

건설연구인프라 2단계 기본설계

[발췌본] 대형수리모형 실험시설

2013. 8. 28

주관연구기관 / 건설연구인프라운영원
공동연구기관 / (주)날리지웍스

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

목 차

제1장 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축 필요성	1
제1절 정책적 필요성	1
1. 관련 법률과의 연계성	1
2. 국가 상위계획과의 연계성	2
3. 국토교통부 정책과의 연계성	9
4. 국내 대형실험시설 구축현황	15
제2절 산업·경제적 필요성	18
1. 산업적 필요성	18
2. 대형 수리모형 실험시설 관련 시장 동향	27
제3절 기술적 필요성	31
1. 기술수준	31
2. 국가연구개발과제 분석	32
3. 논문 분석	34
 제2장 대형수리모형 실험시설 기본설계	36
제1절 실험시설 정의	36
제2절 연구동향 및 실험시설 현황	38
제3절 실험시설 최소요구성능	76
제4절 실험시설 구축계획	88
제5절 소요예산(안)	119
제6절 경제성 분석	122
 제3장 2단계 실험시설 RFP 및 유치기관 선정/구축기준(안)	133
제1절 대형수리모형 실험시설 유치기관 공모를 위한 RFP(안)	133
제2절 유치기관 신청자격 및 선정/구축 평가기준(안)	144
1. 유치기관의 신청자격 및 조건(안)	144
2. 선정절차 및 평가기준(안)	145
3. 시설/장비 구축 중간성과 점검 및 평가 기준	151
4. 최종성과 점검 및 평가 기준	153
 제4장 기대효과	154

제1장 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축 필요성

제1절 정책적 필요성

1. 관련 법률과의 연계성

가. 과학기술기본법

- ‘과학기술기본법’ 중 연구개발에 필요한 시설·장비의 확충·고도화 및 공동 활용의 추진과 관련 기관 지원에 대한 법령은 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축의 추진 근거가 됨
- ‘과학기술기본법’은 과학기술발전을 위한 기반을 조성하여 과학기술의 혁신 및 국가경쟁력의 강화를 목적으로 함
 - (법 제28조 연구개발 시설·장비의 고도화) 정부는 효율적이고 균형 있는 연구개발을 추진하기 위해 연구개발 시설과 장비 등을 늘리고 현대화하기 위한 시책을 세우고 추진해야 함
 - 정부는 연구개발 시설·장비의 고도화를 추진하기 위해 시행령 제42조에 따라 지원할 기관을 지정하고 운영에 필요한 경비를 지원할 수 있음
 - (시행령 제42조 연구개발 시설·장비의 고도화 추진) 관계 중앙행정기관의 장은 연구개발 시설·장비 현황을 주기적으로 조사한 결과를 반영하여 계획을 수립하고, 국가연구개발 사업에 대한 중·장기계획에 반영해야 함
 - 관계 중앙행정기관 장이 수립해야 하는 계획은 관련 연구개발 사업에 필요한 연구개발 시설·장비의 확충 계획, 연구개발 시설·장비의 운영 및 공동 활용 계획, 연구개발 시설·장비의 고도화계획임
 - 관계행정기관장은 대학, 연구기관 및 기업에 연구개발 시설·장비의 확충 및 운영에 필요한 경비의 전부 또는 일부를 지원할 수 있음

나. 건설기술관리법

- ‘건설기술관리법’에 따르면 국토교통부장관은 건설기술 연구·개발에 필요한 시설·장비에 지원이 가능하므로 건설연구인프라 2단계 실험시설은 법률적 추진 타당성을 확보함
- ‘건설기술관리법’은 건설기술의 연구·개발을 촉진하고 건설기술을 효율적으로 이용·관리함으로써 건설기술 수준의 향상과 건설공사의 적정한 시행을 이루고 건설공사의 품질과 안전을 확보하는

것을 목적으로 함

- 이 법의 대상이 되는 건설공사는 ‘건설산업기본법 제2조2제4호’에 명시된 토목공사, 건축공사, 산업설비공사, 조경공사, 환경시설공사 등으로 건설연구인프라 2단계 기본설계의 5종 실험시설 분야가 모두 포함됨
- (법 제16조의6 연구시설 및 장비의 지원 등) 국토교통부장관은 건설기술의 연구기반 확충을 위해 연구기관의 시설 및 장비의 확보·관라·공동사용 등을 지원하거나 필요한 시책을 수립·추진할 수 있음

2. 국가 상위계획과의 연계성

가. 박근혜정부 국정과제¹⁾

- ‘박근혜정부 국정과제’(이하 국정과제)는 ‘국민행복과 국가발전이 선순환하는 새로운 패러다임의 시대’라는 국정비전 하에 4대 국정기조, 14대 추진전략, 140대 국정과제를 수립함
- 4대 국정기조 및 14대 추진전략은 다음과 같음

<표 1-1> ‘박근혜정부 국정과제’ 4대 국정기조 및 14대 추진전략

국정기조	추진전략
경제 부흥	1. 창조 경제
	2. 경제 민주화
	3. 민생 경제
국민 행복	4. 맞춤형 고용·복지
	5. 창의 교육
	6. 국민 안전
	7. 사회 통합
문화 융성	8. 문화참여 확대
	9. 문화·예술 진흥
	10. 문화와 산업의 융합
평화통일 기반구축	11. 튼튼한 안보
	12. 한반도 신뢰 프로세스
	13. 신뢰 외교
	14. 신뢰받는 정부

1) 박근혜정부 국정과제, 관계부처 합동, 2013



140대 국정과제 중 9개의 과제에 건설연구인프라 2단계 실험시설이 기여할 수 있음



[그림 1-1] ‘박근혜정부 국정과제’와의 연계성

(10. 교통체계·해운 선진화 및 건설·원전산업 해외진출 지원) 세부과제인 ‘교통체계 및 해운·물류 선진화’, ‘해외건설·플랜트 및 원전산업 진출 지원’에 2단계 실험시설이 연계됨

● ‘교통체계 및 해운·물류 선진화’ 세부과제의 ‘교통체계 선진화’ 추진계획은 도시혼잡도로 지원 확대, 교통수요관리 강화 및 도시교통체계 개선을 추진함

– ‘기상환경 모사 도로성능 실험시설’의 지하구조 실험시설을 통해 도로시설 종합평가, 도로 시설들의 실험시험이 가능하므로 교통체계 개선에 기여할 수 있음

– ‘도로주행 시뮬레이터 실험시설’을 통해 실제 주행환경 재현이 가능하므로 보행자 위주의 도로 및 교통시설의 설계를 통한 교통체계 개선에 기여할 수 있음

● ‘해외건설·플랜트 및 원전산업 진출 지원’ 세부과제의 ‘해외건설 5대강국 진입을 위한 기반 마련’ 추진계획은 R&D를 통한 원천기술 확보 및 아프리카/중남미 등 해외시장 진출 강화를 추진함

– ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 충돌/폭발 상황에 대비한 설계기술 연구 및 원천기술 확보가 가능하므로 해외건설시장 진출을 위한 고부가가치 기술 확보에 기여할 수 있음

– ‘기후변화대응 다환경 실험시설’을 통해 해외 기후환경을 모사하여 건축재료 연구 수행이 가능하므로 국내 건설기업의 해외 진출에 기여할 수 있음

❏ (11. 해양수산업의 미래산업화 및 체계적 해양영토 관리) ‘해양 신성장 동력 창출 및 체계적 해양영토 관리’ 세부과제의 ‘경제영토개척’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

● ‘경제영토개척’ 추진계획은 남극 장보고기지 건설, 북극 항로개척, 극지에서의 기초·응용 연구확대 등을 추진함

－ ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 극한(寒)온도 상태에서 실험 수행이 가능하므로 극지환경에 적용 가능한 건물의 구조/재료 개발에 기여할 수 있음

－ ‘기후변화대응 다환경 실험시설’을 통해 극저온 환경에서의 건축물/건설자재의 성능평가가 가능하므로 극지환경에 효율적인 건축물/공조기기 등의 연구에 기여할 수 있음

❏ (13. 우주기술 자립으로 우주강국 실현) ‘한국형 발사체 개발을 통한 인공위성 자력발사 능력 확보’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

● ‘한국형 발사체 개발을 통한 인공위성 자력발사 능력 확보’ 추진계획은 1.5t급 실용위성을 지구저궤도에 발사할 수 있는 한국형 발사체 독자개발, 한국형 발사체를 활용한 달 궤도선과 달 착륙선 자력발사를 추진함

－ ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 온도변화환경 및 진공환경 조성이 가능하므로 우주환경에 적용할 수 있는 구조/재료의 개발에 기여할 수 있음

❏ (16. 국가 과학기술 혁신역량 강화) ‘국가 R&D 투자규모 확대와 효율성 제고를 위한 투자전략 정비’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

● ‘국가 R&D 투자규모 확대와 효율성 제고를 위한 투자전략 정비’ 추진계획은 ‘기초연구에 집중/융합·공공기술 개발/사업화연구’와 ‘중소·중견기업 R&D에 대한 지원 강화’를 추진함

－ 건설연구인프라 2단계 구축을 통해 기초/융합/사업화 연구에 필요한 실험 인프라가 제공되어, 중소·중견기업 자체적 수행이 어려운 실험 연구 수행 및 이를 통한 R&D역량 강화와 사업화 확대가 가능함

❏ (83. 총체적인 국가 재난관리체계 강화) ‘재난·안전 관리체계 강화 및 안전문화운동 확산’, ‘유비쿼터스형 국민중심 안전망 구축’, ‘홍수·산사태 등 재해 걱정 없는 안심국토 실현’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

● ‘재난·안전 관리체계 강화 및 안전문화운동 확산’ 추진계획은 예방적·선제적 재난관리로의 전환을 위한 맞춤형 재난·안전 R&D 기능 강화를 추진함

－ ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 충돌/폭발 등을 유발하는 재난/재해에 내구성을 갖는 구조/재료 개발이 가능하며, 이를 통해 예방적 재난관리에 기여할 수 있음



- ‘유비쿼터스형 국민중심 안전망 구축’ 추진계획은 GPS를 이용한 신고자 위치확인 등 U-119 신고서비스 환경개선, 현장 중심의 U-안전관리시스템 구현을 추진함
 - ‘기상환경 모사 도로성능 실험시설’을 통해 교통사고 발생 시 자동 신고 및 상황정보 전달 연구를 수행하여 교통 안전 체계를 구축하는 데 기여할 수 있음
- ‘홍수·산사태 등 재해 걱정 없는 안심국토 실현’ 추진계획은 도시에방적 토지이용체계 확립, 도시 하천유역 종합치수계획 마련, 비탈면 정비, 침수로부터 안전한 하수도 인프라 확충 및 산림재해 안전망 구축을 추진함
 - ‘대형 수리모형 실험시설’의 급경사 수로 및 대형 수조를 이용하여 치수계획 수립, 도시 침수피해 예방, 도시 저류시설 평가, 급경사지 재해발생 시 방지 대책 등에 기여할 수 있음
- (84. 항공, 해양 등 교통안전 선진화) ‘스마트하고 안전한 도로 구현 및 안전인프라 확충’, ‘차량 안전도에 대한 소비자 알권리 강화 및 안전기술 확산’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨
 - ‘스마트하고 안전한 도로 구현 및 안전인프라 확충’ 추진계획은 도로 취약시설 개선, C-ITS 도입, 위험도로 개선사업 등을 추진함
 - ‘기상환경 모사 도로성능 실험시설’을 도로 시설물 및 ITS 실험을 수행함으로써 도로 안전인프라 확충 및 ITS 적용 확대에 기여할 수 있음
 - ‘도로주행 시뮬레이터 실험시설’을 통해 의 모의주행을 통해 다양한 도로환경을 시뮬레이션함으로써 위험도로 환경의 개선에 기여할 수 있음
 - ‘차량 안전도에 대한 소비자 알권리 강화 및 안전기술 확산’ 추진계획은 차선유지·자동비상 제동장치 등 첨단안전장치 보급 및 신기술 안전성 평가기술 개발을 추진함
 - ‘기상환경 모사 도로성능 실험시설’을 통해 실제 도로상황을 재현하여 자동차의 첨단안전장치 실증 실험 수행 및 기술개발에 기여할 수 있음
- (90. 기상이변 등 기후변화 적응) ‘기후변화 감시·예측 능력 확보 및 이상기후 대응능력 강화’, ‘지속가능한 물순환 체계 구축’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨
 - ‘기후변화 감시·예측 능력 확보 및 이상기후 대응능력 강화’ 추진계획은 기후변화 감시·예측능력 강화, 이상기후 위험요인에 대응한 환경영향평가체계 구축을 추진함
 - ‘기후변화대응 다환경 실험시설’은 다양한 기후조건 하에서 건물에 의해 발생하는 탄소배출량 등 환경에 영향을 주는 요인들을 측정해 환경영향평가체계 구축에 필요한 정보들을 얻는 데 기여할 수 있음

- ‘지속가능한 물순환 체계 구축’ 추진계획은 개발사업 추진 시 환경 저영향개발기법 적용/빗물 이용 시설/중수도 등의 확대를 추진함

- ‘대형 수리모형 실험시설’의 대형 저수조 시설 등을 활용하여 친환경적인 도시 우수 저장기술의 연구개발이 가능하므로 빗물 이용시설 확대에 기여할 수 있음

■ (91. 안정적인 에너지 공급 및 산업구조 선진화) ‘에너지 수요관리 강화’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘에너지 수요관리 강화’ 추진계획은 에너지 절약형 건물 확대, 연비향상 등 시스템형 절약정책을 추진함

- ‘기후변화대응 다환경 실험시설’을 통해 건축물의 단열성능/에너지효율에 대한 Overall 평가가 가능하므로 에너지 절약형 건물 확대에 기여할 수 있음

■ (93. 환경서비스 품질수준 제고) ‘건강한 물환경 조성’ 추진계획에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘건강한 물환경 조성’ 추진계획은 오염사고 예방을 위한 완충저류시설 확대 설치, 복개하천에서 생태하천으로의 복원을 추진함

- ‘대형 수리모형 실험시설’을 통해 효과적인 저류시설 설계 및 유사수리 연구가 가능하므로 하천 오염 예방 및 복원에 기여할 수 있음

나. 제3차 과학기술 기본계획

- ‘제3차 과학기술기본계획’은 ‘창조적과학기술로 여는 희망의 새시대’를 비전으로 경제부흥과 국민행복을 위해 5개의 추진전략 하의 19개 분야 78개 과제를 추진함



<표 1-2> '제3차 과학기술 기본계획' 5개 추진전략 및 19개 분야

추진전략	분야
R&D 투자 확대	1. 국가 R&D투자 확대 및 효율화
국가전략기술 개발	2. IT 융합 신사업 창출
	3. 미래성장 동력 확충
	4. 깨끗하고 편리한 환경 조성
	5. 건강장수 시대 구현
	6. 걱정없는 안전사회 구축
중장기 창의역량 강화	7. 창의적 기초연구 진흥
	8. 창의·융합형 인재 양성·활용
	9. 국가발전의 중추거점으로 출연(연) 육성
	10. 과학기술 글로벌화
	11. 새로운 지역혁신체계 구축
	12. 창의적 과학문화 조성
신산업 창출 지원	13. 중소·벤처기업 기술혁신 지원
	14. 지식재산 생태계 조성
	15. 기술이전·사업화 촉진
	16. 신시장 개척 지원
과학기술 기반 일자리 확대	17. 창업 주체별 지원체계 구축
	18. 기술창업 생태계조성
	19. 새로운 과학기술 일자리 창출

78개 추진과제 중 건설연구인프라 2단계 실험시설과 관련된 과제는 총 5개임

- **(1-5 과학기술 인프라의 개방과 공유 활성화)** 국가연구시설·장비의 확충 및 공동 활용을 촉진하려는 목표에 2단계 실험시설이 연계됨
 - 건설연구인프라 2단계 구축을 통해 실험시설·장비를 연구기관·대학과 공유하는 것이 가능함
- **(2-4 스마트 교통·물류 시스템 구축)** 세부 기술인 지능형교통시스템 기술, IT기반 친환경 도로기술을 개발하는데 2단계 실험시설이 연계됨
 - '기상환경 모사 도로성능 실험시설시험장'을 통해 첨단기술을 접목한 테스트베드를 구현하는 등의 신개념 도로시설에 대한 연구가 가능하므로 도로기술 개발에 기여할 수 있음
- **(3-4 우주·항공·국방의 성장동력화)** 세부 기술인 미래형 유인 항공기기술, 우주발사체 개발기술, 우주비행체 개발 및 관제 운영기술, 차세대 가속기 기술을 개발하는데 2단계 실험시설이 연계됨
 - '극한상태 구조특성 실험시설'을 통해 극한 환경에 적용 가능한 재료·소재 단위의 개발을 위한 소재시험이 가능하므로 우주환경에 적용 가능한 시설물 개발에 기여할 수 있음

● **(3-5 해양·수산의 미래산업화)** 세부 기술인 해양플랜트 실용화 기술 개발에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 극한온도·압력에 대한 구조물의 성능평가 및 재료 소재 단위의 개발을 위한 소재시험이 가능하므로 해양 플랜트의 실용화 기술 개발에 기여할 수 있음

● **(4-3 생활공간 편의성 향상)** 세부 기술인 고효율 에너지 빌딩기술, 슈퍼 건설재료 및 자재기술, 초고층 건물 건설기술 개발에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 극한상태 하중에 대한 구조물의 성능평가와 소재시험이 가능하므로 슈퍼 건설재료 및 자재, 초고층 건물 건축 기술을 개발하는 데 기여할 수 있음

- ‘기후변화대응 다환경 실험시설’을 통해 건축물의 에너지분야 종합성능 평가 및 건축부재 단위의 개별성능 평가가 가능하므로 고효율성 빌딩을 구축하는 기술개발에 기여할 수 있음

● **(6-2 사회적 재난 대응체계 확보)** 세부 기술인 기반시설 기능유지 및 복구·복원기술 개발에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 극한 압력, 충돌에 대한 기반시설의 성능평가가 가능하므로 도로, 교각 등의 기반시설의 기능이 장기간 유지되도록 하는 기술 개발에 기여할 수 있음

- ‘대형 수리모형 실험시설’을 통해 방재수리 실험이 가능하므로 댐 등의 기반시설의 기능을 유지하는 기술개발에 기여할 수 있음

- ‘기상환경 모사 도로성능 실험시설’을 통해 도로 악천후 재현 및 도로 기하구조 성능 실험이 가능하므로 도로의 기능이 장기간 유지되도록 하는 기술 개발에 기여할 수 있음

● **(7-2 세계적 수준의 기초연구 거점 조성)** 중이온 가속기, 핵융합연구장치 등 세계적 수준의 초대형 연구시설 확충 및 이에 기반한 글로벌 협력을 강화하려는 목표에 2단계 실험시설이 연계됨

- 건설연구인프라 2단계 구축을 통해 대형 실험시설들이 마련되고 세계적 수준의 실험시설을 바탕으로 글로벌 협력의 확대가 가능함

● **(10-3 전략분야 국제공동연구 추진)** 기후변화, 에너지 등 전지구적 문제해결을 위한 협력 강화와 우주·항공·해양 등 거대과학분야 대규모 국제공동연구 참여하려는 목표에 2단계 실험시설이 연계됨

- ‘극한상태 구조특성 실험시설’을 통해 우주·해양 환경에 적응 가능한 구조물의 성능평가 및 소재시험이 가능하므로 우주·해양과 관련된 연구에 기여할 수 있음

- ‘기후변화대응 다환경 실험시설’을 통해 다양한 기후조건에 맞는 건축물 성능평가 및 구조물의 에너지 성능시험이 가능하므로 기후변화·에너지 등 전지구적 문제해결에 기여할 수 있음

● **(11-2 지역수요에 기반한 기술개발 지원)** 자연재해, 오염 등 지역체감형 연구개발사업 기획을 추진하려는 목표에 2단계 실험시설이 연계됨



- ‘다환경 수리모형 실험시설’을 통해 방재수리 분야의 실험이 가능하므로 자연재해 관련 연구에 기여할 수 있음

● (13-2 중소기업 기술혁신인프라 강화) 공공기관 소유 연구장비 활용을 지원하려는 목표에 2단계 실험시설이 연계됨

- 건설연구인프라 2단계 구축을 통해 중소기업의 연구개발에 필요성은 있으나 자력으로 구축하기 어려운 실험환경을 제공하여 중소기업의 연구개발에 기여할 수 있음

3. 국토교통부 정책과의 연계성

가. 국토해양 R&D 발전전략²⁾

■ 국토교통부(구 국토해양부)는 국토해양 R&D의 비전·목표를 재설정하고, ‘저탄소 녹색성장’에 부합하는 발전전략을 마련하여 제2의 도약을 추구하기 위해 국토해양 R&D 발전전략을 수립함

● (비전) 품격높은 국토해양공간을 창조하는 Green Growth Leader

● (목표) 선진국 대비 녹색기술수준 90%, 세계 1위기술 10개, 해외시장 점유율 7%, 사회경제적 비용 5% 절감, 글로벌 대표기업 5개

■ ‘국토해양 R&D 발전전략’에서는 4대 전략 및 16개 실천과제를 설정하였으며, 이 중 기술성과 검증에 위한 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축 계획이 포함됨

● R&D 성과창출 및 인프라 구축과제의 기술성과 검증 인프라 확충 실천과제에 실물크기 현장실험이 가능한 대규모 복합실험장 및 분산공유 2단계(건설연구인프라 2단계) 추진계획이 포함됨



[그림 1-2] ‘국토해양 R&D 발전전략’과의 연계성

2) 국토해양 R&D 발전전략, 국토해양부, 2010

나. 제5차 건설기술진흥기본계획(2013~2017)³⁾

■ 국토교통부(구 국토해양부)는 향후 5년('13~'17)간 신정부와 함께 할 건설기술정책 로드맵과 미래 건설기술 발전 청사진의 제시가 필요함에 따라 제5차 건설기술진흥 기본계획(이하 기본계획)을 수립함

● (비전) “건설기술 한류”로 여는 5대 건설강국

● (목표) 건설ENG 해외수주비율 5%('16년), 건설기업 설계 경쟁력 10위('16년)

■ 기본계획에서는 3대 주요전략 및 13대 중점추진과제를 설정하였으며, 중점추진과제 중 하나인 건설기술 실용화 촉진 과제의 추진방안으로써 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축을 제시함

● 대형 실험 인프라를 구축하여 건설 신기술 시험에 공동 활용하는 것을 지원하는 방안으로 건설연구인프라 2단계 실험시설과 SOC 실증연구센터 구축을 제시함

－ 제시된 2단계 실험시설은 극한상태 구조특성 실험시설, 기후변화대응 다환경 실험시설, 대형수리모형 실험시설, 기상환경 모사 도로성능 실험시설, 도로주행시뮬레이터 등임

주요 전략	글로벌 시장을 겨냥한 역량 결집	건설 단계별 '소프트' 역량 강화	건설기술 경쟁력 기반 구축
중점 추진 과제	■ 전방위적 건설 ENG 해외진출 지원체계 구축	■ 기술력 중심 발주·심의제도 강화 ■ Global·User 지향 설계 시공기준 정비 ■ 현장 밀착형 건설 품질·안전관리 ■ 녹색체질이 강화된 건설공사 구현 ■ LC기반의 시설물 유지관리 확립 ■ 선제적·국민체감형 시설물 안전관리	■ 글로벌 산업환경에 맞는 기술인력 관리 ■ 시장친화·미래형 교육훈련 확대 ■ 건설정보 표준화 및 ICT 융복합 연구 촉진 ■ 건설정보체계 공유·확산 및 원류 강화 ■ Green & Smart 건설기술 개발 ■ 건설기술 실용화 촉진

■ **건설교통기술 대형 실험 인프라를 구축**

- － 인프라 운영원의 '불산공유형 실험시설 구축 사업(R&D)' 및 'SOC 실증연구센터'추진

■ “국토해양 기술사업화 예산”확대

- － 민간이 개발한 기술의 사업화 촉진 목적

■ 정부주도로 신기술 품셈을 지속확충

- － 신기술 공사비(공사원가) 신뢰 부족으로 인한 발주처의 사용기피 해소 목적

■ 교육실시 및 신기술 지정효과 등에 대한 홍보 강화

- － R&D 연구자를 대상으로 신기술 제도 이해 증진 목적

[그림 1-3] ‘제5차 건설기술진흥기본계획’과의 연계성

3) 제5차 건설기술진흥기본계획(2013~2017), 국토해양부, 2012



다. 2013년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획

📖 ‘2013년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획’에서는 건설연구인프라 2단계 실험시설 구축을 위한 예산 계획을 수립하였음

● 건설교통기술촉진연구사업의 장비시설인프라 구축 일환으로, 건설연구인프라 2단계 실험시설 중 2개 실험시설에 대한 1차년도 구축 예산계획이 수립됨

– 예산계획이 수립된 2개 실험시설은 극한상태 구조특성 실험시설과 기후변화 대응 다환경 대형실험시설임

						(단위 : 백만원)			
구분	~ '09	'10	'11	'12	'13	구분	내용	'13	'14이후 예산
국제기술협력	0	0	0	1,250	1,250	건설연구인프라 2단계 기본설계	2단계 5종 실험시설 기본설계	1,000	-
기술사업화 지원	5,960	4,240	4,100	4,000	3,060	극한상태 구조특성 실험시설 구축	실험시설 유치기관 선정 및 실시설계	1,800	15,400
원천·모험연구 지원	0	0	0	0	39,730	기후변화 대응 다환경 대형실험시설 구축	실험시설 유치기관 선정 및 실시설계	1,800	16,180
장비시설인프라	0	0	0	0	6,000	건설연구 인프라 운영고도화	통합 Networking 및 Grid 시스템 구축 등	1,400	8,300
공공기반기술	32,980	6,070	5,000	2,960	3,429	한계		6,000	39,880
정책개발	1,328	690	800	500	0				
한계	39,260	11,000	9,900	8,710	53,469				

[그림 1-4] “2013년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획”과의 연계성

라. 건설교통 R&D 중장기계획(2013~2017)⁴⁾

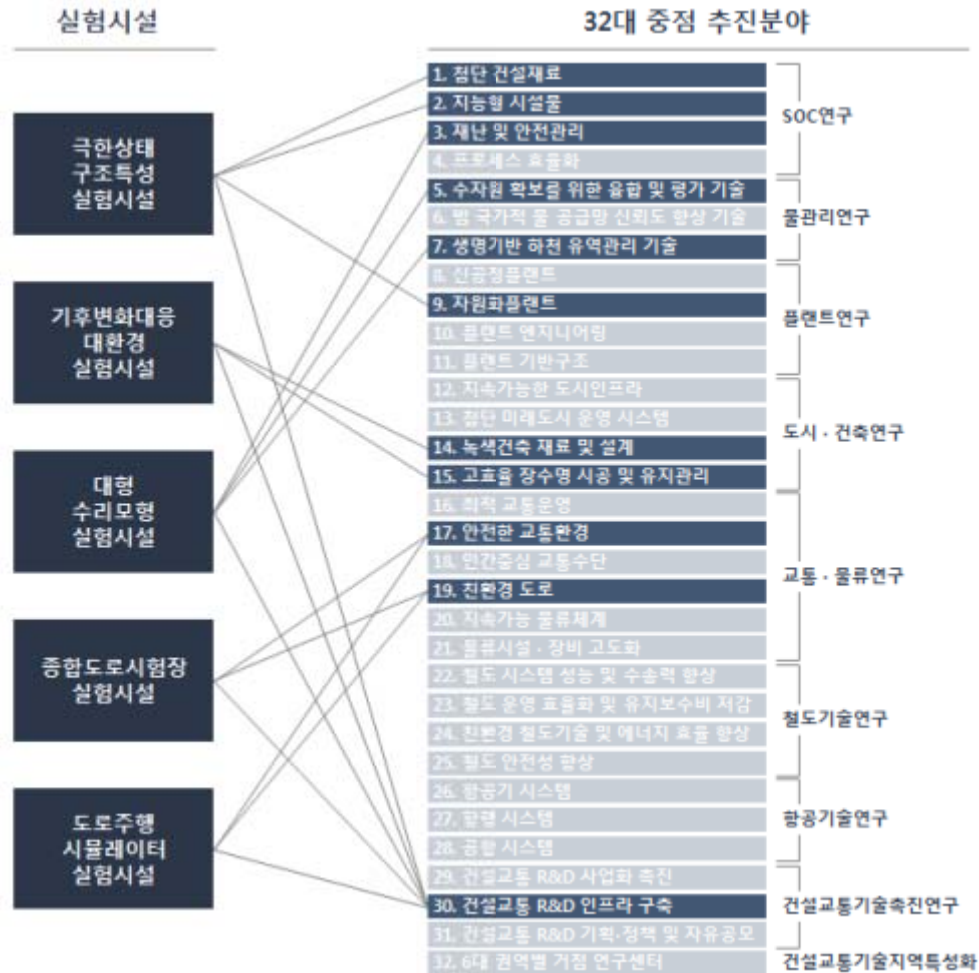
📖 국토교통부(구 국토해양부)는 미래 여건변화에 대응하고 현행 과학기술정책 및 녹색성장 기조에 부합하는 효과적인 건설교통 R&D 수립 필요성이 대두됨에 따라 ‘건설교통 R&D 중장기계획(2013~2017)’(이하 중장기계획)을 수립함

● (비전) 인간중심의 미래가치를 창조하는 건설교통 Smart Leader

● (목표) 에너지·자원의 효율적 이용, 인간중심 사회 및 도시구현, 미래 경제가치 창출, 융복합 첨단기술 확보, 위험으로부터의 안전한 사회 실현

4) 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부, 2012

중장기계획에서는 5대 목표 달성을 위한 32대 중점추진분야를 설정하였으며, 이 중 11개 중점추진분야에 건설연구인프라 2단계 실험시설이 기여할 수 있음



[그림 1-5] ‘건설교통 R&D 중장기계획’과의 연계성

대형 수리모형 실험시설은 32대 중점추진분야 중 4개 분야의 연구에 기여할 수 있음

● ‘건설교통 R&D 인프라 강화’ 분야의 전략프로젝트인 ‘기술검증을 위한 장비 및 시설 인프라 강화’와 연계됨

– 세부계획인 건설연구 인프라 구축(2단계)의 최종 성과물을 극한상태 구조특성 실험시설 등 5개 연구실험시설로 설정하였음

● ‘재난 및 안전관리’ 분야의 전략프로젝트인 ‘자연재해 대응 기술’ 연구에 기여할 수 있음



전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
자연재해 대응기술	산사태, 토석류 저감 기술	'14~'18	한국형 토석류 재해 예측지도 토사피해 위험도 분석 피난대피 기술 위험도 평가 및 감지기술	토석류 실험시설

● ‘수자원 확보를 위한 융합 및 평가기술’ 분야의 전략 프로젝트인 ‘기후변화대응 기후-물-환경 융합 기술’ 연구에 기여할 수 있음

전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
기후변화 대응 기후-물- 환경 융합기술	댐 위험도 해석기법 / ICT 융합기술 개발	'11~'13	댐 위험도 해석기술 수자원 융합형 태양광발전 시스템 모델 개발	다목적 대형실험 수조
	수문모니터링 기술 및 통합 수문해석 모형 개발	'14~'18	토양함수량, 증발산량 모니터링 시스템과 운영 매뉴얼 및 수재해 전망기술	대형 급경사 수로
	자연순환형 하천유지유량 관리기술 개발	'14~'18	환경개선 및 하천유지 용수를 확보할 수 있는 기술 개발	대형 급경사 수로
	수문환경 변동 감시기술 개발	'16~'18	수문사상의 영향 분석 매뉴얼 수재해 모니터링 시스템 및 대응 체계	대형 급경사 수로

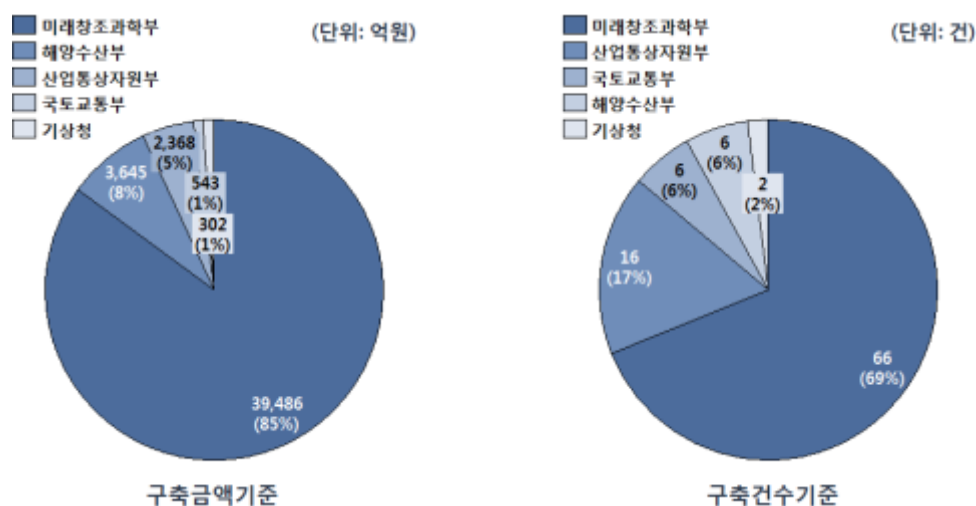
- ‘생명기반 하천유역 관리 기술’ 분야의 전략프로젝트인 ‘대도시 통합 수해 방어체계 기술’, ‘자연친화적 하천공간 확보 및 복원 기술’ 연구에 기여할 수 있음

전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
대도시 통합 수해 방어체계 기술	차세대 홍수방어기술 개발	’11~’12	치수능력 증대 기술 유역통합 홍수 대응 기술 국가 홍수관리시스템 구축	대형 급경사 수로
	내외수를 연계한 도시하천 내배수 시스템 선진화	’13~’17	내배수시설 통합운영시스템 매뉴얼	침/투수 실험토조
	도시 지하방수로 설계 및 운영기술 개발	’14~’18	지하방수로 위치, 규모 결정 및 설계방법 제시	침/투수 실험토조
	홍수량 증가에 대비한 하천 홍수방어시설 성능개선기술 개발	’16~’18	홍수방어시설 설계 지침과 홍수대응 제내지 조성 매뉴얼	대형 급경사 수로
자연 친화적 하천공간 확보 및 복원기술	하천 유사수지 및 하상변동 분석기술 개발	’14~’17	토사 동태도 작성·평가·관리 기술	대형 급경사 수로 유사순환 수로
	하천환경 변동 예측 및 해석기술 개발	’16~’18	하천환경평가 매뉴얼 및 가이드라인	대형 급경사 수로
	하천 구조물 최적설계 및 유지관리 기술 개발	’17~’18	친환경 하천시설 설계 지침 및 기준	대형 급경사 수로



4. 국내 대형실험시설 구축현황

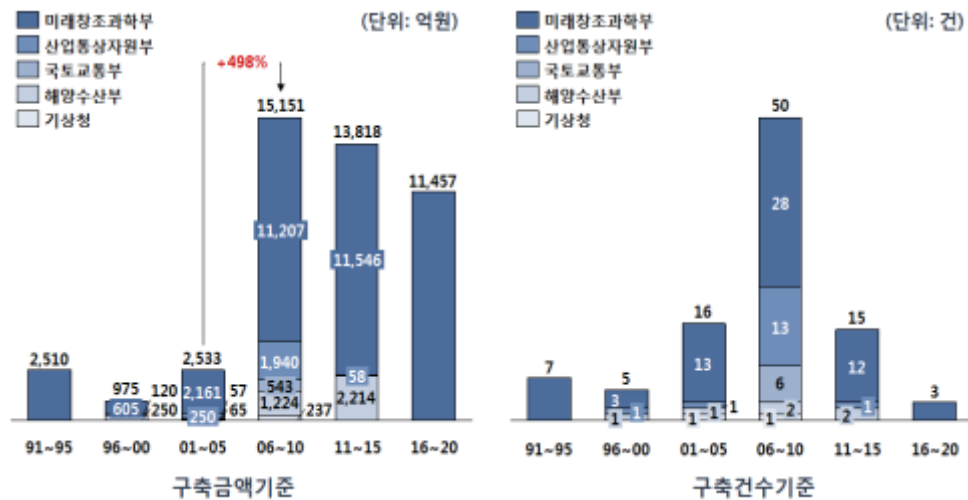
- 국가연구시설장비관리서비스의 대형연구시설 DB를 활용하여 국내 대형실험시설의 구축현황을 파악함
- 1990년 이후 구축된 대형연구시설에 대하여 분석 수행하였으며, 대형연구시설의 기준은 구축비용이 50억 원 이상 투자된 실험시설로 설정함
- 대형실험시설에 대한 투자는 미래창조과학부, 해양수산부, 국토교통부 등에서 이루어지고 있으며, 이중 미래창조과학부의 비중이 상대적으로 높고 국토교통부의 비중은 매우 낮음



[그림 1-6] 부처별 대형실험시설 구축현황

- 부처별 대형실험시설 구축현황(금액, 건수)으로 판단할 때, 미래창조과학부에서 대형실험시설의 투자 비중이 타 부처 대비 상대적으로 높음
- 미래창조과학부 뿐만 아니라 해양수산부, 산업통상자원부, 국토교통부, 기상청에서도 대형실험시설에 대한 투자가 이루어짐
- 국토교통부의 대형실험시설 투자비중은 총 구축금액 대비 1% 비율을 차지함

연도별 구축현황(부처별) 분석결과 구축된 대형 실험시설 축적 금액 및 건수가 '06~'10년 기간 동안 급격히 증가하였으며, '11년 이후에는 실험시설 당 구축금액이 높은 특징을 나타냄

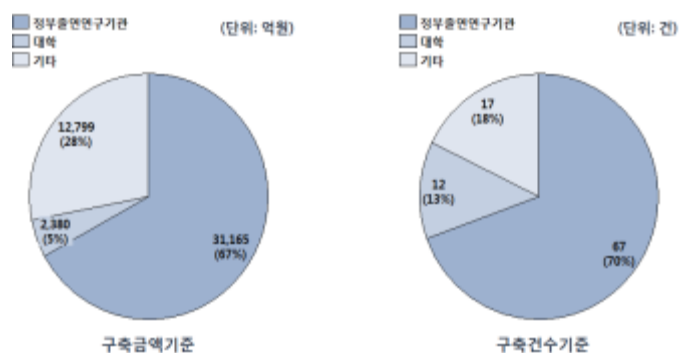


[그림 1-7] 구축연도별 대형실험시설 구축현황(부처별)

- '06~'10년 사이에 '98~'07년까지의 많은 정부연구개발 예산을 바탕으로 한 대형실험시설의 완공이 이루어져 전기('01~'05)대비 높은 증가율을 보임
 - 우리나라 정부연구개발 예산은 대통령의 강력한 과학기술투자 확대의지가 정책에 반영되어 급격하게 증가됨
 - 특히, '98~'07년(김대중, 노무현 정부) 까지 정부연구개발예산의 연평균 증가율이 12%로 동기간 정부예산의 연평균 증가율 5.3%보다 2.3배가 높음
- '11년 이후 기초과학분야에서 실험시설 당 구축금액이 높은 기초분야의 대형실험시설이 구축(예정)되었음
 - '11~'15년 동안에는 중이온가속기('15완공, 4600억), 양성자가속기('12완공, 3075억) 등이 구축(예정)임
 - '16~'20년 사이 대형연구시설 투자는 국제핵융합실험로('19완공, 8767억), 의료용중입자가속기('16완공, 1950억), 거대마젤란망원경('18완공, 740억)으로 구성됨

