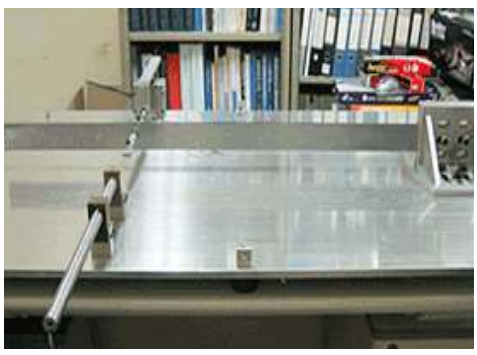
실험체 및 기능

○ 원격 하이브리드실험 가능

○ 미니모스트 Ⅰ과 Ⅱ간의 실시간 연동 테스트 가능



<미니모스트 Ⅰ>

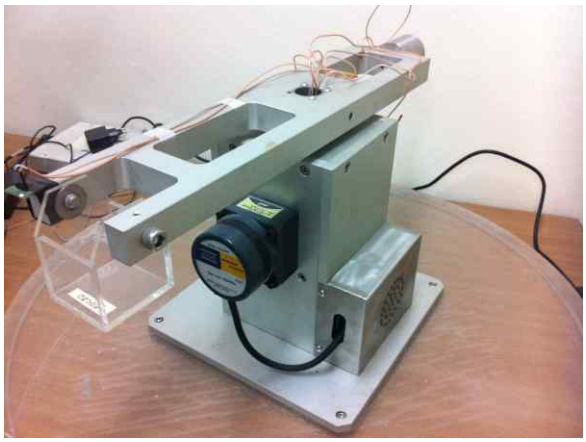


<미니모스트 Ⅱ>

활용 방안	○ 2-bay 1-story 건축구조물 적용 ○ 3경간 연속 교량구조물 적용 ○ 원격지 분산실험 ○ 진동대실험과 하이브리드실험의 비교
기대효과	○ KOCED PMC의 미니모스트 시스템은 하이브리드실험기법 연구를 위한 prototype 모델로 개발되었기 때문에 linear stepper motor의 사용으로 제어속도가 느리고 비교적 단순한 실험에만 적용될 수 있음 ○ 미니모스트 시스템은 원격접속을 통해 원거리 연구자가 쉽게 사용할 수 있으므로 관련 연구에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 기대 됨. 미니모스트 시스템의 적용 예를 통해서 실험시간이 다소 오래 걸린다는 점을 제외하면 매우 신뢰할 수 있는 수준의 결과를 얻을 수 음. 이러한 미니모스트 연구를 통해 고속의 유압엑츄에이터에 하이브리드실험기법을 적용하여 실시간 하이브리드실험(real-time 또는 fast hybrid test)이 가능
(추가 수요) 실험교구 개발(안)	
실험교구명	○ 전기식 미니UTM, 전기식 구조 Actuator
필요성	○ 실험수요 개발을 위한 대내외 홍보에 활용하고자 함 ○ 미래 건설기술자인 학부, 대학원의 실험교육에 활용 ○ 구조실험기법 개발을 위한 모사실험에 활용 ○ 다자유도 구조실험기법 개발을 위한 연구에 활용 ○ 원격지에서의 실시간 하이브리드구조실험기법 개발을 위한 연구에 활용
구축 형태	○ 기존 장비 개선 및 신규 구축
활용	○ 학생 교육(강의) ○ 구조실험 공모전 테스트용 활용 ○ 센터 방문자 모형 실험 참관
연계 활용 가능 강좌	○ 관련 강좌명 : 구조역학, 구조동역학, 강구조공학, 콘크리트공학 등 ○ 강좌 활용 내용 : • 구조역학에서의 역학에 대한 이해를 도울 수 있는 간단한 시험체를 제작하여 기본이론에 대한 검증 실험을 수행함. • 강구조 및 콘크리트 구조물의 구조적 거동을 실험적으로 검증하고 교량 및 건축물의 등의 구조물 설계에 대한 이해를 돕는데 활용함.
교구 성능	○ 전기식 미니 UTM : 50kN, 250mm, 1ea ○ 전기식 구조 Actuator : 10kN, 250mm, 10ea

○ 지오센트리퓨지 실험센터

- 지오센트리퓨지에 있는 미니지오센트리퓨지는 센트리퓨지 관련한 이론 검증, 기초실험을 위한 실험소형교구로 현재 미니센트리퓨지에 활용되었던 DAQ 시스템의 일부를 실제 센트리퓨지에 장착하여 실험에 사용하고 있기 때문에 현재 미니센트리퓨지 사용 불가
- 미니센트리퓨지의 작동을 위한 새로운 탑재형 1g DAQ시스템 도입을 통하여 교육용 실험교구의 보완 필요

미니장비명	○ 미니 센트리퓨지 (사용불가)
개요	○ 센트리퓨지의 원리 및 개념을 설명하기 위한 교육용 모형 장치 ○ 원심모형시험기(Geotechnical Centrifuge)의 작동 원리와 실험 상황을 간접적으로 모사할 수 있는 보조 기자재로 개발 ○ 사용자는 장비 제어판을 통해 장비 구동 가속도를 제어할 수 있으며, 미니센트리퓨지의 Basket 부분에 설치된 가속도계의 계측 값을 직접 확인 할 수 있음. 또한, 미니센트리퓨지 상부에 설치된 On-Board 카메라 영상을 통하여 지반모형 적재부의 모습을 바로 확인 할 수 있음  <미니 지오센트리퓨지>
사양	• 반경 30cm • 모터: 220V, 40W, 회전 3000RPM(BLDC motor) • 구동 및 계측 모듈: NI-DAQ Pad-6051 (USB) • 가속도계: ADXL321 (±18g)
실험체	• 5cm x 5cm x 4cm 크기의 실험체 바스켓 • 실험용이 아닌 센트리퓨지 원리 설명 용도로 사용
활용 방안	○ 센트리퓨지의 원리 및 개념을 설명하기 위한 교육 ○ 구축된 실제 센트리퓨지에 미니센트리퓨지의 DAQ 시스템을 일부 탑재하여 실험에 이용 중 ○ 미니장비는 사용불가 상태

(추가 수요) 실험교구 개발(안)	
실험교구명	○ 1g DAQ 시스템, 1g 진동대
필요성	○ 올바른 센트리퓨지 계측장비 사용 및 신호획득을 위해 센터실험시설 사용자에 대한 체계적인 교육 및 관리 방안 마련 필요 ○ 센트리퓨지 실험의 신뢰성을 높일 수 있는 체계적인 계측장비 교정 및 점검 필요 ○ 실제 센트리퓨지 실험의 사전 교육, 혹은 강좌 연계를 위한 교육용 실험을 위한 계측기 점검 및 시스템 이해도를 높이기 위해 교구 활용 필요 ○ 이를 통해 불필요하거나 과도한 센트리퓨지 실험 지양 및 실험센터 운영 효율화 도출 ○ 지반공학을 포함한 토목공학 분야에서 널리 활용되고 있는 계측기 원리, 데이터 수집 및 처리 기법에 대한 실제적인 교육 활용
구축 형태	○ 기존 장비 개선 및 신규 구축 • 기술적 문제로 일부 외주 및 구매 필요 • 활용 가능한 하드웨어 시스템 구축을 위한 예산 확보 필요
활용	○ 실험 전, 혹은 교육용 실험을 위한 계측기 점검 및 시스템 이해 ○ 대학 강의 활용, Training workshop 개최시 활용, 센트리퓨지 실험을 위한 체계적인 계측기 캘리브레이션, 점검 및 예비계측
연계 활용 가능 강좌	○ 관련 강좌명 • 지반조사와 IT현장계측 (2년에 1회 카이스트 개설 교과목) • 지오센트리퓨지 실험센터 트레이닝 워크샵 (2년에 1회 센터에서 개최) ○ 강좌 활용 내용 • 토목 분야에서 활용되는 다양한 계측기의 원리, 데이터 획득 및 해석 기법에 대해 이론적 강의 및 일부계측장비에 대해 캘리브레이션 실습 가능
교구 성능	○ 미니장비(1g DAQ 시스템)의 요구 성능 • 센트리퓨지 실험에서 사용되는 다양한 형태의 계측 센서들에 대한 제어 및 계측 모듈이 탑재된 데이터수집장치(DAQ) 필요 • 변위계, 압력계 종류의 계측 센서는 상대적으로 저렴한 켈리브레이션 시스템 구축 가능 • 가속도계 계측 및 캘리브레이션 장비 및 시스템 구축의 경우 고가의 예산 투입 필요 • 각 계측 센서들의 성능을 확인하고 캘리브레이션을 수행할 수 있는 독립적 챔버 필요

○ 첨단건설재료실험센터

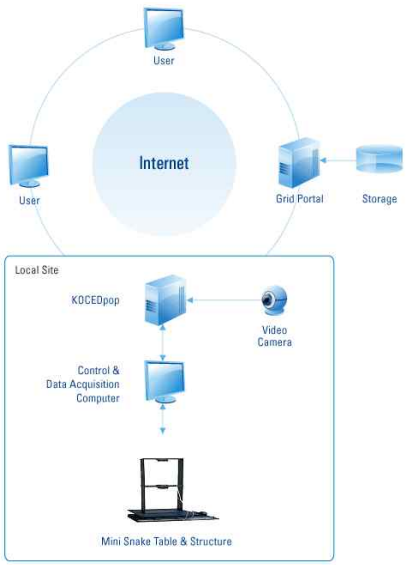
- 현재 구축되어있는 미니UTM의 보완 및 수정을 통하여 좀더 체계적인 강의, 실습 교구로 활용하고자 미니UTM 및 미니구조시험기의 개발을 하고자 함
- 다루기 어려운 대형 구조시험기, 유압가력기 등에 대한 기본적인 지식을 습득하여 실무 역량을 향상하는 데 도움이 될 것으로 기대됨

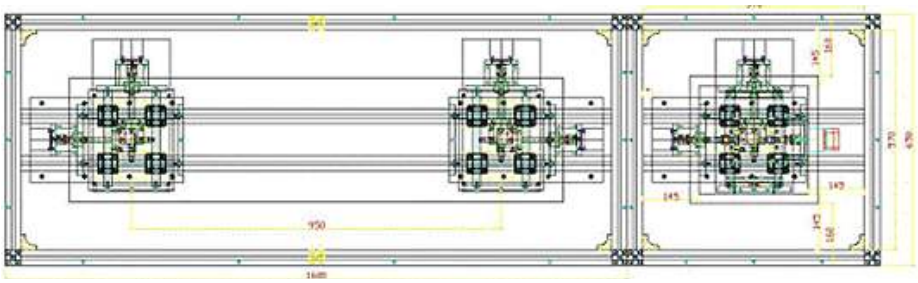
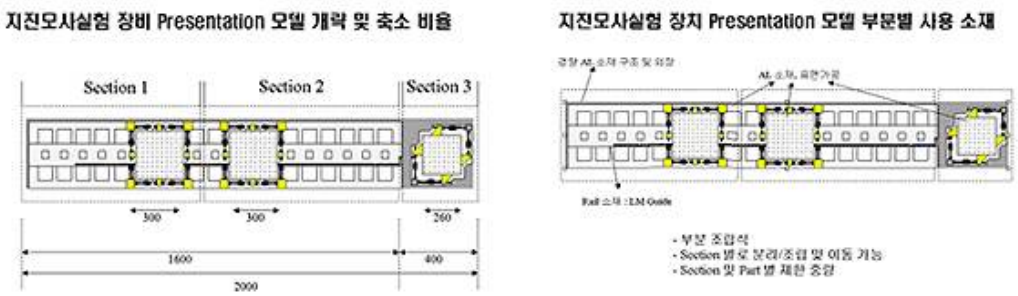
미니장비명	○ 미니UTM
개요	○ 5MN 대형구조재료시험기의 5kN급 미니어처(Miniature) 및 네트워크 인터페이스(Network Interface)를 제작 개발하기 위한 미니 UTM 임. 미니 UTM으로 가능한 실험은 시험체의 인장, 압축, 피로실험이며 네트워크 인터페이스(Network Interface)의 주요 기능은 그림과 같음  <미니UTM의 네트워크 인터페이스 주요 기능>
사양	• Type : Desk-top type • Loading capacity : 500kgf more • Loading method : Direct via AC servo motor and non-backlash precision ball crew drive, High precision, constant speed control • Distance of grip to grip : 850mm • Effective test width : 420mm or more • Power requirements : Single phase 100/200/220 V AC
실험체 및 기능	○ 인장, 압축, 굽힘, 피로 실험이 가능하며, 변위 증가 속도 제어가 가능함 • This instrument is performed tension, compression, bending and cycle test by control without help of PC and with help of PC • This instruments is equal or exceed all ASTM, ISO, BS, DIN, KS, JIS and other international standard for testing instruments • Two-column and non-backlash precision ball screw via AC servo motor direct system • This instrument is desk-top type universal testing machine • The touch panel ensures easy use of the various user-friendly functions • Sensitivity-adjustable specimens break detecting unit is standard
활용 방안	○ 실험장비의 그리드시스템과의 연계방안에 활용 ○ 원격지 실험관찰 제어 등 공유연구환경 구축에 활용 ○ 그리드 연결을 통한 첨단건설재료실험센터의 홍보에 활용 ○ 네트워크 인터페이스(Network Interface)를 제작, 개발에 활용

(추가 수요) 실험교구 개발(안)	
실험교구명	○ 미니UTM, 미니구조시험기
필요성	○ 구조해석의 공학적 이해 및 분석 ○ 창의적인 공학설계를 위한 능력배양 ○ 구조역학과 관련된 이론에 대한 실습실험의 다양화 ○ 현장실무능력 배양 ○ 실험계획 및 수행을 통한 이해 및 응용 능력 배양
구축 형태	○ 기존 장비 개선
활용	○ 재료의 구조 시험(트러스 구조) ○ 관련 강좌 활용
연계 활용 가능 강좌	○ 관련 강좌명 • 건설기초설계, 건설재료 및 실험 ○ 강좌 활용 내용 • 구조의 응력에 대한 이론적 지식을 습득하고 미니구조시험기를 활용하여 트러스 구조물을 설계 및 제작, 미니장비로 분석 • 건설재료에 대한 이론적 학습과 건설재료를 이용한 당양한 구조 설계 및 제작
교구 성능	○ 미니UTM • 최대하중: 0.5KN, 최소하중: 0.1KN • 정밀도: ± 0.5% of the indicated load • 시험속도: 0.1~500 mm/min • 시험: Load, stroke, Strain ○ 미니구조시험기 • 용적: 0.5KN • Range: 2steps • 정밀도: ± 0.5% • Sensor: Load cell or pressure transducer

○ 지진방재연구센터

- 현재 구축되어 있는 SESTEC 진동대 시스템은 3기의 진동대로 구성되어 관련연구자들에게는 다양한 연구 용도로 활용이 가능하나 일반인들에게는 원리 및 개념, 활용 방안을 설명하기에는 어려움이 있음. 이에 동일한 개념으로 축소모형 진동대인 미니진동대를 활용하여 이론 설명 등에 활용함으로써 이해를 돕는데 활용하고 있으며 동역학에 관심이 있는 대학(원)생에게 교육 목적 및 진동대 구동의 원리를 설명하는데 활용하고 있음
- 그러나 정교한 가진 및 작동이 어렵고, 스텝모터를 적용하기 때문에 동력전달 장치 등의 내구성이 좋지 않아 일부 기능이 작동하지 않기 때문에 교육, 연구의 수요가 크지 않음. 이에 따라 기존 장비의 보수 및 보강을 실시하거나 새로운 장비 등으로 교체하여 모형 진동대 장비의 활성화 방안을 마련하고자 함

미니장비명	미니진동대
개요	○ 미니 진동대 시스템은 인터넷이 연결된 곳이라면 어느 곳에서든 진동대를 직접 제어하고 구조물로부터 계측되는 데이터를 실시간으로 받아볼 수 있음  <미니진동대 RDV 실행 화면>
사양	○ 1600×650㎜(가로 x 세로) 이동식 1대, 570×650㎜(가로 x 세로) 이동식 1대로 구성 ○ 미니 진동대II의 전원 입력 스위치를 켜고, 제어용 컴퓨터를 부팅한 다음, 아래의 제어 프로그램을 시작하여 A, B, C 진동대를 각각 제어하거나, 동시에 제어하여 모형 시험체 등을 통하여 제어와 계측 및 기타 다른 지역에서의 원격제어 가능  <모형진동대 제작품, 네트워크 카메라, 소형 토조박스 제작품>

<table>
<tr><td></td><td> 
<미니진동대 II 제작도></td></tr>
<tr><td>실험체
및
기능</td><td>○ 펄스/사인파/랜덤파/ 지진파 입력 가능
○ sine wave로 실험체 가진 가능
○ 2개의 진동대 동기화 기능
 

<미니진동대 I 모형 크기 및 제작시 사용 소재></td></tr>
<tr><td colspan="2">(추가 수요) 실험교구 개발(안)</td></tr>
<tr><td>실험교구명</td><td>○ 모형 진동대 실험장비</td></tr>
<tr><td>필요성</td><td>○ 현재 모형 진동대는 홍보 및 단순 원리 구현에 대한 교육 목적 이외에는 사용이 어려움. 국외에 비하여 국내에서는 대학(원)생이 직접 실습할 수 있는 소규모 진동대가 많이 부족한 실정이기에 실제 진동대 수준의 정밀한 가진이 가능한 소형 진동대 시스템 구축 필요하며 아래와 같이 다양한 목적으로 활용이 가능하기에 모형 진동대 필요
• 대학(원)생의 실험, 실습 용도로 활용
• 대학(원)생의 연구 목적으로 활용
• 실제 연구자들을 대상으로 소형 구조물, 센서 등 지진, 진동관련 개발 활용
• 구조물 내진설계 경진대회 등 각 종 경진대회에 활용.
• 진동 관련 실험 및 실습이 요구되는 대학 및 초, 중, 고교를 대상으로 장비 임대
• 다양한 형태의 구조물 조립 모형 제작
• 간단한 동역학 원리를 이해할 수 있는 샘플 테스트 세트 구축
• 원격지 관리 기능을 강화하여 운영 인력을 최소화</td></tr>
<tr><td>구축 형태</td><td>○ 기존 장비 개선</td></tr>
<tr><td>활용</td><td>○ 초, 중, 고교생을 대상으로 진동 및 지진에 대한 교육
• 최소한의 장비 유지관리비만을 책정 (또는 정책에 따라 무료로 사용)
• 조작이 간단하도록 하여 사용자가 직접 운영가능 하도록 함</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>• 원격 제어가 가능하도록 하여 원격지 운영 및 강의 지원
• 예제실험 교구 및 실험체 일체를 지원
• 자체 활용 목적이 있는 경우 기술적 지원 실시
○ 대학(원)생의 수업 보조 기구로 활용
• 동역학 관련 수업 보조 기구 지원 (실험체 및 학습자료 제공)
• 개인 및 동아리 규모의 개발 과제 지원
• 각 종 경진대회(내진설계 경진대회 등)에 시험용
○ 일반인을 대상으로 한 진동 및 지진에 대한 교육
• 지진 및 진동 문제 관련 공무원 및 유관기관 종사자 교육
• 원격 강의 지원
• 예제실험 교구 및 실험체 지원</td></tr>
<tr><td>연계 활용 가능 강좌</td><td>○ 관련 강좌명
• 동역학, 구조역학 등
○ 강좌 활용 내용
• 진동대 구동 원리, 개념 등에 대한 설명
• 정현파, sine sweeping, 지진파 가진을 통한 지진에 대한 구조물의 특성 시현</td></tr>
<tr><td>교구 성능</td><td>○ 연구, 실습용, 교육용 교구의 교구 요구 성능
• 모형 진동대의 활용성을 향상시키기 위해서는 실제 연구가 가능한 수준의 진동대 보수 및 보강이 이루어져야 함.
• 대학(원) 수준의 교육과정에서 실습, 실험에 사용이 가능하도록 적절한 실험 가능 면적이 필요하며 연구 및 시험이 가능하도록 정밀 제어가 가능해야 함
• 그러나, 현실적으로 동일한 장비를 이용하여 두 가지 목적을 동시에 해결하기 위해 각 목적에 맞는 교구의 요구 성능은 아래와 같음

<table>
<tr><th>용도</th><th>연구, 실습용</th><th>교육용</th></tr>
<tr><td>DOF</td><td>2 DOF</td><td>2 DOF</td></tr>
<tr><td>Table size</td><td>600 mm × 600 mm</td><td>300 mm × 300 mm</td></tr>
<tr><td>Table mass</td><td>500 kg 이상</td><td>25 kg 이상</td></tr>
<tr><td>Max. payload</td><td>100 kg 이상</td><td>5 kg 이상</td></tr>
<tr><td>Max. acceleration</td><td>± 1.0 g 이상</td><td>± 1.0 g 이상</td></tr>
<tr><td>Max. displacement</td><td>± 100 mm 이상</td><td>± 50 mm 이상</td></tr>
<tr><td>Type</td><td>고정형</td><td>이동식</td></tr>
<tr><td>Operating Freq.</td><td>최대 20 Hz</td><td>최대 20 Hz</td></tr>
<tr><td>DAQ</td><td>10 CH. 이상</td><td>5 CH. 이상</td></tr>
<tr><td>Remark</td><td>정밀제어가 가능해야함</td><td>조작성이 우수해야함</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

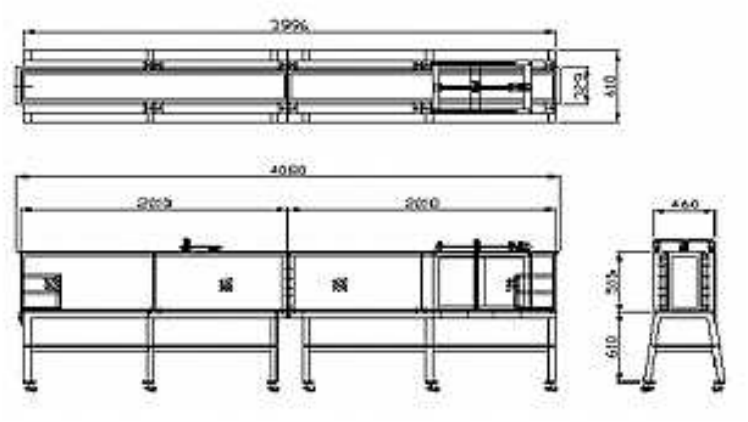
○ 대형풍동실험센터

- 대형풍동실험센터에서 보유하고 있는 미니풍동 실험장비는 이동이 쉽고 일반적인 기능 제어가 가능하나 섬세한 기능을 가지고 있지 못해 실제적으로 활용도는 떨어짐. 또한 장비의 개발 시기가 오래되어 현재 풍동과 관련한 이슈사항을 정확히 모사하지 못함
- 교육 및 실습용으로 풍력발전기 toolkit을 구축하여 풍력에너지 관련 연구 및 사업이 수행되고 있는 교육기관 등의 활용을 도모하고자 함

미니장비명	미니풍동
개요	○ 일반 풍동과 유사한 기능을 가지지만 크기가 작은 풍동 ○ 형태 및 크기 : 유펠식으로 일반 승용차로 운반 가능한 크기
실험체 및 기능	○ 팬모터, 턴테이블 제어 가능 • 교육 및 홍보 • 가시화, PIV 등의 실험기법 개발 및 시험 • 원격 실험 및 테스트 • 개발된 실험기법과 원격실험 소프트웨어를 향후 대형풍동에 이식  <미니풍동>
활용 방안	○ 미니풍동 : 마스터 컴퓨터에서 제어(팬모터, 턴테이블)와 데이터 수집(영상, 풍속, 풍압, 변위 등)을 담당 ○ 그리드 소프트웨어와 인터넷을 통하여 원거리에서 접속한 유저가 영상을 보면서 실시간으로 풍동 조정하여 실험데이터를 얻음
(추가 수요) 실험교구 개발(안)	
실험교구명	○ 풍력발전기 toolkit
필요성	○ 풍력에너지 분야와 관련된 인력양성 사업이 증가하고 있음 ○ 대부분 이론적인 수업에 그치고 있으며 에너지 인력양성을 위한 시설 및 장비가 부족한 상황임. 이에 이론적으로 배운 풍력발전기 이론에 대하여 실습 및 확인이 가능한 교육용 풍력발전기가 필요함
구축 형태	○ 신규 구축
활용	○ 풍력에너지 관련 교육 및 훈련 ○ 강의 및 견학시 활용
연계 활용 가능 강좌	○ 관련 강좌 활용 • 블레이드 피치각에 따른 성능 평가, 풍력발전기 후류 모델 흐름 가시화 • 풍력발전기 폐쇄 효과 설명, 외부 저항 및 발전기에 따른 출력 성능 비교
교구 성능	○ 미니장비의 요구 성능 • 풍력발전기 블레이드 피치각 조절 가능 • 블레이드 교체 가능

○ 해안항만실험센터

- 구축된 2차원 미니조파수조의 활용성을 증대하고자 이와 관련한 파고계, 파고 지지대를 추가 구축하여 강의 및 이론 실습에 사용하고자 함. 실제 미니조파수조로는 기본적인 제어 기능이 있으나 더 다양한 분야의 활용성을 높이는 것이 필요함

미니장비명	2차원 미니조파수조
개요	○ 미니 2차원 조파수조는 규칙파, 불규칙파를 재현할 수 있는 다목적 실험시설 ○ 조파장치는 계측실에서 PC로 신호를 작성하여, 조작반에서 원격 조작 가능 ○ 외부에서 수조의 원격조정과 수조를 외부로 이동한 상태에서 제어실에서 원격조정이 모두 가능  <2차원 미니조파수조>
사양	• 수조크기 : 6.0m×0.3m×0.5m • 수요수량 : 0.6m^3 • 발생파고 : 22cm • 기본사양 : Window, 2채널 ADC(최대200Hz), 2채널 파고계 Calibration, 목적파랑과 발생파랑의 자동보정 • 일방향 규칙파 작성 : 주기성분/진폭성분 입력 • 일방향 불규칙파 작성 : 성분수/유의파고/유의주기/난류초기치 입력, 잡파(Spurious Wave) 제거 기능, 군파(Wave Grouping) 발생기능 • 조파제어 : 위치신호 입력, 속도제어신호 출력, 파고신호 입력, 조파신호 연산, 속도신호 연산, 리미트 검출 • 재질 및 배치 : 수조는 스테인레스앵글, 바닥과 측벽은 강화유리 • 받침장치 : 이동 가능하며 입식형태로 작업할 수 있는 수조받침장치 • 바닥편차 : 수조의 중앙 처짐량과, 수조상부의 폭방향 변위량(벌어짐)은 공히 1mm 이하가 되도록 제작 • 소파장치 : 수조 좌 우단에 비부식성 소파장치 설치
실험체	○ 규칙파의 주기성분/진폭성분 제어 ○ 성분수/유의파고/유의주기/난류초기치 제어 가능
활용 방안	○ 조파 입력 스펙트럼과 조파제어가 가능하여 이론 검증 실험 가능

(추가 수요) 실험교구 개발(안)	
실험교구명	파고계 , 1,2차원 유속계, 파압계
필요성	○ 구축되어 있는 미니수조의 활용성을 높이기 위하여 파고계 및 파고계 지지대 추가 구축이 필요함 • 미니수조용 파고계 및 파고계 지지대를 추가 구축하여 초,중,고등학생들의 실험체험 및 학부생/대학원생들의 이론수업 및 실습위주의 수업을 진행하여 학생들이 보다 적극적으로 수업에 참여 할 수 있음
구축 형태	○ 기존 장비 개선
활용	○ 학생 교육(강의) ○ 센터 방문자 모형 실험 참관
연계 활용 가능 강좌	○ 관련 강좌 활용 • 실습활용: 규칙파와 불규칙파에 대해 동일한 신호를 보내고 용량식 파고계를 이용하여 파고를 계측한 후, 계측한 데이터를 이용하여 유의파고(H1/3), 평균파고(HAVE)를 직접 구해보고 프로그램에서 분석한 값과 비교. 유속에 관한 실험은 3차원 유속계를 사용하여 동일한 위치에서 수심을 달리하여 수심별 유속의 변화를 비교
교구 성능	○ 파고계 • Type: Digital /Conductivity type • Measuring Range: Max 1,000 mm • Sampling late: 50 Hz • Non Linearity: +/- 0.5%/FS • Dimension: 50(W) x 90(L) x 30(H)mm, 1,020L • SIgnal Cable :500mm RG ○ 1차원 유속계 • 표시부 · 측정 범위: ±3 - ±100 cm/s · 정도: ±3 cm/s · 입력 Channel 수: 1 channel · 평균 시간 설정: 1, 5, 10, 20, 40, 60 sec · 표시: LCD20 letters 4 lines · 출력 전압: ±2V/FS · 입력: Input by the Key · 전원: 충전용 Battery 12V and AC Adapter(AC220V, 50/60Hz) · 사용시간: 약 16 hours · 중량: 1.6 kgs · 크기: 215(W) x 100(H) x 66(D)mm • Sensor부 #V0T2-100-10 · Sensor 외경 크기: Dia. 27.5 x 680(L)mm

· Propeller 크기: Dia. 10mm x 4 ea
· Cable: 5 meter

• 부속품(each set)
· 충전용 AC Adapter : 1 ea
· 출력 cable(1.5m): 1 ea
· Carrying case: 1 ea
· 사용설명서: 1 copy
· 제조사 검정서: 1 copy

○ 2차원 유속계

• 본체부
· 측정 방향: 2 Axis, 4 direction
· 측정 범위: 0 - ±2 m/s
· 측정 정도: ±0.01 to ±0.04 m/s
· 노이즈: ±0.005m/s 이내
· 평균 측정 시간: 1, 5, 10, 20, 40, 60 초
· 표시: LCD(4 lines 20 letters)
· Data 저장: 약 12,000 data(Horizontal line distance, Device depth, Flow velocity, Average time & Time)
· 출력: Real time transfer(RS232C)
· 전원: Bulti-in battery & AC Adapter(220V AC)
· 전원 사용 시간: 8 hrs continuously
· 중량: 1.3 kg
· 크기: 215(W) x 100(H) x 70(D)mm

• 검출부
· 크기: Dia. 8 x 429(L)mm
· 연결 Cable: 50 m

○ 파압계(Water of pressure)
· Measuring Range: 1kg/cm2
· Sensor diameter: 10 mm
· Output Voltage: 100mV/6V FS
· Frequency of Response: 4.6KHz
· Over-load: 150%FS/℃
· Non-Linearity: 0.5% FS
· Repeatability: 0.2% FS
· Feature of Temp: 0.05FS/℃ (0~40℃)
· Operating Temp.: -15℃ ~ +75℃
· Cable Length: ø1.6 code - 5m

○ 실험교구 활용 현황 조사 결과

- 교구의 대부분이 체계적인 관리를 받고 있으나 활용도는 현저히 떨어짐
- 대부분 관련 강좌에 사용되나 실습보다는 이론수업 위주로 이루어짐
- 하이브리드구조실험센터의 미니MOST의 경우 '11년 이후 미니MOST 실험의 후속으로 수행된 하이브리드실험에 대한 본격적인 연구 및 실험이 시작되면서 기존의 기초 연구가 되었던 미니MOST의 활용성이 현저히 저하됨
- 실험센터에 교육 활용을 위한 미니장비들이 보유하고, 외부기관에서도 활용이 가능하다는 것을 관련 교육기관이나 외부에 홍보 및 안내를 별도로 한 사례가 없음. 주로 각 센터의 유치기관 내 학과에서 활용하고 있으며, 외부 교육용으로는 단순한 참관 수준으로 교구를 활용하고 있음
- 기존 소형실험교구는 1단계 실험센터 구축과 동시에 제작되었기 때문에 장비의 성능이 낮고, 고장시 부품의 부재나 큰 수리비용이 들 수 있는 문제점이 있음
- 각 실험센터별로 연구 인력이 대체되면서 구축되어 있는 실험교구에 대한 교육이 체계적으로 이루어지지 않음. 기본적인 전공을 바탕으로 실험교구를 사용하지만 실제로 교구의 구조 및 작동 방법 등에 대한 정확한 사항을 인지하고 있지 않는 경우도 있음
- 일부 실험센터는 기존의 실험교구의 활용성을 높이기 위해 관련된 실험장비 의 구축이나 보완 등에 대한 요구 사항이 있음. 기존의 실험교구가 일정 수준의 기능을 구현해 내지만, 새로운 실험 장비의 구축을 통해 더 다양한 검증 및 실습이 가능하도록 보완하여 기존 실험교구에 대한 활성화 방안을 마련하는 것이 필요한 상황임
- 지진방재연구센터와 하이브리드구조실험센터의 경우, 경진대회를 통해 많은 관련 분야 학생들이 실험시설 및 장비를 활용하고 있음. 미니장비의 도입 및 보완 후 경진대회 사전 테스트, 학생들의 실습 기회 확대 등에 활용하여 더 많은 관심과 활용성 향상을 기대할 수 있을 것임

○ 문제점 도출 및 개선 방안

- 국내에서 대학생들의 기초학습역량을 제고하기 위한 방법으로 도입된 교육과정은 주로 신입생들의 대학 적응을 돕기 위한 대학신입생 세미나, 기초 인문학 과정, 의사소통 능력 강화 등에 대한 역량강화 프로그램 위주였음. 최근에는 졸업생들이 사회 진출하였을 때 현장경험·실습경험이 부족하여 실제 사회에서 요구하는 능력은 기대 수준에 못미치고 있음
- 현재 수행되고 있는 1단계 실험센터의 교육활용 분야는 실험시설 견학, 실험 참관, 이론 강의 등 실습단계별 목표가 명확하지 못하고 학생들이 직접 활용할 수 없는 형태로 수행되고 있음
- 대학의 교육과정 운영체제, 교육환경(여건)은 실험실습시설 및 장비 구축과 유의한 상관관계가 있으며, 좀 더 나은 대학의 교육환경 조성과 더불어 교육 목적 달성을 위해서는 실험실습시설·장비 활용의 활성화가 적절히 이루어져야 할 것임
- 국내에서 공동활용 가능한 실험시설 및 장비를 통하여 연구 중심 교육 프로그램을 개발한다면 향후 전공분야 학생들의 교육인프라는 더욱 질적으로 성장할 것이며, 교육환경이 개선될 수 있음
- 본 과제를 통해 1단계 실험센터 운영고도화를 수행하면서 기존의 실험시설 교육프로그램 제공에 대한 문제점을 조사·분석하고 이를 통해 보완할 사항을 도출하여 향후 교육프로그램(안)을 제시 할 계획임

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 하이브리드구조실험센터

- (`13.03~08) 명지대학교 토목환경공학과, 구조역학 강좌
- (`13.09~12) 명지대학교 토목환경공학과, 교량공학, 전산구조공학 강좌 및 관련 실험 특강

○ 계명대학교

- (`14.06.23) 계명대학교 토목공학과, 프리텐션 방식 PSC I형 거더의 거동 및 설계 관련 실습

○ 대형풍동실험센터

- (`13.03~08) 전북대학교, 풍력에너지 개론 강좌를 통해 조력 풍력발전기 설계/제작 후 출력성능평가 수행

□ 실험시설/장비 연계 인력양성

○ 첨단건설재료실험센터

- (`13.11.04~11.15) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`13년 5차, 34명)
- (`13.11.18~12.06) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`13년 6차, 113명)




- (`14.04.25~07.11) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(480명)

· 첨단 연구인프라를 기반으로 하여 실무자 기술교육 프로그램을 체계화하여 전문 연구인력 및 실무형 인재 양성에 기여하고자 함

· 건설현장에서 활용되는 품질검사를 위하여 각종 비파괴시험 및 시설물 상시 모니터링 등 다양한 분야에 기술적인 교육 지원을 하고 있음

· 건설현장 품질관리자 건설품질시험 교육 이외에 건설교통 분야의 전문교육 프로그램을 구축하여 건설기술관리법령에 의한 건설기술자 전문교육, 토목 및 건축분야 품질관리에 관한 교육 등 실험시설을 활용한 교육 프로그램 구축



<건설기술인력 교육 현장>

□ 공개 실험 및 기술교육세미나 등

○ 하이브리드구조실험센터

- (`13.07.08~`13.08.30) 구조실험 공모전

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`13.08) KAIST 창의적 글로벌 리더 프로그램 추진
- (`14.01.08~01.22) 과학고, 영재고 교육프로그램으로 실험센터 제어실/실험장비 견학
- (`14.01.10) TBM 연구단 방문으로 15개 기관의 산학연 연구분야 전문가 초청세미나 진행

○ 지진방재연구센터

- (`14.07) 2014 내진설계 경진대회, “풍력발전구조물의 내진설계”를 주제로 46개팀 200여명 참석

[2-2] 품질경영시스템

□ 건설연구인프라 실험시설의 품질경영시스템 추진 현황

○ 추진 배경 및 필요성

- 세계무역기구(WTO) 협정에 따라 Global 시대에 국토교통분야도 교정,시험,검사기관인 국제공인기관 인정(KOLAS)제도를 도입 및 운영하여 시험 품질에 대한 신뢰성 제고를 위한 노력을 하고 있음
- 최근 원전부품 시험성적서 위조에 따른 시험/실험에 대한 보다 엄격한 실험 프로세스 및 품질경영시스템 정립이 요구되고 있음
- 국제공인 KOLAS인정제도와 별개로 일부의 독자적인 시험·검사에 의해서는 국제적 시험·분석 서비스 제공 불가
- 시험·분석 능력이 선진국 대비 미흡하고, 실험표준 부재로 실험결과의 신뢰성이 낮음
- 실험 프로세스의 미구축으로 경쟁력 약화, 활용도 차원의 마케팅 역할 약화 등 여러 차원에서의 단점 발생
- 특히, 건설분야의 대부분 성능검증시험은 재료단위에서 인증시험이 진행되고 있으나 실질적으로 부재단위의 성능검증실험에 대한 표준 실험절차에 대한 정립이 필요성이 대두되고 있음
- KOLAS의 인정분야가 있는 1단계 3개 실험센터(하이브리드구조실험센터, 첨단건설재료실험센터, 지진방재연구센터)는 국제공인시험기관(KOLAS) 인정을 획득하여 실험전반에 대한 공인된 시스템을 구축하여 운영 중에 있음
- 품질경영시스템에 필요한 실험장비에 검·교정 및 장비이력관리, 시험요원 교육, 시험방법, 품질매뉴얼 및 품질절차서 등의 표준문서 작성 등의 실험 품질보증을 위한 체계적인 프로세스 정립을 통하여 실험센터의 안전 확보와 시험결과에 대한 신뢰성 유지를 위한 절차마련이 필요함
- KOLAS의 인정분야가 없는 3개 실험센터(지오센트리퓨지실험센터, 대형풍동실험센터, 해안항만실험센터)의 경우, 실험센터의 신뢰성과 인지도 제고를 위해 구축 필요

○ 품질경영시스템 구축을 통한 기대효과

- 품질경영시스템의 구축은 특정업무를 수행할 수 있는 능력이 있음을 공식적으로 인정해주는 절차이므로, 국제표준에 부합하는 품질경영시스템을 수립함으로 국제 경쟁력을 갖출 수 있음

- 품질시스템의 체계적 구축
- KOLAS 인정 및 인정범위 확대로 건설연구인프라 실험시설이 관련 법률 또는 국제기준에 의거하여 해당 분야에 대한 품질시스템과 기술능력을 공식적으로 인정받게 됨
- 국제 표준시험성적서 발행을 통해 해외건설 시험지원 가능
- 품질경영시스템 구축을 통해 시험 신뢰도 향상, 대외 홍보(마케팅)효과, 시험용역 및 R&D 실험 서비스 확대
- 건설연구인프라 실험시설의 경우 품질신뢰성 확보 및 절차의 표준화를 위해 절차(문서) 중심과 기술품질 중심의 규격을 구축하였을 경우 대내외적으로 향상된 서비스를 제공할 수 있음

□ 1단계 실험센터의 품질관리 현황

○ KOLAS 인정 실험센터(3개 실험센터)

- 하이브리드실험센터, 첨단건설재료실험센터, 지진방재연구센터의 경우 품질경영시스템의 구축을 통해 실험의 신뢰성을 확보한 실험서비스를 제공하고 있음
- 향후 다양한 분야의 수요증가와 타 기관등과 경쟁력 강화를 위해 기존의 KOLAS 인정범위 외 각 센터의 현재 실험수요를 검토하여 인정범위를 확대 · 추진하여야 함
- 지진방재센터의 경우 최근 원자력 관련 실험수요가 증가하고 있고, 지진관련 실험시설을 갖춘 기관이 극소하기 때문에 이를 바탕으로 지진방재센터에서는 전력관련 인정을 추진하고자 KEPIC의 전기 1급 기기 내진검증에 대해 인증받고자 함

[KOLAS 인정 받은 실험센터의 인정분야]

기관명	분야	규격번호	규격명
하이브리드 구조실험 센터 (명지대)	1.001 금속 및 관련제품	KS B 0802:2003	금속 재료 인장 시험방법
	1.003 시멘트 및 관련제품	KS F 2405:2010	콘크리트 압축강도 시험방법
첨단건설 재료 실험센터 (계명대)	1.0101 금속 및 관련제품	KS B 0802:2003	금속 재료 인장 시험방법
		KS B ISO 1099:2002	금속 재료-축 하중 피로시험
		KS D 3504:2011	철근 콘크리트용 봉강
	1.0103 시멘트 및 관련제품	KS F 2405:2010	콘크리트의 압축강도 시험방법
		KS F 2408:2000	콘크리트의 휨강도 시험방법
		KS F 4020:2006	철근콘크리트 조립식 암거블록
		KS F 4403:2004	원심력 철근 콘크리트관
	1.0104 골재 및 관련제품	KS E 3033:2001	암석의 압축강도 시험방법
	1.0116 건설 및 건자재	KS F 2367:2006	다져진 아스팔트 포장용 혼합물 시료의 두께 측정방법
지진방재 연구센터 (부산대)	6.002 진동특성	MIL-STD-167-1A:2005	Department of Defense test method standard, mechanical vibrations of shipboard equipment (Type I-environmental and Type II-internally excited)
		KS R 9144:1992	철도 차량 부품의 진동시험방법
		전파연구소 공고 제2009-3호	전기통신설비의 내진시험방법

<기존 KOLAS 인정 센터의 인정범위 확대 및 유지>

실험센터	인증 범위 및 자격 분야 확대	
	(KOLAS)	(KEPIC)
하이브리드구조실험센터	압축실험등 범위 확대 계획	
첨단건설재료실험센터	다양한 실험 수요 및 예측을 통해 인정범위 확대 검토 및 유지 계획	
지진방재연구센터	IEEE 344(2004),IEEE 693(2005), AC156(2010) 등	KEPIC END 2000(2010) : 전기 1급 기기 내진검증

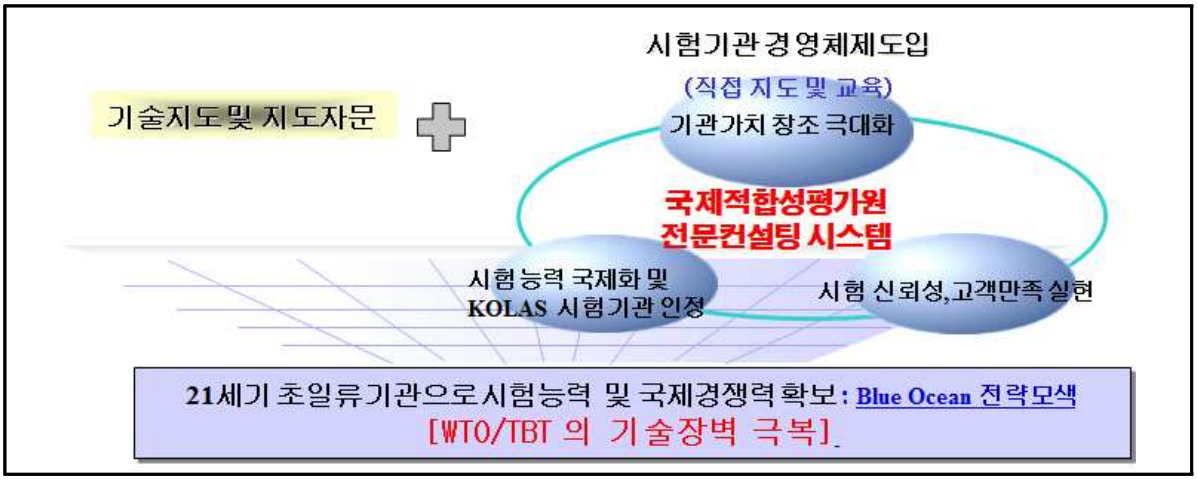
○ KOLAS 인정분야가 없는 실험센터(3개 실험센터)

- 현재 지오센트리퓨지실험센터, 대형풍동실험센터, 해안항만실험센터에서는 많은 실험의뢰자들에 의해 활발하게 운영되어지고 있음
- 그러나 실험분야, 방법 등에 있어 KOLAS 인정 등 체계화된 시스템이 구축되어 있지 않아 실험시설 품질관리측면에서 일부 미흡한 면이 있음
- 또한 본 실험시설의 우수한 실험시설·장비를 활용할 수 있는 체계화된 시스템이 없어 여러 측면에 애로사항이 발생함
- 국내외적으로 경쟁력을 갖추기 위해서는 체계화된 품질관리시스템이 구축되어야 함

□ 개선방안 및 추진계획

○ 실험시설 자체 품질관리 시스템 구축 필요

- ISO/IEC 17025의 적합성 평가를 통해 실험센터의 자체 품질경영시스템 구축을 요함
- 3개의 실험센터는 KOLAS 인정기관에서 요구하는 품질경영시스템 구축을 통해 실험절차에서 결과에 대한 신뢰성을 확보하고 향상된 서비스를 제공할 수 있음
- 적합성 평가를 통해 조직, 인력, 장비(시설 및 환경), 업무규정 및 기술능력에 대한 정의와 지침(품질매뉴얼)을 마련하여 체계화된 품질관리 체계를 갖춤
- 각 실험센터는 시험기관으로서의 국제경쟁력 확보 및 신뢰성, 공정성 확보로 기관 이미지 제고와 국내외적으로 공인된 실험기관으로 자리 매김하기 위해 시스템 구축이 절실함
- 본 실험시설과 연관된 기업들의 대외활동 증대 및 산업 활성화를 위한 시험인증범위를 확대하므로 국제적 경쟁력을 고취할 수 있음
- 품질경영시스템 구축을 통해 의뢰자 신뢰도 향상 및 지속적인 개선으로 시험품질향상
- 실험시설의 시험능력의 국제적 기준 만족 및 R&D역량 강화로 기관의 기술지원으로 가치창조 극대화

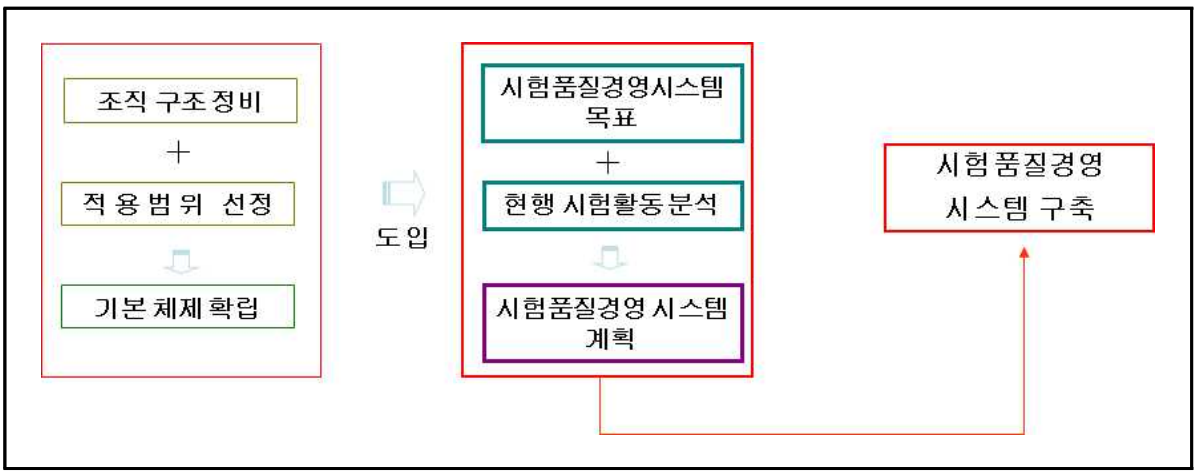


출처 : 국제적합성평가원_한국MSDS시험원

<품질경영시스템 구축 효과>

- 실험시설의 자체 품질관리 시스템 구축에 따른 프로세스는 그림과 같음

· 구축하고자하는 품질경영시스템은 다음 그림과 같은 프로세스로 구축이 되며, 경영요건과 기술요건의 프로세스를 구축 · 평가하고 최종적으로 품질경영시스템을 구축하는 모델을 형성함



출처 : 교육훈련정보센터 'KOLAS인증을 위한 추진방법'

<품질경영시스템 구축 프로세스>

- 품질경영시스템 구축을 위한 컨설팅 추진 범위는 다음과 같음(안)

· 국가표준시험기준이 없는 3개의 실험센터를 대상으로 KOLAS의 품질경영시스템을 통해 자체 품질경영시스템을 구축하여 대내외적으로 경쟁력을 갖추고, 실험 등 실험시설의 품질에 대한 신뢰성을 향상 시키기 위해 KOLAS ISO/IEC 17023의 규범을 갖추어 자체 품질시스템을 구축하고자함. 표는 ISO/IEC 17023의 프로세스이며, 이를 바탕으로 품질경영시스템을 구축함

<자체 품질경영시스템 구축을 위한 컨설팅 추진 범위>

항 목	세 부 내 용
표준문서 작성 (품질시스템 구축)	매뉴얼/절차서/지침서/서식 등 작성, 보완, 완결
	매뉴얼, 절차서, 지침서, 서식 등 검토
	관련 기록물 작성 및 작성지원
측정불확도	측정불확도 일반 교육
	불확도추정 절차수립, 작성, 보완
교육	법정교육 이수 계획 수립 및 교육
	담당자 법정교육 (품질,기술 책임자, 시험자)
	시험요원 교육
	KS A ISO/IEC 17025 요구사항 등 내부교육
시험방법	인정 신청 분야 및 범위 확인
	인정 관련 규격 목록 확보
	유효성 관련 확인
시험환경	시험환경 인정 요건 파악 및 유지
장비운용 및 교정	인정요건 충족을 위한 장비 파악 및 확보
	장비이력관리, 장비점검 기록 유지
	대상 장비 설정 및 점검 절차 수립
	교정장비 목록 및 교정계획, 실적 유지
품질보증	비교숙련도 계획 수립 및 참가
내부감사 및 경영검토	내부감사 실시 및 경영검토
평가 신청 및 지원	평가 신청자료 작성 및 검토

[2-3] 실험절차서

□ 실험절차서 작성 목적

- 현재 3개의 실험센터는 KOLAS 인정을 받아 품질관리를 하고 있으며, 또다른 3개의 센터에서는 미인정상태로 품질관리를 하고 있어, 체계화된 품질관리를 위해 실험수요가 많은 실험에 대해 실험절차를 작성하여 일관성 있는 결과 도출
- 실험센터(1단계 6개 실험시설)에서 수행하는 실험에 대해 환경 변수에 관계없이 균질하고, 일관성 있는 실험결과를 제공하기 위한 실험절차를 작성하여 실험시 활용
- 실험시설 관리측면에서는 체계화된 실험방법구축을 통해 품질관리의 신뢰성 및 서비스질 향상을 도모

□ 실험절차서 작성의 필요성 및 중요성

- 교량, 건축물 등 구조분야 부재에 대한 성능검증실험의 경우, 표준화된 실험절차에 대한 규정이 마련되어 있지 않아서 동일한 부재에 대해서도 누가, 어떤 장비를 사용해서, 어떠한 방법으로 실험했는가에 따라 그 결과에 큰 차이가 발생함 ➡ 성능검증실험 결과에 대한 신뢰성 부족(숙련도, 균질성 등)
- 현재 KS 및 ISO 등의 실험기준은 대부분 재료수준의 실험에만 국한되어 있음



출처 : 건설연구인프라운영원 '구조성능평가 실험 프로세스 표준화' 연구자료

<실험 프로세스로 신뢰성/균질성 확보>

- 실험사례 분석과 실험절차서 정립을 통해 관련 제품 또는 기술에 대한 정량적이고 객관적인 성능 정보 제공을 위해 필요
- 실험절차서는 실험시설의 실험결과에 대한 높은 신뢰도 도모와 단순화 및 체계화된 품질관리측면에서 필요
- 실험시설의 운영관리측면에서 실험절차서의 작성은 테크니션 활용, 의뢰자 서비스 지원측면 등 다양하게 활용 가능

□ 실험절차서의 작성의 중요성

○ 기술적 측면

- 절차서를 통한 데이터의 체계적인 관리와 실험데이터의 신뢰성 확보를 통해 연구의 질적 향상 도모
- 절차서의 프로세스로 생성된 결과에 대해 체계적으로 보존하고 공유함으로써 다양한 기존 자료의 검색을 통해 필요 없는 노력의 중복을 피하고 협업 연구환경을 조성하여 장기적으로 국가 경쟁력을 증진

○ 경제 · 산업적 측면

○ 실험기술 및 실험 정보의 체계적인 관리를 통해 연구 결과의 산업화 및 상용화 속도 증진시킬 수 있음

- 실험절차 프로세스 정립을 통해 관련 제품 또는 기술에 대한 정량적이고 객관적인 성능 정보 제공이 가능하고 건설기술의 체계적인 검증시스템을 정립함으로써 기술 수준 향상 및 기술 상용화 증대 가능

□ 실험절차서 관련 자료 조사

○ 국내 현황 조사 및 분석

- 재료시험 또는 규격화된 콘크리트 제품에 대한 KS 표준은 있으나 구조부재 수준의 시험기준은 전무함
- 재료시험 표준(휨 강도)

· KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법

- 프리케스트 제품에 대한 표준

· KS F 4202 프리스트레스트 콘크리트 슬래브(더블 T형)

· KS F 2257-6 건축 부재의 내화 시험 방법 - 보의 성능 조건

· KS F 2257-7 건축 부재의 내화 시험 방법 - 기둥의 성능 조건

· KS F 1611-3 건축 구조 부재의 내화 성능 표준 - 제3부: 구조용 집성재 보 및 기둥

· KS F 4406 프리스트레스트 콘크리트 실린더관

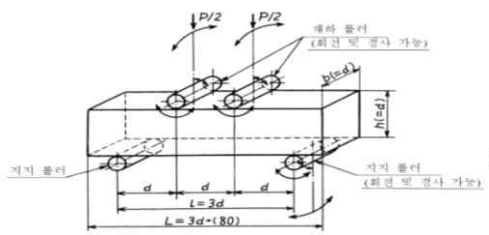
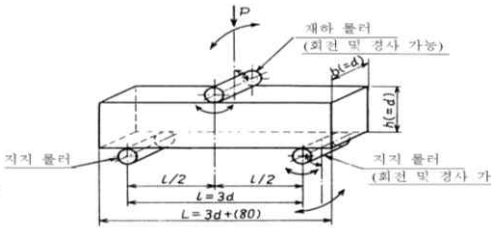
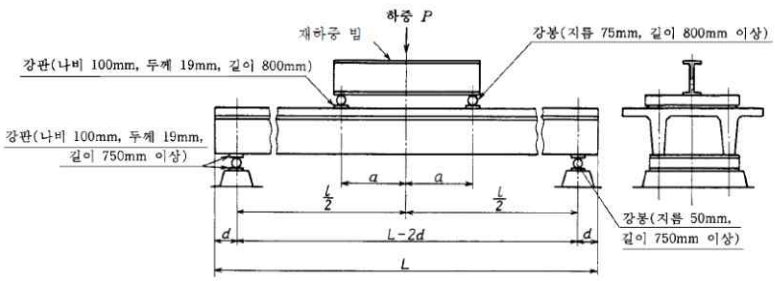
· KS F 2150 목구조용 실대재의 휨시험방법

· KS F 4034 속빈 프리스트레스트 콘크리트 패널

· KS F 2273 조립용 판의 성능 시험방법

· KS F 4207 프리스트레스트 콘크리트 침목

· KS F 4405 코어식 프리스트레스트 콘크리트 관 (JIS A 5363 참조)

구 분	내 용
콘크리트 휨강도 시험	• KS F 2408 콘크리트의 휨 강도 시험 방법 - 공시체, 시험기, 시험방법, 평가방법 제시 - ISO 4013 부합  [3등분점 재하]  [중앙점 재하]
프리캐스트 제품	• KS F 4202 프리스트레스트 콘크리트 슬래브(더블 T형) - 재료 및 제작 방법 / 시험방법L 휨 측정, 굽힘강도 시험 

출처 : 건설연구인프라운영원 '구조성능평가 실험 프로세스 표준화' 연구자료

○ 현황 분석 결과

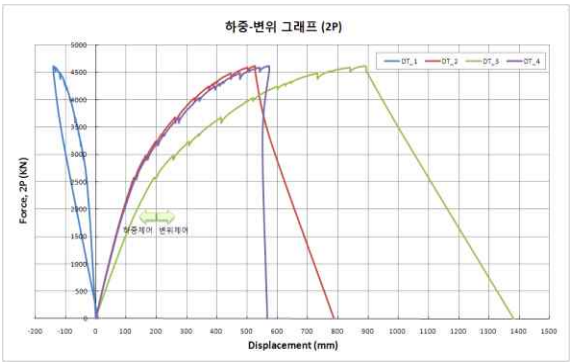
- 현재 국내에 부재를 이용한 실험절차 자료는 전무한 실정임
- 콘크리트 재료시험 및 규격화 된 구조물에 대한 일부시험규정만 실험방법 등에 대한 자료가 있음
- 실험방법 등에 의한 결과오차를 줄이고, 신뢰성 있는 실험이 되기 위해 실험절차서의 작성이 매우 시급할 것으로 판단됨

□ 실험 사례

- 절차서 작성에 관련한 실험사례는 다음과 같이 콘크리트 거더에 대한 휨실험 사례를 나타낼 수 있으며, 각 실험센터의 실험수요에 따라 다양한 실험에 대한 사례가 제공되며, 이에 따른 절차서 작성이 진행될 것임



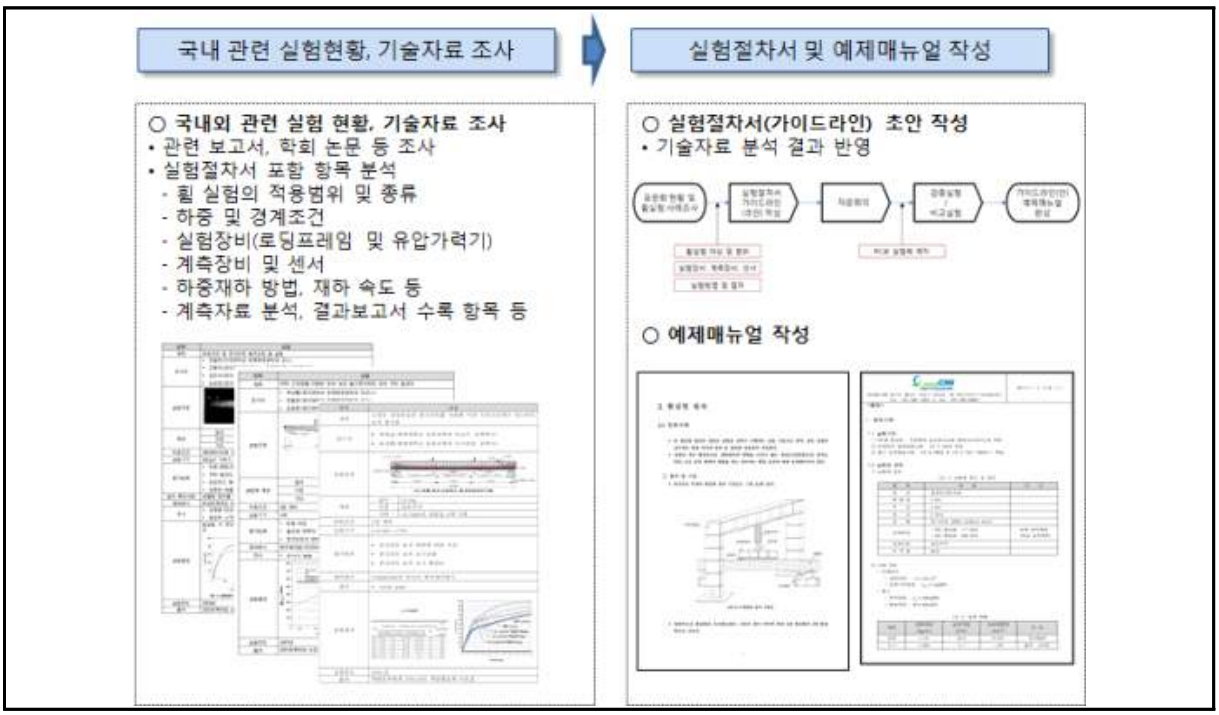
<콘크리트 보 휨실험 전경>



<하중-변위 그래프>

□ 실험절차서 작성 방법(안)

- 국내 관련 실험현황과 기술자료조사 등을 통해 실험절차서 작성
- 예산 사정상 별도의 검증실험을 할 수 없을 경우에는 각 실험시설에서 수행했던 실험사례에 기초하여 절차서 작성



<절차서 작성 방안>

□ 향후 실험절차서 작성 추진 계획

○ 실험절차서 범위 및 대상 선정

- 6개의 실험시설의 실험사례 분석을 통해 실험수요와 중요도가 높은 실험에 대해 범위설정
- 6개의 실험시설의 실험절차서 작성 대상은 표와 같이 총 30개의 실험사례에 대하여 선정함

- 각 실험시설별로 중요도와 수요가 많은 실험에 대하여 5순위로 선정 하여 차년도별 순위별로 절차서 작성 추진

<각 실험시설의 실험절차서 작성 대상 선정>

실험시설	각 실험시설별 주요 실험사례	우선순위	비고
하이브리드	- 장대거더휨실험	1	
	- STU/LUD 성능실험	2	
	- 철도거더동적성능실험	3	
	- 신축이음부 성능실험	4	
	- 케이블 피로실험	5	
첨단건설	- 부재 휨실험(5MN)	1	
	- 부재 전단실험(5MN)	2	
	- 부재 압축실험(5MN)	3	
	- 재료 피로실험	4	
	- 재료환경영향 평가 실험	5	
지오센트리	- 진동대 실험	1	
	- In Flight Robot 실험	2	
	- 하중 재하장치실험	3	
	- 지반조성(점성토, 사질토)실험	4	
	- In Flight 지반평가 실험	5	
지진방재	- 원전설비 내진성능실험	1	
	- 변전설비 내진설계 검토 실험	2	
	- 비구조요소 내진성능실험	3	
	- 전기통신설비 내진성능실험	4	
	- 조선해양 진동실험	5	
대형풍동	- 교량진동실험	1	
	- 교량풍력실험	2	
	- 건축물 풍력실험	3	
	- 건축물 풍압실험	4	
	- 독립주탑 진동실험	5	
해안항만	- 해안구조물 안정성 2D 실험	1	
	- 항내정온도실험	2	
	- 해안구조물 수리특성 2D 실험	3	
	- 해안구조물 안정성 3D 실험	4	
	- 해안구조물 수리특성 3D 실험	5	

□ 실험절차서 작성 방향

○ 실험절차서 작성 기본 항목은 각각 규정, 연구논문, 사례 등을 참고하여 절차서 작성에 있어 기본항목을 정립함

- 일반사항(구성, 사용목적, 적용 범위 및 대상, 실험절차 등)
- 실험체 제작(개요, 실험체 제작, 품질관리, 사용재료 등)
- 실험장치(개요, 실험에 맞는 장치 설치)

- 계측장비 및 센서(개요, 계측장비, 센서)
- 재료시험
- 실험
- 데이터 획득
- 결과보고서 작성
- 안전조치

구 분	세 부 내 용	비 고
개 요	• 실험목적 및 평가항목 • 참조 표준 또는 지침	
실 험 체 정 보	• 설계자료(사용재료, 물량산출) 및 도면 • 실험체 제작 절차(제작 과정 및 양생 조건 등) • 실험체 치수 확인(제작오차 확인)	
센 서 및 계 측 장 비 정 보	• 계측센서 정보 및 설치과정 • 계측센서 배치도 • 계측장비 정보	
실 험 정 보	• 실험 준비 사항(경계조건, 지점설치, 실험체 설치 등) • 실험 일시 및 기간 • 온습도 • 실험하중 조건(크기, 속도, 재하방법 및 위치 등) • 실험변수 • 실험결과(실험방법, 절차, 센서 응답 결과 등) • 실험데이터 채널 정보 • 각종 사진, 동영상 등	계측원본데이터 첨부19)
실 험 결 과 분 석	• 이론 또는 수치해석 자료 • 센서별 응답이력(하중, 처짐, 변형률 등) • 평가항목별 분석결과(휨실험: 균열하중, 극한하중 등) • 균열, 파괴형태 등	구조성능 평가
재 료 시 험 자 료	• 콘크리트 배합비 • 콘크리트의 압축강도시험 결과 등 • 철근의 인장강도시험 결과 등	시험성적서 첨부20)
기 타 첨 부 자 료	• 외피자 제공 자료(표준도면, 설계자료, 시방기준 등) • 장비 및 센서 교정성적서	교정성적서 첨부21)

<결과보고서 작성에 있어 세부 기술사항 (예)>

□ 절차서 작성 사례(건설연구인프라운영원 “구조성능평가 실험 프로세스 표준화”)

- 절차서 작성의 예로 ‘구조성능평가 실험 프로세스 표준화’를 들 수 있으며, 실험진행에 있어, 일반사항, 실험체 제작, 장치 이상 유무 검토 등 여러 실험절차에 따른 준비사항 작성과 실험진행에 있어 절차 순서를 정리함



<일반사항]>



<실험체 제작>



<실험장치>

[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 연계 가능 기관 및 현황 분석

○ 건설 그리드사업(일본)

- 일본의 문무과학성은 5년간('01~'05) 2,000억원을 투자하여 교토대, 국립재료과학연구소(NIMS)등 9개 연구기관에 가상 협업 연구환경을 구축하여 차세대 항공기 설계와 개발(항공우주분야), 게놈의 해석과 DB구축을 통한 영상처리 기술개발(BT분야) 등에 활용
- 토목연구소(10개부, 2센터, 1시험소)
  · 대형시설별 연구진과의 연계프로그램 구축 추진
  · 건축연구소, 항만기술연구소 및 카지마 기술연구소(민간)

○ TRL(영국)

- 전 세계적으로 교통 시스템의 개발 및 운영에 관한 주도적인 역할을 수행
- 1993년에 영국 정부의 지원으로 설립되어 1996년 민간 기업으로 민영화 됨. 대학, 운송산업, 엔지니어링 컨설턴트, 정부기관 등 약 80여명으로 조직이 구성되어 있음
- 연구 인증 및 제휴 업체는 아래와 같음
  · FEHRL - the Forum of European National Highway Research Laboratories
  · ECTRI - European Conference of Transport Research Institutes
  · FERSI - The Forum of European Road Safety Research Institutes
  · WRA - The World Road Association - PIARC
  · UITP - International Association of Public Transport
- 배출을 최소화하는 정책적인 교통 대책 방안 마련, 개발 국가에서의 도로 유지 보수 관리 등 교통분야 전반적인 내용에 대한 연구 수행

○ ELSA(European Lab. for Structural Assessment, 이탈리아)

- 유럽위원회의 공동연구센터인 JRC(JOINT RESEARCH CENTRE)의 IPTS(The Institute for Prospective Technological Studies) 실험센터 중 하나로써 구조성능평가 및 환경과 기후변화, 안전 및 보완 관련 실험시설
- 이탈리아 Iapra에 위치하며, 의사 동적 실험 등 대규모의 구조실험을 수행할 수 있으며 반력벽은 유럽에서 가장 대규모 시설임
- 건설연구인프라 1단계 실험센터(하이브리드구조실험센터, 첨단건설재료실험센터, 지진방재연구센터)와 구조 관련 분야의 실험 및 공동연구가 가능하며, 2단계 실험센터(극한상태구조특성실험센터)와는 충격과 폭발과 관련된 시뮬레이션 테스트 및 구조물의 동적 테스트가 가능한 홉킨슨 바를 활용한 공동연구 활용 및 네트워킹이 가능할 것으로 예상됨

○ NEL consortium(영국)

- 영국 정부에서 운영하는 유량 측정 표준에 대한 국가 측정 연구소로 R&D 프로그램의 일부로 운영되고 있음
- 아래와 같이 다양한 국가가 프로젝트 파트너로 참여하여 유량 측정 표준을 위해 공동연구를 수행하고 있음

· Physikalisch-Technische Bundesanstalt(Germany)

· Cesky Metrologicky Institut Brno(Czech Republic)

· VSL, Shell, DNV KEMA, ProLabNL, Deltares(all Netherlands)

· Oil & Gas Measurement, Industrial Tomography Systems

· Atout Process and University of Leeds(all UK)

○ NEES 2단계

- NEES 사업(미국)은 대형연구인프라 구축 및 공동활용의 세계적인 선두주자로 현재 1단계 사업이 종료되고 2단계를 기획중에 있음. 1단계 NEES의 버클리대학과의 MOU 체결 및 퍼듀대학과의 업무 협의, 리하이대학과의 공동연구 등에 따라 2단계 사업과의 연구 커뮤니티 구성을 하고자 함

- NEES 컨소시엄과 KOCED 실험시설간 국제 공동협력체계 구축 마련

  · 1단계 건설연구인프라 실험시설 구축시 인프라 구성의 벤치마킹 모델이 되었던 NEES 사업의 2단계 기획에 따라 향후 공동협력을 위한 협의 체계를 마련하고자 함

○ 글로벌연구망(GLORIAD)를 통한 전세계 연구·교육기관과의 연계 사례 및 현황 분석

- 사이버 상에서 실시간으로 협업이 가능한 융합 연구·교육 환경을 구축하여 다학제 융합 연구 활성화 및 고등교육 생산성 제고에 기여하기 위하여 사이버 랩 구축이 추진되어 10개의 대학과 2개의 기관시설이 구축되고 운영 중에 있음

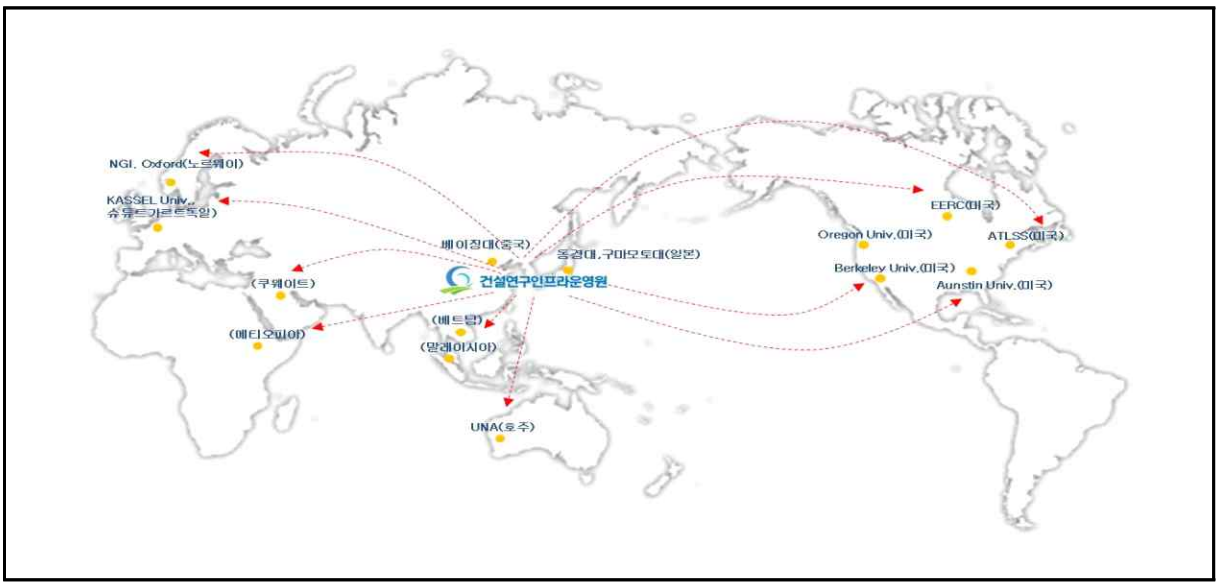


<KISTI의 GLORIAD망과의 연계>

- KISTI의 GLORIAD망과 운영원의 협업시스템을 연계한 공동연구실험 진행

  · Grid망을 활용한 공동연구의 수행은 대체적으로 활성화되어 있지 않으며, 대다수의 공동연구는 협력체계 구성을 통하여 수행되고 있음

  · 국토교통분야의 비슷한 성격을 가진 NEES 2단계 사업, ELSA 등 관련 연구기관과의 꾸준한 업무 협의를 통해 연계점을 도출하여 실행하도록 해야 함



<KOCED 국제협력 및 공동연구 활용>

□ 협력 추진 내용

○ ATLSS in Lehigh University(미국)

- 방문 일시 : 2014년 5월 14일~16일
- 방 문 자 : 건설연구인프라운영원(박영석/연구단장)
- 방문 기관 : Texas A&M Transportation Institute
  Ferguson Lab. in Texas University
  Fritz Lab. and ATLSS in Lehigh University
- 추진현황 : 미국의 ATLSS는 '07년 하이브리드구조실험센터(명지대학교)와의 MOU 체결
- 방문목적 : 세계 최고 수준의 구조 관련 실험센터 견학 및 향후 공동연구 협의
- 구조실험동 및 건설재료실험동을 갖추고 있는 미국의 대형 실험동 견학을 통하여 손꼽히는 성능의 구조 실험 시스템 및 실험시설·장비를 조사하고 다양한 실험사례 및 실험 수행 현장을 방문함
- 추진방안 : 공동연구, 전문 인력 및 연구자 교육 등에 힘쓰고 있음. ATLSS 기관을 방문하여 현재 운영·관리 시스템 및 연구시설·장비 현황에 대해 파악하고 향후 공동연구를 위한 협력체계 구축에 대해 협의 수행



<Texas A&M Transportation Institute>



<Ferguson Lab. in Texas University & Fritz Lab. and ATLSS in Lehigh University>

○ LGAI Technological Center S.A., APPLUS+ Laboratory(스페인)

- 방문 일시 : 2014년 6월 18일~19일
- 방 문 자 : 건설연구인프라운영원(박영석/연구단장)
- 방문 기관 : LGAI Technological Center S.A., APPLUS+ Laboratory
- 방문 목적 : 실험시설 현황 및 상호 협력방안 논의
- LGAI Technological Center은 주요 국제기구의 인증을 받았으며, 각종 인프라 구축 사업에 도움이 되고 있음. APPLUS+는 광범위한 인증을 통해 전세계적으로 다양한 분야의 350개 실험실 네트워크망을 구성하고 있음. 이 네트워크망을 통해 전 세계 관련 사업자/연구자들로부터 개발된 제품의 성능 평가에 대한 객관적인 성적서를 제공하고 있음
- 분산공유 건설연구인프라 1단계 실험시설 및 2단계 실험시설 구축에 많은 관심을 보이고 있음
- 추진방안 : APPLUS+ 에서는 KOCED CMI(건설연구인프라운영원) 및 실험센터와 공동연구 또는 실험 관련 협력체계 구축에 관한 계획이 있었음. 기존 계획대로 실험시설간 또는 운영 및 관리자간의 업무 협력을 위하여 구체적인 협조사항 및 MOU 체결에 대한 논의가 수행될 예정임(Dr. Carolina(Director of APPLUS+) 2014년 후반기, 건설연구인프라운영원 및 실험센터의 방문을 계획 하고 있음)



<APPLUS+ 방문 및 업무 협의>

[3-2] 국제 공동연구

○ Kassel University(독일)

- 방문 일시 : 2014년 4월 7일
- 방 문 자 : 독일 Kassel University
  (Ferran Obon/Research, Uwe E. Dorka/Professor)
- 방문 목적 : 국제협력을 위한 공동세미나 및 Hybrid Test 관련 업무 협의

- 발표 주제 : Hybrid Simulation at the University of Kassel
  (Kassel University) Overview of Research Activities
- 협의 내용 : Kassel University에서 수행하고 있는 하이브리드실험(실시간 하이브리드 실험, 분산 하이브리드실험) 수행 사례/현황 세미나, 현재 연구 프로젝트 및 향후 연구 계획 발표를 통한 공동연구 방안 모색



<독일 Kassel University - 건설연구인프라운영원 연구 세미나>

○ Old Dominion University(미국)

- 방문 일시 : 2014년 6월 23일~25일
- 방 문 자 : 미국 Old Dominion University(채윤병/교수)
- 방문 목적 : 국제협력을 위한 공동세미나 및 Hybrid Test 관련 업무 협의
- 발표 주제 : KOCED 연구인프라를 활용한 실시간 하이브리드실험 수행
  실시간 대변위 적응형 변위제어 알고리즘 개발 관련 업무 협의
- KOCED 실험·연구인프라를 활용하여 하이브리드실험을 수행하기 위해 기존의 하이브리드실험 시스템 현황을 검토하고 현재 시스템의 문제점 검토 및 보완사항을 제시함으로써 향후 공동연구의 기반을 마련함
- 미국 Old Dominion University의 실시간 하이브리드실험 시스템 및 실험·연구 사례 세미나 수행
- 향후 실시간 국제협력을 통한 실시간 대변위 적응형 변위제어 알고리즘 개발에 관한 협의 및 지속적인 공동연구 수행 계획 수립



<연구세미나(하이브리드실험 테스트) 및 업무 협의>

[4] 실험시설 성과분석

[4-1] 1단계 운영성과 분석

□ 운영성과 분석 목적

- 1단계 건설연구인프라 구축사업의 운영 실적 및 창출성과에 대한 실질적인 효과 분석을 통해 객관적인 사업진단과 효율화 방안 모색
- 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립을 위한 1단계 실험시설에 대한 활용현황 및 운영성과 분석
- 추진 사업의 타당성, 사업운영의 효율성, 투자 대비한 효과성 등에 대한 객관적인 검토와 더불어 향후 사업추진 방향에 대한 정책 제언 수행
- 1단계 건설연구인프라 구축사업에 대한 체계적인 성과관리체계 구축 및 통계 데이터 확보로 지속적인 사업평가 및 성과환류시스템 구축

□ 목표 및 계획

○ 성과분석 목표

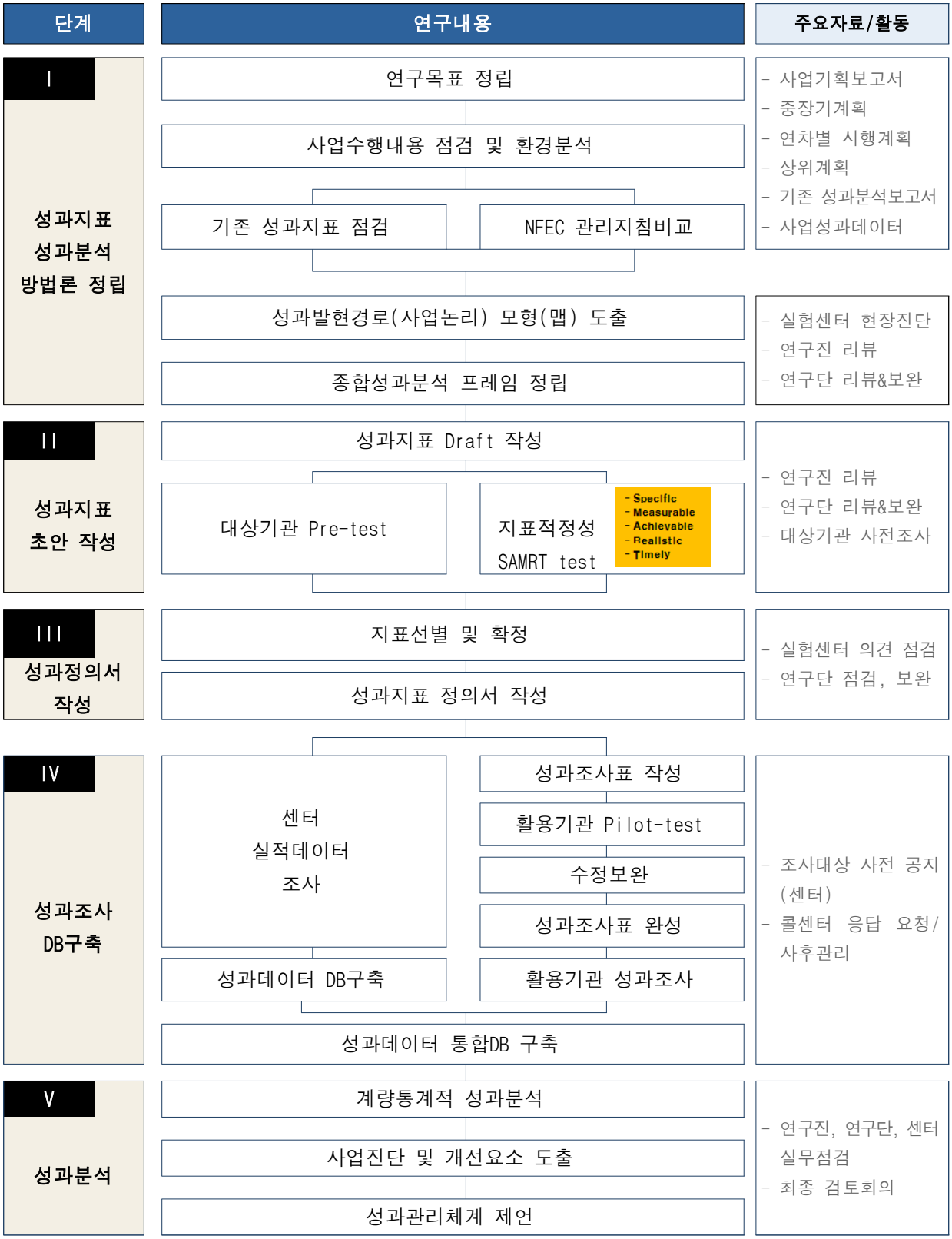
- 1단계 건설연구인프라 사업을 통해 도출된 과학적, 기술적, 경제적 성과에 대한 신뢰성 높은 성과 Data를 확보하고, 종합적이고 체계적인 분석 실시
  - · 투입/과정/산출/파급효과 등 로직모형에 기반을 둔 성과지표체계 설계
  - · 장기적인 전략수립에 효율적으로 반영할 수 있도록 기존의 성과지표를 검토, 보완하여 활용실적 및 운영성과 지표를 도출
  - · 성과지표에 근거한 신뢰성 높은 데이터 구축과 객관적이고 심층적인 분석 수행
- 건설연구인프라 운영성과 제고를 위한 실효성 있는 환류방안과 효율적 운영 전략 수립을 위한 시사점 도출

· 사업추진 전주기에 대한 적절성, 효율성, 효과성, 체계성 평가 및 사업 추진에 따른 성과제고를 위한 실행 방안 도출

· 1단계 실험시설의 실질적인 운영환경 개선방안 도출과 1·2단계 실험시설에 대한 효율적인 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립을 위한 연구자료 확보

- 성과분석 추진절차

· 건설연구인프라 1단계 성과분석(~`14.08)은 총 5단계 세부내용으로 추진



□ 성과분석 모형 및 지표 설계

○ 성과분석 종합 모형

- 성과분석 대상 및 성과데이터 구축

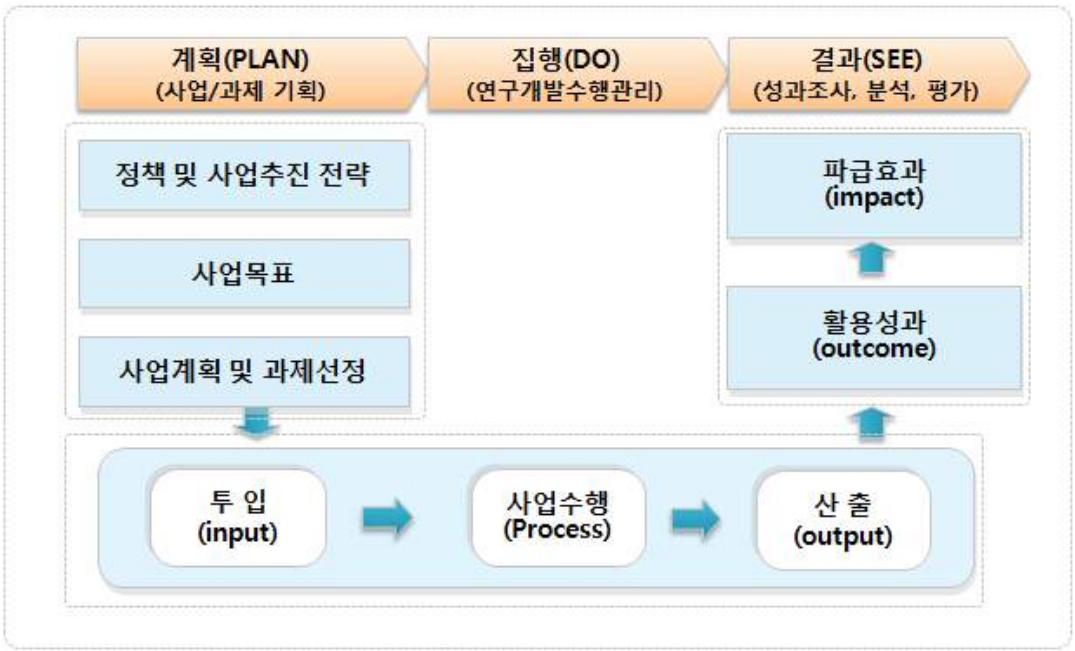
· 2009년도부터 구축된 6개 센터 및 활용기관(기업체, 대학, 연구자) 전수

· 6개 센터 운영실적 및 활용기관 성과 데이터, 이용만족도 조사결과 데이터

- 건설연구인프라 구축사업의 효율화를 위해 신뢰성 있는 성과조사와 타당성 있는 성과분석을 통해 분석결과의 신뢰성과 타당성을 확보하여 국가차원의 효율적 정책결정을 도모하고 사업 개선방안 도출이 주요한 과업임

· 정부투자에 의해 진행되는 사업은 계획(Plan) - 실시(Do) - 결과(See) 및 사업관리(Follow-up)의 순환체계를 지니고 있으며, 건설연구인프라 구축사업의 경우에도 수혜자의 사업수행 성과와 지원과정에 대한 평가를 통해 성과가 좋은 분야는 더욱 장려하고, 저조한 분야는 피드백(Feed back)하여 정상적인 사업추진의 저해 요소를 찾는 사후지도가 절대적으로 필요함

· 계획(Plan) - 실시(Do) - 결과(See) 및 사업관리(Follow-up) 순환체계에 근거하여 로직모형을 구축하여 성과분석의 총괄 프레임을 설계



<성과분석 종합 모델>

○ 성과분석 지표설계

- 기존 건설연구인프라 성과분석지표 분석결과

· 지금까지의 실적 중심 성과지표로는 사업의 실질적인 효과를 분석하는데 한계가 존재

· (구축성과지표) 연구시설 및 장비, 연구인력 확보 관련 DB, CI시스템 구축을 중심으로 설정, 준공시점과 준공 이후 추가 구축 성과를 구분하여 관리하고자 함

· (운영성과지표) 연구시설 운영, 실험 DB 구축 및 운영, 운영원 운영, 기타로 세분화하여 지표를 설정하고 있음

· (활용성과지표) 분산공유 건설연구인프라 실험시설을 활용하여 달성된 논문, 보고서 등의 학술성과, 특허, 신기술, 기준-지침 반영 등의 기술성과, 기술료, 매출발생, 비용절감 등의 경제적 성과를 분석하고자 함

· 기존 연구 및 실적보고서에서 활용된 성과지표에 대한 개선요소를 정리하면 다음과 같음

기존 성과지표 보완요소

① 사업성과 발현경로에 대한 체계적인 성과지표체계 구축 미흡
: 투입(Input) → 과정(Process) → 산출(Output) → 활용결과(Outcome) → 장기적 파급효과(Impact) 등의 경로모형(LOGIC MODEL)이 일반적
※ 국가연구개발사업 표준성과지표(2013) 참조

② 국가적인 연구인프라 구축의 사업 목적 - 전략목표 - 성과목표 - 성과지표 체계에 대한 연계성 부족
: 투입 "사업성과 ≠ ∑센터별 성과" 라는 관점으로 접근

③ 사업 성과를 대표하는 핵심 (복합)지표와 보조지표에 대한 구분 미흡
: 사업목적과 연계될 수 있는 대표성과를 설정하되, 객관적으로 수준 평가가 가능한 측정방법론 개발 필요

④ 총괄(운영원)과 개별 센터의 사업성과지표가 혼재
: CI시스템 구축관련 지표는 총괄(운영원) 사업지표, 활용성에 지표 보강

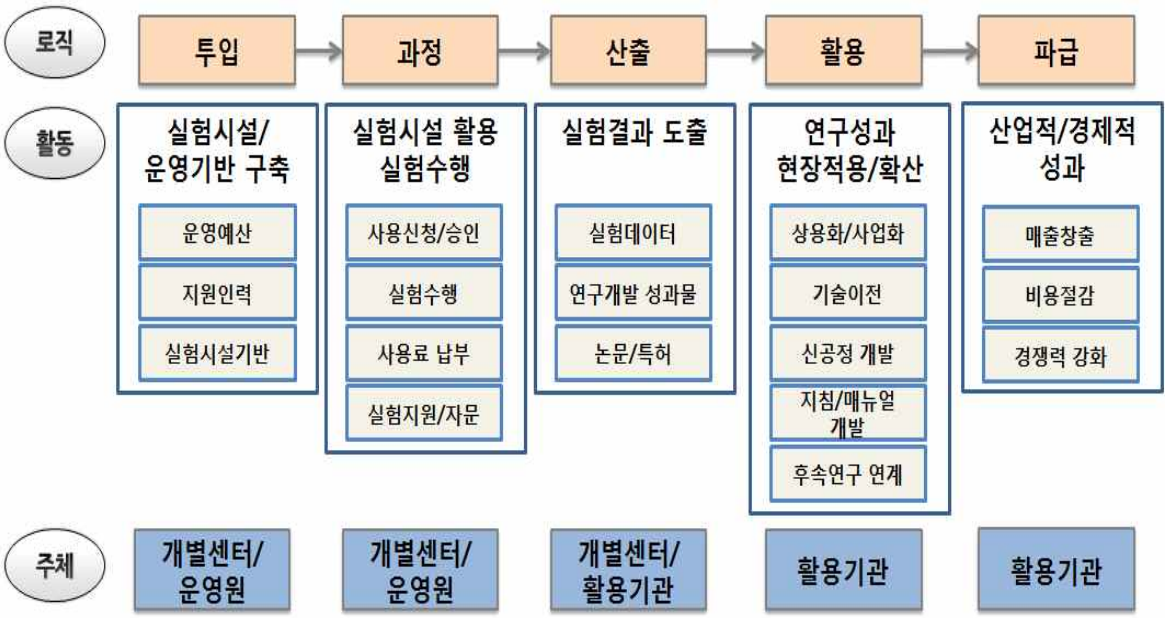
⑤ 실무적 지표획득 가능성에 기반한 단순 지표 위주
: 정량적 지표(성과통계 관점) 중심으로 사업에 대한 질적 평가 미흡

○ 건설연구인프라 성과분석지표 개선방향

- 지표구성의 체계성
  · 인프라 사업과 산업적, 경제적 최종성과와의 인과성에 대해 로직모형을 활용한 연계 지표체계 수립
  · 국가연구시설장비 성과관리 권고 지침에 준하여 설계
- 사업의 기여도
  · 성과발현 경로에 따라 동 사업이 기여하는 산업적, 경제적 파급효과까지 평가될 수 있는 지표체계 완성
- 정의 적절성
  · 6대 센터의 사업유형별 특성을 반영한 성과지표체계 구축
  · 시설단위, 장비단위(유닛별) 지표 세분화 관리체계 마련
- 사업목표 연계성
  · 사업 비전-사업목표-세부성과 목표 등 상위목표와 연계되는 지표개발로 사업추진 체계 일관성 확보
- 성과관리의 활용성
  · 사업 목표관리를 위한 핵심성공요인(CSF)과 그에 따른 구체적인 관리지표체계 마련

○ 건설연구인프라 성과분석지표 개발

- 성과분석을 위한 성과지표는 건설연구인프라 사업성과 창출경로를 토대로 설계하며, 사업 프로세스에 따라 도출된 성과지표 체계를 기반으로 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적 성과로 구분하여 분석을 실시
  · 사업운영 단계에 따른 성과지표 및 사업목적에 맞는 실험 단위의 성과지표를 검토하고, 성과목표에 부합하는 성과지표를 개발



<건설연구인프라 구축사업 추진 논리 정립>

- 논리구조에 따른 성과지표 풀 구성



<논리모형에 근거한 사업 성과지표 풀>

○ 성과분석 계획

- 활용성과, 설문조사, 분석방법, 개선사항 도출 등에 대한 계획 수립

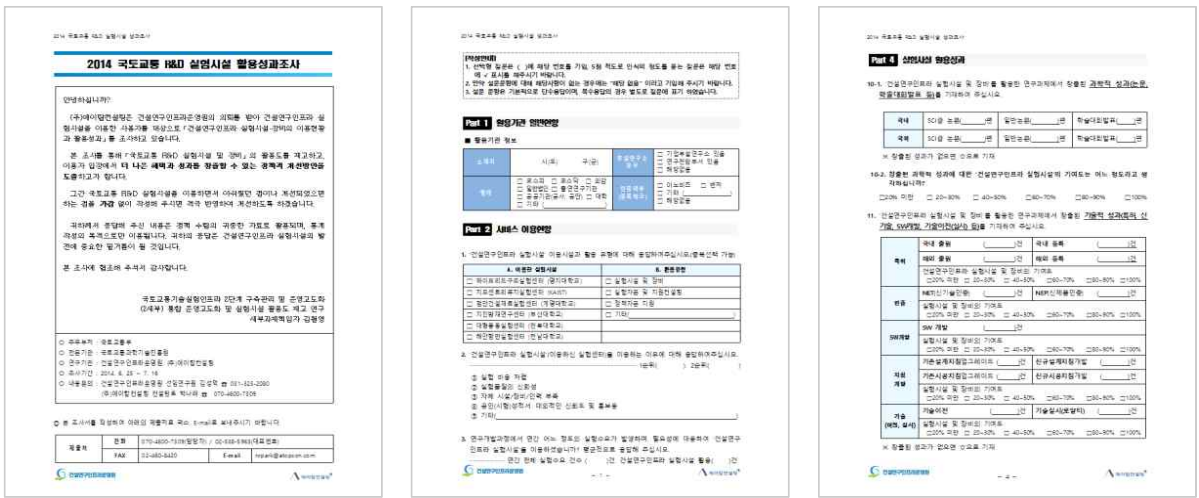
  · 기존 성과지표 분석

  · 성과조사 수행계획

구 분	내 용
조사목적	건설연구인프라 실험시설 활용처의 활용 만족도와 파생성과, NEEDS를 조사를 통해 더 나은 혜택과 성과를 창출할 수 있는 정책적 개선방안을 도출을 위한 기초자료 확보
조사기간	2014년 7월 1일 ~ 7월 18일 (14일간)
조사방법	구조화된 설문지를 이용한 자기기입식 비대면조사 (e-mail/FAX) (전문조사기관 외주 의뢰)
조사대상	각 센터별 활용처 중 컨텍 가능한 242명의 연구책임(담당)자
표본추출	계약주체 유형별 유의수준을 확보 할 수 있도록 모집단 대상수를 고려한 대상자 규모별 층화 유의할당 (컨텍 포인트가 존재하는 대상에 한함) 목표수 70% 수준
데이터 처리 및 기초분석	2014년 7월 21일~30일 (10일간)

○ 조사대상 표본 추출 내용은 다음과 같음

- 각 센터의 계약주체별 계약실적은 736건, 의뢰기관의 중복을 제거하여 총 311건의 조사대상 기관 선정
- 기관 중 컨텍 가능한 조사대상은 242개에 대해 조사 실시함
- 조사대상 표본 추출 내용은 다음과 같음
  · 조사대상(242건)의 70% 약 170건, 최소 유의수준 확보를 위해 유의 할당함



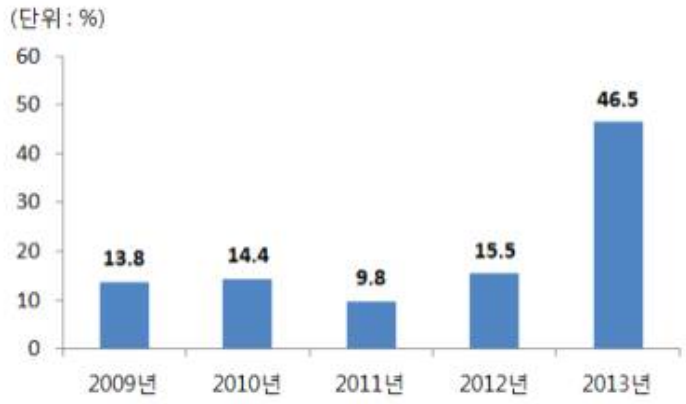
<활용실적 및 만족도 조사>

○ 성과조사 결과

- 만족도 조사는 242명의 연구책임자를 대상으로 실시하였으며 174건을 회수하여 71.9%의 응답률을 보임

구 분	대상수	응답건수	응답률(%)
성과 및 만족도	242	174	71.9

· 실험종료 시점과 동일한 시기에 조사가 진행될 필요가 있음



<최초실험연도별 응답현황>

□ 성과분석 주요 결과

<기반조성성과>

□ 실험시설 구축 - '05년~' 09년 1단계 6개 실험시설 완료
□ 총 투입예산 - 정부 609.4억원, 유치기관 대응자금 205.6억원 총 815억원
□ 전문 운영인력 확보 - 센터당 평균 7명(최소 5명 ~ 최대 12명)
□ CI시스템 - 실험원격관찰(KOCED Tele-Presence)을 통한 협업연구 시스템, 실험데이터 표준화, 실험장비 원격제어 및 관찰(Education Grid) 구축

○ 전국 6개 대학에 총사업비 815.1억원(정부 609.4억원, 유치기관 대응자금 205.6억원)으로 건설분야 대형실험시설 1단계 구축(' 05년~' 09년)

- 하이브리드구조, 지오센트리퓨지, 첨단건설재료 실험시설은 계획 대비 100% 구축, 장비사양으로 성능 변경 및 추가, 확대
- 지진방재, 대형풍동, 해안항만 실험시설은 계획 대비 100% 구축 완료

○ 실험센터별 지원인력 평균 7명, 센터총괄, 센터관리, 장비관리, 시설관리, 회계/행정, 시험(실험), 연구, 교육 전문요원이 확보

○ CI(Cyber Infrastructure) 시스템은 계획 대비 100% 구축

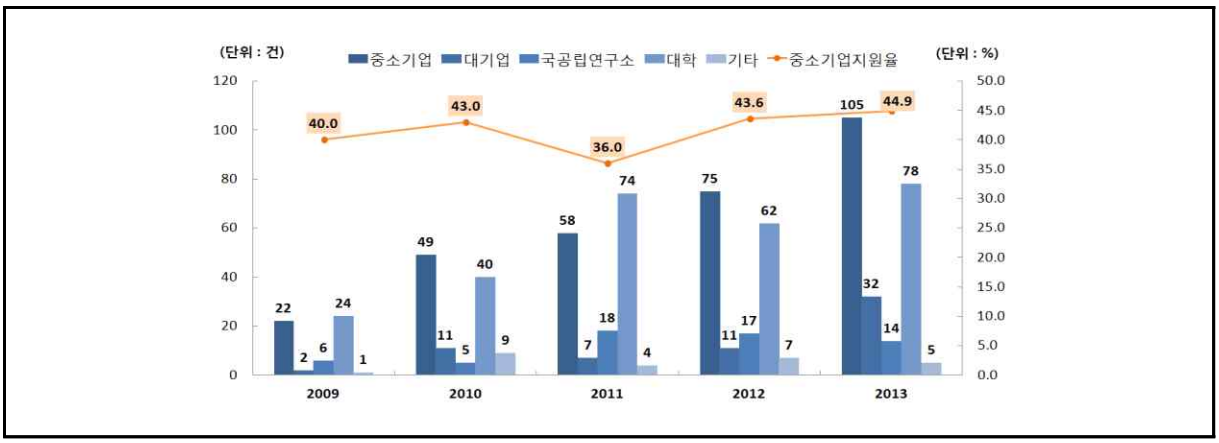
- 실험원격관찰을 통한 협업연구, 대용량 실험데이터 저장 및 공유, 토목, 건설 분야의 실험데이터 표준화, 실험장비 원격제어 및 관찰(Education Grid) 환경 조성

<운영성과>

□ 실험계약건수 - 총 736건(' 09~' 13년), 연평균 147건(운영원 43.8%, 센터 56.2%)
□ 중소기업 지원율 - 42.0%(총 계약건수 736건 중 309건)
□ 연구시설장비가동률 - 64.5%(' 09~' 13년)
□ 중소기업지원사업 연계율 - 16.1%(중소기업 실험건수 180건 중 29건(12, 13년 해당))
□ 국제협력 건수 - 총 18 건(MOU 2건, 국제 세미나 10건, 공동연구 6건)
□ 실험품질 제고 - 3개 시설 KOLAS 인증, 인증시험 51건 실시
□ 사업만족도 평가 - 종합만족도 85.7점(실험시설 및 장비 85.5점, 기술 및 행정인력 88.0점, 지원서비스 81.6점)
□ 사업 개선요소 - ①접근성, ②편의시설 개선, ③사용료, ④사후서비스 순

○ 실험계약실적은 지난 5년간(‘09~’ 13년) 총 736건이며, 운영원의 수주 실적은 319건(43.8%), 센터 수주 실적은 417건(56.2%)으로 나타남

- 활용기관 유형별 중소기업 42.0%, 대기업 18.2%, 대학 28.1%, 국공립 등 기타 11.7%
- 중소기업 지원건수 및 중소기업이 차지하는 비중이 지속적으로 증가 추세



<실험계약실적>

○ 연구시설장비가동률은 ’ 09년~’ 13년 64.5%로 각년도별 48.6% → 51.3% → 71.2% → 75.3% →79.3%로 꾸준히 증가 추세

- 실험시설 유형별 장비 활용실적은 센터별 장비의 특성에 따라 다양하며, 측정기준이 다소 다르기 때문에 센터별 전체실험시설 및 장비별 활용실적 세부 데이터 구축 필요

○ 중소기업 ‘연구장비 공동활용 지원사업’에 연계운영된 실험은 ‘12년 12건, ‘13년 17건으로 총 29건이며, 계약금액은 5억 1,500만원임

- 중소기업 총 지원건수 180건중(12~13년) 16%에 해당

○ 국제협력 실적은 지난 5개년 간(‘09~’ 13) 하이브리드구조, 지오센트리퓨지, 지진방재, 대형풍동 실험시설에서 총 18건 추진

- MOU 2건, 국제 세미나 10건, 공동연구 실적이 6건임

○ 실험 DB구축은 1,033건(‘14.05기준)이며, 한국과학기술정보연구원(KISTI) 국가과학기술망 기반의 첨단응용연구망 지원기관 5년(`08~`12년) 연속 선정

- 실험계약 1건당 여러 개의 Task로 나누어 등록하는 경우가 있으며, ‘09년(1단계 구축 완료년도) 이전 DATA를 일부 포함
- 실험DB 구축 가이드라인을 만들어 센터별 동일한 기준에서 실험데이터를 입력, 관리할 수 있도록 조치 필요

○ 교육 및 훈련실적은 최근 5년간(‘09~’ 13) 총 2,542명 수혜

- 지진방재 연구센터에서의 교육훈련 실적이 상대적으로 많은 비중을 차지

○ 홍보는 국가연구개발사업 우수성과 100선 선정, 홍보부스 운영, 뉴스레터, 실험사례백서, 브로슈어, 홍보영상, 경진대회개최, 언론매체 방영 등을 통해 수행

- ’ 12년도 국가연구개발사업 우수성과 100선 선정(‘인프라’ 분야 미래창조과학부 장관상 수상)

- 뉴스레터 제작 및 배포 (3~4회/연간, 총 14차), 실험사례백서 제작 및 배포(총 2회), 브로슈어 제작(국문 : 2건, 영문 : 1건), 홍보영상 제작(총 7종), 각종 경진대회 개최, 언론매체 방영

○ 실험품질 제고를 위한 KOLAS 인증 3개 실험시설 획득, 51건 인증시험 실시

- 하이브리드구조(’ 11.11), 지진방재(’ 11.12), 첨단건설재료(’ 11.12) 등

○ 고객만족도는 시설 및 장비, 기술 및 행정인력, 서비스 등 3대 요인으로 평가

- 실험시설 및 장비에 대한 만족도 85.5점, 기술 및 행정인력 만족도 88.0점, 지원서비스 만족도 81.6점 등 3대요인 종합만족도 85.7점
- IPA 개선요소 분석결과, 시급히 개선되어야 할 요인으로는 ①접근성, ②편의시설 개선, ③사용료, ④사후서비스 등인 것으로 평가됨

○ 건설연구인프라 실험시설에 대한 재이용 의향지수 88.7점, 타인추천 의향지수 86.4점으로 매우 높은 수준

- 첨단건설재료 실험센터의 서비스 만족도와 재이용 의향지수가 타 센터대비 상대적으로 높은 것으로 나타남

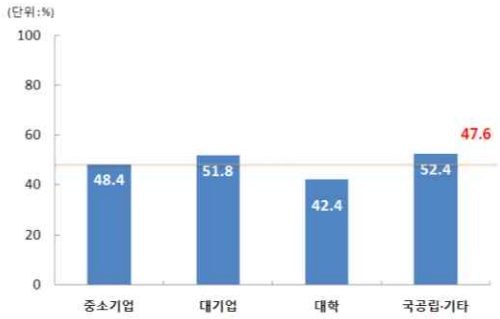
<활용성과 요약>

□ 건설연구인프라 실험시설 활용률 - 총 실험수요 대비 47.6%
□ 실험비용편익 만족지수 - 타기관대비 저렴 25.3%
□ R&D 비용 절감액 - 총 42.5억원, 필요경비 대비 32.4% 절감(할인율 적용 산정)
□ 논문 창출성과 - 총 344건(SCI 논문 13건, 일반 논문 102건, 학술대회 229건)
□ 특허 창출성과 - 출원 82건(국외 1건), 등록 43건(국외 12건)
□ 기술인증 획득건수 - 총 18건(NET인증 11건, NEP인증 7건)
□ 지침개발 건수 - 총 72건(설계지침 50건, 시공지침 22건)
□ 기업체 기술경쟁력 향상도 - 기술수준 향상율 16.3%, 제품 및 시공품질 개선율 13.9%, 기술개발환경 개선율 17.4%
□ 사업화(상용화/현장적용) 건수 - 200건(연평균 40건)
□ 사업화 유발매출액 - 총 5,410억원(연평균 1,082억원)
□ 비용절감액 - 총 214.8억원(연평균 43.0억원)

○ 건설연구인프라 실험시설 활용률은 총 실험수요 대비 47.6%

- 활용기관의 연간 평균 실험수요 4.9건, 건설연구인프라 실험시설 이용건수 2.3건
- 대기업과 국공립연구기관에서의 건설연구인프라 실험시설 활용률이 52.4%, 51.8%로 중소기업, 대학보다 다소 높게 나타남
- 실험수요 대비 건설연구인프라 실험시설 활용률이 높은 센터는 지오센트리퓨지 74.4%, 해안항만 54.5%, 첨단건설재료 52.8% 순임

구분	연간 총 실험수요 건수	인프라 실험센터 활용건수	활용률
중소기업	3.8	1.9	48.4
대기업	10.1	5.2	51.8
대학	5.1	2.2	42.4
국공립 · 기타*	5.2	2.7	52.4
평균	4.9	2.3	47.6



[건설연구인프라 실험센터 활용률]

* 국공립: 출연연 및 국공립 연구소를 포함한 국공립연구소 / 기타: 학회 및 재단, 사립연구소

○ 실험 비용편익 만족지수(타기관 대비 저렴 체감) 25.3%, 비용 절감액 42.5억원

- 건설연구인프라 실험시설 이용비용이 더 저렴 25.3%, 동일(비슷) 56.9%, 더 높음 17.8%
- 비용편익 센터는 지오센트리퓨지 30.0%, 지진방재 29.1%, 하이브리드구조 27.0% 순임
- 건설연구인프라 실험시설을 이용함으로써 절감된 R&D 비용은 총 42.5억원이며, 총 필요경비 대비 32.4% 절감(할인율 적용 산정)

○ 실험시설 이용 편익구조는 자체 시설 · 장비 · 인력의 부족 77.6%, 실험품질 신뢰성 46.0%, 공인(시험)성적서 39.1%, 저렴한 실험비용 20.7%의 순(중복응답)

- 중소기업의 경우 공인성적서 제출 및 대외적 신뢰 및 홍보(46.7%) 편익이 타 기관보다 상대적으로 높게 나타나, 해당 업무 성과에 대한 체계적인 지원 강화가 필요

○ 최근 5년간('09~' 13) 실험시설 활용에 따라 창출된 논문은 총 344건

- 국내 논문 창출 성과는 SCI 논문 13건, 일반 논문 102건, 학술대회 229건
- 국외 논문은 SCI 논문 31건, 일반 논문 12건, 학술대회 59건으로 총 102건
- 창출된 논문에 대한 건설연구인프라 실험시설의 기여도는 42.5%
- 창출된 논문의 질적 수준 평가를 위해 활용기관 추적조사시 논문게제 저널 및 ISSN 정보를 획득하여 JCR과 매칭분석 필요

○ 최근 5년간('09~' 13) 실험시설 활용에 따라 창출된 특허는 출원 82건, 등록 43건

- 출원특허는 국내 81건, 국외 1건, 등록특허는 국내 31건(72.1%), 국외 12건(27.9%) 이었으며, 활용기관 유형별로는 중소기업 성과가 66건으로 전체 성과의 80.5%, 대학이 11건으로 13.4%임
- 창출된 특허에 대한 건설연구인프라 실험시설의 기여도는 37.4%
- 창출된 특허의 질적 수준 평가를 위해 활용기관 추적조사시 특허번호 정보를 획득하여 SMART 혹은 K-PEG 특허평가등급 분석 필요

○ 창출된 인증 성과는 NET인증 11건, NEP인증 7건으로 총 18건

- 유형별로 중소기업이 14건으로 가장 높은 성과를 나타냈으며, 인증 성과에 대한 실험시설 평균기여도는 70.0%
- 활용성과 조사시 건설신기술, 녹색인증 등 활용기관에서 관련 기술에 대한 인증여부를 포괄적으로 파악할 수 있도록 조치가 필요할 것으로 판단됨

○ 지침개발은 설계지침 50건, 시공지침 22건으로 총 72건 창출

- 설계지침은 기존지침 개선이 23건, 신규 개발이 27건
- 시공지침은 기존지침 개선 11건, 신규 개발 11건
- 지침개발 성과에 대한 실험시설의 평균기여도는 44.2%

○ 기술이전 성과는 총 18건이며, 그 중 기술이전이 4건, 기술실시가 14건

- 기술이전 성과에 대한 실험시설의 평균기여도는 75.0%로 활용기관 유형별로 중소기업이 81.0%로 높게 나타남

○ 건설연구인프라 실험시설을 이용한 활용기관의 기술 및 경영상의 향상 수준은 기술수준 향상율 16.3%, 제품 및 시공품질 개선율 13.9%, 기술개발환경 개선율17.4%, 기업이미지 향상도 14.1%로 평가됨

- 기술수준 및 기술개발환경 개선효과는 지오센트리퓨지실험센터를 이용한 활용기관이 각각 25.5%, 26.0%로 가장 높음
- 품질향상 효과는 지진방재연구센터 활용기관이 가장 높은 18.5% 기록
- 기업이미지 향상효과는 하이브리드구조실험센터 활용기관이 19.5%로 가장 높음

기술수준 향상율



제품 및 시공품질 향상율



연구개발환경 개선율



기업이미지 향상율



○ 사업화(상용화/현장적용) 성과는 최근 5년간(‘09~’ 13) 200건인 것으로 집계되었으며, 사업화 유발 매출액은 총 5,410억원

- 이용 센터별로 하이브리드구조 102건, 지진방재 62건 등
- 건설연구인프라사업 연차가 거듭될수록 사업화 매출액 및 사업화 매출에 대한 연구시설의 기여도가 꾸준한 증가 추세를 보임

○ 건설연구인프라 실험시설 활용기관의 비용절감액은 총 214.8억원

- 2010년 이후 증가 추세를 보이고 있으며, 이용 센터별로 하이브리드구조가 가장 높게 나타나며, 그 다음 첨단건설재료, 지진방재 순임(‘09~’ 13)

□ 정책제언

○ 실험시설활용 실험절차 표준화 및 안전관리 가이드 수립

- 실험시설 이용 및 시험절차 표준화(매뉴얼화)로 실험장비의 작동원리 및 운영방법에 대한 충분한 지식과 이해를 바탕으로 기술개발을 촉진할 수 있는 연구지원 기반 조성 마련 필요

  · 실험 프로세스 표준화로 시간과 비용, 투입 인력의 감소 등으로 실험 프로세스의 효율성을 높이고, 유휴시간과 인력을 추가 실험이나 연구 서비스 제공

  · 실험과정에서의 데이터 처리 및 결과 해석에 대한 지식과 경험을 활용기관이 참조하고 활용할 수 있도록 자료화해서 제공해 달라는 요구가 높음

  · 또한 실험시설 이용 및 실험과정에서 수반되는 다양한 안전요소들에 대해 관리할 수 있는 안전관리 가이드가 수립될 필요가 있음

  · 대형 건축 구조물 및 고도의 실험이 이루어지고 있기 때문에 실험시설 활용 준비기간 및 이용상의 안전관리에 대한 고려가 매우 중요한 사안임

○ 실험연구 서비스 전문가(장비 전문가) 지원체계 확립

- 실험시설 이용 및 연구개발 지원 서비스 인력에 대한 교육 강화로 일정수준 이상의 질적 서비스 체계 정립 필요

  · 실험시설 운용 전문 엔지니어 인력들을 충분히 보완하여 서비스의 질을 향상하고 기술자문의 역할을 수행할 수 있도록 지원체계 구축

  · 단순 실험시설 이용지원뿐만 아니라, 연구개발과정에서의 실험계획, 최적화방법 도출, 실험결과 해석 등에 대한 전문가 컨설팅 지원사업 추진 필요

  · 컨설팅 등 기술교육 기능은 전문역량이 갖추어져야 수행될 수 있는 역할이므로 중장기적인 실행계획과 예산 배정에 따른 체계적인 접근이 필요한 사안임

- 기 구축된 다양한 시설장비를 활용하여 실험 장비 전문가 양성에 활용

  · 대형 실험인프라를 활용한 대학 실험교육 및 시험분야 전문인력 교육지원

  · ‘연구장비 엔지니어 양성과정’ 등 국가 정책적으로 실시되는 연구장비 전문인력 양성 프로그램에 건설연구 시설장비와 연계하여 전문인력 양성 활성화

○ 실험시설 이용료 산정기준 명확화 및 이용 효율화 추구

- 중소기업이 체감하는 실험시설 이용료가 높다는 의견이 많음. 활용기관 측에서 보다 저렴하게 이용하고 싶은 NEEDS가 존재하기 때문에 적정 이용료 수준 이하의 금액을 책정하는 것은 바람직

  · 규모가 작은 중소기업의 경우 실험시설 이용료에 대한 부담이 상대적으로 크므로, 기업별 성장 및 수준정도에 따라, 그리고 실험내용별 실험비용을 차등 적용하는 것도 고려해 볼 수 있음

- 절대적인 금액이 높은 것뿐만 아니라, 이용료 산정기준의 명확치 않아 활용기관에서 체감하는 이용료 부담이 크게 다가올 수 있음. 수요자 니즈를 반영한 명확한 이용료 산정기준을 마련하고 적용하는 것이 필요

- 중소기업 지원사업에 대한 혜택이 매우 크고, 활용기관의 호응도도 높은 상황으로 보다 많은 기업이 수혜를 받을 수 있도록 사업 확대 및 활성화 필요

○ 센터 중심으로 실행되는 성과관리체계 강화

- 건설연구인프라 구축사업의 목표 달성 및 효율적인 성과 창출을 제고하기 위해 활용성과 관리를 위한 성과관리체계 완결이 선행되어 함

  · 1차년도 사업을 통해 실시한 활용기관에 대한 성과 조사 및 분석체계를 꾸준히 실행해 나가고, 중기 계획으로 시스템적인 성과조사가 이루어질 수 있도록 성과관리조사시스템을 고도화해 갈 필요가 있음

- 성과관리체계의 확립은 시스템의 구축 뿐 만 아니라, 개별 센터에서의 긍정적이고 적극적인 지원과 관리가 성패를 좌우

  · 정책목표에 부합하는 사업운영체계 확립 및 성과제고, 성과관리 효율화를 위한 필수요소

  · 현재, 개별 센터에서는 실험계약 및 실험 데이터 취합 관리 수준에 머물고 있고, 활용 이후의 성과 및 피드백 내용에 대해서는 관리가 미흡한 것으로 평가됨

  · 전체 건설연구인프라사업 뿐만 아니라, 개별 센터의 사업운영에 의해 달성하고자 하는 전략목표 및 성과목표를 사전에 명확히 설정하고, 자체적으로 성과목표의 달성여부를 측정할 수 있는 객관적이고 계량화된 성과관리체계 구축 필요

  · 현행의 실험관리시스템 업로드 현황을 점검한 결과, 미등록된 사례가 많음. 기 구축된 성과데이터 및 활용성과에 대해 센터별로 입력된 사항에 대해 사후 점검을 실시하여 누락된 성과항목이 없도록 관리할 필요가 있음

성과관리시스템 데이터관리



	번호	프로젝트번호	실험명	계약기관(갑)	계약일	고객만족도	파생성과
☐	296	13-SP-0127	고려철근 1.2호기 압축 방수로 내진검토시험	부산대학교 산학협력단	2013-10-16	미등록	미등록
☐	295	13-OP-0224	홍산(사동)앞 2단계 돌방파제 축조공사 대안 설계 용역 중 단면수리모형실험 및 분석	주식회사 세광종합기술단	2013-10-17	미등록	미등록
☐	294	13-SP-0133	장주기 구조물의 진동대 실험	부산대학교 산학협력단	2013-10-31	미등록	미등록
☐	293	13-SP-0132	산소한공 강재의 전경 및 볼트이음 시험	부산대학교 산학협력단	2013-10-01	미등록	미등록
☐	292	13-SP-0106	건단보강재 철하중 실험	(주)탑엔지니어링	2013-09-01	미등록	미등록
☐	291	13-WP-0131	원자력급 3차원 모형실험	서울대학교 산학협력단	2013-10-01	미등록	미등록
☐	290	13-SP-0129	3축방향 진동테이블 구비된 고압베셀반	한국산연(주)	2013-10-08	미등록	미등록
☐	289	13-SP-0125	ARUB07GGTE4 모델 지진시험	LG전자	2013-09-14	미등록	미등록
☐	288	13-SP-0124	재건강지 개발 및 적용을 위한 보-기둥 접합부 실험 2	서울시립대학교 산학협력단	2013-10-25	미등록	미등록
☐	287	13-SP-0122	조적채움벽 RC골조의 진동실험용역 실험	부산대학교 산학협력단	2013-09-09	미등록	미등록

성과관리시스템 성과관리



	번호	프로젝트번호	실험명	계약기관(갑)	계약종료일	결과보고	속락본보고	완본보고
☐	700	13-SP-0008	멀풀장치 구비된 기본형 면진장치 실험2	오리아테크엔지니어링㈜	2013-11-09	미등록	미등록	-
☐	699	13-WP-0151	소장재 교량 내충단면 개발 관련 동동실험	전북대학교	2013-12-30	미등록	미등록	미등록
☐	698	13-MP-0204	Hangar and Support 파단 성능실험	장우산기(주)	2013-11-08	미등록	미등록	-
☐	697	13-SP-0152	고려철근 1.2호기 압축 방수로 내진검토시험	삼하디포시스템	2013-11-04	미등록	미등록	-
☐	696	13-CP-0314	건설기술인력교육조합(2013년 5차)-연구	재단법인 영남건설기술교육원	2013-11-15	미등록	미등록	-
☐	695	13-CP-0292	강재 철시험	미니카강재	2013-11-01	미등록	미등록	-
☐	694	13-WP-0217	원전전교 콘크리트기 설치 실험	전북대학교 토목공학과	2013-10-31	미등록	미등록	-
☐	693	13-CP-0140	소파블록 강능 검토	전남대학교산학협력단 여수산학협력본부	2013-12-06	미등록	미등록	미등록
☐	692	13-SP-0139	고강성고무 전단성능 평가	㈜다담비동일	2013-10-16	미등록	미등록	-
☐	691	14-SP-0009	지하철도용 레일 피로시험	부산대학교 산학협력단	2014-01-06	미등록	미등록	미등록

* 2014.7.25.일자 기준

- 성과조사체계 확립 및 원활한 추적조사 수행을 위해 실험시설 활용기관이 실험연구가 종료되는 시점에서 활용 예상성과를 제출하도록 제도화

  · 추적조사시 예상성과와 준해 조사를 시행하는 경우 추적조사의 어려움을 일정수준 해소할 수 있을 것으로 기대됨

○ 성공모델 확산 및 관리체계 구축

- 건설연구인프라 활용 성공기업 사례를 발굴하여 성공모델 확산체계를 구축

  · 기 수행기업의 성공모델을 바탕으로 성공사례의 확대·재생산이 가능하도록 함

  · 성공모델에 근거한 프로세스별 관리지표를 구성하여 제공하여 연구개발 역량 제고

- 수혜기업의 성공노하우 발표회를 개최함으로써 우수한 성과의 홍보와 확산에 기여하도록 유도

  · 활용성과에 대한 성과분석을 토대로 사업화 성과 및 해외진출 분야에 대한 성공사례 발굴 우선

- 우수 성공모델 지원에 대한 인센티브 제공

  · 실험시설 활용 우수 사례 지원센터에 대해서는 인센티브를 제공

· 성공모델 발굴 체계 완성 및 자료 신뢰성 제고를 위해 긍정적인 차원(Positive)의 평가 제도를 정립하고 시행하는 것이 바람직

○ 성과지표 적용 및 성과조사 개선요소

- 1차년도 연구로 건설연구인프라 구축사업에 대한 활용성과 중심의 성과지표를 정립하고, 시범 적용하였음
  · 성과지표에 대한 전반적 적합성과 타당성은 확인하였으나, 활용기관 유형별로 세분화하여 정의하고, 측정산식도 구분할 필요가 있는 것으로 판단됨
  · 개별 센터별로 측정산식 및 산출근거를 명확히 하고, 성과DB에 입력할 수 있도록 시스템 입력가이드를 마련할 필요가 있음
- 2009년도부터 활용한 기관(기업 및 대학, 공공기관)을 대상으로 성과조사를 실시하여 성과데이터 축적함
  · 최근의 이용기관의 경우 성과조사에 대한 이해나 관심이 높아 대체적으로 높은 회수율을 확보하였으나, 3~4년 전 이용기관의 경우 연락처 및 담당자 변경 등으로 응답회수에 한계가 존재하였음
  · 활용기관 성과조사 응답자가 조사표에서 의도하는 질의내용에 대해 충분히 인지하지 못하는 경우가 있어 조사표 상에 명확한 가이드 제시 보완 필요
  · 차기 성과분석시 1차년도 조사를 토대로 성과조사 가능 기관에 대한 명료한 구분으로 데이터 신뢰도 제고와 통계계량적 추정이 가능할 것으로 사료됨
  · 또한 적용하고자 설계하였던 성과지표 중 데이터 가용성이 부족해 분석하지 못했던 성과지표에 대해서는 지속적인 실적 데이터 및 활용성과 조사자료 축적으로 수행
  · 1차년도 성과분석에서 데이터의 가용성 부족으로 분석하지 못했던 내용은 아래와 같으며, 명확한 조사체계 확립으로 이후의 성과분석에서는 분석대상에 포함

데이터 추가 확보 필요지표		데이터 확보방법	조사체계
유형	성과지표		
운영	연구시설활용율	- 센터별로 운영장비(시설, 장비, 시스템 모듈 단위 세분화) 리스트 작성 - 장비별 운영일지(*) 작성, 장비별 활용건수 산정	센터별 작성/ 성과DB입력
	연구시설수요대응율	- 실험시설 이용 신청(의뢰)기관에 대한 리스트 작성 - 의뢰내용 및 신청여부, 미활용사유 기재	센터별 작성/ 성과DB입력
	선도적 실험 수행 건수	- '기존 불가능했던 실험', '해외실험 대체' 기준 정립 - 활용기관의 연구개발 신청시 기준 여부 제시	활용기관 작성/ 센터별 계약대장 필드값 관리
	연구시설 운영 자립(준비)도	- 센터 '자립운영 소요경비' 및 '인력수요' 기준 정립 - 적정 이용료 산정 기준을 토대로 수입액 산정	센터별 작성/ 센터별 수입액 및 운영경비 관리
활용	논문 질적수준	- 활용기관 창출 논문명 및 저널 정보 확보 - JCR DB 매칭	활용기관 제출/ 성과DB입력
	특허 질적수준	- 활용기관 창출 특허번호 정보 확보 - SMART(한국발명진흥회), K-PEG(한국특허정보원) 활용 특허가치평가	활용기관 제출/ 성과DB입력
	후속과제 연계도	- 실험시설 활용 연구과제(연구책임자)가 새로운 연구개발과제와의 연계여부 파악 - 연구책임자 추적조사	활용기관 추적조사 / 성과DB입력

* 국가연구시설장비장비 관리 표준지침 권고사항

- 차기년도 연구부터는 축적된 센터별 실적자료 및 활용기관의 성과 데이터를 기반으로 심층적인 사업의 효과성과 효율성 분석이 가능할 것으로 판단됨

· 차기 성과분석 연구에서는 축적된 활용기관의 성과데이터, 재무정보를 기반으로 실험시설 이용에 따른 경제적 효과를 이중차이분석(DID; Difference in Differences)을 통해 실시

· 건설연구인프라 구축사업을 통해 창출된 기술적/경제적 성과에 대한 센터별, 실험목적 유형별 효율성 분석을 위해 자료포괄분석(DEA; Data Envelopment Analysis) 등 효율성 평가 분석방법을 적용하여 심층적으로 조명해 볼 필요가 있음

○ 실험시설 센터별 활용기관 니즈에 부합하는 개선요구사항 대응 요소

- 개별 센터별 활용기관의 개선사항 및 건의사항 분석(VoC) 결과 실험비용 인하, 실험시설 전문인력 역량제고를 통한 연구개발(실험컨설팅) 지원, 실험시설 확충 등이 주요 개선 니즈인 것으로 분석됨

하이브리드구조	지오센트리퓨지
○ 연구시설장비 확대 및 업그레이드를 통한 추가 연구수요 대응 - 장지간(20m이상)에 대한 1,000TON이상 압축실험 가능 설비 등 ○ 중소기업 실험비용 추가지원 등 실험비용 부담 저감 - 활용기관 유형별 실험비용 할인율 차등적용 확대 - 실험유형별 실험비용 차등 폭 확대 ○ 실험참여 인력을 위한 편의시설 확충 ○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험지원 강화 - 민간 실험기관 수준의 서비스 품질 추구	○ 이용수요 대비 시설장비 확충 및 배정 효율화 - 많은 이용수요 대비 시설부족으로 실험 일정 지연 ○ 이용료 산정근거 정립을 통한 수수료 책정 합리화 ○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험 지원 강화 - 실험장비 작동원리 및 운영방법 교육 강화 - 실험지원인력의 전문성 제고 ○ 시설장비 성능 유지관리를 위한 대책 마련 ○ 계약 절차 편의성(온라인) 제고 ○ 실험결과 및 데이터에 대한 공유정책(수준 및 권한) 정립

대형풍동	지진방재
○ 활용기관의 특성을 반영한 고객지향적 서비스 확대 ○ 실험비용 부담 저감 노력 확대 - 기업별 성장 및 경영 수준정도에 따라 실험비용 차등 적용 ○ 이용수요 대비 시설장비 확충 및 효율화 - 많은 이용수요 대비 시설부족으로 일정 지연 - 성능측정장 추가 확대, 시설규모 다양화 ○ 중소기업 지원사업 등 이용폭 확대를 위한 홍보 강화	○ 연구시설 확대를 통한 추가 연구수요 대응지원 - 진동대 사양(스트로크, 가속도레벨) 확대 - 운용시간 효율화로 실험수요 대응력 제고 ○ 실험비용 부담 저감 노력 확대 - 대만, 일본 공공기관 실험비용 대비 비교 열위 ○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험지원 강화 - 진행되는 실험 및 시험의 횟수에 맞는 실험, 시험 컨설팅 및 진행 지원인원 추가 확보 - 지원인력의 대고객서비스 마인드 강화

첨단건설재료	해안항만
○ 대고객 실험수요에 대응한 서비스 질 개선 - 기관유형 및 실험특성별 맞춤형 실험 지원 확대 - 실험지원 및 관리인력의 서비스 마인드 제고 ○ 다양한 실험 수요에 대응한 실험장비 구비 - 소규모 실험보조기구 확대로 원스톱 실험지원 - 저온 또는 극저온 환경에 대한 실험시설 확충 ○ 이용료 산정근거 정립을 통한 수수료 책정 합리화 ○ 인터넷 이용등록, 승인 절차 및 비용지불 프로세스 단순화 ○ 공인시험성적서 발급 및 기존 실험시설과의 연계 확대	○ 연구시설 확대를 통한 추가 연구수요 대응지원 - 실험시설장비 다양화 - 중소기업 사용시간 할당제 적용성 검토 필요 ○ 실험시설내 연구지원 및 편의시설 확충 - 실험 결과에 대해 자유롭게 토론 및 아이디어 창출할 수 있는 공간 마련 ○ 실험비용 부담 저감 노력 확대 - 타기관 이용대비 비용편익 비교경쟁력 확대

[5] 1단계 시설장비 성능개선 도출

[5-1] 1단계 장비 성능개선 도출

□ 추진 배경

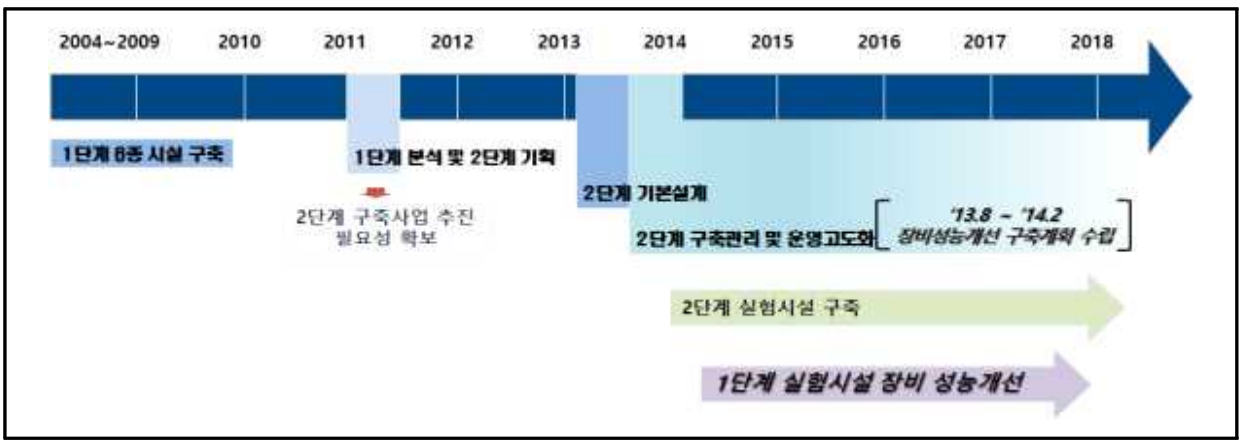
○ 건설연구인프라 1단계 구축사업 완료(`09.6)

- 2단계 실험시설 구축 기획연구(‘11.6) 및 기본설계(‘13.8)수행
- 실험수요조사 및 전문가 평가 결과

➡ ‘2단계 실험시설 신규 구축’ & ‘기존시설 활용 연구장비 고도화’ 별도추진 도출

□ 추진경과

프로세스	주요 내용	근거
Ⅰ [기획연구] ‘10.12~’ 11.06	① 기술동향 분석/실험수요조사(국토교통 연구자 대상, KAIA) ② 시설 · 장비 후보 도출 - 5종의 실험시설 신규 구축 → ‘2단계 실험시설’ 확정 - 6종의 실험장비 → ‘기존시설 활용 연구장비 고도화’ 로 추진 * ‘기존시설 연구장비 고도화’ 는 신규 시설구축 대비 정부 예산절감 및 즉각적인 수요대응 효과가 큼	건설연구 인프라 1단계 분석 및 2단계 기획
Ⅱ [고도화 장비 추가도출] ‘13.3~’ 13.8	① 장비 고도화 추가 수요조사 ② 기획연구 6종을 포함하여 총 12종 제시	건설연구 인프라 2단계 기본설계
Ⅲ [고도화 대상장비 확정 및 상세설계] ‘13.8~’ 14.2	① 고도화 대상 장비 확정 : 총 8종 선정 (1단계 실험시설에 지정 구축) ② 구축 대상장비 상세설계 ③ 구축계획서 및 주관연구기관 공모 RFP 작성	국토교통 기술실험 인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화



<장비성능개선 추진배경>

○ 【기획 연구】 건설연구인프라 1단계 분석 및 2단계 기획(’ 10.12～’ 11.06)

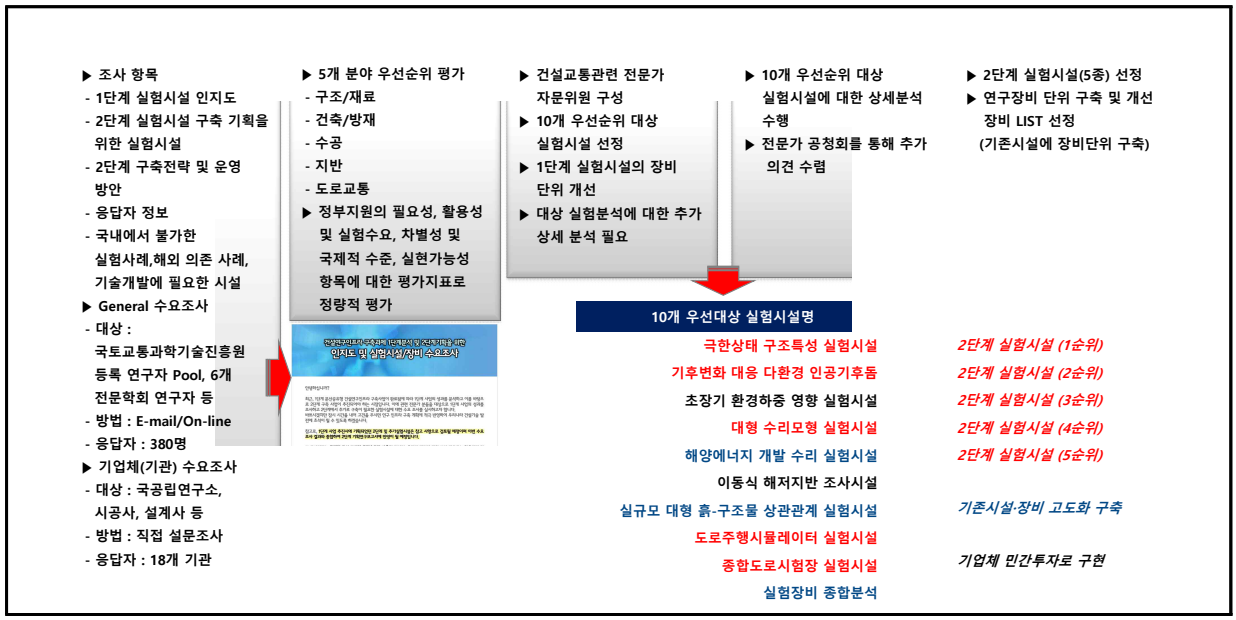
- '03년 이후 연구동향 및 실험수요 변화를 고려한 2단계 기획연구 수행
- 1단계 6종 실험시설의 성과 분석 및 만족도 조사 실시
- 실험시설 수요조사 및 전문가 평가
  · 10개 우선대상 실험시설 중 5개 실험시설은 신규 구축 → 2단계 실험시설 확정
  · 기타 시설은 예산 절감을 위해 기존 실험시설에 연구장비 단위로 구축(고도화)
  · 전문가 및 자문회의 등을 통한 성능개선 대상 후보장비 선정평가 진행

[전문가 및 자문위원 회의내용]

번호	구분	날짜	회의명	회의내용
1	전문가 회의	2011.03.04	수요조사 검토 및 실험시설 우선순위 평가 방법 결정	- 수요조사 결과 검토 - 실험시설 우선순위 평가를 위한 전문가 배정 - 분야 별 실험시설에 대한 평가항목 및 배점 검토
2	전문가 회의	2011.03.08 -2011.03.09	분야별 각 실험시설 우선순위 평가	- 구조분야 실험시설 평가서 작성 - 건축분야 실험시설 평가서 작성 - 수공분야 실험시설 평가서 작성 - 지반분야 실험시설 평가서 작성 - 도로교통분야 실험시설 평가서 작성
3	자문회의	2011.03.10	전문가 회의 결과 보고	- 전문가회의를 통한 분야 별 실험시설 우선순위 평가 결과 보고 - 분야 별 실험시설 우선순위 평가 - 2단계 구축 대상 실험시설 및 장비에 관한 의견 취합
4	전문가 회의	2011.04.07	실험시설 상세분석 중간 보고회	- 실험시설 상세분석 중간 검토 회의(분야별로 발표 및 보고서의 내용, 범위, 깊이 등에 대한 일관성 있도록 조정)
5	전문가 회의	2011.04.21	실험시설 상세분석 결과 보고회	- 분야별 실험시설 상세분석 결과 발표회 및 전문가 검토
6	자문 회의	2011.05.02	실험시설 상세분석 결과 보고 및 우선 순위 도출	- 12개 실험시설 및 실험장비 상세분석에 관한 발표회 - 2단계 실험시설 및 실험장비에 대한 우선 순위 도출



<2단계 실험시설 및 장비 선정 과정>



2단계 실험시설 신규구축 (5종)	기존시설 활용 연구장비 고도화 (6종)
- 극한상태 구조특성 실험시설 - 기후변화 대응 다환경 실험시설 - 대형 수리모형 실험시설 - 도로주행시뮬레이터 실험시설 - 종합도로시험장 실험시설	- 대형진동대 성능개선 - 고성능 다자유도 Actuator 시스템 - 조립식 고속 대용량 UTM - 해양에너지 개발 장치(바람발생 장치) - 구조재료 분석 시스템 - 암석 및 지반-구조물 상호작용 실험장치

※ '기존시설 활용 연구장비 고도화' 과제는 다양한 실험수요를 충족시키기 위해 별도의 실험시설을 신규 구축하는 것보다 예산절감 및 즉각적인 수요대응 차원에서 기존시설에 장비만 추가 구축하는 과제임

○ 【고도화 장비 추가도출】 건설연구인프라 2단계 기본설계(`13.3~`13.8)

- 추가 실험수요를 반영한 12종 대상 장비 제시

구분	실험장비명	도출 근거
1	대형 진동대 성능개선	2단계 기획연구 (6종)
2	고성능 다자유도 Actuator 시스템	
3	조립식 고속 대용량 UTM	
4	해양 에너지 개발 장치(바람방생 장치)	
5	구조재료 분석 시스템	
6	암석 및 지반-구조물 상호작용 실험장치	
7	드럼형 원심모형 시험기	2단계 기본설계 (추가도출, 6종)
8	신재생에너지 실험시스템	
9	대용량 낙교방지장치 및 면진받침 실험장비	
10	고성능 진동대	
11	대형지반 구조물 실험시스템(강성토조)	
12	ISO 잔향실 시험장비	

□ 고도화 대상 연구장비 선정

○ 정량적 평가 항목

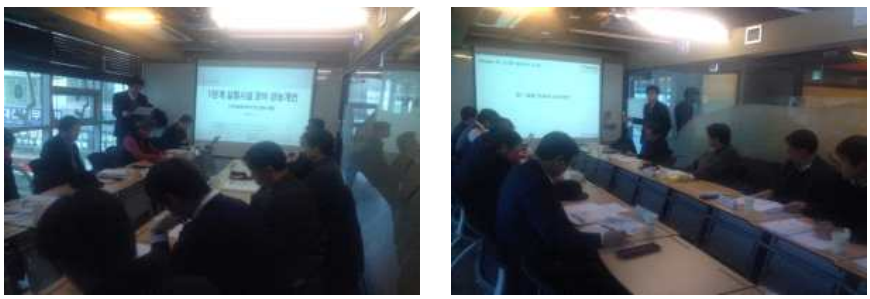
- 12종의 후보장비를 대상으로 각 분야별 전문가들이 ‘필요성’, ‘시급성’, ‘수요대응’, ‘활용성’ 및 ‘중복성’ 등을 고려하여 우선순위 평가

<정량적 평가 항목(5점 척도)>

평가항목	매우 낮음 / 낮은 편 / 보통 / 높은 편 / 매우 높음
국가 연구인프라(장비)로서의 구축 필요성 (공익성 및 공공성)	①-------②--------③--------④--------⑤
국토교통분야 연구장비로서의 구축 시급성	①-------②--------③--------④--------⑤
국토교통 R&D 공동활용(실험수요 확보) 가능성	①-------②--------③--------④--------⑤
산업체 기술·제품 개발 검·인증 활용 (실험수요 확보) 가능성	①-------②--------③--------④--------⑤
중복성 배제 및 특성화	①-------②--------③--------④--------⑤
해외실험 대체 가능성	①-------②--------③--------④--------⑤

○ 장비 성능개선 전문가 검토 회의

- 2014.02.05.(수) 서울 강남 토즈타워



<전문가 검토 회의>

○ 우선순위 평가 결과

- 타 기관 및 기업체에 이미 구축되어 있어 중복성(有), 차별성 부족 및 수요가 낮은 연구장비는 제외(10번~12번) → 총 9종 장비 선정

<1차 우선순위 평가 결과>

우선순위	고도화 장비명	비고
1	조립식 고속 대용량 UTM	구축 추진 (일부장비 통합)
2	고성능 다자유도 Actuator 시스템	
3	고성능 진동대	
4	대형진동대 성능개선	
5	신재생에너지 실험시스템	
6	대용량 낙교방지장치 및 면진받침 실험장비	
7	해양 에너지 개발장치	
8	대형지반 구조물 실험시스템(강성토조)	
9	드럼형 원심모형 시험기	
10	구조재료 분석 시스템	구축 제외 (중복성↑, 수요↓)
11	암석 및 지반-구조물 상호작용 실험장치	
12	ISO 잔향실 시험장비	

○ **전문가 평가의견**

- **공통(다수)의견**

· 최근·미래 실험수요에 대한 대응, 신규 실험시설 구축에 따른 예산 절감 및 국가 연구장비의 공동활용 측면에서 기존 건설연구인프라 1단계 실험시설에 장비만 추가하여 구축하는 것이 타당
· 기존 실험센터의 설비 및 전문인력을 최대한 활용하고 구축예산을 절감할 수 있도록 대상장비를 실험센터에 지정하여 구축
· 장비명이 너무 포괄적이므로 성능 및 용도를 반영한 장비명 개명 필요

- **장비별 의견**

순위	장비명	주요 평가의견
1	조립식 고속 대용량 UTM	■ 고속재하 실험에 필수, 국내실험의 해외의뢰 지양 및 해외실험수주 효과 ■ 설치·해체 불편 및 계측의 신뢰성 저하로 고정식이 바람직 ■ 대용량 낙교방지장치와 통합 구축
2	고성능 다자유도 Actuator 시스템	■ 최신의 하이브리드실험에 필수 ■ 다양한 구조실험의 활용도가 높고 명실상부한 하이브리드실험 구현 가능
3	고성능 진동대	■ 기기의 내진검증 및 고진동수 응답규명에 필수 ■ 국토교통분야를 넘어 다양한 분야에 적용 가능, 높은 성능개선 대상 ■ 해당 성능의 국내 실험시설이 없어 꼭 필요한 장비
4	대형진동대 성능개선	■ 현재 용량 부족, 실대형 실험체 실험 가능 → 성능개선 시급 ■ 기존 보유 역량의 효율적 극대화 가능, 원전/교량분야 시급한 시설 ■ 실물크기의 구조성능시험 요구 증가 → 대형실험장치 보유 절실
5	신재생에너지 실험시스템	■ 국내 활용 가능한 시설과의 중복성 검토 → 성능개선의 시급성 낮음 ■ 국토부/지경부 등의 풍력구조/발전 기술개발 연계 필요 ■ 기존의 시설과 연계한 좋은 활용 아이디어
6	대용량 낙교방지장치 및 면진받침 실험장비	■ 독자적인 활용은 용도가 협소 ■ 조립식 고속 대용량 UTM과 연계하여 활용 필요
7	해양 에너지 개발장치	■ 현재 장비로 어려운 실험이 많아 검토가 요구됨 ■ 고정식 해양구조물 안정성 실험에 필수 ■ 향후 신재생에너지 등의 기술개발에 기여도가 큼
8	대형지반 구조물 실험시스템(강성토조)	■ 현장조건을 고려한 지반 구조물 재현 실험용으로 필요 ■ 유지관리 측면이 다소 어려움, 활용도 측면에서 세밀한 계획 필요 ■ 독창성이 높고 기존시설 활용도가 높음
9	드럼형 원심모형 시험기	■ 기존 센트리퓨지로 어려운 연약지반 관련 실험 가능 ■ 성능개선·고도화 측면에서 좋은 아이디어 ■ 다양한 변수 실험이 가능, 활용도는 보통 수준
10	구조재료 분석 시스템	■ 기 보유 실험시설과 연관성 낮음, 독창성 부족 ■ 국가 연구장비로서의 특성화 어려움, 미세구조 및 내구성분석은 대학 및 연구소 등에서 용이하게 수행 가능. 차별성이 관건
11	암석 및 지반-구조물 상호작용 실험장치	■ 시급성이 떨어짐, 국가연구인프라로서 차별성 및 특성화 어려움 ■ 암석관련 실험은 다른 연구실에 대부분 있음 ■ 성능개선 취지에 맞지 않음
12	ISO 잔향실 시험장비	■ 국내 실험설비로 해결할 수 없는 설비, 장비로서의 무의미 ■ 국내의 타 시설과 중복, 독창성이나 대체 실험효율이 저하 예상 ■ 성능개선 취지에 적합도와 매우 낮고, 기존시설과 연관성이 없음

○ 전문가 협의에 의한 결정사항

- 유사장비 통합 및 순위 조정
  · 우선순위가 높은 2종의 연구장비(‘조립식 고속 대용량 UTM’ , ‘대용량 낙교방지장치 및 면진받침 실험장비’)는 장비의 특성과 활용도 측면에서 통합하여 추진
  · ‘고성능 다자유도 Actuator 시스템’ 은 우선순위는 높으나 앞서 ‘조립식 고속 대용량 UTM’ 과 ‘대용량 낙교방지장치 및 면진받침 실험장비’ 를 통합하여 추진할 경우 2~3 자유도 실험이 가능하므로 시급성 측면에서 후순위로 조정
  · 필요성과 활용도가 매우 높게 평가된 ‘고성능 진동대’ 는 원자력 설비 등의 최근 이슈에 즉각적 대응을 위해 우선순위로 추진
  · ‘대용량 진동대 성능개선’ 은 특성화 및 필요성은 높으나 비슷한 성격의 ‘고성능 진동대’ 연구장비의 소요예산이 상대적으로 커서 예산사정을 고려하여 후순위로 추진하는 것으로 조정
  · 정량적 평가와 전문가 조정을 통해 최종적으로 선정된 8종의 연구장비에 대해서는 예산사정을 반영하여 순차적으로 추진
- 장비명 개명 및 구축센터 지정 추진
  · 연구장비 고도화의 목적 및 기능을 반영하여 명확한 장비명으로 재작성
  · 연구장비 고도화 구축은 1단계 실험시설이 구축된 각 실험센터와의 부합성 여부를 검토하여, 예산 절감 및 구축 효율성 차원에서 대상장비를 해당 센터에 지정하여 구축하는 것으로 추진

□ 소요예산(총괄)

<장비별 소요예산>

단계	장비명	예 산 (백만원)
1차 (`14 ~ `15)	급속수평하중 동시재하가 가능한 20MN급 일체형 대용량 UTM	5,000
	국제기준 대응 비구조 요소 실험용 10g급 6자유도 진동대	5,100
	바람-파도-조류 복합 발생을 위한 바람발생장치	1,900
2차 (`16 ~ `17)	허리케인 3등급(풍속 120mph) 풍력에너지 개발 바람발생 시스템	2,390
	대형 지반-구조물 실험을 위한 100㎥급 가변형 강성토조	2,370
	국내 최초 600g-ton급 드럼형 센트리퓨지	2,070
	6자유도 동시가력을 위한 고성능 Actuator 시스템	3,200
	적재하중 100톤과 적재면적 140㎡의 대용량 · 대형 진동대 시스템	3,600
소 계		25,630

□ 연구장비 고도화 대상 선정

○ 과제 형식

- 공고방식 및 조건

· 장비는 1단계 실험센터에 지정구축

· 1, 2차로 나눠 추진(1차 3종, 2차 5종)

- 과제 형식

· “국토교통 실험시설장비 고도화 구축”

- 연구기관 및 연구비

· 2014. 9 ~ 2018. 8 (4년, 256.3억원)

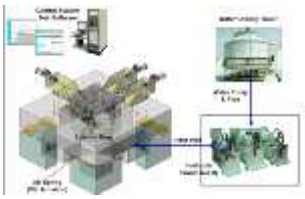
· 정부출연금 100%

(단위: 억원)

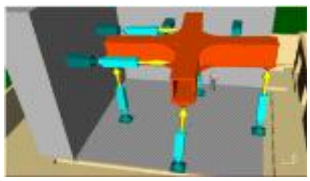
구 분	2014년	2015년	2016년	2017년	계
1차 고도화 구축	30.0	90.0	-	-	120.0
2차 고도화 구축	-	-	80.0	56.3	136.3
계	30.0	90.0	80.0	56.3	256.3

□ **선정된 8종 장비 요약 [별도 보고서 참조]**

대상 장비	내용	소요예산 (억원)
급속수평하중 동시재하가 가능한 20MN급 일체형 대용량 UTM	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 세계적인 대규모 지진, 원자력발전소 등 구조물의 안전성 평가의 중요성이 매우커지고, 실질적인 부재를 이용한 연구 증가로 고성능 장비의 수요 증가. · 타 산업기술과 융복합을 통한 기술변화와 원자력, 조선, 중공업 등 구조성능 검증용으로 활용됨 · 고성능강재, 케이블 실험 등을 위한 대용량 UTM 장비 ■ 국내외 현황 - 우리나라의 구조실험용 UTM은 정적 실험용으로는 10MN, 동적 실험용으로는 5MN이 최대 용량임. 내진보강 및 제진장치 등의 축력과 수평력을 동시에 제어할 수 있는 고속·대용량 동적 UTM은 미보유 - 국외최대: 30MN(Academy of Building Research Institute, Japan), static 전용, 실험최대높이 13m - 국내최대: 10MN(RIST), static 전용, 실험최대높이 7m, 최대 5MN(Hystec), dynamic 전용, 살험최대높이 6m ■ 요구장비 성능 - 최대 수직하중 20MN UTM, 수평하중 3MN 고속 Actuator, 초고속 수평하중 작용시킬 수 있는 일체화된 UTM 	50
국제기준 대응 비구조요소 실험용	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 미국, 중동 등 강진지역에 수출되는 비구조 요소의 내진성능검증은 ICC-ES AC156, IEEE Std 382 등 국제규격을 따르나 국내는 건설분야 비구조 요소에 대한 시험장비 부족 및 시험방법이 체계화되지 못함	51

10g급 6자유도 진동대	· 층응답 가속도가 높은 위치에 설치되는 대형 설비 등은 시험, 가능 하중 및 가속도 부족으로 현재 국내에서 내진시험이 어려움 · 천정과 벽체, 전기 및 전력설비, 가스 및 상하수도 배관구조 등의 건축물 내외장 설비 및 건설기계, 철도, 조선 등의 기간산업분야 등 비구조 요소에 대한 내진성능검증 및 진동내구성 실험이 가능한 장비 ■ 국내외 현황 - 국외최대: University of Bristo(EERC)(UK) size 3×3, 17ton, 최대가속도 6g - 국내최대: SGS(MAST)size 2.5×2.5 3,000KN, 최대가속도 10g ■ 요구장비 성능 - 대형 비구조 요소의 실제 설치조건을 모사할 수 있는 시험체 설치면적 2.5m × 2.5m 규모의 6자유도 진동대 장비 - 적재하중 6ton 정도의 규모에서 가속도 10g 이상의 성능을 확보한 고성능 6자유도 진동대 장비 	
바람-파도-조류 복합 발생을 위한 바람발생장치	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 파랑-흐름-바람의 상호작용에 대한 연구개발 및 연구성과 등의 검 증에 필요한 실험시설이 국내에는 부재인 상태이며, 기 구축된 시설은 조파기, 흐름발생장치, 바람발생장치 등의 성능은 scale effect를 줄일 수 있는 중·대형 수리모형실험 적용에는 한계가 있음 · 수조의 크기, 조파기 성능 및 최대풍속이 대형수리실험을 수행하기에 부적합 · 해상풍력발전 등 바람과 파랑-흐름-바람의 상호작용 관련 연구 및 해양에너지개발 ■ 국내외 현황 - 국외최대: 스페인 IH Cantabria의 평면수조는 최대유량 18㎥/s, 바람발생장치 20㎧의 성능을 가짐,규모 30×44×4(m) - 국내최대: 한국해양과학기술원, 평면수조로 흐름발생장치는 0.5㎧, 바람발생장치는 10㎧, 규모 56m×30m×4.5m 관동대학교 단면수로의 바람발생장치는 8.5㎧, 규모 30m×1.5m×1m - 대부분 지지물 해석과 풍력발전을 위한 해석을 별개로 수행 중이나 파랑, 조류, 바람의 효과를 동시에 고려할 수 있는 연구 필요 ■ 요구장비 성능 - 국내: 조파-바람 연계 실험시설 전무 - 3차원 평면수조 : 수조규모 50×50(m), 풍속 10㎧ 이상(정속성 확보), 유속 0.5㎧이상(정류성확보) - 2차원 단면수로 : 수조규모 100×2×3(m), 풍속 10㎧이상, 유속(1㎧)이상 	19
허리케인 3등급(풍속 120mph) 풍력에너지 개발 바람발생 시스템	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 풍력발전단지 배치를 위한 장비는 구축된 사례가 없으며, Wall of Wind의 경우 단일 팬으로 구성된 건물 커튼월 풍력 실험 시설이 몇 곳에 있으나 풍력발전기 실험을 수행하기에는 풍동의 크기 제약을 많이 받음 · 실물 스케일의 풍력발전기 풍동실험은 실험시설의 제약으로 1kW급 미만의 초소형 풍력발전기에 국한하여 일부 실험이 진행된 사례가 있으며, 전세계적으로 관련 연구는 미흡한 실정임 ■ 국내외 현황 - 국외최대: 최대 160mph의 허리케인 category 5등급 모사가능(Florida International University(Wall of Wind)), 2,880,000 CFM at 8000HP(2×6 multi Fan= 12 fans)	23.9

	- 국내최대: 최대 35㎧(한국건설생활환경시험연구소(Wind generator)), 3.5m 단일팬 ■ 요구장비 성능 - 3×3배열로 이루어진 Fan&Motor, Category 3Hurricane condition 재현 가능, 시험시 바람입사각의 변화를 줄 수 있는 360도 회전 턴테이블 	
대형 지반-구조물 실험을 위한 100㎥급 가변형 강성토조	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 국내 토조관련 시설들은 대부분 특정 지반구조물에 대한 모형시험이 가능하도록 일정한 크기의 토조와 이에 맞는 재하장치를 갖추고 있어, 연구자들의 필요 용도에 따른 다양한 형태와 크기의 지반구조물 모형에 대한 실험을 수행하기에는 상당한 어려움이 있음 · 암석시험용 3축압축시험기 · 지반-구조물 상호작용 실험을 위한 연성/강성 토조 ■ 국내외 현황 - 국외최대: Illinois 대학, 4.8×4.2×3.0(m), 강사장치는 10t용량, 대규모 실물실험 가능, (일)타케나타건설 2.5×2.5×8(m), 수평 120tonf, 수직 30×2EA tonf - 국내최대: 부산대학교, 1.9×1.8×1.8(m), 소규모 모형실험 수준, 한국건설기술연구원 1.4×1×2(m) 수평 10tonf, 수직 40tonf  ■ 요구장비 성능 - 100㎥용량 대규모 토조(세계 3위 규조) - 다수의 Data 수집 및 처리, LabMEW를 활용한 통합형 측정 시스템 구축	23.7
국내 최초 600g-ton급 드럼형 센트리퓨지	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 국내에 있는 빔(Beam) 형식의 원심모형시험기에서는 토조 크기가 제한적이므로 강우, 홍수 등에 의해 발생하는 사면 및 제방 안정성, 토석류(debris-flow) 등과 같이 활동 영역이 긴 현상을 모형실험으로 수행하기 어려움. 빔 형식 원심모형시험기의 적용 가능 중력장의 한계(100g)로 인하여 장기간 거동이 핵심적인 지반문제에 대한 적용성에 한계가 있음 · 강우, 홍수 등에 의한 사면 및 제방 안정성, 산사태, 토석류 실험과 같이 활동 영역이 긴 현상을 실험할 수 있는 원심모형시험기 · 해양 및 대심도 지반, 연약점토 지반과 같이 장시간의 거동을 실험적으로 검증 가능 ■ 국내외 현황 - 국외최대: 영국 Cambridge 대학, 지름 0.74m, acceleration(400g) 호주 UWA COFS, 지름 1.2m, acceleration 471g, payload 300㎏ - 국내최대: 국내 보유하고 있는 해당 장비 없음, 전무 ■ 요구장비 성능 - Global Top 10 규모와 성능16×106㎥용량 이상의 대규모 지반을 구형(length 1445m, Widith 130m, Depth 85m), 200g이상의 높은 중력장 구현 - 기존 Centrifuge와 연계활용 가능 · Maximum Acceleration : 600g at 0.7m radius · Drum channel volume : 0.42㎥ (4.4m circumferential, width 0.35m, depth 0.27m) · Capacity : 750kg at 600g, 450 g-tonne · Twin Concentric Shaft technology (TCS) 	20.7
6자유도 동시가력을	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 6자유도의 변위성분을 갖는 모형 구조물의 거동을 파악, 축소모형 내진	32

