

건설연구인프라 2단계 기본설계

[발체 1] 극한상태 구조특성 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	14
제2절 산업·경제적 필요성	17
1. 산업적 필요성	17
2. 극한상태 구조특성 실험시설 관련 시장동향	26
제3절 기술적 필요성	30
1. 기술수준	30
2. 국가연구개발과제 분석	31
3. 논문 분석	32
 제2장 극한상태 구조특성 실험시설 기본설계	 35
제1절 실험시설 정의	35
제2절 연구동향 및 실험시설 현황	37
제3절 실험시설 최소요구성능	69
제4절 실험시설 구축계획	79
제5절 소요예산(안)	92
제6절 경제성 분석	95
 제3장 기대효과	 111

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

- 건설기술관리법에 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 건설연구인프라2단계기본설계의 5개 실험시설 분야가 모두 포함됨
- (법 제16조의6 연구시설 및 장비의 지원 등) 국토교통부장관은 건설기술의 연구기반 확충을 위해 연구기관의 시설 및 장비의 확보·관리·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
 - '종합도로시험장 실험시설'의 기하구조 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 1.5톤급 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

- ‘종합도로시험장 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, 도시하천유역 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

- ‘종합도로시험장 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 시뮬레이션 함으로써 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

- ‘종합도로시험장 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 수급 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 생태계 조성
	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
 - ‘종합도로시험장’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
 - ‘종합도로시험장’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 검증을 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

추진 전략	R&D 거버넌스 개선	R&D 사업구조 개선	관리 프로세스 혁신	R&D 성과창출 및 인프라 구축
실천 과제	■ 국토해양 R&D 운영규정 개정 ■ 공공기술협의체 구성 및 운영 ■ 전문기관 조직개편 ■ PD제도 도입·운영	■ 사업구조 개편 ■ 미래핵심기술 기획연구	■ 기획타당성 검토위원회 구성 ■ 맞춤형 평가모델 구축 ■ 평가위원 Pool 제정 ■ 샘플링 정산제도 및 사전 예고제 도입 ■ 전문기관 R&D 콜센터, 연구 지원팀 신설 ■ 사업단 관리체계 정비	■ 기술 Inventory 구축 ■ 이노베이션 코칭 도입 ■ 인력육성 및 국제 협력 ■ 기술성과 검증 인프라 확충
	■ 기술성과 검증을 통한 R&D 성공확률 제고를 위해 실물크기 현장실험이 가능한 대규모 복합실험장 및 분산공유 인프라 2단계 사업 추진 - ‘11년중 사전기획을 거쳐 사업추진 세부내용을 마련하고 추진 타당성 검토 추진 예정			

[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, 대형 수리모형 실험시설, 종합도로시험장, 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 환류 강화 ■ Green & Smart 건설기술 개발 ■ 건설기술 실용화 촉진

■ **건설교통기술 대형 실험 인프라를 구축**

- 인프라 운영원의 ‘분산공유형 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	합계		6,000	39,880
정책개발	1,328	690	800	500	0				
합계	39,260	11,000	9,900	8,710	53,469				

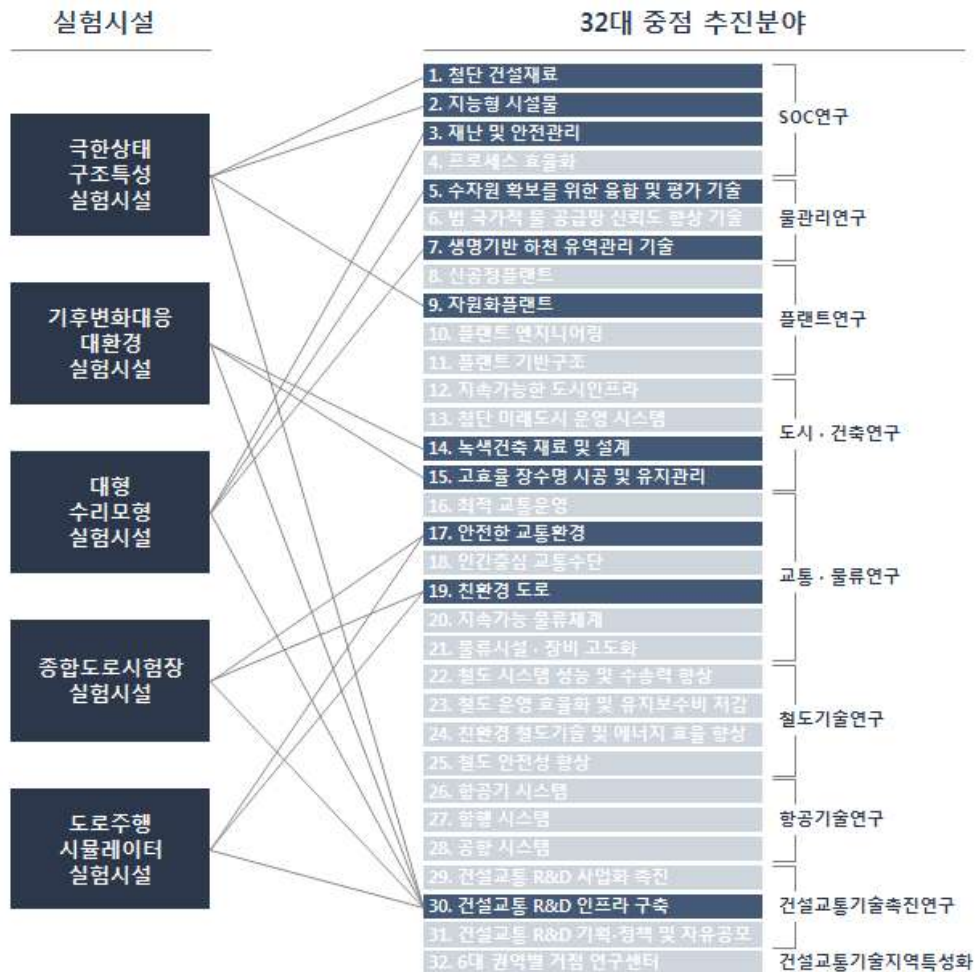
[그림 1-4] “2013년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획”과의 연계성

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

- 극한상태 구조특성 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
 - 건설연구인프라 2단계 5개 연구실험시설 구축이 세부 계획이며, 5개 실험시설 중 극한상태 구조 특성 실험시설이 포함됨
 - '첨단 건설재료' 분야의 전략프로젝트인 '극한조건 대응 건설재료 기술', '세계 선도형 콘크리트 구조물 혁신기술' 연구에 기여할 수 있음

전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
극한조건 대응 건설재료 기술	방호·방폭 섬유보강 복합재료 / 극한조건 대응 강재 및 구조	'13~'17	방호·방폭 원전구조물용 강재 및 설계·제작기술 극한조건 전용 강재 및 접합재료	충돌 실험시설 폭발 실험시설 극한온도 실험시설 고압/진공 실험시설
	극한지 에너지 플랫폼용 강재	'13~'17	극한지 에너지 플랫폼용 강재	극한온도 실험시설 고압/진공 실험시설
세계 선도형 콘크리트 구조물 혁신기술	고성능 지하구조물 방호·방폭 시설물 개발	'14~'16	맞춤형 UHOC 적용 지하 구조물 및 방호·방폭 시설물의 설계·제작 핵심기술	충돌 실험시설 폭발 실험시설

● ‘지능형 시설물’ 분야의 전략프로젝트인 ‘해양 횡단 기술’ 연구에 기여할 수 있음

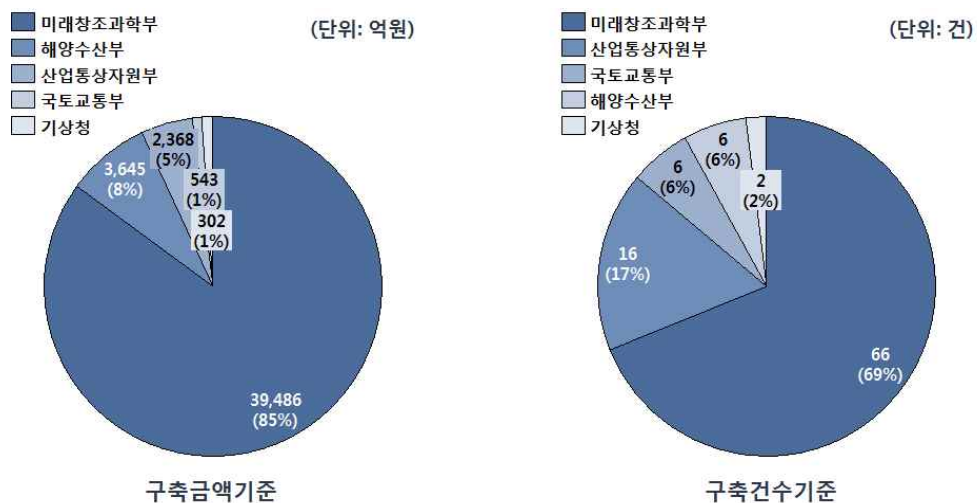
전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
해양 횡단 기술	해저터널 건설 기술	'13~'17	해저 지질·지반 평가 / 탐사 및 시추기술 해저터널 설계·시공· 유지관리 기술	고압/진공 실험시설

● ‘자원화 플랜트’ 분야의 전략 프로젝트인 ‘미개척 극한지 자원이송 기술’ 연구에 기여할 수 있음

전략 프로젝트	과제명	연구기간	최종성과물	연계 세부시설
미개척 극한지 자원이송 기술	극한지 자원 이송망 설계 및 시공기술	'13~'17	550MPa급 배관구조재료 관망/기반구조 설계·시공 기술 관망 원격감사·진단기술	극한온도 실험시설
	극한지 자원 이송망 진단 및 보수보강 기술	'14~'18	극한지 관망 진단 장비 및 능동보강기술	극한온도 실험시설
	극한작업용 자동화 시스템 설계·운용기술	'15~'18	극한지 작업로봇 자동화 시공시스템 원격 감시·운용기술	극한온도 실험시설

4. 국내 대형실험시설 구축현황

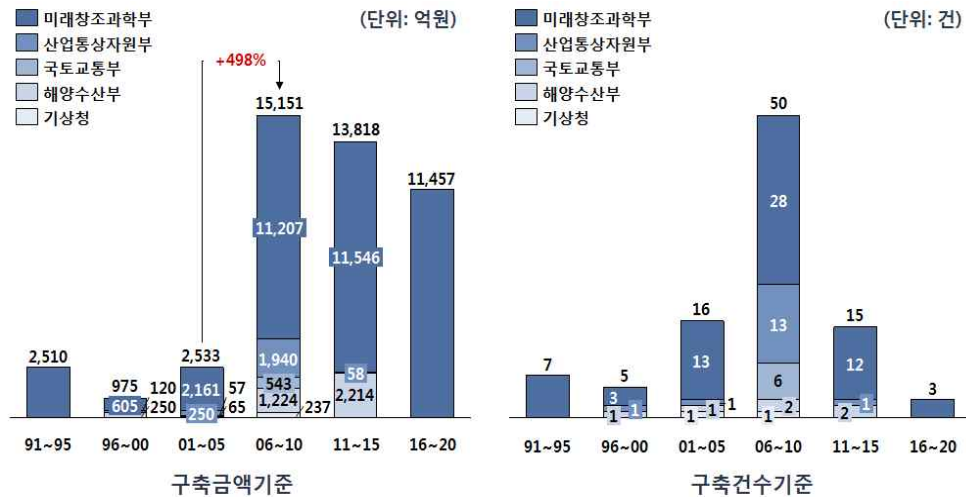
- 국가연구시설장비관리서비스의 대형연구시설 DB를 활용하여 국내 대형실험시설의 구축현황을 파악함
 - 1990년 이후 구축된 대형연구시설에 대하여 분석 수행하였으며, 대형연구시설의 기준은 구축비용이 50억 원 이상 투자된 실험시설로 설정함
- 대형실험시설에 대한 투자는 미래창조과학부, 해양수산부, 국토교통부 등에서 이루어지고 있으며, 이중 미래창조과학부의 비중이 상대적으로 높고 국토교통부의 비중은 매우 낮음