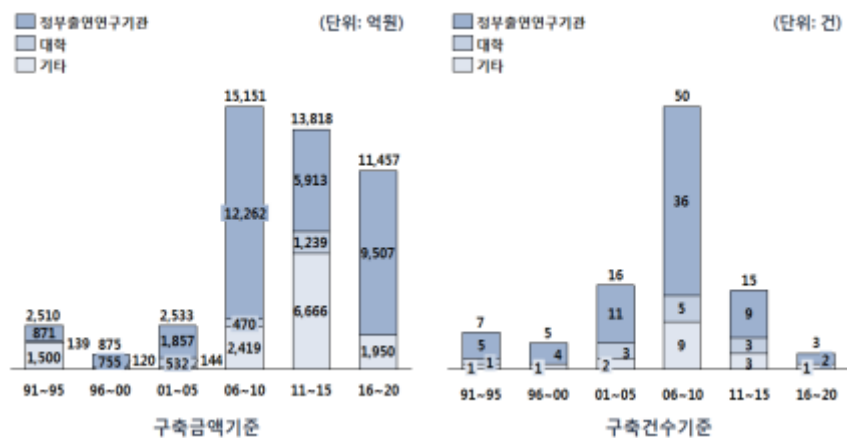


- 각 부처에서 투자된 대형연구시설은 대부분 정부출연 연구기관에 설치되었으며, 정부출연 연구기관 중 한국원자력 연구원과 한국항공우주연구원의 비중이 타 출연(연)대비 높은 편임
- 정부출연 연구기관에 전체건수대비 70%에 해당하는 총 67건의 대형실험시설이 구축됨
- 정부출연 연구기관에 전체금액대비 67%규모에 해당하는 31,165억원의 금액이 대형실험시설 구축에 사용됨
- 총 96개의 대형실험시설 중 한국원자력 연구원(16건)과 한국항공우주연구원(12건)의 비율이 29%를 차지함



[그림 1-8] 관리기관별 대형실험시설 구축현황

- '11~'15년 사이에 기초과학연구원의 중이온가속기 완공으로 인해 구축금액의 기타항목 비율이 증가함⁵⁾



[그림 1-9] 구축연도별 대형실험시설 구축현황(관리기관별)

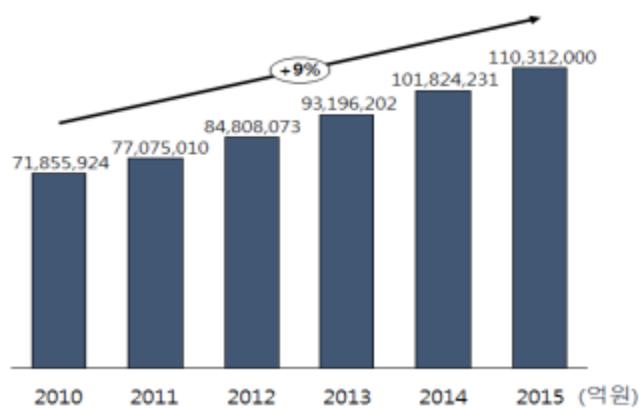
5) '11~'15년 기타항목은 중이온가속기('15완공, 4600억, 기초과학연구원), 포항방사광가속기('11완공, 1000억, 포항가속기연구소), 남극장보고과학기지('14완공, 1066억, 극지연구소)로 구성됨

제2절 산업·경제적 필요성

1. 산업적 필요성

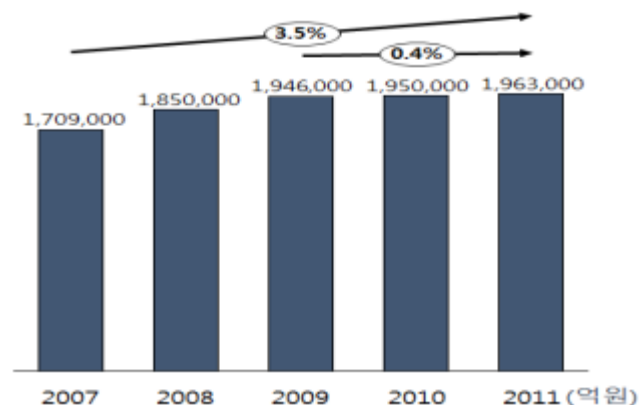
■ 전세계 건설시장은 향후 꾸준한 성장세를 나타낼 것으로 예상되나, 국내 건설시장은 성장률이 둔화되어 정체되어 있는 실정임

- 2010년 기준 전세계 건설시장은 7,185조원 규모로 추정되며 향후 연평균 9% 수준으로 성장할 것이 예상됨⁶⁾



[그림 1-10] 전세계 건설시장 규모(1\$=1,000W으로 산정)

- 국내 건설투자는 2011년 기준 196조원 수준으로 '07년 이후 연평균 3.5% 성장하였으나, '09년 이후 건설투자 규모는 정체되어 있음⁷⁾



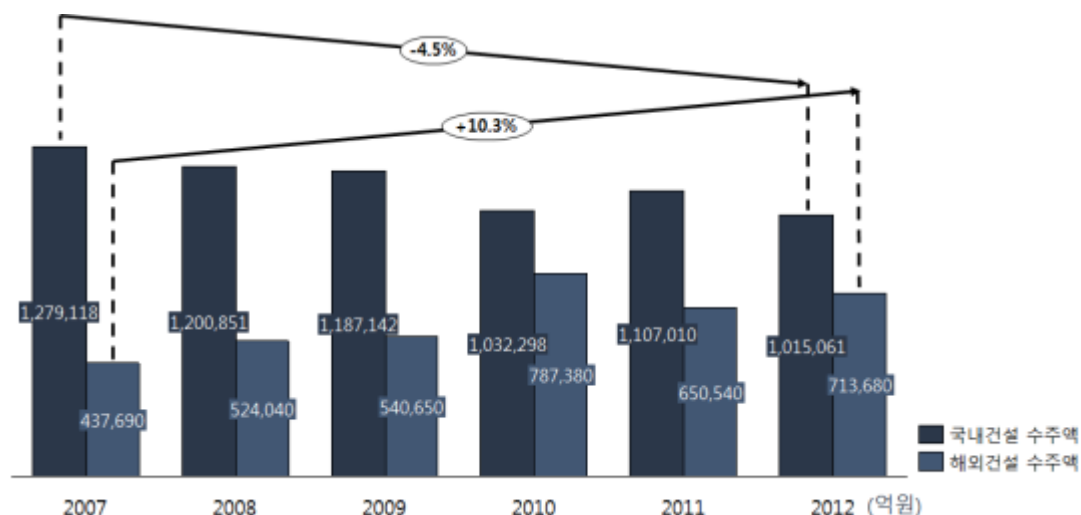
[그림 1-11] 국내 건설투자 규모

6) Global Construction Outlook 2011, Global Insight, 2011

7) 주요건설통계 2012. 4/4분기, 대한건설협회, 2012



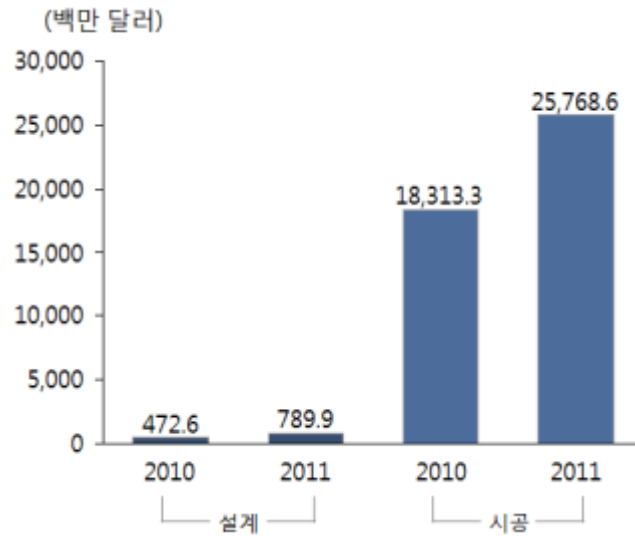
- 국내 건설기업의 국내시장 건설 수주액은 감소세에 있는 반면 해외시장 건설 수주액은 증가세에 있어 해외시장의 중요성이 점차 증대되고 있음
- 국내시장에서의 건설 수주액은 '12년 기준 101조원 규모로 '07년 이후 연평균 4.5% 감소하였음
- 해외시장에서의 건설 수주액은 '07년 기준 71조원 규모로 '07년 이후 연평균 10.3% 증가하였음



[그림 1-12] 국내 건설기업 국내/해외 수주액(1\$=1,000원으로 산정)

- 국내 건설 산업의 해외 설계 및 시공 매출 상위기업 검토 결과 우리나라의 해외건설 매출 비중이 낮은 수준이며, 시공 분야 대비 설계 분야의 경쟁력이 낮음
- 국내 건설기업의 해외설계로 인한 매출액은 2011년 4억 7,260만 달러에서 2012년 7억 8,990만 달러로 증가하였으며, 해외시공으로 인한 매출액은 2011년 183억 1,330만 달러에서 2012년 257억 6,860만 달러로 증가하였음⁸⁾

8) McGraw Hill에서 발간된 ENR(Engineering News-Record) 보고서



[그림 1-13] 2010년~2011년 국내기업의 해외 설계/시공 매출액

● 세계 200대 설계기업 중 국내기업의 비중은 3.63%('11) 수준이며, 세계 225대 시공기업 중 국내기업의 비중은 5.33%('11) 수준임

－ 세계 200대 설계기업 중 국내 기업의 수는 2010년 6개, 2011년 7개 수준임

－ 세계 225대 시공기업 중 국내 기업의 수는 2010년 11개, 2011년 12개 수준임

<표 1-3> 2010년~2011년 설계분야 해외 매출액 상위 기업

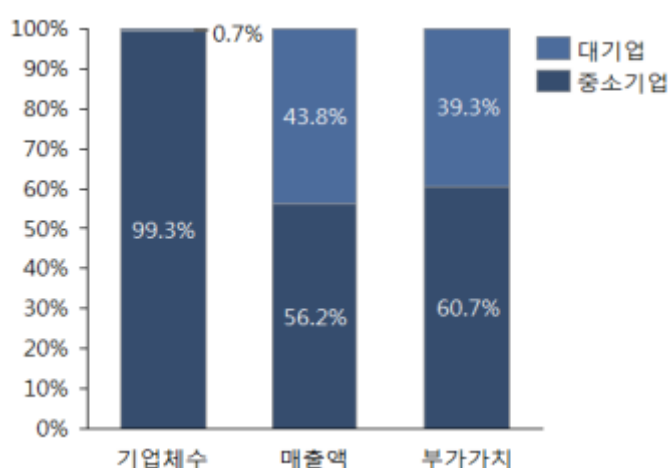
2010년			2011년		
회사명	해외 매출액	해외 매출액 순위	회사명	해외 매출액	해외 매출액 순위
현대엔지니어링(주)	243	54	현대엔지니어링(주)	289.3	47
한국전력기술	107.1	83	SK건설	237.8	55
SK건설	65.7	104	한국전력기술	190.8	67
포스코건설	22.6	173	포스코엔지니어링	27.3	157
(주)대우건설.	19.3	183	(주)삼우종합건축사사무소	15.2	189
희림종합건축사사무소	14.9	199	포스코건설	14.8	192
—	—	—	도화엔지니어링	14.7	193
소계	472.6		소계	789.9	



<표 1-4> 2010년~2011년 시공분야 해외 매출액 상위 기업

2010년			2011년		
회사명	해외 매출액	해외 매출액 순위	회사명	해외 매출액	해외 매출액 순위
현대건설	4,308.9	23	삼성엔지니어링(주)	5,907.3	15
삼성엔지니어링(주)	3,070.0	34	현대건설	4,248.9	25
대림산업(주)	2,383.0	41	GS건설	3,300.0	32
GS건설	1,969.4	48	대림산업(주)	2,704.0	40
삼성물산	1,625.2	56	SK건설	2,433.9	45
대우건설	1,612.2	57	대우건설	2,170.9	50
SK건설	1,434.8	63	삼성물산	1,571.5	63
쌍용건설	669.4	106	포스코건설	1,549.4	66
포스코건설	574.4	123	한화건설	771.2	101
한화건설	501.6	132	쌍용건설	462.0	134
대우엔지니어링	164.4	221	두산건설	332.3	163
-	-	-	포스코엔지니어링	317.2	170
소계	18,313.3		소계	25,768.6	

- 대기업 대비 경쟁열위에 있는 중소 건설기업의 경쟁력 강화를 위해서는 연구개발투자가 필요하나, 중소기업이 연구개발에 필요한 시설 및 장비구축을 자체적으로 대응하기에는 어려운 실정임
- 전체 건설업체 중 중소 건설업체의 업체수의 비율은 99.3%인데 비해 매출액은 전체의 56.2%, 부가가치 생산비중은 60.7% 수준으로 대기업 중심으로 시장이 점유되고 있음⁹⁾



[그림 1-14] 기업규모별 매출액, 부가가치 비중 (2011년)

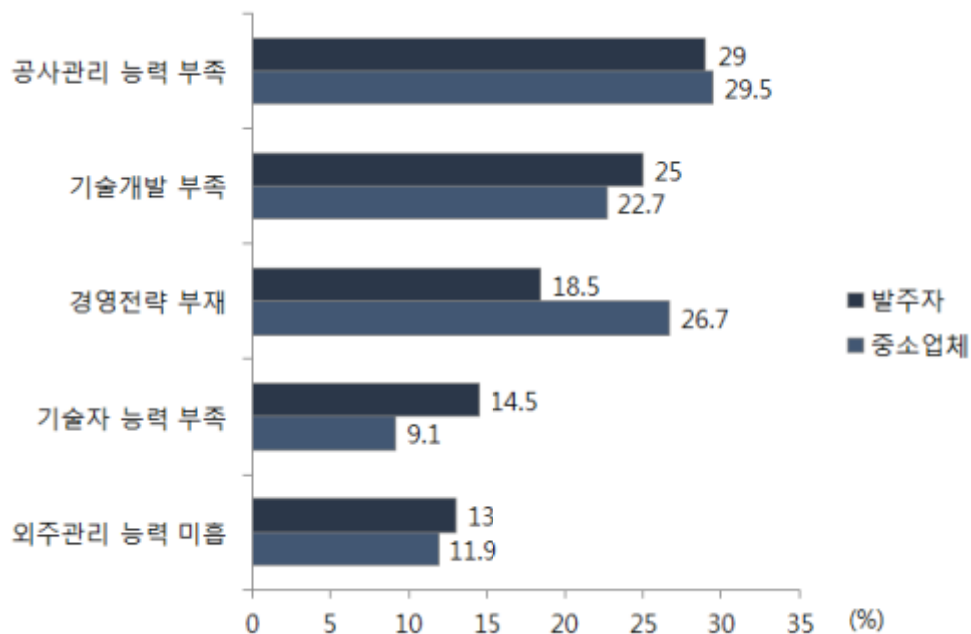
9) 중소 건설업체 경영실태 분석 및 경쟁력 강화방안, 한국건설산업연구원, 2012

● 대기업 대비 중소기업의 상대적 경쟁력 또한 평균 54%수준으로 낮은 실정임 10)

<표 1-5> 대기업 대비 중소 건설업체의 상대적 경쟁력 수준

구분		중소기업 경쟁력 수준 (평균) (대기업=100)
건축공사	주택	55.9
	비주택	55.6
토목공사	일반토목(도로, 철도 등)	59.1
	기타 토목(상하수도, 조경 등)	58.7
영업력		48.6
구매조달 능력		51.1
공사수행 능력		62.3
견적 능력		55.3
금융 능력		43.7

● 건설관련 산업 종사자 설문 결과 대기업에 비해 중소기업의 경쟁력이 낮은 이유로 중소건설업체 임직원의 25%, 발주기관 실무자 22.7%가 기술개발 부족을 지적함¹¹⁾



[그림 1-15] 대기업 대비 중소건설업체의 경쟁력 부족 사유

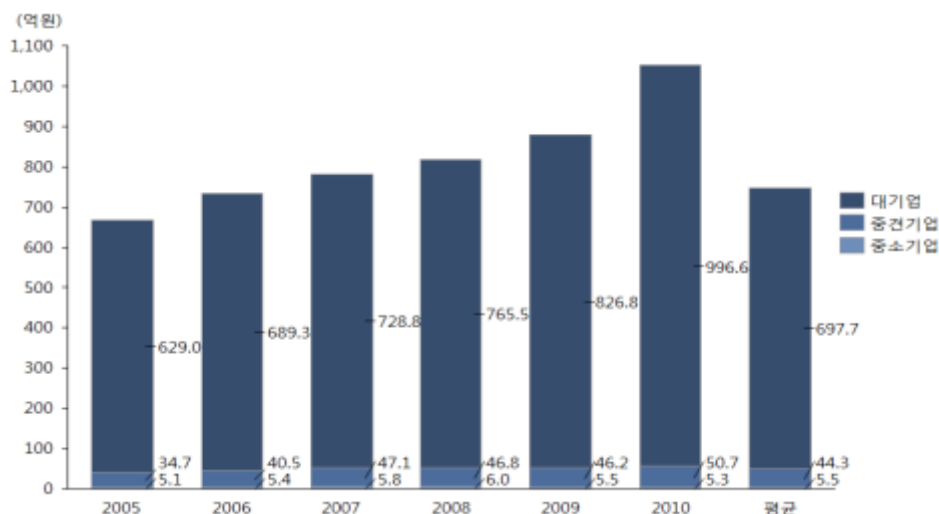
10) 중소 건설업체 경영실태 분석 및 경쟁력 강화방안, 한국건설산업연구원, 2012

11) 중소 건설업체 경영실태 분석 및 경쟁력 강화방안, 한국건설산업연구원, 2012



● 중소기업의 경우 기업당 연구개발비는 대기업·중견기업에 비해 낮으며, 이 중 연구시설장비 투자액은 매우 미약한 수준임

－ 중소기업의 기업당 연구개발비는 2005년~2010년 평균 5.5억원으로 대기업697.7억원, 중견기업 44.3억원에 비해 매우 낮음¹²⁾



[그림 1-16] 기업당 평균 연구개발비 추이

－ 중소기업의 연구개발비 중 시설 및 장비구축에 투자하는 비용은 기업 당 4,744만원 수준으로 실증 실험이 가능한 연구시설을 확보하기에는 투자규모가 부족한 수준임¹³⁾

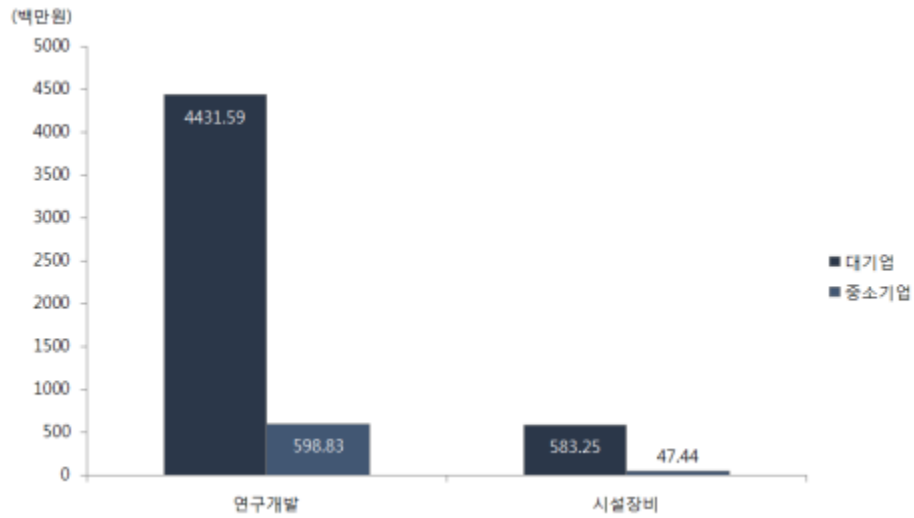
<표 1-6> 연구개발/시설장비 투자액 비교

분야	구분	연구개발비 투자액 (백만원)	시설장비 투자액 (백만원)	기업수	기업당 연구개발비 투자액 (백만원/기업)	기업당 시설장비 투자액 (백만원/기업)
건설	대기업	430,353	62,009	101	4260.92	613.95
	중소기업	167,750	12,634	299	561.04	42.25
교통	대기업	345,175	40,059	74	4464.53	541.34
	중소기업	116,696	9,901	176	663.05	56.26
합계	대기업	775,528	102,068	175	4431.59	583.25
	중소기업	284,446	22,535	475	598.83	47.44

12) 지속가능성장을 위한 중소기업 R&D 현황 및 투자 지원 방향, 한국과학기술기획평가원, 2012

13) 국토교통기술연구개발활동조사, 국토해양부, 2011

연구개발비 구분은 연구개발예산의 목적별 사용현황을 기준으로 함(정책/기획, 기존기술 개선, 신기술/신공법개발, 시설 및 장비구축, 인력 양성 및 국제협력, 기술표준화, 기타)



[그림 1-17] 기업규모별 연구개발/시설장비 투자액 비교

- 건설분야 R&D 성과의 설계단계 적용 시 비용절감효과가 기획/시공/유지관리 등의 단계에 적용 시에 비하여 높아 설계기술 개발에 따른 경제적 효과가 높음
- 설계분야 기술개발로 인한 현장비용절감액은 현장당 평균 80억원, 기획분야는 현장당 14억, 시공분야는 현장당 9억원의 절감효과가 있음¹⁴⁾

<표 1-7> 기술적용 프로세스 단계별 현장당 비용 절감액

기술적용 프로세스	비용절감액 (백만원)	적용현장수 (개수)	현장당 비용절감액 (백만원/개소)
기획	50,396	35	1,440
설계	1,395,454	173	8,066
시공	76,835	86	893
유지관리	180	14	13
기타	359,911	315	1,143
합계	1,882,776	623	3,022

14) 건설R&D성과의 경제적 파급효과 분석, 한국건축시공학회 논문집, 2010



■ 국내 건설기술의 해외 의존도가 높고 이로 인한 외화 유출 또한 상당하므로, 국내 건설의 독자적 기술 확보를 위한 투자가 필요함

● 국내 기업들이 해외로 기술을 판매한 건수는 '08~'10년 동안 총 7건인 반면 해외에서 구매한 기술은 동기간 동안 총 55건으로 판매건수에 비해 약9배 수준임¹⁵⁾

<표 1-8> 연도별 기술 판매/도입 건수

구분	2008	2009	2010	합계
기술 판매 (건수)	5	2	0	7
기술 구매 (건수)	9	0	46	55

● 국내 건설관련 연구기관, 대학, 기업들이 연구개발을 위해 해외에 지출한 금액은 총 99억원임¹⁶⁾

- 기관별 연구개발예산 해외지출 규모는 연구기관이 8억 3400만원, 대학이 9억 6100만원, 기업이 81억 500만원으로 나타남

<표 1-9> 연구개발 주체별 연구개발예산 해외지출 현황

구분		해외 지출(백만원)
연구기관		834
대학		961
기업체	대기업	7,796
	중소기업	309
	소계	8,105
합계		9,900

● 해외건설 수주의 70% 이상인 플랜트의 경우 고부가 가치 분야인 기자재의 높은 해외의존도로 인해 외화 가득률이 30%로 선진국(40~45%)에 비해 낮은 수준임

- 플랜트의 경우 기자재 비용이 총 계약금액의 52~67%로 높은 비중을 차지하므로 국산 기자재를 사용할 경우 수익성 증가할 수 있음¹⁷⁾

- 플랜트 분야의 기자재 산업의 국산화율은 60.4%이고, 회전기계와 패키지류의 국산화율이 저조함¹⁸⁾

15) 국토교통기술연구개발활동조사, 2011

16) 국토교통기술연구개발활동조사, 2011

17) 플랜트 기자재 국산화 방안, 대한기계학회

18) 플랜트 기자재 국산화 방안, 대한기계학회



<표 1-10> 플랜트 전체 가격 중 기자재의 비중

구분	Oil & Gas	해양	정유	석유화학	발전담수	평균
엔지니어링비	9.0	4.1	10.4	12.3	9.8	9.2
현상공사비	35.0	43.7	32.8	35.3	23.0	33.1
기자재비	56.0	52.1	56.8	52.4	67.2	57.7

<표 1-11> 플랜트 기자재 종류별 국산화율

구분		기자재 비중 (%)	국산화율 (%)
기계	고정장치	22.7	74.5
	회전장치	15.6	36.1
	패키지류	11.0	38.7
배관	밸브	6.5	51.3
	벌크	14.0	70.4
전기		10.2	78.0
계장		9.4	68.5
기타		10.7	66.4
국산화율 평균			60.4



2. 대형 수리모형 실험시설 관련 시장 동향¹⁹⁾²⁰⁾

가. 물산업 시장 동향

- (세계) 물시장은 지속적으로 성장하여 2009년 기준으로 5,000억 달러 규모로 형성되어 있으며, 이후에도 연평균 5.6%의 성장이 전망되고, 2025년에는 약 8,700억 달러로 성장할 것으로 예상됨²¹⁾
 - 이 중 상하수도 분야는 전체 물시장의 약 85%를 차지하고 있으며, 2025년에는 약 6,430억 달러의 시장 규모가 예상됨
- (일본) 정부와 민간기업 간 긴밀한 협력 하에 적극적 물시장 육성
 - 2009년 1월 일본 정부와 도래이, 미즈비시 상사 등 28개 민간기업이 수자원 사업을 일본의 수출 산업으로 성장시키기 위한 컨소시엄 구성함
 - 경제산업성은 ‘물펀드’를 조성 예정이고, 자금 조성 목표는 1,000억 엔(10억 달러)임
 - 2025년 해외 물시장의 6%(약 180억 달러)를 점유한다는 목표 설정함
- (중국) 세계 최대 물시장으로의 성장이 예상되고 있는 중국은 1990년대 후반 시장이 형성되어 10여 년의 발전기를 거쳐 성숙단계에 들어서는 시점
 - 2020년 기준 상하수도 인프라 시장 480억 달러 규모 전망함
 - 초창기에는 베올리아, 수에즈, 템즈워터 등 글로벌 물기업이 주도적 역할을 했으나, 중국기업들이 활발히 참여하기 시작하였으며, 로컬 기업들은 2020년까지 총 91억 달러를 투자할 계획임
- (동남아시아) 하수도 보급률이 낮아 투자 잠재력이 큰 시장이며, 국가별로 민영화를 통한 투자유치가 일부 진행 중이거나 개방 준비단계에 있음
 - ASEAN 5개국(인도네시아, 태국, 베트남, 말레이시아, 필리핀)의 물시장은 2007년 약 30억 달러에서 2025년에는 약 70억 달러까지 성장할 것으로 전망
- (한국) 우리정부는 2010년 10월, 물시장 원천기술 개발과 전문 물기업 육성을 내용으로 하는 ‘물산업 육성전략’을 수립해 2020년까지 약 3조 4,609억 원(34억 달러)의 예산을 투입할 예정

19) 블루골드 물산업, 유망 사업 분야 및 진출전략, 2010, 한국무역협회 장현숙 연구원

20) 물산업 동향과 전망, 2011, 한국정책금융공사 산업분석팀

21) ‘블루골드 물산업, 유망 사업 분야 및 진출전략’, 한국무역협회, 2010-‘Global Water Intelligence’ 인용함

● 2012년 5월 4일 한국수자원공사는 중국 인촨시에 하천관리 기술과 노하우를 수출함

- 전 세계적으로 홍수와 가뭄 등 기후변화로 인한 하천관리의 중요성이 커지고 있고, '4대강 살리기 사업'이 기후변화 등에 대비한 성공적 하천관리 모델로서 벤치마킹 대상이 되고 있음

나. 댐 시장 동향

■ (세계) 시장조사 전문기관인 Visiongain에 따르면, 세계 신규 수력발전 프로젝트는 2011년 기준 565억1천만 달러로 추정되고, 수력발전은 전 세계 전력의 1/6을 담당하고 있고 지속적인 시장 확대와 댐 건설 증가 및 크기 확대가 예상됨²²⁾

■ (한국) 국토교통부는 10년 동안(2012 - 2021년) 3조 원의 예산을 들여 전국에 총 14개의 댐을 건설하는 내용의 '댐 건설 장기 계획'을 확정함²³⁾

● 국토부는 수자원 확보와 홍수 예방을 위해 2021년까지 한강·낙동강·금강 등 수계에 중소규모 댐 6개와 지자체가 건의한 소규모 댐 8개를 신규로 건설할 예정

- 4개의 다목적댐을 건설해 연간 1억 900만m³의 용수를 확보할 방침

- 2개의 홍수조절댐을 건설해 4개의 다목적댐과 함께 총 2억 3,700만m³의 홍수조절 능력을 확보할 계획

● 국토부는 환경 파괴와 사업부지 부족 문제 등을 감안해 대규모 신규 댐 건설은 최소화하고 4대강 살리기 사업의 혜택을 받지 못해 홍수·가뭄이 예상되는 곳을 중심으로 후보지를 선정함

● 4대강 살리기 사업에서 중규모 다목적 댐인 송리원댐과 보현댐 건설에 1.7조원이 투입됨²⁴⁾

- 다목적댐 건설을 통해 용수공급용량 및 홍수조절능력 확대를 도모할 예정임

■ (미국) 지난 2008~2009년 미국 연방 에너지규제위원회(FERC, Federal Energy Regulatory Commission)는 500개가 넘는 수력발전 건설을 위한 예비허가서를 발급했으며 2012년까지 122개의 건축 허가를 발급하였고, 댐 건설도 증가추세임²⁵⁾

● 미국 내에는 수력발전 전력을 생산할 수 있는 총 13만여 개 시설이 설치됐으며, 2025년까지 2만3천 MW의 전력이 개발될 것으로 추산됨

● 앵커리지(Anchorage)와 페어뱅크스(Fairbanks) 중간에 세워질 700피트 높이의 서시트나 리버 댐

22) 미국 수력발전 지속 성장 예상, 워터저널, 2012.05

23) 댐 건설 장기계획, 국토해양부, 2011

24) 4대강살리기사업이 건설업과 후방산업에 미치는 영향 분석, 하나금융경영연구소, 2010

25) 세계는 댐 해체, 한국은 4대강 '박차', Economy Insight, 2011.11



(Susitna River dam)은 오는 2023년 완공될 예정으로, 이 사업은 45억 달러 규모의 프로젝트임

■ **(중국)** 전력의 약 17%가 수력 에너지를 사용하고 있고, 2013년 기준 길이 14미터 이상인 댐만 5만개 이상이고, 2020년까지 수자원 기반 시설에 6,350억 달러를 투자하여 이의 약 33%를 댐과 저수지 건설에 사용할 계획임²⁶⁾

● 최고 높이 203미터, 총 저수용량이 15억m³, 설비용량이 1,900MW 규모인 후양딩 수력발전소 크기의 대규모 댐을 2015년까지 7개 건설할 예정임

■ **(알제리)** 국가개발 장기비전인 SNAT 2025(Schema National d'Amenagement du Territoire 2025)을 통해 지속가능한 수자원의 활용을 위한 물부족 해소·지역간 수자원 불균형 해소·수질 개선·합리적 수자원 분배·물관리 체계 개선 등 5대 액션플랜을 수립하여 추진 중²⁷⁾

● 안정적인 수자원 공급을 위한 13개의 댐건설을 통해 약 20억 t의 수자원을 확보할 예정

■ **(모잠비크)** 전력을 수입하고자 하는 국가(남아공, 말라위, 짐바브웨)의 전력 수요가 빠르게 증가하고 있어, 미개발된 수자원을 활용하여 발전용량을 증설하는 댐 건설을 계획하고 있음²⁸⁾

● Lupata, Boroma, Ressano 등 8군데에서 댐 건설을 계획하고 있음

● Cahora Bassa North의 수력발전소는 2017년까지 1,245MW가량 전력생산량을 늘릴 예정임

■ **(앙골라)** 2012년 2억7900만 달러 규모의 60MW급 고브 댐 발전소 건설을 시작함²⁹⁾

● 앙골라 정부는 전체 앙골라 인구 가운데 30%만 전기를 공급받고 있어, 2016년까지 발전소와 송배전 분야에 170억 달러를 투자할 예정임

■ **(일본)** 1997년 하천법을 개정해 생물의 다양한 서식 환경 확보와 물순환 확보, 강과 지역주민의 관계 재구축 등의 하천정책으로 댐 건설 사업 중지, 댐 제거 등을 진행함³⁰⁾

● 2009년 기준 2845개의 댐이 있는데, 대부분의 댐이 건설한지 30~50년 가량됐고 환경파괴 등의 이유로 신규 댐 건설보다는 기존 댐의 활용 극대화과 수명 연장이 주된 과제임

다. 보 건설 시장 동향

■ **(한국)** 4대강사업에서 16개의 보 설치에 투입되는 비용은 1.5조 원으로, 1개의 보 공사 당 평균 약

26) BIM모델 기반 디자인 : 중국 댐 건설사업 가속화, 국토일보, 2013.05

27) 떠오르는 북아프리카 물시장, 김남희 한국환경산업기술원, 2010

28) 모잠비크의 전략적 가치 및 유망사업, 전홍민 경제개발실장 KDS, 2012

29) 해외건설동향_앙골라, 건설경제, 2012.08

30) 세계는 댐 해체, 한국은 4대강 '박차', Economy Insight, 2011.11

1,000여억원 소요

■ (오스트리아) 다뉴브강(350km)에는 10여개의 댐과 보 건설로 친수환경 조성으로 조류, 어류, 야생동물의 서식처 증대

■ (독일) 2009년 뮌헨(Isar강 33km)시에도 33개의 보를 통해 하천복원

라. 준설 건설 시장 동향³¹⁾

■ 준설이란 하천이나, 항만 내 부두 및 항로의 적정 수심을 확보하기 위하여 물밑의 토사, 암석을 파내는 것으로, 이 작업을 하는 이유는 보를 설치할 경우 물의 수위가 높아져 범람할 우려가 있기 때문에 바닥 높이를 낮추기 위한 목적임

■ (세계) 준설시장 규모는 2007년 약 170억 달러이며, 지역별로 보면 중동이 33%, 유럽 18%, 중국 16% 등 약 67%를 차지하고 있고, 목적별로 보면 환경관련 하천·호소 준설이 19%를 차지함

● 최근 중동·BRICS의 경제개발이 가속되면서 시장규모는 2000년 대비 거의 두 배가량 커졌고, 향후 준설시장은 해운운송의 지속적인 증가와 지구온난화로 인한 해수면 상승 및 에너지사업 증가에 의해 지속적인 성장세가 전망됨

■ (한국) 4대강사업에서 준설공사에 투입되는 사업비가 5.2조원으로 총 사업비 중 24%에 달해 가장 큰 비중을 차지함

■ (네덜란드) “Room for the River” 사업으로 홍수터 및 주수로 준설로 홍수방어 능력 증대

■ (일본) 요도가와는 하천복원사업('08년)으로 하상토(최대 4m) 준설과 하폭확장(120m→300m)으로 홍수에 대응

마. 투수성 포장재³²⁾

■ 빗물유출 억제시설의 의무화에 따라 국내 포장공사는 투수성 포장재 활용의 확대되고 있으며, 국내 투수성 포장재 시장규모를 보면 2009년 기준 약 4,500억 원임

● 대형건물, 공장, 목욕탕 등 공공시설물에서 대량의 지하수 사용에 따라 지하수가 고갈되어 지반의 변형이 예상되고, 불투수성 포장재에 의해 도심의 폭우 시 우수 등의 유입에 따른 하천범람 등이 우려되어 투수성 포장재의 사용이 급증하고 있음

31) 국내의 준설의 현황 및 미래, Korea Water Resources Association, 2010

32) 투수콘크리트 현장품질관리 지침서 개발에 관한 연구, 한국건축시공학회, 2009



제3절 기술적 필요성

1. 기술수준

📖 국내 건설교통 분야 기술수준은 전반적으로 낮은 실정이며, 엔지니어링 분야의 핵심기술인 원천기술 및 기본설계기술의 경쟁력이 취약함

● 국내 건설교통 기술수준은 공극기술 대비 평균 61.8%이며, 최고기술보유국 대비 기술격차는 16.6%(4.8년)임³³⁾

● 엔지니어링 분야 최고기술국(미국=100%) 대비 원천기술 수준은 72.8%, 기본설계기술 수준은 73.4%로 취약하며, 유럽·일본에 비해서도 다소 열등한 수준임³⁴⁾

<표 1-12> 경쟁국과의 건설기술수준 비교 (미국 = 100%)

(단위: %)

국가	원천기술	기본설계기술	상세설계기술	기자재	시공관리
EU	92.3	91.1	91.3	87.1	88.2
일본	90.3	88.4	89.1	87.2	88.2
한국	72.8	73.4	85.0	81.5	82.6

📖 대형 수리모형 실험시설관 관련된 건설기술 분야의 기술수준은 최고기술국 대비 평균 64% 수준임

● ‘극한홍수대응 제방 설계·계측·관리 기술’ 분야의 최고기술국은 미국이며, 한국의 기술수준은 67.8%임³⁵⁾

● ‘도시침수대응기술’ 분야의 최고기술국은 일본이며, 한국의 기술수준은 62.6%임³⁶⁾

● ‘지하공간을 활용한 수해방지 기술’ 분야의 최고기술국은 일본이며, 한국의 기술수준은 62.2%임³⁷⁾

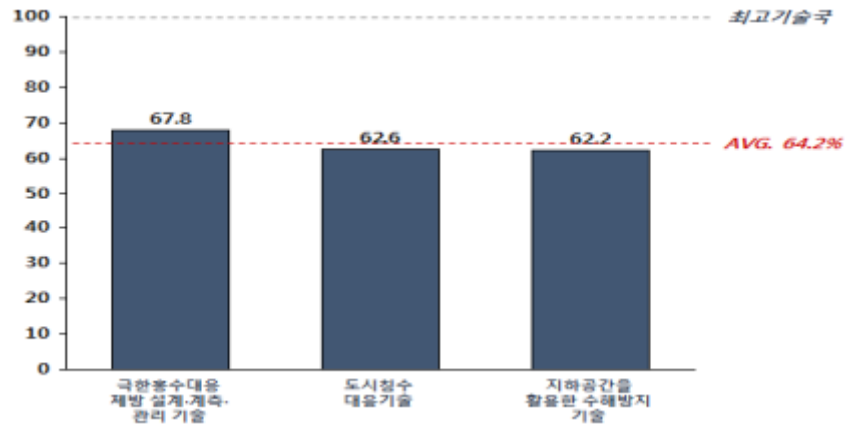
33) 제5차 건설기술진흥 기본계획, 국토해양부, 2012

34) 엔지니어링플랫폼기술센터, 2011 / 제5차 건설기술진흥 기본계획, 국토해양부, 2012

35) 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부, 2012

36) 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부, 2012

37) 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부, 2012



[그림 1-18] 대형 수리모형 실험시설 관련 기술수준

2. 국가연구개발과제 분석

가. 분석방법

- 📖 최근 3년(2010~2012) 동안 수행된 국가연구개발 과제 중 건설연구인프라 2단계 실험시설과 연관성을 갖는 과제에 대하여 분석을 수행함
- 국가연구개발과제 DB는 국가과학기술지식정보 서비스인 NTIS³⁸⁾ DB를 활용함
- 실험시설 별 주요 키워드가 과제명에 포함된 과제 중 실험시설과 연계성을 갖는 과제 목록을 도출함
 - 키워드는 각 실험시설 전문가 그룹에서 도출함
 - 과제명에 최소 1개의 키워드가 포함되어 있는 과제를 대상으로 1차 List를 도출함
 - 1차 List에 대하여 실험시설 별 전문가 그룹에서 실험시설과의 연계성을 검토하여 최종 List를 도출함
- 도출된 과제 목록에 대하여 연구개발 수행 주체별(출연연구소, 중소기업, 대기업, 대학, 국공립 연구소, 기타)로 연도별 총 과제 수 및 총 연구비를 분석함