위한 고성능 Actuator 시스템	성능 실험뿐만 아니라 실 모형 구조물의 내진성능 평가 실험 수요에 대응 · 실제 크기의 대형 구조물에 다양한 방법으로 고성능 Actuator를 설치하여 구조물의 실제 6자유도 거동을 파악할 수 있는 방법을 축적하고 있으며 구조물의 실제 거동을 규명하는데 매우 다양하게 활용 · 다자유도 제어가 가능한 다목적 유압가력장치(다자유도 교각실험 등) ■ 국내외 현황 - 국외: 6DOF, 최대 5,900kN - 국내: 6DOF, 최대 20kN(실대형 구조물실험 불가능) ■ 요구장비 성능 - 세계 Top Clss 수준 목푝, 6자유도, 고성능 Actuator 100, 250, 500, 1000(kN) Dynamic Actuator 2EA, 유압공급시스템 Accumulator 	
적재하중 100톤과 적재면적 140㎡의 대용량·대형 진동대 시스템	■ 목적(필요성) 및 활용분야 - 지진재해대책법 발표이후, 국가중요시설 및 다중이용시설, 초고층, 저층, 교량 등 대형전기장비, 원전관련시설 등 내진성능 평가문제 대두됨. 진동대의 적재하중 및 적재면적이 비교적 소형장비가 주를 이루며, 적재면적 16.8m2 및 적재하중은 30ton 규모가 최대임 · 시설물이 대형화 됨에 따라 상사비를 적정수준으로 유지하며 실험이 가능한 대형진동대 요구 증대 ■ 국내외 현황 - 국외최대: 미국 (LHPOST)면적 92.7m2, 용량 2,000ton, 1자유도, 일본 (E-Defense)면적300㎡, 1,200ton, 6자유도 - 국내최대: 6자유도 진동대(한국철도기술연구원)면적 16.8m2, 용량 30ton, 6자유도  ■ 요구장비 성능 - 면적 140m2, 용량 100~120ton(세계 4위권의 지진모사실험장비)	36

2) 2차년도

[1] 통합운영시스템 구축

[1-1] 통합 Grid 시스템 구축

□ 1단계 실험시설에 대한 Grid개선 및 가상드라이브 기반 실험데이터 저장시스템 구축

① 원격실험관찰을 위한 요구사항 수집 및 사업계획 확정

◦ (`14.11.05~07) 원격실험관찰 및 실험데이터 저장관련 6개 실험센터 실무자 요구사항 인터뷰

기 간	2014년 11월 5일 ~11월 7일
장 소	· 하이브리드구조실험센터 (경기도 용인, 명지대) · 지오센트리퓨지실험센터 (대전, KAIST) · 첨단건설재료실험센터 (대구, 계명대) · 지진방재연구센터 (경남 양산, 부산대) · 대형풍동실험센터 (전주, 전북대) · 해안항만실험센터 (전남 여수, 전남대)
인터뷰 내 용	· 원격실험관찰을 위한 현재 운영현황 및 불편한 점은 무엇입니까? => 실험시설별 1~3대의 아날로그 방식의 고정형 카메라를 설치하여 원격실험관찰을 수행하고 있으나, 실험체를 다각도에서 관찰을 할 수 있어야 하나 현재 고정형 카메라 대수로는 관찰이 어려움 => 이동형 카메라를 이용하여 실험체 근접 촬영을 하고 있으나 실험체의 미세한 움직임을 관찰하기 위한 고속촬영 기능이 제공되지는 않음 => 실험관찰영상이 로컬PC에만 저장되어 로컬디스크 장애시 실험데이터 손실의 위험이 있음 => 시설별 실험영상을 포함한 실험데이터를 5T정도 보관하고 있으나 디스크의 확장 공간이 부족함 => PC기반의 전용 영상뷰어외 모바일 환경에서도 실험장면의 원격실험관찰을 지원하여 언제어디서나 볼 수 있도록함 => 웹 페이지를 통해서 대용량 실험데이터(200Mbtye)이상 전송이 불가능 하여 외부 대용량전송을 활용해야 하는 번거로움이 있음
인터뷰 결 과	· 고정된 위치에서 실험체의 전경을 촬영할 수 있는 카메라와 근접 촬영을 위한 이동형 카메라가 필요함 · 다각도의 관찰을 위해 고정형 카메라는 pan/tilt기능을 가지고 있어야함 · 실내 실험시설이므로 야간실험에도 선명하게 볼 수 있어야함 · 이동형 카메라는 120프레임 이상의 고속촬영으로 실험체의 움직임을 슬로우모션으로 볼 수 있어야함 · 4K해상도를 지원하는 이동형 카메라로 실험장면을 고화질 촬영이 가능해야함 · 고정형 카메라의 실험영상은 로컬저장소 및 중앙저장소에 이중으로 보관하여 데이터 유실에 대비해야 함 · 이동형 카메라는 WiFi기능을 제공하여 실시간으로 실험영상을 전송 할 수 있어야함 · 윈도우 탐색기에 클라우드 저장소를 연결하여 실험데이터를 전송 · 1Gbyte 실험데이터는 6분 이내로 송 · 수신 되어야함

◦ 카메라 및 실험 저장시스템 관련 세부 요구사항 논의 및 확정

- 요구사항 별 카메라 사양조사 및 시연

고정형 CCTV카메라 사양(회전형)	고정형 CCTV카메라 사양(고정형)
◦ 해상도(화질) : 2M픽셀(1920 x 1080 ◦ 전송프레임 : Full HD(1080p), 30fps전송 ◦ 유효화소수 : CMOS Sensor 200만 화소 ◦ 초점거리 : 최대 85mm, 20배 광학줌, 8배 디지털줌 ◦ 최저조도 : 0.1Lux(IR on시) ◦ IR거리 : 최대 100M ◦ 비디오 압축방식 : H.264/H.264 또는 H.264/MPEG-4 Triple Streaming ◦ 영상출력 : RJ-45 1CH ◦ Bit Rate : 32Kbps ~ 20Mbps ◦ Protocol : TCP/IP, UDP, DHCP, SMTP, HTTP, HTTPS, SNMP, RTP, RTSP, UPnP, DDNS ◦ Pan 범위/속도 : 360° Endless (200° /sec) ◦ Tilt 범위/속도 : 0° ~ 150° (200° /sec) ◦ 뷰어 : WEB VIEWER ◦ 방진/방수/충격 : IP66, IK10 등급 ◦ 동작온/습도 : -50° C ~ +55° C / ~ 100% RH ◦ 전원On/Off 데이터 제어 : Yes(OSD Menu) ◦ 하우징 : Tinted or Dome Type 등 ◦ 브라켓 : 천장 매립형, 천정 노출형, 벽부 부착형 등 ◦ 부가기능 : ONVIF Protocol(영상/ 제어) 지원, Pelco-P/D 외 다수 지원	◦ 해상도(화질) : 2M픽셀(1920 x 1080) ◦ 전송프레임 : Full HD(1080p), 30fps전송 ◦ 유효화소수 : CMOS Sensor 200만 화소 ◦ 최저조도 : 0.1Lux(IR on시) ◦ IR거리 : 최대 50M ◦ 비디오 압축방식 : H.264/H.264 또는 H.264/MPEG-4 Triple Streaming ◦ 영상출력 : RJ-45 1CH ◦ Bit Rate : 32Kbps ~ 20Mbps ◦ Protocol : TCP/IP, UDP, DHCP, SMTP, HTTP, HTTPS, SNMP, RTP, RTSP, UPnP, DDNS ◦ 뷰어 : WEB VIEWER ◦ 방진/방수/충격 : IP66, IK10 등급 ◦ 동작온/습도 : -50° C ~ +55° C / ~ 100% RH ◦ 전원On/Off 데이터 제어 : Yes(OSD Menu) ◦ 하우징 : Tinted or Dome Type 등 ◦ 브라켓 : 천장 매립형, 천정 노출형, 벽부 부착형 등 ◦ 부가기능 : ONVIF Protocol(영상/ 제어) 지원, Pelco-P/D 외 다수 지원

- 가상드라이브 기반의 중앙저장시스템 도입검토

· 모든 실험시설의 데이터는 데이터 현행화 작업시간 단축, 데이터 불일치 해소, 데이터 백업의 물리적 분리로 장애시 데이터 유실 가능성이 없도록 로컬저장소(실험시설)에 1차 저장되고 중앙 저장소(운영원)로 2차 저장

구 분	자체구축	상용 서비스*)
초기 구축비용 (VAT포함)	· 스토리지 구입 (48T) : 1,900만원 · 클라우드 솔루션 : 2,400만원(커스터마이징 비용 별도)	· U드라이브(LG) : 약 4,800만원 · 가비아 : 약 2,600만원 · G드라이브(구글) : 3,600만원 (1인당 15만원, 20명 기준, 용량무제한)
년간 유지보수비용 (년간 서비스사용비용)	· 년간 500만원(도입비용 10% 산정) ※ 발주시 하자보수 3년계약	
3년간 총 비용	5,100만원	· U드라이브(LG) : 약 14,400만원 · 가비아 : 약 7,800만원 · G드라이브(구글) : 1,080만원
장 · 단점	· 년간 유지보수 비용 발생 및 장애대응 필요 · 송수신 전송 속도가 빠름 · 윈도우 탐색기상에서 사용가능 · 데이터 보안 및 이력관리 가능 · 솔루션별 전송시간 (1G 전송시) - 인터넷디크스 : 10~15분 소요 - U-드라이브, 이노릭스 : 6분 이내	· 시스템 유지보수 및 장애대응이 필요 없으나 년간 서비스 이용료 발생 · 웹 페이지를 이용한 송수신으로 전송 속도 낮음 · G드라이브 기준 : 1G전송시 1시간 소요 · 내부데이터 외부보관에 따른 데이터유출가능성 높음

· 중앙저장시스템은 자체구축과 상용서비스이용으로 구축할 수 있으나 전송속도,데이터 보안(내부데이터 외부보관에 따른 데이터유출 가능성), 비용 등을 고려하여 자체구축

- 도입 카메라 및 구축범위 확정

· 1단계 실험시설을 대상으로 카메라 영상을 로컬 뷰어 외 홈페이지에서 통합 모니터링
· 최적의 시계확보와 유지관리를 고려하여 설치에 적합한 위치선정 요청
· 각 실험시설에서 수행하는 실험을 통하여 발생하는 실험데이터(실험영상, 사진, 계측 데이터 등)를 중앙 스토리지에 저장하여 공동활용이 가능한 시스템 요청

◦ 원격실험관찰 및 실험데이터 저장소 구축 용역 계획수립 및 발주

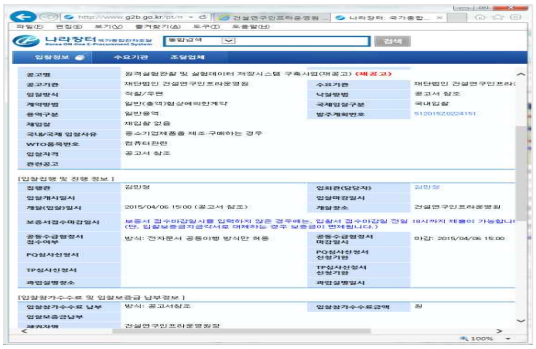
- 과업 요구사항

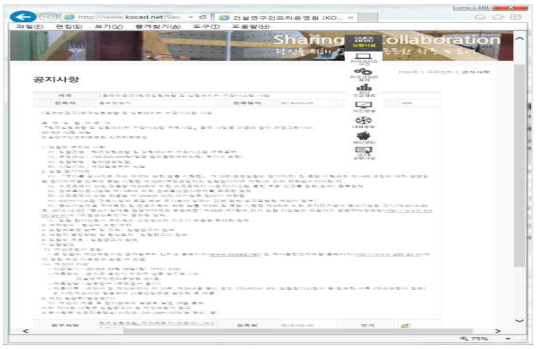
· CCTV카메라 신설 및 영상전송시스템 구축
· 이동형 카메라 도입
· 기 운영중인 CCTV카메라 연동
· 가상 드라이브 기반의 중앙 저장시스템 구축

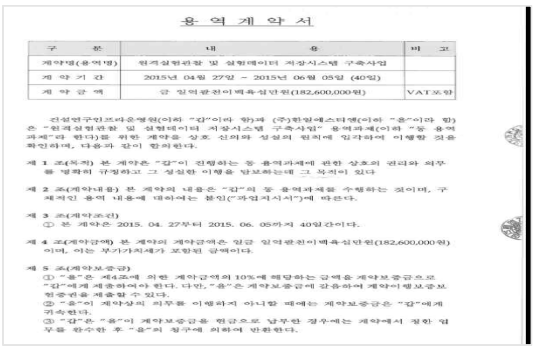
- 업체선정 공고 및 사업자 선정(2015.03.10., 나라장터 및 기관 홈페이지)

· 사 업 명 : 원격실험관찰 및 실험데이터 저장소 구축사업
· 평가배점 : 기술 평가점수(80점) + 입찰가격 평가점수(20점)

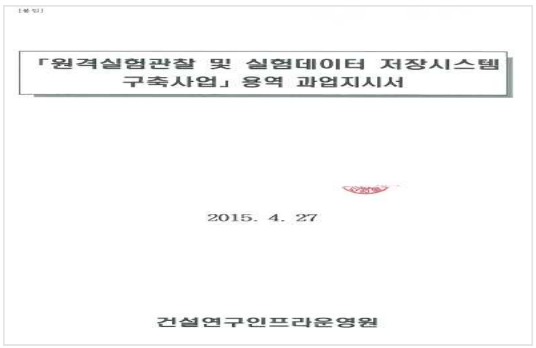
구분	평가항목			배점	배점
합계					100
기술능력평가	정성적평가분야	제안개요	• 제안사 소개 • 제안사의 경영상태 및 수행경험 • 제안배경 및 목적 • 제안의 특징 및 장점	7	80
		사업 이해도/수행 방법	• 과업의 목적과 내용의 이해도 • 과업의 수행계획 및 방법 • 제안요청서와의 부합성	15	
		원격실험관찰 시스템 구축방안	• 카메라 배치 최적화 방안 • 카메라시스템 성능 및 구축방안 • 영상 전송속도 보장을 위한 네트워크 구성 방안 • 영상통합관리 구성방안	25	
		실험데이터 저장시스템 구축방안	• 스토리지 시스템 성능 및 구축방안 • 가상 드라이브 기반의 저장시스템 성능 및 구축방안 • 대용량 영상트래픽의 신속하고 효과적인 처리방안	20	
		사업관리및 지원방안	• 수행 체계, 인력 투입 구성 • 사업관리방안 • 품질보증 • 교육훈련 및 기술이전 • 기밀보안 및 비상대책 • 기술이전계획	10	
		추가제안	• 시스템 안정성 및 운영자의 편리성 향상 등을 위한 추가적인 특별제안 사항	3	
가격평가	입찰가격 평가분야			20	20






용 역 계 약 서

구 분	내 용	비 고
계약명(용역명)	원격실험관찰 및 실험데이터 저장시스템 구축사업	
계 약 기 간	2015년 04월 27일 ~ 2015년 06월 05일 (40일)	
계 약 금 액	금 일억팔천이백육십만원(182,600,000원)	VAT포함


「원격실험관찰 및 실험데이터 저장시스템 구축사업」 용역 과업지시서

2015. 4. 27

건설연구인프라운영원

◦ 원격실험관찰 및 실험데이터 저장소 구축용역 사업관리 (`15.04.27～`15.06.05(40일))

- 일정계획 대비 진척사항을 주 단위로 관리 · 점검

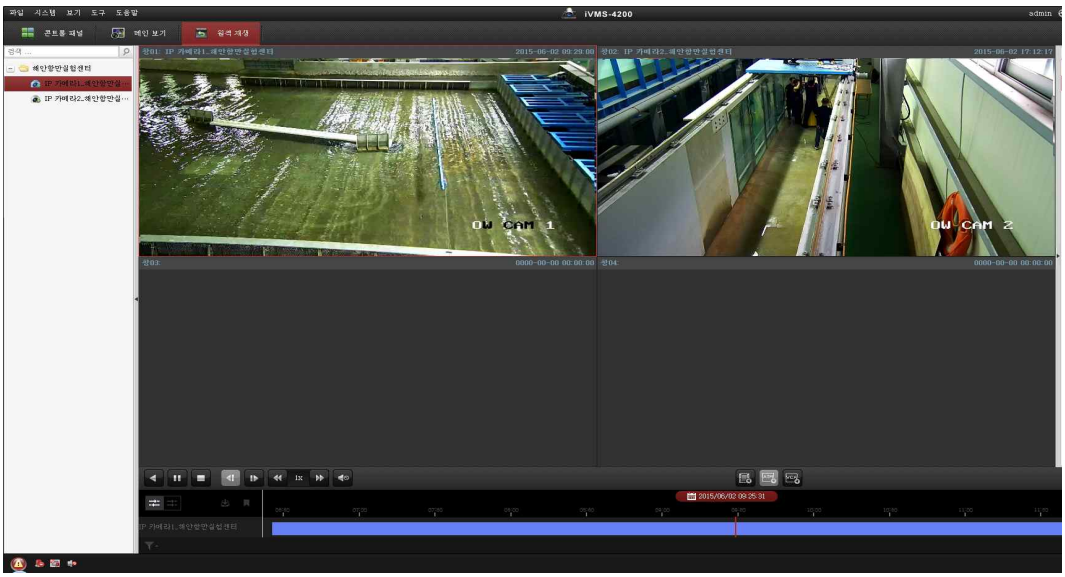
공정	세부공정	4월				2015년 05월																													6월				
		27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
		월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금	토	일	월	화	수	목	금
현장 확정실사	5개센터 확정 재 실사																																							
작업준비	행정절차 및 협의 등																																							
제품발주 및 시험/ 조립																																								
전남대 해안항만실험센터	케이블 포설 작업																																							
	기존 카메라 철거 및 이설 작업																																							
	카메라 / 운영 단말 설치 공사																																							
전북대 대형풍동실험센터	케이블 포설 작업																																							
	기존 카메라 철거 및 신규 설치 공사																																							
	운영 단말 설치 공사																																							
부산대 지진방재센터	케이블 포설 작업																																							
	기존 카메라 철거 및 이설 작업																																							
	카메라 / 운영 단말 설치 공사																																							
계명대 첨단건설재료 실험센터	케이블 포설 작업																																							
	기존 카메라 철거 및 신규 설치 공사																																							
	운영 단말 설치 공사																																							
대전 KAIST	케이블 포설 작업																																							
	기존 카메라 철거 및 신규 설치 공사																																							
	운영 단말 설치 공사																																							
센터연계 및 시험운영																																								
종합테스트																																								
준공검사																																								

- 1단계 실험시설 현장실사 및 제품발주 진행사항 점검

· 해안항만실험센터는 3차원 조파수조와 2차원 파-흐름 조석 복합수조의 실험을 관찰하기 위하여 2개의 회전형 CCTV를 설치하였으며 H빔에 고정할 수 있는 브라켓을 신규 제작



<해안항만실험센터 CCTV카메라 설치위치>

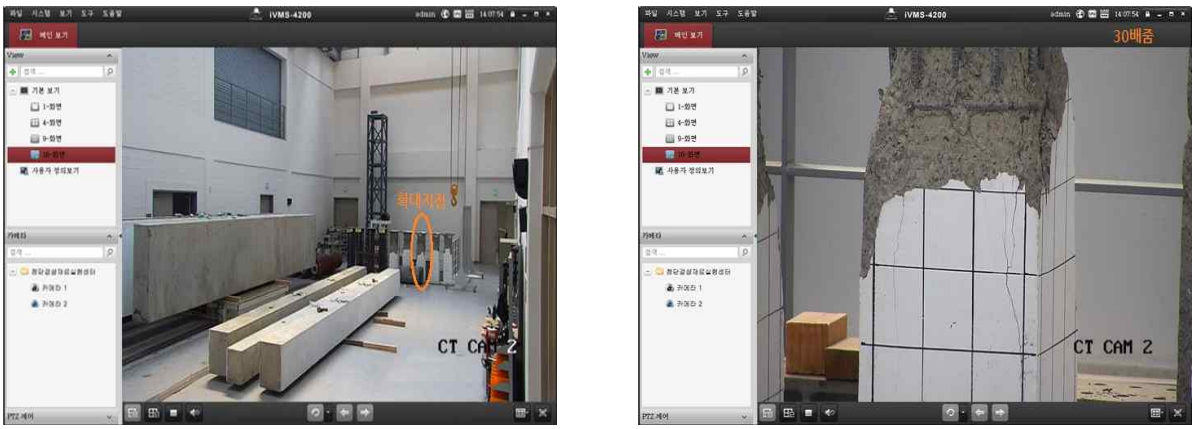


<NRV S/W(실험영상모니터링 및 저장 S/W)를 이용한 실험화>

· 첨단건설재료실험센터는 구조실험실과 피로실험실에 회전형CCTV를 2대 설치하였으며, 피로실험실은 실험장면과 모니터에 표출되는 실험계측데이터를 동시에 볼 수 있는 위치에 설치하였으며 줌 기능을 이용하면 모니터의 내용까지 인식 가능하고 구조실험실은 실험대 뒤편 벽에 있는 실금까지 정밀하게 볼 수 있는 위치에 설치



<첨단건설재료실험센터 CCTV카메라 설치위치>

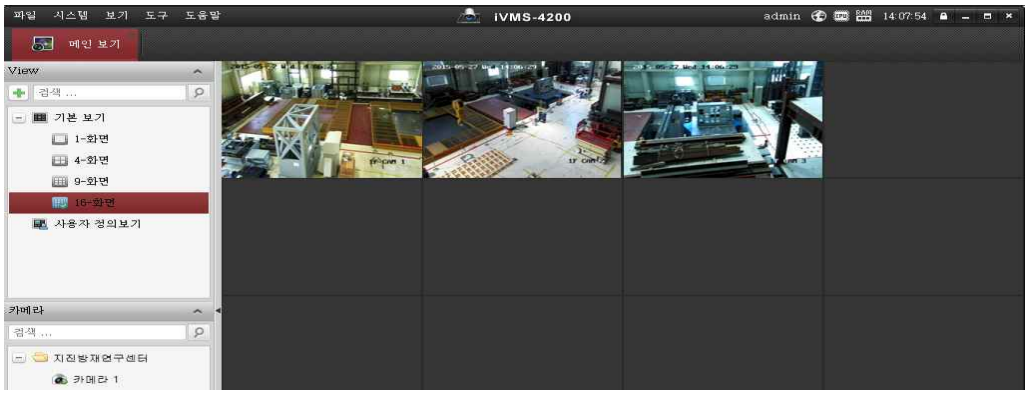


<NRV S/W(실험영상모니터링 및 저장 S/W)를 이용한 실험화면>

· 지진방재연구센터는 3대의 진동대를 각각 관찰 할 수 있는 위치로 Table A, Table B(3DOF Shaking Table), Table C(6DOF Shaking Table) 맞은 편 벽면 H빔에 고정하여 설치



<지진방재연구센터 CCTV카메라 설치위치>



<NRV S/W(실험영상모니터링 및 저장 S/W)를 이용한 실험화면>

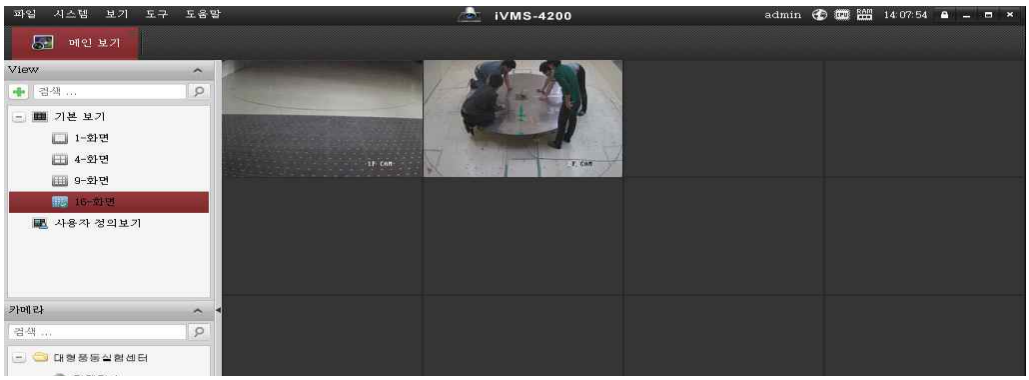
· 지오센트리퓨지실험센터의 특성상 외부돌출형 CCTV 또는 회전형 CCTV보다는 고속 회전을 하는 실험 보다 선명하게 관찰하기 위하여 2M에서 3M로 해상도가 높은 고정형 CCTV를 설치하여 선명하게 실험 전체 전경관찰



· 대형풍동실험센터는 1층 저속시험부와 2층 고속시험부의 실험을 관찰하기 위하여 2개의 고정형 CCTV 설치하였으며, 외부 돌출형 CCTV의 경우 바람에 영향을 미칠 수 있어 실험데이터에 오차가 발생할 가능성이 있어 기존 매립된 아나로그 카메라 위치에 별도의 브라켓을 제작하여 카메라 설치

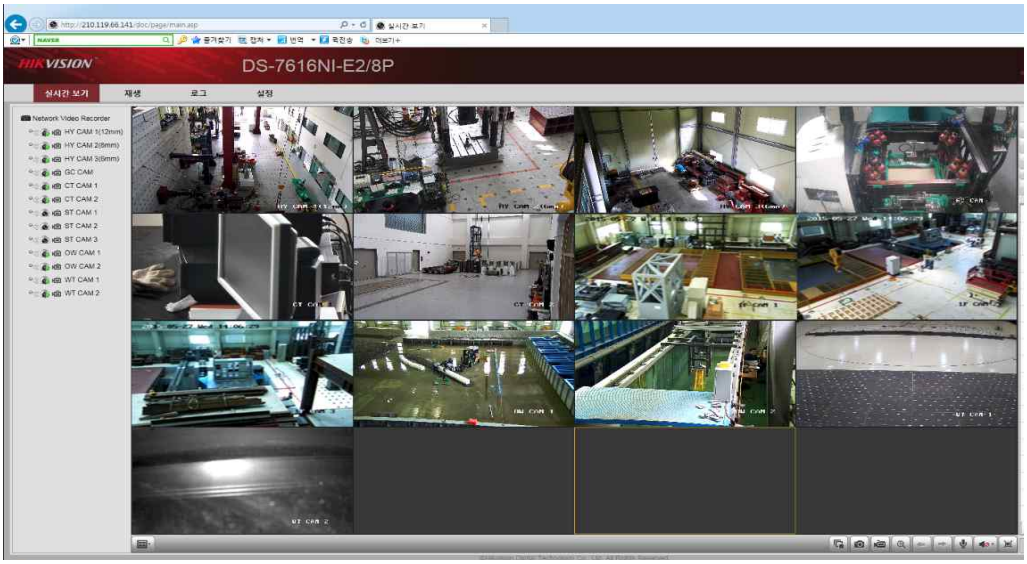


<대형풍동실험센터 CCTV카메라 설치위치>



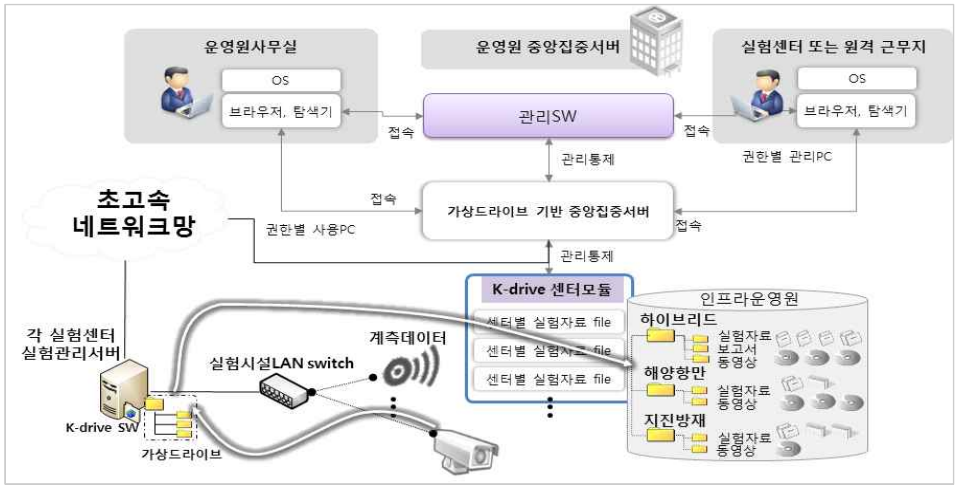
<NRV S/W(실험영상모니터링 및 저장 S/W)를 이용한 실험화면>

· 운영원에는 향후 2단계 실험시설 GRID시스템 구축시 속도저하등의 이슈를 미연에 방지하고자 32채널 1대를 16채널 2대로 로드밸런싱 구성까지 고려하여 설치



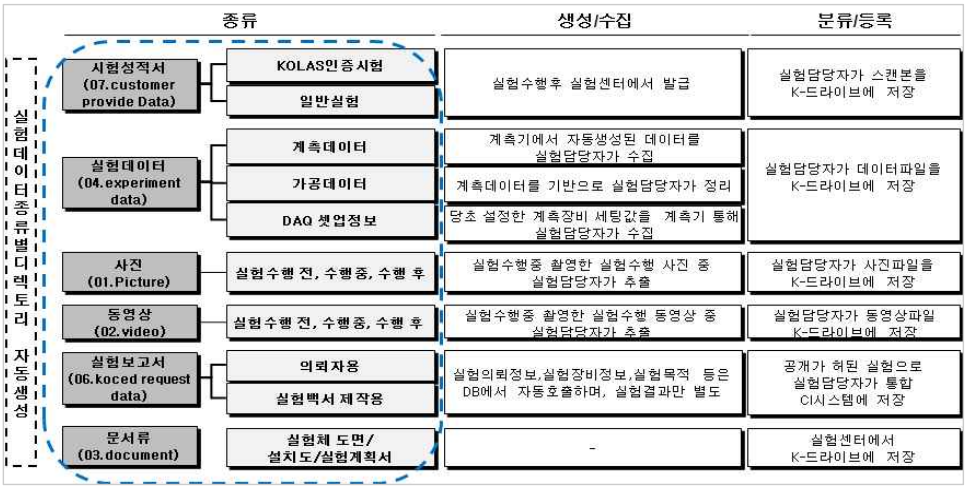
- 가상드라이브 기반의 데이터 저장소 구축

· 각 실험센터에서 발생하는 실험데이터(실험사진, 영상, 원시데이터 등)를 중앙 저장소에 통합하고 공동활용이 가능한 가상 드라이브 방식으로 중앙집중관리



<가상드라이브 기반의 실험데이터 저장 구성개념>

· 국토교통 대형실험시설에서 수행하는 실험 및 시험의 과정과 활동을 통해 산출되는 모든 기록이나 자료를 의미하며 데이터 분류기준에 따라 프로젝트별 1레벨 하위폴더는 자동생성



- 카메라 현장설치 및 저장시스템 설치 진행사항 점검



2. 첨단건설재료실험센터

물품납품 / 설치확인서

설치장소	첨단건설재료실험센터(계명대, 대구)	납품일자	2015. 6. 9
검사대상	원격실험관할	인계자(소속/이름)	한국시스템엔지니어링 / 김종찬
종합의견	적합/부적합	인수자(소속/이름)	첨단건설재료실험센터 / 서정석

순서	품 명	제조사	모 델 명	상세규격	수량	확인
1	화인형 CCTV	코오롱베니트/씨큐인포 OEM	SI-3002IR	- 2MP 30배 네트워크 IR PTZ 줌카메라 - 1/2.8"Progressive Scan CMOS - Smart IR, IR 거리 200m	2	정상납품
2	운영PC서버	LG	870CH i7-4790	- CPU i7-4790(3.6G) / 8GB / SSD 128 / - 1TB / DVD 멀티 / 이동하위 / - GeForce GTX 750Ti / Windows 7	1	정상납품
3	모니터	LG	27MT55D	- 27형(68.5cm) LED LCD(와이드) / - IPS 패널 / 1920 * 1080 / 5ms / - 250cd / DVI, HDMI, 헤드셋, 컴포지트	1	정상납품
4	운영관리 S/W	Hikvision	ivms-4200	- 16ch / NAS 연결가능 - 비디오 지원 해상도 : D1, 720p, 1080p, 1.3M, 2M, 3M - 원격 PTZ 지원 - 다양한 스케줄 녹화가능 - 다양한 검색 및 재생가능	1	정상납품
5	NVR	Hikvision	ds-7616NI-E2	- 16ch / Onvif 지원 - 1920x1080P - 8 PoE Network 지원 - 네트워크 Bandwidth 100Mbps - 모바일앱서비스 지원	1	정상납품
6	이동형 고속촬영 카메라	SONY	FDR-X1000V	- 4K 30p: 3840x2160 30p/25p - 총 화소수 : 2,000만 이상 - AF/AE 카메라 플래시 내장 - Wifi 내장 - 메모리 64G 포함	1	정상납품
7	이동형 고화질 카메라	SONY	FDR-AX30/BC KH2	- 4K 30p: 3840x2160 30p/25p - 총 화소수 : 1,890만 이상 - 내부 메모리 : 64G - 외장 메모리 : 128G까지 지원 - Wifi 내장 - 삼각대, 가방, 4K SD메모리(64G) 포함	1	정상납품
8	키보드/마우스	로지텍	MK270R	- 무선키보드 / 무선 마우스	1	정상납품
9	무선공유기	TP-LINK	AC1750	- IEEE 802.11ac / 기가비트 / 듀얼밴드 - 5Ghz = 1300Mbps + 2.4Ghz=450Mbps - 128MB - WOL, WPS	1	정상납품

※ 상기 물품을 지정한 장소에 수요기관(수요처)의 요구에 의한 납품/설치 완료 되었음을 확인합니다.

2015 년 6 월 9 일

<물품납품 / 설치확인>



[별첨] 준공검사 Check List

□ 현장 및 센터설비

준공검사 체크리스트		센 터 명	첨단건설재료실험센터			
		사 업 명	원격실험관할 및 실험데이터 저장시스템 구축사업			
구분	점검항목	검사방법	실험센터 적합	실험센터 부적합	주관기관 적합	주관기관 부적합	비고
카메라	출력 영상 상태	육안	○		○		
	조망범위	육안	○		○		
렌즈	Zoom In/Out 동작 상태	육안	○		○		
	Focus Near/Far 동작 상태	육안	○		○		
팬/틸트	PAN 동작 확인	육안	○		○		
	TILT 동작 확인	육안	○		○		
	팬/틸트 고정 상태	육안	○		○		
	케이블 정리/배선 상태	육안	○		○		
브라켓	장비 고정 상태	육안	○		○		
	케이블 정리 상태	육안	○		○		
	부착대의 수평 및 방향상태 확인	육안	○		○		
	연결부 마무리 및 볼트상태 확인	육안	○		○		
NVR	통신 상태 확인	육안	○		○		
	모니터 영상 상태 확인	육안	○		○		
	PAN/TILT, Zoom, Focus 구동 상태확인	육안	○		○		
	분할화면 상태 확인	육안	○		○		
	영상 저장 및 재생 확인	육안	○		○		
	사양 및 작동 가능 확인	육안	○		○		
고화질 카메라	버튼 조작 상태	육안	○		○		
	영상 저장 확인	육안	○		○		
	스마트폰과 wifi 연결상태	육안	○		○		
	Ustream 가능 여부 확인	육안	○		○		
	4K 지원 여부 확인	육안	○		○		
고속 카메라	버튼 조작 상태	육안	○		○		
	영상 저장 확인	육안	○		○		
	스마트폰과 wifi 연결상태	육안	○		○		
	고속촬영 가능여부 확인	육안	○		○		
	4K 지원 여부 확인	육안	○		○		

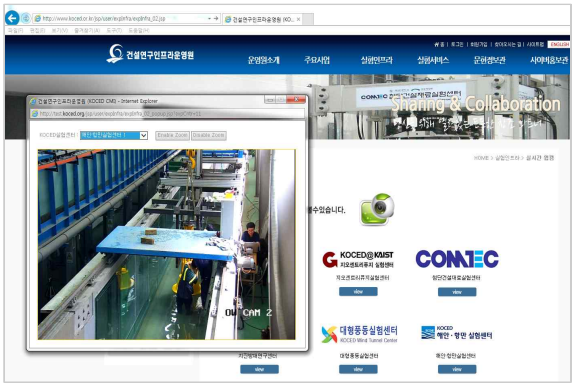
검수일자 : 2015. 6. 9

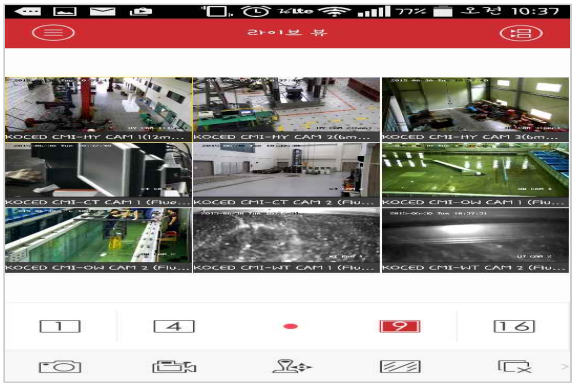
센터 담당자	장	주관기관 담당자	서

<준공검사 체크리스트>

- 실험시설 연동사항 및 종합 테스트

· 웹 페이지 및 모바일기기에서 실시간 실험관찰



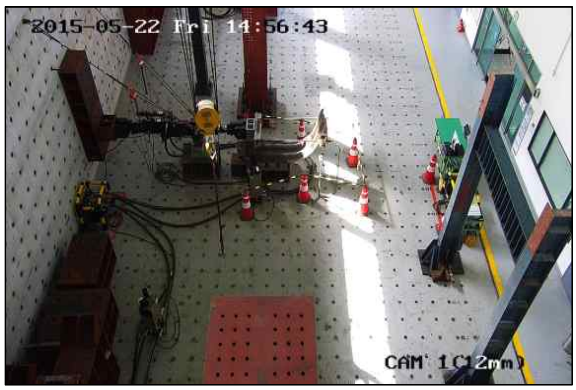


- 사업종료

· 물품 납품 및 설치 확인, 과업이행완료 검사



<Grid시스템 개선전 전경사진>



<Grid시스템 개선후 전경사진>



<Grid시스템 개선전 10배줌>



<Grid시스템 개선후 8배줌>

[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 실험서비스 관련 업무혁신(PI)/정보화시스템마스터플랜 수행

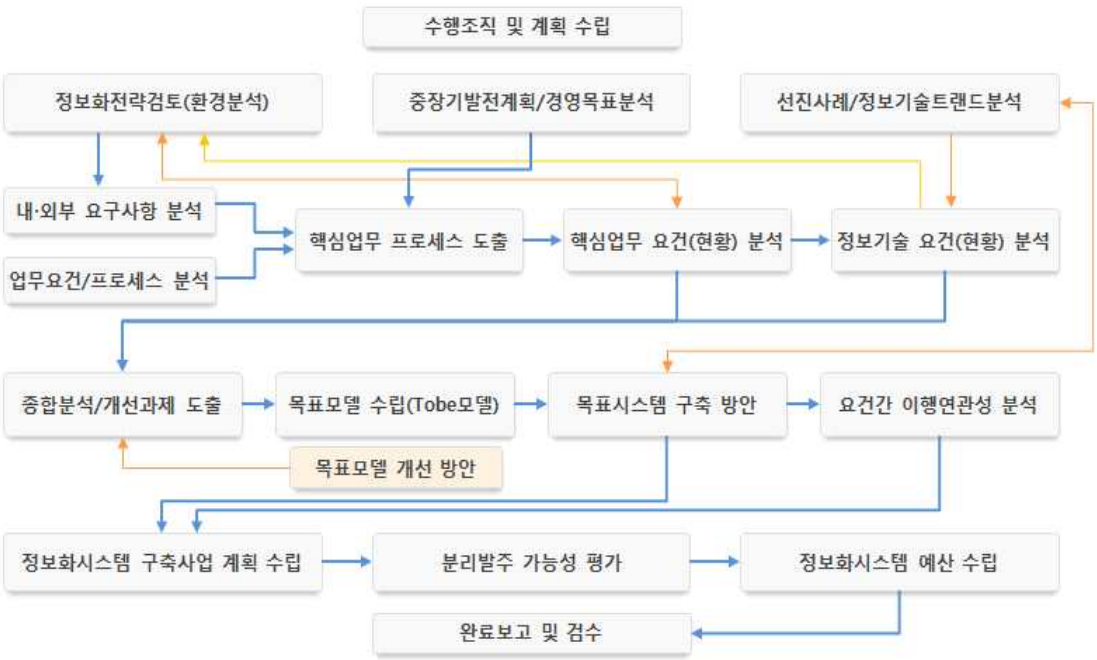
○ 실험서비스관련 PI/ISMP는 국토교통분야의 대형 실험시설인프라의 효율적 운영관리를 위한 업무체계정립 및 실험시설인프라의 이용의 편리성과 효율적 관리, 실험성과의 공유 환경 조성을 위한 통합 정보화시스템을 구축하기 위한 마스터플랜 수립에 목적이 있음

① PI/ISMP 개요

◦ 추진내용 및 수행결과

추진내용	수행결과
◦ **실험서비스 PI 및 PI 이행방안 마련** - 실험행정 분야 업무프로세스 표준화 설계 및 정립 - 실험장비관련 업무프로세스 표준화 설계 및 정립 - 실험데이터관리 분야 업무프로세스 표준화 설계 및 정립 - 성과관리 분야의 업무 프로세스 마련	◦ 핵심 프로세스 도출 및 업무 프로세스 표준화 정립 ◦ 각 프로세스에 대한 시스템 요소 도출 ◦ 주요 문서 표준화 정리
◦ **통합 CI 시스템 마스터 플랜 수립** - 기 구축 정보화시스템 환경 및 업무현황/환경분석 결과를 통합 CI시스템 구축에 적용할 수 있도록 요구사항 및 개선사항 도출 - 통합 CI시스템 구축을 위한 업무 범위 확정 및 계획 수립 - 통합 CI시스템 구축을 위한 실행 계획 및 사업관리 방안 수립	◦ 내·외부 환경, 선진사례, 유사환경, 정보기술 트랜드 등 환경분석 ◦ 인터뷰/설문분석을 통한 내·외부 요구사항 분석 ◦ 목표 모델(정보화 비전, 추진과제, 이행과제) 도출 ◦ 목표시스템 구축방안, 이행방안 수립 ◦ 소요예산 산출

◦ 단계별 추진 절차



② PI/ISMP 상세 수행결과

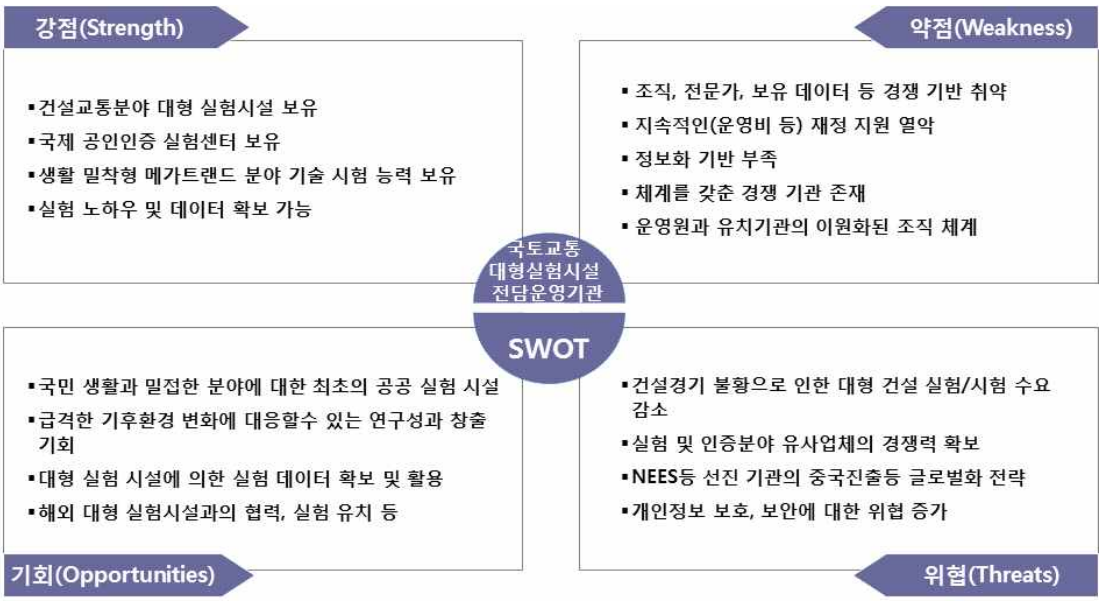
◦ 내·부환경분석

- 과제의 비전 및 목표, 전략과 이해관계자의 특성, 내부 역량을 분석하여 5가지의 시사점 도출
  · 국토교통 대형실험시설을 총괄 운영관리하는 조직 체계 및 전문인력 등 부족
  · 전략 목표 달성을 위한 통합된 시스템 체계 필요
  · 실험센터와 동반자로서의 협력방안 강구
  · 국내 최대의 실험 시설과 IT 강국의 정보화 요소 결합 필요
  · 국내 건설 기술 위상을 활용한 글로벌 마케팅 확장
- 정책(스마트전자정부, 국토교통부, 미래창조과학부), 경제(한국은행통계), 기술환경(분야별, 미래트랜드,모바일, 정보화발전방향)과 정보보호 환경을 분석하여 5가지의 시사점을 도출함
  · 실험진행 과정 모니터링이 가능한 모바일 서비스 제공 필요
  · 고객의 창의적 참여가 가능한 채널 구성 및 고객과 소통할 수 있는 서비스 확대 필요
  · 대형 실험 관련 실험 노하우 축적 및 데이터 통합을 통해 해외진출 및 협력 여건 조성 필요
  · 대형실험분야에서 민간건설 분야의 고객 유치를 위한 노력 필요
  · 개인정보 수집 및 보관에 따른 정보보호 대책 마련 필요
- NEES, 에디슨프로젝트, 국가연구장비진흥센터 등 타 선진사례 분석으로 4개 시사점 도출
  · 대형실험 관련 논문, 정보 제공의 지식허브 역할 필요
  · 실험 및 연구 결과 보관으로 홍보 및 정보 공유, 공개, 활성화 필요
  · 연구장비의 등록, 유지보수, 폐기까지의 생애주기적 관리체계 확립 필요
  · 연구 기관(연구기관 및 산학 등)과의 연구장비시설 공동화 및 연구장비 전문엔지니어 양성교육 프로그램 고려
- 운영원과 유사한 목적과 사업방향을 가진 한국건설기술연구원, 한국건설생활완경시험연구원, 대우건설기술연구원 등을 분석하여 6개의 시사점을 도출함
  · 실험 범위 확장을 위한 노력 필요
  · 표준 수립을 통한 기술 선도 노력 필요
  · 인증, 인정 심사 시 자체 인증마크 확보를 통한 홍보 효과 증진
  · 실제 건설현장과 긴밀한 연계성 확보 필요
  · 대형실험을 위한 교육/대학 교과 과정 개발로 수익 및 홍보 효과 획득
  · 해외 품질기관 및 실험기관과의 상호인증 및 위탁 활성화 노력
- 클라우드컴퓨팅, 모바일, SNS, 보안솔류션, 빅데이터 등의 최신 정보기술을 분석 후 7가지의 주요시사점을 도출
  · 새로운 통합CI시스템에 고객의 적극적 의사개진, 참여유도 방안 마련 필요
  · 대 고객 홍보용도로 SNS활용 필요
  · 클라우드는 인프라에 대한 초기 구매비용, 유지보수 비용 절감 효과가 있으나 보안이 취약하고 업무용으로 사용하기에 기술 성숙도가 낮음
  · 비 인가된 사용자의 접근통제, 단계별 접근제어 권한 부여 및 중요 데이터의 암호화 필요

· 접속, 작업 로그 기록 및 분석 서비스 필요

· 별도로 구축하는 시스템과의 연동기능 등 호환성 확보 필요

- 내부환경, 정책, 기술환경, 선진사례에서 도출된 시사점을 바탕으로 SWOT분석



◦ 업무 및 정보기술 요건분석

- 운영원 및 6개 실험센터의 인터뷰를 통한 요구사항 분석 (9월 23일 ~ 11월 21일)

· 정책 부문 13건, 시스템 부문 51건, 운영현황 26건, 기타 32건의 요구사항 도출

구분	건수	분야
정책	13	- 표준화 우선 진행 필요 - 홍보 및 마케팅 · 중소기업 대상 홍보 및 지원 절차 구성 · 학회 행사 시 부스 설치 등 활용 · 학교 브로슈어, 견학 등 프로그램 개발 - 국제협력 강화, 영문 홈페이지 구성 - 실험 결과물 공유 - 보안지침서 갱신 필요
시스템 방향성	9	- 실무 중심의 핵심 기능 위주 구성, 유지비용 최소화 - 실험센터를 포함하는 종합시스템으로 구성 - 실험센터가 추가 되더라고 수용 가능한 확장성 확보 - 경영정보 측면에서 실험과 관련된 전주기 관리 - 실험센터와의 유기적인 커뮤니케이션 연동 시스템 구축 - 고화질의 실험 동영상 제공 기능 - 원격실험 관찰 시스템 제공
시스템화 요구	22	- 견적계약부터 정산까지의 통합 시스템 - 원격실험 관찰 시스템 제공 - 장비 유지보수 및 가동률 관리 - 인사, 급여, 구매 시스템 필요 - 센터별 별도의 포털 구성 - 3D 시뮬레이션(3D 프린팅) 적용은 비용대비 효과 및 활용성 재고
시스템 개선	20	- 실험시험 견적 계약 부분(일정, 모의견적, 실험계약) - 성과관리 - 장비 유지관리 - 화상회의(기능개선) - 회계 오류, 시스템 속도 등 개선

- 현행업무와 조직구조 분석에 따른 정보화시스템 체계 보강을 위한 시사점

  · IT 업무 대비 전담인력 부족으로 정보화 기획 역할 부족, 정보시스템 체계 미흡하여 정보화 기획 업무 역할 확대로 정보시스템 체계 보강 필요

  · 통합시스템 구축 대비 IT 담당 최소 인력 보강 필요(정보화기획~구축, 운영관리~교육, 통합CI시스템 구축 등)

  · 명확한 R&R 정의로 전문성 향상 필요

  · 운영원과 실험센터 간의 공동체 인식 향상 활동 필요 (정보 교류, 정보 제공 등)

  · 검증된 자문 인력 및 협력 기관 활용

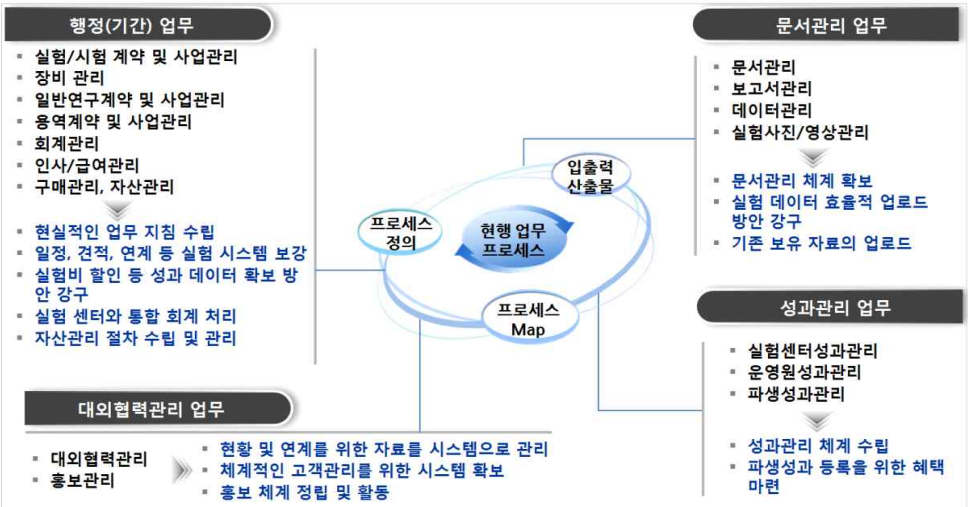
- 시스템 및 기능분석

  · 응용S/W는 직관성 확보 및 편의성 확보를 위해 성격이 다른 서비스 분리와 모바일 환경 접속 시 동일한 서비스 제공, 실험 수행내용, 견적/계약 등으로 분리 후, 실험내용 중심의 시스템으로 전환이 필요하고 회계관리 등 외부 시스템과의 연계 필요

  · 현행 인프라시스템은 이중화 및 보안성이 취약하며 전체 장비의 내용연수가 조달청 고시 기준을 지나 성능저하 및 유지보수 비용 증가 문제점을 가지고 있음

- 업무프로세스 분석

  · 현재 업무 프로세스를 4개의 주요 업무로 분류하여 이슈 및 시사점 도출

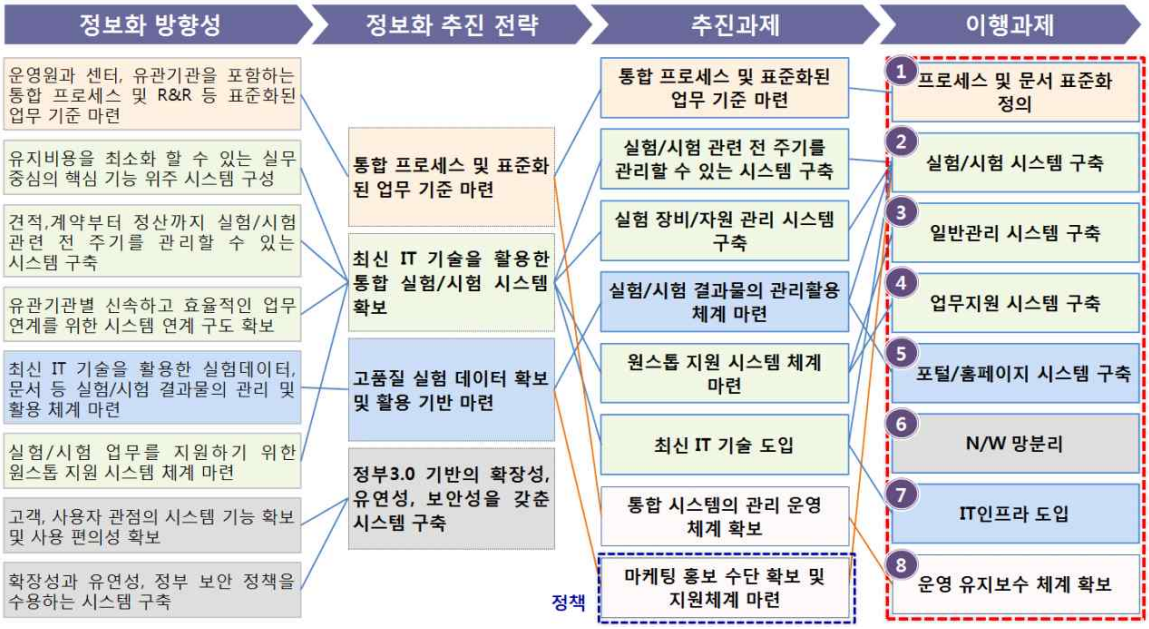


◦ 목표방안 수립

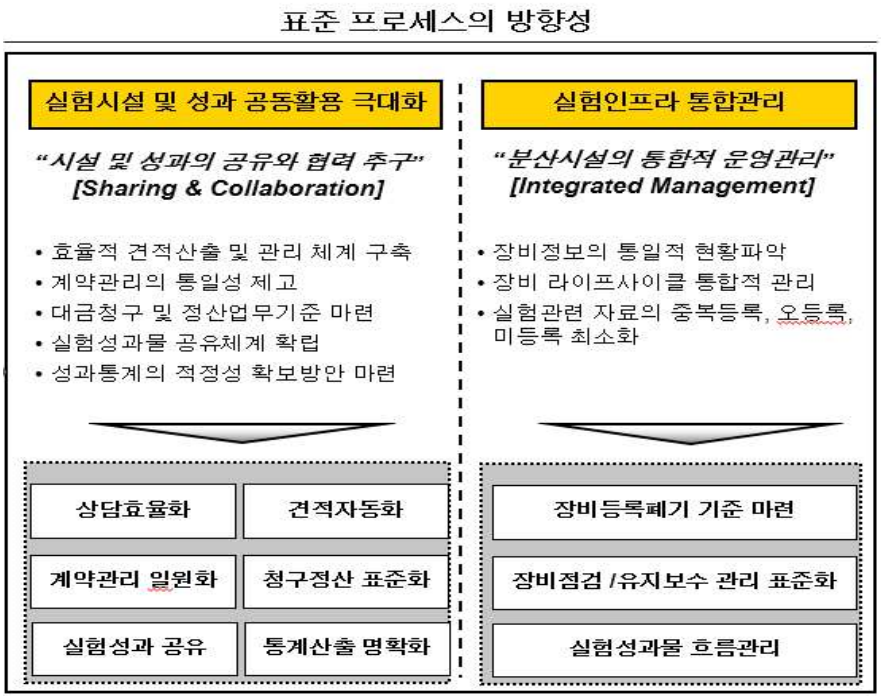
- 내·외부 환경 분석, 업무 및 정보기술 요건 분석에서 도출된 시사점을 분석하여 목표달성을 위한 핵심성공요소를 도출함



- 정보화 방향성과 추진 전략을 바탕으로 추진과제와 이행과제를 도출하여 통합 CI시스템의 범위를 결정함
  · 통합 프로세스, 데이터 기준, 문서 표준화 정의
  · 고객관리시스템, 실험/시험 시스템, 시설장비관리시스템, 사업관리시스템 구축
  · 그룹웨어, 문서관리시스템, 인사/회계시스템, 구매/자산시스템 구축
  · 운영원 소개, 주요 사업내용 소개, 실험 인프라 소개 등 홈페이지/포털 구축
  · H/W, S/W, N/W 장비 도입, N/W 망분리 도입 및 관련
  · 업무 전환 후 실 운영 지원 및 기능고도화



- 실험관련 프로세스 표준화 방향
  · 국토교통 대형실험시설 공동활용 극대화 및 실험인프라의 통합관리를 표준 프로세스의 방향으로 설정

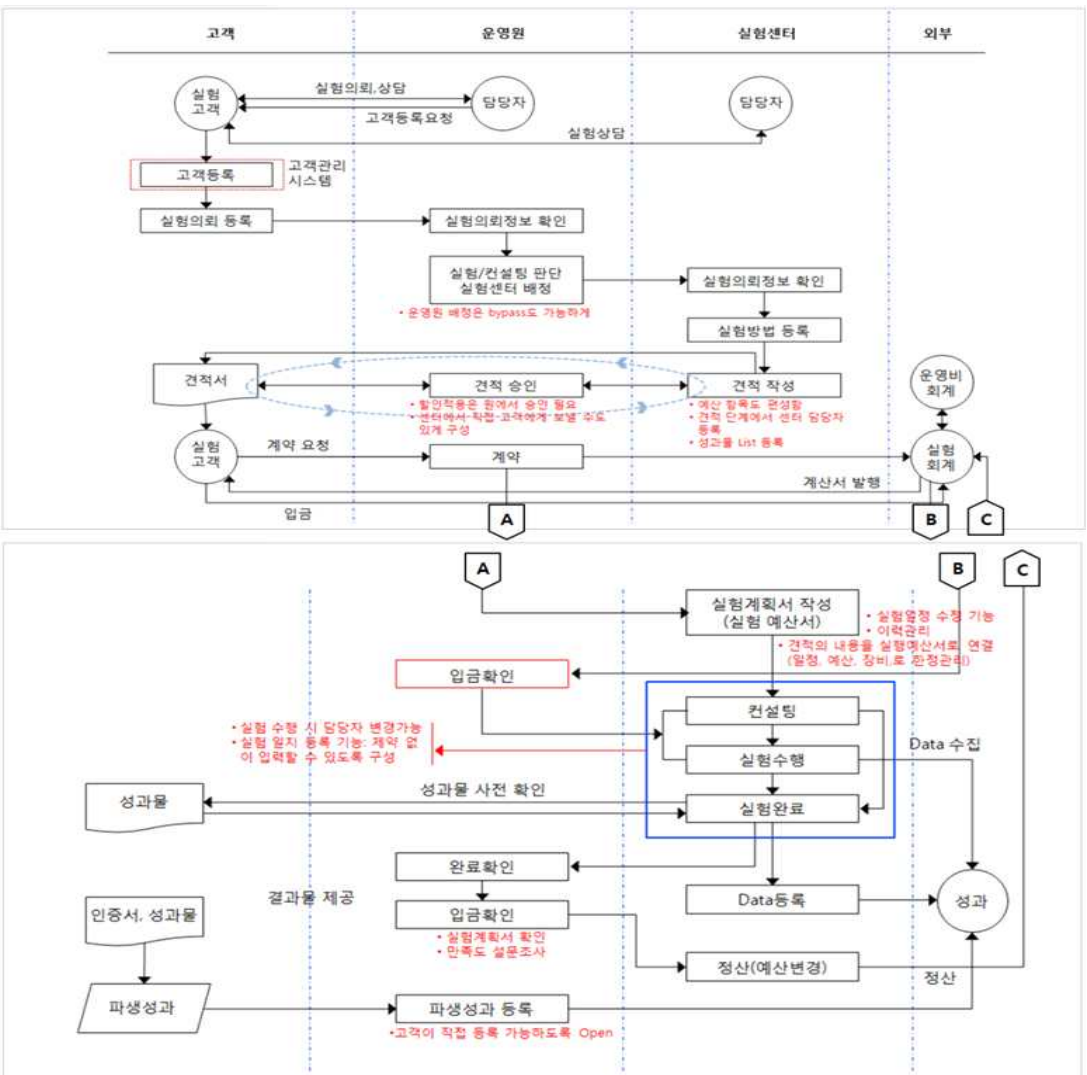


- 도출된 실험서비스의 핵심 프로세스에 대한 서비스구성 기본절차 및 세부flow를 정의

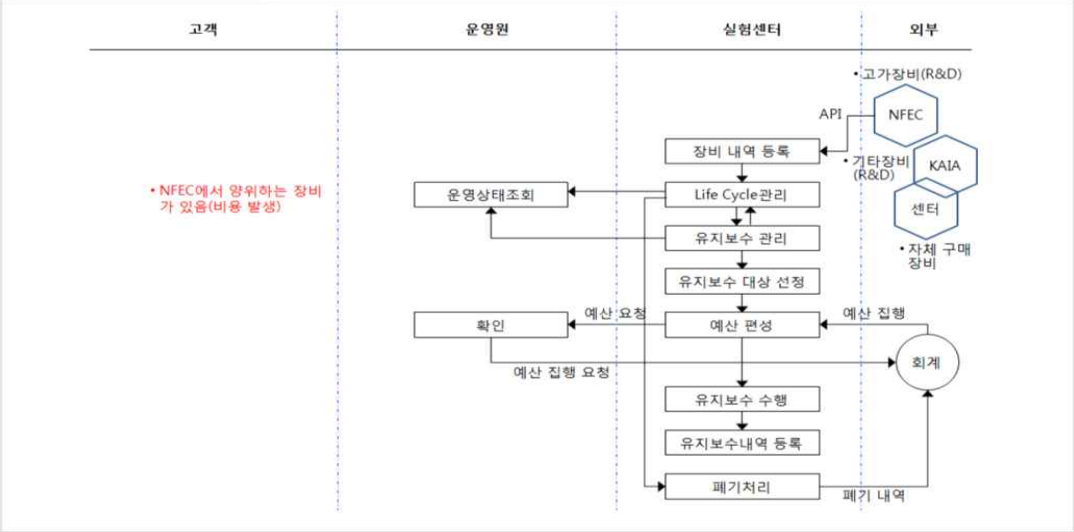
· 실험서비스 관리란 실험서비스를 효율적으로 수행하기 위한 기본적인 관리체계로서, 실험행정관리, 실험장비관리, 실험성과관리로 구성됨

서비스구성	서비스기본절차
실험행정관리	• 실험센터의 실험수행을 위한 실험상담, 견적, 실험의뢰 및 계약, 청구 및 정산, 실험마감의 절차를 관리하는 것 실험상담 → 견적 → 실험의뢰 및 계약 → 청구 및 정산 → 실험마감
실험장비관리	• 실험수행을 위한 실험센터 보유 장비의 취득, 등록, 운영, 유지관리, 처분 등 전반적인 라이프사이클을 관리하는 것 장비 도입·등록 → 장비 운영 → 장비 처분
실험성과관리	• 실험수행에 따른 실험결과데이터, 실험보고서, 시험성적서 등 실험성과물을 관리하는 것 뿐만 아니라 실험수행 등록·운영에 대한 성과통계 및 파급적 성과통계 등의 전반적 성과통계를 관리하는 것 실험수행 → 실험성과물 관리 → 실험 성과통계 ← 만족도/설문조사

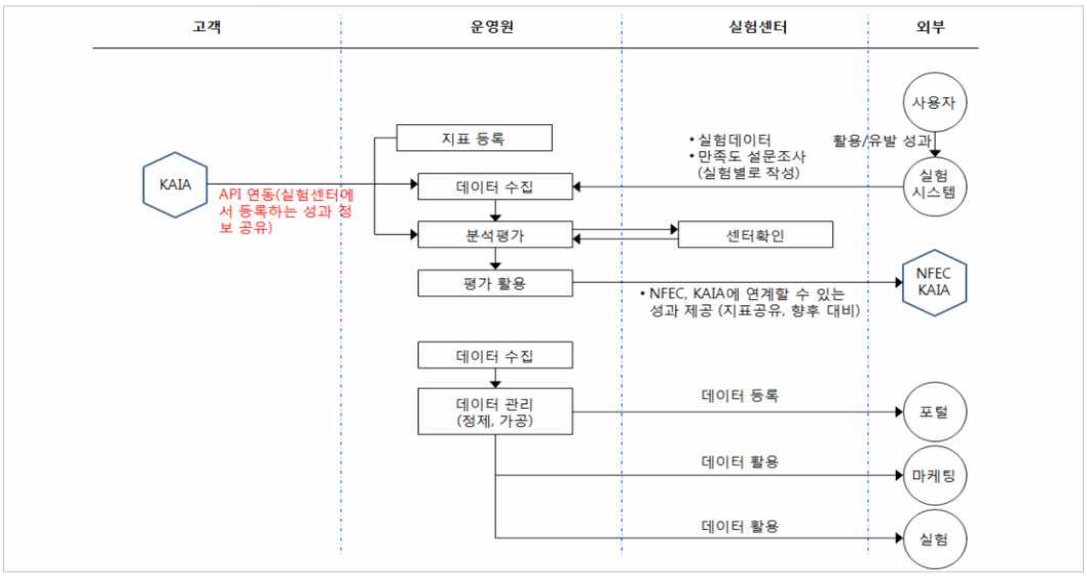
· 실험/시험 프로세스



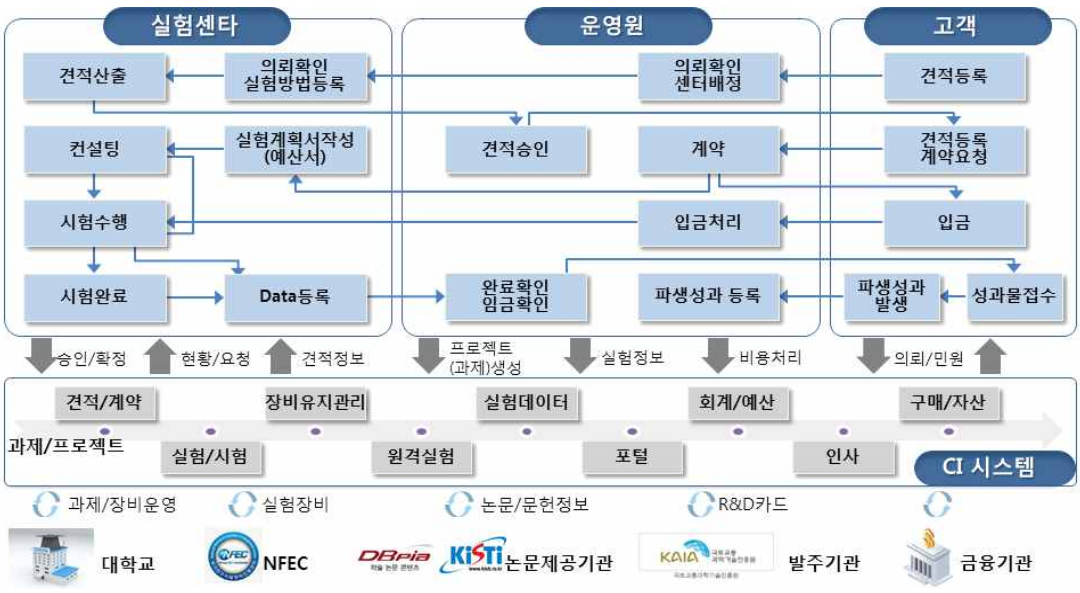
· 장비운영 유지관리 프로세스



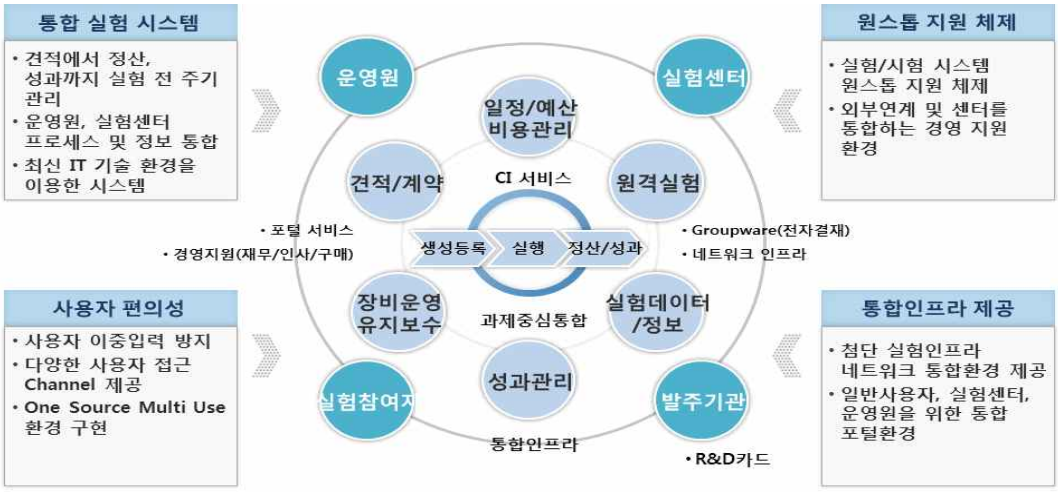
· 성과관리, 실험데이터 활용 프로세스



· 통합업무 프로세스



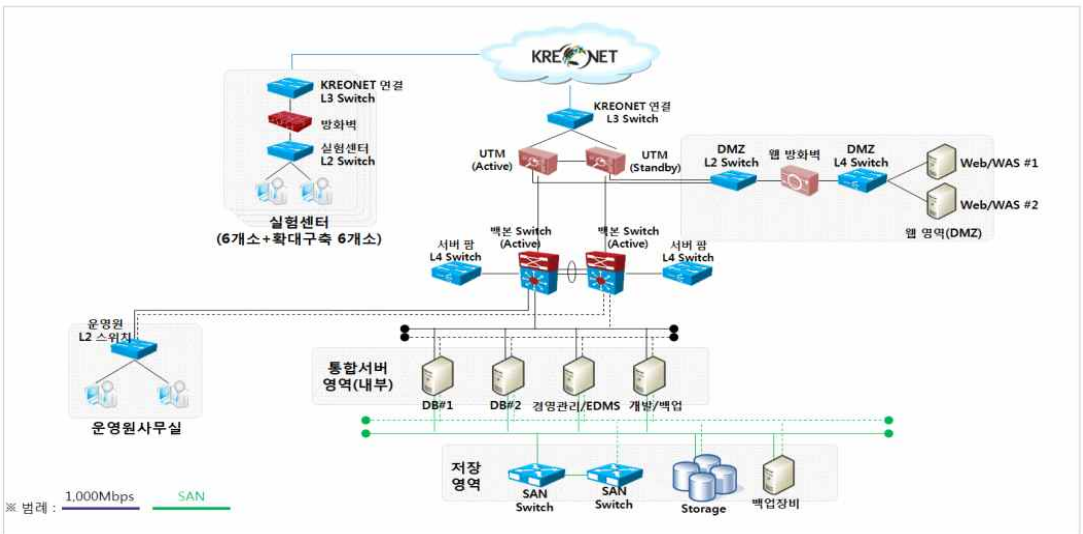
- 통합 CI시스템은 실험서비스 관련 원스톱 지원체계로 국토교통대형실험시설 이용자들이 누구나 쉽게 이용할 수 있어야 하며 실험 전주기를 시스템에서 통합관리하여 운영의 효율성을 제공하여야함



- 응용 S/W아키텍쳐는 서비스 제공 및 이용 대상을 기준으로 포털/홈페이지 외 4개 부문으로 그룹화하여 시스템을 구성함



- 메인 구간의 이중화와 강화된 보안 환경, 관리가 용이한 통합 인프라아키텍처

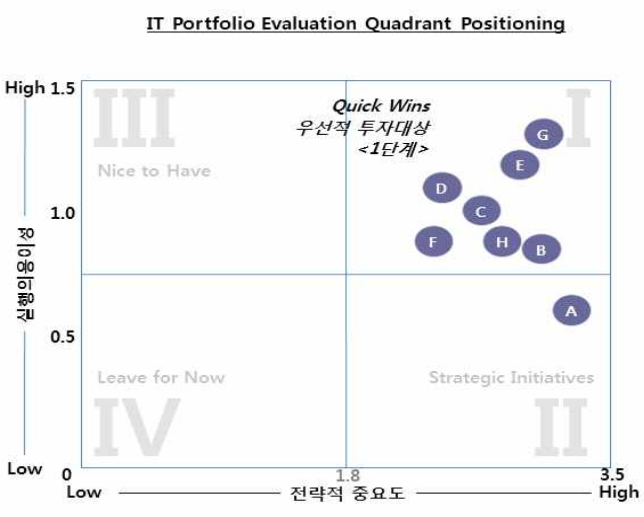


◦ 이행계획수립

- Quick Wins 범위에 속하는 과제는 우선적으로 투자 되어야 할 과제이나 본 연구에서는 대부분이 해당됨

이행과제 순위 분석

이행과제	순위
A. 프로세스 및 문서 표준화 정의	1
B. 실험/시험 시스템 구축	3
C. 일반관리 시스템 구축	6
D. 업무지원 시스템 구축	7
E. 포털/홈페이지 시스템 구축	4
F. N/W 망분리	8
G. IT인프라 도입	2
H. 운영 유지보수 체계 확보	5



- 국토교통 대형실험시설의 분산되어 있고 실험시설의 고유의 특성이 많아 초기에 표준화 및 각종 기준을 확정하기 위한 기간이 필요하며 전체 구축기간을 17개월로 산정함



◦ 최종산출물





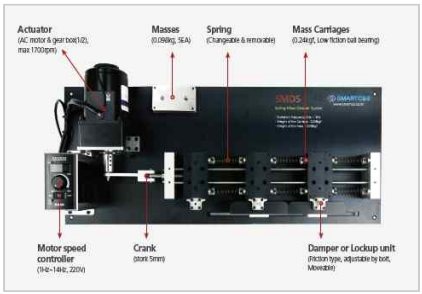
[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

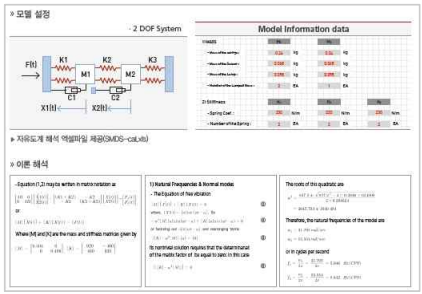
□ 국내외 소형실험교구 개발 사례 조사

○ 국내 활용 실험교구 사례조사

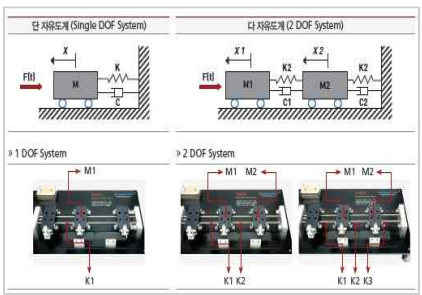
- 국내에서 활용되고 있는 교육용 실험교구는 주로 분야별 재료의 물성에 대한 특성을 분석하기 위한 실습용 교구로 구성되어 있음
- 분야별 실험특성을 고려하였을 때 구조(콘크리트, 재료 포함) 분야의 시험교구가 많은 부분을 차지하고 있음
  - · Spring-Mass-Damper System(동역학 교육용 실험장치): 구물의 동적 특성을 쉽게 이해하기 위해 구조물의 수학적 모델에 사용되는 질량, 스프링, 감쇠장치를 모형으로 제작하여 다양한 자유도계를 구성할 수 있는 교육용 실험장치



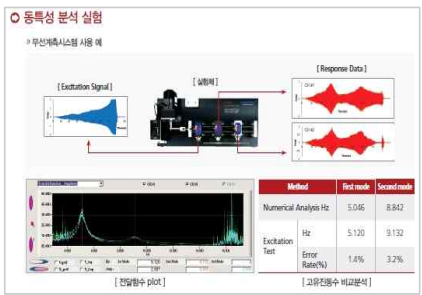
<구성 및 성능>



<모델 및 해석 모듈>



<시스템 구성>



<동특성 분석 실험(무선계측시스템)>



<동특성 분석 실험(유선계측시스템)>

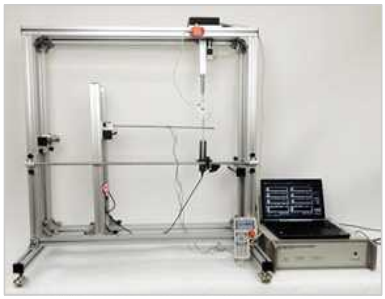
출저 : 스마트제어계측 홈페이지(www.smartcst.co.kr)



케이블 수평반력 측정실험



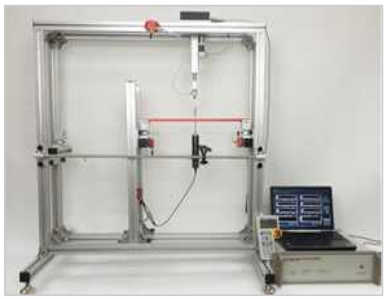
아치 구조물 수평반력 측정실험



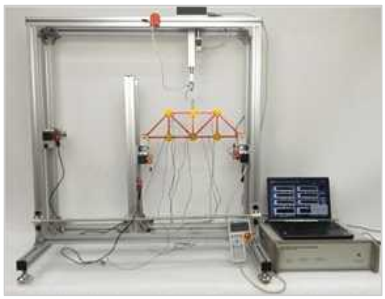
캔틸레버 보 변형률 측정실험



연속보 처짐실험



단순보의 처짐 측정실험

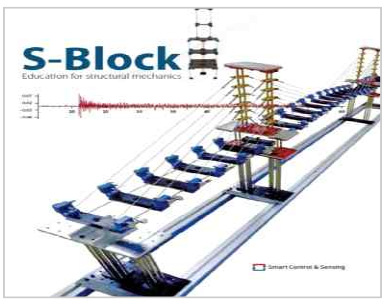


트러스 부재력 측정실험

<역학 실험장치의 다양한 실험 교육>

출저 : 스마트제어계측 홈페이지(www.smartcst.co.kr)

- 실험교구와 연계 가능한 시험체가 다양하게 개발되고 있으나, 실제로 실험교구를 활용하여 강좌에 활용한 사례는 굉장히 미비함
- 기초적인 실험 교구는 접하기 쉬울 수 있으나, 이론을 적용하여 실질적인 교육용으로 활용 가능한 실험 교구는 대체로 교육생들이 접할 수 없는 현황임



<S-Black 사장교, 현수교 시험체>



<2자유도 건물 구조물 모형>



<단/다자유도 실험체>

출저 : 스마트제어계측 홈페이지(www.smartcst.co.kr)

○ 국내 실험교구 개발 및 활용 사례 조사

교육용 복합진동실험장치 개발 사례

“교육용 복합 진동실험장치 개발”(임경화 외 5명, 2010년 12월 10일)

1) 개요

■ 개발 배경

◦ 실험을 통하여 진동학의 이론적인 내용을 학생들이 보다 쉽게 진동학의 물리적인 의미와 함께 원리를 이해할 수 있도록 실험과 분석을 간단하기 실습해볼 수 있는 교육용 복합 진동실험장치 개발

■ 실험장치 개발 목표

◦ 단일기구 다기능 실험의 체제로 구성

◦ 학부생 수준에서 실험 및 해석 가능한 제어 소프트웨어 제공

◦ 주파수응답함수, 공진, 모드형상, 신호처리과정 등 원리 이해

■ 연계 강좌

◦ 기계 진동학, 진동제어 및 실습

2) 다자유도 진동 실험장치

■ 교육 내용

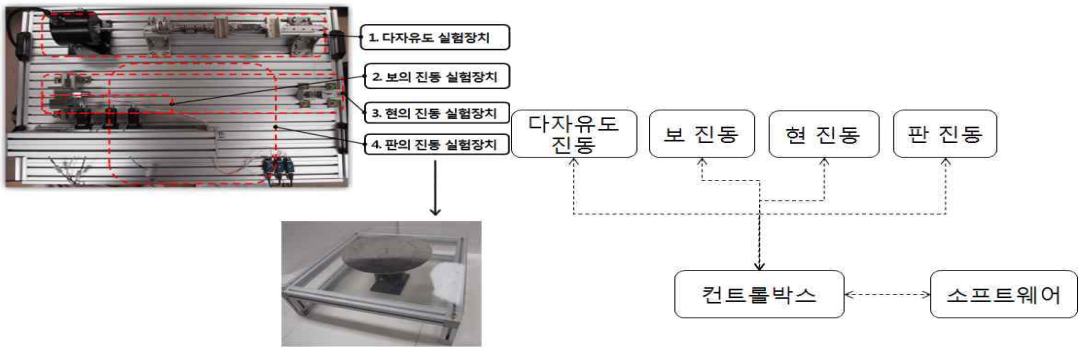
◦ 질량-스프링 시스템의 고유진동수 확인과 주파수 변화에 따른 강체의 거동을 조사

◦ 진동계의 동특성에 의해 결정되는 주파수응답함수(FRF)를 실험적으로 산정

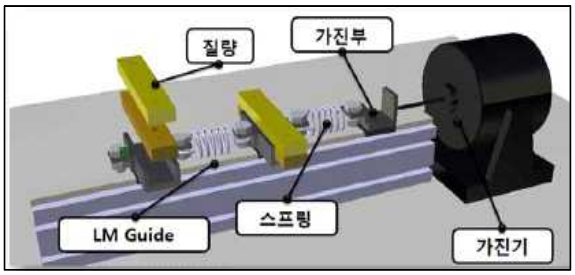
◦ 시스템의 자유도, 고유진동수, 모드형상간의 관계 확인

◦ 하중 센서인 로드셀과 가속도 센서인 가속도계의 원리를 이해

■ 교육용 장치의 구성 모듈



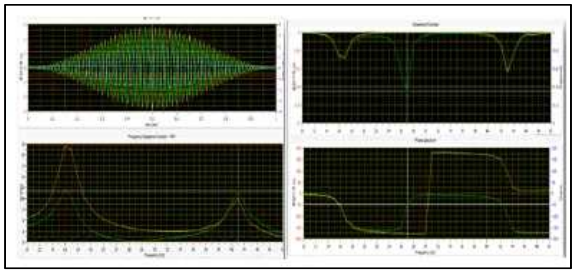
시스템 구성



다자유도 진동 실험장치의 모델링



개발된 다자유도 진동 실험장치



질량-스프링 진동 실험장치의 소프트웨어

3) 보의 진동 실험장치

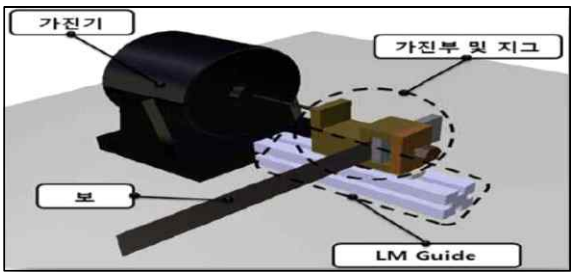
■ 교육 내용

◦ 외팔보의 고유진동수 확인과 주파수 변화에 따른 외팔보의 거동을 조사

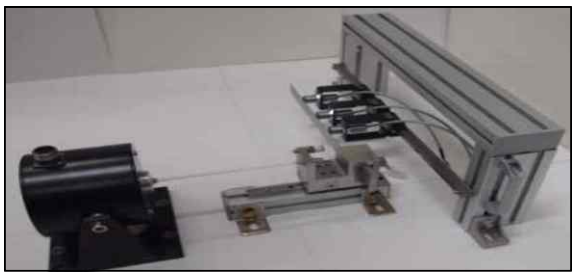
◦ 진동계의 동특성에 의해 결정되는 주파수응답함수(FRF)를 실험적으로 산정

◦ 하중 센서인 로드셀, 가속도 센서인 가속도계, 변형율 센서인 스트레인게이지 및 변위 센서인 와전류 변위센서의 원리를 이해

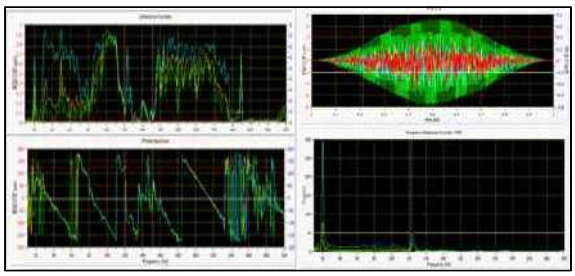
■ 교육용 장치의 구성 모듈



시스템 구성



개발된 보의 진동 실험장치



보 진동 실험장치의 소프트웨어

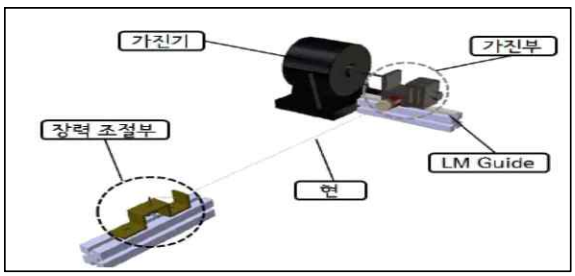
4) 현의 진동실험장치

■ 교육 내용

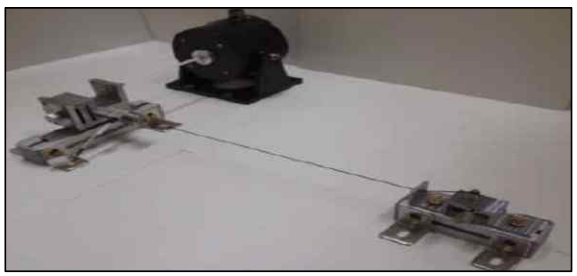
◦ 현의 고유진동수를 확인하고 주파수 변화에 따른 모드형상 관찰

◦ 현의 고유진동수와 현의 길이, 장력간의 관계를 이해

■ 교육용 장치의 구성 모듈



시스템 구성



개발된 현의 진동 실험장치



현의 진동 실험장치의 소프트웨어

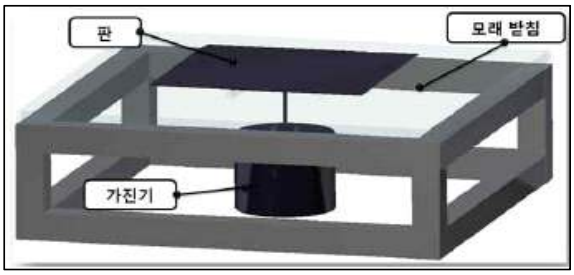
5) 판의 진동실험장치

■ 교육 내용

◦ 단순형태 판에서의 모드형상 관찰

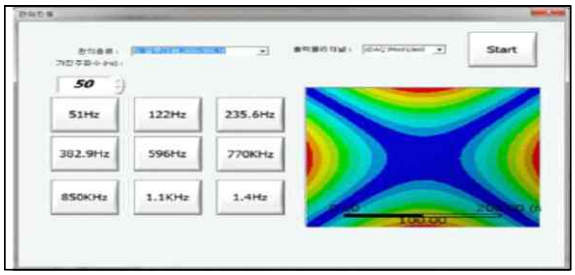
◦ 판의 모드형상이 나타나는 원리 이해

■ 교육용 장치의 구성 모듈

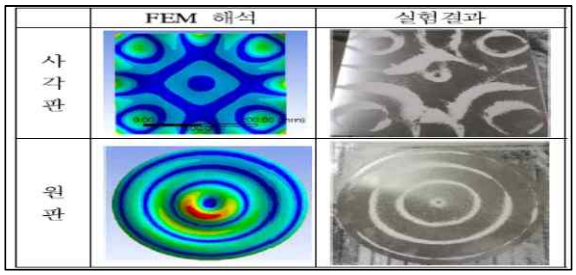


시스템 구성


개발된 판의 진동 실험장치



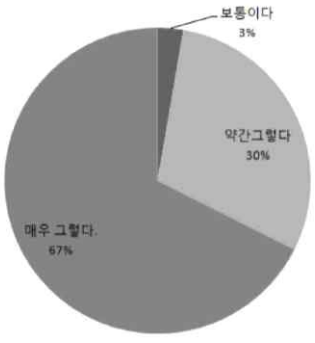
현의 진동 실험장치의 소프트웨어



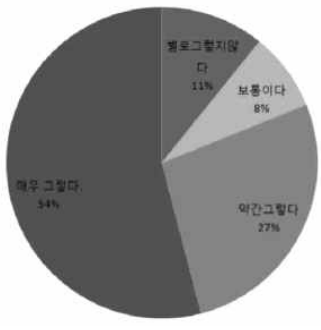
현의 진동 실험장치의 실험결과

6) 설문 응답을 통한 실험장비의 활용도 조사

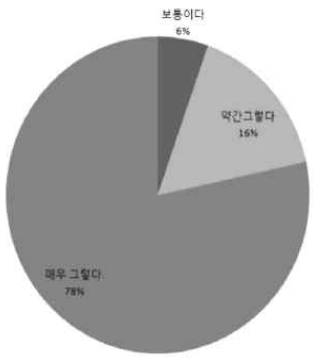
■ 진동학 수업을 수항하고 있는 학부생 78명 대상으로 4개의 실험교구를 통한 강좌를 수행하고 설문조사를 통하여 수업활용도, 기대효과 및 교과목이해 향상도에 대해 분석하였음



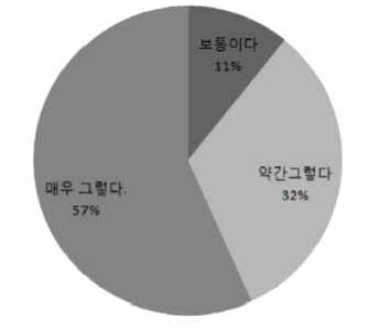
실험 목적의 충족도



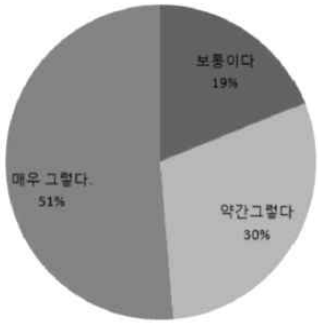
실험 변경 용이성



예상 활용도



원리 이해도



소프트웨어 조작의 용이성



실습-실무와의 연관성

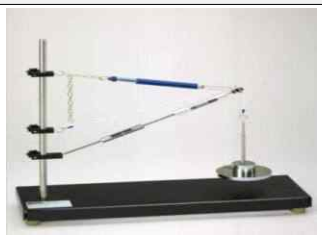
◦ 교구의 활용은 실습 강좌에 응하는 학생들이 실험의 이론적 원리를 파악하는데 충분한 이해가 가능하며 실험 목적을 충족할 수 있는 것에 대한 긍정적 평가

◦ 실험장비의 신뢰성이 조금 떨어질 수 있는 점과 실험간 변경을 위한 장치 조작이 불편한다는 지적이 있었으나 내구성 증진과 실험간 변경장치 간소화를 통해 보완 가능

○ 국외 실험교구 개발 사례 조사

- 유럽에서는 아래 표와 같이 다양한 실험교구들이 개발되어 활용되고 있음. 기초적인 이론부터 응용된 실험이 가능할 수 있도록 다양한 실험 교구가 개발되어 있으며 활발히 활용되고 있는 것으로 보임

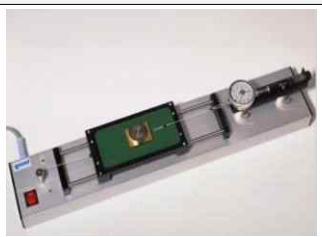
유럽에서 활용되는 실험교구 관련 사진



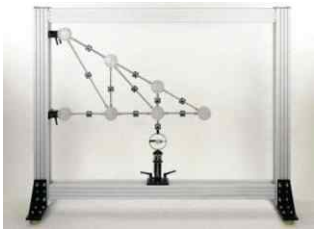
Forces in a Crane Jib



Forces in a Simple Bar Structure



Dry Friction



Forces in Various Single Plane Trusses



Forces in a Howe Truss



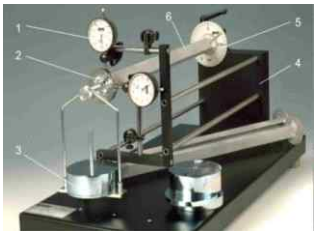
Forces on a Suspension Bridge



Deformation of Straight Beams



Demonstration of Euler Buckling



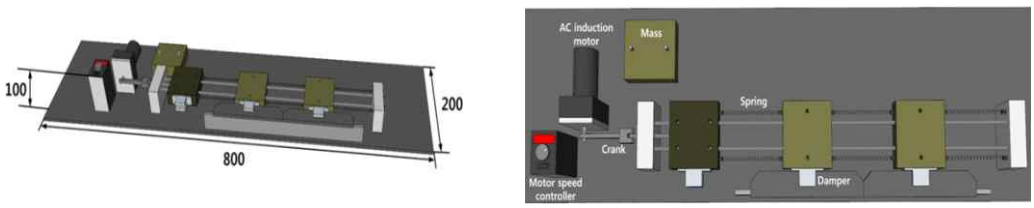
Unsymmetrical Bending

출저 : 독일 GUNT사 토목분야 관련 교육용 교구 자료조사

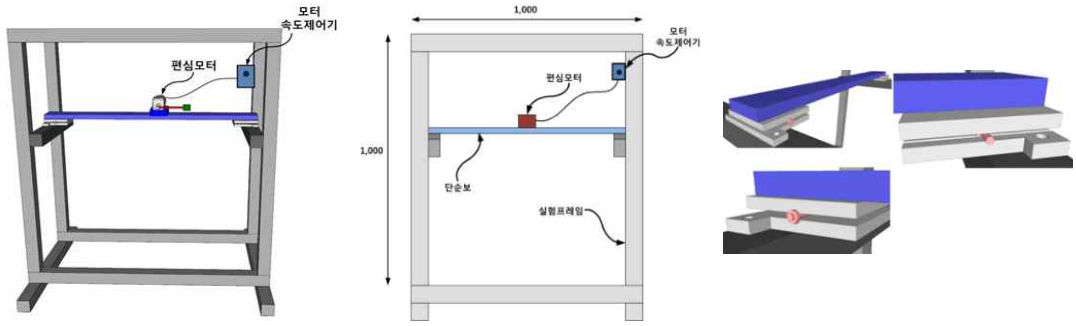
□ 교육용 실험교구 개발 및 제작

○ 교육용 소형 실험교구 개발(안) 제시

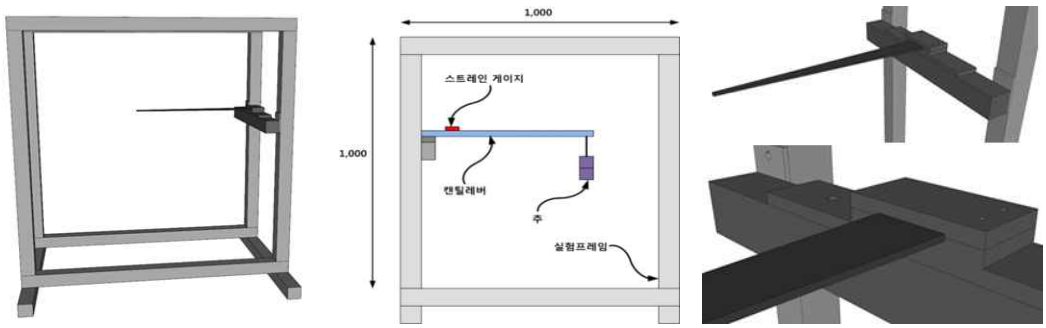
- 교육용 소형 실험교구로 미니진동대, SMDS(Spring-Mass-Damper System), Modal Test System, 전동가진기, 역학실험장치 5개의 소형실험교구를 도출하였음
- 5개의 실험교구 중 연구목적, 예산, 수요 등을 검토하여 개발교구 확정

<table>
<tr><th>순번</th><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>미니진동대</td><td>- 1자유도 진동대
- 구성 : 진동대, 조립식 부재(층), Damper, 스프링, 리니어 엑츄에이터, DAQ 시스템 등</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
교육용 진동대</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>Spring Mass
Damper System</td><td>- 구조물의 동적 특성을 원리를 이해하기 위해 질량(m), 스프링(k), 감쇠(c)를 다양한 자유도계 구성을 통해 실험할 수 있는 교육용 실험장치
· 질량, 스프링 강성, 감쇠를 조정하여 단자유도, 다자유도계 구성 가능
- 실험체, AC모터, 모터 속도 제어기로 구성</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 

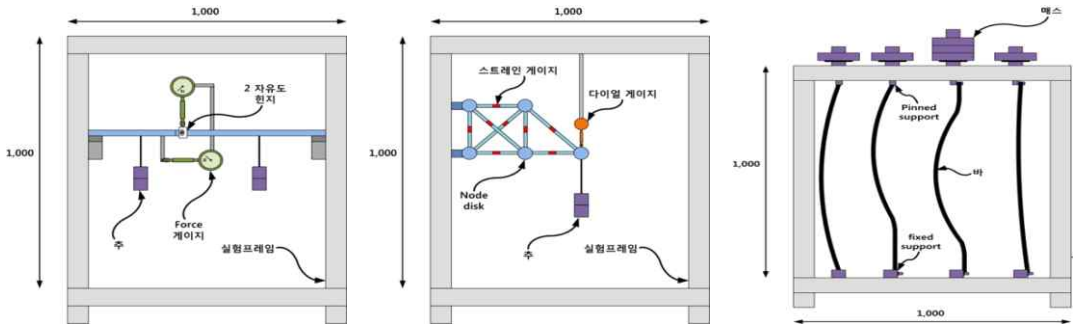
Spring-Mass-Damper System</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Modal Test System</td><td>- 캔틸레버 구조물, Impact Hammer
- 장비, 센서 포함</td></tr>
<tr><td>4</td><td>전동 가진기</td><td>- 소형 전동 가진기의 가진력 크기를 변환하여 구조물에 미치는 영향을 이론적으로 이해하고 실험적 검증을 수행
- 교육 활용에 적합</td></tr>
<tr><td>5</td><td>역학실험장치</td><td>- 구조재료의 특성 실험 : 강성, 인장 등
- 단순보, 연속보의 휨 모멘트, 전단력, 처짐 측정 실험
- 트러스 부재력 측정실험
- 캔틸레버 보 변형률 측정실험
- 아치 구조물, 케이블의 수평반력 측정실험
- 실험프레임, 편심모터세트, 단순보, 캔틸레버, 임팩드 해머 등으로 구성됨</td></tr>
</table>



역학실험장치의 단순보(처짐, 응력, 진동)



역학실험장치의 캔틸레버(처짐, 응력, impact hammer)



역학실험장치의 SFD/BMD, 트러스, 좌굴

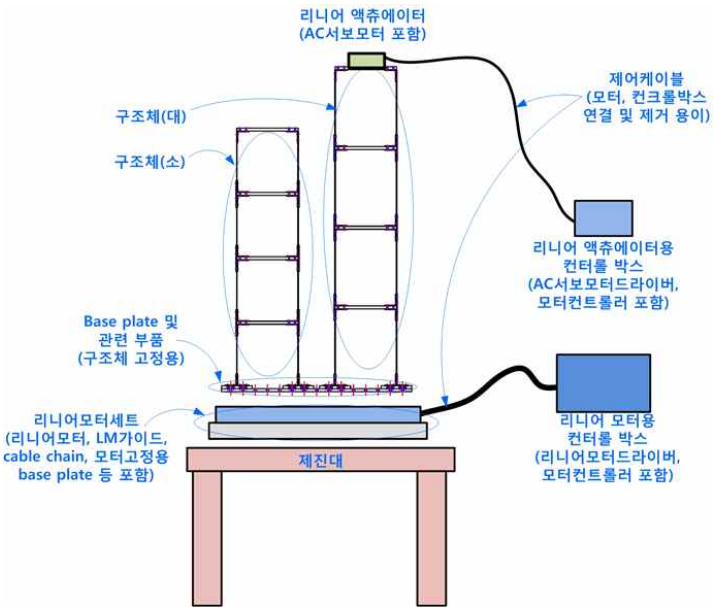
○ 교육용 소형 실험교구 개발 대상 확정

- 미니진동대(소형 전동식 진동대 시스템) 제작 수행
- 교구개발 일정

구 분 / 개발내용	연 구 개 발 기 간(2월~6월)									
	2월 1-2주	2월 3-4주	3월 1-2주	3월 3-4주	4월 1-2주	4월 3-4주	5월 1-2주	5월 3-4주	6월 1-2주	6월 3-4주
용역기간										
실험교구 조사 및 사이즈·성능 결정										
소형실험교구 제작										
실험교구와 연계 가능한 실험체 설계										
실험체 제작										
소형실험교구 개발계획서 작성										
실험교구 검증 실험 및 보완										
소형실험교구 활용 계획 수립										

□ 소형실험교구 개발

○ 교구개발계획서

구분		내용
교구명	한글	소형 전동식 진동대 시스템
	영문	mini-motor operated shaking table system
정의		▪ 각종 진동을 인공적으로 발생시켜 진동 테이블 위에 설치된 구조물의 동적 거동을 모사하고 측정하는 시스템
필요성		▪ 특정 일부 대학을 제외하고 대부분 이론교육만을 수행하고 있어 대학, 대학원생의 실험·실습 경험 부족으로 실무에 대한 역량 부족 - 특정 몇몇 대학을 제외하고는 대부분 이론교육만 수행 - 이론교육과 연계하여 실험실습을 수행할 수 있는 교육용 실험장비 미비 - 대학, 대학원생의 실습 경험 부족으로 졸업후 초급기술자로서의 역량 부족 - 대학의 이론교육과 연계하여 기초 실험실습, 현장실험 교육 등에 활용
용도		▪ 구조동역학, 구조공학 등 관련 강좌 연계 활용 - 다양한 동적특성을 갖는 구조물에 대해 가속도응답크기에 따른 고유진동수와 감쇠비 측정 - 질량-스프링 시스템의 고유진동수 및 주파수 변화에 따른 강체 거동 분석 - 구조체의 자유도, 고유진동수, 모드형상 분석 - 구조체의 동특성에 의한 주파수응답함수 - 하중 센서(로드셀), 가속도센서(가속도계)의 원리 이해 - 단자유도, 다자유도의 동역학 원리 이해
구성		▪ Shaking Table : Base Plate, LM guide, 리니어 엑츄에이터 및 모터세트 ▪ Control Box ▪ 제어 장치 ▪ 제진대 ▪ 사용자매뉴얼 ▪ 실험용 구조체 ▪ 기타 : 각종 케이블, 센서 등  소형 전동식 진동대 구성

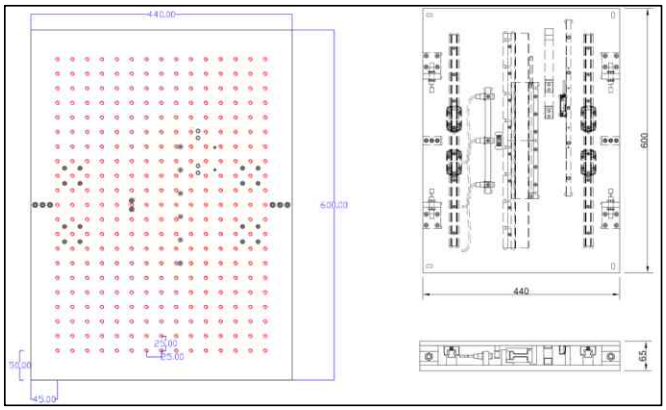
구분		내용
주요사양(성능)		▪ 장비 성능 - 진동대 · Table travel : ± 80mm · Table operational bandwidth : 30Hz · Motor continuous force : 104N · Motor peak force : 416N - DAQ · Channels : 8ch · Chassis : 4 slots · Type : IEPE input module - Operating software · OS : windows 기반 · 언어 : Labview · Control : shaking table & DAQ program 개발 ▪ 이동성(부피/중량) - Operating software ▪ 이용 편의성 등 - Shaking table 사용자 매뉴얼 · 시스템 보관, 조립 및 하드웨어 기반의 사용자 매뉴얼 · 진동대 제어 등 소프트웨어 기반의 사용자 매뉴얼 - Data aquisition 사용자 매뉴얼
활용지원 방안		▪ 사용자매뉴얼, 실험예제집 작성을 통해 - 교육용 실험장비 구축 및 대학 강좌와 연계한 실험실습 컨텐츠 개발 - 첨단 연구인프라를 기반으로 대학 기초실험 교육, 실무자 기술교육 및 전문 연구인력 등 실무형 인재 양성에 기여 · 소형 실험교구 개발: 구조역학, 동역학, 지진, 풍동, 재료 등 · Web 기반 실험장비 지원서비스 개발 · 교구별 사용설명서 및 예제집 작성
구축가격		▪ 진동대 제작 등 총 39,649,500원 - 진동대 제작 용역(Base plate, 리니어 모터(컨트롤 박스 포함), 제진대, 설계 및 조립, 관련 부품) - NI cDAQ-9174(CompactDAQ 4 slot chassis) - NI 9234(4ch, IEPE module) - 진동대 컨트롤 프로그램 - DAQ Program - 제어컴퓨터 - 사용자 매뉴얼
구축/제작 업체	제작국가	대한민국
	제작사 모델명	㈜카이센/기성품이 아닌 성능에 맞는 제작품이기 때문에 모델명 없음
	제작기간	2015.02.02. ~ 2015.06.01(4개월)

○ 소형 전동식 진동대 시스템 개요(상세 성능, 도면 등)

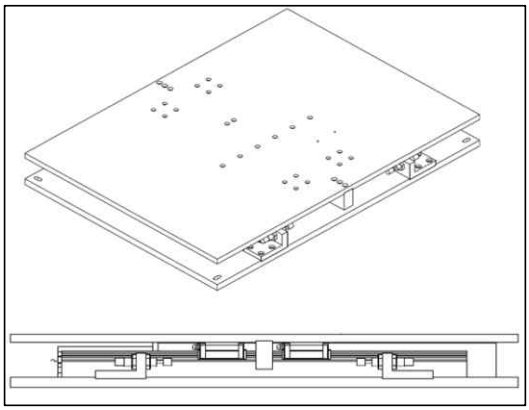
- 소형 전동식 진동대 (H/W) 전체 성능사양

구분		규격 및 성능
진동대	Dimensions(L*W*H,mm)	440*600*65
	Table travel(mm)	±80
	Table operational bandwidth(Hz)	30
	Motor continuous force(N)	104
	Motor peak force(N)	416
	Encoder resolution(μm)	1
	Encoder Max. speed(m/s)	5
	Max. accelation(g)	20(무부하)
DAQ	channels(Ch)	8
	Chassis(slots)	4
	Type	IEPE input module
Operating software	OS	Windows 기반
	언어	Labview
	Control	shaking table&DAQ Program개발
기타	Mass(kg)	25kg(Base Plate, 실험체 포함)

- Base Plate

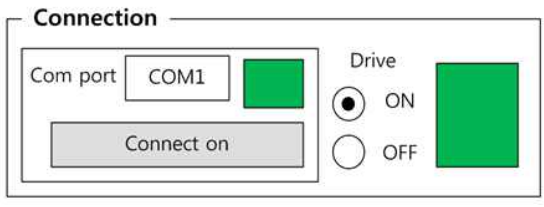


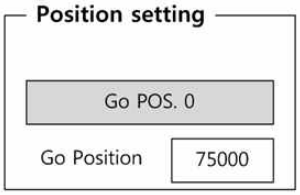
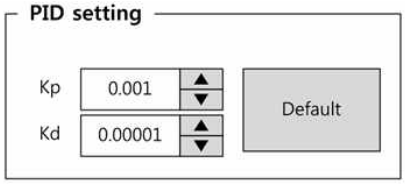
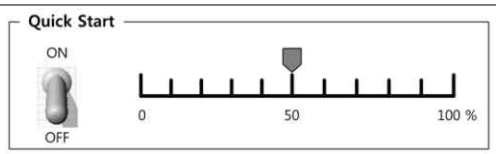
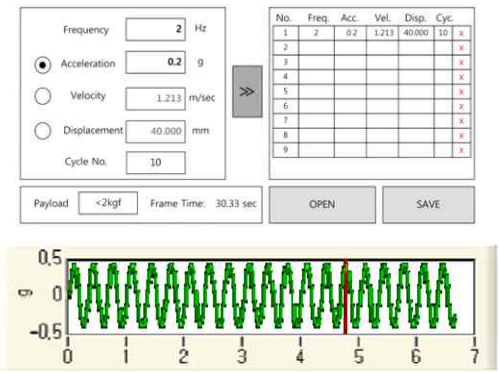
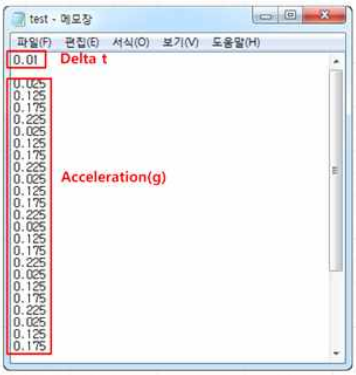
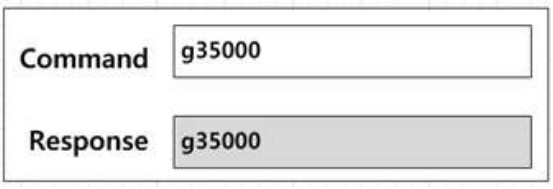
<ase Plate 및 하부 구성>



<Plate 전체 및 단면>

- 소형 전동식 진동대 (S/W) 관련 내용

구분	내용	관련 사진
Connection	· 모션컨트롤러-제어컴퓨터 통신 연결 · 모션드라이브 ON/OFF 설정	

Position setting	· 상부 plate 초기 위치 설정 · Go POS. 0로 클릭 시 0으로 이동 · Go Position에서 임의 위치 설정 가능	
PID setting	· PID 제어 세팅 · Kp(비례상수), Kd(미분상수) 설정 · Default 클릭 시 임의로 결정된 값이 자동 입력됨	
Quick Start	· 임의로 설정된 wave로 동작 · 최대 속도는 100 %로 하였을 때 %로 속도 설정 가능	
SINE WAVE 설정, 불러오기, 저장	· 사인파 생성 설정한 후 저장 가능 · 저장해둔 파형 불러오기 가능 · 주파수 입력, 가속도, 속도, 변위 수치 중 하나 선택 설정(자동계산) · 반복횟수 입력 · 상부 시험체 무게 입력(2kg이하, 7kg이하, 15kg이하) · 설정 후 리스트에 추가 · 추가된 파형은 연속 실행 가능	
저장된 파형 형식	· 첫번째 라인은 delta t로 증가 시간(sec)을 저장 · 두번째 라인은 빈라인 · 세번째 라인부터 가속도 값을 저장	
Command/Response	· 모션컨트롤러에 직접 명령을 입력 · Command에 명령을 입력하면 Response에서 응답	

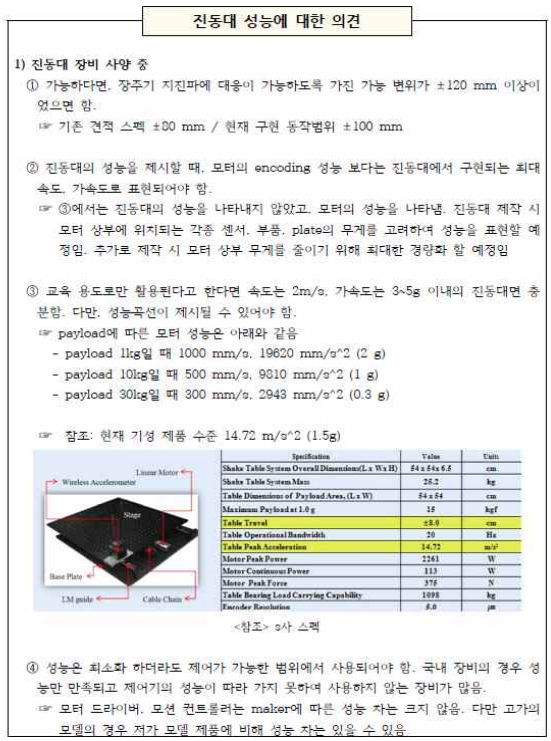
- 기타장치의 규격 및 성능

구분		규격 및 성능	
기타장치	리니어 엑츄에이터	정격출력용량(kW)	0.1
		정격토크(N · m)	0.32
		최대토크(N · m)	0.95
		정격회전속도(rpm)	3,000
		최대회전속도(rpm)	6,000
		정격전류(A)	0.8
		최대전류(A)	2.4
	편심모터	type	Induction motor
		Output(W)	90
		Voltage(V)	220
		Speed range(rpm)	6~90
	임팩트 해머	PCB, sensitivity(mV/lbf)	1
	PCB 가속도계	sensitivity(mV/g)	1,000
		Measurement Range(g pk)	±5
		Frequency Range(Hz)	0.06~450
		Resonant Frequency(Hz)	≥2500
		Broadband Resolution(g rms)	0.000003
		Overload Limit(g pk)	±300
		Temperature Range(℃)	-18~80

○ 성능 및 신뢰성 검증

- 1차 수요조사를 통한 부산대학교 미니진동대의 연구/실습용, 교육용 성능 비교 및 전문가 검토를 통해 소형실험교구의 검증
  · 소형실험교구의 필요성과 활용 방안 제시 가능
  · 지진방재연구센터의 활용성이 높을 것으로 예상. 소형실험교구의 상세 성능에 대해 검토하고 경진대회, 강좌 활용을 위한 의견을 수렴하여 실험교구 제작에 반영

용도	부산대 지진방재연구센터		운영원
	연구, 실습용	교육용	소형실험교구
DOF	2DOF	2DOF	2DOF
Table size	600×600mm	300×300mm	440×600mm
Table mass	500kg 이상	25kg 이상	-
Max. payload	100kg 이상	5kg 이상	Motor Continuous force 104N
			Motor Peak force 416N
Max. acceleration	±1.0g 이상	±1.0g 이상	±20g 이상
Max. displacement	±100mm 이상	±50mm 이상	±80mm 이상
Type	고정형	이동식	이동식
Operating Freq.	최대 20Hz	최대 20Hz	최대 30Hz
DAQ	10CH. 이상	5CH. 이상	8CH. 이상
Remark	정밀제어	조작성	정밀제어, 조작성 우수



진동대 성능에 대한 의견

1) 진동대 장비 사양 중
① 가능하다면, 장주기 지진파에 대응이 가능하도록 가진 가능 변위가 ±120 mm 이상이었으면 함.
☞ 기존 견적 스펙 ±80 mm / 현재 구현 동작범위 ±100 mm

② 진동대의 성능을 제시할 때, 모터의 encoding 성능 보다는 진동대에서 구현되는 최대 속도, 가속도로 표현되어야 함.
☞ ③에서는 진동대의 성능을 나타내지 않았고, 모터의 성능을 나타냄. 진동대 제작 시 모터 상부에 위치되는 각종 센서, 부품, plate의 무게를 고려하여 성능을 표현할 예정임. 추가로 제작 시 모터 상부 무게를 줄이기 위해 최대한 경량화 할 예정임

③ 교육 용도로만 활용된다고 한다면 속도는 2m/s, 가속도는 3~5g 이내의 진동대면 충분함. 다만, 성능곡선이 제시될 수 있어야 함.
☞ payload에 따른 모터 성능은 아래와 같음
- payload 1kg일 때 1000 mm/s, 19620 mm/s^2 (2 g)
- payload 10kg일 때 500 mm/s, 9810 mm/s^2 (1 g)
- payload 30kg일 때 300 mm/s, 2943 mm/s^2 (0.3 g)

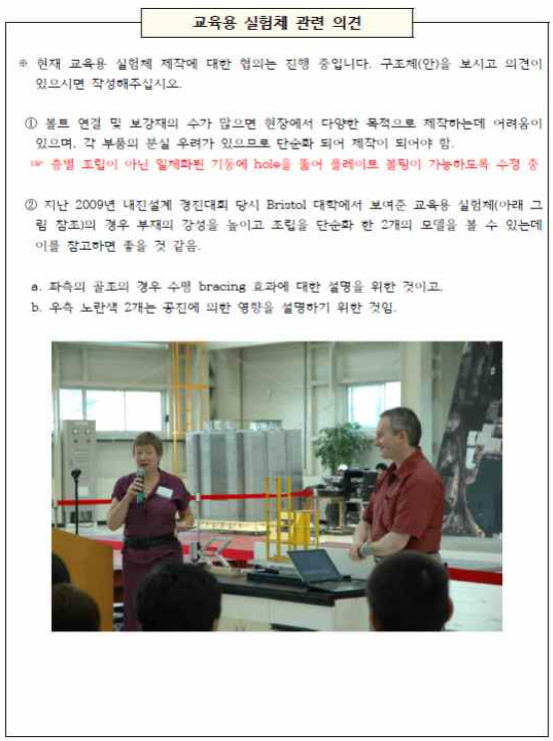
☞ 참조: 현재 기성 제품 수준 14.72 m/s^2 (1.5g)

Specification	Value	Unit
Shake Table System Overall Dimension(L x W x H)	84 x 84 x 6.5	cm
Shake Table System Mass	25.2	kg
Table Dimensions of Payload Area, (L x W)	84 x 84	cm
Maximum Payload at 1.0 g	15	kgf
Table Travel	±8.0	cm
Table Operational Bandwidth	20	Hz
Table Peak Acceleration	14.72	m/s²
Motor Peak Power	2261	W
Motor Continuous Power	113	W
Motor Peak Force	378	N
Table Bearing Load Carrying Capability	1098	kg
Encoder Resolution	0.8	μm

<참조> o사 스펙

④ 성능은 최소화 하더라도 제어가 가능한 범위에서 사용되어야 함. 국내 장비의 경우 성능만 만족되고 제어기의 성능이 따라 가지 못하여 사용하지 않는 장비가 많음.
☞ 모터 드라이버, 모션 컨트롤러는 maker에 따른 성능 차는 크지 않음. 다만 고가의 모델의 경우 저가 모델 제품에 비해 성능 차는 있을 수 있음.

<진동대 및 세부 성능에 대한 전문가 의견 수렴>



교육용 실험체 관련 의견

※ 현재 교육용 실험체 제작에 대한 협의는 진행 중입니다. 구조체(안)을 보시고 의견이 있으시면 작성해주십시오.

① 볼트 연결 및 보강재의 수가 많으면 현장에서 다양한 목적으로 제작하는데 어려움이 있으며, 각 부품의 분실 우려가 있으므로 단순화 되어 제작이 되어야 함.
☞ 층별 조립이 아닌 일체화된 기둥에 hole을 뚫어 플레이트 볼팅이 가능하도록 수정 중

② 지난 2009년 내진설계 경진대회 당시 Bristol 대학에서 보여준 교육용 실험체(아래 그림 참조)의 경우 부재의 강성을 높이고 조립을 단순화 한 2개의 모델을 볼 수 있는데 이를 참고하면 좋을 것 같음.

a. 좌측의 골조의 경우 수평 bracing 효과에 대한 설명을 위한 것이고,
b. 우측 노란색 2개는 공진에 의한 영향을 설명하기 위한 것임.

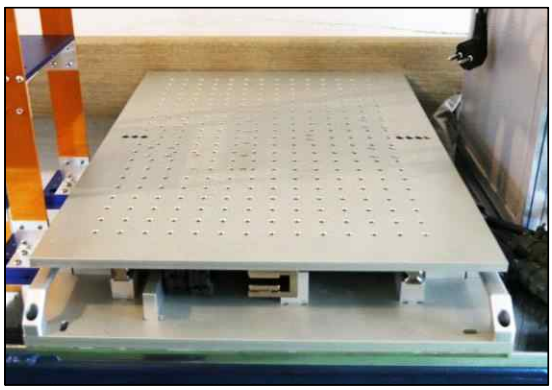
<교육용 실험체 관련 의견 수렴>

부산대 지진방재연구센터	국토교통연구인프라운영원
- 간단한 조작으로 사용자가 직접 운영	- 간단한 조작으로 사용자가 직접 운영 · 진동대(H/W), DAQ(S/W) 사용자 매뉴얼을 통한 활용 편리함 극대화
- 원격제어를 통한 원격지 운영 및 강의 지원	- 일반적인 원격 프로그램 및 웹캠을 활용한 원격제어 가능
- 예제실험 교구 및 실험체 지원	- 예제실험 교구 및 실험체 지원 · 조립식 실험 교구 제작으로 다양한 케이스 실험 가능
- 각종 경진대회 시험용 활용	- 내진설계 경진대회, 구조 관련 경진대회 사전 시험용 활용 가능
- 동역학 관련 강좌 보조 기구 활용 · 진동대 구동 원리, 개념 · 정현파, sine sweeping, 지진파 가진	- 동역학 관련 강좌 보조 기구 활용 가능 · 진동대 구동 원리, 개념 · 정현파, sine sweeping, 지진파 가진

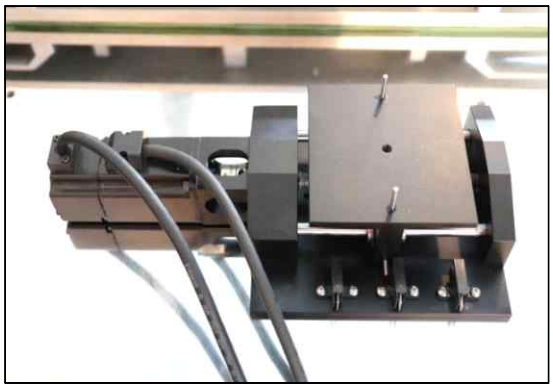
□ 소형 전동식 진동대 개발 완료



<전동식 소형 실험교구 구성>



<진동대 Base Plate>



<리니어 엑츄에이터>

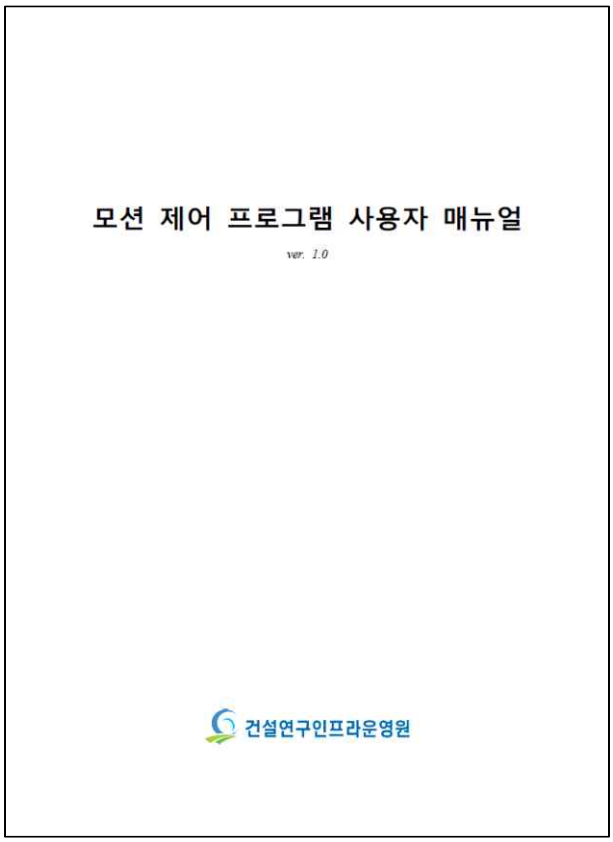


<기타 소모품>

□ 사용자매뉴얼 작성

○ 모션 제어 프로그램 사용자 매뉴얼

- 모션 제어 프로그램의 원래, 구성, 기능별 역할 및 작동 방법에 대해 제시

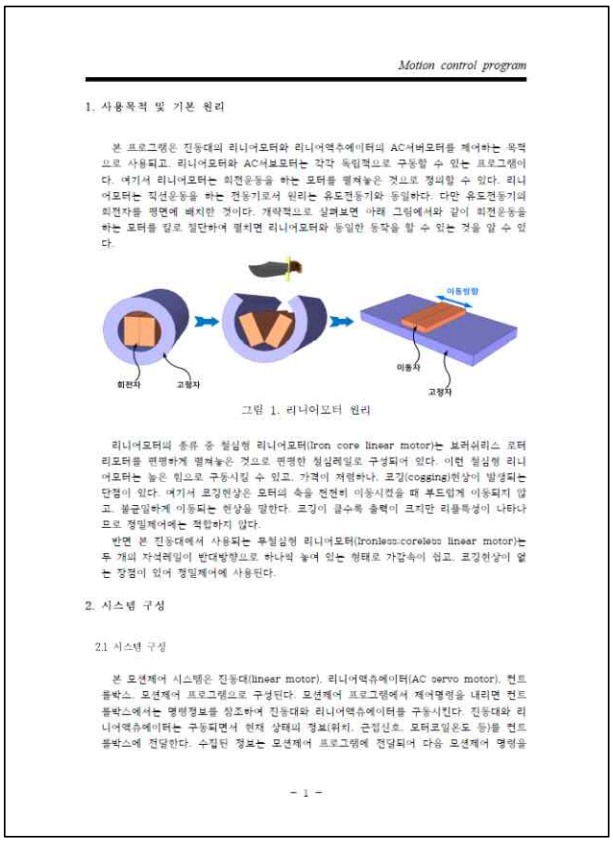


모션 제어 프로그램 사용자 매뉴얼

ver. 1.0

건설연구인프라운영원

<모션 제어 프로그램 사용자 매뉴얼>



Motion control program

1. 사용목적 및 기본 원리

본 프로그램은 진동대의 리니어모터와 리니어액추에이터의 AC서버모터를 제어하는 목적으로 사용되고, 리니어모터와 AC서보모터는 각각 독립적으로 구동할 수 있는 프로그램이다. 여기서 리니어모터는 회전운동을 하는 모터를 펼쳐놓은 것으로 정의할 수 있다. 리니어모터는 직선운동을 하는 전동기로서 원리는 유도전동기와 동일하다. 다만 유도전동기의 회전자를 평면에 배치한 것이다. 개략적으로 살펴보면 아래 그림에서와 같이 회전운동을 하는 모터를 칼로 절단하여 펼치면 리니어모터와 동일한 동작을 할 수 있는 것을 알 수 있다.

그림 1. 리니어모터 원리

리니어모터의 종류 중 철심형 리니어모터(Iron core linear motor)는 브러쉬리스 모터 리모터를 편평하게 펼쳐놓은 것으로 편평한 철심레일로 구성되어 있다. 이런 철심형 리니어모터는 높은 힘으로 구동시킬 수 있고, 가격이 저렴하다. 코깅(cogging)현상이 발생되는 단점이 있다. 여기서 코깅현상은 모터의 축을 전전히 이동시켰을 때 부드럽게 이동되지 않고, 불균일하게 이동되는 현상을 말한다. 코깅이 클수록 출력이 크지만 리플특성이 나타나므로 정밀제어에는 적합하지 않다.

반면 본 진동대에서 사용되는 무철심형 리니어모터(Ironless:coreless linear motor)는 두 개의 자석레일이 반대방향으로 하나씩 놓여 있는 형태로 가감속이 쉽고, 코깅현상이 없는 장점이 있어 정밀제어에 사용된다.

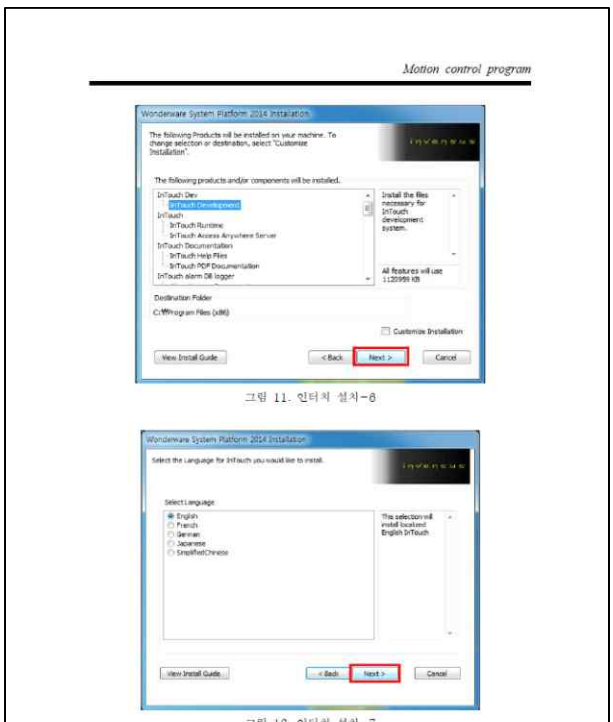
2. 시스템 구성

2.1 시스템 구성

본 모션제어 시스템은 진동대(linear motor), 리니어액츄에이터(AC servo motor), 컨트롤박스, 모션제어 프로그램으로 구성된다. 모션제어 프로그램에서 제어명령을 내리면 컨트롤박스에서는 명령정보를 참조하여 진동대와 리니어액츄에이터를 구동시킨다. 진동대와 리니어액츄에이터는 구동되면서 현재 상태의 정보(위치, 근접신호, 모터로일온도 등)를 컨트롤박스에 전달한다. 수집된 정보는 모션제어 프로그램에 전달되어 다음 모션제어 명령을

- 1 -

<프로그램 기본 원리 및 구성>



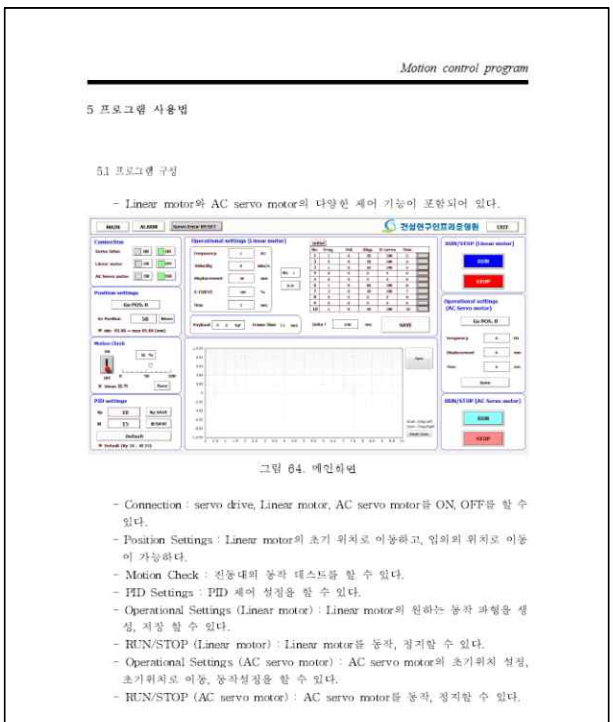
Motion control program

그림 11. 인터치 설치-6

그림 12. 인터치 설치-7

- 7 -

<설치 방법>



Motion control program

5 프로그램 사용법

5.1 프로그램 구성

- Linear motor와 AC servo motor의 다양한 제어 기능이 포함되어 있다.

그림 64. 메인화면

- Connection : servo drive, Linear motor, AC servo motor를 ON, OFF를 할 수 있다.
- Position Settings : Linear motor의 초기 위치로 이동하고, 임의의 위치로 이동이 가능하다.
- Motion Check : 진동대의 동작 테스트를 할 수 있다.
- PID Settings : PID 제어 설정을 할 수 있다.
- Operational Settings (Linear motor) : Linear motor의 원하는 동작 파형을 생성, 저장 할 수 있다.
- RUN/STOP (Linear motor) : Linear motor를 동작, 정지할 수 있다.
- Operational Settings (AC servo motor) : AC servo motor의 초기위치 설정, 초기위치로 이동, 동작설정을 할 수 있다.
- RUN/STOP (AC servo motor) : AC servo motor를 동작, 정지할 수 있다.

5.2 Connection

- 28 -

<프로그램 사용법>

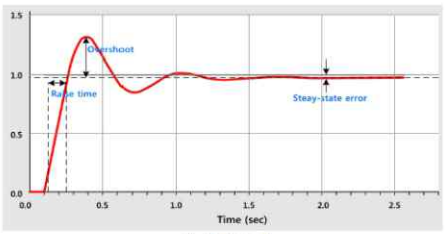


그림 68. PID 제어

- Kp값을 설정하여 P gain을 설정하고, Ki값을 설정하여 I gain을 설정한다.
- Default는 Kp는 10, Ki는 15이다.



그림 69. PID Settings

5.6 Operating Settings (Linear motor)

- Linear motor의 원하는 동작 과형을 생성, 저장 할 수 있다.
- 동작할 과형을 데이블에 추가하고, 원하는 과형을 선택하면 아래 그래프에 동작 과형이 표시된다.
- 다른 동작과형을 선택하여 연속적으로 동작가능하게 설정할 수 있고, 설정한 과형을 저장할 수 있다.
- 저장한 과형을 불러와서 실행하는 것뿐만 아니라 임의로 생성된 과형을 불러

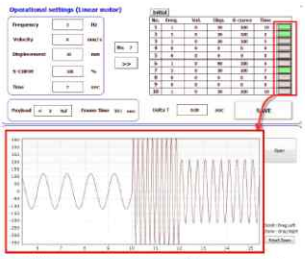


그림 74. Operating Settings (Linear motor)-5

- 원하는 동작 과형을 선택 후, SAVE 버튼을 클릭 시 동작 과형을 저장할 수 있다. 저장 파일은 *.csv파일로 Delta T단위의 시간 간격으로 시간, 속도로 저장된다.

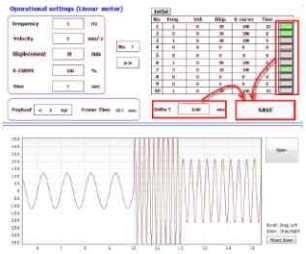


그림 75. Operating Settings (Linear motor)-6

- Open 클릭 시, 저장된 csv파일을 불러오기가 가능하다.

- 리니어액츄에이터의 동작 주파수, 거리, 시간을 설정할 수 있다.

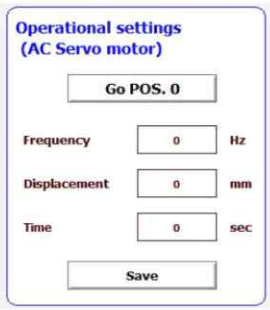


그림 78. Operating Settings (AC servo motor)

5.9 RUN/STOP (AC servo motor)

- AC servo motor를 동작, 정지할 수 있다.
- Operating Settings (AC servo motor)에서 설정이 완료된 상태에서 RUN버튼을 클릭하면 리니어액츄에이터가 동작되고, STOP버튼을 클릭 시 정지된다.



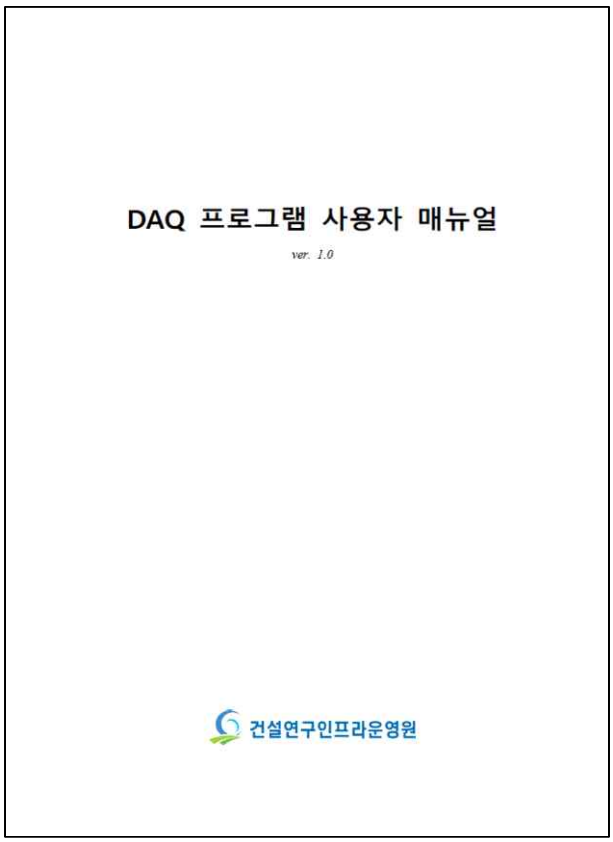
그림 79. RUN/STOP (AC servo motor)



<모션 제어 프로그램>

○ DAQ 프로그램 사용자 매뉴얼

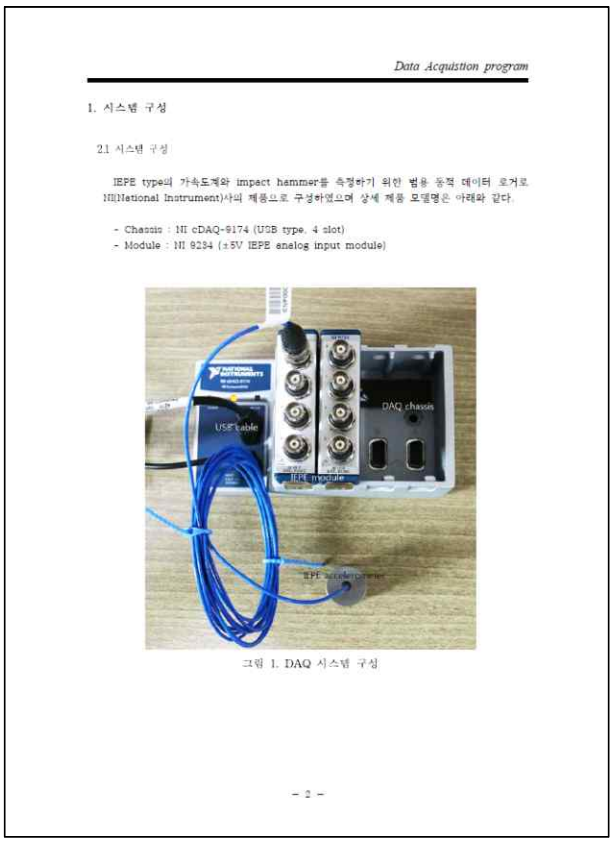
- DAQ 시스템, 프로그램 구성 및 기본 원리, 드리이버 설치, 시스템 구성 및 역할에 대해 사용자 매뉴얼 제시


DAQ 프로그램 사용자 매뉴얼

ver. 1.0

건설연구인프라운영원

<DAQ 프로그램 사용자 매뉴얼>


Data Acquistion program

1. 시스템 구성

2.1 시스템 구성

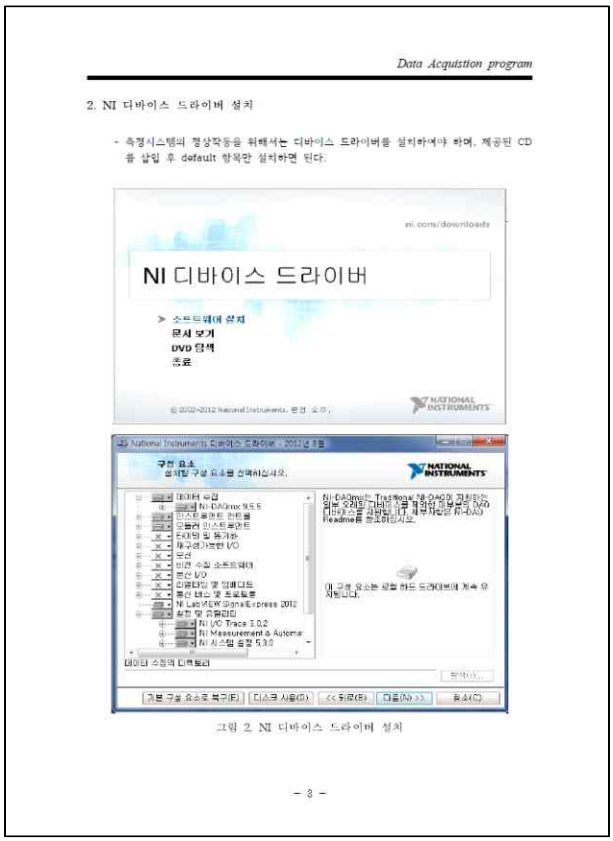
IEPE type의 가속도계와 impact hammer를 측정하기 위한 범용 동적 데이터 로거로 NI(National Instrument)사의 제품으로 구성하였으며 상세 제품 모델명은 아래와 같다.

- Chassis : NI cDAQ-9174 (USB type, 4 slot)
- Module : NI 9234 (±5V IEPE analog input module)

그림 1. DAQ 시스템 구성

- 2 -

<DAQ 시스템 구성>


Data Acquistion program

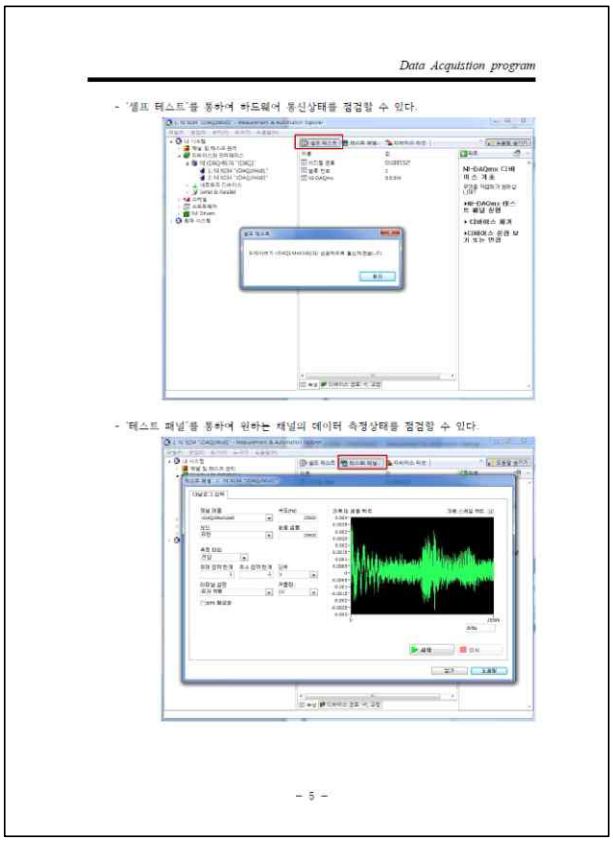
2. NI 디바이스 드라이버 설치

- 측정시스템의 정상작동을 위해서는 디바이스 드라이버를 설치하여야 하며, 제공된 CD 를 삽입 후 default 항목만 설치하면 된다.

그림 2. NI 디바이스 드라이버 설치

- 3 -

<NI 드라이버 설치 방법>

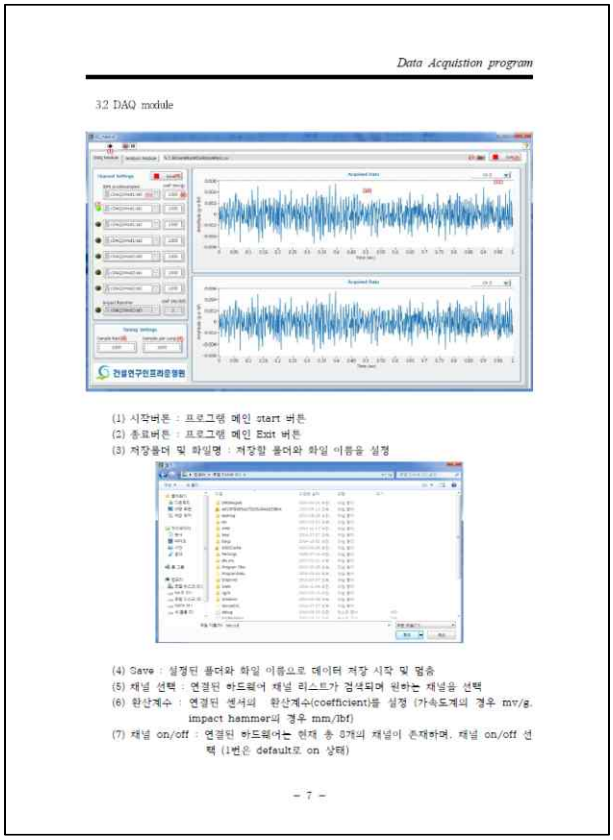

Data Acquistion program

- '셀프 테스트'를 통하여 하드웨어 통신상태를 점검할 수 있다.

- '테스트 패널'을 통하여 원하는 채널의 데이터 측정상태를 점검할 수 있다.