[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

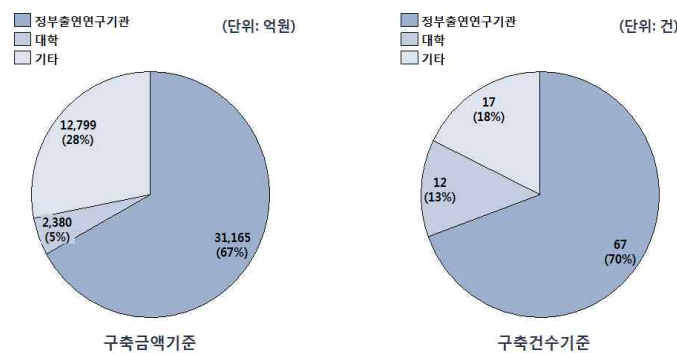


[그림 1-7] 구축연도별 대형실험시설 구축현황(부처별)

- '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

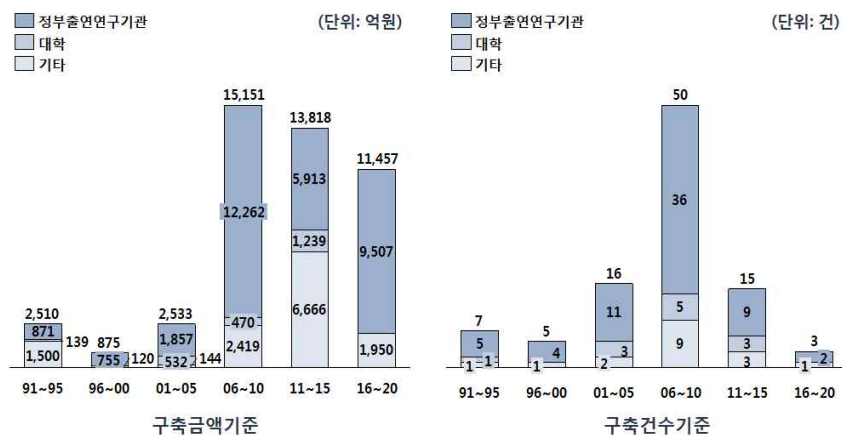
■ 각 부처에서 투자된 대형연구시설은 대부분 정부출연 연구기관에 설치되었으며, 정부출연 연구기관 중 한국원자력 연구원과 한국항공우주연구원의 비중이 타 출연(연)대비 높은 편임

- 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 증가함)



[그림 1-9] 구축연도별 대형실험시설 구축현황(관리기관별)

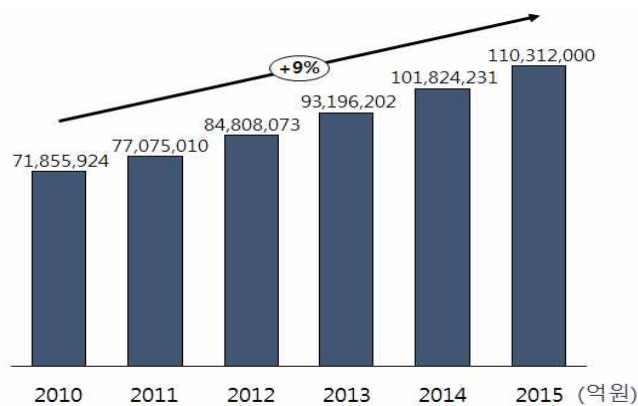
5) '11~'15년 기타항목은 중이온가속기(15완공, 4600억, 기초과학연구원), 포항방사광가속기(11완공, 1000억, 포항가속기연구소), 남극장보고과학기지(14완공, 1066억, 극지연구소)로 구성됨

제2절 산업·경제적 필요성

1. 산업적 필요성

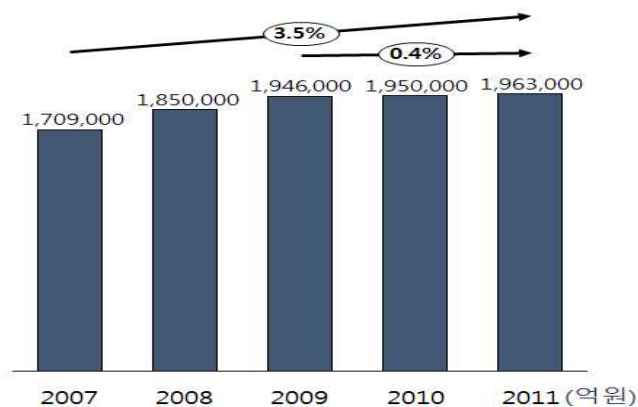
전세계 건설시장은 향후 꾸준한 성장세를 나타낼 것으로 예상되나, 국내 건설시장은 성장률이 둔화되어 정체되어 있는 실정임

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



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

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

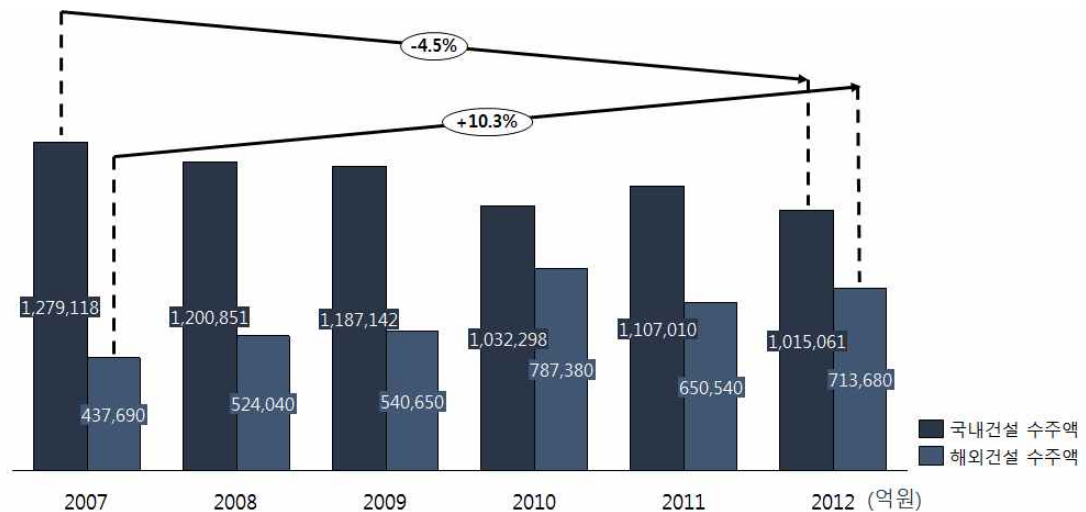


[그림 1-11] 국내 건설투자 규모

6) Global Construction Outlook 2011, Global Insight, 2011

7) 주요건설통계 2012. 4/4분기, 대한건설협회, 2012

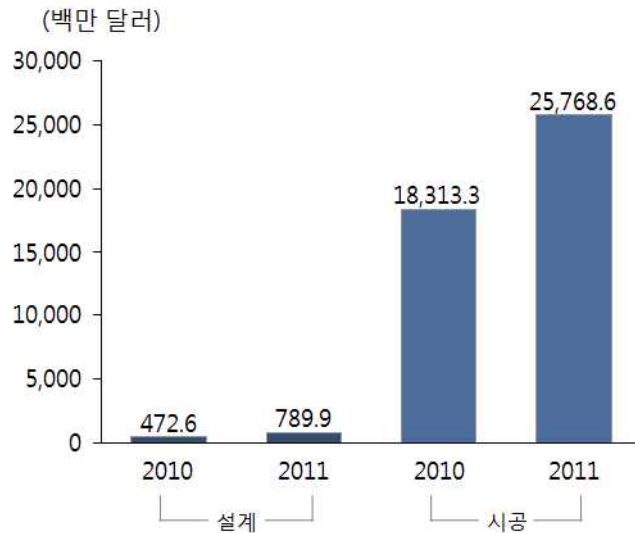
- 국내 건설기업의 국내시장 건설 수주액은 감소세에 있는 반면 해외시장 건설 수주액은 증가세에 있어 해외시장의 중요성이 점차 증대되고 있음
- 국내시장에서의 건설 수주액은 '12년 기준 101조원 규모로 '07년 이후 연평균 4.5% 감소하였음
- 해외시장에서의 건설 수주액은 '07년 기준 71조원 규모로 '07년 이후 연평균 10.3% 증가하였음



[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

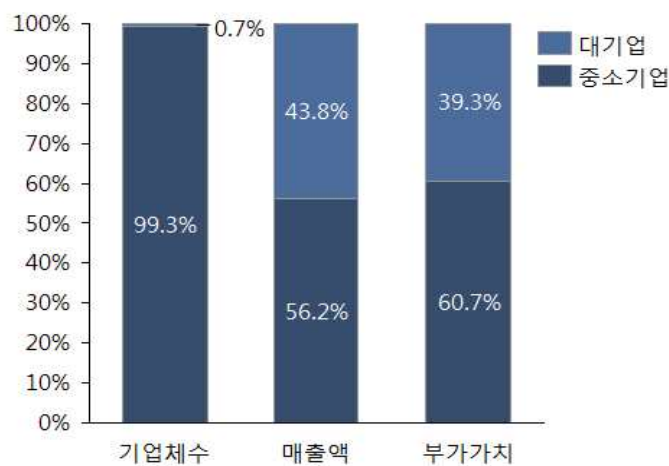
〈표 1-3〉 2010년~2011년 설계분야 해외 매출액 상위 기업

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)

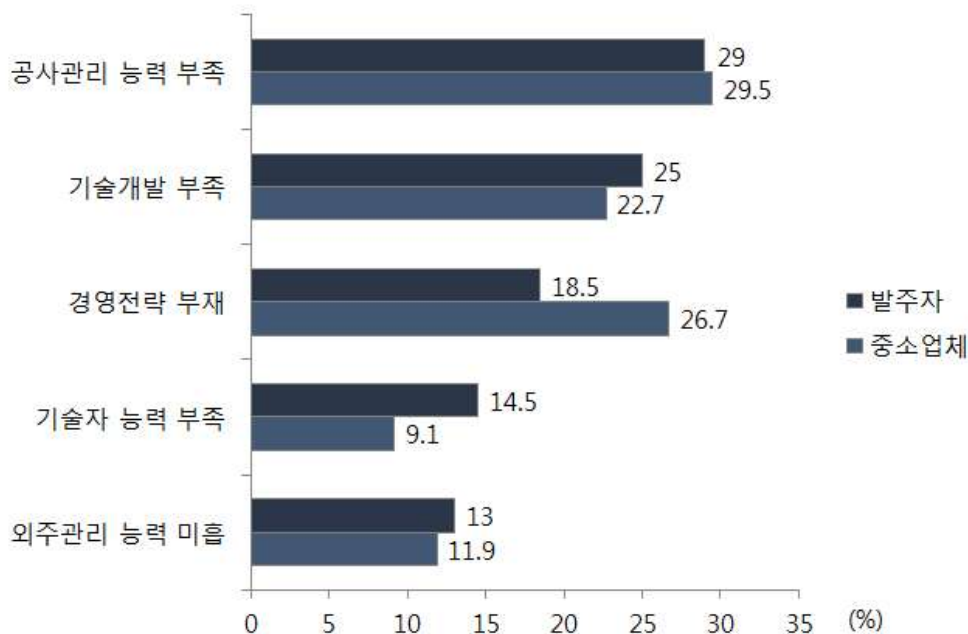
9) 중소 건설업체 경영실태 분석 및 경쟁력 강화방안, 한국건설산업연구원, 2012

- 대기업 대비 중소기업의 상대적 경쟁력 또한 평균 54%수준으로 낮은 실정임¹⁰⁾

〈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
전적 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⁾