38) www.ntis.go.kr

<표 1-13> 국가연구개발과제 분석에 이용된 실험시설별 키워드

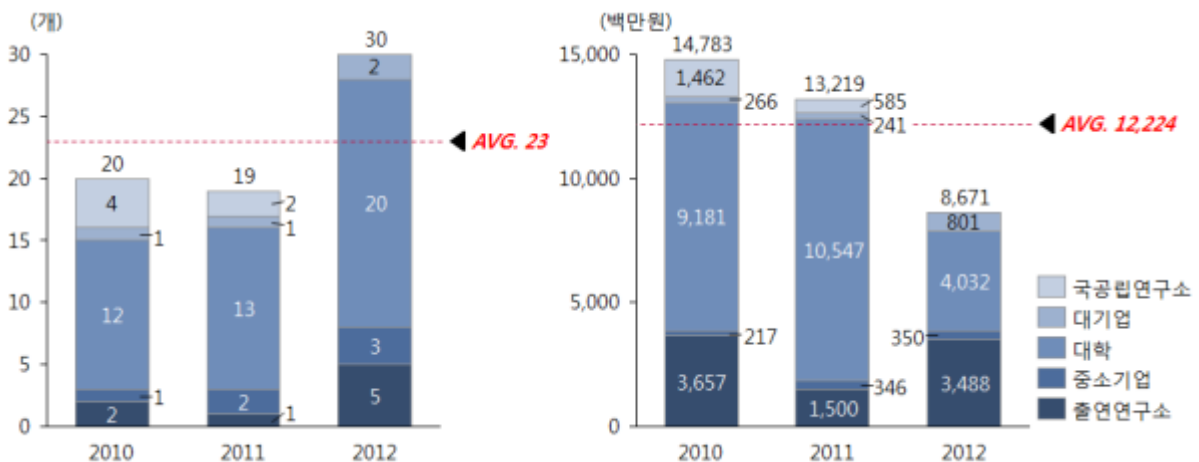
구분	키워드
대형 수리모형 실험시설	수리, 치수, 하천, 저수지, 호안, 댐, 제방, 토석류, 산사태, 침수, 홍수, 범람, 준설, 저류, 탁수, 성층, 수리모형, 수공구조물, 부정류 공급장치, PIV, ADV, LDA, ADCP, LSPIV

나. 분석결과

■ 실험시설이 구축되기 전임에도 불구하고 실험시설 관련된 연구가 상당수 진행되고 있어, 건설연구인프라 2단계 실험시설의 활용 수요가 있음을 확인함

● ‘대형 수리모형 실험시설’ 관련 분야의 국가연구개발과제를 평균 23건 수행하고 있으며, 연구비는 매년 평균 122억 2,400만원 투자하고 있음

－ 국공립연구소에서 수행하는 과제가 2011년에 모두 종결되고 대기업에 투자되었던 연구비가 감소하면서 연구비의 총액은 감소추세를 보임



[그림 1-19] ‘대형 수리모형 실험시설’ 관련 국가연구개발과제의 연도별/연구수행주체별 과제수(좌) 및 총 연구비(우)

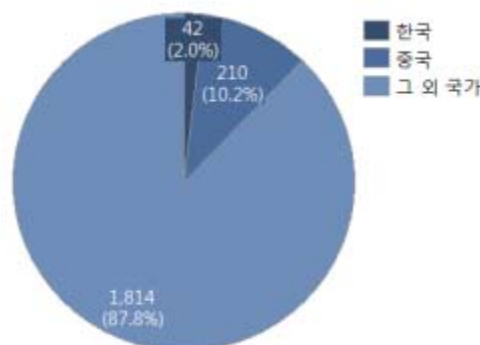
3. 논문 분석

- 최근 5년(2008~2012년) 동안 국내외 SCI급 저널에 실린 논문들 중 건설연구인프라 2단계 실험시설과 관련된 논문에 대하여 분석을 수행함
- 논문 분석은 Thomson Reuter사의 Web of Science DB를 활용함
- 각 실험시설별 키워드는 실험시설 별 전문가 그룹이 도출하였으며, 도출된 키워드를 조합한 검색식을 통해 관련 논문을 추출함
- 각 실험시설과 관련된 학문분야를 필터링하여 결과의 신뢰성을 높임

<표 1-14> 논문분석에 이용된 실험시설별 검색식 및 학문분야

구분	검색식	학문분야
대형 수리모형 실험시설	(river* or reservoir* or shore*) and (flow or flood* or discharg* or dredg* or bank* or protect* or control* or system*) and (stratif* or physical* or hydraulic* or unstead*) and (model* or structure*)	Engineering Water resource

- 건설연구인프라 2단계 실험시설과 관련된 전체 논문 중 국내 학술지에 게재된 논문의 비중은 매우 낮음
- 전체 논문 중 국내 학술지 논문의 비중은 2~5% 수준이며, 이는 중국에서 발표된 논문의 비중인 10~16%에 비해서도 낮은 수준임
- 대형 수리모형 실험시설과 관련된 2,066개의 논문 중 국내에서 발표된 논문은 42개(2%)이고, 중국에서 발표된 논문은 210개(10.2%)임

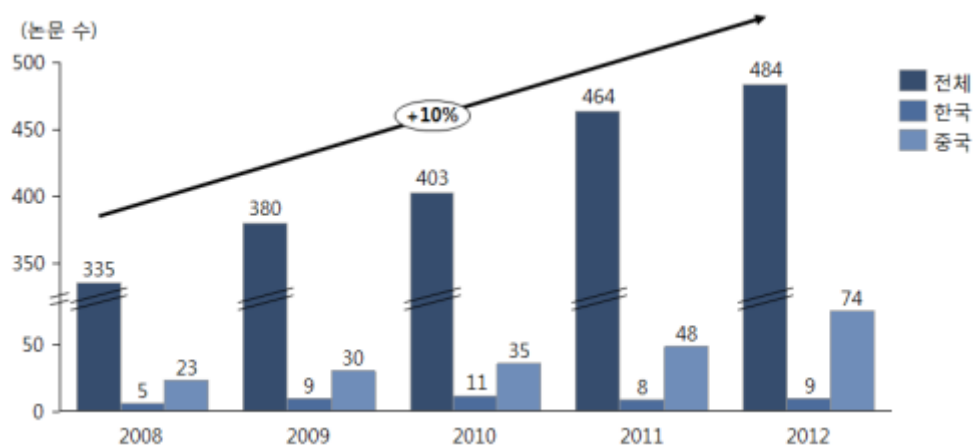


[그림 1-20] 대형 수리모형 실험시설 관련 국내외 논문 수 (2008년~2012년)



📦 건설연구인프라 2단계 실험시설과 관련된 분야의 논문의 수는 지속적으로 증가하고 있어 관련 분야의 학술적 중요성이 점차 증대됨을 확인할 수 있음

● 대형 수리모형 실험시설 관련 국내외 논문은 2008년 335개에서 2012년 484개로 연평균 10% 증가하였음



[그림 1-21] 대형 수리모형 실험시설 관련 논문 수 추이

제2장 대형수리모형 실험시설

제1절 실험시설 정의

기본설계를 통해 도출된 대형수리모형 실험시설의 정의는 다음과 같음

- (Needs) 하천분야 국제 경쟁력확보 및 다양한 목적(소류력, 유사, 성층 등)을 만족시킬 수 있는 실험 시설의 필요성이 대두되어,
- (Purpose) 기존에 구현이 불가능했던 첨단 기초수리실험시설, 소류력검증(호안안정성 평가)실험시설, 대형 유사순환 수로, 성층구조 재현 수조 등 다양한 성능을 보유한,
- (Performance) 초연결형 실험인프라를 구축함으로써 세계적 수준의 실험연구가 가능한 미래지향적인 대형 하천(수리) 실험시설

대형 수리모형 실험시설을 통해 수행 가능한 실험 분야는 기초수리, 소류력, 유사, 성층구조, 준설, 투수 및 침투, 방재의 일곱 분야로 구분할 수 있음

- 기초수리 분야는 기존의 하천(수리) 실험에서 다루었던 기초실험 영역 중 규모, 공급유량 등의 한계로 실험이 불가하였던 영역에 대해 실험하는 것을 의미함
- 소류력 분야는 하천정비에 필수적으로 도입되고 있는 다양한 보호공 또는 호안공의 치수적 안정 능력에 대해 실험하는 것을 의미함
- 유사 분야는 하천에서 발생하는 유사의 이송과 침식, 퇴적 등에 대해 실험하는 것을 의미함
- 성층구조 분야는 저수지내의 오탉수 및 온배수 확산 등을 실험하는 것을 의미함
- 준설 분야는 준설기계 운영에 따른 유체의 거동, 부유 오탉물 발생, 준설기계의 성능 등을 실험하는 것을 의미함
- 투수 및 침투 분야는 강우발생시 투수성포장재의 성능, 오염물질의 침투확산 등에 대해 실험하는 것을 의미함
- 방재 분야는 도시 내수침수 및 급경사지 붕괴 등에 대해 실험하는 것을 의미함
- 대형 수리모형 실험시설 분야별 실험영역은 다음과 같음



<표 2-1> 대형 수리모형 실험시설 분야 및 실험영역

분야	실험영역
기초수리	하천(수리) 실험을 위해 기존에 수행하였던 기초 실험시설 (개수로, 모형실험장, 유량공급시설 등)을 활용한 실험
소류력	- 호안보호공법(블록, 식생매트 등) 검증 실험 - 하상보호공(사석보호공, 콘크리트매트 등) 성능평가 실험 - 제방 사면 안정성 검토실험
유사	- 유사의 거동과 이송에 대한 기초실험 - 하천구조물 주위의 국부세굴에 대한 각종 실험 - 하천의 침식과 퇴적에 대한 기초실험
성층구조	- 저수지 탁수 유동해석 - 취수시설 주변 성층흐름 해석 - 하도내 유입탁수 유동해석
준설성능	- 준설 커터헤드 준설효율평가 - 준설 부유사 유동해석 실험 - 친환경 준설기기 성능 평가 - 흡입형 준설기기 유동해석
투수 및 침투	- 투수성 포장재 투수성능 평가 실험 - 도시 저류시설 평가 모형 실험 - 포장공법 내침수성 평가 실험
방재	- 내수침수 피해 원인 분석 및 취약성 평가 실험 - 도시배수시설 성능분석 및 평가 실험 - 산지 및 급경사지 재해발생 양상 평가실험 - 토석류의 거동메커니즘 분석

제2절 연구동향 및 실험시설 현황

가. 연구동향

(1) 기초수리

- 기초수리 분야의 최근 연구의 동향에는 첨단 계측장비를 활용한 미시(micro)실험과 일정축척을 적용한 모형(model)실험, 하천생태와 관련된 실험이 있음
- 미시실험의 경우 최근 레이저를 활용하는 유속측정장치를 활용한 PIV(Particle image velocimetry)실험시설을 통해 난류 분석, 구조물의 주변 와류해석 등을 수행하고 있으며, 최근에는 3차원 PIV를 활용한 연구사례가 많음
- 모형실험의 경우 기관, 대학 등에서 대상구조물의 신설, 보완 등의 목적성을 갖는 실험이 이뤄지고 있으며 최근에는 반구대암각화 등 문화재 보호를 위한 실험이 수행되고 있음
- 하천생태와 관련된 수리실험은 어류의 이동, 식생천이 등과 관련된 실제규모의 실험과 현장모니터링을 활용한 연구사례가 보고되고 있으며, 국내에서는 하천복원을 위한 서식처 개선효과를 규명하는 실험이 수행되고 있음

(2) 소류력

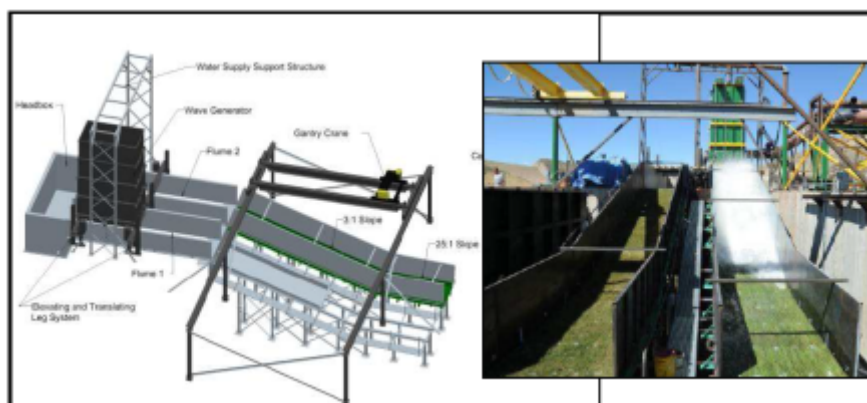
- 국내의 경우 하천공사에 사용되는 공법, 재료의 성능 및 하천설계기준에 명시된 치수의 안정성을 확인할 수 있는 정확한 방법이 제시되지 않아 전문가의 경험에만 의해서 시공되고 있음
- 하천공사에 사용되는 호안블록, 친환경 호안 블록, 식생매트, 친수 포장 재료 등 다양한 공법 및 재료가 적용되고 있음
- 인장강도와 같은 재료에 대한 기본적인 물성치 외에 치수 안정성과 직접적인 관련이 있는 허용 소류력, 허용 유속은 제시되지 않거나 외국실험의 값을 인용하는 경우가 대부분임
- 국외의 경우에는 축소·실규모 실험시설을 통해 소류력·항력 등을 제공받아 설계 단계에서부터 블록의 안정성을 평가하는 경우가 늘어나고 있음
- 미국은 ASTM(미국재료시험학회)의 호안블록 및 식생매트에 대한 실규모 실험기준을 통해 개별 제품별 허용 유속 및 허용 소류력이 제시됨
- 일본은 호안 블록에 대한 축소실험을 통해 항력을 측정하여 실제 호안 블록에 대한 항력계수의 제시가



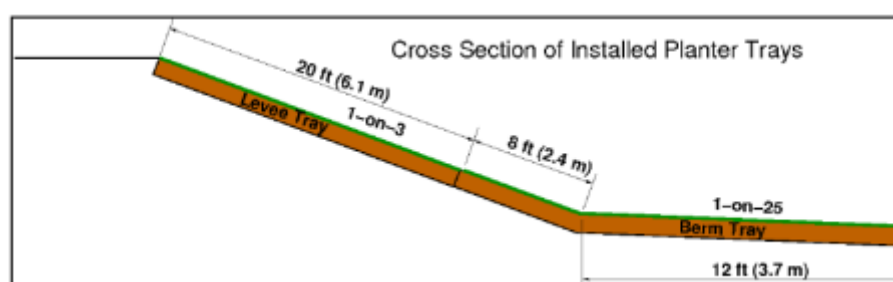
가능하며 설계단계에서부터 항력계수에 의한 블록의 안정성을 평가할 수 있음

- 최근에는 항력계수에 의한 안정성 평가가 세굴에 의한 파괴를 고려할 수 없다고 판단되어 세굴의 영향을 고려할 수 있는 안정성 평가의 필요성이 제기되고 있음

● 유럽은 실규모 실험에 의한 허용 소류력, 허용 유속이 제시되지 않고 있지만 미국의 사례를 통해 관심이 증가하고 있음



[그림 2-1] 미국 콜로라도 대학의 한계전단력 실험수로



[그림 2-2] 미국 콜로라도 대학의 한계전단력 실험수로 채워

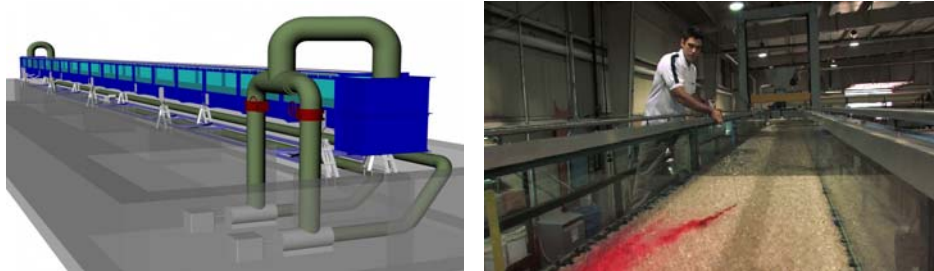
(3) 유사

● 최근 100년 동안 세계 각국에서 수행되어온 유사실험은 복잡한 야외 조건에 대한 실험 조건이 제대로 반영되지 않아 유사 관측을 통한 분석이 어려운 경우가 많이 발생하고 있음

● 분석이 어려운 이유는 대소 입자가 혼합되어 있는 하천의 하상 실험 시 입경이 가지런한 균일 재료를 이용하였기 때문임

● 하상변동이나 교각 세굴 등의 문제는 유사의 공급과 이송이 비평형인 상태가 많기 때문에 유사 공급이 없는 실험은 실제 상황과의 괴리를 더욱 크게 만들 수 있음

- 국내의 경우에는 유사실험이 대부분 설계모형으로 이뤄져 왔으며, 유사 순환 수로를 구비하기 힘들다는 이유로 급사장치 없이 물만 순환시키는 구조가 대부분임
- 국내의 유사 실험은 대부분 하상에 모래나 규조토 등을 포설한 이동상 실험으로 수행된 것이며, 적절한 급사 장치나 유사 순환 실험 수로에서 수행한 것은 아님
- 국외의 경우 유사순환수로를 보유하고 있으며 소형, 대형 등의 유사순환수로를 활용하여 최근 100여 년 동안 실험 및 연구가 수행되어 옴
- 유사현상과의 상이성을 극복하기 위해 급사혼합장치 등을 도입하여 활용하고 있음



[그림 2-3] 미국 아이오와 대학의 소형유사 순환수로

(4) 성층구조

- 국내의 경우에는 저수지내에서의 수리흐름과 밀도흐름을 동시에 고려한 실험연구가 수행된 사례는 거의 없음
- 수치모의 연구에 의한 저수지 내에서의 밀도성층구조, 탁류의 밀도흐름특성에 관한 연구는 수행하고 있음
- 국외의 경우에는 대부분 소규모 실험시설을 이용한 성층구조 재현실험이 이뤄지고 있으며, 특정 사례 위주의 연구를 수행하고 있음



(5) 준설성능

- 준설기술은 토목, 기계, 조선, 제어 등 여러 학문이 융합되어 융합연구팀을 운영하거나 실질적인 준설 기술 발전이 어려웠음
- 국내의 경우에는 기술자들의 경험에 의존하여 준설사업이 진행되고 있음
 - 커터헤드의 흡입형태를 비교하여 준설효율을 제시하고 있지만, 준설각도, 준설깊이, 준설토에 대한 커팅 메커니즘 등 다양한 분야의 연구가 부족한 실정임
- 국외의 경우에는 준설의 실제 상황 분석에서 사후 처리 분야까지 연구가 이뤄지고 있음
 - 일본은 오히려 준설에 의해 발생하는 2차 오염을 방지 방법, 준설오니토의 효율적인 처리방법, 준설 후의 사후 관리 등에 대한 연구를 수행하고 있음
 - 네덜란드는 실제 대형커터헤드의 준설각도에 관한 운동학적 분석 및 커터헤드의 준설각도에 따른 유속·마찰크기 등에 대한 연구를 수행하고 있음

(6) 투수 및 침투

- 국내의 경우에는 투수성 포장에 1990년대 후반에 처음 도입되었으나, 세부분야별로 발전 속도가 다르며 여러 분야에 걸쳐 연구가 진행되고 있지 않음
 - 포장기술·재료에 대한 우수 저감 및 침투 효과분석에 관련된 연구가 진행되고 있음
 - 물순환 체계 개선을 위한 포장기술, 투수성 포장공법에 의한 투수효과의 정량적 평가, 투수성 포장 공법에 의한 지하수의 오염방지 등의 연구는 수행되지 않고 있음
- 국외의 경우에는 미국, 독일, 일본 등 선진국에서 홍수 등으로 인한 수해예방과 지하수 등 수자원의 효율적인 관리를 위하여 우수유출저감 시설물 설치 관리방안을 규정하고 연구를 진행하고 있음
 - 일본은 환경을 배려한 다양한 포장공법에 관하여 많은 연구가 진행 중임
 - 토목연구소에서는 각 공법별 전담연구자가 배치되어 관련 연구를 수행함
 - 연구소뿐만 아니라 지자체 및 관련 업체들이 친환경성 소재를 이용한 포장재를 경쟁적으로 개발하고 있으며, 보수성·투수성 포장에 관한 연구도 활발하게 수행되고 있음
 - 미국은 환경청에서 추진 중인 Green Infrastructure Research Program을 통해 도로·보도를 빗물 여과 시스템으로 사용할 수 있도록 물의 여과를 향상시키는 투과성 포장 공극구조의 아스팔트 소재를 개발함

● 네덜란드는 투수성 포장공법에서 지하수의 오염방지까지의 연구를 수행함

(7) 방재수리

■ 국내의 경우 내수침수와 관련된 연구는 대부분 수치모의로 수행되며, 수리모형 실험을 통한 도시홍수 연구는 수행되고 있지 않음

● 제방붕괴와 관련하여 도시홍수재해관리기술사업단에서는 홍수범람에 의한 대피계획 수립시 기초 자료로 활용하기 위하여 제방 붕괴 시 제내지로 유입되는 범람 홍수파의 특성 및 거동을 규명하려 함

- 수리모형실험 전체 수조의 크기를 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 로 제작하고 수조 내부에 제내지, 제방, 하도를 제작하여 제내지를 전파하는 홍수파의 수위를 측정하여 분석함
- 제방이 시간에 따라 붕괴하는 상황을 인위적으로 재현하기 위해 붕괴폭파, 붕괴경사, 붕괴시간을 조절할 수 있는 제방붕괴 재현장치를 제작하여 전체 제방의 중간지점에 설치함



[그림 2-4] 제방붕괴 및 제내지 범람실험장치

■ 국내의 경우 토석류(급경사) 연구와 관련하여 수충부 및 토석류 방재기술연구단이 최근 실제 규모의 토석류 현상을 실험적으로 재현하였음

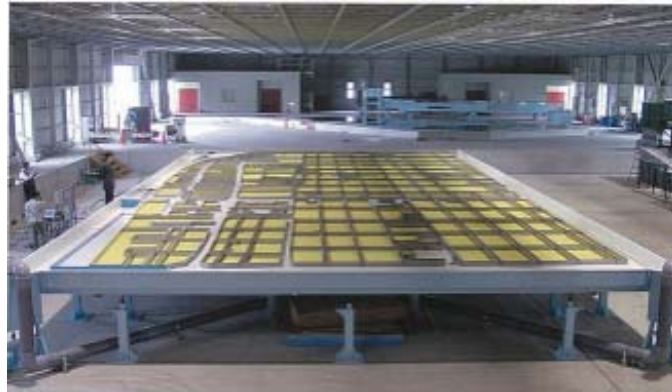
● 수충부 및 토석류 방재기술연구단은 세계 최초로 진부의 820m 규모 한 야산에서 토석류로 인한 인명과 재산피해를 줄이는 방재기술 개발을 위한 토석류 발생 실험을 실시함

- 실험을 통해 토석류의 전파속도, 수심과 용량의 변화, 물성, 파괴력 등의 물리량을 첨단 센서들을 이용하여 정량적으로 관측하였음
- 유역 사면에 설치된 토석류 발생장치 수문($12.5\text{m} \times 6.5\text{m}$) 개방에 따라 토석+물의 혼합체를 경사 38° 길이 60m 의 사면을 따라 방출시킴
- 결과적으로 방출된 토석류에 의해 토석류 시작지점 400m 하류의 계곡에 설치된 연구용 강관 배수 박스 구조물이 토석류에 의해 함몰됨

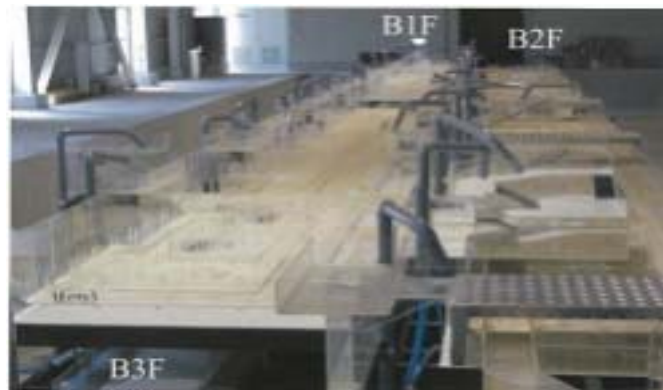


[그림 2-5] 토석류 실험 물 재현실험

- 국외의 경우 가장 활발한 방재연구를 수행중인 일본은 대형강우발생장치, 지상홍수 범람 실험모형 등을 활용한 내수침수 연구를 수행하고 있음
- 방재연구소는 하천의 홍수에 의한 제내지 범람의 연구를 목적으로 지상홍수 범람 실험모형을 하천, 도로, 단지로 구성하였음
 - 하천은 교토시 중심부에 위치한 카모강을 1/200로 축소하여 제작되었으며, 지면에 설치된 48개의 구멍을 통해 유입되는 양을 지하공간으로의 침투량으로 설정함
 - 유량측정은 위어 또는 버켓을 이용하고, 수심측정은 초음파 수위계를 활용하며, 유황측정은 추적자를 살포한 후 비디오 카메라로 촬영하는 PIV기법을 활용함
- 방재연구소는 지하 공간 침수현상을 연구하기 위해 1/30의 축적을 갖는 아크릴 모형을 제작하여 실험을 수행함
 - 지하공간은 지하철이 다니고 있는 형태로 아크릴로 제작하여 흐름을 관찰할 수 있도록 하였으며, 지하 3층의 구조임
 - 지하공간의 입구로부터 들어온 물은 지하철 철로를 통해 저수탱크로 유출되도록 제작함



[그림 2-6] 지상홍수범람실험모형



[그림 2-7] 지하공간침수실험장치



나. 실험시설 현황

(1) 해외 실험시설

미공병단(미국)

개요

- 대형 수리모형 실험을 통해 하천 치수계획을 수립하고 첨단화된 실험 인프라 구축을 목적으로 함

실험수로

장비
및
시설

분야

수리

성능

수로(1)크기

63.0m×1.5m×1.5m

수로(2)크기

45.0m×0.46m×0.91m

최대유량

56.63m³/s(전체 실험시설)

내용

- 수리모형실험 및 유사

특징

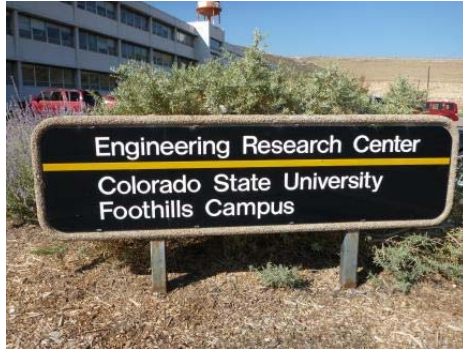
- 총 4개의 수로 및 대규모 실험장비를 다양하게 보유하고 있으며 수리모형 S/W 개발 및 배포

콜로라도 대학교(미국)

개요

- 콜로라도 주립대학의 수리실험실은 오랜 전통을 가지고 있으며 실내·외 실험시설을 이용하여 하천 구조물의 전반적인 해석을 수행하고 있음

실험수로



장비 및 시설

분야	수리	
성능	면적	1,858 m ²
	수로(1)	138m×12m
	수로(2)	55m×6m
	최대유량	5.7m ³ /s
내용	구조물 안정성 분석 및 수로를 이용한 수리, 유사 분석	
특징	4개수로를 보유하고 있으며 분기별로 브로셔를 배포하고 있으며 실험영상을 이용한 실험실 홍보를 진행함 - 제방월류, 급경사수로 실험	

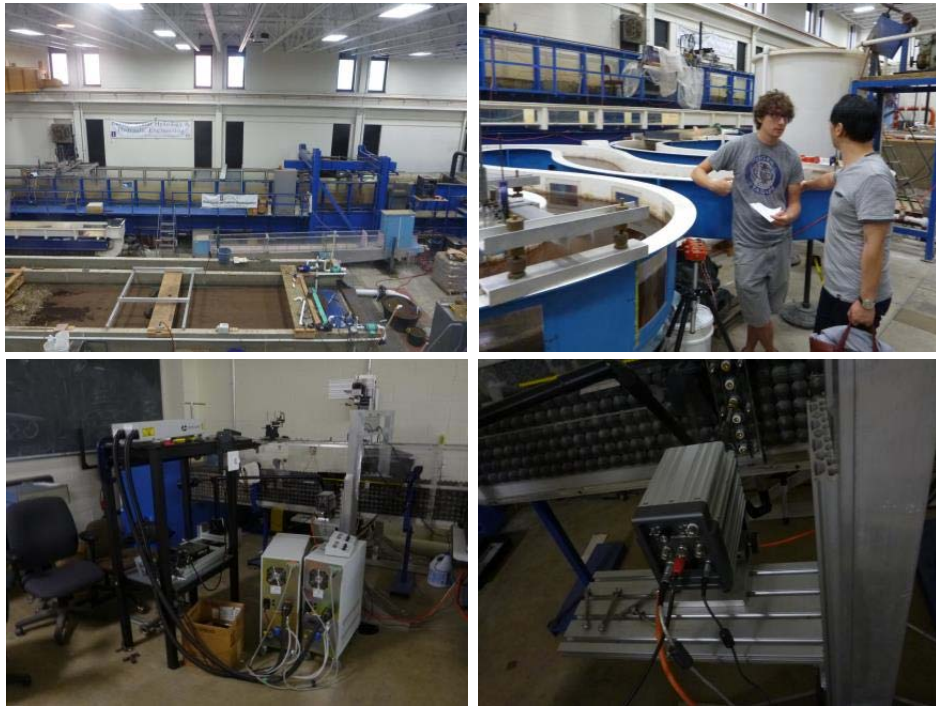


일리노이 대학교(미국)

- 개요
- 일반적인 수리실험 이외에 지형 및 다학제간 실험을 수행하고 있음

실험수로 및 PIV 장비

장비
및
시설



분야	수리	
성능	면적	1,021m ²
	최대유속	2.0m/s
	최대유량	0.38m ³ /s
내용	수리모형실험 및 유사, 하천환경	
특징	- PIV, LDA를 이용한 수리현상 규명 - 학위과정과 연계하여 연구를 진행함 3개 수로를 보유함	

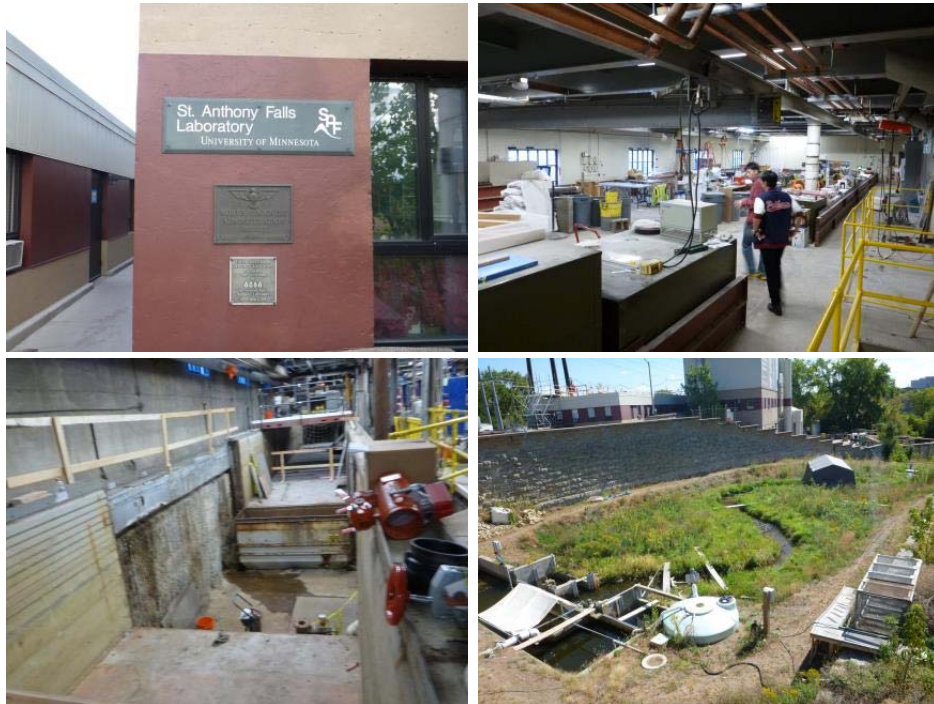
미네소타 대학교(미국)

개요

- 미네소타대학교는 St. Anthony Falls의 수리실험실을 중심으로 수치해석분야, 수리실험분야 및 현장 모니터링 분야로 실험 실증연구를 수행함

실험수로

장비 및 시설



분야 수리

성능 최대유량 2.4m³/s

최대유속 4.5m/s

- 내용
- 실내실험동: 정밀/첨단 수리계측
 - 야외실험장: 환경분야, 유사이동, 유체 흐름에 대한 수치해석 수행

- 특징
- 사행이 큰 하천에 대한 실험이 진행됨
 - 소규모 실험이 주를 이룸



아이오아 대학교(미국)

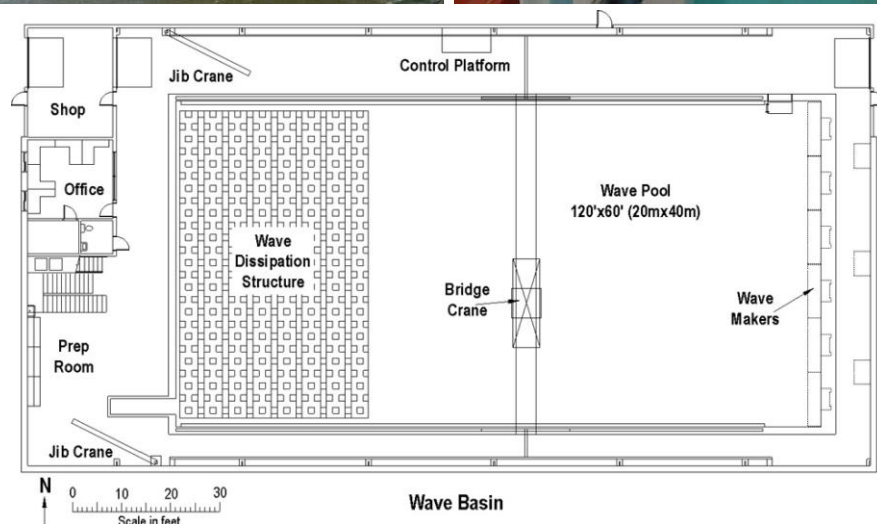
개요

- 아이오아대학교는 오랜기간 실험실증 경험을 가지고 있으며 최근 다양한 실험시설 확충을 통해 실험분야를 확대하고 있음

학교 전경 및 수로



장비 및 시설



분야 수리

성능
면적 11,148m²
수로 1.2m×0.8m×30m

내용

- 생물, 어도, 수문 기상, 홍수 등에 대한 다양한 연구가 진행됨
- 대규모 공작소를 이용하여 모형 제작

특징

- Stanley Hydraulic Lab 외 6개 실험시설로 구성됨

미개척국_USBR(Bureau of Reclamation, U. S. Dept. of the interior, 미국)

개요

- 미개척국은 미국 중서부지역의 대부분의 댐 및 이와 관련 시설에 대한 유지관리와 실험실증 연구를 수행하고 있음

실험수로 및 전경



장비
및
시설

분야	수리	
성능	수로	1.2m×0.8m×30m
	면적	5,400m ² (실내)
내용	- 생물, 어도, 수문 기상, 홍수 등에 대한 다양한 연구가 진행됨 - 대규모 공작소를 이용하여 모형 제작(댐 분야 등) - 제방파괴 실험 수행	
특징	- 미개척국 수리실험실은 크게 6개 분야로 나뉘어져 운영되고 있으며 수리실험, 현장 모니터링, 교육 분야로 크게 분류됨 - 수리실험실의 연구인력의 12명 정도이며 지리적 위치로 인해 주로 콜로라도주립 대학교와 유타대학교 출신의 연구진이 80% 정도 차지함 - 생물분야 전문가와 협동 연구가 다수임	



수리수전연구원(중국)		
개요	▪ 중국 수리수전연구원은 물관련 종합연구원으로서 12개 연구부서와 32개의 소규모 연구실이 있음	
	실험수로 및 연구원 전경	
장비 및 시설		
		
		
		
		
분야	수리	
성능	면적	480,000m ²
	실내수로(1)	32.0m
내용	▪ 수리모형실험 및 유사 외 다양한 토목분야 연구 수행	
특징	▪ 학위과정을 개설하였으며 다양한 분야의 실험시설 및 장비를 보유하고 있는 종합연구소임	



장강과학원 CRSRI(Changjiang River Scientific Research Institute, 중국)			
개요	중국 장강과학원은 수리모형실험 및 수치해석을 위해 만들어진 연구소로 특히 대형 댐 건설관련 수리모형실험장을 보유하고 있음		
	과학원 전경 및 실내 수로		
장비 및 시설			
	분야	수리	
	성능	실험장 면적	160,000m ² (400m×400m)
		실내수로(1)	32m
	내용	수리모형실험 및 유사 외 다양한 토목분야 연구 수행	
	특징	- 인력양성을 위한 학위과정을 개설 - 수치해석 S/W 개발	



난징 수리연구소_NHRI(Nanjing Hydraulic Research Institute, 중국)		
개요	중국 난징 수리연구소는 대규모 테스트베드를 구축하여 하천 및 해안관련 실험을 수행하고 있음	
장비 및 시설	실험수로	
	 	
	분야	수리
	성능	연구소 규모 78,895m²
	내용	하천 및 해안 실험 수행
	특징	- 대형 실내실험장 보유 - 댐, 홍수 등 활발한 수리모형 실험



방재과학기술연구소(일본)		
개요	▪ 대형 강우모형 실험(비탈면 붕괴실험) 및 제방붕괴실험 등 방재 관련 연구가 진행되고 있음	
장비 및 시설	실험시설	
		
	분야	방재
	성능	연구소규모 266,000m ²
	내용	▪ 대형강우실험시설을 갖추고 있으며 설빙 방재실험동을 구축하고 있음
	특징	▪ 대형인공강우 재현 ▪ 급경사 산사태 재현

자연공생센터_PWRI(Public Works Research Institute, 일본)

개요

- 자연형 하천조성사업을 위해 건설된 실규모 하천실험센터로 하천과 호수의 자연환경 보전 및 복원을 위한 연구를 수행 중

야외 수로 및 전경

장비
및
시설

분야	생태	
성능	호소 폭	20.0m
	면적	350,000m ²
	수로길이	800m(3개)
	최대 유량	4.0m ³ /s
내용	환경 및 생태가 주를 이루며 다수의 호소 보유	
특징	- 실규모 하천 시설 보유하고 있으며 3개의 수로에서 다른 목적으로 실험을 수행하고 있음 - 견학사이트를 개설하였으며 전시관 및 센터투어를 위한 홍보 진행 중	



Delft Hydraulics(네덜란드, 유럽연합)		
개요	정부에서 운영하는 물분야의 종합연구소로 해안 및 바다, 호수 및 하천, 지하수 및 토양 등 다양한 토목분야의 연구를 수행하고 있음	
장비 및 시설	실험수로	
		
		
		
		
	분야	수리
성능	면적	1,405,000m ²
	수로1	110m×1.0m×1.2m
	수로2	240.0m×5.0m×7.0m
	실험부지	50m×50m
	펌프용량	0.6m ³ /s
내용	- 대규모 하천 및 해양실험을 수행하기 위한 다양한 수로 보유 및 유사 공급장치 구축 - 하천 및 해안 실험 수행	
특징	각종 세미나를 다양하게 개최하고 있으며 모형개발, 홍보영상제작, 연차보고서 등을 수행하고 있음	



HR Wallingford(Hydraulics Research Wallingford Ltd., 영국)			
개요	물 분야 외 에너지 및 환경적인 차원에서 다양한 연구가 진행되고 있으며 전세계적인 네트워크가 구성되어 있음		
장비 및 시설	실험실 및 실험수로		
	   		