- 5 -

<데이터 측정 상태 점검>



Data Acquistion program

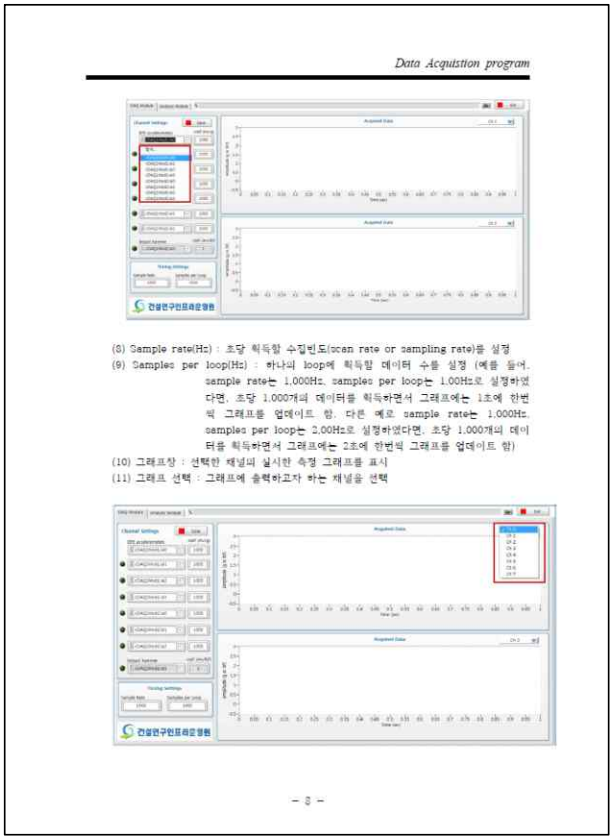
3.2 DAQ module

(1) 시작버튼 : 프로그램 메인 start 버튼
(2) 종료버튼 : 프로그램 메인 Exit 버튼
(3) 저장폴더 및 파일명 : 저장할 폴더와 파일 이름을 설정

(4) Save : 설정된 폴더와 파일 이름으로 데이터 저장 시작 및 멈춤
(5) 채널 선택 : 연결된 하드웨어 채널 리스트가 검색되며 원하는 채널을 선택
(6) 환산계수 : 연결된 센서의 환산계수(coefficient)를 설정 (가속도계의 경우 mv/g, impact hammer의 경우 mm/lbf)
(7) 채널 on/off : 연결된 하드웨어는 현재 총 8개의 채널이 존재하며, 채널 on/off 선택 (1번은 default로 on 상태)

- 7 -

<DAQ 프로그램 구성 및 역할 - 1>

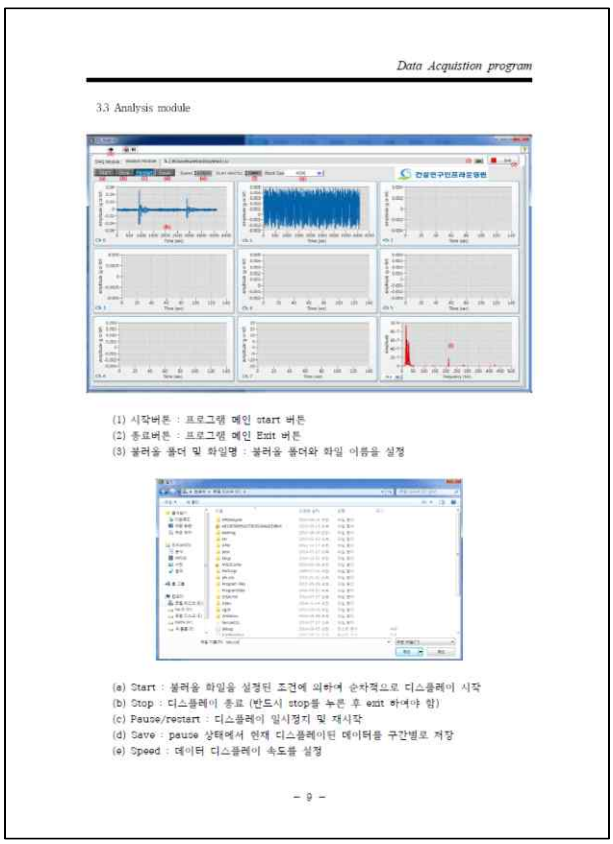


Data Acquistion program

(8) Sample rate(Hz) : 초당 획득할 수집빈도(scan rate or sampling rate)를 설정
(9) Samples per loop(Hz) : 하나의 loop에 획득할 데이터 수를 설정 (예를 들어, sample rate는 1,000Hz, samples per loop는 1,000Hz로 설정하였다면, 초당 1,000개의 데이터를 획득하면서 그래프에는 1초에 한번씩 그래프를 업데이트 함. 다른 예로 sample rate는 1,000Hz, samples per loop는 2,000Hz로 설정하였다면, 초당 1,000개의 데이터를 획득하면서 그래프에는 2초에 한번씩 그래프를 업데이트 함)
(10) 그래프창 : 선택한 채널의 실시한 측정 그래프를 표시
(11) 그래프 선택 : 그래프에 출력하고자 하는 채널을 선택

- 8 -

<DAQ 프로그램 구성 및 역할 - 2>



Data Acquistion program

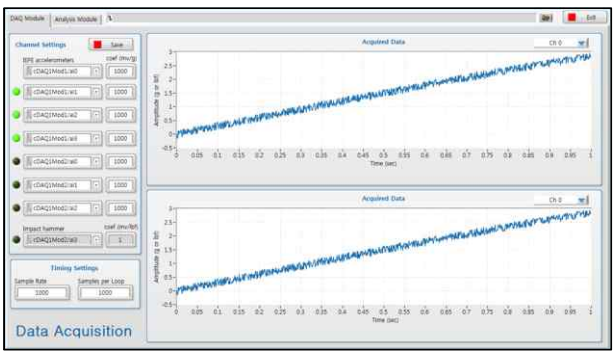
3.3 Analysis module

(1) 시작버튼 : 프로그램 메인 start 버튼
(2) 종료버튼 : 프로그램 메인 Exit 버튼
(3) 불러올 폴더 및 파일명 : 불러올 폴더와 파일 이름을 설정

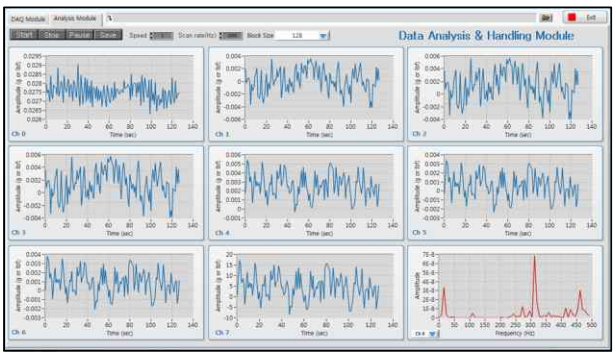
(a) Start : 불러올 파일을 설정된 조건에 의하여 순차적으로 디스플레이 시작
(b) Stop : 디스플레이 종료 (반드시 stop를 누른 후 exit 하여야 함)
(c) Pause/restart : 디스플레이 일시정지 및 재시작
(d) Save : pause 상태에서 현재 디스플레이된 데이터를 구간별로 저장
(e) Speed : 데이터 디스플레이 속도를 설정

- 9 -

<DAQ 프로그램 구성 및 역할 - 3>



<DAQ 프로그램>

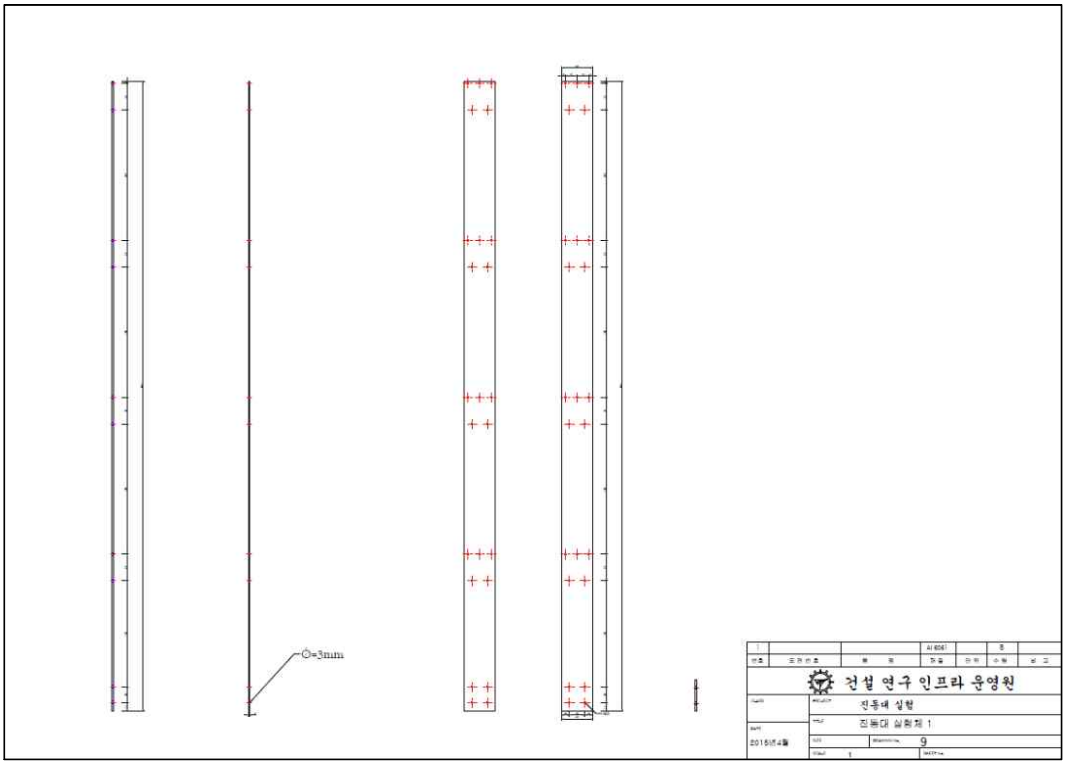


<DAQ 프로그램>

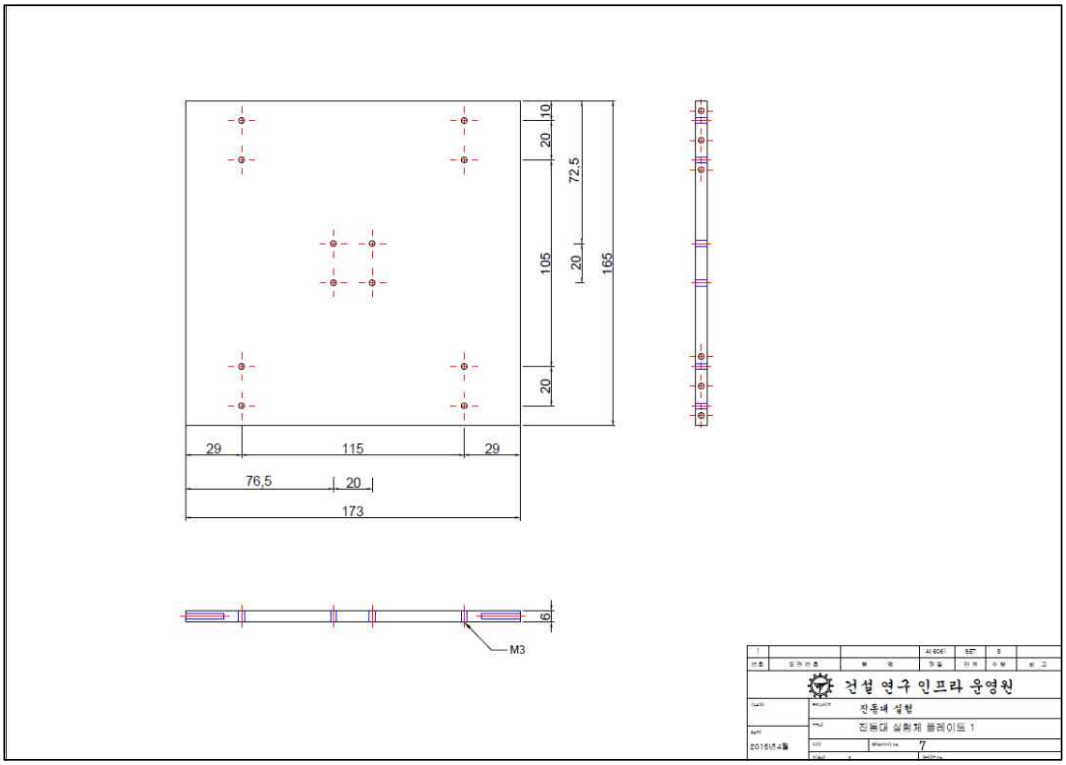
□ 소형실험교구 연계 구조실험체 제작

○ 구조실험체 개요

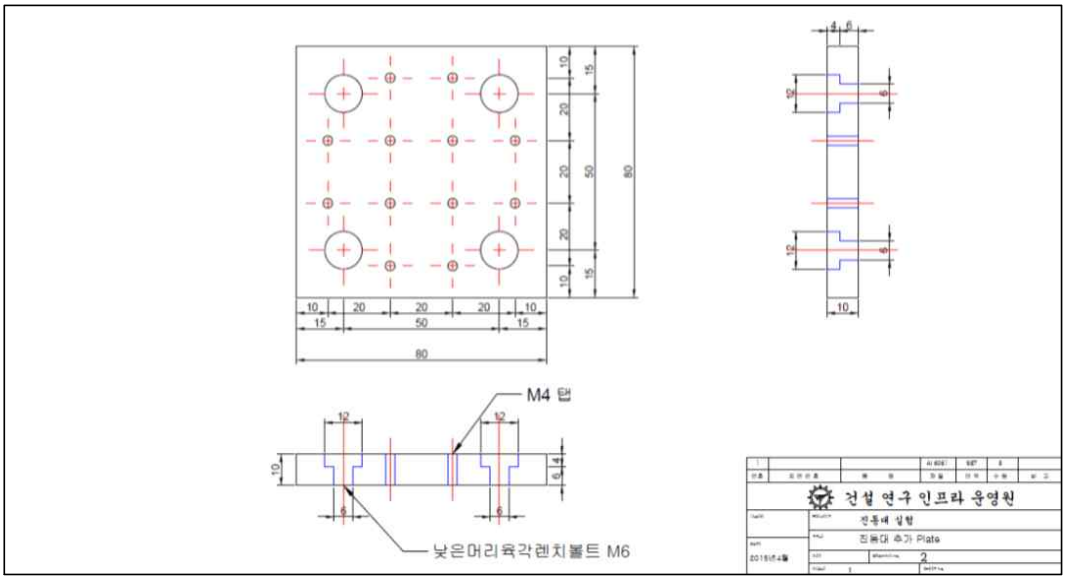
- 재질 : 알루미늄 AI6061
- 다양한 실험목적에 부합할 수 있도록 조립형태의 구조실험체 설계



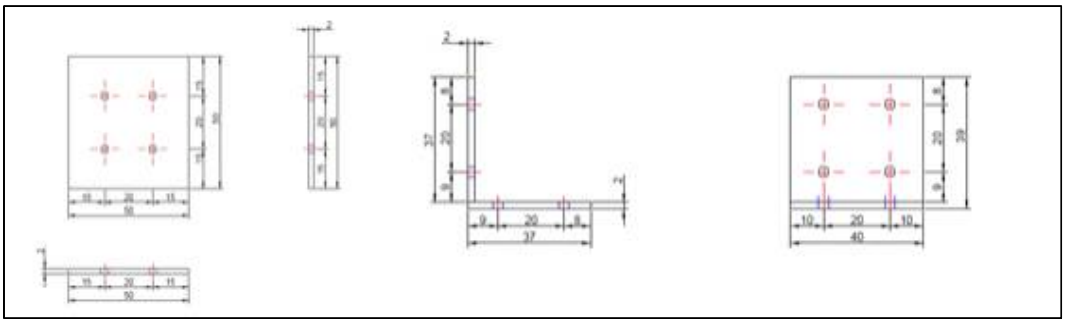
<구조체 기둥 도면>



<구조체 플레이트 도면>



<진동대 Base Plate-실험체 연결 Plate 도면>



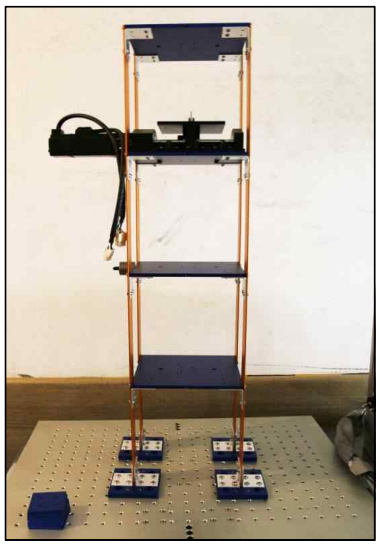
<Plate Mass 및 L-앵글 도면>

- 상세 제원

순번	실험체	구분	제원		수량	비고
1	실험체1	기둥	200×40×4㎜(알루미늄 Al6061)		24개	-
2		플레이트	190×150×4㎜(알루미늄 Al6061)		12개	-
3	부속	앵글 1,2	40×45×4㎜(알루미늄 Al6061)		80개	-
4		추가 플레이트	120×120×10㎜(알루미늄 Al6061)		20개	-
5		볼트&너트 세트	-		120세트	-
6	기타 장치	리니어 엑츄에이터 (컨트롤 포함)	정격출력용량	0.1kW	1세트	-
			정격토크	0.32N · m		
			최대토크	0.95N · m		
			정격회전속도	3,000rpm		
			최대회전속도	6,000rpm		
			정격전류	0.8A		
			최대전류	2.4A		
			동작시 주변온도	0~40℃		
		컨트롤 프로그램			1세트	-
		편심모터	Induction motor type		1세트	-
		임팩트 해머	PCB, sensitivity	1mV/lbf	1개	-
		PCB 가속도계	sensitivity	1,000mV/g	4개	-
7	기타 소모품		조립 부품 및 기타 소품		1세트	-

○ 구조실험체

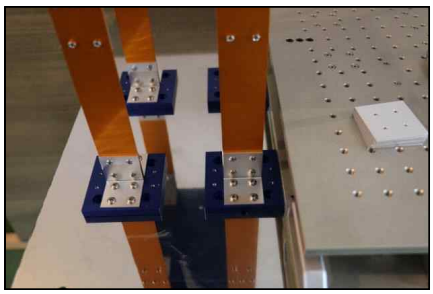
- 구조실험체는 4층 빌딩 형태이며, 실험 목적에 맞게 층 구현 및 mass 조절 가능
- 전체 Plate에 리니어 엑츄에이터 및 가속도계 설치가 가능하도록 설계
- 플레이트-기둥 연결부는 L-앵글을 통해 연결하며 볼트 연결 및 보강재 수를 최소화하여 설계



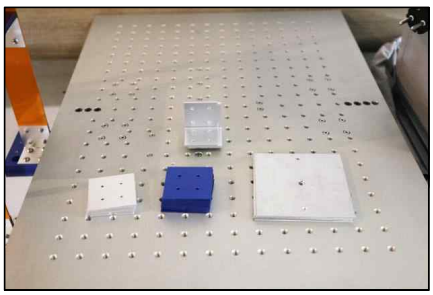
<구조 실험체 전경(정면)>



<구조 실험체 전경(측면)>



<구조 실험체 플레이트-기둥 연결부>



<구조 실험체 소모품(앵글, mass 등)>

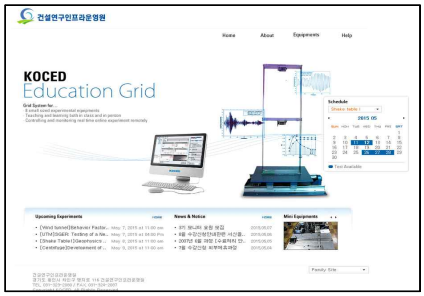
□ 활용 방안

○ 대학의 이론교육과 연계하여 기초 실험실습, 현장 실험 교육 등에 활용

- 구조동역학, 구조역학, 진동학 등 관련 강좌의 원리 이해
- 다양한 교육기관의 활용이 가능하도록 홈페이지를 통해 홍보하고 예약/활용

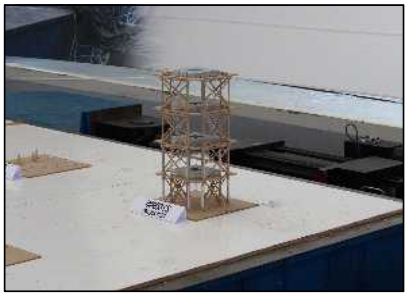
○ 지진방재연구센터의 “내진설계경진대회”의 사전 실험용으로 활용

- 매년 개최되는 내진설계경진대회에서 참가자들의 내진설계 구조물에 대해 소형전동식 실험교구를 직접 설치·조작을 수행 해보고 경진대회 사전실험용으로 활용할 수 있음



<교구 사용 예약 홈페이지(예시)>





<내진설계 경진대회시 진동대 실험 전경>

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 하이브리드구조실험센터

- (`14.09~12) 명지대학교 토목환경공학과, 강구조공학 및 교량공학 강좌 연계 활용
- (`15.03~06) 명지대학교 토목환경공학과, 강구조설계 강좌를 통한 강재절곡거더 피로실험, 합성거더교 휨실험 실습 등

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`15.05.21) KAIST, 고급지반동역학 강좌를 통한 지오센트리퓨지 진동대 실험실습

○ 지진방재연구센터

- (`15.01.16) 전남대학교, 철근콘크리트 한계상태 관련 세미나 수행(김우 교수)
- (`15.05.14) 세종대학교, 동화상을 이용한 실시간 동적변위 추정 세미나(이종재 교수)

○ 첨단건설재료실험센터

- (`14.09~12) 계명대학교 토목공학과, 건설재료 및 실험 강좌연계를 통해 콘크리트 재료, 배합, 제조 및 시공 등에 관한 기초지식과 콘크리트 구조물의 진단 및 유지관리 수행
- (`15.03~06) 계명대학교 토목환경공학과, 천근콘크리트 공학 및 실험 강좌 연계 활용, 캡스톤 디자인 관련 논문 실험 수행

○ 해안항만실험센터

- (`15.05.12~13) 전남대학교 해양토목공학과, 조선해양공학과 실험센터 투어 등

□ 실험시설/장비 연계 인력양성

○ 첨단건설재료실험센터

- (`15.01.05~01.23) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`15년 1차, 105명)
- (`15.03.02~03.27) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`15년 2차, 140명)
- (`15.04.13~04.24) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`15년 3차, 70명)
- (`15.05.11~05.22) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`15년 4차, 70명)

□ 공개 실험 및 기술교육세미나 등

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (``14.07.10) KAIST, 지오센트리퓨지 관련 연구 관계자(공주대, 수자원공사, 현대건설, 카이스트 등) 워크샵을 개최하여 센트리퓨지 실험준비 과정 및 센서 계측 실습 진행
- (`14.10.09, 11.15, `15.05.23) 미담장학회, 장학회원들의 실험센터 투어 및 주요 실험 참관
- (`14.12.11) 서울과학고, 원심모형실험기 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 세미나
- (`15.01.29) 과학고, 영재고 학생들의 센터 견학 및 원심모형 실험 참관

○ 대형풍동실험센터

- (`14.07.04, 08.29, 09.22, 10.20) 전북과학고, 2014 청소년 캡스톤디자인 경진대회 관련하여 전북과학고 학생들을 대상으로 4회에 걸쳐 대형풍동관련 교육 실시

○ 해안항만실험센터

- (`15.05.08, 05.12) 여수 충무고등학교, 목포고등학교 실험센터 투어 및 실험 참관

[2-2] 품질경영시스템

□ KOLAS 미인정 실험센터 구축 개요

○ KOLAS 미인정 실험센터의 자체 품질경영시스템 구축 추진

- KOLAS 미인정 상태인 실험시설에서는 개별 실험환경에 맞추어 품질경영시스템 구축
- ISO/IEC 17025의 시험기관 및 교정기관의 자격에 대한 일반 요구사항(4. 경영조건, 5. 기술요건)을 만족할 수 있는 시스템 구축
- 3개 실험시설은 KOALS 미인정 실험시설로서, 품질경영시스템 컨설팅을 통해 인정분야 검토와 향후 인정추진시 적용가능여부 검토, 확인
- 품질경영시스템 구축 범위를 향후 KOLAS 인정 추진시, 추진 전 단계까지 구축

○ 품질경영시스템 구축 방법

- KOLAS의 ISO/IEC 17025에 준하는 컨설팅을 통해 품질경영시스템 구축
- 품질경영시스템 구축시 범위
  - · 센터규정 및 KS Q ISO/IEC 17025, KOLAS 관련기준을 만족하는 품질 및 기술시스템의 구축
  - · 경영시스템 실행 지도
  - · 측정불확도 추정 지도(항목별)
  - · 시험품질시스템 운영과 관련된 통계분석 지도(ISO 5725-1, 2, 3, 4, 5, 6 등)
  - · 숙련도시험 및 품질보증(비교시험 등) 구축 방향제시
  - · 향후 실험시설자체에서 KOALS 인정 추진을 위한 전 단계까지 본 과업에서 진행되고, 인정을 위한 보완 및 방향까지 제시할 수 있도록 함
- 구축시 세부 추진 범위

항 목	세 부 내 용	비고	
		컨설팅 업체	실험센터
표준문서 작성 (품질시스템 구축)	매뉴얼/절차서/지침서/서식 등 작성, 보완, 완결	√	
	매뉴얼, 절차서, 지침서, 서식 등 검토	√	
	관련 기록물 작성 및 작성 지원	√(지원)	√
측정불확도	측정불확도 일반 교육	√	
	불확도추정 절차수립, 작성, 보완	√(지원)	√
교육	법정교육 이수 계획 수립 및 교육	√	
	담당자 법정교육(품질, 기술 책임자, 시험자)		√
	시험실무자 교육	√	
	KS Q ISO/IEC 17025 요구사항 등 내부교육	√	
시험방법	인정 신청 분야 및 범위 확인	√	√
	인정 관련 규격 목록 확보	√(지원)	√
	유효성 관련 확인	√	
시험환경	시험환경 인정 요건 파악 및 유지	√	√
장비운용 및 교정	인정요건 충족을 위한 장비 파악 및 확보	√	√
	장비이력관리, 장비점검 기록 유지	√(지원)	√
	대상 장비 설정 및 점검 절차 수립	√(지원)	√
	교정장비 목록 및 교정계획	√	
품질보증	비교숙련도 계획 수립	√	
내부감사 및 경영검토	내부감사 실시	√	
	경영검토	√(지원)	√

○ 구축 추진 계획

- KOLAS인정 시스템에 준하는 품질경영시스템 구축을 계획하며, 현재 각 실험센터의 상황에 맞는 품질경영시스템을 구축
- 센터규정 및 KS Q ISO/IEC 17025, KOLAS 관련기준을 만족하는 품질 및 기술시스템 구축을 위해 다음과 같은 단계별로 계획 추진
  · 컨설팅 준비, 현상파악 및 진단 단계
  · 표준화(품질경영시스템 구축)단계
  · 품질경영시스템 실행 단계
  · 점검 및 개선 단계
- 추진 일정 계획

No	컨설팅 내용	추진일정				컨설팅	센터
		1	2	3	4		
1	▪ 현행 시험업무 진단 및 분석 - 기술조직 면담 - 시험 및 해석기관 운영체계 파악 - 시험장비 및 환경 적합성 검토 - 시스템 구축범위 설정 및 추진전략 수립	● ● ● ●				1MD	해당직원 해당직원 해당직원 해당직원
2	▪ 인정준비 및 법정교육	●	●				해당직원
3	▪ 시험업무 경영시스템 구축 - 품질매뉴얼 및 절차서 작성 - 시험지침서 작성 및 승인 - 경영시스템 적합성 검토 - 경영시스템 및 운영절차 교육	●	● ● ● ●	● ● ● ●		10MD	추진인력 추진인력 추진인력 전 직원
4	▪ 품질경영시스템 실행 - 경영시스템 실행 및 정착 - 측정불확도 추정			● ● ●	 ● ●	7MD	전 직원 해당직원 해당직원
5	▪ 점검 및 개선 - 내부심사 수행 - 시정조치 및 경영검토				 ● ●	3MD	전 직원 전 직원

○ 지오센트리퓨지실험센터 품질경영시스템 구축 관리

- KOLAS 관련 설명 및 진행 협의
  · 국제공인기관 인정 필요성, 적합성 평가 등
  · KOLAS 국제공인시험기관 인정요건
  · 국제공인시험기관 평가 기준
  · 향후 품질경영시스템 구축에 따른 수행방안에 대해 설명 및 협의
  * KOLAS 조직구성체계, 경영시스템 구축 및 체계, 현황 진단 및 분석, 내부교육, 내부심사 및 경영검토, 컨설팅 수행예정 협의 진행





<품질경영시스템 구축 안내 및 계획>




<품질경영시스템 구축 진행 및 설명>

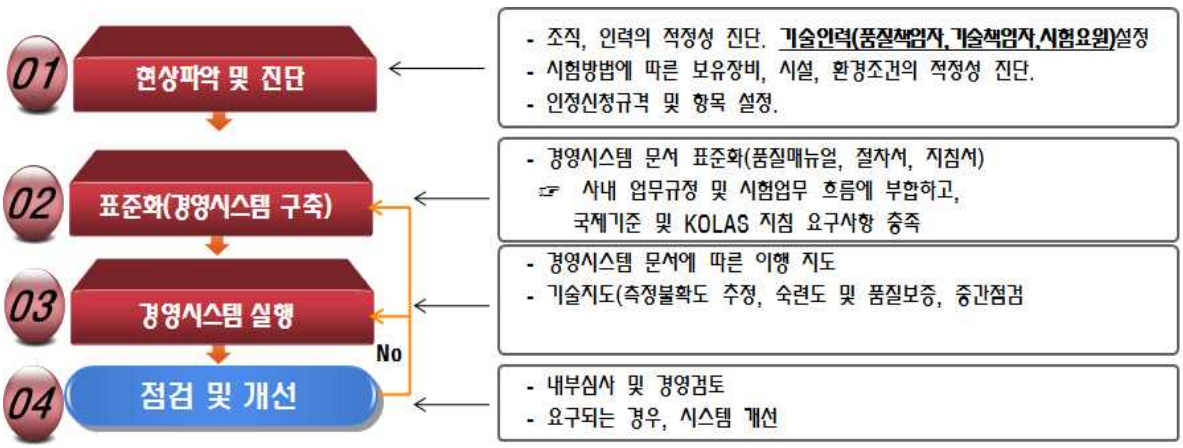
- 품질경영시스템 구축관 관련된 직원의 자격요건 확인(학력, 경력 등)
- KOLAS 인정 관련 시험업무 및 적용 시험방법 협의
  · 일부 단품 품목에 대하여 KS, ASTM, ISO 등 국가규격 및 단체규격으로 시험 가능
  · 실제 주업무와 관련된 시험이 아님: KOLAS 공인시험기관 인정을 위한 시험항목 선택
- KOALS 운영요령에 준하는 현안 검토 및 재정리
  · 공인기관 인정제도 운영요령 요건에 의해 인정기관은 법인이어야함.
  · KS Q ISO/IEC 17025 (경영요구사항)중 4.1 조직에서 법률적으로 책임질 수 있는 기관이어야 하므로, 조직도상 최고경영책임자를 총장으로 실험센터와 관련되 모든 시험업무에 대한 책임과 권한을 센터장에게 위임하는 방향으로 정함
  · 주요직원 정직원이어야 하므로, 현재 여건상에서 정직원 및 계약직원도 포함하여 진행할 수 있도록 함. 이는 향후 KOALS인정 신청시에는 검토될 수 있도록 결과 보고에 정리
  · 최종 검토 후 확정된 최종 조직 구성
- 표준문서 작성에 관한 기본 사항 확정
  · 표준분서 제정일자
  · 표준문서 번호부여 체계
  · 표준문서 작성/검토/승인에 대한 책임과 권한 부여

구 분	작 성	검 토	승 인
시험경영매뉴얼	품질부책임자	품질책임자	경영책임자
절차서	품질부책임자	기술책임자	품질책임자
지침서	시험실무자	기술책임자	품질책임자

- 시험경영매뉴얼 작성
  · 제1장 지오센트리퓨지실험센터의 목차에 맞게 작성
  · 용어변경
  · 품질방침 내용 및 서명 변경
  · 배상책임 서약서 등 서명 필수
- 문서관리 절차서 작성
  · 표준문서(매뉴얼, 절차서, 지침서)의 표지 작성
  · 해당 표준문서의 머리말 작성
  · 문서종류(내부작성 문서, 외부출처 문서_유지관리 중요)
- 내부교육 실시
  · KS Q ISO/IEC 17025 요건 해설(KS Q ISO/IEC 17025 경영요구사항(4.1(조직)~5.15(경영검토))
- 작성중인 표준문서 작성 검토
  · 시험매뉴얼 작성(품질방침은 센터장의 의견을 반영하여 자료정리, 최고경영책임자의 책임과 권한 재정리, 작업중인 매뉴얼 검토 등)
  · 절차서 작성(검토, 승인에 대한 책임과 권한 재정리, 센터 로고 정리, 연관된 절차서 양식 작성, 현 지오센트리퓨지실험센터의 상황을 비교·검토하여 현 시스템에 맞도록 개정 등)
- 지오센트리퓨지실험센터와 관련 유효성이 확인된 시험방법 검토
- 단위사용법 및 수치 맺음법 교육
  · 국제단위계(SI 기본단위, 유도단위, 병행하여도 좋은단위 등)
  · KOLAS 요구사항
- 품질경영시스템 구축 관련 구축기간은 2015년 6월 15일까지이므로, 현재 구축 진행중이며, 매뉴얼과 절차서, 지침서 관련하여 작성 마무리단계임
- 또한 내부심사 및 경영검토를 통해 센터의 현재상황에 따른 시스템 구축과 향후 인정 추진시 개선되어야 하는 현안을 최종보고서에 보고함

○ 대형풍동실험센터 품질경영시스템 구축 관리

- KOLAS 관련 설명 및 진행 협의



<KOLAS 인정을 위한 컨설팅 프로세스>







<품질경영시스템 구축 안내 및 계획>

<품질경영시스템 구축 진행>

- 조직의 구성 현황 및 진단

· 산학협력단장을 최고경영자로 대형풍동실험센터장을 경영책임자로 임명하여 조직 구성

· 인력 부족 : 품질과 관련된 경영시스템이 이행하고 준수됨을 보장하는 책임과 권한을 가진 품질책임자의 부재와 시험업무의 특성과 업무량에 따라 시험 실무자 역시 부족

- 업무프로세스 점검

· 업무규정 및 시험프로세스 점검을 통한 ISO/IEC 17025 요구사항에 따른 품질경영시스템 문서 체계 확립, 책임과 권한 매트릭스를 통한 기술인력별 책임과 권한 설정

· 문서체계표

17025 요건	품질매뉴얼 (WTC-M)	품질절차서 (WTC-P-00)
4.1	제1장 조직	조직운영 (WTC-P-01)
4.2	제2장 경영시스템	
4.3	제3장 문서관리	문서관리 (WTC-P-02)
4.4	제4장 의뢰, 입찰 및 계약의 검토	시험의뢰 및 계약의 검토 (WTC-P-03)
4.5	제5장 시험의 위탁	시험의 위탁 관리 (WTC-P-04)
4.6	제6장 서비스 및 물품구매	서비스 및 물품구매 (WTC-P-05)
4.7	제7장 고객에 대한 서비스	고객서비스 및 불만처리 (WTC-P-06)
4.8	제8장 불만사항	
4.9	제9장 부적합시험의 관리	부적합 시험관리 (WTC-P-07)
4.10	제10장 개선	개선 및 시정/예방조치 (WTC-P-08)
4.11	제11장 시정조치	
4.12	제12장 예방조치	
4.13	제13장 기록의 관리	기록의 관리 (WTC-P-09)
4.14	제14장 내부감사	내부감사 (WTC-P-10)
4.15	제15장 경영검토	경영검토 (WTC-P-11)
5.1	제16장 일반사항	교육 및 자격관리 (WTC-P-12)
5.2	제17장 직원	
5.3	제18장 시설 및 환경조건	환경 및 안전관리 (WTC-P-13)
5.4	제19장 시험방법과 방법의 유효성 확인	시험업무 (WTC-P-14)
5.5	제20장 장비	시험장비 관리 (WTC-P-15)
5.6	제21장 측정소급성	측정소급성 관리 (WTC-P-16)
5.7	제22장 샘플링	샘플링 (WTC-P-17)
5.8	제23장 시험품목의 취급	시료관리 (WTC-P-18)
5.9	제24장 시험결과의 품질보증	결과의 품질보증 (WTC-P-19)
5.10	제25장 결과보고	결과보고 (WTC-P-20)
총	1종	20종

- 대형풍동실험센터 인정신청가능 시험방법 검토 및 선정

· 시험장비 및 시설조건, 시험능력에 따라 인정신청 가능한 시험방법을 설정하고, 관련 규격들을 확보

· 문서체계표 : 대분류 : 1. 역학시험, 중분류 : 1.013 물리적 시험

규격번호	규격명	시험범위 또는 검출한계
KS F ISO 4354 : 2002	구조물에 대한 바람의 작용	
	6. 설계 속도압	설정 중
	8. 공기 동역학 형상 계수	설정 중
KS R 5050 : 2014	자동차용 정지표지판	
	7.6 안정성	설정 중
KS B ISO 4302 : 2001	크레인 - 풍하중 평가(검토 중)	
KS F ISO 2394 : 2002	구조물의 신뢰도에 관한 일반 원리(검토 중)	

- 숙련도시험 운영계획 수립

· 풍동 시험분야에 대한 국내외 숙련도시험프로그램이 부재하여, 측정 심사로 진행하고자 하나, 시험자간 비교시험으로 진행 계획을 수립하였다. 다만, 시험 장비의 측정소급성 확보 등에 대한 문제가 해결된 이후 진행이 가능

- KOALS 법정교육

· KOLAS로부터 국제공인시험기관으로 인정받기 위한 직책별 법정 교육 이수요건

과정명(시간)	대상직책
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무 (2박 3일/20 시간)	품질책임자 정, 부 기술책임자 정, 부 시험실무자
측정불확도 추정 과정 (2박 3일/20 시간)	기술책임자 정, 부 시험실무자

- 대형풍동실험센터 교육 진행 상황

과정명	기술책임자 정	시험실무자	시험실무자
KS Q ISO/IEC 17025 운영실무	2015. 05. 13. ~ 2015. 05. 15.	2015. 05. 13. ~ 2015. 05. 15.	2015. 05. 13. ~ 2015. 05. 15.
측정불확도 추정 과정	2015. 03. 25. ~ 2015. 03. 27.	2015. 04. 22. ~ 2015. 04. 24.	-

- 자체 품질경영시스템 구축

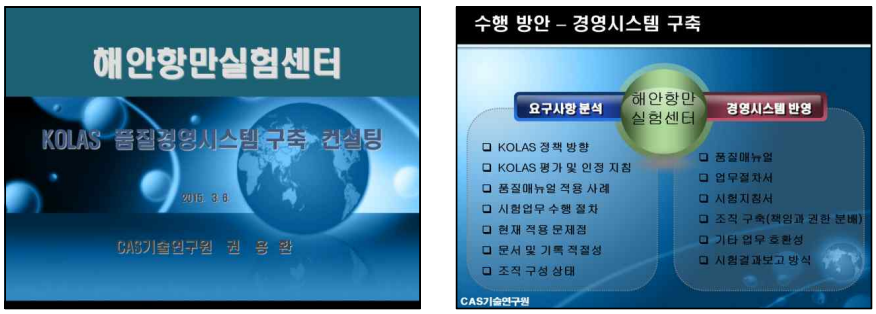
· 상기 2.1.2항에 따라 설정된 경영시스템 문서 체계표에 따라 품질매뉴얼, 품질절차서, 품질지침서 구축

· 품질경영시스템 구축 관련 구축기간은 2015년 6월 15일까지이므로, 현재 구축 진행 중이며, 매뉴얼과 절차서, 지침서 관련하여 작성 마무리단계임

· 또한 내부심사 및 경영검토를 통해 센터의 현재상황에 따른 시스템 구축과 향후 인정추진시 개선되어야 하는 현안을 최종보고서에 보고함

○ 해안항만실험센터 품질경영시스템 구축 관리

- KOLAS 관련 설명 및 진행 협의
  · 국제공인기관 인정 필요성, 적합성 평가 등
  · KOLAS 국제공인시험기관 인정요건
  · 국제공인시험기관 평가 기준
  · 향후 품질경영시스템 구축에 따른 수행방안에 대해 설명 및 협의
  * KOLAS 조직구성체계, 경영시스템 구축 및 체계, 현황 진단 및 분석, 내부교육, 내부심사 및 경영검토, 컨설팅 수행예정표



<품질경영시스템 구축 안내 및 계획>



<품질경영시스템 구축 진행 및 설명>

- 품질경영시스템 구축관 관련된 직원의 자격요건 확인(학력, 경력 등)
- KOLAS 인정 관련 시험업무 및 적용 시험방법 협의
  · 유효성 입증된 국가규격, 단체규격 부재
  · 현재 사용되는 시험방법은 해안항만센터의 요구사항에 따라 시험조건 결정
  · 현재 실험센터의 실험 여건상 1회성 시험의 가능성이 큼으로 동일한 시험조건으로 재현성이 어려움
  · 현재 상황에서는 KOLAS 인정 추진시 시험방법의 유효화 과정이 필요함
- KOALS 운영요령에 준하는 현안 검토 및 재정리
  · 공인기관 인정제도 운영요령 요건에 의해 인정기관은 법인이어야함
  · KS Q ISO/IEC 17025 (경영요구사항)중 4.1 조직에서 법률적으로 책임질 수 있는 기관이어야 함
  · 대책 : 조직도상 최고경영책임자를 산학협력단장으로 실험센터와 관련되 모든 시험업무에 대한 책임과 권한을 센터장에게 위임하는 방향으로 정함
  · 주요직원 정직원이어야 하나, 현재 기술책임자의 경우는 다른 기관에서 65%의 급여를 지급받고 있는 상황이고, 다른 주요 직원들은 산학협력단에서 4대보험을 납부하고 있어 정규직으로 인정가능

· 향후 기술책임자의 경우 산학협력단 소속 및 4대보험 지급이 보장되도록 보완

· 최종 검토 후 확정된 최종 조직 구성

- 표준문서 작성에 관한 기본 사항 확정

· 표준분서 제정일자

· 표준문서 번호부여 체계

* 시험경영매뉴얼 : ECCHE~QM, 절차서 : ECCHE-QP-01~, 지침서 : ECCHE-QI-01~

· 표준문서 작성/검토/승인에 대한 책임과 권한 부여

- 시험경영매뉴얼 작성

· 제1장 해안항만실험센터 목차에 맞게 작성

· 용어변경, 품질방침 내용 및 서명 변경

· 배상책임 서약서 등 서명란을 만들어 서명을 받을 것

- 문서관리 절차서 작성

· 표준문서(매뉴얼, 절차서, 지침서)의 표지 작성

· 해당 표준문서의 머리말 작성

· 문서종류(내부작성 문서, 외부출처 문서_유지관리 중요)

- 내부교육 실시

· KS Q ISO/IEC 17025 요건 해설

- 작성중인 표준문서 작성 검토

· 시험매뉴얼 작성(품질방침은 센터장의 의견을 반영하여 자료정리, 최고경영책임자의 책임과 권한 재정리, 작업중인 매뉴얼 검토 등)

· 절차서 작성(검토, 승인에 대한 책임과 권한 재정리, 센터 로고 정리, 연관된 절차서 양식 작성, 현 해안항만실험센터의 상황을 비교 검토하여 현 시스템에 맞도록 개정 등)

- 해안항만실험센터와 관련 유효성이 확인된 시험방법 검토

- 단위사용법 및 수치 맺음법 교육

· 국제단위계(SI 기본단위, 유도단위, 병행하여도 좋은 단위 등), KOLAS 요구사항

No	컨설팅 내용	일정 (주차)								비고
		01	02	03	04	05	06	07	08	
1	▪ 현행 센터업무 진단 및 분석									
	- 기술조직 면담	●	●							
	- 시험 및 해석기관 운영체계 파악		●	●						
	- 환경 적합성 검토		●	●						
	- 내진해석 수행조직에 대한 적합성 평가			●	●					
	- 품질보증시스템 설정 및 추진계획 수립			●	●	●				
2	▪ 품질보증시스템 구축									
	- 전력산업기술기준 등의 기본교육	●			●					
	- 품질보증 시스템에 대한 교육						●			
	- 내진해석 품질보증 계획서 작성						●	●	●	
	- 내진해석 품질보증 절차서 작성						●	●	●	
	- 내진시험 품질시스템 보완						●	●	●	

□ 지진방재연구센터 구축 추진 계획

○ 구축 추진 개요

- 원자력 성능검증기관 인증을 위한 컨설팅의 주 과업은 내진시험, 해석 분야 품질보증 문서 검토, 작성지원
- 원전기기검증 관련한 교육과 모의 프로젝트 수행
- 미국 기술기준(IEE Std. 323, 344, 627 등), 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙(제정 2001.7.28. 과기부령 제 31호), 전력산업기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침(교육과학기술부 고시 제 2008-14호)등에 준하는 시스템을 구축
- 기술기준을 만족하는 원자력 내진시험분야 품질보증시스템 구축
- 원자력 내진시험분야 품질보증시스템 구축시 범위
  · 실태진단 및 시스템 분석(내진시험분야, 내진해석분야)
  · 내진검증 품질보증 시스템 구축 컨설팅(인증분야 매뉴얼 작성 등)
  · 원전 기기검증 기술교육(해석기술_Code, ANSYS, 모의 프로젝트 수행 등)

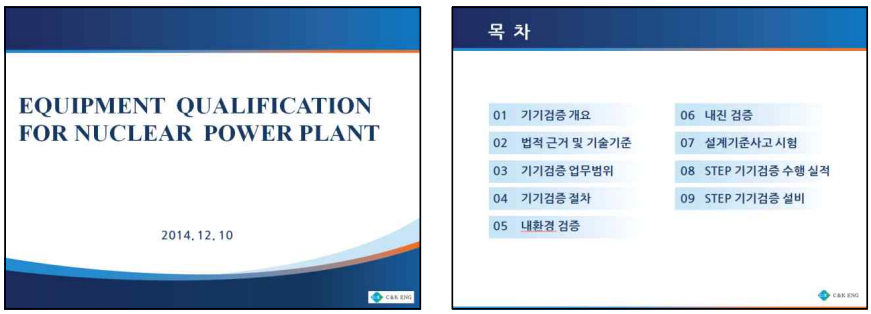
○ 구축 추진 계획

- 원자력 성능검증기관(내진시험 및 해석분야)인증 및 해석분야 품질보증시스템 확립을 위해 다음과 같이 단계별로 계획 추진
  · 법적 요건 및 규제에 따른 내진 해석용 품질 보증 계획서 작성 및 교육
  · 법적 요건 및 규제에 따른 내진 해석용 품질 보증 절차서 작성 및 교육
  · 기기검증 교육 : 내환경 검증, 내진 검증, 내진 해석
- 추진 일정 계획

No	컨설팅 내용	일정 (주차)								비고
		01	02	03	04	05	06	07	08	
1	▪ 현행 센터업무 진단 및 분석									
	- 기술조직 면담	●	●							
	- 시험 및 해석기관 운영체계 파악		●	●						
	- 환경 적합성 검토		●	●						
	- 내진해석 수행조직에 대한 적합성 평가			●	●					
	- 품질보증시스템 설정 및 추진계획 수립			●	●	●				
2	▪ 품질보증시스템 구축									
	- 전력산업기술기준 등의 기본교육	●			●					
	- 품질보증 시스템에 대한 교육						●			
	- 내진해석 품질보증 계획서 작성						●	●	●	
	- 내진해석 품질보증 절차서 작성						●	●	●	
	- 내진시험 품질시스템 보완						●	●	●	

- 원자력 성능검증기관 인증관련 설명 및 진행 협의
  · 기기검증 기관 피지정 필요성 대두
  · 기기검증 항목 설정: 내진 시험 기기 보유, 내진동 시험 기기 추가 설치, 내진 해석 분야 추가, 피지정 요건 중 보충 부분 협의

- 내진시험, 내진해석 분야 품질보증문서 검토, 작성 지원 완료
  · 컨설팅 준비, 실태진단 및 시스템 분석
  · 내진검증 품질보증 시스템 구축 컨설팅 : QAM(Quality Assurance Manual) 작성, QAM과 일치하는 내부 조직 재편
  · 기술 절차서 작성
- 내진해석 기술 이전
  · 내진 해석 기술 이전 방안 협의
  · 내진 해석 수행을 위한 기반 시설 협의
  · 내진 해석 기술 교육 이수 방안
- 원전기기검증 관련 기술교육 및 모의 프로젝트 수행 완료



<원자력 성능검증기관 인증관련 절차 등 설명>

□ 건설연구인프라운영원 품질경영시스템 구축 개요

○ ISO9001 구축 개요

- 구축된 실험시설의 계약, 정보제공 등 실험계약관련 서비스의 체계화를 위해 경영시스템 구축
- 품질경영시스템을 갖춘 실험시설과 동등한 시스템을 갖추고 계약, 시험 등 업무행정관련 문서체계화를 위해 품질경영시스템 구축

○ ISO9001 구축 방법

- 현재 운영원의 계약, 정보제공, 실험서비스 등 관련된 품질시스템을 검토하고 진단을 통해 향후 품질시스템 구축 방향 결정
- 실험계약, 실험서비스, 정보제공 등 품질서비스 향상을 위해 문서체계 매뉴얼화, 업무 프로세스 개선 등 시스템 개선 구축
- 시스템 구축, 문서화 체계 구축을 통해 “ISO9001 품질경영시스템 인증” 획득
- 품질경영시스템 구축시 범위
  · 건설연구인프라운영원 업무(실험계약, 실험서비스 등)의 품질경영시스템 구축 및 인증서 취득
- 추진 세부 내용
  · ISO9001 요구사항 및 담당자 교육, 현재 시스템 정밀진단
  · ISO9001 경영시스템 구축 추진계획 작성 및 시스템 개선 설계
  · ISO9001 경영시스템 구축 및 문서화, 실행 및 점검, 내부심사 및 성과관리
  · 과업수행 관련 성과물 작성 및 결과서 제출
  · 기타 심사신청 및 인증획득에 필요한 사항 자문(준비 및 점검 등 포함)

· 인증심사 대행 및 최종 인증서 취득

· 기타 사후관리에 필요한 자문

○ 구축 추진 계획

- 현 업무수행 체계 및 업무수행 정도를 분석·검토하여 ISO9001 인증 취득과 연계하여 인증업무프로세스에 적합한 시스템 구축 계획

· 현 계약 및 실험서비스관련 업무체계 진단 및 추진계획수립 단계

· 교육 훈련(담당자 위주, ISO9001시스템에 대한 교육 등)

· 시스템 구축 및 문서화 단계

· 실행 및 점검 단계

· 내부감사 및 개선 단계

- 추진 일정 계획

구 분		계약일로부터(5개월)				
		1개월	2개월	3개월	4개월	5개월
현상황 및 시스템 진단	현 상황 진단(인터뷰)					
	품질경영시스템 검토, 평가					
	추진계획수립					
	진단평가보고서 제출					
교육훈련	관리자과정					
	추진전담과정					
	내부심사과정					
	일반직원과정					
품질경영 시스템 문서화	품질경영매뉴얼					
	업무프로세스 개선					
	운영원 제규정					
운영원 품질개선방침 및 목표수립						
품질경영개선 추진계획서 제출						
품질경영시스템 실행 및 점검						
내부품질경영감사	내부심사계획 수립 및 실시					
	내부심사 분석 보고서					
	경영검토					
문서심사 준비 및 수검						
현장심사 준비 및 수검						
품질경영시스템 개선사항 등록 및 용역완료보고						

- 품질경영시스템 구축 및 ISO9001 인증 관련 설명 및 진행 협의

- 업무진단 협의

· 현행 업무실태 파악(일반, 업무 등)

· 업무 진단 후 업무 수행상 문제점 분석(분석 및 대책과 처방안 마련)

· 업무진단 결과 완료

- 시스템 진단

· 시스템실태 파악(업무영역 실태분석)

· 업무별 문제점 분석(문제점 분석, 처방안 마련)

· 시스템진단 결과 정리

- 업무프로세스 표준화 진행

- 표준화 시스템 운영 및 내부심사, 시정조치





[품질경영시스템 구축 및 ISO9001인증관련 설명]

[2-3] 실험절차서

□ 실험절차서 작성 추진 계획

○ 절차서 범위 및 대상 선정

- 실험시설의 실험수요와 중요도가 높은 실험에 대한 조사를 통해 범위를 설정
- 실험방법 등에 따라 절차서 작성의 중요도에 의해 사례 선정

○ 실험절차서 작성 방향 배포 및 검토

- 실험절차서 작성 기본 항목은 각 자료를 참고하여 기본항목을 정립
  - · 일반사항(구성, 사용목적, 적용범위 및 대상, 실험절차 등)
  - · 실험체 제작(개요, 실험체 제작, 품질관리, 사용재료 등)
  - · 실험장치(개요, 실험에 맞는 장치 설치)
  - · 계측장비 및 센서(개요, 계측장비, 센서)
  - · 재료시험, 실험
  - · 데이터 획득, 결과보고서 작성 등
- 작성항목을 각 센터의 환경에 맞춰 수정정리 진행

○ 실험절차서 작성 대상 실험 선정

- 첨단건설재료실험센터 : PC암거 성능평가 실험
- 대형풍동실험센터 : 교량 단면 2차원 진동실험

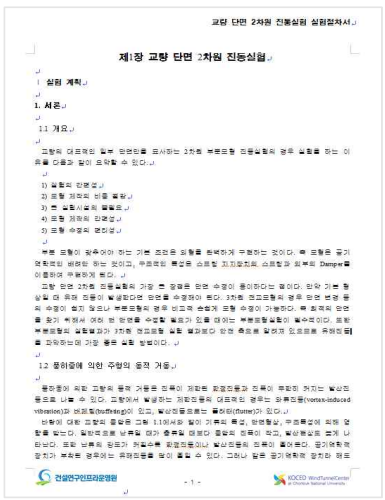
○ 실험절차서 작성 방향

- 각 센터에서는 선정된 실험방법에 대해 국가표준관련 자료를 검토하여 방법에 대한 순서 등을 검토하고 실제 실험건에 대한 단계별 사진정리 등을 통해, 실질적인 실험절차 매뉴얼이 될 수 있도록 작성함
- 규정, 표준 등 참고자료를 필히 검토·정리하여 실험방법에 대한 문제발생이 없도록 방법에 대한 검토를 확실히 한 후 절차서 작성함

□ 대형풍동실험센터

○ 교량 단면 2차원 진동실험 절차서 (별권2-4 참고)

- 실험계획 : 개요, 풍하중에 의한 주형의 동적 거동


교량 단면 2차원 진동실험 실험절차서

제1장 교량 단면 2차원 진동실험

실험 계획

1. 서론

1.1 개요

교량의 대표적인 일부 단면을 모사하는 2차원 부분모형 진동실험의 경우 실험을 하는 이유를 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 실험의 단면성
2) 모형 제작의 비용 절감
3) 큰 스케일효과 발생로
4) 모형 제작의 단순성
5) 모형 수정의 용이성

부분 모형이 갖추어야 하는 기본 조건은 외형을 동력학적 구현하는 것이다. 즉 모형은 공기역학적 비례해 하는 것이고, 무엇보다 풍동은 스프링 지지장치로 스프링과 외부의 Damper를 이용하여 구현하게 된다.

그러 단면 2차원 진동실험의 가장 큰 장점은 단면 수정이 용이하다는 점이다. 만약 기본 형상일 때 목표 진동이 발생하지면 단면을 수정하여 한다. 3차원 전고모형의 경우 단면 변경 등의 수정이 쉽지 않으나 부분모형의 경우 비교적 손쉽게 모형 수정이 가능하다. 즉 최적의 단면을 찾기 위해서 여러 번 단면을 수정할 필요가 있을 때에는 부분모형실험이 필수적이다. 또한 부분모형의 실험결과가 3차원 전고모형 실험 결과보다 안전 측으로 설계과 있으므로 유해한 풍 고려하는데 가장 좋은 실험 방법이다.

1.2 풍하중에 의한 주형의 동적 거동

풍하중에 의한 교량의 동적 거동은 크게 이렇게 회절현상과 진폭이 무한히 커지는 발산으로 나눌 수 있다. 그렇에서 발생하는 기본진동에 대표적인 경우는 와류진동(vortex-induced vibration)와 버펫팅(buffeting)이 있고, 발산현상으로는 플러터(flutter)가 있다.

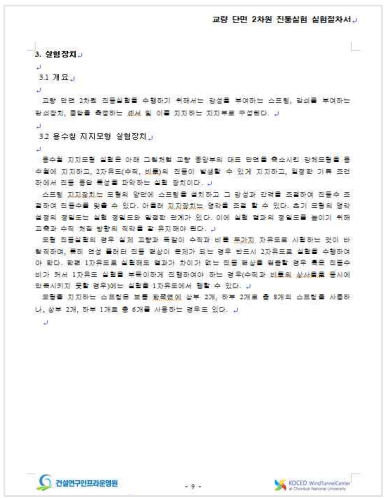
바람에 대한 교량의 응답을 그림 1.1에서와 같이 기류의 특성, 단면형상, 주변물체 의해 영향을 받는다. 일반적으로 날카로울 때가 충격일 때보다 둔할 때가 작고, 발산현상은 크게 나타난다. 또한 날카로 단면가 작을수록 회절현상이나 발산현상의 크게 나타난다. 또한 날카로 단면가 작을수록 회절현상이나 발산현상의 크게 나타난다. 즉

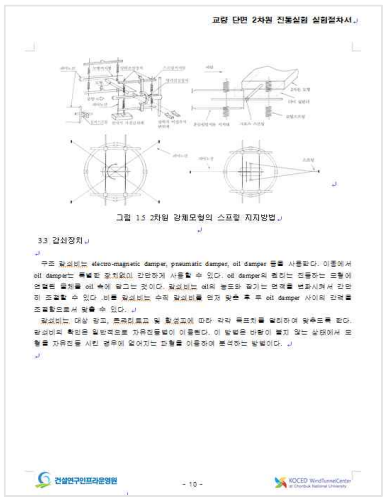
- 풍동실험 모형 제작(개요, 실험체 제작)



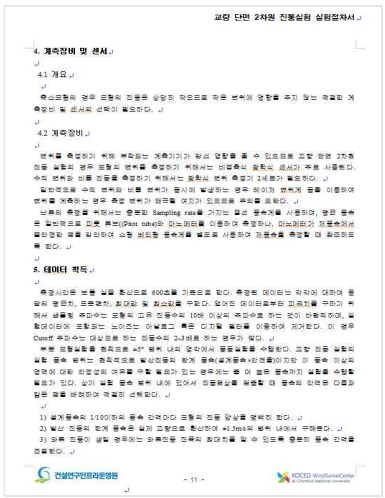


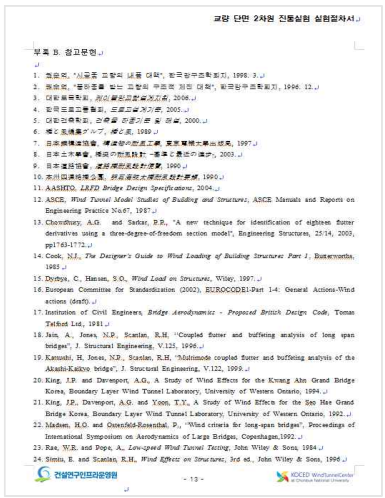
- 실험장치(개요, 용수철 지지모형 실험장치, 감쇠장치)





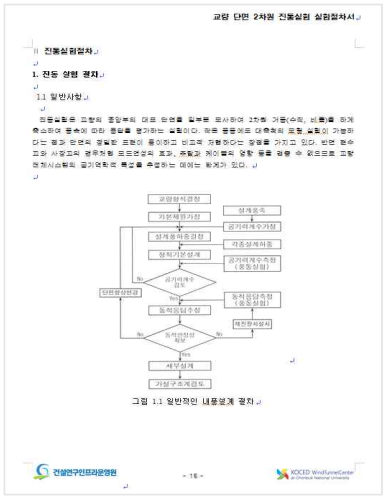
- 계측장비 및 센서(개요, 계측장비)
- 데이터 획득
- 부록(용어, 참고문헌)





- 진동실험절차

· 진동 실험 절차(일반사항, 모형 스케일의 산정, 물성치 확인, 센서 설치)


교량 단면 2차원 진동실험 실험절차서

II. 진동실험절차

1. 진동 양력 평가

1.1 일반사항

진동실험은 교량의 종방향의 미소 변위를 입력부로 모사하여 3차원 거동(수직, 비틀림 회전 축)하여 풍속에 따라 응답을 평가하는 실험이다. 따른 풍동실험은 대부분의 유동 실험이 가정하다는 평가 안전의 정밀한 프로이 용이하고 비교적 저렴하다는 장점을 가지고 있다. 반면 본수프와 사장교의 경우처럼 프로안성의 프와, 주탑과 케이블의 영향 등을 검증 수 없으므로 교량 전체시스템의 공기역학적 특성을 추정하는 데에는 한계가 있다.

그림 1.1 일반적인 내풍설계 절차

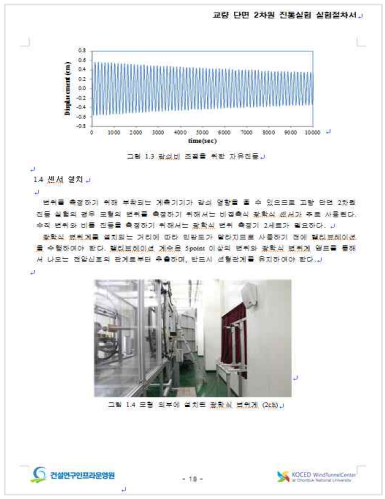

교량 단면 2차원 진동실험 실험절차서

그림 1.3 받침의 변형을 허한 자유진동

1.4 센서 설치

변위를 측정하기 위해 브라켓는 계측기기가 받의 영향을 줄 수 있으므로 고정 단면 2차원 진동 실험의 경우 모형의 변위를 측정하기 위해서는 비접촉식 광학식 센서가 주로 사용된다. 수직 변위와 비틀 진동을 측정하기 위해서는 광학식 변위 측정기 2세트가 필요하다.

광학식 변위계를 설치하는 거리에 따라 민감도가 달라지므로 사용하기 전에 캘리브레이션을 수행하여야 한다. 캘리브레이션 계수은 3point 이상의 변위와 광학식 변위계 값으로 통해서 나오는 전압신호의 관계로부터 추출하며, 반드시 선형관계를 유지하여야 한다.

그림 1.4 모형 외부에 설치된 광학식 변위계 (Keli)

- 실험결과 및 분석

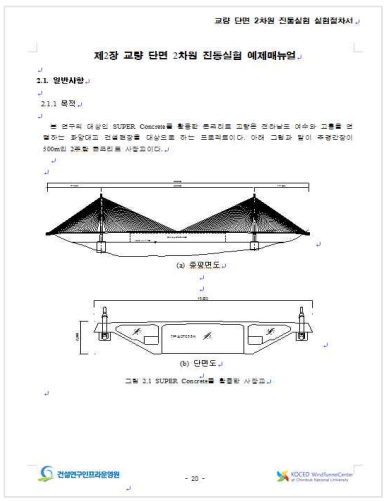

교량 단면 2차원 진동실험 실험절차서

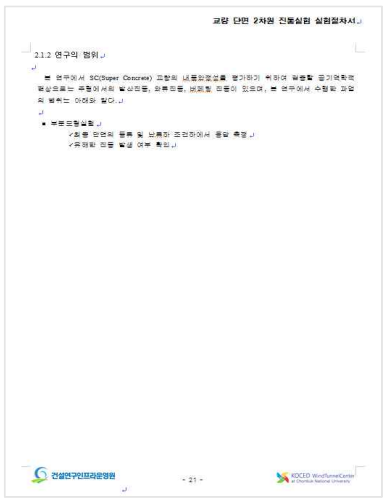
3. 실험 결과 및 분석

평가시간(보통, 실물환산 600초)의 데이터에 각각에 대해서 풍압의 평균치, 최대치, 최소치, RMS값을 구한다. 짧게 풍속 내에 모든 진동이 발생하는 현상에는 원심의 크기에 따라 모든 진동의 크기를 평가하여 기록하여야 한다. 자연적인 난류 조건하에서는 그 결과이 확이 될 수 있으므로 통계적으로 고려하여야 한다. 플러터 같은 발산 진동이 짧게 풍속 내에서는 발생할 경우 공기역학적인 대책 등을 통해서 개선하여야 한다. 기존 대부조는 공기역학적 방법과 기계적인 방법이 있으며, 풍동실험시에도 유기보수 진동 등이 필요하기 않는 공기역학적 대책을 수립하도록 한다.

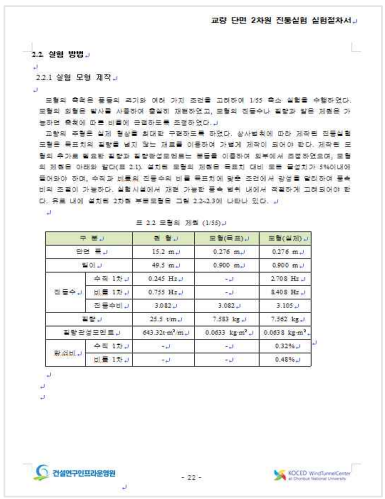
□ 교량 단면 2차원 진동실험 예제매뉴얼

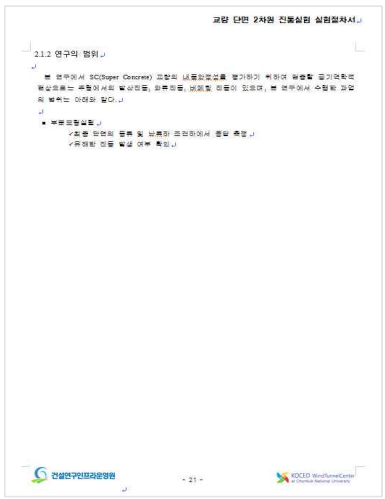
- 일반사항(목적, 연구의 범위)



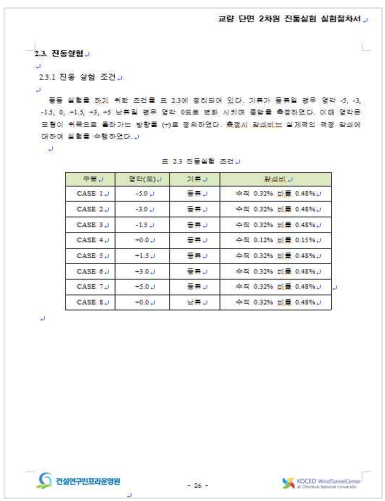


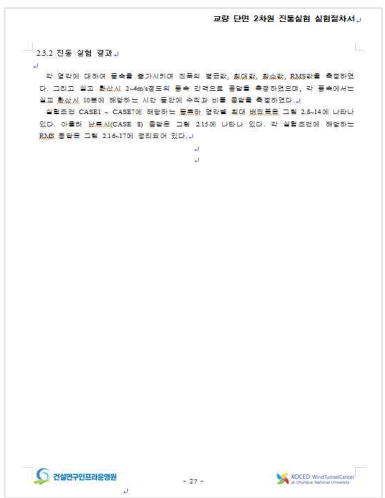
- 실험방법(실험 모형 제작, 모형의 설치, 실험 시설)





- 진동실험(진동 실험 조건, 진동 실험 결과)

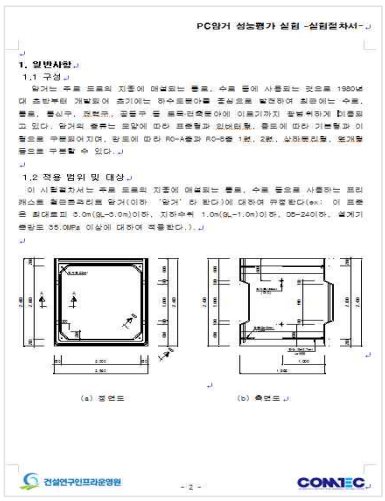




□ 첨단건설재료실험센터의 절차서 작성 (별권2-4 참고)

○ PC암거 성능평가 실험

- 일반사항


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

1. 일반사항

1.1 구성

암거는 주로 도로의 지중에 매설되는 통로, 수로 등에 사용되는 것으로 1980년대 초반부터 개발되어 초기에는 하수도분야를 중심으로 발전하여 최근에는 수로, 통로, 통신구, 전력구, 공동구 등 특수목적분야에 이르기까지 광범위하게 [계속하고 있다. 암거의 종류는 모양에 따라 프레캐스트 외에도 현장 기초형과 이형으로 구분되어지며, 형태에 따라 RC-A종과 RC-B종 1본, 2본, 상자형라멘, 연개형 등으로 구분할 수 있다.

1.2 적용 범위 및 대상

이 시험절차서는 주로 도로의 지중에 매설되는 통로, 수로 등으로 사용하는 프리캐스트 철근콘크리트 암거(이하 '암거'라 한다)에 대하여 규정한다(ex: 이 프로은 최대로의 3.0m(GL-3.0m)이하, 지하수위 1.0m(GL-1.0m)이하, D5-240이하, 설계기준강도 55.0MPa 이상에 대하여 적용한다.).

(a) 정면도 (b) 측면도

건설연구인프라운영원 - 2 - CONTEC


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

(c) PC암거 전경

그림 1. PC암거의 정면도, 측면도 및 전경

PC암거는 암선 결착장치를 이용하여 외부 결착구에서의 프리스트레스트를 이용하여 연결한다. 그림 2에 암선 결착장치 및 연결 PC암거의 상세도를 나타내었다.

(a) PC암거 연결 시 이용되는 암선 결착장치

건설연구인프라운영원 - 3 - CONTEC

- 실험체 제작


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

2. 실험체 제작

PC암거의 제작은 공장에서 철근 및 거푸집 조립, 콘크리트를 타설 후 양기양생을 거쳐 완성된다. 그림 4에 PC암거의 제작공정을 나타내었다.

(a) 철근 및 거푸집조립 (b) 콘크리트타설

(c) 양기양생 (d) 거푸집 탈형

그림 4. 암거 제작공정

공장 제조된 PC암거의 시공은 현장 이송 후 제품거치와 PC암선 긴장작업을 통해 연결하고 접합면 수밀코팅작업 후 되메우기 순으로 진행된다. PC암거의 연결방법을 그림 5에 나타내었다.

건설연구인프라운영원 - 6 - CONTEC


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

접착제 도포 제진재 부착 실험체 부착

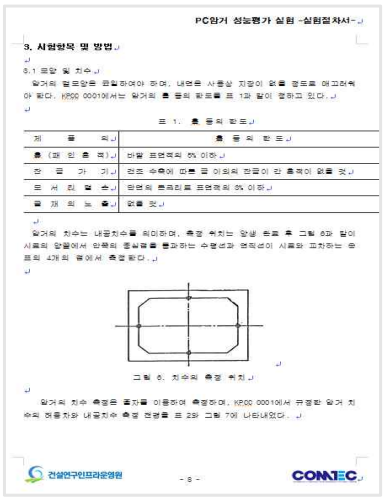
부착부분 강봉 삽입 후 라운부 정착장치 설치 정착장치에 PS강연선 연결 유압잭을 이용한 PS강연선 긴장을 통한 암거 연결

하단부와 동일하게 상단부 PS강연선 긴장 접합부 모르타르 주입 암거 체결 완료

그림 5. PC암거의 연결 방법

건설연구인프라운영원 - 7 - CONTEC

- 시험항목 및 방법


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

3. 시험항목 및 방법

3.1 외관 및 치수

암거의 외관상은 완벽하여야 하며, 내면은 사용상 지장이 없을 정도로 매끄럽게 하여야 한다. KP00 0001에서는 암거의 품질의 확보를 표 1과 같이 명하고 있다.

표 1. 품질의 확보

제 품 의	품 질 의 확 보
품 (파 인 품 목)	바탕 표면적의 5% 이하
안 금 가 기	건조 수축에 따른 금 이외의 안금이 간 흠폭이 없을 것
모 서 리 결 손	전면의 콘크리트 표면적의 5% 이하
골 재 의 노 출	없을 것

암거의 치수는 내공치수를 의미하며, 측정 위치는 양생 종료 후 그림 6과 같이 시료의 양끝에서 안쪽의 중심점을 통과하는 수평선과 연직선이 시료와 교차하는 4개의 점에서 측정한다.

그림 6. 치수의 측정 위치

암거의 치수 측정은 줄자를 이용하여 측정하며, KP00 0001에서 규정한 암거 치수의 허용차와 내공치수 측정 결과를 표 2와 그림 7에 나타내었다.

건설연구인프라운영원 - 8 -

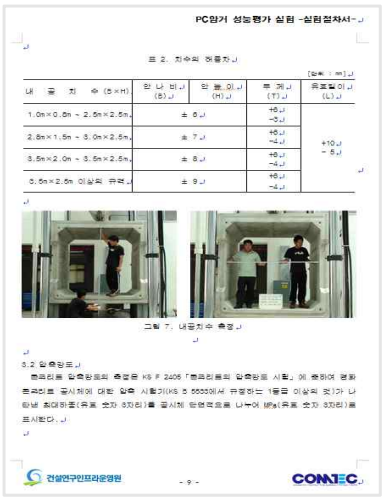

PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

표 2. 치수의 허용차

[단위 : mm]

내 공 치 수 (B×H)	안 나 비 (B)	안 높 이 (H)	두 께 (T)	유효길이 (L)
1.0m×0.8m ~ 2.5m×2.5m	± 6		+6 −5	+10 −5
2.6m×1.5m ~ 5.0m×2.5m	± 7		+6 −4	
5.5m×2.0m ~ 5.5m×2.5m	± 8		+6 −4	
5.5m×2.5m 이상의 규격	± 9		+6 −4	

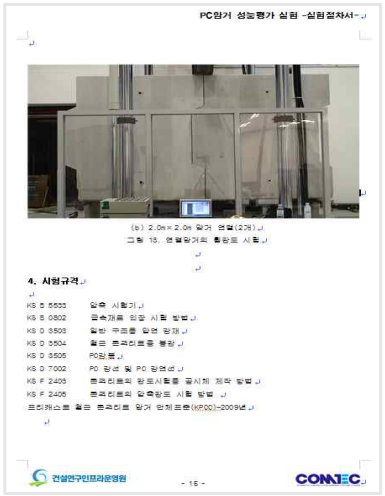
그림 7. 내공치수 측정

3.2 압축강도

콘크리트 압축강도의 측정은 KS F 2405 「콘크리트의 압축강도 시험」에 의하여 경화콘크리트 공시체에 대한 압축 시험기(KS B 5533에서 규정하는 1등급 이상의 것)가 나타낸 최대하중(유효 숫자 3자리)를 공시체 단면적으로 나누어 MPa(유효 숫자 3자리)로 표시한다.

건설연구인프라운영원 - 9 - CONTEC

- 시험규격


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

4. 시험규격

- 실험결과


PC암거 성능평가 실험 -실험절차서-

5. 실험결과 및

주요 시험 및 특성

•Capacity : 5MN
•Main Size : 8,200(H,Max)
•횡·압축 시험높이 : 5,000mm
•Actuator Stroke : 500mm
•Force range : 6steps(x1, x2, x5, x10, x20, x50)
•Column to Column : 3,000mm
•Bending Span : 23,000mm

[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 해외 연구커뮤니티 구성을 위한 상호연구현황 공유 및 업무 협의

○ ETH (취리히 연방 공과대학교) 방문 (스위스)

- 방문 일시 : 2015년 9월 29일
- 방 문 자 : 김철영(연구소장), 정대성(책임연구원), 장준현(연구원)
- 방문 기관 : ETH, Structural Dynamics/Earthquake Engineering 실험실
- 방문 목적 : 실험시설 인프라의 공유 및 협업시스템 구축·활용에 대한 세미나. 우리나라 대형실험시설의 효율적인 구축방안에 대해 논의
- 방문 내용

· Božidar Stojadinović 교수의 현황설명

* (스위스의 연구 및 교육환경) ETH를 포함한 스위스 대학교와 연구기관의 국가적 지원제도 및 정책과 학생 및 연구자들의 연구 · 교육 환경에 대한 설명
* (ETH 실험시설 · 장비 현황) ETH의 Environmental and Geomatic Engineering학과에서 보유하고 있는 실험시설 · 장비의 현황에 대한 소개





<Božidar Stojadinović 교수의 현황설명>

- 국제 공동연구에 대한 협의

· 한국의 건설분야 대형실험시설 구축현황에 대한 설명 및 이를 활용한 ETH와 공동연구 방안에 대한 논의

· ETH에서 한국의 대형실험시설을 저렴하게 활용할 수 있도록 국가적 지원방안을 모색하기로 하였으며 이와 관련하여 MOU를 위한 추진방향 논의




<업무 협의>

- 실험시설 견학

· EHT에서 보유한 토목 및 건축분야 실험시설에 대한 소개






<실험시설 및 장비 견학>

○ EMPA (스위스 연방 재료시험연구소) 방문 (스위스)

- 방문 일시 : 2015년 9월 30일
- 방 문 자 : 김철영(연구소장), 정대성(책임연구원), 장준현(연구원)
- 방문 기관 : EMPA, Structural Engineering 실험실
- 방문 목적 : 다양한 건설재료의 연구현황과 실험시설의 효율적 활용·운영 방안에 대한 협의 및 대형실험시설의 활용도 제고에 대한 논의
- 방문 내용

· Masoud Motavalli 교수의 현황설명

* (EMPA 기관소개) EMPA의 조직, 인력, 실험시설운영정책, 실험시설을 활용한 교육정책, 실험 · 교육 인프라 등에 대한 전반적인 소개

* (프로젝트 수행현황) Masoud Motavalli 교수가 수행중인 연구 프로젝트에 대한 설명




<Masoud Motavalli 교수의 설명>

- 국제 공동연구 및 실험시설 운영효율화에 대한 협의

· 석 · 박사과정을 직접육성(학위는 입학대학교에서 수여)하는 EMPA의 실험시설 · 장비 활용정책의 국내 적용방안에 대한 논의

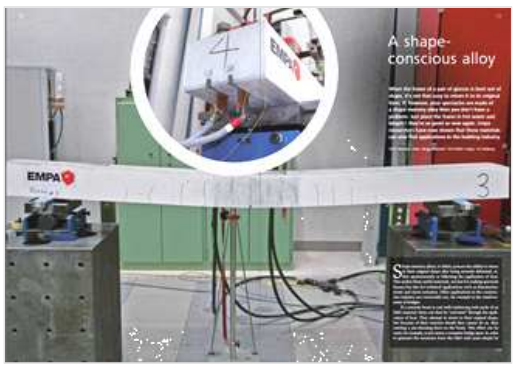
· EMPA의 실험인프라로 수행하지 못하는 실험에 대해 한국의 대형실험시설을 공동활용하여 EMPA의 실험범위를 확대하고 한국과 실험기술을 교류하는 등 EMPA와 건설연구인프라운영원이 상호 협력할 수 있는 방안 논의




<업무 협의>

- 실험시설 견학

· EMPA에서 보유하고 있는 건설분야 실험시설 및 장비에 대한 소개와 현재 진행중인 실험 프로젝트 소개





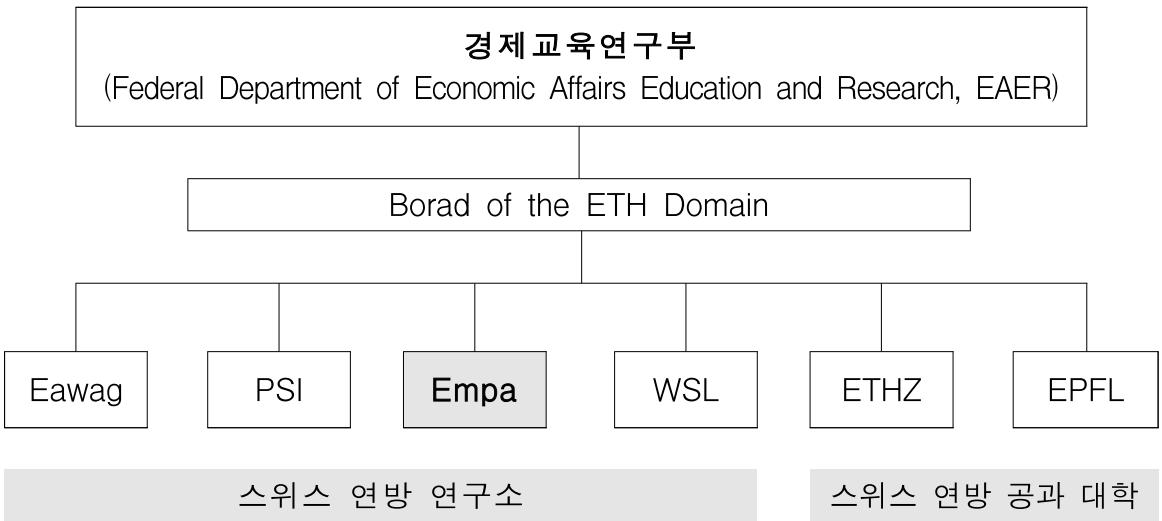


<실험시설 견학 (내부 촬영불가)>

□ 해외 연구기관과 MOU 체결 (EMPA, 스위스)

○ EMPA(MOU대상기관) 개요

- (기관명) 스위스 연방 재료연구소(Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Empa)
- (소속) 스위스 경제교육연구부 소속, 연방 과학기술원(Swiss Federal Institute of Technology, ETH) 산하 국책연구소
- (위치) 스위스 내 3개 지역(Dubendorf(본원), St.Gallen, Thun)에 위치
- (조직규모) 총 6개 연구부서, 37개 연구실로 1000명의 직원이 근무
- (예산규모) 1년 총 예산은 약 2,400억원 (60% 정부지원)
- (연구실적) 매년 500여개의 SCI(E) 논문 및 1,000개의 컨퍼런스 발표
- ETH 연구조직
  · ETH산하의 연구조직은 4개의 국책연구소와 2개의 연방대학으로 구성
  · EMPA는 ETH산하 국책연구소 중 재료분야 연구소



○ 스위스 연방 연구소
- Eawag : Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology
- PSI : Paul Scherrer Institute
- Empa : Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research
- WSL : Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research

○ 스위스 연방 공과대학
- ETHZ : Swiss Federal Institute of Technology at Zurich
- EPFL : Swiss Federal Institute of Technology at Lausanne

○ 주요사항

- 1880년 '건설재료 시험연구소'를 시작으로 134년의 역사를 지닌 유럽연합(EU)지역 최고 연구소 중 하나
- 모든 분야의 기초재료 및 응용재료 연구를 위한 스위스 연방 국책연구소
  · (연구분야) 토목, 건축재료뿐만 아니라 금속, 세라믹, 섬유, 폴리머, 나무, 나노소재, 바이오재료, 전자센서, 에너지, 대기환경 등의 다양한 분야의 연구실이 독자적으로 때로는 융합연구를 수행
  · (주요 연구지원기관) 유럽연합 프로젝트 50개, 스위스과학재단(SNF) 90개, 산학연프로젝트(CTI) 80개, 기타(스연방도로국(ASTRA), 스위스에너지국), 이상 2012년 기준

○ 토목, 건축분야 연구실 및 책임자

- Road Engineering/Sealing Components (Manfred Partl 교수)
- Structural Engineering (Masoud Motavalli 교수)
- Building Science and Technology (Jan Carmellet 교수)
- Mechanics for Modelling and Simulation (Edoardo Mazza 교수)
- Center for Synergetic Structures (Rolf Luchsinger 박사)
- Concrete/Construction Chemistry (Pietro Lura 교수)
- Acoustics/Noise Constrol (Kurt Eggenschwiller 박사)

○ MOU체결

- 2015년 1월 5일 양 기관사이 상호교류 및 협력에 관한 사항이 담긴 MOU를 체결



Memorandum of Understanding
between

KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI), Korea
and
Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa), Switzerland

Whereas, KOCED CMI and Empa (individually referred to as the "Party" and collectively referred to as the "Parties") are mutually interested in cooperative, mutually beneficial research activities related to the construction and transportation technology as well as the use of KOCED testing facilities and have agreed to enter into this Memorandum of Understanding (the "MOU") to cooperate in the aforementioned research areas. The areas of cooperation will include, subject to mutual consent, any desirable and feasible program or activity to further research interaction between the Parties. Such program or activity may include:

1. Providing any convenience and discount possible for the use of testing facilities
2. Joint research activities
3. Participation in joint seminars and meetings
4. Exchange of information
5. Special short-term academic/scientific/technical programs
6. Exchange, visit and internship of student/staff/personnel

As necessary, the Parties will enter into specific written agreements hereunder (the "Agreements") to clarify and define the terms of operation and any other issues relating to the specific collaborations and cooperation between them, including intellectual property ownership and funding issues. These Agreements will require the written approval of appropriate officers of each Party. This MOU shall remain effective for a period of five (5) years from the effective date and may be renewed only by written consent of all Parties. Each Party will be solely liable for all of its costs, fees and other expenses in conjunction with this MOU. This MOU creates no liability or obligation on the part of either Party and does not give rise to or create any legal rights for either Party. It may be terminated by any Party by serving reasonable written notice to the other Parties, for no reason or any reason; however, no termination shall unnecessarily or adversely affect any specific exchange or joint research project entered into during the term of this MOU. This MOU will take effect on January 1, 2015.



IN WITNESS WHEREOF, the undersigned, duly authorized, have signed the present MOU on behalf of their respective institutions.

FOR:
KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI)
Korea

Ahn, Kwang Ki
President

FOR: January 5, 2015
Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (Empa)
Switzerland

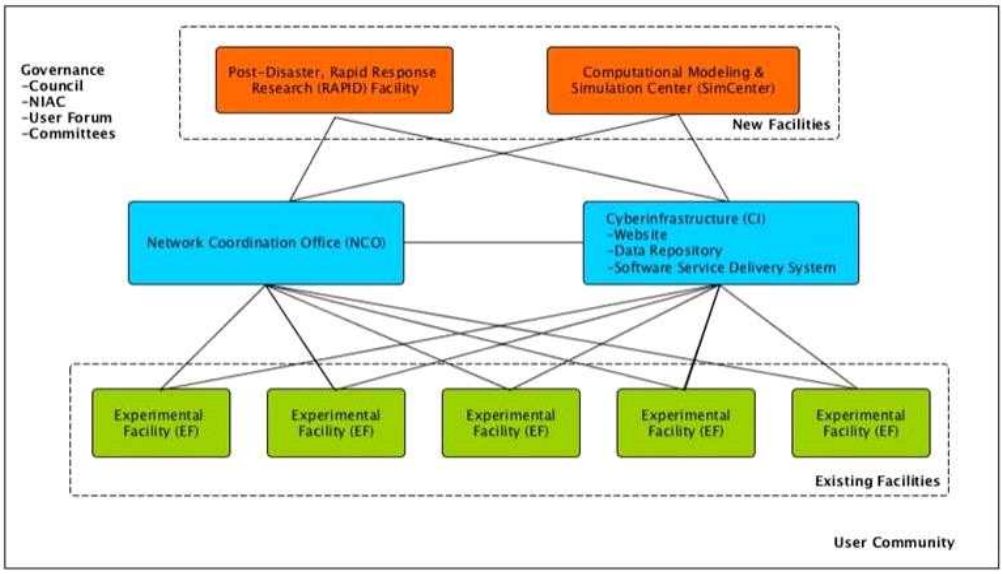
Dr. Peter Richner
Member of the Board

Dr. Masoud Motavalli
Head of Lab Structural Engineering

□ 해외 연구조직의 협력기관 가입 (NHERI-NCO, 미국)

○ NHERI 사업개요

- 사업명 : Natural Hazards Engineering Research Infrastructure, NHERI (2015 - 2019)
  · (해당 NSF 프로그램명) the National Earthquake Hazards Reduction Program, the National Windstorm Impact Reduction Program
- 목적 : 자연재해(지진, 바람)에 대응하기 위한 연구시설 및 네트워크 구축
- 조직구성 : 4개의 분야, 10개 이상의 개별 조직
  · NCO(Network Coordination Office): NHERI 운영 · 관리, 국내외 협력네트워크 구축
  · CI(Cyberinfrastructure): NHERI web, DB, S/W 서비스 등을 제공하는 가상 조직 구축
  · SImCenter(Computational Modeling and Simulation Center): CI를 통해 제공되는 모델링 · 시뮬레이션 · 교육 모듈 개발 및 사용자 기술교육 · 훈련지원
  · EF(Experimental Facilities for earthquake engineering and wind engineering research): RAPID Facility (Post-Disaster, Rapid Responsed Research Facility) 1개를 포함한 총 7개 이상의 지진 및 풍동분야 연구를 위한 실험시설 구축
- 예산규모 : 총 사업예산 $ 62,000,000 (약 672억원)
- NHERI 구성도

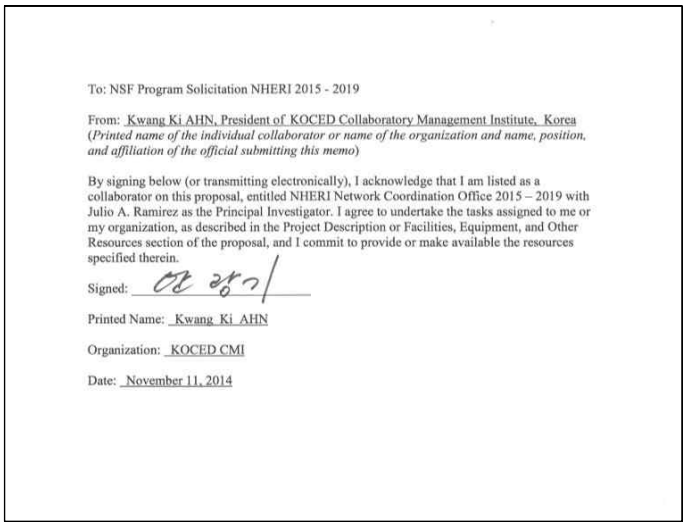


○ 협력기관 가입경과

- 미국 국립과학재단(NSF)의 지원으로 NEES* 사업추진
  · NEES: Network for Earthquake Engineering Simulation(구축: `00-`04, 운영: `05-`14)
- 2014년, 1단계 NEES 사업 종료
- 현재, 2단계 NEES 사업(NHERI 사업) 평가 중(NSF 지원)
  · 사업참가의향서 접수: 11/06, 제안서 접수: 12/3, 평가결과: 6월내
- Purdue University, NHERI 사업(NCO분야) 참가 추진 중
- Julio A. Ramirez 교수, 운영원에게 NHERI-NCO 협력기관 가입요청
  · NCO: Network Coordination Office
  · Julio A. Ramirez 교수: 1단계 NEES의 총 책임자(NEES Operations Director & NEEScomm Center Director), Professor of Civil Engineering, Purdue University

○ 협력기관 가입

- 2014년 11월 11일 NHERI-NCO의 제안에 협력기관으로써 KOCED의 시설·장비 및 기타 자료를 제공하는 데 동의하는 협력동의서 제출



To: NSF Program Solicitation NHERI 2015 - 2019

From: Kwang Ki AHN, President of KOCED Collaboratory Management Institute, Korea
(Printed name of the individual collaborator or name of the organization and name, position, and affiliation of the official submitting this memo)

By signing below (or transmitting electronically), I acknowledge that I am listed as a collaborator on this proposal, entitled NHERI Network Coordination Office 2015 – 2019 with Julio A. Ramirez as the Principal Investigator. I agree to undertake the tasks assigned to me or my organization, as described in the Project Description or Facilities, Equipment, and Other Resources section of the proposal, and I commit to provide or make available the resources specified therein.

Signed: 안 광기

Printed Name: Kwang Ki AHN

Organization: KOCED CMI

Date: November 11, 2014

<협력기관 확약서>

[3-2] 국제 공동연구

□ 분산실험 결과 공유 및 향후 공동연구 방향 협의

○ Kassel University (독일) 방문

- 방문 일시 : 2015년 9월 26일
- 방 문 자 : 김철영(연구소장), 정대성(책임연구원), 장준현(연구원)
- 방문 기관 : Kassel University, Steel and Composite Structures 실험실
- 방문 목적 : Uwe Dorka 교수가 연구하고 있는 하이브리드 시뮬레이션에 대한 연구현황 설명 및 건설연구인프라운영원의 대형실험시설과 공동연구 방안 협의
- 방문 내용

·상호연구현황 공유

[1] Scaled Analysis of Steel-concrete Composite Beam-column Connections

- 발표자: M. Sc. Omid Monshi Toussi (Steel and Composite Structures 실험실)
- 내 용: 철근콘크리트 구조의 복합구조 및 보와 기둥 연결에 대한 Macro Elements 분석에 대한 설명



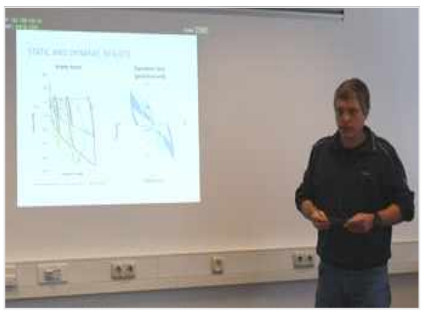
<Kassel Univ. 게시판>



<M. Sc. Omid Monshi Toussi의 발표>

[2] Ancient egyptian wood-rope-joints

- 발표자: Prof. Uwe Dorka (Steel and Composite Structures 실험실)
- 내 용: 고대 이집트에서 사용한 목재구조물의 연결부위에서 로프로 강화한 조인트에 대한 구조적 분석 방법 및 절차 설명



<Prof. Uwe Dorka의 발표>



<M. Sc. Ferran Obon Santacana 발표>

[3] Hybrid Simulation on Antique Column Structures

- 발표자: M. Sc. Ferran Obon Santacana (Steel and Composite Structures 실험실)
- 내 용: 고대 건축양식 중 기둥구조물에 대해 하이브리드 시뮬레이션 기법을 적용한 분석 방법 및 절차 설명

[4] 한국 건설연구인프라의 구축 및 운영 현황

- 발표자: 김철영 (건설연구인프라운영원)
- 내 용: 한국의 건설분야 대형실험시설센터 구축현황과 하이브리드실험과 관련된 국제공동연구에 대한 설명



<대형실험시설 소개 및 공동연구에 대한 회의>

- 실험시설 견학

· Steel and Composite Structures 실험실에서 보유한 실험시설·장비를 소개하고 '최근 연구프로젝트 현황 설명'에서 소개한 실험방법에 대해 추가 설명

- 국제 공동연구에 대한 협의

· Kassel 대학교 Steel and Composite Structures 실험실이 보유한 하이브리드 시뮬레이션 실험기술에 대한 기술교류를 지속적으로 확대하기로 함.

· 현재 수행하고 있는 프로젝트의 실험뿐만 아니라 향후 추진 예정인 프로젝트에서도 원격 실험이 가능한 부분을 검토하여 Kassel 대학교와 공동실험·연구가 가능하도록 추진하기로 함.

· 원격실험을 위한 초고속 인터넷망 구축을 추가적으로 검토할 예정

· 추가로, 독일 대학교 및 연구소의 프로젝트 추진 및 실험시설·장비 도입 정책과 절차에 대한 간단한 설명



<실험시설 및 장비 견학>

□ 공동연구를 통한 하이브리드실험 시스템 검증

○ 미국 ODU와의 동연구를 통한 하이브리드 실험 검증 계획 수립

- 방문 일시 : 2015년 6월 1일~5일
- 방 문 자 : 미국 Old Dominion University(채윤병/교수)
- 방문 목적 : 국제협력을 위한 공동세미나 및 Hybrid Test 관련 업무 협의
- 발표 주제 : KOCED 연구인프라를 활용한 실시간 하이브리드실험 수행
  실시간 대변위 적응형 변위제어 알고리즘 개발 관련 업무 협의
- KOCED 실험·연구인프라를 활용하여 하이브리드실험을 수행하기 위해 기존의 하이브리드실험 시스템 현황을 검토하고 현재 시스템의 문제점 검토 및 보완사항을 제시함으로써 향후 공동연구의 기반을 마련함
- 미국 Old Dominion University의 실시간 하이브리드실험 시스템 및 실험·연구 사례 세미나 수행

개발내용 / 구 분			연 구 개 발 기 간(월)										비고
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	국제 공동연구 수행	공동연구를 위한 업무협의 진행											-
		분산실험을 위한 실험체 제작 및 실험 수행											-
		실험 분석 및 추가 공동연구 계획											-
		보고서 작성 및 차년도 계획 수립											-

○ 공동연구를 위한 검증 실험체 제작

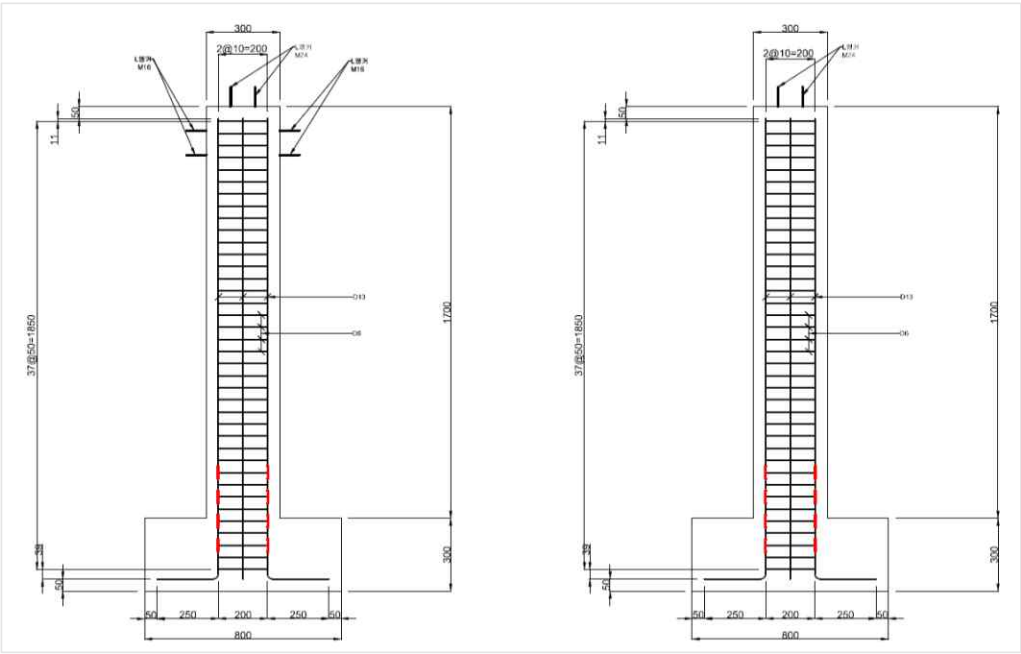
- 높이 1.7m(총높이 2.0m)의 철근 콘크리트 교각

<실험체 제원 (강재)>

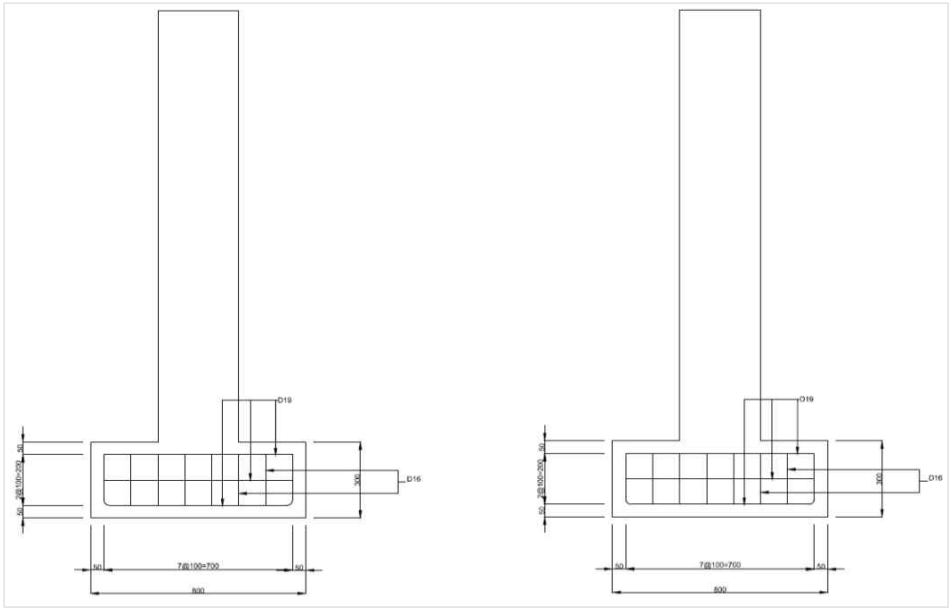
종류	강재 (바닥판)
단면적 (mm^2)	10.00 E+3
단면2차 모멘트 (mm^4)	4.00 E+7
탄성계수 (N/m^2)	2.00 E+11
단위질량 (kgf/m^3)	7850
Mass (node 7, 11) ($kN/mm^3/g$)	1.809032E-4
Mass (node 8, 9, 10) ($kN/mm^3/g$)	3.618064E-4
Mass (node 21, 25) ($kN/mm^3/g$)	2.34375E-3
Mass (node 22, 23, 24) ($kN/mm^3/g$)	4.68750E-3

<실험체 제원 (소형 RC교각)>

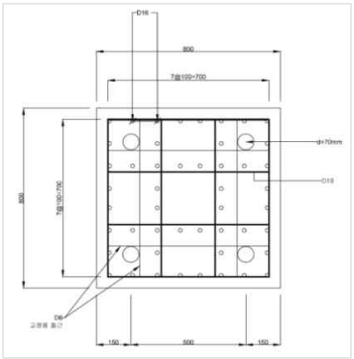
종류	콘크리트-설계	콘크리트-실험	종류	강재(철근)-설계(실험)
콘크리트 최대 압축강도(MPa)	30	22	항복강도 (MPa)	400
최대 강도 콘크리트 변형률	0.003	0.0032	탄성계수 (MPa)	200000
탄성계수(MPa)	28577	25181	변형률	0.01



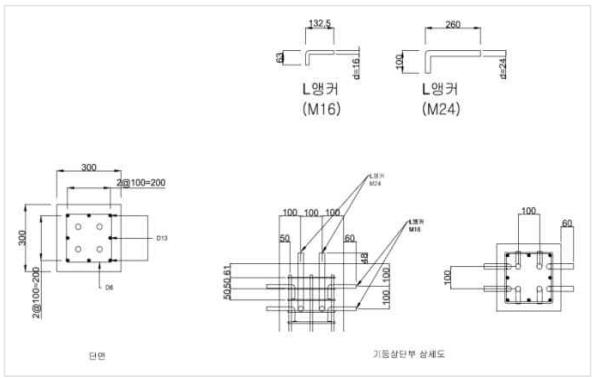
<하이브리드실험 시스템 검증 실험체 도면(기둥부 철근 배근)>



<하이브리드실험 시스템 검증 실험체 도면(하부 철근 배근)>



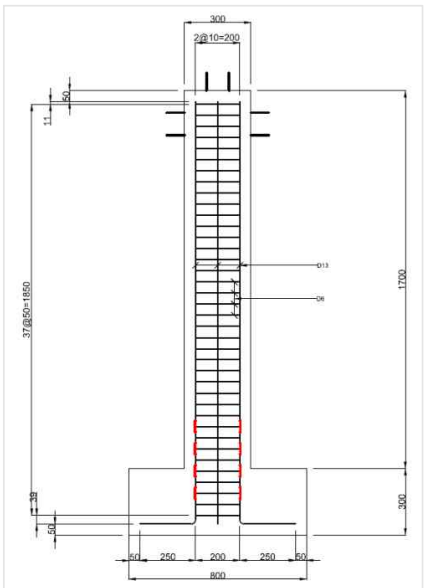
<실험체 상부 도면>



<기둥 상단부 상세도 도면>

○ 실험체 센서 부착

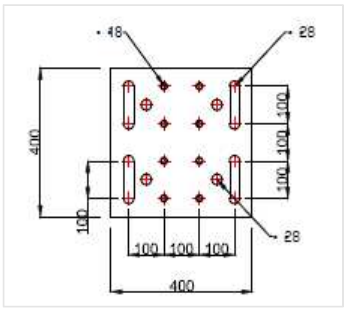
구분	게이지 위치	실험체 1개당	실험체 수	게이지 수	비고
철근 Sensor	하부철근	16개	12개	192개	

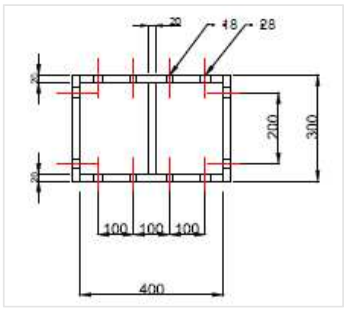


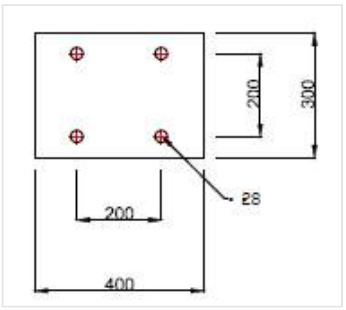
<실험체 센서 부착 위치>

○ 실험용 지그 제작

- 실험체와 엑츄에이터의 연결을 위해 실험체 지그를 별도 제작







○ 실험체 제작 과정 및 완성 실험체













<검증 실험체 제작 과정>

○ 사전 실험 수행

- 실험일정 : 2015년 4월
- 실험장소 : 하이브리드구조실험센터(구조실험동)

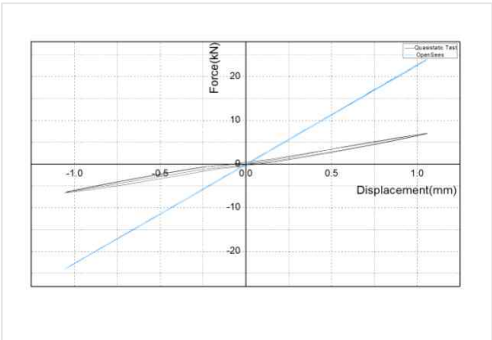


<소형 RC 교각의 준정적/Soft Real-Time Hybrid 실험 전경>

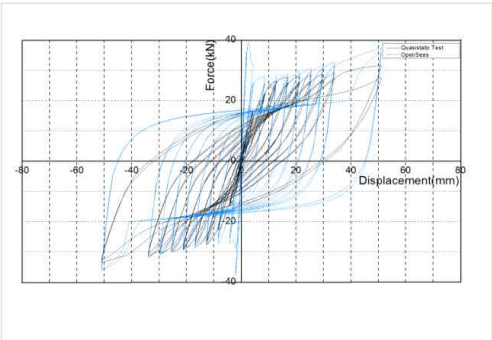
○ 실험결과

- Quasi-Static Test 실험 결과

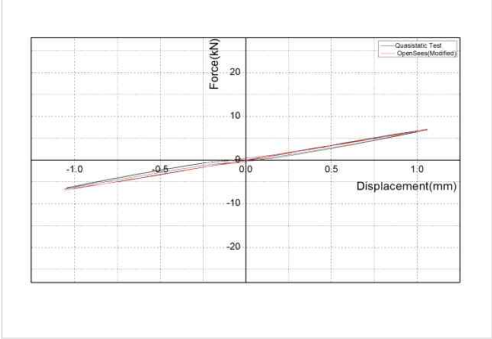
· Drift Level(교각 높이에 대한 비율)은 0.0625→0.125→0.25→0.5→0.75→1.0→2.0→3.0→4.0% 의 순서로 2Cycle 씩 1/360Hz 로 반복하여 진행



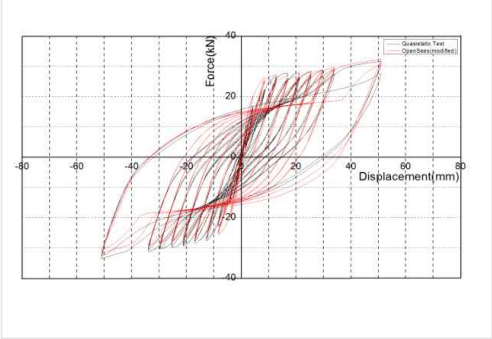
<Quasi-Static Test 결과 값-수치해석의 초기 하중-변위 이력>



<Quasi-Static Test 결과 값과 수정 전 수치해석의 전체 하중-변위 이력>



<Quasi-Static Test 결과 값과 수정 후 수치해석의 초기 하중-변위 이력>



<Quasi-Static Test 결과 값과 수정 후 수치해석의 전체 하중-변위 이력>

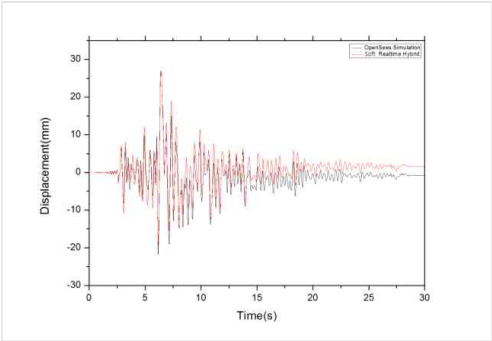
- Soft Real-Time Hybrid Test 실험 결과

· El Centro 지진가속도의 PGA를 2배 증가시킨 약 0.76g의 가속도를 가하여 실험

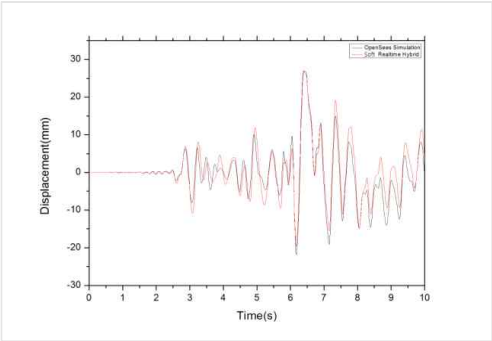
· 단위 적분시간은 0.01초, 총 3,000스텝의 30초 가속도 가진

· Soft Real-Time Hybrid 실험의 결과를 비교하였을 때, Soft Real-Time Hybrid 실험은 30초 가속도에 대해서 약 622초가 걸렸으며, 1step 당 0.207초의 평균 실험속도를 보임. 또한, 전체 변위 양상은 매우 비슷하나 항복이후의 영구변위에서의 차이가 있었음

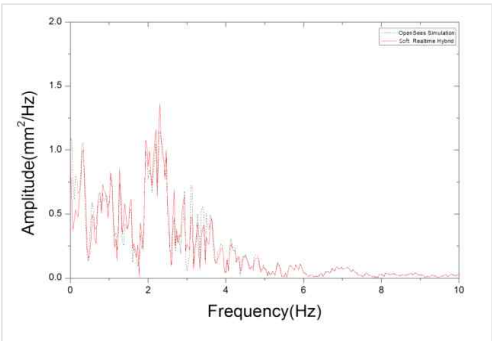
비교항목		수치해석 (A)	실시간 하이브리드실험(C)	오차(%)
				(C-A)/A
시간영역		최대진폭(mm)	26.94	27.09
주파수 영역	고유진동수(Hz)	2.3	2.3	0
	Amplitude (mm^2/Hz)	1.15	1.36	18.52
응답에너지 합계	0~20Hz	0.70	0.69	1.43



<수치해석, Soft Real-time Hybrid 실험 결과 비교(전체 변위이력)>



<수치해석, Soft Real-time Hybrid실험 결과 비교(최대변위 구간)>



<FFT주파수 분석 결과>



[실험체의 항복 형상]

□ Old Dominion University와 공동연구기획 (미국)

○ 공동연구 기획 배경 및 필요성

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>Old Dominion University</td><td>연구책임자</td><td>채 윤 병 (교수)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구
기관</td><td colspan="3">o 주요보유기술
- 마찰장치, 댐퍼, 면진장치 등에 대한 실시간 하이브리드실험 기법
- 실시간 하이브리드시스템 관련 제어 알고리즘(시간적분 알고리즘 등)
o 주요사업 및 연구실적
- 대용량 유압가력기를 지능적으로 제어할 수 있는 알고리즘(개발 진행 중)
- 실시간 하중 제어 알고리즘, 실시간 대변위 적응형 변위제어 알고리즘</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구 필요성</td><td colspan="3">o 건설기술 경쟁력 향상
- 건설산업에 있어서 실험연구의 중요성은 잘 알려져 있지만, 값비싼 실험 비용으로 인해 대형 구조물의 실험 연구는 저조함
- 이는 건설 산업에 대한 정부 및 기업의 투자 감소를 야기하고, 나아가서는 우리나라의 건설 신기술 경쟁력을 저하시키는 요인이 됨
- 본 연구에서 제안하고 있는 실시간 하이브리드 실험 방법은 전체 구조물중 관심있는 부분만 직접 실험체로 제작하고, 나머지 부분은 유한요소 구조해석 프로그램 등을 이용하여 해석적으로 모델링하기 때문에 실험비용이 기존의 진동대 실험에 비해 대폭 감소되며, 대형 구조물의 동적 실험을 매우 용이하게 수행할 수 있음
- 따라서 이는 건설 신기술 개발 및 국내에서의 대형 구조물 동적 거동 연구 수행에 많은 도움이 될 것으로 사료되고, 나아가 국가 건설기술 경쟁력 향상에 견인차 역할을 할 것으로 기대됨
o 실시간 하이브리드 실험에 대한 국내 저변 확대
- 실시간 하이브리드 실험을 수행하기 위해서는 대형 유압가력시스템, 데이터 획득 및 커뮤니케이션 시스템, 시뮬레이션 코오디네이터 및 xPC 시스템 등이 필요함
- 현재 명지대학교 하이브리드구조실험센터(HYSTEC)에는 실시간 하이브리드 실험을 위한 상기의 하드웨어가 이미 구축 되어 있지만, 실시간 하이브리드 실험에 대한 Know-How가 부족해 실구조물에 대한 실시간 하이브리드 실험을 수행한 사례가 없고, 국내에서 실시간 하이브리드 실험에 대한 인식은 그리 보편화 되어 있진 않은 상황임
- 국내와 달리 해외에서는 이미 실시간 하이브리드 실험에 대한 장점 및 필요성을 일찍이 파악하여, 최근 10여년 동안 각국 정부의 전폭적인 연구 지원하에 다양한 실시간 하이브리드 실험 기법이 개발 되었고, 대형 구조물의 동적 실험연구가 이미 이를 통해 수행되고 있음.
- 따라서, 미국 유수연구기관과의 국제공동연구를 통해 대형 구조물에 대한 저비용 고효율 실험연구를 수행할 수 있는 실시간 하이브리드 실험 기법을 도입해 국내 건설기술 경쟁력을 향상시키기 위해서는 본 연구에 대한 지원이 절실함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시장
동향
및
시장
규모</td><td>국내</td><td colspan="3">o 대형 구조물에 대한 동적 실험 연구는 건설 기술력 향상에 필수 조건이고, 그 수요는 건설 산업분야의 R&D 활동이 지속되는한 꾸준하게 요구됨
o 현재 국내의 진동대 설비로 수행할 수 있는 실험 구조물의 크기는 진동대 규모 및 성능의 제한으로 한정이 되어 있고, 관심 있는 구조물(전체 구조물의 일부)의 거동을 조사하기 위해서는 전체 구조물을 제작 해야 하기 때문에 실험 비용이 증가할 수밖에 없음
o 따라서 대형 구조물의 실시간 하이브리드 실험을 수행할 수 있는 시설이 구축 되면</td></tr>
</table>

		저렴한 비용으로 다양한 대형 구조물의 동적 실험을 용이하게 하여 국내 R&D 수요를 증가시키게 되고, 이는 건설 기술 경쟁력 향상으로 연결될 것으로 사료됨
	국외	ㅇ 미국, 일본, 캐나다, 중국, 대만등에서는 지진으로부터 피해를 최소화 할 수 있는 구조물 및 시스템을 개발하기 위해 대형 구조물의 실험 연구가 그 어느 때 보다 활발히 진행되고 있음 ㅇ 이미 일본에서는 세계 최대의 진동대 시스템 (E-Defense)을 구비하여 대형 건물의 지진시 동적거동 분석을 위한 실험을 실시하고 있지만, 대형 구조물 실험체 제작 비용 및 진동대 운영비용이 비싸서 많은 연구가 수행되지는 못함 ㅇ 이를 해결하기 위해 실시간 하이브리드 실험 기법이 개발되었는데, 이 실험기법은 전체 구조물 중 관심있는 대상만 제작해 실험하기 때문에 지진 격리 장치, 진동 감쇠기, 동조 질량 감쇠기, 스마트 댐퍼 등 지진시 진동을 줄여줄 수 있는 장치들에 대한 동적 거동 분석에 매우 효율적으로 사용될 수 있고, 이에 대한 대형 구조물 실험 연구가 꾸준히 증가하고 있음
연구 동향 및 기술 동향	**국내**	ㅇ 국내 실험시설 미비로 인해 실시간 하이브리드 실험에 대한 연구는 그리 이루어지지 못했으며, 그나마 실시된 실험도 소형 유압가력기를 이용한 소형 구조물에 대한 사례로 한정됨
	국외	ㅇ 미국 - 미 과학재단 (National Science Foundation)의 지원을 받고 있는 NEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) 프로그램을 통해 Lehigh University, University of Illinois at Urbana-Champaign, University of California at Berkeley 및 University at Buffalo 등의 대학기관에서 대형 구조물에 대한 다수의 실시간 하이브리드 실험을 수행하였고, 현재 안정적 수치적분 알고리즘 및 실시간 유압가력기 제어 알고리즘 개발 및 진행중 ㅇ 캐나다 - University of Toronto, Ecole Polytechnique Montreal 을 중심으로 실시간 하이브리드 실험 수행 및 유압가력기 제어 알고리즘 개발 및 진행중 ㅇ 중국 - Harbin Institute of Technology 를 중심으로 안정적 수치 적분 기법 개발 및 다양한 실시간 하이브리드 실험 수행 ㅇ 대만 - National Taiwan University 및 National Center for Research on Earthquake Engineering 연구센터를 중심으로 실시간 유압가력기 제어 알고리즘 개발 및 실시간 하이브리드 실험 수행

○ 연구 개요

- 공동연구 기간 : `15.06.29~`18.08.28(3차년도~6차년도)
- 공동연구 예산 : 65,000천원/1년(총 195,000천원)
- 공동연구 체계

※ 체계적인 국제 공동연구 수행을 위해 3~5차년도에는 위탁연구기관 형태로 국외 공동연구 기관이 참여하여 체계적인 그리드 망을 활용한 하이브리드 분산실험 시스템을 개발하고자 계획 함

2 세부과제	
과제명	통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구
주관기관	건설연구인프라운영원

2 세 부 과 제(협 동 연 구 기 관)
국토교통연구인프라운영원

참 여 연 구 원
협동연구책임자 (김철영)

담당연구개발내용	
과제명	통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구
• 통합 운영시스템 구축 • 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고 • 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	

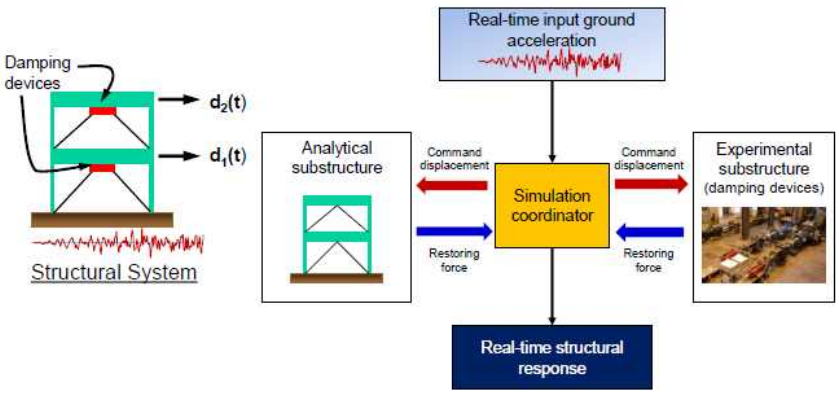
2 세 부 과 제(위 탁 연 구 기 관)
Old Dominion University(미국)

참 여 연 구 원
위탁연구책임자 (채윤병)

담당연구개발내용	
과제명	차세대 실시간 하이브리드 실험 기법 개발
▪유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발 ▪실시간 하이브리드 실험 시스템 구축 ▪대형 구조물 실시간 하이브리드 실험 수행	

○ 연구 내용

- 동적 유압 가력기 실시간 제어 알고리즘 개발
  - · 대형 구조물 실험에 적합한 지능형 실시간 변위 제어 알고리즘 개발
  - · 실험체의 하중 경계 조건 모사를 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발
  - · 개발된 알고리즘에 대한 실험적 검증
- 사용자가 쉽게 실시간 하이브리드 실험을 수행할 수 있도록 GUI 기반의 시뮬레이션 코오디네이터 개발
  - · 전처리기 (Pre-processor) 개발
  - · 실시간 하이브리드 실험 전용 해석 프로그램 개발
  - · 후처리기 (Post-processor) 개발

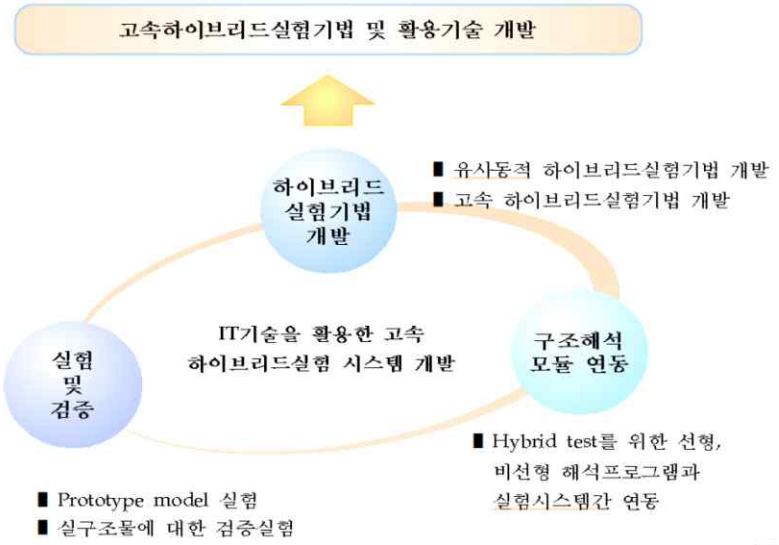


<실시간 하이브리드실험 개념도>

- 차세대 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축 및 KOCED 실험인프라를 활용한 대형 구조물 실시간 하이브리드 실험

· LRB 면진 받침이 설치된 교량/건물 내진 성능 실험

· 콘크리트 교각의 내진 성능 실험(유압가력기를 이용해 수직 하중 및 수평 변위 동시 제어)



○ 기대효과

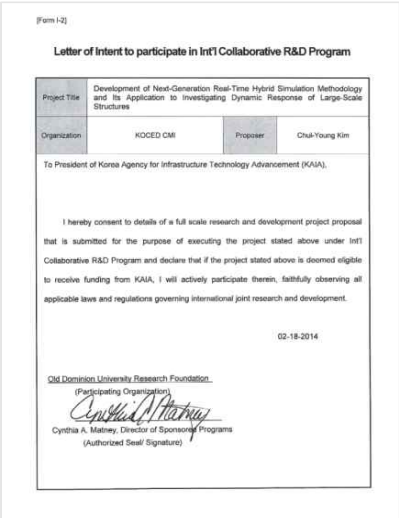
- 기술적 효과

· 현재 대형 구조물 실시간 하이브리드 실험을 실시할 수 있는 하드웨어는 구축되어 있지만, 구조물 모델링 및 전체 시뮬레이션을 관장하는 소프트웨어

· 본 연구를 통해 시뮬레이션 코오디네이터가 명지대학교 하이브리드 구조실험 센터에 구축되면, 센터 내의 유압가력기 시스템 및 데이터 획득 시스템등의 자원을 실시간 하이브리드 실험에 효율적으로 사용할 수 있게 해주어 사용자의 다양한 요구를 실험에 반영할 수 있을 것으로 기대됨

- 경제적 효과

· 실시간 하이브리드 실험은 대형 구조물의 동적 거동 연구를 진동대 실험에 비해 매우 저렴하게 수행할 수 있게 해주어, 향후 대형 구조물 실험 연구 비용을 대폭 줄여줄 수 있을 것으로 기대됨. 이는 나아가 국내 실험연구에 대한 수요를 증대시켜 건설 기술력 향상의 토대가 될 것으로 사료됨



[Form I-2]

Letter of Intent to participate in Int'l Collaborative R&D Program

Project Title	Development of Next-Generation Real-Time Hybrid Simulation Methodology and Its Application to Investigating Dynamic Response of Large-Scale Structures		
Organization	KOCED CMI	Proposer	Chul-Young Kim

To President of Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA),

I hereby consent to details of a full scale research and development project proposal that is submitted for the purpose of executing the project stated above under Int'l Collaborative R&D Program and declare that if the project stated above is deemed eligible to receive funding from KAIA, I will actively participate therein, faithfully observing all applicable laws and regulations governing international joint research and development.

02-18-2014

Old Dominion University Research Foundation
(Participating Organization)

Cynthia A. Matney, Director of Sponsored Programs
(Authorized Seal/ Signature)

<국제공동연구 확약서>

○ 연구개발 일정에 따른 연구 내용

구분 / 개발내용	연구개발기간											
	3차년도				4차년도				5차년도			
	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
■ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발												
- 지능형 변위 제어 알고리즘 개발												
- 실시간 하중 제어 알고리즘 개발												
- 개발된 알고리즘의 실험적 검증												
■ 시뮬레이션 코오디네이터 S/W 개발												
- 전처리기 (Pre-processor) 개발												
- 실시간 하이브리드 실험 전용 구조 해석 프로그램 개발												
- 후처리기 (Post-processor) 개발												
■ 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 기법 검증												
- 콘크리트 교각 제작 및 실험체 세팅												
- 콘크리트 교각의 실시간 하이브리드 실험을 통한 내진 성능 실험[1)]												
- Lead Rubber Bearing (LRB) 면진받침 실험체 세팅												
- 실시간 하이브리드 실험을 통한 면진받침 내진성능 실험[1)]												

[4] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

[4-1] 1단계 운영성과 분석

□ 추진 배경

○ 국토교통부는 범정부 차원의 R&D 성과확산 및 효율화 강화 정책 기조에 부응한 1단계 대형실험시설(6개 실험센터)을 구축(~ '09)·운영 중

- 1단계 실험센터는 '14년까지 940건(163억원 규모)의 실험검증 지원, KOLAS 실험기관 지정(3개 실험센터, 74건 실험) 등 가시적 성과 창출

○ 반면, 단순 실험서비스 제공 위주의 활용으로 국토교통 R&D 역량 및 글로벌 기술경쟁력 강화와 관련된 활용실적은 미흡

- 국제공동연구(7건), KOLAS 인증지원(74건, 7.9%) 등
- 재난재해, 안전, 환경 등 국가적 당면과제와 관련된 국가R&D과제는 대형실험시설에서 인·검증을 의무화하는 등 활용 고도화 필요

○ 타부처 대비 중소기업 대상 실험비 지원 부족

- 장관방침(’ 13.9)에 따라 ‘14년부터 중소기업 실험비를 50% 지원 중이나 타부처와 동등 수준으로 지원항목 및 지원금액의 확대 필요
- 중소기업청은 총 장비사용료의 최대 70%까지 지원(바우처) 중이나 국토교통부는 총 장비사용료 중 순수 장비사용료에 대해서만 할인 적용
- 동일 실험서비스를 이용하는 중소기업 측면에서 볼 때 부처간 차별 지원으로 인한 불만요인 증가로 실험비 지원 개선 필요

○ 국가예산으로 구축된 대형실험시설의 안정적 운영 및 자립 지원 필요

- 국가예산을 투입해 구축된 첨단 대형실험시설에도 불구하고, 실험센터의 운영·관리 소요비용은 자체 실험수수료에 의존

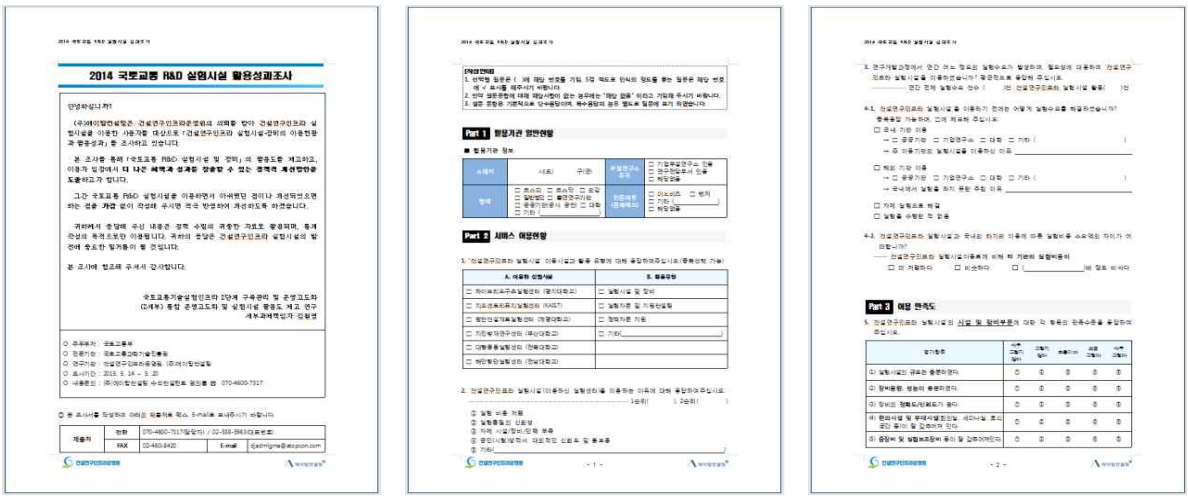
○ 따라서, 대형실험시설의 안정적인 실험환경 제공을 위해 운영현황과 문제점을 분석하여 체계적인 운영지원 방안 및 제도개선 마련이 시급

- 연구장비 및 시설을 지원할 수 있는 근거 법 및 규정*은 있으나 세부 지원시책은 미흡함
- 법·제도정비를 통해 연구시설 · 장비에 대한 구축 · 운영관리 및 공동활용 촉진을 위한 전담관리기관 지정·운영 및 역할 강화방안이 필요

□ 성과조사 개요

구 분	내 용
조사목적	건설연구인프라 실험시설 활용처의 활용 만족도와 파생성과, NEEDS를 조사를 통해 더 나은 혜택과 성과를 창출할 수 있는 정책적 개선방안을 도출을 위한 기초자료 확보
조사기간	2015년 5월 14일 ~ 5월 20일 (6일간)
조사방법	구조화된 설문지를 이용한 자기기입식 비대면조사 (e-mail/FAX)
조사대상	각 센터별 활용처 중 컨텍 가능한 242명의 연구책임(담당)자
표본추출	계약주체 유형별 유의수준을 확보 할 수 있도록 모집단 대상수를 고려한 대상자 규모별 층화 유의할당

○ 각 센터의 계약주체별 계약실적은 968건, 의뢰기관의 중복을 제거하여 총 324건의 조사대상 기관 선정(기관 중 컨텍 가능한 조사대상은 242개에 대해 조사 실시함)



<활용실적 및 만족도 조사>

□ 그간의 성과(1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 현황(`09 ~ `14))

<기반조성성과>

□ 실험시설 구축 - '05년~' 09년 1단계 6개 실험시설 완료
□ 총 투입예산 - 정부 609.4억원, 유치기관 대응자금 205.6억원 총 815억원
□ 전문 운영인력 확보 - 센터당 평균 7명(최소 5명 ~ 최대 12명)
□ CI시스템 - 실험원격관찰(KOCED Tele-Presence)을 통한 협업연구 시스템, 실험데이터 표준화, 실험장비 원격제어 및 관찰(Education Grid) 구축

○ 전국 6개 대학에 총사업비 815.1억원(정부 609.4억원, 유치기관 대응자금 205.6억원)으로 건설분야 대형실험시설 1단계 구축(' 05년~' 09년)

- 하이브리드구조, 지오센트리퓨지, 첨단건설재료 실험시설은 계획 대비 100% 구축, 장비 사양으로 성능 변경 및 추가, 확대
- 지진방재, 대형풍동, 해안항만 실험시설은 계획 대비 100% 구축 완료

○ 실험센터별 지원인력 평균 7명, 센터총괄, 센터관리, 장비관리, 시설관리, 회계/행정, 시험(실험), 연구, 교육 전문요원이 확보

○ CI(Cyber Infrastructure) 시스템은 계획 대비 100% 구축

- 실험원격관찰을 통한 협업연구, 대용량 실험데이터 저장 및 공유, 토목, 건설 분야의 실험데이터 표준화, 실험장비 원격제어 및 관찰(Education Grid) 환경 조성

<운영성과>

□ 실험계약건수 - 총 968건(' 09~' 14년), 연평균 161건(운영원 43.4%, 센터 56.6%)
□ 중소기업 지원율 - 41.2%(총 계약건수 968건 중 399건)
□ 연구시설장비가동률 - 61.6%(' 09~' 14년)
□ 중소기업지원사업 연계율 - 16.1%(중소기업 실험건수 180건 중 29건(12, 13년 해당))
□ 국제협력 건수 - 총 18 건(MOU 2건, 국제 세미나 10건, 공동연구 6건)
□ 실험품질 제고 - 3개 시설 KOLAS 인증, 인증시험 51건 실시
□ 사업만족도 평가 - 종합만족도 84.3점(실험시설 및 장비 84.6점, 기술 및 행정인력 87.5점, 지원서비스 82.2점)
□ 사업 개선요소 - ①접근성, ②편의시설 개선, ③사용료, ④사후서비스 순

○ 실험계약실적은 지난 5년간('09~' 14년) 총 968건이며, 운영원의 수주 실적은 420건(43.4%), 센터 수주 실적은 548건(56.6%)으로 나타남

- 활용기관 유형별 중소기업 41.2%, 대기업 12.8%, 대학 33.4%, 국공립 등 기타 10.2%
- 중소기업 지원건수 및 중소기업이 차지하는 비중이 지속적으로 증가 추세

○ 연구시설장비가동률은 ' 09년~' 14년 61.6%로 각년도별 52.7% → 52.8% → 70.1% → 58.8% →70.1% →65.2%로 꾸준히 증가 추세

- 실험시설 유형별 장비 활용실적은 센터별 장비의 특성에 따라 다양하며, 측정기준이 다소 다르기 때문에 센터별 전체실험시설 및 장비별 활용실적 세부 데이터 구축이 필요

○ 중소기업 ‘연구장비 공동활용 지원사업’에 연계운영된 실험은 ‘12년 12건, ‘13년 17건으로 총 29건이며, 계약금액은 5억 1,500만원임

- 중소기업 총 지원건수 180건중(12~13년) 16%에 해당

○ 국제협력 실적은 지난 5개년 간(‘09~’ 13) 하이브리드구조, 지오센트리퓨지, 지진방재, 대형풍동 실험시설에서 총 18건 추진

- MOU 2건, 국제 세미나 10건, 공동연구 실적이 6건임

○ 실험품질 제고를 위한 KOLAS 인증 3개 실험시설 획득, 51건 인증시험 실시

- 하이브리드구조(’ 11.11), 지진방재(’ 11.12), 첨단건설재료(’ 11.12) 등

○ 고객만족도는 시설 및 장비, 기술 및 행정인력, 서비스 등 3대 요인으로 평가

- 실험시설 및 장비에 대한 만족도 84.6점, 기술 및 행정인력 만족도 87.5점, 지원서비스만족도 82.2점 등 3대요인 종합만족도 84.3점
- IPA 개선요소 분석결과, 시급히 개선되어야 할 요인으로는 ①접근성, ②편의시설 개선, ③사용료, ④사후서비스 등인 것으로 평가됨

○ 건설연구인프라 실험시설에 대한 재이용 의향지수 89.8점, 타인추천 의향지수 87.8점으로 매우 높은 수준

- 첨단건설재료 실험센터의 서비스 만족도와 재이용 의향지수가 타 센터대비 상대적으로 높은 것으로 나타남

<활용성과 요약>

□ 실험비용편익 만족지수 - 타기관대비 저렴 25.3%
□ R&D 비용 절감액 - 총 47.5억원, 필요경비 대비 30.3% 절감(할인율 적용 산정)
□ 논문 창출성과 - 총 354건(SCI 논문 13건, 일반 논문 112건, 학술대회 229건)
□ 특허 창출성과 - 출원 82건(국외 1건), 등록 43건(국외 12건)
□ 기술인증 획득건수 - 총 18건(NET인증 11건, NEP인증 7건)
□ 지침개발 건수 - 총 72건(설계지침 50건, 시공지침 22건)
□ 기업체 기술경쟁력 향상도 - 기술수준 향상율 18.5%, 제품 및 시공품질 개선율 12.9%, 기술개발환경 개선율 15.3%
□ 사업화(상용화/현장적용) 건수 - 205건(연평균 34건)
□ 사업화 유발매출액 - 총 5,410억원(연평균 901억원)
□ 비용절감액 - 총 288.4억원(연평균 48.0억원)

○ 실험 비용편익 만족지수(타기관 대비 저렴 체감) 26.7%, 비용 절감액 47.5억원

- 건설연구인프라 실험시설 이용비용이 더 저렴 26.7%, 동일(비슷) 55.2%, 더 높음 18.1%
- 비용편익 센터는 지오센트리퓨지 30.0%, 지진방재 29.1%, 하이브리드구조 27.0% 순임
- 건설연구인프라 실험시설을 이용함으로써 절감된 R&D 비용은 총 42.5억원이며, 총 필요경비 대비 32.4% 절감(할인율 적용 산정)

○ 실험시설 이용 편익구조는 자체 시설·장비·인력의 부족 77.6%, 실험품질 신뢰성 46.0%, 공인(시험)성적서 39.1%, 저렴한 실험비용 20.7%의 순(중복응답)

- 중소기업의 경우 공인성적서 제출 및 대외적 신뢰 및 홍보(46.7%) 편익이 타 기관보다 상대적으로 높게 나타나, 해당 업무 성과에 대한 체계적인 지원 강화가 필요

○ 최근 5년간(‘09~’ 14) 실험시설 활용에 따라 창출된 논문은 총 354건

- 국내 논문 창출 성과는 SCI 논문 13건, 일반 논문 112건, 학술대회 229건
- 국외 논문은 SCI 논문 31건, 일반 논문 12건, 학술대회 59건으로 총 102건
- 창출된 논문에 대한 건설연구인프라 실험시설의 기여도는 43.5%

○ 최근 5년간(‘09~’ 13) 실험시설 활용에 따라 창출된 특허는 출원 82건, 등록 43건

- 출원특허는 국내 81건, 국외 1건, 등록특허는 국내 31건(72.1%), 국외 12건(27.9%) 이었으며, 활용기관 유형별로는 중소기업 성과가 66건으로 전체 성과의 80.5%, 대학이 11건으로 13.4%임
- 창출된 특허에 대한 건설연구인프라 실험시설의 기여도는 37.4%

○ 창출된 인증 성과는 NET인증 11건, NEP인증 7건으로 총 18건

- 유형별로 중소기업이 14건으로 가장 높은 성과를 나타냈으며, 인증 성과에 대한 실험시설 평균기여도는 70.0%

○ 지침개발은 설계지침 50건, 시공지침 22건으로 총 72건 창출

- 설계지침은 기존지침 개선이 23건, 신규 개발이 27건
- 시공지침은 기존지침 개선 11건, 신규 개발 11건
- 지침개발 성과에 대한 실험시설의 평균기여도는 44.2%

○ 기술이전 성과는 총 18건이며, 그 중 기술이전이 4건, 기술실시가 14건

- 기술이전 성과에 대한 실험시설의 평균기여도는 75.0%로 활용기관 유형별로 중소기업이 81.0%로 높게 나타남

○ 건설연구인프라 실험시설을 이용한 활용기관의 기술 및 경영상의 향상 수준은 기술수준 향상율 18.5%, 제품 및 시공품질 개선율 12.9%, 기술개발환경 개선율15.3%, 기업이미지 향상도 12.8%로 평가됨

- 기술수준 및 기술개발환경 개선효과는 지오센트리퓨지실험센터를 이용한 활용기관이 각각 27.5%, 26.3%로 가장 높음
- 품질향상 효과는 지진방재연구센터 활용기관이 가장 높은 19.4% 기록
- 기업이미지 향상효과는 하이브리드구조실험센터 활용기관이 18.5%로 가장 높음

○ 사업화(상용화/현장적용) 성과는 최근 5년간(‘09~’ 14) 200건인 것으로 집계되었으며, 사업화 유발 매출액은 총 5,410억원

- 이용 센터별로 하이브리드구조 102건, 지진방재 62건 등
- 건설연구인프라사업 연차가 거듭될수록 사업화 매출액 및 사업화 매출에 대한 연구시설의 기여도가 꾸준한 증가 추세를 보임

○ 건설연구인프라 실험시설 활용기관의 비용절감액은 총 288.4억원

- 2010년 이후 증가 추세를 보이고 있으며, 이용 센터별로 하이브리드구조가 가장 높게 나타나며, 그 다음 첨단건설재료, 지진방재 순임(‘09~’ 14)

[4-2] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

□ 첨단 실험인프라 기반의 연구개발 활용도 제고를 위한 방향 설정

추 진 방 향

현 재	⇨	개 선

1 첨단 실험인프라 기반의 연구개발 활용도 제고

· 국가이슈 및 R&D지원을 위한 대형실험시설 구축 · 운영 · 신기술 · KOLAS 활용 미흡 · 연구 및 국제협력 활용 저조	⇨	· 연구중심 실험시설로서의 기능 강화 · 국토교통 R&D 성과(신기술 · 제품)에 대한 성능검 · 인증 활용 강화 · 국제공동연구 협력기반 강화

2 공동활용 및 접근성 확대

· 중소기업 실험지원 미흡 · CI시스템 노후화 및 서비스 중단 빈번	⇨	· 중소기업 실험수수료 지원확대 · 공동활용 강화를 위한 CI시스템 개선

3 국토교통 연구시설·장비의 운영·관리 선진화

· 대형실험시설 전담관리기관 부재 · 전문인력 고용안정 결여 및 운영예산 확보 미흡 · 사용자 인지도 부족	⇨	· 전담관리기관 지정 및 역할 정립 · 실험시설의 안정적 운영을 위한 운영지원(홍보 및 성과확산 촉진)

□ 첨단 실험인프라 기반의 연구개발 활용도 제고

○ R&D 연계를 통한 장비 공동활용 확대

- (현행) 국가적 이슈(안전, 환경 등) 해결 및 국가R&D, 기업R&D 등 실험검증 공동활용 지원을 위해 대형실험시설 구축·운영 중
- (한계점) 실험시설 가동율은 74.7%로 높은 반면, 실제 공동활용 대상인 순수 장비만의 가동율은 56.5%(최근 3년평균)로 낮은 수준을 유지
  · 운영원의 실험시설을 이용한 정부과제는 55개(총 실험지원 건수의 5.8%), 민간과제 수행실적(32개)로 장비 공동활용을 위한 노력은 부족한 편임
  · KOLAS기준(재료 수준)은 다양한 실험형태이 어렵고, 표준 실험절차 부재로 동일 실험체 성능평가시 실험기관별 상이한 결과 발생

- (개선방안) 대형실험시설 활성화 차원에서 우리부 R&D는 기획수행단계부터 대형실험시설 활용 검토

  · 자연재해 대응 등 국가적 이슈해결형 R&D 중 실험시설 관련과제는 기획단계에 실험센터(자문 등)가 참여(활용 판단·예비견적 제시 등)

○ 국제공동연구 협력기반 지원

- (현행) 해외 연구인프라를 활용한 글로벌 기술경쟁력 확보 및 해외시장 진출 위한 국제공동연구(R&D)를 추진 중

  · `15년에는 신규과제로 국제공동연구(R&D)에 4개, 국제협력기반구축(R&D)에 3개를 지원

- (한계점) 해외시장 진출지원을 위한 다양한 해외기관과의 네트워킹 및 국제공동연구 지원노력에도 불구, 우리부 실험시설 활용 전무

- (개선방안) 신흥국 및 개도국 중심으로 우리부 대형실험시설을 활용할 수 있는 국제공동연구 先수요 발굴 및 점진적 확대

  · KOLAS 인증 실험센터(3개)에 글로벌 협력구축(R&D) 지원 유도('15.2) 및 공동연구 수요기반의 국제공동연구 예산확대 협의(' 16~, 미래전략담당관)

  · 대형실험시설 기반의 국제 공동연구의 체계적 지원을 위한 글로벌 HUB센터 추진(대형실험시설 전담관리기관 연계)

□ 공동활용 및 접근성 확대

○ 중소기업 대상 실험수수료 지원 현실화

- (현행) 우리부 방침('13.9)에 따라 중소기업의 경우 대형실험시설을 활용하는 시설장비사용료를 최대 50%까지 지원 중

- (한계점) 중소기업 대형실험시설 실험수수료는 중소기업청이 최대 60%(정부출연금), 우리부는 20% 지원(추가 30%는 유치기관이 자체 할인)

  · 중소기업청과 우리부 대형실험센터는 지원금 적용기준이 달라, 동일조건일 경우, 우리부는 중소기업이 56%를 추가 부담하여 역차별

  · 또한, 유치기관에서 실험수수료의 30%를 자체 할인(부담)하여 운영비·인건비 등 재원확보가 어려워 유치기관 운영 자립에 걸림돌로 작용

- (개선방안) 중소기업 실험수수료(재료비 제외)를 최대 60%(창업 7년 미만기업은 70%)까지 정부출연금으로 직접 지원 검토('15.04~)

  · 대형실험시설 원가분석 용역 결과에 따라 실험수수료를 적정 책정

○ CI시스템 관리방식 개선

- (현행) 1단계 대형실험시설 구축시 개발된 CI시스템은 대형실험시설의 공동활용을 위해 건설연구인프라운영원에서 통합·관리

  · CI시스템*은 6개 대형실험시설의 실험견적 · 계약지원 서비스 지원과 실험DB 수집·관리·공개 및 성과를 관리하는데 활용

- (한계점) CI시스템의 노후화(장비 포함)로 인해 서비스 중단이 빈번

  · `07년 구축 이후 H/W의 내구수명 도래로 보수 · 교체가 불가피하고, 사용자 요구사항을 반영한 S/W 지속적 업데이트 및 관리가 요구

  · 반면, 임대하여 사용하는 관계로 사용기관(운영원)은 적극적인 유지관리와 성능개선 및 재원확보 어려움 제기

- (개선방안) 6종 대형실험시설의 공동 목적활용 촉진 등 중요한 역할을 담당하는 CI시스템의 유지·관리를 위해 국토교통부에서 기부채납 방식으로 소유권을 확보하고 운영원에 위탁관리 시행

  · 공동활용촉진 고도화를 위해 CI시스템과 범정부 장비활용서비스(ZEUS)의 연계 검토 및 대외 공개서비스 질 개선을 위한 CI시스템 개선

□ 국토교통 연구시설장비의 운영관리 선진화

○ 전담관리기관 지정 및 역할 정립

- (현행) 대형실험시설의 공동활용 촉진을 위해 유치기관 컨소시엄 협의에 의해 (재)건설연구인프라운영원(민법에 근거, '이하 운영원') 운영

- (한계점) 운영원은 PBS기반 기관으로, 시설 · 장비를 전담운영 · 관리하기 위한 제도적 근거가 빈약하여 체계적 관리 운영이 어려움

  · 실험 및 R&D과제 간접비만으로는 운영재원 확보가 어려워 실험시설의 지속적인 공동활용 및 성과확산 촉진활동의 중단 우려

  · 1단계 실험시설 유치기관들과 컨소시엄 형태(공동운영 협약 체결)로 운영하고 있어 실험Data 취합, 시설·유지관리 점검 등 관리권한 부족

- (개선방안) 관련법 개정을 통해 운영원을 「연구시설 · 장비 전담관리기관」으로 지정하여 국토교통분야 연구인프라 컨트롤타워로서의 역할을 부여

  · '연구시설 · 장비 전담관리기관'의 설립근거, 사업범위 및 예산지원 등에 관한 사항을 건설기술진흥법 시행령에 반영

  · 실험시설 · 장비에 대한 중장기적 공동활용 활성화 전략 수립 및 총괄관리 · 운영, 추가 대형실험시설·장비 구축 로드맵 수립, 표준시험기준 개발 및 관리·보급 등

○ 대형실험시설 운영고도화 지원

- (현행) 6개 대형실험시설 유치기관은 전부 대학교로서 실험수수료를 통해 운영에 필요한 운영비(유지 · 보수 · 교체) 및 인건비를 확보

- (한계점) 대규모 국가예산이 투입된 대형실험시설에도 불구하고, 운영·관리 비용은 자체 실험수수료에 의존으로 운영효율성 저하

  · 실험센터들은 실험수수료 수입에 의존, 년간 실험수수료 총액('14년 약 25.3억원)은 대형연구시설 구축비(805억원) 대비 3.1%에 불과

  · 지속적 장비가동에 필요한 여유부품 및 적정 유지보수·수선비 확보와 전문운영인력의 고용안정성은 매우 취약한 구조

  · 연구장비 및 시설 지원을 위한 근거 법 및 규정*은 마련 되어 있으나 세부 지원시책은 미흡한 실정

- (개선방안) 대형실험시설이 안정적으로 국토교통 R&D 실험서비스를 제공할 수 있도록 운영비의 지원 근거와 관리체계를 마련

  · 또한, 대형실험시설의 단기적 운영안정과 조기정착 지원을 위해 '(가칭)국토교통 실험시설 운영지원 사업(비R&D)' 신설(`16년~)

3) 3차년도

[1] 통합운영시스템 구축

[1-1] 통합 Grid 시스템 구축

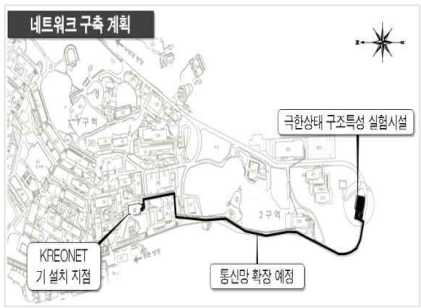
□ 2단계 실험시설 구축지원

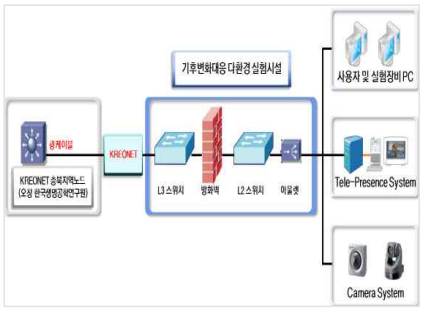
○ 통합 네트워킹 및 Grid구축을 위해 2단계 실험시설이 구축과정에 필요한 초고속네트워크망 연동일정 협의와 고화질 원격실험관찰 및 대용량 데이터 송수신을 위한 N/W 및 H/W구성 가이드를 수행

① 초고속통신망 연동일정 협의

◦ 2단계 실험시설의 KREONET연동 방안

- 극한상태구조실험시설(서울대)은 유치기관의 협조를 받아 630m의 통신망 연장공사만 필요하나 다른 실험시설은 KREONET지역노드와 30km이상이 떨어져 있어 KISTI의 큰 협조가 필요함





◦ 통합 Networking의 효율성 증대를 위해 2단계 실험시설의 KREONET연동을 위한 협의진행

- 1단계 대형실험시설 연구망 활용사례 소개 및 첨단연구망센터간 현황, 협력추진내용, 상호 협력, 중장기 계획 등의 내용을 논의

- 2단계 실험시설에 KREONET (1Gbps)연동을 위한 구축진행사항 소개

2단계 실험시설명	위치	준공예정일
극한상태구조특성실험시설	서울대 (서울 관악구)	2017년 12월
기후변화대응다환경실험시설	한국건설환경시험연구원 (충북 진천군 덕산명 두촌리 320)	2017년 12월
대형 수리모형실험시설	한국농어촌공사 (경기도 안산시 상록구 해안로870)	2018년 12월
생활밀착형 주택성능평가 실험시설	LH공사 토지주택연구원 (세종특별시 가람동 711-1)	2018년 12월
기상환경 재현 도로교통 성능평가 실험시설	한국건설기술연구원 (경기도 연천군 연천읍 옥산리 196번지)	2018년 12월
도로주행 시뮬레이터 실험시설	한국도로공사 도로교통연구원 (경기도 화성시 동탄면)	2018년 12월

- 기상환경 재현 도로교통 성능평가 실험시설은 KISTI지역노드와 100km이상 떨어져 연동지원이 불가능 하고 극한상태구조특성, 생활밀착형주택성능 실험시설을 제외한 3개의

실험시설은 KISTI지역노드와 30km이상 떨어져 시외구간으로 구분되어 KISTI회선사업자 재 선정시 추후 협의





② Grid시스템 연동활용을 위한 네트워크 구성 가이드

◦ 사내 네트워크 구성

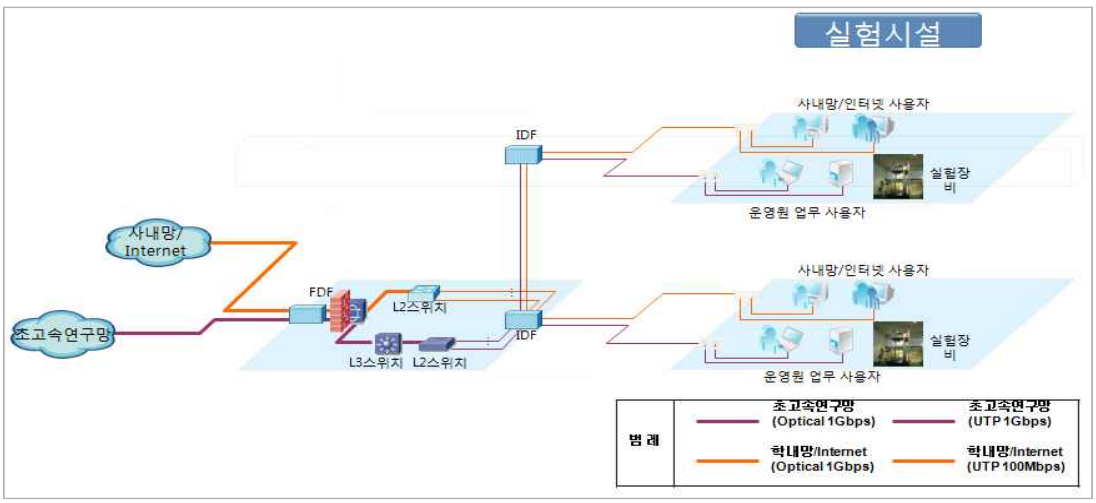
- 1단계 실험시설은 대학별 정보전산원에 기구축된 광전송장비를 이용하여 대학 구내 광선로 구간인 건물들을 거쳐 1단계 실험시설 전산실로 KREOENT이 연결되는 구성으로 정보전산원과 실험시설간 거리가 500m 이상으로 NW장비간 LX Gbic을 사용하여 구성

◦ 실험시설 내 네트워크장비 및 보안장비 최소 구성방안

- 네트워크 L2, L3장비, 국정원 CC인증을 받고 IPS기능을 포함하는 방화벽으로 구성
- 자료보안등을 위하여 망분리(KREONET/내부망)적용하여 네트워크 설계
- 실험시설간 광 케이블 구성이 필요함(12~24core구성 권장)
- 사내망 접속을 위한 네트워크 장비 추가 도입 필요
- 네트워크에 연결되어야 하는 실험장비 관련 DAQ PC/Control PC가 많을 경우 별도 스위치 추가 구성 권장

◦ 실험시설 내 네트워크 구성시 고려사항

- 국가과학기술연구망 및 사내망 접속 네트워크 분리구성으로 이에 대한 Cabling 필요
- 국가과학기술연구망 사용자 및 장비, 사내망 접속 사용자 수를 고려하여 여유 있는 포트 산정 필요(전체 필요 포트수의 2배 이상 수준으로 공사 권장)
- 동일 Room에서 국가과학기술연구망 및 사내망 접속이 필요한 경우 각각에 대한 Outlet 포트 구성 필요
- Outlet 포트 색상 구분 등을 통해 초고속연구망용, 사내망용 포트 구분 표시 권장



<실험시설 N/W구성 및 내부 Cabling 구성 예>

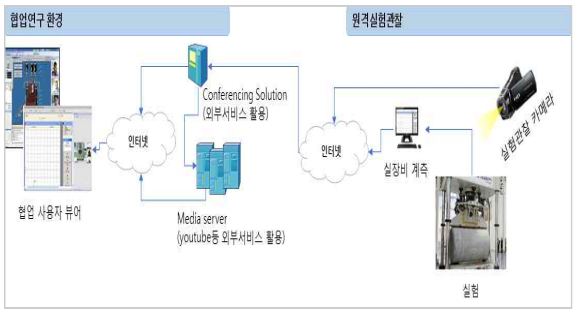
③ 고화질 실험영상 및 대용량 실험데이터 전송을 위한 하드웨어 구성 가이드

◦ 원격실험관찰을 위한 하드웨어 최소 구성방안

- IP기반의 카메라를 활용하여 원격실험관찰을 하는 경우 IP카메라, NVR, 영상저장PC, 영상관리에 필요한 소프트웨어(영상통합관리S/W) 등으로 구성함
- 영상회의 시스템을 활용하여 원격실험관찰을 하는 경우 영상회의 시스템(S/W기반의 외부시스템 활용 추천), 영상촬영 캠코더, PC 등으로 구성함



<IP기반의 카메라를 활용하는 경우>



<영상회의 시스템을 활용하는 경우>

◦ IP기반의 카메라를 활용하여 원격실험관찰을 하는 경우 고려사항

- 카메라 영상을 로컬 뷰어 외 홈페이지에서 통합 모니터링 가능해야함
- 카메라는 설치장소, 사용목적에 따라 적합한 카메라 유형 및 모델을 제시받아야 하고 모니터링 툴에서는 카메라 영상저장 및 검색이 가능해야함
- 최적의 시계확보와 유지관리를 고려하여 설치에 적합한 위치선정 필요
- 구축되는 CCTV 카메라의 영상은 로컬 저장소 및 중앙 스토리지에 저장되어야 함
- CCTV카메라 외 UTP 케이블, 전력케이블 포설 포함되어야함
- 카메라 위치 선정 및 수량
  · 실험시설에 설치되는 카메라는 실험상황을 24시간 관찰 가능하도록 사각지대를 최소화 할 수 있는 곳으로 선정하도록 함
  · 실험시설의 내부 전경 뿐 이나라 실험체의 변화를 확인할 수 있도록 최적의 시계확보가 가능한 곳으로 선정하도록 함
  · 실험시설별 각 카메라별로 실제 적용된 주요사례(설치장소, 수량 명시)를 각각 기술하도록 함

◦ IP기반의 카메라를 활용하여 원격실험관찰을 하는 경우 카메라의 기능

- 실험시설의 특성과 원격실험관찰의 중요성을 고려하여 국내·외 실험원격 관찰용 카메라 시스템에 적용된 사례가 있거나 동등 성능이상의 제품으로 뛰어난 성능과 장기간 사용할 경우에도 화질 변화가 없는 검증된 카메라를 납품하여함
- CCTV카메라 영상의 축소, 확대의 줌 작동과 수평, 수직 이동 회전시, 화질 저하 또는 화질 깨짐, 화면 흔들림 현상이 없어야 하며, 화질의 손실도 없어야 함
- CCTV카메라는 신속하고 편리한 유지보수를 위하여 카메라의 탈부착이 용이해야 함
- CCTV카메라는 먼지로부터 카메라를 보호하기 위한 표준화된 방진대책을 마련하여함
- CCTV 카메라 최소사양 (2015년 도입기준)
  · 해상도(화질) : 2M픽셀(1920 x 1080) 고해상도
  · 전송프레임 : Full HD(1080p)급 고화질 영상 30fps전송

· 유효화소수 : CMOS Sensor 200만 화소

· 초점거리 : 최대 85mm, 20배 광학줌, 8배 디지털줌 / 최저조도 : 0.1Lux(IR on시)

· IR거리 : 최대 100M / 비디오 압축방식 : H.264/H.264 또는 H.264/MPEG-4 Triple Streaming

· 영상출력 : RJ-45 1CH / Bit Rate : 32Kbps ~ 20Mbps

· Protocol : TCP/IP, UDP, DHCP, SMTP, HTTP, HTTPS, SNMP, RTP, RTSP, UPnP, DDNS

· Pan 범위/속도 : 360° Endless (200° /sec)

· Tilt 범위/속도 : 0° ~ 150° (200° /sec)

· 뷰어 : WEB VIEWER

- 영상통합관리 소프트웨어 기능 및 성능

· CCTV영상 및 실험 데이터를 손실없이 저장, 수초 이내 쉽고 빠르게 검색

· 기존에 운영중인 CCTV 카메라를 연동하여 영상통합 S/W를 통하여 신·구CCTV카메라의 모니터링 및 카메라를 조작할 수 있어야함

· 모든 CCTV카메라는 IP 영상처리 표준인 ONVIF(Open Network Video Interface Forum) 인터페이스와 규격을 만족해야함

· 카메라와 모니터링 및 영상저장PC는 정확한 시간의 영상정보를 검색할 수 있도록 자체 시각동기 및 시각 동기를 위한 NTP 또는 SNTP 프로토콜을 지원하여함

· 운영체제 : Windows 7, 8(32/64bit)에서 운영 가능해야 함

· 녹화 화면의 편집 및 출력

· 비디오 지원 해상도 : D1, 720p, 1080p, 1.3M, 2M, 3M

· 1080p 16채널 동영상 모니터링

· 다양한 압축포맷 지원 : H-264, MPEG-4, MJPEG, G711, G723, G726

· 원격 PTZ 지원, 8채널 동영상 저장, 강력한 E-Map 기능지원, 양방향 오디오 통신기능

· 이벤트 발생시 통보 기능, 사용자 등급별 권한 부여 기능, 다양한 스케쥴 녹화 기능, 다양한 검색 및 재생기능

- 방진/방수/충격 : IP66, IK10 등급

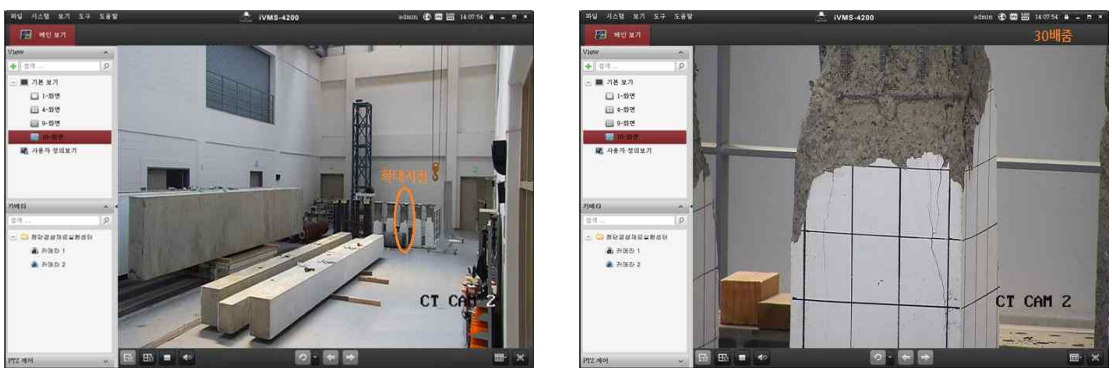
- 동작온/습도 : -50° C ~ +55° C / ~ 100% RH

- 전원On/Off 데이터 제어 : Yes(OSD Menu)

- 하우징 : Tinted or Dome Type 등

- 브라켓 : 천장 매립형, 천정 노출형, 벽부 부착형 등

- 부가기능 : ONVIF Protocol(영상/ 제어) 지원, Pelco-P/D 외 다수 지원

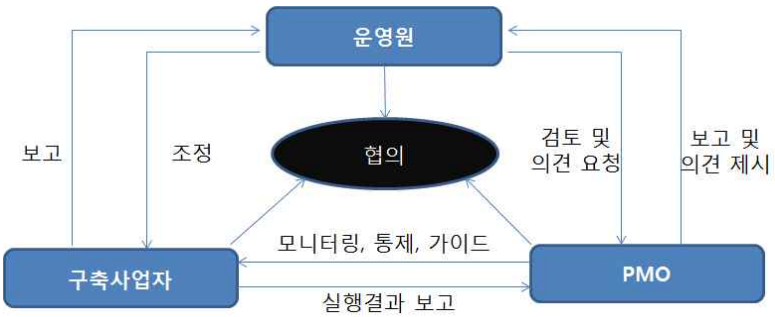


<1단계 실험시설 IP카메라 기반의 원격실험관찰 구축 사례>

[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 통합 CI시스템 구축계획 확정 및 사업관리 계획 수립

○ 통합 CI시스템은 국토교통 대형실험시설 공동활용 촉진을 위해 구축이 되는 정보화 시스템으로 중견·중소기업참여 확대를 위해 대기업 참여 제한을 결정함으로 대기업에 비해 사업관리 경험이 부족한 중견·중소기업의 구축사업 리스크를 최소화하고 품질향상을 위해 PMO(위탁사업관리) 도입



구분		주요 역할
운영원	연구책임자	· 최상위 수준에서의 최종 의사결정, 사업에 필요자원 제공
	정보시스템 연구실	· 통합CI시스템 구축 총괄 사업관리 · 업무영역별 IT관점에서 요구사항 구체화, 설계검증, 테스트 수행 · 산출물 최종검토
	자문위원	· 사업추진관련 자문 및 주요 의사결정사항 검토
	실무TFT	· 업무별 업무프로세스 제도화 · 업무영역별 업무 프로세스 검토 · 세부 기능 요구사항 제시 및 구현 결과 검증 확인
	사용자그룹	· 사용자 입장에서의 요구사항 및 의견 제시
PMO		· 사업에 대한 단계별 사업관리 및 기술 등 사업관리 지원 · 일정 및 진도관리, 변경관리, 프로젝트 진행상의 이슈 등 모니터링 · 산출물 검토, 품질관리지원, 성과관리 방안제시, 검사 등
구축사업자		· 통합CI시스템 구축

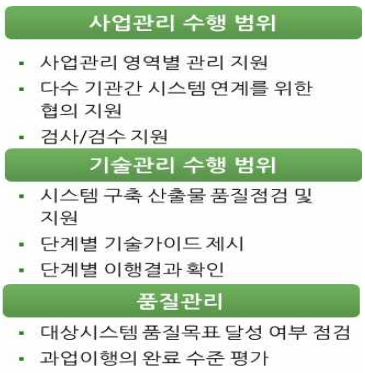
<통합CI시스템 구축 추진체계 및 주요역할>

① PMO(Project Management Office:위탁사업관리)사업

◦ PMO개요

- 통합 CI시스템 구축 사업의 성공적인 사업 수행을 위한 사업지원, 기술지원, 품질 지원 수행





◦ PMO사업 범위

- 통합 CI시스템 구축 추진계획 수립
  · 기존 PI/ISMP보고서 및 업무담당자 인터뷰를 통한 요구사항 명확화 자문
  · 사업대가 산정 지원
  · 정부표준개발프레임워크 및 개발환경 정의 지원
  · 구축사업 발주를 위한 제안요청서 작성 자문
  · 사업자 선정 및 기술협상 지원
  · 세부 성과지표 및 목표치 수립 지원
- 표준화 지원
  · 공통 업무프로세스·기능 도출 및 표준화 검토 및 지원
  · 공통코드 도출 및 표준화 검토 및 지원
- 통합 CI시스템 구축 추진 통합관리 체제 구축
  · 구축 사업의 관리 · 감독 및 기술지원 수행
  · 정보화 사업 추진에 관련된 법 · 제도 · 규정 검토
  · 일정관리, 위험 및 이슈관리, 인력 및 자원관리, 품질관리, 의사소통관리, 테스트, 보안, 성과 등 사업관리 방안 수립
  · 구축 사업관리 절차, 문서표준화, 산출물 템플릿 지원
- 안정적 운영 · 활용을 위한 사후관리
  · 정보시스템 안정화 지원
  · 변화관리 이행점검
  · 하자여부의 검토 및 하자보수 이행 관리 지원
  · 성과지표 달성여부 평가

수행단계	관리항목	세부업무
기획단계	통합관리	1. 사업계획 수립 지원 2. 사업대가 산정 지원 3. 제안요청서 작성 지원 4. 사업자 선정 및 기술협상 지원
	성과관리	1. 사업목표 수립 지원 2. 세부 성과지표 및 목표치 수립 지원
집행단계	통합관리	1. 사업착수 관련 계획의 검토 및 조정 2. 사업 진행상황 모니터링, 검토 및 조정 3. 과업 변경영향 분석 및 대안 제시 4. 설계·종료 단계 기능점수 적정성 검토 5. 사업의 검사·인수 지원 6. 단계별 교훈수집, 하자보수 계획 및 절차 검토·조정 7. 적용된 사업관리 절차 및 방법론의 지식화 8. 위험 및 쟁점 사항에 대한 지식화
	이해 관계자 관리	1. 이해관계자 식별 및 영향도 분석 2. 이해관계자 의견 반영여부 점검 및 조치사항 지시
	범위관리	1. 사업범위 검토 및 조정

수행단계	관리항목	세부업무
		2. 요구사항 분석내용의 점검 및 추적관리 3. 사업범위 변경통제
	자원관리	1. 투입인력 계획의 적정성 검토 및 조정 2. 투입인력 계획의 준수여부 점검 및 조치사항 지시 3. 인력변경 적정성 점검 및 조치사항 지시
	일정관리	1. 일정계획 검토 및 조정 2. 진척상황 점검 및 지연시 조치사항 지시 3. 일정변경 요청의 타당성 검토 및 대안제시
	위험관리	1. 위험 관리계획 검토 및 조정 2. 위험사항 식별 및 분석 3. 위험 대응계획 검토 및 조정 4. 위험 대응상황 점검 및 조치사항 지시
	품질관리	1. 품질 및 시험 관리계획 검토 및 조정 2. 방법론 검토 및 조정 3. 품질·시험 활동 점검 및 조치사항 지시
	성과관리	1. 성과 관리계획 수립 2. 단계별 성과지표 평가
	조달관리	1. 하도급 및 조달 계획 점검·조정 2. 하도급 및 조달 계획의 이행상황 점검, 조치사항 지시
	의사소통 관리	1. 의사소통 계획 검토 및 조정 2. 사업추진 상황 및 쟁점사항의 정기·비정기 보고 3. 발주기관의 의사결정 지원
	변화관리	1. 변화관리 계획 검토 및 조정 2. 변화관리 계획의 이행여부 점검 및 조치사항 지시
	보안관리	1. 보안 및 개인정보보호 관리계획 검토·조정 2. 보안 및 개인정보보호 관리계획 이행여부 점검, 조치사항 지시
사후관리 단계	통합관리	1. 정보시스템 안정화 지원 2. 위탁대상사업 및 위탁용역 산출물의 활용·관리 지원 2. 하자여부의 검토 3. 하자보수 이행 관리 지원
	변화관리	1. 정보시스템 변화관리 지원 2. 교육 및 홍보 지원
	성과관리	1. 성과지표 달성여부 평가

◦ PMO사업 단계별 수행내용 확정 및 사업자 선정

- 수탁자 자격요건

· 전자정부법 시행령 제78조의 3을 준용하여 공공기관, 감리법인, 소프트웨어 사업자(3인이상 소프프웨어 기술자보유)법인으로 자격요건 결정

- 사업범위 및 발주금액 산정

· 기획단계, 집행단계, 사후관리단계를 사업의 범위로 정하고 전자정부사업관리 위탁에 관한 규정 제8조(위탁용역 대가 산정절차) 및 제9조(위탁용역 기본대가)를 준용 산정

- 사업자 선정 평가기준

· PMO는 위탁사업관리를 수행해야 함으로 수행인력의 전문성을 판단하기 위한 수행역량, 수행계획 및 내용에 대한 구체성 및 실현가능성, 품질관리를 평가항목으로 정하고, 기술능력평가 배점(90점)과 입찰가격평가 배점(10)점을 합하여 총 100점으로 함

구분	평가항목		
기술능력평가	정량적평가	제안업체 수행능력	• 유사사업 수행경험 - PMO실적 : 입찰 공고일 기준 최근 3년간 PMO용역 수행 건수 및 금액(단일건) • 경영상태평가(신용평가등급) • 과업부문별 투입공수 및 등급(비상주포함)
	정성적평가분야	수행역량 (17)	• PMO인력 - 수행책임자 · 규모와 내용이 유사한 정보화사업에 대하여 현장의 총괄·지휘감독 수행경력 · PMO용역의 수행책임자 경력 - 관리지원인력 · 정보화사업의 총괄·지휘감독 업무 수행경력 · PMO용역의 수행경력 - 기술지원인력 · 정보화사업의 기술업무 수행경력 · PMO용역의 기술업무 수행경력
		수행계획 (40)	• 사업 이해도 - 사업의 특성 및 목표에 대한 이해도 - 사업수행 방법론 및 전략의 타당성 • 수행내용 및 일정 - 구축사업 각 단계별 관리방안 및 기술지원 등의 적절성 - PMO수행단계별 세부 업무 수행방안 - 추진일정 계획의 적정성 및 실현 가능성 - 사업의 규모 및 특성을 고려한 단계별 투입인력 계획 등의 적절성 - 구축사업 지연시 대응방안의 적절성 • 기타 지원사항 - 교육 및 기술이전 방안의 적절성 - 사업관리 결과의 지식화 등 지원 계획의 적절성 - 기밀 보안유지 방안의 적절성
		품질관리 (15)	• 지원체계 - PMO용역 수행 조직 지원을 위한 본사의 지원 인력 및 기술 등 지원체계의 적절성 • 품질 및 성과관리 - PMO용역의 품질향상을 위한 품질 관리방안의 적절성 - 구축사업의 품질향상을 위한 품질관리 지원방안의 적절성 - 구축사업의 성과달성을 위한 지원방안의 적절성
		기타 (5)	• 추가 제안사항 - 기타 성공적 사업수행을 위한 추가 제안사항의 적절성
가격평가	입찰가격 평가분야		• 입찰 제안가격