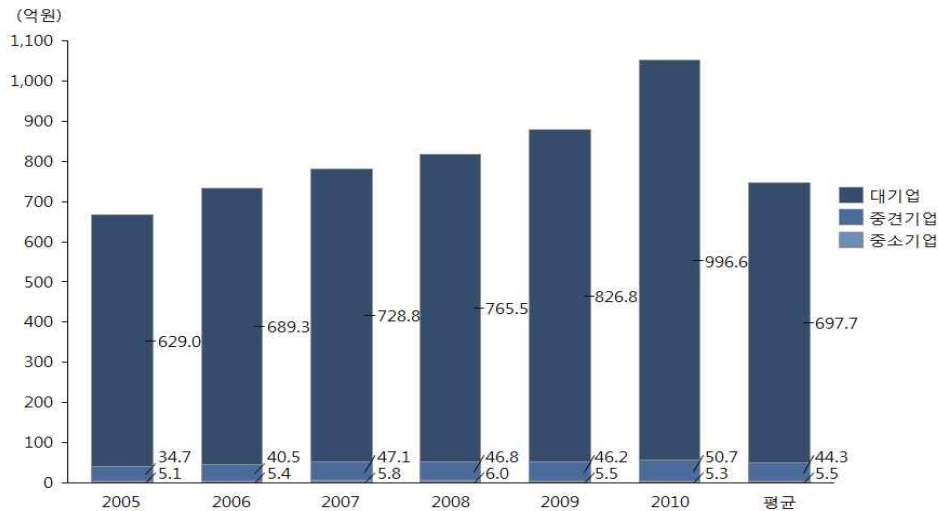
[그림 1-15] 대기업 대비 중소건설업체의 경쟁력 부족 사유

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⁾

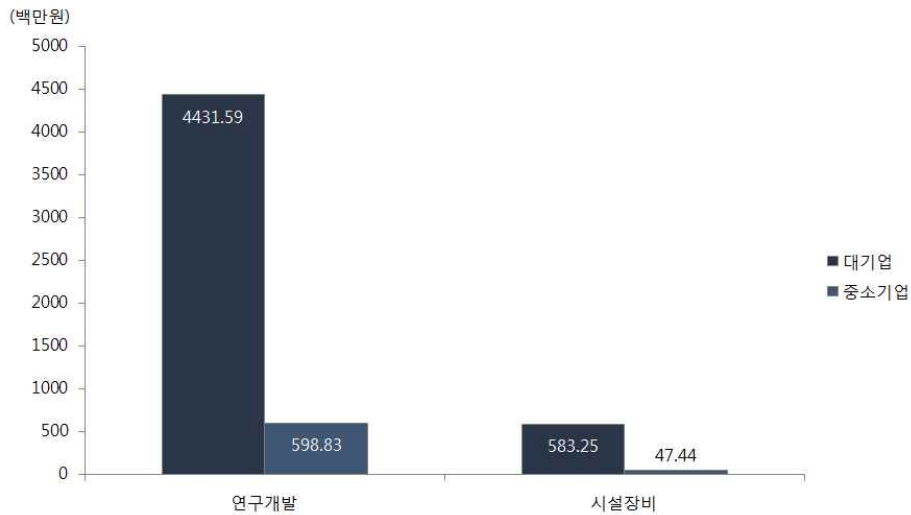
〈표 1-6〉 연구개발/시설장비 투자액 비교

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
현자공사비	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

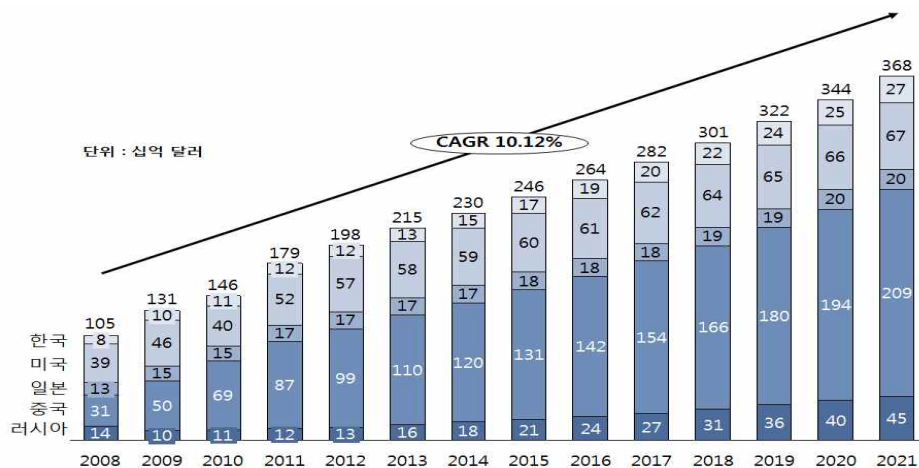
〈표 1-11〉 플랜트 기자재 종류별 국산화율

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. 극한상태 구조특성 실험시설 관련 시장동향

가. 발전소

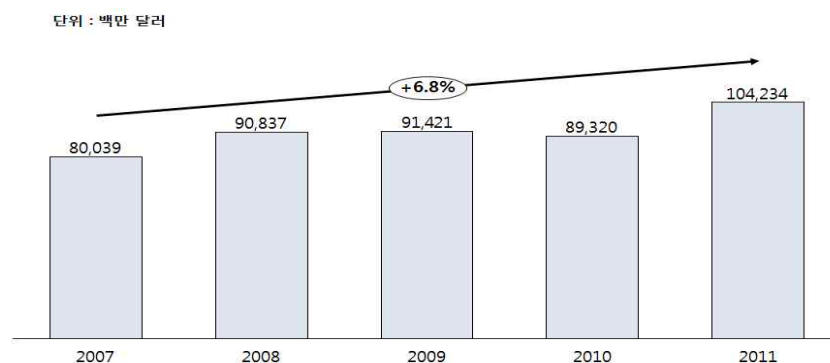
- BMI의 2012년 각국 인프라시설 분석보고서에 의하면 주요 5개국(한국, 미국, 일본, 중국, 러시아)의 발전소 시장 규모(해외수주 및 국내건설)은 2008년에 1,050억 달러에서 2021년 3,680억 달러로 연평균 10.12% 성장할 것으로 전망함¹⁹⁾



[그림 1-18] 주요5국(한국, 미국, 일본, 중국, 러시아) 발전소 시장 동향(BMI)

나. 석유화학 플랜트

- 세계 225대 건설 기업들의 석유화학공장 해외수주는 2007년 800억 달러 규모에서 2011년 1,042억 달러 규모로 연평균 6.8% 성장함²⁰⁾



[그림 1-19] 석유화학 플랜트 해외건설 수주 추이

19) BMI Infrastructure Report, Businessmonitor, 2012

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

■ 산유국 중심의 산업설비 확충과 에너지플랜트 수요확산이 지속되고 있음²¹⁾

- 대규모 인프라 투자와 오일 및 가스 다운스트림 분야에 대한 투자확대 등 주요 산업설비의 지속적 발주 예상
 - 사우디아라비아의 경우, “2020 프로젝트”를 통해 2020년까지 석유화학제품의 세계시장 점유율을 15%로 확대할 계획
- 2009~2011년 기간 중 중동지역의 플랜트 발주규모는 약 5,000억 달러에 육박

〈표 1-12〉 중동지역 플랜트 발주규모

국가명	2009~2011년 누계(백만 달러)
사우디아라비아	152,040
UAE	105,699
이란	90,112
쿠웨이트	61,335
카타르	34,213
이라크	22,423
오만	22,061
바레인	4,445
총 계	492,328

- 부문별로는 오일가스 분야가 2,767억 달러로 전체의 56%를 차지하고, 발전설비 864억 달러, 석유화학설비 861억 달러, 담수설비 102억 달러 순임

■ 글로벌 경기침체의 영향으로 경기침체 및 유가변동 등에 영향을 덜 받는 신흥시장의 중요성이 증대되고 있음²²⁾

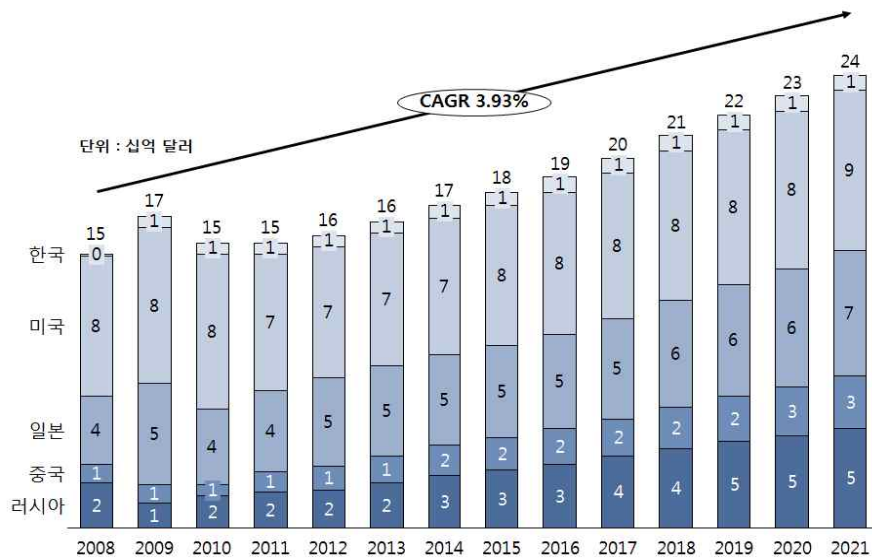
- 중동 플랜트 시장의 1999~2008년 연평균성장률이 12.7%이고, 에너지 수요가 커지면서 오일&가스 및 담수 플랜트 중심으로 성장할 것으로 예상됨
- 러시아와 기타 동유럽권역 플랜트 시장의 1999~2008년 연평균성장률은 29.4%이고, 자원과 관련이 있는 다운스트림 분야를 중심으로 시장이 확대되고 있음
- 아프리카 플랜트 시장의 1999~2008년 연평균성장률이 10.2%이고, 아프리카 플랜트 시장은 에너지 수요 증대로 인해 오일&가스 및 담수 플랜트 중심의 성장이 예상됨

21) ‘플랜트산업의 기초분석’ - 성장동력산업실

22) ‘플랜트산업의 기초분석’ - 성장동력산업실

다. 공항

- ❏ BMI의 2012년 각국 인프라시설 분석보고서에 의하면 주요 5개국(한국, 미국, 일본, 중국, 러시아)의 공항건설 시장 규모는 2008년에 146억 달러에서 2021년 241억 달러로 연평균 3.93% 성장할 것으로 전망함²³⁾



[그림 1-20] 주요5국(한국, 미국, 일본, 중국, 러시아) 공항건설 시장 동향(BMI)

라. 초고층빌딩²⁴⁾²⁵⁾

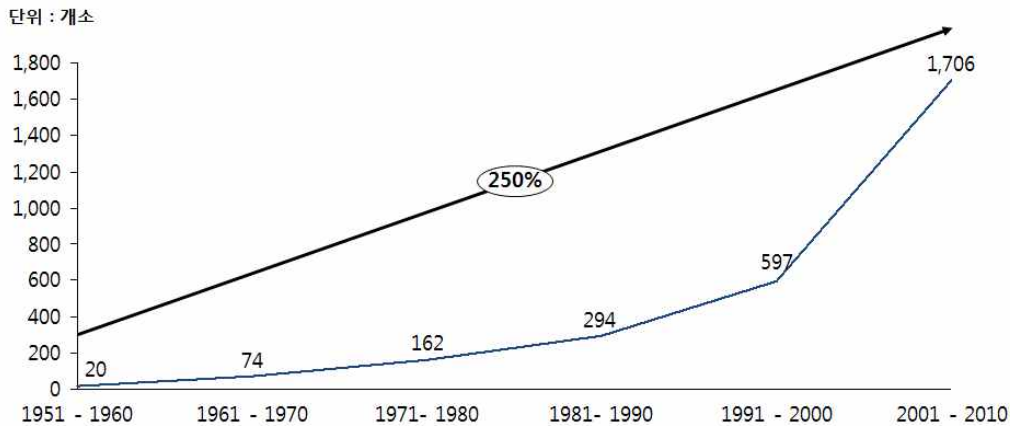
- ❏ 초고층빌딩이란 건축법령상 50층이거나 높이 200m 이상의 건축물을 말함
 - 구조설계·시공재료·녹색기술 등의 첨단기술의 집합체이고, 민간사업이나 글로벌도시의 Landmark, 일반건물 여러 개를 대체가능하고 국가발전의 심벌로서 공공 성격도 많음
- ❏ 1960년대 이후부터 2000년대까지 50년간 초고층 건축물의 증가율을 분석한 결과, 연평균 250%의 증가율을 보이고 있음²⁶⁾

23) BMI Infrastructure Report, Businessmonitor, 2012

24) 초고층 건설 기술개발 추진현황과 과제, RIST 연구위원 이필원, 2010

25) 랜드마크 국토교통지식정보센터

26) Georges Binder/Marshall Gerometta



[그림 1-21] 초고층빌딩 개수 (1950 - 2010년)

- 2001~2010년에 준공된 초고층 건축물 1,706개에 50년간 초고층 평균증가율인 250%를 적용하면, 2011~2020년간 4,282개의 초고층 건축물이 건설될 것으로 예상됨