	분야	수리	
	성능	실험시설 면적	14,400m ²
		대형수로1	100m×1.8m×1.8m
		수로2	45m×1.2m×1.5m
	내용	홍수관련 실험을 위한 2개의 수로와 2개의 wave basin을 보유함	
	특징	국내 거가대교 세굴방지공 실험 등 다양한 수리모형 실험수행	



BAW(Bundesanstalt für Wasserbau, 독일)			
개요	▪ 하천 수리학 뿐만 아니라 지반공학 분야 등에서도 다양한 연구가 이루어지고 있는 독일 최대의 종합연구소		
장비 및 시설	연구소		
	 		
	분야	수리	
	성능	실험시설 면적	4,500m ²
		대형수로1	80.0m×1.5m×1.3m
		최대유속	1.5m/s
	내용	▪ 홍수관련 실험을 위한 5개의 수로와 다양한 크기의 실내모형시설을 보유함 ▪ 선박 운항의 영향으로 발생하는 수리학적 특성 및 세굴특성을 실험하기 위한 장치 구축	
	특징	▪ 하천 제방 및 바다 구조물의 파괴실험을 위한 조건이 구축됨 ▪ 홍보영상 제작 및 연차보고서 배포 ▪ 모형 개발	

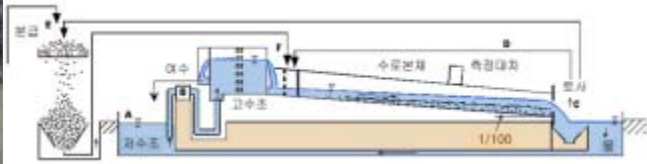


교토대 우지가와 방재연구소(일본)			
장비 및 시설	개요	토석류 및 침수 관련 등과 같은 방재 실험을 다수 수행함	
	실험시설		
			
	분야	방재	
	성능	실험시설 면적	266,000m ²
내용	- 다양한 크기의 수로 구축 - 토석류 관련 실험장비 구축 - 다양한 내수침수 관련 실험시설 구축		
특징	방재 특화 연구 수행		

츠쿠바대학교 방재시설(일본)

- 개요**
- 대형수로를 이용한 유사 실험 수행

수로 및 단면



장비 및 시설

분야 유사

성능 수로본체

4.0m×2.0m×160m

수로경사

1/100(조절 가능)

펌프

직경 500mm의 펌프 3대(1.5m³/s)

내용

- 사행하도 형성(유사의 이송현상 중심) 연구 수행

특징

- 대형 수로폭
- 사력 순환수로
- 사력의 체분석 설비 보유



(2) 국내 실험시설

농어촌연구원			
개요	경기도 안산시에 소재하며 각종 수리시설(댐, 방조제, 배수갑문 및 방파제)에 대한 수리모형실험 및 수치해석을 수행		
장비 및 시설	실험시설 및 수리모형		
	 		
	분야	수리	
	성능	면적	300,000m ² (실내/외)
		최대 유량	3.0m ³ /s
		기타 유량	소규모 펌프 다수 보유
	내용	수리모형실험 외 항만 및 방파제 실험 수행	
	특징	- 각종 수리시설(댐, 방조제, 방파제 등)에 대한 수리모형실험 및 수치해석 수행 - 새만금 간척사업 수리모형 실험 수행	

동아대 한림 수리모형실험연구소

- 개요**
- 경남 창원군에 위치하며 4개의 실험실에서 다양한 실험을 수행함

수로 및 펌프

장비 및 시설



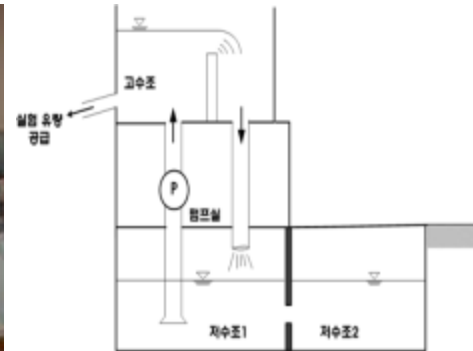
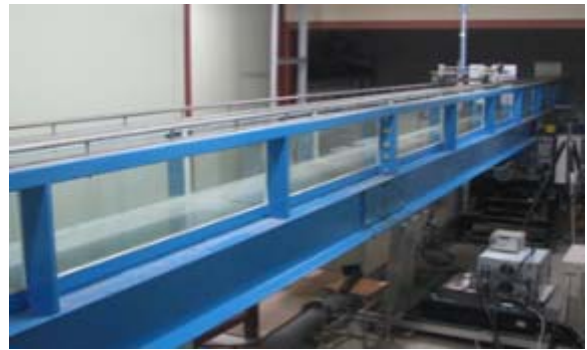
분야	수리	
성능	펌프용량	총 390tonf 보유 가능 75마력(5대), 100마력(5대)
	면적	3,235 m ²
내용	- 총 4개의 실험장으로 구성됨 - 수리실험 자동유량조절 시스템 및 지하저수조, 고수조 구축 - 다양한 실험장비 보유	
특징	국내 4대강 보구조물 수리모형실험 경험 다수	



명지대학교 수리실험동

개요 ■ 명지대학교 내 실내외 실험시설에서 수리실험 수행(PIV 실험장 구축)

수로(PIV) 및 펌프



장비
및
시설

분야	수리	
성능	면적	3,500m ²
	저수조1	7m×6m×5m
	저수조2	6m×6m×5m
	펌프실 최대유량	0.32m ³ /s(실외 펌프 증설 시 유량 추가공급 가능)
	개수로 실험장치	16m×0.8m×0.7m(최대경사 0.03)
내용	■ 실내외 실험동 보유 ■ 다양한 실험장비 보유	
특징	■ 안동댐 비상여수로 수리모형실험 등 다수의 수리모형 실험 수행 ■ 굴포천 방수로 수리모형실험 수행	



인제대학교

- 개요
- 수리모형실험 및 환경유체실험을 위해 인제대학교에서 구축함

수리모형 및 호안분석 수로



장비
및
시설

분야

수리

성능

유량

$0.12\text{m}^3/\text{s}$

실험수로

$1.2\text{m} \times 0.6\text{m} \times 14.0\text{m}$

내용

- 수리모형실험 외 다양한 실험 진행(환경유체, 토조침수실험 등)
- 고정상 및 이동상 실험 수행함
- 고수호안 실험 수행

특징

- 정밀 계측 수리연구 수행
- 최근 성층, 준설 등 다양한 실험 시도



인천대학교

개요

수리모형실험을 위해 인천대학교에서 수리실험실 구축함

20m, 11m 수리실험장치





장비 및 시설

분야	수리	
성능	유량	0.5m³/s
	수로1	2.0m×1.0m×20m
	수로2	0.7m×0.8m×11m
내용	지하저수조 이용하여 유량공급이 진행됨(환경유체, 토조침수실험 진행) 고정보 및 가동보에 대한 수리학적 현상 분석 다양한 실험장비 보유	
특징	수리 및 유체 흐름 실험, 호안 및 제방실험을 다수 수행함	

수원대학교

개요 ■ 실내 수리실험실과 실외실험장으로 구성된 실험시설

기초 수리실험

장비
및
시설



분야 수리

성능 유량 0.1m³/s

실험수로 27.3m×4.0m×0.5m

내용 ■ 27.3m의 수로내에 측면부를 아크릴로 제작되어 관측용이성 확보
■ 이동상실험이 가능한 규모의 수로 폭(4.0m) 보유

특징 ■ 소규모 실험전용 수로는 따로 보유하고 있지 않음
■ 반 개방형태의 실외실험시설도 보유하고 있음



한서대학교			
개요	실외실험시설로 특화된 실험장 보유		
장비 및 시설	수리모형실험		
	  		
	분야	수리모형실험	
	성능	유량	0.6m ³ /s
		고가수조	58.0m ³
		유입부 수조	40.0m ³
		저수	330m ³
	내용	- 최대공급유량 0.6m³/s의 규모로 대형 수리모형실험이 가능한 유량공급시설 보유 2개 실험이 동시에 진행가능토록 유입부 분기수조 설치	
	특징	4대강 보 수리모형실험(금강보,여주보) 수행 - 수리모형실험 종료이후 철거됨	

한국건설기술연구원 하천실험센터

개요 ■ 실규모 수리 및 호안실험과 하천 보전/복원을 위해 경북 안동에 건설됨

대규모 수로



장비
및
시설

분야 수리

성능

유량 최대 10.0m³/s(안동, 실외), 2m³/s(일산)

실험수로 600m(3개 보유)

내용

- 실규모 수리실험 가능
- 대규모 수리모형 실험시설 구축
- 호소 등 야외 실험시설 구축
- 다양한 실험장비 보유

특징

- (안동) 193,051m²의 부지에 10m³/s 인공홍수 재현
- (안동) 3개 실험수로 외 호소, 야외실험장, 식생시설 등 보유
- (일산) 16,356m²



홍익대학교 수리실험동

- 개요**
- 2003년 국내 대학 최대 규모로 경기도 화성시에 준공되어 다양한 수리모형실험이 수행됨

수로, 펌프 및 유사공급장치

**장비
및
시설**

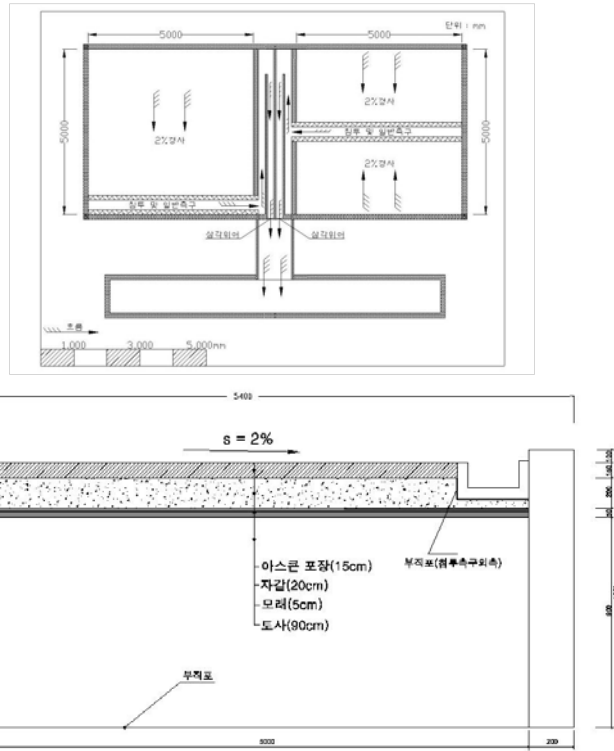


분야	수리	
성능	유량	0.4m ³ /s
	실험수로1	20m(폭 0.8m)
	실험수로2	16m(폭 0.85m)
내용	- 고수조, 저수조를 이용한 유량공급 - 유사공급장치 구축 - 다양한 실험장비 보유	
특징	최근 반구대 암각화 보전을 위한 수리모형실험 수행	

국립재난안전연구원

- 개요**
- 침투측구의 치수효과 분석을 위해 수리실험을 수행함

수리실험시설의 평면도 및 단면도



장비 및 시설

분야 방재

성능 실험시설 5.0m×5.0m(콘크리트 토조)

내용

- 대전 옥외 실험장을 활용한 실험 수행

특징

- 울산에 대규모 실험동 건립(2014년 계획)
- 도시홍수 물순환 실험동에서 모의호우사상을 기반으로한 수공구조물의 치수능력 평가, 실증에 필요한 연구를 계획



강릉 원주대학교(토석류 방재기술 연구단)

개요 ■ 실규모 토석류 실험을 수행함

토석류 실험



장비
및
시설

분야 방재

성능 토석류 발생장치 수문 12.5m×6.5m

내용 ■ 수충부 및 토석류 방재기술연구단 연구사업
■ 세계 최초 실규모 산사태 실험 수행

특징 ■ 2012년 9월 18일 세계 최초로 강원도 진부의 820m 규모 한 야산에서 토석류로 인한 인명과 재산피해를 줄이는 방재기술 개발을 위한 토석류 발생 실험을 실시해 성공함
■ 수문 개방에 따라 토석+물의 혼합체를 경사 38° 길이 60m의 사면을 따라 방출시켰으며 방출된 토석류에 의해 토석류 시작지점 400m 하류의 계곡에 설치된 연구용 강판 배수박스 구조물이 토석류에 의해 함몰되는 실험을 수행함

다. 소결

- 기초수리실험 분야에서는 대형/첨단 실험시설을 활용하여 기존에는 계측성능, 규모, 공급유량 등의 이유로 실험이 불가능했던 영역에 대한 실험 연구가 확대되고 있음
 - 모형실험의 경우 목적성 뚜렷한 연구가 주로 이루어지고 있으며, 최근 계측장비의 첨단화로 PIV, LDV 등을 활용한 연구가 증가하는 추세임
 - 하천생태분야에 연구가 점차 활성화되며 어류, 식생 등에 대한 연구가 실험 연구로 점차 확대됨
- 소류력실험 분야에서는 하천정비에 필수적으로 도입되는 보호공, 호안공 등에 대한 치수적 안정성 평가실험이 중요해 지고 있으나, 국내 실험시설은 해외 시설 대비 미흡한 성능 수준임
 - 해외에서는 실규모 시험이 가능한 수로(미국 콜로라도대학)를 연구에 활용하고 있으나, 국내의 경우 하천 시설물의 기준을 수립하기 위한 실규모 시설이 부재함
 - 국내의 경우 한국건설기술연구소의 하천실험센터 실험수로를 일부 활용하고 있으나 해외의 실험시설 성능에 비해 미흡함
 - 실규모 실험에 의한 허용 소류력 및 허용 유속 평가 필요성이 증대되고 있음
- 유사실험 분야에서는 하천 유사의 이송, 침식 및 퇴적, 세굴현상 등 유사 전반을 다루는 실험의 필요성이 증대되고 있으나 국내에는 대형 규모의 유사순환수로는 미확보 되어 있음
 - 유사 순환 실험 수로의 도입을 통해 실제 하천과 유사한 환경에서 하천유사의 이송, 침식 및 퇴적, 세굴현상 등에 대한 모의가 수행되어야 함
 - 해외는 대형/소형 유사순환 실험이 수행되고 있으나, 국내의 경우 모형실험 위주의 연구가 수행되고 있음
 - 국내에는 대형 유사순환수로가 부재하여 대부분 소형 실내실험수로를 활용하고 있으며, 급사설비의 경우 경험적 방법으로 급사하는 실정임(입경혼합 장치 부재)
- 성층구조 실험 분야에서는 저수지 내의 오탉수 거동 및 온배수, 밀도류 등을 다루는 실험의 필요성이 높으나 국내는 대학 중심의 소규모 실험과 수치모의 연구로 대체되고 있음
 - 홍수기에 유입되는 탁수의 시공간적인 분포 등의 모니터링을 통해 성층구조의 검/인증이 수행되어야 함
 - 국내에서는 저수지내의 흐름과 밀도를 동시에 고려한 실험연구가 전무함



- 준설성능 분야의 경우 해외는 실제 커터헤드를 활용하여 준설효과 실험을 수행중이나 국내는 소규모 수준의 실험이 수행됨
 - 준설에 의한 부유물 발생을 최소화하는 친환경 고생산성 커터헤드를 개발 및 이를 이용한 실험이 수행되어야 함
 - 일본에서는 준설메커니즘 실험을, 네덜란드에서는 실제 대형커터헤드 실험을 수행하고 있음
 - 국내에서는 커터헤드 흡입형태에 따른 준설효율에 대한 소규모실험 사례가 있음
- 투수 및 침투 실험 분야에서는 투수성 포장재의 성능 및 오염물질의 지하수 유입 등에 대한 실험이 필요성이 높으나, 국내 실험시설과의 중복사항이 확인됨
 - 수성 포장재의 침투실험을 통해 투수블록의 투수성을 정량적으로 평가하고 침투량을 강우특성에 따라 분석하는 실험이 수행되어야 함
 - 일본 토목연구소는 우수유출저감 포장공법 평가용 수조를 보유하고 연구를 수행중임
 - 국내 대학 및 방재연구원은 실험시설 보유하고 우수저감 및 침투효과 규명 중심의 연구를 수행중임
- 방재수리 실험 분야에서는 도시 내수침수 및 급경사(산사태) 등에 대한 실험 필요성이 높으나 국내 연구기관에서 유사 실험시설 구축을 계획중임
 - 규모에 따른 토석류의 거동 메커니즘을 분석 및 재해발생 양상에 대한 실험이 수행되어야 함
 - 해외의 경우 실내 급경사수로를 활용하여 토석류 및 사면 거동에 대한 정밀 계측을 수행중임
 - 일본 교토대 방재연구소, 방재과학기술연구소 등은 대형 방재 실험시설을 보유함
 - 국내 수치모의 접근 대부분이나, 토석류 사업단에서 토석류 실험규모 실험을 수행한 사례가 있으며 국립재난안전연구원에서 관련 실험시설 구축을 계획 중임
- 다양한 분야의 실험이 가능한 해외 선진 실험시설에 비해, 국내 연구기관 및 특정대학 부설 실험시설의 경우 치수, 방재, 하천환경 등 특성화된 시설을 보유하고 있음
 - 국내 보유 실험시설의 경우 각 대학별, 기관별로 공통적으로 기초실험시설(개수로 실험장치 등) 보유함
 - 유량규모별 성능을 검토한 결과, 한국건설기술연구원과 농어촌연구원이 가장 높은 성능을 보유하고 있음



- 4대강 사업 실험수요 증가로 동아대, 한서대, 부산대 등이 실험시설을 신설 또는 확충하였으나 한서대의 경우 연구용역 종료 이후 철거됨
- 국외시설의 경우, 대학에 설치된 실험시설은 기초수리시설과 더불어 최신의 첨단계측실험 시설까지 다양한 분야의 실험이 가능한 시설을 갖추고 있음



<표 2-2> 국내외 실험시설 현황 비교

구분	실험시설	유량규모	총 부지면적	특이실험	비고
		(m³/s)	(m²)		
해외	미공병단 ERDC(미국)	56.63	—	실규모 제방, 수리모형 실험장 보유	—
	Colorado State Univ.(미국)	5.7(댐 활용)	1,858	제방월류, 급경사수로	—
	Univ. of Illinois(미국)	0.38	1,021	실내수로실험 위주	—
	Univ. of Minnesota(미국)	2.4	—	생태수리실험장보유	보 저수지 활용 유량공급
	Univ. of Iowa (미국)	—	11,148	—	6개 실험동 운영
	USBR(미국)	—	5,400(실내)	하천환경	피토관 형태 유량공급
	수리수전과학연구원(중국)	—	480,000	수력분야	—
	장강과학원(중국)	—	160,000	대형 댐구조물	자체 교육과정
	난징수리연구소(중국)	—	78,895	대형실내실험장 보유	—
	자연공생센터(일본)	4.0	350,000	하천환경	—
	교토대 우지가와 방재연구소(일본)	—	266,000	방재특성화 실험시설	—
	츠쿠바대학교 방재시설(일본)	—	—	대형 유사수로보유	—
	방재과학기술연구소(일본)	—	266,000	대형강우실험, 설빙 방재실험	—
	Delft Hydraulics(네덜란드)	0.6	1,405,000	하천 및 해양실험	—
	HR Wallingford(영국)	—	14,400	수리 실험외 에너지, 환경 등	—
	BAW(독일)	—	4,500	홍수 및 주운 실험	—
국내	농어촌연구원	3.0	300,000(실내/외)	새만금실험	—
	동아대 한림수리모형실험연구소	—	3,235	수리모형	—
	명지대학교	0.32	3,500	PIV 운영	—
	인제대학교	0.12	—	수리모형, 환경실험	—
	인천대학교	0.5	—	실내 개수로실험	—
	수원대학교	0.1	—	반개방형 실외실험장 보유	—
	한서대학교	0.6	—	4대강 수리모형실험	종료후 철거됨
	홍익대학교	0.4	—	실내/외 실험시설 활용	—
	국립재난안전연구원	—	—	인공강우실험장치	2014년 실험시설 신축예정
	강릉원주대학교	—	—	토석류 실규모 실험	R&D 사업
	한국건설기술연구원	2(일산), 10.0(안동)	16,356(일산), 193,051(안동)	수리모형(일산), 실규모(안동)	—
기존 최대 성능		10.0(안동)	480,000	—	—

※ 미공병단 ERDC(미국) 유량규모는 실험시설 전체에 대한 유량규모임

제3절. 실험시설 최소요구성능

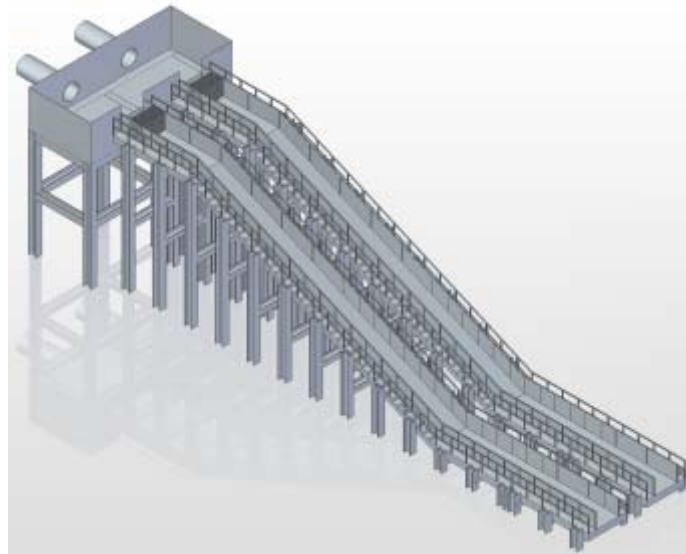
가. 실험시설 구축 주안점

- 네트워크 기반 실험 인프라를 구축하여 스마트 워킹 및 세부실험시설 간 연계 실험이 가능하도록 구축
 - 본 실험시설은 최근의 발달된 정보기술을 활용하여 기존의 방문형태(onsite visit)의 실험시설 및 장비 활용에서 탈피하여 실험시설 내의 모든 시설을 네트워크 기반 스마트 워킹이 가능하도록 구축함
 - 경제적 또는 규모상의 한계로 인해 수리실험이 불가능하였던 분야의 실험이 가능도록 초대형 수리 실험시설에 필요한 실험장치와 설비를 추가하여 여러 실험실간의 동시실험 및 원격제어가 가능하도록 구축함
 - 네트워크 시스템 구축과 그 네트워크 시스템을 효율적으로 사용할 수 있는 알고리즘을 지닌 소프트웨어가 필요함
 - 실험대상의 기초 수리량 계측데이터 등 원격으로 실험에 참여하는 여러 연구진에게 필요한 정보를 실시간으로 제공할 수 있어야 함
- 하천관련 수리실험과 수리모형실험이 가능한 범용성능의 기초실험시설을 반드시 확보하여야 함
 - 확보할 범용 기초실험시설은 가변경사수로, 고정식개수로, PIV 실험수로 등임
 - 유량공급시설은 여러 실험이 동시에 수행할 경우 간섭영향 최소화할 수 있는 고수조 및 환수로 시스템을 갖추어야 함
 - 최대공급유량인 $4\text{m}^3/\text{s}$ 를 충분히 감당할 수 있는 규모의 저수조를 갖추어야 함(셀타입)
 - 부정류 유량공급장치(유량계 및 수위계 포함)가 구비되어야 함



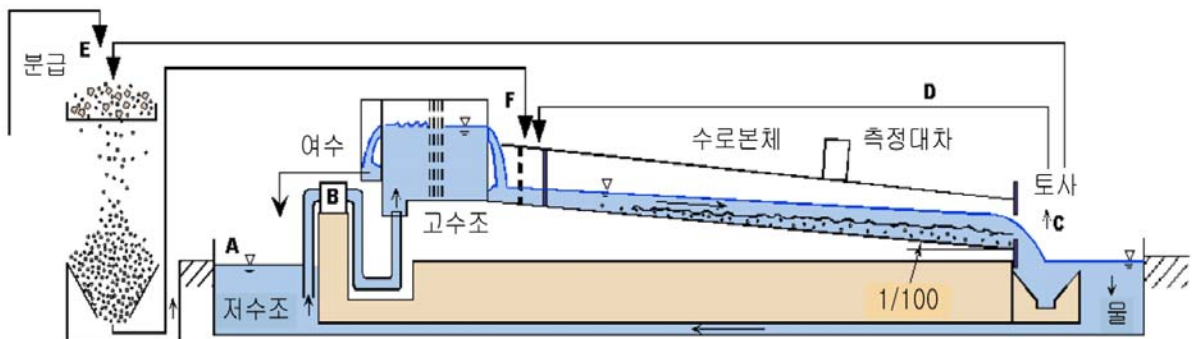
나. 실험시설 후보시설

- 소류력 분야의 후보시설은 한계소류력 실험에 필요한 ‘고정식 급경사 수로’와 경사조절이 일부 가능한 ‘가변식 하도실험수로’임
- 실험체는 기반층과 필터층을 포함하는 실규모로 구성되어 실험체의 설치 및 안정화에 다소의 시간이 소요되므로 실험 수로를 2개로 구성하여 연속적인 실험이 가능하도록 계획함



[그림 2-8] 고정식 급경사수로

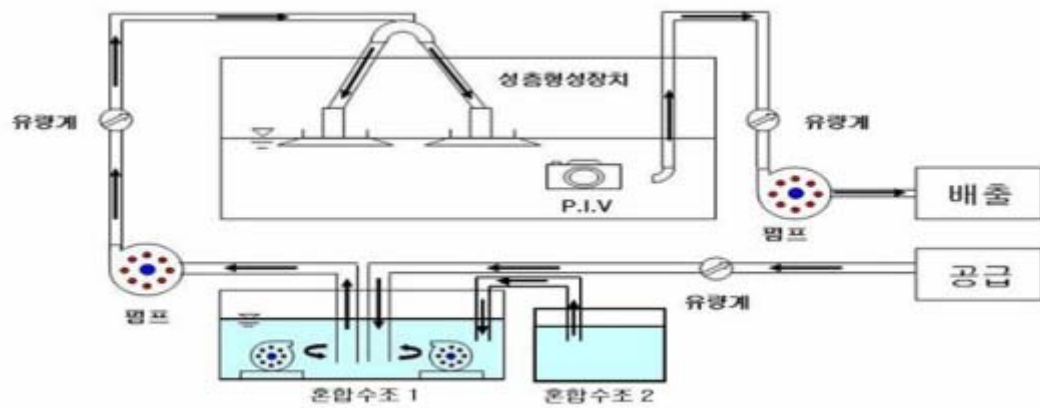
- 유사 분야의 후보시설은 목적 및 형태에 따라 효율성을 높이기 위해 ‘대형 유사순환수로’와 ‘소형 유사순환수로’로 구분함
- 하천 유사의 이송, 침식, 퇴적, 세굴현상 등의 모사한 실험이 가능함



[그림 2-9] 유사순환수로

성층구조 분야의 후보시설은 ‘호소성층 및 온배수 실험수조’임

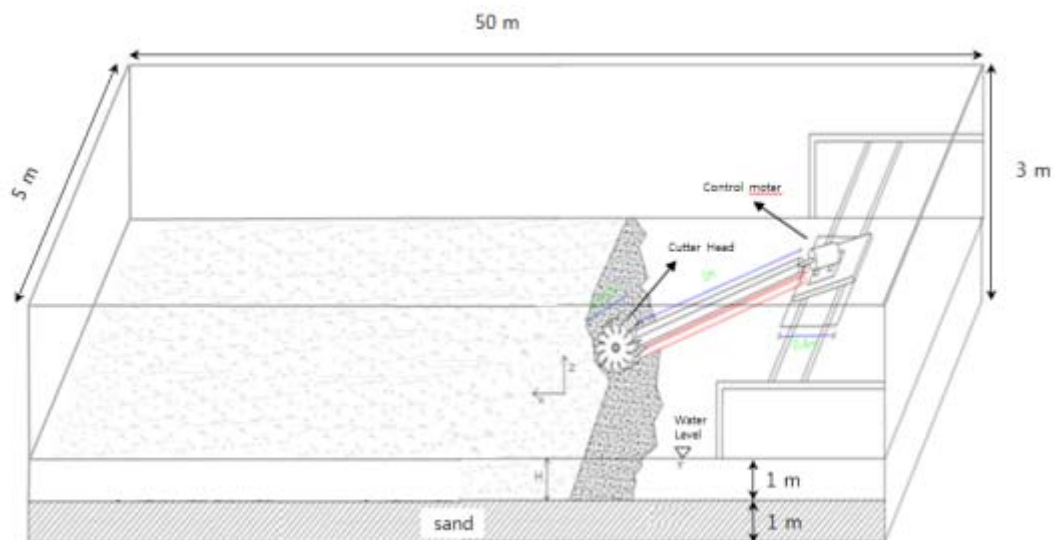
성층구조실험과 오/탁수, 온배수, 조류 재현이 가능한 다목적 대형실험수조임



[그림 2-10] 호소성층 및 온배수 실험수조(온도제어 미포함 형태)

준설성능 분야의 후보시설은 ‘준설기계 등 성능검증시설’임

현장조건과 준설선 커터헤드의 특성 및 흙의 종류 등을 고려하여 준설에 의한 부유물 발생을 최소화 하는 친환경 고생산성 준설기술 연구가 가능함

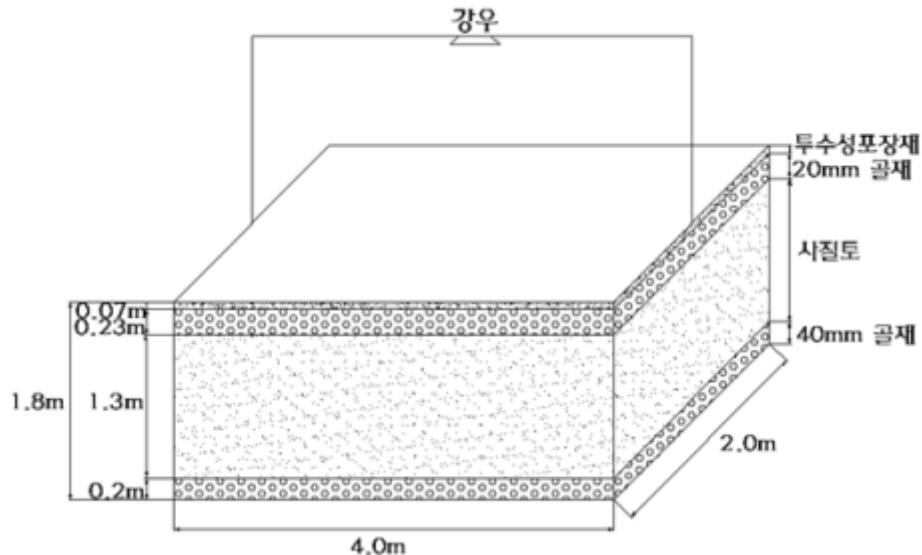


[그림 2-11] 준설기계 등 성능검증시설



📖 투수 및 침수 분야의 후보시설은 ‘침/투수 실험토조’임

- 침/투수성 포장재의 모든 공법과 재료를 대상으로 실험할 수 있음
- 실험체는 표층(투수 블록), 기층(쇄석), 원지반(사질토), 배수 및 지하수위 조절을 위한 배수층을 설치하고 토조 상부의 강우 장치는 강우 특성에 따른 시간별 침투량을 분석이 가능하도록 계획함



[그림 2-12] 침/투수 실험토조

📖 방재 분야의 후보시설은 ‘토석류 실험시설’과 ‘내수침수 실험시설’임

- 토석류 실험시설의 경우 산지지형 및 비포장 급경사 지역이 그 실험대상임
 - 토석류 실험시설의 경우 다양한 경사 및 지반조건을 설정할 수 있도록 가변급경사 수로와 토질 배합기 등이 필요함
- 내수침수 실험시설의 경우 제내지를 구성하고 있는 모든 시설물이 그 대상이 될 수 있으며, 특히 도시지역의 도로나 지하철과 같은 지하구조물의 침수해석이 주된 대상이 될 것으로 판단됨
 - 내수침수 실험시설은 넓은 지역의 침수분포를 예측할 수 있는 충분한 제내지 면적이 필요하며 전체면적을 수용할 수 있는 인공강우시설 또한 필요함

<표 2-3> 후보시설 국내외 성능수준 비교

분야	후보시설	최고 성능수준	국내 성능수준	후보 성능수준
소류력	고정식 급경사수로	10m/s	3m/s	10m/s (길이 31m, 높이 8m)
	가변식 하도실험수로	10m/s	3m/s	10m/s 가변경사
유사	대형 유사순환수로	4m×2m×160m 펌프:1.5m ³ /s	—	폭:2m~3m 길이:100m 펌프:1m ³ /s
	소형 유사순환수로	0.5m×0.5m×21m 펌프:0.1m ³ /s	—	폭:1m 길이:30m 펌프:0.1m ³ /s
성층구조	호소성층 및 온배수 실험수조	—	—	8m×15m×4m
준설성능	준설기계 등 성능검증 시설	—	—	5m×50m×3m
투수 및 침수	침/투수 실험토조	—	—	4m×2m×1.8m
방재	토석류 실험시설	—	60m, 38°	60m, 38°
	내수침수 실험시설	300mm/hr	—	300mm/hr



다. 후보시설 우선순위 평가

- 후보시설에 대한 중복성 평가결과 투수 및 침수 분야의 침/투수 실험토조와 방재 분야의 토석류 실험 시설, 내수침수 실험시설은 중복성이 있어 구축이 부적합 한 것으로 평가됨
 - 침/투수 실험토조는 국내 일부대학과 국립재난안전연구원(대전실험장), 한국건설환경시험연구원 등 우수유출장치를 확보한 기관이 다수 있어 중복성으로 인해 제외함
 - 토석류 실험시설과 내수침수 실험시설은 2014년 혁신도시로 이전하는 국립재난안전연구원의 실험 시설에 계획되어 있어 중복 투자가 우려되므로 제외함
- 후보시설에 대한 우선순위 평가결과 소류력, 유사, 성층구조, 준설성능 분야의 실험시설이 우선순위가 높게 평가됨
 - 소류력 분야의 고정식 급경사수로와 가변식하도실험 수로의 경우 국내에 일부 낮은 성능을 보유한 기관은 있으나 이는 국제수준에 비해 매우 미흡하며, 국내 대상구조물 보호공법 및 제품의 성능을 평가할 만한 성능을 갖는 실험시설이 시급함
 - 유사 분야의 대형/소형 유사순환 수로의 경우 국내 연구시설 부재로 지속적인 연구수행이 어려우며, 세계적인 연구성과 도출을 위해서는 국제 수준의 시설 도입이 필요함
 - 성층구조 분야의 호소성층 및 온배수 실험수조의 경우 관련분야의 연구가 용역별 수리모형실험이나 수치해석에 의존하는 실정임
 - 대형실험수조를 활용한 오탍수 거동, 취수설비 배치, 온배수 거동에 대한 연구는 국내외에서 아크릴로 제작하거나 소규모 실내실험시설에서 수행한 경우가 대부분임
 - 세계적 연구수준으로 도약하기 위해서는 대형화, 첨단화된 실험시설이 필요함
 - 준설성능 분야의 준설기계 등 성능검증 시설의 경우 준설시장의 국제 경쟁력 확보 및 준설 핵심 기술의 국산화를 위해서는 실규모 또는 준실규모의 준설성능을 평가할 수 있는 수로(조)가 필요함 (유럽, 중국 등 일부국가 보유)

<표 2-4> 후보시설 우선순위 평가 결과

분야	후보시설	우선순위	중복성
소류력	고정식 급경사수로	1	없음
	가변식 하도실험수로		
유사	대형 유사순환수로	1	없음
	소형 유사순환수로		
성층구조	호소성층 및 온배수 실험수조	2	없음
준설성능	준설기계 등 성능검증 시설	3	없음
투수 및 침수	침/투수 실험토조	—	있음
방재	토석류 실험시설	—	있음
	내수침수 실험시설		



라. 목표성능수준

- 기초수리분야의 실험시설은 하천관련 수리실험과 수리모형실험이 가능한 범용성능의 기초실험시설이며, 세부사항은 다음과 같음
 - 가변경사수로의 규모(L×B×H)는 30m×1.2m×2.0m 수준임
 - 고정식개수로의 규모(L×B×H)는 30m×1.5m×2.0m 수준임
 - PIV실험수로의 규모(L×B×H)는 30m×1.0m×1.0m 수준임
 - 공동활용이 가능한 선반, 밀링, 로더, 백호 등의 공작기계 및 중장비가 구비되어야 함
- 소류력 분야의 실험시설은 기반층과 필터층을 포함하는 실규모로 구성되므로 연속적인 실험을 위하여 고정식과 가변식의 2개의 수로로 제작함
 - 고정식 급경사수로의 규모는 길이 31m, 높이 8m 수준이며, 최대유속은 10m/s를 확보해야 함
 - 실험수로의 기본 형상은 수리계산을 통해 길이 31m, 높이 8 m, 최대 유량 초당 5tonf으로 설정하였으며, 이 경우 최대 유속 10m/s, 최대 소류력 1,000N/m² 이상 예상됨
 - 최소 1,000N/m² 규모의 소류력은 콘크리트 호안 블록의 유실/파괴, 식생이 활착된 식생매트의 파괴 및 세굴 모의가 가능한 수준임
 - 가변식 하도실험수로는 경사조절형태로 제작되거나 완경사 형태로 제작하여야 하며, 최대 유속은 10m/s를 확보해야 함
 - ASTM(미국재료시험학회) 기준으로 호안 블록 및 식생매트에 대한 실규모 시험이 가능한 실험수로 확보 필요함
- 유사 분야의 실험시설은 실험목적에 따라 대형 유사순환수로와 소형 유사순환수로로 구분하여 제작함
 - 대형 유사순환수로 규모는 폭 : 2m~3m, 길이 100m이며, 펌프 용량은 1m³/s 수준임
 - 소형 유사순환수로 규모는 폭 1m, 길이 30m이며, 펌프 용량은 0.1m³/s 수준임
- 성층구조 분야의 실험시설은 성층구조 검/인증을 위한 실험수로로 온배수, 오탉수, 조류, 호소성층 구조 재현이 가능함
 - 시설 규모는 8m×15m×4m 수준임
 - 유입탱크별 온도제어기능이 확보되어야 함

- 실험체는 저류 · 혼합수조(두 개의 저류·혼합수조 사용), 성층실험수조, 성층흐름을 측정할 PIV 시스템으로 계획함
- 실험수조는 현장조건의 비선형성층을 구현하기 위하여 Three-tank 기법을 이용함
- 준설성능 분야의 실험시설은 준설기계 성능 검인증(축척효과 최소화)이 가능한 실험시설로 현장조건, 준설선 커터헤드의 특성, 흙의 종류 등을 고려하여야 함
- 시설 규모는 5m×50m×3m 수준임
- 오탐방지막 성능 검증이 가능할 정도의 규모를 확보하여야 함
- 현장조건과 준설선 커터헤드의 특성 및 흙의 종류 등을 고려하여야 함
- 공동 활용시설은 위의 세부시설에 유량 및 부정류를 공급하는 시설을 의미함
- 유량 공급장치는 최대공급유량인 4m³/s를 공급하기 위한 저수조와 고수조로 구성됨
 - 저수조 규모는 80m×60m×8m로 3개 셀로 구성되며, 향후 옥외 확장성을 고려하여야 함
 - 고수조는 3식(10m×10m×5m) 규모로 환수로 배관시스템을 갖춰 실내에서 여러 실험이 동시에 수행할 경우 간섭영향 최소화할 수 있어야 함
- 유량공급용 펌프는 0.5m³/s 펌프 6식이 확보되어야 함
- 부정류 공급장치는 유량계/수위계 등 제어설비 포함하며 최대 1.0m³/s 재현하여야 함
- 펌프 및 실내/외 실험장 필요 전기 공급하는 전기제어설비가 필요하며, 향후 확장성을 고려 계산된 전기용량의 여유율을 약 100% 확보하여야 함