- 주요 추진일정

  · (`15.08.18)PMO용역 입찰공고 (나라장터 및 기관 홈페이지)

  · (`15.09.30)PMO용역 입찰 재공고 (과업기간 축소 이의신청 수락)

  · (`15.11.20)PMO용역 제안서 평가

  · (`15.12.14)PMO용역 계약체결

  · (`15.12.30)PMO용역 착수보고회



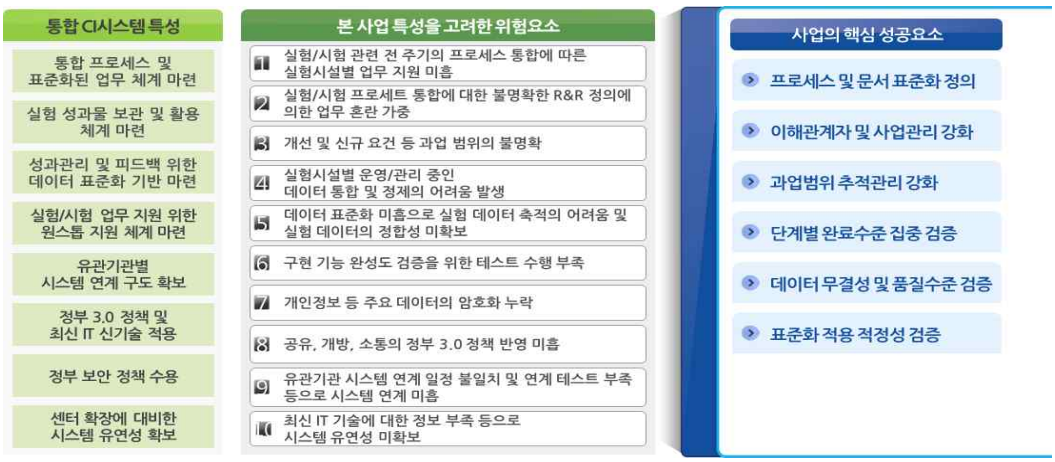






◦ PMO사업 관리계획 수립 및 기획단계 진행

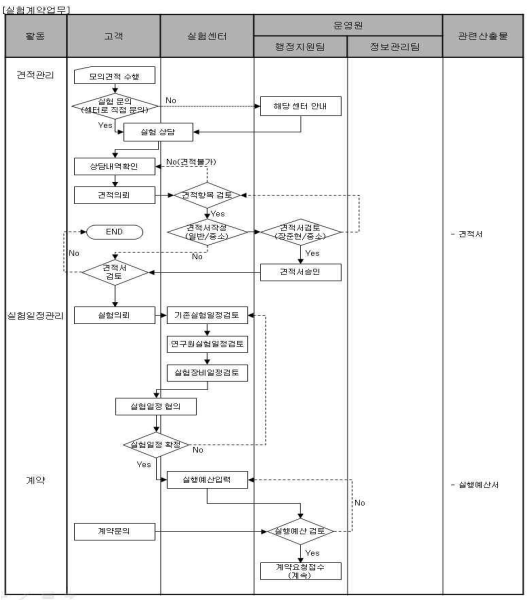
- 통합 CI시스템 구축은 다양한 이해관계자로 구성되어 많은 위험이 발생할 수 있음으로 성공인 시스템 구축을 위하여 이슈사항을 중심으로 관리대상을 선정함

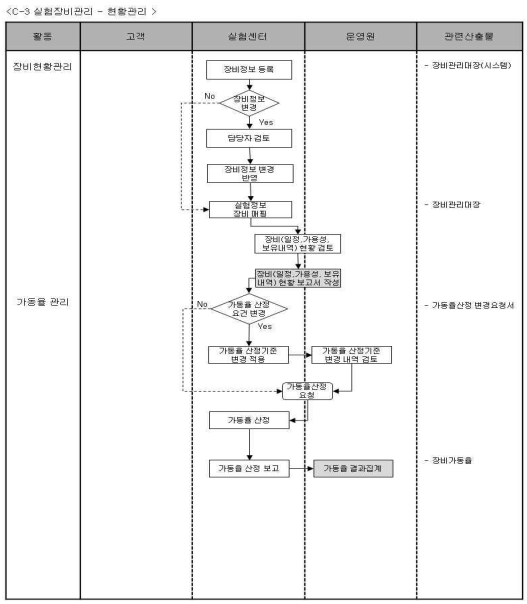


- PMO단계 별 일정



- PI/ISMP에서 도출된 실험서비스 관련 대형 실험시설·장비 운영관리 업무별 추가의 견수렴 및 프로세스 확정





- 요구사항에 맞게 처음부터 개발(SI)할 것인지, 상품화된 패키지소프트웨어를 구매하여 운영환경 및 요구사항에 맞게 커스터마이즈한 후 사용할 것인지에 대한 검토

· 도입가능 패키지S/ W : 전자결재, 회계, 문서관리, 업무협업관련

검토사항	검토의견
적합한 패키지 여부	· 그룹웨어, ERP, 문서관리의 패키지가 있음
업무의 특수성이 강해 맞춤형 설계 필요 여부	· 패키지소프트웨어의 표준화된 프로세스에 맞게 업무조정이 가능함 · 30%이내의 커스터마이징이 필요함
패키지S/W도입 총 소요비용이 개발비용 초과 여부	· 사용인원이 최대 200명 내외라 패키지S/W도입비용이 더 저렴함
패키지S/W도입 총 소요기간이 개발 총 소요기간 초과여부	· 단일 패키지S/W 도입 소요기간은 개발기간보다 짧으나 패키지와 패키지간의 연동작업에 대한 별도 기간산정 필요함

- 통합 CI시스템 구축 발주금액은 관리 및 컨설팅은 M/M방식으로 대가를 산출하고, 응용S/W는 기능을 중심으로 대가를 산출함

- 조달청 "나라장터(www.g2b.go.kr)"에 사업명, 예산, 제안요청서 등을 10일간 사전공개하고 H/W규격, 정량적 평가방법, SW사업관련 법령 준수관련 의견을 검토후 의견 제공자에게 통보하고 수용한 의견을 제안청서에 반영함

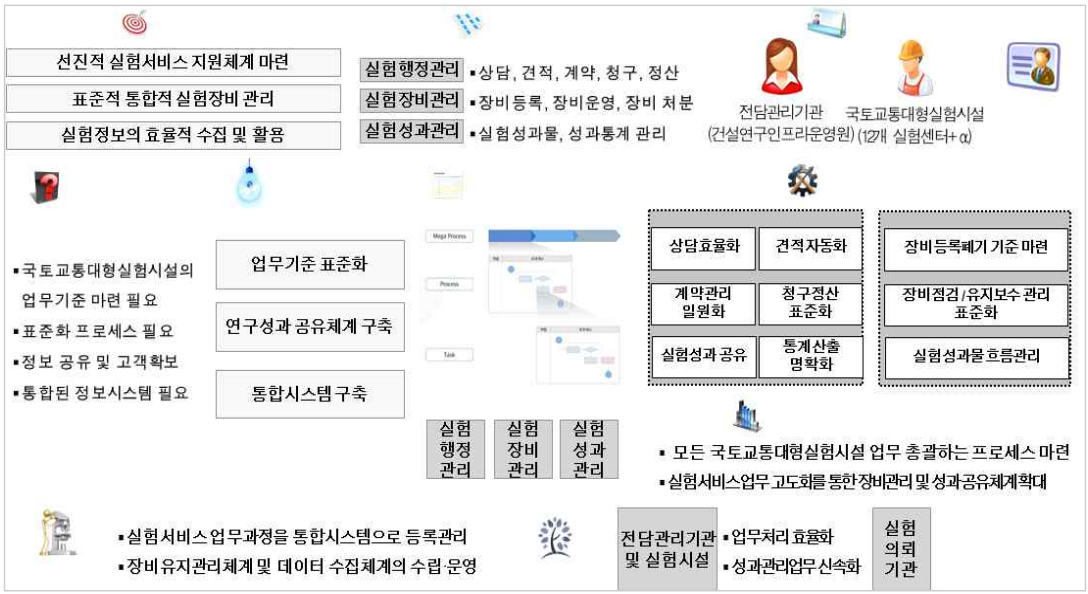




<조달청 “나라장터” 사전규격 공개>

② 통합 CI시스템(Cyber Infrastructure system)구축 사업

◦ 국토교통대형실험시설 공동활용 및 실험서비스 업무효율을 위한 통합 정보시스템으로 이용의 편의성 및 실험서비스(실험행정관리, 실험장비관리, 실험성과관리)업무 효율성 제공을 목적으로 함



◦ 주요 추진일정

- (`16.01.30) 통합 CI시스템 구축사업자 선정의 공정성을 위해 조달청에 전자계약 요청
- (`16.02.04)통합 CI시스템 구축 사전규격 게시
- (`16.02.22)통합 CI시스템 구축 사전규격 의견사항 검토 및 보완
- (`16.02.23)통합 CI시스템 구축용역 입찰공고 (나라장터 및 기관 홈페이지)
- (`16.03.17)통합 CI시스템 구축 제안요청서 설명회 (27개사 45명 참석)
- (`16.04.08)통합 CI시스템 구축 제안 평가 (외부 8명, 내부 1인)
- (`16.04.21)통합 CI시스템 구축 기술협상 및 사업자 선정
- (`16.04.25)통합 CI시스템 구축 계약체결 및 착수



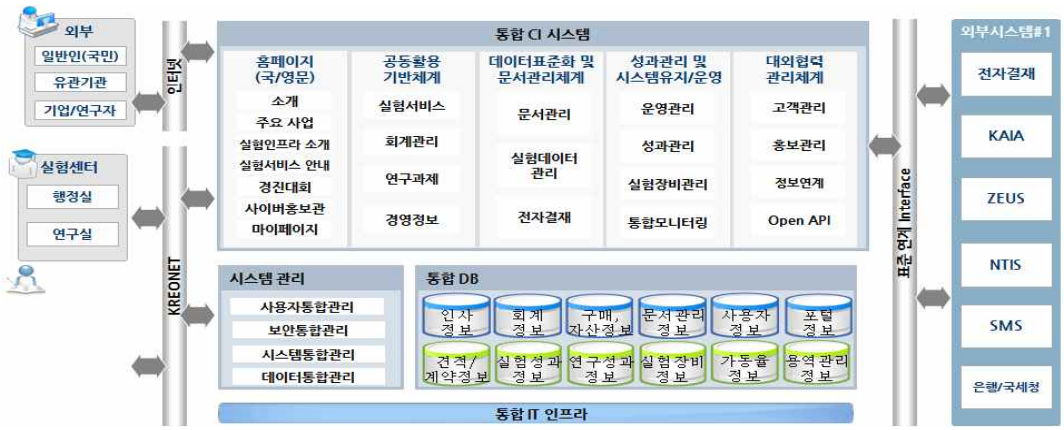






◦ 통합 CI시스템 구축사업 범위

- 국토교통분야의 실험시설인프라의 효율적 운영관리를 위한 업무체계 구현
  · 조직(운영원, 실험시설)별 단위업무 수행절차(견적, 계약, 실험, 정산 등)에 따라 기능단위 프로세스 중심으로 표준화된 서비스 구현
  · 실험시설 이용관련 전 주기의 온라인화
  · 실험시설 활성화를 위한 활동업무(연구과제관리, 경진대회, 설문조사, 외주용역 등) 구현
- 고품질 실험데이터 확보 및 활용기반 구현
  · 드라이브 기반의 데이터 저장소에 보관된 실험데이터(사진, 동영상, 계측데이터, 보고서 등) 체계적 저장관리 및 실험데이터 공유기반 마련
- 실험시설 이용 실시간 모니터링 체계 구현
  · 실험시설 업무단계별(장비예약, 견적, 계약, 실험, 정산, 성과조사 등) 모니터링 체계 구현
- 통합 CI시스템 인프라(H/W, N/W 등) 구축, 정보기술아키텍쳐(AA, DA, SA, TA) 설계, 통합 CI시스템 업무전환 및 운영지원



<통합 CI시스템 목표시스템 개념도>

◦ 통합 CI시스템 구축사업 단계별 수행내용 확정 및 사업자 선정

- 수탁자 자격요건
  · 소프트웨어사업(컴퓨터관련 서비스사업, 업종코드 1468)의 신고를 필한 자
- 요구사항 구체화
  · 컨설팅, 기능, 데이터, 테스트, 보안, 성능, 품질, 인터페이스, 프로젝트관리, 프로젝트 지원, 제약사항, 시스템 구성장비로 구별하여 총 137의 요구사항 상세화
  · (응용S/W) 통합 CI시스템 구축 및 패키지S/W 커스터마이징

구분	중점 추진사항 및 주요기능
컨설팅	· 대형실험시설 공동활용 업무 전반 프로세스 분석을 통해 문제점 및 원인 분석, 개선기회 도출 · PI/ISMP에서 정립된 업무별 프로세스 맵 및 프로세스 중심 업무 매뉴얼화 · 효율적인 문서관리를 위한 문서관리체계 구축 · 대형실험시설 공동활용 비전과 목표에 부합하는 브랜드이미지 구축
공통	· PC 운영체체, 모바일 운영체제 및 웹브라우저의 종속성이 배제된 반응형 웹 기반의 시스템 구축 · 사용자 인터페이스 편의성 확보를 위한 사용자 중심의 인터페이스 표준구축 · 웹 접근성 표준 체계 도입 및 준수를 위한 웹접근 표준 도입

구분	중점 추진사항 및 주요기능
	· 구축 시스템들의 단일 로그인 체계 · 자료검색이 용이한 통합검색 제공 · 제도 및 업무변화에 유연한 시스템 구축 · 데이터, 연계, UI 등 표준화된 서비스 제공 · 정보·분석시스템과 연계한 현황·분석 기능 강화 · 시스템 성능 및 서비스 품질 향상
실험서비스	· 체계적인 기준 정보 관리를 통한 견적, 계약, 수입지출 및 성과데이터 간 연계 · 실험수행을 위한 행정업무(견적,계약,정산) 온라인화 및 사업관리 강화 · 견적관리(견적 의뢰, 견적서작성 및 발급, 통계 등) · 계약관리(계약신청, 접수, 발급, 수정, 조회, 계약실적 집계, 통계 등) · 성적서 관리(신청, 작성, 발급, 조회, 통계 등) · 정산관리(실행예산, 실험비납부 관리, 통계 등)
실험장비 관리	· 각 실험센터에서 보유한 장비관련 현황관리 및 유지관리 강화 · 장비현황관리(장비분류체계, 상태(가동률, 상태), 장비등록 등)를 통한 장비의 효용성 및 장비제공 서비스 품질 향상 · 장비유지관리(유지보수 항목관리, 내역관리, 알림관리 등)
실험데이터 관리	· 실험 보고서, 실험데이터, 실험사진/영상 등을 수집, 저장, 공유하는 실험 데이터관리 관련 업무를 시스템화 · 축적관리(실험데이터 유형별 형식기준, 자동 업로드 등) · 활용관리(검색관리 등) · 현황관리(DB구축 현황관리, 활용현황 관리, 통계 등)
연구과제 관리	· 연구과제 산출물 관리를 통한 연구개발 업무 생산성 향상 · 연구과제 사업, 일반 연구사업의 전 주기의 사업관리 업무 시스템화 · 연구비 수입/지출을 가시적이고 효율적 관리기반 및 시스템 구축 · 연구관리(기준정보관리, 보고서관리, 연구비 관리 등)
성과관리	· 실험관련 계약/수행실적, 연구과제 계약/수행실적, 파생성과 등 운영원과 센터에 대한 전반적 현황관리 시스템 · 실험성과관리(실험견적, 계약, 가동률, 공동 활용률, 통계 등) · 연구과제 성과관리(연구사업계약, 수행실적, 사업성과 등) · 파생성과관리(파생성과 수집경로관리, 발생 통계 등)
외주용역 사업관리	· 발주용역의 행정업무 절차확립 및 시스템화 · 사업관리 (계획수립, 제안공고, 평가, 계약, 수행, 정산 등)
홍보관리	· 홍보업무(공개실험, 경진대회, 소개자료, 홈페이지 홍보 등) 관리 시스템 · 기준정보관리(홍보기관 정보관리, 홍보활동 구분, 예산관리 등) · 고객피드백을 위한 설문시스템 구축
문서관리	· 운영원 및 실험센터의 통합된 문서코드 관리체계 수립 · 발생하는 문서의 전 과정(생성, 수정, 보관, 폐기) 시스템화 · 문서관리(폴더 및 문서생성, 사용자별 권한관리, 문서정보관리 등) · 검색 · 통계관리(키워드 검색, 사용현황 및 통계관리 등)
경영정보	· 예산관리를 통한 실험비의 체계적인 회계 관리 기반 구축 · 수입, 사업비 지출, 운영비 지출 관리 및 펌뱅킹 시스템 구축 · 각종 세무업무 효율성 제고를 위한 시스템 구축 · 물품, 공사, 용역 구매에 대한 구매 신청 관리 · 발주, 견적, 계약업무, 대금청구 및 지급관리를 위한 시스템 구축 · 업무포털 체계 구축을 위한 그룹웨어 각 모듈의 포틀릿 연계 · 문서기안 업무의 효율성 향상을 위한 기능 구현 · 문서결재의 업무 가시성 확보를 위한 결재선 관리 및 송수신, 승인 체계 구축 · 외부메일 연동을 통한 메일 기능의 다양성 확보 · 관리자의 업무 생산성 향상을 위한 공지사항, 게시판, 일정관리 및 자원관리 구현 · 모바일 환경의 업무지원을 위한 그룹웨어의 모바일 업무 지원

· (인프라)통합 CI시스템 인프라 구축

구분	중점 추진사항 및 주요기능
공통	· 운영/개발 플랫폼 단일화 · 운영 효율성(유지보수 비용 절감) 증대를 위한 인프라 설계/구축 · 고화질 실험영상 및 대용량 실험데이터를 신속히 처리하는 인프라 설계/구축
서버/ 스토리지	· 고가용성(HA) 확보 및 장애에 대비한 무중단 지원체제 구축 · RAID 구성을 통한 데이터 보호와 백업체제 설계/구축
네트워크 /보안	· KREONET 전송속도(1Gbps)를 최대한 활용할 수 있는 네트워크 설계
기반환경	· 장비가동에 최적의 환경 유지를 위한 시설 설계/설치

· (운영환경) 정보기술아키텍쳐(AA, DA, SA, TA) 설계

구분	중점 추진사항 및 주요기능
어플리케이션 아키텍처	· 사용자 경험을 반영한 편의성 개선(화면도움말, 기능표준화, 메시지 처리 표준화) · 대내·외 환경변화에 따른 시스템 변화범위를 최소화 할 수 있는 어플리케이션 구조 설계 · 시스템 안정성 확보를 위한 ITSM, 테스트, 형상관리 등이 통합된 개발·검증·운영환경 구축
데이터 아키텍처	· 통합 데이터 아키텍처설계 · 코드 표준화 및 데이터 관리체계 수립 및 구축 · 데이터 이행 전략수립/이행/이행점검
보안 아키텍처	· 개인정보 등 주요 데이터에 대한 암호화 및 접근제어 체계 구축 · 사이버공격으로 인한 업무손실 최소화를 위한 N/W설계
기술 아키텍처	· 효율적 IT관리를 위한 통합관점의 IT관리 프로세스 개선

· (업무전환) 통합 CI시스템 업무전환 및 운영지원

구분	중점 추진사항 및 주요기능
업무전환	· 구축완료 후 업무전환 계획수립/전환/지원
운영지원	· 효율적 운영관리를 위한 분야별 업무지침 및 업무절차 수립 · 운영성과 측정을 위한 항목 및 측정방법 마련

- 사업자 선정 평가기준

· 제안업체 수행능력, 전략 및 방법론, 기술 및 기능, 성능 및 품질, 프로젝트관리, 프로젝트 지원, 협력구성으로 평가항목으로 정하고, 기술능력평가 배점(90점)과 입찰가격평가 배점(10)점을 합하여 총 100점으로 함

평가항목			배점
제안업체 수행능력		• 유사사업 수행경험 - 정보시스템 구축 사업실적 - 정부표준프레임워크 활용 실적	8
		• 경영상태평가(신용평가등급)	3
		• 기술능력평가(기술인력 보유 및 투입공수 및 등급(비상주포함))	4
전략 및 방법론	사업 이해도	•사업의 특성 및 목표에 대해 업무이해도	20
	추진전략	•추진전략의 창의성 및 타당성	
	적용기술	•제안기술의 실현가능성	
	표준적용	•표준프레임워크 내용의 이해도 및 적용의 명확성	
	개발 방법론	•사업에 적정한 방법론의 제안 타당성	
기술 및 기능	컨설팅	•컨설팅 전략의 타당성	23
	시스템	•시스템 요구사항	
	기능	•기능요구 사항 분석 및 방안의 타당성	
	보안	•보안요구사항 분석 및 방안의 타당성	
	데이터	•데이터 전환 계획 및 방법의 타당성	
	시스템운영	•시스템 운영요구사항의 충족도	
	제약	•제약사항 문제파악의 정확성 및 충족도	
성능 및 품질	성능	•성능요구 사항 분석의 타당성	8
	품질	•품질요구사항 점검 계획의 적정성	
	인터페이스	•사용자 및 시스템 인터페이스 구현의 적합성	
	테스트	•장비의 성능 및 소프트웨어 기능 테스트	
프로 젝트 관리	관리 방법론	•관리방법론	9
	관리역량	•프로젝트 관리자(PM)의 타 프로젝트 사업관리 역량을 평가	
	일정계획	•세부활동 도출 및 기간의 타당성	
	업무 분장 및 투입인력	•수행조직 및 업무분장 •투입인력 기술과 경험 보유여부 평가	
프로 젝트 지원	품질보증	•품질보증계획의 적정성 - 소프트웨어 개발 프로세스 품질인증 획득 여부	7
	시험운영	•시험운영 방법의 적정성	
	교육훈련	•각종 교육훈련의 방법, 내용, 일정 및 조직 등에 대해 평가	
	유지보수	•시스템 공급자가 제시하는 하자보수 및 유지보수 계획	
	기밀보안	•기밀보안 체계의 적정성	
	비상대책	•백업/복구 및 장애대응 대책에 대하여 평가	
협력구성	협력구성	•중소기업을 포함한 전문기업의 구성의 적절성	4
추가	추가제안	•본 사업을 위한 추가제안	4
계			90

[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

□ 소형 실험교구 활용

○ (`15.10.17) EnGenius Day 참석: 소형 전동식 진동대 시연 및 교육



<홍보 부스 전경>

○ 목　　적 : “Dream 엔지니어가 미래다!” 주제로　공학에 관한 전시회 및 토론회 개최

○ 일　　시 : 2015. 10. 17.(토) 9:00～18:00

○ 장　　소 : 서울대학교 글로벌공학교육센터

○ 참 석 자 : 초·중·고·대학생 500여명 (공학관련 각종 산·학·연 전문가 및 기관 참여)

○ 주최기관 : 한국공학한림원

○ 수행내용

- 4층　빌딩형 구조체 가진을 통한 구조물 거동 시연(실제 지진파 적용)
- 모형 제작 및 진동대 가진을 통한 내진설계 원리 설명
- 홍보영상을 통한 국토교통 대형실험시설 현황 설명



<모형 제작>



<진동대 시연 및 설명>

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 하이브리드구조실험센터

- (`15.03-08) 명지대, 강구조설계 강좌 활용
- (`15.06.16) 명지대, 강관-강판 접합부의 피로성능평가 및 설계기준 개발 세미나(박연철박사, 미국 Lehigh Uviv.)
- (`15.06.23) 한국원자력연구원, 실험시설 견학
- (`15.07.16) 대한토목학회, 구조위원회 세미나
- (`15.08.20) 바움브릿지, 구조세미나 및 공개실험
- (`15.09.17) 포스코, 구조세미나 및 공개실험

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`15.10.10) 미담장학회, 실험센터 투어



<미담장학회 영재 교육>

- (`15.11.05) KAIST, 실험센터 투어(Open KAIST)
- (`15.11.18) KAIST, 실험센터 투어(무학과 대상)
- (`15.11.28) KAIST, 실험센터 투어(꿈의 도시 디자인 경진대회)

○ 지진방재연구센터

- (`15.03-08) 학부강좌 연계(UTM 재료 및 부재실험 수행, 공학실험 및 내진관련 수업 진행)
- (`15.07.24) 2015 내진설계 경진대회



<꿈의 도시 디자인 경진대회 참석자 투어>

○ 첨단건설재료실험센터

- (`15.03-08) 계명대, 철근콘크리트공학 강좌 활용
- (`15.03-08) 계명대, 캡스톤디자인 관련 논문 실험
- (`15.07.06-17) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(15년 5차, 78명)
- (`15.09-12) 계명대, 건설재료 및 실험 강좌 활용
- (`15.09.07-25) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(15년 6차, 95명)
- (`15.11.02-13) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(15년 7차, 65명)
- (`15.11.30-12.13) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(15년 8차, 111명)
- (`16.02.15-26) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 1차, 110명)
- (`16.03.01-현재) 계명대, 철근콘크리트공학 및 실험 강좌 활용

○ 대형풍동실험센터

- (`15.06.10) KBS, 위기탈출넘버원(태풍시 위험한 행동에 대한 주제로 촬영)
- (`15.07.30) 전라북도 지역 초중학생, “좋은 바람, 나쁜 바람” 주제 영재교육 수행

- (`15.07.07) 인도 교통국, 실험센터 투어
- (`15.10.02) 전북대, 교량설계 강좌 활용
- (`15.11.23) DSME, 실험센터 투어
- (`15.11.17) 전북대, 구조역학 강좌 활용


<대형풍동, 초중학생 영재 교육>


<해안항만, 부경대 실험센터 투어>

○ 해안항만실험센터

- (`15.09.17) 부경대, 실험센터 투어

[2-2] 품질경영시스템

○ KOLAS 6.002 진동특성 범위 확대

- IEEE Std 693-2005

  · 전기 변전소 장비의 내진성능 기준 및 시험방법 제시

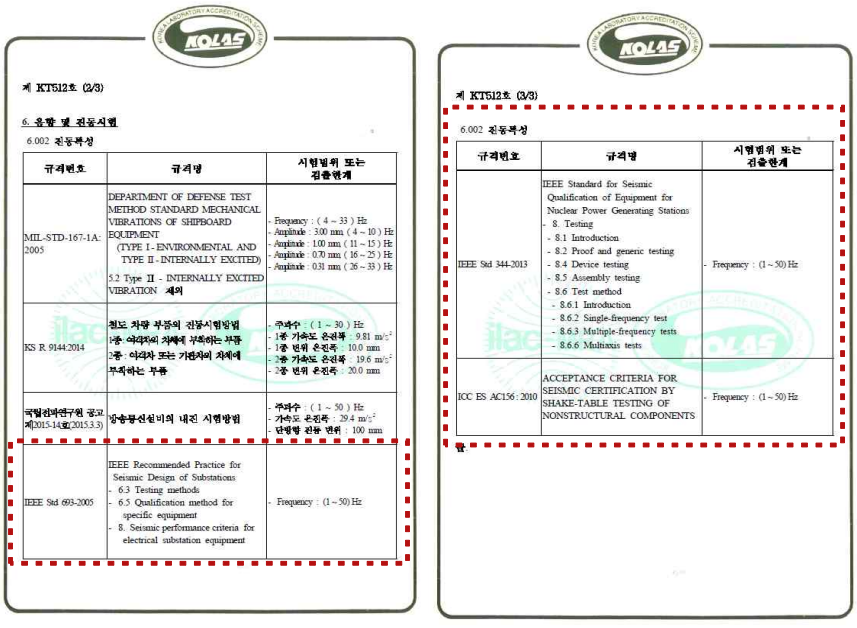
- IEEE Std 344-2013

  · 원자력 발전소 내진설계를 위한 규격 제시

  * 검증 및 일반 시험 방법, 조립시험, 단일/다중 주파수 시험, 멀티축 테스트 등

- ICC ES AC156:2010

  · 비구조물의 진동대 내진성능 방법 제시



제 KT512호 (2/3)

6. 음향 및 진동시험

6.002 진동특성

규격번호	규격명	시험범위 또는 검출한계
MIL-STD-167-1A(2005	DEPARTMENT OF DEFENSE TEST METHOD STANDARD MECHANICAL VIBRATIONS OF SHIPBOARD EQUIPMENT (TYPE I - ENVIRONMENTAL AND TYPE II - INTERNALLY EXCITED) 5.2 Type II - INTERNALLY EXCITED VIBRATION 세부	- Frequency : (4 ~ 33) Hz - Amplitude : 3.00 mm (4 ~ 10) Hz - Amplitude : 1.00 mm (11 ~ 15) Hz - Amplitude : 0.70 mm (16 ~ 25) Hz - Amplitude : 0.31 mm (26 ~ 33) Hz
KS R 9144:2014	원도 차량 부품의 진동시험방법 1종 여객차의 차체에 부착하는 부품 2종 여객차 또는 가변차의 차체에 부착하는 부품	- 주파수 : (1 ~ 30) Hz - 1종 가속도 온진폭 : 9.81 m/s² - 1종 변위 온진폭 : 10.0 mm - 2종 가속도 온진폭 : 19.6 m/s² - 2종 변위 온진폭 : 20.0 mm
국철전자연구원 공고 제2015-14호(2015.3.3)	승용무선설비의 내진 시험방법	- 주파수 : (1 ~ 50) Hz - 가속도 온진폭 : 29.4 m/s² - 단방향 진동 변위 : 100 mm
IEEE Std 693-2005	IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations - 6.3 Testing methods - 6.5 Qualification method for specific equipment - 8. Seismic performance criteria for electrical substation equipment	- Frequency : (1 ~ 50) Hz

제 KT512호 (3/3)

6.002 진동특성

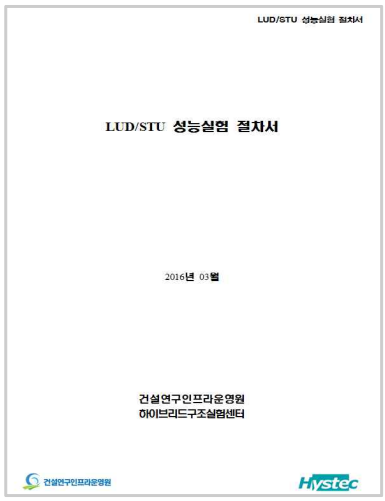
규격번호	규격명	시험범위 또는 검출한계
IEEE Std 344-2013	IEEE Standard for Seismic Qualification of Equipment for Nuclear Power Generating Stations - 8. Testing - 8.1 Introduction - 8.2 Proof and generic testing - 8.4 Device testing - 8.5 Assembly testing - 8.6 Test method - 8.6.1 Introduction - 8.6.2 Single-frequency test - 8.6.3 Multiple-frequency tests - 8.6.6 Multiaxis tests	- Frequency : (1 ~ 50) Hz
ICC ES AC156 : 2010	ACCEPTANCE CRITERIA FOR SEISMIC CERTIFICATION BY SHAKE-TABLE TESTING OF NONSTRUCTURAL COMPONENTS	- Frequency : (1 ~ 50) Hz

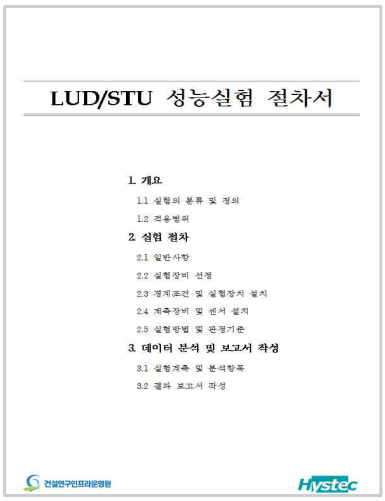
<KOLAS 인증>

[2-3] 실험절차서

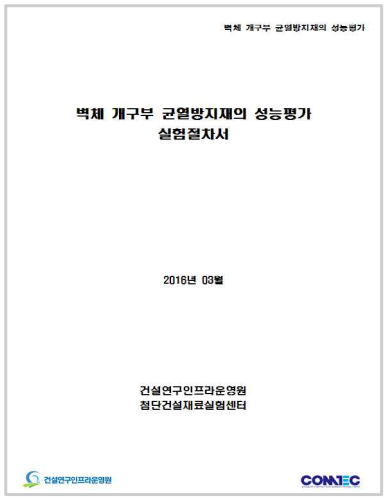
○ 실험절차서 작성

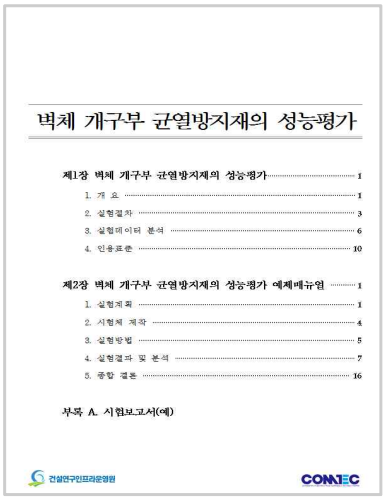
- LUD/STU 성능실험 절차서



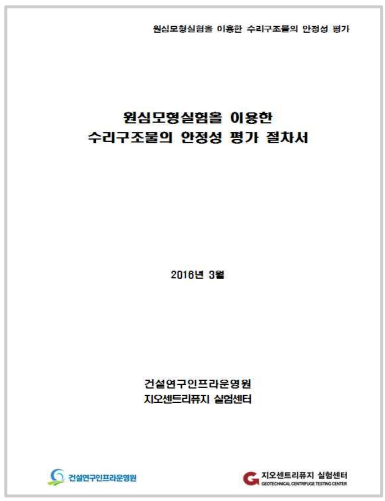


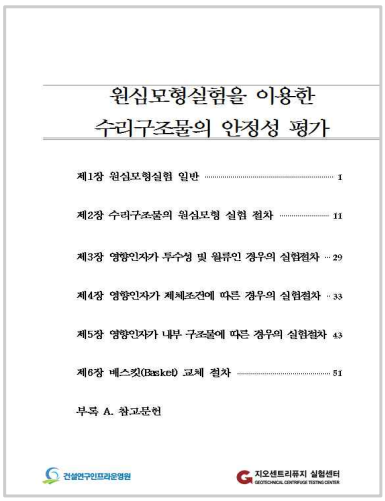
- 벽체 개구부 균열방지재의 성능평가 절차서



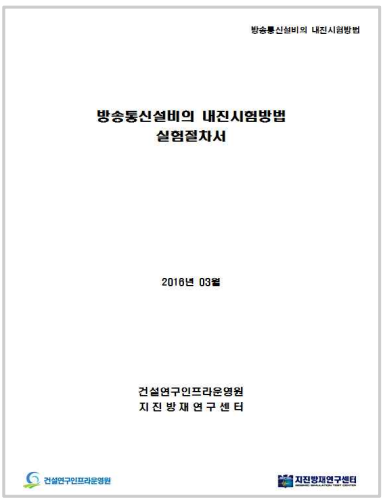


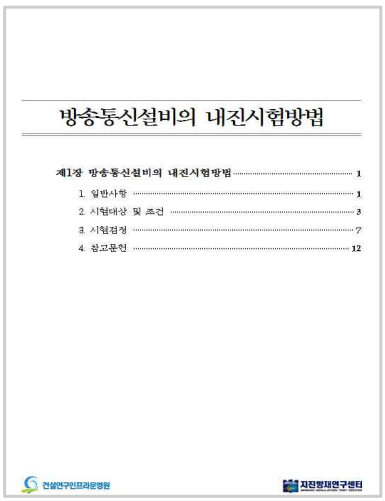
- 원심모형실험을 이용한 수리구조물의 안정성 평가 절차서



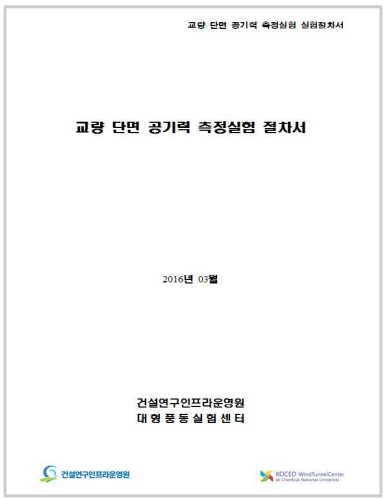


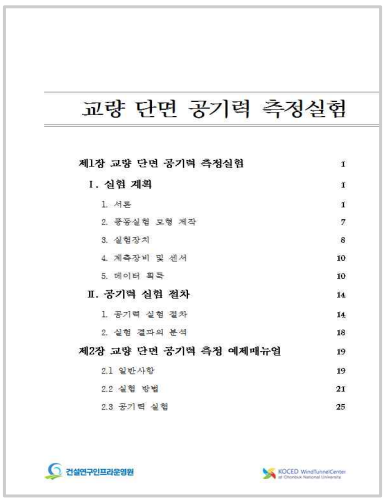
- 방송통신설비의 내진시험방법 절차서



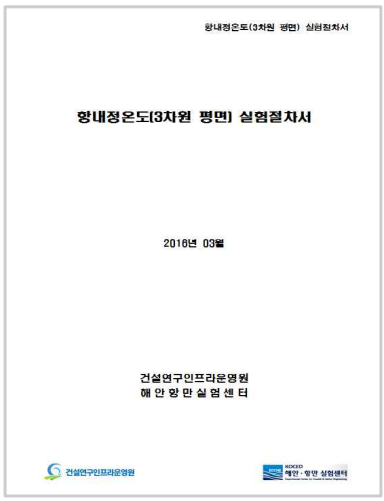


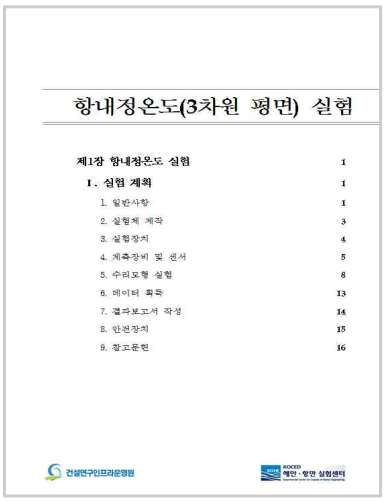
- 교량 단면 공기력 측정실험 절차서





- 항내정온도(3차원 평면) 실험절차서





[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의

○ 건설연구인프라운영원

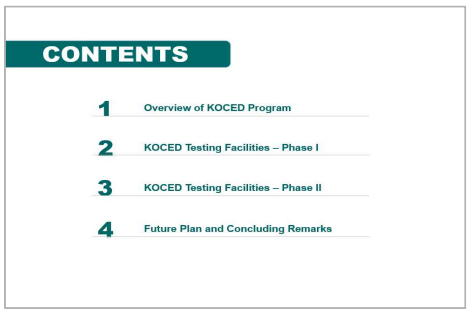
- (`15.08.02) 인도네시아, 한-인니 도로협력회의

· 참석자 : 건설연구인프라운영원 사무국장(국토교통부, 한국도로공사, 한국건설기술연구원, 삼보기술단, 삼우IMC, 한라건설 참석)

· 내 용 : 한·인니 양국간 도로분야 발전을 위한 기술교류 및 우호증진
국토교통 대형실험시설 소개(사업 추진 경과, 실험센터 운영·현황 등)

한국	인도네시아
◦ **한국의 건설교통분야 대형실험시설 소개** ◦ ICT와 빅데이터를 활용한 한국도로공사 소프트웨어 혁신 ◦ 인도네시아 맞춤형 중온 개질 아스팔트 포장 기술 개발 사례 ◦ 인도네시아 차관 공사 소개 ◦ MRCP(철근자동배근콘크리트연속배근) 소개	◦ 지속가능한 도로 인프라 개발 ◦ 인도네시아 파형강 기술 소개 ◦ 지속가능한 도로 유지관리 기술 ◦ 수메트라섬 통행료 시스템 개발 사례





- (`15.12.03) 중국 Wuhan 실험시설·장비 관련 심포지움 초청(Symposium on new seismic isolation technology of structural engineering)

· 구조분야의 고성능 실험시설·장비에 대한 심포지움

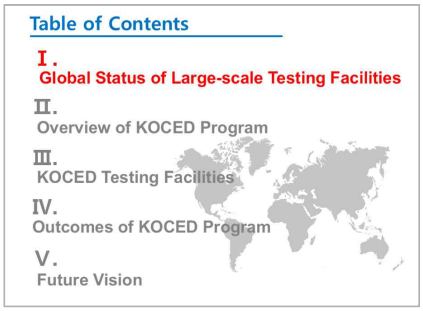
· 국토교통 대형실험시설 소개(사업 추진 경과, 실험센터 운영·현황 등, 초청 강연)







- (`16.01.06) 베트남 EASEC-14 참석 및 발표(Network of large scale testing facilities in Korea established by KOCED program)







- (`15.10.28) 중국 Tongji Univ., 유럽 JRC 국제세미나 개최(대한토목학회 학술대회 국제세션)

· 참석자 : 건설연구인프라운영원, 1,2단계 실험시설 센터장 및 실무자
유럽 JRC ELSA, 중국 Tongji University, 관련 전문가 약 50여명

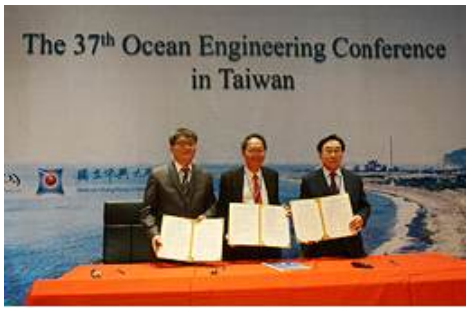
· 내 용 : 국내외 대형 실험시설 소개 및 향후 협력 방안 협의







- (`15.11.12) 대만 타이난성공대학교, MOU 체결





- (`16.02.29) 유럽 JRC, MOU 체결



COLLABORATIVE RESEARCH ARRANGEMENT

The **Joint Research Centre of the European Commission**, represented for the purpose of signing this Arrangement by Stephan LECHNER, Director of the Institute for the Protection and Security of the Citizen of the Joint Research Centre, duly entitled to sign,

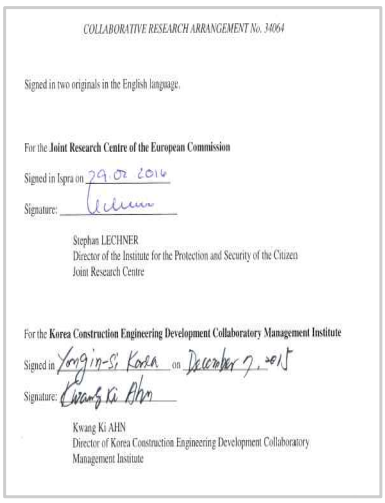
(hereinafter referred to as '**the JRC**');

and

Korea Construction Engineering Development Collaboratory Management Institute, with the registered address at Yongin-si, Kyunggi-do, Korea, represented for the purpose of signing this arrangement by Kwang Ki AHN, Director of Korea Construction Engineering Development Collaboratory Management Institute, duly entitled to sign,

(hereinafter referred to as '**KOCED CMI**').

Hereinafter referred to individually as '**the Side**' or collectively as '**the Sides**'.



COLLABORATIVE RESEARCH ARRANGEMENT No. 34064

Signed in two originals in the English language.

For the **Joint Research Centre of the European Commission**

Signed in Ispra on 29.02.2016

Signature:

Stephan LECHNER
Director of the Institute for the Protection and Security of the Citizen
Joint Research Centre

For the **Korea Construction Engineering Development Collaboratory Management Institute**

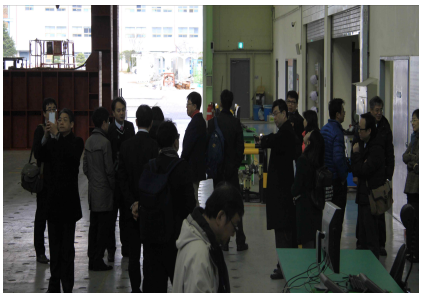
Signed in Yongin-Si, Korea on December 9, 2015

Signature:

Kwang Ki AHN
Director of Korea Construction Engineering Development Collaboratory Management Institute

○ 하이브리드구조실험센터

- (`15.10.26) 중국 Tongji Univ., 유럽 JRC 국제세미나 개최(하이브리드 관련 국제세미나)
- (`15.12.11) 중국문화대, 국립대만대 등 16개 대학 실험시설 투어 및 국제세미나



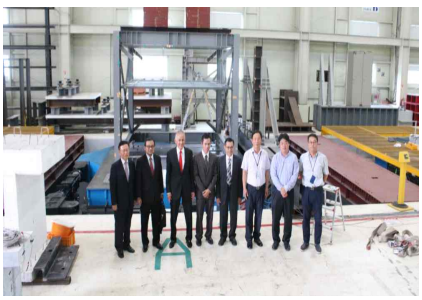
<(HYSTEC) 국제 세미나 및 센터 투어>

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`15.07.28) 이디오피아 Adama Science and Technology Univ. 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`15.10.21) 미국 Oregon State Univ., 실험센터 견학 및 기술세미나

○ 지진방재연구센터

- (`15.09.02) 말레이시아 페트로나스 대학, 실험센터 견학 및 기술세미나



<SEISMIC) 국제 세미나 및 센터 투어>

- (`15.11.02) MECOS Project(다국가 국제 워크샵), OECD-NEA에 의에 조직된 국제협력기관과의 국제워크샵 수행

○ 대형풍동실험센터

- (`16.01.29) 대만 Tamkang University, MOU 체결

○ 해안항만실험센터

- (`15.11.12) 대만 타이난성공대학교, MOU 체결

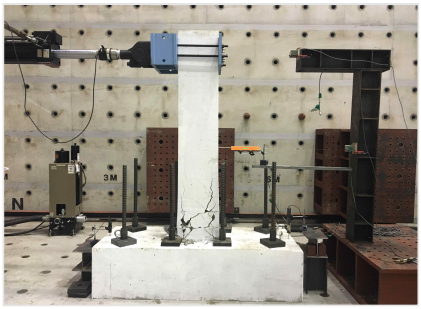
[3-2] 국제 공동연구

□ 국제협력 공동실험 수행

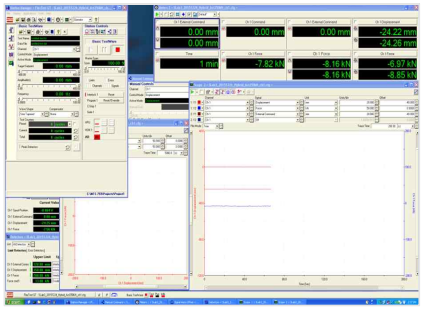
○ 하이브리드 검증실험 수행

- (`15.12-16.03, 하이브리드구조실험센터) 실험 수행
  · 실험체 제작 및 수치해석 수행

· 소형RC교각의 하이브리드 내진성능평가 실험 · 분석



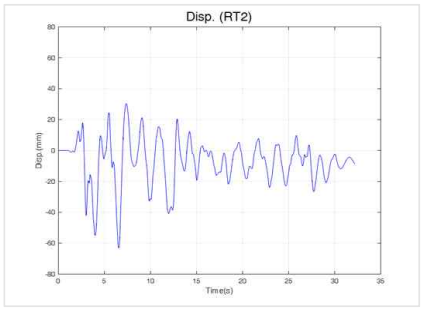
< 실험 전경>



<실험 DATA>



<파단결과>



<결과 DATA>

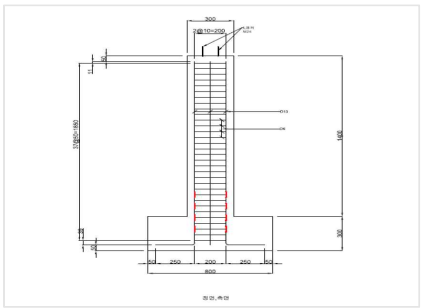
○진동대 검증실험 수행

- (`16.01.04-01.20, 지진방재연구센터) 실험 수행

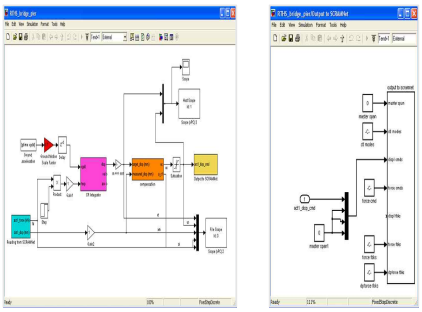
· 실험체 제작 및 수치해석 수행

· 진동대를 활용한 소형RC교각의 내진성능평가 실험

· 비선형 부재의 수직하중 영향에 따른 내진성능평가 및 하이브리드실험 비교 검증



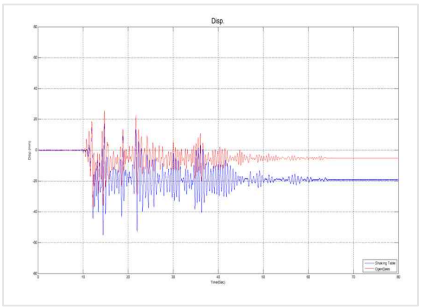
<실험체 제작>



<프로그램 셋팅>



<실험 전경>



<결과 DATA>

[4] 실험시설 성과분석

[4-1] 1단계 운영성과 분석

○ 1단계 실험시설의 `15년도 활용실적 및 운영성과 분석

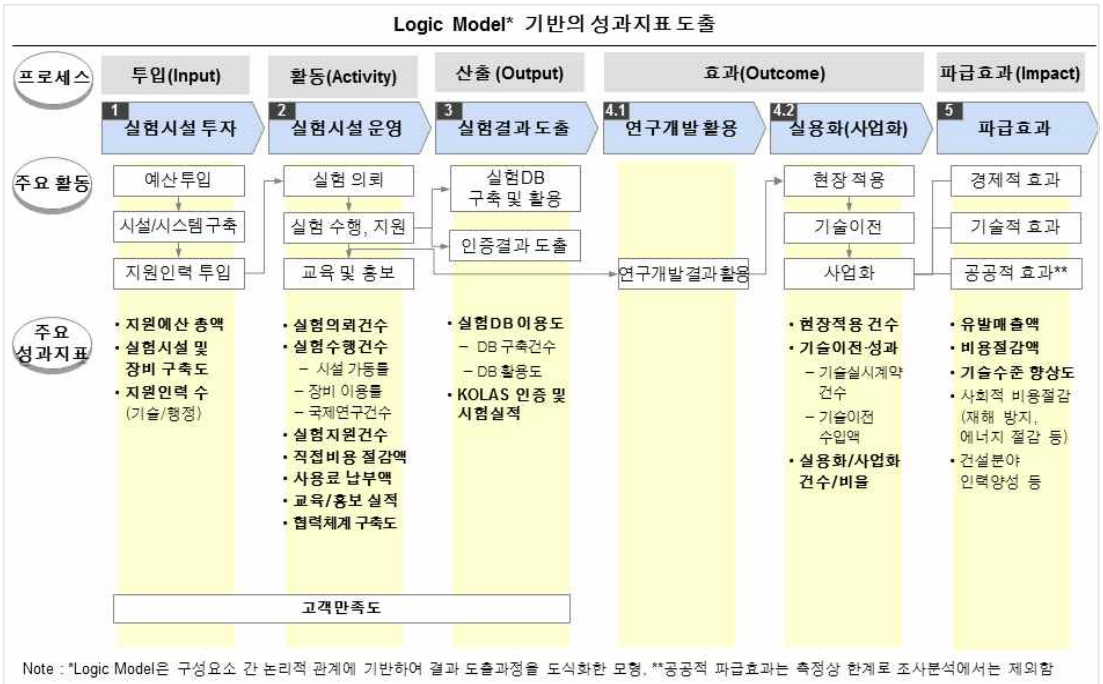


<공동활용 성과조사 개요>

○ 성과지표 검토

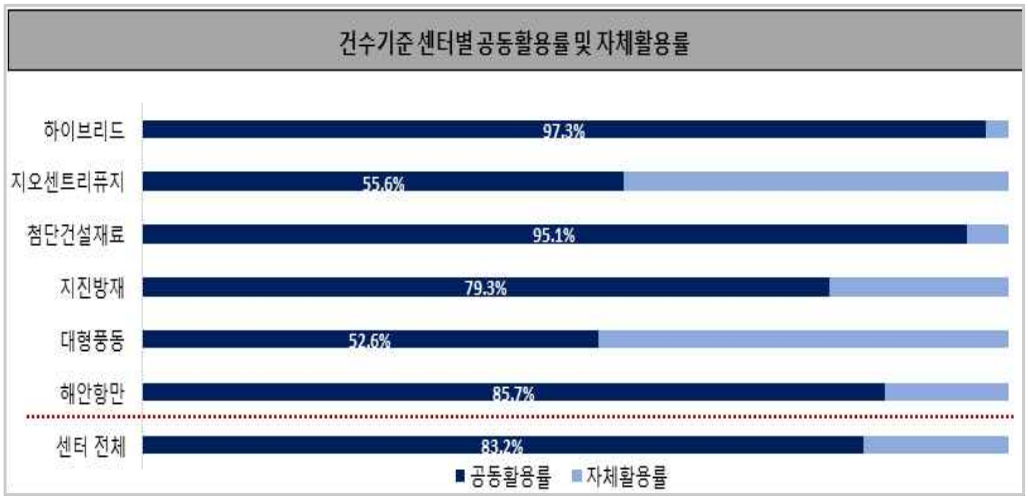
- 운영단계별 성과지표 수립

· 대형실험시설의 사업성과가 발현하는 사업 프로세스를 투입, 활동, 산출, 결과, 파급효과의 5단계로 나누어 각 단계에 수행하는 주요 활동을 포함하여 과정을 도식화하는 논리모형(Logic Model)으로 정리



<공동활용 성과조사 단계>

○ 공동활용 실적 조사



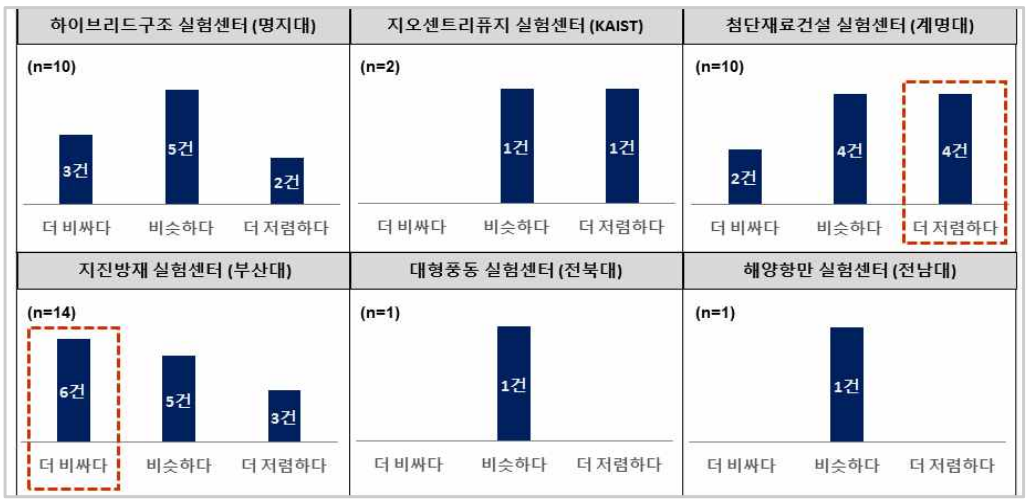
<실험계약건수 기준 실험센터별 공동활용률>

○ 실험서비스 이용기관 만족도 분석

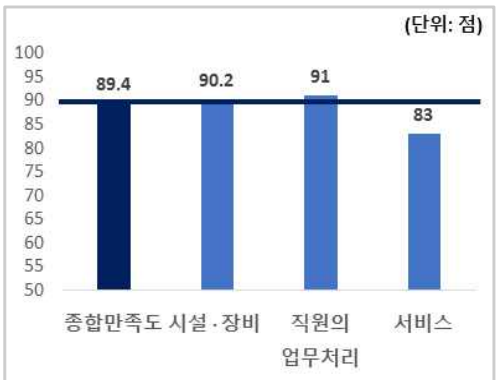
- (`16.02.17-02.22) `15년 1단계 실험시설 공동 활용으로 수행된 256건의 실험서비스 이용기관을 대상으로 만족도 조사 실시

· 이용 만족도 및 파생성과 조사

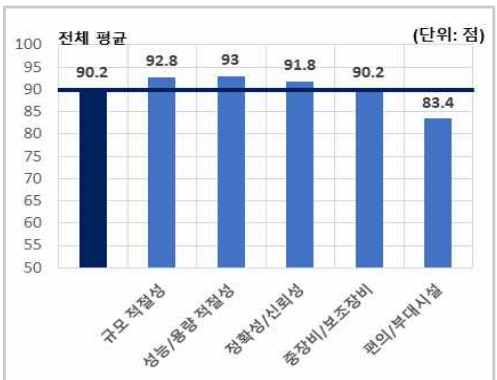
· 중도취소기관 원인추적 조사 수행



<실험센터별 타실험시설과의 실험비 비교 분석>



<종합 만족도 분석>



<시설 · 장비 만족도 분석>

○ 실험시설 이용 파생성과 분석 등

- 기관형태별 파생성과는 중소기업이 총 156건으로 전체 267건 대비 58%의 가장 큰 비중을 차지하며 그 다음은 대학이 95건(36%)으로 성과건수가 많으며, 중견/대기업은 12건, 국공립 · 기타는 4건으로 비교적 적은 편임

[6] (위탁)실시간 하이브리드 실험 시스템 연구

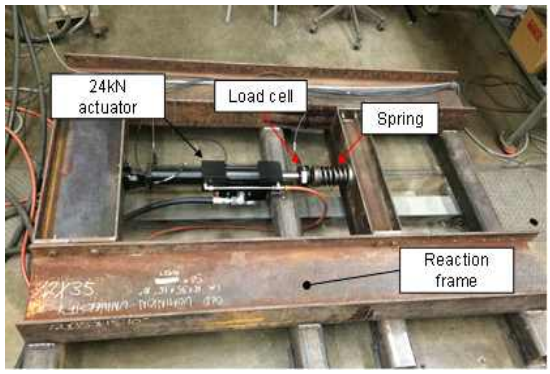
[6-1] 국제 공동연구

□ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발

○ 실시간 하이브리드 실험 수행의 기술적 문제 분석

○ 개선된 실시간 변위 제어 알고리즘 개발

- 유압가력기의 시간 지연 문제 해결을 위한 다양한 적응형 방법 분석
- 가변 시간 지연 보정 알고리즘 ATS (Adaptive time series) 방법을 이용한 실험수행 (Predefined 변위 실험)



<Predefined 변위 실험 수행>

□ 실시간 하중 제어 알고리즘 개발

○ 제안 실시간 하중 제어 알고리즘 분석

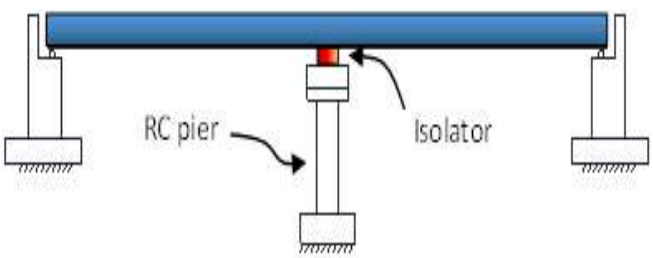
○ 실시간 하중제어 알고리즘 개발을 위한 실험 수행

○ 컴플라이언스 스프링의 강성도 측정을 통한 결과 분석(기존 방법보다 제안 알고리즘 사용으로 하이브리드실험 수행시 하중 경계 조건을 보다 정확하고 모사 가능)

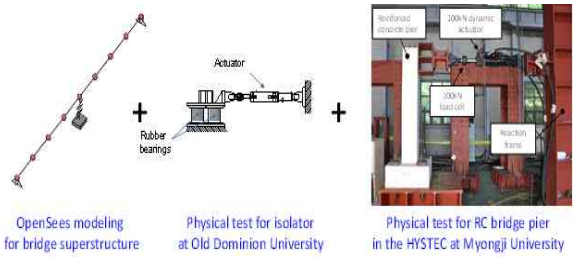
□ 분산 하이브리드 실험 계획 수립

○ ODU-KOCED CMI(HYSTEC)의 분산 실험을 위해 실험 대상 구조물 모델링

○ 면진받침이 설치된 교량의 분산 하이브리드 실험 계획 수립



<분산 하이브리드 실험 대상 모델>



<면진받침이 설치된 교량의 분산하이브리드 실험>

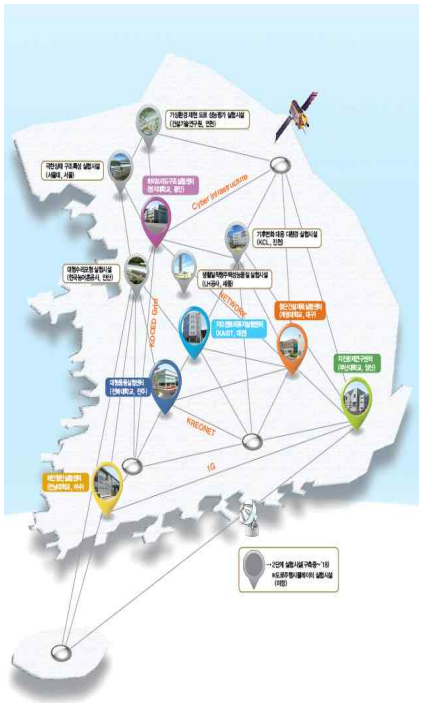
4) 4차년도

[1] 통합운영시스템 구축

[1-1] 통합 Grid 시스템 구

□ 2단계 실험시설 Grid시스템 구축 지원

○ 통합 Grid시스템은 국토교통 대형실험시설(12종)을 초고속인터넷망으로 연동하여 고화질 실험장면 전송 및 대용량 실험 데이터 송수신 서비스를 제공하는데 목적이 있음



- 국가과학기술연구망으로 연동된 1단계 실험시설 (6종)

· 하이브리드구조실험센터 (경기도 용인, 명지대)
· 지오센트리퓨지실험센터 (대전, KAIST)
· 첨단건설재료실험센터 (대구, 계명대)
· 지진방재연구센터 (경남 양산, 부산대)
· 대형풍동실험센터 (전주, 전북대)
· 해안항만실험센터 (전남 여수, 전남대)

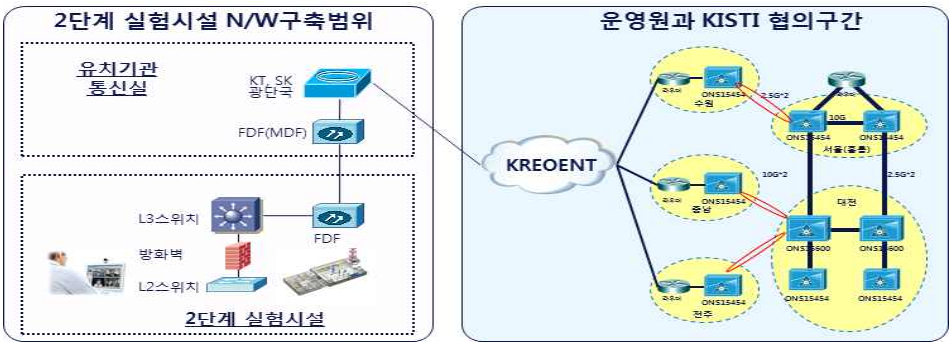
- VPN 및 국가과학기술연구망으로 연동예정인 2단계 실험시설 (6종, 18년 말 준공)

· 극한상태구조특성실험시설 (서울, 서울대학교)
· 기후변화 대응 다환경 실험시설 (충북 진천, KCL)
· 생활밀착형 주택성능품질 실험시설 (세종시, LH)
· 대형수리모형 실험시설 (경기도 안산, 농어촌공사)
· 기상환경재현도로 성능평가 실험시설 (경기도 연천, KICT)
· 도로주행 시뮬레이터 실험시설 (경기도 화성, 도로공사)

① 2단계 실험시설 Grid시스템구축 지원을 위한 네트워크 설계 및 장비도입 가이드

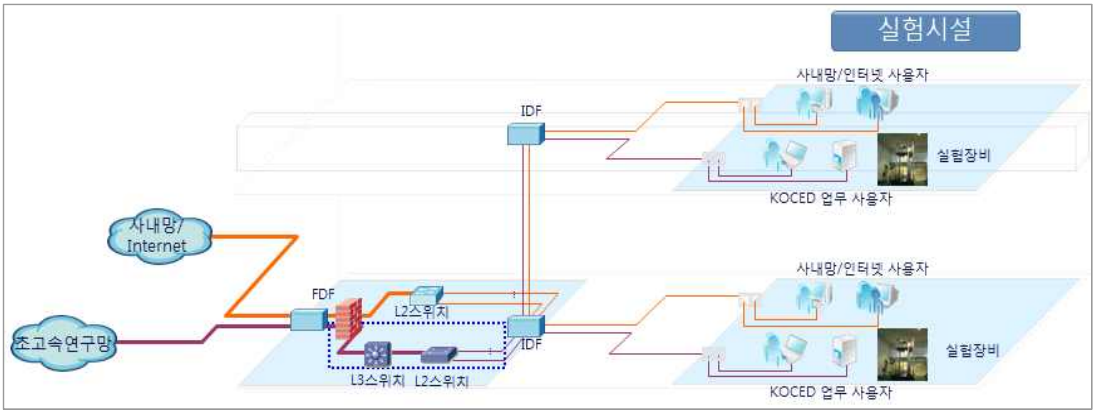
◦ 국가과학기술연구망 연동 관련 2단계 실험시설 네트워크 구축범위

- KISTI의 국가과학기술연구망은 15개 지역망 센터를 중심으로 각 연구기관 대표 노드로 라우팅 연동지원
- 국가과학기술연구망 연동이 가능한 2단계 실험시설은 유치기관의 통신실부터 실험시설까지의 네트워크 구성 및 내부 네트워크를 구성
- 2단계 실험시설의 유치기관 보안정책 및 실험시설 외부의 네트워크 구축이 추가로 발생되는 실험시설은 VPN구축으로 실험데이터의 보안 강화



◦ 실험시설 내부 Cabling 방안

- 국가과학기술연구망 및 내부망(사내망/Internet) 이용시 용도별 보안강화 및 대역폭보장을 위하여 실험센터 내부 Cabling 분리 구성방안 제시



구분	내용	필요구성 및 장비
LAN(UTP) Cabling 구성	· KREONET 및 내부망 접속 네트워크 분리구성으로 이에 대한 Cabling 필요 · KREONET 사용자 및 장비, 내부망 접속 사용자 수를 고려하여 여유 있는 포트 산정 필요(전체 필요 포트수의 2배 이상 수준으로 공사 권장)	UTP Cabling 공사
Outlet 구성	· 동일 Room에서 초고속연구망 및 내부망 접속이 필요한 경우 각각에 대한 Outlet 포트 구성 필요 · Outlet 포트 색상 구분 등을 통해 KREONET용, 내부망용 포트 구분 표시 권장	Outlet 구성 공사
네트워크 장비	· 내부망 접속을 위한 네트워크 장비 추가 도입 필요 · 네트워크에 연결되어야 하는 실험장비 관련 DAQ PC/Control PC가 많을 경우 별도 스위치 추가 구성 권장 · L3 스위치는 48 Port Fast Ethernet, 2 Port Gigabit Ethernet 지원	· L3 스위치 1~2 EA (광 GBIC 포함) · L2 스위치

◦ 실험시설간 네트워킹 및 해킹 및 바이러스 등의 외부침입 예방 위한 하드웨어 사양

- 네트워크(L3, L2) 및 보안장비(방화벽)구축 권장사양

구분	세부사양
네트워크장비 (L3 스위치)	· 20개 이상의 10/100/1000Base-T 포트 제공 · 2개 이상의 Gigabit Ethernet 광 포트 제공(GBIC 2개 이상 포함) · Static/RIP/OSPF 등 Layer 3 Routing Protocol 지원 · SNMP/RMON을 통한 관리기능 제공 · 기타 필요한 Transceiver 포함

구분	세부사양
네트워크장비 (L2 스위치)	· 24개 이상의 10/100/1000Base-TX 포트 제공 · 최소 4포트 이상의 1Gbe(SFP Type) 제공 · 스위칭용량 : 56Gbps 이상, 패킷처리성능 : 42Mbps 이상 · EEE(Energy Efficient Ethernet)을 제공 · 장비 소음은 40 dBA 이하 · Side-to-Back Air flow를 제공
보안장비 (방화벽)	· 방화벽/IPS 일체형 장비 · 다양한 라우팅 프로토콜(RIP, OSPF, BGP 등) 및 정책 기반 라우팅 지원 · 4개 이상의 1000Base-X 포트 제공 · 4개 이상의 10/100/1000Base-T 포트 제공 · 1Gbps 이상의 Firewall 처리 성능 제공 · 유해트래픽 탐지 및 차단기능 제공 · NAT(Network Address Translation) 기능 제공 · 국가정보원 보안성평가(K4 또는 CC EAL3+ 인증 이상) 보유 장비 · IPv6 주소체계를 지원

◦ 원격실험관찰을 위한 IP카메라(CCTV) 하드웨어 사양

구분	세부사양
회전형CCTV 	· 해상도(화질) : 2M픽셀(1920 x 1080) 고해상도 · 전송프레임 : Full HD(1080p)급 고화질 영상 30fps전송 · 유효화소수 : CMOS Sensor 2230K · 초점거리 : 최대 129mm, 30배 광학줌, · 16배 디지털줌 · 최저조도 : 0.05Lux(IR on시) · IR거리 : 최대 200M · 비디오 압축방식 : H.264/H.264 등 · Bit Rate : 32Kbps ~ 20Mbps · Protocol : TCP/IP, UDP, DHCP, SMTP, HTTP, HTTPS, SNMP, 등 · Pan 범위/속도 : 360° Endless (240° /sec) · Tilt 범위/속도 : 200° /sec · 방진/방수/충격 : IP66, IK10 등급 · 부가기능 : ONVIF Protocol(영상/ 제어) 지원, Pelco-P/D 외 다수 지원

구분	세부사양
고정형CCTV 	· 해상도(화질) : 3M픽셀(2048 x 1536) 고해상도 · 전송프레임 : Full HD(1080p)급 고화질 영상 30fps전송 · 유효화소수 : CMOS Sensor 300만 화소 · IR거리 : 최대 50M · Protocol : TCP/IP, UDP, DHCP, SMTP, HTTP, HTTPS, SNMP, RTP, RTSP, UPnP, DDNS · 부가기능 : ONVIF Protocol(영상/ 제어) 지원

② 국가과학기술연구망(KREONET) 연동협의 및 협력활동

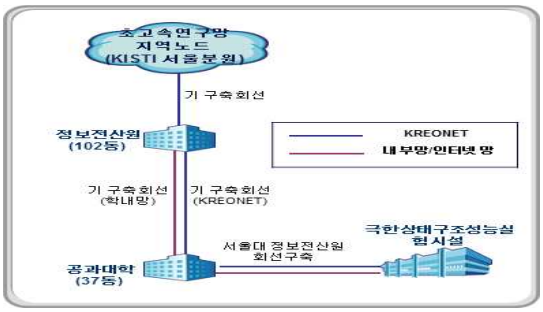
◦ 2단계 실험시설 KREONET연동일정 협의 및 연동 진행

- 2월에 준공한 극한상태구조특성실험시설을 시작으로 KREONET연동를 위한 협의진행

· 네트워트 노드별(KISTI, 서울대 정보전산원, 극한상태실험센터, 운영원) 담당업무 협의

· 극한상태실험시설 KREONET연계완료





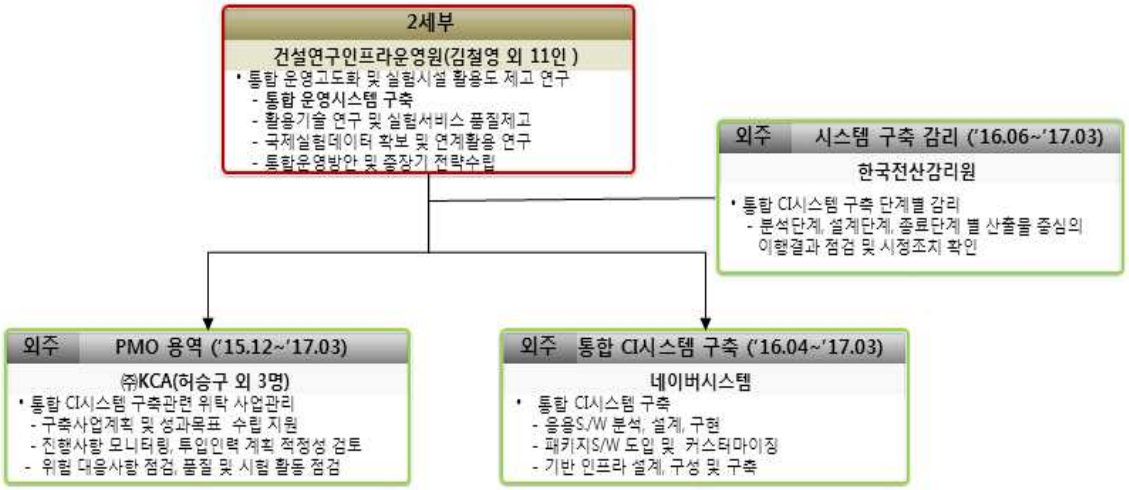
◦ KREONET연동결을 위한 협력활동

구분	협력활동
이용기간 간담회 (2016.05.03)	- 16년도 국가과학기술연구망 이용기관 간담회 참석 · 2단계 실험시설 KREONET지원 요청
Grid시스템 홍보 (2016.07.26~27)	- 1단계 실험시설 대상 Grid시스템을 이용한 협력연구 사례 소개 ·KREONET과 연동된 실험시설 간 원격실험관찰, 협업연구, 가상드라이브 기반의 실험데이터 저장소 소개
연구협력 논의 (2016.11.23)	- KISTI와 양해각서 변경체결을 위한 연구협력 사항 논의 · KISTI의 슈퍼컴퓨터를 활용한 실험수행 연계가능성 논의 · KREONET사용료 지속 면제방안 논의
연구활용 실적/계획 보고서	- 16년도 KREONET이용관련 연구 활용결과 보고서 및 활용실적 제출 - 17년도 KREONET 연구활용 계획서 제출

[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 통합 CI시스템 구축(분석/설계/구현 단계)

○ 통합 CI시스템의 성공적 구축을 위하여 구축사업 관리자문 및 기술자문을 위한 PMO운영 및 산출물 품질 향상을 위해 3단계 감리를 추진



구분		주요 역할
운영원	연구책임자	· 최상위 수준에서의 최종 의사결정, 사업에 필요자원 제공
	정보시스템 연구실	· 통합CI시스템 구축 총괄 및 용역별 사업관리 · 업무영역별 IT관점에서 요구사항 구체화, 설계검증, 테스트 수행 · 용역별 진도관리, 이해관계자 의사소통관리, 위험관리 등 수행 · 용역별 산출물 최종검토
	자문위원	· 사업추진관련 자문 및 주요 의사결정사항 검토
	실무TFT	· 업무별 업무프로세스 제도화 · 업무영역별 업무 프로세스 검토 · 세부 기능 요구사항 제시 및 구현 결과 검증 확인
	사용자그룹	· 사용자 입장에서의 요구사항 및 의견 제시
PMO 사업자		· 사업에 대한 단계별 사업관리 및 기술 등 사업관리 지원 · 일정 및 진도관리, 변경관리, 프로젝트 진행상의 이슈 등 모니터링 · 산출물 검토, 품질관리지원, 성과관리 방안제시, 검사 등
구축 사업자		· 통합CI시스템 구축
감리 사업자		· 통합CI시스템 용역 3단계(분석, 설계,종료) 감리 수행

<통합CI시스템 구축 추진체계 및 주요역할>

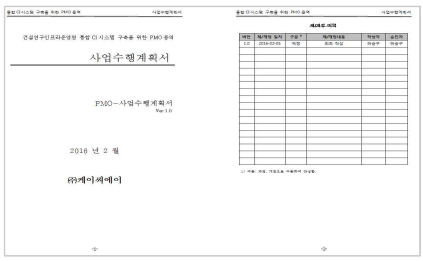
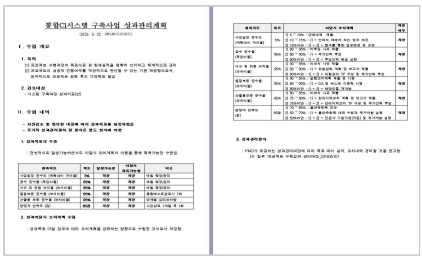
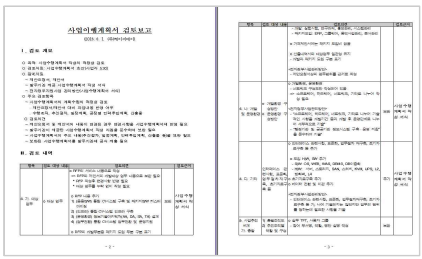
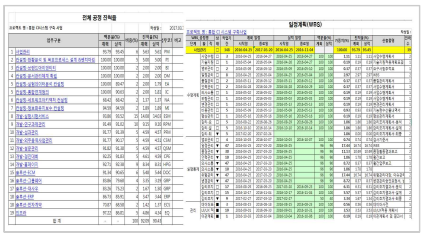
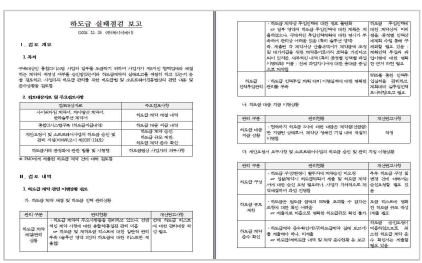
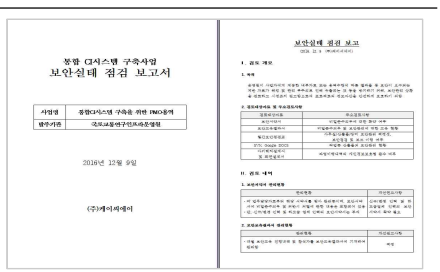
① 구축사업의 위험을 예방하고 품질을 향상시키기 위한 PMO(Project Management Office) 운영

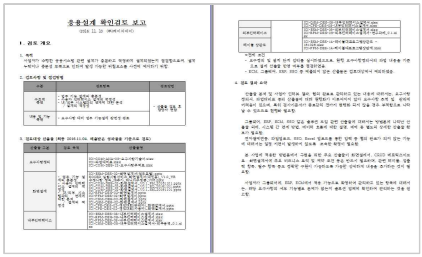
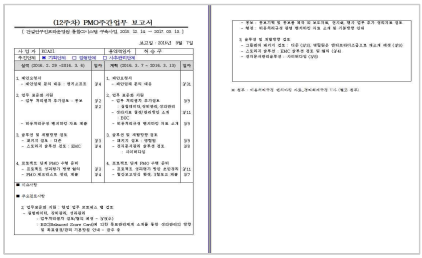
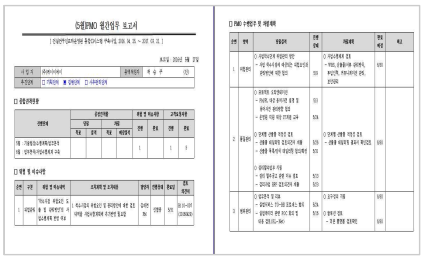
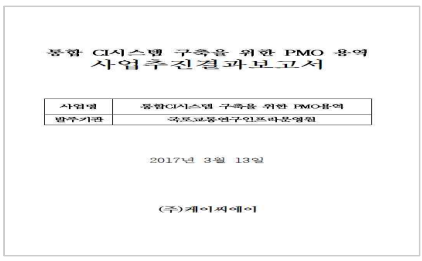
◦ 분석,설계,구현 단계의 PMO운영

- 통합 CI시스템은 표준화 되지 않은 실험서비스업무 및 다양한 이해관계자의 구성으로 위험발생 가능이 높아 요구사항 및 변경관리, 위험관리, 의사소통관리, 품질관리를 중심으로 운영함

지원 분야		PMO조직 지원사항
사업관리		· 사업 진행상황 모니터링, 검토 및 조정지원 · 과업 변경영향 분석 및 대안 제시 · 이해관계자 의견 반영여부 점검 및 조치사항 지시 · 요구사항 분석내용의 점검 및 추적관리 지원 · 투입인력 계획의 준수여부 점검 및 인력변경 적정성 점검 지원 · 본사업에 영향을 미치는 각종 위험 식별, 위험별 원인 및 특징 등의 분석사항 검토지원 · 구축사업 성과지표 개발 및 성과달성 평가 지원 · 자문을 요청한사항에 대한 검토하고, 판단을 위한 근거자료 및 대안 제시
기술	응용시스템	· 현행 업무기능 및 기능정의 내역 검토 · 조정 지원 · 기능 설계, 화면 설계, 내외부 시스템 인터페이스 설계 등 분석/설계단계의 응용시스템 기술 검토 및 조정지원 · 개발표준 준수여부, 기능 구현결과, 단위시험 결과 등 구현단계 응용시스템 기술 검토 및 조정 지원
	데이터베이스	· 현행 업무관련 데이터 분석, 데이터 요구사항 정의 내역, 데이터 모델링 정의 등 분석 단계의 데이터베이스 기술검토 및 조정 지원 · 데이터베이스 테이블 설계, 데이터베이스 성능설계, 데이터 백업 및 복구대책,초기 데이터 구축 및 기존 데이터 전환 계획 등 설계단계 데이터베이스 기술검토 및 조정 지원 · 데이터베이스 구현 결과 등 구현단계 데이터베이스 기술 검토 및 조정 지원
	아키텍처	· 현행 시스템 분석, 아키텍처 요구사항 정의, 기술적용계획표 등 분석단계 아키텍처 기술 검토 및 조정 지원 · 아키텍처 설계, 시스템 설치 및 검증계획, 그밖에 설계단계 아키텍처 기술 검토 및 조정 지원 · 시스템 도입 및 설치, 시스템 구성요소 검증, 시스템 시험 계획 등 구현단계 아키텍처 기술 검토 및 조정 지원
	보안	· 보안 요구사항 정의,보안 분석 결과 등 분석단계 보안 기술 검토 및 조정 지원 · 보안 설계 및 구현 결과 등 설계/구현단계보안 기술 검토 및 조정 지원

◦ 분석,설계,구현 단계의 PMO운영 결과

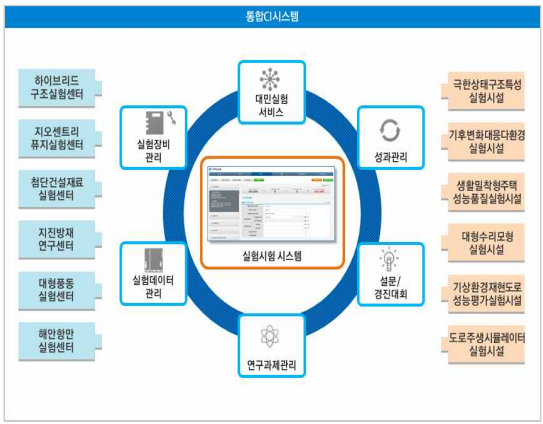
단계	산출물명	산출물 내용	산출물
착수	수행계획서	PMO사업의 수행전반에 관한 계획	
실행	성과관리계획(결과) 보고서	본사업 성과관리계획 제시 및 성과관리결과에 대한 검토보고	
	이행계획수립(검토) 보고서	본사업 이행계획에 대한 검토보고	
	WBS	본사업 수행일정 작성자료	
	위험/이슈추적관리 보고서	본사업 위험 및 이슈에 대한 추적, 대책이행에 대한 검토보고	
	하도급실태 점검보고서	하도급 관리현황에 대한 실태점검보고서	
	보안실태 점검보고서	본사업 보안현황에 대한 검토보고	

단계	산출물명	산출물 내용	산출물
	품질 검토보고서	본사업 산출물 품질에 대한 검토보고	
	PMO검토의견서/ 기타 활동자료	사업관리 각 영역별 PMO 검토의견	
	주간 업무보고서	주간 PMO 업무 수행실적 및 계획 보고	
	월간 업무보고서	월간 PMO 업무 수행실적 및 계획 보고	
종료	PMO사업 추진결과보고서	PMO사업 추진결과에 대한 최종보고서	

② 통합 CI시스템 구축을 위한 분석/설계/구현 단계 진행

◦ 통합 CI시스템 시스템 구성

- 통합 CI시스템은 국토교통대형실험시설 공동활용 및 실험서비스 업무효율을 위하여 실험서비스(실험행정관리, 실험장비관리, 실험성과관리) 및 업무지원서비스(연구과제관리 등)의 기능을 제공





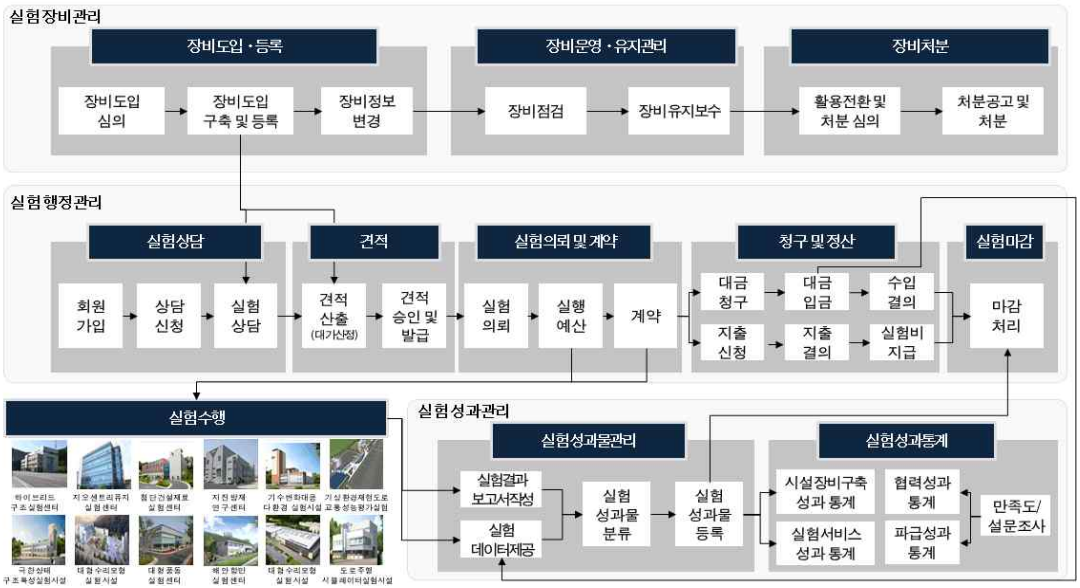
◦ 응용시스템

- 국토교통대형실험시설 운영시 필요한 서비스들을 실험행정관리, 실험장비관리, 실험성과관리로 구성하여 실험서비스 기능을 제공함

· (실험행정관리) 실험 수행시 발생하는 행정업무(상담, 견적, 접수/계약, 청구/정산) 처리 및 관리 기능 제공

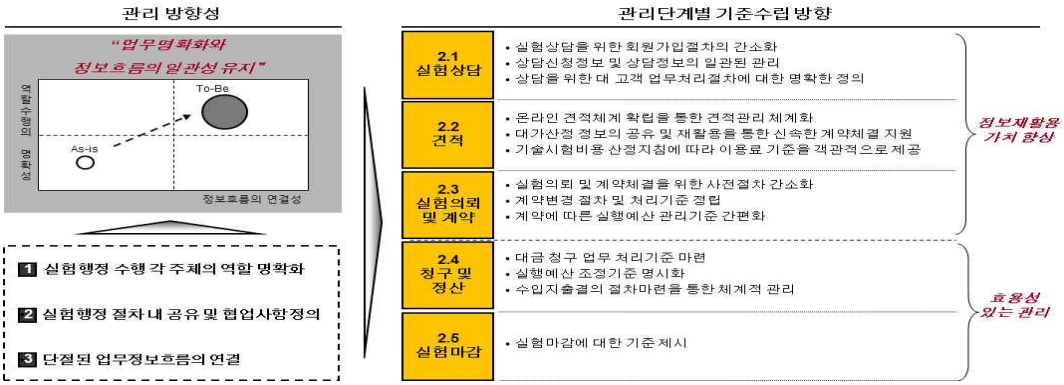
· (실험성과관리) 실험사례 공유 및 실험데이터 관리 기능과 운영성과통계 조회 기능 제공

· (실험장비관리) 시설 · 장비 운영중심의 장비상태현황, 장비운영사항, 유지보수 관리 기능 제공



<실험서비스 관련 메가프로세스>

- 실험행정관리는 실험상담, 견적, 실험의뢰 및 계약, 청구 및 정산, 실험마감의 단계별로 관리하며, 업무명확화와 정보흐름의 일관성 유지를 통해 정보재활용 가치 향상 및 효용성 있는 관리 기능을 설계/구현함

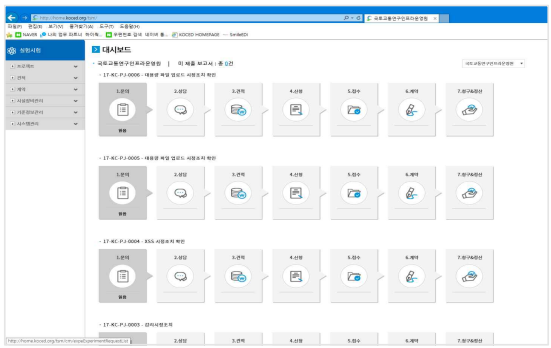


· 실험서비스는 사용자와 관리자 메뉴로 구성

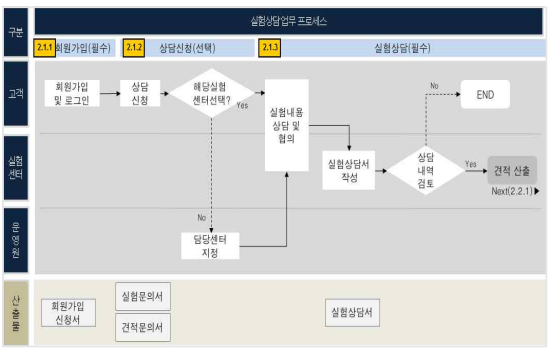


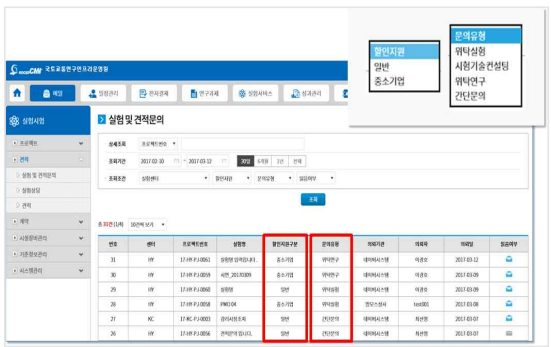
· 실험시설이용신청은 http://kziw.koced.or.kr을 통하여 할 수 있으며 실험시설관리자는 업무포털 메인에서는 센터별 프로젝트 현황의 시각화를 통해 한눈에 업무 담당자의 업무확인이 가능하도록 구현



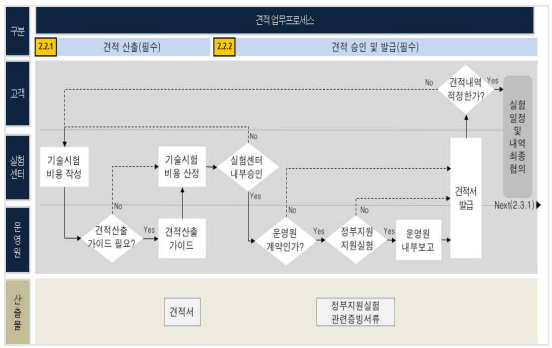


· 실험의뢰자로부터 실험시설이용 실험 및 견적문의가 들어오면 실험센터 담당자들은 상담을 통해 견적산출 하도록 구현



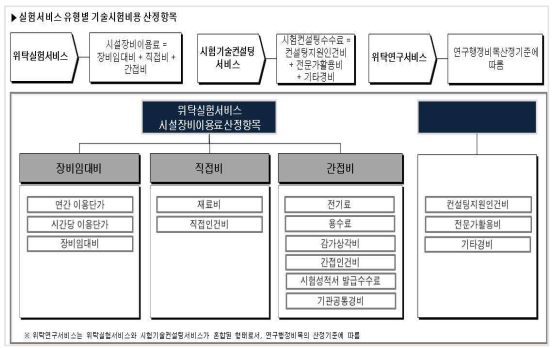


· 실험의뢰자로부터 실험시설이용 실험 및 견적문의가 들어오면 실험센터 담당자들은 상담을 통해 견적산출 하도록 구현



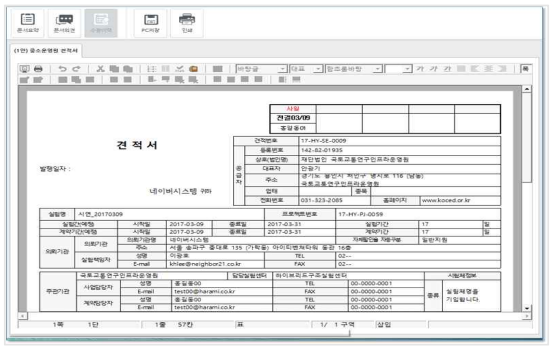


· 견적은 국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침에 따라 견적을 작성하는 바, 위탁실험서비스는 시설장비이용료를 산정하고 시험기술컨설팅서비스는 시험컨설팅수수료를 각각 산정함

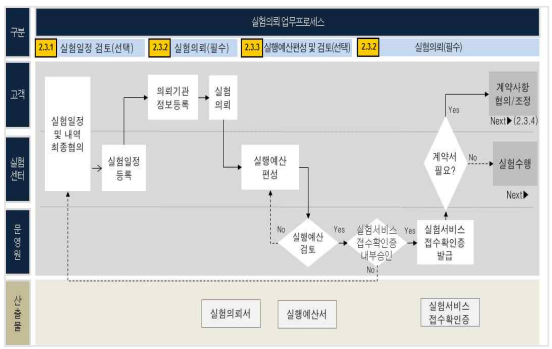




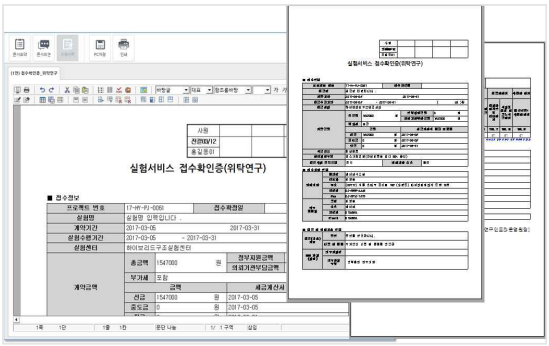




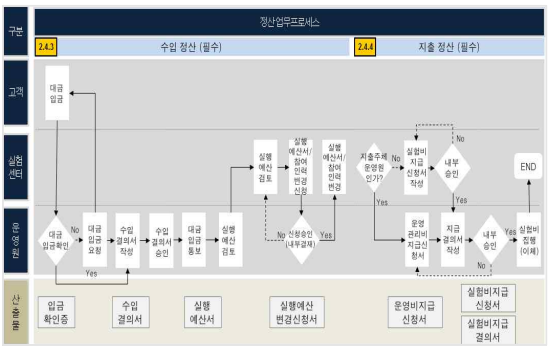
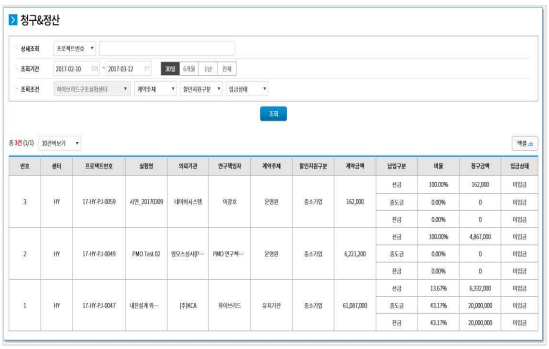
· 실험의뢰자는 견적서 확인 후 실험일정에 대해 실험의뢰기관과 최종 협의/확정을 하고,실험의뢰자의 실험신청을 확인한 후 실행예산을 편성하고 실험서비스 접수 확인증을 내부승인 받아 발급하는 기능 구현 (계약서가 필요한 경우 전자계약 가능)

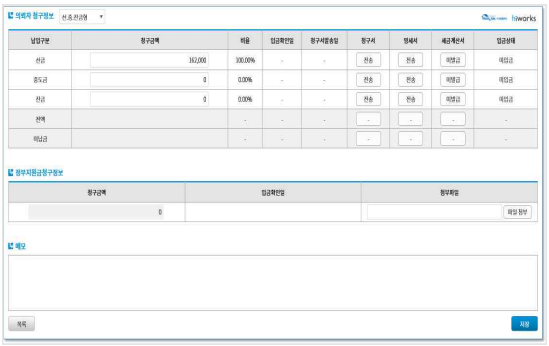




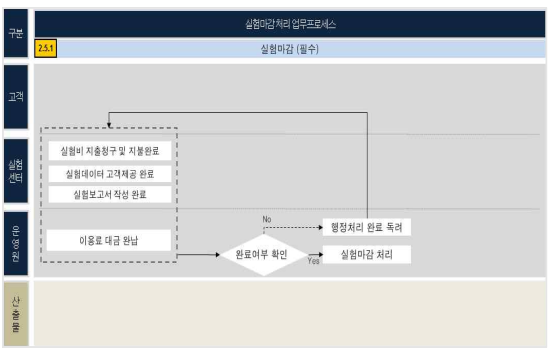
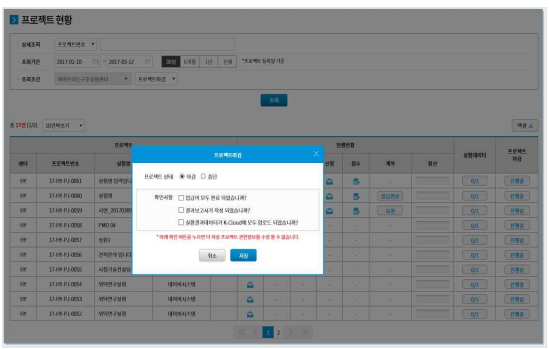



· 실험의뢰자와 계약체결 및 실험완료 후 운영원 계약담당자는 의뢰기관담당자와 대금청구하고 실험의뢰자가 실험비를 입금을 한 경우 수입결의서가 결재난 경우 납입구분 별 입금확인 조회기능 구현

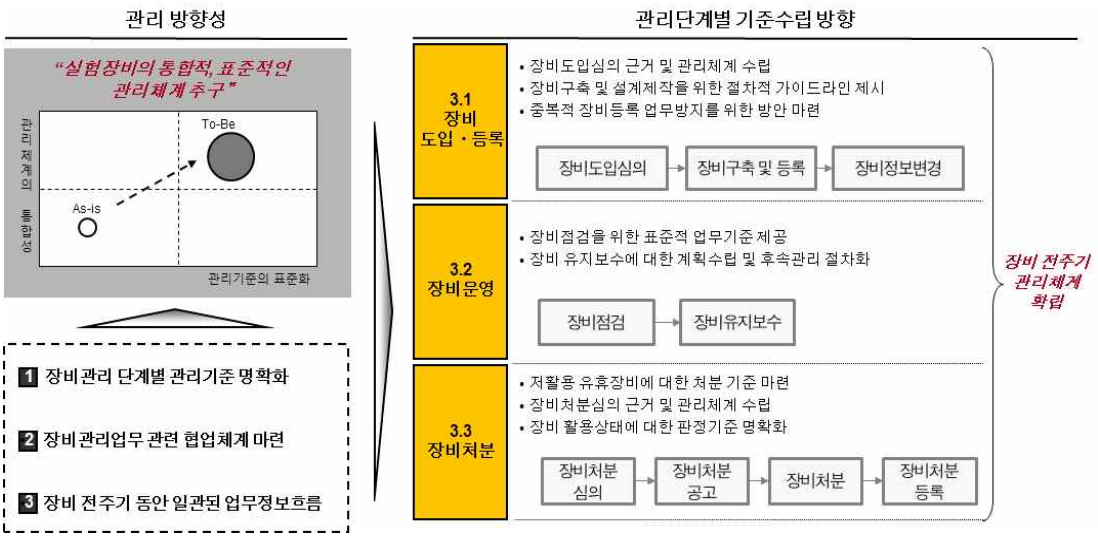





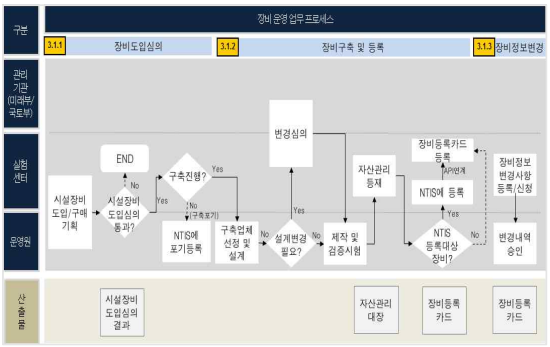
· 실험이 실질적으로 종료되었으나 대금 및 데이터 측면에서 완료처리되지 못한 건이 있는 경우, 행정관리의 마무리와 성과관리 기준의 명확화를 위해 프로젝트 마감처리 기능구현

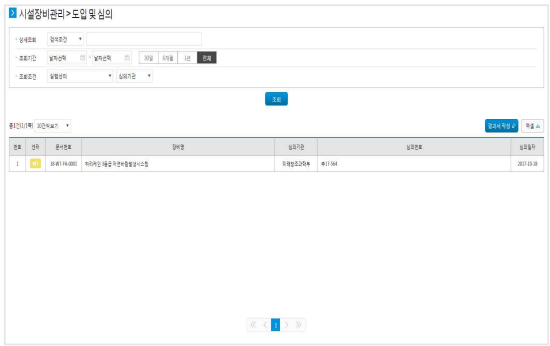



- 실험장비관리는 장비등록, 장비운영, 장비처분의 단계별로 관리하며, 장비의 도입부터 처분에 이르는 전주기를 통합관리하는 기능을 설계/구현함

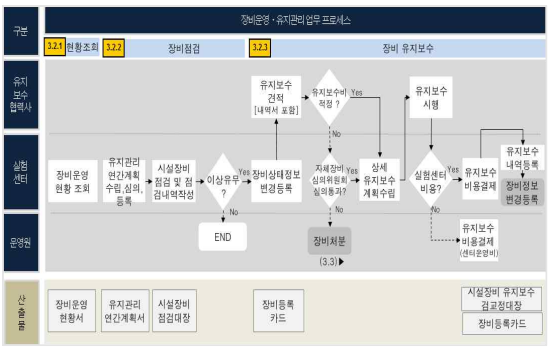


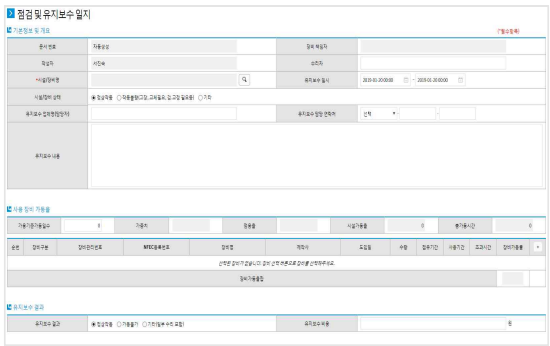
· 장비도입은 심의를 거친 결과를 등록하고, 장비구축 및 제작 후 기술검수 및 검증시험을 완료한 구축된 장비를 NTIS에 등록하고 이를 연계하여 장비등록카드에 등록하는 기능구현





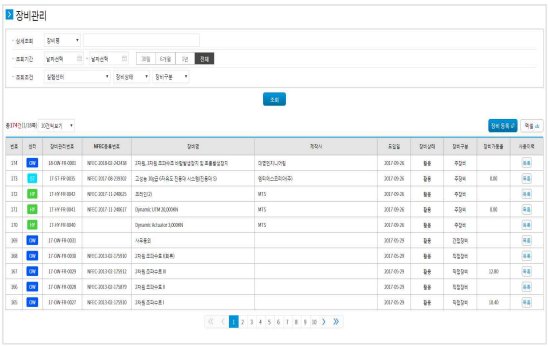
· 실험센터는 장비의 운영현황을 조회하면서 장비점검을 통해 이상유무를 확인하고, 이상발생시 유지보수 및 교정을 실시하며 유지보수에 따른 장비정보 변경사항을 장비등록카드에 변경등록 하는 기능구현



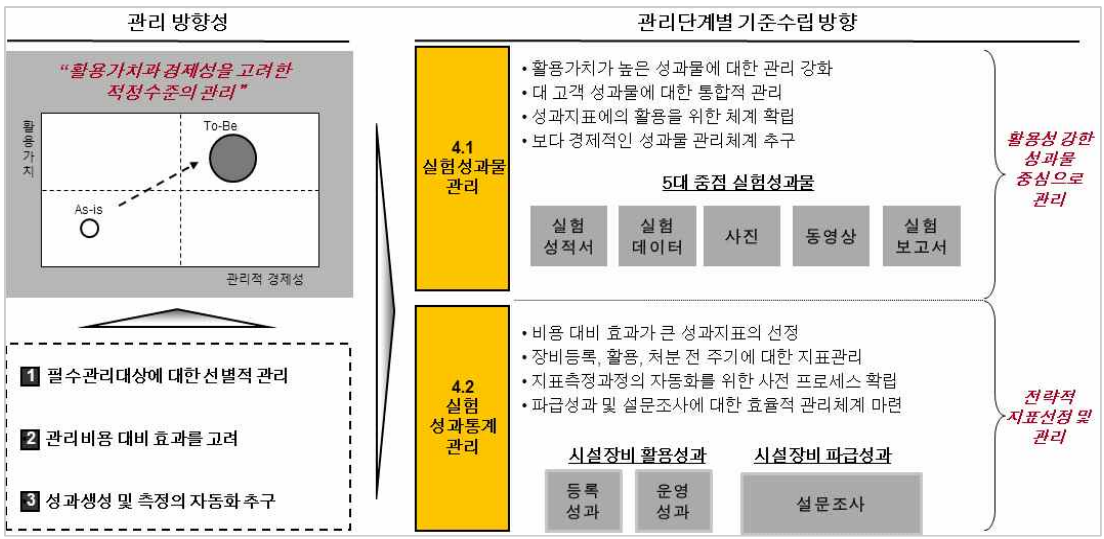


· 시설장비 점검 결과 시설장비의 불용처분이 필요한 경우, 불용처분 신청과 심의, 공고를 거쳐 무상양여, 매각, 해체, 폐기 등의 불용처분을 하며 그 내역을 등록하는 기능구현



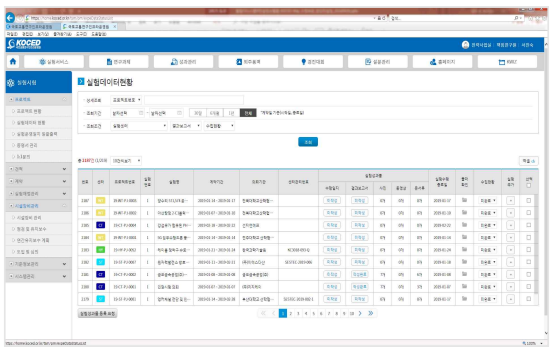


· 실험성과관리는 실험행정 및 실험장비관리의 각 단계에서 생성하는 실험결과물 및 통계자료를 관리하는 것으로서 대 고객서비스와 내부 활용시 효용가치가 있으면서도 관리적 경제성이 있는 성과를 관리하는 기능을 설계/구현함

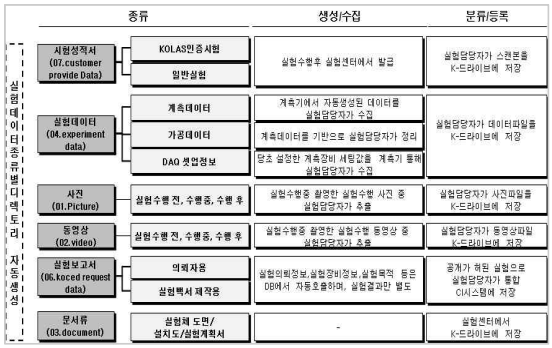


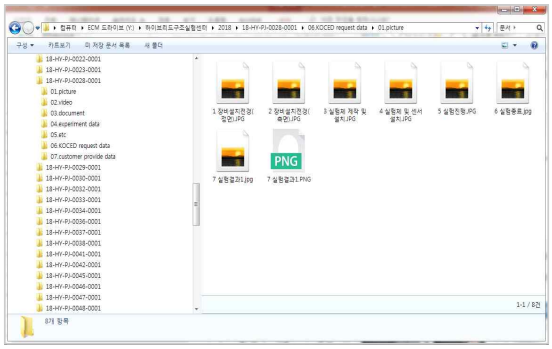
· 실험성과물은 산출된 실험데이터 중 공개적으로 활용 가능한 가치를 지니는 기록이나 자료를 의미하며 실험데이터 현황관리 기능을 구현하여 실험성과물을 관리함





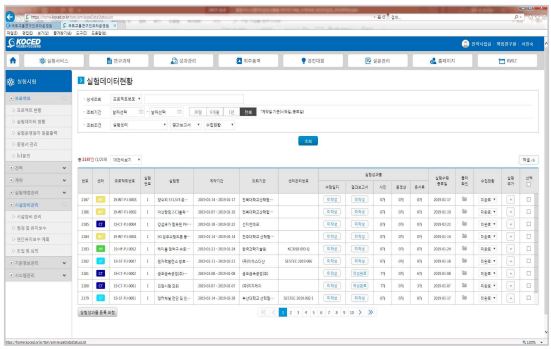
· 실험데이터는 국토교통 대형실험시설에서 수행하는 실험 및 시험의 과정과 활동을 통해 산출되는 모든 자료(사진, 동양상, 보고서, 계측데이터 등)를 의미하여 실험데이터는 가상드라이브 기반의 데이터관리 시스템에 의하여 관리되도록 기능 구현





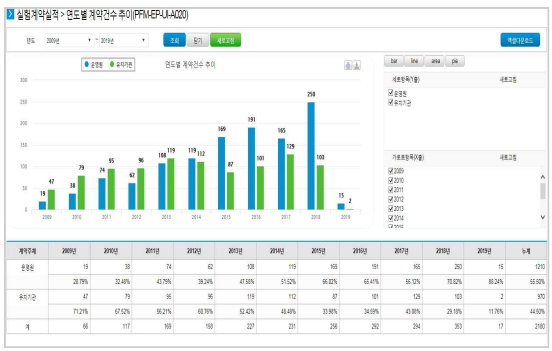
· 실험담당자는 실험수행중 촬영과 실험수행관리대장을 작성하고, 실험완료후에는 고객에게 실험성과물 제공 및 실험결과보고서 공개를 위한 실험데이터 관리 기능 구현

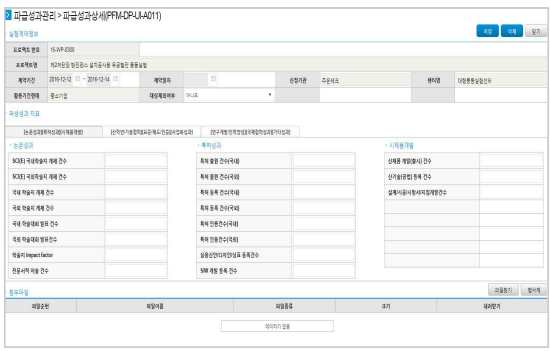




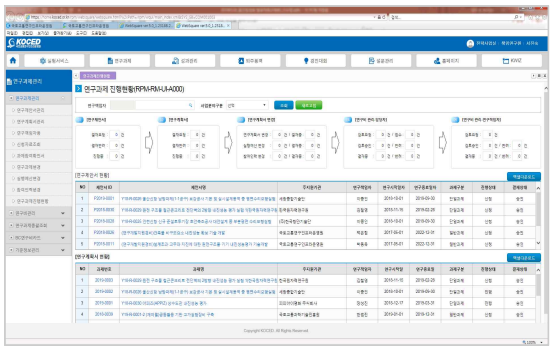
· 실험성과통계관리는 시설장비의 등록과 운영에 관한 종합적인 활용성과와 시설장비 활용고객이 얻게 되는 파급성과로 구분하여 관리하도록 기능구현

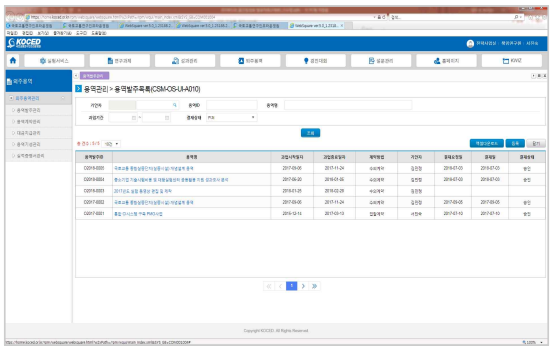


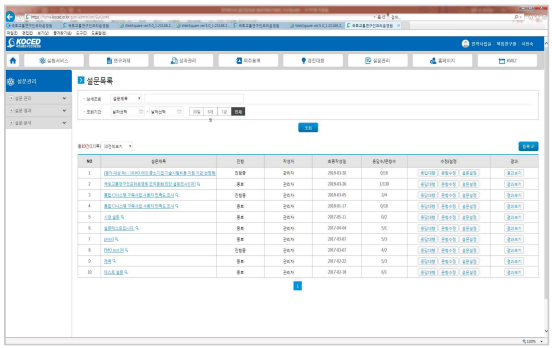


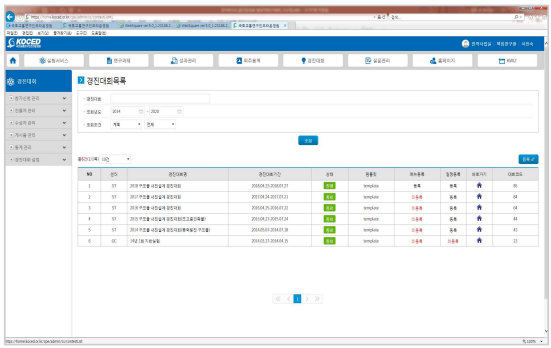


· 실험서비스 관리기능을 지원하기 위한 연구과제관리, 설문관리, 외주용역관리, 경진대회 관리 등의 기능을 구현함





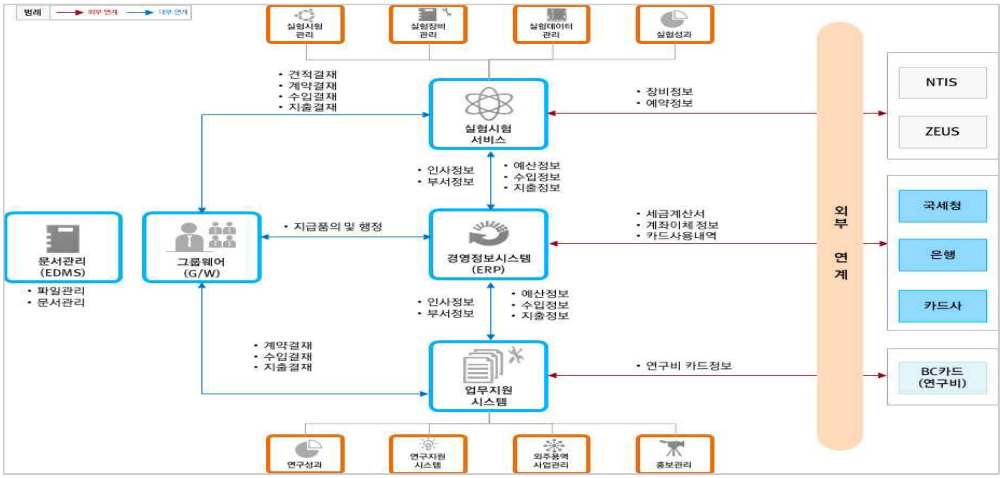




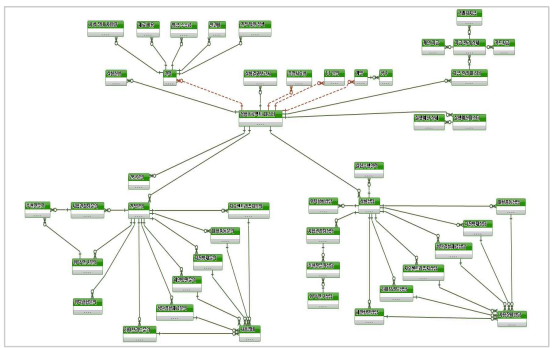
◦ 데이터베이스

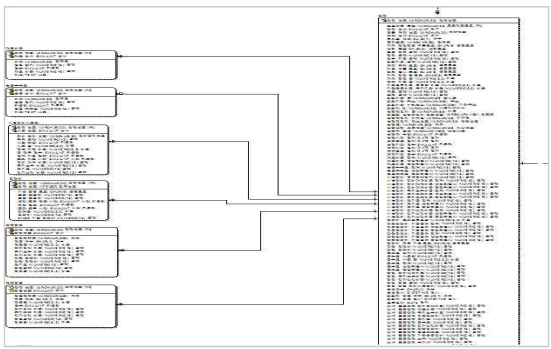
- 실험서비스 관련 데이터 흐름을 정의하고 테이블 설계(ERD) 및 물리적 구현을 진행함

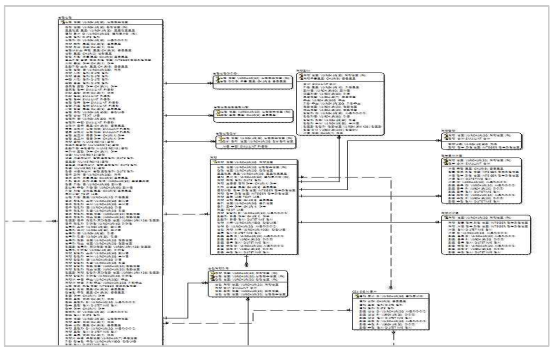
· 데이터 흐름도

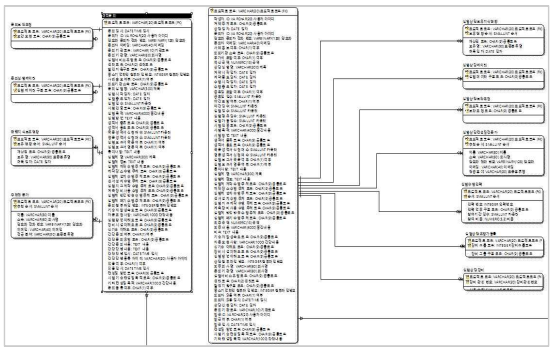


· 데이터 구성도(ERD)



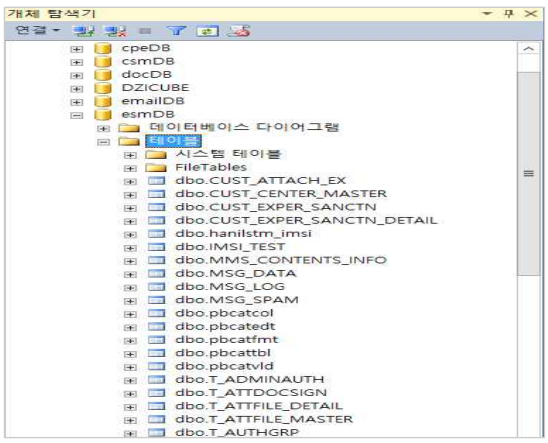






· 데이터베이스 물리적 구현

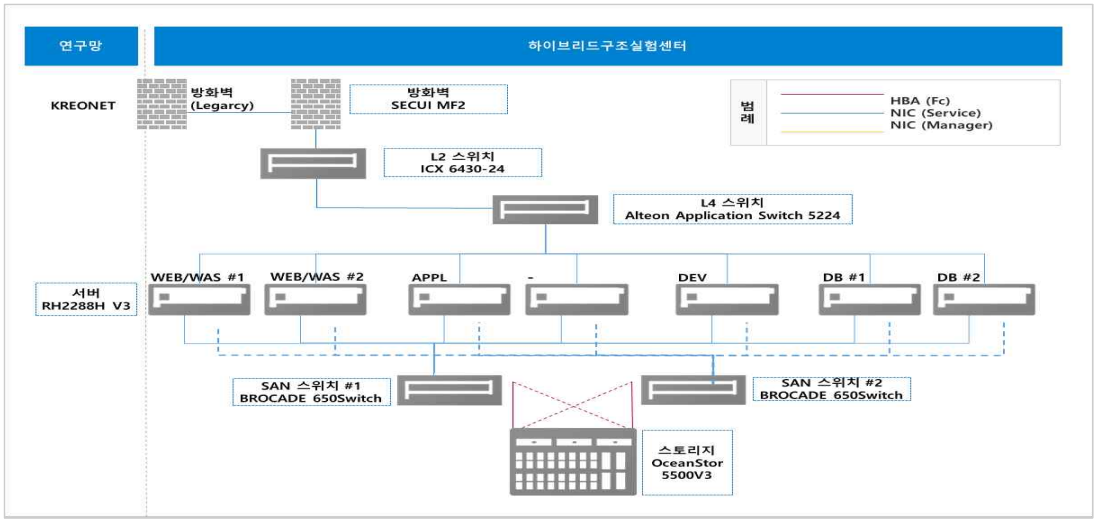
시스템명	DB명
홈페이지	esmDB
실험서비스관리	esmDB
대민실험서비스	esmDB
그룹웨어	grpDB
연구과제관리	rpmDB
성과관리	pfmDB
외주용역사업관리	csmDB
설문관리	qsmDB
경진대회	cpeDB
ECM	docDB



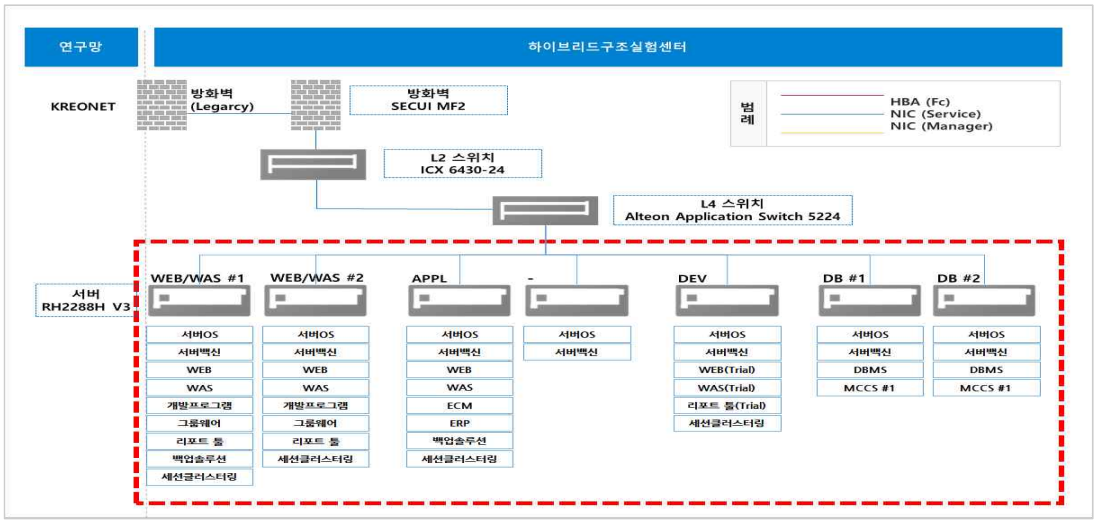
◦ 인프라

- 시스템 도입계획 및 설계에 따라 장비 · 시스템 · 각종 소프트웨어 등을 도입 · 설치

· 네트워크 구성 및 하드웨어 구성



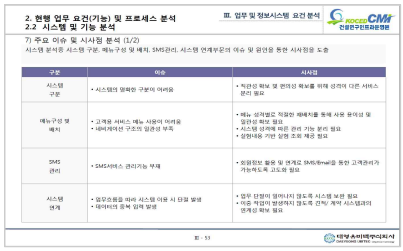
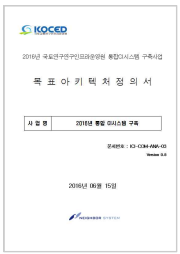
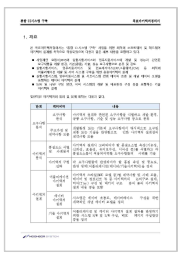
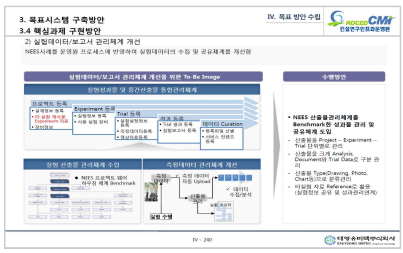
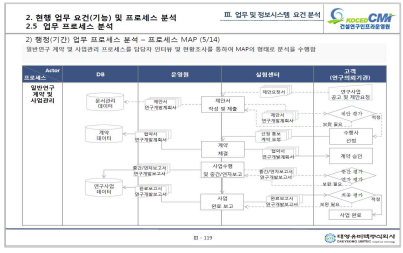
· 시스템 소프트웨어 구성

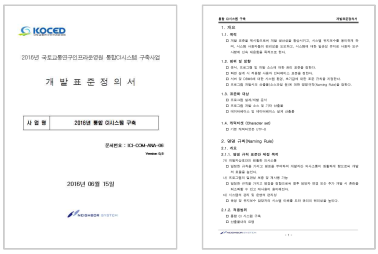
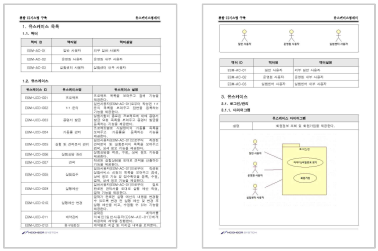
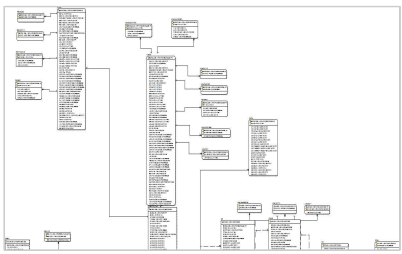
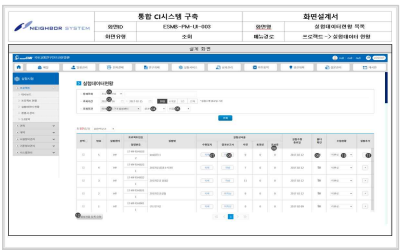
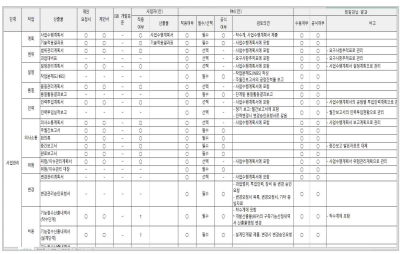
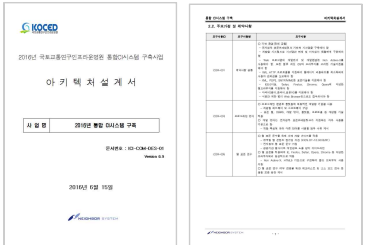


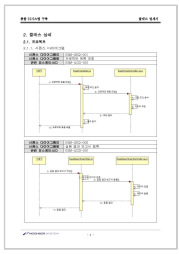
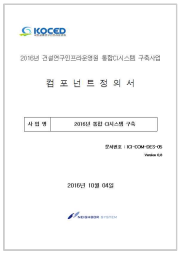
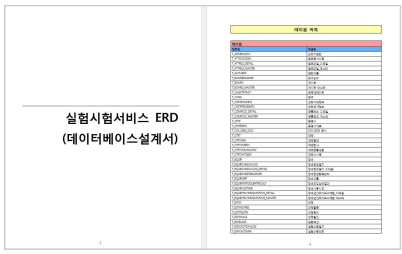
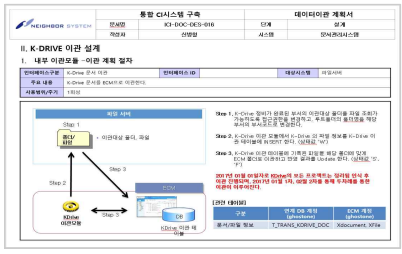
· 스토리지 구성

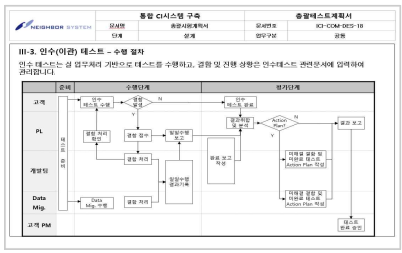
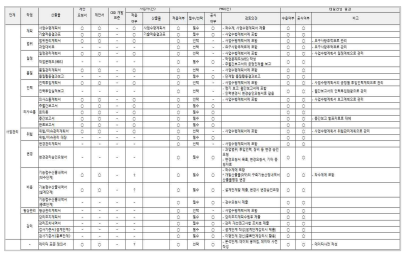
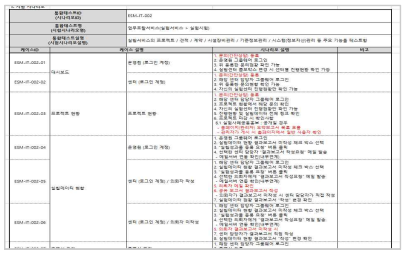
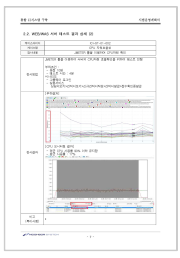
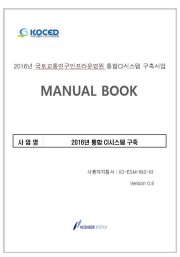
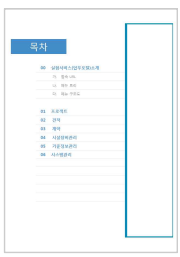
구분	RAID 방식/총용량	파티션	비고
WEB/WAS	RAID 1	200G : OS	900G*1
	900G	700G : DATA	
DB	RAID 5	200G : OS	900G*5
	3.6T	3.4T : DATA	
Storage (SAN)	RAID 6	100T : 실험데이터	6T*28
	100T		

◦ 분석,설계,구현 단계별 산출물

단계	작업	산출물	
분석	현행분석	현행업무분석서* (PI/ISMP자료 활용)	
	요구사항 정의	인터뷰 계획서 인터뷰 결과서 요구사항정의서	
	GAP분석	GAP분석서	 
	아키텍처정의	목표아키텍처정의서	 
	기능분석	개선업무절차서* 응용기능정의서* 응용기능차트/분할도* (PI/ISMP자료 활용)	
	비즈니스모델링	비즈니스프로세스흐름도* (PI/ISMP자료 활용)	

단계	작업		산출물	
설계	개발표준수립		개발표준정의서 용어사전정의서	
	유스케이스 모델정의		유스케이스다이어그램 유스케이스정의서	
	데이터정의		논리데이터정의서	
	화면정의 (UI 모델링)		- 화면정의서(레이아웃정의) - 화면목록(분석) - 화면흐름도 - 화면 Prototype	
	단계말 검토		요구사항추적표 산출물검토결과서	
	아키텍처 설계		아키텍처설계서	
	어플리케이션 설계	화면 설계	메뉴구조도 화면설계서 통계/보고서설계서	

단계	작업	산출물	
	클래스 설계	시퀀스다이어그램 클래스정의서	 
	컴포넌트 설계	컴포넌트정의서 컴포넌트테이블매트릭스	 
	프로그램 설계	프로그램목록 프로그램사양서 구축기능산정내역서 개발 가이드	
	인터페이스 설계	인터페이스 설계서	
	데이터 설계	데이터베이스 설계서	
		테이블 대 프로그램 상관도 데이터코드정의서	
		데이터전환 및 초기데이터 설계서 전자문서목록 전자문서설계서	

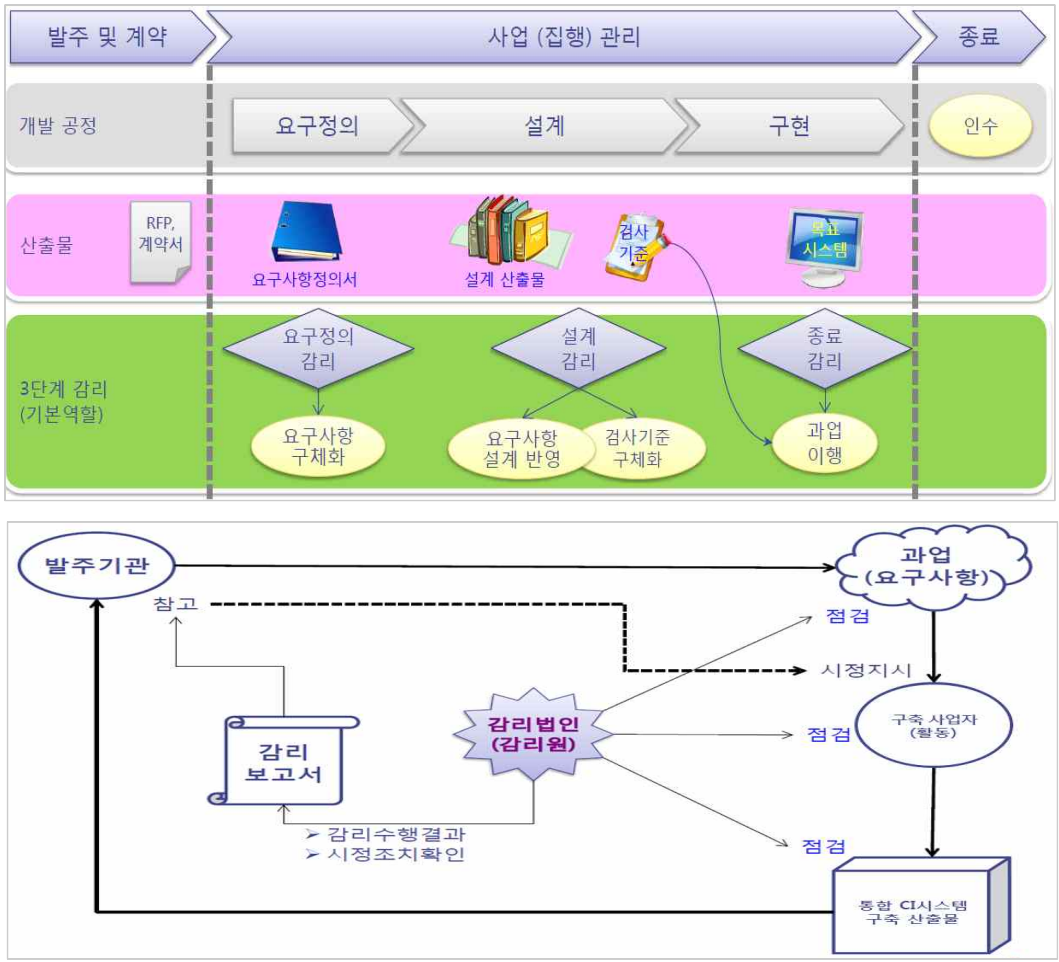
단계	작업	산출물	
개발	테스트계획 수립	총괄시험계획서 단위/통합 테스트계획서 통합테스트계획서 시스템테스트계획서 인수테스트계획서	
	단계말검토	산출물검토결과서	
	프로그래밍	프로그램코드 데이터베이스 테이블	
	단위테스트	단위테스트결과서	
테스트	통합테스트	통합테스트결과서	
	시스템테스트	시스템테스트결과서	 
이행	사용자교육	사용자지침서	 

③ 통합 CI시스템의 효과성 향상 및 안정성 확보를 위한 감리 시행

◦ 제3자의 관점에서 종합적으로 점검하고 문제점을 개선하도록 3단계 감리(요구정의/설계/종료)시행

- 감리는 구축단계별 종료이후 작성된 산출물에 따라 이행여부를 점검하여 구축목적에 맞게 잘 만들고 활용될 수 있도록 지원함

감리단계	수행시점	수행방법
요구정의	분석단계 완료	예비조사 및 감리계획 수립, 착수회의, 현장감리, 종료회의, 시정조치 확인
설계	설계단계 완료	
종료	통합시험 이후	

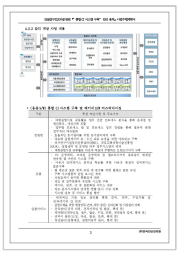


<감리시행 프로세스>

◦ 주요 추진일정

- (`17.05.24)통합 CI시스템 구축 감리 입찰공고 (나라장터 및 기관 홈페이지)
- (`17.06.28)통합 CI시스템 구축 감리 제안평가 (기술평가:90점, 가격:10점)
- (`17.05.24)통합 CI시스템 구축 감리 기술협상 및 계약체결
- (`17.10.11) 요구정의감리 (분석산출물 점검 및 시정조치 확인)
- (`17.11.17) 설계감리 (설계산출물 점검 및 시정조치 확인)
- (`18.03.21) 종료감리 (구축산축물 점검 및 시종조치 확인)

◦ 감리시행 결과물

단계	작업	산출물
착수	감리사업 수행계획서 작성	 
요구분석 단계	감리 계획서	
	감리 수행 결과보고서	
	시정조치 확인 보고서	
	감리 업무일지	
설계단계	감리 계획서	
	감리 수행 결과보고서	
	시정조치 확인 보고서	
	감리 업무일지	
종료단계	감리 계획서	
	감리 수행 결과보고서	
	시정조치 확인 보고서	
	감리 업무일지	
기술진단	웹접근성 진단	
	소스코드 보안 진단	
	데이터품질 진단	

◦ 주요 감리 시정조치사항 확인결과

- 종료단계 감리 시정조치결과서와 시정조치결과 산출물들의 적정성 여부를 확인

· 종료 단계 감리결과 전체 8건의 개선권고사항 모두 적정하게 시정 조치되었으며, 기능 및 비기능 요구사항 관련 '부적합' 60건은 적정하게 시정 조치됨

<통합 CI시스템 감리 종료단계 시정조치 점검현황표>

과업 유형	요구사항 분류	재 점검 건수	완료여부		점검 범위	점검 건수	점검결과		비고
			완료	진행 중			적합	부 적합	
기능	공통	0			전수				
	실험시험서비스	23	23	0	전수	23	23	0	포본제 외 :70개
	연구관리	0			전수				
	성과관리	0			전수				
	외주용역	0			전수				
	홍보관리	4	4	0	전수	4	4	0	
	문서관리	0			전수				
	ERP(인사급여, 회계, 구매, 자산), 정보자산	1	1	0	전수	1	1	0	
	그룹웨어	0			전수				
	소계	28	28	0		28	28	0	
비기능	공통	2	2		전수	2	2	0	
	컨설팅(문서관리체계)	2	2		전수	2	2	0	
	문서관리	0			전수				
	데이터	1	1	0	전수	1	1	0	
	테스트 요구사항(단위테스트~ 벤치마크테스트)	3	3	0	전수	3	3	0	
	보안	4	4		전수	4	4	0	
	성능	1	1	0	전수	1	1	0	
	품질	0			전수				
	인터페이스	2	2		전수	2	2	0	
	프로젝트 관리	0			전수				
	프로젝트 지원	10	10	0	전수	10	10	0	
	제약사항 (개발 표준화)	5	5		전수	5	5	0	
	시스템 장비 구성	2	2		전수	2	2	0	
	소계	32	32	0		32	32	0	
총계		60	60	0		60	60	0	

· 주요 개선권고사항(8건)

개선권고사항	조치결과 확인		
	조치 현황	검토의견	검토 결과
< 사업관리 및 품질보증활동>			
(1) 사업기간 내에 잔여작업을 조속히 완료하여 검수에 철저히 대비하여야 하고, 설정된 품질목표 달성 여부를 평가하기 위한 품질측정 활동이 필요함	조치 완료	사업기간 내 WBS의 공정은 완료하였고 품질측정을 통한 품질목표 달성 여부를 평가하여 품질점검결과서를 제출을 완료함 (산출물:품질점검결과서)	적정
(2) 기술이전과 운용능력의 제고 차원에서 사용자, 운영자를 위한 교육계획 및 안정화기간 동안의 시스템 운영지원을 위한 하자보수계획 수립이 필요함	조치 완료	기술이전 및 활용능력을 제고하기 위해 사용자, 운영자에 대한 교육계획 수립하고 교육을 실시하고 하자보수 및 유지보수 계획을 수립을 완료함 (산출물:ICI-PA-30-하자보수및유지보수계획서)	적정

개선권고사항	조치결과 확인		
	조치 현황	검토의견	검토 결과
< 응용시스템>			
[공통, 실험시험서비스 등] (1) 일부 기능오류 및 개선사항을 보완하고, 외부 시스템 연계 관련 요구사항을 재검토한 후, 이를 기준으로 연계 기능 점검이 필요함	조치 완료	기능오류 및 개선사항을 보완하고 외부 시스템 연계 관련 요구사항에 대하여 연계 기능을 점검하여 조치함 (산출물:ICI-PI-24-감리조치내역서-종료)	적정
[성과관리, ECM, ERP, G/W 등] (2) 단위업무시스템별 내·외부 연계/연동 관련의 통합테스트를 충분하게 실시하고 결함관리 내역을 결함관리대장에 기록하여야 하며, 업무별 사용자지침서를 누락 없이 없어야 함	조치 완료	내·외부 인터페이스설계서의 목록에 기술한 단위업무시스템별 내·외부 연계/연동 관련의 통합테스트 재실시하고 결함내역을 조치함 (산출물:ICI-DOC-TES-01-통합테스트명세서, ICI-ERP-DES-08-내부인터페이스설계서, ICI-ESM-INS-01-사용자지침서)	적정
< 데이터베이스>			
(1) 데이터터베이스 설계서와 데이터베이스 구현이 일부 불일치 하여 일관성을 확보하여야 하고, 데이터베이스 안정적 운영을 위한 데이터베이스 백업 운영 방법을 구체적으로 제시하여야 함	조치 완료	데이터베이스 설계 관련한 ERD와 데이터베이스설계서를 구현한 DB와 일치하도록 현행화하였으며 데이터베이스 백업 및 복구방안을 수립함 (산출물:ICI-CPE-DES-11-데이터베이스설계서, ICI-CPE-DES-13-물리ERD, ICI-PB-31-백업및복구방안계획서)	적정
< 시스템 아키텍처 및 보안>			
(1) 제품과 같이 제공되어야 하는 문서 중 누락된 것이 있으므로, 이를 제출하여야 함	조치 완료	H/W 및 S/W 관련하여 납품 증빙 자료를 보완 제출함	적정
(2) 산출물의 내용중 누락된 부분 및 수정이 필요한 부분을 보완하여야 함	조치 완료	아키텍처설계서에 작성된 접속계정 관련 암호삭제 및 Rack구성도를 작성함 (산출물:ICI-COM-DES-01-아키텍처설계서)	적정
(3) 연계 관련 일부 오류 기능을 완료하여야 함	조치 완료	전자결재시스템과 내부시스템와 연계오류 사항을 시정조치함	적정

· 세부 부적합 사항 시정조치 결과 (60건)

3. 세부 점검 내역

가. 기능 요구사항

1) 공통

- 해당사항 없음

2) 실험시험서비스

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
ESM-0025	상담서 등록 (견적의뢰 - 상담관리)	- 상담서 등록 기능 정상동작하면 완료	완료	적합	[도표 붙임 1-2]	
ESM-0039	실험일정 조회 (일정관리 - 실험일정 관리)	- 견적의 일정 기능 정상동작하면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0040	실험일정 변경요청 (일정관리 - 실험일정 관리)	- 그룹웨어 변경요청관리 게시판 및 내부메일로 요청되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0041	실험일정 중복 알림 (일정관리 - 실험일정 관리)	- 실험일정 중복시에도 등록가능하고 중복 알림창 제공되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0042	실험 프로젝트 조회 (일정관리 - 실험일정 관리)	- 그룹웨어 캘린더에서 공유캘린더로 제공하면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0043	개인일정 관리 (일정관리 - 개인일정 관리)	- 공유캘린더 상에서 등록자가 수정/삭제 가능하면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0044	개인일정 중복 알림 (일정관리 - 개인일정 관리)	- 실험일정 중복 알림창 제공하면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0045	외부일정 관리시스템 연동 (일정관리 - 개인일정 관리)	- 그룹웨어 일정관리 설정화면에서 구글캘리더 계정 연동되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	

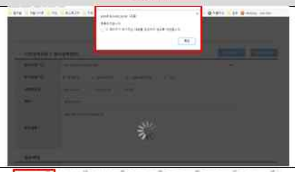
요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
	리)					
ESM-0046	구글캘린더 연계 (일정관리 - 개인일정 관리)	- 그룹웨어 일정관리 설정화면에서 구글캘리더 계정 연동되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0047	일정 공유 및 알림 설정 (일정관리 - 일정 환경설정)	그룹웨어 메인화면에 일정 도래일 확인되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0048	외부 일정 관리시스템 연계 설정 (일정관리 - 일정 환경설정)	- 그룹웨어 일정관리 설정화면에서 외부일정 관리시스템(구글캘린더 한정) 연계 설정 및 해제 되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0049	일정 유형별 색 지정 기능 (일정관리 - 일정 환경설정)	- 그룹웨어 일정관리 설정화면에서 색깔 지정되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0076	세금계산서 일정 알림 (실험서비스 예산수입지출 관리 - 실험비 수입관리)	그룹웨어 메인화면에 일정 도래일 확인되면 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0077	지출 신청 제한 (실험서비스 예산수입지출 관리 - 실험비 지출관리)	- 대시우 지출결의서 한도 통제 확인시 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0078	집행률 조회 (실험서비스 예산수입지출 관리 - 실험비 지출관리)	- 대시우 지출결의서 작성시 예산대비 집행금액 조회 확인시 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	
ESM-0079	한도초과 알림기능 (실험서비스 예산수입지	- 대시우 지출결의서 한도 초과에 대해 알림 확인시 완료	완료	적합	도표 붙임 1-2]	

붙임 1. 요구사항의 이행 점검결과 및 주요 증빙자료

가. 기능 요구사항 점검결과 및 주요 증빙자료

[도표 붙임 1-1] 공통

[도표 붙임 1-2] 실험시험서비스

요구사항 ID	증빙자료	점검결과
ESM-0025		[적합] -적정하게 조치됨
ESM-0039		[적합] -적정하게 조치됨
ESM-0040		[적합] -적정하게 조치됨

요구사항 ID	증빙자료	점검결과
ESM-0041		[적합] -적정하게 조치됨
ESM-0042		[적합] -적정하게 조치됨
ESM-0043		[적합] -적정하게 조치됨

· 세부 부적합 사항 시정조치 결과 (계속)

9) 그룹웨어

- 해당사항 없음

나. 비기능 요구사항

1) 공통

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
COM-0001	PC 운영체제 및 웹브라우저 종속성 배제 (일반구성)	'웹표준 및 웹 호환성 체크 결과	완료	적합	[도표 붙임 2-1]	
COM-0013	웹 표준 및 웹 접근성	- 전자정부서비스 호환성 준수지침(행정자치부 고시 제 2014-1호)에 따른 웹표준 및 호환성 준수 - 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.1(TTAK.OT-10.0003/R2) 준수	완료	적합	[도표 붙임 2-1]	

2) 컨설팅

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
CUR-0005-0001	네트워크 아키텍처 컨설팅 (적정 네트워크 가이드)	통합 네트워크 아키텍처 제시 여부 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-2]	
CUR-0005-0002	네트워크 아키텍처 컨설팅 (적정 네트워크 가이드)	네트워크 구성 및 적정성 평가 여부 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-2]	

3) 문서관리

- 해당사항 없음

4) 데이터

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
DAT-0009-0004	데이터 이행	데이터 검증 및 서비스 화면 검증 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-4]	

5) 테스트

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
TES-0005	사용자 테스트	사용자 테스트 수행 결과 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-5]	
TES-0006	시험운영 테스트	시험운영테스트 수행 결과 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-5]	
TES-0007	벤치마크 테스트	솔루션 벤치마크 수행 결과 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-5]	

6) 보안

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
SEN-0005	취약점 분석 및 평가	구축된 관리시스템 취약점 분석 평가 실행 후 작성된 결과서와 보완되었는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-6]	
SEN-0006	외부기관 연동보안	시스템 연계 표준과 외부시스템 인터페이스 설계서 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-6]	
SEN-0008-0002	암호알고리즘	128bit 이상의 암호강도를 가지는 SSL을 적용하여 암호화 기술적용 하였는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-6]	
SEN-0008-0003		개인정보에 대해 암호 알고리즘 적용하였는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-6]	

7) 성능

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
PER-0007-0008		PMO요청 사항이 반영되었는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-6]	

8) 품질

- 해당사항 없음

9) 인터페이스

요구사항 ID	요구사항명	검사기준	완료 여부	적/부 판정	관련증빙	비고
SIR-0002-0001	전자결재 연계	그룹웨어 솔루션에서 전자 결재와 내부시스템 연계 되는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-9]	
SIR-0003-0001	금융기관 및 국세청 연계	ERP솔루션에서 금융기관 연계를 통해 관리되는지 확인	완료	적합	[도표 붙임 2-9]	

10)프로젝트 관리

- 해당사항 없음

붙임 1. 요구사항의 이행 점검결과 및 주요 증빙자료

나. 비기능 요구사항 점검결과 및 주요 증빙자료

[도표 붙임 2-1] 공통 요구사항

요구사항 ID	증빙자료	점검결과
COM-0001	PC 운영체제 및 웹브라우저 종속성 배제 	[적합] '웹표준 및 웹 호환성 체크 결과 확인
COM-0013	웹 표준 및 웹 접근성	[적합] '웹표준 및 웹 호환성 체크 결과 확인

붙임 1. 요구사항의 이행 점검결과 및 주요 증빙자료

요구사항 ID	증빙자료	점검결과
		

[도표 붙임 2-2] 컨설팅 요구사항

요구사항 ID	증빙자료	점검결과
CUR-0005-0001		[적합] -통합 네트워크 아키텍처를 제시하였음.
CUR-0005-0002		[적합] -네트워크 구성 및 적정성 평가를 하였음.

[도표 붙임 2-3] 문서관리 요구사항

- 해당사항 없음

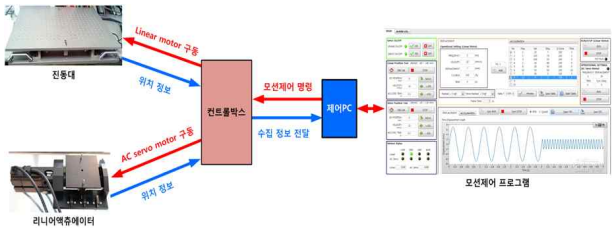
[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

□ 리니어모터 교체 및 S/W 업데이트

○ Table mass, payload, acceleration 성능 향상

- 모션제어 주파수 Calibration: payload에 따른 주파수 응답계수 설정
- 복합 정현파 테스트: 연속 정현파 가진시 주파수 검증
- Position 검증 테스트: 변위제어 오차 검증
- 지진파 테스트: 정현파의 지진파 실행시 오차 검증





<소형 진동대 성능향상 사전 테스트>

○ DAQ 시스템 매뉴얼, 모션제어 프로그램 매뉴얼 업데이트

□ 소형 전동식 진동대 교육 활용

○ 목　　적 : 구조공학, 진동론, 구조동역학 등 관련 강좌 이론 교육

○ 일　　시 : '16년 11월 중

○ 장　　소 : 하이브리드구조실험센터

○ 참 석 자 : 명지대학교 토목환경공학과 수강생

○ 수행내용

- 4층 빌딩형 구조체 가진을 통한 구조물 거동 시연(실제 지진파 적용)
- 모형 제작 및 진동대 가진을 통한 내진설계 원리 설명

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 하이브리드구조실험센터

- ('16.03~06) 명지대, 강구조설계 강좌 활용
- ('16.03~06) 명지대, 캡스톤디자인1 강좌 활용

○ 지오센트리퓨지실험센터

- ('16.03~06) KAIST, 지반동역학 강좌 활용
- ('17.02~06) KAIST, 고급지반동역학 강좌 활용

○ 첨단건설재료실험센터

- ('16.03~06) 계명대, 철근콘크리트공학 및 실험 강좌 활용
- ('16.09~12) 계명대, 토목재료학 및 실험 강좌 활용
- ('16.09~12) 계명대, 건축재료학 및 실험 강좌 활용
- ('17.03~06) 계명대, 철근콘크리트 공학 및 실험 강좌 활용

○ 대형풍동실험센터

- ('16.10) 전북대, 교량설계 강좌 활용



□ 실험시설/장비 연계 인력양성

○ 첨단건설재료실험센터

- ('16.04.18-29) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 2차, 40명)
- ('16.05.09-27) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 3차, 40명)
- ('16.06.13-24) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 4차, 40명)
- ('16.08.22-09.23) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 5차, 40명)
- ('16.09.19-10.28) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 6차, 40명)
- ('16.11.28-12.23) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(16년 7차, 40명)
- ('17.01.02-20) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(17년 1차, 40명)
- ('17.02.06-03.03) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(17년 2차, 40명)

□ 공개 실험 및 기술교육세미나

○ 하이브리드구조실험센터

- ('16.04.29) 한국원자력연구원, 내진보강 HT 구조성능 공개실험
- ('16.05.23) 부천비엠에스 외 2개 대학, 보-기둥 접합부 공개실험
- ('16.06.02) 한국강구조학회, 동국제강, H형강 구조성능평가 공개실험
- ('16.06.16) K-water, 지구환경전문가그룹, 하이브리드댐 대형공시체 공개실험
- ('16.06.30) 알에스피, 수산중공업, 캐빈 안전도 시험 공개실험
- ('16.07.05) 국립목포대, 해양케이블 URF 시험연구센터, 기술세미나
- ('16.07.13) 피에스테크, 보-기둥접합 공개실험




- ('16.08.10) 구조연구회, 구조연구회 하계 학술발표
- ('16.08.11) 부경대, 성환이앤씨, PSC 거더 공개실험
- ('16.08.26) 코아이앤씨, 30m 철도교 공개실험
- ('16.10.12) 우경건설, STG 실물모형 공개실험
- ('16.11.01) 동국대, 창의도전 보-기둥 공개실험
- ('16.12.01) 중앙대, 강구조학회, T형 접합부 공개실험

○ 지진방재연구센터

- ('16.07.23-24) 2016 내진성능 경진대회, 150명





- ('16.05.25) 물금고등학교 과학동아리 교육세미나




- ('17.01.09) 부산대 건설융합학부 기술세미나
- ('17.01.11) 경상대 지질학과, 지질과학과 진동대실험 연관성 관련 기술세미나

○ 지오센트리퓨지실험센터

- ('16.05.03) KAIA 연구현장 교육
- ('16.07.07) KAIST, 트레이닝 워크숍 및 초청강연
- ('16.07.19) 한성과학고, 지반공학 연구 강연




- ('16.10.13) 인덕대, 지반공학 연구 강연



- ('16.11.01) 신소재제방연구단, 지반공학 연구 강연



○ 대형풍동실험센터

- ('16.07.14-15) 전북 지역 고등학생, 풍동 강연




- ('16.07.26) 전북 지역 초·중학생, "좋은 바람, 나쁜 바람" 주제의 영재교육




- ('17.01.19) 대구테크노파크, 스포츠융복합 산업지원센터, 스포츠 분야의 풍동 연구 교육

○ 해안항만실험센터

- ('16.05.28) 여수 과학영재교육원, 실험시연




- ('16.06.17) 국토교통과학기술연구원, 기술교육 등
- ('16.08.08) 전북 중학교 교감단, 기술교육 등

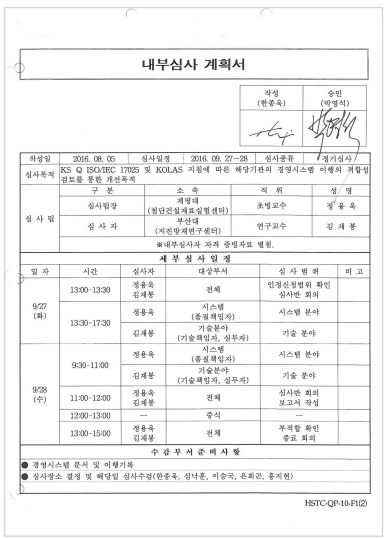


- ('16.11.26) 여수시 생활과학교수실, 기술교육 등

[2-2] 품질경영시스템

□ 품질경영시스템 적용 및 보완

○ 하이브리드구조실험센터(내부심사)



내부심사 계획서

작성 (한종욱)	승인 (박영석)

작성일	2016. 08. 05	심사일정	2016. 09. 27~28	심사종류	정기심사
심사목적	KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 지침에 따른 해당기관의 경영시스템 이행의 적합성 검토를 통한 개선목적				

구 분	소 속	직 위	성 명
심사팀장	재해대응 (원안전실재료실험센터)	초빙교수	정 용 욱
심 사 자	부산대 (지진방재연구센터)	연구교수	김 재 봉
※내부심사자 자격 증빙자료 별첨.			