■ 한국건설산업연구원에 의하면 2015년까지 초고층 건물 건설에 약 560조원이 투입될 전망이다

마. 초장대교량²⁷⁾

- 장대교량 시장은 2010년대에는 약 50조원(439억 달러) 규모의 시장이 형성될 것으로 보이며, 유럽이나 북미보다는 한국·일본·중국 등 동북아시아를 중심으로 성장하여, 동북아시아에서만 약 20조원(176억 달러)의 시장이 형성될 것으로 전망함
- 주경간 200m 이상의 장대교량으로서 국내 시장규모는 1990년대에 8,000억 원 규모에 불과했으나, 2000년대에는 4조 5,000억 원 규모로 성장하였고, 2010년대에는 6조 7,000억 원 규모로 성장할 것으로 전망함²⁸⁾
- 2000년 이후 장대교량 건설이 증가한 원인은 정부가 국토 가용면적 확대와 낙후지역 개발을 위하여 서남해안 개발 사업을 추진하고 있어 서남해안 도서를 연결하는 연육교 및 연도교의 발주 개수가 증가하고 있기 때문임

27) 초장대교량사업단

28) 장대교량 해외시장과 기술동향, 국토연구원 문정호, 2009

제3절 기술적 필요성

1. 기술수준

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

- 국내 건설교통 기술수준은 궁극기술 대비 평균 61.8%이며, 최고기술보유국 대비 기술격차는 16.6%(4.8년)임²⁹⁾
- 엔지니어링 분야 최고기술국(미국=100) 대비 원천기술 수준은 72.8, 기본설계기술 수준은 73.4%로 취약하며, 유럽·일본에 비해서도 다소 열등한 수준임³⁰⁾

〈표 1-13〉 경쟁국과의 건설기술수준 비교 (미국 = 100)

국가	원천기술	기본설계 기술	상세설계 기술	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

극한상태 구조특성 실험시설과 관련된 건설기술 분야의 기술수준은 최고기술국 대비 평균 70% 이하 수준임

- ‘원전 안전조치 및 방재기술’ 분야의 최고기술국은 미국이며, 한국의 기술수준은 70.4%임³¹⁾
- ‘초고층빌딩 친환경·방재안전 기술’ 분야의 최고기술국은 미국이며, 한국의 기술수준은 67.9%임³²⁾
- ‘미개척 극한지 자원이송 설계기술’ 분야의 한국 기술수준은 65%임³³⁾
- ‘해저생산 플랜트 설계 안전성 평가 및 심해 설치기술’ 분야의 기술 선도국은 미국/노르웨이이며, 한국의 기술수준은 70% 이하임³⁴⁾

29) 제5차 건설기술진흥 기본계획, 국토해양부, 2012

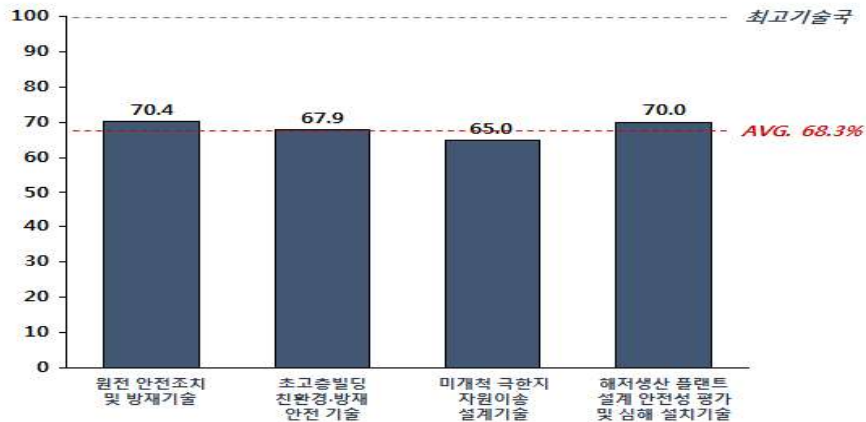
30) 엔지니어링플랜트기술센터, 2011 / 제5차 건설기술진흥 기본계획, 국토해양부, 2012

31) 기술수준평가 보고서, KISTEP, 2010

32) 기술수준평가 보고서, KISTEP, 2010

33) 건설교통 R&D 중장기계획, 국토해양부, 2012

34) 해저생산 플랜트 설계 안정성 평가 및 심해 설치기술 개발 특허동향, 특허청, 2009



[그림 1-22] 극한상태 구조특성 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 NTIS³⁵⁾ 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

35) www.ntis.go.kr

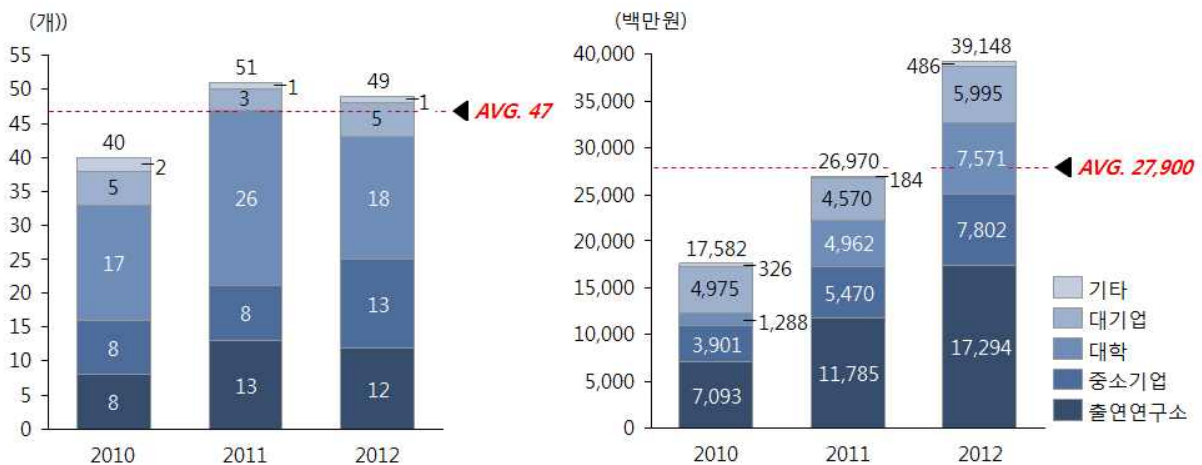
〈표 1-14〉 국가연구개발과제 분석에 이용된 키워드

구분	키워드
극한상태 구조특성 실험시설	충격, 충돌, 폭발, 극한, 극저온, 극고온, 고압, 진공, 우주, 극지, 심해, 해저

나. 분석결과

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

● ‘극한상태 구조특성 실험시설’ 관련 분야의 국가연구개발과제를 평균 47건 수행하고 있으며, 연구비는 매년 평균 279억 투자하고 있음



[그림 1-23] ‘극한상태 구조특성 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

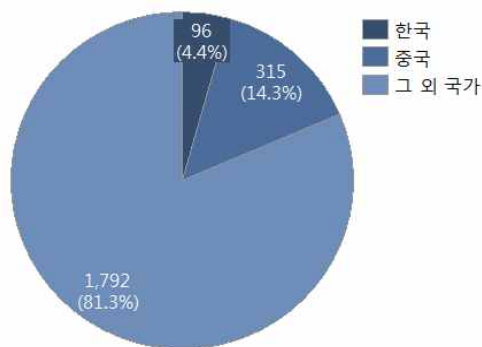
● 각 실험시설별 키워드는 실험시설 별 전문가 그룹이 도출하였으며, 도출된 키워드를 조합한 검색식을 통해 관련 논문을 추출함

- 각 실험시설과 관련된 학문분야를 필터링하여 결과의 신뢰성을 높임

〈표 1-15〉 논문분석에 이용된 검색식 및 학문분야

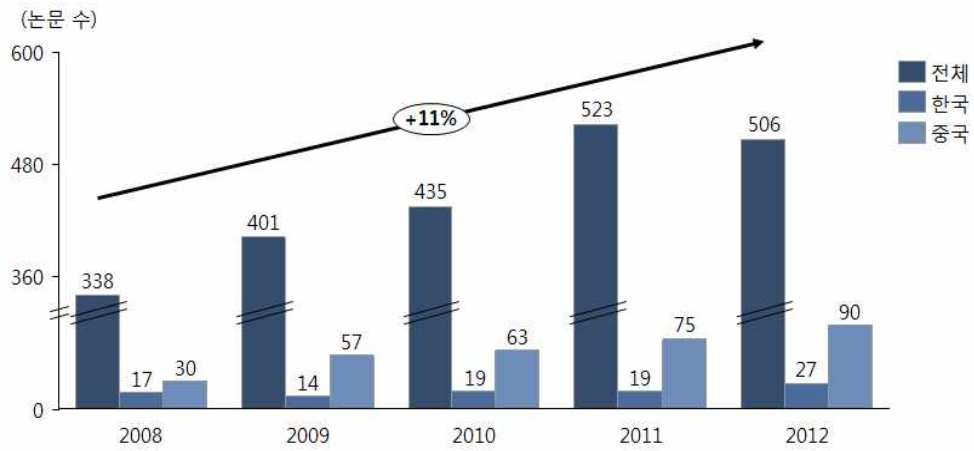
구분	검색식	학문분야
극한상태 구조특성 실험시설	(extreme or abnormal or critic*) and (state* or load* or temperature* or pressure or vacuum or coldest and heat or impact or shock or crash* or collision or blast or explosion) and (damage or destruct* or deform* or performance* or behavior) and (structure or material*)	Engineering Construction Building Technology

- 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
- 극한상태 구조특성 실험시설과 관련된 2,203개의 논문 중 국내에서 발표된 논문은 96개(4.4%)이고, 중국에서 발표된 논문은 315개(14.3%)임



[그림 1-24] 극한상태구조특성실험시설 관련 국내외 논문 수 (2008년~2012년)

- 건설연구인프라 2단계 실험시설과 관련된 분야의 논문의 수는 지속적으로 증가하고 있어 관련분야의 학술적 중요성이 점차 증대됨을 확인할 수 있음
- 극한상태 구조특성 실험시설 관련 국내외 논문은 2008년 338개에서 2012년 523개로 연평균 11% 증가하였음



[그림 1-25] 극한상태구조특성실험시설 관련 논문 수 추이

제2장 극한상태 구조특성 실험시설 기본설계

제1절 실험시설 정의

- 극한상태 구조실험은 일상적인 범주의 하중, 온도, 압력을 초과하는 극한 하중 및 극한환경을 모사하여 이에 노출된 구조물과 부재의 거동을 실험하는 것을 의미함
 - 극한하중은 운송수단(차량, 열차, 선박, 항공기)/비행체(미사일 등)의 충돌에 의한 하중, 폭발물/유류/화학약품 등의 폭발에 의한 하중, 강진/태풍(토네이도)/쓰나미/화산폭발/유성등 극한의 자연하중 등을 의미함
 - 극한환경은 극한(寒)/극서(署)의 극한온도 환경과 초고압/진공 상태의 극한압력 환경 등을 의미함
- 기본설계를 통해 도출한 극한상태 구조특성 실험시설의 정의는 다음과 같음
 - (Needs) 일상적인 범주의 설계하중을 초과하는 하중에 대한 구조물의 성능평가가 요구됨에 따라
 - (Purpose) 극한상태 하중 즉, 충돌, 폭발, 충격, 극한온도, 극한압력 등에 대한 구조물의 성능평가 및 재료/소재 단위의 개발을 위한 소재시험이 가능하여 극한환경의 해외 건설 기술검증 등에 활용할 수 있는,
 - (Performance) 충돌 및 폭발을 모사할 수 있는 실험장비 및 시설, 극한온도와 극한압력 환경을 구현할 수 있는 챔버 및 역학실험 장비 등을 갖춘 대형 구조특성 실험시설
- 극한상태 구조특성 실험시설을 통해 수행 가능한 실험 분야는 크게 충돌, 폭발, 극한온도, 고압/진공의 네 분야로 분류함
 - 충돌 분야는 물체가 구조 및 부재에 직접 충돌하는 상황을 모사하여 실험하는 것을 의미함
 - 폭발 분야는 구조 및 부재에 직접 폭발압을 가하거나 폭발 하중을 모사하여 전달함으로써 실험하는 것을 의미함
 - 극한온도 분야는 극한(寒) · 극서(署) 환경 및 큰 폭의 온도 변화 환경을 인위적으로 조성하여 구조 및 부재의 거동을 실험하는 것을 의미함
 - 고압/진공 분야는 초고압, 진공 환경을 인위적으로 조성하여 구조 및 부재의 거동을 실험하는 것을 의미함
 - 극한상태 구조특성 실험시설의 세부 분야 별 실험영역은 다음과 같음