기타 기초계측장비로는 수위계, 유속계, PIV/LDV, 사면측정기, 3D스캐너 등이 요구됨

<표 2-5> 기초계측장비 목록

구분	내용	비고
수위계	일점식 포인트게이지	0.1mm 분해능
	초음파 수위계 8 channel	0.5mm 분해능
	압력식 수위계	0.5mm 분해능
유속계	1차원 프로펠러 유속계	0cm/s~200cm/s(VO1000)
	2차원 전자기 유속계	0cm/s~200cm/s(VP1000)
	3차원 전자기 유속계	VM1001, VM-801L(미속계)
	ADV(Acoustic Doppler Velocimetry)	16MHz Micro ADV
PIV/LDV	PIV(Particle Image Velocimetry) LDV(Laser Doppler Velocimetry)	5Watt, Dantec 등 각각 최소 2식 이상 구비
사면측정기	접촉식 사면측정기	0.5mm 분해능
3D스캐너	3차원 비접촉식 레이저 스캐너	최소 6mm 분해능

※ 상기 표에 제시된 기초계측장비 외에도 다양한 첨단, 자동계측 장비 및 센서류 구비 필요

강, 하천, 댐 등 실험모형 제작 등을 위해 필요한 중장비 확보 필요

대형수리모형 실험시설의 목표성능수준은 다음과 같음

<표 2-6> 대형수리모형 실험시설 목표성능

실험분야		세부시설	설비/장비	목표성능
기초 및 검증 수리 실험	기초 수리	기초수리 실험수로	가변경사수로	30m×1.2m×2.0m
			고정식개수로	30m×1.5m×2.0m
			PIV실험수로	30m×1.0m×1.0m
	소류력	고정식 급경사수로	Steep Slope Test Flume	최대유속 : 10m/s 길이 : 31m 높이 : 8m
		가변식 하도실험수로	Variable Slope Test Flume	최대유속 : 10m/s 가변 경사 또는 환경사 수로
	유사	대형 유사순환수로	Large Sediment Test Flume	2m~3m(B)×100m(L) 자동급사 및 유사혼합장치로 구성 최대공급유량 : 1.0m³/s
소형 유사순환수로		Small Sediment Test Flume	1m(B)×30m(L) 상하류 수조 일체형 최대공급유량 : 0.1m³/s	
응용 실험	성층 구조	호소성층 및 온배수 실험수조	Reservoir Tank Equipment	8m×15m×4m 온도, 밀도 제어 및 공급 시스템 비선형성층 재현
	준설 성능	준설기계 등 성능검증 시설	Dredging Hydraulics Test Flume	5m×50m×3m (준)실규모 커터헤드 실험 오타 방지시설 효과 검증
공동활용시설			유량 공급장치	저수조 : 80m×60m×8m, 3개 셀 고수조 : 10m×10m×5m, 4개 셀 최대공급유량 : 4.0m³/s
			부정류 공급장치	최대 공급유량 : 1.0m³/s, 수위계 연동 최대 재현오차 : 10% 이내

※ 응용실험 분야는 성층구조, 준설성능을 포함하여 댐 안전, 생태실험 및 융복합 분야 등 다양한 분야에 대해 유치기관의 특성을 반영하여 제안 가능



마. 차별성

- 최신 IT기술을 활용하여 기존의 방문형태(onsite visit)을 탈피한 초연결형(개방-원격형) 실험 인프라임
- 고급 인력 확보 및 지속적인 실험운영을 통해 실험 knowhow 축적이 가능하며 양질의 실험결과 도출
- 기존 소규모 실험에 의존을 탈피한 대형실험시설과 첨단계측장비를 활용한 개방형 실험시설로 정책지원연구, 기술 및 학술지원연구, 고급인력 양성 교육 등이 가능한 다목적 시설로 활용
- 기존 실험시설이 갖고 있는 인프라 한계를 극복하는 실험시설임(규모, 유량, 전문인력 등)
- 첨단 고유량 공급시스템을 확보함(부정류 유량공급시스템 등)
- 다양한 실험분야를 만족시킬 수 있는 다목적 실험 인프라를 제공함
- 실험분야 별로 특성화된 세부 실험시설을 확보함

바. 소결

- 기존 기획연구 대비 가변경사수로, 고정식 개수로, PIV 실험수로는 비슷한 규모로 설계하였으나, 순환수로($30\text{m} \times 1.2\text{m} \times 1.0\text{m}$)는 대형유사순환수로($2\text{m} \sim 3\text{m} \times 100\text{m}$), 소형유사순환수로($1\text{m} \times 30\text{m}$) 및 호소성층 및 온배수 실험수조($8\text{m} \times 15\text{m} \times 4\text{m}$)로 크게 확대함
- 또한 응용실험 분야로 기획연구 결과에 없던 준설성능평가를 위한 준설기계 등 성능검증시설($5\text{m} \times 50\text{m} \times 3\text{m}$)을 추가로 제시하였으며, 이들 응용실험 분야는 유치기관의 역량과 특성화 방향을 고려하여 다양한 분야를 추가 제안할 수 있음
- 유량공급장치는 저수로는 $50\text{m} \times 30\text{m} \times 5\text{m}$ 에서 $80\text{m} \times 60\text{m} \times 8\text{m}$ 규모로 크게 설계한 대신 고수로는 $25\text{m} \times 30\text{m} \times 3.5\text{m}$ 에서 $10\text{m} \times 10\text{m} \times 5\text{m}$ 로 조정하였음. 유치기관은 제시된 수조 규모를 참고하여 최대 공급유량 $4.0\text{m}^3/\text{s}$ 를 안정적으로 공급할 수 있는 취수원 계획 및 자고수조 용량, 펌프 및 배관 시스템이 제시되어야 함
- 전체적으로 실험시설 및 장비의 종류와 규모가 크게 상향되어 구축예산이 기획연구결과보다 증가함에 따라, 기존 기획연구결과 총 예산 범위에서 전체 실험시설을 구축할 경우에는 건축물 규모와 예산을 조정할 필요가 있음

제4절. 실험시설 구축계획

가. 배치계획

- 대형수리모형 실험시설의 경우 전체 예산 중 건축물의 예산 비중이 높아 건축물 구조 및 배치에 따라 예산의 변동폭이 높아짐
- 본 기본설계에서는 향후 실험시설 구축 예산의 변동에 유연하게 대처하기 위하여 총 3개안의 실험 시설 건축 및 배치계획을 수립함
 - 1안은 지붕구조물을 포함하는 구조로 150m×100m×10m 규모임
 - 1안의 경우 무주식 지붕설비로 인해 실험시설 건축비용이 가장 높게 나타났으나, 지붕시설이 있어 기상상태가 좋지 않아도 운영이 가능하며 공간 활용성도 가장 좋은 것으로 나타남
 - 2안은 지붕구조물을 포함하는 구조로 100m×100m×10m 규모임
 - 2안의 경우 1안에 비해 규모가 축소되어 공간 활용도는 상대적으로 낮으나, 건축비용이 줄어들어 1안 대비 경제성이 높으며, 지붕 구조물을 확보하여 운영성은 높음
 - 3안은 지붕구조물을 포함하지 않는 구조로 150m×100m×10m 규모임
 - 3안의 경우 지붕구조물이 포함되지 않아 건축비용이 가장 적게 소요되나, 기상상황 및 기타 주위환경변화에 따라 실험수행이 불가능할 수 있으므로 운영성이 낮음
- 세부 시설은 3개안 모두 동일하게 구성되며, 건축 구조에 따라 세부시설 배치 차이만 발생함
 - 기초수리 실험시설이 배치됨
 - 가변경사수로의 규모는 30m×1.2m×2.0m 수준임
 - 고정식개수로의 규모는 30m×1.5m×2.0m 수준임
 - PIV실험수로의 규모는 30m×1.0m×1.0m 수준임
 - 1.0m³/s의 부정류공급장치를 포함한 최대공급유량 4m³/s의 유량공급시설이 요구됨
 - 대형급경사수로의 경우 50m×5m×10m의 공간이 요구됨
 - 강화유리 및 기타 설치 작업이 필요함
 - 소형유사순환실험수로의 경우 1m×1m×30m의 공간이 요구됨



- 대차, 사력공급 및 혼합수조, 급사장치가 추가적으로 필요함
- 펌프설비: 직경 500A, 횡축사류펌프 $0.1\text{m}^3/\text{s}$
- 대형유사순환실험수로의 경우 $4\text{m}\times 2\text{m}\times 100\text{m}$ 의 공간이 요구됨
 - 대차, 사력공급 및 혼합수조, 급사장치가 추가적으로 필요함
 - 펌프설비: 직경 500A, 횡축사류펌프 $1.5\text{m}^3/\text{s}$
- 다목적 대형실험 수조(성층실험수조)의 경우 $8\text{m}\times 15\text{m}\times 4\text{m}$ 의 공간이 요구됨
 - 혼합수조의 공간도 필요하며 배관 및 독립 순환 펌프, 온도제어 설비 등이 요구됨
- 다목적(수리) 검증실험 수조의 경우 $5\text{m}\times 50\text{m}\times 3\text{m}$ 의 공간이 요구됨
 - 강화유리 및 H-Beam이 설치되어야하며 커터 헤드도 요구됨

나. 시설 건축계획

(1) 대형수리모형 실험시설 1안(150m×100m×10m 규모, 지붕구조물 포함)

설계 개요

<표 2-7> 대형수리모형 실험시설 1안 설계 개요

구분	내용
공사명	대형수리모형 실험시설
규모	지하 1층, 지상 3층
구조	철근콘크리트조 + 철골조
외부마감	샌드위치 판넬 + 메탈 판넬
건축면적	18,745m ² (5,670평)
연면적	24,613m ² (6,942평)

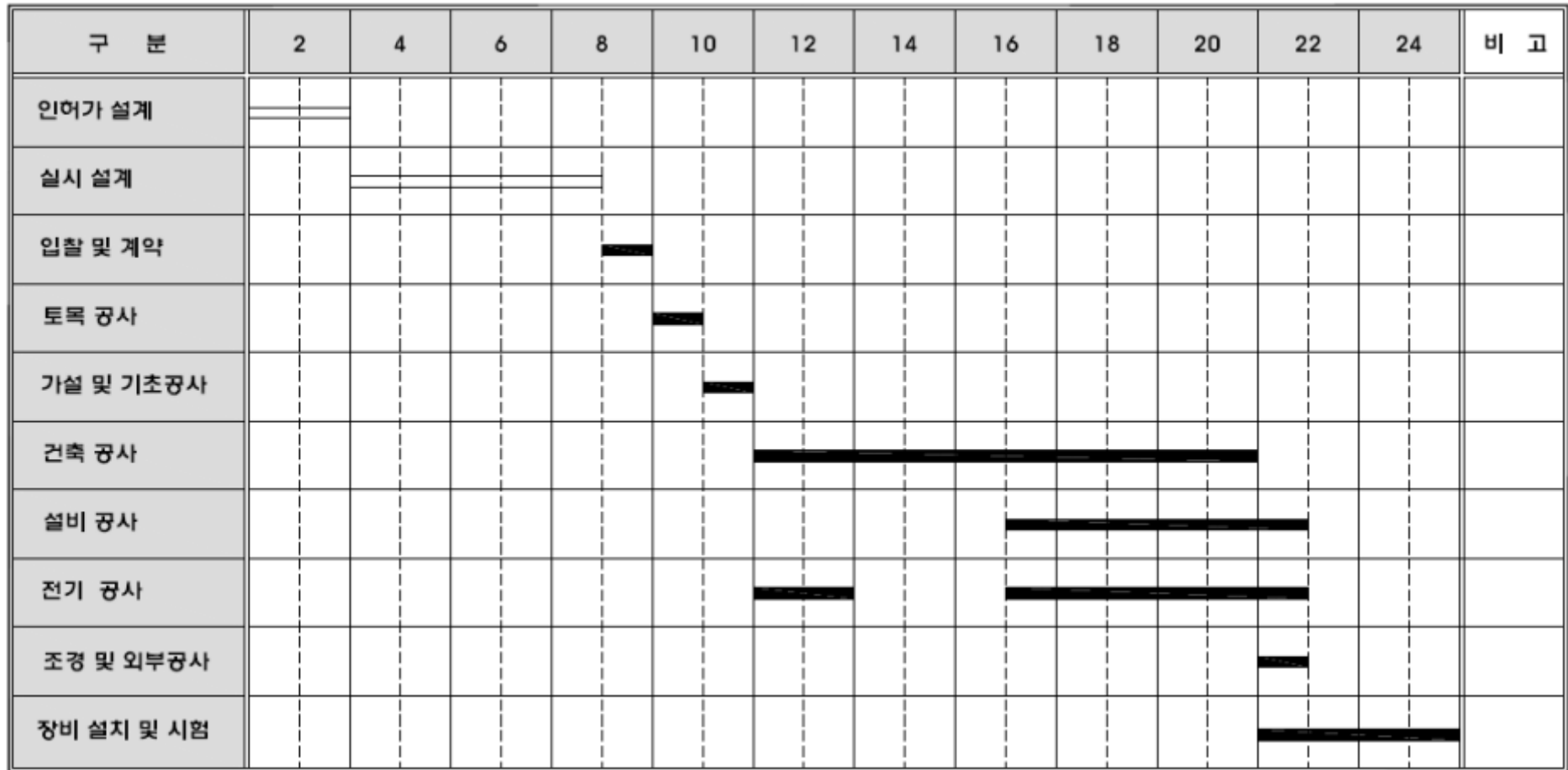
층별 개요

<표 2-8> 대형수리모형 실험시설 1안 층별 개요

구분	면적	비고
지하 1층	1,956m ²	지하저수조
지상 1층	18,745m ²	실내 대형수리모형 실험실, 공작실, 및 실험준비실, 사무실, 자료실
지상 2층	1,956m ²	사무실, 실험실, 연구실, 대회의실
지상 3층	1,956m ²	고가수조
합계	24,613m ²	고가수조 제외시 22,657m ²

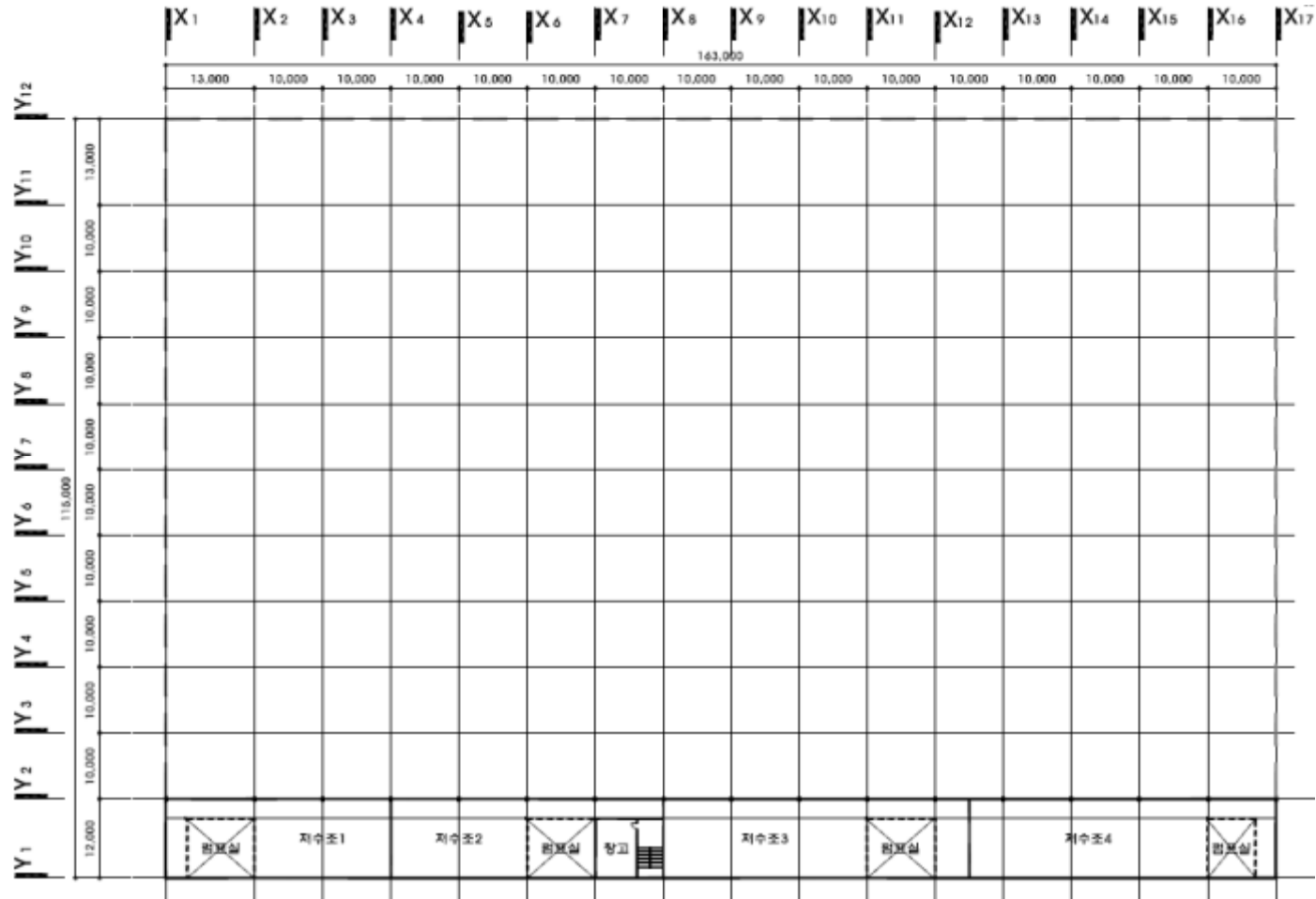


공사공정표



[그림 2-13] 대형수리모형 실험시설 1안 공사공정표

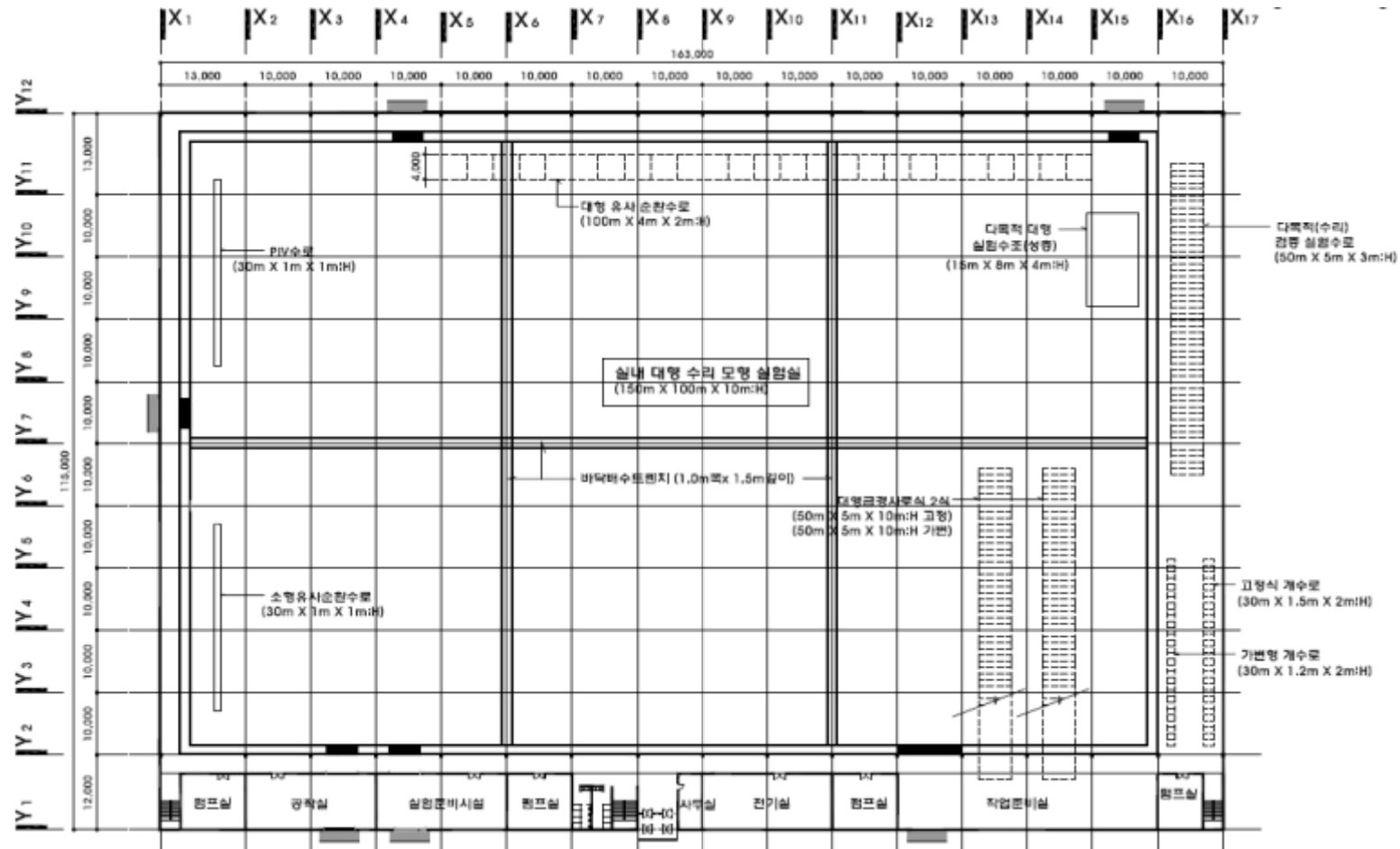
지하 1층 평면도



[그림 2-14] 대형수리모형 실험시설 1안 지하1층 평면도

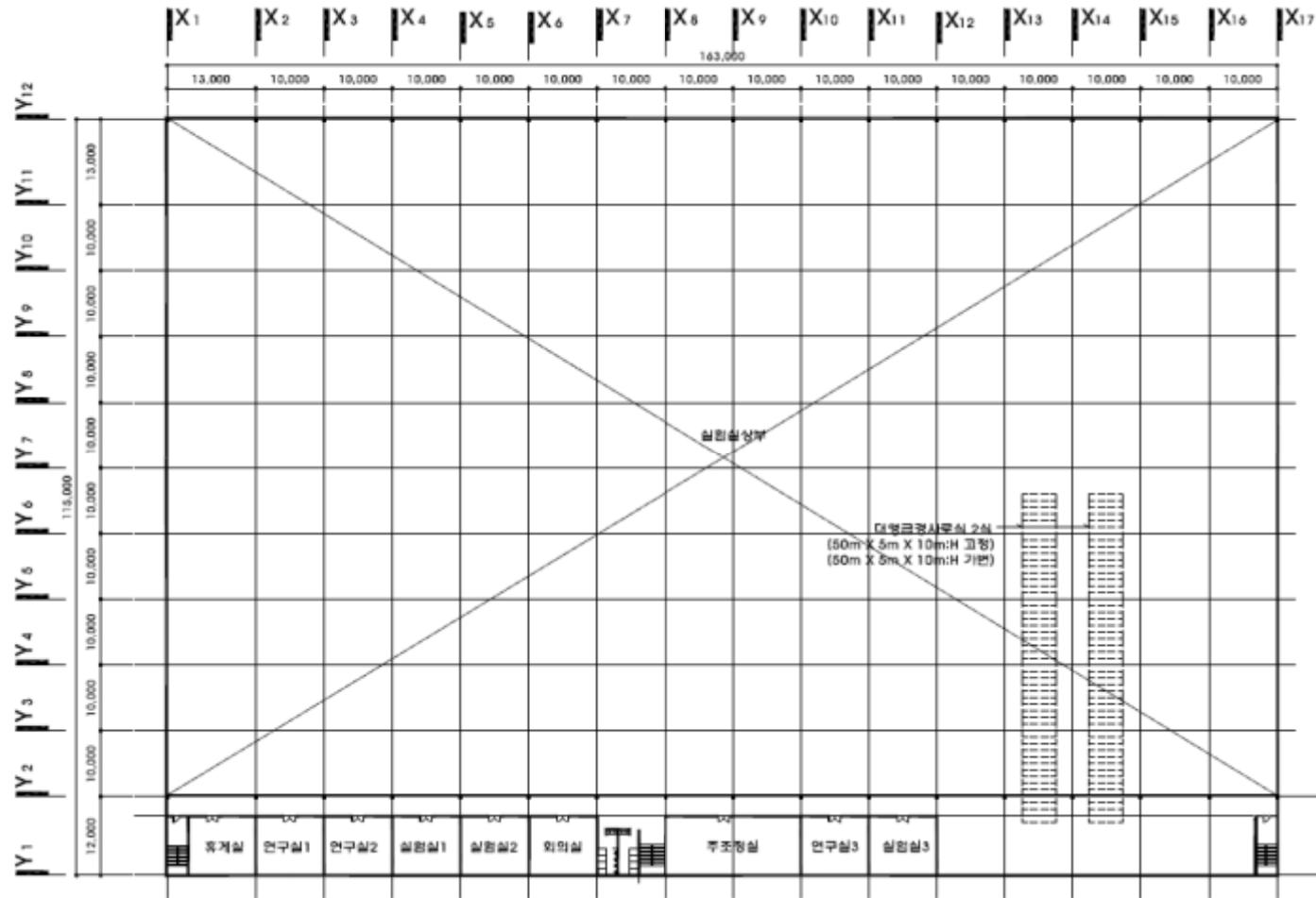


1층 평면도



[그림 2-15] 대형수리모형 실험시설 1안 1층 평면도

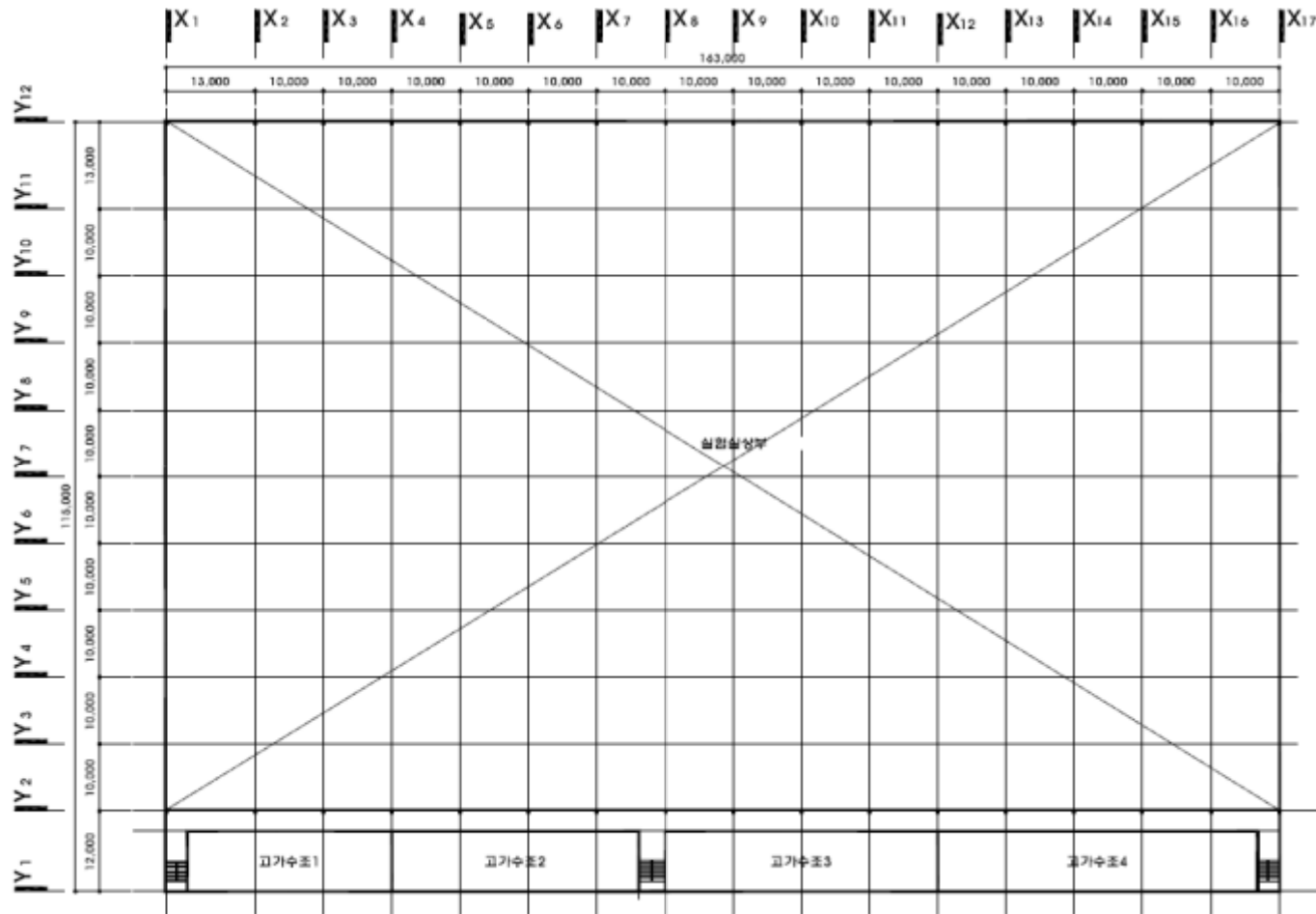
2층 평면도



[그림 2-16] 대형수리모형 실험시설 1안 2층 평면도

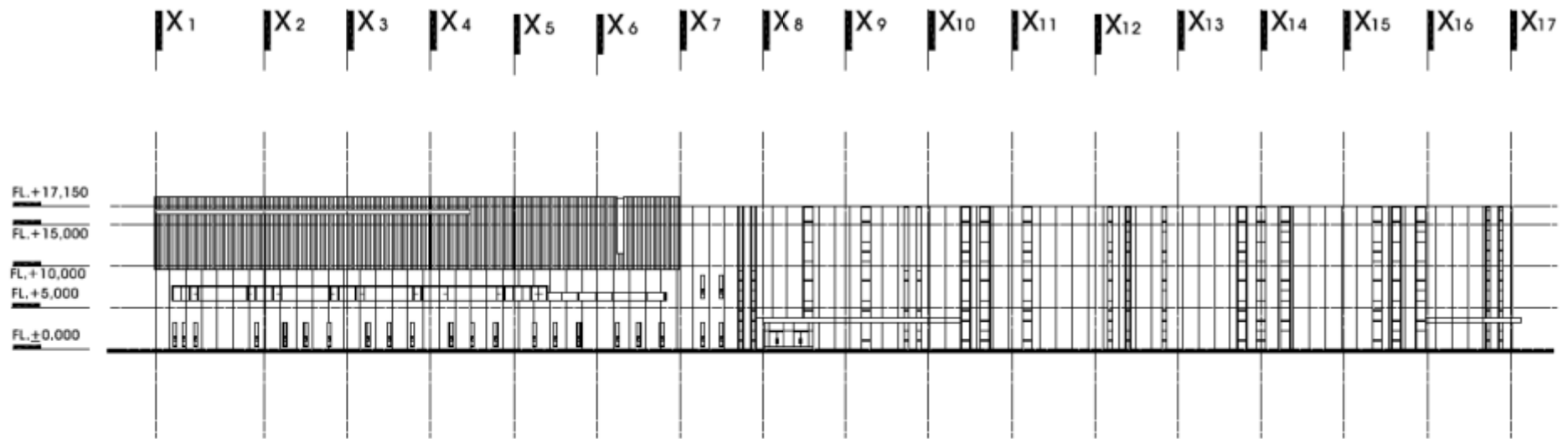


3층 평면도



[그림 2-17] 대형수리모형 실험시설 1안 3층 평면도

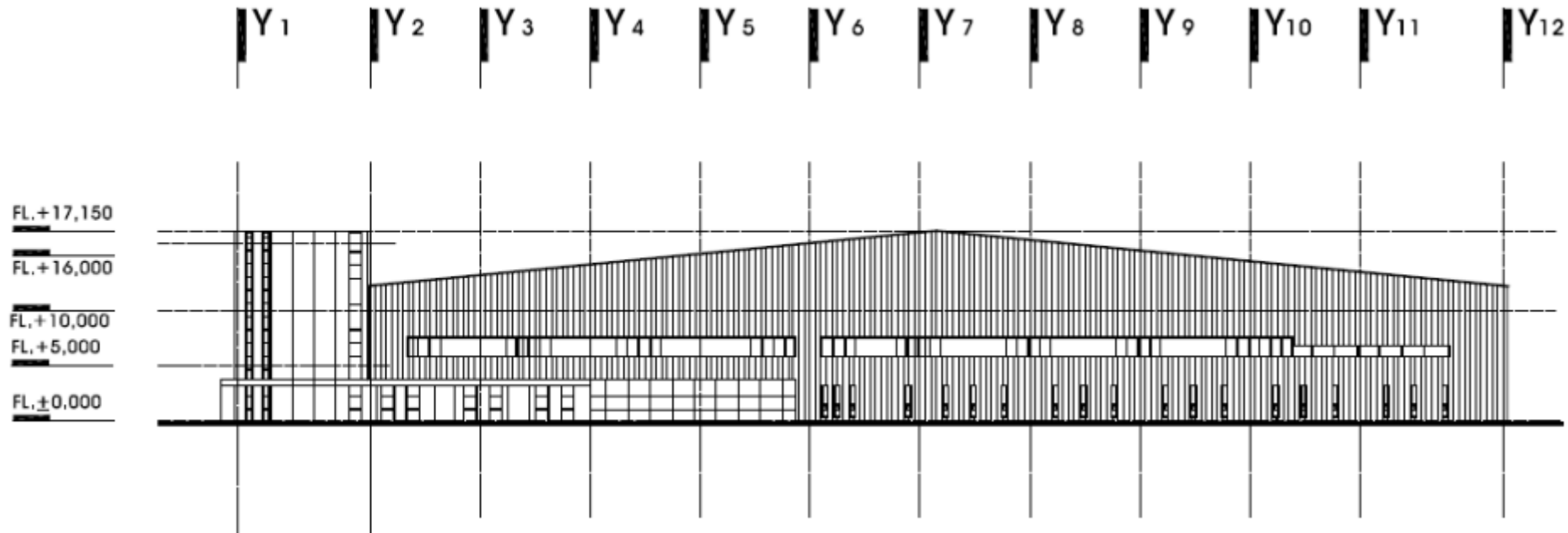
정면도



[그림 2-18] 대형수리모형 실험시설 1안 정면도

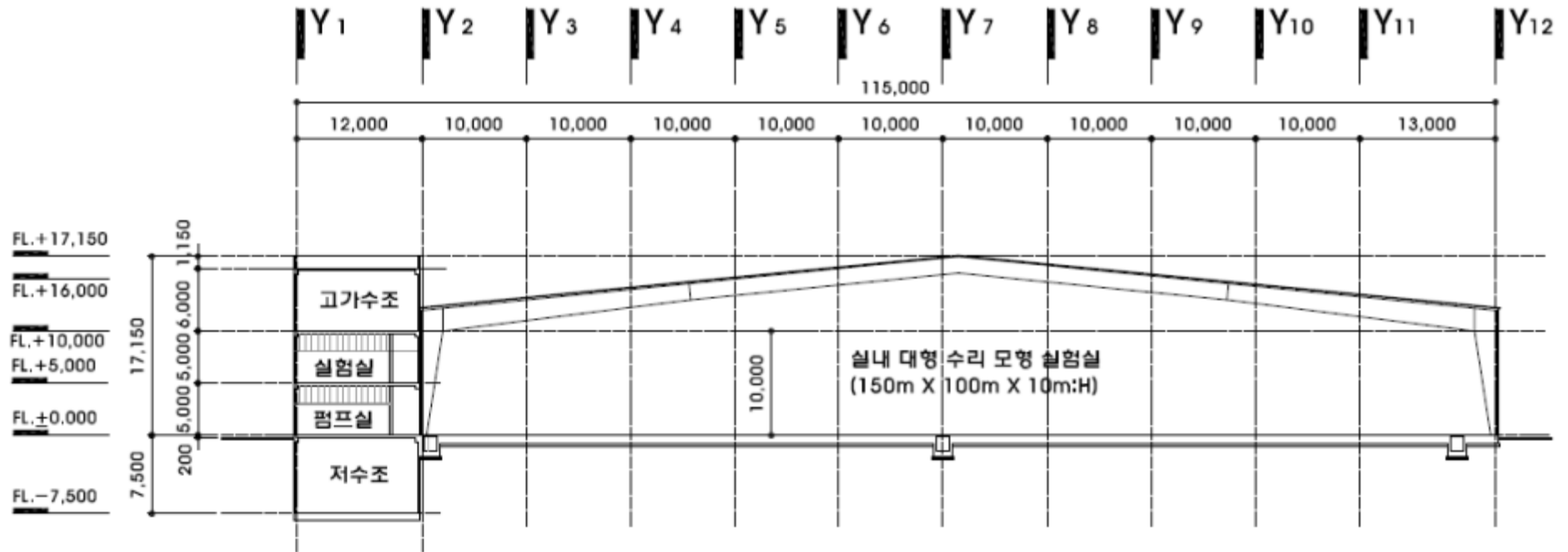


우측면도



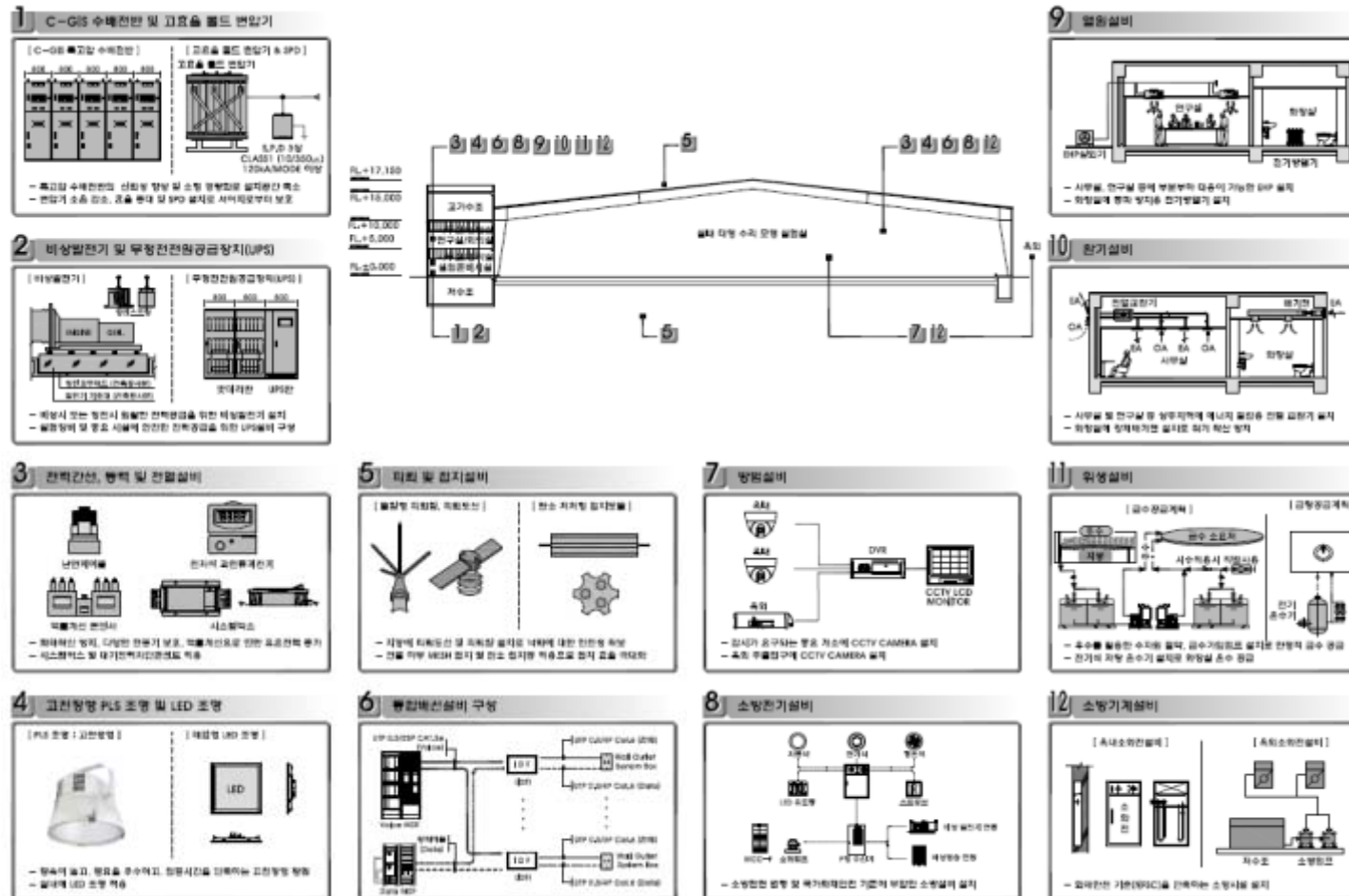
[그림 2-19] 대형수리모형 실험시설 1안 우측면도

주단면도



[그림 2-20] 대형수리모형 실험시설 1안 주단면도

설비 계획도



[그림 2-21] 대형수리모형 실험시설 1안 설비 계획도

(2) 대형수리모형 실험시설 2안(100m×100m×10m 규모, 지붕구조물 포함)