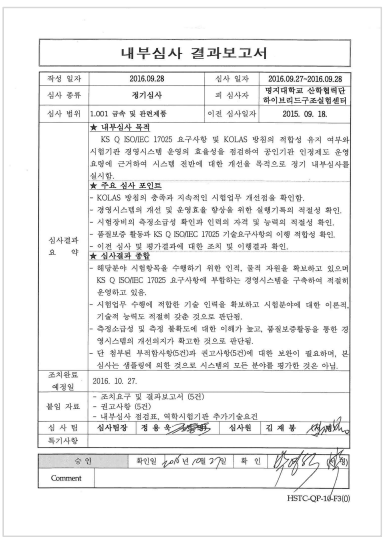
세 부 심 사 일 정

일 자	시간	심사자	대상부서	심 사 범 위	비 고
9/27 (화)	13:00-13:30	정용욱 김재봉	전체	인정신청범위 확인 심사반 회의	
	13:30-17:30	정용욱	시스템 (종합책임자)	시스템 분야	
		김재봉	기술분야 (기술책임자, 실무자)	기술 분야	
9/28 (수)	9:30-11:00	정용욱	시스템 (종합책임자)	시스템 분야	
		김재봉	기술분야 (기술책임자, 실무자)	기술 분야	
	11:00-12:00	정용욱 김재봉	전체	심사반 회의 보고서 작성	
	12:00-13:00	—	중식	—	
	13:00-15:00	정용욱 김재봉	전체	부적합 확인 종료 회의	

수 감 부 서 준 비 사 항

- 경영시스템 문서 및 이행기록
- 심사장소 결정 및 해당팀 심사수검(한종욱, 심낙훈, 이승국, 손희곤, 홍지현)

HSTC-QP-10-F1(2)



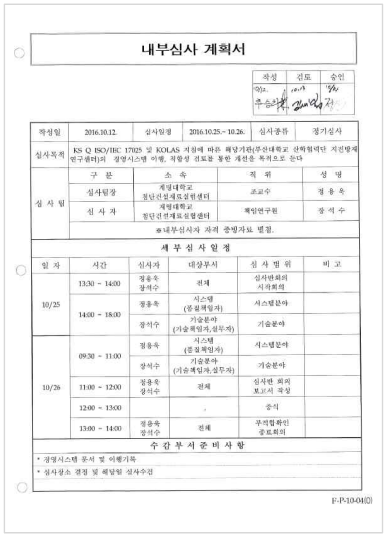
내부심사 결과보고서

작성 일자	2016.09.28	심사 일자	2016.09.27~2016.09.28
심사 종류	정기심사	피 심사자	명지대학교 산학협력단 하이브리드구조실험센터
심사 범위	1.001 규격 및 관련제품	이전 심사일자	2015. 09. 18.
심사결과 요 약	★ 내부심사 목적 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 공인기관 인정제도 운영 효율에 근거하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함. ★ 주요 심사 포인트 - KOLAS 방침의 충족과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함. - 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 실행기획의 적절성 확인. - 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인. - 품질보증 활동과 KS Q ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인. - 이전 심사 및 평가결과에 대한 조치 및 이행결과 확인. ★ 심사결과 종합 - 해당분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음. - 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이론적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단함. - 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선의지가 확고한 것으로 판단됨. - 단 정부로 부적합사항(5건)과 권고사항(5건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 모든 분야를 평가한 것은 아님.		
조치완료 예정일	2016. 10. 27.		
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서 (5건) - 권고사항 (5건) - 내부심사 점검표, 역학시험기준 추가기술요건		
심 사 팀	심사팀장 정 용 욱	심사원	김 재 봉
특기사항			

승 인	확인일 2016년 10월 27일	확 인
Comment		

HSTC-QP-10-F3(0)

○ 지진방재연구센터(내부심사)



내부심사 계획서

작성	검토	승인
이O.		

작성일	2016.10.12.	심사일정	2016.10.25.~10.26.	심사종류	정기심사
심사목적	KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 지침에 따른 해당기관(부산대학교 산학협력단 지진방재연구센터)의 경영시스템 이행, 적합성 검토를 통한 개선을 목적으로 한다				

심사팀	구 분	소 속	직 위	성 명
	심사팀장	계명대학교 철단건설재료실험센터	조교수	정 용 욱
	심 사 자	계명대학교 철단건설재료실험센터	책임연구원	장 석 수
※내부심사자 자격 증빙자료 별첨.				

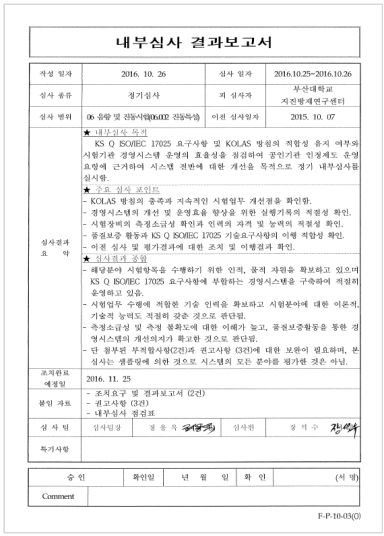
세 부 심 사 일 정

일 자	시간	심사자	대상부서	심 사 범 위	비 고
10/25	13:30 ~ 14:00	정용욱 장석수	전체	심사반회의 시작회의	
	14:00 ~ 18:00	정용욱	시스템 (품질책임자)	시스템분야	
		장석수	기술분야 (기술책임자,설무자)	기술분야	
10/26	09:30 ~ 11:00	정용욱	시스템 (품질책임자)	시스템분야	
		장석수	기술분야 (기술책임자,설무자)	기술분야	
	11:00 ~ 12:00	정용욱 장석수	전체	심사반 회의 보고서 작성	
	12:00 ~ 13:00			중식	
	13:00 ~ 14:00	정용욱 장석수	전체	부적합확인 종료회의	

수 감 부 서 준 비 사 항

* 경영시스템 문서 및 이행기록
* 심사장소 결정 및 해당팀 심사수검

F-P-10-04(0)



내부심사 결과보고서

작성 일자	2016. 10. 26	심사 일자	2016.10.25~2016.10.26
심사 종류	정기심사	피 심사자	부산대학교 지진방재연구센터
심사 범위	06 유/무 및 건물사항(06.002 건물특성)	이전 심사일자	2015. 10. 07

심사결과 요 약

★ 내부심사 목적
KS Q ISO/IEC 17025 요구사항 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 공인기관 인정제도 운영요건에 근거하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함.

★ 주요 심사 포인트
- KOLAS 방침의 준수과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함.
- 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 심행기획의 적절성 확인.
- 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인.
- 품질보증 활동과 KS Q ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인.
- 이전 심사 및 평가결과에 대한 조치 및 이행결과 확인.

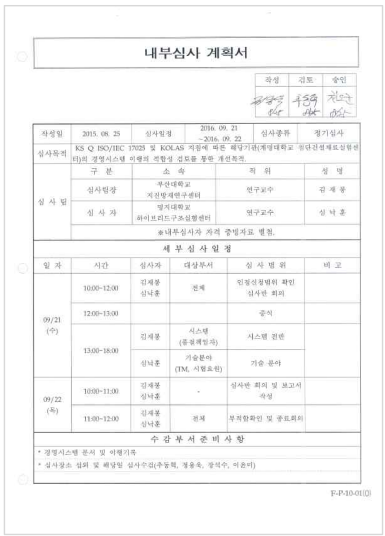
★ 심사결과 종합
- 해당분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음.
- 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이존적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단됨.
- 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선되기 확고한 것으로 판단됨.
- 단 불부분 부적합사항(2건)과 권고사항 (2건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 모든 분야를 평가한 것은 아님.

조치완료 예정일	2016. 11. 25
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서 (2건) - 권고사항 (2건) - 내부심사 점검표
심 사 팀	심사팀장 / 정 용 욱 / 심사원 / 장 석 수
특기사항	

승 인	확인일	년 월 일	확 인	(서 명)
Comment				

F-P-10-03(0)

○ 첨단건설재료실험센터(내부심사)



내부심사 계획서

작성	검토	승인

작성일	2015. 08. 25	심사일정	2016. 09. 21 ~2016. 09. 23	심사종류	정기심사
심사목적	KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 지침에 따른 해당기관(계명대학교 첨단건설재료실험센터)의 경영시스템 이행의 적합성 검토를 통한 개선목적.				

심사팀	구 분	소 속	직 위	성 명
	심사팀장	부산대학교 지진방재연구센터	연구교수	김 재 웅
	심 사 자	영지대학교 하이브리드구조실험센터	연구교수	심 낙 훈
숭내부심사자 자격 증빙자료 별첨.				

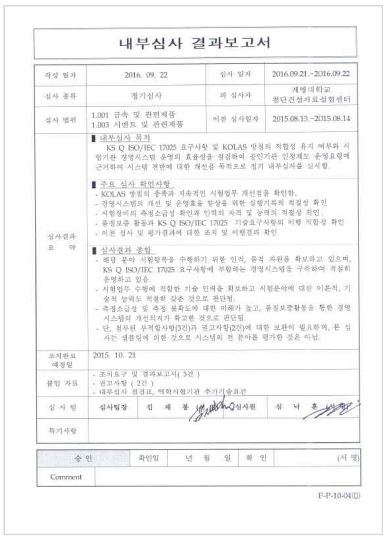
세 부 심 사 일 정

일 자	시간	심사자	대상부서	심 사 범 위	비 고
09/21 (수)	10:00~12:00	김재웅 심낙훈	전체	인정성명서 확인 심사반 회의	
	12:00~13:00			중식	
	13:00~18:00	김재웅	시스템 (품질책임자)	시스템 절반	
		심낙훈	기술분야 (TM, 시험요원)	기술 분야	
09/22 (목)	10:00~11:00	김재웅 심낙훈	-	심사반 회의 및 보고서 작성	
	11:00~12:00	김재웅 심낙훈	전체	부적합확인 및 종료회의	

수 감 부 서 준 비 사 항

* 경영시스템 문서 및 이행기록
* 심사장소 심의 및 해당팀 심사수검(추동혁, 정용욱, 장석수, 이존이)

F-P-10-01(0)



내부심사 결과보고서

작성 일자	2016. 09. 22	심사 일자	2016.09.21.~2016.09.22
심사 종류	정기심사	피 심사자	계명대학교 철단건설재료실험센터
심사 범위	1.001 감속 및 관련제품 1.003 시멘트 및 관련제품	이전 심사일자	2015.08.13.~2015.08.14

심사결과 요 약

■ 내부심사 목적
KS Q ISO/IEC 17025 요구사항 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 공인기관 인정제도 운영요령에 근거하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함.

■ 주요 심사 확인사항
- KOLAS 방침의 준수과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함.
- 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 심행기획의 적절성 확인
- 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인.
- 품질보증 활동과 KS Q ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인
- 이전 심사 및 평가결과에 대한 조치 및 이행결과 확인

■ 심사결과 종합
- 해당 분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며, KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음.
- 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이존적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단됨.
- 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선되기 확고한 것으로 판단됨.
- 단, 불부분 부적합사항(2건)과 권고사항(2건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 전 분야를 평가한 것은 아님.

조치완료 예정일	2015. 10. 21
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서(3건) - 권고사항 (2건) - 내부심사 점검표, 역학시험기관 추가기술요건
심 사 팀	심사팀장 / 김 재 웅 / 심사원 / 심 낙 훈
특기사항	

승 인	확인일	년 월 일	확 인	(서 명)
Comment				

F-P-10-04(0)

□ 인정범위 확대

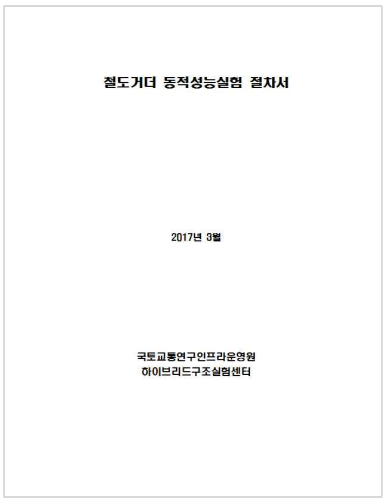
○ 지진방재연구센터(원자력 성능검증기관 인정)

- (`16.05.23) 부산대학교 지진방재연구센터의 원자력 성능검증기관 인증 신청
- (`16.05.23~06.15) 성능검증기관 인증관련 1차 문서 심사
- (`16.06.15~07.15) 1차 문서 심사에 대한 보완서류 제출 완료
- (`16.07.15~08.29) 보완서류 심사 및 현장심사 계획 수립
- (`16.09.05~07) 원자력 성능검증기관 인정을 위한 현장심사 수행 및 완료
  · 성능검증기관의 인증 및 관리에 관한 규정 제5조의 규정에 따른 인증요건의 충족여부 검토 및 현장 심사

[2-3] 실험절차서

□ 실험절차서 작성

○ 하이브리드구조실험센터 : 1건


철도거더 동적성능실험 절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
하이브리드구조실험센터

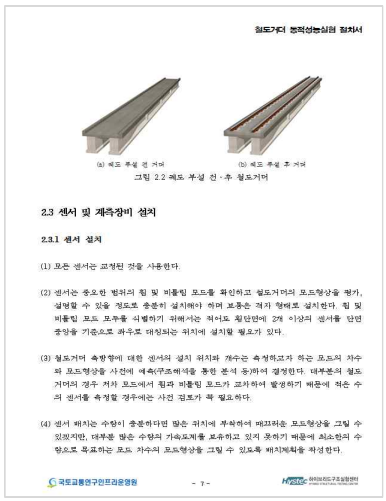

철도거더 동적성능실험 절차서

그림 2.2 궤도 부설 전 · 후 철도거더

2.3 센서 및 계측장비 설치

2.3.1 센서 설치

(1) 모든 센서는 교정된 것을 사용한다.

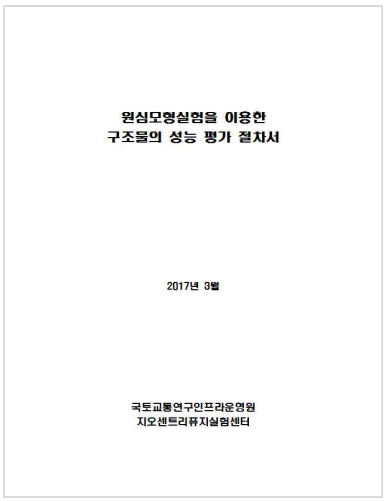
(2) 센서는 중요한 범위의 휨 및 비틀림 모드를 확인하고 철도거더의 모드형상을 평가, 설명할 수 있을 정도로 충분히 설치해야 하며 보통은 격자 형태로 설치한다. 휨 및 비틀림 모드 모두를 식별하기 위해서는 적어도 횡단면에 2개 이상의 센서를 단면 중앙을 기준으로 좌우로 대칭되는 위치에 설치할 필요가 있다.

(3) 철도거더 축방향에 대한 센서의 설치 위치와 개수는 측정하고자 하는 모드의 차수와 모드형상을 사전에 예측(구조해석을 통한 분석 등)하여 결정한다. 대부분의 철도거더의 경우 저차 모드에서 휨과 비틀림 모드가 교차하여 발생하기 때문에 적은 수의 센서를 측정할 경우에는 사전 검토가 꼭 필요하다.

(4) 센서 배치는 수량이 충분하다면 많은 위치에 부착하여 매끄러운 모드형상을 그릴 수 있겠지만, 대부분 많은 수량의 가속도계를 보유하고 있지 못하기 때문에 최소한의 수량으로 목표하는 모드 차수의 모드형상을 그릴 수 있도록 배치계획을 작성한다.

국토교통연구인프라운영원 - 7 - 하이브리드구조실험센터

○ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건


원심모형실험을 이용한
구조물의 성능 평가 절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
지오센트리퓨지실험센터

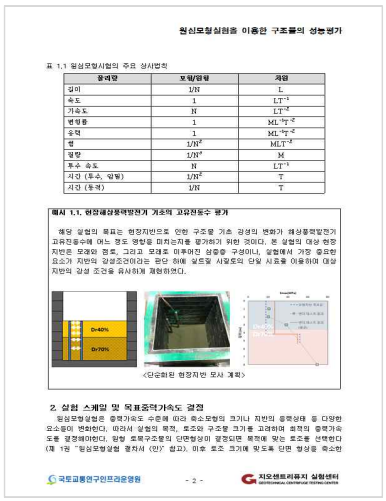

원심모형실험을 이용한 구조물의 성능평가

표 1.1 원심모형시험의 주요 상사법칙

물리량	모형/원형	차원
길이	1/N	L
속도	1	LT^{-1}
가속도	N	LT^{-2}
변형률	1	$ML^{-1}T^{-2}$
응력	1	$ML^{-1}T^{-2}$
힘	$1/N^2$	MLT^{-2}
질량	$1/N^3$	M
투수 속도	N	LT^{-1}
시간 (투수, 압밀)	$1/N^2$	T
시간 (동적)	1/N	T

예시 1.1. 현장재료물성평가 기초의 고유진동수 평가

해당 실험의 목표는 현장지반으로 인한 구조물 기초 강성의 변화가 해상풍력발전기 고유진동수에 어느 정도 영향을 미치는지를 평가하기 위한 것이다. 본 실험의 대상 현장지반은 모래와 점토, 그리고 모래로 이루어진 성층을 구성이나, 실험에서 가장 중요한 요소가 지반의 강성조건이라는 판단 하에 실트질 사질토의 단일 시료를 이용하여 대상 지반의 강성 조건을 유사하게 재현하였다.

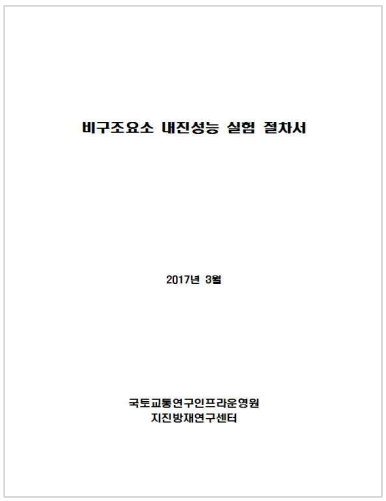
<단순화된 현장지반 모사 개략>

2. 실험 스케일 및 목표중력가속도 결정

원심모형실험은 중력가속도 수준에 따라 축소모형의 크기나 지반의 응력상태 등 다양한 요소들이 변화한다. 따라서 실험의 목적, 토조와 구조물 크기를 고려하여 목적의 중력가속도를 결정해야한다. 일반 토목구조물의 단면형상이 결정되면 목적에 맞는 토조를 선택한다 (제 1권 "원심모형실험 절차서 (안)" 참고). 미호 토조 크기에 맞도록 단면 형상을 축소한

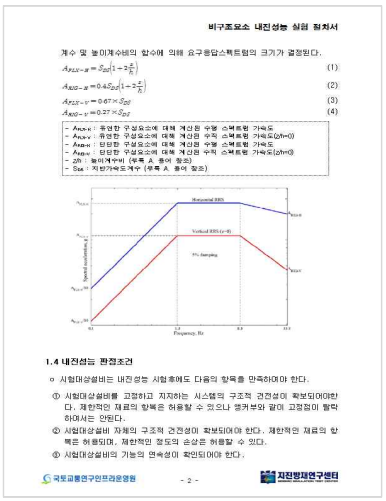
국토교통연구인프라운영원 - 2 - 지오센트리퓨지 실험센터

○ 지진방재연구센터 : 1건


비구조요소 내진성능 실험 절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
지진방재연구센터


비구조요소 내진성능 실험 절차서

계수 및 높이계수비의 함수에 의해 요구응답스펙트럼의 크기가 결정된다.

$$A_{FLX-H} = S_{DS}\left(1-2\frac{z}{h}\right) \quad (1)$$

$$A_{RIG-H} = 0.4S_{DS}\left(1-2\frac{z}{h}\right) \quad (2)$$

$$A_{FLX-V} = 0.67 \times S_{DS} \quad (3)$$

$$A_{RIG-V} = 0.27 \times S_{DS} \quad (4)$$

- A_{FLX-H} : 유연한 구성요소에 대해 계산된 수평 스펙트럼 가속도
- A_{FLX-V} : 유연한 구성요소에 대해 계산된 수직 스펙트럼 가속도($z/h=0$)
- A_{RIG-H} : 단단한 구성요소에 대해 계산된 수평 스펙트럼 가속도
- A_{RIG-V} : 단단한 구성요소에 대해 계산된 수직 스펙트럼 가속도($z/h=0$)
- z/h : 높이계수비 (루트 A 룸이 찾고)
- S_{DS} : 지반가속도계수 (루트 A 룸이 찾고)

1.4 내진성능 판정조건

○ 시험대상설비는 내진성능 시험후에도 다음의 항목을 만족하여야 한다.

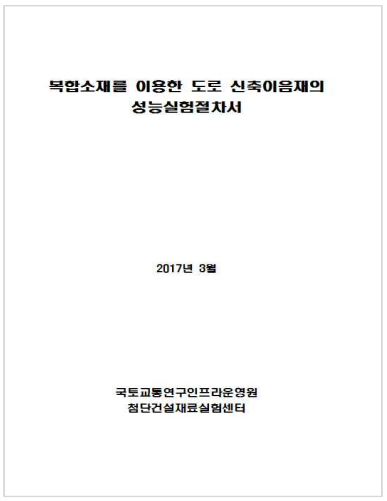
① 시험대상설비를 고정하고 지지하는 시스템의 구조적 건전성이 확보되어야한다. 제한적인 재료의 항복은 허용할 수 있으나 앵커부와 같이 고정점이 탈락하여서는 안된다.

② 시험대상설비 자체의 구조적 건전성이 확보되어야 한다. 제한적인 재료의 항복은 허용되며, 제한적인 정도의 손상은 허용할 수 있다.

③ 시험대상설비의 기능의 연속성이 확인되어야 한다.

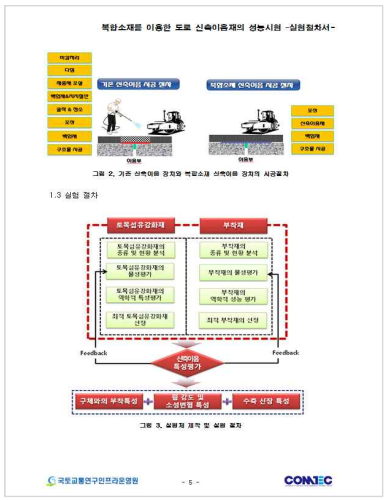
국토교통연구인프라운영원 - 2 - 지진방재연구센터

○ 첨단건설재료실험센터 : 1건

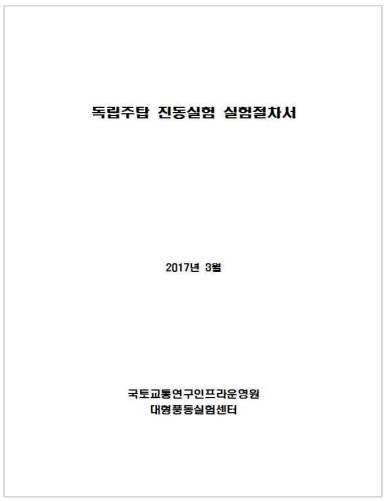

복합소재를 이용한 도로 신축이음재의
성능실험절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
첨단건설재료실험센터

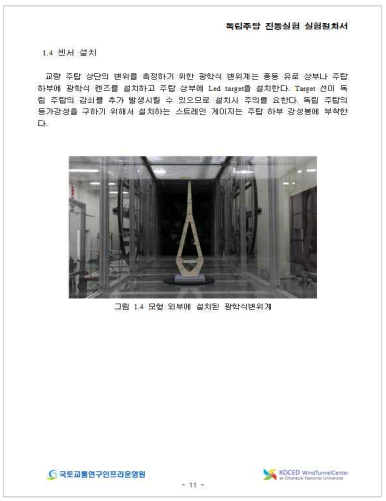


○ 대형풍동실험센터 : 1건

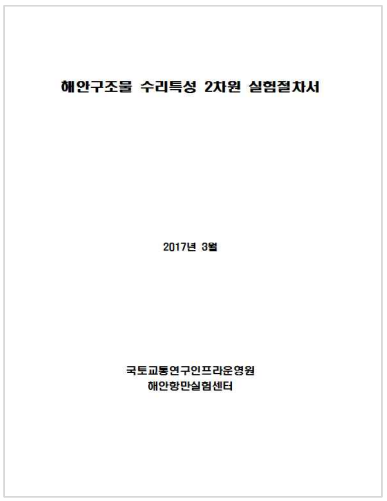

독립주탑 진동실험 실험절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
대형풍동실험센터

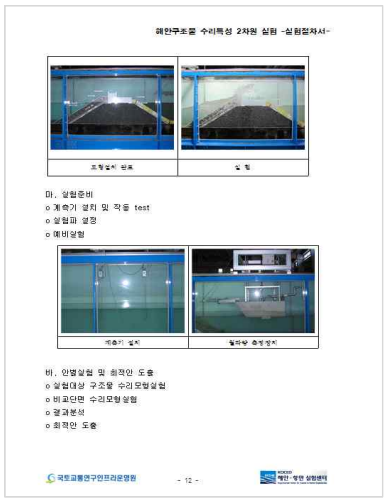


○ 해안항만실험센터 : 1건


해안구조물 수리특성 2차원 실험절차서

2017년 3월

국토교통연구인프라운영원
해안항만실험센터



[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 국제커뮤니티 구성

○ 하이브리드구조실험센터

- ('16.05.27) 일본 후쿠이공과대학, 기술세미나



- ('16.08.31) 일본 치바대학교, 기술세미나
- ('16.11.18) 중국 가흥대학교, 기술세미나
- ('16.12.06) 중국 서안외사대, 기술세미나

○ 지진방재연구센터

- ('16.08.12) 이란 Association of Construction Innovation Technology, MOU 협약 체결
- ('16.08.12) 이란 Iranian Institute of Smart Structure in Earthquake Engineering, MOU 협약 체결




- ('16.09.08-12) 대만 NCREE, 기술세미나
- ('16.11.28-12.02) MECOS Project, 기술세미나
- ('17.02.13) 일본 규수대학 토목과, 기술세미나
- ('17.02.16) 일본 Kwansei Gakuin 대학, 기술세미나

○ 지오센트리퓨지실험센터

- ('16.06.07) 홍콩 Hong kong University of Science and Technology, 기술세미나



- ('16.07.18) 호주 University Western Australia, 기술세미나
- ('16.07.28) 미국 Stanford University, 기술세미나




- ('16.08.26) 중국 Nanjing Tech University, 기술세미나
- ('16.10.25) 카자흐스탄 L.N.Gumilyov Eurasian National University, 기술세미나
- ('16.11.09) 노르웨이 Norwegian Geotechnical Institute, 공동연구




- ('17.02.15) 카자흐스탄 Nazarbayev University, 공동연구
- ('16.11~'17.12) 미국 University of California, Davis, 공동연구

○ 대형풍동실험센터

- ('16.10.24) 앙골라 국토부(MAT), 기술세미나





○ 해안항만실험센터

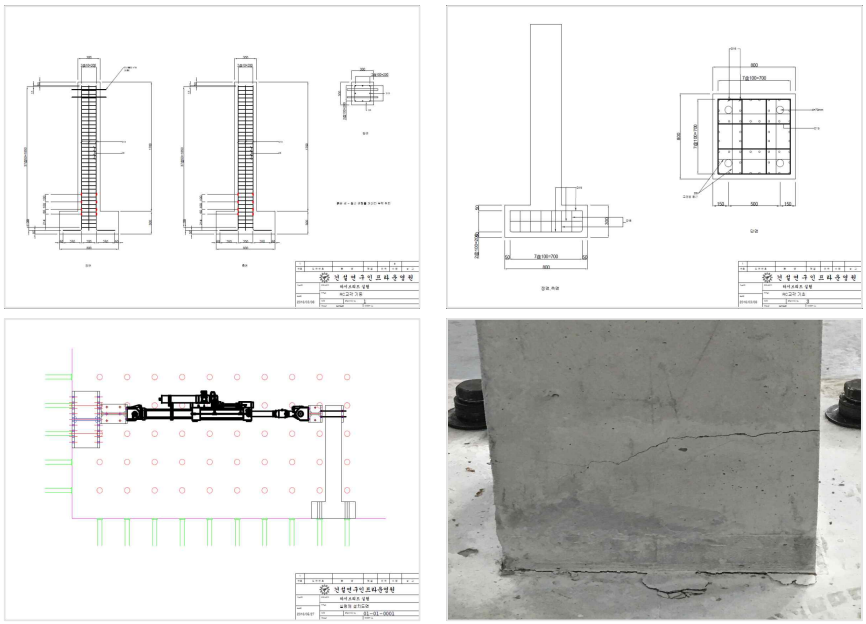
- ('16.12.01) 일본 나가사키대학, 기술세미나

[3-2] 국제 공동연구

□ 국제 공동연구

○ ('16.06.20-07.01) 하이브리드 실험 수행

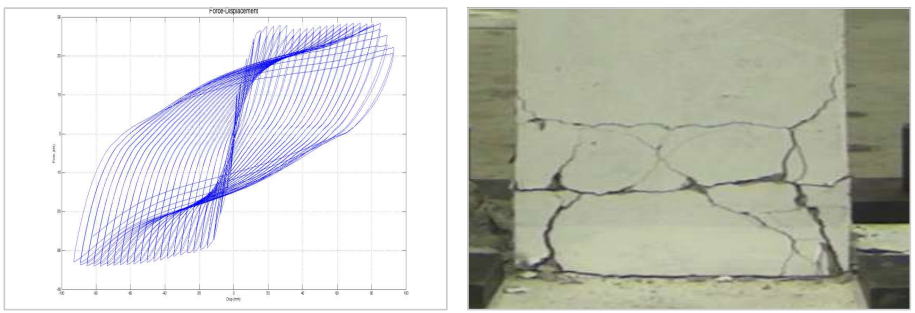
- 비선형 구조체의 하이브리드실험 적용을 위한 실험체 설계 및 제작
- 3차년도 수행된 진동대 실험 결과를 반영하여 하이브리드실험 수행



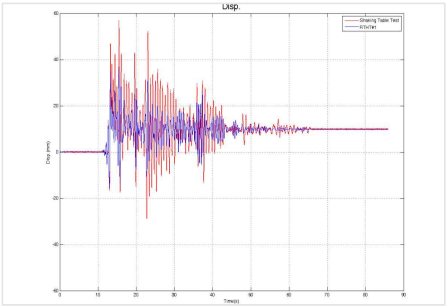
- 소형 RC 교각의 준정적실험 및 실시간 하이브리드 실험 수행(총 6CASE 수행)

실험 방법	비고
Quasi-static test (Slow)	● Cyclic 변위-하중 이력
Real-time hybrid simulation 1	● 최대가속도 0.65g의 Elcentro 지진파로 실시간 하이브리드 시뮬레이션 실행 (감쇠비 5%)
Real-time hybrid simulation 2	● 최대가속도 0.65g의 Elcentro 지진파로 실시간 하이브리드 시뮬레이션 실행 (감쇠비 0%)
Real-time hybrid simulation 3	● 최대가속도 0.65g의 Elcentro 지진파로 실시간 하이브리드 시뮬레이션 실행 (감쇠비 0%)
Real-time hybrid simulation 4	● 최대가속도 0.65g의 Elcentro 지진파로 실시간 하이브리드 시뮬레이션 실행 (감쇠비 0%)
Real-time hybrid simulation 5	● 최대가속도 0.65g의 Elcentro 지진파로 실시간 하이브리드 시뮬레이션 실행 (감쇠비 0%)

※ 하이브리드 시뮬레이션은 실험의 일관성과 반복성을 확인하기 위해 반복 수행
- 지진가속도는 3차년도 진동대 실험에서 측정된 El Centro 지진가속도를 사용함(PGA = 0.65g)
- 단위 적분시간 0.001953초, 총 43520스텝인 84.99초 구간의 가속도 입력
- 수치적분법은 CR-Integrator를 사용
- Rayleigh 감쇠비 5%, 0%



<준정적 실험 결과>




<하이브리드 실험 결과>

<진동대, 하이브리드 실험 결과 비교>

비교항목	진동대 실험	Real-Time Hybrid 실험	오차(%)
최대가속도 구간의 변위 (㎜)	57.1	36.8	35.6
잔류 변위 (㎜)	9.8	9.9	1.0

[4] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

[4-1] 1단계 운영성과 분석

○ 1단계 실험시설 활용실적 및 운영성과 조사 대상 및 조사 수행

- 2014년 상반기 실험의뢰기관 66곳과 2015년 상반기 중소기업 지원과제 참여기업 10곳을 대상으로 활용성과 추적조사를 실시

<2016년 실험센터 활용기관 이용 만족도 및 활용성과 조사 개요>

구분	내용		
조사 시기	2016년 11월 28일(월) ~ 12월 2일(금) (※추가조사: 12월 5일(월) ~ 12월 8일(목))		
조사 방법	구조화된 설문지를 이용한 자기기입식 비대면조사(온라인 설문조사(On-line Survey tool)) 온라인 설문조사 실시 관련 메일안내 전송 후 전화안내로 참여 독려		
조사 대상	2016년 실험센터를 활용한 총 142개 기관을 세 가지 유형으로 나누어 실시		
	① 2016년 중소기업 지원과제 대상 기업	47개	이용 만족도/ 활용성과/ 지원과제 만족도 조사 실시
	② 2016년 상반기 실험의뢰기관	64개	이용 만족도/ 활용성과 조사 실시
	③ 2016년 하반기 실험의뢰기관	31개	이용 만족도 조사 실시

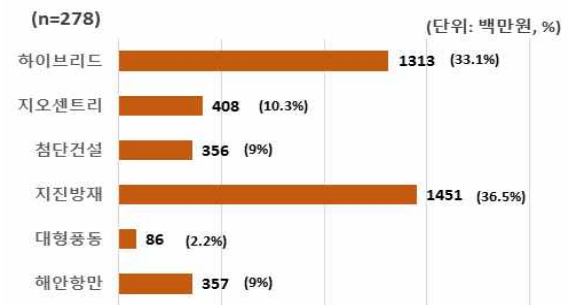
○ 실험서비스 운영실적

<2016년 실험센터별/ 활용기관 형태별 실험계약 건수>

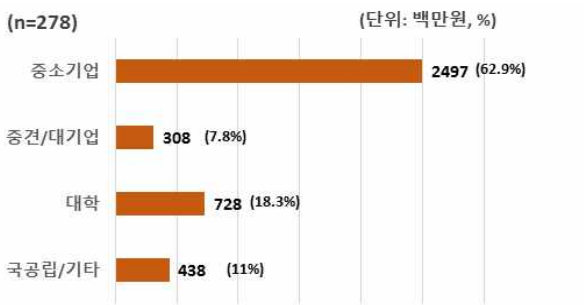
구분	실험센터	중소기업	중견/대기업	대학	국공립 · 기타	계
운영원	하이브리드구조	24	1	4	2	31
	지오센트리퓨지	2	0	9	1	12
	첨단건설재료	21	2	17	7	47
	지진방재	35	2	19	4	60
	대형풍동	8	2	11	1	22
	해안항만	1	0	6	0	7
계		91	7	66	15	179
유치기관	하이브리드구조	23	5	2	7	37
	지오센트리퓨지	0	0	6	1	7
	첨단건설재료	12	0	3	3	18
	지진방재	11	3	9	4	27
	대형풍동	0	0	0	0	0
	해안항만	9	1	0	0	10
계		55	9	20	15	99
합계		146	16	86	30	278

- 2016년 총 계약금액은 39.7억 원이며, 운영원 주체의 계약금액이 27.7억 원(69.8%), 유치기관 주체 계약금액이 11.9억 원(30.2%)으로, 계약금액 기준 운영원 비중이 계약건수 기준(64.4%)보다 더 높음

실험센터별 실험계약금액

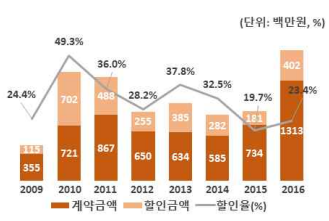


활용기관별 형태별 실험계약금액

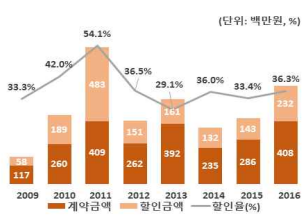


- 실험규모와 할인율 변화추이 결과, 대형풍동실험센터는 40% 이상 할인율을 유지하고 있으며, 지진방재연구센터의 할인율이 대폭 상승한 경향이 있음

하이브리드구조 실험센터(명지대)

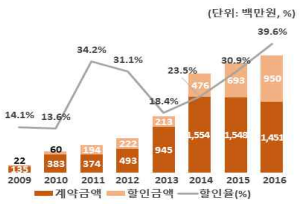
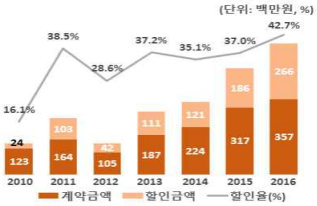


지오센트리퓨지 실험센터(KAIST)



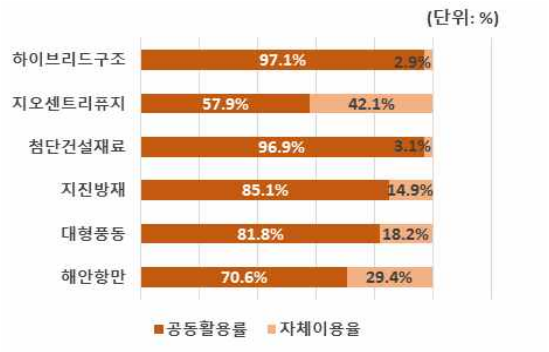
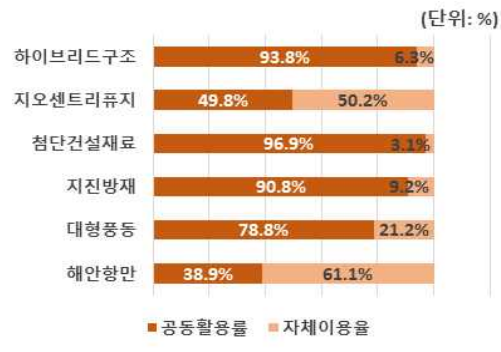
첨단건설재료 실험센터(계명대)



대형풍동 실험센터(전북대)	지진방재 연구센터(부산대)	해안항만 실험센터(전남대)
		

<실험센터별 / 연도별 실험서비스 규모 및 할인율 추이>

- 실험계약건수 기준 공동활용률, 외부 R&D로 평균 공동활용률은 87.8%로 나타났으며, 실험센터별로는 하이브리드구조실험센터가 97.1%로 가장 높음

실험계약건수 기준 공동활용률	실험계약금액 기준 공동활용률
	

<2016년 실험센터별 실험계약건수 기준 및 실험계약금액 기준 공동활용률>

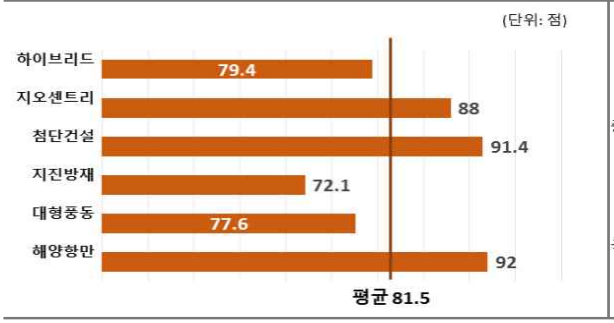
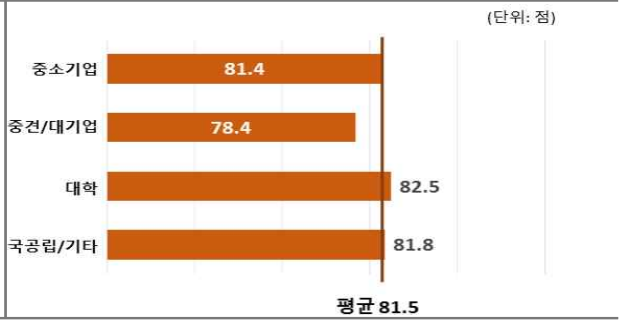
○ 실험서비스 활용기관 만족도 분석

- 타 기관이나 타 실험시설의 추천을 통해 이용하는 경우가 77%로 가장 많았으며, 활용기관은 실험시설 및 장비의 우수성과 실험 품질 자체의 신뢰성을 중시 여기는 것으로 보임

<2016년 활용기관 이용행태 조사 분석 결과>

구분	주요 내용
실험시설 이용계기	-(인지 경로) 활용기관 77%가 타 기관이나 타 실험시설의 추천을 통해 본 실험센터 이용 -(선택 기준) 본 실험센터 선택 시, 실험시설 사용료(13.5%) 보다는 실험시설 및 장비의 우수성(23%)과 실험 품질 자체의 신뢰성(22%)의 영향력이 큰 편
실험시설 활용률	-2016년 활용기관의 실험시설 활용률은 평균 72.4%이며, 실험수요 발생 시 100% 본 실험센터를 이용한 기관이 83개 중 47개(56.6%)
기존 실험수행 방법	-본 실험센터 이용 전 실험수행 방법은 주로 국내 타 실험시설 이용(43%)과 자체 실험시설 활용(29%)이 많은 편 -기존에 타 실험시설 선택 기준은 실험시설 및 장비의 우수성(27.8%), 실험 품질 자체의 신뢰성 (24.1%), 저렴한 실험비용(22.2%) 순(順)
타 실험시설과의 비교	-타 실험시설 이용 경험이 있는 경우, 타 실험시설의 대부분은 대학(35%), 공공기관(30%) 혹은 기업연구소(24%)의 형태 -타 실험시설과 실험비용을 비교했을 때, 비슷하다(41.7%)는 의견이 가장 많았으며, 저렴하다(30.6%),는 비싸다(27.8%)는 의견보다 많음 -타 실험시설보다 비싸다고 인식한 경우는 평균 2.6배 비싸다고 인식(하이브리드구조실험센터는 비싸다는 인식이, 첨단재료건설실험센터는 저렴하다는 인식이 높은 편)

- 전반적 서비스 만족도는 해안항만실험센터가 타 실험센터 대비 92점으로 매우 만족하는 수준으로 보이나, 지진방재연구센터는 평균 72.1점으로 최고치와 19.9점 차이를 보이며, 타 부문 대비 실험센터 간 가장 큰 점수 격차를 나타냄

실험센터별 전반적 서비스 만족도	활용기관 형태별 전반적 서비스 만족도
	

- 지리적 접근성 만족도는 활용기관의 형태에 상관없이 평균 60점~70점대로 높은 불만을 보이며, 사용료 합리성에 대해서는 국공립 연구소 및 기타 기관이 82.2점으로 비교적 긍정적인 평가를 내린데 비해 중견/대기업은 72점으로 평가해 체감 비용에 대한 의견 차이가 존재하는 것으로 보임

[4-2] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

□ 통합운영정책 수립(1건)

○ 운영현황 및 이슈분석

- 대형실험시설 구축 및 운영 성과
- 대형실험시설 운영관리 이슈 분석

○ 운영 · 관리 법제화 방안

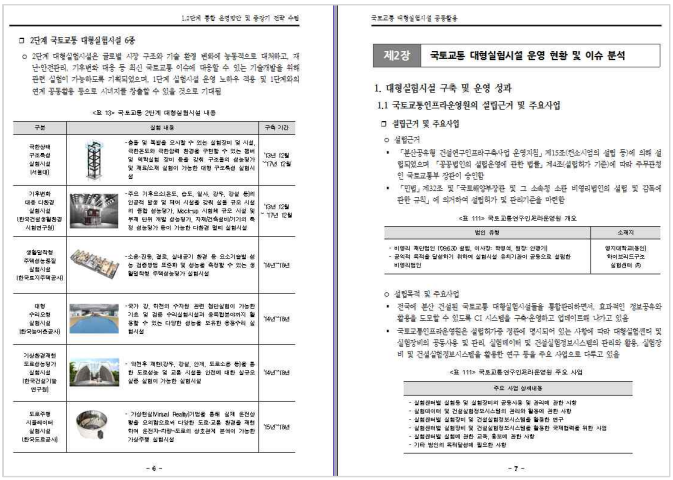
- 전담관리기관 지정 법제화 사례분석

○ 1,2단계 통합운영 전략

- 1,2단계 대형실험시설 12종 비전 및 미션체계
- 1,2단계 대형실험시설 12종 중장기 운영 전략

○ 2단계 6종 연계관리 방안

- 신규 실험시설 실험서비스 계약, 운영관리 및 성과관리 방안



제2장 국토교통 대형실험시설 운영 현황 및 이슈 분석

1. 대형실험시설 구축 및 운영 성과

1.1 국토교통인프라운영원의 설립근거 및 주요사업

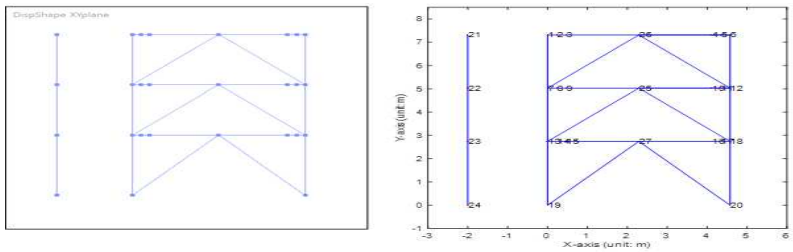
[6] 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축

[6-1] 국제 공동연구

□ HybridFEM의 전처리기 개발

○ HybridFEM 단점 개선으로 편리하고 정확한 해석구조물 모델링 전처리기 개발

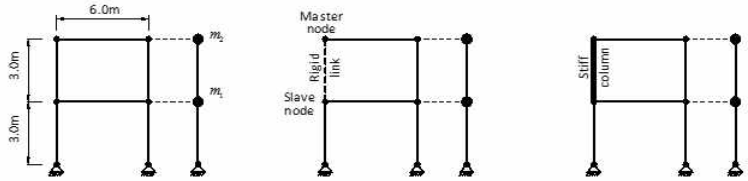
- OpenSees → HybridFEM 해석모델 변환이 가능한 S/W 개발(사용자 중심 해석 프로그램)
- 실시간 하이브리드 실험 결과 검증에 사용



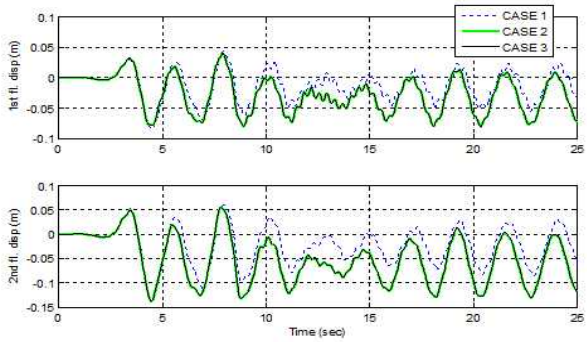
<(좌)OpenSees 입력 data, (우)개발된 HybridFEM>

□ Rigid Link Element 개발

- (문제점)실시간 하이브리드실험이 복잡한 구조물에 적용되면서 xPC사양에 따라 해석 속도가 현저히 느려짐
- (개선사항)구조물 모델링 복잡도 해소, 적절한 자유도 유지, 구조물의 효과적인 구현을 위해 Rigid Link Element 개발
- (개발) HybridFEM 라이브러리에 추가 완료
- (검증) Rigid Link Element 검증 해석·실험 수행 → 실험결과, 하이브리드 실험 적용 가능



<Rigid Link Element 검증 실험(3case)>

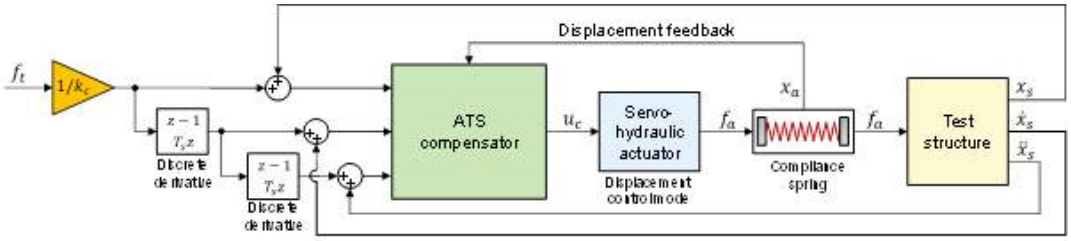


<Rigid Link Element 검증 실험 결과>

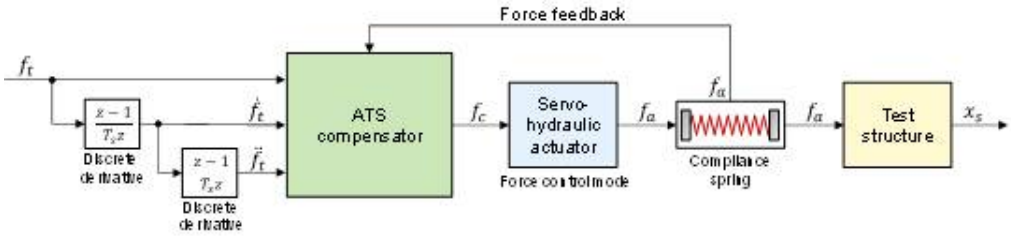
□ 비선형 구조물에 적용 가능한 유압 가력기의 실시간 하중 제어 알고리즘 개발

- 3차년도 개발한 컴플라이언스 스프링을 이용한 실시간 축하중 재하 알고리즘은 실험체의 축하중 변위가 작은 경우에만 적용 가능하였음
- 단점을 보완한 알고리즘 개발(2종)

· 비선형 실험체에 축방향 재하 가능

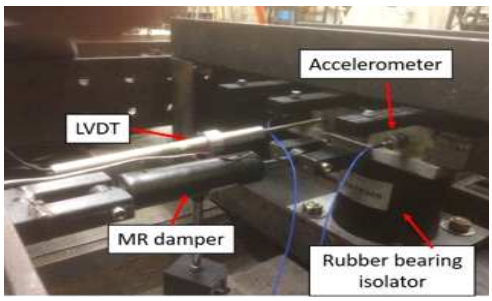


<변위제어방식 기반 실시간 하중재하 알고리즘 블록도>

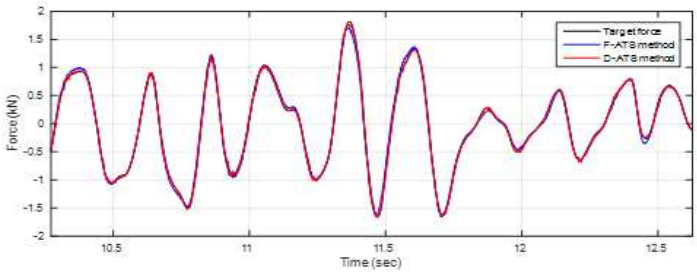


<하중제어방식 기반 실시간 하중재하 알고리즘 블록도>

- 소형 고무면진받침, 소형 MR(Magneto-rheological) 감쇠기 검증실험 수행



<실시간 하중 재하 알고리즘 검증>



<실시간 축력 재하 알고리즘의 비선형 구조물 실험 결과>

○ 이는 향후 5차년도에 이루어질 축력을 고려한 콘크리트 교각의 실시간 하이브리드 실험에 직접적으로 사용될 것임

5) 5차년도

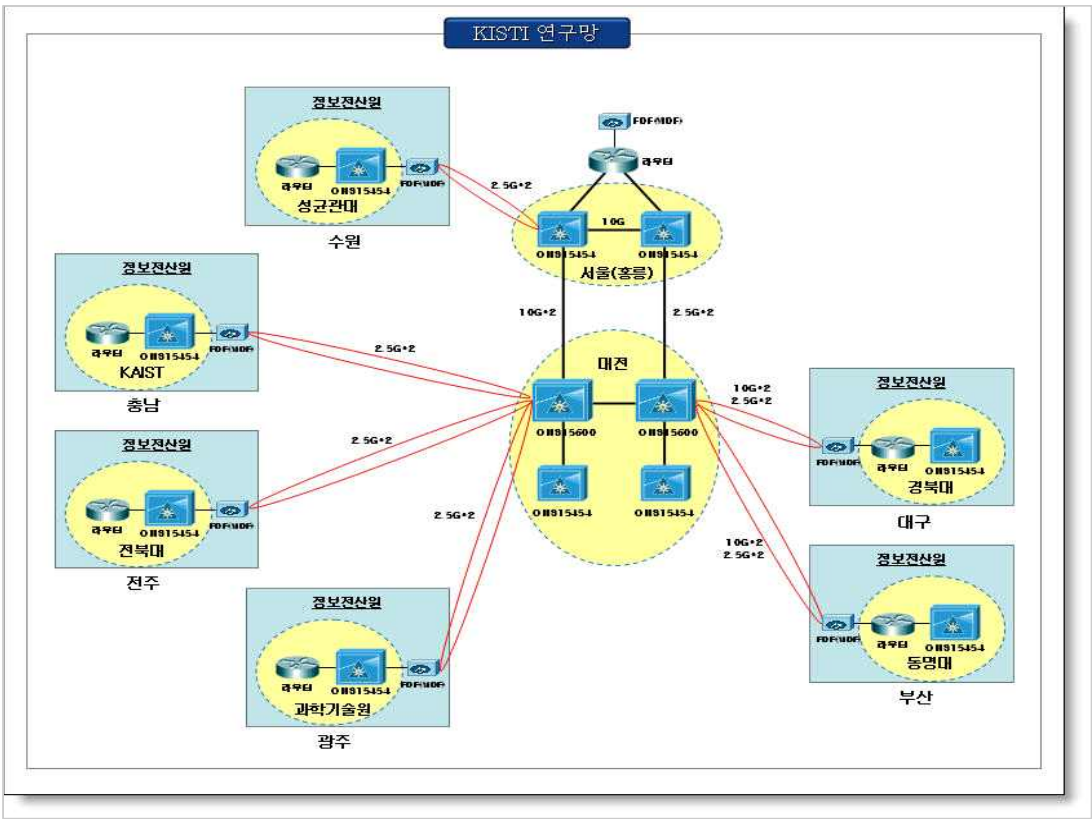
[1] 통합운영시스템 구축

[1-1] 통합 Grid 시스템 구축

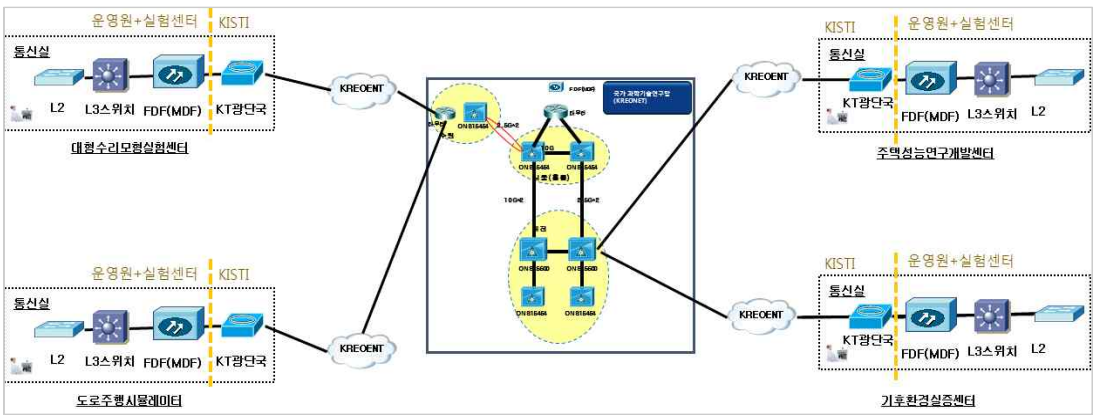
□ 2단계 실험시설 Grid시스템 구축 지원

① 통합 Grid시스템구축을 위한 2단계 실험시설 네트워크 구축현황

◦ KISTI의 국가과학기술연구망 이용한 1,2단계 실험시설 망구성은 대전의 KAIST 백본망을 기본으로 서울,수원 (성균관대),충남(KAIST),전주(전북대),광주(과학기술원),대구(경북대),부산(동명대)사이트에 구축된 MSPP 광 전송 장비의 1G망을 이용하여 국토교통연구인프라운영원과 실험시설을 연결함



◦ 2단계 실험시설의 광 전송장비와 국가과학기술연구망의 인접한 지역노드의 광 전송장비가 연결되어 실험시설 간 네트워크가 연결됨



② Grid시스템 활용을 위한 기후환경실증실험시설 네트워크 및 카메라 도입 확인



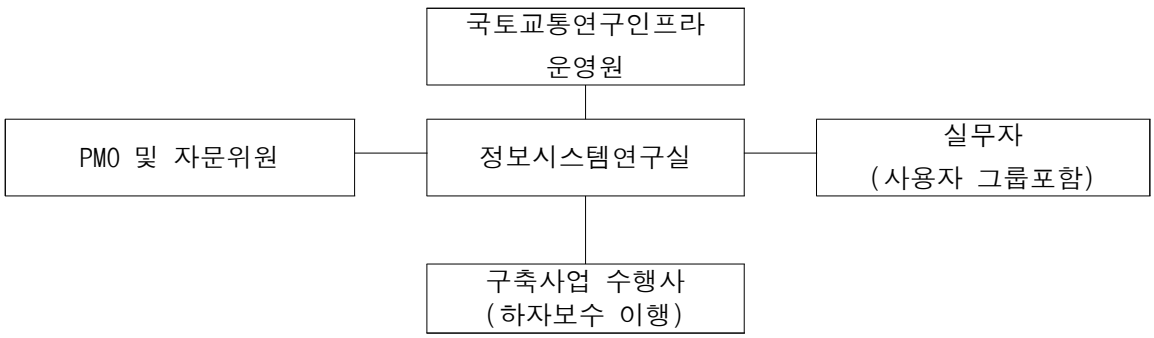


[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 통합 CI시스템 구축(안정화 및 시범운영)

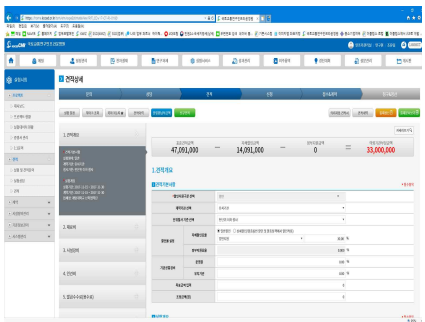
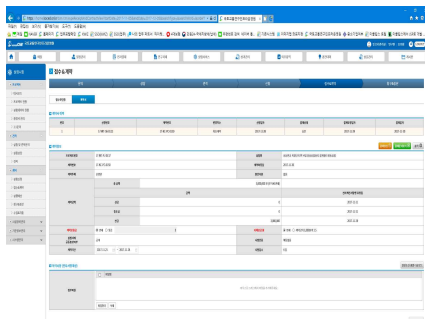
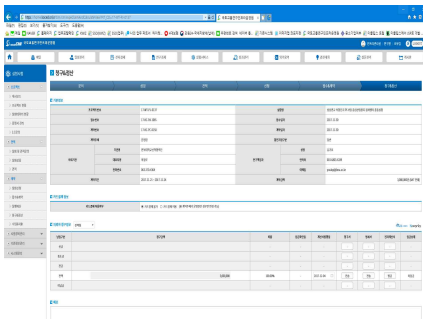
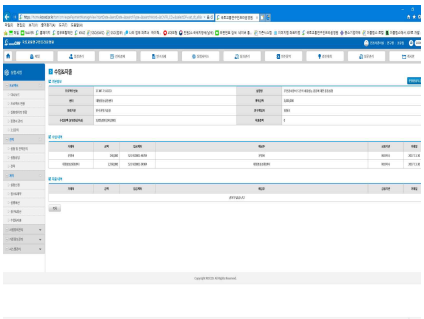
○ 통합 CI시스템 구축이 완료됨에 따라 3개월간의 안정화 기간을 거친 후 2단계 실험시설 준공 이후 발생 가능한 시행착오를 최소화하기 위하여 시범운영을 진행함

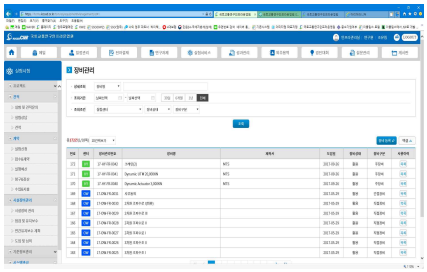
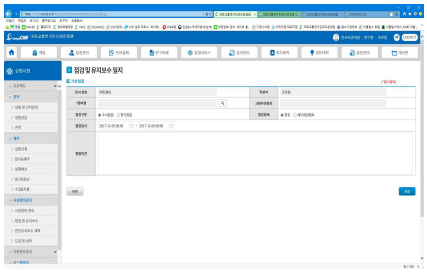
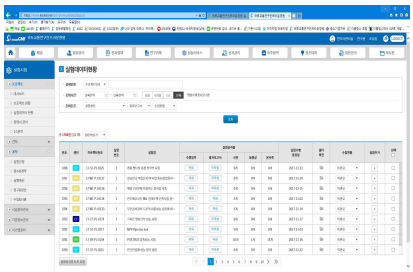
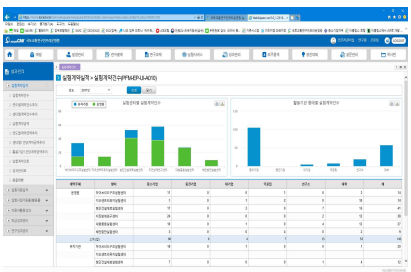
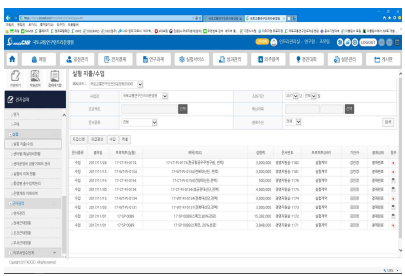
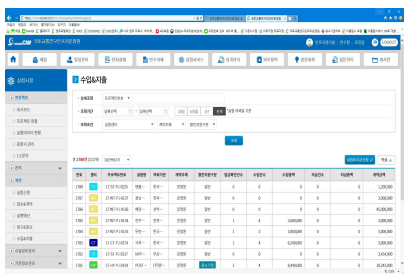
○ 시범운영은 1단계 실험시설을 대상으로 실운영환경과 동일하게 운영하였으며, 시범운영 중 시스템의 상태 점검 및 모니터링과 응용어플리케이션 문제 발생 및 개선사항 처리를 위해 상시 운영/지원 체제와 개선사항 접수 절차를 마련하였음

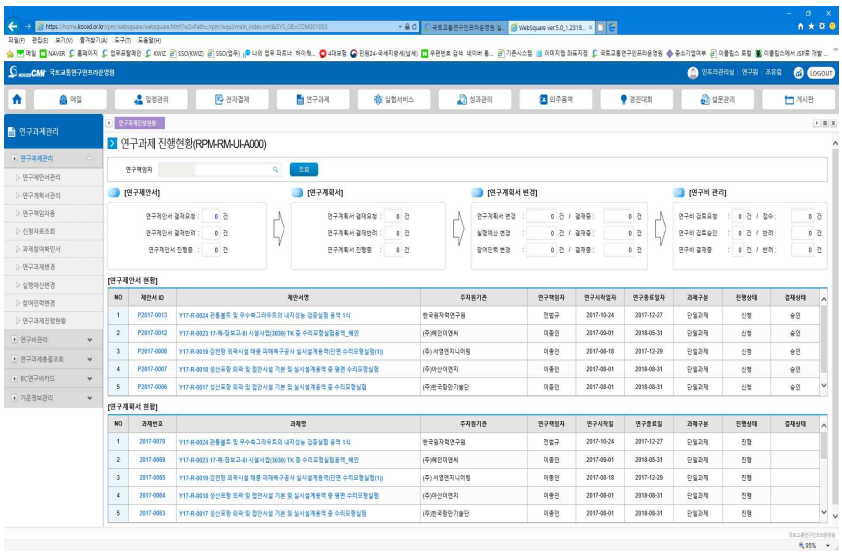
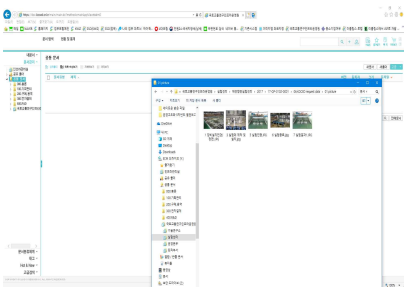
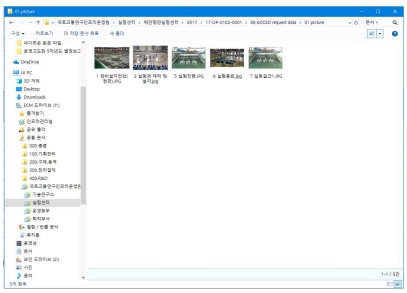


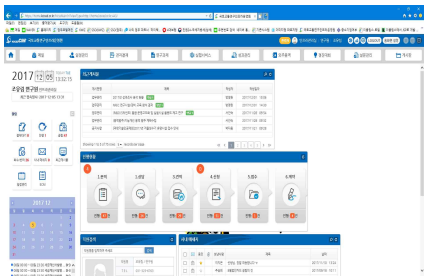
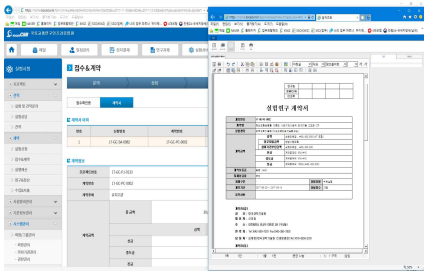
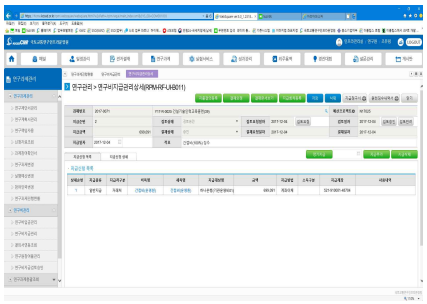
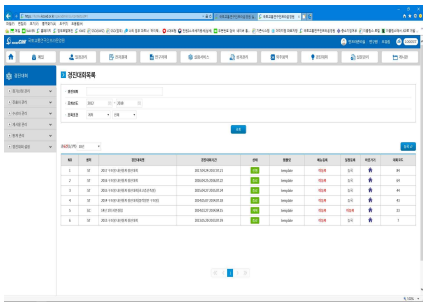
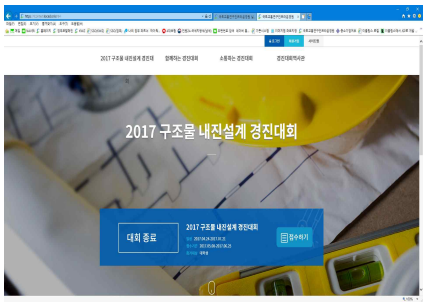
구분	주요 역할	구성
운영원	· 최상위 수준에서의 최종 의사결정, 사업에 필요자원 제공	원장, 연구소장
정보시스템 연구실	· 통합 CI시스템 시범운영관리 총괄 · 시범운영을 위한 PMO운영계획 수립 및 PMO관리 · 시범운영계획 수립 및 개선사항 도출 · 실험행정(견적,계약), 장비관리 관련 자료 수집 · 입력 · 실험서비스 개선사항 요구분석/설계/개발/테스트	실장, 연구원
PMO	· 시범운영시 발생하는 문제점 및 개선방향 도출 지원	실험시설 실무책임자, 외부 IT전문가
자문위원	· 시스템 운영관련 자문 및 주요 업무변경 의사결정사항 검토	외부전문가
실무자	· 통합 CI시스템 (실험서비스)를 활용한 견적, 계약, 장비관리 · 실험행정(견적,계약), 장비관리 관련 자료 수집 · 입력 · 실험서비스의 오류사항 및 개선사항 제시 · 실험서비스의 개선사항 최종확인	운영원 및 실험센터 담당자
사용자그룹	· 대민 실험서비스 이용 · 사용자 입장에서의 개선사항 및 의견 제시	실험의뢰 고객
구축사업 수행사	· 통합 CI시스템 안정화 지원 · 통합 CI시스템 하자보수	용역업체

① 통합CI시스템 주요기능

시스템	서비스 내용 및 운영 현황
KWIZ	- 실험서비스를 이용하기 위한 의뢰고객 전용 업무처리사이트 - 견적문의 기능 제공 - 실험프로젝트별 진행현황 조회 기능제공 - 전자계약 체결기능 제공 
실험행정관리	- 실험수행을 위한 행정업무(상담, 견적, 접수/계약, 청구/정산) 처리 기능 제공 - 견적 산출기능을 제공하는 온라인 견적모듈 기능 제공 - 견적관리기능 제공 · 상담서 작성, 견적산출 및 발급 이력관리, 조회, 통계(성과관리 연계) 등 - 접수/계약 관리 기능 제공 · 실험의뢰정보 관리, 접수확인증/계약서 발급 및 이력관리, 조회, 통계 - 청구정산관리 기능 제공 · 청구 일정관리, 실험비 수입 및 지출 현황 조회(회계관리 연계)  견적모듈  접수/계약  청구정산 관리  수입/지출 현황조회(회계관리 연계)

시스템	서비스 내용 및 운영 현황
실험장비관리	- 장비현황관리 기능 제공 · 장비 등록, 상태(유휴, 공동활용허용), 분류(실험유형, 가동률) 등을 통해 각 장비별 현황 관리 기능 지원 - 견적산출 기반데이터 제공(실험행정관리 연계) · 등록 장비별 도입단가, 표준분류체계 등 장비 정보를 토대로 견적 산출을 위한 장비사용단가산정 기반 데이터 제공 - 장비유지관리 기능 제공 · 유지보수 항목, 이력, 항목 주기별 알림 기능 제공  장비등록  장비 운영/유지보수
실험성과관리	- 실험데이터 수집 · 실험사례 공유를 위한 실험결과보고서 작성 및 데이터 수집 · 실험수행결과 전체 데이터 DB구축을 위한 문서관리시스템 연계(EDM) · 실험별 수행일지 작성을 통한 가동률 산출 - 실험수행 성과 통계관리 · 실험성과 통계 모니터링 기능 제공 · 실험수행 후 파급/파생성과 관리 기능제공  실험데이터 수집  성과통계
회계관리	- 실험비 재정관리 기능 제공 · 실험비 지급신청, 수입결의, 지급결의 등 회계계정 및 예산과목에 맞춰 체계적인 회계관리 기능 제공 · 실험비 입금내역 확인을 위한 통장 이체 내역 조회기능 제공 · 이체 외 발생한 결산이자, 기타수입지출 처리를 위한 통장관리 기능 제공  재정관리 시스템  실험서비스 연계

시스템	서비스 내용 및 운영 현황
연구과제관리	- 연구과제정보 및 연구비 집행관련 전주기를 관리하는 시스템 - 과제 계획단계, 제안서, 협약, 연구비관리, 연구과제 관련 기준정보 관리 기능 제공 · 과제 산출물 관리 기능 제공(과제 계획서, 제안서, 연구결과 산출물 등) · 과제참여 담당자 및 연구책임자의 연구비 지급 신청기능 제공 · 연구비 행정담당자의 지급 및 행정서류관리 기능 제공 - 연구 과제별 연구비 집행 상세 내역 조회 및 성과통계 기반데이터 제공  연구과제 관리
문서관리	- 전자결재를 통해 생성된 문서 및 첨부문서 관리 기능제공 · 문서관리 전주기 시스템화(생성, 수정, 보관, 폐기) · 문서관리 폴더별 사용자 권한관리, 문서정보관리 기능 제공 - 실험데이터 관리 기능 연계 · 실험데이터 수집 및 축적을 위한 저장소 기능 제공 - 검색, 통계관리 기능 제공 · 키워드 검색기능, 사용현황 및 통계관리 기능 제공  문서관리 시스템(ECM)  실험데이터 수집
전자결재	- 통합 CI시스템 전체에서 생성되는 문서 결재 기능 제공 · 전체 시스템의 문서 기안 프로세스 표준화 · 결재선 관리, 수발신 지정, 결재 승인처리의 자유로운 지정이 가능한 가시화된 기능 제공 - 업무포털 구축을 위한 각 시스템의 포틀릿 연계기능 제공 - 업무 생산성 향상을 위한 게시판, 일정관리, 자원관리, 사내메세지 등 기능제공

시스템	서비스 내용 및 운영 현황
	 업무포털 메인화면 (시스템 연계 포틀릿 제공)  실험서비스 연계  연구과제관리 연계  결재상신
경진대회관리	- 대형실험시설 교육활용을 위한 경진대회 진행시, 년도별 참가자 관리 및 경진대회 진출 단계관리, 경진대회 홈페이지 게시판 관리를 수행할 수 있는 경진대회 관리포털 제공 - 경진대회 참가신청 및 진행단계 조회, 공지사항 게시등 대민서비스를 제공하는 경진대회 홈페이지 제공(시행 년도별로 홈페이지 디자인을 위한 인력 투입은 별도 수행)  경진대회 관리 시스템  경진대회 홈페이지

② 통합 CI시스템 시범운영결과 및 실험서비스 관련자료 DB화

◦ 시범운영현황

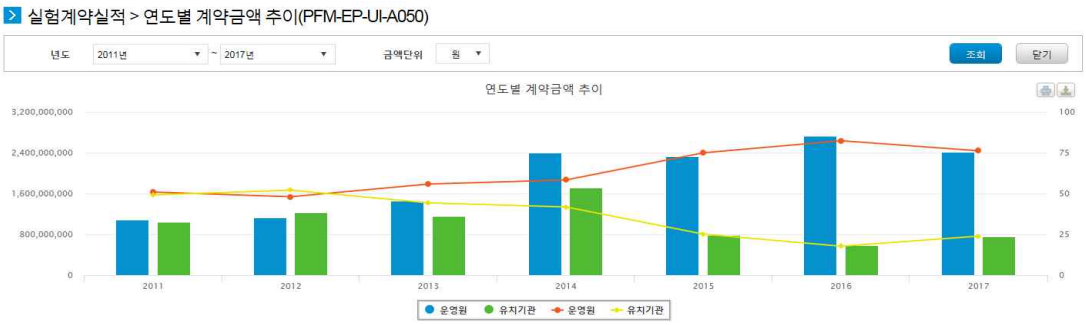
- 통합 CI시스템은 대민서비스와 관리자서비스로 구별되며, 대민서비스는 국토교통 대형 실험시설의 실험신청, 견적, 접수/계약업무의 일원화된 접수 창구로 회원가입 후 누구나 이용 가능한 서비스이고 관리자서비스는 실험시설 업무담당자 및 실험시설 총괄 관리기관의 업무담당자가 활용하는 서비스 임

· `17년 기준으로 1단계 실험시설 계약건수는 총 264건이며, 중소기업, 대학순으로 실험시설을 활용하고 있음



계약주체	센터	중소기업	중견기업	대기업	국공립	연구소	대학	계
운영원	하이브리드구조실험센터	12	0	0	1	0	3	16
	지오센트리퓨지실험센터	1	0	1	2	0	11	15
	첨단건설재료실험센터	17	0	2	0	7	15	41
	지진방재연구센터	24	0	0	0	2	14	40
	대형풍동실험센터	11	0	1	0	4	12	28
	해안항만실험센터	3	0	0	4	0	2	9
소계 (합)		68	0	4	7	13	57	149
유치기관	하이브리드구조실험센터	20	0	2	0	0	1	23
	지오센트리퓨지실험센터	0	0	0	0	0	3	3
	첨단건설재료실험센터	7	0	0	0	1	4	12

· '11년~'17년도 계약금액 추이를 살펴보면 해년마다 계약금액이 조금씩 증가되고 있어 국토교통대형실험시설 활용이 증대되고 있음



계약주체	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	누계
운영원	1,084,181,464	1,131,049,772	1,452,700,000	2,396,837,514	2,326,112,500	2,730,425,500	2,409,711,200	13,531,017,950
	51	48	56	58	75	82	76	65
유치기관	1,046,490,590	1,225,752,600	1,152,716,544	1,716,983,000	779,330,270	587,015,900	755,946,000	7,264,234,904
	49	52	44	42	25	18	24	35
계	2,130,672,054	2,356,802,372	2,605,416,544	4,113,820,514	3,105,442,770	3,317,441,400	3,165,657,200	20,795,252,854

◦ 실험서비스 관련자료 DB화

구분	DB화 전체건수	시스템 구축이후(`17.03)	비고
실험 의뢰 및 견적	2,342	326	
실험 접수/계약	1,867	264	구축이전 시스템을 통한 의뢰의 접수/계약 진행
실험사례 DB	423	-	`17년도 사례는 18년 입력
실험요약보고서	-	149건	

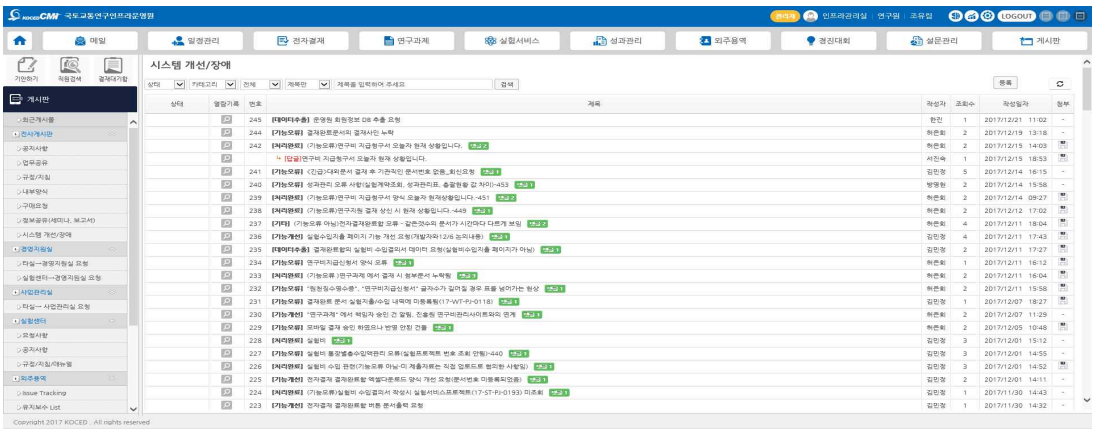
◦ 실험결과 데이터 저장소 보관

- 실험데이터 : 575.8GB



◦ 온 · 오프라인 Helpdesk운영

- 총 231건 오류 및 기능개선 요청사항 접수
  · 158건의 오류사항 하자보수 조치완료 , 52건의 실험서비스 이용안내
  · 21건의 기능개선 요구사항 수집



◦ 시스템 접속 통계현황

- 시스템 구축후 이용자의 시스템 접속 분석을 통해 월간 방문자수, 페이지뷰, 접속 경로를 모니터링



일자	누적방문수	증감율
2017-12	8936	-32%
2017-11	13146	-4%

③ 시스템 장애예방 및 모니터링

◦ 시스템 운영관리

- 시스템 운영지원 및 하자보수는 구축된 CI시스템이 하자보수 기간동안 시스템들간의 오류 문제 등에 대한 원인규명 및 결과조치를 아래와 같은 프로세스로 수행함



- 365일 안정적인 온라인 서비스를 제공할 수 있도록 정기 및 수시점검, 장애 모니터링수행

항목	세부항목	내용	특이사항
H/W	네트워크	- 백본, L2, L3 포트사용 정상 - CPU, 메모리, 트래픽, 로그 분석에서 특이사항 발견되지 않음 - L4 스위치, 백본 스위치, L3 스위치, L2 스위치의 전체적인 점검 결과는 모두 양호 - 네트워크 사용에 문제가 없음	- 특이사항 없음
	서버	- CPU, 메모리, 이벤트 로그, 디스크 건강상태 모두 양호 - RAID 구성 상태 정상 - 서버 청결 상태 양호 - 파워서플라이 상태 양호	- Windows방화벽에서 사용하는 포트를 제외한 포트 차단 - Windows Defender 기능 꺼짐 - ezSCan 백신 프로그램을 통한 바이러스 차단
	UPS	- 배터리 충전상태 양호 - 충전전압, 전류 상태 양호 - 오작동 여부 없음	- 장비 노후화 및 부품 단종으로 UPS 보드 및 기타 부품 공급이 어려움
	항온항습기	- 월정기점검 시 이상현상 없음 - 매 분기시 온도 및 습도 재설정	- 장비실 환경문제로 결로가 발생하는 현상이 있음 - 지속적인 유지보수를 통해 관리를 하고 있지만 장비의 노후화로 센서류, 차단기류, 파이프 등을 교체할 필요성이 있음
	방화벽	- 주요장비에 대해서는 알려지지 않은 포트로 접근하도록 설정 - 침입탐지 관련 패턴 업데이트 매주 정상적으로 처리 - 평균 트래픽 10%이하, 평균 CPU 사용량 20% 이하	- 현재는 라이센스 상태 정상이나 매년 갱신하지 않으면 침입탐지관련 패턴업데이트가 이뤄지지 않아 최신 웜이나 공격에 대한 대응에 문제가 있을 수 있음
상용 S/W	WAS	- 서비스 운영상 문제 없음	- 특이사항 없음
	WEB	- 서비스 운영상 문제 없음	
	MS-SQL	- 서비스 정상구동 - 서비스 운영상 문제 없음	- 주차별 평균 3%정도의 디스크 사용율 증가

- 시스템 장애 및 재해로 인한 정보 소실을 방지하기 위해 주기적인 데이터 백업 수행

· 시스템 백업 및 복구프로세스

단계별 업무내용

1) 백업/복구정책 수립
   · DB : 매일, OS 및 개발소스 : 주1회
2) 백업/복구 정책 검토
   · 백업양 점검에 따른 정책변경 검토
3) 백업 스케줄 작성
   · 매일 (증분백업), 주단위 : 전체백업
   · 시간대 : 매일 새벽 3시, 매주 새벽 3시
4) 수동 백업수행
   · 백업툴이 아닌 스케줄러에 의한 카피방식
5) 백업완료
   · 백업영역에 백업파일 확인

· 시스템 백업, 데이터 백업(매주 수행)

구분	백업 및 복구 실적										준수율 (%)
	백업 및 복구 발생건수					시간내 완료건수					
	백업		복구		계	백업		복구		계	
	서버	스토리지	서버	스토리지		서버	스토리지	서버	스토리지		
17.03	3	0	0	0	3	3	0	0	0	3	100
17.04	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100
17.05	5	0	0	0	5	5	0	0	0	5	100
17.06	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100
17.07	5	0	0	0	5	5	0	0	0	5	100
17.08	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100
17.09	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100
17.10	5	0	0	0	5	5	0	0	0	5	100
17.11	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100
17.12	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	100

④ 통합 Grid시스템 기능개선 계획 수립

◦ 전반적으로 시스템 개선 및 업무 효율성이 향상되었으나, 시스템 구축이후 업무 프로세스 변경요청 간헐적으로 발생하는 일부 시스템간의 연계 오류, 시범운영을 통한 업무담당자의 추가기능 요청 등 이슈사항이 도출됨

- 현재 시스템 구축 초기단계로 시범운영을 통해 확인된 일부 시스템의 안정화를 위해 추가적인 안정화 작업이 필요
- 시스템 구축이후 도출된 업무 프로세스 및 프로세스 변경사항 반영 필요
- 시스템 시범운영을 통해 사용자의 추가요구사항 반영 필요

◦ 운영원 업무 이슈 도출

- 시스템간 연계를 담당하고 있는 전자결재가 불안정하여 간헐적인 연계 오류가 발생하여, 안정적인 시스템 운영 및 서비스 제공을 위해 전자결재 시스템의 안정화 필요
- 실험서비스 이용자의 편의와 실험시설 공동활용을 통한 데이터의 활용도 증대를 위해 KWIZ 사이트의 이용자 안내 및 시스템 소개, 실험사례, 장비 소개 등의 콘텐츠 개선과 데이터 공유를 위한 데이터마켓, 실험 스케쥴의 공개실험 우선정렬 등의 기능개선 필요

No	시스템	이슈명	이슈 내용	이슈 유형
1-1	실험서비스 관리 (행정관리)	실험 접수/계약 재상신 프로세스 개선	- 실험계약 진행시 계약금 처리 관련(계약금액, 의뢰기관 정보 등) 외의 정보수정사항 결재상신을 위해 견적 재발급부터 수행하는 번거로움 발생	PR/IT
1-2	실험서비스 관리 (행정관리)	실험비 집행이전 실행예산 확정을 위한 검토 프로세스 필요	- 실험비 수입정산 집행 이후 실행예산 변경으로 인한 추가업무 발생 - 운영원과 실험센터 담당자간의 검토요청 및 확인에 대한 프로세스 수립 및 시스템개선 필요	PR/IT
1-3	실험서비스 관리 (장비관리)	수행일지 작성 기능개선	- 실험수행일지와 견적정보의 장비가동 시간의 데이터 연계가 되지 않아 실제 사용시간에 대한 데이터 수정입력이 아닌 장비별 사용시간을 각각 입력해야 하는 번거로움 발생 - 수행일지 기준(시간), 견적 기준(일)이 달라 데이터 연계를 위한 기준 확립 필요 - 실험수행일지 작성후 해당 프로젝트의 수행일지 작성여부 확인 안됨	IT/PO
1-4	실험서비스 관리 (장비관리)	장비별 가동률 산정에 대한 기준 불명확함으로 인한 산출 가동률 상이	- 일부 실험센터의 가동률 산정방식 변경으로 인한 가동률 산정 개편 - 개편된 가동률의 시스템 반영을 위한 개선작업 필요	IT
1-5	실험서비스 관리 (포털시스템관리)	의뢰기관 정보 수정일 표기	- 의뢰기관 정보의 등록일만 표기되어 산단과 같이 주기적으로 의뢰기관 정보가 변경 돼야하는 경우 변경 필요여부를 확인할 수 없음	IT
1-6	회계관리	ERP연계 안정화	- 결재완료후 해당데이터의 ERP 연계가 원활하지 않아, ERP상에서 누락되는 경우 발생	IT
1-7	전자결재	전자결재 시스템 연동 안정화	- 실험서비스 관리, 연구과제관리, 회계관리 등 통합 CI시스템의 연계를 위한 전자결재 시스템의 불안정으로 인해 타 시스템의 업무진행이 멈추는 경우 발생	IT

No	시스템	이슈명	이슈 내용	이슈 유형
1-8	전자결재	결재대기, 사내메세지, 연구과제 검토대기 관련 알람 보이기	- 연구과제 검토대기 알림영역 기능 추가 개선 필요 (실험서비스, 연구과제 연계)	IT
1-9	KWIZ	이용자 안내 콘텐츠 개선	- 실험서비스 안내 및 이용안내등 콘텐츠 개선작업 필요	IT
1-10	KWIZ	이용료 정산 프로세스 개선	- 현재 KWIZ에서 청구정산 내역을 보이기 위해서는 실험 행정관리의 청구서 발행이 선작업이 되어야 함 - 청구서의 경우 요청사항이 있을 경우 발행하는 것으로 계산서 발행이 기준이 되어야 함	PR/IT

◦ 실험센터 업무 이슈 도출

- 운영원 업무 이슈 사항과 동일한 간헐적인 연계 오류 개선을 위한 전자결재 시스템 안정화 필요
- 시스템 구축 이후 시범 운영단계에서 업무 진행시 필요한 기능 및 데이터의 호출에 대한 추가 요구사항 발생
  · 의뢰기관 및 의뢰자 정보관련 데이터 추가 호출
  · 견적산출시 유치기관 계약분(실험센터 소속의 산단 계약진행)의 경우 시스템 구축 이전 사용하던 엑셀 견적모듈을 토대로 부가세를 자동 산출하도록 반영하였으나 일부 실험센터에서는 해당 엑셀 수식을 수정하여 사용하여, 기능추가 요청
  · 회계관리 시스템을 통해 실험비 재정관리 기능이 지원되고 있으나, 각 기능별 제공되는 화면이 별도로 존재하여, 전체적인 흐름을 파악할 수 있는 화면 등 추가 기능 요청

No	시스템	이슈명	이슈 내용	이슈 유형
1-1	실험서비스 관리 (행정관리)	실험문의(견적의뢰)시 의뢰자 상세정보 호출	- 상담진행시 의뢰자 정보부족으로 인한 의사소통의 어려움 발생, 문의/상담서 페이지에서 실험신청자의 정보, 의뢰기관정보 데이터 호출이 필요함	PR/IT
1-2	실험서비스 관리 (행정관리)	유치기관 계약시 견적모듈의 VAT 반영여부	- 현재 견적시 유치기관 계약의 경우 부가세 자동계산으로	IT/PO
1-3	실험서비스 관리 (성과관리)	실험결과 데이터 등록시 결과값 입력기능 미지원	- 현재 실험결과보고서 작성은 웹 기안기로 지원되고 있어, 일부실험센터에서 표형태로 산출된 결과값 입력이 불가능하여 입력시 불편을 겪고 있음	PR/IT
1-4	회계관리	카드지급 신청/지출결의	- 실험수행관련 계좌거래 외 카드사용내역에 대한 신청, 지출결의 별도 양식 반영 필요	PR/IT
1-5	회계관리	실험비 지급신청 임시저장 기능 필요	- 실험프로젝트 수행을 위한 업무추진비로 사용한 카드비 지급신청서 작성시 카드사 연계기능 미흡으로 인해 거래처 등록 및 사용내역을 수기 입력해야하는 번거로움이 있음 - 오류 발생시 해당 사용내역을 처음부터 재작성하는 번거로움 발생으로 임시저장 기능을 필요로 함	IT

No	시스템	이슈명	이슈 내용	이슈 유형
1-6	회계관리	프로젝트별 실험비 수입/지출결의 내역 조회	- 현재 실험비 재정관리는 회계관리 시스템에 구현되어있어 실험센터 업무담당자의 업무 진행시 해당실험별 수입지출 내역의 비교검토가 불편함 - 실험서비스 관리 시스템과 회계관리 시스템 연계 부분을 개선하여 실험서비스 관리에서 실험비 재정관리가 가능하도록 개선 필요	PR/IT
1-7	전자결재	전자결재 시스템 연동 안정화	- 실험서비스 관리, 연구과제관리, 회계관리 등 통합 CI시스템의 연계를 위한 전자결재 시스템의 불안정으로 인해 타 시스템의 업무 진행이 멈추는 경우 발생	IT
1-8	전자결재	결재대기, 사내메세지, 연구과제 검토대기 관련 알람 보이기	- 연구과제 검토대기 알림영역 기능 추가 개선 필요 (실험서비스, 연구과제 연계)	IT

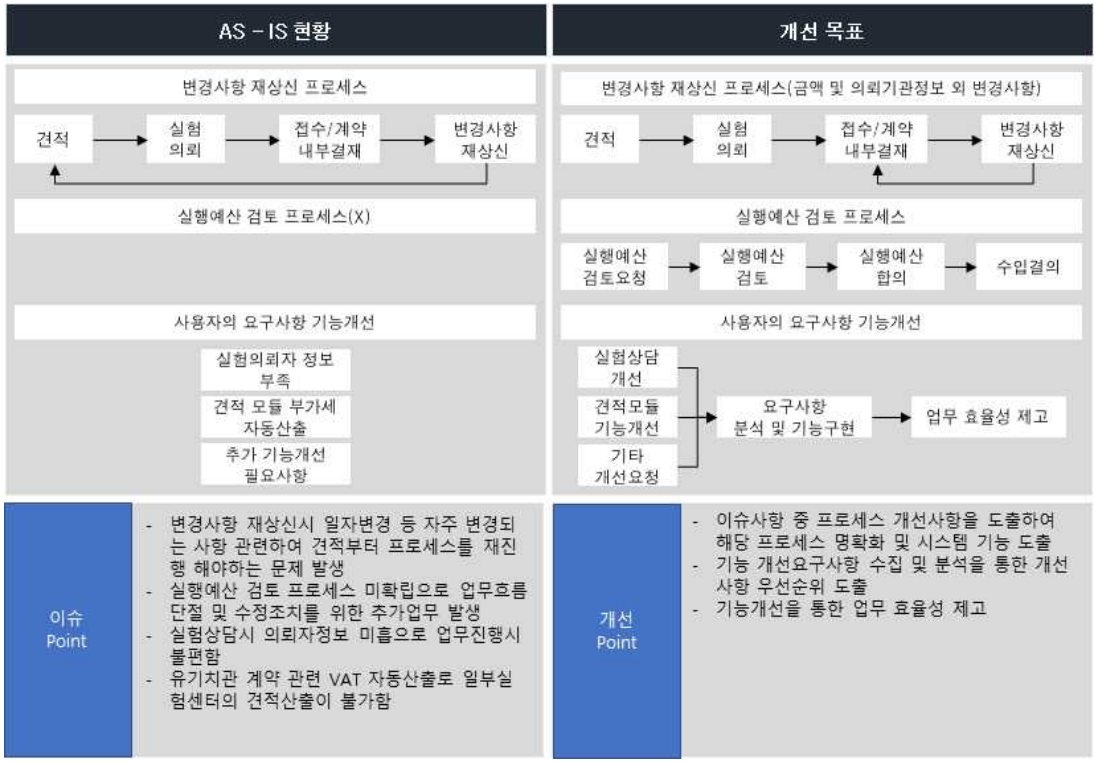
◦ 운영원과 실험시설에서 도출된 이슈를 토대로 각각 개선사항을 도출

No	시스템	이슈 명
1-1	실험서비스 관리 (행정관리)	실험 접수/계약 재상신 프로세스 개선
1-2	실험서비스 관리 (행정관리)	실험비 집행이전 실행예산 확정을 위한 검토프로세스 필요 유치기관 계약시 견적모듈의 VAT 반영여부
1-3	실험서비스 관리 (장비관리)	수행일지 작성 기능개선
1-4	실험서비스 관리 (장비관리)	가동률 산정기준 재정립
1-5	실험서비스 관리 (포털시스템관리)	의뢰기관 정보 수정일 표기
1-6	회계관리	카드지급 신청/지출결의 프로젝트별 실험비 수입/지출결의 내역 조회 실험비 지급신청 임시저장
1-7	전자결재	전자결재 시스템 연동 안정화
1-8	전자결재	결재대기, 사내메세지, 연구과제 검토대기 관련 알람 보이기
1-9	KWIZ	이용자 안내 콘텐츠 개선
1-10	KWIZ	이용료 정산 프로세스 개선

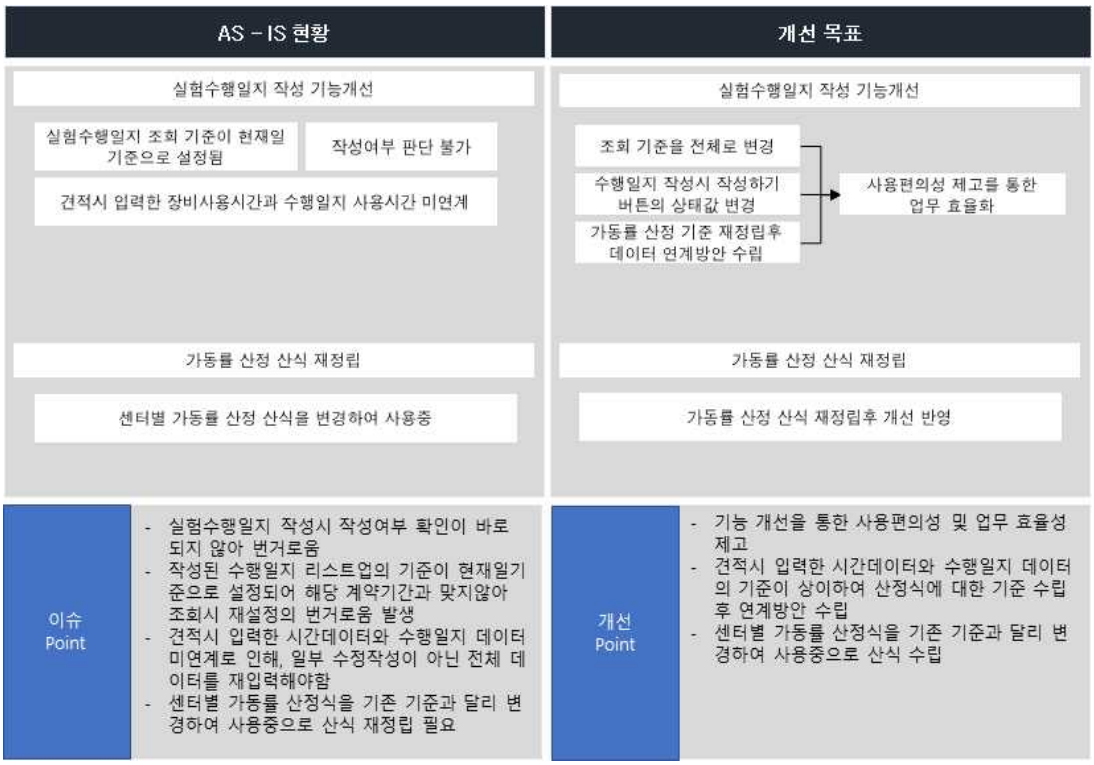
개선사항
실험 접수/계약 프로세스 및 기능개선
청구정산 프로세스 및 기능개선
장비관리 기능 개선
가동률산정 정책 수립
실험서비스 관리 개선
실험시스템 및 회계관리 시스템 개선
전자결재 시스템 개선
시스템 연계 및 알림 개선
KWIZ 사이트 콘텐츠개선
KWIZ 사이트 기능개선

◦ 프로세스 개선

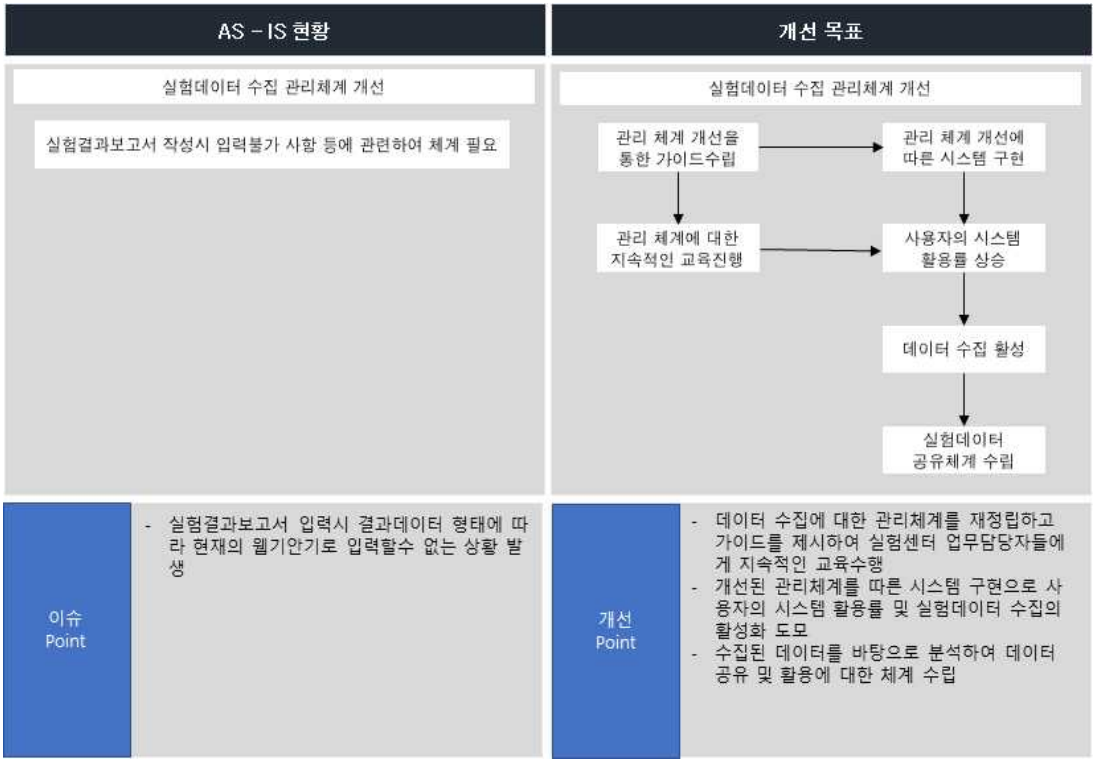
- 실험행정관리



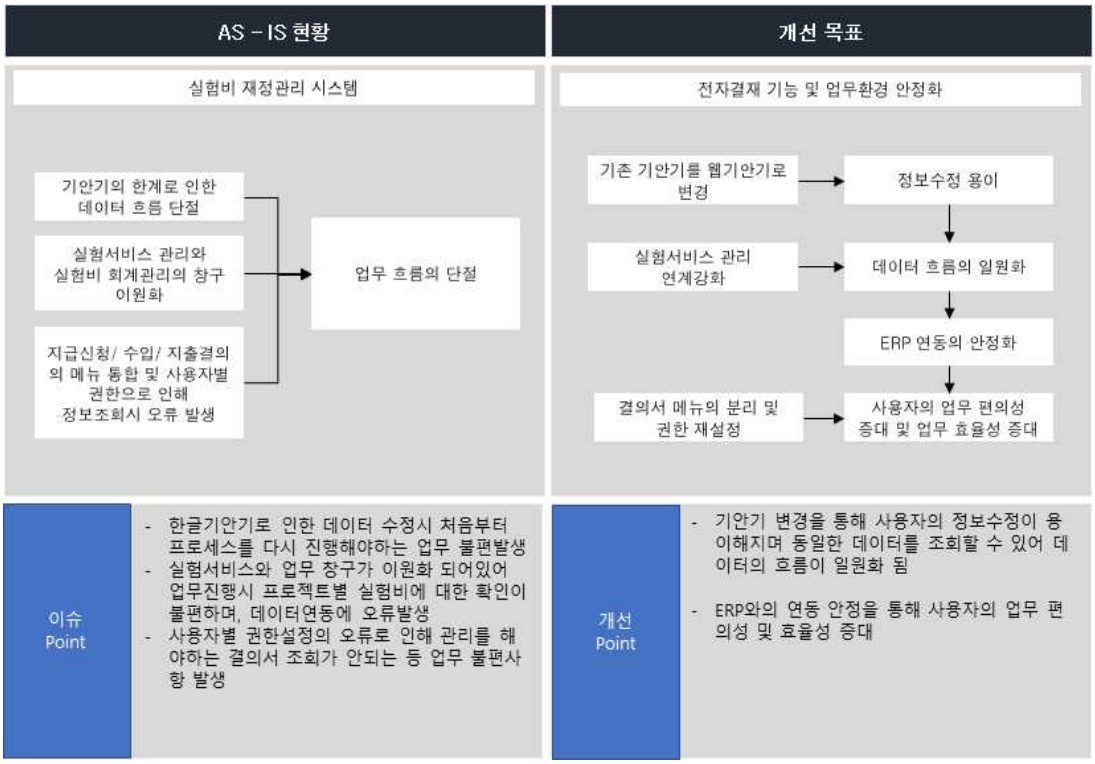
- 실험장비관리



- 실험성과관리

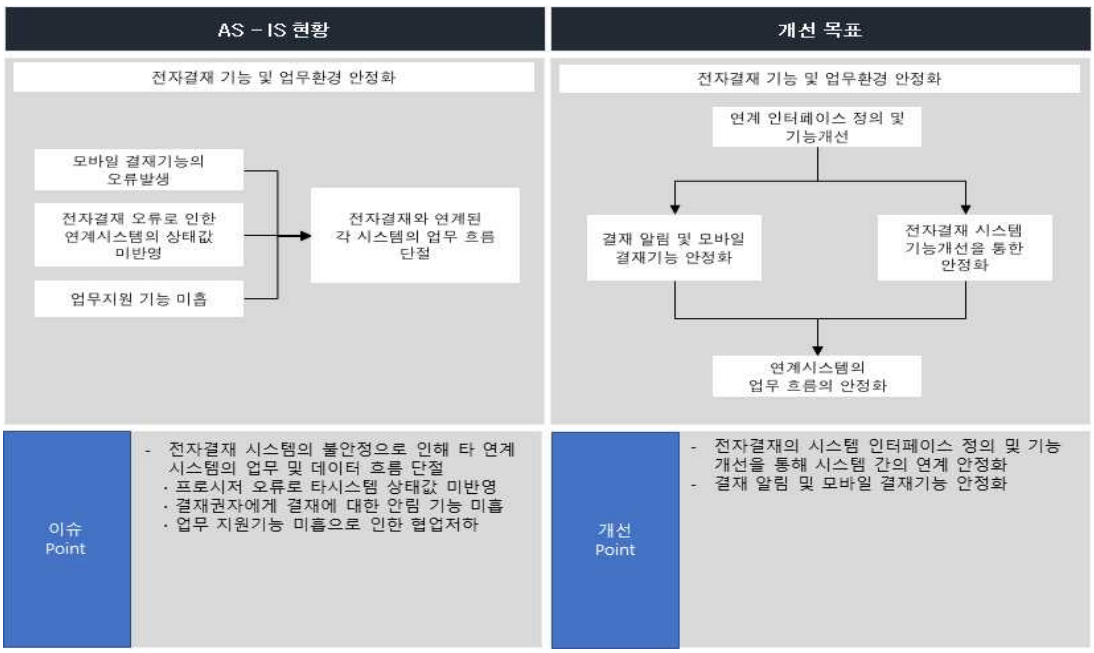

AS – IS 현황
개선 목표
실험데이터 수집 관리체계 개선
실험결과보고서 작성시 입력불가 사항 등에 관련하여 체계 필요
실험데이터 수집 관리체계 개선
관리 체계 개선을 통한 가이드수립
관리 체계 개선에 따른 시스템 구현
관리 체계에 대한 지속적인 교육진행
사용자의 시스템 활용률 상승
데이터 수집 활성
실험데이터 공유체계 수립
이슈 Point
- 실험결과보고서 입력시 결과데이터 형태에 따라 현재의 웹기안기로 입력할수 없는 상황 발생
개선 Point
- 데이터 수집에 대한 관리체계를 재정립하고 가이드를 제시하여 실험센터 업무담당자들에게 지속적인 교육수행
- 개선된 관리체계를 따른 시스템 구현으로 사용자의 시스템 활용률 및 실험데이터 수집의 활성화 도모
- 수집된 데이터를 바탕으로 분석하여 데이터 공유 및 활용에 대한 체계 수립

- 회계관리

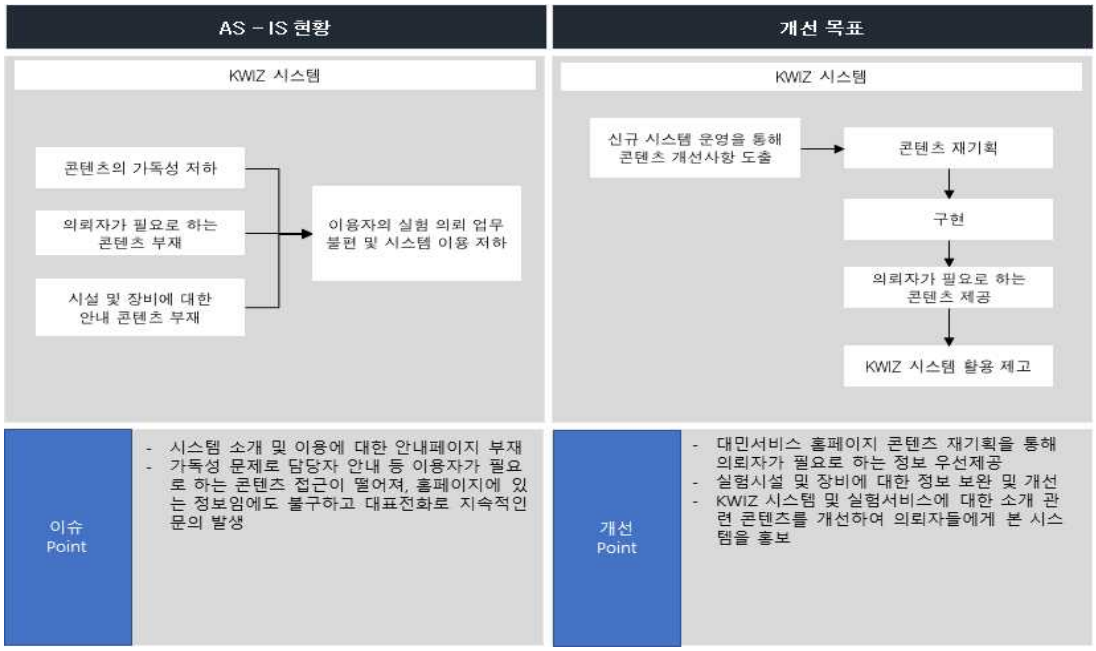

AS – IS 현황
개선 목표
실험비 재정관리 시스템
전자결재 기능 및 업무환경 안정화
기안기의 한계로 인한 데이터 흐름 단절
실험서비스 관리와 실험비 회계관리의 창구 이원화
지급신청/ 수입/ 지출결의의 메뉴 통합 및 사용자별 권한으로 인해 정보조회시 오류 발생
업무 흐름의 단절
기존 기안기를 웹기안기로 변경
정보수정 용이
실험서비스 관리 연계강화
데이터 흐름의 일원화
ERP 연동의 안정화
결의서 메뉴의 분리 및 권한 재설정
사용자의 업무 편의성 증대 및 업무 효율성 증대
이슈 Point
- 한글기안기로 인한 데이터 수정시 처음부터 프로세스를 다시 진행해야하는 업무 불편발생
- 실험서비스와 업무 창구가 이원화 되어있어 업무진행시 프로젝트별 실험비에 대한 확인이 불편하며, 데이터연동에 오류발생
- 사용자별 권한설정의 오류로 인해 관리를 해야하는 결의서 조회가 안되는 등 업무 불편사항 발생
개선 Point
- 기안기 변경을 통해 사용자의 정보수정이 용이해지며 동일한 데이터를 조회할 수 있어 데이터의 흐름이 일원화 됨
- ERP와의 연동 안정을 통해 사용자의 업무 편의성 및 효율성 증대

◦ 기능 개선

- 전자결재



- KWIZ 홈페이지



◦ 개선사항 종합

- 내부 시스템 간의 연계 안정화를 통해 원활한 정보흐름의 업무시스템을 제공
- 전자결재 시스템의 안정화를 통해 각시스템의 결재 이후 프로세스를 안정적으로 진행할 수 있도록 개선 필요
- 회계관리 시스템의 데이터 적시성 강화를 위한 센터별 재정관리 기능 추가
  · 회계시스템인 ERP 시스템(C/S)을 이용한 업무 처리기간 동안의 일관성 있는 실험비 정보제공을 위한 재정관리 기능 추가
  · 웹환경의 기안기 변경을 통해 데이터 수정사항 반영에 대한 이용자의 불편사항 개선

[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

□ 소형 전동식 진동대 교육 활용

○ 목적 : 구조공학, 진동론, 구조동역학 등 관련 강좌의 이론 교육

○ 일시 : `17년 9월~10월

○ 장소 : 하이브리드구조실험센터

○ 참석 : 명지대학교 토목환경공학과 수강생

○ 수행내용

- 4층 빌딩형 구조체 가진을 통한 구조물 거동 시연
- 모형 제작 및 진동대 가진을 통한 내진설계 원리 설명

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`17.06.01) KAIST 건설 및 환경공학과, 고급지반동역학 강좌 및 공개 실험 특강



- (`17.09~12) KAIST 건설 및 환경공학과, 기초공학 강좌 및 공개 실험 특강

□ 실험시설/장비 연계 인력양성

○ 첨단건설재료실험센터

- (`17.05.08~06.02) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 5차, 40명)
- (`17.06.12~06.30) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 6차, 40명)
- (`17.07.03~07.28) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 7차, 40명)
- (`17.08.07~09.01) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 8차, 40명)
- (`17.09.04~09.29) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 9차, 40명)
- (`17.10.16~11.03) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`17년 10차, 40명)

□ 공개 실험 및 기술교육세미나 등

○ 하이브리드구조실험센터

- (`17.08.03) 경기지방 중소벤처기업청, 실험시설 견학 및 국내 최초도입 20MN Dynamic UTM 실험장비 시연, 10명
  · 김영신 기업청장 및 관계자 참석
  · 중소기업 연구장비 공동활용 지원사업에 대한 활성화 방안 및 협력 협의




- (`17.10.31) 삼보기술단, Arch Deck 공법이 적용된 60m 거더 실험, 10명
- (`17.11.15) GS건설, Multistory Frame Structure 공개실험
  · 12m 높이의 외측기둥이 5MN Static Actuator로 하중 반복 가력으로 기둥 연결부 성능 검증




○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`17.05.19) LH토지주택공사&LH구조안전센터, 원심모형실험기기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 세미나

○ 지진방재연구센터

- (`17.06.08) 한국기계연구원&한국원자력연구원, 김영중 센터장, 김민규 박사 참여 '6자유도 진동대 검수 및 세미나' 수행
- (`17.07.20~21) 2017 구조물 내진설계 경진대회 개최
  · 1차 구조물 내진설계 설계 심사
  · 2차 구조물 제작 및 진동대 실험
- (`17.08.11) 포스코 철강솔루션 센터, 이우종 마스터 초청을 통해 진동대 장비 및 냉장계통의 효율적 유지관리 기술 협의 수행

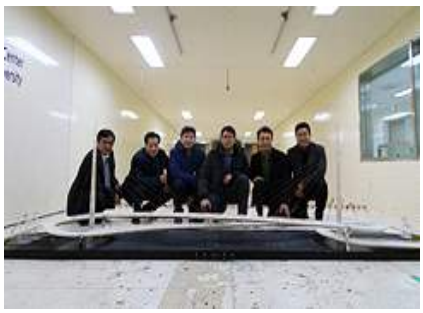



- (`17.08.21) 해강중학교
  · 기본적인 지진 및 건축물에 대한 공학적 접근 기초 설명 등 기술 교육
- (`17.09.13) 아파트 리모델링 강구조 시스템 동적성능실험 공개 실험 및 세미나

- (`17.10.18) 점성댐퍼가 구비된 창호형 제진시스템의 내진성능평가 공개 실험 및 세미나
- (`17.10.27) 보니엘고등학교 건축동아리 DIAD, 6명
  · 진동대 시설 · 장비 소개 및 주요 실험사례 소개

○ 대형풍동실험센터

- (`17.04~`17.11) 한국선백해양 플랜트연구소, 철도기술연구원, 삼성중공업, 한국타이어, 연세대학교, 부산대학교, 건일엔지니어링 등 시설 견학 및 세미나 수행






- (`17.07.10) 하성중학교, 전북대학교 실험시설 투어 및 기술세미나
  · 지역 학생들 교육 연계 프로그램으로 태풍급 바람 체험 등



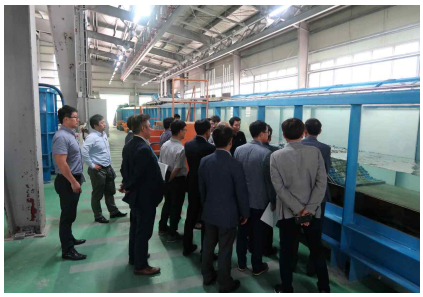

○ 해안항만실험센터

- (`17.07.08) 여수지역아동센터, 실험센터 견학 및 실험 참관
  · 호남권 국토교통기술지역거점센터 사업 연계




- (`17.09.15) 해양수산부, 2017년 연안침식실태조사와 관련한 전문가 시설 견학 및 교육





[2-2] 품질경영시스템

□ KOLAS 미인정센터의 내부심사 및 보완

- KOLAS 내부심사증을 보유한 유경험자 섭외를 통한 문서체계 검토 및 자문

○ 해안항만실험센터

- (`17.12.11.) 내부심사를 통한 문서체계 검토
- (심사의견)
  · 문서체계화를 위해 매뉴얼, 양식을 보유하였으나, 업무의 적용은 미비함
  · 내부심사관련 점검표 등 양식 미비로 보완 필요
  · KOLAS 미인정기관이나, 일부 관련된 문서체계만이라도 활용하여 신뢰성 확보 필요

[붙임] 자문의견서

"통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구"
[품질경영시스템의 문서관리 체계등 내부심사 자문회의]

• 일 시 2017년 12월 11일 11시00분~18시		• 장 소: 여수 해안항만실험센터 회의실	
소 속	직 위	성 명	서명
제명여자고	조교	전 동욱	전동욱



○ 대형풍동실험센터

- (`17.12.12.) 내부심사를 통한 문서체계 검토
- (심사의견)
  · 문서체계화를 위해 매뉴얼, 양식별로 잘 분류하여 정리되어 있으나, 체계 적용은 미비함
  · 매뉴얼 일부내용 오류(조직, 개정이력 등 수정 보완 필요
  · 문서체계(매뉴얼, 양식)는 잘 구축되어 있으나, 시스템 적용 및 관리를 명확히 하여 신뢰성 있는 시험품질이 제공될 수 있도록 활용되어야 함

[붙임] 자문의견서

"통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구"
[품질경영시스템의 문서관리 체계등 내부심사 자문회의]



○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`17.12.15.) 내부심사를 통한 문서체계 검토
- (심사의견)
  · 문서체계 제정은 되었으나, 업무의 적용은 미미
  · 내부심사 점검표 양식 보완 필요
  · 용어중 시험실무자는 실무자로 수정 등 용어 수정보완 필요
  · KOLAS 인정기관이 아니더라도 센터의 효율성 및 실험효율성을 위해 유지관리 필요

[붙임] 자문의견서

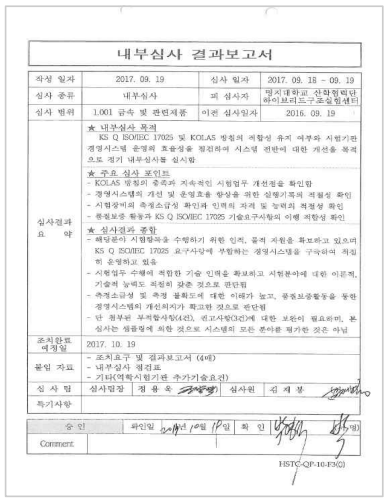
"통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구"
[품질경영시스템의 문서관리 체계등 내부심사 자문회의]



□ 품질경영시스템 적용 및 보완

○ 하이브리드구조실험센터

- (`17.9.19.) 내부심사



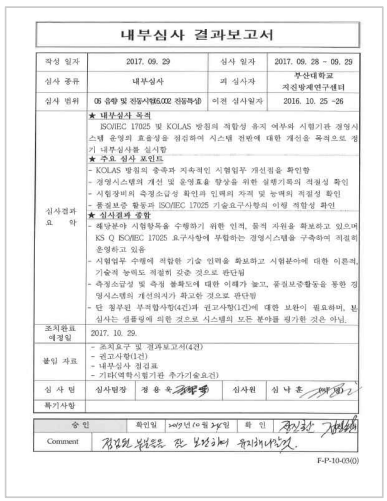
내부심사 결과보고서

작성 일자	2017. 09. 19	심사 일자	2017. 09. 18 ~ 09. 19
심사 종류	내부심사	피 심사자	정지대학교 산학협력단 하이브리드구조실험센터
심사 범위	1.001 급속 및 관련제품	이전 심사일자	2016. 09. 19
심사결과 요 약	★ 내부심사 목적 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함 ★ 주요 심사 포인트 - KOLAS 방침의 준족과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함 - 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 심행기록의 적절성 확인 - 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인 - 품질보증 활동과 KS Q ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인 ★ 심사결과 종합 - 해당분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음 - 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이론적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단됨 - 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선의지가 확고한 것으로 판단됨 - 단 철부분 부적합사항(4건), 권고사항(2건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 모든 분야를 평가한 것은 아님		
조치완료 예정일	2017. 10. 19		
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서 (4매) - 내부심사 점검표 - 기타(역학시험기판 추가기술요건)		
심 사 팀	심사팀장 정 용 욱	심사원	김 재 봉
특기사항			
승 인	확인일 2017년 10월 19일	확 인	
Comment			

HSTC-QP-10-F3(0)

○ 지진방재연구센터

- (`17.09.29.) 내부심사



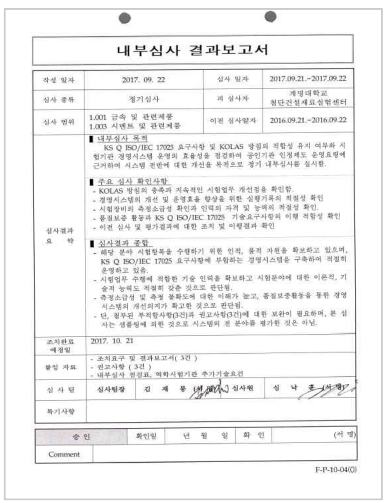
내부심사 결과보고서

작성 일자	2017. 09. 29	심사 일자	2017. 09. 28 ~ 09. 29
심사 종류	내부심사	피 심사자	부산대학교 지진방재연구센터
심사 범위	05 유지 및 전동시험(05.002 전동특성)	이전 심사일자	2016. 10. 25 ~26
심사결과 요 약	★ 내부심사 목적 ISO/IEC 17025 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함 ★ 주요 심사 포인트 - KOLAS 방침의 준족과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함 - 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 심행기록의 적절성 확인 - 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인 - 품질보증 활동과 ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인 ★ 심사결과 종합 - 해당분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음 - 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이론적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단됨 - 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선의지가 확고한 것으로 판단됨 - 단 철부분 부적합사항(4건)과 권고사항(1건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 모든 분야를 평가한 것은 아님		
조치완료 예정일	2017. 10. 29.		
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서(4건) - 권고사항(1건) - 내부심사 점검표 - 기타(역학시험기판 추가기술요건)		
심 사 팀	심사팀장 정 용 욱	심사원	심 나 초
특기사항			
승 인	확인일 2017년 10월 29일	확 인	
Comment	정성적 보완등은 잘 보완하여 유지하시기		

F-P-10-(0)(0)

○ 첨단건설재료실험센터

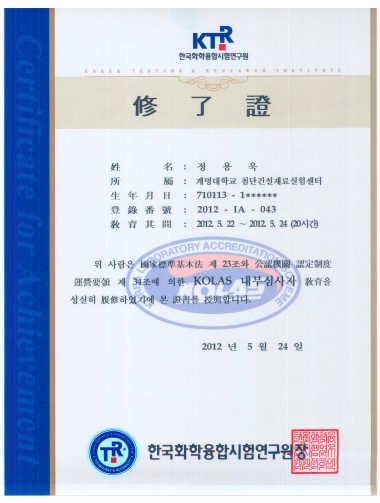
- (`17.09.22.) 내부심사



내부심사 결과보고서

작성 일자	2017. 09. 22	심사 일자	2017.09.21.~2017.09.22
심사 종류	정기심사	피 심사자	계명대학교 첨단건설재료실험센터
심사 범위	1.001 급속 및 관련제품 1.003 시멘트 및 관련제품	이전 심사일자	2016.09.21.~2016.09.22
심사결과 요 약	■ 내부심사 목적 KS Q ISO/IEC 17025 요구사항 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부와 시험기관 경영시스템 운영의 효율성을 점검하여 승인기준 인정제도 운영효율에 근거하여 시스템 전반에 대한 개선을 목적으로 정기 내부심사를 실시함. ■ 주요 심사 확인사항 - KOLAS 방침의 준족과 지속적인 시험업무 개선점을 확인함. - 경영시스템의 개선 및 운영효율 향상을 위한 심행기록의 적절성 확인 - 시험장비의 측정소급성 확인과 인력의 자격 및 능력의 적절성 확인. - 품질보증 활동과 KS Q ISO/IEC 17025 기술요구사항의 이행 적합성 확인 - 이전 심사 및 제기결과에 대한 조치 및 이행결과 확인 ■ 심사결과 종합 - 해당 분야 시험항목을 수행하기 위한 인적, 물적 자원을 확보하고 있으며, KS Q ISO/IEC 17025 요구사항에 부합하는 경영시스템을 구축하여 적절히 운영하고 있음. - 시험업무 수행에 적합한 기술 인력을 확보하고 시험분야에 대한 이론적, 기술적 능력도 적절히 갖춘 것으로 판단됨. - 측정소급성 및 측정 불확도에 대한 이해가 높고, 품질보증활동을 통한 경영시스템의 개선의지가 확고한 것으로 판단됨. - 단, 철부분 부적합사항(2건)과 권고사항(2건)에 대한 보완이 필요하며, 본 심사는 샘플링에 의한 것으로 시스템의 전 분야를 평가한 것은 아님.		
조치완료 예정일	2017. 10. 21		
붙임 자료	- 조치요구 및 결과보고서(3건) - 권고사항 (3건) - 내부심사 점검표, 역학시험기판 추가기술요건		
심 사 팀	심사팀장 김 재 봉	심사원	심 나 초
특기사항			
승 인	확인일 년 월 일	확 인	(서명)
Comment			

F-P-10-04(0)



KTR 한국화학융합시험연구원

KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

修 了 證

姓 名 : 정 용 욱
所 屬 : 계명대학교 첨단건설재료실험센터
生 年 月 日 : 710113 - 1******
登 錄 番 號 : 2012 - IA - 043
教 育 其 間 : 2012. 5. 22 ~ 2012. 5. 24 (20시간)

위 사람은 國家標準基本法 제 23조와 公認機關 認定制度 運營要領 제 34조에 의한 KOLAS 내부심사사 教育을 성실히 履修하였기에 본 證書를 授與합니다.

2012 년 5 월 24 일

한국화학융합시험연구원장



KTR 한국화학융합시험연구원

KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

合 格 證

姓 名 : 정 용 욱
所 屬 : 계명대학교 첨단건설재료실험센터
生 年 月 日 : 710113 - 1******
登 錄 番 號 : 2012IA - P - 043

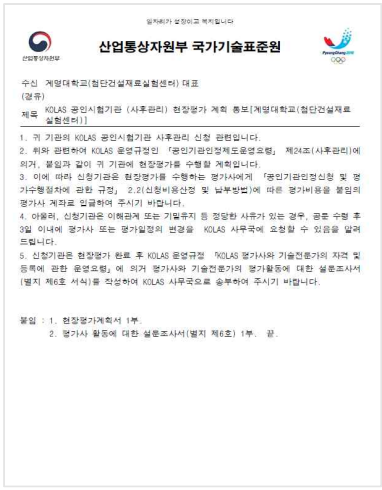
위 사람은 國家標準基本法 제 23조의 國際公認試驗機關 및 檢査機關 認定制度 運營要領 제 34조에 의한 KOLAS 내부심사사 教育을 성실히 履修하고 소정의 評價에 合格하였기에 본 證書를 授與합니다.

2012 년 6 월 1 일

한국화학융합시험연구원장

- (`17.12.28~29) 사후심사



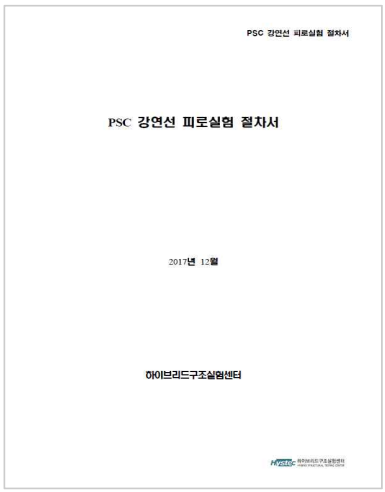


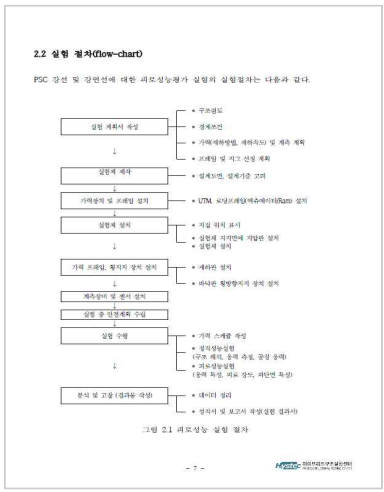
[2-3] 실험절차서

□ 실험절차서 작성

○ 하이브리드구조실험센터 : 1건

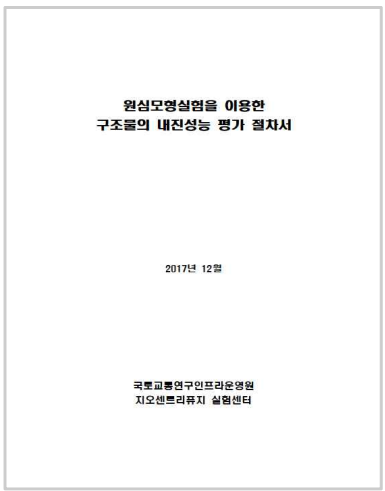
- PSC 강연선 피로실험 절차서

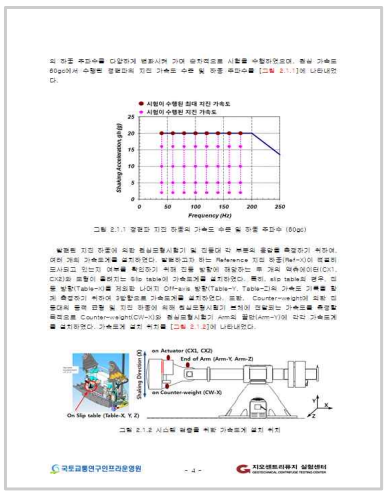




○ 지오센트리퓨지실험센터 : 1건

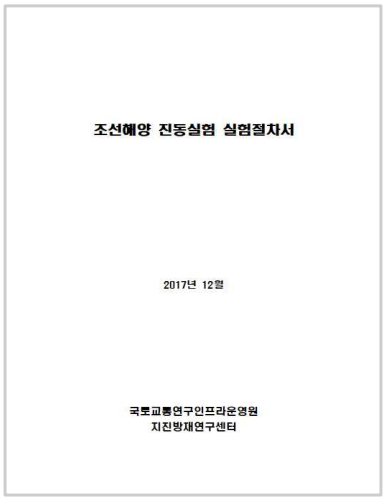
- 원심모형실험을 이용한 구조물의 내진성능 평가 실험절차서





○ 지진방재연구센터 : 1건

- 조선해양 진동실험절차서


조선해양 진동실험 실험절차서

2017년 12월

국토교통연구인프라운영원
지진방재연구센터

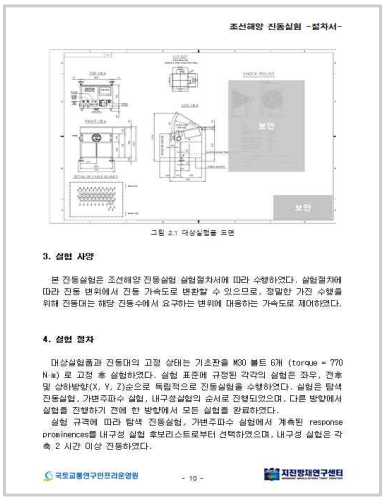

조선해양 진동실험 -절차서-

그림 2.1 대상실험품 도면

3. 실험 사양

본 진동실험은 조선해양 진동실험 실험절차서에 따라 수행하였다. 실험절차에 따라 진동 변위에서 진동 가속도로 변환할 수 있으므로, 정밀향 가진 수행을 위해 진동대는 해당 진동수에서 요구하는 변위에 대응하는 가속도로 제어하였다.

4. 실험 절차

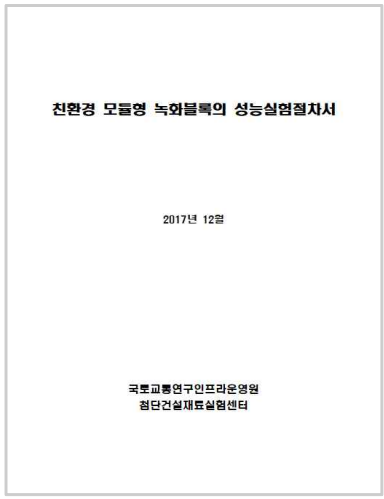
대상실험품과 진동대의 고정 상태는 기초판을 M30 볼트 6개 (torque = 770 N-m) 로 고정 후 실험하였다. 실험 표준에 규정된 각각의 실험은 좌우, 전후 및 상하방향(X, Y, Z)순으로 독립적으로 진동실험을 수행하였다. 실험은 탐색 진동실험, 가변주파수 실험, 내구성실험의 순서로 진행되었으며, 다른 방향에서 실험을 진행하기 전에 한 방향에서 모든 실험을 완료하였다.

실험 규격에 따라 탐색 진동실험, 가변주파수 실험에서 계측된 response prominences를 내구성 실험 중보리스트로부터 선택하였으며, 내구성 실험은 각 축 2 시간 이상 진동하였다.

국토교통연구인프라운영원 - 10 - 지진방재연구센터

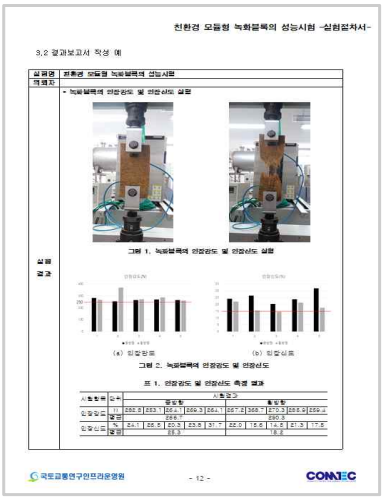
○ 첨단건설재료실험센터 : 1건

- 친환경 모듈형 녹화블록의 성능실험절차서


친환경 모듈형 녹화블록의 성능실험절차서

2017년 12월

국토교통연구인프라운영원
첨단건설재료실험센터


친환경 모듈형 녹화블록의 성능시험 -실험절차서-

3.2 결과보고서 작성 예

그림 1. 녹화블록의 연장강도 및 연장신도 실험

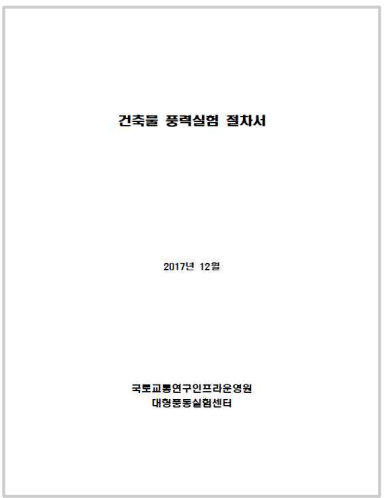
그림 2. 녹화블록의 연장강도 및 연장신도

표 1. 연장강도 및 연장신도 측정 결과

국토교통연구인프라운영원 - 12 - CONTEC

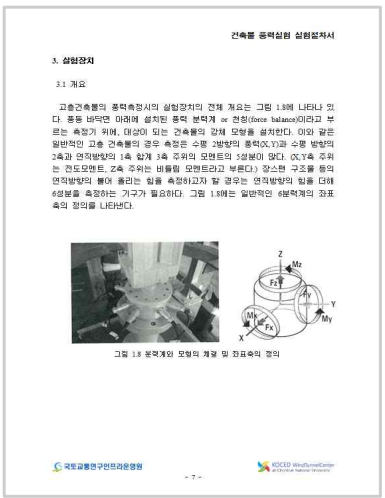
○ 대형풍동실험센터 : 1건

- 건축물 풍력실험 절차서


건축물 풍력실험 절차서

2017년 12월

국토교통연구인프라운영원
대형풍동실험센터


건축물 풍력실험 실험절차서

3. 실험장치

3.1 개요

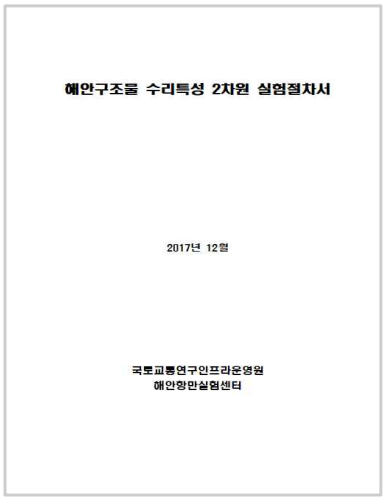
고층건축물의 풍력측정시의 실험장치의 전체 개요는 그림 1.8에 나타나 있다. 풍동 바닥면 아래에 설치된 풍력 분력계 or 천칭(force balance)이라고 부르는 측정기 위에, 대상이 되는 건축물의 강체 모형을 설치한다. 이와 같은 일반적인 고층 건축물의 경우 측정은 수평 2방향의 풍력(X,Y)과 수평 방향의 2축과 연직방향의 1축 합계 3축 주위의 모멘트의 3성분이 많다. (X,Y축 주위는 전도모멘트, Z축 주위는 비틀림 모멘트라고 부른다.) 장스팬 구조물 등의 연직방향의 불에 올리는 힘을 측정하고자 할 경우는 연직방향의 힘을 더해 6성분을 측정하는 기구가 필요하다. 그림 1.8에는 일반적인 6분력계의 좌표축의 정의를 나타낸다.

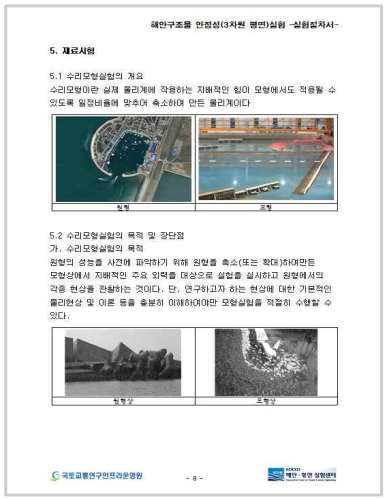
그림 1.8 분력계와 모형의 개념 및 좌표축의 정의

국토교통연구인프라운영원 - 7 -

○ 해안항만실험센터 : 1건

- 해안구조물 안정성(3차원 평면)실험절차서





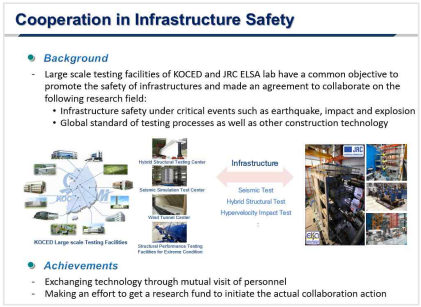
[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의

○ 국토교통연구인프라운영원

- 한-EU 과학기술공동위 관련 EC JRC-KOCED 협력 체결에 대한 인프라 공유 및 주요 Agenda 발굴
  - · (`13.05) EC JRC HOPLAB 방문
  - · (`15.10) EU-US-Asia workshop 국제 워크숍
  - · (`15.10) KOCED-JRC 국제 워크숍
  - · (`16.02) MOU 체결
  - · (`17.09) 한-EU 과학기술공동위 협조 요청
  - · (`17.09) 7ASES 학술대회 발표 및 국제세미나
  - · (`17.12) EU JRC-KOCED 국제워크숍
  - · 추진내용
  - * KOCED 사업과 JRC ELSA 대형실험시설을 활용한 실험연구와 기기 공동활용에 대한 상호협력을 추진하였음
  - * 정부부처 과학기술정보통신부에서 추진중인 한-EU 과학기술공동위 관련하여 EC JRC의 인프라 공유, EU 연구개발 프로그램(Horizon 2020 SERA) 관련 활동, 연구데이터 공유 등 협력 요구에 대한 Agenda 작성 요청
  - * (`17.09) 위 협력 관련하여 ELSA-JRC 브뤼셀 본부 담당자(Ms.Elena SACHEZ) 와 협의하여 우선추진과제, Agenda 도출 협의



- 중국 Zhejiang 대학교와의 업무 협력

  · 각 실험시설과 실험시설을 운영 · 관리하는 운영원(Head Quarter)의 역할 등 소개

  · 향후 MOU 협력 체결 또는 국제 공동연구 모색으로 지속적인 협력 관계 유지 요청

○ 하이브리드구조실험센터

- (`17.06.02) (베트남) ㈜ESCORT, 임직원 10여명과 세미나

  · 하이브리드실험센터의 건설 · 플랜트 · 기계 분야의 실험사례 소개

  · 국제 R&D 사업을 통한 연구성과 소개

  · 20MN Dynamic UTM 실험동 현장 견학

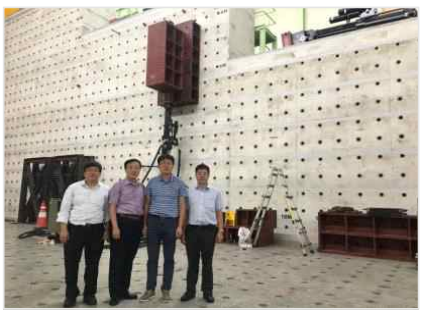




- (`17.09.11) (중국) Zhejiang University Yaozhi Luo 토목 및 건축학과장 및 관계자 10여명 방문

  · 현재 구축중인 15개 국가 중요 실험시설들에 대한 간략한 소개

  · 하이브리드구조실험센터에서 진행중인 실험 및 20MN Dynamic UTM 시연





- (`17.11.15) (중국) 이우공상직업학원 Jin Hongmei 원장 및 관계자 10여명 방문

  · 국제학술 및 실험기술 교육 · 협업 협의




○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`16.11~`17.12) (미국) UC Davis 대학의 Prof. Bruce Kutter 교수팀 외 미국, 유럽, 아시아 지역 지오센트리퓨지 센터 간 지진 액상화 평가 공동연구 계획 협의
- (`17.05.26) 노르웨이, Norwegian Geotechnical Institute(지반연구소), Dr. Anders Solheim, Dr. James M Strout 센터 견학 및 공동연구 방안 협의



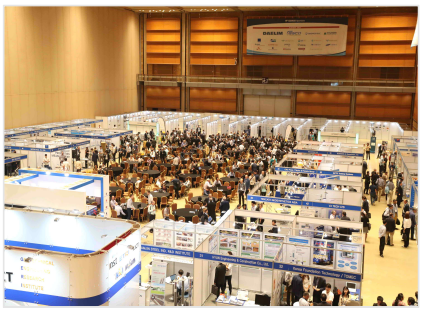

- (`17.08.14) (미국) Catholic University of America, Catholic University of America 정찬석 교수와 Identification of an incident seismic motion signal into a truncated, heterogeneous semi-infinite solid in the time domain' 주제 세미나



- (`17.08.18) (미국) University at Buffalo Prof. Anthony F. Tessary 초청 세미나
  · 'Full-Scale Hybrid Simulation of Soil- Foundation -Structure -Interaction in a Geotechnical Lamina Box'

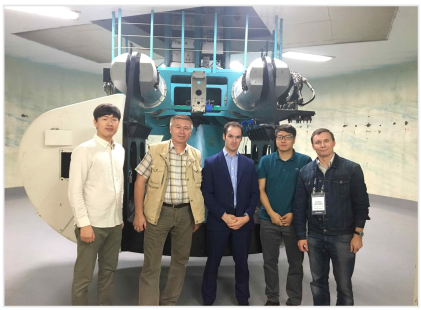


- (`17.09.17~22) 제19차 세계지반공학회(19th ICSMGE) 참석 및 부스 운영

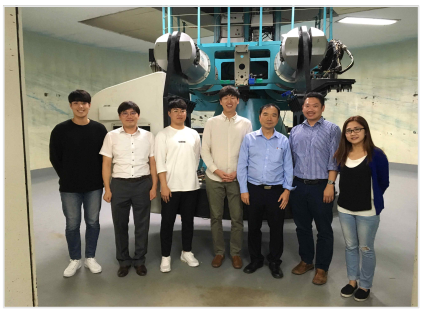



- (`17.09.22) 국외 지반 관련 전문가 방문

· Russian University of Transport의 Prof. Andrey Al. Zaytsev, Prof. Yury Frolovsky와 GeoSea nv의 Senior Geotechnical Engineer(Christopher)




- (`17.09.22) (싱가포르) National University of Singapore, Swinburne University of Technology



○ 지진방재연구센터

- (`17.06.08) (미국) MTS, 6자유도 진동대 관련 기술세미나

· 한국기계연구원(김영중 센터장), 한국원자력연구원(김민규 박사) 등 기술세미나 개최



- (`17.07.21) (아시아 6개국) 실험시설 투어 및 세미나, 구조물 내진설계 경진대회 참관
- (`17.07.08~11) (대만, 미국) NCREE, MTS, MTS Worldwide Seismic Users Group Meeting

· 전 세계적으로 지진 진동실험을 수행하고있는 각 연구기관이 모여 최근의 진동실험 사례 및 개선된 실험기법 등 발표/토의

· 연구기관 간 상호 정보 교류

○ 해안항만실험센터

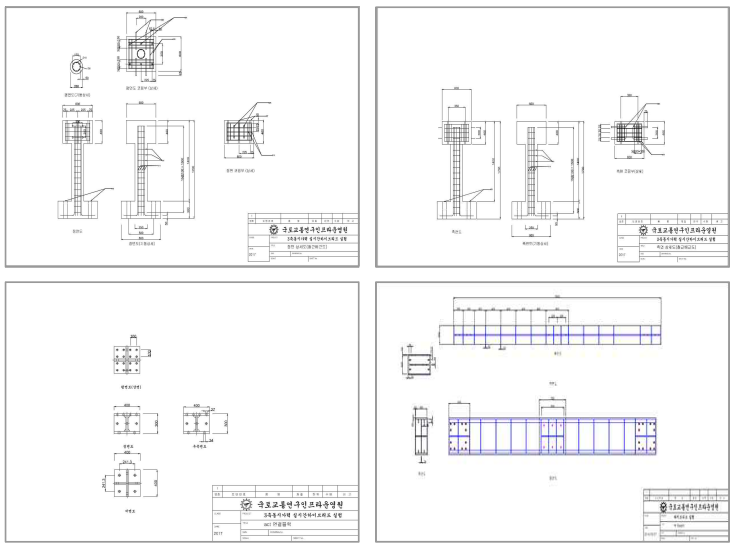
- (`17.05.15) (노르웨이) 스타방게르대학교, 실험시설 견학 등

[3-2] 국제 공동연구

□ 국제협력 공동실험 수행

○ (`17.06.12~`17.07.21) 하이브리드 실험 수행

- 3축 동시가력 실시간 하이브리드실험기법 구축 및 RC구조물 실험속도에 따른 실험 결과 분석



<실험체 설계 및 제작>

- 소형 RC 원형교각의 3축 동시가력 저속/고속 준정적 실험 및 실시간 하이브리드 실험 수행(8CASE)

실험체	실험 방법	비고
교각 1	Test Run	실험시스템구축, LVDT구축
교각 2	Quasi-static test (Slow Cyclic #1)	저속 준정적실험#1
교각 3	Quasi-static test (Fast Cyclic #1)	고속 준정적실험#1
교각 4	Quasi-static test (Fast Cyclic #2)	고속 준정적실험#2
교각 5	Quasi-static test (Slow Cyclic #2)	저속 준정적실험#2
교각 6	Quasi-static test (Slow Cyclic #3)	저속 준정적실험#3
교각 7	Real-time hybrid simulation	실시간하이브리드실험
교각 8	Quasi-static test (Fast Cyclic #3)	고속 준정적실험#3

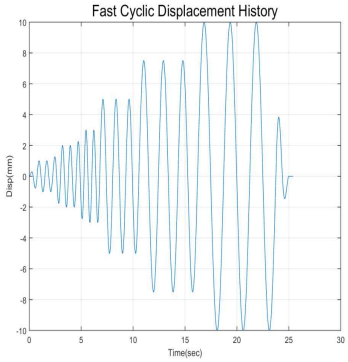
※ 각각의 고속 및 저속 시뮬레이션은 실험의 일관성과 반복성을 확인하기 위해 반복 수행

· 준정적실험은 교각의 Drift Ratio를 적용하여 1~10%의 변위를 이용하여 실험 수행

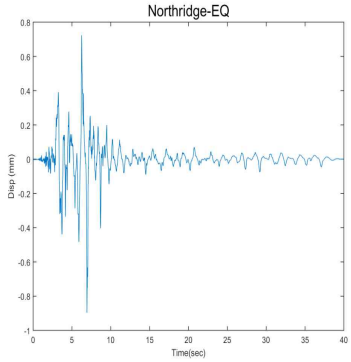
· 지진가속도는 Northridge EQ 사용

· 단위 적분시간은 0.0009765초이며 총 40955스텝인 40초 구간의 가속도를 사용

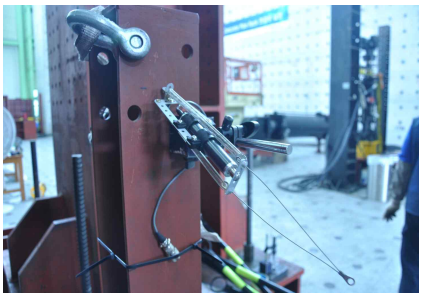
· 수치적분법은 CR-Integrator 사용



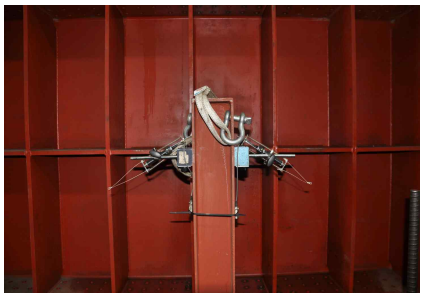
<준정적실험 변위이력>



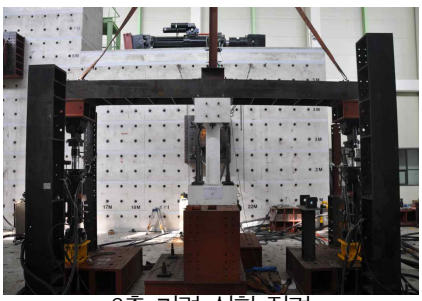
<Northridge 변위이력>



<LVDT 설치 전경>



<LVDT 연결>

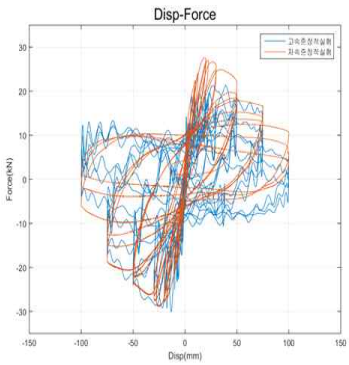


<3축 가력 실험 전경>

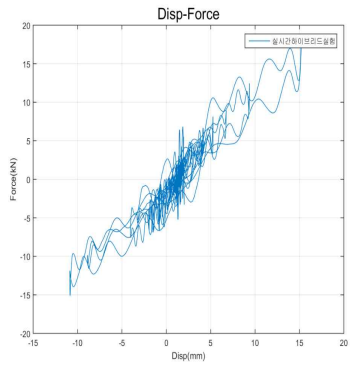


<3축 가력 실험 전경>

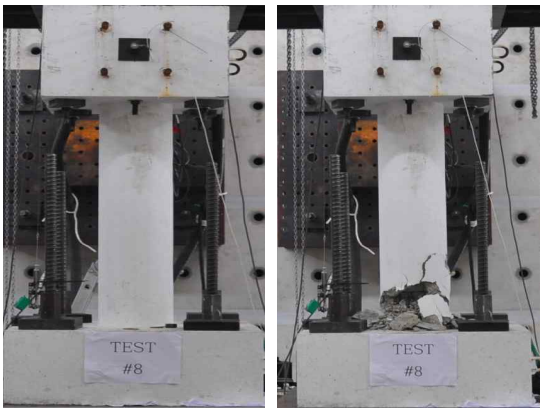
- 실험수행시 위탁연구기관 ODU와의 화상 원격협의를 통해 실험 진행현황을 위탁연구책임자와 공유하며 원활한 실험 진행
- 위탁연구기관 ODU에서 사전에 검증한 축하중 제어 Fast · Slow Cyclic 실험



<준정적 변위-하중 결과>



<실시간 하이브리드 변위-하중 결과>





<실험 후 저속, 고속 준정적실험 파괴양상비교>

실험종류		최대하중 kN (A)	최소하중 kN (B)	차이 kN (B-A)
고속 준정적실험	Test1	21.35	-30.03	8.68
	Test2	25.95	-23.32	2.63
	Test3	27.77	-23.77	4
저속 준정적실험	Test1	27.63	-28.94	1.31
	Test2	27.97	-29.67	1.7
	Test3	28.46	-27.72	0.74

- 고속 및 준정적실험결과 저속 준정적실험에 비하여 고속 준정적실험이 약 10~20%의 강도저하를 보임. 실험속도에 따라 실험 후 파괴양상 또한 다른 것을 확인할 수 있음
- 3축 동시가력 실시간하이브리드실험의 경우 시스템을 구축하여 실험을 수행하였고 이를 토대로 추후 다자유도 실시간하이브리드실험을 수행 할 수 있을 것임

[4] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

[4-2] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

□ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

○ 추진배경 및 필요성

- (舊)분산공유형 건설연구인프라구축사업 운영지침 (`06.08)의 효력 상실
- 현재 2단계 구축사업이 추진중에 있으며 건축, 수자원, 도로교통 등 국토교통 전분야로 확대됨에 따라 1,2단계 실험시설을 통합운영할 수 있는 지침 제정 필요

○ 추진경과

- (`17.08) 국토교통 대형실험시설 관리 및 공동활용지침 제정(안) 마련
- (~`18.06) 1,2단계 실험시설 통합운영지침 제정 추진

○ 중점사항

- 유치기관의 대응자금(대지, 현금 등)을 고려하여 소유권을 보장하면서 국토교통 R&D 공동활용의 정부 정책 실현이 가능하도록 지침 마련
- 실험시설·장비에 대한 안정적인 유지관리, 전문시험인력의 고용안정 지원 등을 통한 지속적인 공동활용 활성화 방안 모색

○ 현행과 비교한 주요 제정(안)

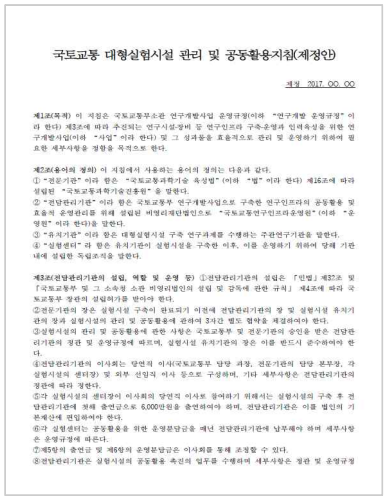
- 과제 선정, 협약, 평가, 연구개발비, 구축관련 부담금 등 일부 해당 내용 삭제
- 공유시간 70%, 자율시간 30% 명확화
- ZEUS(또는 NTIS) 및 전담관리기관의 CI시스템에 등록

구분	현행(1단계)	제정(안)
명칭	◦분산공유형 건설연구인프라구축사업 운영지침	◦국토교통 대형실험시설 관리 및 공동활용 운영지침
협약	◦전담관리기관과 유치기관간 공동운영 협약 체결	◦3자간 공동운영 협약 체결(전문기관, 전담관리기관 및 유치기관)
초기 출연금	◦첫해 출연금 8,000만원 출연(신규 구축 시설 대상)	◦현행과 동일
실험센터 분담금	◦매년 최소 2,500만원 이상 전담관리기관에 납부 - (납부방법) 전담관리기관으로 계약되는 실험의 간접비 또는 실험시설 사용료로 충당	◦현행과 동일
사용시간	◦실험시설 사용시간은 전담관리기관에서 총괄 배정 ◦공유 70%, 자율 30% ◦실험시설 사용시간 변경은 전담관리기관장 허가 필요 ◦가동률 산정기준 미흡 -CI시스템 등록 누락 다수	◦현행과 동일 ◦현행과 동일 ◦현행과 동일 ◦이사회가 승인한 표준가동률 산정기준에 따름 -CI시스템에 등록된 가동률 기준으로 산정
실험시설 운영비용	◦실험시설 사용료의 징수·배분, 컨소시엄·그리드 시스템 및 실험시설의 운영경비, 기타 필요한 사항은 운영규칙에 따름	◦실험시설 사용료의 징수·배분, Grid/CI시스템 및 실험시설의 운영경비, 기타 필요한 사항은 전담관리기관의 정관 및 운영규정을 따름
실험시설 유지관리	◦내용 없음	◦필요시 전문기관장은 전담관리기관에 실험시설 및 CI시스템의 유지관리 관련 경비의 일부 또는 전부 지원 가능
공동운영 기간 및 소유권	◦완공후 15년간 공동운영 -2025년부터 모든 권한은 유치기관에 이양	◦소유권은 유치기관에 속함 ◦완공후 별도 협약 해지가 없는 한 15년 동안 공동운영 -15년 이후 모든 권한(소유권 및 운영권)은 유치기관에 이전

		-공동운영 협약 해지는 반드시 이사회 의견을 거쳐 국토교통부 장관의 승인 필요 -전문기관의 장은 공동운영기간 종료 이후에도 지속적인 공동활용을 위한 제반조치 강구, 전담관리기관과 유치기관은 협조 노력

○ 기타사항

- (`12.18) 통합운영위원회를 통한 검토 수행



국토교통 대형실험시설 관리 및 공동활용지침(제정안)

제정 2017. OO. OO

제1조(목적) 이 지침은 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정(이하 "연구개발 운영규정"이라 한다) 제3조에 따라 추진되는 연구시설장비 등 연구인프라 구축·운영과 인력육성을 위한 연구개발사업(이하 "사업"이라 한다) 및 그 성과물을 효율적으로 관리 및 운영하기 위하여 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

① "전문기관"이라 함은 "국토교통과학기술 육성법"(이하 "법"이라 한다) 제15조에 따라 설립된 "국토교통과학기술진흥원"을 말한다.

② "전담관리기관"이라 함은 국토교통부 연구개발사업으로 구축한 연구인프라의 공동활용 및 효율적 운영관리를 위해 설립한 비영리재단법인으로 "국토교통연구인프라운영원"(이하 "운영원"이라 한다)을 말한다.

③ "유치기관"이라 함은 대형실험시설 구축 연구과제를 수행하는 주관연구기관을 말한다.

④ "실험센터"라 함은 유치기관이 실험시설을 구축한 이후, 이를 운영하기 위하여 당해 기관 내에 설립한 독립조직을 말한다.

제3조(전담관리기관의 설립, 역할 및 운영 등) ①전담관리기관의 설립은 「민법」 제32조 및 「국토교통부 및 그 소속청 소관 비영리법인의 설립 및 감독에 관한 규칙」 제4조에 따라 국토교통부 장관의 설립허가를 받아야 한다.

②전문기관의 장은 실험시설 구축이 완료되기 이전에 전담관리기관의 장 및 실험시설 유치기관의 장과 실험시설의 관리 및 공동활용에 관하여 3자간 별도 협약을 체결하여야 한다.

③실험시설의 관리 및 공동활용에 관한 사항은 국토교통부 및 전문기관의 승인을 받은 전담관리기관의 정관 및 운영규정에 따르며, 실험시설 유치기관의 장은 이를 반드시 준수하여야 한다.

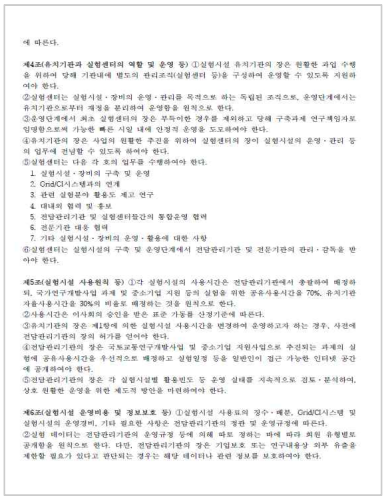
④전담관리기관의 이사회는 당연직 이사(국토교통부 담당 과장, 전문기관의 담당 본부장, 각 실험시설의 센터장) 및 외부 선임직 이사 등으로 구성하며, 기타 세부사항은 전담관리기관의 정관에 따라 정한다.

⑤각 실험시설의 센터장이 이사회의 당연직 이사로 참여하기 위해서는 실험시설의 구축 후 전담관리기관에 정액 출연금으로 6,000만원을 출연하여야 하며, 전담관리기관은 이를 법인의 기본재산에 편입하여야 한다.

⑥각 실험센터는 공동활용을 위한 운영분담금을 매년 전담관리기관에 납부해야 하며 세부사항은 운영규정에 따른다.

⑦제5항의 출연금 및 제6항의 운영분담금은 이사회를 통해 조정할 수 있다.

⑧전담관리기관은 실험시설의 공동활용 촉진의 업무를 수행하며 세부사항은 정관 및 운영규정에 따른다.



제4조(유치기관과 실험센터의 역할 및 운영 등) ①실험시설 유치기관의 장은 원활한 과업 수행을 위하여 당해 기관내에 별도의 관리조직(실험센터 등)을 구성하여 운영할 수 있도록 지원하여야 한다.

②실험센터는 실험시설·장비의 운영·관리를 목적으로 하는 독립된 조직으로, 운영단계에서는 유치기관으로부터 재정을 분리하여 운영함을 원칙으로 한다.

③운영단계에서 최초 실험센터의 장은 부득이한 경우를 제외하고 당해 구축과제 연구책임자로 임명함으로써 가능한 빠른 시일 내에 인정적 운영을 도모하여야 한다.