〈표 2-1〉 극한상태 구조특성 실험시설 세부 분야 및 실험 영역

분야	세부분야	실험영역
충돌	저속충돌	200m/s 이하의 속도이고 수직 및 수평방향의 충격량이 큰 충돌에 의한 시험체의 손상 정도를 평가
	중속충돌	200~1000m/s 속도의 충돌에 의한 시험체의 국부 손상 정도를 평가
	고속충돌	1,000m/s 이상의 고속충돌에 의한 시험체의 국부파괴 정도를 평가
폭발	충격	폭발물 사용 없이 다수의 유압 가력기를 이용하여 모사하중을 구조물에 전달시켜 폭발실험을 모사
	근거리폭발	일정공간 내에서 직접 기폭에 의해 폭발 현상을 구현하고 이에 따른 재료 및 부재 거동을 평가
극한온도		- 극 저온 환경에서의 재료/구조 성능평가 실험 - 극 고온 환경에서의 재료/구조 성능평가 실험 - 저온-고온 온도변화 환경에서의 재료/구조 성능평가 실험
고압/진공		- 초고압/진공 환경에서의 재료/구조 성능평가 실험 - 고압/진공 환경에서의 재료/구조 성능평가 실험

제2절 연구동향 및 실험시설 현황

가. 연구동향

■ 미국 Sandia 연구소에서는 원전의 안전성 증대를 위한 실규모 충돌 연구를 다수 수행함

- 실규모 F4 Phantom 전투기를 210m/s속도로 두꺼운 콘크리트 블록에 충돌시키는 실험을 수행하여 비행기의 Loading Time History 분석 모델 도출에 활용함³⁶⁾



[그림 2-1] Sandia National Lab. 실규모 전투기 충돌 실험

■ 맨체스터 대학의 Impact and explosion expert group에서는 직경 1.5m, TNT 30g 수준의 Blast Chamber를 활용하여 spalling/scabbing tests 등의 연구를 수행함

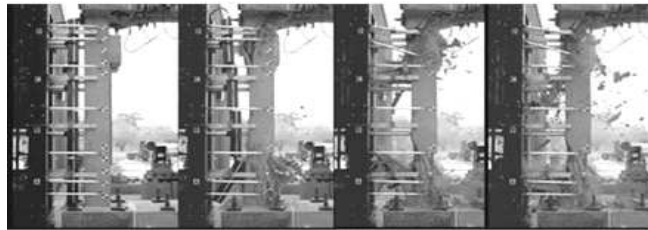
- 높은 변형률 속도에서의 소재 성능 및 개발을 하고 있고 Computational mechanics와 연계하여 폭발 효과를 모사한 연구를 수행함

■ University of California, San Diego, Explosive Loading Laboratory에서는 폭발상황을 실규모로 모사할 수 있는 유압 기반 폭발 시뮬레이터를 세계 최초로 개발하여 관련연구를 수행하고 있음

■ 세계 최초로 폭발물이나 화구(fireball) 없이 20.7 kPa-s 및 82.8 kPa-s의 충격량을 가압하여 모사함

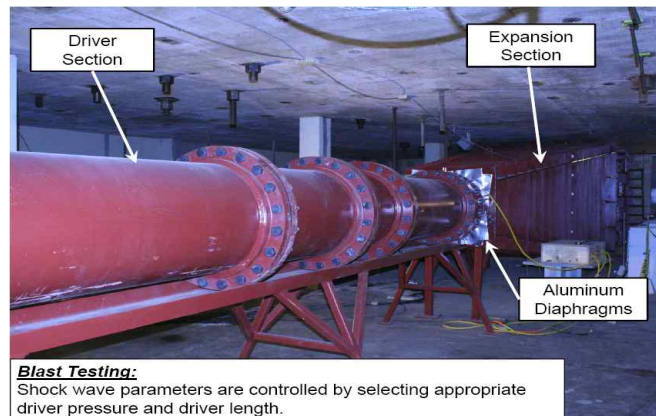
- Blast generators는 Type I(4기) 및 Type II (2기)의 사양은 최대에너지 각각 - 101kJ 및 420kJ, 최대속도 - 34m/s 및 66m/s, 최대질량 - 50~400kg 및 100~800kg (피스톤 질량 포함), Impulse time - 0.5~5ms 수준임

36) Sugano, T., et al, "Full-scale aircraft impact test for evaluation of impact force", Nuclear Engineering and Design, N. 140, pp 373-385, Elsevier, 1993.



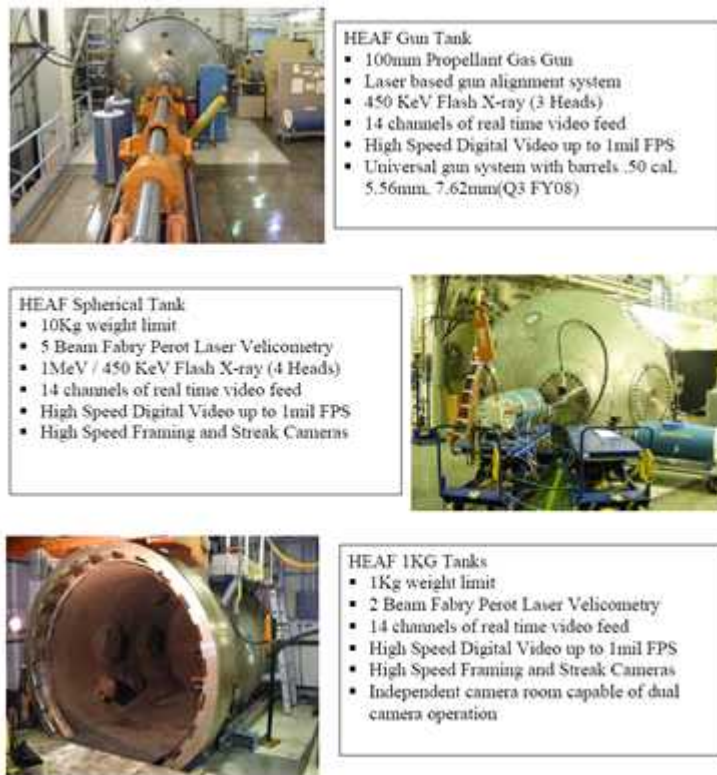
[그림 2-2] USCD의 Blast Simulator

- 캐나다의 University of Ottawa는 구조물에 영향을 미치는 폭발 하중을 안전하고 경제적으로 모사하기 위하여 Shock tube를 개발함
- Shock tube를 이용하여 다양한 폭발 실험을 반복적으로 수행할 수 있도록 실험시설을 구축하였음
- Shock Tube의 사양은 Length: 15m, Spool diameter: 0.6m, Test area: 2m x 2m, Reflected pressure: 100kPa, Duration: 5msec~70msec



[그림 2-3] 오타와 대학의 Shock Tube

- 미국의 Lawrence Livermore National Laboratory에서는 국가 안전과 안보를 위해 과학기술 분야를 연구하는 기관으로, 핵안보, 테러 대응 기술 및 무기, 기후 변화 대응 및 탄소 저감 기술을 주요 연구 대상으로 함



[그림 2-4] Lawrence Livermore N.L. 실험 챔버

- 국내에서는 국방과학연구소에서 실외에서 방폭 소재나 시스템에 대한 실험을 통한 검증연구 및 이와 관련된 소재 개발 관련 연구가 기획 진행중임



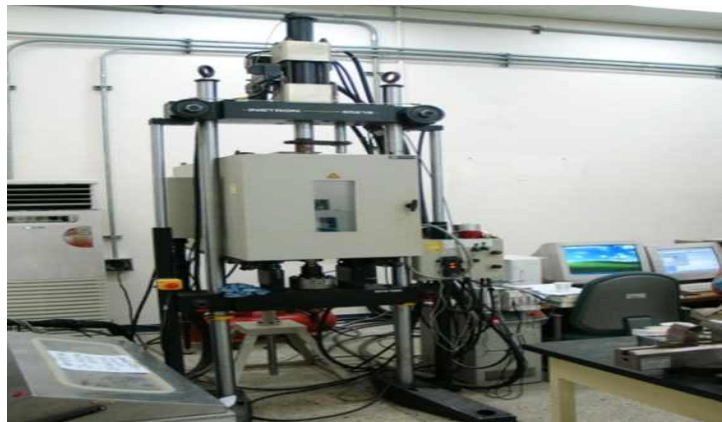
[그림 2-5] 국내의 실외 폭파 실험 예

- 고온에 대한 연구는 화재를 대상으로 한 실험시설 및 연구가 주를 이루고 있으며, 우리나라에도 화성에 위치한 건설기술연구원 화재안전연구센터가 구축됨
- 건축물의 화재현상에 대한 정밀한 예측과 화재안전 기술 개발 등을 연구하기 위해 실물화재성능시험동, 터널실험동 등이 구축됨
- 화재안전연구센터 장비 사양은 Large Scale Calorimeter(10MW), Single Burning Items(1MW), Room Corner Tester(1MW), 고성능 수평가열로(10m, 7.5m, 6m, 4m), 고성능 기둥가열로(1000ton), 고성능 수직가열로(4x4m)



[그림 2-6] 화재안전센터 내의 가열로

- 저온에 대한 연구는 심해, 극지방의 모사를 통해 저온환경에서 구조물의 성능 및 안정성을 대상으로 한 연구가 활발함
- 국내에는 건설기술연구원의 극한공학 실험실에서 대형 항온 챔버를 이용하여 실내실험을 수행할 수 있도록 구축되었음
- 극한공학실험실의 사양은 Max dimensions test object : 10m x 5m x 5.1m, Temperaturerange: -50°C ~ +50°C



[그림 2-7] 극한공학연구실 내의 동상 시험기

- ❏ OWI Application Lab의 Large climatic chamber와 Wind Turbine은 극지방과 같은 극저온상태의 환경을 모사하여 이러한 환경에서 구조물 성능에 대한 연구를 수행함
- Large climate chamber의 사양은 Max dimensions test object : 10m x 8m x 7m, Max weighttest object: 150 tons, Temperaturerange: $-60^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$



[그림 2-8] OWI Application Lab의 Large Climate Chamber

- ❏ 캐나다의 C-FER에서는 Deepwater Experimental Chamber를 개발하여 해저에서의 자원 탐색 및 채취 기술, 해저파이프 관련 실험 연구를 수행함
- Deepwater Experimetal Chamber의 사양은 Working Pressure to 55 MP, 10.7 m long with 1.22 m diameter, internal video monitoring, Internal rams and reaction frames



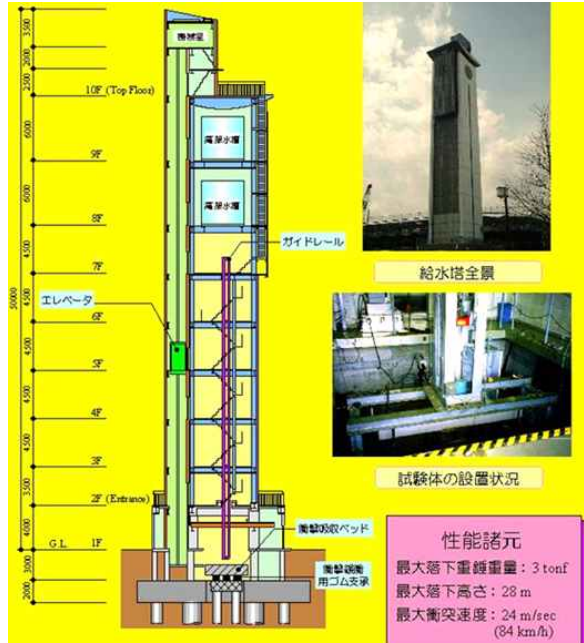
[그림 2-9] C-FER의 Deepwater Experimetal Chamber

- 영국의 QinetiQ에서는 Diving and Hyperbaric Test Centre와 Hyperbaric Trials Unit을 개발하여 심해환경에서 각 종 장비들의 성능 및 안정성 평가를 수행함
- Diving and Hyperbaric Test Centre의 사양은 Working Pressure to 150 bar (1,500m), Open top tank 3m x 3m x 3m, 2m x 2m x 2m underwater anechoic chamber, Extreme temperature range between -75° and 100° C