 설계 개요

<표 2-9> 대형수리모형 실험시설 2안 설계 개요

구분	내용
공사명	대형수리모형 실험시설
규모	지하 1층, 지상 3층
구조	철근콘크리트조 + 철골조
외부마감	샌드위치 판넬 + 징크
건축면적	11,845m ² (3,589평)
연면적	15,553m ² (4,713평)

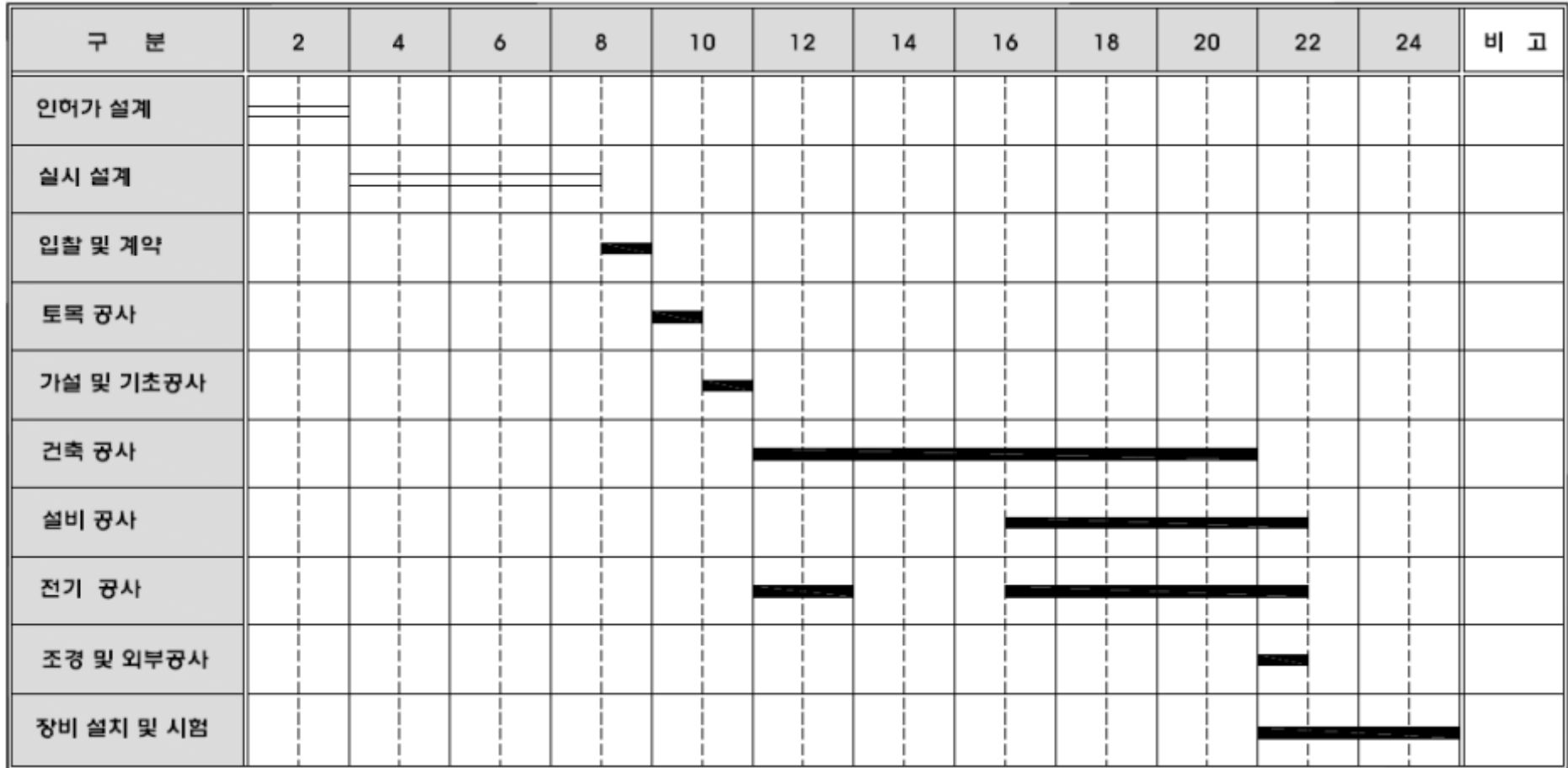
 층별 개요

<표 2-10> 대형수리모형 실험시설 2안 층별 개요

구분	면적	비고
지하 1층	1,236m ²	지하저수조
지상 1층	11,845m ²	실내 대형수리모형 실험실, 공작실 및 실험준비실, 사무실, 자료실
지상 2층	1,236m ²	사무실, 실험실, 연구실, 대회의실
지상 3층	1,236m ²	고가수조
합계	15,553m ²	고가수조 제외시 14,317m ²

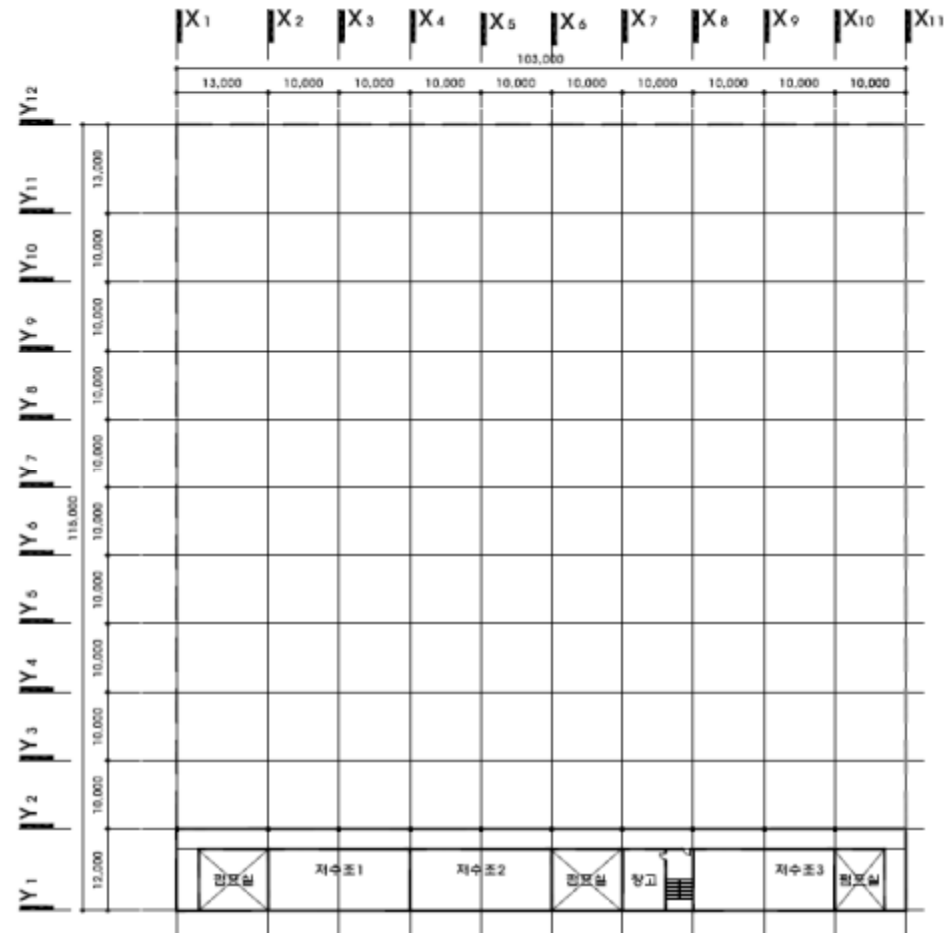


공사 공정표



[그림 2-22] 대형수리모형 실험시설 2안 공사 공정표

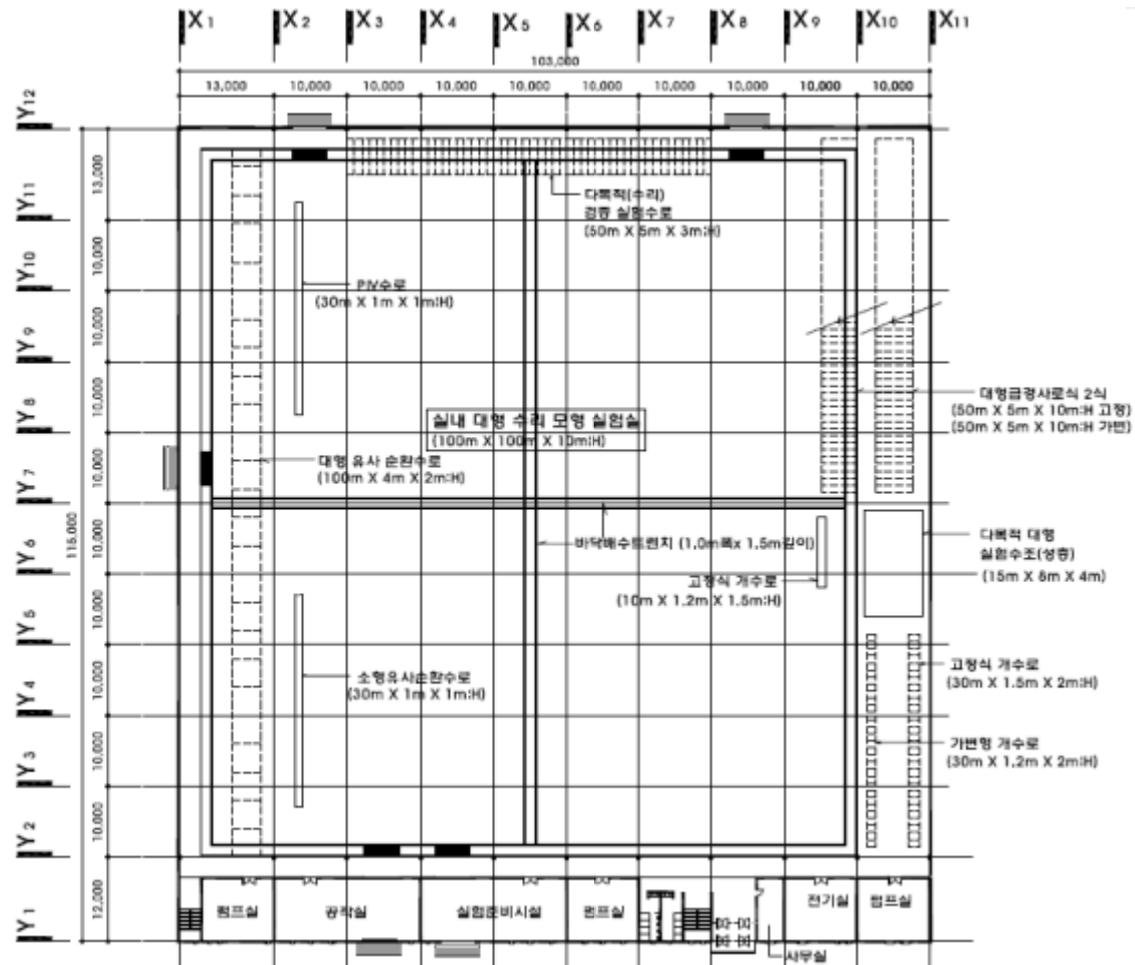
지하 1층 평면도



[그림 2-23] 대형수리모형 실험시설 2안 지하 1층 평면도

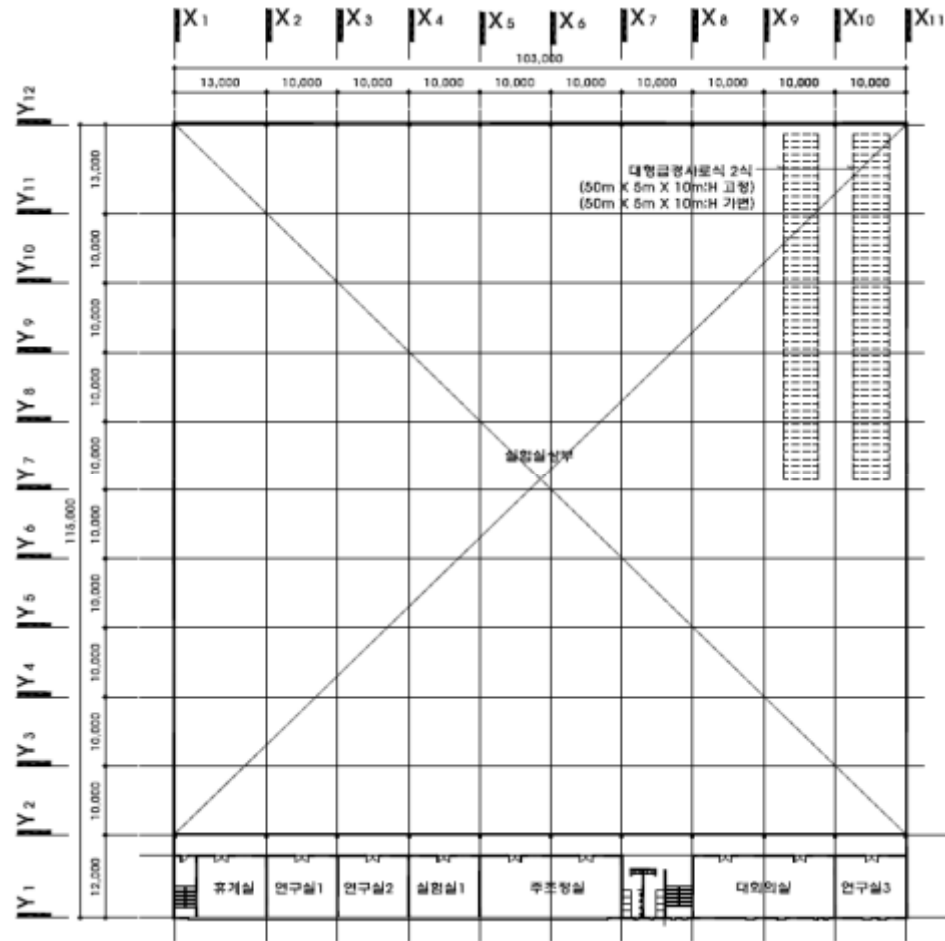


1층 평면도



[그림 2-24] 대형수리모형 실험시설 2안 1층 평면도

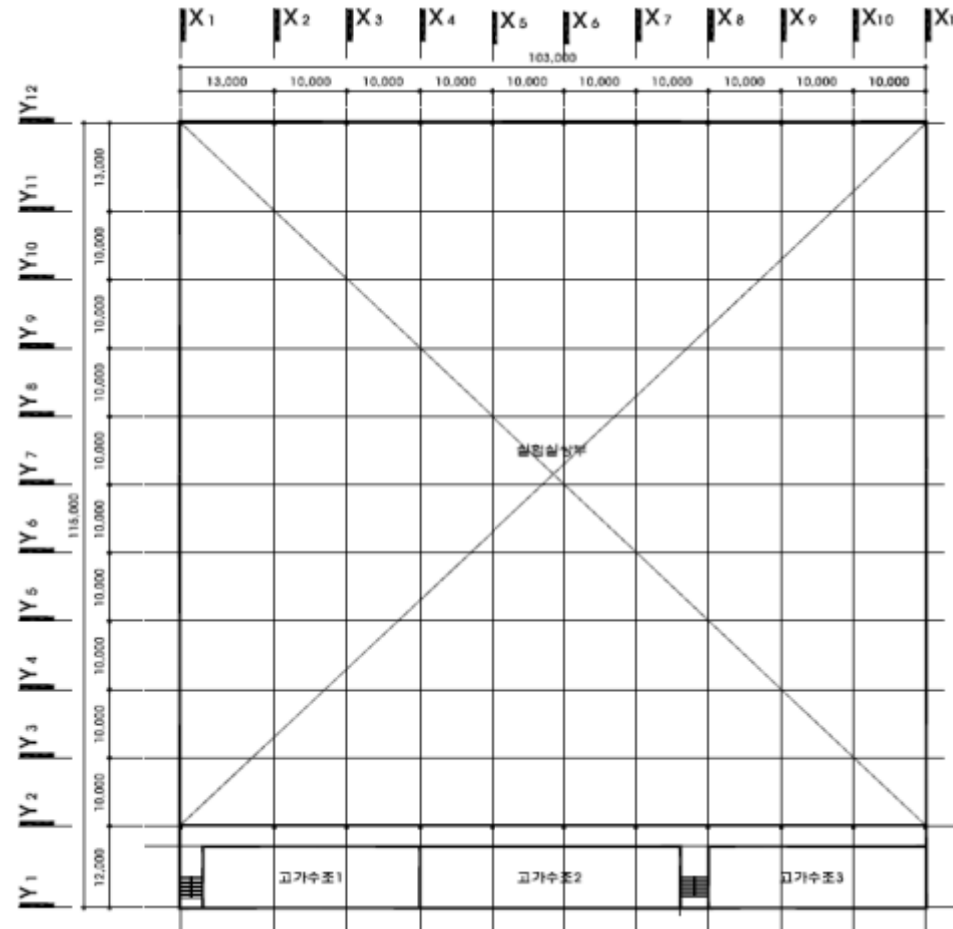
2층 평면도



[그림 2-25] 대형수리모형 실험시설 2안 2층 평면도

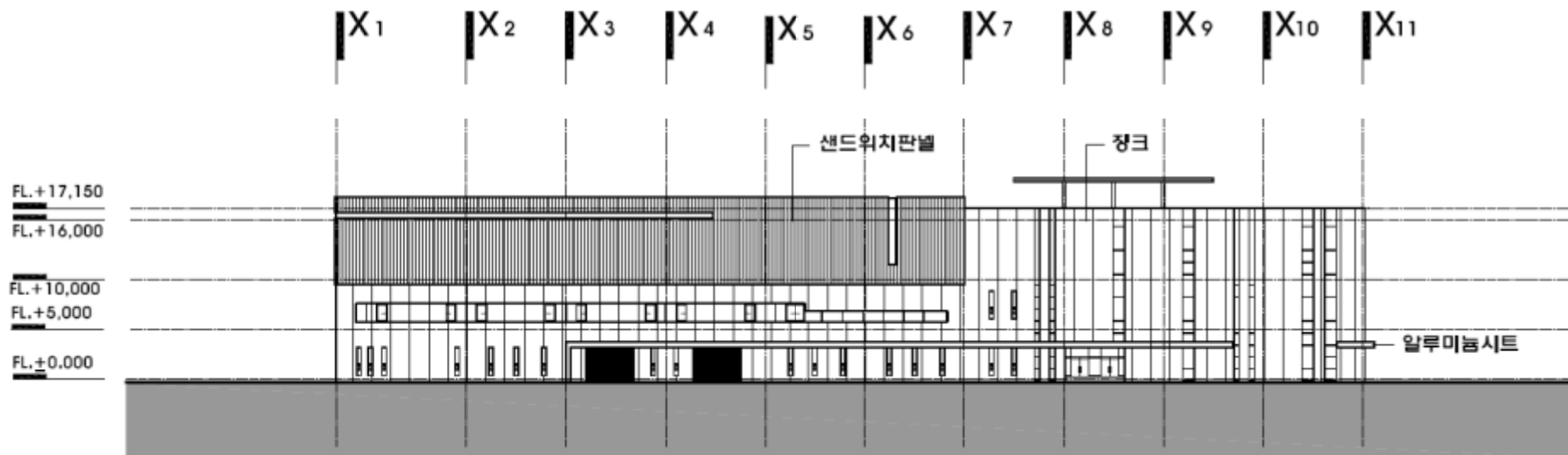


3층 평면도



[그림 2-26] 대형수리모형 실험시설 2안 3층 평면도

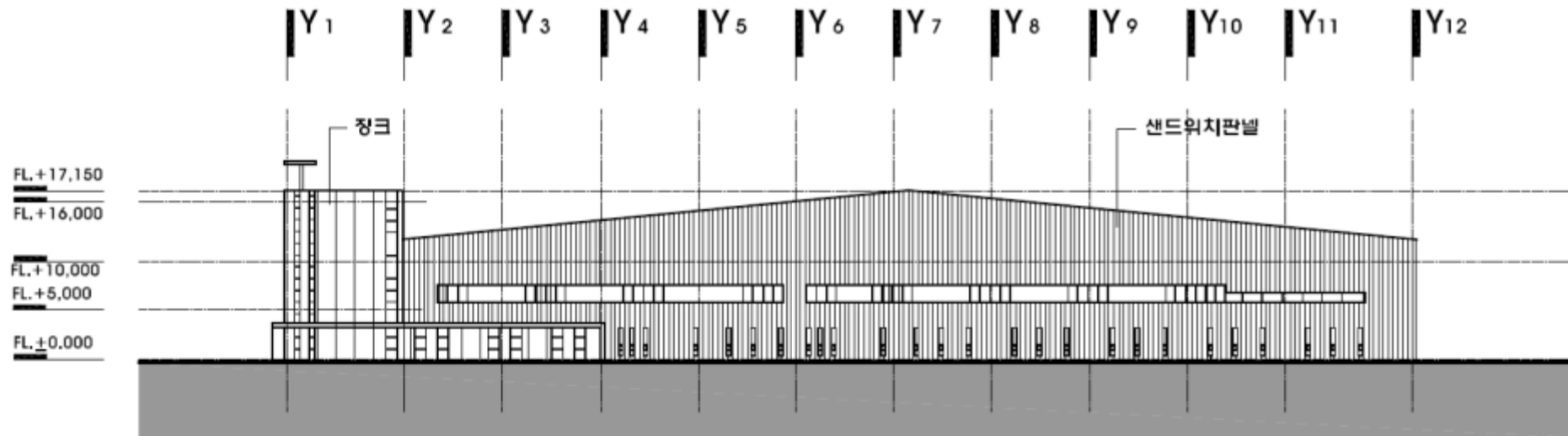
정면도



[그림 2-27] 대형수리모형 실험시설 2안 정면도

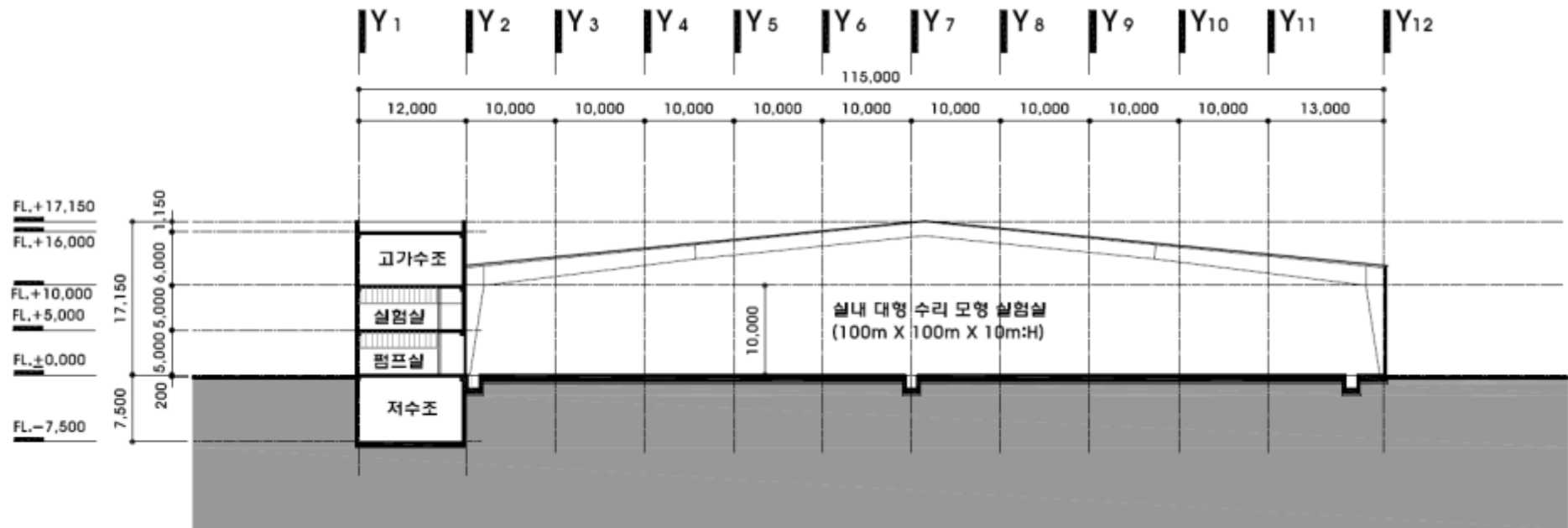


우측면도



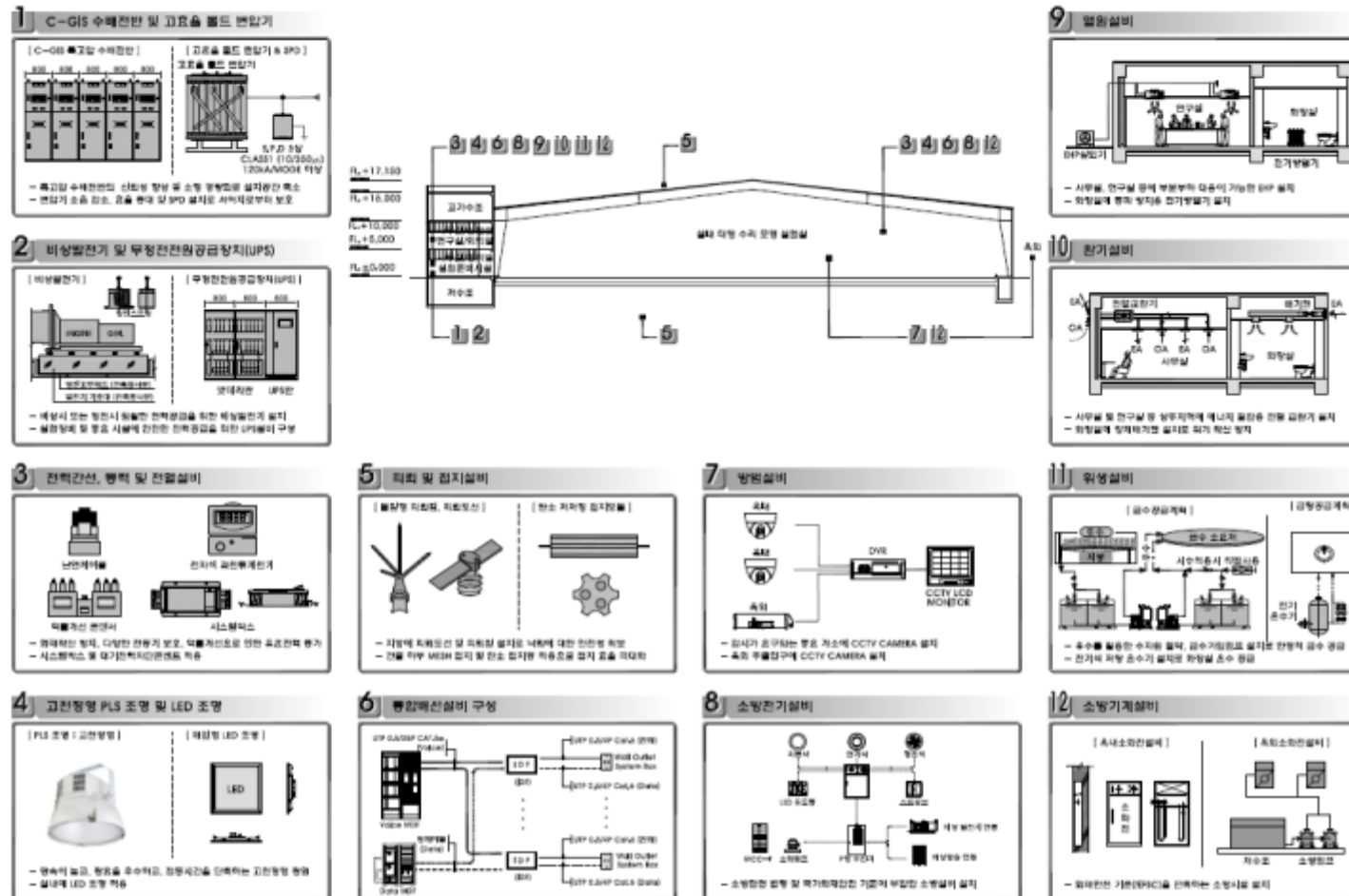
[그림 2-28] 대형수리모형 실험시설 2안 우측면도

주단면도



[그림 2-29] 대형수리모형 실험시설 2안 주단면도

설비 계획도



[그림 2-30] 대형수리모형 실험시설 2안 설비계획도

(3) 대형수리모형 실험시설 3안(150m×100m×10m 규모, 지붕구조물 미포함)

 설계 개요

<표 2-11> 대형수리모형 실험시설 3안 설계 개요

구분	내용
공사명	대형수리모형 실험시설
규모	지하 1층, 지상 2층
구조	철근콘크리트조 + 철골조
외부마감	샌드위치 판넬 + 메탈 판넬
건축면적	18,745m ² (5,670평)
연면적	22,657m ² (6,853평)

 층별 개요

<표 2-12> 대형수리모형 실험시설 3안 층별 개요

구분	면적	비고
지하 1층	1,956m ²	지하저수조
지상 1층	18,745m ²	실내 대형수리모형 실험실, 공작실, 및 실험준비실, 사무실, 자료실
지상 2층	1,956m ²	사무실, 실험실, 연구실, 대회의실
합계	22,657m ²	

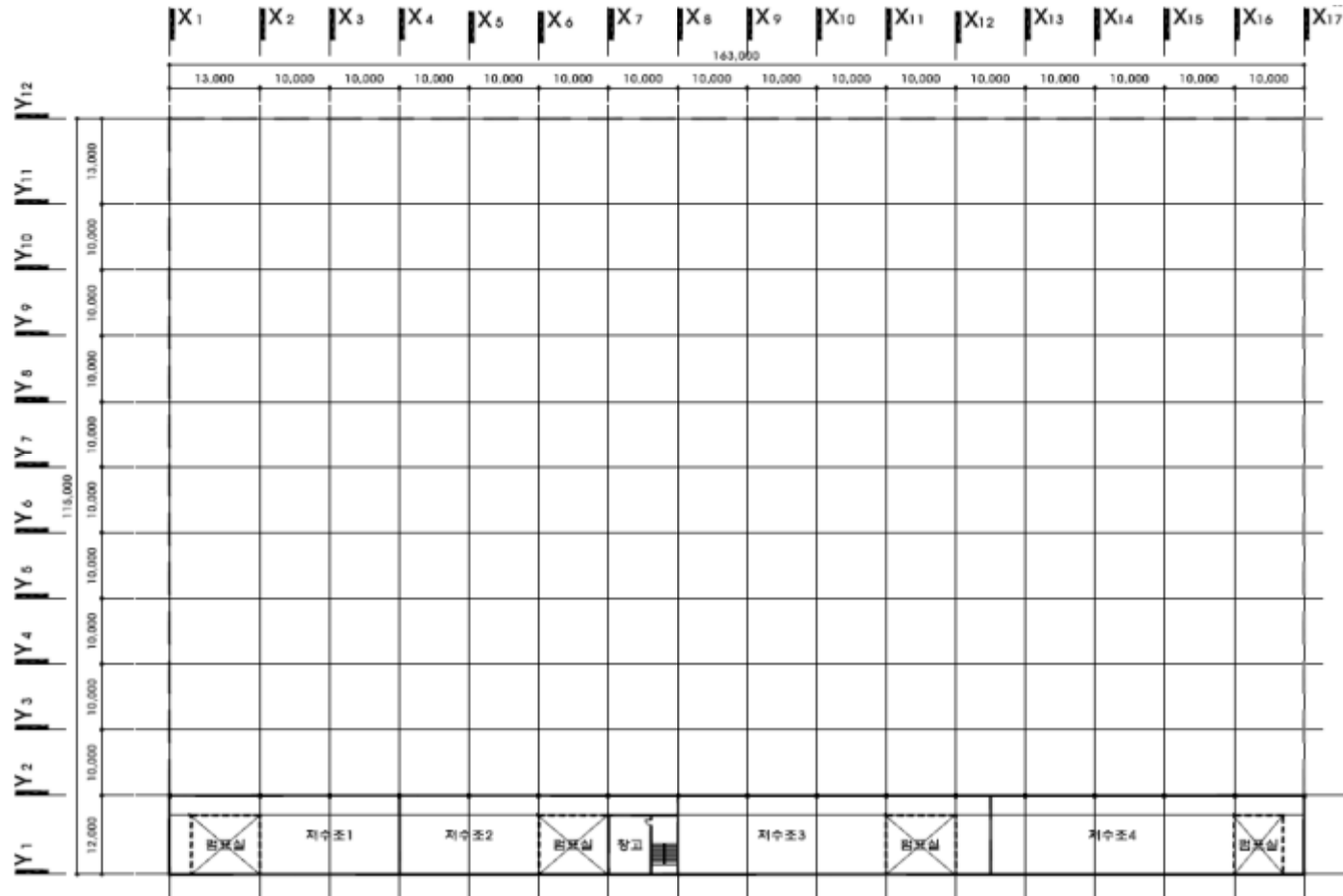


공사 공정표

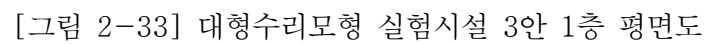
구 분	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	비 고
인허가 설계													
실시 설계													
입찰 및 계약													
토목 공사													
가설 및 기초공사													
건축 공사													
설비 공사													
전기 공사													
조경 및 외부공사													
장비 설치 및 시험													