④유치기관의 장은 사업의 원활한 추진을 위하여 실험센터의 장이 실험시설의 운영·관리 등의 업무에 권달할 수 있도록 하여야 한다.

⑤실험센터는 다음 각 호의 업무를 수행하여야 한다.

1. 실험시설·장비의 구축 및 운영
2. Grid/CI시스템과의 연계
3. 관련 실험분야 활용도 제고 연구
4. 대내외 협력 및 홍보
5. 전담관리기관 및 실험센터들간의 통합운영 협력
6. 전문기관 내용 협력
7. 기타 실험시설·장비의 운영·활용에 대한 사항

⑥실험센터는 실험시설의 구축 및 운영단계에서 전담관리기관 및 전문기관의 관리·감독을 받아야 한다.

제5조(실험시설 사용원칙 등) ①각 실험시설의 사용시간은 전담관리기관에서 총괄하여 배정하되, 국가연구개발사업 과제 및 중소기업 지원 등의 실행을 위한 공유사용시간을 70%, 유치기관 자율사용시간을 30%의 비율로 배정하는 것을 원칙으로 한다.

②사용시간은 이사회의 승인을 받은 표준 가동률 산정기준에 따른다.

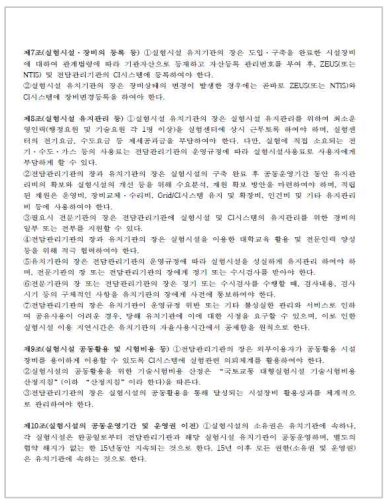
③유치기관의 장은 제1항에 의한 실험시설 사용시간을 변경하여 운영하고자 하는 경우, 사전에 전담관리기관의 장의 허가를 얻어야 한다.

④전담관리기관의 장은 국토교통연구개발사업 및 중소기업 지원사업으로 추진되는 과제의 실험에 공유사용시간을 우선적으로 배정하고 실험일정 등을 일반인이 접근 가능한 인터넷 공간에 공개하여야 한다.

⑤전담관리기관의 장은 각 실험시설별 활용빈도 등 운영 실태를 지속적으로 검토·분석하여, 상호 원활한 운영을 위한 제도적 방안을 마련하여야 한다.

제6조(실험시설 운영비용 및 정보보호 등) ①실험시설 사용료의 징수·배분, Grid/CI시스템 및 실험시설의 운영경비, 기타 필요한 사항은 전담관리기관의 정관 및 운영규정에 따른다.

②실험 데이터는 전담관리기관의 운영규정 등에 의해 따로 정하는 바에 따라 최초 취득 권한별로 공개함을 원칙으로 한다. 다만, 전담관리기관의 장은 기밀보호 또는 연구내용상 외부 유출을 제한할 필요가 있다고 판단되는 경우는 해당 데이터나 관련 정보를 보호하여야 한다.



제7조(실험시설·장비의 등록 등) ①실험시설 유치기관의 장은 도입·구축을 완료한 시설장비에 대하여 관계법령에 따라 기관자산으로 등재하고 자산등록 관리번호를 부여 후, ZEUS(또는 NTIS) 및 전담관리기관의 CI시스템에 등록하여야 한다.

②실험시설 유치기관의 장은 장비상태의 변경이 발생한 경우에는 온라인 ZEUS(또는 NTIS)와 CI시스템에 장비변경등록을 하여야 한다.

제8조(실험시설 유지관리 등) ①실험시설 유치기관의 장은 실험시설 유지관리를 위하여 최소운영인력(행정요원 및 기술요원 각 1명 이상)을 실험센터에 상시 근무토록 하여야 하며, 실험센터의 전기요금, 수도요금 등 제세공과금을 부담하여야 한다. 다만, 실험에 직접 소요되는 전기·수도·가스 등의 사용료는 전담관리기관의 운영규정에 따라 실험시설사용료로 사용자에게 부담하게 할 수 있다.

②전담관리기관의 장과 유치기관의 장은 실험시설의 구축 완료 후 공동운영기간 동안 유지관리의 확보와 실험시설의 개선 등을 위해 수요분석, 계획 확보 방안을 마련하여야 하며, 적립된 계획은 운영비, 장비교체·수리비, Grid/CI시스템 유지 및 확장비, 인건비 및 기타 유지관리비 등에 사용하여야 한다.

③필요시 전문기관의 장은 전담관리기관에 실험시설 및 CI시스템의 유지관리를 위한 경비의 일부 또는 전부를 지원할 수 있다.

④전담관리기관의 장과 유치기관의 장은 실험시설을 이용한 대학교육 활용 및 전문인력 양성 등을 위해 적극 협력하여야 한다.

⑤유치기관의 장은 전담관리기관의 운영규정에 따라 실험시설을 성실하게 유지관리 하여야 하며, 전문기관의 장 또는 전담관리기관의 장에게 정기 또는 수시검사를 받아야 한다.

⑥전문기관의 장 또는 전담관리기관의 장은 정기 또는 수시점사를 수행할 때, 점사내용, 점사시기 등의 구체적인 사항을 유치기관의 장에게 사전에 통보하여야 한다.

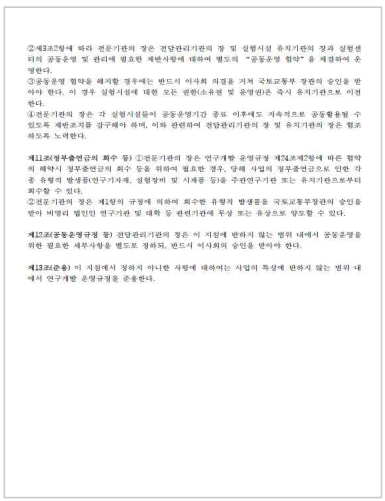
⑦전담관리기관의 장은 유치기관의 운영규정 위반 또는 기타 불성실한 관리와 서비스로 인하여 공동사용이 어려운 경우, 당해 유치기관에 이에 대한 시정을 요구할 수 있으며, 이로 인한 실험시설 이용 지연시간은 유치기관의 자율사용시간에서 공제함을 원칙으로 한다.

제9조(실험시설 공동활용 및 시험비용 등) ①전담관리기관의 장은 외부이용자가 공동활용 시설장비를 용이하게 이용할 수 있도록 CI시스템에 실험관련 의피제재를 활용하여야 한다.

②실험시설의 공동활용을 위한 기술시험비용 산정은 "국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침"(이하 "산정지침"이라 한다)을 따른다.

③전담관리기관의 장은 실험시설의 공동활용을 통해 달성되는 시설장비 활용성과를 체계적으로 관리하여야 한다.

제10조(실험시설의 공동운영기간 및 운영권 이전) ①실험시설의 소유권은 유치기관에 속하나, 각 실험시설은 완공일로부터 전담관리기관과 해당 실험시설 유치기관이 공동운영하며, 별도의 협약 해지가 없는 한 15년동안 지속되는 것으로 한다. 15년 이후 모든 권한(소유권 및 운영권)은 유치기관에 속하는 것으로 한다.



②제3조3항에 따라 전문기관의 장은 전담관리기관의 장 및 실험시설 유치기관의 장과 실험센터의 공동운영 및 관리에 필요한 제반사항에 대하여 별도의 "공동운영 협약"을 체결하여 운영한다.

③공동운영 협약을 해지할 경우에는 반드시 이사회 의결을 거쳐 국토교통부 장관의 승인을 받아야 한다. 이 경우 실험시설에 대한 모든 권한(소유권 및 운영권)은 즉시 유치기관으로 이전한다.

④전문기관의 장은 각 실험시설들이 공동운영기간 종료 이후에도 지속적으로 공동활용될 수 있도록 제반조치를 강구해야 하며, 이와 관련하여 전담관리기관의 장 및 유치기관의 장은 협조하도록 노력한다.

제11조(정부출연금의 회수 등) ①전문기관의 장은 연구개발 운영규정 제24조제2항에 따른 협약의 해약시 정부출연금의 회수 등을 위하여 필요한 경우, 당해 사업의 정부출연금으로 인한 각종 유형의 발생물(연구기자재, 실험장비 및 시제품 등)을 주관연구기관 또는 유치기관으로부터 회수할 수 있다.

②전문기관의 장은 제1항의 규정에 의하여 회수한 유형적 발생물을 국토교통부장관의 승인을 받아 비영리 법인인 연구기관 및 대학 등 관련기관에 무상 또는 유상으로 양도할 수 있다.

제12조(공동운영규정 등) 전담관리기관의 장은 이 지침에 반하지 않는 범위 내에서 공동운영을 위한 필요한 세부사항을 별도로 정하되, 반드시 이사회의 승인을 받아야 한다.

제13조(준용) 이 지침에서 정하지 아니한 사항에 대하여는 사업의 특성에 반하지 않는 범위 내에서 연구개발 운영규정을 준용한다.

□ 국토교통 대형실험시설 실험서비스 업무 매뉴얼

○ 목적

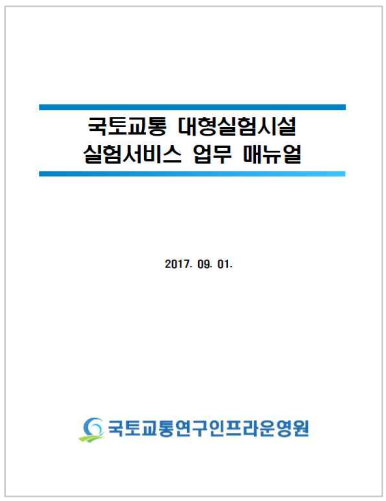
- 국토교통 대형실험시설의 공동활용 극대화를 위한 실험시설 · 장비 구축-운영-유지관리 전과정을 관리할 수 있는 표준화된 업무기준 필요
- 실험시설 · 장비의 효율적 운영관리를 위한 명확한 업무기준 설정
- 견적 · 계약 · 실험데이터 등 업무수행중 발생하는 Data의 효율적 관리

○ 적용대상 및 범위

- 국토교통 R&D 연구장비 인프라 과제로 구축된 대형 실험시설 대상(이용자, 관리자, 시설운영자 등)

○ 내용

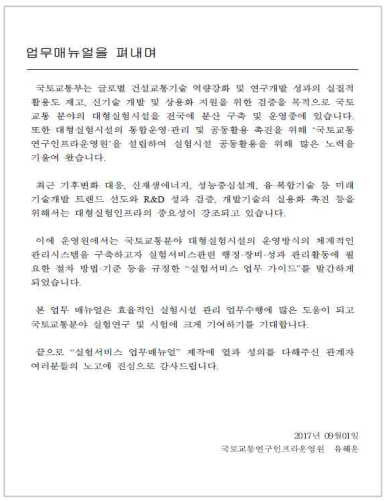
- 실험행정(견적, 계약, 정산) 관리
- 시설 · 장비(등록, 장비운영, 유지보수) 관리
- 운영성과(실험데이터) · 파급성과 관리
- 주요 주체별 권한 및 책임



국토교통 대형실험시설
실험서비스 업무 매뉴얼

2017. 09. 01.

국토교통연구인프라운영원



업무매뉴얼을 펴내며

국토교통부는 글로벌 건설교통기술 역량강화 및 연구개발 성과의 실질적 활용도 제고, 신기술 개발 및 상용화 지원을 위한 검증을 목적으로 국토교통 분야의 대형실험시설을 전국에 분산 구축 및 운영중에 있습니다. 또한 대형실험시설의 통합운영·관리 및 공동활용 촉진을 위해 '국토교통연구인프라운영원'을 설립하여 실험시설 공동활용을 위해 많은 노력을 기울여 왔습니다.

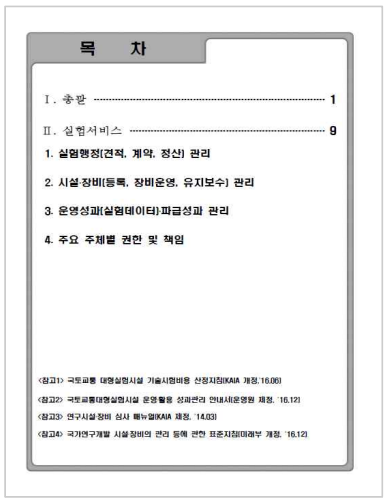
최근 기후변화 대응, 신재생에너지, 성능중심설계, 융·복합기술 등 미래 기술개발 트렌드 선도와 R&D 성과 검증, 개발기술의 실용화 촉진 등을 위해서는 대형실험인프라의 중요성이 강조되고 있습니다.

이에 운영원에서는 국토교통분야 대형실험시설의 운영방식의 체계적인 관리시스템을 구축하고자 실험서비스관련 행정·장비·성과 관리활동에 필요한 절차 방법·기준 등을 규정한 "실험서비스 업무 가이드"를 발간하게 되었습니다.

본 업무 매뉴얼은 효율적인 실험시설 관리 업무수행에 많은 도움이 되고 국토교통분야 실험연구 및 시험에 크게 기여하기를 기대합니다.

끝으로 "실험서비스 업무매뉴얼" 제작에 열과 성의를 다해주신 관계자 여러분들의 노고에 진심으로 감사드립니다.

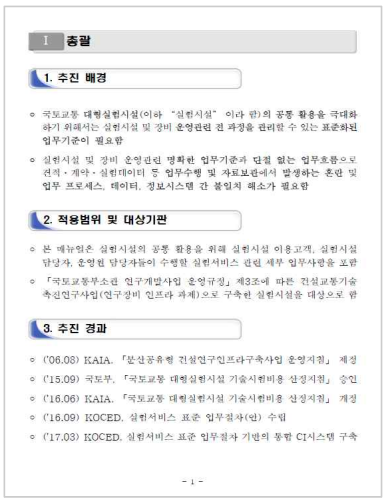
2017년 09월01일
국토교통연구인프라운영원 유혜준



목 차

Ⅰ. 총괄 ····· 1
Ⅱ. 실험서비스 ····· 9
1. 실험행정(견적, 계약, 정산) 관리
2. 시설·장비(등록, 장비운영, 유지보수) 관리
3. 운영성과(실험데이터)·파급성과 관리
4. 주요 주체별 권한 및 책임

<참고1> 국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침(KAIA 개정, '16.06)
<참고2> 국토교통대형실험시설 운영활용 성과관리 안내서(운영원 제정, '16.12)
<참고3> 연구시설·장비 심사 매뉴얼(KAIA 제정, '14.03)
<참고4> 국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침(미래부 개정, '16.12)



Ⅰ 총괄

1. 추진 배경

- 국토교통 대형실험시설(이하 "실험시설" 이라 함)의 공동 활용을 극대화하기 위해서는 실험시설 및 장비 운영관련 전 과정을 관리할 수 있는 표준화된 업무기준이 필요함
- 실험시설 및 장비 운영관련 명확한 업무기준과 단절 없는 업무흐름으로 견적·계약·실험데이터 등 업무수행 및 자료보관에서 발생하는 혼란 및 업무 프로세스, 데이터, 정보시스템 간 불일치 해소가 필요함

2. 적용범위 및 대상기관

- 본 매뉴얼은 실험시설의 공동 활용을 위해 실험시설 이용고객, 실험시설 담당자, 운영원 담당자들이 수행할 실험서비스 관련 세부 업무사항을 포함
- 「국토교통부소관 연구개발사업 운영규정」 제33조에 따른 건설교통기술촉진연구사업(연구장비 인프라 과제)으로 구축한 실험시설을 대상으로 함

3. 추진 경과

- ('06.08) KAIA, 「분산공유형 건설연구인프라구축사업 운영지침」 제정
- ('15.09) 국토부, 「국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침」 승인
- ('16.06) KAIA, 「국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침」 개정
- ('16.09) KOCED, 실험서비스 표준 업무절차(안) 수립
- ('17.03) KOCED, 실험서비스 표준 업무절차 기반의 통합 CI시스템 구축

- 1 -

○ 배포 및 활용성과

- (`17.09.01) 「국토교통 대형실험시설 실험서비스 업무 매뉴얼」 완료
- (`18.01) 실험서비스 업무 매뉴얼 최종 검토 후 배포 및 활용 독려

[6] 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축

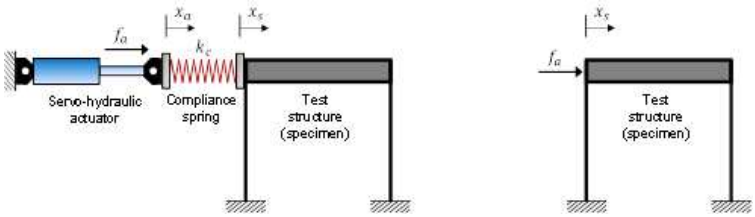
[6-1] 국제 공동연구

□ 비선형 구조물에 대한 붕괴거동 및 연성도 실험 연구

※ 최근 Dynamic Testing Methods로 Shake Table Testing, Real-Time Hybrid Simulation(RTHS), Effective Force Testing(EFT), Fast Cyclic Test 등이 활발히 연구·개발 되고 있음
- 축강성이 큰 시험체/구조물의 경계조건을 고려한 실시간 하이브리드 실험 기법 필요
- 구조물의 고유진동수에 유사한 하중 컨트롤 방법
- 비선형 구조물의 실시간 하중 제어 실험 기법

○ ATS(Adaptive Time Series) Compensator와 Compliance Springs을 이용한 유압가력기의 실시간 하중 제어

- 실시간 하중제어 방법 제안

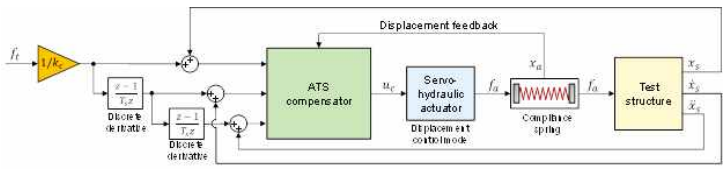


< Compliance Springs 이용/이용하지 않은 실험 개념도 >

- 축방향 강성이 큰 구조물의 하중경계조건 만족을 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발(2가지)

① D-ATS method(Displacement-ATS)

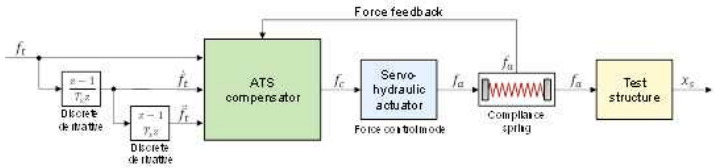
·Compliance Spring으로부터 받은 변위 피드백값을 ATS Compensator에 반영하여 구조물(실험체)의 변위 결과와 함께 반영



< D-ATS Compensator 블록도 >

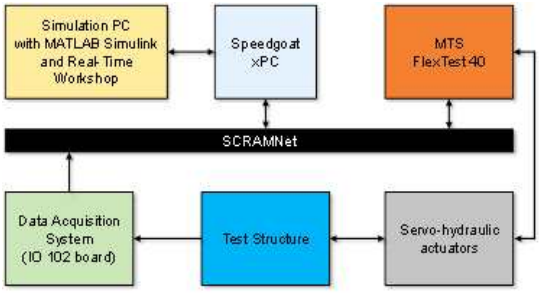
② F-ATS method(Force-ATS)

·Compliance Spring으로부터 받은 하중 피드백값을 ATS Compensator에 반영



< F-ATS Compensator 블록도 >

- 유압가력기, MTS System, SCRAMNet 등 실험 시스템과 ODU에서 개발한 실시간 하중 제어 알고리즘 연계를 통해 Real-Time Control Architecture 마련

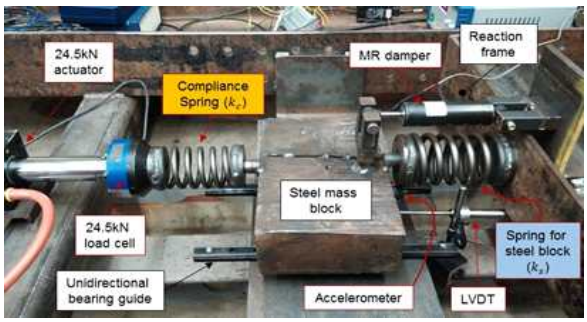


< ODU의 실시간 하이브리드실험 개념도 >

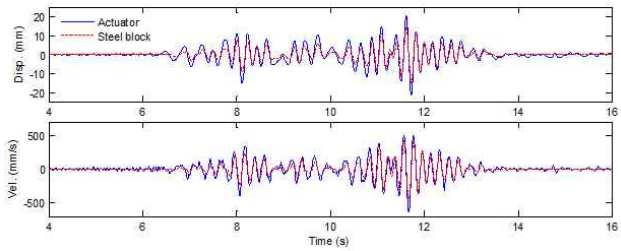
- 2가지 알고리즘(D/F-ATS)을 적용한 검증 실험 수행

· 엑츄에이터로부터 초기 하중값과의 비교를 통해 feedback 값 비교분석 수행함으로써 알고리즘의 적용성 판단

· 실제 지진하중을 적용하여 하중 추적성능을 실험적으로 분석하여 변위, 하중값 비교

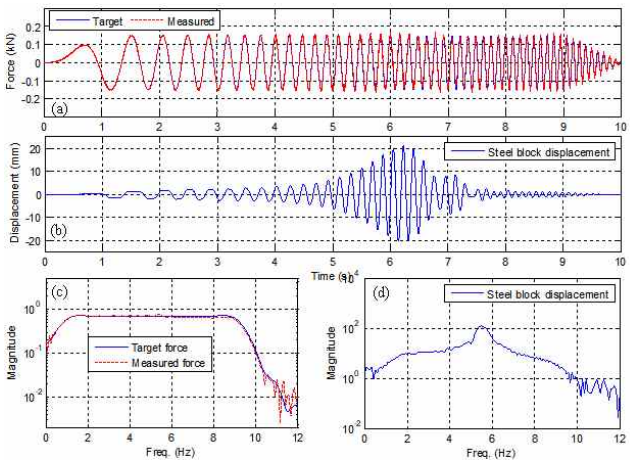


< Steel mass block system 검증 실험 수행>



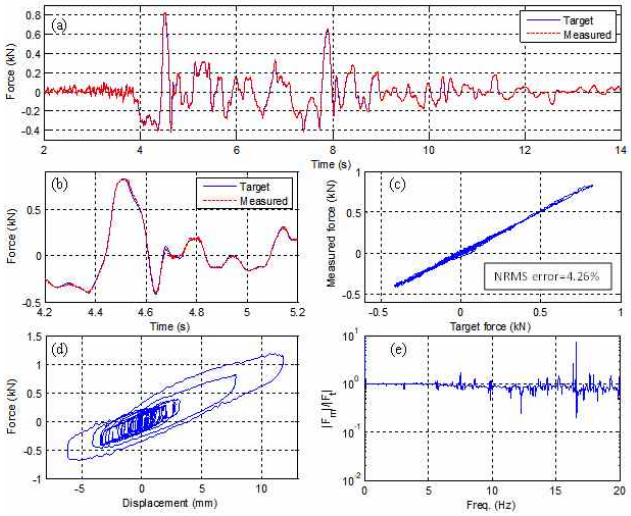
< D-ATS 방법에 대한 가력기와 시험체의 Feedback Data 비교 >

① MR 댐퍼를 이용하지 않은 Steel Mass Block System 검증 실험 및 수치해석 결과 비교



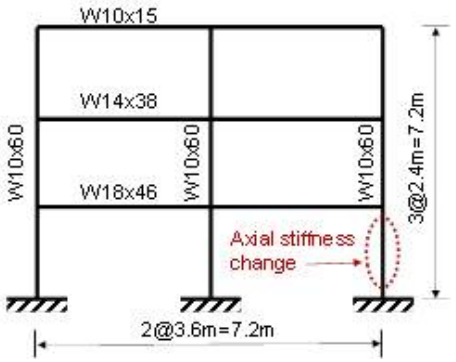
< MR Damper를 사용하지 않은 하중 제어(D-ATS) >

② MR 댐퍼를 이용한 Steel Mass Block System 검증 실험 및 수치해석 결과 비교

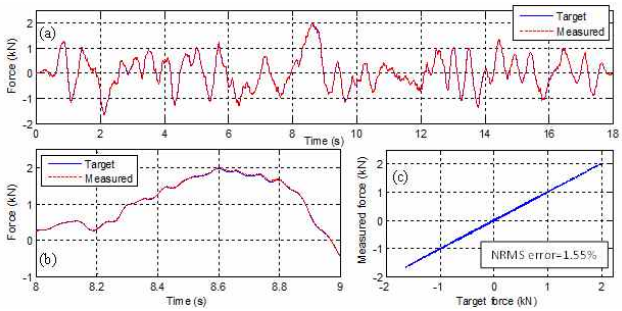


< MR Damper를 사용한 하중 제어(D-ATS) >

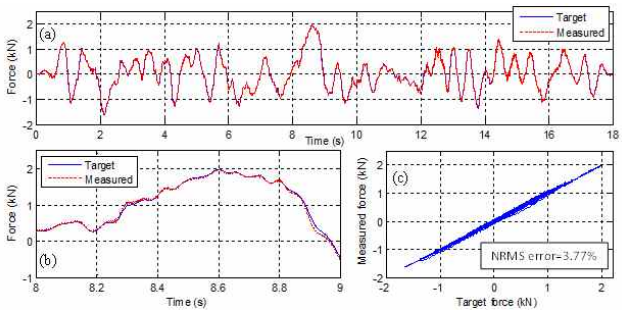
- 축방향 강성이 큰 구조물에 대한 실시간 하중제어



< 시험 대상체 (수치해석) >



< D-ATS를 이용한 검증실험과 수치해석 결과 비교 >

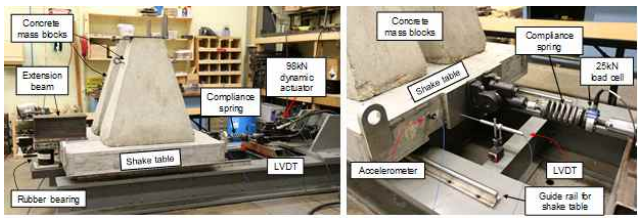


< F-ATS를 이용한 검증실험과 수치해석 결과 비교 >

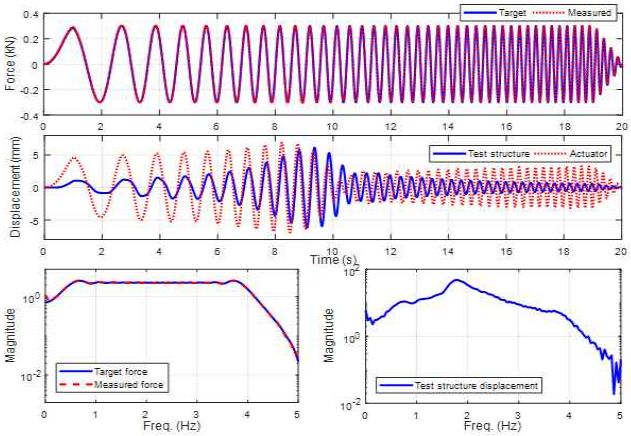
· D-ATS 방법을 이용한 하중제어가 NRMS Error가 1.55% 로 F-ATS 방법의 3.77% 보다 낮은 결과를 보임

○ 비선형 구조물의 EFT(Effective Force Testing) 수행

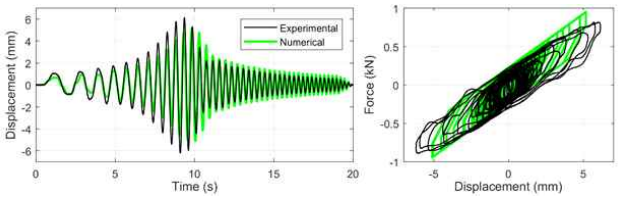
- 유압가력기와 시편 사이에 Compliance Spring을 설치하고 비선형 시편에 개발된 알고리즘을 적용하여 시험 수행



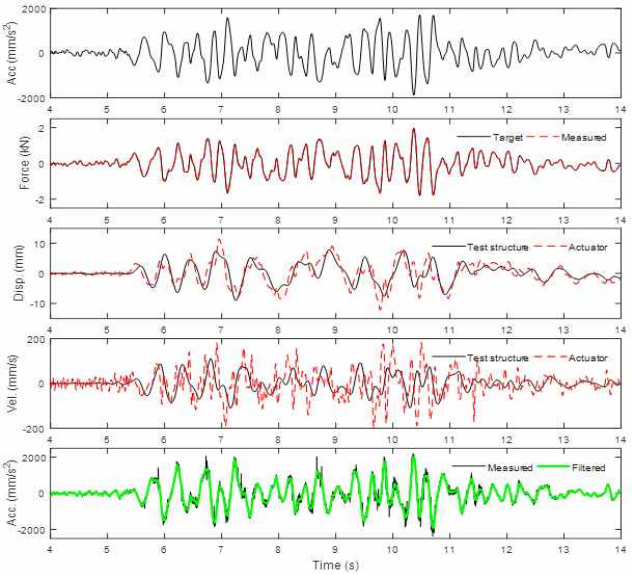
< 비선형 구조물에 대한 실험적 검증 >



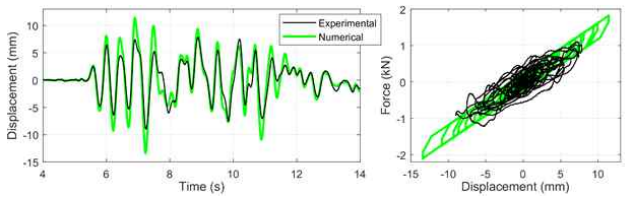
< D-ATS 기반의 sine sweep파 실험을 통한 비교 >



< sine sweep파 실험과 수치해석 결과 비교 분석 >

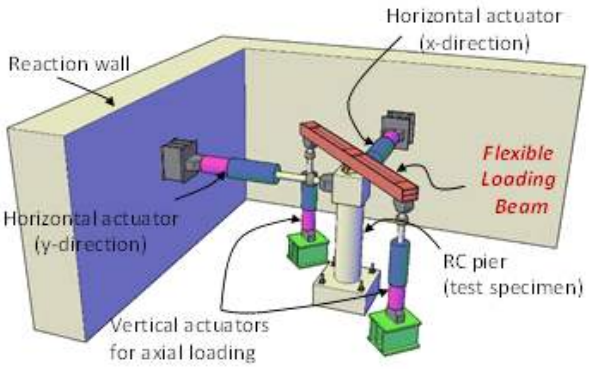


< 실제 지진파(1979 Imperial Valley Earthquake)에 대한 EFT 적용 결과 >



< 실제 지진파(1979 Imperial Valley Earthquake) 실험과
수치해석 결과 비교 분석 >

- 개발한 알고리즘의 실시간 하중제어 적용을 위한 실험 계획 수립

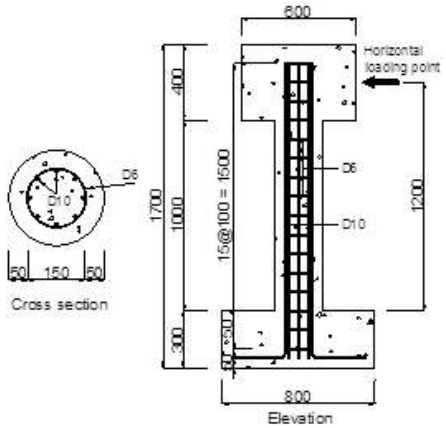


< 실규모 RC 교각의 다자유도 하중 제어 실험 계획 >

○ RC기둥의 업그레이드된 축하중 제어 Fast · Slow Cyclic Tests 수행

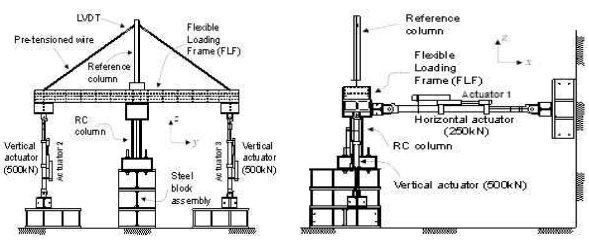
- 하중재하 속도에 따른 강도 및 연성도 저하를 실험적으로 규명함

· RC 실험체 설계(운영원)



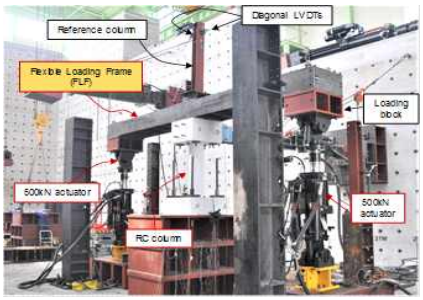
< 원형 RC 교각 >

· 시험체 시험 계획 수립

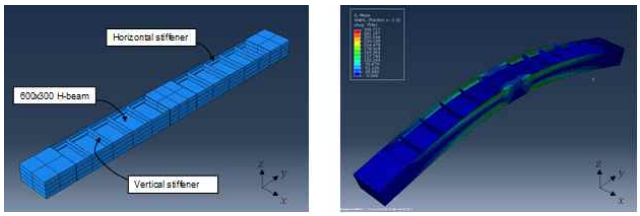


< 실험체 셋팅 계획 >

· 실험체 상단에 FLF(Flexible Loading Frame)을 설치하고 3축 방향의 유압가력기 설치

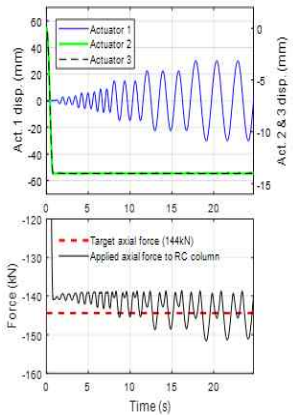


< 실제 실험 전경(하이브리드센터) >

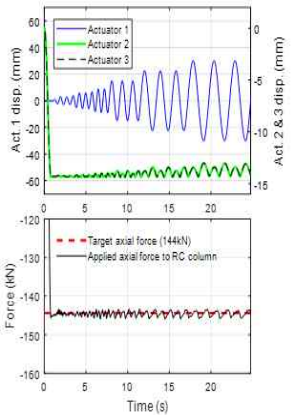


< 실험 결과 분석을 위한 FLF(Flexible Loading Frame) 수치해석 >

· 수평방향 유압가력기에 Cyclic 변위 제어 수행

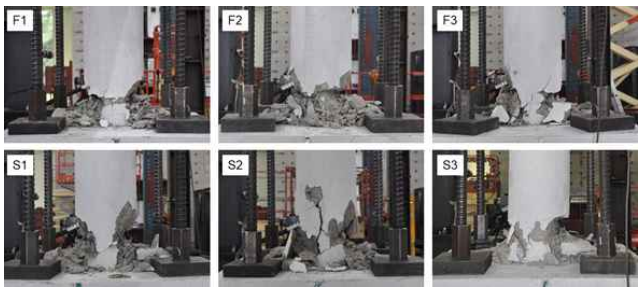


< LVDT의 변위값 피드백 적용하지 않은 축하중 제어 >



< LVDT의 변위값 피드백 적용한 축하중 제어 >

· 축하중 Fast/Slow Cyclic Test 수행



< Fast/Slow Cyclic Test의 파괴 형상 >

· Slow Cyclic Test의 경우 분산된 파괴 형상을 보였으며, Fast Cyclic Test는 기둥의 하부에 집중된 파괴 형상이 주로 나타남

6) 6차년도

[1] 통합운영시스템 구축

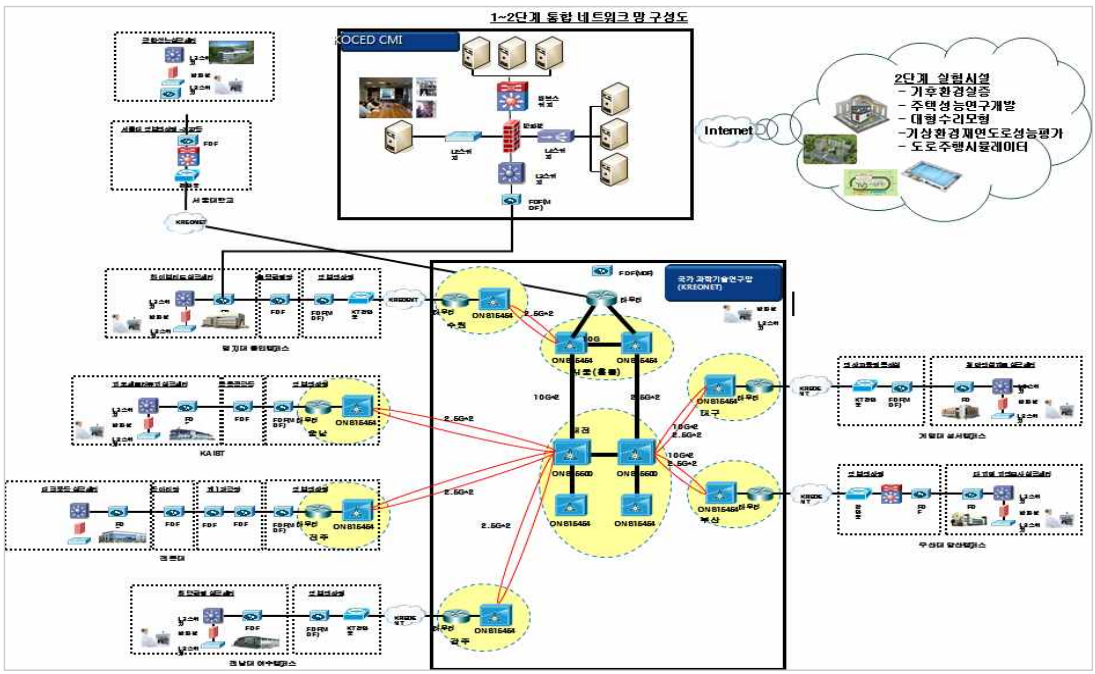
[1-1] 통합 Grid 시스템 구축

① 1,2단계 실험시설 네트워킹

◦ KISTI의 국가과학기술연구망 이용한 1,2단계 실험시설 망구성은 대전의 KAIST 백본망을 기본으로 서울,수원 (성균관대),충남(KAIST),전주(전북대),광주(과학기술원),대구(경북대),부산(동명대)사이트에 구축된 MSPP 광 전송 장비의 1G망을 이용하여 국토교통연구인프라운영원과 실험시설을 연결함

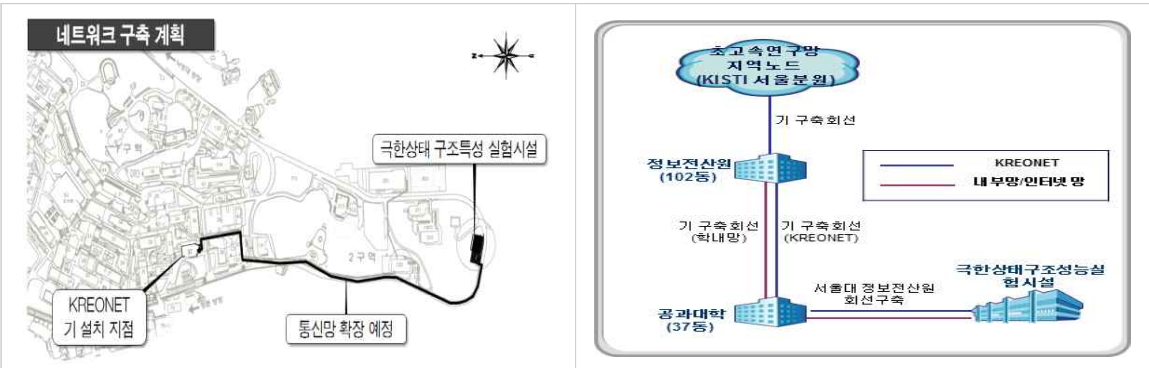
◦ 2단계 실험시설 데이터 보안을 강화한 정부정책 및 유치기관의 보안정책상 데이터(영상, 실험자료 등) 외부전송을 불허한 기관은 인터넷망으로 사용

◦ 실험데이터 공유활성화를 위한 정부의 공유를 위한 데이터 보안정책 완화필요



② 2단계 실험시설 Grid시스템구축 활용을 위한 네트워크 설계 및 장비확인

- 극한상태구조실험시설(서울대)은 유치기관의 협조를 받아 630m의 통신망 연장공사 후 KISTI의 협조로 국가과학기술망 연동완료



- 기상환경 재현 도로교통 성능평가 실험시설을 제외한 2단계 실험시설에 KREONET (1Gbps)연동은 유치치관의 보안정책이 바뀌면 국가과학기술망 연동 가능함

2단계 실험시설명	위치	네트워크연동	KISTI지원
극한상태구조특성실험시설	서울대(서울 관악구)	KREONET연동완료	지원완료
기후변화대응다환경실험시설	한국건설환경시험연구원 (충북 진천군 덕산명 두촌리 320)	- 네트워크 구성완료 - 운영원으로 데이터 허용 정책 필요 (데이터 보안을 강화한 정부의 망분리 정책으로 내부 데이터 외부전송시 절차가 까다로움)	지원가능
대형 수리모형실험시설	한국농어촌공사 (경기도 안산시 상록구 해안로870)		지원가능
생활밀착형 주택성능평가 실험시설	LH공사 토지주택연구원 (세종특별시 가람동 711-1)		지원가능
기상환경 재현 도로교통 성능평가 실험시설	한국건설기술연구원 (경기도 연천군 연천읍 옥산리 196번지)		불가
도로주행 시뮬레이터 실험시설	한국도로공사 도로교통연구원 (경기도 화성시 동탄면)		지원가능

- Grid시스템 활용을 위한 극한상태구조특성실험시설 네트워크 및 카메라 도입 확인




- Grid시스템 활용을 위한 기후환경실증실험시설 네트워크 및 카메라 도입 확인




- Grid시스템 활용을 위한 기상환경 재현 도로교통 성능평가 실험시설 네트워크 및 카메라 도입 확인



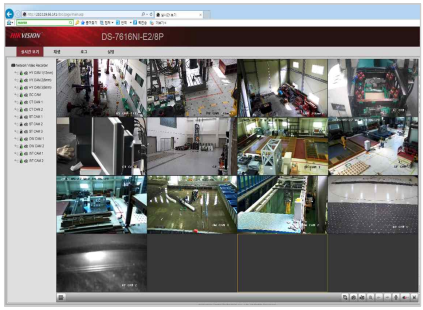

- Grid시스템 활용을 위한 주택성능연구개발센터 네트워크 및 카메라 도입 확인

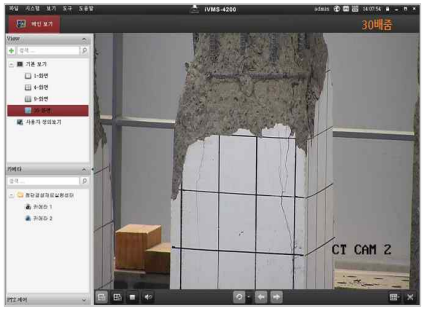


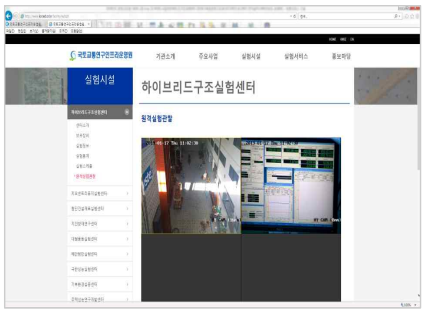


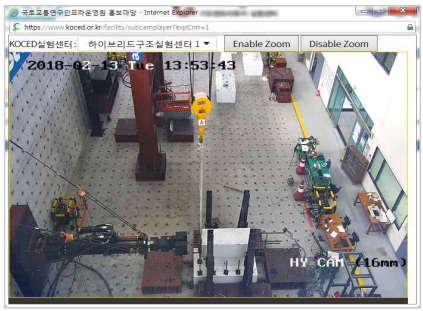
③ 통합Grid시스템 활용

◦ 원격실험관찰









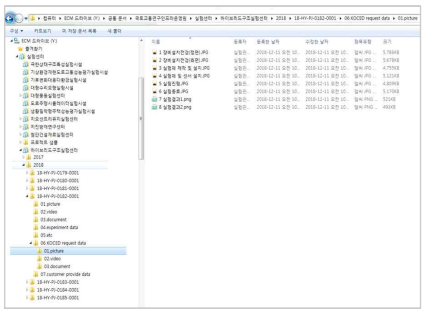


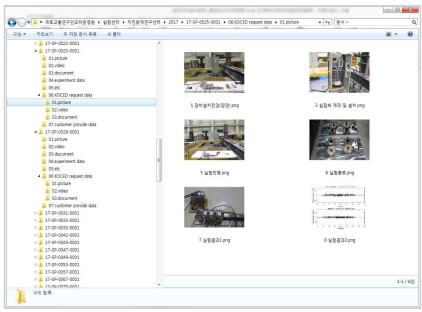






◦ 실험데이터 저장



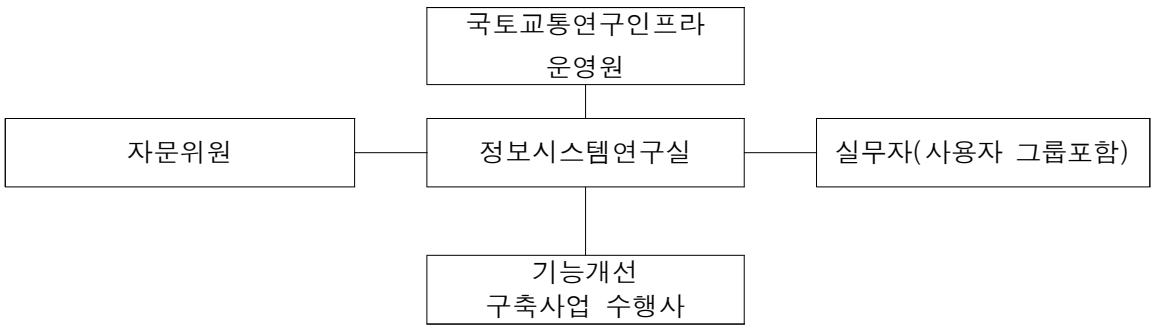


[1-2] 통합 CI 시스템 구축

□ 통합 CI시스템 기능개선

○ 통합 CI시스템 구축(‘17.3) 이후 대형실험시설 운영관리 정책 변화 및 2단계 실험센터의 정보시스템 보안 강화 등 다양한 대내외 환경변화로 기능개선이 필요하게 되었음

○ 1단계 실험시설은 실운영환경과 동일한 환경에서 지속적으로 시범운영 시스템을 사용하고, 2단계 실험시설은 구축 마무리가 진행됨에 따라 실운영시 쉽게 이용할 수 있도록 사용자교육 및 테스트서버 활용등은 지원함



구분	주요 역할	구성
운영원	◦ 최상위 수준에서의 최종 의사결정, 사업에 필요자원 제공	원장, 연구소장
정보시스템 연구실	◦ 통합 CI시스템 기능개선 및 운영관리 총괄 ◦ 개선사항 도출 및 용역사업 관리 ◦ 이해관계자 협의 및 의견 반영여부 점검 ◦ 요구사항 분석내용 검점 및 추적관리 ◦ 실험행정(견적,계약), 장비관리 관련 자료 수집 · 입력	실장, 연구원
자문위원	◦ 기능 개선 후 해당 시스템의 산출물 검토지원 ◦ 사업종료에 대한 사전평가 수행	외부전문가
실무자	◦ 통합 CI시스템 (실험서비스)를 활용한 견적, 계약, 장비관리 ◦ 실험행정(견적,계약), 장비관리 관련 자료 수집 · 입력 ◦ 실험서비스의 오류사항 및 개선사항 제시 ◦ 실험서비스의 개선사항 최종확인	운영원 및 실험센터 담당자
사용자그룹	◦ 대민 실험서비스 이용 ◦ 사용자 입장에서의 개선사항 및 의견 제시	실험의뢰 고객
기능개선 사업 수행사	◦ 현행 시스템 및 요구사항 분석 및 설계 ◦ 기능개선 사항 개발 및 단위 및 통합 테스트 수행 ◦ 시범운영을 통한 시스템 안정화 진행	용역업체

① 주요 기능개선사항

◦ 2단계 6종의 대형실험센터는 2종을 제외한 4종의 실험센터가 공공기관 및 국가출연 연구기관으로 2017년 상반기 정보시스템 보안강화로 시스템 기능개선 필요

- 공공기관의 내·외부 인터넷망 분리로 외부망 PC는 아래한글(hwp) 및 기타 프로그램을 설치할 수 없고 단순 인터넷 검색 및 E-mail 발송을 위한 용도로 사용
- 통합CI시스템은 2단계 대형실험센터가 구축되기 전인 `14년도에 시스템 설계를 시작으로 `17년 3월에 구축 완료됨에 따라 이를 반영하지 못함
- 2단계 대형실험센터가 외부망 PC에서 실험서비스 및 실험데이터 Upload 등 통합 CI 시스템을 활용할 수 있도록 시스템 기능개선이 필요

		
국한상태 구조특성실험시설 (서울대학교)	기후변화 대응 다환경 실험시설 (한국건설생활환경시험연구원)	기상환경 재현 도로성능평가 실험시설 (한국건설기술연구원)
		
생활밀착형 주택성능품질 실험시설 (한국토지주택공사)	대형 수리모형 실험시설 (한국농어촌공사)	도로주행 시뮬레이터 실험시설 (한국도로공사)

<2단계 국토교통 대형실험시설 현황>

◦ 지리적으로 분산 구축된 1·2단계 대형실험센터를 가상의 동일 공간 내에서 업무 공유 및 협업 등을 위한 커뮤니티 기능에 대한 요구증대로 기능개선

- 1단계 대형실험센터는 지역의 균형발전을 위해 지역마다 균등 배분하여 대학에 구축한 실험시설이며, 2단계 실험시설은 시설특성을 반영한 연구원 및 공사에서 구축함
- 이로 인한 12개의 대형실험시설이 전국에 분산 구축되어 전담관리기관과 실험센터, 실험센터와 실험센터간 거리가 멀어 자율적으로 커뮤니티를 나눌 수 있는 공간 필요
- 국토교통 대형실험센터 관련자들의 실험서비스 및 스케줄 공유와 더불어 업무 협업을 위한 커뮤니티 기능인 메신져 기능을 신규 구축

◦ 국토교통 대형실험센터 운영·관리의 업무 효율성을 지원하는 통합CI시스템은 구축 이후 업무 프로세스 변경 및 간헐적으로 발생하는 일부 시스템간의 연계 오류, 시범운영을 통한 업무 담당자의 추가 기능에 대한 개선요구가 발생

- 자체적으로 개발한 통합CI시스템은 초기 운영단계로 사용자의 시범운영을 통해 확인된 일부 시스템 오류에 대해 기능개선 필요
- 추후 확장될 국토교통 대형실험센터(2단계 6종) 구축과 동시에 시스템 사용이 가능하도록 현재 구축된 통합 CI시스템의 이슈사항 보완 및 2단계 실무자의 요구사항 반영 등 사용자 맞춤형 기능 개선을 통한 안정화된 시스템 제공 필요

◦ 신 정부 국정운영 5개년 계획에서 「더불어 잘사는 경제 발전」 목표 하에 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 전략 중 데이터 기반의 산업선도 및 고부가가치 신산업 발굴 육성 등을 제시

- 과학기술기본법 제26조에 의거 과학기술 및 국가연구개발사업 관련 지식·정보의 생산·유통·관리 및 활용을 촉진할 수 있도록 데이터베이스의 구축·연계 및 공동활용을 위한 관리시스템 구축을 추진
- 국토교통 대형실험시설은 국가R&D로 구축한 실험시설로 실험서비스를 통해 제시되는 실험데이터 및 실험 결과 등을 공유하여 신산업 창출 및 정부 시책에 부합되도록 실험데이터 중개서비스 기능을 구축



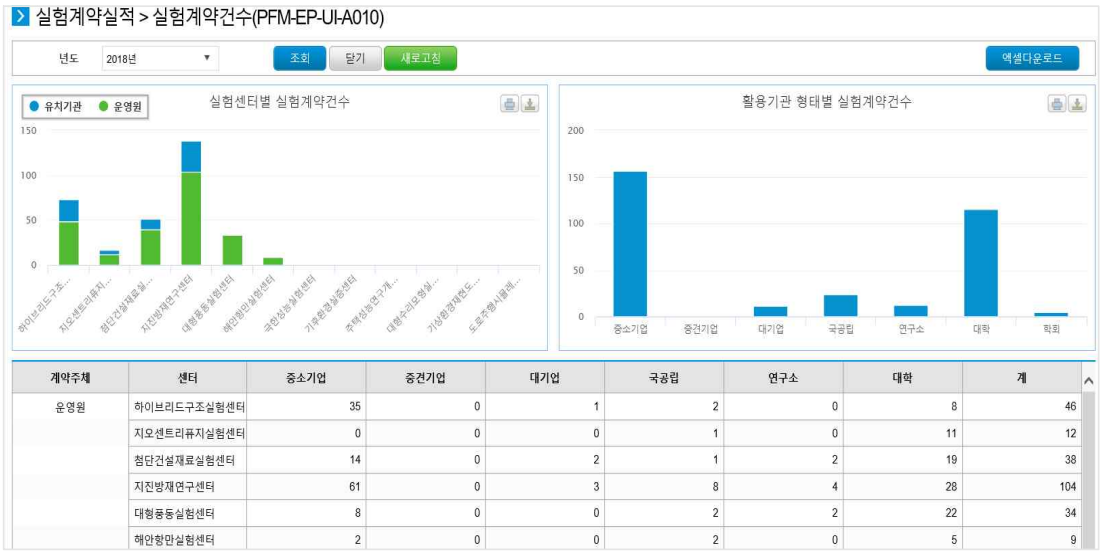
◦ 주요 추진일정

- (`18.02.12)통합 CI시스템 기능개선 입찰공고 (나라장터 및 기관 홈페이지)
- (`18.03.05)통합 CI시스템 기능개선 제안평가 (기술평가:90점, 가격:10점)
- (`18.03.13)통합 CI시스템 기능개선 기술협상 및 계약체결
- (`18.03.23) 통합 CI시스템 기능개선 착수
- (`18.05.31) 중간보고
- (`18.08.10) 종료보고
- (`18.08.20, 09.19) 사용자교육

② 통합 CI시스템 시범운영결과

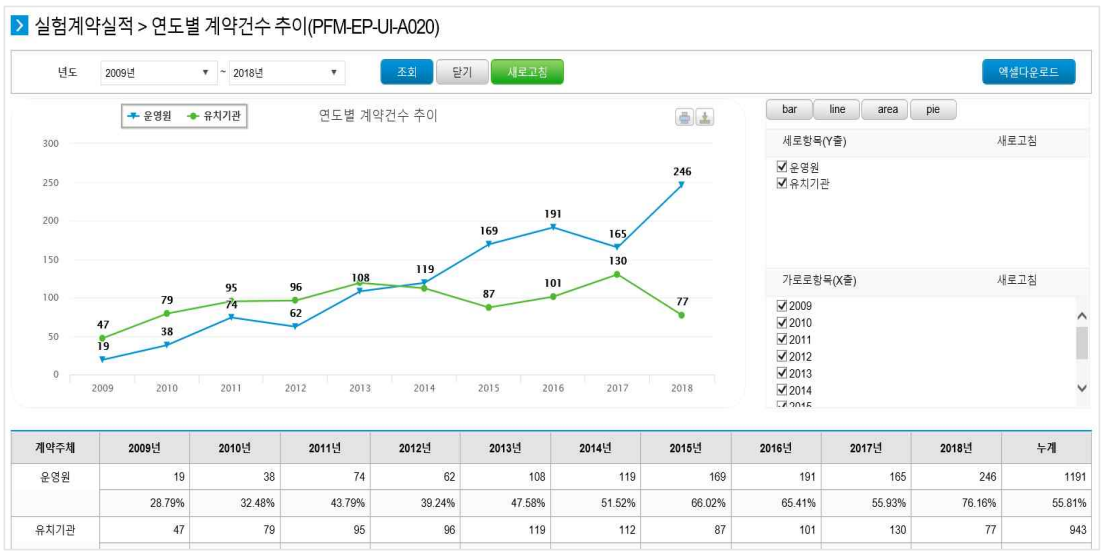
◦ 통합 CI시스템은 국토교통 분야 대형실험시설 이용을 위한 행정관리가 주 서비스이며, 이용자에 따라 대민서비스와 관리자 업무포탈로 구분됨

- `18년 기준으로 1단계 실험시설 계약건수는 총 318건이며, 중소기업, 대학 순으로 실험시설을 활용하고 있음



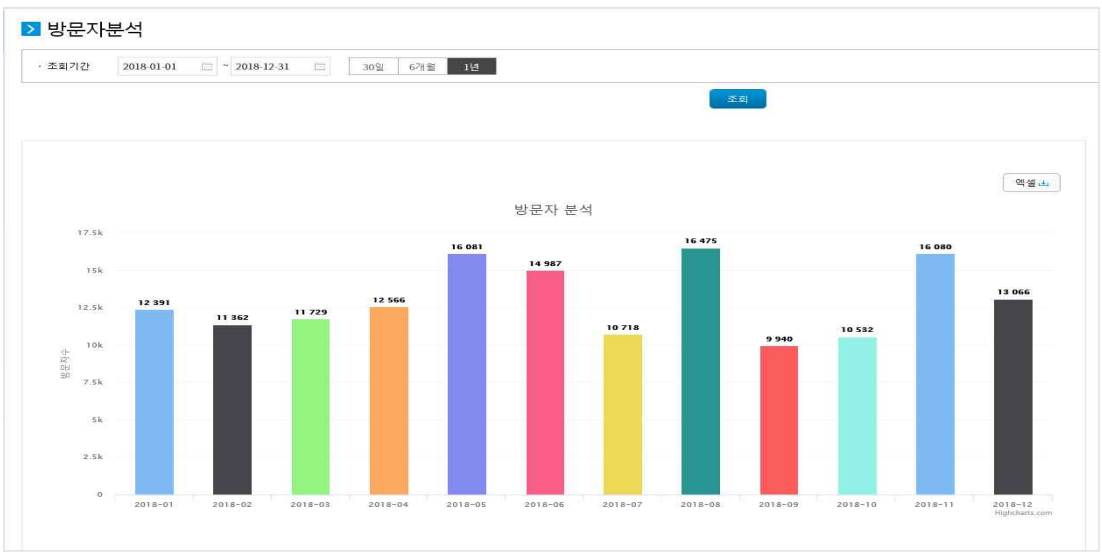
계약주체	센터	중소기업	중견기업	대기업	국공립	연구소	대학	계
운영원	하이브리드구조실험센터	35	0	1	2	0	8	46
	지오센트리퓨지실험센터	0	0	0	1	0	11	12
	첨단건설재료실험센터	14	0	2	1	2	19	38
	지진방재연구센터	61	0	3	8	4	28	104
	대형풍동실험센터	8	0	0	2	2	22	34
	해안항만실험센터	2	0	0	2	0	5	9

- `11년 ~ `18년도 실험실적 추이 및 실험 성과를 관리자들이 쉽게 검토할 수 있도록 구축하였으며, 실험센터의 실험성과는 지속적으로 증가함을 확인할 수 있음



계약주체	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	누계
운영원	19	38	74	62	108	119	169	191	165	246	1191
	28.79%	32.48%	43.79%	39.24%	47.58%	51.52%	66.02%	65.41%	55.93%	76.16%	55.81%
유치기관	47	79	95	96	119	112	87	101	130	77	943

- 시스템 구축후 이용자의 시스템 접속 분석을 통해 월간 방문자수, 페이지뷰, 접속 경로를 지속적으로 관리할 수 있는 페이지 구축하여 월별 방문자수를 모니터링 수행



③ 시스템 운영관리

◦ 365일 24시간 안정적인 온라인 서비스를 제공할 수 있도록 정기 및 수시점검, 장애 모니터링을 수행함

항목	세부항목	내용	특이사항
H/W	네트워크	- 백본, L2, L3 포트사용 정상 - CPU, 메모리, 트래픽, 로그 분석에서 특이사항 발견되지 않음 - L4 스위치, 백본 스위치, L3 스위치, L2 스위치의 전체적인 점검결과는 모두 양호 - 네트워크 사용에 문제가 없음	- 특이사항 없음
	서버	- CPU, 메모리, 이벤트 로그, 디스크 건강상태 모두 양호 - RAID 구성 상태 정상 - 서버 청결 상태 양호 - 파워서플라이 상태 양호	- Windows방화벽에서 사용하는 포트를 제외한 포트 차단 - Windows Defender 기능 꺼짐 - ezSCan 백신 프로그램을 통한 바이러스 차단
	UPS	- 배터리 충전상태 양호 - 충전전압, 전류 상태 양호 - 오작동 여부 없음	- 장비 노후화 및 부품 단종으로 UPS 보드 및 기타 부품 공급이 어려움
	항온항습기	- 월정기점검 시 이상현상 없음 - 매 분기시 온도 및 습도 재설정	- 장비실 환경문제로 결로 현상 - 지속적인 유지보수를 통해 관리를 하고 있지만 장비의 노후화로 센서류, 차단기류, 파이프등을 교체할 필요성이 있음
	방화벽	- 주요장비에 대해서는 알려지지 않은 포트로 접근하도록 설정 - 침입탐지 관련 패턴 업데이트 매주 정상적으로 처리	- 현재는 라이센스 상태 정상이나 매년 갱신하지 않으면 침입탐지 관련 패턴업데이트가 이뤄지지 않아 최신 웜이나 공격에 대한 대응에 문제가 있을 수 있음
상용 S/W	WAS	- 서비스 운영상 문제 없음	- 특이사항 없음
	WEB	- 서비스 운영상 문제 없음	
	MS-SQL	- 서비스 정상구동 - 서비스 운영상 문제 없음	- 특이사항 없음

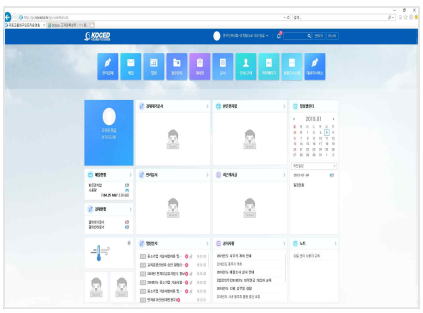
④ 기능개선 결과

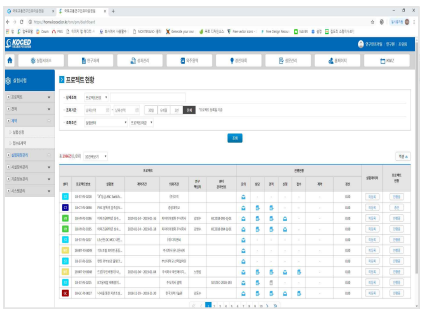
◦ 시스템 기능개선 공통사항

- 브라우져별 기능 지원 안정화

· chrom, internet Explore 지원

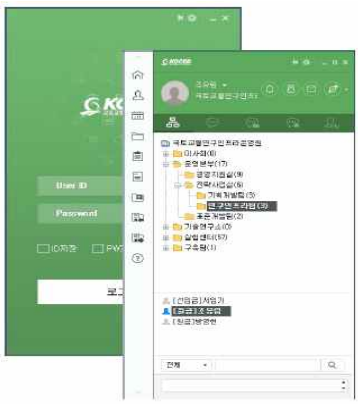
· 사용자 인터넷 환경설정의 영향을 받는 internet Explore의 특성으로 인해 Chrome 브라우져 지원을 통해 안정적인 시스템 사용을 지원함





- 업무 연계 지원

· 분산 구축된 실험센터와 전담관리 기관의 실시간 업무 협의 및 대응을 위한 모바일 및 PC 메신저 기능 개선

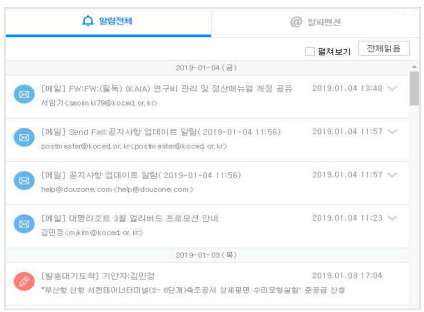


<모바일 메신저 기능>

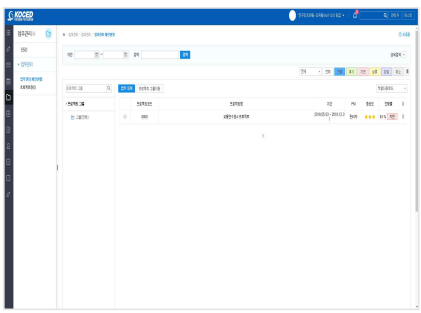


<PC 메신저기능>

· 전자결재, 이메일 등 의사결정에 대한 알림서비스 지원 및 업무관리 기능 신설로 행정 업무의 효율성 강화



<전자결재 및 시스템 알림 >



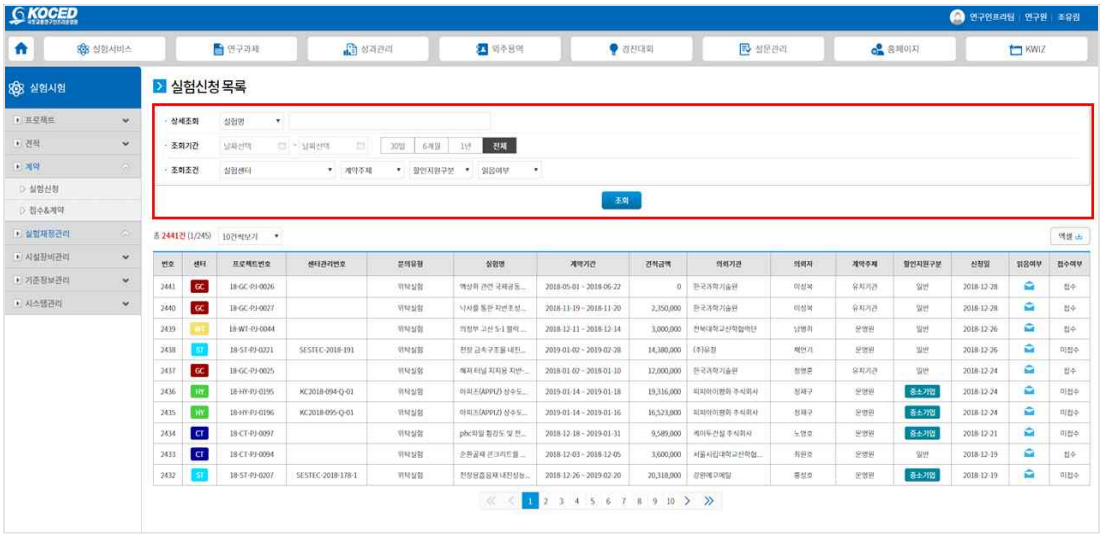
<업무관리>

- 사용자 인터페이스 공통

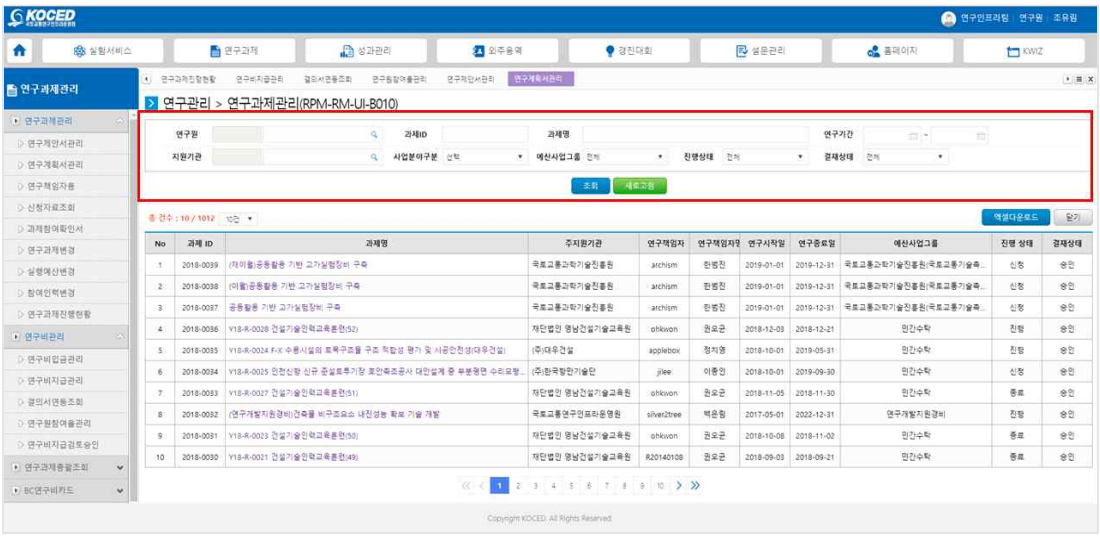
· 필요화면 엑셀다운로드 기능 추가 및 컬럼 항목 개선

· 각 시스템별 조회기능 일관성을 위한 조회조건 개선

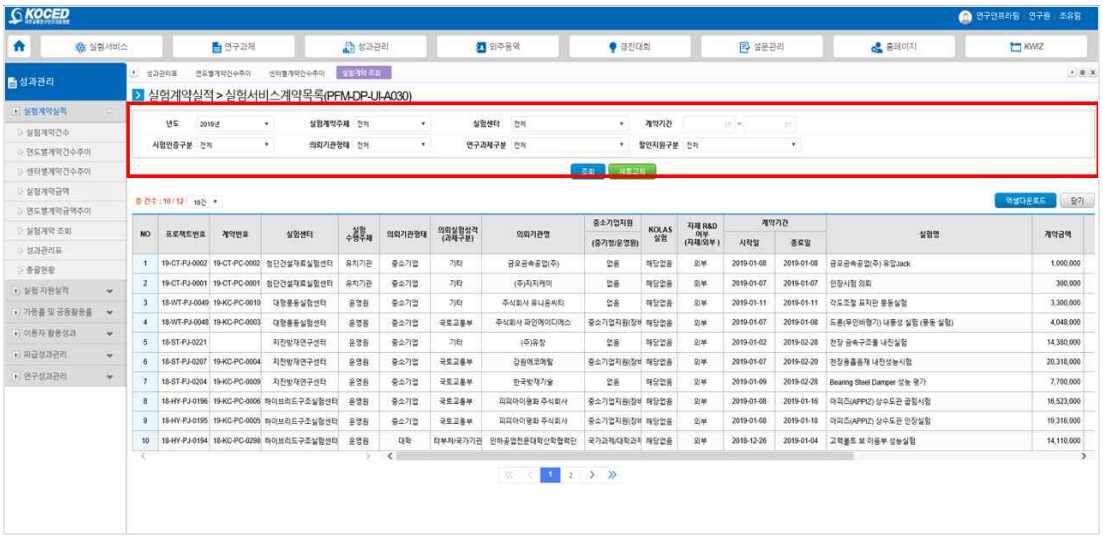
· 컬럼 및 조회조건 개선을 통해 해당 프로젝트별 상세화면 조회 없이 리스트 화면에서 데이터 확인이 가능함에 따라 프로젝트 관리의 편의성·효율성 향상



<실험서비스 조회조건 및 컬럼 항목 개선>



<연구과제 시스템 조회조건 및 컬럼 항목 개선>



<성과관리 시스템 조회조건 및 컬럼 항목 개선>

◦ 전자결재 시스템

- 모바일 전자결재 시스템 안정화

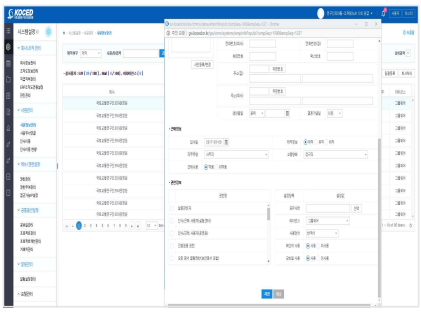
· 야외 및 외부 근무가 많은 실험센터의 특성을 고려하여 모바일 결재 지원시스템 개선



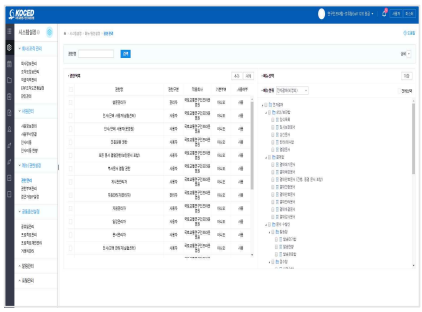
- 관리자기능 강화

· 조직도 관리, 매뉴화면별 권한설정, 전자결재 기능별 설정, 전자결재 연동 및 양식 관리 기능 등 시스템 운영자가 운영 목적에 부합하게 시스템을 구성할 수 있도록 기능 개선

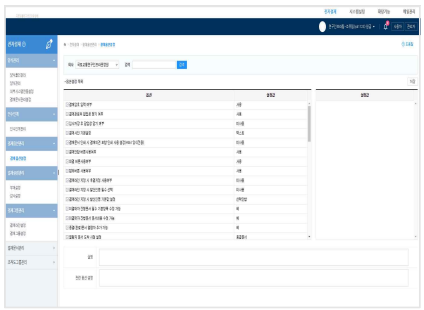
· 관리자 기능 강화로 기본 설정 변경을 시스템 운영자가 수행할 수 있어 유지보수 비용 절감



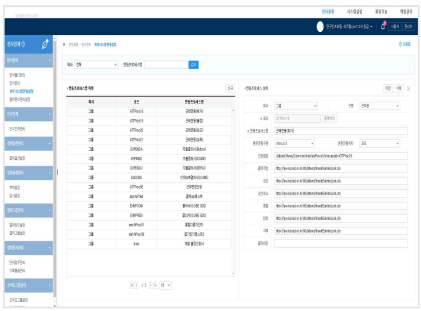
<조직도 관리 기능 강화>



<메뉴화면별 권한생성 기능>



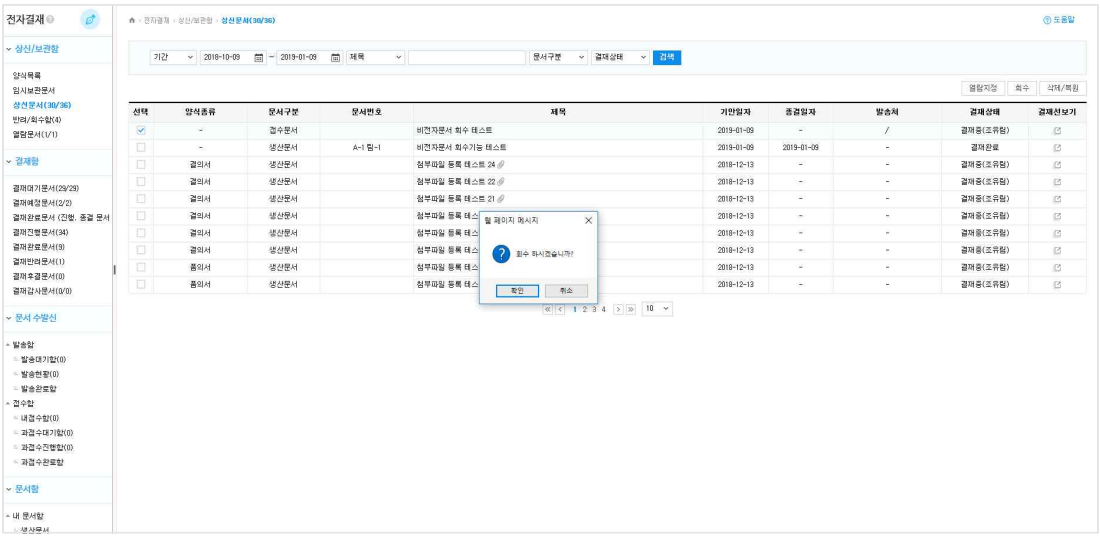
<시스템 관리자 설정 기능 강화>



<전자결재 연동 및 양식 관리기능 강화>

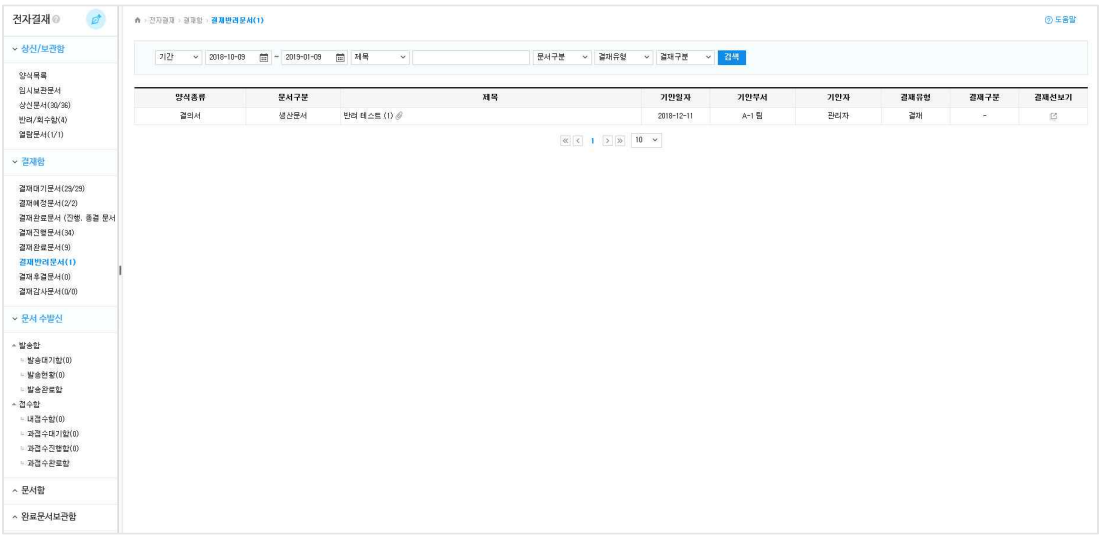
- 전자결재문서 사용자 기능 강화

· 사용자의 입력오류 발생 시 회수 기능을 지원하여 사용자 편의성 증대 및 유지보수 비용 절감을 유도하기 위해 기존 시스템에서 미지원 기능을 개선



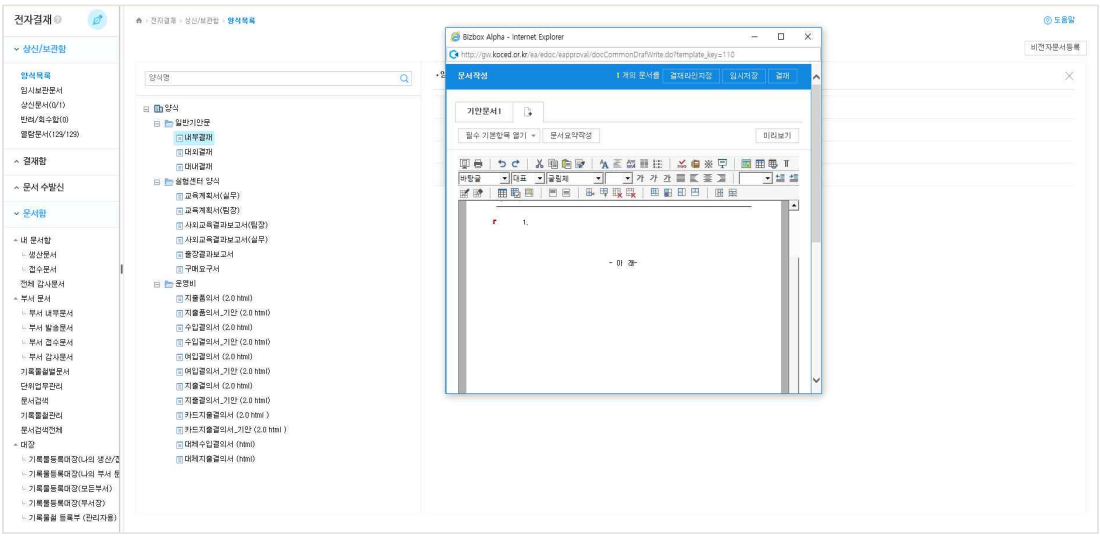
<비전자문서 및 부서 수신문서 회수기능 신규개발>

· 결재권자가 반려한 문서의 이력관리를 통해 업무관리의 편의성 지원하기 위한 기능 개선



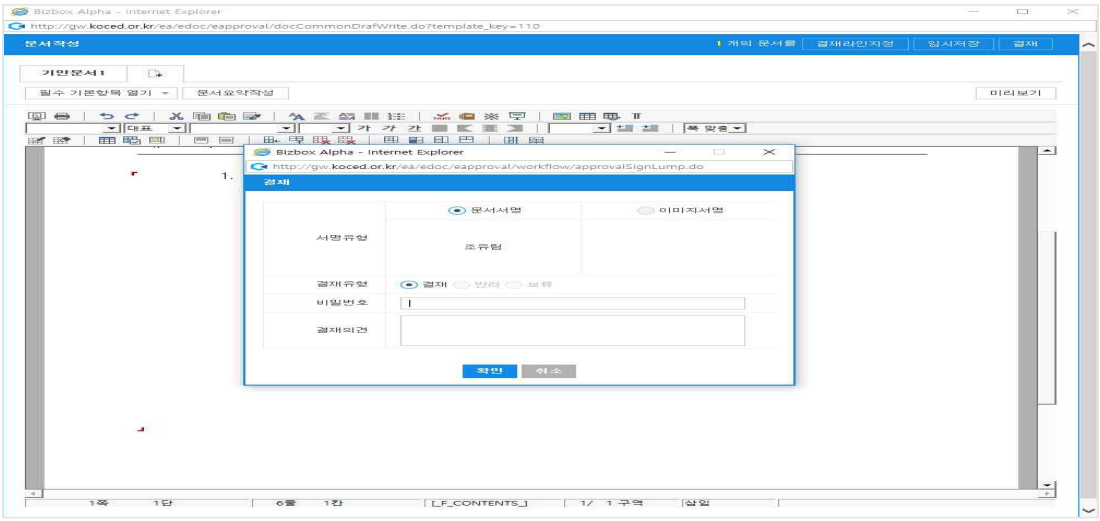
<반려문서 이력목록(결재권자) 기능지원>

· 전자결재 상신 기안기창의 크기조절 기능 개선으로 업무의 편의성 향상



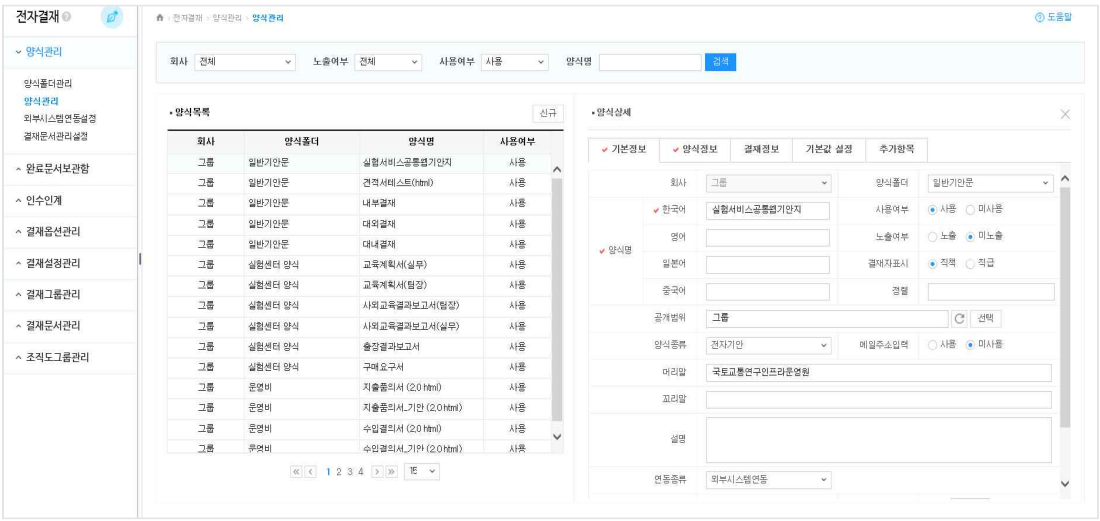
<전자결재 상신 기안기창의 크기조절 기능 지원>

· 상신/결재 클릭시 진행 확인 여부에 대한 알림창 생성으로 사용자의 입력오류 최소화



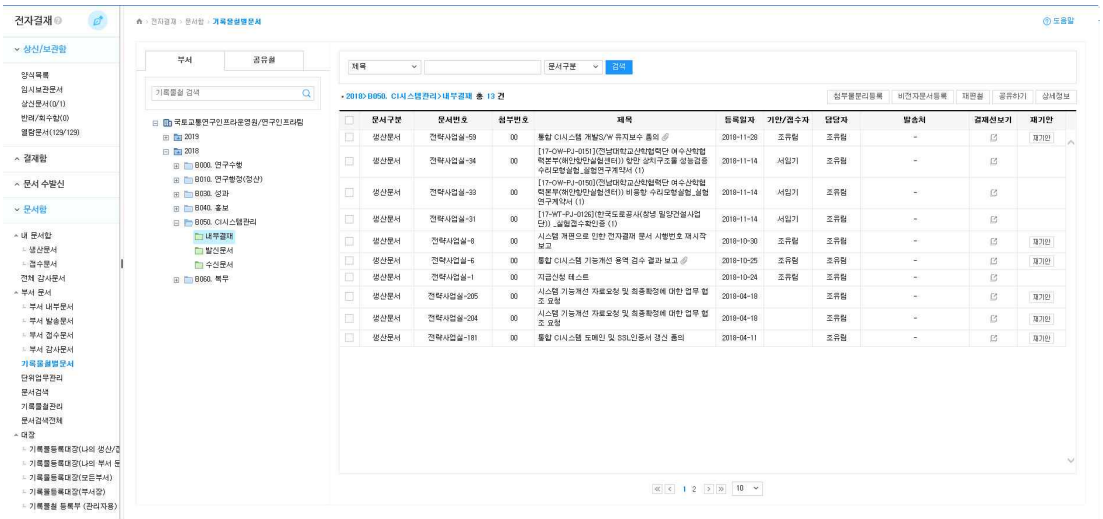
<상신/결재 클릭시 진행확인여부에 대한 알림창 생성>

· 양식 관리 기능 강화를 통해 신규 전자결재 양식 적용 및 기존 양식 수정이 가능하여 시스템 관리자가 해당 기능을 통해 업무지원 가능



<전자결재 양식관리 기능 강화>

· 문서관리자, 사용자가 기록물을 쉽게 조회할 수 있는 기능을 개선함으로써 문서관리편의성 제공

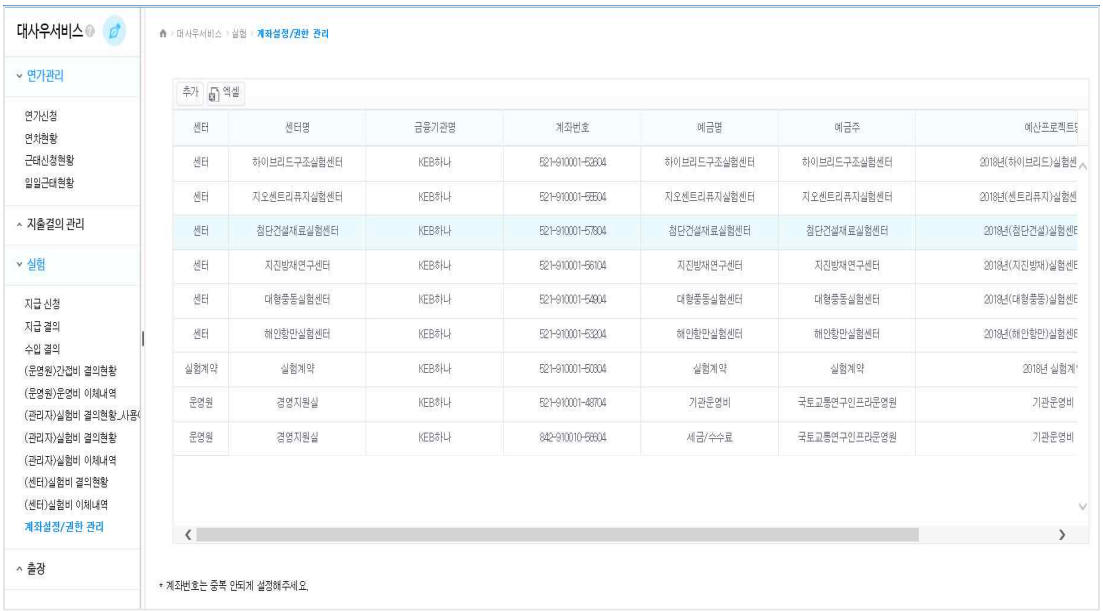


<기록물 등록대장 조회기능개선(기록물철별 등록된 문서목록)>

◦ 회계관리 시스템

- 권한설정 안정화

· 권한설정 안정화를 통해 실험센터별 데이터 조회가 가능하도록 개선하였으며, 실험센터 관계자는 정보 보안 등을 고려하여 해당 실험센터의 데이터만 조회 가능하도록 설정

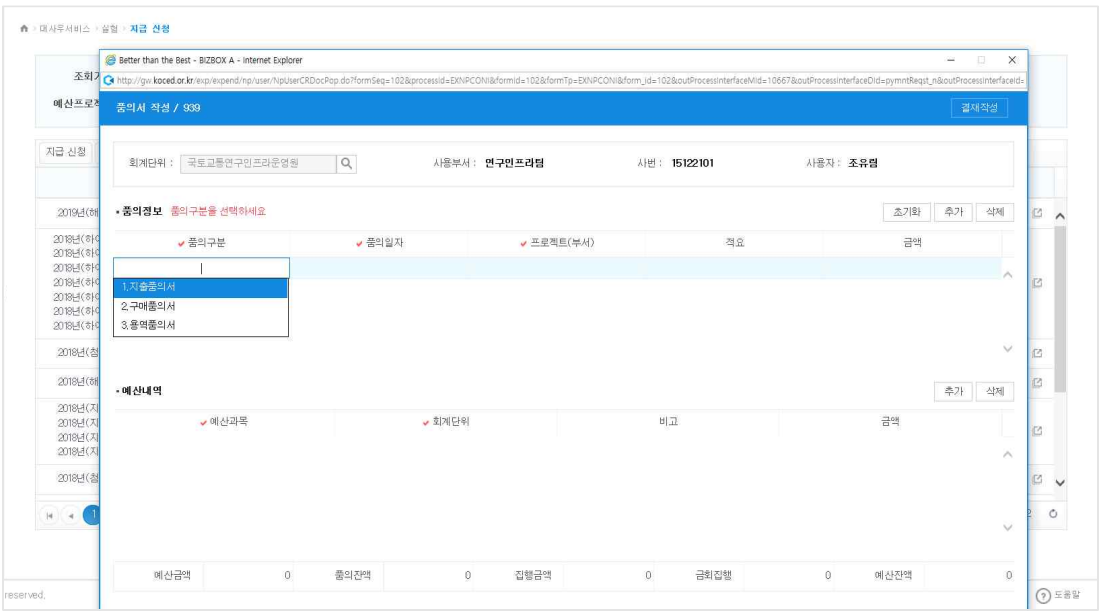


<회계관리 시스템 권한설정 안정화>

- 웹기안 UI/UX 개선

· 회계시스템 웹 기안화면 개선을 통해 업무 효율성 증대

· 기존 시스템의 예산 프로젝트별 기안 미지원으로 업무 중복이 발생하였으나 개선을 통해 실험 프로젝트별 일괄 처리로 업무 가능



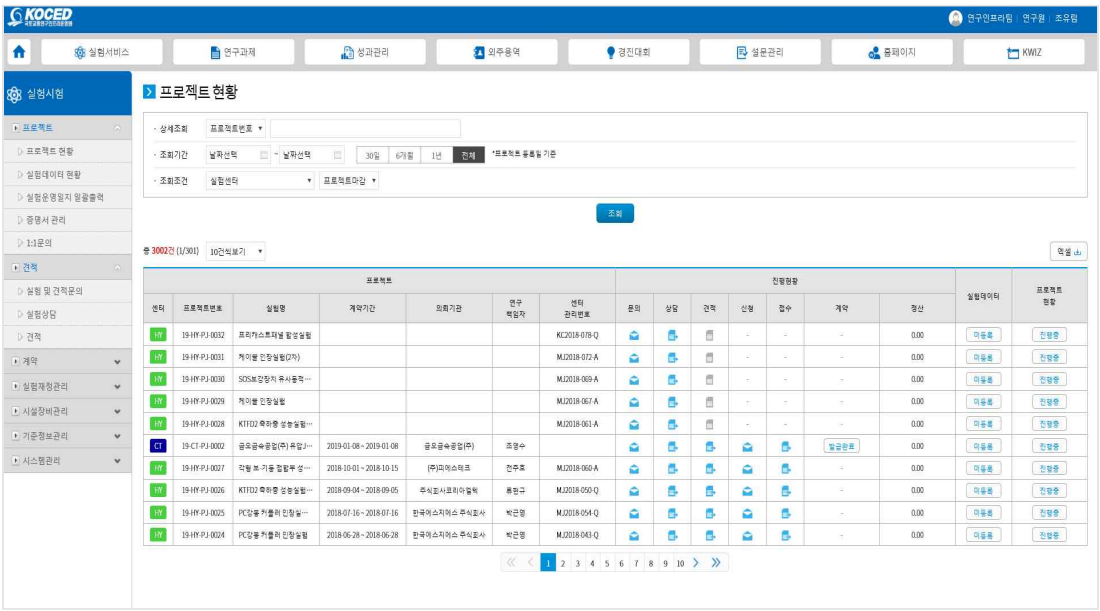
<회계 관리 시스템 웹기안 UI/UX 개선>

◦ 실험서비스

- 실험행정관리 개선

· 실험서비스 시스템 접속 시 프로젝트 현황페이지로 연결

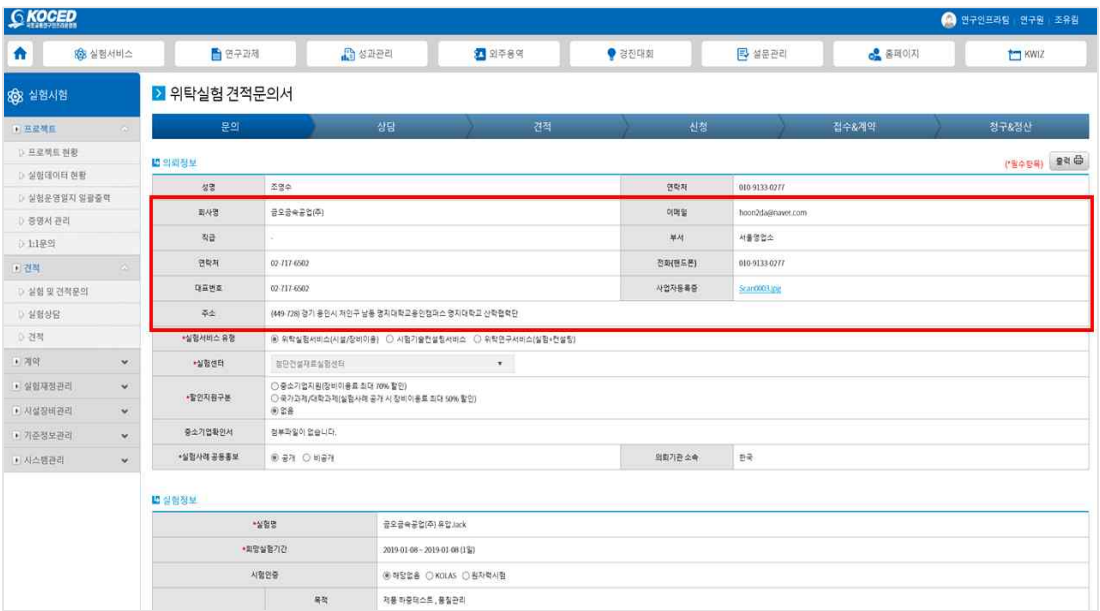
· 실험서비스 시스템 접속 시 기존 대시보드가 아닌 각 실험센터별 전체 실험프로젝트 현황을 확인할 수 있는 페이지로 연결하여 사용자의 편의성 증대



<실험서비스 시스템 접속 시 프로젝트 현황페이지로 연결 개선>

· 의뢰기관 기본정보 호출추가 및 화면 개선

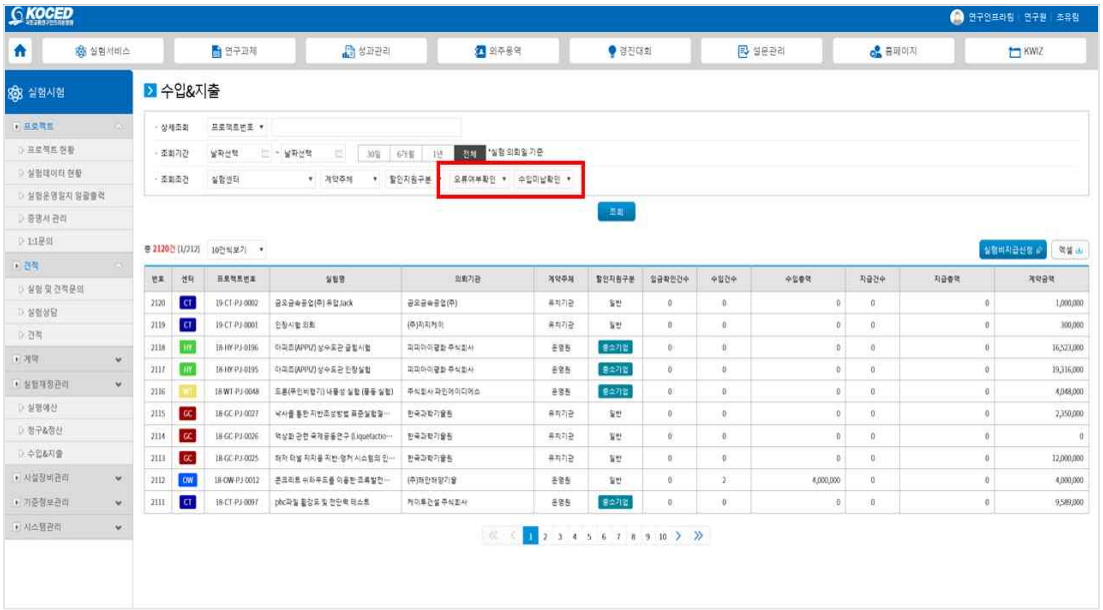
· 실험 의뢰자의 정보 추가 화면 UI 개선을 통해 사용자의 업무 진행시 필요 데이터 확인이 용이하여 업무 편의성 증대



<의뢰기관 기본정보 호출추가 및 화면 개선>

· 수입&지출 화면 미납여부, 검증 컬럼 추가 및 조회조건 추가

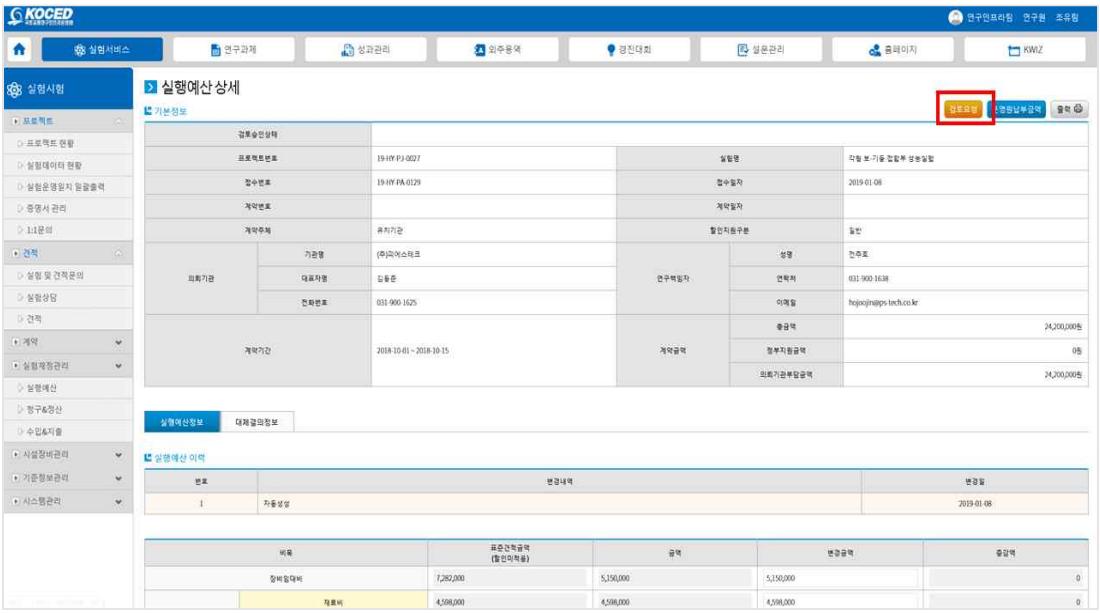
· 프로젝트별 수입 및 지출의 현황파악이 용이하며, 해당 조회조건 개선을 통해 수입과 지출의 오류 파악을 지원하여 실험재정 관리의 편의성 증대



<수입&지출 화면 미납여부, 검증 컬럼 추가 및 조회조건 개선>

· 검토 요청 및 검토 승인, 결재완료 후 담당자에게 알림 기능

· 실험 프로젝트별 실행예산 및 수입결의 등 각 단계에서 검토 요청 및 승인, 알림 기능 개선으로 신속한 행정 업무 가능



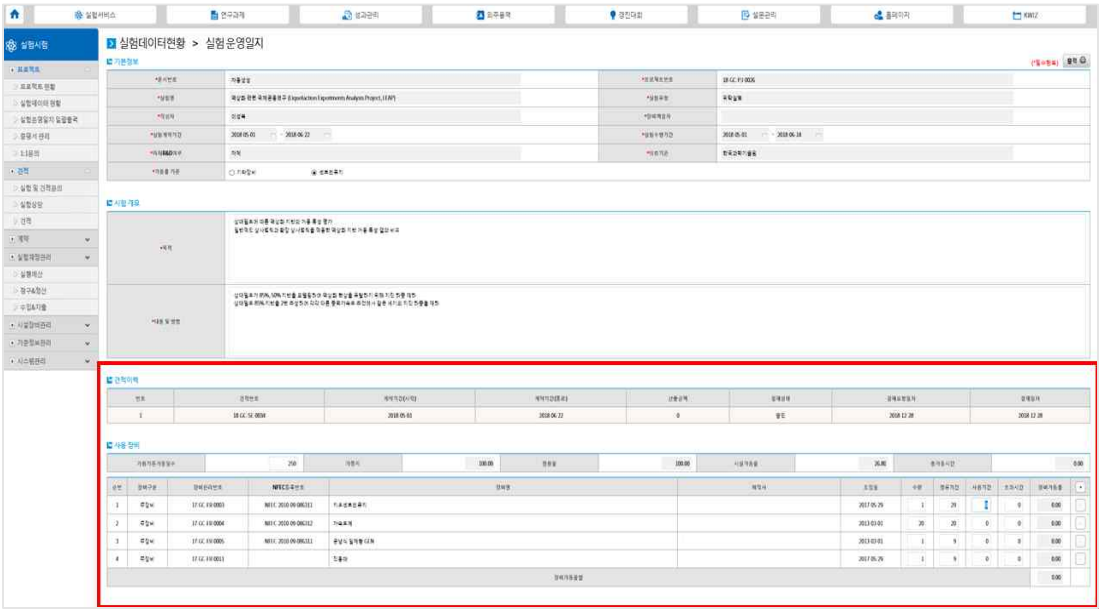
<검토 요청 및 검토 승인, 결재완료 후 담당자에게 알림 기능>

- 가동률

· 가동률 산식 개선

· 운영일지와 견적모듈 장비별 사용 예상 시간 연계 및 사용시간 수정 기능개선

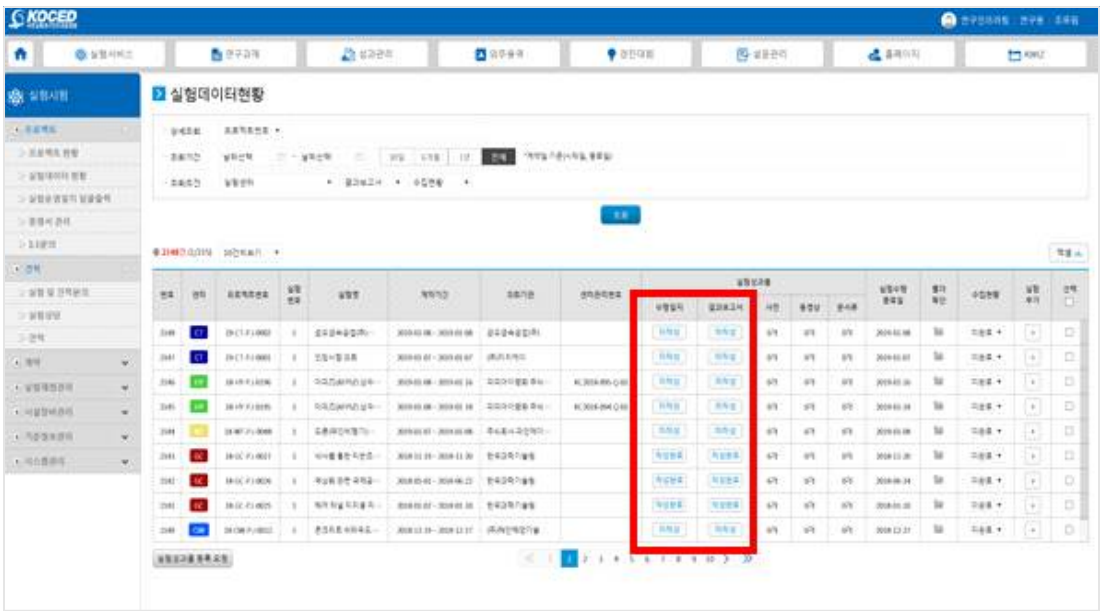
· 해당 기능 개선을 통해 가동률 산출을 위한 입력 최소화와 사용자 편의성 증대



<운영일지와 견적모듈 장비별 사용 예상 시간 연계 및 사용시간 수정 기능개선>

- 실험데이터현황 및 수행일지 작성여부 기능개선

· 해당 기능 개선을 통해 작성여부를 확인이 용이하며 미작성분에 대해 사용자 및 관리자의 업무 편의성 증대



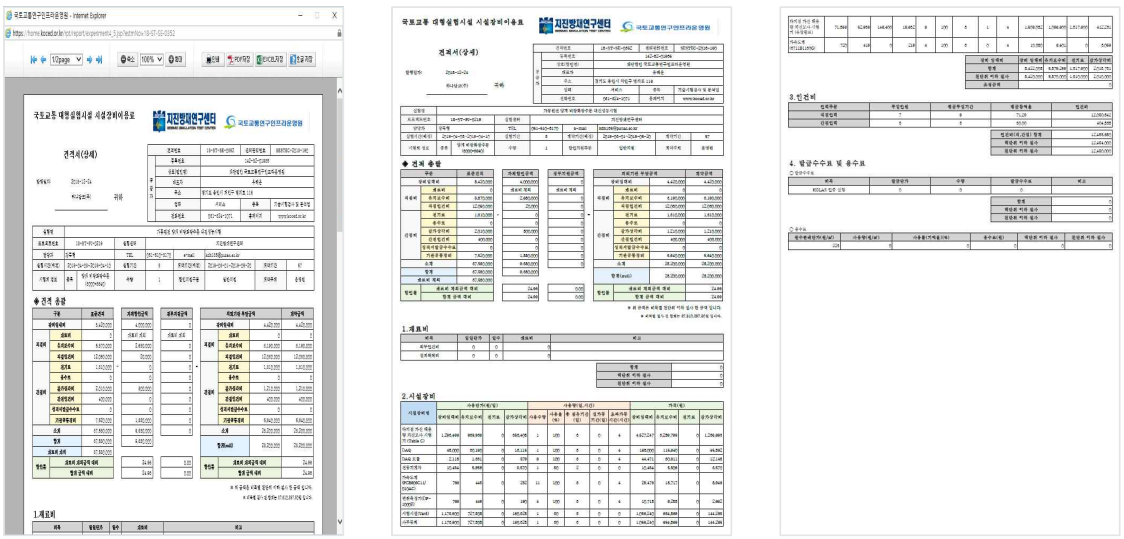
<실험데이터현황 및 수행일지 작성여부 기능개선>

- 의뢰자용 상세 견적서 개선(신규)

· 견적서 결재양식 및 레포팅 툴 화면 개선

· 의뢰자용 상세견적서 화면 UI 구성 변경 및 출력기능

· 의뢰자용 상세 견적서 기능 지원을 통해 견적서의 상세내역을 요청하는 의뢰자에게 해당 데이터를 제공할 수 있도록 신규화면 구현



<의뢰자용 상세견적서 개선>

- 견적모듈 개선

· 견적 산출시 입력된 장비시간을 토대로 화면상에서 계산된 예상 가동률 뷰어기능

· 기존 성과관리 화면에서만 확인이 가능했던 가동률을 견적단계에서 부터 확인이 가능하도록 개선함으로써 실험센터별 가동률 데이터 관리의 편의성 제공



< 견적 산출시 입력된 장비시간을 토대로 화면상에서 계산된 예상 가동률 뷰어기능 개선>

◦ 연구과제 시스템

- UI/UX 개선

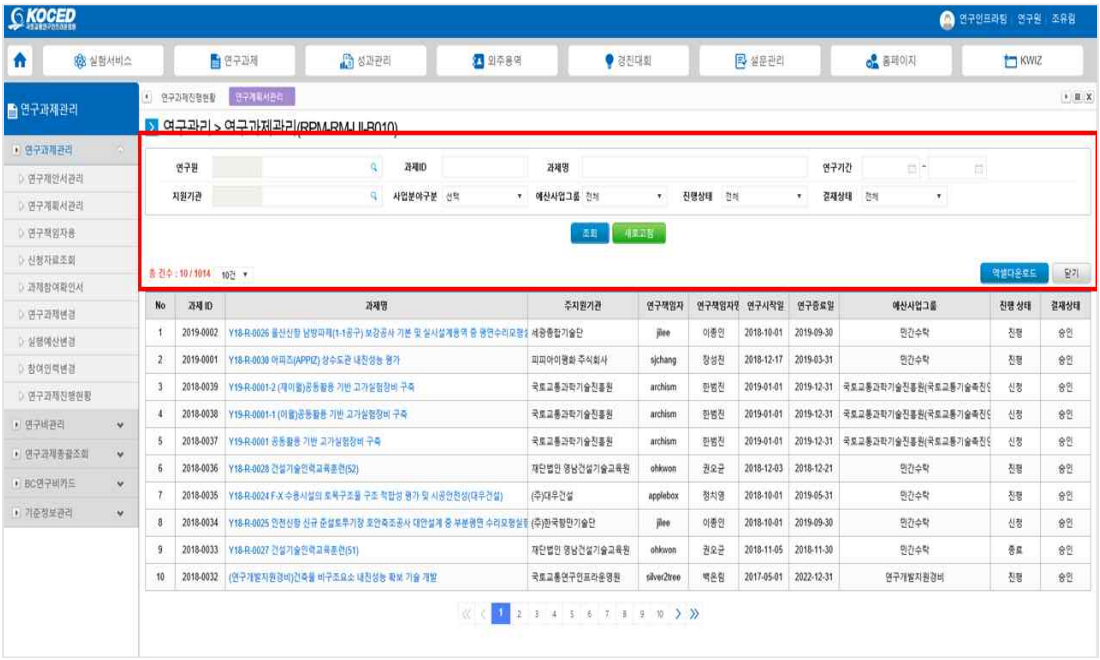
· 화면별 엑셀다운로드 기능 추가 및 컬럼항목, 조회조건 개선

· 탭의 새로고침 기능을 구현하여 상세페이지에서 목록으로 화면 변경시 변경된 값 확인 지원

· 리스트의 열 크기 조정시 조정하고자 하는 열을 조정

· 연구비 검토 요청, 승인, 결재 상태값 업무 담당자에게도 확인 가능하도록 반영

· 해당 기능 및 UI/UX 개선을 통해 업무 담당자의 데이터 확인 및 업무 편의성을 증대



<연구과제 시스템 UI/UX 개선화면>

◦ 대민서비스

- KWIZ 반응형 웹으로 재구축

· 메인화면 및 컨텐츠 화면 반응형으로 재구축

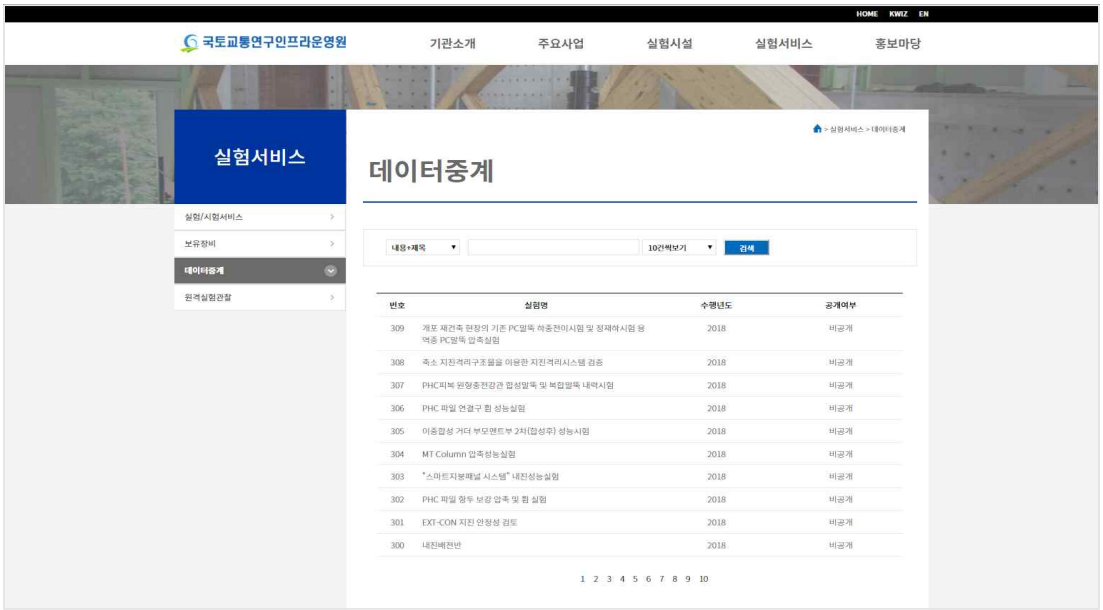
· 실험 신청 등 데이터 입력사항이 많은 화면의 경우 사용자의 편의성을 고려하여 고정형으로 구현하고, 실험 신청단계에서의 입력 오류를 방지하기 위해 모바일 화면에서 웹화면 접속 유도를 위한 안내페이지 노출함



<KWIZ 반응형 웹으로 재구축>

- 데이터 중개소 신설

· 데이터 중개소 기능을 통해 실험데이터 공유 활성화를 도모하여 중복실험을 방지

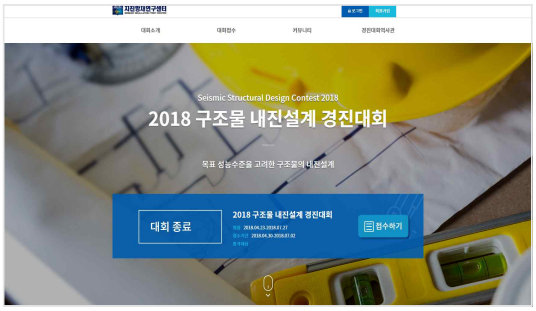


<데이터 중개소 신규 화면>

- 경진대회 홈페이지 신설

· 통합 CI 시스템 고도화 이후 해당 시스템과 연계된 웹사이트 구현 및 운영지원을 위한 홈페이지 신규 개설

· 컨텐츠 개편 및 시스템 운영에 따른 기능 오류 개선



<대회 소개 및 요강>

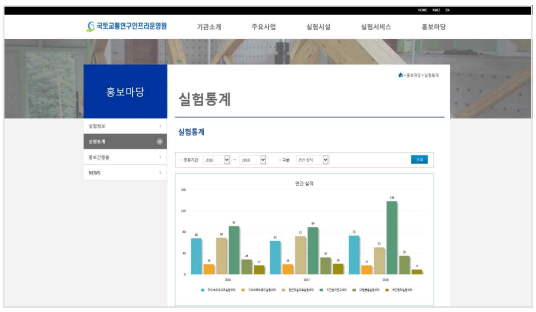


<참가신청 화면>

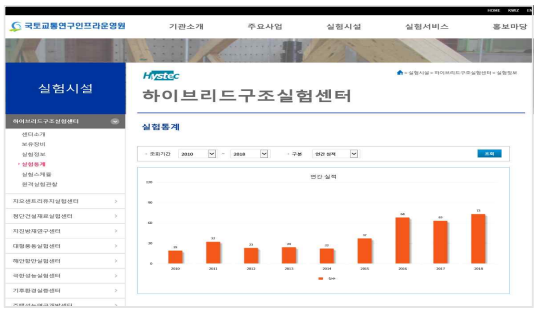
- 홈페이지 실시간 실적통계 차트구현

· 전체 실험센터 및 각 센터별 실적 통계화면 구현

· 실시간 실적 데이터 통계화면 구현으로 의뢰고객에게 센터의 실적 현황 제공



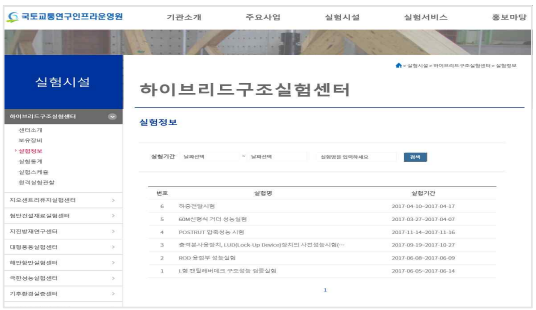
<전체 실험센터 실적 통계 화면 >



<센터별 통계화면 구현>

· 실험센터별 요약결과보고서 화면 구현

· 센터별 요약결과 보고서 제공을 통해 해당 센터에서 수행 할 수 있는 실험에 대한 정보 제공



센터별 요약결과 보고서 목록



요약결과 보고서 상세

⑤ 시스템 운영관리

◦ 사용자 그룹별 시스템 사용자교육 수행(2회)

- 1단계 실험센터, 2단계 실험센터 시스템 사용자교육 진행

- 운영원 사용자 교육 진행





□ 통합 CI시스템 운영 · 유지관리 방안

○ 통합운영시스템 운영 구도 분석

- 통합 CI시스템 운영 구도 분석을 통한 운영 및 유지관리 계획 수립
- 전문가 자문, 협력기관의 지원 등 운영 및 유지관리를 위한 최선의 조직, 역할을 정의함

통합CI 시스템 운영 구도

구분	정보화 기획, 구축, 센터관리	운영, 유지보수	기타
업무내용	▪ 정보화 기획, 시스템 요구 정의 ▪ 시스템 구축 ▪ 표준화 지침, 표준 정의 ▪ 운영/유지보수 관리 ▪ 대외 연계 정책 결정 및 관리 ▪ 대외 홍보 ▪ 교육 ▪ 관리체계 확립	▪ 유지보수(오류 수정) ▪ 성능 향상, 기능 개선 ▪ 시스템 운영 ▪ 포털 관리 및 고객 응대 ▪ 백업 및 백업관리 ▪ 교육	▪ 자문 ▪ 성능향상 지원 ▪ 시스템 구축 지원
관리 대상 및 항목	응용 소프트웨어 / 서버 / 스토리지 / DBMS / 네트워크 / PC / 시스템S/W / 보안장비 / 미들웨어	관리 항목	• CPU 및 메모리 사용율 • 네트워크 장비연결상태 • 스토리지 사용율 • DBMS 엔진상태 등
운영관리 산출물	▪ 표준화 지침서 ▪ 운영관리 요청 항목 ▪ 서비스 수준 협약서(SLA : Service Level Agreement	▪ 운영, 유지보수 일지 ▪ 운영 유지보수 보고서(월간) ▪ 장애 보고서	▪ 자문 보고서 ▪ 성능 개선 내역서

<통합CI시스템 운영 구도 분석>

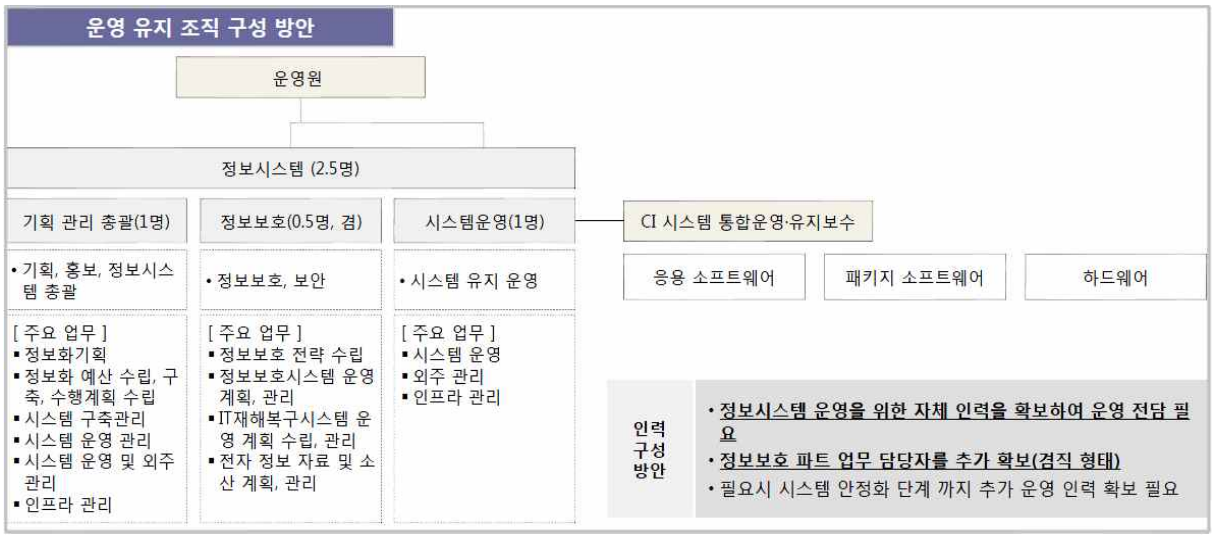
○ 운영 · 유지 관리 조직 개선(안) 도출 및 검토

- 운영 · 관리와 관련된 이슈사항 및 문제점을 도출하고 필요에 따라 외부 협력, 아웃소싱 등을 활용하는 방법 검토
- 국토교통 대형실험시설과 관련된 통합 CI시스템의 안정적 운영관리를 위해 조직 개선(안)별 특징 검토 수행

구 분	1) 정보시스템 위탁 유지보수 운영	2) 정보시스템 전문인력 확보 운영	3) 연구원 운영팀 자체 관리
개념도	정보 시스템 -응용S/W -하드웨어 -패키지S/W ↔ 아웃 소싱 ↔ 정보인프라 - 건물 - 전기 - 기계 - 소방	정보 시스템 -응용S/W -하드웨어 -패키지S/W ↔ 인프라 담당 전문 인력 확보 ↔ 정보인프라 - 건물 - 전기 - 기계 - 소방	정보 시스템 -응용S/W -하드웨어 -패키지S/W ↔ 정보인프라 - 건물 - 전기 - 기계 - 소방
조직 개요	▪ 모든 설비에 대하여 전문 위탁업체에 아웃소싱	▪ 인프라 운영을 위한 전문인력 확보 필요 (또는 기존 인력에 대하여 직군전환)	▪ 정보시스템 운영 부서에서 직접 운용
특징	▪ 높은 안정성 유지 ▪ 정보시스템 및 기반설비 전체에 대한 효율적인 유지관리 ▪ 지속적인 자체 정기점검 및 장애/문제 발생시 신속한 처리 가능 ▪ 역할 분담에 따른 고품질 운영으로 운영 안정성 증가 ▪ 계약비용 소요 ▪ 운영에 적합하며, 채용부담 낮음	▪ 안정성 유지 ▪ 전반적인 지식을 보유한 센터 운영 유경험자를 통한 장기적 운영관리 ▪ 기반설비에 대한 에너지절감 목표부여로 지속적인 에너지 절감 가능 ▪ 정보시스템 운영부서와 원활한 의사소통 가능 ▪ 고용부담 발생 (직군 전환시에는 일부 시행착오 발생가능) ▪ 장기 운영에 적합	▪ 안정성이 1,2안에 비해 상대적은 낮음 (건물관리인력의 IT기반설비 전문지식 부족과 IT관점에서의 접근성 부족) ▪ 명확한 업무분장 및 운영체계 확립 필요 ▪ 지속적인 교육 및 IT운영을 위한 전문인력 양성 필요
진행	**현재 운영**		
권고 사항	▪ 연구원의 정보시스템 운영은 1안으로 운영 중이며, 신규 시스템 구축 후 인프라 담당 직원을 확보할 필요 있음		

<운영 · 유지 조직 개선(안)>

- 현재 국토교통연구인프라운영원에서는 운영본부 내 “연구인프라팀” 을 구성하여 정보시스템 전문인력이 배치되어 시스템 운영, 기능개선, 실험센터 실무자 및 이용자 대응 등 관련 업무를 전담하고 있음



- 안정화 및 특정 업무의 전문적 협력이 필요한 경우, 외주 아웃소싱 또는 외부 자문 형태의 협력도 추진할 예정임

○ 운영 관리 항목 구성

- 통합CI시스템 운영관리에 기본적으로 필요한 항목을 도출하여 정의를 내리고 이에 대한 세부 운영관리 세부계획 수립 (항목별 세부 내용은 별권보고서 [붙임2-1] 참조)

번호	항목	정의(내용)
1	구성 및 변경 관리	- 정보시스템을 구성하는 H/W, S/W 구성현황, 이력, 구성파일, 파라미터, 구성도 등을 관리하고 구성요소의 각종 변경사항에 대해 효율적 관리를 위한 절차 규정
2	운영상태 관리	- 운영상태 관리를 통하여 이상 징후를 발견, 기록, 분류, 통지하여 해당 업무 담당자를 통해 조치가 가능하도록 시스템 가용성 향상
3	성능 관리	- 시스템의 효율 및 응답속도 등을 최적의 상태로 유지, 제공하기 위하여 낮은 성능을 보이는 요소를 찾아 성능 개선을 수행하고나 성능 분석을 통해 성능 문제점을 발견하여 개선하는 방안 마련
4	장애 관리	- H/W, S/W, 데이터베이스, 네트워크 등 정보시스템 운영관리 대상 시스템의 고장, 장애, 서비스 불능 상태 등 시스템의 장애 여부를 관찰, 진단, 보고, 제어, 처리하는 최적의 관리 계획 수립 필요
5	보안 관리	- 조직의 정보자산에 대한 정보보호활동 및 절차를 체계적으로 관리하여 기밀성, 무결성, 가용성을 확보함으로써 내 · 외부의 무단사용자에 의한 불법 유출, 파괴, 변경되는 것을 방지하고 네트워크, 정보시스템 및 데이터베이스를 포함한 정보 운영환경과 응용프로그램을 안전하고 신뢰성 있게 운영하도록 계획
6	백업 관리	- 컴퓨터 시스템의 장애, 화재와 같은 재해로 인해 저장정보가 소실, 손상될 경우에 대비하여 일정한 시간 차를 두고 데이터를 복사하여 별도의 매체에 저장함으로써 정보시스템의 연속성 보장
7	사용자 자원관리	- 원활한 업무운영을 위한 업무운영지침서의 수정 · 보완과 업무 운영에 관련된 교육, 사용자 요구사항의 처리, 각종 문제에 대한 신속한 대처를 위한 대책 제공 등 정보시스템의 최종 사용자 만족도 향상
8	운영 아웃소싱	- 보다 효율적이고 전문적인 정보시스템 운영관리를 위한 외부기관의 운영서비스 위탁

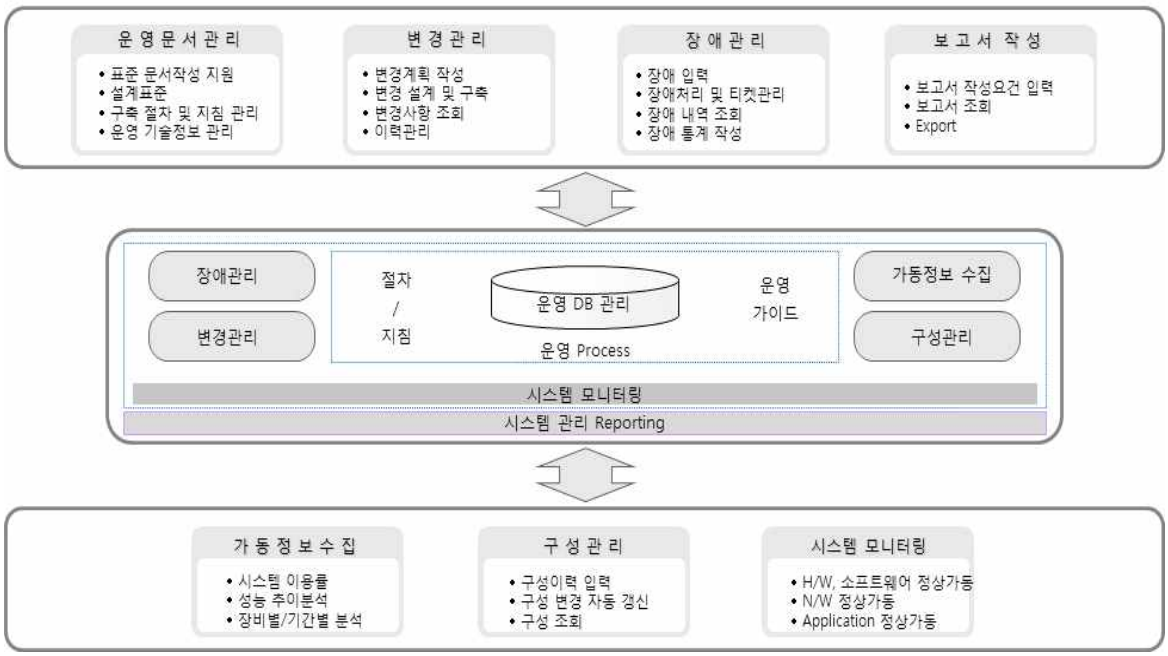
○ 통합 CI시스템의 세부 운영 · 유지보수 방안

- 통합 CI시스템은 공동활용을 목적으로 구축이 되었으나 본 과제 종료 이후 효율적인 시스템 운영을 위해 유지보수 방안, IT조직 운영방안, 시스템 유지관리 재원조달 방안을 수립함

① 통합 CI시스템 유지보수 방안

◦ 시스템 운영 절차 및 지침의 작성에서부터 운용 업무 적용 및 변경에 이르기까지 시스템 운영 및 유지보수 관리체계를 구축

시스템 관리 체계



◦ IT 서비스의 일정 수준을 유지하기 위해 각 하드웨어자원의 성능 및 용량 관리를 항목별로 구분하고 절차를 수립하여 장애예방 및 투자예측이 가능하도록 함

성능관리 대상 및 정책

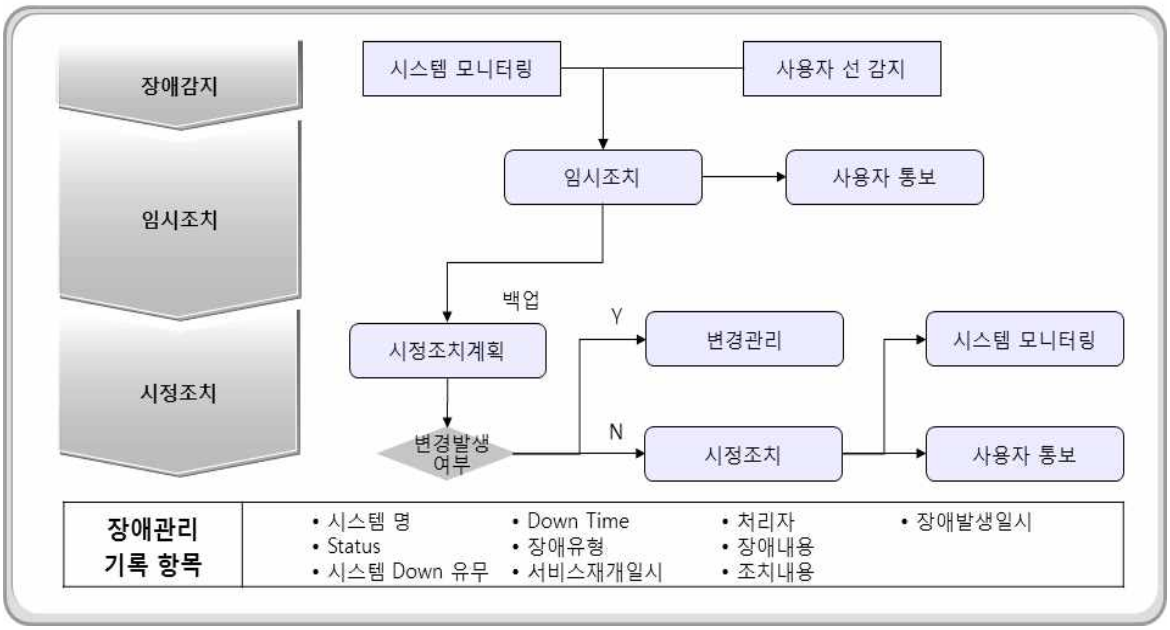
기능	기능 설명
서버	▪서버의 유지보수 및 예기치 못한 장애로 인한 서비스 중지 시간 관리 ▪CPU 및 메모리, 캐시의 사용율 관리 ▪동시에 수행되는 프로세스 건수 및 부하 관리 ▪디스크의 입출력 busy rate와 디스크 서비스 시간을 관리
데이터베이스	▪실시간 CPU, I/O, Memory 등 자원 사용에 대한 상황 분석 ▪자원사용에 대한 이력 분석 ▪데이터베이스 구성요소의 변경에 따른 영향 분석 ▪어플리케이션 별 트랜잭션 분석 ▪SQL 통합 모니터링
네트워크	▪네트워크 장비 및 회선의 장애 / 유지보수로 인한 서비스 중지 시간 관리 ▪주요 LAN 접속 구간별 트래픽 집중 량 ▪주요 WAN 회선 별 트래픽 발생량 ▪WAN 회선 구간별 Error 발생량 ▪네트워크 장비 가동 정보 관리(라우터, LAN 스위치 등) ▪CPU Load ▪Memory 사용량

기대효과

- 전산자원 성능 및 용량 관리를 통해 제공되는 IT 서비스의 일정 수준을 유지함
- 용량 증설의 시점 예측을 통해 효과적인 전산 투자관리가 가능함
- 성능관리지표에 대한 지속적인 관리로 사전에 장애를 예방 할 수 있음
- 서비스 지연을 최소화 하고 각 상황에 대한 원인 분석이 가능함

◦ 장애관리 절차의 수립을 통해 H/W, S/W, N/W 및 Application에 관해 발생된 문제에 대한 신속한 처리 및 원인분석, 계획수립 및 효과적인 해결방안을 제시하고 유사문제 발생 시 효과적으로 대처함

장애관리 절차



<시스템 모니터링 Check List(예시)>

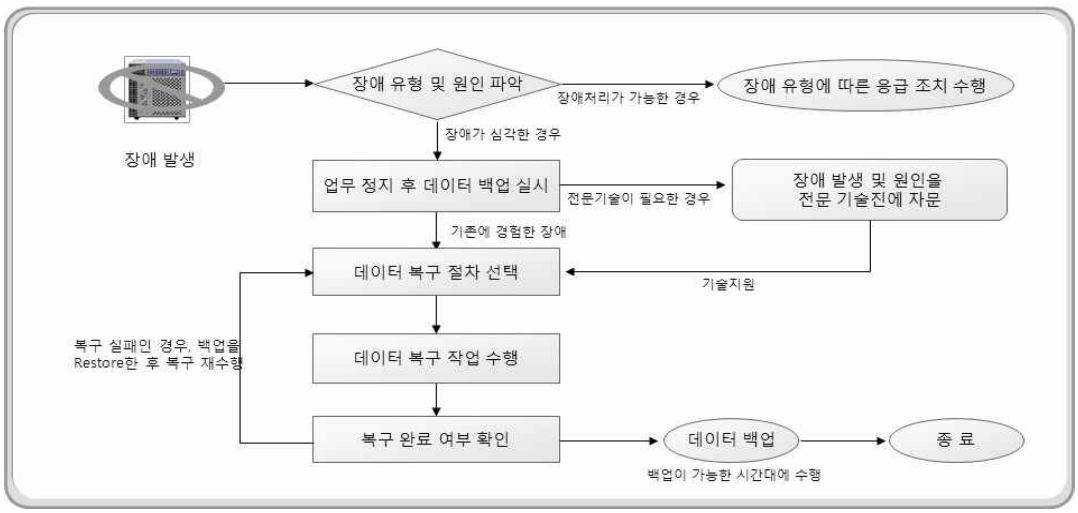
항목	내용	비고
- 서버 다운 유무	- 시스템 다운 유무에 대한 주기적인 확인	Log File 확인 및 도구를 이용하여 자동화 가능
- File System Full 유무	- File 시스템별 사용을 체크 · Root, Oracle Archive Log 저장 File System 등	
- 주요 정보서비스 정상 가동 유무	- 중요 자체 개발 Process에 대한 상태 감시	
- DB 정상 가동 유무 · Alert Log File Check · SQL*Net 정상 접속 유무	- Log File 확인 및 정상 접속 유무 확인	
- 서버 Load 상태 · CPU, Memory, Disk I/O	- 시스템 부하 상태를 확인	
- 프로세스 Looping 유무	- 특정 Process의 Looping 유무 확인	
- 주요 시스템 데몬 상태	- 중요 시스템 Daemon Process 상태 확인	
- SU(Switch User) Log File 체크	- Root로 SU(Switch User)에 대한 확인	
- 백업 정상 수행 여부	- 백업 로그 확인	

◦ 데이터베이스는 스키마, 스토리지, 성능, 백업 및 복구에 대한 관리지침을 규정화 하여 준수 하도록 함

<데이터베이스 관리지침 규정화>

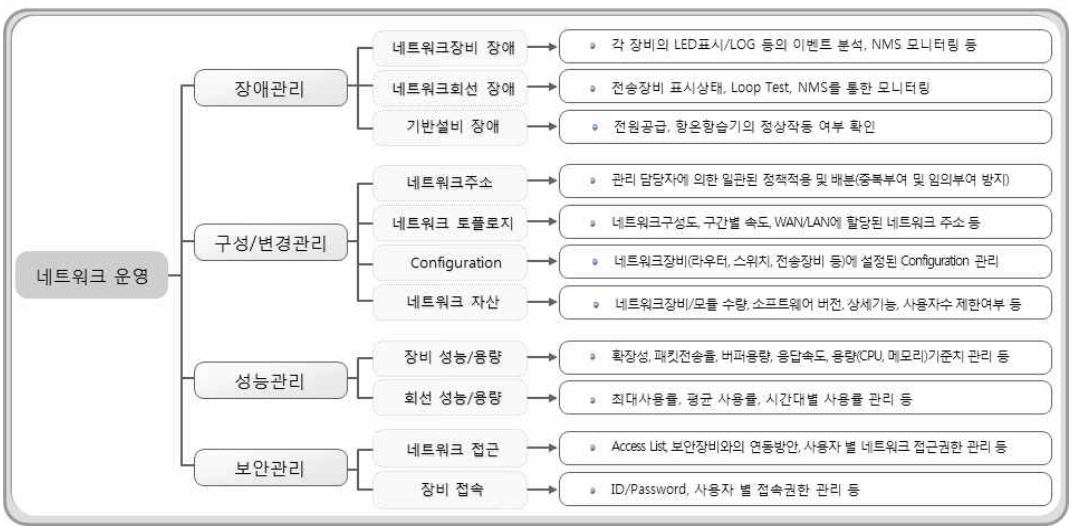
항목	내용
데이터베이스 스키마 관리	- 논리 ERD와 DB상의 물리적 Schema가 항상 일치 하도록 관리함 - 물리적 스키마는 인가 받은 DBA만 관리 하도록 함 - DBMS관리자(DBA), 어플리케이션 개발자, 사용자에 따라 권한을 차등 부여 - 데이터베이스의 데이터는 어플리케이션을 통해서만 접근함을 원칙으로 함
데이터베이스 스토리지 관리	- DBA는 항시 DB의 디스크 점유율을 체크하여 가용 공간이 항시 70% 이하로 유지될 수 있도록 함
데이터베이스 성능관리	- DBA는 사용자들의 DB Resource점유율을 항상 체크하여 문제발생을 사전에 예방 함 - 정기적인 퍼포먼스 튜닝을 실시하여 개선 함
데이터베이스 백업 및 복구	- 재해 발생 시 손실을 최소화하기 위하여 주기적인 백업을 실시함

DB 백업 및 복구 시나리오

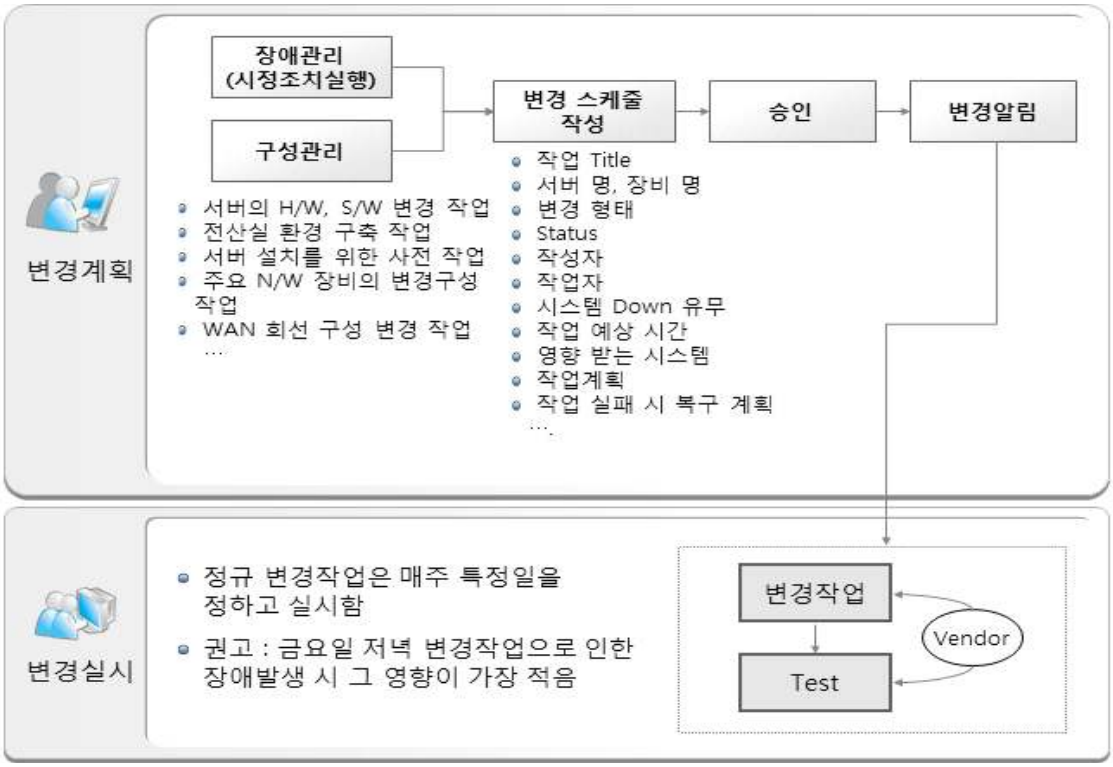


◦ 네트워크 자원관리를 위한 관리체계 및 장애에 대비한 사전 예방체계를 구성함

네트워크 운영/관리 영역



◦ 변경관리는 정기적이고 체계적인 변경관리절차 확립을 통해 인프라 시스템 변경 시 발생할 수 있는 오류를 최소화 하며, 적정한 변경작업 시간을 확보함으로써 시스템 다운 시간을 최소화함



② IT조직 운영방안

◦ IT운영팀은 IT 기획/교육, IT 일반관리, 정보화 지원 등에 대한 기획부터 집행에 이르는 업무 수행을 통하여 국토교통대형실험시설의 편리한 이용을 위하여 통합 CI시스템의 운영을 지원해야 함

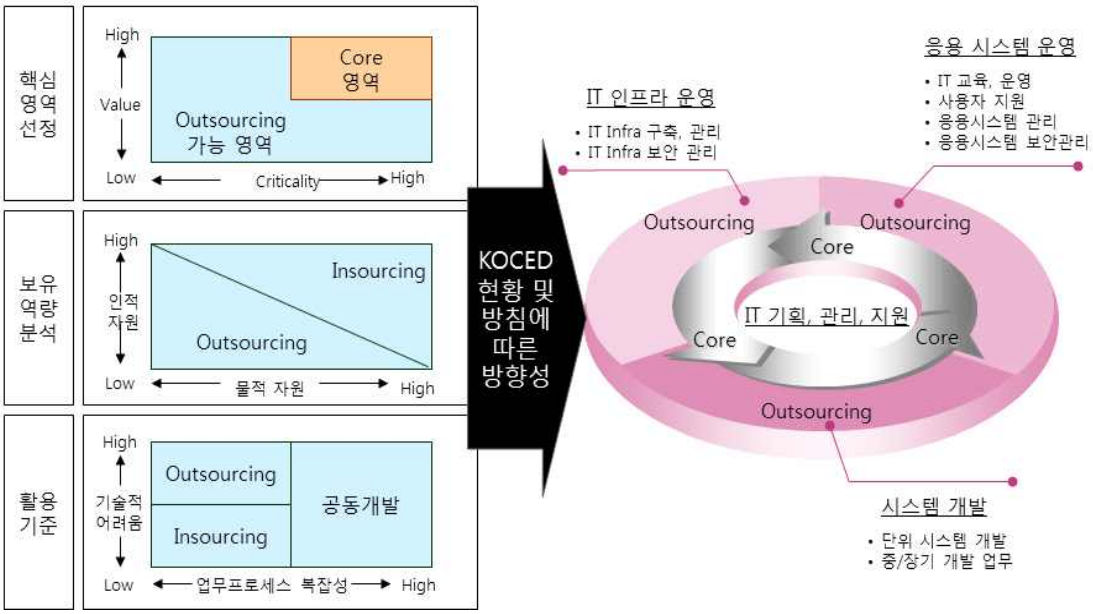
IT 운영팀 업무(예)

	전략	조직	교육	예산	표준	인프라	응용 시스템
기획	• 전략 수립 Needs 파악 • 벤치마킹 • BPR/ISP 기획	• IT 조직 기획 관리 Needs 파악 • IT조직 모델 개발	• 중장기 IT 인력 및 사용자 교육방안 수립 • 교육 체계 수립	• IT 사업 Needs 분석 • IT 예산 편성 • 유지보수 업체(IT Outsourcing)/ 개발업체 선정 및 관리	• IT 추세 분석 • IT 표준 기획	• 인프라 투자 Needs 정의 • 인프라 투자 기획	• 응용 시스템 Needs 파악 • 시스템 도입 기획
실행	• 장단기 전략 수립 • IT 제도 기획 • 전략 및 제도 전파 • BPR/ISP 시행	• 관련 조직간 이슈 중재 • IT 조직 활성화 유도	• 내부 교육 수행 • 외부 교육 수행	• 예산에 따른 IT사업 발주 • 관련 조직 간 IT예산 배정	• IT 표준 정립 및 확산	• 인프라 현황 및 성능 관리 • 인프라 구현에 대한 검수 주도	• 시스템 유지보수 관리
평가	• 전략 과제 이행 관리 • 전략 추진 성과 분석 • BPR/ISP 평가	• IT 조직 활동 평가	• 교육 수행 평가 • 역량 평가	• IT 예산 통제 • IT 예산 평가	• IT 표준 이행 평가 • 외주업체 관리 • 문서관리	• 자원 활용도 평가	• 시스템 활용도 평가
통제	• 전략 및 제도 조정	• IT 조직 활동 통제 조정	• 교육 이행 관리	• IT 예산평가에 따른 대책 수립	• IT 표준 이행에 따른 통제	• 자원 배분의 효율성 추구 및 조정	• 시스템 장애처리 프로세스 통제 • 시스템 유지보수 업무 통제
집행	• 전략 과제 수행 및 제도 이행	• 조직 운영	• 교육 수행	• 예산 집행	• 표준 점검 및 준수	• 인프라 구축 / 운영	• 응용시스템 구축/ 운영

IT 기획/교육 | IT 일반관리 | 정보화 지원

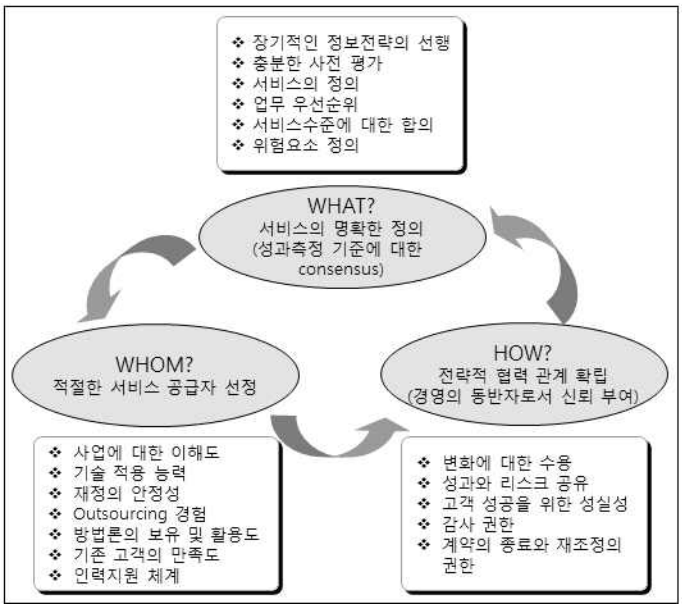
◦ 국토교통대형실험시설 운영현황 및 IT운영방침에 따라 IT 아웃소싱 대상 영역을 선정하나 주로 응용시스템 및 IT 인프라 운영, 신규 시스템 개발 등에 전문 용역을 적극 활용

IT 아웃소싱 대상 영역 선정

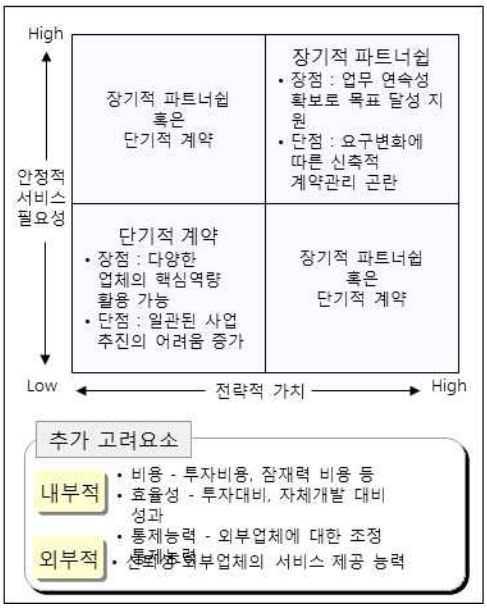


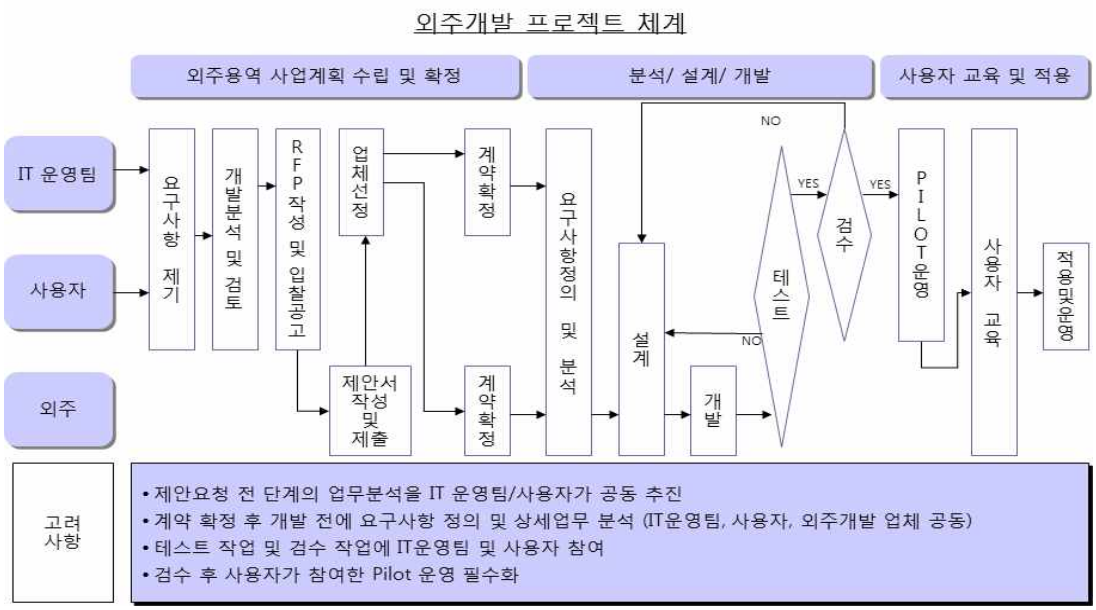
◦ (외주용역 프로세스 및 외주용역 관리 항목)외주업체는 명확한 기준에 따라 선정하며, 운영상황 및 요구에 부합하는 관계설정이 중요하며, IT운영팀, 사용자, 외주개발 업체의 단계별 역할 정의를 통하여 효율적이고 안정적인 시스템 개발을 도모함

선정 기준



외주업체와의 관계설정





◦ 외주에 의한 시스템 개발 시 8대 영역별 관리 포인트를 중심으로 한 프로젝트 관리를 통하여 가용한 제약 조건(시간/예산) 내에서 효과를 극대화함

<프로젝트 관리 내용>

항목	내용	항목	내용
범위관리	- 프로젝트 관리의 범위와 경계를 명확히 정의 - 요구사항, 산출물 범위의 일치 및 동의 확인	자원관리	- 비용효과, 시기 적절성을 고려한 자원의 할당 및 사용 - 인적자원 방향제시 및 동기부여
일정관리	- 예정일정 대비 Milestone의 모니터링/관리 - 프로젝트 진행에 따른 스케쥴 갱신	위험관리	- 수반되는 위험을 파악, 위험관리 프로그램 사용 - 우발사건에 대한 비상계획 준비
품질관리	- 성과 요구조건을 정의, 달성계획 수립 - 프로젝트 기대수준 부합의 확인을 위한 수시점검	재무관리	- 프로젝트의 예산수립을 위한 재무적 기반 설립
계약관리	- 수행업무 내역 · 활동 정의, 업무성과 및 산출물의 리뷰가 가능한 계약 수립 - 법적 규제를 고려, 요구사항 합법성 검증	의사소통 관리	- 의사소통 활동의 모니터링 - 모든 구성원이 공유 가능하도록 메시지 전달의 효과성 고려

③ 시스템 유지관리 재원조달 방안 (제안)

◦ 유지관리예산은 통합 운영시스템의 하드웨어, 소프트웨어 등의 안정화 등에 소요되는 제반 비용을 말하며, 통합 운영 시스템의 구축 후 지속적인 안정화와 중단없는 실험서비스 제공을 위해서는 연간 시스템 유지관리비용을 산정하여야 함

◦ 시스템 운영관리를 위한 연간 유지관리 비용은 총 5.35억원이 소요 될 것으로 예상됨

◦ 연간 유지관리 비용은 시스템 구축비용의 15%로 산정한 금액과 수선충당금과 IT 운영인력 비용을 포함한 금액임

◦ 소요예산은 시스템 이용 편의성 및 효율성을 위한 응용S/W 유지관리 비용이 전체 사업비의 41%를 차지하며 IT운영인력 인건비(2인 기준) 19%, 솔루션 유지관리 비용 16%, H/W유지관리 비용 13%, 수선충당금(장애수리비) 11%를 차지하고 있음

(단위 : 천원)

유지관리 분야 / 비용구분	아웃소싱				내부인력	합 계
	H/W	솔루션	응용S/W	수선충당금	IT 운영인력	
시스템구축 비용	393,554	556,440	1,463,506	-	-	2,413,500
연간 유지관리 비용	59,033	83,466	219,525	72,600	100,000	534,624

◦ 전문기관 및 주무부처는 총괄운영관리기관에 위탁운영 형태로 운영

◦ 통합 운영시스템은 국토교통대형실험시설의 공동활용을 위한 시스템으로 본 과제이후에도 지속적인 서비스를 제공하기 위해서는 국토교통대형실험시설(12종), 전문기관 및 주무부처가 유지관리 비용을 분담하는 방안을 제시함

- (1안) 국토교통연구인프라 구축 및 운영 지침 제15조 제1항에 따라 실험시설 사용시간을 공유사용시간 70%, 자율사용시간 30%의 비율로 배정함으로 사용비용도 전문기관 및 주무부처가 70%, 국토교통대형실험시설(12종)이 30%를 분담

분담기관 / 연간 분담금액	정부지원	공동활용 운영기관	합계
	전문기관 및 주무부처	대형실험시설 (12종)	
분담 비율(%)	70%	30%	100%
분담 금액(천원)	374,237	160,387	534,624

- (2안) 국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침의 간접비 항목으로 시스템 이용료를 신설하여 초기에는 실험시설 이용자가 50%, 전문기관 및 주무부처가 50%를 분담하고 실험시설 이용자가 증대되는 경우 분담비율을 조정함

분담기관 / 연간 분담금액	정부지원	공동활용 실험시설 이용자	합계
	전문기관 및 주무부처	대형실험시설 (12종)	
분담 비율(%)	50%	50%	100%
분담 금액(천원)	267,312	267,312	534,624

* 실험시설 이용자 분담비율은 1단계 실험시설(6종) 기준 최근 5년 평균 기관공통경비(간접비 세목)의 약 25% (약 1.35억)을 기준으로 산정

- 과학기술기본법, 국토교통과학기술 육성법, 건설기술진흥법에 연구개발 시설의 관리·운영 및 공동활용을 추진하기 위한 운영경비를 지원 할 수 있음을 명시하고 있음

국토교통과학기술 육성법

제13조(연구기반 확충)

국토교통부장관은 국토교통분야 산업의 **연구기반을 확충하기 위하여 연구기관의 연구시설 및 장비의 관리·공동사용 등을 지원하거나 그 밖에 필요한 시책을 강구**할 수 있다.

건설기술진흥법

제10조(연구시설 및 장비의 지원 등)

국토교통부장관은 건설기술이 **연구기반을 확충**하기 위하여 **건설기술연구기관의 연구시설 및 장비의 관리·공동사용 등을 지원하거나 필요한 시책을 수립·추진**할 수 있다.

과학기술기본법

제28조(연구개발 시설·장비의 확충·고도화 및 관리·활용)

① 정부는 효율적이고 균형있는 연구개발을 추진하기 위하여 **필요한 연구개발 시설과 장비 등을 확충·고도화하고 관리·운영·공동활용 및 처분을 위한 시책**을 세우고 추진하여야 한다.

② 정부는 제1항에 따른 **연구개발 시설·장비의 확충·고도화, 관리·운영·공동활용** 및 처분을 추진하기 위하여 **필요한 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 이를 지원할 기관을 지정하고 그 운영에 필요한 경비를 지원**할 수 있다.