[그림 2-10] QinetiQ의 Hyperbaric Trials Unit와 Diving and Hyperbaric Test Centre

가. 해외 실험시설 현황

방위대학교(일본)		
개요	자유낙하, 공기압력식 비상체 충돌시험 등 저속에서 고속까지의 충격 조건 구현이 가능하며, 동적변형거동(변형속도) 등에 대한 평가가 가능한 급속재하 실험장비 구축	
장비 및 시설	Drop Weight	
	 性能諸元 - 最大落下重錘重量: 3 tonf - 最大落下高さ: 28 m - 最大衝突速度: 24 m/sec (84 km/h)	
	분야	충돌
	성능	충돌속도 24m/s
		충돌무게 3tonf
		낙하높이 28m
	내용	대규모 추의 낙하에 의한 충격 실험장비
	특징	보통 자동차의 고속 충돌상황 모사가 가능함

장비
및
시설

수평 충격력 재하장치



구분	충돌	
성능	충돌속도	70km/h
	충돌체질량	150kg
내용	수평방향으로 충격을 가할 수 있는 실험장비	
특징	가드레일의 차량충돌, 터널에서 토사드의 충돌 상황 고려	

가스압력식 고속 비상체 발사장치



구분	충돌	
성능	충돌속도	600m/s
	충돌체질량	100g~400g
내용	발사관을 통하여 충돌체를 발사하여 시험체를 가력하는 실험장비	
특징	콘크리트, 강판 재료의 국부파괴 성상 평가	

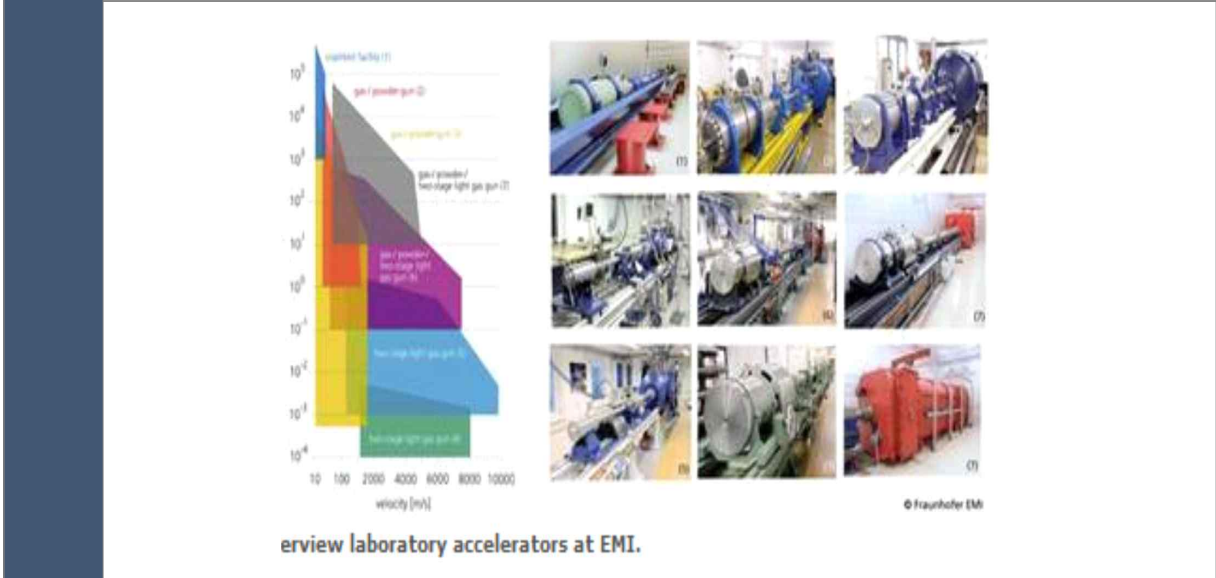
University of Toronto(캐나다)			
개요	물체의 자유낙하를 이용하여 판부재의 충격 저항력 평가가 가능함		
	Plate Impact Test Equipment		
장비 및 시설			
	구분	충돌	
	성능	충돌체질량	1.2~1.8tonf
		플레이트	180cm X 180cm X 13cm
	내용	부재 규모의 시험체에 대한 낙하 충격 실험장비	
	특징		

BAM(독일)		
개요	충격하중 하에서 구조 부재의 거동 실험 장비를 구비함	
장비 및 시설	Hydraulic Impact Testing Machine	
		
	구분	충돌
	성능	충돌체질량 100tonf, 63tonf
		속도 4.5m/s(100tonf), 8.5m/s(63tonf)
	내용	충격하중 하에서 구조 부재의 거동을 관측하기 위한 실험장비
	특징	

프라운호퍼 EMI(독일)

개요 충격, 폭발 등의 극한상태에 대한 실험시설의 규모가 가장 잘 갖춰져 있으며, 충격시험의 경우, 비상체의 질량 및 속도 조건에 대한 다양한 변화가 가능함

Accelerator facilities for impact experiments



	구분	층돌
--	----	----

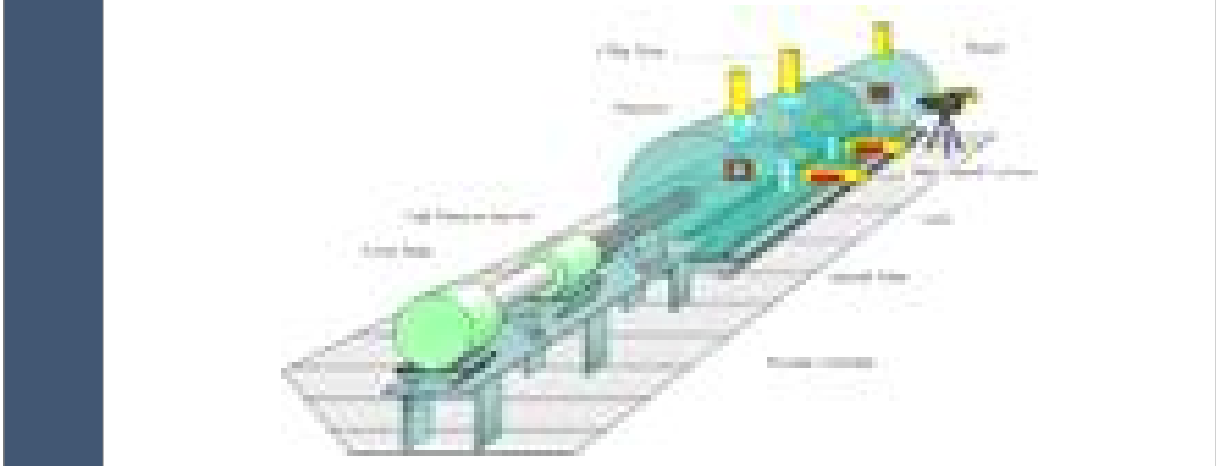
성능	충돌속도	10~8,000m/s
----	------	-------------

장비	내용	충돌속도 조절을 통하여 저속부터 고속까지의 시험이 가능한 실험장비
----	----	--------------------------------------

및 기타	특지	대규모의 측도시험 장비 Split Hopkins Pressure bars 공기압축 하야시 드 2대가소
---------	----	--

시절	국영	제1호의 응봉시험 응-리, Split Hopkins Pressure bars 응시험국, 외국국 응 2년시험
----	----	---

Schematic setup of a laboratory accelerator



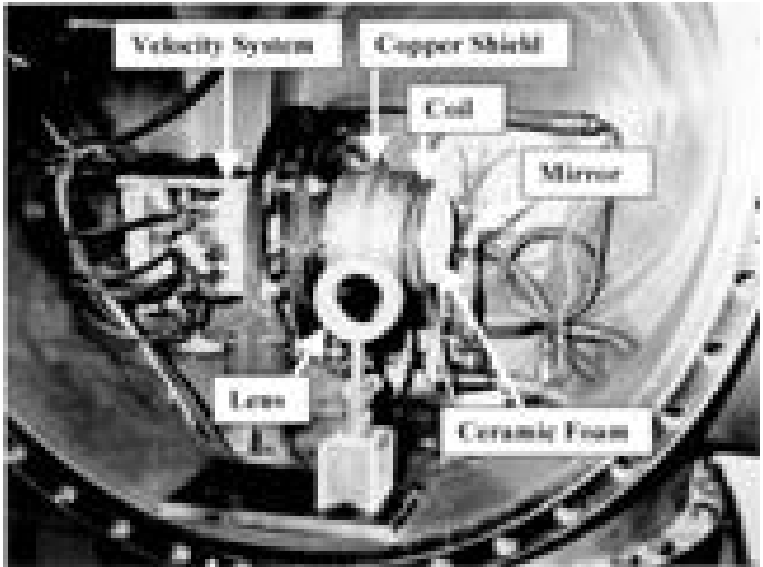
	구분	층돌
--	----	----

성능	충돌속도	10km/s
----	------	--------

	내용	
--	----	--

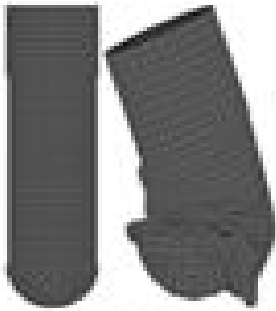
특징	화약식 2단가속(chemical energy of a propellant powder)
----	---

나고야대학교(일본)		
장비 및 시설	개요	가스압력식(약 350m/s) 및 화약식(약 1000m/s) 충격시험장치 구축 비상체(4mm) 및 시험체(100×100mm) 크기의 제한으로 재료레벨에서의 파괴특성을 평가함
	Air Gun	
		
	구분	충돌
	성능	충돌속도
	발사체직경	4~25mm
	내용	고압가스를 구동력으로 하여 비상체를 가속하는 실험장비
	특징	헬륨가스에서 얻어지는 비상체의 최고 속도의 평균은 350m/sec 정도로, 비상체는 직경 7mm, 전장 10mm의 원형의 sabot와 함께 가속됨 가속된 비상체와 sabot는 sabot stopper에 의해서 분리되어 비상체만이 시료에 충돌함

Northwestern Univ.					
개요	가스압력에 의해 50~1,000m/s의 충돌 속도 구현이 가능한 실험장비를 보유함				
장비 및 시설	Air Gun				
					
	구분	충돌			
	성능	충돌속도	400m/s	1,000m/s	200m/s, 1,200m/s
		충돌체직경	153mm	76.2mm	60.0mm, 25, 56mm
	내용	가스충을 이용한 저속의 충돌체를 사용하여 재료의 동적변형이나 파괴모드를 구하기 위한 장비			
	특징	저속 충격실험기로 1단계 가스충으로 구성되어 있으며, 발사되는 발사체의 모양과 재료 및 질량을 달리하여 충격량을 얻을 수 있음			

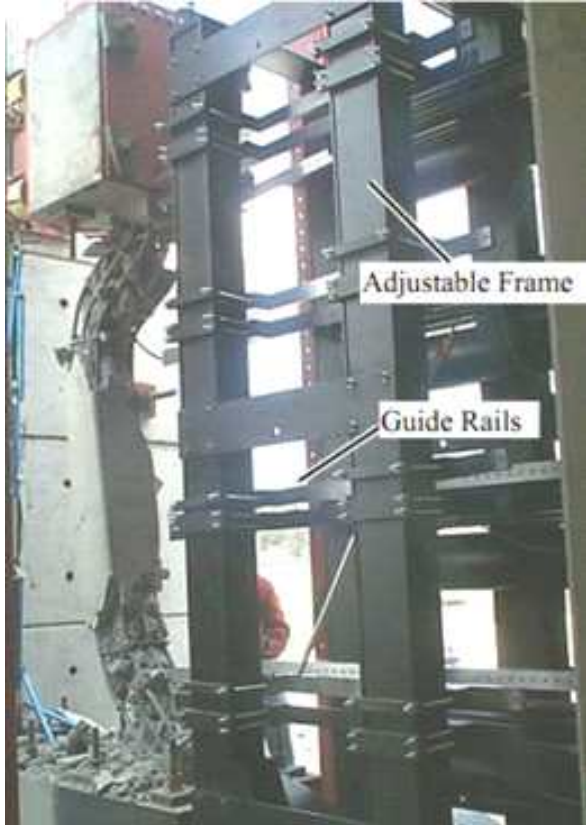
Imperial College			
개요	가스압력에 의해 50~1000m/s의 충돌 속도 구현이 가능한 실험장비를 qdb함		
장비 및 시설	Air Gun		
	구분	충돌	
	성능	충돌속도	200~1,400m/s
		가스압력	60GPa
	내용		
	특징	정적, 동적, 충격하중을 가할 수있는 hydraulic test 장비보유(£1.9M), Extreme & Hazardous Loading에 대한 연구 진행중	