[그림 2-31] 대형수리모형 실험시설 3안 공사 공정표

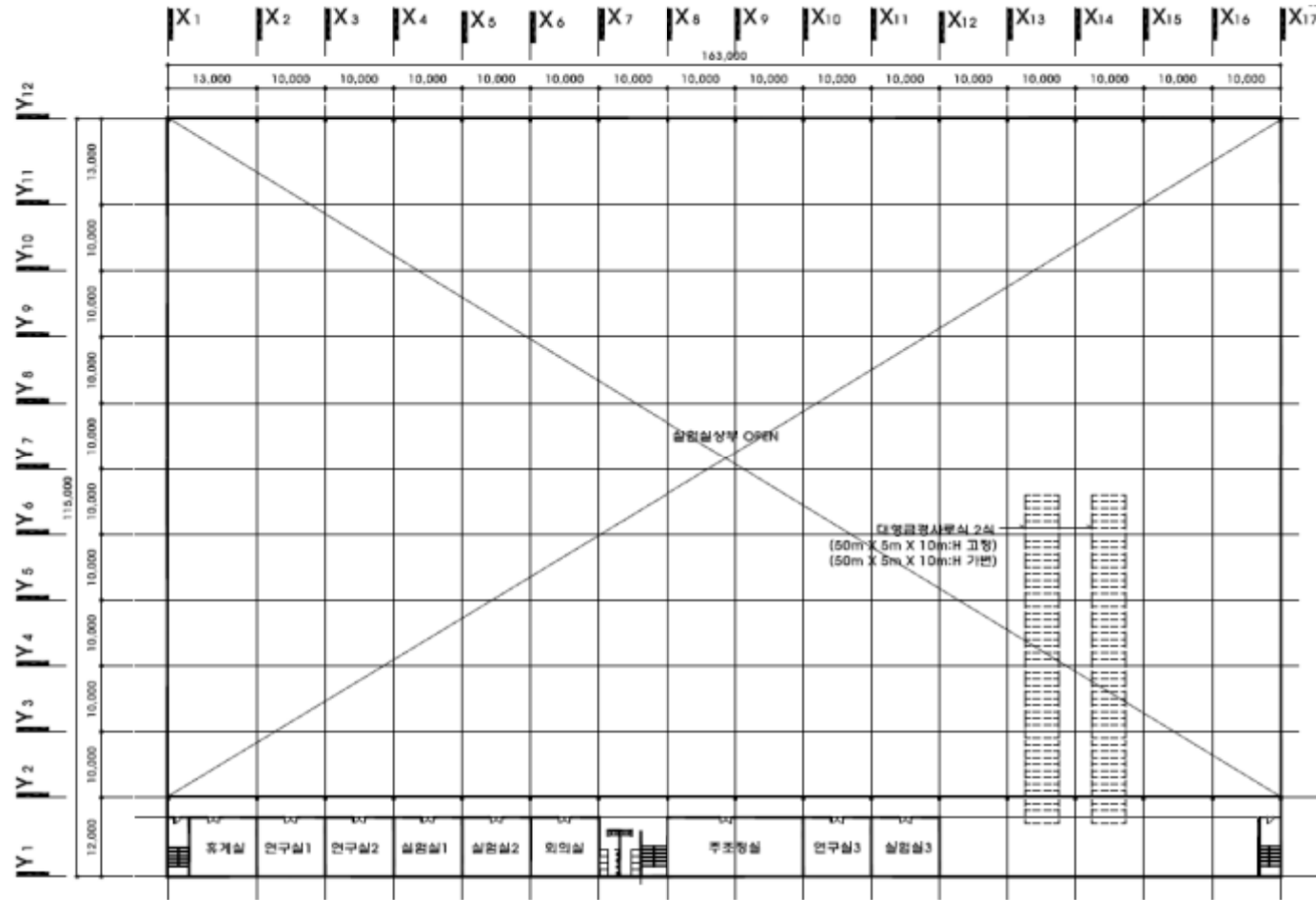
지하 1층 평면도



[그림 2-32] 대형수리모형 실험시설 3안 지하1층 평면도



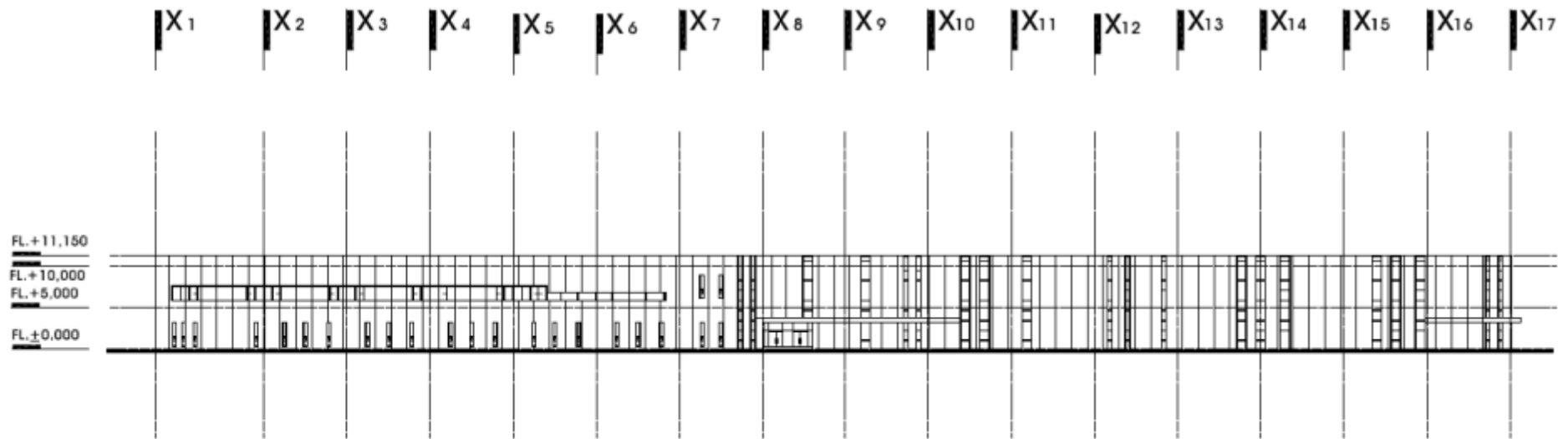
2층 평면도



[그림 2-34] 대형수리모형 실험시설 3안 2층 평면도



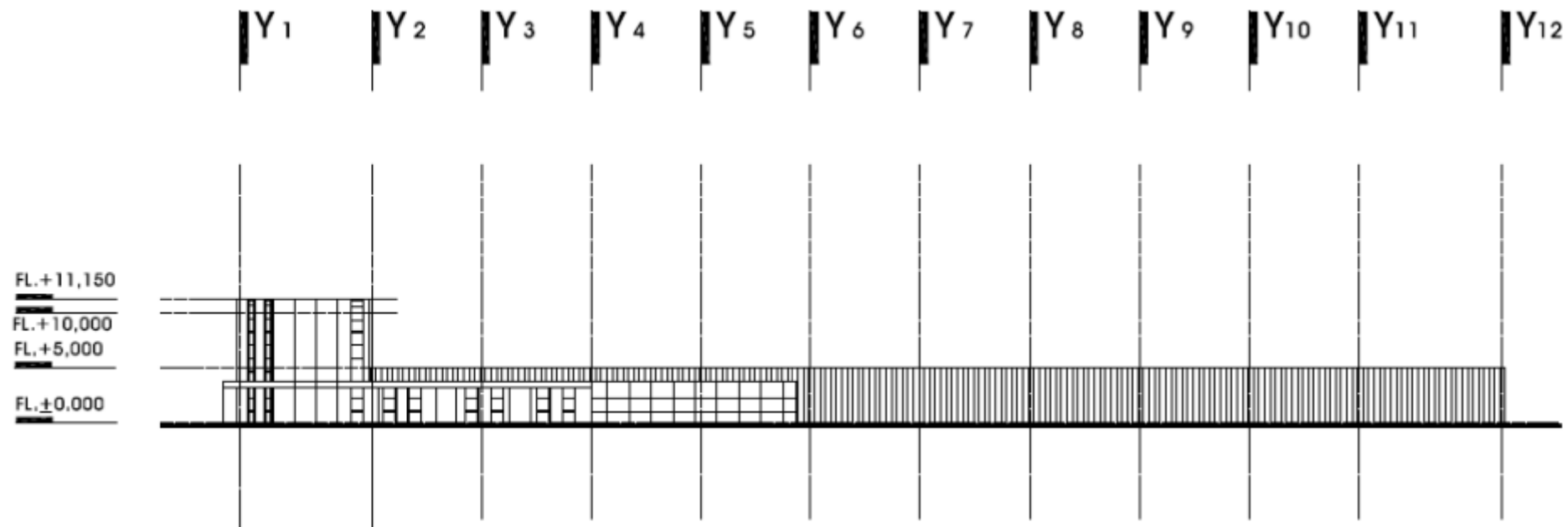
정면도



[그림 2-35] 대형수리모형 실험시설 3안 정면도



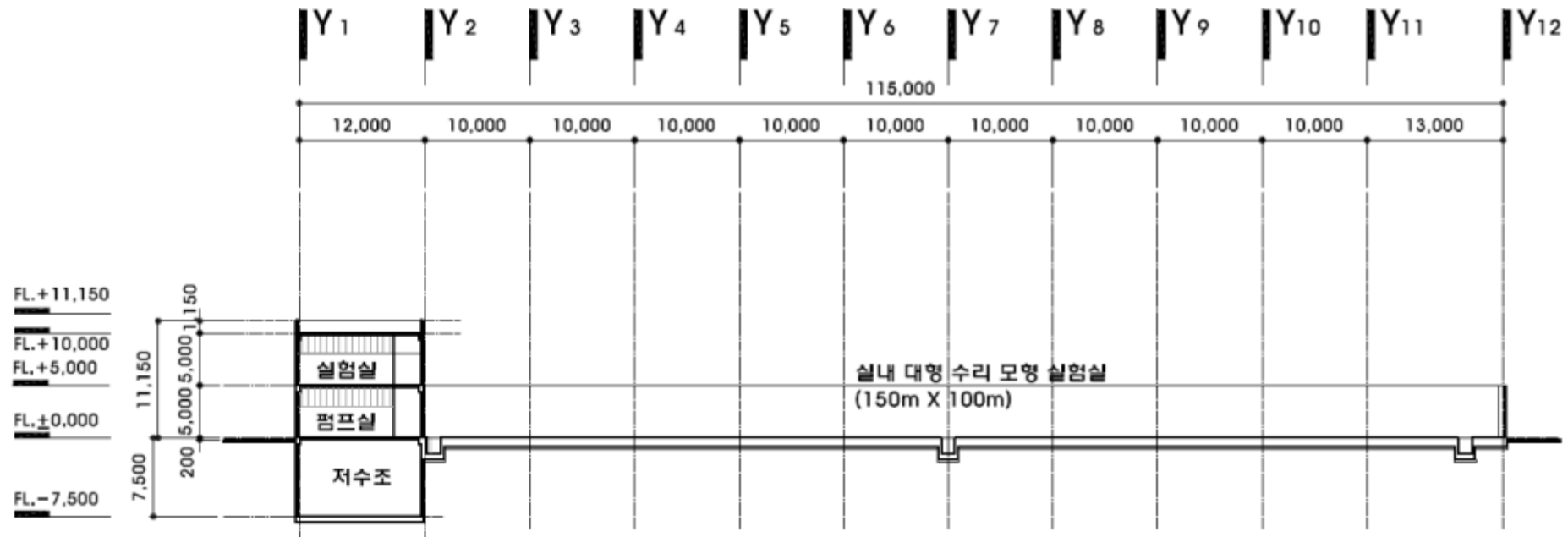
우측면도



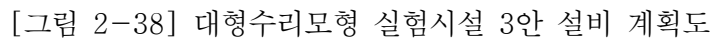
[그림 2-36] 대형수리모형 실험시설 3안 우측면도



주단면도



[그림 2-37] 대형수리모형 실험시설 3안 주단면도





제5절. 소요예산(안)

- 예산의 산출내역은 최소 요구성능 도출을 위한 기초실험시설 4종에 대한 설비/장비에 대한 구입비와 실험계측장비로 나누어 산출하였으며 건축비용은 설계사에서 제공된 단가임
- 1안의 경우 총 사업비용은 215.9억원이며 이중 건축비용은 약 170억원, 장비구축비용은 45.9억원으로 구성됨
- 2안의 경우 총사업비용은 158.2억원이며 이중 건축비용은 약 112.3억, 장비구축비용은 45.9억원으로 구성됨
- 3안의 경우 총 사업비용은 사전기획³⁹⁾과 동일한 100억원이나 건축비용은 사전기획(75억원) 대비 고수조 및 저수조 공간과 사무공간을 일체화하여 약 54.1억원으로 절감되었고, 장비구축비용은 사전기획(25억원)대비 45.9억원으로 증액됨
- 설비/장비비는 기초실험시설과 특성화 실험시설을 의미하며 전문 업체의 예상 견적가를 근거로 산출하였음
 - 유량공급설비의 경우 당초 좌측면 전체를 활용하는 대형시설을, 우측의 경우 모서리 측으로 소형 2식으로 분산배치를 계획하였으나 건축비용 절감을 위해 사무실 골조구조 활용 형태로 변경함
 - 유량공급설비는 펌프 구입 설치 및 배관비용이 포함된 금액임
 - 부정류 공급장치의 경우 인버터펌프방식이나 전동밸브 제어 방식을 도입할 경우 일부 단가의 차이가 있을 수 있음
 - 대형급경사의 경우 급경사 2식으로 산출하였으며 1식을 가변경사로 수정할 경우 일부 비용 추가가 예상됨
 - 다목적 하도실험(유사순환 제어)의 경우 대형과 소형유사순환수로로 나누어 산출함
 - 다목적 대형실험수조의 경우 온도제어 및 기타 부대장비를 제외한 내역이며 독립 순환형태로 산출함
 - 다목적(수리) 검증실험수로의 경우 수로제작비만을 계상하였으며 커터헤드 등 수리기계에 대한 비용은 추후 추가될 수 있음
- 계측설비의 경우 계측기기의 제조사, 성능 등에 의해 변동이 예상되나 일반적으로 통용하고 있는 사양을 기준으로 산출하였음

39) 건설연구인프라 구축과제 1단계분석 및 2단계 기획, 2011

❏ 전기 및 네트워크설비 구축에 대한 견적은 실제 설계 시 재산정할 필요가 있음

<표 2-13> 대형수리모형 실험시설 소요예산(안)

구 분		산출내역	예산(원)
건축비	1안	150m×100m, 지하1층, 지상3층, 지붕포함	17,000,000,000
	2안	100m×100m, 지하1층, 지상3층, 지붕포함	11,230,000,000
	3안	150m×100m 지하1층, 지상2층, 지붕제외	5,413,600,000
설비/장비		대형 급경사수로	464,200,000
		대형유사순환수로	436,700,000
		소형유사순환수로	199,100,000
		다목적 대형실험 수조	1,00,000,000
		다목적(수리) 검증실험	79,200,000
		기초수리실험시설(고정식개수로 등)	400,000,000
		전기설비 및 제어계측(네트워크 포함)	1,200,000,000
실험계측 장비		전자식 포인트게이지 10식	33,000,000
		8ch 초음파 수위계 2식	44,000,000
		압력식 수위계 10식	44,000,000
		1차원 유속계 10식	88,000,000
		2차원 전자식 유속계 6식	112,200,000
		2차원 전자식 미속계 3식	59,400,000
		3차원 전자식 유속계 3식	79,200,000
		초음파식 유속계 3식	59,400,000
		2D PIV 시스템 2식	440,000,000
		3D LDV 시스템 2식	660,000,000
		6ch사면측정기 2식	88,000,000
총 액		1안	21,586,400,000
		2안	15,816,400,000
		3안	10,000,000,000



대형 수리모형 실험시설의 소요예산(안)에 대한 검토의견은 다음과 같음

<표 2-14> 대형 수리모형 실험시설 소요예산(안) 비교

구분	기본설계(안)		
	1안	2안	3안
시설	- 15,000m², 지하1층, 지상2층 (지붕구조물 포함) ☞ 소요예산 : 170억원	- 10,000m², 지하1층, 지상2층 (지붕구조물 포함, 규모 축소) ☞ 소요예산 : 112.3억원	- 15,000m², 지하1층, 지상2층 (지붕구조물 미포함) ☞ 소요예산 : 54.136억원
장비	- 급경사수로 - 유사순환수로 - 다목적 대형실험수조 - 첨단계측장비 - 모형제작 부대장비 ☞ 소요예산 : 45.9억원		
계	215.9억원	158.2억원	100억원
비고	- 기획연구에서 제시된 일반적인 수로실험시설 대신 급경사수로, 유사순환수로 및 다목적 대형실험수조 등 비정형과까지 모사할 수 있는 세계적인 수준의 실험시설로 설계 - 실험 효율성의 극대화를 위해 150m×100m의 전체 실험공간을 중간에 기둥이 없는 무주구조물로 설계함에 따라 시설공사비 증액	- 3안에서 수조 규모를 100m×100m로 축소	- 3안에서 수조 규모를 150m×100m로 유지하면서 지붕구조물 제외

※ 배정된 예산 범위 내에서 추진할 경우, 본 사업의 정부예산으로는 지붕구조물을 제외하고 150m×100m 규모의 수조를 우선 구축하여 야외 실험을 수행하는 3안이 수조규모를 축소하고 지붕구조물을 구축하는 방안보다 더 나은 것으로 판단되며, 지붕구조물은 추후에라도 유치기관 자체 예산 또는 정부예산 추가 지원으로 구축하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

제6절. 경제성 분석

가. 시장관점에서의 경제성 분석

(1) 편익 추정

- ‘대형 수리모형 실험시설’ 개발 편익은 실험시설을 이용하는 기업의 건설 및 엔지니어링 시장에서의 영업이익 증대와 해외실험시설 이용 대체로 인한 비용 절감으로 인한 경제적 효과로 정의하였음

$$\begin{aligned} \text{편익} = & \{(\text{미래 시장규모} \times \text{예상 시장점유율} \times \text{영업이익률} \\ & \times \text{실험시설 기여율} \times \text{예상 실험시설 이용률})\} \\ & + (\text{해외 실험시설 이용비용 절감액}) \end{aligned}$$

- 실험시설 활용이 실험시설 이용기업의 기술경쟁력 제고에 영향을 미침으로써 해당 기업의 시장 점유율 확대에 영향을 미칠 것이라는 가정 하에, 시장접근법 (Market Approach)을 사용하여 편익을 추정하였음
- 실험시설 이용을 통한 해외실험시설 이용비용 절감 편익은 비용접근법 (Cost Approach)을 사용하여 추정하였음
- 대형 수리모형 실험시설 활용기업은 상수도 및 수로시장 전망자료를 활용하여 계산함
 - 보수적 관점에서 모든 구조물 보다는 하천 분야와 관련이 깊은 상수도(Water Supply) 및 수로(Waterway) 관련 시장으로 한정하였음
 - 상수도(Water Supply) 시장에는 댐, 저수지, 송수파이프, 용수로 등이 포함됨
 - 수로(Waterway) 시장에는 수로 인프라, 항구, 항만 등이 포함되어 있음
 - 시장전망 데이터는 2007년부터 2011년까지의 ENR(Engineering News-Record) 보고서의 Engineering 및 Construction 시장전망자료를 토대로 추정하였음
 - ENR 보고서는 Global Top 200/225대 기업의 매출 정보를 토대로 작성된 보고서로써, 전체 시장 대비 약 19.12% 수준임을 반영하여 추정하였음⁴⁰⁾⁴¹⁾
 - 2007년부터 2011년까지의 연평균성장률(CAGR)은 일반 빌딩 엔지니어링 5% ·건설 5.3%, 수로 엔지니어링 7.8% ·건설 11.1%임

40) The Top 200 International Design Firms and The Top 150 Global Design Firms, ENR, 2008-2012

41) THE Top 225 International Contractor, ENR, 2008-2012



- 수로(Waterway) 시장 데이터는 한국·미국·일본·중국·영국 등 5개국 BMI Infrastructure Report의 Transportation Infrastructure 분야에서 Waterway가 차지하는 비중인 4.4%를 반영하여, ENR 보고서의 Transportation 분야에 적용시켜 추정하였음⁴²⁾
- Global Insight에 명시된 세계 건설/엔지니어링 시장 성장률이 2010~2015 9.0%에서 2015~2020 7.5%로 성장률이 약 16% 감소하였으므로, 편익 발생 시작 후 5년마다 성장률이 약 16%씩 감소하는 것으로 반영하였음⁴³⁾

<표 2-15> Water Supply & Waterway 세계 시장규모 예측치 (2018년~2032년)

연도	Water				Waterway			
	엔지니어링		건설		엔지니어링		건설	
	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR
2018	63,955,527	9.0%	468,546,342	12.8%	7,751,637	6.5%	135,905,629	9.3%
2019	69,708,673		528,655,060		8,258,459		148,549,595	
2020	75,979,344		596,474,986		8,798,418		162,369,891	
2021	82,814,097		672,995,372		9,373,680		177,475,957	
2022	90,263,672		759,332,380		9,986,555		193,987,414	
2023	97,084,224	7.6%	841,159,284	10.8%	10,535,030	5.5%	209,147,397	7.8%
2024	104,420,154		931,803,990		11,113,628		225,492,123	
2025	112,310,406		1,032,216,718		11,724,003		243,114,177	
2026	120,796,865		1,143,450,087		12,367,901		262,113,383	
2027	129,924,583		1,266,670,146		13,047,162		282,597,364	
2028	138,171,225	6.3%	1,381,328,848	9.1%	13,649,079	4.6%	301,148,588	6.6%
2029	146,941,302		1,506,366,431		14,278,764		320,917,614	
2030	156,268,039		1,642,722,388		14,937,499		341,984,387	
2031	166,186,766		1,791,421,256		15,626,624		364,434,097	
2032	176,735,061		1,953,580,314		16,347,542		388,357,527	

42) BMI's infrastructure Report(한국, 미국, 일본, 중국, 영국), Businessmonitor, 2012

43) Global Construction Outlook 2011, IHS Global Insight, 2012

📦 시장점유율은 실험시설 이용기업이 중국 수준의 시장점유율로 성장할 것이라는 가정 하에 정의하였음

● 2011년도 엔지니어링 시장에서 국내기업 시장점유율은 상수도(Water Supply) 1.0%, 수로(Waterway) 0.28%이며, 아시아에서 가장 높은 시장점유율을 확보하고 있는 중국은 평균 약 12% 수준임(Global Top 200기업 시장점유율)

● 2011년도 건설 시장에서 국내기업 시장점유율은 상수도(Water Supply) 3.6%, 수로(Waterway) 3.1%이며, 아시아에서 가장 높은 시장점유율을 확보하고 있는 중국은 평균 약 30% 수준임(Global Top 225기업 시장점유율)

<표 2-16> Water Supply, Waterway 엔지니어링/건설 시장점유율 예측치(2018년~2032년)

(단위: %)

연도	Water Supply		Waterway	
	엔지니어링	건설	엔지니어링	건설
2018	1.0	3.6	0.28	3.1
2019	3.82	9.94	3.22	9.91
2020	5.46	13.96	4.99	13.95
2021	6.63	16.89	6.24	16.82
2022	7.54	19.09	7.21	19.05
2023	8.28	20.87	8.01	20.86
2024	8.90	22.45	8.68	22.40
2025	9.45	23.73	9.26	23.73
2026	9.93	24.93	9.77	24.91
2027	10.35	25.99	10.23	25.96
2028	10.74	26.95	10.65	26.91
2029	11.09	27.78	11.03	27.78
2030	11.42	28.58	11.38	28.57
2031	11.72	29.35	11.70	29.31
2032	12	30	12	30



- 영업이익률은 엔지니어링협회와 건설협회 통계자료를 이용하여 5%를 적용함⁴⁴⁾⁴⁵⁾
- 실험시설기여율은 실험시설 이용기업의 매출발생에 실험시설이 기여하는 수준을 의미하는 것으로, 영업 이익 발생에 대한 R&D 기여율과 R&D 비용 중 ‘연구기자재 및 시설비’와 ‘시제품 제작비’의 비중을 곱한 10.1%를 적용하였음
- 기업이 시장점유율을 확대하기 위한 경쟁력 확보 시 R&D 활동의 기여율을 의미하는 ‘R&D 기여율’은 KISTEP에서 활용하는 28.1%를 적용하였음⁴⁶⁾
- R&D 활동에서 실험시설 활용이 차지하는 비중은 건설/엔지니어링 관련 기업의 ‘R&D 비용’ 중 ‘연구기자재 및 시설비’와 ‘시제품 제작비’ 비중 36%를 적용하였음⁴⁷⁾
- 실험시설이용률은 2011년 기준 국내 모든 건설/엔지니어링 기업 중 1단계 실험시설 활용기업 비중, 실험시설을 100%(200일) 가동한다는 가정 및 실험시설 수요조사를 바탕으로 0.035%를 적용하였음
- 국내 건설기업 총 업체수는 대한건설협회 통계자료 상의 2011년도 일반건설업 업체수인 11,545개를 적용하였음⁴⁸⁾
- 국내 엔지니어링기업 총 업체수는 한국엔지니어링협회 통계자료 상의 2011년도 업체수인 4,757개를 적용하였음⁴⁹⁾
- 건설연구인프라 1단계 실험시설 사용기업 수는 건설연구인프라운영원 성과 자료상의 2011년도 사용기업 수인 36개이고, 2단계 실험시설들은 100% 가동한다는 가정과 1단계 실험시설은 6개이고 2단계 실험시설은 5개임을 감안하여 사용기업 수를 43개로 적용하였음⁵⁰⁾
- 건설연구인프라 2단계 실험시설 수요조사에서 5개 실험시설 응답자 전체 중 ‘대형 수리모형 실험시설’ 수요비중인 13.5%를 적용하였음⁵¹⁾
- 해외실험시설 이용비용 절감 편익은 1단계 실험시설 운영성과 데이터를 참고하여 2단계 실험시설의 예상매출액과, 해외실험시설 방문에 의한 인건비 절감비용으로 추정함
- 1단계 실험시설의 가동일(가동율, 200일/1년 가동 시 가동률 100%)은 2009년부터 2012년까지 연평균 15.8% 수준으로 증가하였음

44) 엔지니어링서비스업 경영분석, 한국엔지니어링협회

45) 건설업 기업규모별 수익률 관계비율, 대한건설협회

46) 신태영, 2004

47) 2011년도 국토교통기술연구개발활동조사, 기업체 매출액구분별 자체사용 비목별 현황

48) 일반건설업 등록현황, 대한건설협회

49) 엔지니어링산업실태조사 결과보고서, 한국엔지니어링협회, 2012

50) 건설연구인프라운영원 자체 자료 참고

51) 건설연구인프라운영원 자체 자료 참고

- 1단계 실험시설의 2012년 기준 가동일 1일 당 평균 매출액 2,066,272원임
- 보수적 관점에서 2단계 실험시설의 가동일수도 1단계 실험시설과 유사한 패턴으로 증가한다는 가정 하에, 첫째 100일(가동률 50%)로 시작하여 2023년부터 200일(가동률 100%)을 유지한다고 가정
 - 1단계 실험시설이 1년에 일평균 0.2건 실험이 수행되었고, 2단계 실험시설도 일평균 0.2건 실험이 수행되어 첫째 20건으로 시작하여 2023년부터 40건의 실험이 수행된다고 가정
- 보수적 관점에서 해외실험시설 방문인원은 3명, 체류기간 1주일로 가정하여 체류비 및 교통비를 산정함⁵²⁾

<표 2-17> 연차별 해외 실험시설 이용비용 절감액 예측치

(단위: 원)

연도	2018	2019	2020	2021	2022
절감액	435,227,235	504,170,965	584,035,973	676,552,285	783,723,974
연도	2023	2024	2025	2026	2027
절감액	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469
연도	2028	2029	2030	2031	2032
절감액	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469

- 혜택기간은 건설연구인프라운영원이 실험시설을 운영하는 15년으로 설정하였음
- 1단계 운영기준에 명시된 실험시설 운영기준(15년 동안은 운영원과 유치기관이 공동운영 후 운영권/소유권을 유치기관에 이관)을 토대로 서비스 시작 후 15년으로 설정하였음
- ‘대형 수리모형 실험시설’은 2018년부터 서비스가 제공될 것이라 전제하여, 혜택기간은 2018년~2032년으로 정하였음
- 할인율은 KISTEP 예비타당성 수행 시 적용하고 있는 사회적 할인율 5.5%를 사용하였으며, 모든 가치를 2013년 기준 현가로 변환하여 계산하였음

52) 공무원 여비 규정, 국가법령정보센터, 2013년 개정



<표 2-18> 대형 수리모형 실험시설의 편익 추정치 (2018년~2032년)

(단위: 원)

연도	연차별 편익	연차별 편익의 현재가치
2018	468,674,103	358,598,657
2019	628,858,644	456,077,111
2020	780,699,125	536,681,315
2021	942,047,788	613,837,275
2022	1,120,351,315	691,961,755
2023	1,276,368,597	747,225,207
2024	1,350,230,538	749,257,105
2025	1,430,077,001	752,194,072
2026	1,517,156,275	756,394,465
2027	1,612,671,652	762,099,220
2028	1,705,370,281	763,891,708
2029	1,805,769,672	766,695,652
2030	1,914,771,103	770,592,984
2031	2,033,318,990	775,641,868
2032	2,162,412,590	781,883,104

(2) 비용 추정

📖 대형 수리모형 실험시설 개발 비용은 배치계획에서 도출된 3개안을 기준으로 함

- (1안) 총 사업비용은 215.9억원임(건축비용 약 170억원, 장비구축비용 45.9억원)
- (2안) 총사업비용은 158.2억원임(건축비용 약 112.3억, 장비구축비용 45.9억원)
- (3안) 총 사업비용은 사전기획과 동일한 100억원임(건축비용 54.1억원, 장비구축비용 45.9억원)

📖 유치기관은 별도 대응자금을 부담하여 시설을 개발할 수 있으나, 이 부분은 예측도 불가능하고 정부 투자가 아님을 고려하여 비용에서 제외하였음

📖 1단계 실험시설 성능개선 과제를 15년 동안 원활한 실험환경 제공을 목적으로 5년에 20억원씩 성능개선 비용이 투입된다고 가정하였음

<표 2-19> 대형 수리모형 실험시설의 비용 추정치 (2014년~2030년)

(단위: 원)

연도	1안		2안		3안	
	개발 비용	개발 비용 현재가치	개발 비용	개발 비용 현재가치	개발 비용	개발 비용 현재가치
2014	4,317,280,000	4,092,208,531	3,163,280,000	2,998,369,668	2,000,000,000	1,895,734,597
2015	3,885,552,000	3,490,983,581	2,846,952,000	2,557,850,902	1,800,000,000	1,617,214,348
2016	7,555,240,000	6,434,145,620	5,535,740,000	4,714,311,825	3,500,000,000	2,980,647,825
2017	5,828,328,000	4,704,723,947	4,270,428,000	3,447,160,983	2,700,000,000	2,179,485,207
2018	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0
2022	2,000,000,000	1,235,258,523	2,000,000,000	1,235,258,523	2,000,000,000	1,235,258,523
2023	0	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	0	0	0	0
2027	2,000,000,000	945,138,732	2,000,000,000	945,138,732	2,000,000,000	945,138,732
2028	0	0	0	0	0	0
2029	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0
2031	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0



(3) 경제성(B/C Ratio) 분석

대형 수리모형 실험시설의 비용편익 비율(B/C Ratio)은 1, 2, 3 안 모두 1 미만으로 시장관점에서의 경제성은 부족한 것으로 나타남

<표 2-20> 대형 수리모형 실험시설의 비용편익분석 1안

(단위: 원)

총비용	총비용의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
25,586,400,000	20,902,458,933	20,748,777,672	20,283,031,498
B/C Ratio	0.492		
순현재가치 (NPV)	- 10,619,427,434		

<표 2-21> 대형 수리모형 실험시설의 비용편익분석 2안

(단위: 원)

총비용	총비용의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
19,816,400,000	15,898,090,632	20,748,777,672	20,283,031,498
B/C Ratio	0.647		
순현재가치 (NPV)	- 5,615,059,134		

<표 2-22> 대형 수리모형 실험시설의 비용편익분석 3안

(단위: 원)

총비용	총비용의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
14,000,000,000	10,853,479,231	20,748,777,672	20,283,031,498
B/C Ratio	0.947		
순현재가치 (NPV)	- 570,447,733		

나. 사회적편익 분석

- ‘대형 수리모형 실험시설’의 사회적 편익은 실험시설을 이용한 연구결과를 적용하여, 홍수와 같은 재난재해 예방과 하천 정비 비용 절감으로 인한 효과로 정의하였음
- 사회적 편익은 본 실험시설에서의 유사 실험·투수 및 침투 실험·방재수리 실험 등은 홍수피해 방지에 활용되고, 소류력 실험·준설실험 등은 하천정비에 활용됨을 참고하여 홍수피해와 하천정비 편익으로 추정하였음
- 본 실험시설의 연구결과를 통한 홍수 피해와 하천정비의 비용 절감 효과는 연간 약 2,977억원임

<표 2-23> 대형 수리모형 실험시설의 사회적 편익 예측치(연간)

(단위: 원)

편익 항목	사회적 편익(연간)
연간 홍수 피해비용 절감	81,744,586,000 / 1년
연간 하천 정비비용 절감	13,022,945,000 / 1년

(1) 홍수 피해비용 절감

- 본 실험시설을 통해 수행할 수 있는 홍수 피해방지 관련 연구의 결과물이 국내 모든 하천에 기여된다는 가정 하에 사회적 편익을 산출함

$$\text{편익} = \text{홍수 피해 금액} \times \text{R\&D 기여도} \\ \times \sum(\text{관련연구 비중} \times \text{관련연구별 실험시설 비중})$$

- 홍수피해 비용은 '00~'09년까지의 연평균 홍수피해 비용인 약 1.5조원⁵³⁾을 적용
- 홍수피해 방지에 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵⁴⁾를 적용함
- 홍수로 인한 피해 절감을 위한 관련연구 비중 및 관련연구 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음

53) 국토교통부 정책자료

54) 신태영, 2004



- ‘하천 제방 사면, 호안공, 보 등의 보호공법 연구’는 홍수 피해 방지를 위한 전체 연구 중 15% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 70% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
 - ‘댐, 보 등 대형수공구조물 모형실험 연구’는 홍수 피해 방지를 위한 전체 연구 중 10% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 30% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
 - ‘유사순환 메커니즘 규명 및 하천지형 변동 연구’는 홍수 피해 방지를 위한 전체 연구 중 5% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 55% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
 - ‘준설(수리) 기계 성능 검증 실험연구’는 홍수 피해 방지를 위한 전체 연구 중 5% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 60% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
- 본 실험시설의 연구결과를 홍수 피해 방지에 적용 시, 연간 약 817억원의 홍수 피해 비용 절감이 예상됨

(2) 하천 정비 비용 절감

- 본 실험시설을 통해 수행할 수 있는 하천정비 관련 연구의 결과물이 국내 모든 하천에 기여된다는 가정 하에 사회적 편익을 산출함

$$\text{편익} = \text{하천정비 비용} \times \text{R\&D 기여도} \\ \times \sum(\text{관련연구 비중} \times \text{관련연구별 실험시설 비중})$$

- 하천정비 비용은 2011년 하천 정비에 투자된 비용인 4,030억원⁵⁵⁾을 적용
- 과거 치수기능 중심의 하천정비로 생태·수질·친수 등 하천의 다른 기능에 대한 고려가 상대적으로 미흡하였으나, 최근 친수기능에 대한 국민적 관심 급증되었음
 - 경제발전 및 삶의 질 향상으로 하천을 다양한 문화·생태·레저공간으로 활용하고자 하는 국민 요구가 급증함
 - 과거 하천부지의 무리한 개발과 주차장의 설치, 비닐하우스 등 부적절한 하천 이용에 대한 개선 요구 증가함
 - 한편, 문화, 역사, 레저, 경관 등 다양한 하천 기능에 대한 관심과 수요 증대로 다양한 하천기능을 고려한 복합정비 필요함
- 하천 정비비용 절감 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵⁶⁾를 적용함

55) 하천정비사업 및 예산지원, 국토교통부 정책자료, 2012

■ 하천생태 및 하천환경 복원비용 절감을 위한 R&D의 복원비용 절감 기여도와 해당 R&D 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음

● ‘저수지 오탁수 및 온배수 확산 등 물리현상 연구’는 하천정비비용 절감을 위한 전체 연구 중 15% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 60% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영

● ‘하천 및 호소 생태에 관한 기초연구’는 하천정비비용 절감을 위한 전체 연구 중 5% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 5% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영

● ‘하천 공간확보 및 친환경 하천 정비공법 개발 연구’는 하천정비비용 절감을 위한 전체 연구 중 5% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 20% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영

● ‘친수시설 등 하천시설물에 관한 연구’는 하천정비비용 절감을 위한 전체 연구 중 5% 비중을 차지하며, 대형 수리모형 실험시설은 연구에 25% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영

■ 본 실험시설의 연구결과를 하천정비에 적용 시, 연간 약 130억 원의 하천 정비 비용 절감이 예상됨

다. 소결

■ ‘대형수리모형 실험시설’은 사회적 편익이 큰 공익적 성격을 갖는 실험시설

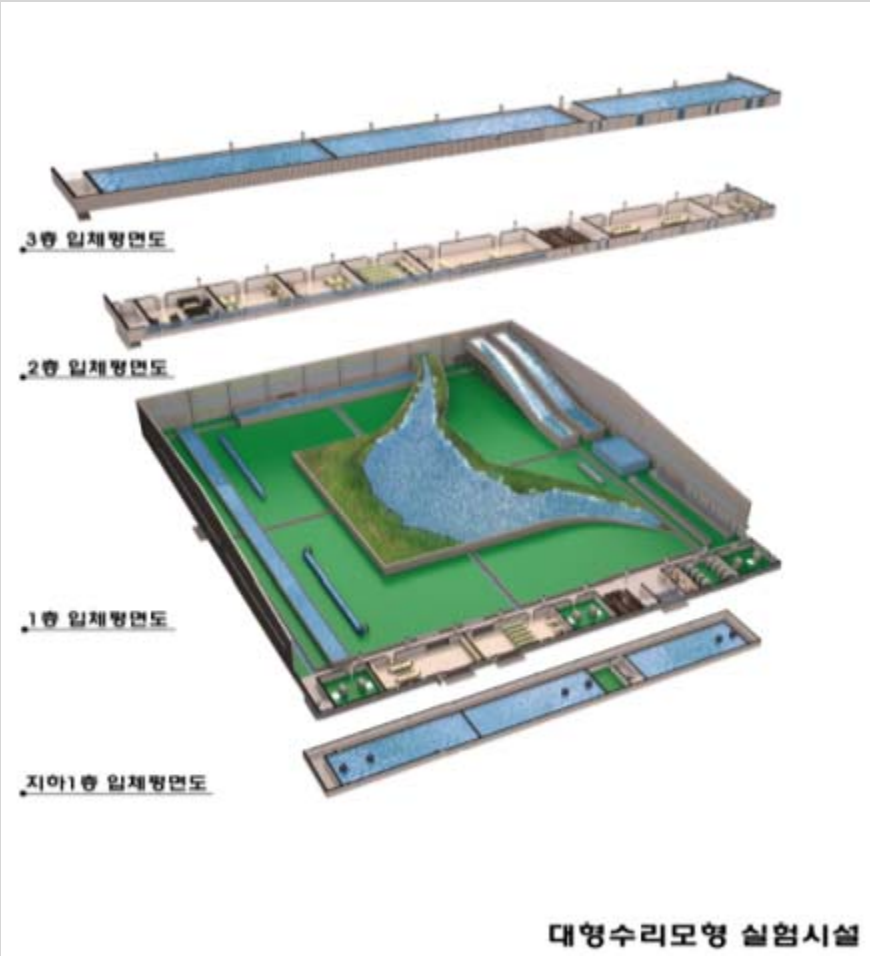
● 실험시설을 활용한 연구의 실험결과를 적용할 수 있는 시장규모가 크지 않아, 시장 관점에서의 경제성은 타 실험시설 대비 낮은 것으로 판단됨

● 사회적 편익 관점에서는 매년 반복적으로 발생하는 홍수피해액 저감과 하천보수비용 저감에 기여할 수 있는 공익적 성격이 강한 실험시설이라 할 수 있음

●

제3장 2단계 실험시설 구축 RFP 및 유치기관 선정/구축기준(안)

제1절 대형수리모형 실험시설 유치기관 공모를 위한 RFP(안)

연구과제명	대형수리모형 실험시설 구축
1. 연구개발 목표	○ 국가 강, 하천의 수자원 관련 첨단실험이 가능한 기초 및 검증 수리 실험시설과 융복합분야까지 활용할 수 있는 다양한 성능을 보유한 응용수리 실험시설로 구성된 대형 수리실험시설 구축 【 대형수리모형 실험시설 】  대형수리모형 실험시설

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

□연구개발의 필요성	○ 물 에너지 관리, 다양한 하천정비사업 등 관련 기준 마련을 위해 실증실험이 가능한 대형 수리실험시설 필요 - 하천사업 및 수공구조물의 목적 다양화로 생태, 지형 등 복합적인 고려가 필수적이며 이를 위해 실험 검증 필요 - ‘친수구역활용에관한특별법(‘10.12.19)’, ‘하천정비사업(국토부)’ 등에서 제시한 하천의 건강성 개선과 친수공간 확대 등 새로운 분야에 대한 기술적 뒷받침과 검증 필요 - 하천 정비사업 등으로 인한 강 및 주변 하천 지류의 급격한 흐름 변화가 예상되며 이들의 관리, 예측 등을 위한 실험적 검증이 필요 ※ 하천과 수자원사업에 연간 1조원이상 투입 중이나, 실험적 검증은 미미 ※ 국외사례: 대형수리실험소(미 공병단), 교토대 우지가와 방재연구소 등 ○ 최근 물 부족에 대한 우려가 높아짐에 따라 다양한 목적으로 건설되는 수공 시설에 의한 영향에 대한 연구 필요 - 수리분야는 최근 다양한 실험기술의 발전으로 과거 해결하지 못하거나 분석할 수 없었던 실험영역에 대해 새로운 실험 시도가 활발하게 이루어지고 있으나 국내실험시설 및 장비 등은 선진국에 미치지 못함 - 치수, 이수, 생태 등의 목적으로 건설되는 수공구조물(교량, 보, 낙차공, 수제, 어도 등)은 수문, 수리, 지형 등의 복합적인 요인 고려 필요
□ 관련 기술동향	○ 기초수리실험 분야는 대형/첨단 실험시설을 활용하여 공급유량 및 규모, 계측성능(PIV, LDV 등) 확보로 상사문제로 인해 기존에 불가능했던 영역까지 확대되고 있음 - (국외) 홍수방어 대책을 위한 수리모형 실험, 하천생태분야 등 다양한 목적의 대형수리실험을 수행하고 있음 ※ 자연공생 연구센터(일본, 유량공급: 4.0m³/s, 면적 350,000m²), 미공병단 수로시험소(미국, 63m×1.5m×1.5m 등 총 4개 수로), 콜로라도 대학(미국, 138m×12m 등 총 4개 수로, 최대유량 5.7cms), 장강과학원(중국, 실험장면적: 400m×400m), Delft Hydraulics(네덜란드, 240m×5m×7m 수로, 면적 1,405,000m², 유량 0.6m³/s) 등 - (국내) 실외 수리모형실험시설장을 보유하고 있으나 첨단 실험장비 및 장치 등은 부족한 실정 ※ 농어촌 연구원(유량공급: 3.0m³/s, 면적 3,000,000m²), 한국건설기술연

구원(일산: 유량공급 2.0m³/s(실내), 부지면적 16,356m², 안동: 유량공급 10m³/s(실외), 부지면적 193,051m²)