◦ 통합 CI시스템을 국토교통대형실험시설 외 타 기관이 사용을 원하는 경우 1인 기준으로 비용을책정하여 유지관리 비용을 조달 할 수 있음

상품		기본	고급
이용요금 (1인기준)	연간요금제	₩50,000/월 (VAT별도)	₩70,000/월 (VAT별도)
	월간요금제	₩60,000/월 (VAT별도)	₩90,000/월 (VAT별도)
실험상담 관리		○	○
실험견적 관리		○	○
실험접수(계약)관리		○	○
실험비 관리		○	○
장비관리		○	○
성과관리		○	○
실험데이터 관리			○ (1T/신청기업 기준)
전자결재		○	○
일정관리		○	○
업무관리		○	○
게시판		○	○
할 인 정 책		- 한 기업이 10인이상~ 25명미만 가입시 5%할인 - 한 기업이 25인이상~ 50명미만 가입시 10%할인 - 50명이상 가입시 별도협의	

[2] 활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고

[2-1] 소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발

□ 실험시설/장비 연계 교육활용 수행

○ 하이브리드구조실험센터

- (`18.04.11) 명지대학교 토목환경공학과, 강구조설계 강좌 관련하여 65m 철도교 거더의 정동적 성능실험 수행
- (`18.11.20) 명지대학교 토목환경공학과, 교량공학 강좌 관련하여 이중합성거더 부모멘트부의 정적 성능실험 수행

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`18.03~06) KAIST 건설 및 환경공학과, 지반지진공학 강좌 연계 활용
- (`18.09~12) KAIST 건설 및 환경공학과, 지반동역학 강좌 연계 활용

○ 첨단건설재료실험센터

- (`18.03~06) 계명대학교 토목공학과, 철근콘크리트공학 및 실험 강좌 연계를 통한 콘크리트 강도시험, 휨시험 진행 등
- (`18.09~12) 계명대학교 토목공학과 : 건축재료학 및 실험 강좌 연계를 통한 시멘트의 밀도 실험, 골재별 밀도/흡수율 실험 및 압축강도 실험 수행

○해안항만실험센터

- (`18.09.05) 전남대학교 해양토목공학과, 해안수리학 및 실험, 해양 및 항만구조물 강좌 연계한 실험센터 견학 및 기술세미나 수행

□ 실험시설/장비 연계 인력양성

○ 지진방재연구센터

- (`18.08.06) 양산교육지원청, 양산교육지원청의 현장맞춤형 직무연수 진행(40명)

○ 첨단건설재료실험센터

- (`18.01.08~02.02) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 1차, 40명)
- (`18.02.05~02.23) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 2차, 40명)
- (`18.03.05~03.26) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 3차, 40명)
- (`18.04.02~05.04) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 4차, 40명)
- (`18.05.14~06.01) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 5차, 40명)
- (`18.06.18~06.29) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 6차, 40명)
- (`18.07.02~07.27) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 7차, 40명)
- (`18.08.20~08.31) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 8차, 40명)
- (`18.09.03~09.21) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 9차, 40명)
- (`18.10.08~11.02) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 10차, 40명)
- (`18.11.05~11.30) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 11차, 40명)
- (`18.12.03~12.21) ㈜영남건설기술교육원, 건설기술인력 교육(`18년 12차, 40명)

○해안항만실험센터

- (`18.05.16) 해양수산인재개발원, 연안정비 실무교육과정으로 현장학습 및 실습 수행






□ 공개 실험 및 기술교육세미나 등

○ 하이브리드구조실험센터

- (`18.04.05) 국방부 공병시설본부, 실험시설 견학 및 상호교류 발전방향 논의
- (`18.04.12) 대림 C&S, 65m SCC 거더 관련 기술세미나 및 정적성능 공개실험 수행
- (`18.05.16, 08.24) 테크스퀘어, 서울대학교, 강재 프레임 적용 댐퍼성능 공개실험 및 안전시설물 적용 관련 기술세미나 수행
- (`18.10.26) 네오테크, 커플링 테크공법 실물모형 공개 실험





- (`18.12.04) 하남종합건설, 복합트러스교 격점부 성능검증 공개 실험 및 기술세미나 수행




○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`18.04.10) 한국해양과학기술원, 연구시설 · 장비를 활용한 석션기초의 개념, 설계, 시공에 대한 기술세미나
- (`18.04.18) 울산과학기술원, 연구시설 · 장비를 활용한 지진파 전파 및 증폭 현상 예측 관련 기술세미나

○ 지진방재연구센터

- (`18.01.11) 부산시 교육청, 2017 고교 윈터스쿨 일환으로 실험센터 견학 등
- (`18.01.26) 부산광역시청 시민안전실, 부산시청 직원들의 센터 방문 및 추진 실험 설명
- (`18.03.28) 부산대학교 에스와이빌드, SY폴리캠하우스 내진성능평가 동적실험의 공개실험 및 기술세미나
- (`18.03.09, 04.18) 포스코, 조적벽체 보강 진동대 공개실험 수행
- (`18.04.11) 진주 문선초등학교, 지진 액상화 관련 교육 및 실험센터 견학
- (`18.05.18) 국립재난안전연구원, 지진대책연구실 직원들 방문으로 유리커튼월 내진성능실험 참관 및 기술세미나 수행
- (`18.07.26~27) 2018 구조물 내진설계경진대회, 약 400여명이 참석하여 내진구조물 설계 및 진동대 실험을 통한 검인증
- (`18.10.31) 부산대학교 영재교육원 센터, 실험센터 견학을 통한 실험사례, 장비소개, 지진관련 상식 등에 대한 기술세미나 수행
- (`18.11.09) SBS 영재발굴단, 지진 관련 영재 학생의 기술적 멘토링 진행
- (`18.11.28) 한국소음진동공학회, 여성위원회의 실험센터 견학 및 기술세미나

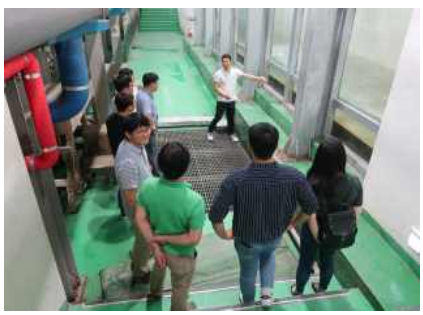
○ 대형풍동실험센터

- (`18.06.12) 중소조선 연구소, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.09.10) 한국선박해양플랜트연구소, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.01.17) 순창군청, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.06.25) 금호타이어, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.05.23) 지용금속, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.05.16) 부산대학교, 실험센터 견학 및 기술세미나
- (`18.06.25) 케이블브릿지, 실험센터 견학 및 기술세미나

○ 해안항만실험센터

- (`18.05.16) 호남권 국토교통기술지역거점센터, 전문가 대상 실험센터 견학 및 실험참관



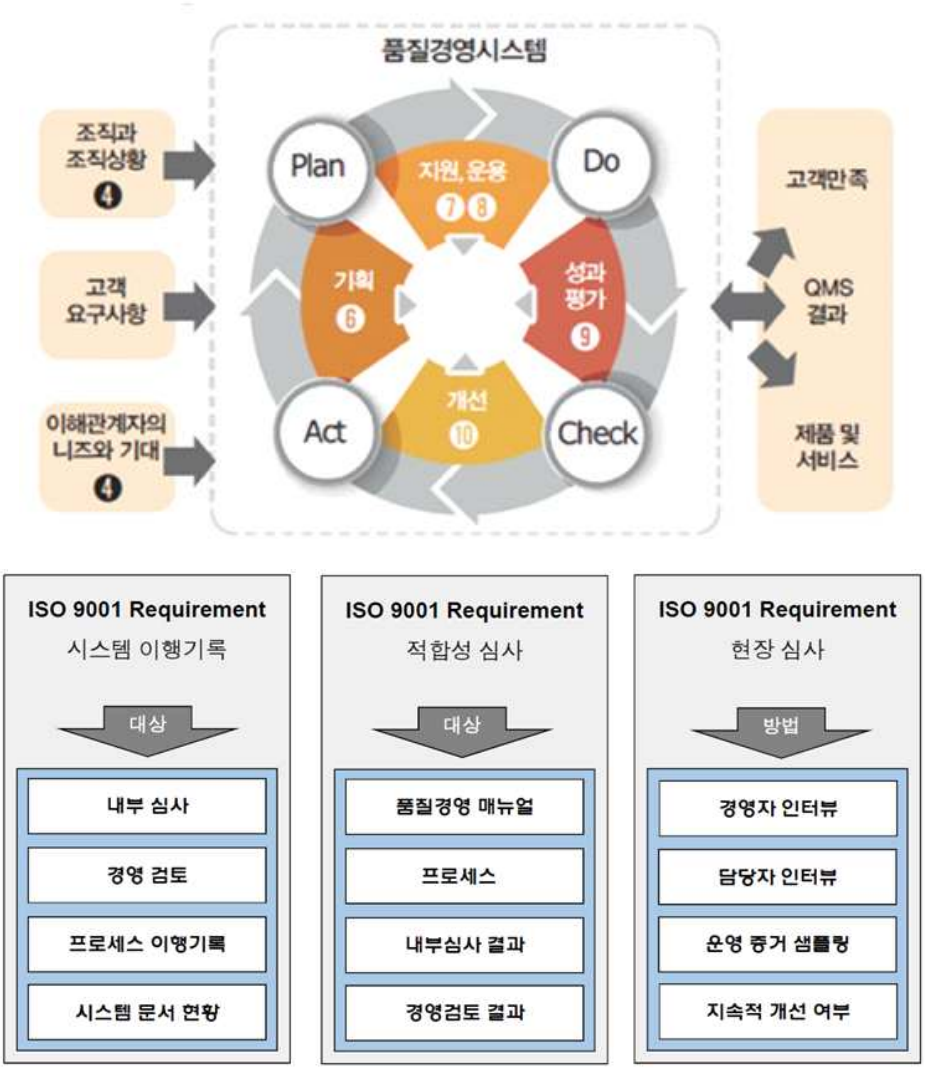


[2-2] 품질경영시스템

□ 품질경영시스템 적용 및 보완

○ 품질경영시스템(QMS) 도입 착수

- 목적 : 국토교통 대형실험시설의 실험서비스와 실험절차 표준수립 관련 국제규격의 품질보증체계를 갖추기 위함
- 내용 : 모든 산업 분야 활동에 적용할 수 있는 품질경영시스템의 요구사항을 규정한 국제표준으로 제품 또는 서비스 실현 시스템이 규정된 요구사항을 충족하고, 이를 유효하게 운영하고 있음을 제3자가 객관적으로 인증해주는 제도로 ISO9001:2015를 인증 받고자 노력하고 있음



- (`18.08) 직원들을 대상으로 품질경영시스템 관련 교육 수행



[2-3] 실험절차서

□ 실험절차서 활용

○ 실험센터별 실험절차서를 관련 실험 수행시 적용하고 있음

- 실험환경 · 조건 등 변수에 관계없이 균질하고, 일관성 있는 실험결과를 제공하기 위하여 관련 실험 의뢰시 실험절차서의 내용을 바탕으로 재료실험, 실험체 및 지그 설치, 센서, 계측기 설치를 진행하고 있음
- 작성한 실험절차서는 실험 및 연구장비 관련 인력 교육에도 활용하고 있음
- 또한, 실험절차서에 포함된 실험체 제작, 실험 후 결과 분석 등에 대한 가이드가 제시됨에 따라 실험의뢰자, 관련분야 연구자에게도 매우 유용하게 활용됨

실험센터	실험절차서명(발행일)	실험센터별 의뢰 실험 수행 과정에서 실험절차서 적용 (사례)
하이브리드 구조 실험센터 (3건)	1. LUD/STU 성능실험 절차서(`16.04)	◦ 충격분사용장치LUD 450kN, 1,100kN, 1,125kN, 1,800kN, 3,000kN 성능실험 등에 활용
	2. 철도교 동적성능 실험절차서(`17.04)	◦ SCC거더 65m철도교 실물시험체 성능평가 실험 등에 활용
	3. PSC 강연선 피로실험절차서(`17.12)	◦ 강연선 피로실험등에 활용
지오센트리퓨지 실험센터 (3건)	1. 원심모형실험을 이용한 수리구조물의 안정성 평가 절차서(`16.04)	◦ 증고저수지필댐의 정밀안정성 평가, 심해저 석션기초 종합 성능평가, 연약지반에 설치된 배수통문을 포함하는 보축제방의 수문위치에 따른 침투거동 평가, 동해항3단계 방파호안 및 동방파제(1공구) 원심모형실험에 활용
	2. 원심모형실험을 이용한 구조물의 성능평가 절차서(`17.04)	◦ DPR적용 기초의 동/정적 거동 분석, 지하수 흐름차이 및 지하 구조물 유무에 따른 지반함몰 메커니즘 평가, 잔교식 안벽의 동적 거동 평가, 복층터널중간슬래브 원심모형시험 등 활용
	3. 원심모형실험을 이용한 구조물의 내진성능 평가 절차서(`17.12)	◦ 흙구조물 내진성능시험, 중력식 구조물의 지진 시 동적 거동 평가 등에 활용
지진방재 연구센터 (3건)	1. 방송통신설비의 내진시험방법 절차서(`16.04)	◦ 자체 활용중
	2. 비구조요소내진성능 실험절차서(`17.04)	◦ 비구조 건식벽체 내진성능평가 등에 활용
	3. 조선해양 진동실험 실험절차서(`17.12)	◦ 자체 활용중
첨단건설 재료실험센터 (4건)	1. PC암거 성능평가 실험절차서(`15.06)	◦ 자체 활용중
	2. 벽체 개구부 균열방지재의 성능평가 절차서(`16.04)	◦ 수직불연속 벽체를 가지는 RC골조의 반복가력시험, 삼각앵글 격자지보 모형벽체 실험, 말뚝과 증설벽체를 외력에 저항하는 구조검토 시험 등 활용
	3. 복합소재를 이용한 도로 신축이음재의 성능시험 절차서(`17.04)	◦ 모노레일용 충격완화형궤도빔 신축이음장치 피로성능 실험 등 활용

	4. 친환경 모듈형 녹화블록의 성능실험 절차서(`17.12)	◦ 녹화블록 시험 등에 활용하였음
대형풍동 실험센터 (4건)	1. 교량 단면 2차원 진동실험절차서 (`15.06)	◦ 신진주역세권E1블럭시티프라디움 주상복합 신축공사 풍동(풍력, 풍압)실험, 수원 컨벤션센터 백화정 풍동실험, 정읍 연지 영무예다음 주상복합 풍동실험, 뚝섬지구 특별계획 구역 IV 복합빌딩 신축공사 신축사업 풍동실험 등 활용
	2. 교량 단면 공기력 측정실험 절차서 (`16.04)	◦ 2차원 부분모형 공기력 측정실험 등 활용
	3. 독립주탑 진동 실험절차서(`17.04)	◦ 자체 활용중
	4. 건축물 풍력 실험절차서(`17.12)	◦ 서울 양원지구 공동주택 신축공사 풍동 실험, 용인역삼지역주택조합 풍동실험 등 활용
해안항만 실험센터 (3건)	1. 항내정온도(3차원 평면) 실험절차서 (`16.04)	◦ 자체 활용중
	2. 해안구조물 수리특성 2차원 실험절차서 (`17.04)	◦ 몰수체를 이용한 부유체의 상하운동 저감 2차원 조파수조 실험, 포항영일만항 수리모형실험, 비응항 수리모형실험, 항만 상치구조물 성능검증 수리모형실험 등 활용
	3. 해안구조물 안정성(3차원 평면) 실험절차서(`17.12)	◦ 자체 활용중

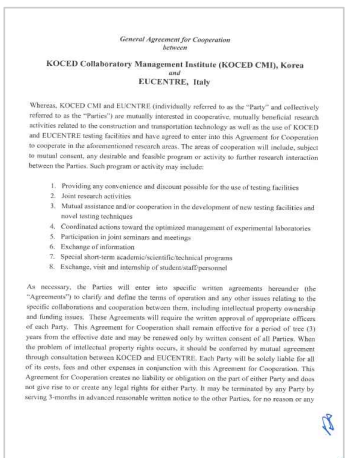
[3] 국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구

[3-1] 국제협력

□ 국제 실험데이터 공유, 연계 활용 협력회의

○ 국토교통연구인프라운영원

- (`18.06) (이탈리아) EUCENTRE, MOU 체결



General Agreement for Cooperation between

KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI), Korea and EUCENTRE, Italy

Whereas, KOCED CMI and EUCNTRE (individually referred to as the "Party" and collectively referred to as the "Parties") are mutually interested in cooperative, mutually beneficial research activities related to the construction and transportation technology as well as the use of KOCED and EUCENTRE testing facilities and have agreed to enter into this Agreement for Cooperation to cooperate in the aforementioned research areas. The areas of cooperation will include, subject to mutual consent, any desirable and feasible program or activity to further research interaction between the Parties. Such program or activity may include:

1. Providing any convenience and discount possible for the use of testing facilities
2. Joint research activities
3. Mutual assistance and/or cooperation in the development of new testing facilities and novel testing techniques
4. Coordinated actions toward the optimized management of experimental laboratories
5. Participation in joint seminars and meetings
6. Exchange of information
7. Special short-term academic/scientific/technical programs
8. Exchange, visit and internship of student/staff/personnel

As necessary, the Parties will enter into specific written agreements hereunder (the "Agreements") to clarify and define the terms of operation and any other issues relating to the specific collaborations and cooperation between them, including intellectual property ownership and funding issues. These Agreements will require the written approval of appropriate officers of each Party. This Agreement for Cooperation shall remain effective for a period of tree (3) years from the effective date and may be renewed only by written consent of all Parties. When the problem of intellectual property rights occurs, it should be confirmed by mutual agreement through consultation between KOCED and EUCENTRE. Each Party will be solely liable for all of its costs, fees and other expenses in conjunction with this Agreement for Cooperation. This Agreement for Cooperation creates no liability or obligation on the part of either Party and does not give rise to or create any legal rights for either Party. It may be terminated by any Party by serving 3-months in advanced reasonable written notice to the other Parties, for no reason or any



reason; however, no termination shall unnecessarily or adversely affect any specific exchange or joint research project entered into during the term of this Agreement for Cooperation. This Agreement for Cooperation will take effect on 00 00, 2018.

June 01

IN WITNESS WHEREOF, the undersigned, duly authorized, have signed the present Agreement for Cooperation on behalf of their respective institutions.

FOR:
KOCED Collaboratory Management Institute (KOCED CMI)
Korea

Dr. Yoo, Haewoon
President

FOR:
EUCENTRE
Italy

Prof. Riccardo Pietrabissa
President



Experimental Assessment of Seismic Isolation Systems

Monday, March 12 (13:00-14:30)
KOCED conference room
Alberto Pavese, Ph.D.
Director of TREES Lab, EUCENTRE
(Email: alberto.pavese@eucentre.it)

Abstract
The presentation is aimed to explore the experimental techniques currently used in the assessment of seismic isolation systems and to provide the most relevant results from extensive testing campaigns performed at EUCENTRE within the European Norm framework

Education
Laurea cum laude in Civil Engineering (1987), University of Pavia
PhD in Structural Engineering (1992), Polytechnic of Milan/University of Pavia
Academic Position
Associate Professor, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Pavia, Italy

Professional Experiences
Since 1989 Alberto Pavese performs his experimental and numerical research in the fields of the seismic response assessment of r.c. structures, isolation system and experimental methods applied to earthquake engineering. His current scientific interests are focused on seismic isolation devices assessment, cyclic behaviour of existing r.c. structures, reparation of damaged structures with fibre reinforced materials and construction technique based on the use of lightly reinforced panels.

EUCENTRE

○ 하이브리드구조실험센터

- (`18.01.15) (미국) MTS, 임원 방문으로 실험센터 견학 및 관련 실험사례 소개
- (`18.03.12) (이탈리아) EUCENTRE, 실험 공유 및 국제협력 관련 공동연구 협의
- (`18.03.16) (중국) 연태대학교,장 쿤 중외항목부 및 관계자 방문 및 국제 학술교류 협의
- (`18.04.17) (중국) 총칭공정학원, 중국 4개 대학(총칭공정학원, 총칭공상대학, 총칭기전직업기술학원, 남경중화중전학교) 대표단 방문 및 국제 학술교류 협의
- (`18.04.20) (스페인) Nebrija University의 Mr. Joaquin Espallaragas 총장 및 관계자 4명 방문 및 국제 학술교류 협력 요청
- (`18.05.24) (미국) Degenkolb, 댐퍼 온도의존성 성능실험 참관 및 기술세미나
- (`18.08.20) (중국) 세종학원, 중국 주재성 세종학원장 및 학생 방문으로 실험센터 견학
- (`18.08.28) (중국) 안휘공정대학, 안휘공정대학 황카이원장 등 방문으로 실험시설 견학 및 국제 학술교류 협의
- (`18.11.06) (중국) 문화학원, 옌 궈핑 부총장 등 방문으로 실험시설 견학

○ 지오센트리퓨지실험센터

- (`18.02.26) (중국) 절강대학교 토목학과, 실험시설 견학 및 공동세미나
- (`18.08.06) (영국) University of Sheffield, Dr. Jonathan Black 초청 세미나 수행



- (`18.12.06) (미국) External Advisory Committee, 건설 및 환경공학과 연구진 방문으로 실험시설 견학 및 공동세미나



○ 지진방재연구센터

- (`18.01.17) (미국) MTS, 임원진 방문으로 진동대 장비 관련 기술세미나
- (`18.02.23) (대만) NCREE, 국가지진센터 센터장 Shyh-Jiann Hwang 교수 방문으로 실험시설 견학 및 양 기관간 업무 협력방안에 대한 협의
- (`18.02.27) (말레이시아) University Technology MARA, NORHAYATI 교수 방문으로 실험시설 견학

- (`18.05.02) (일본) 동경대학교 생산기술연구소, 나까노 요시야끼 교수 방문으로 실험시설 견학 및 국제 협력방안 협의
- (`18.06.07) (미국) South Dakota State Univ., 서준원 교수의 교량과 구조물의 지진안전성평가 관련 기술세미나 수행
- (`18.08.27) (일본) 나고야 대학의 Takuya Nagae 교수 및 E-Defence 강재도 박사의 실험센터 견학 및 향후 양기관 협력방안에 대한 협의
- (`18.09.13) (대만) NCREE MOU 체결
- (`18.12.06) (일본) 와세다 대학, 실험시설 견학 및 국제 협력방안 협의

○ 첨단건설재료실험센터

- (`18.05.25) (인도) University Kristen Maranatha, 사장교 내풍안정성 평가 관련 국제세미나

○ 대형풍동실험센터

- (`18.03.22) (덴마크) Svend Ole Hansen Aps, MOU 체결
  · 향후 풍동실험 및 내풍안정성 분야의 기술적 교류, 공동 프로젝트 수행 등을 계획
- (`18.03.19) (일본) Kitakyushu 대학교, 실험시설 견학 및 기술세미나
- (`18.06.18) (홍콩) Hongkong Polytechnic 대학, 실험시설 견학 및 기술세미나

○해안항만실험센터

- (`18.03.05) (일본) 히로시마 대학교, Tsuchida Takashi 교수의 '해안항만 구조물 경량 혼합 고화처리토의 개발과 적용사례 및 파랑에 의한 지반 안정성 평가' 기술세미나

[3-2] 국제 공동연구

□ 국제협력 공동실험 수행

○ (`18.05.30~`18.06.01) 진동대 실험 수행

- 하이브리드 실험 결과와 비교하기 위한 진동대 실험 수행
- 부산대학교 지진방재연구센터의 실험장비를 활용하여 수행하였으며, 위탁연구책임자와의 원격실험관찰 시스템을 통해 실시간 공동연구 추진



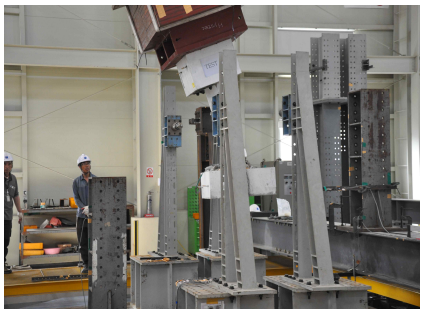
<실험체 설치>



<센서 · 계측기 부착>



<계측기, 데이터 수집기 연결>



<실험 수행>



<실험 수행>



<실험 후 폐기>

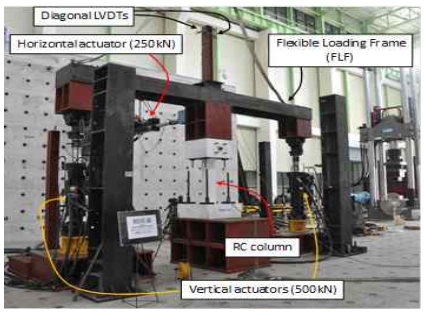
○ (`18.07.23~`18.08.03) 하이브리드 실험 수행

- 6차년도 실험 및 연구는 지난 5차년도에서 개발된 실시간 축하중 재하 알고리즘과 FLF(Flexible Loading Frame)를 바탕으로 RC 기둥에 대한 Cyclic Tests와 실시간 하이브리드 실험을 수행

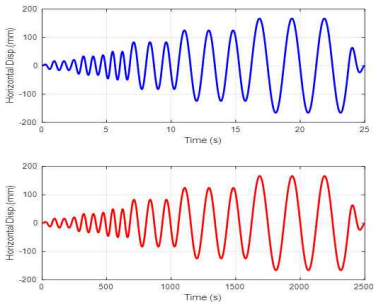
  · 실험 대상체 RC 교각은 5차년도 실험체와 제원은 동일하나 진동대 실험 결과와의 비교 분석을 위하여 수평 유압가력기의 위치를 작년 대비 80cm 상향하여 설치하였음

- 소형 RC 원형교각 12기에 대해 본박하중실험과 하이브리드 실험을 수행하였으며, 반복하중실험에서는 축하중의 크기에 따라 교각의 속도의존적 특성 변화를 관찰하였음

실험체	실험 방법	비고
교각 1	고속반복하중 실험	축력 180kN(0.15F_A)
교각 2	저속반복하중 실험	축력 180kN(0.15F_A), Actuator 발산 문제로 실험중지
교각 3	고속반복하중 실험	축력 105kN(0.09F_A)
교각 4	실시간 하이브리드 실험	지진하중 scale factor=0.35, 0.5(수평, 수직)
교각 5	실시간 하이브리드 실험	지진하중 scale factor=0.2(Actuator 발산)
교각 6	저속반복하중 실험	축력 105kN(0.09F_A)
교각 7	고속반복하중 실험	축력 31kN(0.025F_A)
교각 8	저속반복하중 실험	축력 31kN(0.025F_A)
교각 9	저속 하이브리드 실험	지진하중 scale factor=0.1, 0.5(수평, 수직)
교각 10	실시간 하이브리드 실험	Actuator 발산 문제로 실험중지
교각 11	저속 하이브리드 실험	지진하중 scale factor=0.1, 0.35, 0.5(수평, 수직)
교각 12	실시간 하이브리드 실험	지진하중 scale factor=0.1, 0.35, 0.5(수평), 수직하중=0



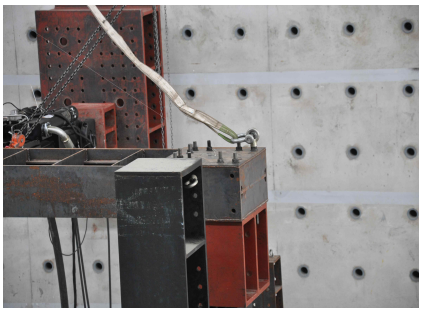
<실험체 셋팅 전경>



<입력수평변위(고속/저속)>



<센서 · 계측기 부착>

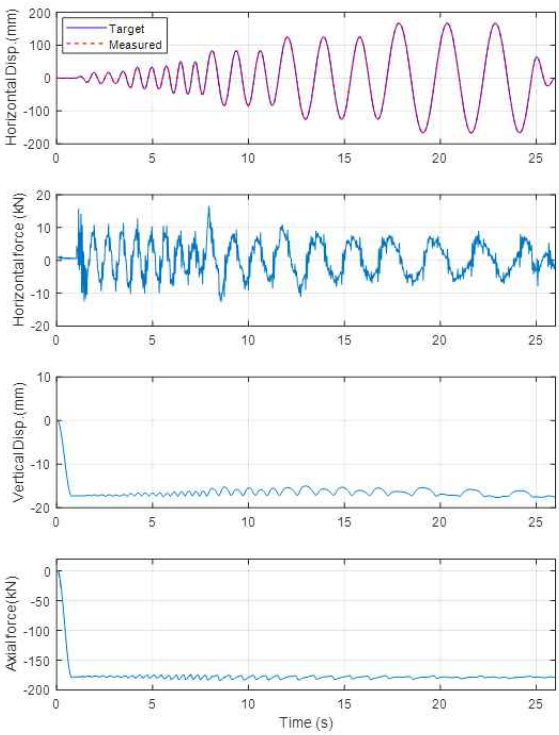


<실험체 상부 매스>

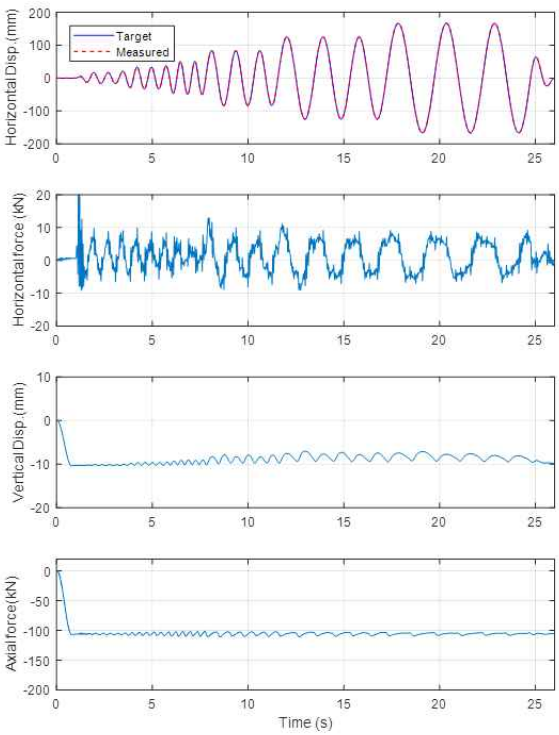


<실험 수행>

<실험체 파괴 형상>



—고속반복하중실험 (목표축력=180kN)>



<고속반복하중실험 (목표축력=105kN)>

[4] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

[4-1] 1단계 실험시설 성과분석(2017년)

○ 1단계 실험시설 활용실적 및 운영성과 조사 대상 및 조사 수행

- 2017년 11월까지 실험을 수행한 96개 기관(중복 기관 제외)을 대상으로 이용만족도 및 요구도 조사, 파급성과 조사 수행

<2016년 실험센터 활용기관 이용 만족도 및 활용성과 조사 개요>

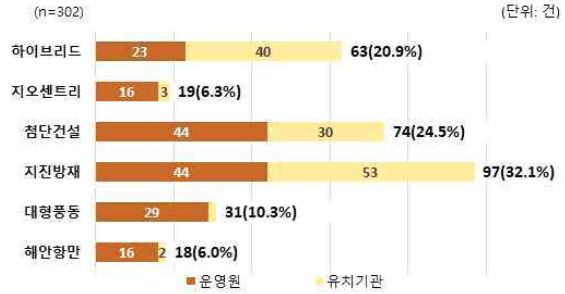
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">조사 시기</td><td colspan="2">이용 만족도 및 요구도 조사</td><td colspan="2">2017년 11월 28일(화) ~ 12월 1일(금)
(※추가조사: 12월 8일(월) ~ 12월 12일(화))</td></tr>
<tr><td colspan="2">파급성과 조사</td><td colspan="2">2017년 12월 20일(수) ~ 12월 26일(화)</td></tr>
<tr><td>조사 방법</td><td colspan="4">- 구조화된 설문지를 이용한 자기기입식 비대면 조사(온라인 설문조사)
- 온라인 설문조사 실시 관련 메일/문자 안내 전송 후 전화로 참여 독력</td></tr>
<tr><td rowspan="4">조사 대상</td><td colspan="4">2017년 실험센터를 활용한 총 96개 기관 전체를 대상으로 하되, 이용 만족도 및 요구도 조사는 중소기업 지원과제 참여 여부에 따라 두 가지 유형으로 나누어 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">① 이용 만족도 및 요구도 조사</td><td>2017년 중소기업 지원과제 대상</td><td>40개</td><td>이용 만족도 및 요구도 조사
지원과제 만족도 조사</td></tr>
<tr><td>2017년 일반 실험의뢰기관</td><td>56개</td><td>이용 만족도 및 요구도 조사
지원과제 개선의견 조사</td></tr>
<tr><td colspan="2">② 파급성과 조사</td><td>96개</td><td>파급성과 조사</td></tr>
</table>

○ **실험서비스 운영실적**

<2017년 실험센터별/ 활용기관 형태별 실험계약 건수(단위:건)>

구분	실험센터	중소기업	중견/대기업	대학	국공립 · 기타	계
운영원	하이브리드구조	13	0	9	1	23
	지오센트리퓨지	2	1	11	2	16
	첨단건설재료	17	2	17	8	44
	지진방재	26	0	15	3	44
	대형풍동	9	0	14	6	29
	해안항만	12	0	3	1	16
계		79	3	69	21	172
유치기관	하이브리드구조	30	6	4	0	40
	지오센트리퓨지	0	0	3	0	3
	첨단건설재료	14	1	11	4	30
	지진방재	37	3	4	9	53
	대형풍동	0	0	0	2	2
	해안항만	1	1	0	0	2
계		82	11	22	15	130
합계		161	14	91	36	302

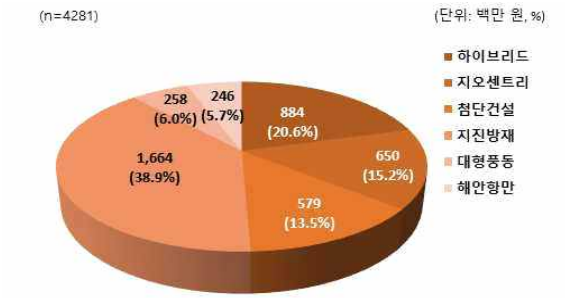
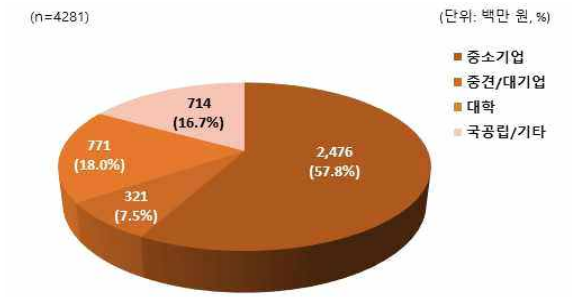
- 2017년 실험계약건수는 총 302건이며, 운영원 주체의 계약이 172건(57.0%), 유치기관 주체 계약이 130건(43%)로 파악되었음

실험센터별 실험계약 건수	활용기관별 형태별 실험계약 건수
	

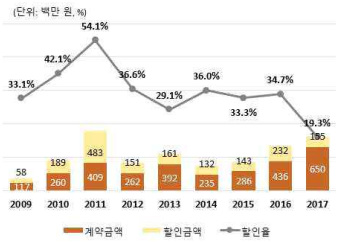
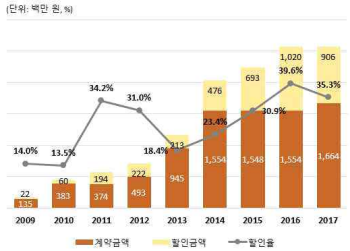
- 실험센터의 계약금액은 지진방재연구센터가 16.5억원(38.9%), 활용기관별로는 중소기업이 25.8억원(57.8%)로 가장 많음

<2017년 실험센터별/ 활용기관 형태별 실험계약 금액(단위:백만원)>

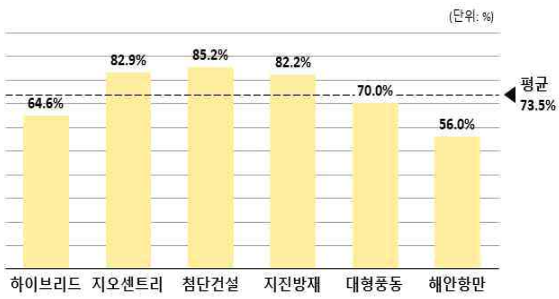
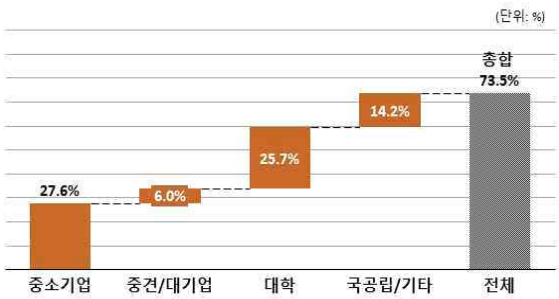
구분	실험센터	중소기업	중견/대기업	대학	국공립 · 기타	계
운영원	하이브리드구조	246	0	31	20	297
	지오센트리퓨지	52	56	210	261	580
	첨단건설재료	193	41	60	149	443
	지진방재	538	0	122	11	671
	대형풍동	56	0	72	123	251
	해안항만	141	0	96	0	237
계		1,226	97	591	564	2.479
유치기관	하이브리드구조	429	116	42	0	587
	지오센트리퓨지	0	0	70	0	70
	첨단건설재료	75	6	43	12	136
	지진방재	741	97	25	131	993
	대형풍동	0	0	0	7	7
	해안항만	0	5	0	0	10
계		1,250	224	179	149	1,802
합계		2,476	321	771	713	4,281

실험센터별 실험계약 금액	활용기관별 형태별 실험계약 금액
	

- 실험계약금액과 할인금액을 더한 실험서비스 규모는 대체로 모든 실험센터에서 증가하는 추세이나, 하이브리드구조실험센터와 해안항만실험센터는 전년 대비 2017년에 다소 감소하였으며, 할인율은 일정한 패턴 없이 매년마다 상이하게 나타남

하이브리드구조 실험센터(명지대)	지오센트리퓨지 실험센터(KAIST)	첨단건설재료 실험센터(계명대)
		
대형풍동 실험센터(전북대)	**지진방재 연구센터(부산대)**	**해안항만 실험센터(전남대)**
		

- 실험센터별로는 첨단건설재료실험센터의 당해연도 연간 실험시설 가동률이 85.2%로 가장 높은 반면, 해안항만실험센터는 56.0%로 평균 대비 대폭 낮은 수준이며, 활용기관별로는 중소기업의 실험시설 가동률이 27.6%로 전체 평균 가동률 중 가장 큰 비중을 차지하고 있음

실험센터별 실험시설 가동률	활용기관별 실험시설 가동률
	

- 실험계약건수 및 계약금액 기준 공동활용률은 지오센트리퓨지실험센터를 제외한 모든 실험센터에서 90% 이상으로 높게 나타나, 예년에 비해 당해연도에는 외부 실험이 상당수를 차지하고 있던 것으로 보임
- 지오센트리퓨지실험센터의 공동활용률은 계약건수 기준으로 68.4%, 금액기준으로는 77.5%로 자체 연구를 통한 실험 수행이 타 실험센터에 비해 많은 편임

실험계약건수 기준 공동활용률	실험계약금액 기준 공동활용률
	

○ 실험서비스 활용기관 만족도 분석

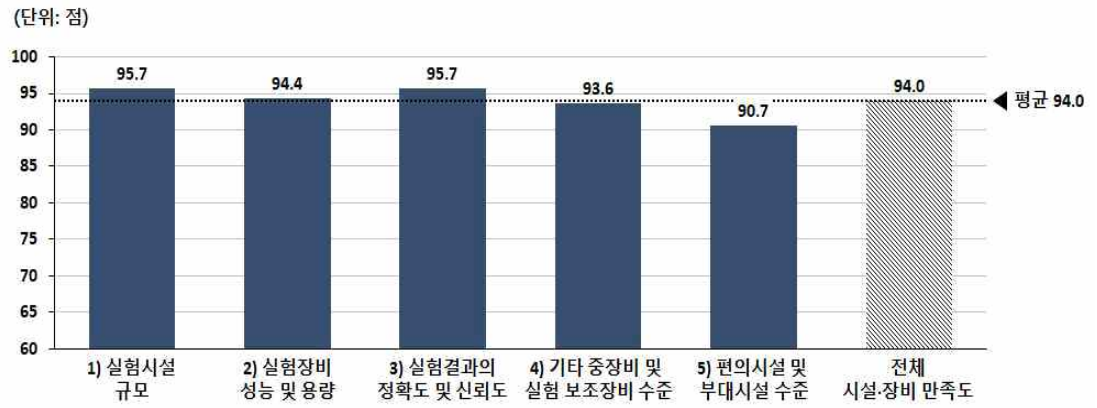
- 타 기관이나 타 실험시설의 추천을 통해 이용하는 경우가 57.3%로 가장 많았으며, 활용기관은 실험시설 및 장비의 우수성과 실험 품질 자체의 신뢰성을 중시 여기는 것으로 보임. 이는 구축 이후 실험 수요자들이 만족도 조사에 같은 결과를 보임

<2016년 활용기관 이용행태 조사 분석 결과>

구분	주요 내용
실험시설 이용계기	-(인지 경로) 2017년 전체 활용기관의 57.3%가 타 기관이나 타 실험시설의 추천을 통해 본 실험센터 이용 -(선택 기준) 본 실험센터 선택 시, 실험시설 사용료(9.2%) 보다는 실험시설 및 장비의 우수성(27.0%)과 실험 품질 자체의 신뢰성(26.4%)의 영향력이 큰 편
실험시설 활용률	-2017년활용기관의 전체 실험수요 대비 본 실험센터 활용률은 평균 44.5%이며, 실험수요 발생 시 100% 본 실험센터를 이용한 기관이 75개 중 30개(40.0%)
기존 실험수행 방법	-본 실험센터 이용 전 실험수행 방법은 주로 국내 타 실험시설 이용(40.0%)과 자체 실험시설 활용(36.0%)이 많은 편 -기존에 타 실험시설을 선택한 기준은 실험 품질 자체의 신뢰성 (36.0%), 실험시설 및 장비의 우수성(28.0%), 저렴한 실험비용(16.0%) 순(順)
타 실험시설과의 비교	-타실험시설 이용 경험이 있는 경우, 타 실험시설의 대부분은 공공기관(45.9%) 대학(27.0%), 혹은 기업연구소(18.9%)의 형태 -타실험시설과 실험비용을 비교했을 때, 비슷하다(43.3%)는 의견과 렴하다(43.3%)는 의견이 비싸다(13.3%)는 의견보다 많음 -본 실험센터의 실험비용이 타 실험시설보다 비싸다고 인식한 경우는 평균 3.5배 정도 비싸다고 인식

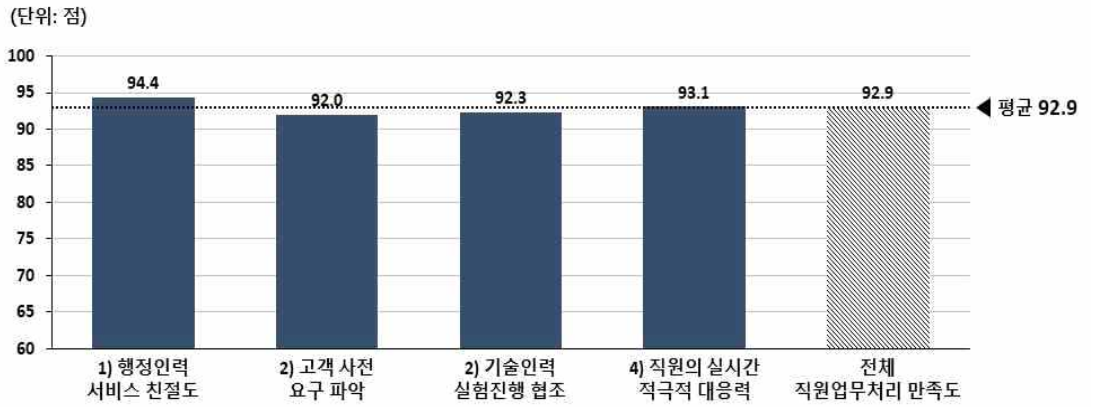
- 2017년 시설 · 장비 만족도는 94점으로 높게 나타났으며, 모든 세부 항목에서 90점 이상을 기록하였으나, 편의시설 및 부대시설 마련에 대한 만족도(90.7점)가 상대적으로 낮음

시설 · 장비 만족도



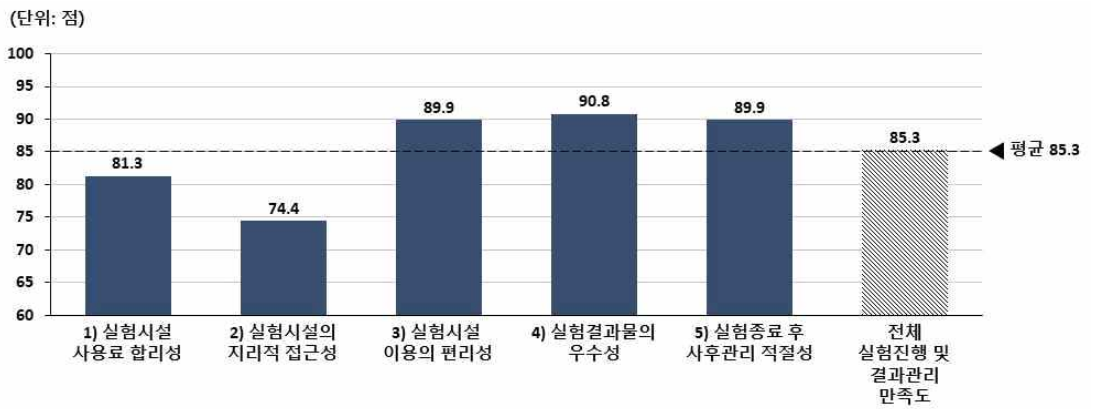
- 2017년 직원업무처리 만족도 평균은 92.9점이며, 세부 항목 중 행정인력의 서비스 친절도(94.4점)와 실시간 적극적 대응력(93.1점)에 대한 만족도가 평균 이상으로 높음

직원 업무처리 만족도



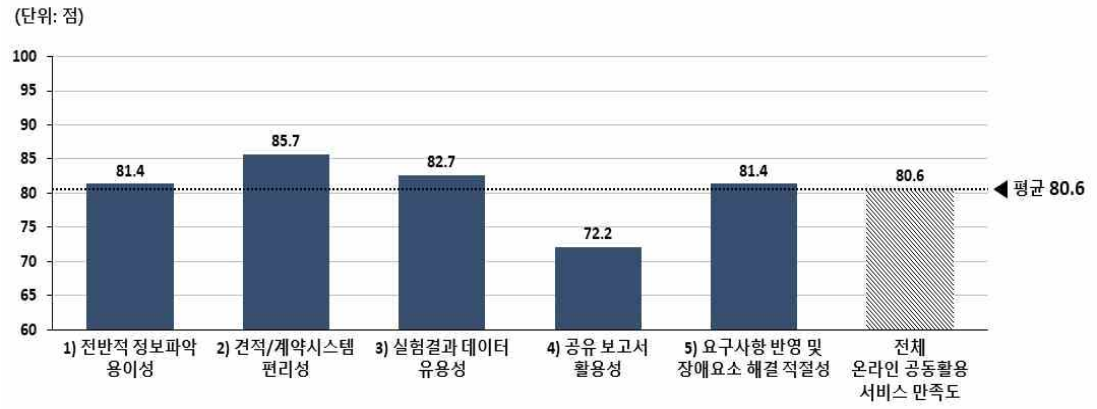
- 실험진행 및 결과관리 만족도 평균은 85.3점으로 시설 · 장비나 직원업무처리에 대한 만족도 대비 낮은 편이며, 특히 사용료 합리성과 지리적 접근성 관련 평균에 비해 낮음

실험 진행 및 결과 관리 만족도



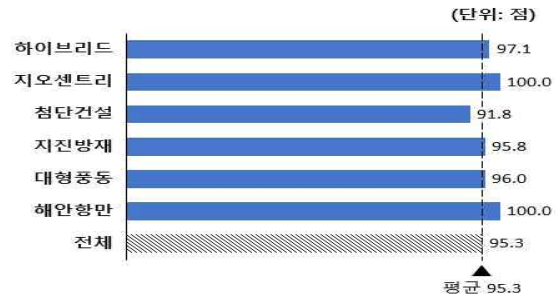
- 온라인 공동활용 서비스(홈페이지) 이용 관련 항목 만족도는 80.6점으로 타 부문 대비 낮은 편이며, 견적/계약시스템의 편리성(85.7점)은 비교적 양호한 수준이나, 공유보고서 활용성에 대한 만족도(72.2점)가 특히 낮은 편임

온라인 공동활용 서비스 만족도

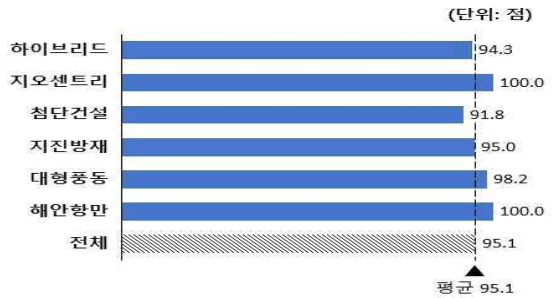


- 실험센터별 재이용의사 및 타인추천의향 점수는 첨단건설재료실험센터를 제외한 모든 실험센터에서 전년도에 비해 상승한 것으로 나타나, 특히 대형풍동실험센터는 재이용의사('16년 76점 → '17년 96점)와 타인추천의향('16년 76점 → '17년 98.2점) 모두 20점 이상 큰 폭으로 상승한 것으로 나타남

실험센터별 재이용의사



실험센터별 타인추천의향



- 수요자 개선 요구사항

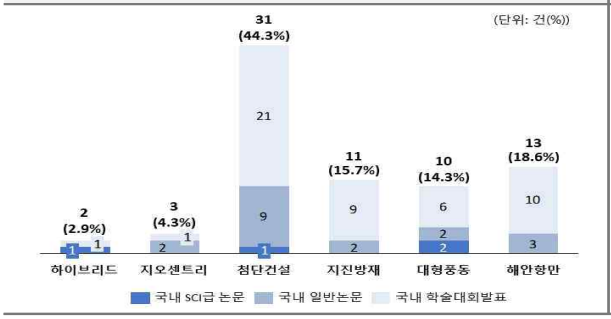
구분	주요 내용
시설장비 다양화	다양한 실험장비 도입과 기술인력 추가확보
정부지원 확대	중소기업비용지원 확대 / 연구비에 대한 다각적 지원
직원서비스 개선	실험후 서류 업무(사후처리, 결과서 발급) 신속화 / 운영인원의 증대
기술상세지원	전문인력 배치로 기술 컨설팅을 도입 / 전문가 Pool 확대
실험비용 인하	장비 및 시험인력 증대를 통한 시험료 인하 / 대학기관에 대한 실험실 사용료 저감 필요
설문조사 개선	설문조사를 간소화하고 조사 내용을 개선
편의/부대시설 확대	편의시설 확충
기타	재료물성 실험에 대한 권역별 추가 실험센터 필요 / 적극적 홍보 활동 필요 TEST REPORT 접수 전 사전내용 검토 / 센터 방문시 주차비 지원 요청

○ 실험센터 활용기관 파급성과 분석

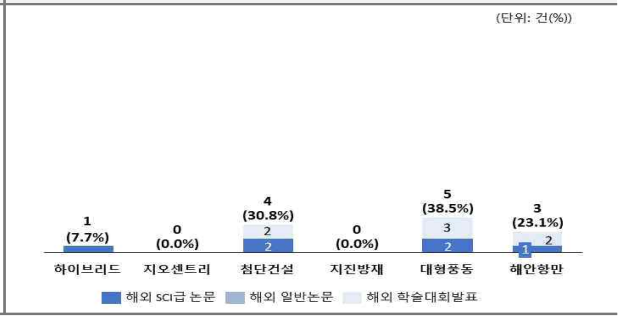
- [학술적성과] 2017년 학술적 성과는 국내 70건, 해외 13건이며, 실험센터별로는 첨단건설재료실험센터가 국내 31건, 해외 4건으로 가장 많고, 활용기관 형태별로는 대학에서 창출한 성과가 총 65건, 국공립 및 기타 기관이 창출한 성과가 총 12건으로 많음

구분	내용
전체	-2017년 학술적 성과 총 83건(SCI 논문 10건, 일반 논문 18건, 학술대회 발표 55건) -국내 성과 70건(SCI 논문 4건(5.7%), 일반 논문 18건(25.7%), 학술대회 발표 48건(68.6%)) -해외 성과 13건(SCI 논문 6건(46.2%), 학술대회 발표 7건(53.8%)) -SCI급 논문 게재가 10건으로, 최근 실적(’ 16년 2건,’ 15년 7건)에 비해 증가
실험센터별	-국내 ·외 학술적 성과 건수는 첨단건설재료실험센터가 총 35건으로 가장 많음 -대형풍동실험센터에서 국내 학술적 성과를 SCI급 논문 2건, 일반논문 2건, 학술대회 발표 6건으로 고르게 창출하였으며, 해외 성과가 총 5건으로 타 실험센터 대비 많음 -실험계약건수나 조사 참여기관 수가 많은 하이브리드구조실험센터, 지진방재연구센터 보다 대형풍동실험센터, 해안항만실험센터의 학술적 성과가 더 많음
활용기간 형태별	-대학 특성 상 국내 53건, 해외 12건으로 학술적 성과 창출 주도 -그 외에는 국공립 및 기타 기관이 국내(총 12건, 17.1%)를 위주로 학술적 성과 창출

국내 학술적 성과

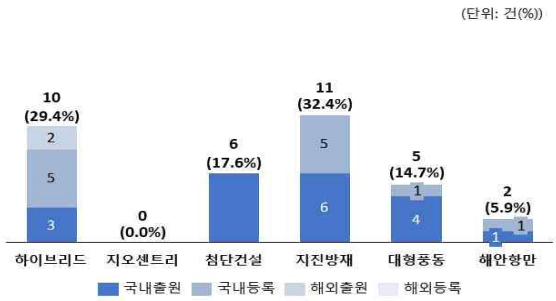
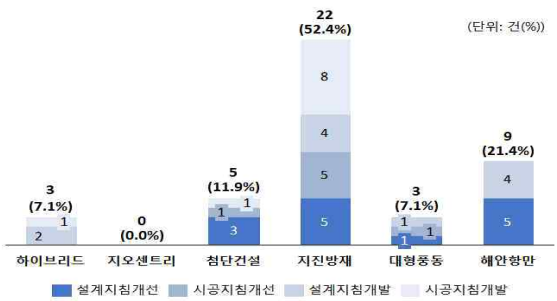


국외 학술적 성과



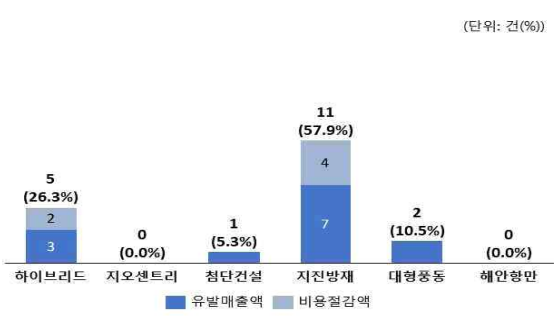
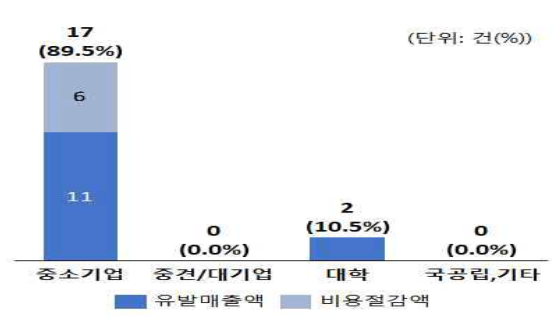
- [기술적성과] 2017년 대형실험시설 공동 활용을 통해 창출된 기술적 성과는 국내 · 외 특허 출원 22건, 특허 등록 12건, 신기술 인증 2건, 신제품 인증 2건 소프트웨어 개발 1건, 설계 · 시공 지 침 개선 21건, 개발 21건이며, 실험센터 이용을 통해 평균 최소 23%~최대 36% 기술 수준이 향상

구분		내용
전체	특허	-국내 특허 성과 32건(국내 출원 20건, 국내 등록 12건), 해외 출원 성과 2건 -특허 성과 창출에 대한 실험센터 기여도는 평균 57.9%
	인증 및 SW 개발	-신기술인증(NET) 2건, 신제품인증(NEP) 2건, 소프트웨어(SW) 개발 1건 -신기술인증 2건에 대한 실험시설 기여도는 평균 60%, 신제품인증 2건에 대해서는 평균 65%, SW 개발 1건에 대한 기여도는 10%
	설계 · 시공 지침	-설계지침 성과 25건(개선 14건, 개발 11건), 시공지침 성과 17건(개선 7 건, 개발 10건) -2017년에 개발 및 개선된 지침 42건에 대한 실험시설 기여도는 평균 66.9%
	기술수준 향상정도	-실험센터 이용을 통해 자사 기술수준 30%, 제품 및 서비스 품질 수준 36%, 자사 이미지 · 평판 수준 23%, 기술개발에의 관심 수준 26% 향상
실험센터별		-지진방재연구센터에서 특허 11건(국내 출원 6건, 국내 등록 5건), 신제품인증(NEP) 1건, 지침 개선 10건(설계 5건, 시공 5건), 지침 개발 12건(설계 4건, 시공 8건) 창출 -SW 개발 성과는 대형풍동실험센터에서만 창출. 신기술인증, 신제품인증 등도 각 1건씩 도출
활용기관별		-전체 34건의 특허 성과 중 중소기업이 국내 출원 17건, 국내 등록 12건, 해외 출원 2건, 총 31건(91.2%)으로 대부분을 차지함 -지침 개선 및 개발 성과 또한 중소기업이 지침 개선 14건(설계 8건, 시공 6건), 지침 개발 16건(설계 7건, 시공 9건)으로 가장 많은 성과(총 30건, 71.4%) 창출

실험센터별 특허 출원 및 등록 성과	실험센터별 설계·시공 지침 관련 성과
	

- [경제적 성과] 2017년 실험센터 활용기관의 경제적 성과는 현장적용 30건, 상용화 13건, 기술이전 2건, 기술실시 6건이며, 매출 실적은 총 13건에 약 64.6억 원, 비용절감 실적은 총 6건에 약 2.6억 원 발생함

구분		내용
전체	현장적용	-2017년 수행된 실험결과의 현장적용이 30건, 상용화 13건이 발생하였으며, 이에 대한 본 실험센터 기여도는 평균 58.9%
	기술계약	-기술이전 2건, 기술실시 6건으로 구성된 기술계약에 대한 기여도는 평균 80.0%
	유발매출 및 비용절감	-유발매출액은 총 64.4억 원, 발생 건수는 13건으로, 건당 매출액 규모는 약 5억 원 -비용절감액 총 2.6억 원, 발생 건수 6건으로, 건당 비용절감액 규모는 약 4천만
실험센터별		-현장적용 및 기술계약 성과는 지진방재연구센터가 총 21건(41.2%)으로 가장 많으 며, 하이브리드구조실험센터는 총 15건(29.4%)의 성과를 항목별로 고르게 창출함 -유발매출 및 비용절감 발생 건수 또한 지진방재, 하이브리드 순(順)으로 많으나, 대형풍동실험센터는 적은 건수에 비해 유발매출액 규모가 약 15.3억 원으로 많은 편
활용기관 형태별		-경제적 성과는 세부항목 특성 상 중소기업이 대부분의 성과를 창출하며, 산학협력단이 존재하는 대학의 경우에도 일부 발생함 -현장적용 및 기술계약 성과는 중소기업 36건(70.6%), 대학이 14건(27.5%), 유발매출 및 비용절감 발생 건수는 중소기업이 17건(89.5%), 대학이 2건(10.5%)

실험센터별 유발배출 및 비용절감 성과	활용기관 형태별 유발매출 및 비용절감 성과
	

[4-1] 1단계 실험시설 성과분석(2018년)

○ 1단계 실험시설 활용실적 및 운영성과 조사 대상 및 조사 수행

- 2018년 실험을 수행한 148개 기관의 총 389건의 실험 수행에 대한 이용만족도 및 요구도, 파급성과 조사 수행

<2016년 실험센터 활용기관 이용 만족도 및 활용성과 조사 개요>

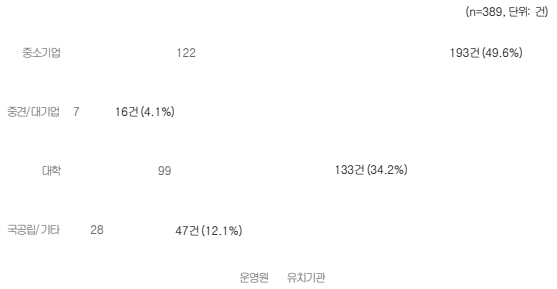
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">조사 시기</td><td colspan="2">이용 만족도 및 요구도 조사</td><td colspan="2">2018년 08월 09일(목) ~ 08월 23일(목)</td></tr>
<tr><td colspan="2">파급성과 조사</td><td colspan="2">2019년 01월 15일(월) ~ 02월 11일(월)</td></tr>
<tr><td>조사 방법</td><td colspan="4">- 구조화된 설문지를 이용한 자기 기입식 비대면 조사(온라인 설문조사(On-line Survey tool))
- 온라인 설문조사 실시 관련 메일안내 전송 후 전화 및 문자안내로 참여 독려</td></tr>
<tr><td rowspan="5">조사 대상</td><td colspan="4">2018년 실험센터를 활용한 148개 기관 전체를 대상으로 하되, 이용 만족도 및 요구도 조사는 중소기업 지원과제 참여 여부에 따라 두 가지 유형으로 나누어 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">① 이용 만족도 및 요구도 조사</td><td>2018년 중소기업 지원과제 대상</td><td>42개</td><td>이용 만족도 및 요구도 조사 지원과제 만족도 조사</td></tr>
<tr><td>2018년 일반 실험의뢰 기관</td><td>106개</td><td>이용 만족도 및 요구도 조사 지원과제 개선의견 조사</td></tr>
<tr><td rowspan="2">② 파급성과 조사</td><td>① 전체</td><td>148개</td><td>파급성과(학술적, 기술적, 경제적 성과) 조사 실시</td></tr>
<tr><td>추적조사</td><td>101개</td><td>`16년 대상기업: 33개<br>`17년 대상기업: 68개</td></tr>
</table>

○ 실험서비스 운영실적

<2018년 실험센터별/ 활용기관 형태별 실험계약 건수(단위:건)>

구분	실험센터	중소기업	중견/대기업	대학	국공립 · 기타	계
운영원	하이브리드구조	36	2	9	4	51
	지오센트리퓨지	0	0	11	2	13
	첨단건설재료	14	2	20	4	40
	지진방재	60	3	31	13	107
	대형풍동	10	0	22	4	36
	해안항만	2	0	6	1	9
계		122	7	99	28	256
유치기관	하이브리드구조	34	2	13	1	50
	지오센트리퓨지	0	0	5	0	5
	첨단건설재료	20	2	5	8	35
	지진방재	16	5	7	9	37
	대형풍동	1	0	2	1	4
	해안항만	0	0	2	0	2
계		71	9	34	19	133
합계		193	16	133	47	389

- 2018년 실험계약건수는 총 389건, 이 중 국토교통연구인프라운영원 주체 계약이 256건 (65.8%), 6개 대형실험센터의 각 주체별 계약이 133건 (34.2%) 이지만, 공동운영 70.0% 조건을 만족하지 않은 것으로 분석됨

실험센터별 실험계약 건수	활용기관별 형태별 실험계약 건수
	

- 2018년 총 계약금액은 45.4억 원이며, 이 중 운영원 주체 계약금액이 31억 원 (68.2%), 유치기관 주체 계약금액이 14.4억 원 (31.8%)임

<2018년 실험센터별/ 활용기관 형태별 실험계약 금액(단위:백만원)>

구분	실험센터	중소기업	중견/대기업	대학	국공립 · 기타	계
운영원	하이브리드구조	495.3	77.8	139.6	48.2	760.9
	지오센트리퓨지	-	-	204.4	60.2	264.6
	첨단건설재료	139.8	21.9	57.6	20.8	240.1
	지진방재	953.8	45.3	247.3	233.2	1,479.6
	대형풍동	52.3	-	73.0	59.0	184.3
	해안항만	24.7	-	135.4	10.9	171
계		1,665.9	145	857.3	432.3	3,100.5
유치기관	하이브리드구조	395.2	3.1	87.2	3.3	488.8
	지오센트리퓨지	-	-	47.0	-	47
	첨단건설재료	115.2	0.8	10.7	26.9	153.6
	지진방재	318.6	131.9	115.4	163.1	729
	대형풍동	9.9	-	9.6	9.0	28.5
	해안항만	-	-	-	-	0
계		838.9	135.8	269.9	202.3	1,446.9
합계		2,504.8	280.8	1,127.2	634.6	4,547.4

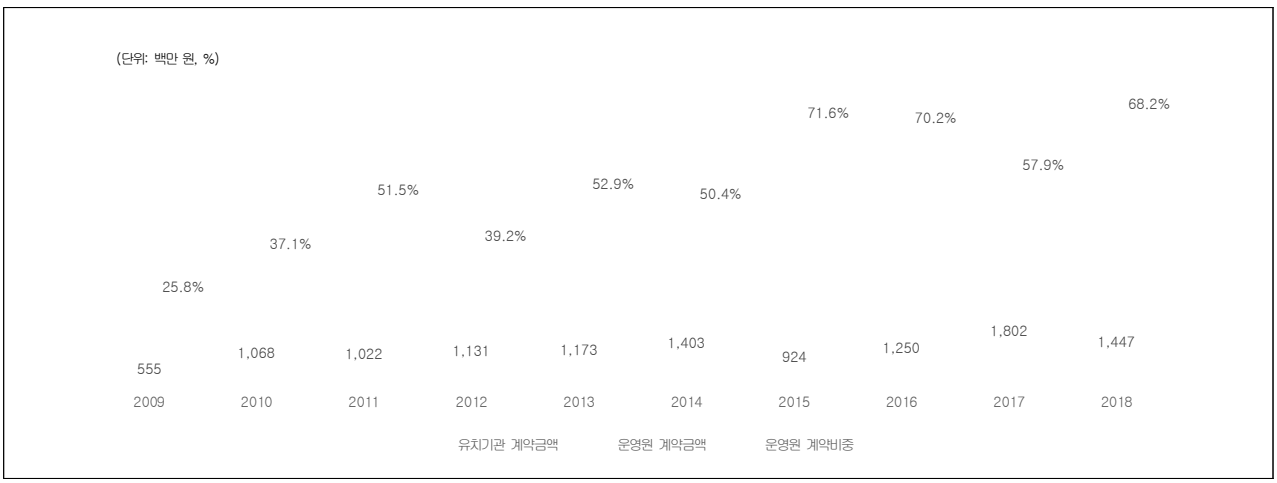
실험센터별 실험계약 금액	활용기관별 형태별 실험계약 금액
	

○ 연도별 계약금액 추이

- 10년 간 누적 실험계약금액은 운영원 주체 실험계약금액이 162.3억 원 (58.0%), 유치기관의 누적금액이 117.7억 원 (42.0%)으로 총 280억 원임
- 2009년부터 연도별 실험계약금액은 연평균 36.1%로 증가하고 있음

<연도별 / 계약주체별 실험금액 추이 (단위: 백만 원)>

구분		'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	누계
운영원	계약금액	193	630	1,084	729	1,317	1,423	2,335	2,941	2,479	3,100	16,231
	비중	25.8	37.1	51.5	39.2	52.9	50.4	71.6	70.2	57.9	68.2	58.0
유치기관	계약금액	555	1,068	1,022	1,131	1,173	1,403	924	1,250	1,802	1,447	11,775
	비중	74.2	62.9	48.5	60.8	47.1	49.6	28.4	29.8	42.1	31.8	42.0
계		748	1,698	2,106	1,860	2,490	2,826	3,259	4,191	4,281	4,547	28,006



<연도별 실험계약금액 추이>

○ 연도별 실험센터 가동률 추이

- 2009년부터 현재까지 실험센터별 연평균 실험시설 가동률 검토 결과, 지진방재실험센터가 (74.6%)로 가장 높았으며, 그 밖에 지오센트리퓨지실험센터 (70.0%), 하이브리드구조실험센터 (65.2%)로 상위권에 위치함

<연도별 / 실험센터별 가동률 추이 (단위: %)>

구분	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	평균
하이브리드	71.0	52.2	88.7	47.1	54.0	45.5	66.4	81.3	64.6	81.6	65.2
지오센트리	53.9	76.1	82.5	72.5	76.5	73.2	52.0	49.1	82.9	80.9	70.0
첨단건설	7.0	58.0	55.6	60.9	91.6	81.2	55.3	66.7	85.2	65.5	62.7
지진방재	74.2	47.5	72.1	57.7	61.0	87.8	81.5	75.2	82.2	106.4	74.6
대형풍동	57.1	35.5	58.0	63.5	59.4	30.0	79.0	64.5	70.0	87.5	60.5
해안항만	-	41.9	63.6	52.0	77.9	75.4	67.0	63.9	56.0	67.8	62.8
평균	**52.6**	**51.9**	**70.1**	**59.0**	**70.1**	**65.5**	**66.9**	**66.8**	**73.5**	**81.6**	**65.8**

○ 실험시설 · 장비의 공동활용률

- 실험시설 · 장비 가동률을 기준으로 공동활용률을 검토한 결과, 전체 평균 가동률 81.6% 중에서 외부 이용 가동률이 69.8%로, 공동활용률은 85.5%로 산정됨

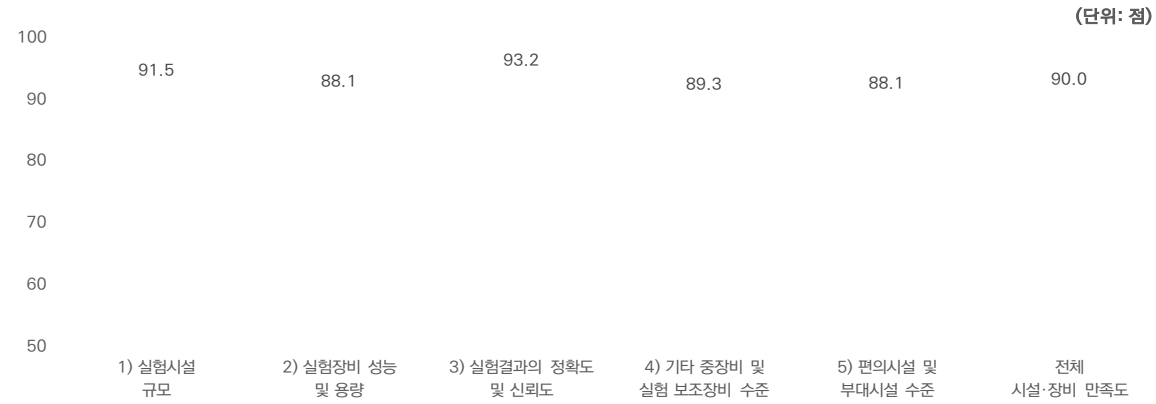
<2018년 실험센터별 실험시설 · 장비 가동률 기준 공동활용률 (단위: %)>

구분	전체 가동률	외부 이용 가동률	공동활용률
하이브리드	81.6	73.6	90.2
지오센트리	80.9	68.5	84.7
첨단건설	65.5	43.7	66.7
지진방재	106.4	104.0	97.7
대형풍동	87.5	87.5	100.0
해안항만	67.8	41.4	61.1
평균	81.6	69.8	85.5

○ 실험서비스 활용기관 만족도 분석

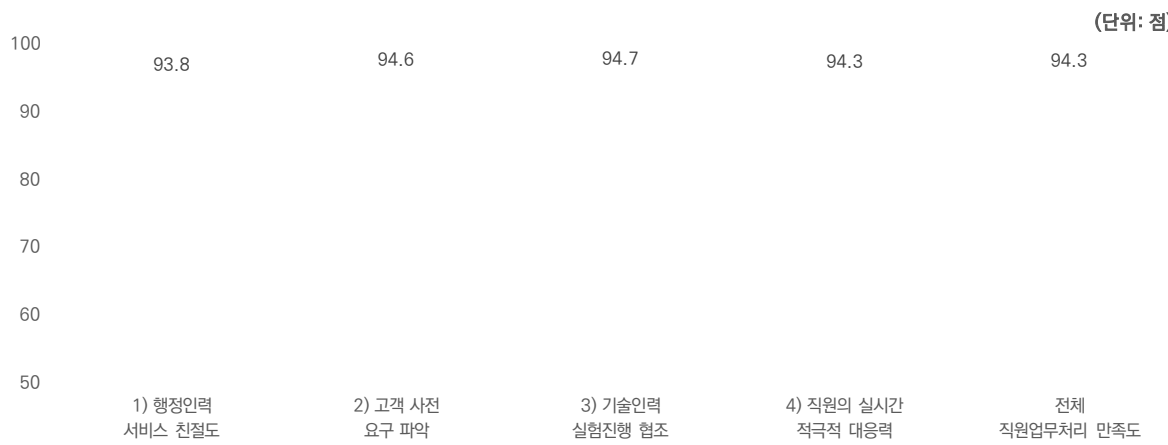
- 2018년 시설 · 장비 만족도는 전체 평균 90.0점으로 나타났으며, 실험결과에 따른 정확도와 신뢰도가 93.2점으로 가장 높은 만족도를 기록하였음

시설 · 장비 만족도



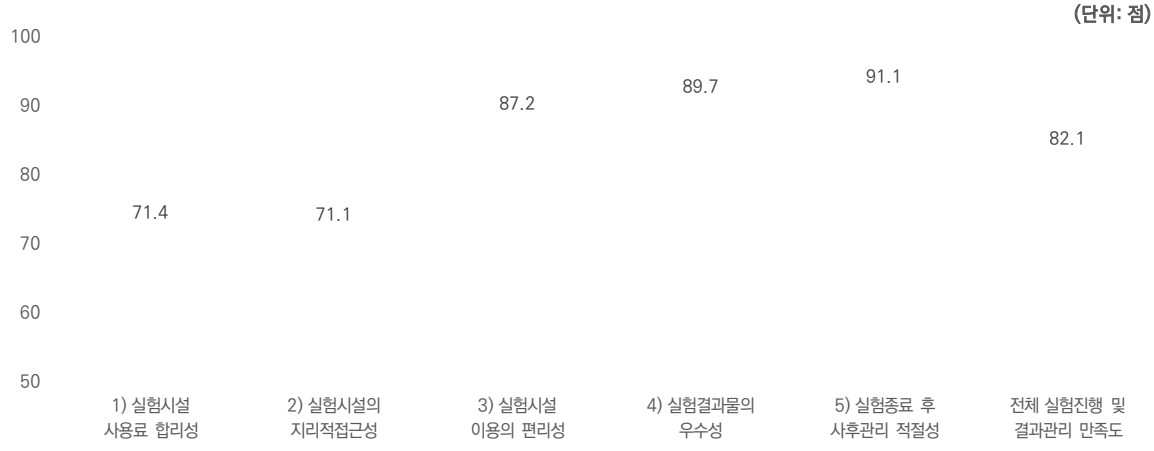
- 2018년 직원업무처리 만족도의 평균점수는 94.3점으로, 행정인력의 서비스 친절도 항목(93.8점)을 제외한 세부항목들이 전체 평균 점수를 상회하는 수준으로 나타났음

직원 업무처리 만족도



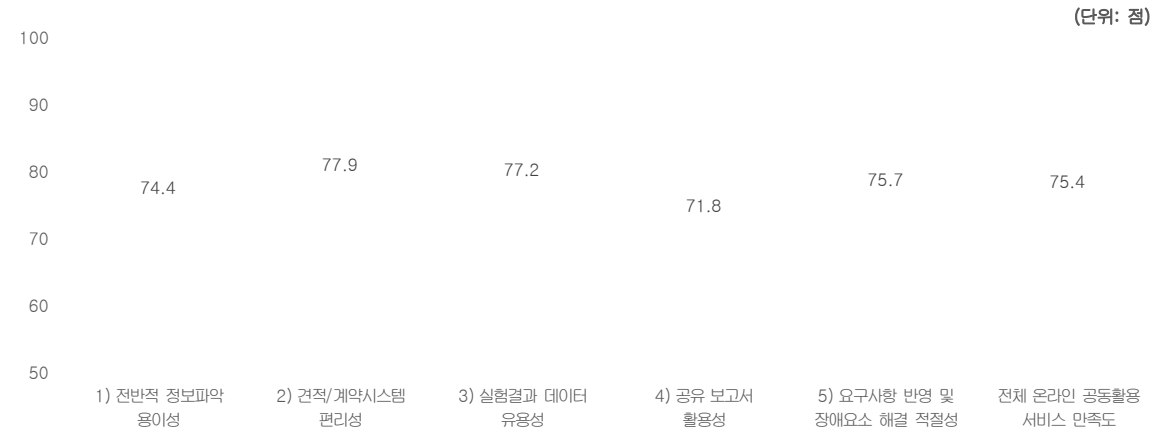
- 2018년의 실험진행 및 결과관리 만족도는 82.1점이며 2017년 성과분석 결과와 마찬가지로 사용료 합리성과 지리적 접근성에 대한 항목 만족도는 여전히 낮은 수준에 머물러 있음

실험 진행 및 결과 관리 만족도



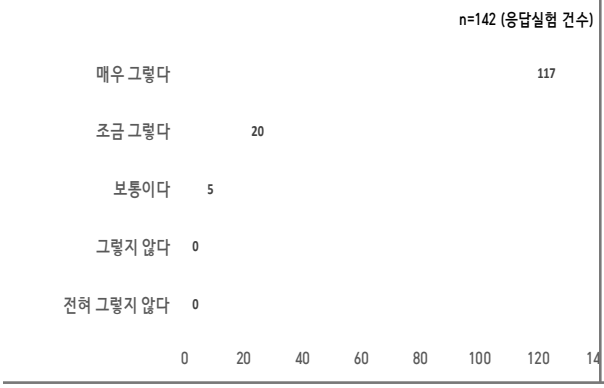
- 온라인 공동활용 서비스 이용 관련 만족도는 75.4점으로 나타났으며, 공유 보고서의 활용성 세부항목 만족도가 가장 낮은 71.8점을 기록하여 이에 따른 대응방안 마련을 구축할 필요가 있다고 사료됨

온라인 공동활용 서비스 만족도

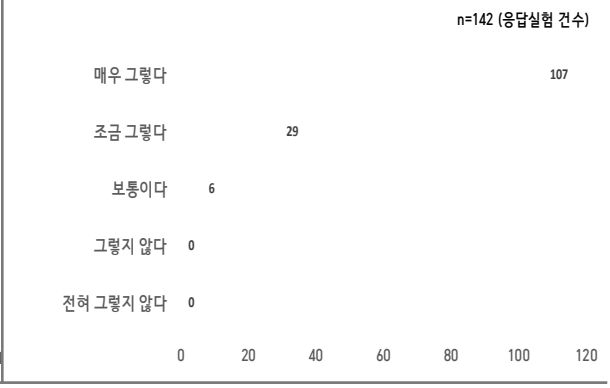


- 실험센터별 재이용의사 및 타인추천의향 점수는 이용 기관의 전반적인 만족도가 양호하다고 사료됨

실험센터별 재이용의사



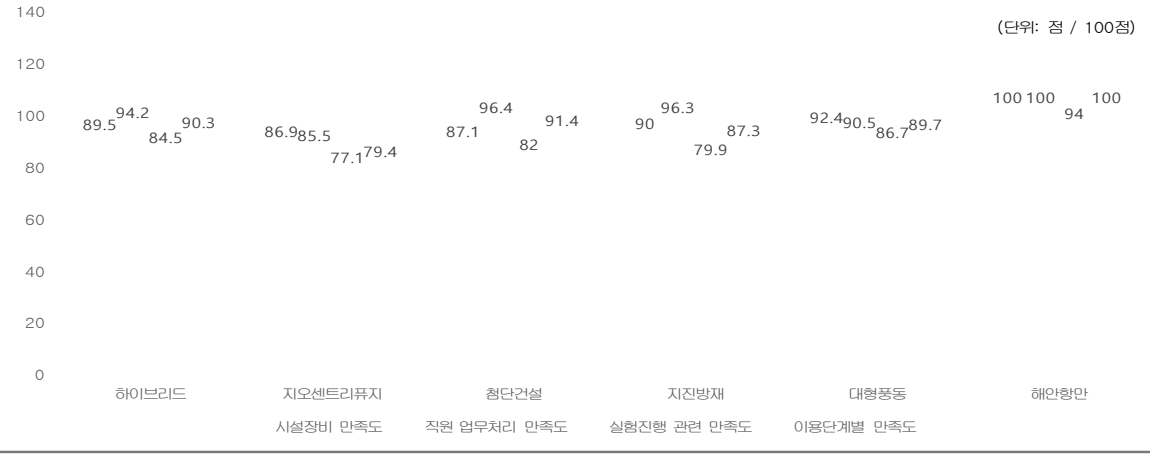
실험센터별 타인추천의향



○ 실험센터별 종합 만족도 결과

- 시설·장비에 대한 만족도가 4개 시설 (하이브리드, 지오센트리퓨지, 대형풍동, 해안항만)에서 가장 높은 만족도를 기록하여, 전체적으로 활용기관이 실험 수행에 필요한 제반이 잘 마련되어 있는 것으로 파악됨
- 실험진행 및 결과관리는 세부적으로 사용료의 합리성과 지리적 접근성에서 활용기관의 만족도가 저조하여 이에 대한 해결방안과 개선방안의 전략적 접근이 필요할 것으로 사료됨

2018년 실험센터별 종합 만족도



<연도별 실험진행 및 결과관리 만족도 (단위: 점 / 100점 만점)>

구분	종합 만족도	세부 항목			
		시설장비 만족도	직원업무처리 만족도	실험진행 및 결과관리	서비스 이용단계
하이브리드	89.6	89.5	94.2	84.5	90.3
지오센트리퓨지	82.2	86.9	85.5	77.1	79.4
첨단건설	89.2	87.1	96.4	82.0	91.4
지진방재	88.4	90.0	96.3	79.9	87.3
대형풍동	89.8	92.4	90.5	86.7	89.7
해안항만	98.5	100.0	100.0	94.0	100.0

[4-2] 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립

□ 국토교통 대형실험시설 통합운영지침 제정 지원

○ 2018년 10월 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원에서 「국토교통연구인프라 구축 및 운영 지침」 전면 개정 및 승인

- 1,2단계 국토교통 대형실험시설의 효율적 운영을 위하여 주무부처 및 전문기관에서는 기존의 운영지침을 전면 개정하였음
- 1단계 대형실험시설 6종을 2009년부터 운영 · 관리하고 있는 국토교통연구인프라운영원에서 실험시설에 대한 특성, 그간의 운영 성과, 운영 방식 등에 대한 노하우를 통해

통합운영 지침 제정시 관련 자료, 데이터 마련((5차년도)통합 운영정책 수립)

- “실험시설의 공동운영기간 및 이관”의 신규로 구축된 2단계 6종 실험시설에 대한 운영과 관련하여, ‘2단계 실험시설은 완공일로부터 2032년까지 전문기관과 주관연구기관이 공동 운영하며, 2033년부터 각각의 주관연구기관이 독립적으로 운영한다’라고 명시되었음
- 1,2단계 실험시설의 효율적 운영 및 공동활용 활성화를 위해 전문기관, 전담기관에서는 본 지침에 준하여 운영할 수 있도록 지속적인 관리가 필요함. 또한, 각 실험시설의 효율적 운영과 구축된 통합운영시스템 등의 체계적 활용, 성과관리 및 운영관리를 위한 일원화된 통합운영체계가 요구됨



국민의 나라 정의로운 대한민국

국토교통부

수신 수신처참조
(경유)
제목 「분산공유형 건설연구인프라사업 운영지침」 개정(안) 승인 알림

1. 국토교통과학기술진흥원 성과지원실-1018호(2018.7.25.) 관련입니다.

2. ?분산공유형 건설연구인프라 운영지침」개정(안)에 대하여 붙임과 같이 승인하오니 업무에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

붙임 ?분산공유형 건설연구인프라 운영지침? 개정(안) 전문 1부. 끝.

국 토 교 통 부 장 관

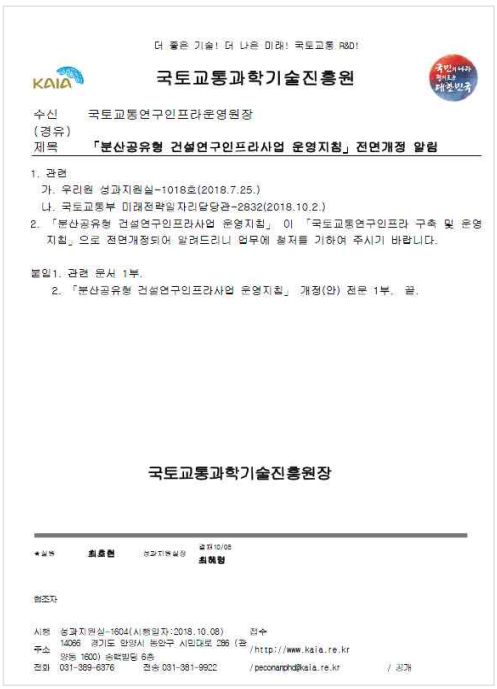
수신처 국토교통과학기술진흥원장

협조자

시행 미래전략일자리담당관-2832 (2018.10.02) 접수 성과지원실-1572(접수일자:2018.10.02)
주소 30103 세종특별자치시 도움6로 11 / http://www.molit.go.kr
전화 044-201-3064 전송 044-201-5520 / jumyi@molit.go.kr / 공개

일자리가 성장이고 복지입니다.

<주무부처 운영지침 승인 개정 알림>



더 좋은 기술! 더 나은 미래! 국토교통 R&D!

KAIA

국토교통과학기술진흥원

수신 국토교통연구인프라운영원장
(경유)
제목 「분산공유형 건설연구인프라사업 운영지침」 전면개정 알림

1. 관련
가. 우리원 성과지원실-1018호(2018.7.25.)
나. 국토교통부 미래전략일자리담당관-2832(2018.10.2.)
2. 「분산공유형 건설연구인프라사업 운영지침」이 「국토교통연구인프라 구축 및 운영지침」으로 전면개정되어 알려드리니 업무에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

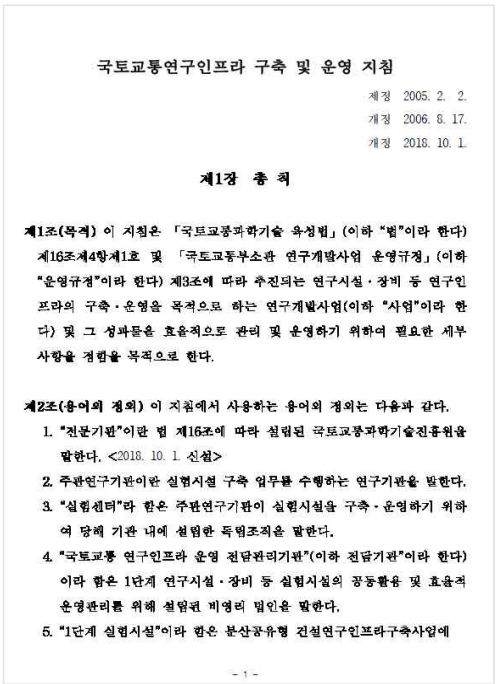
붙임1. 관련 문서 1부.
2. 「분산공유형 건설연구인프라사업 운영지침」 개정(안) 전문 1부. 끝.

국토교통과학기술진흥원장

협조자

시행 성과지원실-1604(시행일자:2018.10.08) 접수
주소 14066 경기도 안양시 동안구 시민대로 286 (관양동 1600) 송백빌딩 6층 / http://www.kaia.re.kr
전화 031-389-6376 전송 031-381-9902 / peconanphd@kaia.re.kr / 공개

<전문기관 운영지침 전면개정 알림>



국토교통연구인프라 구축 및 운영 지침

제정 2005. 2. 2.
개정 2006. 8. 17.
개정 2018. 10. 1.

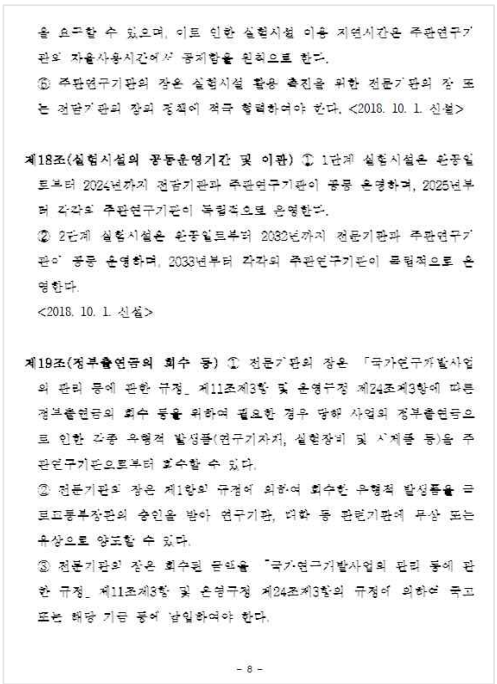
제1장 총 칙

제1조(목적) 이 지침은 「국토교통과학기술 육성법」(이하 “법”이라 한다) 제16조제4항제1호 및 「국토교통부소관 연구개발사업 운영규정」(이하 “운영규정”이라 한다) 제3조에 따라 추진되는 연구시설·장비 등 연구인프라의 구축·운영을 목적으로 하는 연구개발사업(이하 “사업”이라 한다) 및 그 성과물을 효율적으로 관리 및 운영하기 위하여 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “전문기관”이란 법 제16조에 따라 설립된 국토교통과학기술진흥원을 말한다. <2018. 10. 1. 신설>
2. 주관연구기관이란 실험시설 구축 업무를 수행하는 연구기관을 말한다.
3. “실험센터”라 함은 주관연구기관이 실험시설을 구축·운영하기 위하여 당해 기관 내에 설립한 독립조직을 말한다.
4. “국토교통 연구인프라 운영 전담관리기관”(이하 전담기관”이라 한다)이라 함은 1단계 연구시설·장비 등 실험시설의 공동활용 및 효율적 운영관리를 위해 설립된 비영리 법인을 말한다.
5. “1단계 실험시설”이라 함은 분산공유형 건설연구인프라구축사업에

- 1 -



을 요청할 수 있으며, 이로 인한 실험시설 이용 지연시간은 주관연구기관의 자율사용시간에서 공제함을 원칙으로 한다.

⑤ 주관연구기관의 장은 실험시설 활용 촉진을 위한 전문기관의 장 또는 전담기관의 장과 정책에 적극 협력하여야 한다. <2018. 10. 1. 신설>

제18조(실험시설의 공동운영기간 및 이관) ① 1단계 실험시설은 완공일로부터 2024년까지 전담기관과 주관연구기관이 공동 운영하며, 2025년부터 각각의 주관연구기관이 독립적으로 운영한다.

② 2단계 실험시설은 완공일로부터 2032년까지 전문기관과 주관연구기관이 공동 운영하며, 2033년부터 각각의 주관연구기관이 독립적으로 운영한다.

<2018. 10. 1. 신설>

제19조(정부출연금의 회수 등) ① 전문기관의 장은 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제11조제3항 및 운영규정 제24조제3항에 따른 정부출연금의 회수 등을 위하여 필요한 경우 당해 사업의 정부출연금으로 인한 각종 유형적 발생물(연구기자재, 실험장비 및 시제품 등)을 주관연구기관으로부터 회수할 수 있다.

② 전문기관의 장은 제1항의 규정에 의하여 회수한 유형적 발생물을 국토교통부장관의 승인을 받아 연구기관, 대학 등 관련기관에 무상 또는 유상으로 양도할 수 있다.

③ 전문기관의 장은 회수된 금액을 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제11조제3항 및 운영규정 제24조제3항의 규정에 의하여 국고 또는 해당 기금 등에 납입하여야 한다.

- 8 -

<국토교통연구인프라 구축 및 운영 지침>

□ 실험시설 운영활성화 방안(사업 추진 방향 설정)

○ 매년 대형실험시설 성과분석을 통해 활용기관의 만족도, 요구도, 파급성과 등 조사를 수행한 결과를 기반으로 실험시설의 활성화 방안 마련

- (강점 및 약점) 실험계약 실적이 지속적으로 증가하는 추세에 있고 계약에 따른 각 실험센터별 실험가동률도 계약실적에 비례하고 있어 지속적으로 실험센터 구성 요소의 발전 및 개선이 유지되어 내부적 강점으로 작용하고 있으나, 활용기관이 기초연구 중심의 대학과 산업체는 중소기업이 대부분을 차지하는 바 활용기관의 실험센터 이용 편차가 크고, 지속적으로 최근 3년 동안 KOLAS 인증실적이 정체되어 있어 실험센터가 수행 가능한 다양한 기능들의 활용도가 약점요인으로 분석됨
- (기회 및 위협) 국토교통 R&D 관심에 대한 증대로 인해 실용화 연구 및 정책과제로 발전하기 위한 연구기반 마련과 실증적 체계 마련을 촉구하는 수요 증가로 현장중심의 전주기적 연구의 필요성은 본 실험센터의 기능과 역할에 대한 확대의 기회요인이며, 아직까지 기술개발에서 양산되는 실적이 미흡한 점, 산업과 시장의 성숙기에 따른 일반적 기술수요가 감소하고 실증적 연구와 실험을 위한 시설 및 장비에 대한 정보공유 체계의 미구축 등은 궁극적으로 국가적 차원에서 국토교통 R&D 연구의 체계적 검증을 저해하는 위협요인이 됨

○ 상기의 분석된 요인들을 결합하여 강점기회(SO)-강점위협(ST)-약점기회(WO)-약점위협(WT) 전략을 도출하여 사업의 추진방향을 전략적으로 제시함

- (SO 전략) 중소기업지원을 확대하고, 활용기관의 확대와 다양성을 확보하여 실험센터 활용도의 균형을 모색하고자 중견/대기업 및 국공림/기타 기관의 수요가 발생하는 실험센터의 실험수요를 공유하고 적극적으로 확대하는데 활용하도록 전략을 도출
- (ST 전략) 기초연구의 사업화 연계가 되도록 산학 연계를 실현할 수 있는 프로그램 등을 마련하고, 해외시장의 경쟁력 향상을 위한 기술개발을 별도 관리할 수 있는 방안을 강구해야 함
- (WO 전략) 증가하고 있는 국토교통 R&D 연구 수요를 파악하고 기술개발에 대한 실험비용과 기술 지원 가능성을 검토하여 실험센터에서 수행 가능한 범위와 영역을 전면적으로 검토하여 실험센터의 역할을 다각화
- (WT 전략) 기술사업화를 통해서 경제적 성과로 창출될 수 있도록 결과물의 사후관리를 강화하고, 우수성과를 선별하는 가이드라인 등을 마련하고 우수성과를 전파 및 공유하여 실험센터 활용기관의 파급성과를 전체적으로 향상할 수 있는 방안을 검토

외부요인 / 내부요인	O(기회)	T(위협)
	-R&D 실용화 및 기업의 사업화를 위한 연구기반 마련 등 중요성이 강조되고 있는 추세 -정책-R&D-사업연계 추진에 따른 다양한 실증 수행이 증가 -다양한 기술이 융복합된 국토교통 R&D를 현장 실용화하는 전주기적 연구 필요성 증대 -2단계 대형실험시설 일부 준공 완료 및 예정	-국토교통 R&D 예산, 연구 및 검증 기간 부족 -실증 가능 연구시설과 장비 관련 정보 공유 미진 -전국가적으로 기술개발 실적에 비해 기술사업화 단계를 거쳐 양산까지 이르는 실적이 미흡 -교통 SOC 건설 관련 업계가 성숙기에 접어들면서 기존 일반 기술에 대한 수요가 감소
S(강점)	**SO 전략 추진방향**	**ST 전략 추진방향**
-시설 · 장비, 직원업무처리, 실험진행 및 결과관리 등 전반적으로 만족도가 양호하고, 전년대비 유지 및 향상됨 -활용기관이 응답한 중요항목에 따른 만족도의 결과가 대체로 일치하여 수요에 따른 실험센터 운영이 탄력적으로 이루어지고 있음 -대형 실험센터 전체적으로 실험계약 실적 및 실험가동률이 증가 추세임 -대형실험시설의 지속적인 실험계약실적 증대로 실험데이터 및 센터 운영 노하우 축적	-중소기업 지원과제 관련 예산 규모 증대, 대상 범위 확대 등 수요자 요청사항을 반영 외 다양한 기업수요를 확인하여 실험센터의 실험수요 확충 -1단계 대형실험시설의 실험 데이터 및 운영 노하우 공유 및 적용으로 2단계 실험시설과의 통합 운영으로 시너지를 창출할 수 있는 방법을 모색 -계약기여도 편중을 극복하도록 우수 실험센터의 노하우를 센터간 공유하고 홍보방안으로 활용	-재건축 시장 축소로 인해 상대적으로 유지보수 관련 수요 증가가 전망되므로, 기존 실험으로부터 지침 개선/개발 등의 관련 기술적 성과가 꾸준히 창출되었던 점을 부각시켜 실험 수요를 유치 -기초연구의 사업화 연계를 지원할 수 있는 산학 연계 프로그램 등을 간구 -실험계약실적 및 만족도 수준을 유지하기 위해 관리체계 운영 -해외시장에서의 경쟁력 향상을 위한 기술개발의 중요성을 홍보하고 노하우를 기반해 관련 기술성과 창출에 기여
W(약점)	**WO 전략 추진방향**	**WT 전략 추진방향**
-중견/대기업 및 국공립 기관의 이용건수의 비중이 적고, 중소기업 위주의 계약실적 구성 -실험계약실적이 일부 시설에 집중되어 실험센터 간 큰 격차 -KOLAS 인증이 가능한 3개 센터의 인증실험 실적이 정체됨	-중견/대기업의 도시재생산업 관련 실험 고부가가치 건설 기술개발 실험에 대한 비용 및 기술 지원 등 제공 검토 -증가하는 국토교통 R&D 연구수요를 검토하고, 실험센터의 역할을 재정의 하여 수행역할 다각화 -KOLAS 인증 시험항목 및 규격, 실험 예시 및 과거 실험 데이터 등 적극적 대외 공유 및 홍보하여, 건설기술 표준화 추진에 따른 활용기관의 인증 수요 충족	-실험계약실적이 저조한 센터의 각 실험 수요 및 설비 특징에 맞는 맞춤형 개선전략을 마련하고 홍보함으로써 활성화 유도 -고도화된 기술 트렌드에 부합하는 상세 기술지원이 가능한 기술인력 확보 혹은 기존 인력에 대한 지속적인 교육을 통한 역량 제고

사업 추진방향
◇ 구축된 통합운영시스템 기반의 지식 · 정보 · 데이터 공유 체계 마련
◇ 활용기관 형태별 특성에 적합한 지원방식을 마련하여 다양한 외부기관의 공동활용 촉진
◇ 활용성과에 대한 철저한 사후관리 및 지원으로 성과 창출 극대화 및 실험센터 홍보에 적극 활용
◇ 실험센터별 수요 및 설비 특징에 부합하는 맞춤형 운영 지원으로 활용 극대화
◇ 1,2단계 실험시설 운영주체의 명확화를 통한 일원화된 정책적 운영 방안 체계 마련

<사업추진 방향 및 관련 내용>

사업추진방향	실행방안	주요 내용
1. 2단계 대형실험시설 확대 운영에 따른 지식 · 정보 · 데이터 공유 체계 마련	1-1. 1단계 대형실험시설 운영 실적 및 노하우를 바탕으로 2단계 운영 방안 도출	- 성과조사 분석결과를 바탕으로 1단계 대형실험시설 중 만족도 및 성과가 지속적으로 높은 수준을 나타낸 모범 운영 센터를 선정하여 통합운영 방안을 벤치마킹함
	1-2. 본원 중심 데이터 플랫폼 통합 운영방안 마련	- 통합운영시스템을 활용하여 유사 성격의 실험이 진행되는 실험센터 간 실험데이터 공유를 활발히 하고, 필요 시 실험계약기간 내 함께 활용할 수 있도록 하는 등 이용자 편의를 위한 통합 서비스 제공을 검토함
2. 활용기관 형태별 특성에 적합한 지원방식을 마련하여 다양한 외부기관의 공동활용 촉진	2-1. 중소기업 지원과제 대상 지원 범위 확대	- 합리적인 수준에서 지원 대상 및 금액을 결정하여, 가능한 많은 기업에게 혜택을 줌으로써, 재정부담 경감 효과를 극대화시킬 수 있도록 함
	2-2. 중견/대기업 지원 관련 정부 연계 프로그램 도입	- 비용 외에도 기술, 인력 지원 등을 활용하거나 고부가가치 기술의 해외 시장 개척 등의 정부 주도 사업과 연계시키는 등 중견/대기업을 지원하는 방법을 다각적으로 모색함
	2-3. 우수성과 창출기관 인센티브 제공	- 해당 실험센터에서 실험을 수행하여 창출한 성과 중 우수 사례를 포상하고 공유하는 등의 방법으로 동기부여를 제공함
3. 실험센터별 수요 및 설비 특징에 부합하는 맞춤형 운영으로 기존 실험센터를 효과적 · 효율적으로 활용	3-1. 실험계약실적 우수 실험센터의 우수사례 전파 확대	- 실험계약실적 및 성과가 우수한 실험센터와 저조한 실험센터 간 정보교류 및 노하우를 공유하여 발전할 수 있는 계기와 미진한 성과에 영역의 실태점검을 보완하는 전략을 마련함
	3-2. 실험계약실적 하위 3개 센터 맞춤형 개선 전략 수립	- 각 센터별 주요 실험 성격에 따라 관련 실험을 활성화시킬 수 있는 맞춤형 개선전략을 도출하여 실행함
4. 활용성과에 대한 철저한 사후관리 및 지원으로 성과 창출 극대화 및 실험센터 홍보에 적극 활용	4-1. 실험 종료 이후 기술 사업화 알림기능 강화	- 실험 결과물이 기술사업화 단계를 거쳐 경제적인 성과로 창출될 때까지 지속적으로 모니터링하며, 중도에 센터 활용기관 pool을 활용한 협력기관 연결, 국토교통부 등 관련 연계 과제 정보를 제공하고 기획을 지원
	4-2. 활용 성과 중심의 홍보 방안 수립	- 활용기관이 직접 활용성과를 제보하고 증빙할 수 있는 시스템을 구축하고, 이를 통해 축적된 정확한 실적 데이터를 바탕으로 공동 워크샵을 개최하여 학술대회를 비롯한 정보교류의 場 활성화

[6] 실시간 하이브리드 실험 시스템 구축

[6-1] 국제 공동연구

□ 비선형 구조물에 대한 붕괴거동 및 연성도 실험 연구(축력이 미치는 영향)

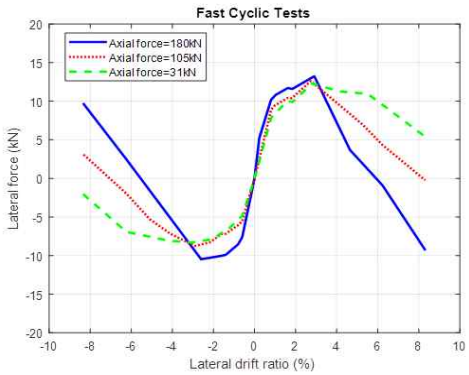
○ 기둥구조물의 항복후 거동을 분석하는데 매우 중요한 역할을 하는 축력의 영향을 확인하고자 5차년도에 개발한 알고리즘 기술의 검증 실험 수행

- RC 교각 시편 및 실험체 설치

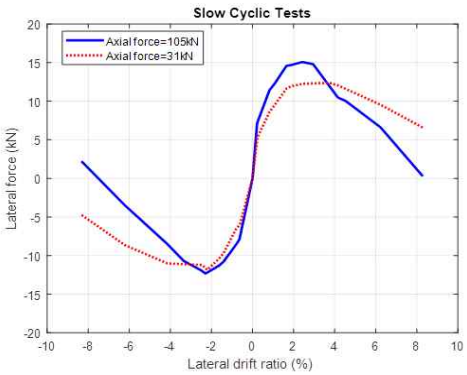
구분	변경전	변경 후
RC 교각 시편	동일	동일
실험체 특성	휨감성이 매우 큰 보 구조물	유연성이 큰 구조물 (주어진 하중 범위에서 선형-탄성 거동)
제어 모드	하중제어	FLF을 이용한 변위 제어

○ 고속 및 저속 반복하중 실험 결과

- 고속 및 저속 반복하중 실험결과를 통해 5차년도 개발된 D-ATS 하중 제어 알고리즘과 FLF(Flexible Loading Frame)을 이용하여 반복하중 실험시 RC 실험체에 작용하는 축력 제어가 용이하였음
- 특히, 고속반복하중재하 실험에서는 교각 축력 제어가 매우 어려워 일정한 값을 유지해야 축력이 크게 변화하는 것이 확인되었음



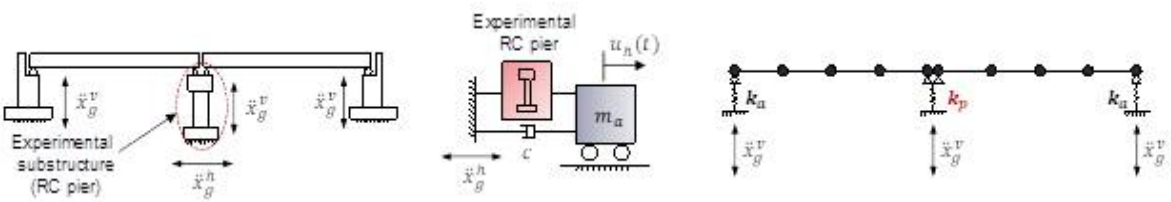
<축력-backbone curve에 미치는 영향 (고속)>



<축력-backbone curve에 미치는 영향(저속)>

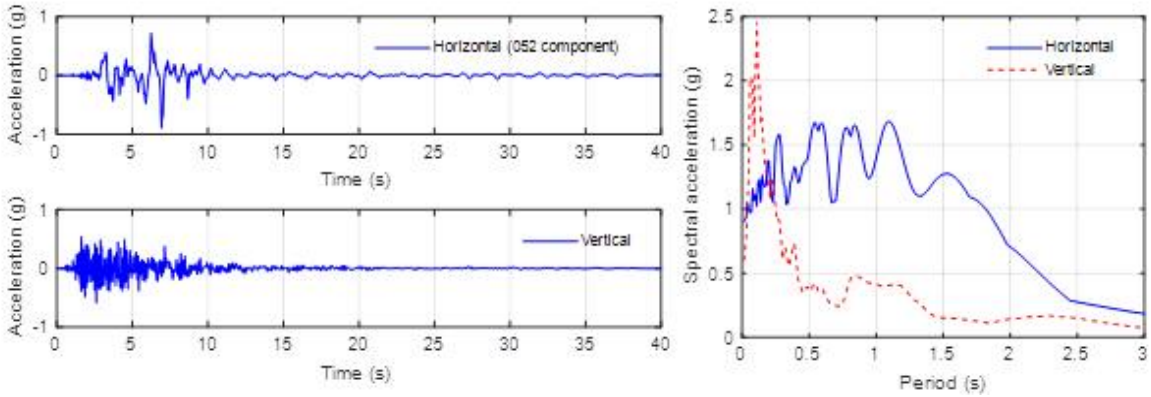
○ 하이브리드 실험 수행

- 구조 모델을 통해 수직 지진하중에 대한 RC 교각의 축방향 하중을 미리 구할 수 있으며, 이를 수평방향으로 하이브리드 실험중인 RC 교각에 D-ATS 알고리즘과 FLF를 이용해 재하하는 방법을 이용함(지진시 RC 교각의 축방향 하중 경계조건을 만족시킬 수 있음)



<하이브리드 실험 모델링>

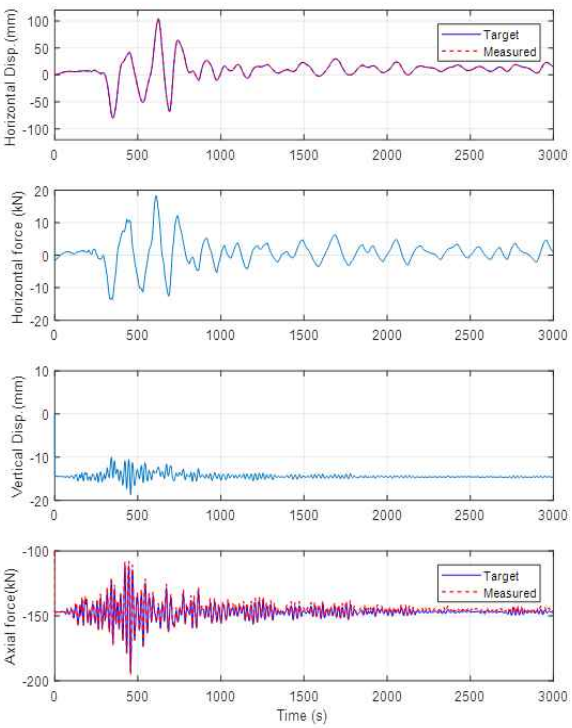
- 하이브리드 실험에 수평, 수직 지진파 및 실제 지반 가속도(Sylmar County, 1994 Northridge earthquake)는 아래와 같음



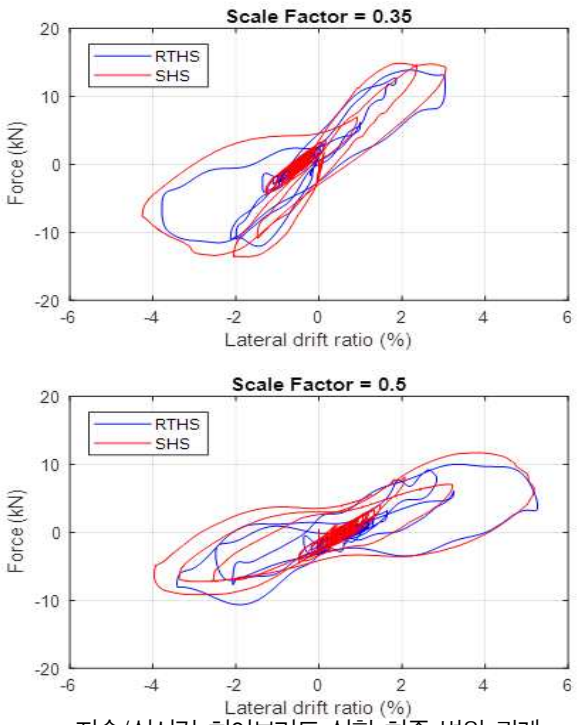
<하이브리드 실험에 사용된 입력 (실제)지진파 및 응답 스펙트럼>

○ 저속 및 실시간 하이브리드 실험 결과

- 저속 하이브리드 실험은 실시간 하이브리드 실험 대비 1/100 속도로 수행한 결과, RC 교각의 강도 및 연성도는 하중 재하 속도의 영향을 받는 것을 알 수 있음
- 저속 하이브리드 실험에서는 보조 실험체의 관성력이 무시할 수준이기 때문에 변위는 실시간 하이브리드 실험에서 얻어진 변위와 비슷하거나, 오히려 더 큰 경우가 발생하였음. 관성력이 정확히 고려되었다면 RC 교각의 속도 의존적인 성향에 의해 실시간 하이브리드 실험의 변위가 저속 하이브리드 실험 변위보다 더 크게 나왔을 것으로 예측됨



<저속 하이브리드 실험 결과(scale factor=0.5)>



<저속/실시간 하이브리드 실험 하중-변위 관계>

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

(1) 연차별 성과 목표 및 내용

연차	연구목표 및 내용	연구개발 수행내용
1차년도	통합 운영시스템 구축	■ 통합 Grid 구축계획 수립 - 1단계 Grid 현황 분석, 개선사항 도출 - 2단계 실험시설의 KREONET망 연계 계획 수립
		■ 통합 CI시스템 구축계획 수립 - 1단계 CI시스템 활용현황 분석 - 1,2단계 통합 CI시스템 구축계획 수립
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	■ 1단계 실험시설의 교육 활용현황 분석
		■ 품질경영시스템 도입 계획 수립 - 기존 KOLAS 미인정 센터(3개 센터) - 기존 KOLAS 인정 센터의 추가, 확장 등
		■ 실험절차서 작성 계획 수립 - 1단계 실험시설의 실험분야 및 사례조사 분석 - 실험 표준 및 사례조사 - 실험절차서 작성 대상 선정 및 계획 수립
	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	■ 국내외 대형실험시설 구축 사업 현황 분석
		■ 국내외 Grid 망 및 활용 현황 분석 - Grid 망을 활용한 실험데이터 공유현황 분석 - Grid 망을 활용한 분산실험 시스템에 관한 문헌 및 기초 이론 연구
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`09~`13)
	1단계 실험시설 장비 성능개선 도출	■ 실험시설별 실험수요, 요구사항 및 최신기술동향 분석
		■ 1단계 실험시설 장비 성능개선 도출
2차년도	통합 운영시스템 구축	■ 1단계 실험시설에 대한 Grid 개선 - 원격모니터링, 협업장비
		■ 통합 CI시스템 구축 - CI시스템 업무혁신(PI)/정보화시스템마스터플랜 (ISMP) 수행
	품질경영시스템 도입	■ 교육활용 프로그램 개발 - 대학 실험실습용 장비 및 교육 프로그램 조사 - 소형 실험교구 개발 - 실험시설/장비 연계 교육활용 프로그램 추진
		■ 품질경영시스템 도입
		■ 실험절차서 작성

	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	■ 국제적인 실험시설 협력 커뮤니티 구축 - NEES, EU, 대만(NCREE) 등과 MOU 체결 ■ 그리드 망을 활용한 분산실험 시스템 구축
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 성과지표 보완, 성과조사 및 분석 전산화를 위한 CI시스템 반영 방안 제시 ■ 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`14) ■ 인프라실험시설 통합 발전전략 수립
3차년도	통합 운영시스템 구축	■ 2단계 실험시설 Grid구축지원 - 초고속통신망 구축일정 관리 및 협의 ■ 통합 CI시스템 구축(III) - 통합 CI시스템 구축 사업자선정/계약/관리 - 통합 CI시스템 구축 PMO(감리포함) 사업자선정/계약/관리
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	■ 교육활용 프로그램 개발 및 서비스 - 소형 실험교구 활용 - 실험시설/장비 연계 교육활용 프로그램 추진 ■ 품질경영시스템 도입 ■ 실험절차서 작성
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	■ 국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나 또는 협력회의 개최 ■ 국제 공동연구 - 국제 실험데이터 공유, 연계 활용
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`15)
	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	■ 동적 유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발
4차년도	통합 운영시스템 구축	■ 2단계 실험시설 Grid구축지원 - 초고속통신망 구축 관리 - 원격실험관찰 시스템 구축 지원 ■ 통합 CI시스템 구축 - 통합 CI시스템 구축 관리 - 통합 CI시스템 구축 PMO사업 관리 - 통합 CI시스템 구축 감리 사업계획 확정/사업자 선정 및 관리
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	■ 교육활용 프로그램 개발 및 서비스 - 소형 실험교구 활용 - 실험시설/장비 연계 교육활용 프로그램 추진 ■ 품질경영시스템 적용 및 보완 ■ 실험절차서 작성
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	■ 국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나 또는 협력회의 개최 ■ 국제 공동연구 - 국제 실험데이터 공유, 연계 활용
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`16) ■ 통합 운영정책 수립

	실시간 하이브리드 실험시스템 구축	■ 시뮬레이션 코오디네이터 S/W 개발
5차년도	통합 운영시스템 구축	■ 2단계 실험시설 Grid구축지원 - 통합 Grid 시험운영 및 보완
		■ 통합 CI시스템 구축 - 통합 CI시스템 시험운영 및 보완
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	■ 교육활용 프로그램 개발 및 서비스
		■ 품질경영시스템 적용 및 보완
		■ 실험절차서 작성
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	■ 국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나 또는 협력회의 개최
		■ 국제 공동연구 - 국제 실험데이터 공유, 연계 활용
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 통합 운영정책 수립
	실시간 하이브리드 실험시스템 구축	■ 개발된 실시간 하이브리드실험 시스템을 통한 비선형 구조물 붕괴거동 및 연성도 실험 연구
6차년도	통합 운영시스템 구축	■ 2단계 실험시설 Grid구축지원 - 통합 Grid 시험운영 및 보완
		■ 통합 CI시스템 구축 - 통합 CI시스템 시험운영 및 보완
	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질 제고	■ 시설/장비 연계 교육활용 프로그램
	국제 실험데이터 확보 및 연계 활용 연구	■ 국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나 또는 협력회의 개최
		■ 국제 공동연구 - 국제 실험데이터 공유, 연계 활용
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	■ 1단계 실험시설의 활용실적 및 운영성과 분석(`17~`18 상반기)
	실시간 하이브리드 실험시스템 구축	■ 대형 구조물에 대한 실시간 하이브리드 기법 검증

(2) 총괄 성과 목표

연번	핵심성과물	핵심성과 설명	성과유형	해당 연차
1	통합 Grid 시스템	1,2단계 실험시설 통합 Networking 및 실험 원격모니터링 Grid시스템 구축	시스템 (보고서)	1~6차
2	통합 CI 시스템	2단계 실험시설 구축에 따른 연구/실험/행정 효율화를 위한 통합 CI시스템 구축	시스템 (보고서)	1~6차
3	소형 실험교구 개발 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 교육에 활용할 수 있는 다양한 교육용 실험교구를 개발하고 대학의 실험실습용으로 지원하여 실무형 인력양성 교육에 활용	장비·장치 (보고서)	1~6차
4	국제 실험데이터 확보 및 연계활용	초고속 국가연구망(GLORIAD)과 실험인프라를 활용한 국제협력 및 공동연구 수행	공법·기법 (보고서)	1~6차
5	품질경영시스템	시험절차에 따른 시험프로세스 확립과 시험인증 범위 확대 등 실험센터의 품질경영시스템 마련	시스템 (보고서)	1~6차
6	실험절차서	실험센터에서 수행하는 중요 실험에 대해 체계화된 실험절차서 마련	공법·기법 (보고서)	1~6차
7	1단계 운영성과 분석	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립을 위한 1단계 실험시설에 대한 활용현황 및 운영성과 분석	성과분석 (보고서)	1~6차
8	1단계 시설장비 성능개선 도출	1단계 실험시설별 실험수요, 요구사항 및 최신 기술동향 등을 고려한 성능개선사항 도출	인프라 (보고서)	1차
9	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 실험시설 운영 및 활용성과 분석 결과를 기반으로, 타 연구/실험시설과의 연계활용방안, 1-2단계 통합 실험시설의 운영방안 및 중장기 발전전략을 수립	정책·제도 (보고서)	1~6차
10	실시간 하이브리드 실험 시스템	국내외 인프라, 기술력을 기반으로 한 국제 공동연구 수행 및 실시간 하이브리드 실험 기법 검증	공법·기법 (보고서)	3~6차

나. 목표 달성여부

(1) 연구개발 목표의 달성도 및 평가 방법(성과점검기준표)

(가) 1차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		1차년도 성과점검기준				
						질적 성과지표	측정방법	검증방법	가중치
2세부 (협동)	A	통합 Grid/CI 시스템 구축 및 교육활용 프로그램 개발	A-1	통합 Grid 시스템 구축	①	통합 Grid 구축계획 수립	1단계 grid 현황분석, 개선도출 2단계 KREONET 연계 계획 수립	보고서 별권1	15.6
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	통합 CI시스템 구축계획 수립	1단계 CI시스템 활용현황 분석 1,2단계 통합 구축계획 수립	보고서 별권2	41.2
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	①	1단계 실험시설 교육활용 현황 분석	대학 실험실습용 장비 및 교육활용 프로그램 조사	보고서 별권6	7.1
			B-2	품질경영시스템	①	품질경영시스템 도입계획 수립	기존 KOLAS 미인정 센터 자체 도입 / 인정센터 시험범위 추가 및 확장 검토	보고서	7.7
			B-3	실험절차서	①	1단계 실험센터 실험절차서 작성 계획 수립	실험사례조사 분석 및 실험절차서 작성 계획 수립	보고서	5.6
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국내외 현황분석/ Grid 활용사례 분석	Grid망 활용 실험데이터 공유현황 분석 분산실험 관련 문헌조사 등	보고서 별권6	6.1
2세부 (위탁)	E	1단계 시설장비 성능개선 도출	E-1	1단계 장비 성능개선 도출	①	1단계 시설장비 성능개선 도출	실험수요, 요구사항 및 최신기술동향 반영 성능개선 도출	보고서 별권5	10.7
	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-1	1단계 운영성과 분석	①	1단계 실험시설 운영성과 분석	1단계 실험시설의 성과분석('09-' 13)	보고서 별권4-1	6.0
계									100.0

(나) 2차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		2차년도 성과점검기준				
					질적 성과지표		측정방법	검증방법	가중치
2세부 (협동)	A	통합운영시스템 구축	A-1	통합 Grid 시스템 구축	①	1단계 시설 Grid 개선	HD급 실험영상 전송 가능 원격실험관찰 장비 발주 여부 등	보고서 별권1	18.7
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	통합 CI시스템 구축	통합 CI시스템 구축을 위한 업무혁신(PI)/ 정보화 시스템 마스터플랜(ISMP) 수행 (AS-IS 분석, TO-BE 설계 여부)	보고서 별권2	33.3
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	①	교육용 실험교구 개발	소형 실험교구 개발	보고서 별권6	7.4
					②	시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 강좌연계 활용 여부 (교육참여 인력 등)	보고서	
			B-2	품질경영시스템	①	품질경영시스템 구축	국가표준시험기준이 없는 3개 센터에 대한 품질경영시스템 도입	보고서 별권6	9.5
			B-3	실험절차서	①	1단계 실험센터 실험절차서 작성	실험의 일관성 및 균질성 확보가 가능한 수준의 체계화된 실험절차서 작성 여부	보고서 별권3	7.1
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국제 연구커뮤니티 구성	해외 3개국 이상이 참여한 연구커뮤니티 구성 여부	보고서 별권6	5.8
			C-2	국제 공동연구	①	다국가 연계 분산실험	그리드 망을 활용한 분산실험 시스템 구축	보고서	9.1
2세부 (위탁)	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-1	1단계 운영성과 분석	②	성과지표 보완 및 CI시스템반영 방안제시	성과지표 보완 및 CI시스템 반영 방안 제시	보고서 별권4-2	3.7
			D-2	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	①	실험시설의 통합운영 정책 수립	인프라실험시설 통합 발전전략 수립	보고서	5.4
계									100.0

(다) 3차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		3차년도 성과점검기준				
					질적 성과지표		측정방법	검증방법	가중치
2세부 (협동)	A	통합운영 시스템 구축	A-1	통합 Grid 시스템 구축	①	2단계 시설 Grid 구축지원	2단계 실험시설 Grid 구축지원 (구축지원건수, 종류)	보고서 별권1	15.7
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	통합 CI시스템 구축	CI시스템 구축 착수 (공정 대비 진행률)	보고서 별권2	42.8
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	①	교육용 실험교구 활용	소형 실험교구 활용	보고서 별권6	2.9
					②	시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 강좌연계 활용 여부 (교육참여 인력 등)	보고서	2.1
			B-2	품질경영시스템	①	품질경영시스템 구축	국가표준시험기준 추가 확장	보고서 별권6	9.3
			B-3	실험절차서	①	1단계 실험센터 실험절차서 작성	실험의 일관성 및 균질성 확보가 가능한 수준의 체계화된 실험절차서 작성 여부	보고서 별권3	5.7
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국제 연구커뮤니티 운영	국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나/협력회의 개최 건수	보고서 별권6	5.0
			C-2	국제 공동연구	①	다국가 연계 분산실험	국제공동실험 수행 여부(실험체 제작, 실험수행, 실험데이터 공유 등)	보고서	4.3
	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-1	1단계 운영성과 분석	①	1단계 실험시설 운영성과 분석	1단계 실험시설의 성과분석('15)	보고서 별권4-3	8.6
2세부 (위탁)	F	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	F-1	국제 공동연구	①	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	유압가력기 실시간 제어 알고리즘 개발 수행 여부 검증실험 여부	보고서 별권6	3.6
계									100.0

(라) 4차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		4차년도 성과점검기준				
					질적 성과지표		측정방법	검증방법	가중치
2세부 (주관)	A	통합운영시스템 구축	A-1	통합 Grid 시스템 구축	②	2단계 시설 Grid 구축지원	2단계 실험시설 Grid 구축지원 (구축지원건수, 종류)	보고서 별권1	15.0
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	PMO업체 관리	관리성과 및 조직성과 달성 (지원 및 검토보고/ 관리역량 향상 등 교육)	보고서 별권2	43.0
						통합 CI시스템 구축	1,2단계 12종 실험시설이 사용가능한 시스템 구축 여부	보고서 별권2	
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	①	교육용 실험교구 활용	소형 실험교구 활용	보고서	4.0
					②	시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 강좌연계 활용 여부 (교육참여 인력 등)	보고서	
			B-2	품질경영시스템	①	품질경영시스템 적용 및 보완	품질경영시스템 활용 적용 및 보완	보고서 별권6	2.0
			B-3	실험절차서	①	1단계 실험센터 실험절차서 작성	실험의 일관성 및 균질성 확보가 가능한 수준의 체계화된 실험절차서 작성 여부	별권3	7.0
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국제 연구커뮤니티 운영	국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나/협력회의 개최 건수	보고서	10.0
			C-2	국제 공동연구	①	다국가 연계 분산실험	국제공동실험 수행 여부(실험체 제작, 실험수행, 실험데이터 공유 등)	보고서	6.0
	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-1	1단계 운영성과 분석	①	1단계 실험시설 운영성과 분석	1단계 실험시설의 성과분석(`16)	보고서 별권4-4	9.0
			D-2	통합 운영방안 수립	①	통합 운영정책 수립	통합 운영 정책수립(초안)	보고서	
2세부 (위탁)	F	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	F-1	국제 공동연구	①	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	실험체 하중 경계 조건 모사를 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 검증실험 여부	보고서 별권6	4.0
계									100

(마) 5차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		5차년도 성과점검기준				
					질적 성과지표		측정방법	검증방법	가중치
2세부 (주관)	A	통합운영시스템 구축	A-1	통합 Grid 시스템 구축	②	2단계 시설 Grid 구축지원	2단계 실험시설 Grid 구축지원 (4개시설 구축지원건수, 종류)	보고서 별권1	23.9
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	PMO업체 관리	1단계 실험시설 대상 시범운영 및 실험서비스 보완 (실험서비스 DB구축)	보고서 별권2	37.7
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	①	교육용 실험교구 활용	소형 실험교구 개발 및 서비스 여부	보고서	6.6
					②	시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 강좌연계 활용 여부 (교육참여 인력 등)	보고서	
			B-2	품질경영시스템	①	품질경영시스템 적용 및 보완	품질경영시스템 활용 적용 및 보완	보고서 별권6	6.7
			B-3	실험절차서	①	1단계 실험센터 실험절차서 작성	실험의 일관성 및 균질성 확보가 가능한 수준의 체계화된 실험절차서 작성 여부	별권3	6.0
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국제 연구커뮤니티 운영	국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나/협력회의 개최 건수	보고서	6.2
			C-2	국제 공동연구	①	다국가 연계 분산실험	국제공동실험 수행 여부(실험체 제작, 실험수행, 실험데이터 공유 등)	보고서	7.6
	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-2	통합 운영방안 수립	②	통합 운영정책 수립	통합운영 지침 제정	보고서 별권6	1.2
2세부 (위탁)	F	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	F-1	국제 공동연구	①	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	실험체 하중 경계 조건 모사를 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 검증실험 여부	보고서 별권6	4.1
계									100

(바) 6차년도

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		6차년도 성과점검기준				
					질적 성과지표		측정방법 (평가목표 및 착안점)	검증방법	가중치
2세부 (주관)	A	통합운영시스템 구축	A-1	통합 Grid 시스템 구축	②	2단계 시설 Grid 구축지원	2단계 실험시설 Grid 구축지원 (Grid망 연계확인)	보고서 별권1	10.0
			A-2	통합 CI시스템 구축	①	통합 CI시스템 개선 및 시범운영	1,2단계 실험시설 대상 시범운영 및 기능개선 여부	보고서 별권2	30.1
	B	활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	B-1	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	②	시설/장비 연계 교육활용 프로그램	대학 강좌연계 활용 여부 (교육참여 인력 등)	보고서	7.8
	C	국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	C-1	국제 협력	①	국제 연구커뮤니티 운영	국제 실험시설 커뮤니티와 공동세미나/협력회의 개최 건수	보고서 별권6	13.7
			C-2	국제 공동연구	①	다국가 연계 분산실험	국제공동실험 수행 여부(실험체 제작, 실험수행, 실험데이터 공유 등)	보고서	18.5
	D	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	D-1	1단계 운영성과 분석	①	1단계 실험시설 운영성과 분석	1단계 실험시설의 성과분석(`17, `18)	보고서 별권4-5	5.3
			D-2	통합 운영방안 수립	①	통합 운영정책 수립	통합운영 지침 제정 실험시설 운영 활성화 방안 수립 여부	보고서 별권6	8.4
2세부 (위탁)	F	실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	F-1	국제 공동연구	①	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	개발된 실시간 하중 제어 알고리즘 기반의 검증실험 및 결과 분석 여부	보고서 별권6	6.2
계									100

(2) 총괄 성과 목표 및 달성도

(가) 총괄 성과 목표

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	총괄 성과점검기준					예산 (백만)
		질적 성과지표	목표*	성과목표	측정방법	검증방법	
통합 운영 시스템 구축	통합 Grid 시스템 구축	1단계 시설 Grid 개선	1건 (6종)	보고서(1건)	HD급 실험영상 전송 가능 원격실험관찰 장비 구축 여부	보고서 (구축장비 성능, 시험운영 결과)	1,338.5
		2단계 시설 Grid 구축	1건 (6종)		국가초고속연구망 연결 및 원격실험관찰 장비 구축 여부(1단계 연계가능)	보고서 (구축장비 성능, 시험운영 결과)	
	통합 CI시스템 구축	통합 CI시스템 구축	1건	S/W(1건) 보고서(1건)	1,2단계 12종 실험시설이 사용가능한 시스템 구축 여부(H/W&응용시스템 등)	보고서(장비, 시스템 등) & 통합 웹사이트	2,970.5
활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	교육용 실험교구 개발	1건	소형 실험교구(1건) 웹 지원서비스(1건) 강좌연계 활용(5건) 인력양성(100명/연)	소형 실험교구(기존장비 개선포함) 개발 및 웹 지원서비스 구축 여부	보고서, 웹서비스	410.0
		시설/장비 연계 교육활용 프로그램	5건		대학 강좌연계 활용 여부(교육참여 인력 등)	보고서	
	품질경영시스템	자체 품질경영시스템 구축	3건	품질매뉴얼 (3건)	국가표준시험기준이 없는 3개 센터에 대한 품질경영시스템 (품질매뉴얼) 도입 여부	품질매뉴얼, 보고서	360.0
		시험인증 범위 및 자격 확대	1건	국가시험인증서 (1건)	KOLAS인증을 받은 실험센터의 인증자격 확대 여부	국가시험인증서, 보고서	
	실험절차서	1단계 실험센터 실험절차서 작성	6건	실험절차서 (6건)	실험의 일관성 및 균질성 확보가 가능한 수준의 체계화된 실험절차서 작성 여부	실험절차서, 보고서	382.5
국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	국제 협력	국제 연구커뮤니티 구성	3건	MOU 체결(3건)	해외 3개국 이상이 참여한 연구커뮤니티 구성 여부	MOU건수, 보고서	533.0
	국제 공동연구	다국가 연계 분산실험	2건	논문(1건) 학술발표(1건)	해외 3개국과 국제공동실험 수행 여부(실험체 제작, 실험수행, 실험데이터 공유 등)	보고서, 논문	499.8
통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 운영성과 분석	1단계 실험시설 운영성과 분석	5건	보고서 (5건,1건/년)	1단계 실험시설의 성과분석(매년)	보고서	225.0
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	실험시설의 통합운영 정책 수립	1건	보고서(1건)	실험시설 운영환경개선/ 연계활용 방안/ 통합운영 및 중장기 전략 수립 여부 등	보고서	199.0
1단계 시설장비 성능개선 도출	1단계 장비 성능개선 도출	1단계 시설·장비 성능개선 도출	1건	보고서(1건)	실험수요, 요구사항 및 최신기술동향 반영 성능개선 도출	보고서	80.0
실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	국제 공동연구	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	4건	논문(2건) 학술발표(2건)	실험체 하중 경계 조건 모사를 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 검증실험 여부	연차보고서, 논문, 학술발표	195.0

*) 1차년도 협약시 목표

(나) 총괄 성과 달성도(연차별 질적 · 양적 추진성과)

* 각 핵심 · 단위성

핵심성과 (level1)	단위성과 (level2)	질적 성과지표	연차별 추진성과 및 내용 (내용(건수))				
			1차년도 (`13.08~`14.08)	2차년도 (`14.08~`15.06)	3차년도 (`15.06~`16.04)	4차년도 (`16.04~`17.04)	5차년도 (`17.04~`18.
통합 운영 시스템 구축	통합 Grid 시스템 구축	1단계 시설 Grid 개선	현황분석 및 이행계획수립	통합 Grid 시스템 구축 (1단계 시설 Grid 개선 포함)	-	-	-
		2단계 시설 Grid 구축			2단계 시설 Grid구축 가이드	2단계 시설 Grid구축지원	2단계 시설 Grid구축지원
	통합 CI시스템 구축	통합 CI시스템 구축	현황 및 환경분석 목표모델 및 이행계획수립	업무혁신 및 정보화 마스터플랜 수립(PI/ISPM)	통합 CI시스템 구축 계획 확정 및 용역사업 발주(PMO, 구축, 감리)	통합CI시스템 구축(분석/설계/구현) S/W 저작권 등록(1) 기술지원(34) 분석/설계보고서(1)	통합 CI시스템 구축완료 및 시범 S/W 저작권 등록
활용기술 연구 및 실험/서비스 품질제고	소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	교육용 실험교구 개발	교육실적, 프로그램 조사(1) (계획수립)	실험교구 제작(1) 교구실험체 제작(1) 교구매뉴얼 작성(2)	실험교구활용(1)	실험교구활용(1) 실험교구 S/W 업데이트(1) 리니어모터 교체(1)	실험교구활용(
		시설/장비 연계 교육활용 프로그램					
	품질경영시스템	자체 품질경영시스템 구축	동향조사 및 분석(1) (계획수립)	(KOLAS 미인증센터) 품질경영시스템 도입(3) ISO9001 컨설팅(1)	-	-	KOLAS 미인정센 문서관리 체계 보
		시험인증 범위 및 자격 확대	동향조사 및 분석(1) (계획수립)	원자력 성능검증기관 인증 관련 컨설팅(1)	KOLAS 인정 범위 확대(3)	KOLAS 내부 심사(3) 시험인증 범위 확대(1) 원자력 성능기관 인정 언론사 홍보(2)	KOLAS 내부 · 사후심사
	실험절차서	1단계 실험센터 실험절차서 작성	(계획수립)	실험절차서(2)	실험절차서(6)	실험절차서(6)	실험절차서(6
국제 실험데이터 확보 및 연계활용 연구	국제 협력	국제 연구커뮤니티 구성	동향조사 및 분석(1) 국외학술회의(1) 미국 ATLSS 협력(1) 스페인 APPLUS+ 협력(1)	MOU(스위스1) 협력기관(NHERI1)	MOU(타이난1, JRC1) 국제세미나개최(유럽-중국-한국 1) 한-인니도로협력회의(1) 초청강연(베트남1) 국외학술회의(1)	-	EU JRC-KOCED 추진(1) 중국 동지대 협 추진(1)
	국제 공동연구	다국가 연계 분산실험	동향조사 및 분석(1) 국제 공동연구 및 분산실험(독일1) 미국-공동 연구(1)	국제 공동연구 및 분산실험(독일1) 미국-공동 연구(1) 실험데이터공유(1)	공동연구(2) -HY, 진동대 실험데이터공유(1)	공동연구(1) -Hybrid Test 실험데이터공유(1)	공동연구(1) -Hybrid Tes 실험데이터공유 국외학술회의(
통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	1단계 운영성과 분석	1단계 실험시설 운영성과 분석	`09-`13성과분석(1)	`14성과분석(1)	`15성과분석(1)	`16성과분석(1)	-
	통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	실험시설의 통합운영 정책 수립	-	통합운영정책(1)	-	통합운영정책(1)	통합운영정책(사용자매뉴얼(
1단계 시설장비 성능개선 도출	1단계 장비 성능개선 도출	1단계 시설·장비 성능개선 도출	성능개선 대상 장비 도출 및 계획 수립(1)	-	-	-	-
실시간 하이브리드 실험 시스템 구축	국제 공동연구	국제 공동연구를 통한 하이브리드 실험 기술 개발	-	-	국외학술회의(2)	국외학술회의(3) 국외논문 SCI(1)	국외학술회의(국외논문 SCI(

(3) 정량적 연구성과 목표 및 달성도

□ 국토교통 R&D성과지표(2009.02)를 기준으로 해당 성과에 대한 성과지표 달성도 측정

□ 실험시설 통합운영고도화 및 운영전략 수립 등 특정 연구과제에 대한 성과지표를 아래와 같이 구분하여 연구목표 달성 검증

*** 정량적 연구성과는 목표 대비 100% 이상 달성 완료하였음**
*** 연구 협약시 제시하거나 연차평가를 통해 수정/보완된 목표 대비 추가 성과가 많음**
*** 목표하지 않은 계획과 관련하여 R&D성과지표와 연관되는 달성성과 제시**

구분(성과지표)		(협약시) 목표	달성 성과	달성도(%)	비고
논문	학술회의 발표(국내외)	3	11	100% 이상	-
	논문건수(국내외)	3	6	100% 이상	-
인증	품질경영 보완	4	8	100% 이상	품질경영시스템 도입, 관리체계, 시험인증범위 확대 등
연구시설, 장비 구축	연구시설 활용 실적	-	11	추가달성	연구시설 · 장비를 활용한 공동연구 결과물 검인증 (내진설계 경진대회 등)
	연구장비 활용 실적	-			
지침/매뉴얼	지침/매뉴얼의 개발 및 보급	6	20	100% 이상	실험절차서 작성 및 활용
	지침/매뉴얼의 개발 및 보급	-	1	추가달성	국토교통 대형실험시설 사용자 매뉴얼 작성
저작권	소프트웨어	1	3	100% 이상	저작권 등록
국제협력 및 협약	국제회의 개최건수	1	1	100%	개최 1건, 국제회의 및 세미나 참석 다수 수행
	해외 기관과의 국제협약 체결 건수	3	5	100% 이상	협력기관 가입 및 MOU 체결
기타	소형 실험교구 개발 및 활용	1	4	100% 이상	개발 및 활용 (매뉴얼, 관련 실험체 제작 완료)
	강좌연계 활용	5	매년 수행	100% 이상	실험시설 관련 강좌연계 활용 진행
	인력양성	100명/연	매년 수행	100% 이상	실험시설 관련 인력양성 활용 진행
	언론사 홍보	-	6	100% 이상	통합운영시스템, 원자력 성능 검인증 기관 등 홍보기사 게재

□ 연구개발 성과

○ 국내외 논문 게재 (총 6건)

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부	게재일	등록 번호
1	Experimental study on the rate-dependency of reinforced concrete structures using slow and real-time hybrid simulations	Engineering Structures	채윤병 김철영	132	미국	ELSEVIER	SCI	2016. 12.05	0141-0296 (648-658p)
2	Real-Time Force Control for Servo-Hydraulic Actuator Systems Using Adaptive Time Series Compensator and Compliance Springs	Earthquake Engineering and Structural Dynamics	채윤병 김철영	47(4)	미국	John Wiley and Sons, Ltd.	SCI	2017. 11.24	0098-8847 (854-871) DOI:10.1002/eqe.2994
3	Real-time hybrid simulation for an RC bridge pier subjected to both horizontal and vertical ground motions	Earthquake Engineering and Structural Dynamics	채윤병 김철영	47(7)	미국	John Wiley and Sons, Ltd.	SCI	2018. 04.15	0098-8847 (1673-1679p)
4	Implementation of effective force testing for nonlinear structures	ASCE Journal of Structural Engineering	채윤병 김철영	144(10)	미국	ASCE	SCI	2018. 07.31	0733-9445 (04018193)
5	Adaptive Base Isolation System to Achieve Structural Resilience under both Short- and Long-Period Earthquake Ground Motions	Journal of Intelligent Material Systems and Structures	채윤병	30(1)	미국	SAGE Journals	SCI	2018. 11.03	1530-8138 (16-31p) DOI:10.1177/1045389X18806403
6	Fast and Slow Cyclic Tests for Reinforced Concrete Columns with and Improved Axial Force Control	ASCE Journal of Structural Engineering	채윤병 김철영	145(6)	미국	ASCE	SCI	2019. 03.30	0733-9445 Vol. 145(6) (04019044-1~04019044-12p)

○ 국내 및 국제학술회의 발표 (총 11건)

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	Introduction of Large-scale Testing Facilities in Korea Established by KOCED Program	김철영, 정대성	2014.08.08.	UKC2014 (US-Korea Conference)	USA

2	Engineering Mechanics Institute(EMI) Conference (Accuracy comparison of numerical integration algorithms for real-time hybrid simulations)	채윤병 김철영	2015.06.16.-19.	Stanford University	USA
3	European Laboratory for Structural Assessment (ELSA) at Joint Research Center (JRC) Large-scale real-time hybrid simulations	채윤병	2015.10.05.-06.	Ispra	Italy
4	Network of Large Scale Testing Facilities in Korea Established by KOCED Program	김철영	2016.01.06.-08.	Ho Chi Minh City	Vietnam
5	The 8th International Conference on Bridge Maintenance(IABMAS) (Investigation of Loading Rate Effects in Reinforced Concrete Bridge Piers by Using Slow and Real-Time Hybrid Simulations)	채윤병 김철영	2016.06.26.-30	Foz do Iguacu	Brazil
6	Engineering Mechanics Institute (EMI) Conference (An Improved Displacement Control Algorithm for Real-Time Hybrid Simulation)	채윤병 김철영	2016.05.22.-25	Nashville	TN
7	The 16th World Conference on Earthquake Engineering (16thWCEE) (Comparison of Dynamic Response of Reinforced Concrete Bridge Piers Using Slow and Real-Time Hybrid Simulations)	채윤병 김철영	2017.01.9.-13	Santiago	Chile
8	The 7th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering* (Development of New Real-Time Force Control Methods for Implementing Real-Time Hybrid Simulation and Effective Force Testing)	Yunbyeong Chae	2017.09.06	EUCENTRE Pavia	Italy
9	A Multi-hazard Engineering Collaboratory for Hybrid Simulation(MECHS) (Technical Barriers in RTHS)	채윤병	2017.12.12.-13.	University of California, San Diego	USA
10	11th US National Conference on Earthquake Engineering (Real-time force control for advancing real0time hybrid simulation)	채윤병 Rabiee, R	2018.06.25.-29.	Los Angeles, California	USA
11	International Association for Bridge and Structural Engineering (Rate-Dependency Study of Reinforced Concrete Piers with Cyclic Loading Test, Hybrid Simulations, and Shake Table Testing)	채윤병 김철영	2019.03.27.-29.	Guimaraes	Portugal

*) 주관연구기관-위탁연구기관 공동연구를 통한 공동 학술발표 기술세미나 수행

○ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 (해당없음)

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도
-	-	-	-	-

○ 지식재산권 (해당없음)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록번호*	등록인	등록일	등록번호	등록번호*	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○ 저작권 (총 3건)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	통합 CI시스템 (실험서비스)	2017.02.27	국토교통연구인프라운영원	2017.03.10	C-2017-006061	국토교통연구인프라운영원	100%
2	국토교통 대형실험시설 성과관리	2017.09.01	국토교통 연구인프라 운영원	2017.11.23	C-2017-029775	국토교통연구인프라운영원	100%
3	통합 운영 연구과제관리 시스템	2017.11.01	국토교통 연구인프라 운영원	2017.11.23	C-2017-029756	국토교통연구인프라운영원	100%

○ 전문 연구 인력 양성 (해당없음)

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별			성별			지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○ 산업 기술 인력 양성 (해당없음)

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
-	-	-	-	-	-	-

○ 기술 거래(이전) 등 (해당없음)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
-	-	-	-	-	-	-

○ 사업화 투자 실적 (해당없음)

번호	연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격
-	-	-	-	-	-

○ 사업화 현황 (해당없음)

(단위: 명, 년)

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내	국외		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○ 표준화 (해당없음)

번호	수행 기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련 번호	제출(채택)일	국가
-	-	-	-	-	-	-	-

○ 기술요약정보 (해당없음)

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호
-	-	-	-	-

○ 보고서 원문 (해당없음)

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
-	-	-	-

○ 실험교구 개발 (총 1건)

- 개발된 소형 전동식 진동대 시스템은 하이브리드구조실험센터에서 일부 활용하였으며, 현재 지진방재연구센터에서 교육/연구용으로 지속적 활용을 추진하고 있음
- 실험교구 시스템 제작(1건), 연계 가능한 교육용 실험체 제작(1건) 및 교구 활용을 위한 H/W, S/W 매뉴얼 작성(2건) 완료
- 리미어모터 교체(1회), 실험교구 S/W 업데이트(1회) 진행

번호	실험교구명	활용도	활용 사례
1	소형 전동식 진동대 시스템	◦ 각종 진동을 인공적으로 발생시켜 진동테이블 위에 설치된 구조물의 동적 거동을 모사하고 측정하는 시스템	◦ (`15.10) 한국공학한림원에서 주최하는 EnGenius Day에서 소형 전동식 진동대 시연 및 교육 ◦ (`16.11) 명지대학교 토목환경공학과 구조공학, 진동론, 구조동역학 수강생 대상의 내진설계 원리 교육

○ 연구시설 · 장비 활용 실적 (총 11건)

번호	연구시설 · 장비 활용 내용	실험센터	활용기간	비고
1	내진설계경진대회	지진방재연구센터	2015.07.	◦ 내진설계 경진대회시 진동대 시스템 등 실험시설 · 장비 활용
2	내진설계경진대회	지진방재연구센터	2016.07.	◦ 내진설계 경진대회시 진동대 시스템 등 실험시설 · 장비 활용
3	내진설계경진대회	지진방재연구센터	2017.07.	◦ 내진설계 경진대회시 진동대 시스템 등 실험시설 · 장비 활용

4	내진설계경진대회	지진방재연구센터	2018.07.	◦ 내진설계 경진대회시 진동대 시스템 등 실험시설·장비 활용
5	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	하이브리드구조실험센터	2015.09.	◦ 하이브리드구조실험센터의 유압가력기, 로딩프레임 등 시설·장비를 활용하여 독일 KASSEL 대학교, 미국 ODU와 분산 실험 수행
6	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	하이브리드구조실험센터	2015.12.	◦ 하이브리드구조실험센터의 유압가력기, 로딩프레임 등 시설·장비를 활용한 실시간 하이브리드 검증 실험 수행
7	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	지진방재연구센터	2016.01.	◦ 진동대 실험시설·장비를 이용한 검증 실험 수행
8	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	하이브리드구조실험센터	2016.06.	◦ 하이브리드구조실험센터의 유압가력기, 로딩프레임 등 시설·장비를 활용한 실시간 하이브리드 검증 실험 수행
9	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	하이브리드구조실험센터	2017.06.	◦ 하이브리드구조실험센터의 유압가력기, 로딩프레임 등 시설·장비를 활용한 실시간 하이브리드 검증 실험 수행
10	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	하이브리드구조실험센터	2018.07.	◦ 하이브리드구조실험센터의 유압가력기, 로딩프레임 등 시설·장비를 활용한 실시간 하이브리드 검증 실험 수행
11	국제 공동연구 결과의 검증을 위한 시험분석 활용	지진방재연구센터	2018.05.	◦ 진동대 실험시설·장비를 이용한 검증 실험 수행

○ 품질인증 건수 (총 3건)

번호	품질인증 종류	실험센터	유효기간	해당 분야
1	국가시험인증 (국제공인시험기관인정)	지진방재연구센터	2015.12.23. -2019.12.22	- IEEE Std 693-2005
2				- IEEE Std 344-2013
3				- ICC ES AC156:2010

○ 협력체계 마련 (총 5건)

번호	협약내용	협약기관	협약기간	협약일
1	협력기관 가입	(미국) NHERI-NOC	-	2014.11.
2	MOU 체결 (공동연구 상호 협력 양해각서)	(스위스) EMPA	-	2015.01.
3	MOU 체결 (공동연구 상호 협력 양해각서)	(대만) 타이난 성공대학교	-	2015.11.
4	MOU 체결 (공동연구 상호 협력 양해각서)	(유럽) JRC	-	2016.02.
5	MOU 체결 (공동연구 상호 협력 양해각서)	(이탈리아) EUCENTRE	-	2018.06.