VTT		
개요	가스압력에 의해 200m/s의 충돌 속도 구현이 가능한 실험장비를 보유함	
장비 및 시설	Air Gun	
		
	구분	충돌
	성능	충돌속도 200m/s
		충돌질량 100kg
	내용	가스압력식 고속 충격 시험장비로서 충돌체의 질량이 100kg 정도로 미사일, 항공기의 충돌상황을 모사할 수 있는 실험장비
	특징	미사일, 항공기 충돌상황을 모사할 수 있음

Kojima		
개요	화약을 이용하여 강성 및 연성 충격체 발사시험을 수행함	
장비 및 시설	실물 충돌시험	
	 	
	(a) 충돌실험 전경(Kojima, 1991) (b) 충돌후의 결과	
	구분	충돌
	성능	충돌속도 95~215m/s
	내용	
	특징	1991년에 수행된 강성 및 연성충격체 발사시험 화약을 이용하여 발사함

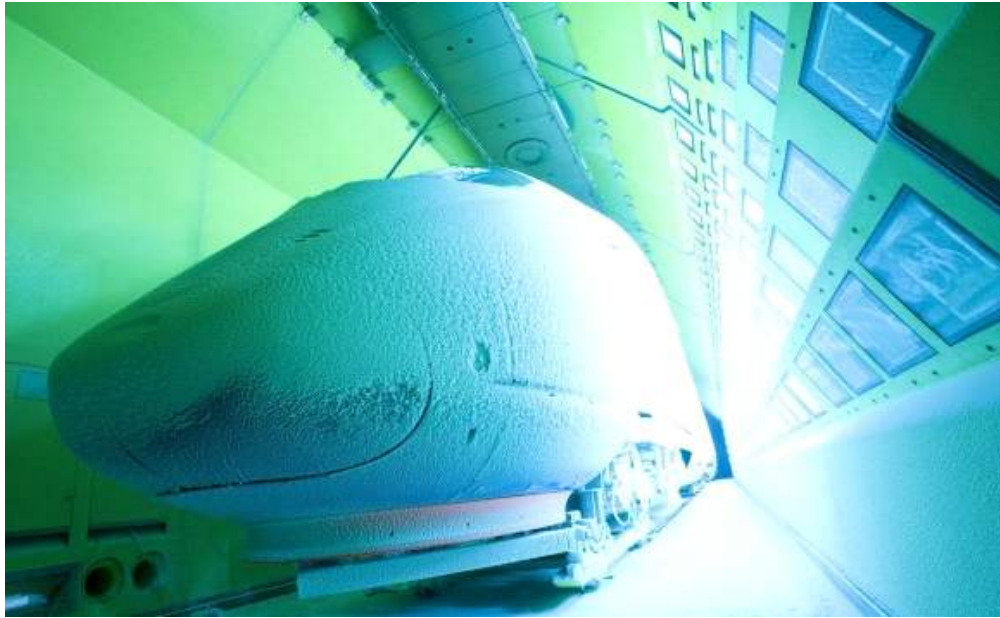
The University of Manchester(영국)			
개요	구조물에 가해지는 충격피해의 한계점 파악 및 구조물의 저항능력 결정 연구를 수행함		
장비 및 시설	Gas gun		
	구분	충돌	
	성능	구경	23mm
	내용	가스압력식 충격 시험장비로서 충격속도 50 - 500m/s의 충돌상황을 모사할 수 있는 시험장비	
	특징		

Federal Outdoor Impact Lab.(미국)			
개요	유압 모터를 사용하여 충돌체(차량/모형)를 가속시켜 충돌시험을 수행하는 시험장비를 보유함		
장비 및 시설	유압추진장치		
	구분	충돌	
	성능	충돌속도	121km/h
	내용		
	특징	주행 중 추진장치와 차량의 분리 가능함	

University of california(US San Diago)			
장비 및 시설	개요	66m/s, 1m stroke를 사용하여 폭발, 충격 조건을 시뮬레이션할 수 있음	
		Blast Simulator	
			
	구분	폭발	
	성능	충돌속도	34m/s 및 66m/s
		Stroke	1m
		충격에너지	20.7 kPa-s for Type I, 82.8 kPa-s for Type II
		최대발생력	250 kN for Type I, 623 kN for Type II
	내용	폭파 하중을 액추에이터로 모사하여 폭파 실험의 제약조건을 극복하고 실내실험을 수행할 수 있도록 고안된 장비임	
	특징	실제 폭발물을 사용하지 않고 유압 가력기로 폭발상황을 모사할 수 있음	

Lawrence Livermore National Laboratory			
장비 및 시설	개요	챔버내에 소재 및 구조부재 특성 평가가 가능한 셋업 구축, 비접촉식 거동 측정	
		실물 충돌시험	
			
	구분	폭발	
	성능	TNT 폭발량	10Kg
		내부직경	4.9m
	내용	핵안보, 테러 대응 기술 및 무기, 기후 변화 대응 및 탄소 저감 기술을 주요 연구 대상으로 하함	
	특징	10kg, 5kg, 1kg 규모별 다수의 장비를 보유하고 있으며, 측정장비 공유가 가능함	

OWI Application Lab(벨기에)		
개요	풍력발전 설비들의 넓은 온도영역대에서의 성능을 실험함	
장비 및 시설	Large climate test chamber	
		
	구분	극한온도
	성능	온도 - 60 ~ 60℃
		규모 10m X 7m X 8m
	내용	극한 온도에서 wind turbine component의 성능 및 신뢰도를 평가할 수 있음
	특징	항구에 실험실 위치함 온도 조절 기능만 가능한 해상풍력인프라응용 실험시설임

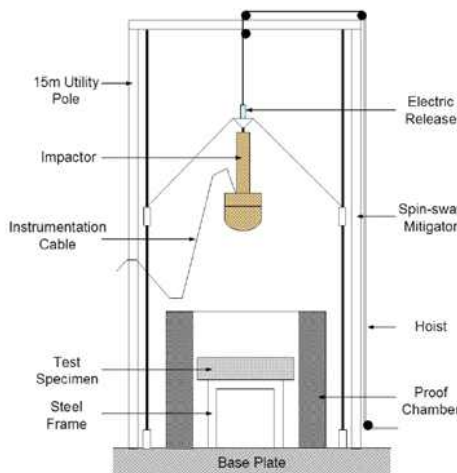
Arsenal(오스트리아 Vienna)			
장비 및 시설	개요	풍동과 기후챔버를 결합하여 열차를 포함한 차량에 관한 저온실험을 수행함	
		Climate Chamber	
			
	구분	극한온도	
	성능	온도	- 40℃ 이하
		규모	길이 100m급(열차용), 20m급(일반차량용)
	내용	온도, 바람, 강설, 습도등 차량과 관련되는 환경하중에 대한 구현	
	특징	최대풍속 300km/hr의 바람을 발생시킬 수 있는 풍동과 결합되어 사용	

SSC(Soldier Systems Center)(미국)			
개요	Massachusetts Natick의 미육군 SSC(Soldier Systems Center)에 위치한 풍동 및 환경챔버 실험시설임		
	Doriot Climate Chambers		
장비 및 시설			
	구분	극한온도	
	성능	온도	- 57 ~ 74℃
		규모	7.62m x 4.6m x 3m
	내용	온도, 바람, 강수, 햇빛, 습도등 차량과 관련된 환경하중을 구현할 수 있는 실험시설임	
	특징	최대풍속 64km/hr의 바람을 발생시킬 수 있는 풍동과 결합되어 사용됨	

C-FER(캐나다)			
장비 및 시설	개요	심해환경에서 파이프 및 생산장치들의 full-scale test가 수행 가능함	
		Deepwater Experimental Chamber	
			
	구분	고압/진공	
	성능	압력	55MPa
길이		10.7m	
직경		1.22m	
특징	빠른 설치와 해체가 가능함 Full scale test가 내, 외부에서 모두 가능함 내부 비디오 모니터링 가능함		

QinetiQ(영국)		
개요	온도범위 및 압력범위를 확대하여 적용범위를 확장시킴	
장비 및 시설	Hyperbatic Trials Unit	
		
	구분	고압/진공
	성능	압력 150bar
		규모 직경 3m와 2m의 구형챔버를 연결
	내용	심해의 탈출시스템과 각종 부품들의 성능평가 및 심해 장비의 개발을 위한 연구에 활용됨
	특징	고압의 심해에서 운용되는 장비와 부품의 성능평가 실험에 적합함

다. 국내 실험시설 현황

국방과학연구소 다락대 시험장			
장비 및 시설	개요		
	Sled Tester		
			
	구분	충돌	
	성능	충돌속도	10m/s
	내용		
	특징		
	자유낙하 탑		
			
	구분	충돌	
	성능	충돌속도	10m/s
		높이	15m
	내용		
특징	야외실험시설		

KAIST CSMD Lab.		
개요	유압을 사용 20m/s의 저속 충돌 시험장비를 보유함	
장비 및 시설	Hydraulic High Speed Tester	
		
	구분	충돌
	성능	충돌속도 20m/s
	내용	
	특징	충돌에너지 실험이 가능한 실내 실험 시설, 작은 시편에만 적용 가능함

충남대학교

개요

가스압력식 고속 비상체 발사장치



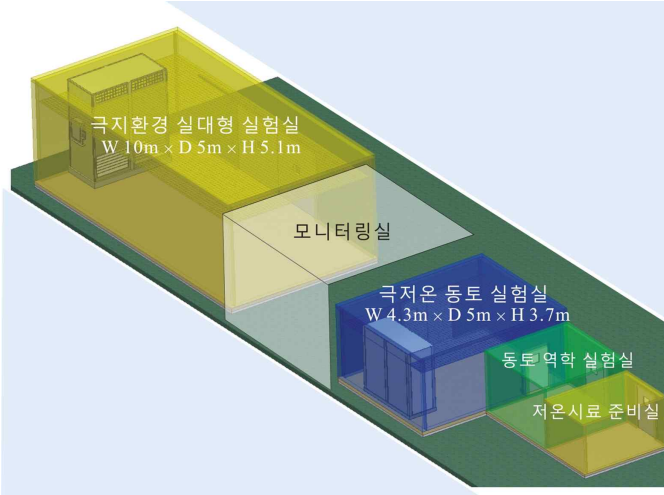
구분	충돌	
성능	충돌속도	약 350m/s
	직경	강구, 5~20mm
내용	질소, 헬륨가스를 사용한 가스압력식 고속 충격 시험장치임 비상체는 주로 강구를 사용하며, 폴리카보네이트 재질의 캐리어에 부착되어 발사되며, 충돌 직전 분리됨 비상체는 캐리어에 부착될 수 있는 형태이면, 어느 형태든 사용가능하며, 피충격체의 파괴 거동 및 변형 등의 측정을 할 수 있음	
특징	소형 시험체의 고속 충격 시험을 목적으로 하고 있으며, 가스압력 조절에 의해 속도를 조절할 수 있는 실험장비임	

장비 및 시설

급속재하장치



구분	충돌	
성능	최대하중	500ton
	500ton의 하중을 시험장비체 급속으로 재하 할 수 있는 시험장비로서, 소형부재의 정적시험(압축, 휨) 및 급속재하 시험이 가능함	
내용		
특징	재하 속도는 느리지만, 500ton의 높은 하중으로 큰 충격력을 가할 수 있는 장비임	

한국건설기술연구원		
개요	극한환경(남북극, 시베리아, 우주)에서의 건설기술 개발을 위한 실험 시설	
장비 및 시설	극한공학 실험실	
	  	
	구분	극한온도
	성능	성능 - 50 ~ 50℃(극저온 동토 실험실) - 30 ~ 50℃(극지환경 실험실)
		규모 4.3m x 5m x 3.7m(극저온 동토 실험실) 10m x 5m x 5.1m(극지환경 실험실)
	내용	대형 항온 챔버를 설치하여 온도제어가 가능한 환경에서 각종 실험을 수행할 수 있도록 함
	특징	동토 등 지반과 관련된 연구를 위해서 특화되어 있음