- 소류력실험 분야에서는 하천정비에 필수적으로 도입되는 보호공, 호안공 등에 대한 치수적 안정성 평가실험이 중요하나 국내의 경우 매우 미흡
 - (국외) 콜로라도 대학(미국, 실규모실험 가능/유량은 실제 댐 활용/부지면적:1,858m², 제방월류 및 급경사수로 보유)
 - (국내) 고정식 급경사수로와 가변식하도실험 수로의 경우 국내에 일부 낮은 성능을 보유한 기관은 있으나 이는 국제수준에 비해 매우 미흡
- 유사실험 분야에서는 하천 유사의 이송, 침식 및 퇴적, 세굴현상 등 유사 전반을 다루는 실험의 필요성이 증대되고 있으나 국내에는 대형 규모의 유사순환수로부재
- 응용실험 분야는 댐 안전, 생태실험, 융합분야-Eco. Bio, 준설, 성층화 등 다양한 실험들이 선진국에서 시도되고 있으나 국내는 시설미흡 등으로 부분적인 시도가 이루어지고 있음
 - 성층구조 실험 분야에서는 저수지 내의 오탉수 거동 및 온배수, 밀도류 등을 다루는 실험의 필요성이 높으나 국내는 대학 중심의 소규모 실험과 수 치모의 연구로 이를 대체하고 있으며, 저수지내의 흐름과 밀도를 동시에 고려한 실험연구 전무
 - 준설성능 분야의 경우 해외는 실제 커터헤드를 활용하여 준설효과 실험을 수행중이나 국내는 소규모 수준의 실험만 수행하는 수준
 - (일본) 오토니준설에 의해 발생하는 2차 오염을 방지 방법, 준설오니토의 효율적인 처리방법, 준설 후의 사후관리 등에 대한 연구를 수행하고 있음
 - (네덜란드) 실제 대형커터헤드의 준설각도에 관한 운동학적 분석 및 커터헤드의 준설각도에 따른 유속·마찰크기 등에 대한 연구를 수행하고 있음
 - (국내) 커터헤드 흡입형태에 따른 준설효율에 대한 소규모실험 수행
 - 생태실험 분야의 경우 해외는 연어 등 상업성 어종의 거동특성 연구가 활발히 진행되고 있고, 식생이 하천지형 및 생태계에 미치는 영향 연구 등 실험영역확대가 진행되고 있으며, 국내의 경우 근래에 생태실험분야 실험연구가 부분적으로 시도되고 있음

3. 연구개발내용

□ 실험시설 실시설계

- 실시설계를 위한 전문 설계업체 선정
- 시설/장비에 대한 최소 요구성능 분석 및 실시설계
 - 국내외 대형 실험시설 조사 및 분석
 - 구축 위치, 부지면적, 시설규모, 설계도면, 장비 종류 및 사양 등 제시
 - ※ 실험공간은 건축규모 면적을 따르고, 부지의 폭-길이 비는 실험분야 특성을 고려하여 제안
 - 시설 구축, 장비 도입, 시험운영 및 준공 등 전 과정에 대한 구체적인 구축 및 관리계획 수립
 - 실험내용에 적합한 계측장비 구축 및 계획 제시(첨단시설 운영가능자 확보 방안, 자동 및 첨단계측 장비 등)
 - 실험제작 및 시설운영에 필요한 장비 구축 및 운영계획 제시(장비운영자격 등)
 - 저수조, 고수조, 펌프 및 배관 시스템 구축 및 계획 제시
 - 안정적 유량 확보를 위한 취수원 활용계획 제시
 - 추진일정 및 소요예산 등 제시
- 실험분야
 - 실험시설 구축을 위한 실험분야는 기초 및 검증수리, 응용실험 분야로 구분
 - 응용실험분야는 댐 안전, 생태실험, 융합분야-Eco. Bio 등의 목적을 갖는 실험 구축 및 구성 제시

< 대형수리모형 실험시설 권장 건축규모 >

구분	부지면적	비고
수조용량	-	지하저수조(38,400m ³), 고수조(500m ³) 유량 4.0m ³ /s를 안정적으로 공급
실험부지	15,000m ²	대형수리모형 실험실 ※ 필요시 실험 확장을 위한 추가부지 제시
서비스부지	5,700m ²	공작실 및 실험준비실, 사무실, 자료실, 연구실, 대회의실 등
합계	20,700m ²	(수조용량 총 38,900m ³)

< 대형수리모형 실험시설 원장 최소 요구성능 >

구분	시설	설비/장비	최소 요구성능
기초 및 검증 수리 실험	기초 수리	가변경사수로	30m×1.2m×2.0m
		고정식개수로	30m×1.5m×2.0m
		PIV실험수로	30m×1.0m×1.0m
	소류 력	고정식 급경사수로	Steep Slope Test Flume 최대유속 : 10m/s 길이 : 31m 높이 : 8m
		가변식 하도실험수로	Variable Slope Test Flume 최대유속 : 10m/s 가변 경사 또는 완경사 수로
	유사	대형 유사순환수로	Large Sediment Test Flume 2m~3m(B)×100m(L) 자동급사 및 유사혼합장치로 구성 최대공급유량 : 1.0m³/s
		소형 유사순환수로	Small Sediment Test Flume 1m(B)×30m(L) 상하류 수조 일체형 최대공급유량 : 0.1m³/s
응용 실험	추가제안		※ 성층구조, 준설성능, 댐 안전, 생태실험 및 융복합 분야 등 유치기관 역량 및 특성화(미래지향적) 반영
공동활용시설		유량 공급장치	저수조 : 38,400m³ 고수조 : 500m³ 최대공급유량 : 4.0m³/s
		부정류 공급장치	최대공급유량 : 1.0m³/s, 수위계 연동 최대 재현오차 : 10% 이내

※ 유량 최대공급용량 4.0m³/s를 안정적으로 공급할 수 있는 방안 제시
(취수원 계획, 저·고수조 설계, 유량공급장치 및 배관 시스템 설치 등)

□ 실험시설 구축

- 토목 및 건축공사를 위한 전문 시공업체 선정
- 시설/장비 구축
 - 실험시설에 대한 토목 및 건축공사 실시
 - 실험장비 도입
- 통합 Grid 및 CI시스템과의 연결
 - 연계 및 공동 활용을 위한 통합 Grid시스템과의 연결
 - 연구/실험/행정 효율화를 위한 통합 CI시스템과의 연결
- 시설/장비 시험운영 및 준공

- 시설/장비 구축이 완료되는 시점에 일정기간동안의 시험운영을 통해 성능 검증 및 보완
 - 시험운영 결과를 포함한 준공보고서 제출 및 승인 요청
- 실험시설 구축 이후 운영관리 계획 및 중장기 발전방안 수립
- 인력 및 예산 지원, 유지보수 등 실험시설 운영관리 계획 수립
 - 실험시설 특성화 및 활용성 제고 방안 등 제시

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
- 본 과제제안요청서(RFP) 및 기본설계에 제시된 요구성능은 권장하는 최소 요구성능으로, 특정분야의 실험 특성화를 위하여 일부 성능은 변경할 수 있음
 - 대응자금을 부담하여 반드시 제시된 최소 요구성능 이상으로 제안할 것
 - 해외 선진 실험시설을 벤치마킹하여 세계적 수준으로 제안하되, 국산화가 가능 분야는 국내 기술 및 장비를 우선 적용
 - 기존 대형 실험시설과의 연계, 공동 활용 및 운영관리 효율성 등을 고려하여 설계에 반영
 - 해당 분야의 미래 기술수요를 고려하여 향후 확장성 등을 반영한 미래지향적 설계 수행
 - 일부 성능을 변경할 시, 성능 변경에 대한 타당한 사유를 반드시 제시하여야 함
 - 실험시설의 성공적 구축을 위한 세부 추진전략 수립
 - 계획된 연구기간 내에 목표한 실험시설 구축이 완료될 수 있도록, 구체적인 구축 일정, 예산, 시험운영, 준공 및 행정적 조치 등에 대한 추진전략 및 방법 제시
 - 연차별 연구목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 구축계획 수립

주요 연구내용	추진일정(년도)				
	2014	2015	2016	2017	2018
유치기관 공모 및 협약	▲				
설시설계사 및 시공사 선정	▼				
설시설계	■				
설시설계 심의 및 승인	▼				
건축공사		■	■	■	
실험장비 발주		▼			
건축공사 준공				●	
실험장비 설치			■	■	
실험시설 시험가동					■
활용기술 연구 / 운영계획 수립		■	■	■	■
최종 보고서 작성 및 준공					● 정상운영

- 추진체계
- 실험시설의 구축 전 과정에서 2단계 추진연구단(과제명 : 국토교통기술실험 인프라 2단계 구축관리 및 운영고도화, 주관연구기관 : (재)건설연구인프라 운영원)의 관리·감독을 받으며, 반드시 2단계 추진연구단을 통해 전문기관에 보고 및 승인 요청
 - 시설 및 장비에 대한 설계변경 시 반드시 보고 및 승인
 - 분기별로 시설 구축 및 장비 도입 등에 대한 추진현황 보고
 - 유치기관은 협약체결 이후, 제안내용과 선정평가 결과를 반영하여 6개월 이내에 실시설계를 완료하고 승인 요청
 - 실시설계보고서를 과제 착수 후 6개월 이내에 제출하고, 전문기관 승인을 받은 후 구축 착수
 - 전문기관의 실시설계 승인 후 곧바로 시설 구축을 착공할 수 있도록 실시설계와 동시에 인허가 준비
 - 토목 및 건축공사에 대한 시공관리(CM)는 2단계 추진연구단에서 수행
 - 유치기관의 실시설계 결과, 구축과정 중 발생하는 설계변경 등으로 인해 당초 계획된 CM 비용을 초과할 경우, 실험시설 구축예산에서 추가 부담
 - 2단계 추진연구단에서 수행하는 통합 Grid 및 CI 시스템과의 연결을 통해, 전국에 분산 구축된 1단계 실험시설과 2단계 신규 실험시설의 네트워크 구축
 - 실험시설 구축 이후의 운영관리 계획 및 중장기 발전방안은 2단계 추진연구단과 연계하여 수립
 - 2단계 추진연구단에서 구성·운영하는 운영위원회(가칭)에 반드시 참여할 것
 - 구축 후 운영단계에서는 전담관리기관(건설연구인프라운영원)의 관리를 받아야 하며, 전담관리기관에서 구성·운영하는 공동운영협의체(가칭)에 반드시 참여하여야 함
 - 기존 1단계 실험시설 및 신규 구축되는 2단계 타 실험시설과의 통합 운영을 위해, 2단계 추진연구단 및 전담관리기관과의 긴밀한 협력체계 구축
 - 관련 분야의 폭넓은 전문가 의견수렴
 - 실험시설 구축, 관리 및 활용성 제고 등을 위한 각계의 다양한 전문가 의견수렴



○ 대형 실험시설의 설계, 구축, 운영 및 관리 등 관련분야 경험이 풍부한 전문가로 참여연구진 구성 필요 - 연구진의 참여율을 높여 연구집중도 제고	
5. 최종성과물	
☐ 주요 최종성과물 ☐ 실험시설 실시설계 보고서 ○ 시설/장비에 대한 실시설계 결과 ○ 구축 전 과정에 대한 구축 및 관리계획, 추진일정 및 소요예산 등 ☐ 실험시설 구축 보고서(연차 및 최종보고서) ○ 시설/장비 구축, 통합 Grid/CI시스템 연결 및 시험운영 결과 등 ○ 각종 설계변경 및 인허가 사항 등 ○ 실험시설 구축 이후 운영관리 계획 및 중장기 발전방안 ※ 연구과제 종료시 최종보고서가 아닌 별도의 보고서로 제출	
6. 기대효과 및 파급효과	
○ 수자원 관련 다양한 국책사업의 실증을 통한 국가적 현안에 대한 사회적 협의 가능 ○ 자연형 친환경 하천구조물, 호안개발 및 친수시설물에 대한 안전성 검증 ○ 홍수, 수해 등 재해 시나리오에 기반한 현실성 있는 정책 수립 ○ 국내 첨단 실험시설 부족으로 기존에 해외에서 수행되던 중요 실험들을 국내에서 수행함으로써, 국가적으로 중요한 기술 및 외화의 해외유출 방지 가능 ○ 대형 실험시설을 기반으로 한 세계 유수의 연구기관과 국제협력연구가 가능하여 미래 첨단기술의 국내 도입과 국내 기업체의 국제적 기술력 확보를 통한 해외 건설시장 진출 확대 가능 ○ 국가 연구시설·장비의 중복 투자를 방지하고, 공동활용을 통한 이용 효율성 증대	
7. 연구개발기간 및 소요예산	
○ 총 연구개발기간 : 2014. 05 ~ 2018. 05 (4년) - 1차년도 연구개발기간 : 2014. 05 ~ 2015. 05 (1년)	

- 총 정부출연금 : 10,000백만원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 2,000백만원 이내

(단위 : 백만원)

구분	2014	2015	2016	2017	계
정부출연금(안)	2,000	1,800	3,500	2,700	10,000

- ※ 유치기관은 별도의 대응자금(현금/현물)을 부담하여 예산계획 수립
 - 총 연구개발비(정부출연금 + 대응자금)의 15% 이상을 대응자금으로 부담
 - 대응자금의 10% 이상을 현금으로 부담
 - 부지는 반드시 제공하여야 하며, 해당 부지의 공시지가를 반영하여 현물로 부담
(단, 총 현물의 40%까지만 인정)
- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기타

- 운영중인 1단계 실험시설은 “분산공유형 건설연구인프라구축사업 운영지침 (2006.08)”에 따라 공동운영 되고 있으며, 현재 운영지침에 대한 개정중에 있음
 - 2단계 실험시설의 운영 및 관리에 관한 사항은 향후 확정되는 운영지침에 따르므로, 이를 반드시 준수할 것
- 본 공모과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 국내외 타 실험시설과의 차별성 및 연계·활용방안을 반드시 검토하여 제시 할 것
- 기타 연구목표, 내용, 주요 성과물 및 연구개발비 등은 ‘건설연구인프라 2단계 기본설계’ 최종보고서 참조
- 유치기관 공고 실험시설 운영 및 활용계획 구체적으로 제시
- 장비의 권장요구성능은 관련분야 인증시험이 가능한 장비들이며, 성능인증 관련해서는 유치기관의 활성화 계획 등에 포함시켜 추가 필요한 장비들까지 제시
- 연구개발계획서(유치제안서) 작성시 장비에 대한 견적서를 첨부하고 상세 사양 및 성능에 대해서 자세히 기술
- 구축 후 운영단계에서는 건설연구인프라운영원을 전담관리기관으로 하는 공동운영협의체에 반드시 참여하여야 함

2. 유치기관 지원 관련 서식

[서식 1]

유치기관 지원확약서

본 기관이 ‘○○○○○ ○○○○ 실험시설’ 유치기관으로 선정될 경우, 동 실험시설의 성공적 구축 및 구축 이후의 안정적인 운영을 위하여 구축 과정뿐만 아니라 구축 이후의 운영 단계에 이르기까지 제반 여건의 조성과 함께 행정적·재정적·인력적으로 적극 지원할 것을 확약합니다.

2013년 월 일

신청기관명 :

신청기관장 : (직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

[서식 2]

대응자금 납부확약서

본 기관이 ‘○○○○○ ○○○○ 실험시설’ 유치기관으로 선정될 경우, 동 실험시설의 성공적으로 구축을 위하여 실험시설 유치기관으로서 대응자금을 아래와 같이 성실히 납부할 것을 확약합니다.

□ 총 대응자금

(단위 : 천원)

구 분	현 금	현 물	계
1차년도			
2차년도			
3차년도			
4차년도			
계			

□ 1차년도 대응자금

(단위 : 천원)

구 분			내 용
현금			
현물	① 부지	금 액	
		주요 내용	
	② 인력	금 액	
		주요 내용	
	③ 관련 장비	금 액	
		주요 내용	
	④ 기타	금 액	
		주요 내용	
소계			
계			

2013년 월 일

신청기관명 :

신청기관장 :

(직인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

제2절 유치기관 신청자격 및 선정/구축 평가기준(안)

1. 유치기관의 신청자격 및 조건(안)

유치기관

- 유치기관(주관연구기관)은 국가연구개발사업에 참여할 수 있는 기관들 중에 공공성, 공유 및 교육활용을 담보할 수 있는 기관을 원칙으로 함(단, 지역제한은 없음)
- 유치기관의 신청자격은 『국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정』 제4조 제1항의 제1호, 제2호, 제3호, 제4호, 제8호 및 제11호에 해당하는 기관으로 제한(국가 대형 실험시설의 공유·활용 측면을 고려하여 국가연구개발사업에 참여할 수 있는 기관 중 공공기관 및 비영리기관에 한함)
- 실험시설 유치를 희망하는 단일기관(주관연구기관)으로만 신청가능(공동연구기관, 위탁연구기관 및 참여기업이 포함된 컨소시엄으로 신청 불가)
- 연구비는 정부출연금, 유치기관의 대응자금으로 구성
- 총 연구개발비의 15% 이상을 반드시 대응자금(현금/현물)으로 부담하여야 하며, 대응자금의 10% 이상은 현금으로 부담
- 정부출연금 지원비율(총 연구개발비의 85% 이하) 및 대응자금 현금 비율(대응자금의 10% 이상)을 연차별이 아닌 총 연구개발기간에 대하여 적용하는 것을 원칙으로 함
- 대응자금 중 현금의 경우, 가급적 협약체결 전 또는 총 연구개발기간 초반에 완납하는 것을 권고
 - 유치기관으로 최종 선정될 경우, 확약한 대응자금 중 현금에 대해서는 반드시 이행보증보험을 가입하여 보험증권을 협약체결 전에 제출하여야 함(단, 협약체결 전에 확약한 현금 총액을 완납하는 경우는 제외)
- 공동운영기간(구축 후 15년)까지 실험시설의 구축 및 운영을 위한 목적으로 전용(專用)할 수 있는 부지를 반드시 제공하여야 하며, 해당 부지의 공시지가를 반영하여 현물로 인정(단, 총 현물의 40%까지만 인정하며, 반드시 1차년도에 전액 계상)
- 연구기관은 참여의사확인서, 유치기관 지원확약서 및 대응자금 납부확약서 등 관련 서류(부지에 대한 등기부등본 포함)를 반드시 제출하여야 함
- 유치기관에서는 실험시설 구축 후, 실험시설사용료에서 시설/장비의 유지관리비와 감가상각비 등의 부담이 최소가 되도록 운영에 필요한 최소한의 기술인력과 행정인력의 인건비 및 전기수도 등 공공

요금을 지원하여야 함.

- 유치기관은 연구책임자를 비롯한 참여인력이 실험시설의 건설 및 운영 전 단계에서 사업에 전념할 수 있도록 하여야 함. 특히, 교육기관인 경우에는 책임 강의시수 감면 등의 지원을 하여야 함.
- 유치기관은 실험시설의 건설 및 운영 전 단계에서 재정이 독립적으로 운영될 수 있도록 지원하여야 함.
- 연구클러스터 구성 계획이나 지역 내 대학 및 산업체 등과의 협력 방안도 참여확인서나 기타 형식적인 제약 없이 자유롭게 계획할 수 있음.
- 동 사업에 참여하는 모든 기관은 ‘분산공유형 건설연구인프라구축사업 운영지침’을 준수하여야 함.

연구책임자

- 연구책임자의 자격 조건은 『국토교통부소관 연구개발사업 운영규정』에 따름

2. 선정절차 및 평가기준(안)

평가의 기본방향

- 실험시설 유치 신청기관을 대상으로 실험시설 건설계획, 장비 구축계획, 운영 및 활용 계획, 참여연구진과 유치기관의 수행능력 및 의지 등 사업 추진계획과 수행능력 전반에 대한 종합적 심층 평가를 통하여 최적의 유치기관 선정
- 실험시설 유치기관 선정의 객관성, 공정성 및 신뢰성을 확보하기 위하여 전문성과 공정성을 확보한 관련분야 전문가로 평가단을 구성하고 서류검토, 발표평가, 현장평가의 다단계 평가 실시

유치기관 선정절차 및 평가기준(안)

● 선정평가 절차 및 방법

- 실험시설별로 하나의 평가위원회가 전 평가 과정을 일괄 담당하는 것을 원칙으로 함
- 사업계획, 수행능력 시설 및 장비 구축계획, 시설 입지 조건 등 종합적인 평가로 최적의 유치기관 선정
- 전문성 및 공정성을 확보한 평가단을 구성하여 서류검토, 1차 발표 평가 및 2차 현장방문 평가를 통한 다단계 평가 실시
- 평가의 공정성 확보를 위하여 단계별 평가결과 총점을 즉시 공개

<표 3-1> 유치기관 평가절차 및 평가방법(안)

평가 절차	평가방법 및 내용
신청서류 접수 및 사전검토·보완 조치	○ 신청기관 : 연구개발계획서(유치제안서) 등 신청서류 접수 ○ 진 흥 원 : RFP와의 부합성, 신청자격 및 신청서류 적합성 등 검토
▽	
평가위원회 평가 (1차 발표평가)	○ 1차 발표평가 : 실험시설 건설계획의 적합성, 운영 및 활용 계획의 우수성 등에 대한 평가(100점 만점)
▽	
1차 발표평가 결과 통보	○ 신청기관에 1차 발표평가 결과 통보 - 60점 이상의 기관 중 고득점 2개 기관을 2차 현장평가 대상기관으로 선정
▽	
평가위원회 평가 (2차 현장평가)	○ 2차 현장평가 : 신청기관(장)의 인식 및 지원의지, 입지조건 및 연구교육 환경 등 중점평가(50점 만점)
▽	
최종 평가결과 통보 및 협약체결	○ 신청기관에 최종 선정평가 결과 통보 ○ 선정된 주관연구기관과 협약체결

📖 평가위원회별 평가위원의 평가점수 중 최고점수와 최저점수를 부여한 각 1인의 점수를 제외한 나머지 평가점수의 합을 산술평균하여 평가위원회(1차 발표평가 및 2차 현장평가) 평가점수 산정

📖 가점은 1차 발표평가 평가위원회 평가점수에 부여하여, 1차 발표평가에 대한 종합평가점수 산정

● 1차 발표평가 평가위원회 평가점수가 60점 미만인 경우, 가점 부여없이 ‘탈락’ 처리(단, 단독응모의 경우는 70점 미만)

📖 1차 발표평가 종합평가점수가 60점 이상인 기관 중 고득점 2개 기관을 2차 현장평가 대상기관으로 선정

● 1차 발표평가 종합평가점수가 60점 이상인 기관이 1개일 경우, 1개 기관만 2차 현장평가 대상기관으로 선정

- 2개 이상 기관의 1차 발표평가 종합평가점수가 차순위로 동점일 경우, 모두 2차 현장평가 대상기관으로 선정
- 2차 현장평가 평가위원회 점수가 30점 미만인 기관은 ‘탈락’ 처리
- 1차 발표평가 종합평가점수와 2차 현장평가 평가위원회 평가점수를 합산하여 최종 평가점수 산정
- 최종 평가점수가 가장 높은 기관을 선정
- 최종 평가점수가 동점일 경우, ① 1차 발표평가 및 2차 현장평가 평가위원회 평가점수의 합이 높은 순, ② 총 연구개발비에 대한 신청기관의 대응자금(현금) 부담비율이 높은 순으로 선정
- 관리지침 제17조에 따른 모든 가점 및 감점 기준 미적용
- 단, 지역 균형발전 촉진을 위하여 실험시설을 구축하고자 하는 부지의 소재지가 수도권(서울특별시, 경기도, 인천광역시) 이외의 지역인 경우에 한하여 가점 1점 부여
- 가점은 1차 발표평가 평가위원회 평가점수에 합산하되, 1차 발표평가 평가위원회 평가점수가 60점 미만인 기관에 대하여는 부여하지 않음
- ‘총 연구비에 대한 연구신청기관의 연구비 부담비율에 따른 가점’은 적용하지 않음
- 단, 최종 평가점수가 동점일 경우, 선정 우선순위 결정에 적용

유치기관 선정평가 항목 및 배점(안)

<표 3-2> 1차 발표평가 항목 및 배점(안)

기준항목		세부 평가항목	배점
실험시설 건설 계획 (40점)	건축 계획(20점)	건축 계획의 적합성/우수성 【 채점표 활용 】	20
	장비구축 계획(15점)	장비구축 계획의 적합성/우수성 【 채점표 활용 】	15
	구축 관리 계획 / 네트워크 구축 계획(5점)	시공 품질 관리, 장비 선정 및 도입 계획	3
		그리드 시스템 연계 Network구축 계획	2
실험시설 운영 및 활용 계획 (40점)	실험시설 운영계획 및 활성화 방안(20점)	조직 / 인력 / 예산 / 유지관리 계획 등	10
		실험시설 활성화 및 실험품질 확보 방안	5
		실험교육 활용 / 인력 육성 / 사용자 편의 제공	5
	연구 활용계획 및 활성화 방안(15점)	세계적 수준의 연구역량 확보방안 및 발전전략	5
		실험시설의 특성화/전문화 계획	5
		실험시설을 활용한 연구계획(국제협력 포함)	5
	공동 연계 협력방안(5점)	공동운영 / 타 대학, 연구기관 및 산업체와의 연계협력	5
유치기관 및 참여연구진의 수행능력 (20점)	유치기관의 수행능력/연구역량(5점)	관련분야 전문인력 보유현황 및 연구역량	3
		관련분야 기존 시설·장비 보유현황 및 연계활용 계획	2
	유치기관의 지원 내용(5점)	구축 및 운영단계에서의 현금, 현물(인력 포함) 등의 지원 방안	3
		연구책임자 등 참여연구진에 대한 지원 방안	2
	연구책임자의 운영능력(5점)	비전, 의지, 리더쉽, 대외활동 및 소통능력 등	5
	연구책임자·참여연구원의 연구실적 및 유사 실험 수행 실적(5점)	연구책임자 및 참여연구원의 연구실적 및 유사 실험 수행 실적	5
계			100

※ 세부 평가항목 중 ‘건축 계획의 적합성/우수성’ 및 ‘장비구축 계획의 적합성/우수성’은 해당 실험시설별 채점표를
활용하여 평가

【 채점표 】 대형 수리모형 실험시설

건축 계획의 적합성/우수성

세부 평가항목	5점 척도(A)					가중치 (B)	계 (A×B)
	①	②	③	④	⑤		
○ 부지계획 - 지리적 위치, 부지 면적, 접근의 용이성, 시공성 등						1.0	
○ 실험시설 공간확보 여부 - 기초수리 실험시설 (가변경사수로: 30m×1.2m×2.0m, 고정식개수로:30m×1.5m×2.0m, PIV실험수로: 30m×1.0m×1.0m) - 소류력 실험시설 (고정식: 31m(L), 8m(H), 가변식: 경사조정 또는 완경사 형태) - 유사 실험시설 (대형: 2m~3m×100m, 소형: 1m×30m,) - 응용실험분야 (성층구조, 준설성능, 댐 안전, 생태 및 융복합 등) - 공동활용시설 (유량공급장치: 38,900m ³ , 최대공급유량 4.0m ³ /s)						1.5	
○ 부대설비 / 주변 환경 영향 검토 - 기전설비, 오폐수 처리, 진입로 등 - 안전 및 환기 대책, 에너지 효율화 방안 등						0.5	
○ 실험부지 / 서비스부지 / 수조용량 / 부속실 확보 여부 - 연면적 20,700m ² (실험부지 15,000m ² , 서비스부지 5,700m ²) - 수조용량 38,900m ³ (지하저수조 38,400m ³ , 고수조 500m ³)						0.5	
○ 공간배치의 효율성 및 실험시설의 특성화						0.5	
소계						4	

장비구축 계획의 적합성/우수성

세부 평가항목	5점 척도(A)					가중치 (B)	계 (A×B)
	①	②	③	④	⑤		
○ 기초수리 실험시설 - 가변경사로 / 고정식 개수로 / PIV 실험수로						0.5	
○ 소류력 실험시설 - 고정식 급경사수로 (최대유속: 10m/s) - 가변식 하도실험수로 (최대유속: 10m/s)						0.5	
○ 유사 실험시설 - 대형유사 순환수로 (최대공급유량: 1.0m ³ /s, 자동급사 및 유사혼합장치) - 소형유사 순환수로 (최대공급유량: 0.1m ³ /s, 상하류 수조 일체형)						0.5	
○ 응용실험 분야 (추가 제안 실험시설) - 성층구조, 준설성능, 댐 안전, 생태 및 융복합 분야 등						0.5	
○ 공동활용시설 - 유량 공급장치 (최대공급유량: 4.0m ³ /s) (최대공급유량의 안정적 확보 및 공급 계획: 취수원, 자고수조 설계, 유량 공급장치 및 배관 시스템 설치 등) - 부정류 공급장치 (최대공급유량: 1.0m ³ /s, 최대 재현오차 10% 내외)						0.5	
○ 추가 실험시설/장비(계측장비 포함)의 특성화 및 배치 효율성						0.5	
소계						3	

<표 3-3> 2차 현장방문평가 항목 및 배점(안)

기준항목		세부 평가항목	배점
유치기관의 인식과 지원의지 (20점)	지원계획의 실현 가능성 및 구체성(10점)	실험시설 유치에 따른 기관의 발전전략	4
		부지 및 건축물의 인허가	3
		실험시설 유치기관 설립목적과의 부합성	3
	유치기관장의 인식 및 지원의지(10점)	구축 및 운영단계에서의 인력 및 예산 지원 계획 (행정 및 기술인력 / 유지관리비 / 전기·수도 등)	5
	※ 유치기관장 면담 실시	구축 및 운영단계에서의 연구책임자 및 참여연구원에 대한 지원 계획(책임과 권한 / 연구 집중도 보장 등)	5
입지조건 및 연구·교육 환경 (30점)	실험시설의 입지조건 (10점)	실험시설 접근의 용이성	4
		타기관의 공동활용 용이성	3
		인접 실험·연구시설과의 물리적 접근 용이성	3
	실험시설의 구축여건 (10점)	선정 부지의 적합성	4
		시공 용이성(연약지반 처리, 발파 등 작업 난이도 유무)	3
		지장물, 민원발생(소음, 진동 등) 등 공기지연 가능성	3
	유치기관의 관련 연구·교육 인프라 환경 (10점)	연구·교육 공간 및 환경(기존 시설 연계 등)	5
		전력 및 네트워크 등 기타 인프라	5
계			50

3. 시설/장비 구축 중간성과 점검 및 평가 기준

- 시설/장비 구축에 대한 중간성과 점검 및 평가 지표는 유치기관의 초기 연구개발계획서(유치제안서)와 실시설계 및 설계변경 사항을 반영하여 연차별 계획대비 실적을 평가
- 유치기관은 단계별 주요 연구활동을 ‘시설/장비 구축계획 수립’, ‘실시설계’, ‘인허가’, ‘실험시설 건설’, ‘장비 구축’, ‘시험운영 및 성능검토’ 및 ‘준공’ 등으로 구별하여 공정별, 연차별 계획을 상세하게 작성, 제시하여야 함

<표 3-4> 시설/장비 구축 중간성과 점검 및 평가 지표

주요 연구활동	성과점검 지표	측정방법
시설/장비 구축계획 수립	• 실험시설 구축 계획(공정별, 연차별, 예산 등) • 구축관리, 진도보고, 인력 계획 등 • 실험장비 도입 또는 구축 계획	• 계획서 대비 시설/장비 구축계획 및 예산계획의 타당성 및 적절성 • 구축관리 계획 수립 여부 및 적합성
실시설계	• 설계사 선정 • 토목공사/건축공사 및 각종 설비 실시설계 • 공유연구환경(Network: 향후 Grid연결 고려)	• 실시설계 보고서(전문기관의 승인 필요) – 부지 및 건축계획의 적절성 – 최소요구사항 만족 여부 – 실험장비/센서 등의 최소요구사항(종류, 성능) – 소요예산 및 구축계획의 타당성, 적절성 – 사용자 편의시설, 기타 부대시설의 효율성 – 통합 Grid시스템 연계성 – 사용자 접근 및 이용의 용이성 등
인허가	• 각종 인허가 – 개발행위허가/실시계획인가 등(필요시) – 건축허가 ※ 인허가 기간 최소화/ 시설구축 지연 방지	• 각종 인허가 여부
실험시설 건설	• 시공사 선정(토목, 건축) • 공사 착공(전문기관의 실시설계 승인후 진행) • 실험시설 구축관리 • 설계변경/공사대금조정(ESC) 등(필요시) – 설계변경 절차 및 관리계획 수립	• 구축계획에 따른 분기별/연차별 관리 현황(공사기간, 공사비, 안전관리 등) • 설계변경/공사대금조정 요청의 타당성 및 적절성
장비구축	• 장비/센서 등 상세 설계 • 장비/센서 등 발주 • 설계변경 등(필요시) – 변경 절차 및 관리계획 수립 • 장비/센서 등 납품/검수, 성능점검 등	• 장비/센서 등 최소요구성능 만족 여부 • 장비/센서 등 종류, 성능의 변경사항 발생시 전문기관의 승인 필요 – 계획대비 장비/센서 구매 변경의 적절성과 타당성(예산 고려) • 구축 여부 및 도입과정의 적절성 – 구매계획서, 발주서 등 – 국산/외산 구매의 적절성(성능, 비용, 환율 등)



주요 연구활동	성과점검 지표	측정방법
시험운영 및 성능검토	• 시설/설비/장비 등 시험운영 • 성능검토 및 보완	• 시험운영 결과보고서 검토 • 계획대비 성능확보 여부
준공	• 건축 사용승인허가 • 개발해위 준공(필요시) • 공동운영계획 수립 • 각종 운영규정 및 양식 등 구비	• 실험시설 준공보고서 검토 - 각종 인허가 및 준공 여부 • 공동운영계획 수립 여부 - 통합운영계획 (인력, 예산, 실험요율산정, 유지관리 등) -연구/교육활용 계획 -사용자 편의제공 방안, 유치기관 지원계획 등 -타 기관 연계활용 및 국제협력 방안

4. 최종성과 점검 및 평가 기준

- 실험시설 구축사업에 대한 최종성과는 ‘실험시설 구축’, ‘장비/센서 구축’, ‘시설/장비 DB구축’, ‘연구인력 확보’, ‘유치기관 지원’ 및 ‘실험시설 운영계획’을 중심으로, 준공시점에 맞춰 초기 연구개발계획서(유치제안서)와 실시설계(설계변경 포함) 자료를 기준으로 평가함

<표 3-5> 실험시설 구축 최종 성과점검 및 평가 기준

성과항목	성과점검 지표	측정방법
실험시설 구축	• 실험실, 연구실 등의 시설 구축 정도 및 공간 확보 여부 • 공동활용을 위한 외부 편의시설 구축 • Grid 연결 및 연계 활용가능	• 연구시설 구축 및 확보된 공간의 계획대비 실적(기능, 규모 등) • Grid 연결 및 연계활용 가능 여부
장비/센서 구축	• 시험장비, 측정장비 및 센서 등의 연구개발관련 장비 구축	• 계획대비 장비, 센서 등의 구축 여부 - 건수, 종류, 기능 및 성능 등
시설/장비 DB구축	• 연구시설, 보유장비 및 연구인력 등에 관한 체계적인 관리를 위한 DB 구축	• 연구시설, 보유장비 및 연구인력 등의 DB 구축 정도 -NTIS/전문기관 등의 기준 적용
연구인력 확보	• 시설/장비 운용 및 관련 연구프로젝트 수행 등 인력 확보 정도	• 실험서비스를 위한 기술인력/행정인력 • 실험시설/장비 관리를 위한 기술인력 (전기,소방,설비 등) • 실험시설 활용 전문 연구인력 등(학위별, 전공별 연구인력 확보 수)
유치기관 지원	• 유치기관의 지원 규모 -시설 구축단계 지원 규모 -운영단계의 지원 계획	• 구축단계에서의 부지, 대응자금(현금 및 현물) 등의 계획대비 지원 여부 • 시설 운영단계에서의 지원 규모 및 계획(인력, 예산 등 행/재정적 지원)
실험시설 운영계획	• 공동운영 계획 및 중장기 발전계획 수립 • 실험시설의 독립성 확보 • 실험시설 운영 활성화 계획 및 필요한 규정/지침 등의 개발 • CI시스템(통합운영관리시스템) 활용	• 전담관리기관 및 타 건설연구인프라 실험시설들과의 공동운영 및 연계활용 계획, 공동운영 협약 체결 등 • 실험시설의 공동운영을 위한 독립성 보장(별도 센터 설립 등) • 실험시설 운영에 필요한 규정류, 문서류 작성 및 운영 활성화를 위한 계획 마련 여부 • Grid/CI 시스템 활용 여부

제4장 기대효과

- (과학기술적 측면) 선도적 기술개발의 투자 효율성 확보와 실험인프라를 매개로 한 건인형 기술개발을 통해 최고기술보유국과의 기술격차 단축
 - 건설교통분야 대형 실험시설인프라 강화를 통해 다양한 R&D 검증실험, 실용화 및 건설신기술 개발 지원이 가능하여 관련분야 기술경쟁력 제고에 기여
 - 대형실험시설을 기반으로 한 국가R&D 과제의 국내 실험 검증이 가능하여 건설교통기술의 해외 의존형(또는 도입형)에서 국내 창조형으로 기술개발 패러다임의 전환 가능
 - 핵심 건설기술의 국내 자체 개발이 가능하고 기존에 해외에서 수행하던 검증실험을 국내 첨단 실험 시설에서 가능하게 되어 선진국에서의 기술도입을 감소시키고 개발기술의 해외유출을 방지
 - 성능검증 및 관련분야 시험기술의 체계적 구축을 통해 건설교통분야의 다양한 시험평가 기술을 확립하고 국제표준화 등을 통해 국제적 기술선도 가능
 - 지역적으로 분산된 국내의 대형실험시설을 grid 네트워크로 연결하여 연구/실험 인프라의 효율적인 활용이 가능하고 연구개발 속도 극대화
 - 네트워크로 연결된 특성화된 대형건설실험시설을 확보함으로써 국제 공동연구가 가능하고 해외 기술검증에 대한 실험수요를 유치할 수 있으며, 이로 인한 건설분야의 국제적 위상 제고
- (사회·경제적 측면) 대형 국가실험인프라 구축을 통해 기업의 혁신 유도 및 검증과정을 통해 도출된 지식성과를 기반으로 경제적 가치 창출
 - 대형실험시설을 기반으로 국제협력연구를 통해 미래 첨단기술의 국내 도입과 국내 기업체의 국제적 기술력 확보를 통한 해외 건설시장 진출 확대 가능
 - 타 기관의 실험시설에 대한 연계활용을 통한 국가 연구시설·장비의 중복 투자를 방지하고 공동활용을 통한 이용 효율성을 증대
 - 국내 건설기술력의 제고와 해외에서의 경쟁력 향상을 통해 해외 건설시장 진출이 활발하게 되어 국가 경상수지의 호전 기대
 - 국내 첨단실험시설 부족으로 기존에 해외에서 수행되던 중요 실험들을 국내에서 유치함으로써, 국가적으로 중요한 기술 및 외화의 해외유출 방지

- 첨단 실험시설의 확보를 통해 도시건축, 수자원 및 도로교통 분야 재해재난사고 등으로부터 시설물의 안전과 국민의 생명 보호
- 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
- (인적자본 형성 측면) 대형실험시설을 기반으로 한 융복합 기술분야 국제 공동연구 및 학제간 공동연구를 통해 해외 우수인력 유인 및 연구역량 확보
 - 대형실험시설이 주축이 되는 교육/연구 융합 인프라 구축을 통한 전문 연구인력 양성 가능
 - 국내 연구환경에 대한 인식 전환으로 해외 우수 연구인력의 유입과 세계적 수준의 기술인력 양성 가능
- (정책적 측면) R&D 인프라 및 기술검증 인프라 기반 구축을 통한 국가 신성장동력 산업과 국가 R&D 전략의 효과적인 추진 가능
 - 건설교통분야 하부구조 기반 강화를 통한 연구개발 활성화 기대
 - 국토교통분야 국가연구시설장비 확충 및 운영관리 시스템 구축으로 과학기술기본계획의 “과학기술 하부구조 고도화”사업과 연계하여 정부의 7대 과학기술강국 진입 목표에 기여
 - ‘국토해양 R&D 발전전략’의 목표 달성을 위한 기반시설 구축으로 사회경제적 비용절감 및 녹색산업 성장, 글로벌 5대 녹색강국으로 도약하기 위한 발판 마련과 국토교통 R&D 수준 제고
 - 국가 R&D 지원 및 건설신기술 개발 촉진
 - 지역 분산된 대형연구시설을 거점으로 지역 클러스터가 형성되어 지역의 연구능력 및 기술력 향상과 균형적 발전 기대