○ 지침/매뉴얼의 개발 및 보급 (총 22건)

- 실험절차서 (총 20건)

번호	실험절차서명	실험센터	비고
1	LUD/STU 성능실험 절차서/예제매뉴얼(`16.04)	하이브리드 구조실험센터	◦ 충격분사용장치 LUD 450kN, 1,100kN, 1,125kN, 1,800kN, 3,000kN 성능실험에 활용(6건 이상 활용)
2	철도교 동적성능 실험절차서/예제매뉴얼(`17.04)		◦ SCC거더 65m 철도교 실물시험체 성능평가 실험에 활용
3	PSC 강연선 피로실험절차서/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 강연선 피로실험 등에 활용
4	PC암거 성능평가 실험절차서/예제매뉴얼(`15.06)	첨단건설재료 실험센터	◦ 자체 활용 중
5	벽체 개구부 균열방지재의 성능평가 절차서/예제매뉴얼(`16.04)		◦ 수직불연속 벽체를 가지는 RC골조의 반복가력시험, 삼각앵글 격자지보 모형벽체 실험, 말뚝과 증설벽체를 외력에 저항하는 구조검토 시험 등에 활용하였음
6	복합소재를 이용한 도로 신축이음재의 성능 시험 절차서/예제매뉴얼(`17.04)		◦ 모노레일용 충격완화형 궤도빔 신축이음장치 피로성능실험에 활용
7	친환경 모듈형 녹화블록의 성능실험절차서/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 녹화블록 시험 등에 활용
8	원심모형실험을 이용한 수리구조물의 안정성 평가 절차서/예제매뉴얼(`16.04)	지오센트리 퓨지실험센터	◦ 증고저수지 필댐의 정밀안정성 평가, 심해저 석션기초 종합 성능평가, 연약지반에 설치된 배수통문을 포함하는 보축제방의 수문위치에 따른 침투거동 평가, 동해항 3단계 방파호안 및 동방파제(1공구) 원심모형실험에 활용
9	원심모형실험을 이용한 구조물의 성능평가 절차서/예제매뉴얼(`17.04)		◦ DPR적용 기초의 동/정적 거동 분석, 지하수흐름 차이 및 지하 구조물 유무에 따른 지반함몰 메커니즘 평가, 잔교식 안벽의 동적 거동 평가, 복층터널 중간슬래브 원심모형시험 등에 활용
10	원심모형실험을 이용한 구조물의 내진성능 평가 절차서/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 흙구조물 내진성능시험, 중력식 구조물의 지진 시 동적 거동 평가 등에 활용
11	방송통신설비의 내진시험방법 절차서/예제매뉴얼(`16.04)	지진방재 연구센터	◦ 자체 활용 중
12	비구조요소 내진성능 실험절차서/예제매뉴얼(`17.04)		◦ 비구조 실험체에 대한 성능평가에 활용
13	조선해양 진동실험 실험절차서/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 자체 활용 중
14	교량 단면 2차원 진동실험 절차서/예제매뉴얼(`15.06)	대형풍동 실험센터	◦ 통합시범적용교량 현수교 2차원 부분모형 진동실험, 마산항 서항지구 보도교 풍동실험 등에 활용
15	교량 단면 공기력 측정실험 절차서/예제매뉴얼(`16.04)		◦ 2차원 부분모형 공기력 측정실험 등 활용
16	독립주탑 진동 실험절차서/예제매뉴얼(`17.04)		◦ 자체 활용 중
17	건축물 풍력 실험/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 신진주역세권 E1블럭 시티프라디움 주상복합 신축공사 풍동(풍력, 풍압)실험, 수원컨벤션센터 백화정 풍동실험, 정읍 연지

			영무예다음 주상복합 풍동실험, 뚝섬지구 특별계획 구역 IV 복합빌딩 신축공사 신축사업 풍동실험 등에 활용
18	항내정온도(3차원 평면) 실험절차서/예제매뉴얼(`16.04)	해안항만 실험센터	◦ 자체 활용 중
19	해안구조물 수리특성 2차원 실험절차서(`17.04)		◦ 몰수체를 이용한 부유체의 상하운동 저감 2차원 조파수조 실험, 포항영일만항 수리모형실험, 비응항 수리모형실험, 항만 상치구조물 성능검증 수리모형실험 등에 활용
20	해안구조물 안정성(3차원평명)실험절차서/예제매뉴얼(`17.12)		◦ 자체활용 중

- 지침/매뉴얼 (총 2건)

번호	지침/매뉴얼	기관	비고
1	국토교통 대형실험시설 관리 및 공동활용지침(안)	국토교통연구인프라운영원	(제정 검토중)
2	국토교통 대형실험시설 실험서비스 업무 매뉴얼	국토교통연구인프라운영원	`18년 배포/활용

○ 국제협력 및 협약

(단위 : 건)

구분	년도													계
	`06	`07	`08	`09	`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	`17	`18	
국토교통연구인프라운영원	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9	5	5	1	21
하이브리드구조실험센터	-	-	-	2	-	2	-	-	2	3	5	4	10	28
지오센트리퓨지실험센터	-	-	-	-	-	1	1	3	6	7	10	8	3	39
지진방재연구센터	2	-	-	-	-	1	3	3	6	3	6	5	8	37
첨단건설재료실험센터	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
대형풍동실험센터	-	-	-	-	-	1	1	-	2	4	3	1	3	15
해안항만실험센터	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	3
계	2	0	0	2	0	5	5	6	17	27	29	25	27	145

- 국토교통연구인프라운영원

번호	일자	협력기관	구분	내용
1	2014.11.11	(미국) NHERI-NOC	협력기관	■ 협력기관 가입
2	2015.01.05	(스위스) EMPA	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결

번호	일자	협력기관	구분	내용
3	2015.08.02	(인도네시아)	국제 세미나	■ 한-인니 도로협력회의
4	2015.09.26	(독일) Kassel University	공동연구	■ Kassel University Steel and Composite Structures 실험실의 Uwe Dorka 교수, M. Sc. Ferran Obon Santacana 방문 - 상호연구현황 공유를 통해 향후 공동연구 방안에 대한 협의 진행
5	2015.09.29	(스위스) ETH	국제 세미나	■ ETH(취리히 연방 공과대학교) Structural Dynamics/Earthquake Engineering 실험실 방문을 통해 공동연구 및 협업 방안 논의
6	2015.09.30	(스위스) EMPA	국제 세미나	■ EMPA(스위스 연방 재료시험연구소) 관련 연구자와의 기관 운영정책, 인력, 실험시설 활용 방안에 대한 협의
7	2015.10.28	(유럽) JRC (중국) Tongji Univ.	국제 세미나	■ 대한토목학회 글로벌 세션 개최 - (유럽)JRC, (중국)Tongli 대학교 등 국내외 관련자참여
8	2015.11.12	(대만) 타이난 성공대학교	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결
9	2015.12.03	(중국) Wuhan 기관	심포지움	■ 중국 Wuhan 실험시설·장비 관련 심포지움 초청(Symposium on new seismic isolation technology of structural engineering)
10	2016.01.06	(베트남)	국제학회	■ 베트남 EASEC-14 참석 및 발표(Network of large scale testing facilities in Korea established by KOCED program)
11	2016.02.29	(유럽) JRC	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결
12	2016.04.21	(미국) National Science Foundation	국제협력	■ NHERI(NEES 후속 사업) 연계 협력방안 논의
13	2016.07.04. -2016.07.08	(독일) KIST-Europe연구소, Fraunhofer EMI 등	국제협력	■ 관련 연구시설·장비를 활용한 공동연구 및 국제협력 방안 협의 - (7/5, Fraunhofer EMI) Assistant Director Hanna Harter - (7/6, BAW) Dr. Michael Gebhardt - (7/7, KIST-Europe) Smart convergence Group 황종운 단장, 이용오 박사 - (7/8, KIAT 유럽사무소) Smart convergence Group 황종운 단장, 이용오 박사
14	2015.06.29. -2016.04.28	(미국) Old dominion University	공동연구	■ 하이브리드 실험 및 분산실험 연구 등
15	2016.04.29. -2017.04.28	(미국) Old dominion University	공동연구	■ 하이브리드 실험 및 분산실험 연구 등
16	2017.04.29. -2018.01.31	(미국) Old dominion University	공동연구	■ 하이브리드 실험 및 분산실험 연구 등
17	2017.09.08	(유럽) JRC	국제협력	■ 한-EU 과학기술공동위 관련 협조 요청(EU-Korea JSTCC 2017)으로 국제협력 향후 진

번호	일자	협력기관	구분	내용
				행 방향 협의 - (9/8, Italy 7AESE) ELSA(PINTO VIEIRA Artur) -JRC 브뤼셀 본부(Ms. Elena SACHEZ)와 협의 - KOCED_JRC ELSA 협력을 위해 KOCED에서 국내 관련 부처와 협의를 통해 우선추진 과제, Agenda 제시 요구
18	2017.09.11	(중국) 저장대학교	국제협력	■ 중국 저장대학교(Zhejiang University) Yaozhi Luo 토목 및 건축학과장 및 관계자 10여명 방문 - KOCED 사업 소개 및 중국 관련 사업 및 시설 소개
19	2017.12.12	(유럽) JRC	국제협력	■ JRC-ispra 방문 및 협력회의 - KOCED 및 JRC 소개, KOCED 및 SERA의 현재 추진사항, 실험데이터 정보 및 인력 교류에 대한 협력방안 논의
20	2017.12.13	(이탈리아) EUCENTRE	국제협력	■ EUCENTRE-TREES LAB 방문 및 협력회의 - General Agreement for Cooperation 체결 제안및 표준실험절차 개발관련 공동연구 협의
21	2018.06.	(이탈리아) EUCENTRE	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결

- 하이브리드구조실험센터

순번	일자	협력기관	구분	내용
1	2009.04	(미국) ATLSS	MOU	■ Joint research, Exchange of faculty/researchers, students, assistance, training
2	2009.04	(미국) EERC	MOU	■ Joint research, Exchange of faculty/researchers, students, assistance, training
3	2011.09	UNIKA	국제 세미나	■ HYSTEC & UNIKA 교류 세미나 - HYSTEC & UNIKA 교류 세미나, 실험시설 투어
4	2011.12 ~2012.03	(독일) KASSEL 대학교	공동 연구	■ 하이브리드 분산 실험 - 구조물 내진실험을 위한 하이브리드 분산 실험 수행
5	2014.10.15	(중국) 대련민족대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 대련민족대학의 부총장 및 관련 연구자
6	2014.12. 05	베트남 국립 하노이 건축대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 베트남 국립 하노이 건축대학 총장 및 관련 연구자
7	2015.05.13	미국 남가주정부연합(SCAG)	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 미국 남가주정부연합(SCAG) 대표단(시장급 3명 및 SCAG 임원 1명)
8	2015.10.26	(유럽) JRC(Joint Research Centre)	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - JRC(ELSA)와의 공동협력 방안 모색
9	2015.12.11	(대만) 중국문화대, 국립대만대 등 16개 대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 명지대학교와 자매결연을 맺은 대만의 16개 대학 총장 일행 40여명 방문
10	2016.01.12	(러시아) 북동연방대학교	센터견학	■ 러시아 북동연방대학교 학생들 실험시설 투어(11명)

순번	일자	협력기관	구분	내용
11	2016.05.27	(일본) 후쿠이공과대학교	공동연구	■ 이사장님 및 학교 인사들 방문, 실험시설 투어 (10명)
12	2016.08.31	(일본) 치바대학교	공동연구	■ 부총장 및 일행 방문, 실험시설 투어(4명)
13	2016.11.18	(중국) 가흥대학교	공동연구	■ 부총장 및 일행 방문, 실험시설 투어
14	2016.12.06	(중국) 서안외사대	센터견학	■ 총장 및 일행 방문, 실험시설 투어(14명)
15	2017.03.29	(중국)사천방송대학교	센터견학	■ 중국 사천방송대학교 마홍쿠이 총장 및 관계자 10여명 방문 - 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
16	2017.06.02	(베트남) ㈜ESCORT	센터견학	■ ㈜ESCORTS 베트남 지사 임직원 10여명 방문 - 하이브리드실험센터의 건설·플랜트·기계 분야의 실험사례 소개 - 국제 R&D 사업을 통한 연구성과 소개 - 20MN Dynamic UTM 실험동 현장 견학
17	2017.09.11	(중국) 저장대학교	센터견학	■ 중국 저장대학교(Zhejiang University) Yaozhi Luo 토목 및 건축학과장 및 관계자 10여명 방문 - 구축중인 15개 국가 중요 실험시설들에 대한 간략한 소개 - 하이브리드구조실험센터에서 진행중인 실험 및 20MN Dynamic UTM 시연
18	2017.11.15	(중국) 이우공상직업학원	센터견학	■ 이우공상직업학원 Jin Hongmei 원장 및 관계자 10여명 방문 - 국제학술 및 실험기술 교육·협업 협의
19	2018.01.15	(미국) MTS	센터견학	■ MTS 임원 2명 방문 - 하이브리드실험센터 실험시설 및 장비 견학 - 건설분야 실험사례 소개
20	2018.03.12	(이태리) EUCENTRE	국제협력	■ EUCENTRE-TREES LAB 방문 및 협력회의 - 실험시설 및 실험사례 소개 - 실험절차 공유 및 국제협력 공동연구활용 협의
21	2018.03.16.	(중국) 연태대학교	센터견학	■ 중국 연태대학교 장 쿤 중외항목부 및 관계자 4명 방문 - 실험시설 및 실험견학 - 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
22	2018.04.17.	(중국) 총칭공정학원	센터견학	■ 중국 4개 대학(총칭공정학원, 총칭공상대학 룽즈학원, 총칭기전직업기술학원, 남경중화중전학교) 대표단 12명 방문 - 실험시설 및 실험견학 - 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
23	2018.04.20.	(스페인) Nebrija University	센터견학	■ 스페인 Nebrija University의 Mr. Joaquin Espallaragas 총장 및 관계자 4명 방문 - 실험시설 및 실험견학 - 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
24	2018.05.24	(미국) Degenkolb	실험견학	■ Degenkolb 임원 및 관계장 8명 방문 - 댐퍼 온도의존성 성능실험 참관 - 실험시설 및 실험사례 소개
25	2018.05.24	(중국) 세종학원	센터견학	■ 중국 주재성 세종학원장 및 학생단 36명 방문 - 실험시설 및 실험견학 - 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
26	2018.08.20	(중국) 안휘공정대학	센터견학	■ 중국 안휘공정대학 황카이원장 외 5명 방문 - 실험시설 및 실험견학
27	2018.08.28	(중국) 북경연예전수학원	센터견학	■ 중국 북경연예전수학원 리우 궈젼 부청장 외 3명 방문 - 실험시설 및 실험견학

순번	일자	협력기관	구분	내용
				- 국제 기술협력 및 국제 학술교류 협력 요청
28	2018.11.06	(중국) 문화학원	센터견학	■ 중국 문화학원 옌 궈핑 부총장외 외 9명 방문 - 실험시설 및 실험견학

- 지오센트리퓨지실험센터

순번	일자	협력기관	구분	내용
1	2011.08	(중국) 동지대, 베이징대	공동연구	■ 실험시설 투어, 워크숍
2	2012.08	(미국) UC Berkeley, Civil and Environmental Engineering	국제세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍 - UC Berkeley, Civil and Environmental Engineering 학과장 실험센터 방문 - 해외 Research Area 관련 토론
3	2013.05	(미국) Dr. S.P.G. Madabhushi	국제세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍 - Dr. S.P.G. Madabhushi(Schofield Center Director) 방문 및 세미나
4	2013.01 ~2013.12	(미국) UWA	공동연구	■ 버켓형식 기초 구조물의 거동 해석 - 해저 플랜트를 위한 버켓형식의 해양 기초 구조물에 대한 Centrifuge modeling을 활용한 모델링 및 거동 해석
5	2013.10	(덴마크) DTU	국제세미나	■ '친환경 자원순환형 통합 수처리 원천기술 개발을 위한 분자동역학 분광학을 이용한 SMART 지하수 통합관리 시스템 개발 연구' 워크숍
6	2014.01	(호주) University of Western Australia	국제학회	■ 지오센트리퓨지 연구센터 연구성과 발표 ■ 김동수 교수(센터장) ICPMG 초청강연 및 우수연구성과 발표/세미나
7	2014.03	(미국) The University of Texas at Austin	국제세미나	■ 실험시설 투어, 세미나(초청강연) - Prof. Kenneth H. Stokoe
8	2014.04	(에티오피아) ADAMA Science, Technology Univ.	국제세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - Dr. Kalid Ahmed Seid, Dr. Tigist Tasew Dires
9	2014.04	(노르웨이) NGI, Oxford Univ.	국제세미나	■ 실험시설 투어, 최근 연구동향 발표 ■ KAIST-NGI 간 풍력기초 설계에 관한 향후 공동연구 협의 ■ Byron Byrne 풍력기초 분야 관련 공동연구 방안 회의
10	2014.04	(영국) University of Oxford	국제세미나	■ 풍력기초 분야 관련 공동연구 방안 회의 - Prof. Byron Byrne
11	2014.11	(영국) University of Cambridge	공동연구	■ 원심모형실험의 세계적 선도 연구기관인 케임브리지 대학 스코필드센터 방문 및 공동연구 추진 및 협력 방안 논의
12	2015.03.20	(영국) University of Cambridge	국제세미나 및 공동연구	■ Prof. Kenichi Soga 센터 방문, 실험시설 투어 - 국제 초청 세미나 발표 - 공동연구 추진
13	2015.03.25	(미국) Stanford University	국제세미나	■ Prof. Kincho Henry Law 실험시설 투어, 초청 세미나발표
14	2015.05.14	(미국) University of Michigan	공동연구	■ 실험시설 투어, 워크숍 - Prof. Bogdan I. Epureanu의 센터 방문 및 실험시설 견학 - 공동연구 추진
15	2015.05.15	(일본)	국제	■ Prof. Reiko Kuwano 실험시설 투어, 초청

순번	일자	협력기관	구분	내용
		University of Tokyo	세미나	세미나발표
16	2015.07.28	(이디오피아) Adama Science and Technology University	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍
17	2015.10.21	(미국) Oregon State University	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍 - 원심 모형실험을 이용한 해양기초 시스템의 거동 평가 및 지반구조물 상호작용 연구 협의
18	2015.10.28	(유럽) JRC(Joint Research Centre) (중국) TongJi University	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍 - 대형실험시설 구축 및 운영 방법, 실험센터 장비의 지속적인 활용 및 공유방법, 국제 협력 공동연구 추진방법에 대한 논의
19	2016.02.01	(미국) Nabih Youssef Associates 컨설팅사	국제 세미나	■ 김대환 부사장 실험시설 투어, 초청 세미나 발표
20	2016.04.09 ~2016.04.21	(호주) University Western Australia	공동 연구	■ 실험시설 투어, 워크숍 - 공동연구 주제 발굴 협의
21	2016.04.15	(이탈리아) Pisa University (중국) Tongji University	국제 세미나	■ 실험시설 투어 및 공동 세미나
22	2016.06.07	(홍콩) Hong kong University of Science and Technology	공동 연구	■ 실험시설 투어, 워크숍 - 공동연구 주제 발굴 협의
23	2016.07.18	(호주) University Western Australia	국제 세미나	■ Prof. Christophe Gaudin, Prof. Conleth O' Loughlin, Kelvin Leong 실험시설 투어 및 세미나 발표
24	2016.07.28	(미국) Stanford University	국제 세미나	■ Prof. Ronaldo I. Borja 실험시설 투어 및 세미나 발표
25	2016.08.26	(중국) Nanjing Tech University	국제 세미나	■ Prof. Y. Xiao Y. Xiao 실험시설 투어 및 세미나 발표
26	2016.10.25	(카자흐스탄) L.N.Gumilyov Eurasian National University	국제 세미나	■ Prof. Askar Zhussupbekov 실험시설 투어 및 세미나 발표
27	2016.11.09	(노르웨이) Norwegian Geotechnical Institute 한국건설기술연구원	공동 연구	■ Ph. D.. Lars Anderson, Researcher Oyvind Torgersrud, 한진태 박사, 김석중 박사 센터 방문, 실험시설 투어 - 공동연구 수행
28	2016.11. ~ 2017.12	(미국) University of California, Davis 외	공동 연구	■ UC Davis 대학의 Prof. Bruce Kutter 교수팀 외 미국, 유럽, 아시아 지역 지오센트리퓨지 센터 간 지진 액상화 평가 공동 연구 - 공동연구 수행
29	2017.02.15	(카자흐스탄,) Nazarbayev University	공동 연구	■ Prof. Dichuan Zhang, Prof. Jong R. Kim와 보강 콘크리트 기초 개발 공동연구 수행 및 실험센터 방문 - 공동연구 수행
30	2017.03.21	(미국)University of Florida	국제 세미나	■ 남부현 교수의 실험시설 투어 및 세미나 발표
31	2017.05.26	(노르웨이) Norwegian Geotechnical Institute (지반연구소)	공동 연구	■ 지반연구소의 연구원 Dr. Anders Solheim, Dr. James M Strout 센터 견학 및 공동연구 방안 협의
32	2017.08.14	(미국) Catholic University of America	국제 세미나	■ Catholic University of America 정찬석 교수와 Identification of an incident seismic motion signal into a truncated, heterogeneous

순번	일자	협력기관	구분	내용
				semi-infinite solid in the time domain' 주제 세미나
33	2017.08.18	(미국) University at Buffalo	국제 세미나	■ Prof. Anthony F. Tessary 초청 세미나 - 'Full-Scale Hybrid Simulation of Soil-Foundation-Structure-Interaction in a Geotechnical Lamina Box'
34	2017.09.17.~22	-	국제 세미나 (홍보)	■ 제19차 세계지반공학회(19th ICSMGE) 참석 및 부스 운영
35	2017.09.22	-	국제 세미나	■ 국외 지반 관련 전문가 방문 - Russian University of Transport의 Prof. Andrey Al. Zaytsev, Prof. Yury Frolovsky와 GeoSea nv의 Senior Geotechnical Engineer인 Christopher
36	2017.09.22	(싱가포르) National University of Singapore, Swinburne University of Technology	국제 세미나	■ 국외 지반 관련 전문가 방문 - National University of Singapore의 Prof. C. F. Leung과 Swinburne University of Technology의 Prof. Ir Dominic El Ong
37	2018.02.26	(중국) 절강대학교 토목학과	국제 세미나	■ 실험시설 투어 및 공동 세미나
38	2018.08.06	(영국) University of Sheffield	국제 세미나	■ Dr. Jonathan Black 초청 세미나 - 'Modelling with Transparent Soil'
39	2018.12.06	(미국) EAC(External Advisory Committee Meeting)	국제 세미나	■ 건설 및 환경공학과 EAC(External Advisory Committee Meeting) 초청연구진 방문

- 지진방재연구센터

순번	일자	협력기관	구분	내용
1	2006.03	(미국) UC Berkeley	공동연구 협력 의향서	■ 내진기술 관련 상호 공동연구를 위한 협력
2	2006.12	(미국) Oregon State Univ.	상호연구 협력	■ 시설물의 안전 및 유지관리 기술 개발을 위한 실험·연구인프라 공동활용
3	2011.09	(독일) KASSEL 대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최
4	2012.11	(일본) 동경대학교	국제 세미나	■ Recent experimental research on seismic design of reinforence concrete buildings in Japan - 최근 일본의 철근콘크리트 구조물의 내진 설계에 대한 실험적(진동대실험 포함) 연구에 대한 세미나
5	2012.04	(일본) 도쿄대학	국제 세미나	■ 도쿄대학 T. Okada 교수 세미나 - 일본 학교건물의 내진평가 세미나
6	2012.10	(독일) 슈투트가르트 대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최
7	2013.11	(일본) 동경공업대	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최

순번	일자	협력기관	구분	내용
8	2013.02	(일본) 구마모토대학	공동 연구	■ steel arch bridge test with shaking table - 진동대 2개를 이용한 아치교에 대한 진동대 실험 추진
9	2013.09	(말레이시아) 페트로나스사, 페트로나스 공과대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최
10	2014.02.06 ~2014.02.07	(대만) NCREE	국제 세미나	■ 지진방재연구센터 실험시설견학 ■ 지반구조물 내진성능 연구 세미나 - Prof. Cheng-Hsing, Chen(National Taiwan Univ.) 외
11	2014.04.02	KIMM (기계연구원) & MTS(USA)	국제 세미나	■ KIMM 실험시설 견학 ■ Seismic System & Shake Table Control Method (Bradford K. Thoen / MTS, USA) - 진동대 시스템 제어 및 발전방향 논의
12	2014.06.30	울산과학기술 대학교 & Univ. of Central Florida	국제 세미나	■ 지진방재연구센터 실험시설견학 ■ 토목구조물 건전성 모니터링 (울산과기대 조수진 박사) - Monitoring for Civil Infrastructure (Univ. of Central Florida 윤해범 교수)
13	2014.09.19 ~2014.09.23	(대만) NCREE	국제대회	■ NCREE(대만국가지진실험센터) 실험시설 견학 ■ IDEERS 2014 경진대회 참관
14	2014.11.24. ~2014.11.28	(미국) Ohio State University, 건양대학교	공동 연구	■ 연속교량에서의 MR댐퍼 성능 최적화를 위한 알고리듬 연구
15	2014.11.14	(미국) WEGAI, 대한전선	공동 실험	■ 500kV Termination(대한전선)에 대한 IEEE Std 693 Seismic Test 공동실험
16	2015.04.26 ~2015.05.06	(미국) B&B, QUALTEC, LG전자	공동 실험	■ ICC-ES AC156에 의한 내진실험 참관 (QUALTEC) ■ B&B와 AC156 실험 공동 추진(지진방재연구센터 장비 활용)
17	2015.09.02	(말레이시아) 페트로나스 대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 워크숍 - 진동대, UTM 등 주요 장비 등에 대한 세미나 수행
18	2015.11.02. ~2015.11.04	MECOS Project	다국가 국제 워크숍	■ OECD-NEA에 의해 조직된 국제협력 MECIS (Metallic Component under High Seismic Loads) Project 국제워크숍 참석
19	2016.04.04	(영국) University College London	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학
20	2016.04.05	(말레이시아) University Technology Malaysia	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학
21	2016.08.12	(이란) Association of Construction Innovation Technology	MOU	■ 기기검증 및 실험·연구인프라 공동활용을 위해 상호협력 체결
22	2016.08.12	(이란) Iranian Institute of Smart Structure in Earthquake Engineering	MOU	■ 기기검증 및 실험·연구인프라 공동활용을 위해 상호협력 체결

순번	일자	협력기관	구분	내용
23	2016.09.08. ~2016.09.12	(대만) NCREE	국제대회	■ NCREE(대만국가지진실험센터) 실험시설 견학 ■ IDEERS 2016 경진대회 참관
24	2016.11.28. ~2016.12.02.	MECOS Project	다국가 국제 워크숍	■ OECD-NEA에 의해 조직된 국제협력 MECIS (Metallic Component under High Seismic Loads) Project 국제워크숍 참석
25	2017.02.13	(일본) 규슈대학 토목과	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 실험장비 및 실험사례 소개 - 연구교류방안 협의
26	2017.02.16	(일본) Kwansei Gakuin 대학	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 지진피해 후 대처방안에 대한 연구교류방안 협의
27	2017.06.08.	미국 MTS	견학	■ 6자유도 진동대 관련 기술세미나 - 한국기계연구원(김영중 센터장), 한국원자력연구원(김민규 박사) - MTS Korea 참석 기술 세미나 개최
28	2017.07.21.	(아시안6개국)	견학	■ 실험시설 투어, 세미나 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 ■ 구조물 내진설계 경진대회 참관
29	2017.08.06. ~2017.08.11.	(대만) NCREE (미국) MTS	컨퍼런스	■ MTS Worldwide Seismic Users' Group Meeting - 전 세계적으로 지진 진동실험을 수행하고 있는 각 연구기관이 모여 최근의 진동실험 사례 및 개선된 실험기법 등 발표, - 연구기관 간 상호 정보 교류
30	2018.01.17	(미국) MTS USA	국제 세미나	■ MTS USA Structure/Ground Vehicle 임원진 Steve Harrison, Bill Hardy 방문 - 센터 현황 소개 및 진동대 장비 관련 토의
31	2018.02.23	(대만) 국가지진센터(NCREE)	국제 세미나	■ 대만 국가지진센터의 센터장 Shyh-Jiann Hwang 교수 방문 - 센터 현황 소개 및 향후 양 기관간 업무 협력방안에 대한 협의 진행
32	2018.02.27	(말레이시아) Universiti Technologi MARA	견학	■ 말레이시아 Technologi MARA 대학교 NORHAYATI 교수 방문 - 센터 현황 소개 및 진동대 장비 견학
33	2018.05.02	(일본) 동경대학교 생산기술연구소	국제 세미나	■ 동경대학교 생산기술연구소 나까노 요시야끼 교수 방문 - 센터 현황 소개 및 실험장비 견학, 연구 협력에 관한 내용 논의
34	2018.06.07.	(미국) South Dakota State Univ.	초청특강	■ 미국 South Dakota State Univ. 서준원 교수 초청 특강 - 교량과 구조물의 지진 안전성 평가
35	2018.08.27	(일본) Nagoya 대학	국제 세미나	■ Nagoya 대학 Takuya Nagae 교수, E-Defence 강재도 박사 방문 - 센터 현황 소개 및 향후 양 기관간 업무 협력방안에 대한 협의 진행
36	2018.09.13	(대만) NCREE	MOU	■ 양 기관 상호 교류 및 공동연구 협약
37	2018.12.06	(일본) 와세다 대학	견학	■ 와세다 대학 소다 교수 센터 방문 - 센터 소개 및 시설 견학

- 첨단건설재료실험센터

번호	일자	협력기관	구분	내용
1	2017.12.18.	(베트남) University of Transport Technology	국제 세미나	■ University of Transport Technology 관계자 및 학생 총 22명 방문 - 첨단건설재료실험센터 시설 및 장비 견학 - 건설재료관련 실험관련 시연
2	2018.05.25	(인도) Universitas Kristen Maranatha	국제 세미나	■ Universitas Kristen Maranatha의 관계자 및 학생 총 24명 방문 - 사장교 내풍안정성 평가

- 대형풍동실험센터

번호	일자	협력기관	구분	내용
1	2011.11	(베트남)	공동 연구	■ Cao Lanh Bridge Project 수행 - 사장교 내풍안정성 평가
2	2012.05 ~2012.08	(베트남)	공동 연구	■ Vam Cong Bridge 3차원 전교모형실험 - 콘크리트 사장교 내풍안정성 평가
3	2014.08	AWAS	국제 학회	■ AWAS 국제학술대회 참석 - 논문 3편 구두 발표
4	2014.04	(쿠웨이트) KUSCA	국제 세미나 및 공동연구	■ 실험시설 투어, 프로젝트 풍동실험 시연 - Dr. Jon Raggett(KUSCA), T.Y.Lin(ACOM)
5	2015.03.25. ~2015.04.03	(미국) Stanford Univ.	공동 연구 및 세미나	■ 풍력발전기 후류 및 단지배치 최적화 풍동실험을 위한 국제공동연구 및 세미나
6	2015.07.07	(인도) Dobra Chanti Br.	국제 공동연구	■ 실험시설 투어 ■ Dobra chanti Bridge 3차원 전교모형 풍동실험 시연
7	2015.07.25	(칠레) Chacao Br.	국제 공동연구	■ 실험시설 투어 ■ Cahcao Bridge 3차원 전교모형 풍동실험 시연
8	2015.11.12	(대만) Tamkang University	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결
9	2016.1.26	(대만) Tamkang University Wind Engineering Research Center	MOU 및 세미나	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결 및 세미나
10	2016.03.21	(일본) Kitakyushu대학	국제 세미나	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어
11	2016.10.24	(앙골라) 국토부(MAT)	국제 세미나	■ 실험시설 투어, 프로젝트 풍동실험 시연 - Bornito de Sousa Baltazar Diogo장관, H.E.Albino Malungo
12	2017.03.21	(일본) Kitakyushu 대학교	국제 세미나	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어
13	2018.03.22	(덴마크) Svend Ole Hansen ApS	MOU	■ 상호 업무 협력을 위한 MOU 체결 - 향후 풍동실험 및 내풍안정성 분야의 기술적 교류, 공동 프로젝트 수행 등 계획

번호	일자	협력기관	구분	내용
14	2018.03.19	(일본) Kitakyushu 대학	국제 세미나	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어
15	2018.06.18	(홍콩) Hongkong Polytechnic대학	공동연구	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어 ■ 공동 연구를 위한 세미나

- 해안항만실험센터

번호	일자	협력기관	구분	내용
1	2015.11.12	(대만) 타이난 성공대학교	MOU	■ 공동연구 상호 협력 양해각서 체결
2	2017.05.15	(노르웨이) 스타방게르대학교	국제 세미나	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어
3	2018.03.05	(일본) 히로시마 대학교	국제 세미나	■ 호남권 기후재해 적응형 건설적정기술 개발 일환으로 방문하여 실험시설 견학 및 실험시설 투어 ■ 초청강연 및 세미나 - 일본 히로시마대학교(Tsuchida Takashi 교수) - '해안항만 구조물 경량 혼합 고화처리토의 개발과 적용사례 및 파랑에 의한 지반 안정성 평가' 세미나

○ 교육활용

(단위 : 건)

구 분	년도별 교육활용 건수									계
	~`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	`17	`18	
하이브리드구조실험센터	-	1	2	6	5	9	16	4	9	52
지오센트리퓨지실험센터	-	-	3	1	5	7	7	5	4	32
지진방재연구센터	1	1	2	5	5	4	3	12	20	53
첨단건설재료실험센터	-	-	7	6	4	11	11	12	14	65
대형풍동실험센터	-	-	4	1	4	6	4	8	7	34
해안항만실험센터	-	-	2	-	3	8	8	3	4	28
계	1	2	20	19	26	45	49	44	58	264

(단위 : 명)

구 분	년도별 교육활용 인원									계
	~`10	`11	`12	`13	`14	`15	`16	`17	`18	
하이브리드구조실험센터	-	40	50	220	200	158	240	118	273	1,299
지오센트리퓨지실험센터	-	-	360	60	515	417	190	65	62	1,669
지진방재연구센터	200	200	250	288	248	258	175	448	866	2,933
첨단건설재료실험센터	-	-	272	352	720	817	501	2,923	550	6,135
대형풍동실험센터	-	-	160	40	100	169	255	112	38	874
해안항만실험센터	-	-	50	-	650	295	109	36	76	1,216
계	200	240	1,142	960	2,433	2,114	1,470	3,702	1,865	14,126

- 하이브리드구조실험센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2011.08	창조과학영재캠프	40	■ 실험센터 견학
2	2012.03 ~2012.06	명지대학교 토목환경공학과	30	■ 철근콘크리트설계 수업
3	2012.09 ~2012.12	명지대학교 토목환경공학과	20	■ 구조동역학 수업
4	2013.07.08. ~2013.08.30	명지대학교	20	■ 2013 제1회 구조실험 공모전 - 최우수 당선작 : 고성능 강-콘크리트 합성 거더 극한강도 평가시 유효폭 산정(국민대학교 오창국 교수)

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
5	2013.03 ~2013.08	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 강구조설계 수업 - 강판형교 구조거동 실험 - 강상판 교량 데크플레이트 구조실험
6	2013.03 ~2013.08	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 구조역학 수업
7	2013.09 ~2013.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 교량공학 수업 - 케이블 교량 강박스거더 구조실험
8	2013.09 ~2013.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 전산구조공학 수업
9	2013.09 ~2013.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 강구조공학 수업 - 강구조 휨부재 구조거동 실험 - 강구조 인장부재 인장강도 실험
10	2014.03 ~2014.08	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 구조역학2 수업
11	2014.03 ~2014.08	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 강구조설계 수업 - 강판형교 구조거동 실험 - 강상판 교량 데크플레이트 구조거동실험
12	2014.09 ~2014.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 전산구조공학 수업
13	2014.09 ~2014.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 강구조공학 수업 - 강구조 휨부재 구조거동 실험 - 강구조 인장부재 인장강도 실험
14	2014.09 ~2014.12	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 교량공학 수업 - 케이블 교량 강박스거더 구조실험
15	2015.01.16	국립목포대학교	5	■ 해양케이블 시험연구센터 - 실험센터 실계 및 설비 사항 검토 - 실험 참관 및 상호 협력 방안 논의
16	2015.01.30	국방과학연구소	6	■ 실험시설 견학 및 구조역학 실험논의
17	2015.03 ~2015.06	명지대학교 토목환경공학과	40	■ 강구조설계 수업 - 강재절곡거더 피로실험 - 합성거더교 휨 실험
18	2015.06.04	비티엠이엔씨	30	■ Bi-PC Girder Dual-Prestressing 공법 실물재하 실험 및 세미나
19	2015.06.16	명지대학교 토목환경공학과	30	■ 강관-강판 접합부의 피로성능평가 및 설계기준 개발 세미나(박연철 박사, Lehigh Univ.)
20	2015.06.23	한국원자력연구원	5	■ 실험시설 견학 및 구조역학 실험논의
21	2015.07.16	대한토목학회	12	■ 대한토목학회 구조위원회 세미나 - 센터소개 및 주요 실험사례 - 실물모형실험 참관
22	2015.08.20	바움브릿지	10	■ 30m BT거더 세미나 및 공개실험
23	2015.09.17	포스코	20	■ 50m 경량 프리컴거더 정동적 공개실험 및 세미나
24	2016.03 ~2016.06	명지대학교 토목환경공학과	14	■ 강구조설계 수업
25	2016.03 ~2016.06	명지대학교 토목환경공학과	12	■ 캡스톤디자인1 수업
26	2016.04.06	세종대학교 산학협력단	6	■ 이중강관-콘크리트 합성관 휨 공개실험
27	2016.04.29	국토교통과학기술	26	■ 실험시설 견학 및 내진보강 HT 구조성능 공개실험

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
		진흥원 & 한국원자력연구원		
28	2016.05.23	부원비엠에스	22	■ 외부 보-기둥 접합부 반복가력 공개실험 - 인천대,한양대 석.박과정 학생 참여 및 견학
29	2016.06.02	한국강구조학회 & 동국제강	11	■ 대형조립 H형강 구조성능 평가 공개실험
30	2016.06.16	한국수자원공사 & 지구환경전문가그룹	8	■ 하이브리드댐 대형공시체 강도 공개실험
31	2016.06.30	알에스피 & 수산중공업	6	■ 캐빈 안전도 시험(ROPS,FOPS)
32	2016.07.05	국립목포대학교 & 해양케이블 URF 시험연구센터	5	■ 해양케이블 시험연구센터 - 실험센터 실계 및 설비 사항 검토 - 실험 참관 및 상호 협력 방안 논의
33	2016.07.13	피에스테크	22	■ 보-기둥 접합부 공개실험
34	2016.08.10	구조연구회	21	■ 구조연구회 하계 학술 발표회 - 실험시설 견학 및 구조분야 연구발표
35	2016.08.11	부경대학교 산학협력단 & 성환이앤씨	28	■ FBG 광섬유센서 및 EM센서 융합 블록아웃 PSC 거더의 생애주기 단계별 긴장력 계측 성능 검증 1차 공개실험
36	2016.08.26	코아이앤씨(주)	11	■ 30m 철도교 거더 성능 공개실험
37	2016.10.12	우경건설(주)	23	■ 슈퍼-T 거더(STG) 실물모형 동적성능 평가 공개실험(L=30m, H=2.75m)
38	2016.11.01	동국대학교 산학협력단	18	■ 창의도전 보-기둥 공개실험
39	2016.12.01	한국강구조학회 & 중앙대학교	7	■ T형 접합부 성능 공개실험
40	2017.04.04	대림C&S	38	■ 대림C&S 60m 신형식 거더 기술 세미나 - 강재 절감효과 및 프리스트레스를 도입한 슬래브 이음부 안정성에 대해 토론 - 국내 최초로 구축되는 하이브리드구조실험센터 20 MN Dynamic UTM(Universal Testing Machine) 현장 견학
41	2017.08.03	경기지방 중소벤처기업청	10	■ 실험시설 견학 및 국내 최초도입 20MN Dynamic UTM 실험장비 시연 - 김영신 기업청장 및 관계자 참석 ■ 중소기업 연구장비 공동활용 지원사업에 대한 활성화 방안 및 협력 협의
42	2017.10.31	㈜삼보기술단	30	■ Arch Deck 공법이 적용된 60m 거더 공개실험 ■ 연세대학교 학생 10여명 실험 참여를 통한 산·학·연 공동연구 수행
43	2017.11.15	㈜GS건설	40	■ Multistory Frame Structure 공개실험 - 12M 높이의 외측기둥에 5MN Static Actuator로 하중 반복가력하여 기둥 연결부의 성능평가를 수행
44	2018.04.05	국방부 공병시설본부	4	■ 국방부 공병시설본부 - 실험시설 견학 및 상호교류 발전방향 논의

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
45	2018.04.05	대한토목학회	10	■ 대한토목학회 사무국 - 실험시설 견학 및 연구발전방향 논의
46	2018.04.11	명지대학교 토목환경공학과	33	■ 강구조설계 - 65M 철도교 거더 특징 및 정동적 성능실험
47	2018.04.12	대림 C&S	80	■ 65M SCC거더 기술세미나 및 공개실험 - 65M SCC거더의 특징 및 정동적 실험 소개 - 65M SCC거더의 정적성능 실험
48	2018.05.16	테크스퀘어	30	■ 강제 프레임 적용 댐퍼성능 공개실험 - 단계별/반복가력 댐퍼성능 실험 - 안전시설물 적용관련 논의
49	2018.08.24	서울대학교	40	■ 강제 프레임 적용 댐퍼성능 공개실험 - 단계별/반복가력 댐퍼성능 실험 - 안전시설물 적용관련 논의
50	2018.10.26	네오테크	11	■ 커플링 테크공법(강관연결재) 실물모형실험 공개실험 - 가설단계를 고려한 강관연결재 성능실험
51	2018.11.20	명지대학교 토목환경공학과	15	■ 교량공학 - 이중합성거더 부모멘트부 특징 및 정적 성능실험
52	2018.12.04	하남종합건설	50	■ 복합트러스교 격점부 성능검증실험 공개실험 및 세미나 - 격점부 트러스의 특징 및 실험방법 소개 - 결점부 트러스의 정적성능 실험

- 지오센트리퓨지실험센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2012.03 ~2012.06	KAIST	30	■ 토질역학 수업
2	2012.09 ~2012.12	KAIST	30	■ 지반공학 수업
3	2012.11	KAIST	300	■ Open KAIST 행사 - 실험센터 견학
4	2013.08	KAIST	60	■ 창의적 글로벌 리더 프로그램 - 실험센터 견학
5	2014.01.08 ~2014.01.22	과학고, 영재고	300	■ (5회)과학교, 영재교 교육 프로그램 - (30명×5조) 실험센터의 제어실 및 실험장비 견학
6	2014.01.10	TBM 연구단	15	■ TBM 핵심 설계 부품기술 및 TBM 터널의 최적 건설기술 연구단 센터 견학 - 15개 산학연의 다양한 연구분야 전문가 초청 세미나
7	2014.07.10	KAIST	50	■ 트레이닝워크샵 - 지오센트리퓨지 실험시설 견학 - 추연욱 교수(공주대), 김남룡 박사(K-Water 연

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
				구원), 김동준 차장(현대건설), 박헌준/진석우(카이스트) 초청 강연 등 - 센트리퓨지 실험준비 과정 및 센서 계측 실습 및 시연
8	2014.10.09. 2014.11.15	미담장학회	100	■ 실험센터 투어 및 실험 참관 - '세종대왕님과 KAIST 1% 학생들의 동행' 행사의 일환으로 실험센터 방문
9	2014.12.11	서울과학고	50	■ 실험센터 투어 및 실험 참관 - 원심모형실험기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 소개
10	2015.01.29.	과학고, 영재고	28	■ 센터 견학 및 원심모형실험 참관
11	2015.05.21.	KAIST	15	■ 고급지반동역학 강의, 지오센트리퓨지 실험 및 진동대 실험 실습
12	2015.05.23.	미담장학회	44	■ 실험센터 투어 - "제 7회 KAIST 미담방과후학교 꿈 나눔 캠프" 행사의 일환으로 실험센터 방문
13	2015.10.10	미담장학회	80	■ 실험센터 투어 - "제 7회 KAIST 미담방과후학교 꿈 나눔 캠프" 행사의 일환으로 실험센터 방문
14	2015.11.05. ~2015.11.06	KAIST	200	■ 실험센터 투어 - 제8회 "Open KAIST"를 통한 일반인 및 초·중·고 학생 실험센터 방문
15	2015.11.18	KAIST	10	■ 실험센터 투어 - KAIST 무학과 대상으로 실험시설 및 장비 견학 교육
16	2015.11.28	KAIST	40	■ 실험센터 투어 - "건설 및 환경공학과" 주관의 「꿈의 도시 디자인 경진대회」 참여자들에 대한 실험시설 견학
17	2016.04.15	전산구조공학회	10	■ 실험센터 투어 - '2016년도 정기학술대회 및 정기총회' 참석자들의 방문
18	2016.05.03	국토교통과학기술진흥원	10	■ 실험센터 투어 - 'KAIST 연구현장교육' 참석자들의 방문
19	2016.07.07	KAIST	80	■ 트레이닝 워크숍 - 지오센트리퓨지 실험시설 견학 - 김남룡 박사(K-Water 연구원), 김유석 박사(대우건설기술연구원), 김동관 박사(센구조연구소), 박헌준 연구교수, 김재현 박사(KAIST) 초청 강연 - 실험준비 과정 및 센서 계측 실습과 분석 기법 시연 및 동적원심모형실험 시연
20	2016.07.19	한성과학고등학교	40	■ 실험센터 투어 - 원심모형실험기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 소개
21	2016.10.13	인덕대학교	10	■ 윤인석 교수 및 연구진의 실험센터 투어 - 원심모형실험기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 소개

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
22	2016.11.01	신소재제방연구단	20	■ 실험센터 투어 - 원심모형실험기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 소개
23	2016.11.04., 2016.11.21.	KAIST	20	■ 지반동역학 강의활용 - 원심모형실험기 및 진동대를 이용한 지반동역학 및 지반지진공학 연구 내용 소개
24	2017.02.09. ~2017.02.10	지반안전연구단	15	■ 지반함몰 발생 및 피해저감을 위한 지반안정성 평가 및 굴착·보강 기술개발 워크숍 - 관련 시설, 장비 활용에 대한 논의
25	2017.04.12	한국건설기술 연구원	10	■ 국내외 한계상태설계법 적용 관련 초청세미나 - 한국건설기술연구원(김석중 박사) - 북미 하중저항계수설계법 중심의 설계법 개념 및 절차 관련 세미나 - 향후 송전탑기초의 하중 저항계수설계법에 대한 연구 협의
26	2017.05.19	LH토지주택 & LH구조안전센터	15	■ 원심모형실험기의 원리와 이를 이용한 다양한 지반 공학 연구 내용 소개
27	2017.06.01	KAIST 건설 및 환경공학과	10	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강 - 고급지반동역학 수업
28	2017.09~12	KAIST 건설 및 환경공학과	15	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강 - 기초공학 수업
29	2018.03~06	KAIST 건설 및 환경공학과	15	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강 - 지반지진공학 수업
30	2018.04.10	한국해양과학 기술원(KIOST)	25	■ 석션기초의 개념, 설계, 시공에 대한 초청세미나 - 한국해양과학기술원(권오순 박사)
31	2018.04.18	울산과학 기술원(UNIST)	10	■ 지진파 전파 및 증폭 현상 예측 초청세미나 - 울산과학기술원(김병민 교수)
32	2018.09~12	KAIST 건설 및 환경공학과	12	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강 - 지반동역학 수업

- 지진방재연구센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2010.08.19. ~2010.08.20	부산대학교	200	■ 2010 내진설계 경진대회 개최
2	2011.07.21 ~2011.07.22	부산대학교	200	■ 2011 내진설계 경진대회 개최
3	2012.07.19. ~2012.07.20	부산대학교	200	■ 2012 내진설계 경진대회 개최
4	2012.12	부산대학교	50	■ 내진설계된 모형구조물을 이용한 진동대 실험
5	2013.01.28 ~2013.04.12	부산대학교	23	■ 2013 Blind Analysis Contest 개최
6	2013.05.28	부산대학교	30	■ 학부수업 지원 - UTM 재료 및 부재실험 수행 - 공학실험 및 내진관련 수업 진행
7	2013.06.27	지진공학회	30	■ 지반공학회 세미나 및 실험 - Laminar Box 특성 분석 진동대 실험

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
				- 지반관련 세미나 개최
8	2013.07.18 ~2013.07.19	부산대학교	200	■ 2013 내진설계 경진대회 개최
9	2013.11.05	동경공업대	5	■ 실험센터 견학 및 실험 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최
10	2014.03.27	한국원자력연구원	5	■ 지진방재연구센터 견학 ■ 원자력분야 실험관련 협의
11	2014.06.12	한국기계산업진흥회	40	■ 지진방재연구센터 견학 ■ 한국기계산업진흥회 부회장 외 참여업체 대표 등
12	2014.08.14	부산지방기상청	3	■ 지진방재연구센터 견학 ■ 지진 및 기상관련 협의
13	2014.07.17	부산대학교	200 46팀	■ 2014 내진설계 경진대회 개최 - “풍력발전구조물의 내진설계”
14	2014.08.14	기상청	-	■ 부산지방기상청 직원 견학
15	2015.01.16	전남대학교	10	■ 철근콘크리트 한계상태 세미나(김우 교수님)
16	2015.05.14	세종대학교	8	■ 동화상을 이용한 실시간 동적변위 추정 세미나 (이종재 교수님)
17	2015.03-2015.08	부산대학교	40	■ 학부수업 지원 - UTM 재료 및 부재실험 수행 - 공학실험 및 내진관련 수업 진행
18	2015.07.23.-24	부산대학교	200	■ 2015 내진설계 경진대회 개최
19	2016.05.25	물금고등학교 과학동아리	25	■ 실험센터 견학 및 실험 - 지진방재연구센터 소개 및 견학 - 내진관련 세미나 개최
20	2016.06.16	YTN	-	■ 공간다큐 <도시, 사람을 품다> 촬영
21	2016.07.23-24	부산대학교	150	■ 2016 내진설계 경진대회 개최
22	2017.01.09	부산대학교 건설융합학부	80	■ 센터견학(진동대장비 등 소개) 및 센터소개 ■ 실험사례 및 분야별 내진시험의 필요성 강의 ■ 학부생들의 진로관련 정보제공
23	2017.01.11	경상대학교 지질과학과 학생동아리	5	■ 지질과학과 진동대실험 연관성 설명 및 토론 ■ 센터견학(진동대장비 등 소개) 및 센터소개 ■ 실험사례 소개 ■ 지질과학과 진동대실험 연관성 설명 및 토론
24	2017.03.23	한국해양대학교 해양공간건축학부	80	■ 실험센터 견학 및 세미나
25	2017.03.30	한국원자력연구원	10	■ 원자력발전소의 확률론적 지진안전성 평가와 항공기 충돌에 대한 원전의 리스크 평가를 주제로 세미나 개최
26	2017.04.26	한국전력연구원	60	■ 외부보강체를 이용한 강재댐퍼 보강에 따른 구조물의 내진성능평가 공개 실험 - 한국전력연구원 차세대송변전연구소 등 관련 기관 다수 참여
27	2017.06.08	한국기계연구원 & 한국원자력연구원	10	■ 김영중 센터장, 김민규 박사와 함께 ‘6자유도 진동대 검수 세미나’ 개최
28	2017.07.20. -2017.07.21	-	120	■ 2017 구조물 내진설계 경진대회 개최 - 1차 설계안 심사 - 2차 본선 진행 : 구조물 제작 및 진동대 실험

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
29	2017.08.11	포스코 철강솔루션센터	10명	■ 이우종 마스터 초청으로 진동대 장비 및 냉각 계통의 효율적 유지관리 기술 협의 등
30	2017.08.21	해강중학교	12명	■ 센터견학 ■ 기본적인 지진 및 건축물에 대한 공학적 접근 기초 설명 등
31	2017.09.13	포스코	30명	■ 아파트 리모델링 강구조 시스템 동적성능실험 공개 실험
32	2017.10.18	포스코	25명	■ 점성댐퍼가 구비된 창호형 제진시스템의 내진성능평가 공개 실험
33	2017.10.27	브니엘고등학교 건축동아리 DIAD	6명	■ 센터견학(진동대장비 등 소개) ■ 실험사례 소개 ■ 질의응답
34	2018.01.11	부산시 교육청	25명	■ 부산광역시 교육청 주관의 '2017 고교 윈터스쿨'의 건축과 경제 강좌의 일환으로 실험센터 방문
35	2018.01.26	부산광역시청 시민안전실	5명	■ 부산광역시 시민안전실 직원 (배광효 실장 외) 센터 견학
36	2018.02.21.	구조연구회	21명	■ 구조연구회 세미나 - 부산대 김정한 교수, 부경대 이진호 교수
37	2018.03.28	부산대학교 에스와이빌드(주)	20명	■ SY폴리캠하우스 내진성능평가 동적실험 공개실험 - 부산대학교와 에스와이빌드(주)에서 공동연구 중인 SY폴리캠하우스에 대한 진동대 실험
38	2018.03.09. 2018.04.18	부산대학교 ㈜ 포스코	20명	■ 조직벽체 보강 진동대 실험 공개실험 - 부산대학교와 ㈜포스코에서 공동연구로 추진 중인 조적벽체 보강에 대한 내진성능평가 실험
39	2018.04.11	진주 문선초등학교	5명	■ 진주 문선초등학교 김보람 교사 및 학생 방문 - 지진 액상화 관련 교육자료 관련 문의 - 센터 시설 견학
40	2018.04.30	부산대학교 (사회환경시스템공학과)	20명	■ 부산대학교 연구장비공동활용지원센터 지원사업의 일환 세미나 개최 - 부산대학교 사회환경시스템공학과(김정한 교수) - 건물 내 설비 및 기기의 지진취약도 평가 방법에 대한 기술적 세미나 수행
41	2018.05.03	부산대학교 (도시공학과)	17명	■ 센터견학(진동대장비 등 소개) - 부산대학교 도시공학과(강정은 교수)
42	2018.05.18	국립재난 안전연구원	6명	■ 센터 견학(진동대 장비, 주요 실험사례 등 소개) - 국립재난안전연구원 지진대책연구실(오금호 실장 외) ■ 유리커튼월 내진성능 실험 참관
43	2018.05.25	부산대학교 한국철강협회 ㈜포스코	20명	■ 스틸하우스 내진성능 우수성 실험 공개실험 - 부산대학교와 ㈜포스코에서 공동연구로 추진하고 있는 스틸하우스에 대한 내진성능평가 실험
44	2018.07.07	부산대학교 (토목공학과)	40명	■ 센터견학(진동대장비 등 소개) - 부산대학교 토목공학과 학부 2,3학년 학생
45	2018.07.20	부산대학교 (학교 홍보대사)	30명	■ 부산대학교 홍보실 직원 및 학생 홍보대사 30명 센터방문 및 시설 견학
46	2018.07.26.-27	지진방재연구센터	400명	■ 2018구조물 내진설계 경진대회 개최 - 1차 설계안 심사 - 2차 본선 진행 : 구조물 제작 및 진동대 실험 - 10주년 특별행사 : 양산지역 중·고교생 초청

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
47	2018.08.06	양산교육지원청	40명	■ 양산교육지원청 현장맞춤형 직무연수 진행
48	2018.08.24.	SINE연구그룹	35명	■ 국토교통부 도시건축연구사업으로 진행중인 건축물 비구조요소 내진성능 확보기술 개발 연구과제 진도관리 회의 개최 (주관연구책임자 : 오상훈 교수)
49	2018.10.31	부산대학교 지진방재연구센터	25명	■ 센터 자체 교육 실시 - 정진환 센터장님의 센터현황, 발전방안 논의 - 김경준 연구위원의 미국의 업무 처리 방식 및 운영요령에 대한 교육 수행
50	2018.11.03	부산대학교 영재교육원 센터	100명	■ 부산대학교 영재교육원 학생들의 센터 견학을 통한 실험사례, 장비 소개, 지진관련 상식 등에 대한 강의 진행
51	2018.11.07	지진방재연구센터 국토교통연구인프라 운영원 MTS KOREA	7명	■ 국토부 장비성능개선2차사업 (대용량·대형 진동대 시스템 구축) Kick-off 미팅
52	2018.11.09	SBS 영재발굴단	10명	■ SBS 영재발굴단 촬영 진행 - 지진에 관심이 있는 영재 안형준 학생의 멘토링 진행
53	2018.11.28	한국소음진동 공학회	20명	■ 한국소음진동공학회 여성위원회 센터 견학

- 첨단건설재료실험센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2012.03 ~2012.06	계명대학교	50	■ 철근콘크리트공학 및 실험 수업
2	2012.09 ~2012.12	계명대학교	50	■ 건설재료 및 실험 수업
3	2012.05	(재)영남건설기술 교육원	20	■ 건설현장 품질관리자 건설품질시험 교육(1차)
4	2012.10	(재)영남건설기술 교육원	20	■ 건설현장 품질관리자 건설품질시험 교육(2차)
5	2012.03.02 ~2012.06.20	계명대학교 토목공학과	33	■ 철근콘크리트공학 및 실험 수업 - 철근 및 콘크리트의 강도시험 - 철근콘크리트의 보 제작 및 휨시험
6	2012.09.01 ~2012.12.20	계명대학교 토목공학과	47	■ 건설재료 및 실험 수업 - 콘크리트용 골재 물성시험 - 콘크리트 압축 및 휨강도 시험
7	2012.09.01 ~2012.12.20	계명대학교 건축공학과	52	■ 건축구조 실험 수업 - 콘크리트 압축 및 휨강도 시험
8	2013.01.15 ~2013.01.30	(재)영남건설기술 교육원	47	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 1차)
9	2013.02.20. ~2013.02.28	(재)영남건설기술 교육원	88	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 2차)
10	2013.04.29 ~2013.05.10	(재)영남건설기술 교육원	52	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 3차)

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
11	2013.06.17 ~2013.06.28	(재)영남건설기술 교육원	18	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 4차)
12	2013.11.04 ~2013.11.15	(재)영남건설기술 교육원	34	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 5차)
13	2013.11.18 ~2013.12.06	(재)영남건설기술 교육원	113	■ 건설기술인력교육 훈련(13년 6차)
14	2014.04.25. ~2014.07.11	(재)영남건설기술 교육원	480	■ 건설기술인력교육 훈련
15	2014.7.16	계명대학교	160	■ 체험열린대학을 통한 교육 프로그램 - 대구 인근 중학교 학생을 대상으로 한 체험열린 대학 교육 프로그램을 통하여 실험시설 견학 및 소개
16	2014.09.01. ~ 2014.12.13	계명대학교 토목공학과	50	■ 건설재료 및 실험 강좌연계 - 콘크리트 재료, 배합, 제조 및 시공 등에 과한 기초지식과 콘크리트 구조물의 진단 및 유지관리 수행
17	2014.06.23	계명대학교 토목공학과	30	■ 프리텐션 방식 PSC I형 거더의 거동 및 설계에 대한 설명 - 토목공학과 학생을 대상으로 전문가 초청 기술 세미나
18	2015.03.02 ~ 2015.06.26	계명대학교 토목공학과	40	■ 철근콘크리트공학 및 실험 수업 - 콘크리트 배합설계 - 철근 및 콘크리트의 강도시험 - 철근콘크리트의 보 제작 및 휨시험
19	2015.03.02 ~ 2015.06.26	계명대학교 토목공학과	3	■ 캡스톤디자인 관련 논문 실험 - 토목공학과 4학년 캡스톤디자인 참여학생들의 80MPa 고성능콘크리트의 실험
20	2015.01.05 ~2015.01.23	(재)영남건설기술 교육원	105	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 1차)
21	2015.03.02. ~2015.03.27	(재)영남건설기술 교육원	140	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 2차)
22	2015.04.13 ~2015.04.24	(재)영남건설기술 교육원	70	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 3차)
23	2015.05.11 ~2015.05.22	(재)영남건설기술 교육원	70	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 4차)
24	2015.07.06. ~2015.07.17	(재)영남건설기술 교육원	78	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 5차)
25	2015.09.01. ~2015.12.21	계명대학교 토목공학과	40	■ 건설재료 및 실험 수업 - 시멘트의 밀도(비중) 실험 - 굵은골재 및 잔골재의 체가름 실험 - 잔골재의 밀도 및 흡수율 실험 - 굵은골재의 밀도 및 흡수율 실험 - 콘크리트 배합 및 압축강도 실험
26	2015.09.07 ~2015.09.25	(재)영남건설기술 교육원	95	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 6차)
27	2015.11.02 ~2015.11.13	(재)영남건설기술 교육원	65	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 7차)

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
28	2015.11.30 ~2015.12.13	(재)영남건설기술 교육원	111	■ 건설기술인력교육 훈련(15년 8차)
29	2016.02.15 ~2016.02.26	(재)영남건설기술 교육원	110	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 1차)
30	2016.03.01. ~ 2016.06.24	계명대학교 토목공학과	31	■ 철근콘크리트공학 및 실험 수업 - 콘크리트 배합설계 - 철근 및 콘크리트의 강도시험 - 철근콘크리트의 보 제작 및 휨시험
31	2016.04.18. ~2016.04.29	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 2차)
32	2016.05.09. ~2016.05.27	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 3차)
33	2016.06.13. ~2016.06.24	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 4차)
34	2016.08.22. ~2016.09.23	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 5차)
35	2016.09.19. ~2016.10.28	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 6차)
36	2016.10.31. ~2016.11.25	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 7차)
37	2016.11.28. ~2016.12.23	(재)영남건설기술 교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(16년 8차)
38	2016.09.01. ~2016.12.23	계명대학교 토목공학과	40	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강(건축재료학 및 실험 수업)
39	2016.09.01. ~2016.12.23	계명대학교 토목공학과	40	■ 건축재료학 및 실험 수업
40	2017.01.02 ~2017.01.20	(재)영남건설기술 교육원	132	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 1차)
41	2017.02.06 ~2017.03.03	(재)영남건설기술 교육원	263	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 2차)
42	2017.03.06 ~2017.03.31	(재)영남건설기술 교육원	341	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 3차)
43	2017.04.03 ~2017.04.28	(재)영남건설기술 교육원	340	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 4차)
44	2017.05.08 ~2017.06.02	(재)영남건설기술 교육원	233	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 5차)
45	2017.06.12 ~2017.06.30	(재)영남건설기술 교육원	212	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 6차)
46	2017.07.03 ~2017.07.28	(재)영남건설기술 교육원	323	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 7차)
47	2017.08.07 ~2017.09.01	(재)영남건설기술 교육원	190	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 8차)
48	2017.09.04 ~2017.09.29	(재)영남건설기술 교육원	273	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 9차)
49	2017.10.16 ~2017.11.03	(재)영남건설기술 교육원	193	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 10차)
50	2017.11.01.~2017.11.30	(재)영남건설기술 교육원	257	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 11)

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
51	2017.12.01.~2017.12.30	(재)영남건설기술교육원	166	■ 건설기술인력교육 훈련(17년 12)
52	2018.01.08. ~2018.02.02	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 1차)
53	2018.02.05. ~2018.02.23.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 2차)
54	2018.03.01. ~ 2018.06.20	계명대학교 토목공학과	30	■ 철근콘크리트공학 및 실험 수업 - 콘크리트 배합설계 - 철근 및 콘크리트의 강도시험 - 철근콘크리트의 보 제작 및 휨시험
55	2018.03.05. ~2018.03.26.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 3차)
56	2018.04.02. ~2018.05.04.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 4차)
57	2018.05.14. ~2018.06.01.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 5차)
58	2018.06.18. ~2018.06.29.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 6차)
59	2018.07.02. ~2018.07.27.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 7차)
60	2018.08.20. ~2018.08.31.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 8차)
61	2018.09.01. ~2018.12.23	계명대학교 토목공학과	40	■ 이론 강좌 및 공개 실험 특강(건축재료학 및 실험) ■ 건설재료 및 실험 수업 - 시멘트의 밀도(비중) 실험 - 굵은골재 및 잔골재의 체가름 실험 - 잔골재의 밀도 및 흡수율 실험 - 굵은골재의 밀도 및 흡수율 실험 - 콘크리트 배합 및 압축강도 실험
62	2018.09.03. ~2018.09.21.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 9차)
63	2018.10.08. ~2018.11.02.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 10차)
64	2018.11.05. ~2018.11.30.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 11차)
65	2018.12.03. ~2018.12.21.	(재)영남건설기술교육원	40	■ 건설기술인력교육 훈련(18년 12차)

- 대형풍동실험센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2012.03 ~2012.06	전북대학교	40	■ 풍력에너지 개론 수업
2	2012.03 ~2012.06	전북대학교	30	■ 구조실험 수업
3	2012.09 ~2012.12	전북대학교	40	■ 풍력에너지 개론 수업
4	2012.08	순천공업고	50	■ 실험센터 견학

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
				- 대한민국 전기발전사업 현재의 미래 탐구
5	2013.03 ~2013.08	전북대학교	40	■ 풍력에너지 개론 수업 - 조별 풍력발전기 설계 및 제작 - 풍속발전기 출력 성능 평가
6	2014.07.17.	한토회	25	■ 실험센터 투어 및 실험 참관 - 한토회 교수 및 관련 연구원 실험시설 견학 및 진행중인 실험 참관 - 대형풍동실험센터 실험 사례 발표
7	2014.05.30	쿠웨이트 국토부 관계자 외	15	■ 실험 참관 및 업무 협의 - 쿠웨이트 교량(KUSCA)에 대한 풍동실험 참관 및 업무 협의
8	2014.06.27	전북대학교 토목공학과	30	■ 풍력에너지 개론 강의 - 조별로 제작한 풍력발전기 성능 평가 실험 수행 및 토론
9	2014.07.04 2014.08.29 2014.09.22 2014.10.20	전북과학고	30	■ 2014 청소년 캡스톤디자인 경진대회 - 청소년 창의기술인재센터에서 주관하는 캡스톤디자인 경진대회의 일환으로 전북과학고 학생들에게 총 4회에 걸쳐 교육 실시
10	2015.07.30. ~2015.07.31	전라북도	40	■ 실험센터 견학 및 세미나 - 전라북도 지역 초·중학생 대상으로 “좋은 바람, 나쁜 바람” 주제로 영재 교육 실시
11	2015.07.07	인도 교통국 공무원	4	■ 실험시설 투어 및 세미나
12	2015.11.23	DSME	5	■ 실험시설 견학 및 업무 협력
13	2015.06.10	KBS (위기탈출넘버원)	20	■ 태풍시 위험한 행동에 대한 주제로 촬영 및 실험시설 투어
14	2015.10.02	전북대학교	30	■ 교량설계 수업 학생들을 대상으로 센터 견학 및 교량 단면 2차원 부분모형 풍동실험 실습
15	2015.11.17	전북대학교	70	■ 구조역학 1 수업 학부생들을 대상으로 센터 견학
16	2016.03.30 2016.04.06	전주 중앙중학교	50	■ 실험시설 견학 및 실험시설 투어
17	2016.07.14 ~2016.07.15	전라북도	120	■ 실험센터 견학 및 세미나 - 전라북도 지역 고등학생 대상으로 교육 실시
18	2016.07.26	전라북도	60	■ 실험센터 견학 및 세미나 - 전라북도 지역 초·중학생 대상으로 “좋은 바람, 나쁜 바람” 주제로 영재교육 실시
19	2016.10.11	전북대학교	25	■ 교량설계 수업 학생들을 대상으로 센터 견학 및 교량 단면 2차원 부분모형 풍동실험 실습
20	2017.01.19	(주)대구테크노파크 스포츠융복합 산업지원센터	30	■ 스포츠 분야에 활용되고 있는 풍동 분야 소개
21	2017	한국선박해양 플랜트연구소	8	■ 실험시설 투어 및 세미나
22	2017	철도기술연구원	5	■ 실험시설 투어 및 세미나
23	2017	삼성중공업	5	■ 실험시설 투어 및 세미나
24	2017	한국타이어	5	■ 실험시설 투어 및 세미나
25	2017	연세대, 부산대	10	■ 실험시설 투어 및 세미나

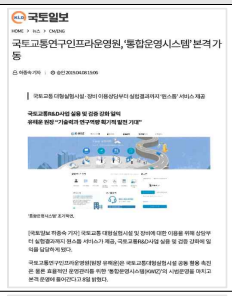
번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
26	2017	건일엔지니어링	10	■ 실험시설 투어 및 세미나
27	2017.07.10	하성중학교 (전북대학교)	39	■ 실험시설 투어 및 세미나 - 지역 학생들 교육 연계 프로그램으로 태풍급 바람 체험 등
28	2018.06.12	중소조선연구소	6	■ 실험시설 투어 및 세미나
29	2018.09.10	한국선백해양플랜트연구소(KRISO)	6	■ 실험시설 투어 및 세미나
30	2018.01.17	순창군청	6	■ 실험시설 투어 및 세미나
31	2018.06.25	금호타이어	8	■ 실험시설 투어 및 세미나
32	2018.05.23	지용금속	3	■ 실험시설 투어 및 세미나
33	2018.05.16	부산대학교	5	■ 실험시설 투어 및 세미나
34	2018.06.25	케이블브릿지	4	■ 실험시설 투어 및 세미나

- 해안항만실험센터

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
1	2012.03 ~2012.06	전남대학교	30	■ 수리학 수업
2	2012.09 ~2012.12	전남대학교	20	■ 해안항만공학 수업
3	2014.04	여수시	20	■ 실험센터 투어 및 실험 참관 - 여수시 기후관리과
4	2014.07.11. 2014.07.16. 2014.08.22. 2014.10.17	전남대학교	510	■ 고교생진로체험 프로그램 - 여수여양고등학교, 여수고등학교, 여수한영고등학교, 목포고등학교, 목포덕인고등학교의 진로체험 교육 실시
5	2014.07.29	여수시	120	■ 여수국제청소년 축제 참여학생 센터 견학
6	2015.03.17	한국농어촌공사	10	■ 실험협의, 실험센터 투어 및 실험 참관
7	2015.04.22	전남대학교 한국건설기술연구원 한국해양과학기술원	10	■ 기후변화대응 항만설계기준 개선방안 연구 과제 워크샵 및 견학
8	2015.05.08	전남대학교	5	■ 조선해양공학과 대학원 실험센터 투어
9	2015.05.08	전남대학교	87	■ 고교생 진로 체험활동 - 여수 충무고등학교 실험센터 투어
10	2015.05.12	전남대학교	93	■ 고교생진로체험활동-목포고등학교 실험센터 투어
11	2015.05.12	전남대학교	35	■ 해양토목공학과 1학년 실험센터 투어
12	2015.05.13	전남대학교	15	■ 조선해양공학과 4학년 실험센터 투어
13	2015.09.17	부경대학교	40	■ 실험센터 투어
14	2016.02.17	현대건설	10	■ 실험센터 견학 및 세미나 - 조류발전 관련 세미나 실시

번호	일자	의뢰기관	인원	교육내용
15	2016.03.23	포스코건설	5	■ 실험센터 견학 및 실험 참관
16	2016.03.30	전남대학교	12	■ 실험센터 견학
17	2016.05.28	여수과학영재교육원	15	■ 실험센터 견학 및 실습
18	2016.06.17	국토교통과학기술 진흥원	4	■ 실험센터 투어 및 실험 참관
19	2016.06.18	여수과학영재교육원	23	■ 실험센터 견학 및 실습
20	2016.08.08	전라북도 중학교 교감단	20	■ 실험센터 견학 및 실습
21	2016.11.26	여수시생활과학교실	20	■ 실험센터 견학 및 실험 참관
22	2017.03.29	전남대학교 조선해양공학과	11	■ 실험센터 견학 및 실험 참관
23	2017.07.08	여수지역아동센터	25	■ 실험센터 견학 및 실험 참관 - 호남권국토교통기술지역거점센터 사업 연계 - 여수지역아동센터 학생 대상
24	2017.09.15	해양수산부	-	■ 2017년 연안침식실태조사(해양수산부)와 관련한 전문가 시설 견학
25	2018.04.11	전남대학교 조선해양공학과	10	■ 실험센터 견학 및 실험 참관
26	2018.05.16	해양수산인재개발원	26	■ 해양수산인재개발원에서 진행 중인 연안정비 실무 교육과정으로 현장학습 수행 - 교육대상 : 각 도, 시, 군, 지방청의 담당자 - 연안침식, 연안정비사업 등과 관련 교육 수행
27	2018.08.30	호남권 국토교통 기술지역거점센터	9	■ 호남권 국토교통기술지역거점센터의 전문가를 대상으로 실험센터 견학 및 실험 참관
28	2018.09.05	전남대학교 해양토목공학과	31	■ 해안수리학 및 실험, 해양 및 항만구조물 설계 수업과 연관하여 실험센터 견학 및 기술 세미나 수행

○ 언론 홍보

번호	게재 일자	언론사	내용	
1	2019.04.08	국토일보	■ 제목 : 통합운영시스템 본격 가동 ■ 내용 : 국토교통 대형실험시설·장비 이용상담부터 실험결과까지 '원스톱' 서비스 제공	
2	2019.04.08	대한전문건설신문	■ 제목 : 국토교통연구인프라운영원, 대형 실험시설·장비 활용 시스템 구축 ■ 내용 : KWIZ 등 대형실험시설 이용자 편의 시스템 홍보	
3	2019.04.22	머니에스	■ 제목 : 국토교통연구인프라운영원, 국토교통 대형실험시설·장비 이용상담부터 실험결과까지 원스톱 서비스 제공 ■ 내용 : 실험사례 및 실험데이터 공유환경 안내 등	
4	2019.04.23	서울경제 언론홍보	■ 제목 : 국토교통 대형실험시설·장비 공동활용 통합운영시스템 오픈 ■ 내용 : KWIZ 등 대형실험시설 이용자 편의 시스템 홍보 등	
5	2017.03.22	국토일보	■ 제목 : 국토교통연구인프라운영원, 지진방재연구센터, "원자력 성능검증기관" 인증 ■ 내용 : 원자력 성능 검인증 기관 인증에 대한 홍보 등	
6	2017.03.27	디지털타임즈	■ 제목 : 국토교통연구인프라운영원, 지진방재연구센터, "원자력 성능검증기관" 인증 ■ 내용 : 원자력 성능 검인증 기관 인증에 대한 홍보 등	

(4) 정성적 연구성과 달성도

□ 국토교통 대형실험시설(1단계) 고도화 현황조사를 통한 정성적 달성도 측정

○ 조사 개요

- 실험센터 구축 이후 수행한 성과분석의 결과로 도출된 수요자 개선요구사항에 대한 실험센터별 개선 현황 조사 및 분석
- 국토교통 대형실험시설의 고도화를 목표로 추진한 본 연구과제의 추진 내용과 연계하여 실험센터에서 체감하는 고도화 현황을 자체평가하고 개선 방안 도출
- 각 실험센터의 개선 사항과 고도화 현황에 대한 조사·분석을 통해 국토교통 실험인프라의 지속적 고도화 및 공동활용 연구장비의 활용성 제고를 위한 방안 수립을 최종 목적으로 함

· 대　　상 : 국토교통 대형실험시설(1단계 6종) 실무자

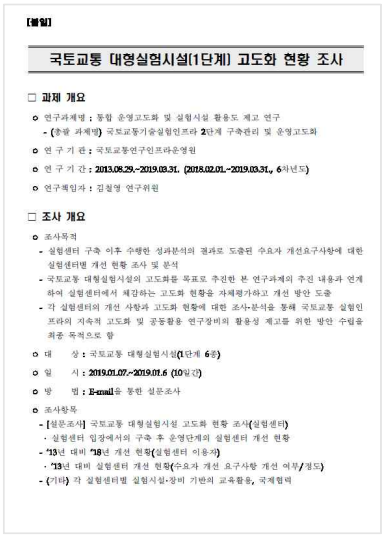
· 일　　시 : 2019.01.07.~2019.01.6 (10일간)

· 방　　법 : E-mail을 통한 설문조사

· 조사 항목 : [설문조사] 국토교통 대형실험시설 고도화 현황 조사(실험센터)

실험센터 입장에서의 구축 후 운영단계의 실험센터 개선 현황

`13년 대비 실험센터 개선 현황(수요자 개선 요구사항 개선 여부/정도)



【붙임】

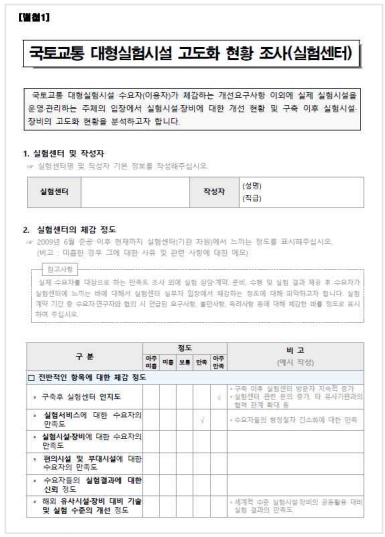
국토교통 대형실험시설(1단계) 고도화 현황 조사

□ 과제 개요

- 연구과제명 : 통합 운영고도화 및 실험시설 활용도 제고 연구
  - (총괄 과제명) 국토교통기술실험인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화
- 연 구 기 관 : 국토교통연구인프라운영원
- 연 구 기 간 : 2013.08.29.~2019.03.31. (2018.02.01.~2019.03.31., 6차년도)
- 연구책임자 : 김철영 연구위원

□ 조사 개요

- 조사목적
  - 실험센터 구축 이후 수행한 성과분석의 결과로 도출된 수요자 개선요구사항에 대한 실험센터별 개선 현황 조사 및 분석
  - 국토교통 대형실험시설의 고도화를 목표로 추진한 본 연구과제의 추진 내용과 연계하여 실험센터에서 체감하는 고도화 현황을 자체평가하고 개선 방안 도출
  - 각 실험센터의 개선 사항과 고도화 현황에 대한 조사·분석을 통해 국토교통 실험인프라의 지속적 고도화 및 공동활용 연구장비의 활용성 제고를 위한 방안 수립을 최종 목적으로 함
- 대　　상 : 국토교통 대형실험시설(1단계 6종)
- 일　　시 : 2019.01.07.~2019.01.6 (10일간)
- 방　　법 : E-mail을 통한 설문조사
- 조사항목
  - [설문조사] 국토교통 대형실험시설 고도화 현황 조사(실험센터)
    - 실험센터 입장에서의 구축 후 운영단계의 실험센터 개선 현황
  - '13년 대비 '18년 개선 현황(실험센터 이용자)
    - '13년 대비 실험센터 개선 현황(수요자 개선 요구사항 개선 여부/정도)
  - (기타) 각 실험센터별 실험시설·장비 기반의 교육활용, 국제협력



【별첨1】

국토교통 대형실험시설 고도화 현황 조사(실험센터)

국토교통 대형실험시설 수요자(이용자)가 제기하는 개선요구사항 이외에 실제 실험시설을 운영관리하는 주체의 입장에서 실험시설장비에 대한 개선 현황 및 구축 이후 실험시설·장비의 고도화 현황을 분석하고자 합니다.

1. 실험센터 및 작성자

☞ 실험센터명 및 작성자 기본 정보를 작성해주십시오.

실험센터		작성자	(성명) (직급)

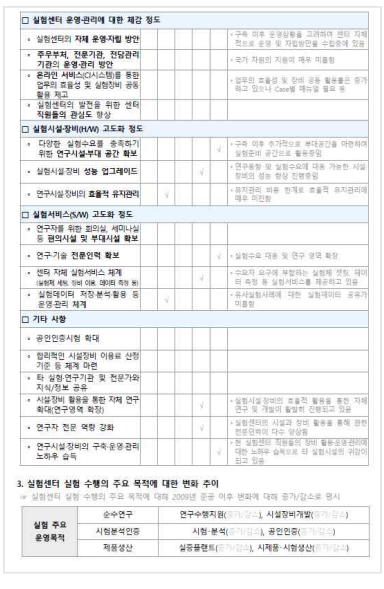
2. 실험센터의 체감 정도

☞ 2019년 6월 검증 이후 현재까지 실험센터(기관 차원)에서 느끼는 정도를 표시해주십시오.
(비고 : 미흡한 경우 그에 대한 사유 및 관련 사항에 대한 메모)

참고사항

실제 수요자를 대상으로 하는 만족도 조사 외에 실험 상담계약, 준비, 수행 및 실험 결과 제공 후 수요자가 실험센터에 느끼는 바에 대해서 실험센터 실무자 입장에서 제기하는 정도에 대해 파악하고자 합니다. 실험계약 기간 중 수요자·연구자의 협의 시 건설의 요구사항, 불만사항, 독려사항 등에 대해 제기한 바를 정도로 표시하여 주십시오.

구 분	정도					비 고 (예시 작성)
	아주 미흡	미흡	보통	만족	아주 만족	
□ 전반적인 항목에 대한 체감 정도						
▫ 구축후 실험센터 인지도					√	▫ 구축 이후 실험센터 방문자 지속적 증가 ▫ 실험센터 관련 문의 증가, 타 유사기관과의 협력 관계 확대 등
▫ 실험서비스에 대한 수요자의 만족도				√		▫ 수요자들의 행정절차 간소화에 대한 만족
▫ 실험시설·장비에 대한 수요자의 만족도						
▫ 편의시설 및 부대시설에 대한 수요자의 만족도						
▫ 수요자들의 실험결과에 대한 신뢰 정도						
▫ 해외 유사시설장비 대비 기술 및 실험 수준의 개선 정도						▫ 세계적 수준 실험시설장비의 공동활용 대비 실험 결과의 만족도



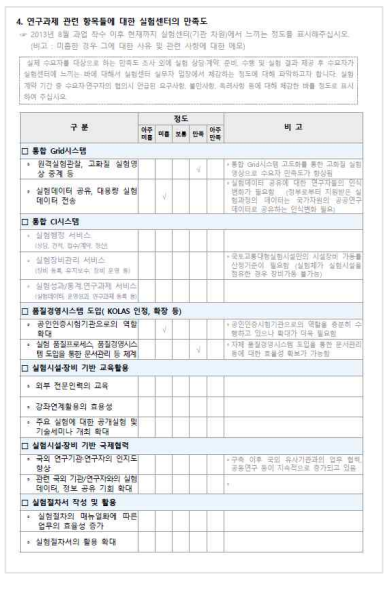
□ 실험센터 운영·관리에 대한 체감 정도

▫ 실험센터의 자체 운영자립 방안					▫ 구축 이후 운영상황을 고려하여 센터 자체 적으로 운영 및 자립방안을 구립중에 있음
▫ 주무부처, 전문기관, 전담관리기관의 운영·관리 방안					▫ 국가 차원의 지원이 매우 미흡함
▫ 온라인 서비스(O/A시스템)를 통한 업무의 효율성 및 실험장비 공동활용 제고					▫ 업무의 효율성 및 장비 공동 활용률은 증가하고 있으나 Case별 매뉴얼 필요 등
▫ 실험센터의 발전을 위한 센터 직원들의 관심도 정상					
□ 실험시설·장비(H/W) 고도화 정도					
▫ 다양한 실험수요를 충족하기 위한 연구시설부대 공간 확보				√	▫ 구축 이후 추가적으로 보태공간을 마련하여 실험준비 공간으로 활용중임
▫ 실험시설장비 성능 업그레이드				√	▫ 연구동향 및 실험수요에 대응 가능한 시설·장비의 성능 향상 진행중임
▫ 연구시설·장비의 효율적 유지관리		√			▫ 유지관리 비용 한계로 효율적 유지관리에 매우 미진함
□ 실험서비스(S/W) 고도화 정도					
▫ 연구자를 위한 회의실, 세미나실 등 편의시설 및 부대시설 확보					
▫ 연구기술 전문인력 확보				√	▫ 실험수요 대응 및 연구 영역 확장
▫ 센터 자체 실험서비스 체계 (실험계 체득, 장비 이용, 데이터 취득 등)				√	▫ 수요자 요구에 부합하는 실험체 셋팅, 데이터 측정 등 실험서비스를 제공하고 있음
▫ 실험데이터 저장·분석·활용 등 운영·관리 체계		√			▫ 유사실험시설에 대한 실험데이터 공유가 미흡함
□ 기타 사항					
▫ 공인인증시험 확대					
▫ 합리적인 시설장비 이용료 산정기준 등 체계 마련					
▫ 타 실험연구기관 및 전문가와 지식/정보 공유					
▫ 시설장비 활용을 통한 자체 연구 확대(연구영역 확장)				√	▫ 실험시설장비의 효율적 활용을 통한 자체 연구 및 개발의 활발히 진행되고 있음
▫ 연구자 전문 역량 강화				√	▫ 실험센터의 시설과 장비 활용을 통해 관련 전문인력이 다수 양성됨
▫ 연구시설·장비의 구축·운영·관리 노하우 습득				√	▫ 현 실험센터 직원들의 장비 활용·운영·관리에 대한 노하우 습득으로 타 실험시설의 귀감이 되고 있음

3. 실험센터 실험 수행의 주요 목적에 대한 변화 추이

☞ 실험센터 실험 수행의 주요 목적에 대해 2009년 준공 이후 변화에 대해 증가/감소로 명시

실험 주요 운영목적	순수연구	연구수행지원(증가/감소), 시설장비개발(증가/감소)
	시험분석인증	시험·분석(증가/감소), 공인인증(증가/감소)
	제품생산	실증플랜트(증가/감소), 시제품·시험생산(증가/감소)



4. 연구과제 관련 항목들에 대한 실험센터의 만족도

☞ 2019년 8월 과업 착수 이후 현재까지 실험센터(기관 차원)에서 느끼는 정도를 표시해주십시오.
(비고 : 미흡한 경우 그에 대한 사유 및 관련 사항에 대한 메모)

실제 수요자를 대상으로 하는 만족도 조사 외에 실험 상담계약 준비, 수행 및 실험 결과 제공 후 수요자가 실험센터에 느끼는 바에 대해서 실험센터 실무자 입장에서 제기하는 정도에 대해 파악하고자 합니다. 실험계약 기간 중 수요자·연구자의 협의시 건설의 요구사항, 불만사항, 독려사항 등에 대해 제기한 바를 정도로 표시하여 주십시오.

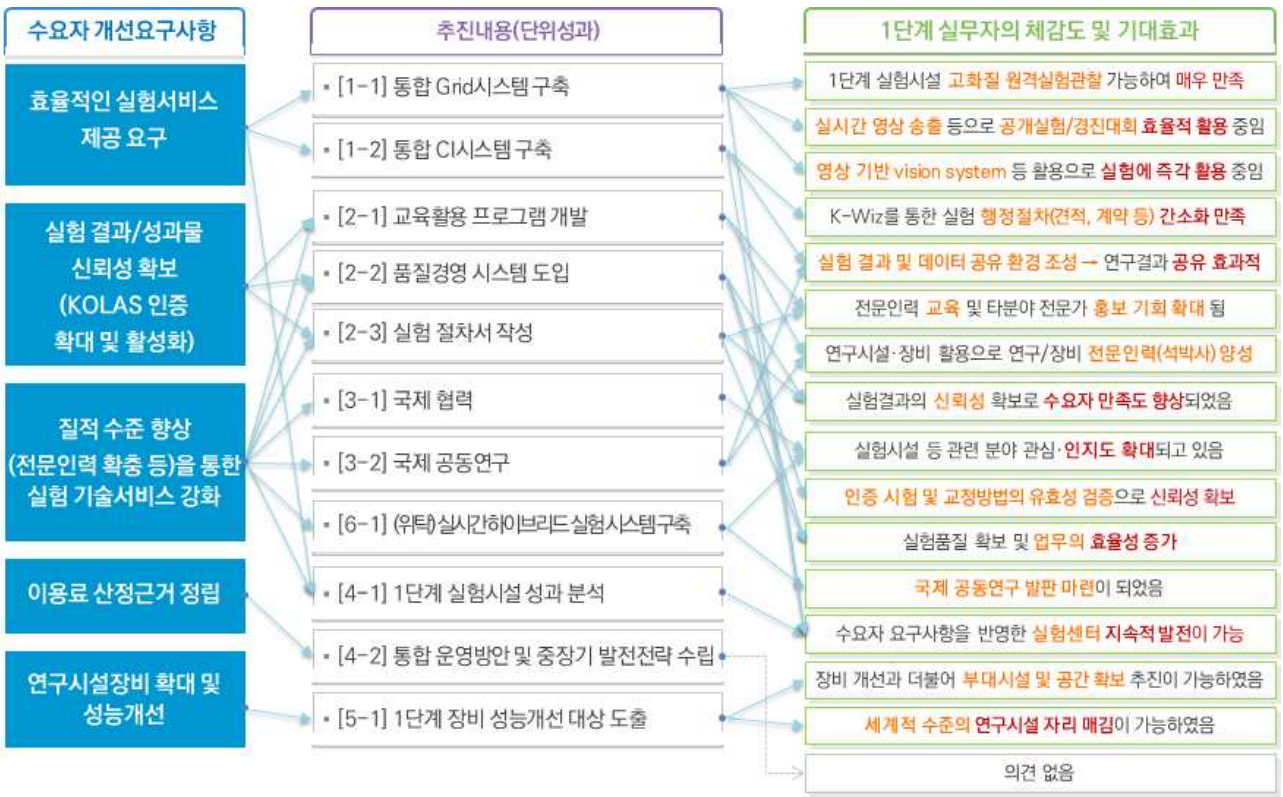
구 분	정도					비 고
	아주 미흡	미흡	보통	만족	아주 만족	
□ 통합 Grid시스템						
▫ 원격실험관찰, 고화질 실험영상 송계 등				√		▫ 통합 Grid시스템 고도화를 통한 고화질 실험영상으로 수요자 만족도가 향상됨
▫ 실험데이터 공유, 대용량 실험데이터 전송		√				▫ 실험데이터 공유에 대한 연구자들의 인식변화가 필요함. (장부로부터 지원받은 실험과정의 데이터는 국가자원의 공공연구데이터로 공요하는 인식변화 필요)
□ 통합 CI시스템						
▫ 실험행정 서버스 (신청, 견적, 접수/확약, 정산)						
▫ 실험장비관리 서버스 (장비 등록, 유지보수 정비 운영 등)						▫ 유보고품대형실험시설관리, 시설장비 가동률 산정기준에 필요함. (실험계획 실험시설을 점유한 경우 장비가동 불가능)
▫ 실험정보/통계·연구과제 서버스 (실험장비, 운영실적, 연구과제 등록 등)						
□ 품질경영시스템 도입(KOLAS 인정, 확장 등)						
▫ 공인인증시험기관으로의 역할 확대		√				▫ 공인인증시험기관으로의 역할을 충분히 수행하고 있으나 확대가 더욱 필요함
▫ 실험 품질프로세스 품질경영시스템 도입을 통한 문서관리 등 체계				√		▫ 자체 품질경영시스템 도입을 통한 문서관리 등에 대한 효율성 확보가 가능함
□ 실험시설·장비 기반 교육활용						
▫ 외부 전문인력의 교육						
▫ 강좌연계활용의 효율성						
▫ 주요 실험에 대한 공개실험 및 기술세미나 개최 확대						
□ 실험시설·장비 기반 국제협력						
▫ 국외 연구기관·연구자의 인지도 향상						▫ 구축 이후 국외 유사기관과의 업무 협력, 공동연구 등이 지속적으로 증가되고 있음
▫ 관련 국외 기관/연구자와의 실험데이터, 정보 공유 기회 확대						▫
□ 실험절차서 작성 및 활용						
▫ 실험절차의 매뉴얼화에 따른 업무의 효율성 증가						
▫ 실험절차서의 활용 확대						

○ 조사 결과

*** 실험센터 실무자 만족도 조사 결과, 정성적 연구성과는 목표 대비 100% 이상 달성 완료된 것으로 판단됨**

*** 연구과제 주요 목표 대비 고도화에 대한 체감도는 매우 만족한 결과가 도출됨**

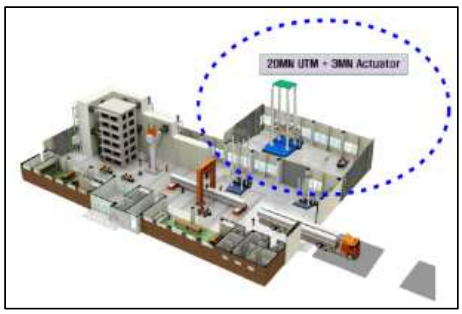
- 구축 이후 실험센터의 인지도는 지속적으로 증가 추세이며 실험센터 관련 문의 증가, 타 유사 실험시설 및 연구기관 등과의 협력 관계가 확대 되고 있음
- 각 실험센터별로 연구분야별 대표시험기관으로 입지 자리매김
- 실험시설 · 장비 관련하여 국내 최고사양 및 최대규모의 실험장비를 보유하고 있어 실대형 성능검증 추세에 맞추어 수요자의 만족도가 높음
- 실험 수요자들에게 지역적 접근성이 떨어지는 단점은 고품질의 실험서비스로 보답하고 있음
- 기본적인 회의실, 세미나실이 갖추어져 있으나 증가하고 있는 다양한 실험수요에 대응하기 위한 추가적인 편의시설 및 부대시설을 확보할 필요가 있음. 실험시설 운영 지원의 한계로 편의시설 및 부대시설에 대한 수요자의 만족도는 다소 떨어짐
- 또한 실험센터 운영/실무자의 입장에서도 대형 실험체의 제작, 처리, 실험용 지그 보관 등에 필요한 공간이 부족한 상황임
- 공인 인증기관, 품질경영시스템 운영 및 체계적인 표준실험 절차에 의한 실험수행으로 실험수행 및 결과에 대한 신뢰성 제공 가능
- 통합 Grid시스템 고도화를 통한 고화질 실험영상으로 수요자 만족도가 향상됨
- 구조물내진설계 경진대회 등 관련 영상을 실시간으로 공개함으로서 참여자의 인식도 향상



<수요자 개선요구사항 대비 추진 결과에 대한 실무자 만족도>

○ 실험센터별 연구 착수 전(`13년) 대비 현재 개선 현황 비교

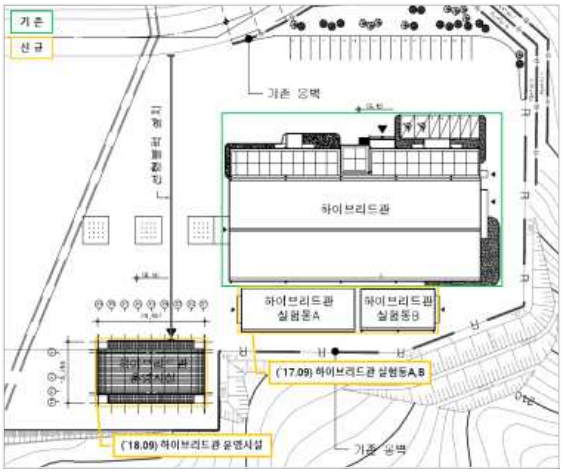
- 하이브리드구조실험센터

수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 연구시설장비 확대 및 업그레이드를 통한 추가 연구수요 대응 - 장지간(20m이상)에 대한 1,000ton이상 압축실험 가능 설비 등 ○ 철근 인장 시험이 가능한 현재보다 좀 더 큰 용량의 UTM 장비 마련 필요	○ (`14년, 1차년도) “급속수평하중 동시재하가 가능한 20MN급 일체형 대용량 UTM” 구축 기획 - 대형·대용량 UTM을 1단계 시설·장비 성능개선 대상 장비로 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획 - 장비 구축 계획에 대한 주무부처, 전문기관 승인을 받아 후속 과제를 통한 성능개선 완료  ○ (`17.09) 20MN 대용량 UTM 구축 완료 - 연구장비 도입과 더불어 연구시설을 확장하여 20MN 대형 UTM을 도입하였으며 이는 추가/미래 연구수요에 대응 가능한 세계적 규모의 장비임  <20MN 대형 UTM>  <신규 20MN 일체형 대용량 UTM> ○ (현재) 20MN 대용량 UTM 실험서비스 - 강관 및 각관(강재) 제품 및 기술에 대한 대용량 실험서비스 수행 - 하중전달 및 정착장치(콘크리) 제품 및 기술에 대한 대용량 실험서비스 수행
○ 중소기업 실험비용 추가지원 등 실험비용 부담 저감 - 활용기관 유형별 실험비용 할인율 차등 적용 확대 - 실험유형별 실험비용 차등 폭 확대	○ 중소기업청의 바우처 사업 주관기관이자 KOLAS 인증 실험 가능기관으로서 관련 실험 활성화로 중소기업의 이용을 확대하기 위해 노력중임 - 중소기업에 대한 지원을 확대하기 위해 센

수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 중소기업 지원과제 및 KOLAS 인증 실험 활성화	터 자체적으로 중소기업 바우처사업을 추진함으로써 지원규모를 확대시키고 있음 - 중소기업 바우처사업의 실험건수 및 계약금액은 아래와 같으며 중소기업 지원사업에도 불구하고 건수 및 금액은 크게 확대되지 않음 ○ 국토교통 대형실험시설 중소기업 기술시험사업기관으로서 기술개발에 어려움을 겪고 있는 중소기업에 대해 실험시설·장비를 이용할 수 있도록 지원하고 있음 - 중소기업을 대상으로 기술시험비용 최대 70%이내까지 할인 - 개발 기술·제품의 성능검증에 애로사항을 겪고 있는 중소기업에 효율적인 기술 검인증 및 시험방법에 대한 기술정보를 제공 ○ KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 방침의 적합성 유지 여부 등 시스템 전반의 개선을 목적으로 매년 정기 심사 수행 - KOLAS 인증을 위한 시험업무 수행에 이론적·기술적으로 적합한 기술 인력은 확보된 상태임 - 내부심사점검을 통해 관련 인증 시험 및 교정방법의 유효성이 검증됨 - 매년 실험·연구자들의 개선사항에 대한 시정조치가 기록되고 있으며 센터 자체적으로도 개선하기 위해 노력하고 있음 - 년도별 KOLAS 인증 시험 결과 1~2건 정도 수행하고 있고, 차후 인증분야를 확대하고자 노력하고 있음
○ 실험참여 인력을 위한 편의시설 확충	○ 실험참여 인력의 실험관련 편의성 제공을 위해 회의실, 세미나 및 실험준비공간을 확대함으로써 실험자들을 위한 서비스 확보

구분	년도				
	'13	'14	'15	'16	'17
건	7	6	1	7	7
천원	143,697	141,115	42,850	211,724	103,973

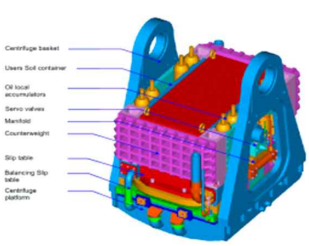
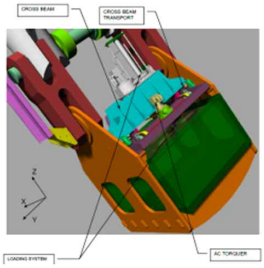
구분	년도				
	'13	'14	'15	'16	'17
건	2	1	0	1	1
천원	9,578	5,452	-	300	330

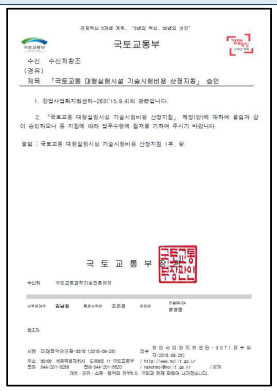
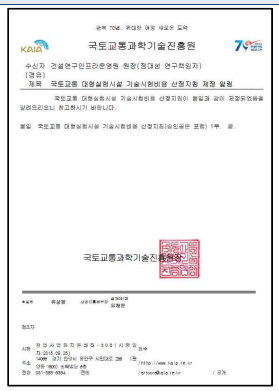
수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	- 기존 시설에서 신규시설 구축(실험동 및 운영시설)하여 실험관련 효율적인 운영 및 활용할 수 있음    ○ 실험참여자 및 연구자를 위한 대회의실 및 연구실을 확대하고자 ‘하이브리드관 운영시설’을 추가 구축하여 활용 중에 있음 - 건축개요 : 2층 철골구조 - 시설구성 : 강의실 · 회의실, 사무공간 등 

수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험지원 강화 - 민간 실험기관 수준의 서비스 품질 추구	○ 하이브리드구조실험센터는 약 9~10명의 전문인력으로 구성되어 있으며 R&D 연구를 담당하는 전문가 이외에 실험시설·장비 관련 경험이 많은 전문가로 인력을 구성하여 운영하고 있음(관련분야 석박사 인력) - 기술인력은 실험장비 관련 전문인력으로 구축된 장비의 운영, 유지관리 등을 전담하고 있음 - 구축 장비들에 대한 유지관리는 정기적인 장비검·교정/수리를 수행하고 있음 [단위:명] 구분 / 년도 / '14 / '15 / '16 / '17 / '18 운영 2 2 2 2 2 연구 2 2 2 2 4 기술 3 4 3 4 4 행정 2 2 2 2 2 **계 9 10 9 10 12** ○ 첨단 실험시설·장비, 실험장비 관련 전문인력을 기반으로 민간 실험기관 수준 이상의 서비스를 제공하고 있음 - 하이브리드구조실험센터 이용자의 만족도를 살펴본 결과 `09~`15년 평균 84.5점, 대비 `17년 96.9점으로 큰 폭으로 상승하였으며, 직원 업무처리 만족도도 84.5점에서 96.4점으로 상승하였음 [단위:점] 구분 / 이용자 만족도 / '09~'15 / '16 / '17 시설·장비 84.5 90.2 96.9 직원업무처리 84.5 89.8 96.4 실험진행 및 결과 관리 79.8 79.4 92.6 재이용 의사 88.2 89.6 97.1 타인추천의향 83.8 85.6 94.5
○ KOLAS 인증 실험이 가능한 기관이나 실험 실적은 미흡함	○ 중소기업 지원과제 및 KOLAS 인증 실험 활성화 - 중소기업청의 바우처 사업 주관기관이자 KOLAS 인증 실험 가능기관이라는 특징을 살려 관련 실험 활성화로 중소기업의 이용 확대를 위해 노력하고 있음

수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	○ “금속 및 관련제품”에 대한 인장시험방법에 대한 KOLAS 인증센터이나 관련분야의 수요가 적음 - KOLAS 인증에 대한 심사를 매년 1건이상 수행하고 있으며 실험시설 · 장비를 활용한 인증범위 확대를 위해 노력하고 있음
○ 시편 운반 지게차의 중량 한도 확대 필요	○ 기존 보유하고 있는 운반용 지게차는 3톤규모를 확보하고 있고, 중요 부재는 실험시설 내에 30톤 크레인 2대를 사용하여 운반을 하고 있어, 실험관련 운반에 지장은 없음 - 다만, 실험시설 외부로 운반시 3톤 이상의 시편을 외부로 운반시에는 필요에 따라 외부의 지게차를 사용하여 운반하고 있음(횟수는 제한적)
○ 센서 게이지 부착 관련 인력확보	○ 실험체에 센서 게이지 부착은 센터의 전문인력이 전담하여 기본적으로 진행하고 있으나, 실험수요가 많이 있거나, 게이지 부착이 많은 경우에는 외부의 게이지 부착을 업체를 인력을 활용하여 진행하고 있음 - 실험체 게이지 부착 유무는 실험의뢰기관의 특성에 따라 결정됨
○ 압축 시험체 길이 5m 이상 실험실 확보	○ 현재 20MN UTM 실험장비는 최대 7m 이상의 압축시험체 실험이 가능하고, 길이 7m강관을 대상으로 실험을 수행하였음 
○ 현재 엑츄에이터속도가 작아 고속(100㎜/s) 시험 필요	○ 하이브리드구조실험센터의 동적 엑츄에이터는 100~1,000㎜/s까지 속도 구현이 가능하여 고속실험 수행 및 대변위(2,000㎜) 실험도 가능함 구분 / 수량 / 용량 / 변위 / 속도 100kN Dynamic Act. / 1 / ±100kN / 250mm / 200mm/s 160kN Dynamic Act. / 1 / ±160kN / 250mm / 100mm/s 250kN Dynamic Act. / 2 / ±250kN / 750mm / 1,000mm/s 500kN Dynamic Act. / 2 / ±500kN / 250mm / 160mm/s 1,000kN Dynamic Act. / 2 / ±1,000kN / 800mm / 400mm/s 2,000kN Dynamic Act. / 2 / ±2,000kN / 1,000mm / 150mm/s 3,000kN Dynamic Act. / 1 / ±3,000kN / 700mm / 300mm/s 5,000kN Static Act. / 2 / +5,000kN / -3,500kN / 2,000mm / 4mm/s

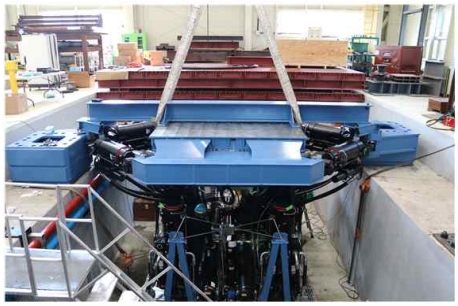
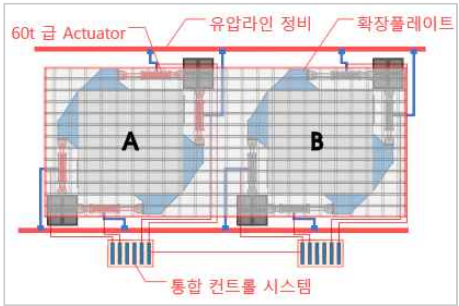
- 지오센트리퓨지실험센터

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 이용수요 대비 시설장비 확충 및 배정 효율화 - 많은 이용수요 대비 시설부족으로 실험일정 지연	○ (`14년, 1차년도) 미래수요가 예상되는 신규 장비 대상 도출 및 구축 기획 - 1단계 시설·장비 성능개선 대상 장비로 "600g-ton 드럼형 원심모형시험기"를 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획 추진 - 장비 구축 계획에 대한 주무부처, 전문기관 승인을 받아 후속 과제 수행을 통해 추진 중 - 후속 과제 진행 중 기술동향, 사례조사 및 수요조사를 통한 "C-72 원심모형실험장비 성능 업그레이드" 로 변경하여 장비 성능개선을 진행하고 있음  ○ (`20.09) C-72 원심모형실험장비 구축 및 성능 업그레이드 완료 예정 - 기존의 원심모형실험장비에 1축 대형 진동대, 2축 하중재하장치 업그레이드를 통해 수요 충족 및 향상된 기술 적용 · 성능 개선시 바스켓 교체 등으로 시간 낭비 방지 및 교차 실험 가능  1축 대형 진동대  2축 하중재하장치
○ 이용료 산정근거 정립을 통한 수수료 책정 합리화	○ 「국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침」에 의하여 실험시설·장비 이용료 산정근거를 정립하였음 - (`15.09.24) 각 실험센터의 실험시설·장비별 시설장비이용료 산정 및 단가 산정 방안을 제시하고 기술시험비용 지침 마련 · 지침 항목 : 시설장비이용료 산정 방법, (실험시설·장비별) 시설장비이용료 단가표, 국토교통 대형실험시설의 시설장비내용연수 및 표준 유지보수요율 - (`16.06.28) 「국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침」개정을 통해 실험시설·장비 이용료 재검토

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	  ○ (`15.10) 중소기업 기술시험비용 지원 절차 및 방법 제시 - 중소기업의 지원체계를 마련하여 시설장비이용료 지원에 관한 과제 제시
○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험지원 강화 - 실험장비 작동원리 및 운영방법 교육 강화 - 실험지원인력의 전문성 제고	○ 지오센트리퓨지 실험센터는 연구직 인력이 직접 장비 운영부터 관리까지 전담하고 있으며 실험센터 운영을 위한 전문인력을 확보하기 위해 노력하고 있음 [단위:명] 구분 / 년도: '14 '15 '16 '17 '18 운영 2 2 2 2 2 연구 3 3 2 3 2 기술 1 1 1 1 2 행정 1 2 1 1 1 **계 7 8 6 7 7** ○ 실험센터에서 주로 수행되는 주요 실험에 대한 실험절차를 마련하여 신뢰성 · 일관성 있는 실험서비스 제공
○ 시설장비 성능 유지관리를 위한 대책 마련	○ 시설장비 성능 유지관리를 위해 주기적인 유지보수와 함께 기술력 향상으로 인해 일부분은 자체적으로 유지보수를 하고 있음
○ 계약 절차 편의성(온라인) 제고	○ 실험계약 절차의 경우 운영고도화 연구 일환으로 구축된 K-WIZ 서비스를 제공함으로써 실험행정(견적/계약/정산) 서비스의 편의 및 업무 효율성 향상

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	
○ 실험결과 및 데이터에 대한 공유정책(수준 및 권한) 정립	○ KWIZ사이트를 통하여 실험사례 공유를 하고 데이터 마켓을 신설하여 실험데이터의 공유 환경을 조성 하고자함  
○ 실험서비스의 질적 제고 및 홍보 강화로 대학 외 형태의 기관 이용 유도	○ 트레이닝 워크숍, 학회 홍보, 중소기업 지원사업 등 홍보 강화를 통해 대학 외 형태의 기관 이용 유도를 위해 노력하고 있음

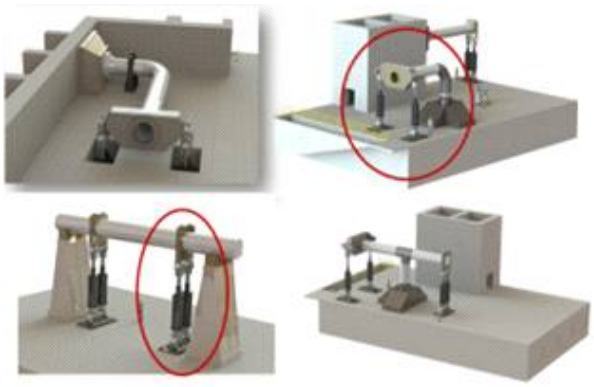
- 지진방재연구센터

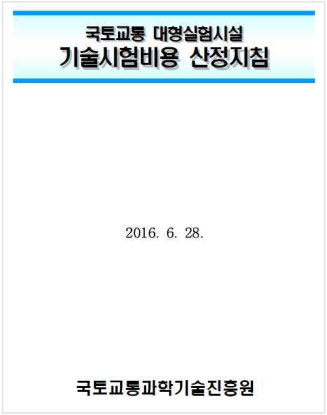
`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 연구시설 확대를 통한 추가 연구수요 대응지원 - 진동대 사양(스트로크, 가속도레벨) 확대 - 운용시간 효율화로 실험수요 대응력 제고 ○ 활용기관 수요에 적합한 실험장비 추가 확보 및 용량/성능 개선 - 설비 개선으로 서비스의 질적 개선이 실현되면 사용료 합리성 문제 또한 개선될 것으로 기대 ○ 3축 진동대에 대한 수요 추가 대응 ○ 연구 장비의 최대 용량 증가 필요 ○ 원자력 사업 대형화에 따라 실험실 증대 필요	○ (`14년, 1차년도) “국제기준 대응 비구조 요소 실험용 10g급 6자유도 진동대” 구축 기획 - 10g급 6자유도 진동대를 1단계 시설·장비 성능개선 대상 장비로 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획을 추진하였고, 후속 과제를 통한 성능개선 완료  ○ (`17.09) 10g급 6자유도 구축 완료 - 고성능 진동대 도입으로 실험 범위 확대  <10g급 6자유도 진동대> ○ (`14년, 1차년도) “적재용량 100톤과 적재면적 140㎡의 대용량·대형 진동대 시스템” 구축 기획 - 기존 진동대 장비의 용량 및 적재 규모 등 성능한계로 인해 수행하지 못한 건축물, 교량, 플랜트, 원전 등 구조물 및 기계설비의 내진성능평가를 목적으로 함 - 용량/성능 개선사항 도출 후 후속과제(장비성능개선사업)를 통해 장비성능개선 착수하여 추진 중에 있음  ○ (`20.12) 대용량·대형 진동대 구축 및 성능업그레이드 완료 예정 - 기존 진동대의 용량을 100톤까지, 적재면적을 140㎡까지 확대함으로써 대규모 실험부재 성능평가 가능  <대용량·대형 진동대 시스템 개요>

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 실험비용 부담 저감 노력 확대 - 국외(대만, 일본) 공공기관 실험비용 대비 비교 열위	○ 대만, 일본 등은 국가에서 유지에 대한 지원이 있는 실정이나, 국내는 그렇지 않아 유지관리에 어려움이 따름 ○ 중소기업지원사업, 중소기업 할인정책 등 비용 부담 저감 노력을 확대하고 있으나 운영 및 유지관리적 입장과 상충되는 면이 있어 상당한 어려움 있음
○ 전문인력 확충 및 질적 수준 향상을 통한 실험 지원 강화 - 진행되는 실험 및 시험의 횟수에 맞는 실험, 시험 컨설팅 및 진행 지원인원 추가 확보 - 지원인력의 대고객서비스 마인드 강화	○ `14년 대비 `18년은 전문인력이 200% 확충되었으며, 연구 · 기획 · 성능검증(원자력, KOLAS), 실험 및 장비관리, 회계 및 행정 등 전문인력 역할 세분화를 통해 효율적인 업무 수행 [단위:명]
○ 연구 장비의 최대 용량 증가 필요	○ 현재 고성능진동대 구축완료로 가속도 기준 10g급 장비가 도입되었고, 대형진동대 구축 중으로 적재면적 140㎡, 적재무게 100톤 이상의 대형실험이 가능한 장비로 용량을 증가 하고 있음
○ 진동 시험과 충격 시험을 같이 진행하는 경우, 충격 시험에 대한 장비 확보 필요	○ 현재 추진하기에 상당한 어려움이 있으나 향후 장비 확보를 위해 노력하겠음

구분	년도				
	'14	'15	'16	'17	'18
운영	2	2	2	2	2
연구	7	8	10	10	13
기술	2	2	2	6	6
행정	2	2	4	4	4
계	**13**	**14**	**18**	**22**	**25**

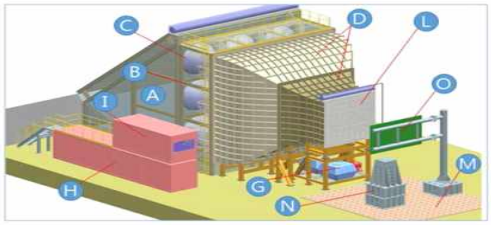
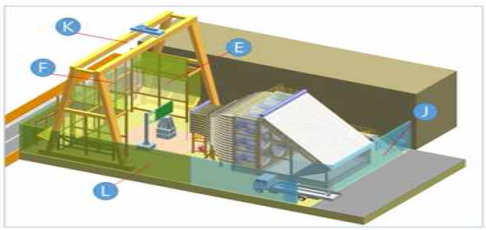
- 첨단건설재료실험센터

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 대고객 실험수요에 대응한 서비스 질 개선 - 기관유형 및 실험특성별 맞춤형 실험 지원 확대 - 실험지원 및 관리 인력의 서비스 마인드 제고	○ 실험 의뢰자의 설문조사 등을 통해 기관 유형 및 실험특성별 맞춤형 실험 지원 확대 ○ 실험센터 인력에 대한 정기적 기술, 안전 및 서비스 교육 등 실시 [단위:명] 구분 / 년도: '14 '15 '16 '17 '18 운영 2 2 2 2 2 연구 3 2 2 2 2 기술 1 3 3 3 3 행정 1 1 1 1 1 **계 7 8 8 8 8**
○ 다양한 실험 수요에 대응한 실험장비 구비 - 소규모 실험보조기구 확대로 원스톱 실험지원 - 저온 또는 극저온 환경에 대한 실험시설 확충	○ (`14년, 1차년도) "강성토조" 구축을 기획하였고, 이후 동향·사례 조사 및 전문가 검토를 통해 "복합플랜트 내구성 실험을 위한 피로성능 시스템" 구축 추진 - "고성능 피로성능 시스템"을 시설·장비 성능 개선 대상 장비로 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획을 추진하였고, 후속 과제를 통한 성능개선 진행중 
○ 이용료 산정근거 정립을 통한 수수료 책정 합리화	○ "국토교통 대형실험시설 기술시험비용 산정지침(2016, 국토교통과학기술진흥원)"에 따라 각 시험장비의 사용요율을 산정하였으며, 규격화된 KS시험의 경우 유사 시험기관(KCL, KTR 등)의 시험비와 유사하게 조정하여 합리화 하였음

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	
○ 인터넷 이용등록, 승인 절차 및 비용지불 프로세스 단순화	○ K-WIZ사이트를 통하여 온라인 실험의뢰/견적/계약/카드결제 등의 기능으로 실험행정(견적/계약/정산) 서비스의 편의성 제공 
○ 공인시험성적서 발급 및 기존 실험시설과의 연계 확대	○ KOLAS 공인시험성적서 발급 확대 및 KCL 등 유사 실험기관과의 연계확대
○ 단순한 압축 인장 실험장비만으로 다양한 조건의 실험이 어렵고 정확한 실험결과를 얻기 힘듦	○ 대형부재시험기의 경우 일부 조건의 실험을 수행할 수 있으며, 장비성능개선 사업 대상 장비 구축시 다양한 조건의 실험이 가능함

- 대형풍동실험센터

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 연구시설 확대를 통한 추가 연구수요 대응지원 - 실험시설장비 다양화 - 드론 실험 요구	○ (`14년, 1차년도) “허리케인 3등급(120mph) 자연바람발생 시스템” 구축 기획 - 신재생에너지(풍력), 풍력발전기 출력성능시험 등 풍력 안정성 평가가 가능한 자연바람발생 시스템을 1단계 시설 · 장비 성능개선 대상 장비로 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획 - 장비 구축 계획에 대한 주무부처, 전문기관 승인을 받아 후속 과제를 통한 성능개선 추진 중

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	○ (`19.말) 자연바람발생 시스템 구축 완료 예정 - 기존의 장비에서 이상의 성능 구현이 가능하도록 장비개선을 통해 실험범위 확대 및 향후 기술 수요 대응 가능 · 성능 개선시 강풍에 대한 도시시설물 안전성 확보 및 풍력과 관련된 전산업분야의 관련 제품/시설물에 대한 성능 검증 가능  
○ 신규 실험시설에 대한 추가 기능 요구 - 상향풍 모사 가능 - 변동풍 모사 가능 - 드론 조정을 위한 착륙장 추가	○ 상세설계시 수요자 요구사항 반영 - 풍하측 가이드베인 시설 추가 설치로 상향풍 모사 가능 - 익형 난류 제어 장치를 통한 변동풍 모사 가능 - 상향풍 모사 장치에 착륙장 추가
○ 실험시설내 연구지원 및 편의시설 확충 - 실험 결과에 대해 자유롭게 토론 및 아이디어 창출할 수 있는 공간 마련	○ 외부 방문 연구자 연구 지원을 위한 사무실 및 회의실 제공
○ 실험비용 부담 저감 노력 확대 - 타기관 이용대비 비용편익 비교경쟁력 확대	○ 중기청 및 국토부 중소기업 지원 사업을 통한 실험 비용 부담 저감 노력 - 연구장비공동이용 지원 사업을 통한 장비 이용 수수료의 최대 60% 지원
○ 기존 계측 장비 노후로 인한 측정 시스템 개선	○ 이미지프로세싱을 통한 변위 계측 시스템 개발 및 적용 - 패턴매칭을 활용한 비접촉식 변위 측정 시스템 구축 및 전용 소프트웨어 개발
○ 실험센터 이용 시간의 탄력적 운영 및 실험에 대한 기술지원 확대	○ 야간 및 주말 이용을 통한 실험서비스 편의성 증대

- 해안항만실험센터

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
○ 실험수요에 대응한 서비스 질 개선 - 기관유형 및 실험특성별 맞춤형 실험 지원 확대 - 실험지원 및 관리인력의 서비스 마인드 제고	○ 해안항만실험센터 특성에 부합되도록 실험서비스 제공 및 인력확보를 위해 노력중에 있음 ○ 실험 수행과 운영/관리 인력의 서비스 마인드는 충분히 만족하는 수준을 보임 - 해안항만실험센터 이용자의 만족도를 살펴본 결과 `09~`15년 평균 93.5점, 대비 `17년 97.3점으로 큰 폭으로 상승하였으며, 직원 업무처리 만족도 역시 `09년부터 `07년까지 평균 90점 이상으로 높은 만족도를 보이고 있음
○ 다양한 실험 수요에 대응한 실험장비 구비 - 소규모 실험보조기구 확대로 원스톱 실험지원 - 저온 또는 극저온 환경에 대한 실험시설 확충	○ (`14년, 1차년도) “바람-파도-조류 복합 발생을 위한 바람-흐름 발생장치” 구축 기획 - 바람-흐름 발생장치를 1단계 시설 · 장비 성능 개선 대상 장비로 도출하여 구축계획 수립, RFP 작성 등 기획을 추진하였고, 후속 과제를 통한 성능개선 완료  <2차원 바람발생장치> - 실제 해양환경과 유사한 바람, 파도, 조류를 발생시켜 해양구조물 등 성능평가가 가능한 시설 구축 - 소규모 실험보조기구 구비하는 것보다 해당 연구시설 · 장비의 성능 확대로 다양한 실험 수요에 대응이 가능

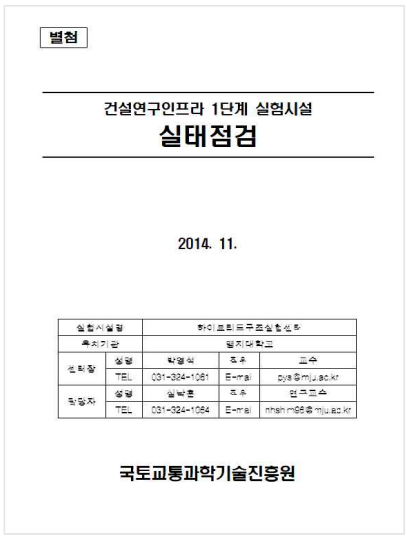
[단위:점]

구분	이용자 만족도		
	'09~'15	'16	'17
시설·장비	83.5	100.0	97.3
직원업무처리	94.0	100.0	93.3
실험진행 및 결과 관리	87.1	92.0	88.0
재이용 의사	97.5	100.0	100.0
타인추천의향	95.9	100.0	100.0

`14년~`17년 성과분석 시 수요자 개선요구사항	`18년 현황 및 개선 내용
	 <2차원 흐름발생장치>
○ 인터넷 이용등록, 승인 절차 및 비용지불 프로세스 단순화	○ K-WIZ사이트를 통하여 온라인 실험의뢰/견적/계약/카드결제 등의 기능으로 실험행정(견적/계약/정산) 서비스의 편의성 제공 
○ 공인시험성적서 발급 및 기존 실험시설과의 연계 확대	○ 자체 품질경영시스템 도입으로 실험 수요자들에게 공인인증이 가능한 수준의 실험서비스 제공하기 위해 노력

○ 실험센터별 시설 · 장비, 인력 및 유지보수 비용 분석 현황

- 각 실험센터별 시설 · 장비, 인력 및 유지보수 비용 분석을 수행 중에 있음
- (`14.11) 국토교통과학기술진흥원과 국토교통연구인프라운영원에서 1단계 실험시설 6종을 대상으로 `09~`14년 운영 실태점검을 수행하였음
  - · 실험시설 건축개요(구축 현황), 주요 시설 및 구성 장비와 활용 범위
  - · 장비 · 설비 구축과 관련하여 장비별 용도, 구매 단가, 보유수량, 사용가능 여부
  - · 장비별 점검 및 교정 실적, 센서류 점검 및 교정 관리, 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 등록 현황 관리, 유형별/직급별 인력 관리 조사
  - · 분야별 · 연도별 운영인력 추이 등 세부적인 실태조사가 수행되었음


별첨

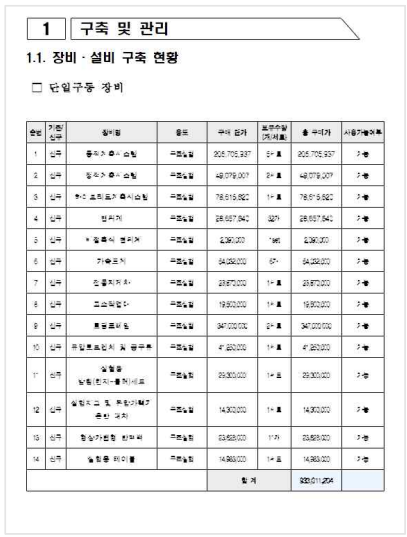
건설연구인프라 1단계 실험시설

실태점검

2014. 11.

실험시설명		하이브리드구조실험센터		
주관기관		명지대학교		
센터장	성명	박영석	조우	교수
	TEL	031-324-1061	E-mail	pys@mju.ac.kr
담당자	성명	심박룡	조우	연구조교
	TEL	031-324-1064	E-mail	mshin1982@mju.ac.kr

국토교통과학기술진흥원


1 구축 및 관리

1.1. 장비 · 설비 구축 현황

□ 단일구동 장비

순번	기관/산부	장비명	용도	구매 업자	보유수량 (개/세트)	총 구매가	사용가능여부
1	산부	동적가 력시 스템	구조실험		2식 1조	905,705,937	가능
2	산부	정적가 력시 스템	구조실험		2식 1조	48,078,007	가능
3	산부	주신 호의동가 력시스템	구조실험		1식 1조	78,515,920	가능
4	산부	변위계	구조실험		32식	28,667,840	가능
5	산부	* 힘측정 센서	구조실험		1식	2,290,000	가능
6	산부	가속도계	구조실험		57식	94,258,000	가능
7	산부	신호처리기	구조실험		1식 1조	29,870,000	가능
8	산부	프로파일러	구조실험		1식 1조	19,900,000	가능
9	산부	복합계측 팀	구조실험		2식 1조	347,000,000	가능
10	산부	유압토출장치 및 공유압	구조실험		1식 1조	47,850,000	가능
11	산부	실험용 능동(전자-클러)센서	구조실험		1식 1조	29,900,000	가능
12	산부	실험자 료 및 분석(해석용 소프 웨어	구조실험		1식 1조	14,900,000	가능
13	산부	환상가진형 진동대	구조실험		1식 1조	23,625,000	가능
14	산부	실험용 테이블	구조실험		1식 1조	14,900,000	가능
				합 계		925,011,254	


1.2. 장비 · 설비 유지보수 실적

□ 장비 점검 및 교정 실적

관리번호	장비명	점검(교정) 항목	점검(교정) 실시 기준	점검(교정) 실시 기관(부서) 현황	점검(교정) 방법 및 절차	점검(교정) 기록	점검(교정) 결과	조치사항 및 향후 활용방안
S-2003904001	500kN 동적액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	교정-03-14	적합판정	
					교정-03-1	교정-03-15	적합판정	
					교정-03-2	교정-03-16	적합판정	
					교정-03-3	교정-03-17	적합판정	
					-	-	조치필요	
S-2003904002	500kN 동적액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	교정-03-07	적합판정	
					교정-03-1	교정-03-1	적합판정	
					교정-03-2	-	조치필요	그림파일 3개
S-2003904003	500kN 동적액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	교정-03-08	적합판정	
					교정-03-1	교정-03-2	적합판정	
					-	-	조치필요	그림파일 3개
H-2003904019	6,000kN 동적 만능유압가력기	외관	2년	2년 1회	교정-03-01	교정-03-01	적합판정	
					교정-03-02	교정-03-10	적합판정	
					교정-03-03	교정-03-11	적합판정	
		스트로크	-	-	교정-03-04	교정-03-12	적합판정	
		오일실	-	-	교정-03-05	교정-03-13	적합판정	마모발생 3개소
		외관	2년	4년 1회	교정-03-01	교정-03-14	적합판정	
					교정-03-02	교정-03-15	적합판정	
					교정-03-03	교정-03-16	적합판정	
		스트로크	-	-	교정-03-04	교정-03-17	적합판정	
		액추에이터 오일실	-	-	교정-03-05	교정-03-18	적합판정	
		실린더	-	-	교정-03-06	교정-03-19	적합판정	
H-2003904021	250kN 동적 액추에이터	외관	2년	2년 1회	교정-03-01	교정-03-20	-	조치필요
H-2003904022	250kN 동적 액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	교정-03-09	-	조치필요
					교정-03-01	교정-03-21	적합판정	
H-2003904023	2,000kN 동적 액추에이터	외관	2년	4년 1회	교정-03-02	교정-03-22	적합판정	
		스트로크	-	-	교정-03-03	교정-03-23	적합판정	그림파일 3개
		액추에이터 오일실	-	-	교정-03-04	교정-03-24	적합판정	
		실린더	-	-	교정-03-05	교정-03-25	적합판정	
		서보밸브	-	-	교정-03-06	교정-03-26	적합판정	
H-2003904024	1,000kN 동적 액추에이터 #2	외관	2년	2년 1회	교정-03-01	교정-03-27	적합판정	
		스트로크	-	-	교정-03-02	교정-03-28	적합판정	
		액추에이터 오일실	-	-	교정-03-03	교정-03-29	적합판정	
		실린더	-	-	교정-03-04	교정-03-30	적합판정	
		서보밸브	-	-	교정-03-05	교정-03-31	적합판정	그림파일 3개
H-2003904025	2,000kN 동적 액추에이터 #1	외관	2년	2년 1회	교정-03-01	교정-03-32	적합판정	
H-2003904026	6,000kN 동적 액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	-	조치필요	
					교정-03-01	교정-03-33	적합판정	
					-	-	조치필요	그림파일 3개
H-2003904027	6,000kN 동적 액추에이터	외관	2년	2년 1회	-	-	조치필요	
		스트로크	-	-	교정-03-01	교정-03-34	적합판정	
		액추에이터 오일실	-	-	교정-03-02	교정-03-35	적합판정	
		실린더	-	-	교정-03-03	교정-03-36	적합판정	
		서보밸브	-	-	교정-03-04	교정-03-37	적합판정	그림파일 3개
H-2003904028	6,000kN 동적 액추에이터 #2	외관	2년	2년 1회	교정-03-01	교정-03-38	적합판정	

*** 실험센터별 실험시설 · 장비 구성, 특성에 맞춰 실험센터 개별적으로 실험시설 · 장비, 인력 및 유지보수 비용 분석을 수행하고 있음**

*** 각 실험센터별 양질의 실험 서비스 제공을 위하여 상시 유지관리 및 정기점검을 수행하고 있으며 이와 관련하여 장비 점검현황, 교정성적서 및 관리일지를 작성하고 관리하고 있음**

*** 센터 운영 규정 및 지침을 별도로 수립하여 효율적 운영체계 마련을 하고 있으며 개인별 업무분장 세분화를 통해 전문성을 부여하고 있음**


실험시설 및 장비 점검
(첨단건설재료실험센터)

확인	담당자	부센터장	센터장
	강성덕 17/12	김진경 17/12	김희철 17/12

점검구분 : ■ 정기 □ 수시

점검일자 : 2013 년 12 월 27 일

고유번호	시설/장비명	현상태	비고 / 이력사항		문서번호 (센터별 장비관리대장)
			날짜	조치 내용	
2008-9695	5MN 대형구조재료시험기	양호			
2008-9696	5MN 압축시험기	양호			
2008-5550	500kN 피로시험기	수리중	2013.06.05	유지보수	MA2013001
		양호	2013.06.24		
		수리중	2013.12.04	배터리	MA2013002
		양호	2013.12.17		
2008-5605	250kN 피로시험기	수리중	2013.12.04	배터리	MA2013002
		양호	2013.12.17		
2008-6614	엑스선 회절 측정기	양호			
2008-6613	엑스선 분광분석 장치	양호			
2009-5551	고온분포측정기	양호			
2008-9334	자동비이커점결시험기	양호			
2009-1450	편도조절식수조	양호			
2009-1538	수압펌측정기	양호			
2009-1544	중성화측정시험기	양호			
2009-1537	동결융해시험기	양호			
2009-1594	자동시편분할도시험기	양호			
2008-9019	가변형 화학동습상	양호			
2008-9018	상온가변형 항온항습실	양호			
2008-9017	항온항습실	양호			
2009-0686	고강도 믹서기	양호			
2009-1598	마무종파동시험기	양호			
2007-2119	피니구조파동시험기	양호			


장비관리대장
(첨단건설재료실험센터)

확인	담당자	부센터장	센터장
	강성덕 17/12	김진경 17/12	김희철 17/12

제 목	500 kN, 250 kN 피로시험기 UPS 배터리 수명 점검		
장 비 명	500 kN, 250 kN 피로시험기	문서번호	MA2013002
담 당 자	장 석 수	날 짜	2013 년 12 월 04 일
내 용	■ 오모툼의 배터리 수명 다됨(점검시 UPS 기능 못함).		
점검사항 / 조치사항	■ 고장원인 : - UPS 오모툼의 배터리 수명 만료(2008년 도입). ■ 조치사항 : - 2013. 12. 17 : UPS 배터리 교체 완료		
조치계획 기타사항	■ 향후일정 : - 주기적으로 계획을 작성하여 배터리 점검		


장비관리대장
(지오센트리퓨지 실험센터)

확인	담당자	부센터장	센터장

제 목	DAQ Chassis 고장		
장 비 명	1800 수집 장치	문서번호	GC2012004
담 당 자	서경식	날 짜	2012 년 11 월 5 일
내 용	- DAQ main controller Chassis 전원 안켜짐		
점검사항 / 조치사항	PXI-1045 Chassis 의 경우 안켜짐 고장 원인 : 예상 과부하 전원으로 인한 Power Supply 고장 ○ 조치사항 - AS 에 해당하는 내용이므로 Ripair 상품으로 교환 - 추가적으로 안정적인 전원 공급을 위하여 UPS 설치 - 수리 업체 : NI Instruments		
조치계획 / 기타사항	○ 수리 완료 - 2012. 11. 05		

<실험센터 실험시설 및 장비 관리 대장 예시>

(5) 성과 목표에 대한 자체평가

성과 목표	자체 평가
1,2단계 시설 Grid 구축지원	- 2단계 실험시설 구축완료 후 원격실험관찰 및 실험데이터 확보를 위한 초고속통신망 구축일정 협의를 진행하였고, 고화질 실험영상 및 대용량 실험데이터 전송을 위한 인프라구축(H/W, N/W)가이드를 수행 완료함 - 1단계 실험시설 Grid 구축 후 시범운영 결과 효율적 시스템 활용을 위해 추가 보완이 진행됨에 따라 실험중 원격실험관찰시 사각지대 해소로 사용자 만족도를 더욱 향상시킬 수 있었음
통합 CI시스템 구축(IV)	- 국토교통 대형실험시설을 쉽게 접하고, 이용할 수 있도록 통합 CI 시스템을 구축하고 시범운영을 통해 이용자의 의견을 수렴함으로써 편의성을 극대화하였음. 즉, 해당 연구 목표를 성공적으로 수행하여 실험시설 공동활용 촉진에 기여함 - 장애예방을 위한 보안점검 및 시스템 모니터링을 통하여 시스템 가동률 100%를 달성하였으며, 시스템 중단으로 인한 서비스 장애가 발생하지 않음 - 구축된 CI시스템을 통하여 1단계 실험시설은 실험서비스(견적, 계약, 정산, 성과통계) 업무를 효율적으로 수행하고 있음 - 안정적인 실험서비스 제공 및 실험센터 운영·관리자-이용자 간의 업무효율성 제고, 향후 확장되는 국토교통 대형 실험시설에 대한 대응 및 총괄관리의 기반을 마련하기 위한 개선방향 도출을 완료함 - 데이터 공유 환경 조성을 위하여 실험사례 및 실험 요약보고서를 시스템을 통하여 공개함으로써 많은 연구자들이 활용할 수 있도록 함 - 저작권 3건을 등록 완료 및 언론사 홍보를 통해 정량적 성과도 100% 이상 달성하였음
소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	- 수요조사를 통해 필요한 소형교구를 개발하였고, 효율적 활용을 위해 각종 매뉴얼을 작성하여 활용중임. 또한 소형 전동식 진동대의 성능 향상을 위해 리니어모터를 교체 및 업그레이드함에 따라 관련 DAQ 시스템, 모션제어 프로그램 매뉴얼을 업데이트 완료하였고, 이를 반영하여 관련 연구강좌에 활용하고 있음 - 소형 전동식 진동대를 구조공학, 진동론, 구조동역학 등 관련 강좌의 이론 교육을 위한 구조물 거동 시연을 수행하였며, 현재는 효율적 활용 및 활용도 향상을 위해 관련 분야(지진)의 전문 실험센터인 지진방재연구센터에 이관하여 연구분야에도 활용할 수 있도록 추진하고 있음 - 1단계 실험센터에서는 국내외 학생 및 전문가를 위한 실험센터 견학 프로그램을 상시 운영하고 있으며, 관련 전공 강좌에서 매우 활발하게 실험시설·장비를 활용하고 있음 - 시설·장비 연계 이외에 학생 및 전문가들이 쉽게 접하지 못하는 대형 구조물의 제작, 설치, 실험 과정 등을 공개 실험을 통해 기술교육서비스를 제공하고 있음 - 또한, 영남기술교육원과 건설기술인력 장비활용 실습교육을 체결하여 전문인력 교육을 수행하고 있으며, 향후 더욱 다양한 공개 실험 등 체험프로그램 구성을 통해 다방면의 교육활용 프로그램

	활용 예정 - 부산대학교(지진방재연구센터)에서는 매년 내진설계경진대회를 통해 많은 학생들이 관련 시설·장비를 활용할 수 있도록 하며 이는 교육/홍보 효과가 매우 큼
품질경영시스템 구축	- 실험서비스의 기술적 신뢰성 확보를 통해 1단계 실험시설의 운영고도화를 추진하고자 품질경영시스템 도입하였음 - 각 실험센터별 공인인증, 미인증 기관의 특성에 맞추어 인증분야 확대와 자체 품질경영시스템 도입을 추진함에 따라 모든 실험센터 이용자들이 실험결과에 만족할 수 있도록 노력함 - 관련 전문기관 및 전문가를 통해 문서체계 등에 대한 전문적 컨설팅을 통해 효율적 행정/운영 방안 습득하였으며 이와 관련한 국토교통연구인프라운영원 및 각 실험센터 실무자 교육 진행
1단계 실험센터 실험절차서 작성	- 실험시설 이용자 등 관련 분야 전문가를 위한 전문 시험분야의 실험절차 및 주의사항에 대한 실험절차서를 작성하여 관련 실험의 신뢰성 확보하기 위해 경주하고 있음 - 6건 목표치에 대비 20개 실험절차서 작성을 완료하였으며, 실험센터별로 관련 실험 수행시 실험절차서를 충분히 활용하여 실험수행을 하고 있음 - 실험센터 실무자뿐만 아니라 실험시설 이용자에게도 실험절차서는 실험체 제작, 해석 방법 등에 대한 가이드라인을 제공하므로 이용자 만족도가 높음 - 또한, 실험절차서는 실험 진행을 위한 가이드 뿐만 아니라 실험과 관련된 사전 준비, 실험후 결과 정리 등에 대한 가이드를 제시함에 따라 연구자에게도 유용하게 활용되고 있음
국제 협력	- 미국, 유럽의 주요 유사기관과 협력체계를 마련하였으며, 향후 실험시설·장비 및 실험결과 data 공유 등 체계적인 협력 관계를 유지하고자 노력함 - 국내 정부와 유럽에서 추진하고자 하는 「EU-Republic of Jorea Joint S&T Cooperation Committee」 관련하여 건설분야에 있어 EU JRC-KOCED 협약에 대한 공동연구 추진을 위해 Agenda 모색을 진행하고 있음 · 본 과제에서 진행된 JRC와의 MOU, 국제협력을 기반으로 지진방재연구센터와 공동연구 일환으로 연구과제를 기획하였음 - 국토교통 대형실험시설에 대한 국내외 관심이 증가함에 따라 국외 주요기관 및 유사기관과의 지속적인 협력이 가능할 것으로 보임 - 주관기관 및 각 실험센터에서는 국외 기관과의 협력을 위해 각종 국외 세미나, 공동연구 수행 등 추진이 지속적으로 증가하고 있음
국제 공동연구	- 1,2차년도 전문가를 통한 공동연구 추진에서 전문기관과의 협의를 통해 국외 위탁연구기관으로서 연구추진을 함에 따라 학술적 성과가 다수 발생하였으며 기관 차원의 협력 관계가 유지 되었음 - 위탁연구기관(ODU)과의 공동연구를 통해 비선형 RC 교각을 설계하고 3축 동시가력 실시간 하이브리드 실험 수행

	· 위탁연구기관에서 개발한 ATS(Adaptive Time Series) Compensator와 Compliance Springs을 이용한 유압가력기 실시간 하중제어 방법(2가지, D/F-ATS Methods)을 하이브리드구조실험센터 시설·장비를 이용하여 검증 실험을 완료함 - 3~6차년도 각 차년도별 목표한 알고리즘 개발 및 이에 대해 국토교통 대형실험시설·장비를 활용한 검증실험이 모두 완료되었음 - 국제 공동연구를 통해 목표 대비 국외 학술대회 발표 및 논문 게재를 초과 달성하였음
1단계 운영성과 분석	- 매년 1단계 실험시설에 대한 운영성과 및 이용자 만족도 조사를 통해 실험센터 발전 방향 수립에 반영하였으며, 이용자의 요구사항을 반영하기 위해 노력하였음 - 실험센터의 운영성과(실험건수, 계약금액)은 지속적으로 증가함 - 실험센터 이용자의 만족도 조사 결과 인지도 향상 및 만족도가 매우 높았음
통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	- 국토교통 대형실험시설 중장기 발전전략 수립을 위해 운영현황 및 이슈를 분석하고, 1,2단계 실험시설의 통합 운영을 위한 전략을 수립하였음 - 실험시설 운영관리를 위한 법제화 및 2단계 연계 관리방안 마련을 통해 운영방안에 활용할 예정 - 국토교통 대형실험시설 실험서비스 업무 매뉴얼 발간 및 배포를 통해 실험시설 운영·관리자 및 이용자들에게 신뢰성 있는 실험서비스 제공에 기여
1단계 장비 성능개선 도출	- 최신 기술동향 분석, 실험시설별 실험수요 및 국토교통 분야 전문가를 통한 요구사항 및 수요조사를 통해 성능개선 대상 장비를 도출하였음 - 또한 전문가 평가 및 전문기관 협의 등 합리적인 절차를 통해 최종 성능개선 대상 장비 선정 완료
국제 공동연구 (실시간 하이브리드 실험 시스템 구축)	- 위탁연구기관인 Old Dominion University(미국)에서는 목표 성과로 제시한 “소형 원형 콘크리트 교각에 대한 붕괴거동 및 연성도 실험 연구”를 완료하였음 ·축력을 고려한 비선형 구조물의 하중경계조건 만족을 위한 실시간 하중 제어 알고리즘 개발 등 추가 성과 도출 - 또한, 세계 최초로 비선형 구조물에 대한 성공적인 EFT(Effective Fo-rce Testing) 검증 및 논문 작성 - 국제 공동연구를 통해 목표 대비 국외 학술대회 발표 및 논문 게재를 초과 달성하였으며, 국외 학술대회를 통해 실험센터 홍보 추진

다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구 필요성 등)

- 해당 없음

4. 연구개발성과의 활용계획

가. 연구개발성과의 활용방안

○ 기존 1단계 6개 실험시설과 신규 2단계 6개 실험시설을 활용하여 국토해양 대형실험시설·장비의 공동활용 및 운영 효율화 제고

○ 국가 R&D 과제 및 민간 기업체의 특허, 신기술 제품의 성능검증 실험 지원 및 실용화 지원으로 국토교통연구인프라 실험시설의 기능 및 역할 강화

○ 실험시설 및 연구장비를 이용하여 관련 실험 및 연구분야의 전문인력 양성에 활용

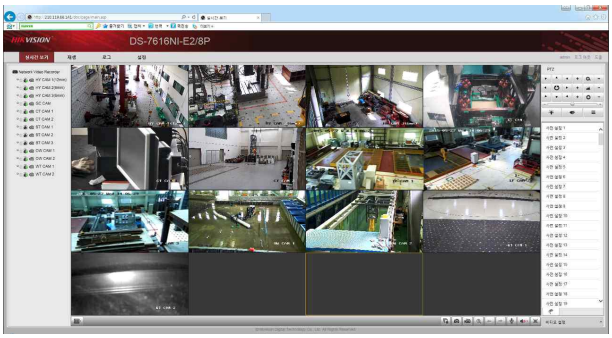
○ 대학 기초실험교육 및 실무자 기술교육 지원 등의 이론과 실습을 통합한 교육프로그램 제공으로 건설분야에 대한 이해도 증진에 기여

○ CI시스템 개선을 통해 원격실험, 협업연구 및 실험데이터를 연동한 인터넷 기반의 실험정보서비스를 제공

○ 실험 프로세스 및 실험 노하우 등이 반영된 실험 품질경영시스템을 구축하여 실험 균질성 확보로 실험서비스에 대한 신뢰도 제고

○ 국토교통분야 핵심 1, 2단계 대형실험시설의 활용성 제고를 통해, 교육/연구/국제협력 등 글로벌 건설기술 경쟁력확보에 기여



단위성과	활용 대상기관	활용 내용
통합 Grid 시스템 구축	국토교통 대형실험시설 운영·관리자 및 이용자 (대학, 대·중소·중견 기업체, 공공기관 등)	■ 국토교통 대형실험시설의 네트워크망 연계 - 분산된 실험시설의 통합적 연계 활용 ■ 통합·체계적 실험 영상·데이터 관리 - HD급(200만화소 이상) 화질의 실험영상 중계로 원격실험관찰이 가능한 연구환경 조성  - 실험데이터 고속전송 및 체계적인 실험데이터 관리 - 대용량 저장장치를 통한 통합적 영상, 데이터 등 관리를 통해 향후 다양한 서비스 개설에 활용 가능함(공개실험 기록영상 제작 등) ■ 실험시설 대내외 홍보 및 행사 지원 - 실험시설·장비를 활용한 경진대회, Contest 개최시 실시간 영상 중개 - Grid 시스템으로 저장된 주요 실험사례를 공개함으로써 실험시설 대내외 홍보 효과 극대화 ■ 시설물 안전관리 및 보안 강화 - CCTV 등을 활용한 실험시설·장비 안전관리 활용 - 방범감시 영상의 이중화 저장을 통해 각종 재난·재해시 백데이터 확보 - 야간 시큐리티 목적으로 운영함으로써 기준 CCTV 기능을 보완하여 보안에 활용 가능
통합 CI시스템 구축	국토교통 대형실험시설 운영·관리자 및 이용자 (대학, 대·중소·중견 기업체, 공공기관 등)	■ 시스템 재정비를 통한 효율적 업무 체계 구축 - 실험시설 활용을 위한 견적-계약의 체계적인 온라인화 - 연구지원 시스템을 통한 수입/지출 관리 일원화로 신속한 재무현황 파악 - 실험데이터·보고서의 수집, 보관, 활용 - 실험 종료후 성과환류 및 확산을 위한 활용 ① 포털 시스템 · (대외) 국토교통 대형실험시설의 홍보 및 이용자 안내 · (대내) 포털시스템을 이용한 실험센터 현황 종합적 파악 ② 견적계약, 실험시스템 및 성과관리 시스템 ·실험행정(상담,견적,계약)진행 현황 및 실적통계 활용 ·실험일정, 보유장비 현황파악 ·실험시설·장비 등록 및 운영현황 관리 ·대형실험시설 이용자의 견적의뢰-계약 업무 ③ KOCED 데이터 모델 ·실험결과 데이터 및 요약보고서의 데이터 공개 활용 ·실험데이터/보고서 관련 정보의 체계적 수집, 보관, 활용 ④ 연구지원 시스템 ·실험비 및 연구비 수입, 지출 관리

단위성과	활용 대상기관	활용 내용
		⑤ 협업서비스 시스템 · 원격실험관찰을 통한 원격지의 실험장면 중계 및 협업연구 지원 ■ 실험수요자의 실험내용, 결과 데이터 등 공개 유도 방안을 마련하여 실험 데이터 공유 활성화 및 개발된 통합운영시스템 활용 극대화하고자 함 - 대형실험시설을 활용한 시험분석시 데이터 공유 활성화 유도 · 예시) 전문기관에서 국토교통 R&D 관련 연구과제 공모시 "국토교통 대형실험시설" 을 우선적으로 활용할 수 있도록 RFP에 제시/권교 요청하도록 하며, 개발기술의 검인증 후 실험 결과물 및 시험분석 내용을 공개 가능한 범위 내에서 타 연구자에게도 공유할 수 있도록 함 - 실험 결과 공개시 실험 비용 할인 확대 가능한 정책(기술시험비용산정지침 등) 마련 등 ■ 소프트웨어의 품질관련 공인인증 방안 마련
소형 실험교구 및 시설/장비 연계 교육활용 프로그램 개발	교육 국내외 초 · 중 · 고등학생 및 대학생	■ 개발된 전동식 소형 진동대를 이용한 교육 활용 추진 - 소형실험교구를 활용한 관련 강좌 이론 교육 · 초 · 중 · 고등학생 대상의 진동에 관한 체험 및 강연 · 대학, 대학원의 구조역학, 진동론 등 관련 강좌의 교육 수행 - 소형실험교구를 활용한 내진설계 경진대회 사전 심사 등 - 진동, 내진과 관련된 분야의 기초연구로 활용 ■ 국토교통 대형실험시설에서 수행되는 교육프로그램 등을 지속적으로 개발하여 초 · 중 · 고등학생 및 대학 · 대학원생까지 활용할 수 있도록 기반 마련 필요
품질경영시스템	국토교통 대형실험시설 운영 · 관리자 및 이용자	■ 국토교통 대형실험시설 운영 · 관리자의 효율적 업무 체계 마련 - 내부 문서 체계화 - 실험시설 운영 · 관리 및 경영에 대한 체계화 ■ 국가 공식인증기관으로 인정 받아 실험 품질향상, 신뢰도 향상 - KOLAS 인증에 따른 공식 문서 발급 - 시험 인증범위 확대로 관련 시험 유치 활성화 기대
실험절차서	국토교통 대형실험시설 운영 · 관리자 및 이용자	■ 국토교통 관련 기술 · 제품의 성능평가를 위한 객관적인 검증 지침서 및 성능향상을 위한 연구개발 및 실험 연구에 활용 - 개발 기술 및 제품에 대한 성능검증실험을 위한 절차서, 가이드로 활용 - 작성된 실험절차서와 관련하여 신기술, 신공법 개발시 성능검증 및 인증을 위한 표준 실험 지침으로 활용 - 전문 · 표준화된 실험절차에 준한 실험 결과에 대한 공인 시험인증 가능 ■ 관련 분야 대학/대학원 실험실습을 위한 지침서로 활용 - 이론과 더불어 실험실습을 위한 가이드를 제시함으로써 더욱 효율적인 교육 수행 가능 - 관련 강좌의 실습 매뉴얼 활용을 통해 예비 연구자(학생)들의 시험분석 능력 향상 가능 ■ 국토교통 분야 설계기준 제 · 개정시 기초 자료로 활용 ■ 실험절차서의 단체표준화를 통해 다양한 기관에서 인증된 표준절차에 따른 실험 수행 지원

단위성과	활용 대상기관	활용 내용
		■ 국토교통 관련 실험시설, 연구기관에서의 실험절차 가이드로써 활용이 가능함
국제 협력	국토교통 대형실험시설 운영·관리자 및 이용자 국내외 유사 연구기관 (국토교통 대형실험시설 협력 기관)	■ 국제 협력 기반을 마련한 것을 바탕으로 현재 유럽 JRC와 공동연구를 추진하고 있으며 향후 국외 다양한 기관과의 공동연구, 협력 추진의 기반으로 활용 - 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)의 지원으로 “기존 조적조건축물의 내진 및 에너지효율 복합 성능 개선을 위한 TCP 보강기술 개발” 공동연구 착수 - 한-EU과학기술공동위를 통해 국내 대형실험시설 및 유럽 JRC 대형실험시설의 공동연구, 협업 기반 마련 ■ 해외 선진기술과 국내 연구인프라를 활용한 국제협력 기반 마련으로 향후 더욱 많은 국외 연구기관, 연구자와 협업 가능성 향상
국제 공동연구	국토교통 대형실험시설 운영·관리자 및 이용자 국내외 유사 연구기관 (국토교통 대형실험시설 협력 기관)	
1단계 운영성과 분석	국토교통 대형실험시설 운영·관리자	■ 실험센터의 중·장기 발전 방향 수립시 기초자료로 활용 - 1단계 실험시설의 이용자 만족도 조사 및 요구사항을 반영하여 실험센터의 운영, 관리 및 제공하는 실험서비스 개선 추진 - 1단계 실험시설의 실질적인 운영환경 개선 방안 도출에 활용 ■ 국토교통 대형실험시설의 가동률, 성과 점검시 기초 데이터로 활용(주무부처 및 전문/전담기관 보고 등)
통합 운영방안 및 중장기 전략 수립	국토교통 대형실험시설 운영·관리자	■ 실험센터의 중·장기 발전 방향 수립시 기초자료로 활용 - 1단계 실험시설의 실질적인 운영환경 개선 방안, 연계활용 방안, 통합운영 및 중장기 전략 수립에 활용 - CI시스템 및 소프트웨어 등 개발된 성과들의 활용, 운영 및 관리는 1,2단계 실험시설 운영주체에 따라 방법, 절차 등 변경될 수 있음에 따라 효율적인 통합운영방안 수립을 위한 기초 분석 자료로 활용 가능 ■ 2단계 실험시설 구축 이후 운영계획 및 활용 방안의 가이드로 활용 가능 ■ 통합 운영방안 및 중장기 전략 수립 사항은 국토교통 대형실험시설 기술시험비용산정지침 등 관련 지침의 제·개정에 반영될 수 있도록 전문기관을 적극 지원 가능
1단계 장비 성능개선 도출	국토교통 대형실험시설 운영·관리자	■ 1단계 실험시설의 성능개선 대상 장비 도출 결과, 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 지원에 다라 “국토교통기술촉진연구사업”의 일환으로 장비 성능개선이 추진중에 있음
국제 공동연구 (실시간 하이브리드 실험 시스템 구축)	국내외 유사 연구기관 (국토교통 대형실험시설 협력 기관)	■ 국토교통대형실험시설과 연계한 내진성능 실험 기법으로 활용 가능 - 내진, 구조성능 관련 실험 기법으로 타 기관에서도 충분히 활용 가능함 - 대형 동적 유압가력기 실시간 제어 기술, 실시간 하이브리드 실험 기법 등 연구자의 다양한 요구를 반영한 실험 가능 - 최종적으로 대형 구조물의 실시간 하이브리드 실험에 활용 ■ 내진과 관련한 각종 연구데이터 공유 및 활용 가능

□ 실험데이터 공개 유도 및 공유 활성화 방안

○ 추진배경

◦ 최근, OECD를 중심으로 공공연구 성과물(출판물, 데이터)에 대한 공개·공유를 위한 Open Science 프로젝트가 활발하게 추진되고 있음

◦ 경제협력개발기구(OECD) 과학기술장관회의 ('15.10)에서 오픈 사이언스가 핵심 의제로 논의

◦ UNESCO, EU, World Bank 등과 같은 국제 기구와 개별 국가기관 차원에서 공공연구 데이터를 공개·활용을 장려하는 프로그램들이 확산되고 있음

◦ 그러나, 정부로부터 지원받아 수행한 실험과정의 데이터는 실험의뢰자 혹은 실험의뢰기관의 소유로 인식하고 있어 실험 후 실험데이터 공유가 되지 않고 있음

◦ 이에 실험데이터 관리체계 및 공유방향을 수립하여 실험성과물의 공개·공유를 확산 할 수 있는 기반 마련이 필요

○ 핵심과제

◦ 국토교통 실험데이터 플랫폼

- 국토교통 실험데이터 생산 , 관리 , 보관 , 활용 체계 구축

- 지원 조직 및 서비스 양성

◦ 실험데이터 생산 , 공유 , 활용 장려 보상체계의 제도화

- 실험결과 공개 시 실험비용에 대한 할인폭을 확대할 수 있는 정책 마련 등 관련 내용이 기술시험비용산정지침 등에 반영

- 지원 조직 및 서비스 양성

◦ 실험데이터 공유 , 활용 관련 권리와 책임에 관한 법제도 정비*

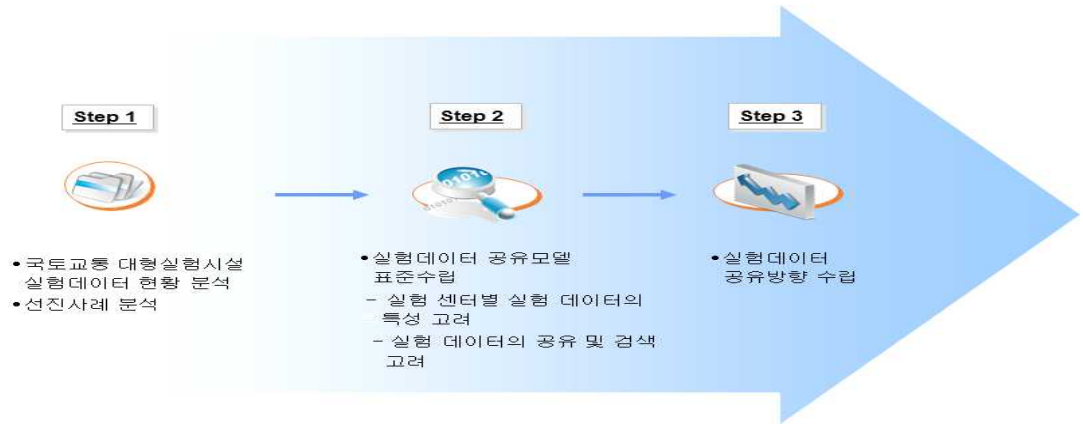
- 실험데이터의 정의, 관리제도 도입, 데이터에 대한 연구자의 권리보장 등 법령정비

* 국가연구개발사업 공동관리규정(정의, 데이터관리계획), 연구관리 표준매뉴얼(연구자권리) 등 개정 추진(’ 18년)

- 국가 R&D 연구과제 공고시 기술 개발에 대한 실증·시험분석이 요구되는 경우에는 국토교통 대형실험시설 이용을 의무화하도록 제안(연구과제 공고 RFP에 명시)

○ 추진전략 및 추진방향

◦ 실험정보 및 데이터 기반의 실증 모델별 데이터 저장, 가공, 공유를 위한 실험데이터 플랫폼



○ 활용범위

◦ 체계적인 실험데이터 플랫폼에서 구축된 양질의 데이터는 기계학습 데이터로 제공이 되며 딥러닝 알고리즘 개선에 활용가능



<공유 실험데이터 기반의 AI 연구환경 개념도>

□ 통합 CI시스템 소프트웨어의 공인인증 방안

○ 통합 CI시스템 아키텍처 정의 및 설계

- 통합 CI시스템은 ISO 25023, 25041, 25051 국제표준을 기반으로 기능적합성, 성능효율성, 사용성, 신뢰성, 보안성 등을 고려하여 아키텍처를 설계하고 구축함

단계	액티비티	내용
요구사항 분석	요구사항 분석	아키텍처 설계와 관련된 요구사항을 식별하고 개발 환경, 공통 요구사항, 기술 및 성능 요구사항 등으로 분류
	주요가정 및 제약사항 도출	개발환경 또는 기본적 요구사항에서 명시적으로 요구된 제품 또는 기술을 반영함으로 인한 아키텍처 설계상의 제약사항 도출
아키텍처 분석	품질요소 식별 및 사례분석	아키텍처 설계시 고려되어야 할 품질요소별 속성(기능성, 신뢰성, 효율성, 유지보수성, 이식성 등)를 식별하고 각 품질요소들이 적용되어하할 요구사항들의 사례를 기술
	아키텍처 구현 전략	각 요구사항들에 반영되어야 할 품질 속성 및 중요도, 반영 영역(어플리케이션/데이터/기술아키텍처)을 정의
아키텍처 설계	어플리케이션 아키텍처 설계	아키텍처 스타일(MVC 모델 등)별 제약사항 및 사례 도출, 레이어 등 아키텍처의 논리구조 설계, 티어(Tier) 구성 및 패키지 구조 등의 물리 아키텍처 설계 내용 등을 포함
	데이터 아키텍처 설계	시스템간 데이터 흐름도, 데이터베이스 구성을 위한 개략적인 개념 데이터 모델을 정의
	기술 아키텍처 설계	어플리케이션 및 데이터 아키텍처 설계 결과를 반영하기 위한 시스템 H/W 및 S/W 구성, 배포 패키지 구성방안 등을 정의

- 통합 CI시스템 아키텍처 품질속성

품질요소	내용	품질속성	적용사항
Functionality (기능성)	완성된 시스템이 제공해야 하는 기능	적합성 정확성 상호운영성 보안성 준수성	통합CI시스템의 견적,계약, 입출금내역 및 집계 기능 등
Reliability (신뢰성)	완성된 시스템의 기능 안정성	성숙성 장애내구성 회복성	신규구축시스템 및 상용솔루션간 안정적 구축
Usability (사용성)	시스템 UI 및 기능이용시 사용편의성	이해용이성 운용성 학습성	견적산출 및 업무화면의 직관적인 가시화
Maintainabilty (유지보수성)	S/W의 기능 확장성 및 변경 용이성	분석성 변경성 안정성 시험성	시스템간 안정적인 인터페이스 설계
Portability (이식성)	S/W가 다양한 환경과 연동 및 적응 여부	적응성 설치성 대체성 적합성	서버OS에 종속되지 않도록 전자정부표준프레임웍 사용
Efficiency (효율성)	시스템 기능의 최적화된 성능 제공	시간효율성 자원효율성	집계데이터의 엑셀 Export 기능 등

○ GS(Good Software)인증 시험방법(소프트웨어산업진흥법 제13조에 의거한 소프트웨어의 품질 인증)

- ISO/IEC 25023, 25041, 25051 국제표준을 기반으로 기능적합성, 성능효율성, 사용성, 신뢰성, 보안성 등에 대한 시험 수행
- SW 유형별 테스트케이스를 개발·적용하고, 결함 발견 시 결함리포트 및 보완 기회 제공 후 회귀시험 수행
- 제품의 품질을 종합적으로 평가한 후 인증심의위원회를 통해 인증여부 결정. 인증 통과 시 시험성적서 및 품질인증서 제공



○ GS(Good software) 인증절차



- 신청 및 접수
  · 시험신청기관은 한국정보통신기술협회(TTA) 혹은 한국산업기술시험원(KTL)의 '시험신청하기'를 이용하여 온라인으로 GS시험·인증을 신청하거나,'시험신청서'를 작성하여 전자우편으로 제출
  · 신청서 접수완료 후 시험신청기관에게 접수번호를 전자우편으로 발급 받음
- 상담
  · 시험·인증 제도 및 절차 소개, 제품 설명(시험신청기관), 시험대상 및 운영환경 등 협의
- 계약
  · 신청제품의 운영환경, 제품복잡도 등을 고려한 평가일정 및 평가수수료를 산정결과 전달 받음
  · 시험 수수료를 납부 후 구비서류를 제출 후 계약 체결
- 품질시험 및 평가
  · 시험환경(HW, SW) 구축 및 제품 설치 후 계약 내용에 따라 시험 수행

- 인증심의
  · 시험평가를 품질인증심의위원회에 상정하고, 품질인증심의위원회에서 품질인증 여부를 결정
- 시험결과서 및 인증서 발급
  · 시험성적서 및 시험결과서를 발급하고, 품질인증심의위원회의 심의결과에 따라 인증서 및 인증마크를 발급
  · 인증결과를 SW산업정보종합시스템 홈페이지 (http://www.swit.or.kr)에 등재

나. 기대효과

(1) 기술적 측면

○ 대형 실험시설인프라 구축 및 운영고도화를 통해 다양한 R&D 검증실험, 실용화 및 건설신기술 개발 지원이 가능하여 관련분야 기술경쟁력 제고에 기여

- 실험시설·장비 연구인프라 기반으로 R&D 연구 및 기술개발의 검인증을 위한 연계활용 플랫폼 형성
- 국토교통 대형 실험시설 이용자 맞춤형 One-stop 서비스 제공을 통한 신속한 기술 개발 및 검인증 가능

○ 성능검증 및 관련분야 시험기술의 체계적 구축 및 실험품질 확보를 통해 건설교통분야의 다양한 시험평가 기술을 확립하고 국제적 기술선도 가능

- 연구인프라 기반의 성능 검인증 체계 마련

○ 지역적으로 분산된 국내의 대형실험시설을 grid 네트워크로 연결하고 특성화된 연구/실험 인프라의 효율적인 활용이 가능

○ 그리드 네트워크로 연결된 국제 공동연구가 가능하고 해외 기술검증에 대한 실험수요를 유치할 수 있어 건설분야의 국제적 위상 제고

○ 연구자의 성능검인증 시설에 대한 접근 방법, 절차 간소화를 통해 이용 효율성을 극대화가 가능하게 됨으로써 연구자의 연구, 기술개발 집중력 향상을 통해 기술개발 가속화 가능

(2) 사회·경제적 측면

○ 국내 첨단실험시설 부족, 성능 한계 등의 사유로 기존에 해외에서 수행되던 중요 실험들을 1단계 실험시설 구축 및 운영고도화를 통해 국내에서 유치가능하게 함으로써, 국가적으로 중요한 기술과 외화의 해외유출 방지에 기여

○ 첨단 실험시설을 활용하여 도로 및 교통안전시설물의 체계적 설계와 검증이 가능하여 교통사고율을 OECD 교통선진국 수준으로 낮춤으로써, 국민의 삶의 질 제고와 눈높이에 맞춘 SOC 연구성과 달성 가능

○ 재해·재난·사고 등의 관련 기술에 대한 검증 실험을 첨단 연구장비 인프라가 마련된 국내 대형실험시설에서 수행함으로써 빠른 기술 적용을 통해 국민의 안전과 생명 보호

○ 타 기관의 실험시설에 대한 연계활용을 통한 국가 연구시설·장비의 중복 투자를 방지하고 공동활용을 통한 이용 효율성을 증대

○ 대형실험시설을 기반으로 국제협력연구를 통해 미래 첨단기술의 국내 도입과 국내 기업체의 국제적 기술력 확보를 통한 해외 건설시장 진출 확대에 기여하여 국가 경상수지의 호전 기대

○ 대형실험시설·장비를 실험실습 등으로 이용 가능한 교육/연구 융합 인프라 체계 마련으로 전문 연구인력 양성 가능

- 전문인력 양성을 통해 연구 시설 및 장비의 운영·관리 기술자 및 테크니션 양성 수요 증대
- 연구장비 운영·관리에서 더 나아가 연구장비 개발까지 가능할 수 있도록 기술력 향상을 통해 연구장비 국산화, 국내 R&D 투자 및 예산 절감 효과 등 사회·경제적 효과 기대

○ 국내 연구환경에 대한 인식 전환으로 해외 우수 연구인력의 유입과 세계적 수준의 기술인력 양성 가능

○ 실험공모전, 실험경진대회 및 공개실험 등의 교육프로그램을 수행하여 전공에 대한 관심과 학습 기회를 제공하여 기술 실무에 대한 이해도 증진

(3) 정책적 측면

○ 건설교통분야 하부구조 기반 강화를 통한 연구개발 활성화 기대

- 연구시설, 장비 등 기반인프라를 통한 융합·협업 기반의 공동연구를 통한 시너지 창출 가능

* 이를 위해 선진국들은 기존 인프라를 통한 자국의 강점을 살린 차별화된 대응전략을 마련 중이며, 단순 연구 수단으로 여겨진 연구장비를 융합·협업 연구의 핵심기제로 작용할 수 있도록 기반 조성 중에 있음

○ 정부에서 연구시설·장비의 운영·활용 고도화를 위해 5년 주기로 수립, 시행하고 있는 「제2차 국가연구시설·장비의 운영·활용 고도화계획」에 부합하여 국토교통 분야의 국가 대형실험시설·연구인프라의 기반 확보

- 국가연구시설 및 장비의 투자 효율화, 운영·관리 선진화, 연구시설·장비를 활용한 역량 고도화 등

○ 「제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018~2027)」의 (추진전략 04) 미래지향적 R&D 시스템 도입의 실천과제로써 국토교통 연구개발 기반 강화와 관련하여 연구시설·장비 기반 인프라의 고도화

- 국토교통부에 바라는 국민(연구자 등)의 연구환경 만족도 60.5점에서 향상 기대*

* 2018년 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 공청회 자료 참조

○ 건설교통분야 국가 대형실험시설로서 국가 및 국제 기술표준 선도에 기여. WTO/TBT 협정에서 회원국의 표준이나 기술기준 제·개정시 국제표준(ISO/IEC)을 따르도록 권고하고 있어 건설기술분야 정부규격의 글로벌스탠더드화는 국제협정을 준수하고 무역상 기술장벽에 능동적으로 대응 가능

○ 분산되어 있는 대형실험시설을 거점으로 지역 클러스터가 형성되어 지역의 연구능력 및 기술력 향상과 균형적 발전 기대

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술촉진연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술촉진연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.