라. 소결

- 충돌분야는 해외의 경우 저속/중속/고속 등 다양한 속도 영역의 실험시설을 확보하여 활발히 연구를 수행중이나, 국내는 저속 영역의 실험시설만 일부 보유함
 - 해외에서는 저속 충돌은 충격에 의한 구조재료의 역학적 특성 및 손상정도의 평가 목적으로, 중속/고속 충돌은 방호성과 관통 억제 및 저항성 평가 목적으로 연구를 수행중이며, 이를 위한 다양한 실험시설을 보유함
 - 국내에서는 저속충돌을 위한 실험은 일부 수행가능하나, 내충격 성능에 대한 종합적인 평가를 위한 기능이 충분히 확보되어 있지 않으며 제하방식 또한 제한적임
 - 자유낙하 실험시설의 경우 국내에 소규모의 실험시설을 보유하고 있으나 충격하중과 시험체의 규모가 실제 충격 상황을 평가하기에는 부족함
 - 비상체발사 실험시설의 경우 국내에 경우 일부 재료적 충격실험시설을 보유하고 있으나 충돌속도가 제한적임
- 폭발 분야는 해외 시설과 비교할 때 국내에는 해당기능을 제공하는 실험시설이 극히 제한적이며, 일반연구자를 위한 장비는 보유되어 있지 않음
 - 해외에서는 폭발 충격이 재료 특성 및 구조물 거동에 미치는 영향의 연구 등을 목적으로 Blast Simulator, Blast Chamber 등을 활용하고 있음
 - Blast Simulator는 유압장치를 활용해 1m stroke 와 30m/s의 속도를 구현할 수 있는 장치임
 - Blast Chamber의 경우 10kg TNT 폭발 실험이 가능한 수준을 확보하고 있음
 - 국내의 경우 Blast Simulator는 기술적 문제로 도입에 제약이 있으며, Blast Chamber는 한화 등에서 2kg 수준의 장비를 보유하고 있으나 활용에 제약이 있음
- 극한온도 분야의 경우 극지방, 적도뿐만이 아니라 우주환경 까지도 고려하여 구조/부재 실험을 수행하는 것을 목표로 하나, 국내 뿐 아니라 해외에도 충분한 성능의 실험시설이 구비되어 있지 않음
 - 극고온환경 분야는 우주환경까지 모사할 수 있도록 최대 150℃까지의 온도상승이 가능하여야 하나, 국내에는 물론 해외에도 구조/부재 실험이 가능한 유사실험 장비는 없는 것으로 파악됨
 - 극저온환경은 해저, 극지방, 우주 등의 저온환경이 구현 가능해야하나 국내의 대형 항온 챔버³⁷⁾는 동토 실험에 최적화 되어 활용이 제한적이며, 국외에도 기계/자동차 등의 성능평가 시설에 국한되어 부재 성능 시험은 불가함

37) 한국건설기술연구원 보유

- 온도변화환경 분야는 지구상 극한, 극서지의 온도변화 구현이 가능하도록 $\pm 60^{\circ}\text{C}$ 수준의 온도변화가 가능하여야 하나, 국내에는 환경 구현이 가능한 실험시설 및 장비가 없음
- 고압/진공 분야는 심해 에너지자원(석유, 가스)의 생산(채굴, 이송, 저장 등)을 위한 시설 및 우주 시설 물을 위한 구조/재료의 연구를 목표로 하며, 해외에도 심해 고압환경 조성을 통한 연구시설 정도가 구비되어 활용되고 있음
- 고압환경은 50MPa 이상의 심해 고압 환경을 모사할 수 있어야 하며, 해외에는 대형의 고압 Chamber가 일부 구비되어 있으나 국내에는 확보되어 있지 않음
- 진공환경은 우주에서의 환경을 모사한 기능이며, 국내에는 이러한 실험을 위한 시설, 장비가 보유되어 있지 않음

〈표 2-2〉 국내외 실험시설 현황 비교

구분	실험시설	충돌				폭발		극한 온도			고압/진공	
		자유낙하 m/s(tonf)	비상체발사 m/s(kg)	실물체충돌 m/s(kg)	급속제하 m/s(kg)	폭발모사 m/s(stroke)	실 폭발 kg(m)	고온환경 ℃(mXmXm)	저온환경 ℃(mXmXm)	온도변화 ℃(mXmXm)	고압 MPa	진공 MPa
해외	일본방위대	24(3)	500(0.1)	300(4.0)	4(50,000)	-	10kg(C4)	-	-	-	-	-
	Toronto Univ.	(1.2~1.8)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BAM	4.5(100)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
		8.5(63)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	프라운호퍼EMI	-	10~8,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			10,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	나고야대학교	-	350~900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Northwestern Univ.	-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			50~1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Imperial Collage	-	200~1,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	VTT	-	200(100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	동경공업대	-	4,000(0.002)	300(5.0)	-	-	-	-	-	-	-	-
			1,600(0.002)									
	Kojima	-	-	95~215	-	-	-	-	-	-	-	-
	Federal Outdoor Impact Lab.	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-
	UCSD	-	-	-	-	30(1m)	-	-	-	-	-	-
	Lawrence Livermore	-	-	-	-	-	10(4.9)	-	-	-	-	-
국내	OWI Application Lab.	-	-	-	-	-	-	60 (10X7X7)	- 60 (10X7X7)	-	-	-
	C-FER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-
	QinetiQ	-	-	-	-	-	-	60	- 60	-	15	-
	ADD 다락대	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	KAIST CSMD	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	충남대학교	-	400	-	1(5,000)	-	-	-	-	-	-	-
	한국건설기술연구원							50 (10x5x5)	-50 (10x5x5)			

제3절 실험시설 최소요구성능

가. 실험시설 구축 주안점

📖 실험시설이 수행 가능한 성능평가의 범위를 세계적 수준으로 설정함

- 본 실험시설은 건설인프라에 대한 구조성능평가를 포함하여 향후 실험시설의 활용성을 고려한 성능 수준 설정이 필요함

- 실험시설의 지속성을 확보하고, 호환성과 연계성을 고려할 수 있는 운영체계를 구축해야 함

📖 모든 장비를 구축하는 것은 제한된 범위 내에서 불가능하므로 다음의 요건을 고려하여 주요 실험시설 /장비가 선정되어야 함

- 가장 수요가 많을 것으로 예상되는 장비를 구축해야 함
- 대학 등 일반 연구기관에서 안전/인증에 큰 무리 없이 구축/활용 가능한 장비를 구축해야 함
- 구축 후 활용/유지관리에 과도한 비용이 드는 것은 방지 하여야 함

📖 실험 시설의 효율적인 공간 확보가 필요함

- 실험시설간의 적절한 배치를 통해 동시에 실험을 수행 시 상호간 영향을 최소화 시켜야함
- 상호 연구 교류를 위해 실험시설, 제어시설의 적절한 배치를 통해 시설 간 연결을 통한 실험 수행을 고려할 필요가 있음
- 극한 실험시설의 특성상 안전을 위한 비상시 통로 확보 등 공간배치를 고려할 필요가 있음
- 실험 기기의 조립, 해체, 수리할 경우 공간 활용이 가능하도록 공간 확보를 고려할 필요가 있음
- 실험시설 사용 시 많은 에너지가 소요될 수 있기 때문에 이를 고려한 에너지 효율적 설계배치가 고려되어야 함

■ 실험 시설의 안정성 확보가 필요함

- 충격 실험 시 발생하는 소음이나 파편 등의 위험을 방지하기 위해 그물막 등 비산물질을 막을 수 있는 안전장치와 방음시설의 설치가 필요함
- 폭발 실험 시 큰 소음에 대비한 방음시설의 설치가 필요하며, 폭발에 의한 사고는 대형사고로 이어질 수 있으므로 안전벽 등의 안전시설 설치가 고려되어야함
- 극한온도 실험 시 고온 실험은 화재 시험도 포함될 수 있기 때문에 그 주변에는 화재를 고려한 자재를 활용할 필요가 있음
- 고 저온 실험 시 안전사고를 대비하여 자동 및 수동 개폐 장치의 설치가 필요함
- 고압, 진공 실험시설의 경우 역시 안전사고를 대비하여 자동 및 수동 개폐 장치의 설치가 필요함
- 실험실의 특성상 전기의 사용량이 많기 때문에 이에 대한 고려로 실험실 내부에 물이 유입되지 않도록 코핑이나 방수벽 등의 설치가 고려되어야함
- 각 실험시설의 기기가 위험하기 때문에 기기 사용 시 유의 사항과 경고문을 부착하여 실험자 뿐 아니라 방문자의 경각심을 높일 필요가 있음

나. 실험시설 후보시설

충돌 분야의 후보시설은 낙하실험시설, 고속충격실험시설, 급속재하실험시설이 있음

- 낙하 실험시설의 Drop weight impact는 중량물을 상부로 끌어올려 자유낙하하여 시험체에 수직 충격을 가하는 실험 장비임
- 고속충격 실험시설의 High/Middle - speed propulsion impact machine은 충격시험체의 Size effect를 고려하여 비상체 고속으로 발사하는 실험 장비로 비상체의 속도와 중량에 따라 구분함

폭발 분야의 후보시설은 폭발 실험시설이 있음

- 폭발 실험시설의 Blast Chamber는 원형 또는 원통형의 내충격, 내고압성능을 가진 Chamber 내부에서 실제 폭발압을 발생시키는 실험 장비임
- 폭발 실험시설의 Blast Simulator는 유압장비를 활용하여 폭파 및 고속 충격을 모사하는 실험 장비임

극한온도 분야의 후보시설은 극한온도 실험시설이 있음

- 극한온도 실험시설의 고저온 Chamber는 고저온 제어가 가능하며 동시에 재료, 구조실험이 가능한 실험 장비임
- 극한온도 실험시설의 극고온 Chamber는 극고온 환경(150℃ 목표)을 유지한 상태에서 재료, 구조 실험이 가능한 실험 장비임
- 극한온도 실험시설의 저온 Chamber는 극저온 환경(-150℃ 목표)을 유지한 상태에서 재료, 구조 실험이 가능한 실험 장비임

고압/진공 분야의 후보시설은 고압/진공 실험시설이 있음

- 고압/진공 실험시설의 고압 Chamber는 고압 환경(60MPa 목표)을 유지한 상태에서 재료, 구조 실험이 가능한 실험 장비임
- 고압/진공 실험시설의 극고압 Chamber는 극고압 환경(200MPa 목표)을 유지한 상태에서 재료, 구조 실험이 가능한 실험 장비임
- 고압/진공 실험시설의 진공 Chamber는 진공 환경을 유지한 상태에서 재료, 구조 실험이 가능한 실험 장비임

〈표 2-3〉 극한상태 구조특성 실험시설 후보시설

분야	후보시설	후보 설비/장비	최고 성능수준	국내 성능수준	후보 성능수준
충돌	자유낙하 실험시설	Drop weight impact	3tonf(25m)	-	3tonf(15m)
	중고속 충돌 실험시설	High speed propulsion impact machine	Ø20mm 12~20g(4,000m/s)	Ø20mm 30g(400m/s)	Ø5.5mm, 10~30g (5,000m/s)
		Middle speed propulsion impact machine	Ø200mm 5kg(300m/sec)	-	Ø60mm, 100g (800m/sec)
					Ø200mm, 5kg (300m/sec)
					Ø50mm, 4kg (211m/sec)
					Ø100mm, 4kg (313m/sec)
	급속재하 실험시설	High speed hydraulic Loading machine	20ton(16m/sec)_Maekawa 25ton(21m/sec)_MTS 50ton(4m/sec)_NDA 100ton(5m/sec)_Maekawa	500ton (1m/sec)	40ton (25m/sec)
폭발	폭발 실험시설	Blast Chamber	30m/s(1m stroke)	-	-
		Blast Simulator	TNT 10 kg	TNT 2 kg	TNT 10kg
극한온도	극한온도 실험시설	고저온 Chamber	- 60 ~ 60℃	- 50 ~ 50℃	- 60 ~ 60℃
		극고온 Chamber	60℃	50℃	150℃
		극저온 Chamber	- 60℃	- 50℃	- 150℃
고압/진공	고압/진공 실험시설	고압 Chamber	55 MPa	-	60 MPa
		극고압 Chamber	-	-	200 MPa
		진공 Chamber	-	-	-

다. 후보시설 우선순위 평가

- 후보시설과 국내 유사 실험시설과의 중복성 평가 결과 중복성 있는 후보시설은 없는 것으로 평가됨
- 후보장비 중 본 실험시설에 필히 도입되어야 하는 장비를 1순위로, 1순위 장비 대비 도입의 시급성은 낮으나 관련분야 연구 확대를 위해 도입 필요성이 높은 장비를 2순위로, 유치기관의 의사결정에 따라 도입을 고려할 수 있는 장비를 3순위로 선정함
- 충돌 분야의 경우 내충격성능평가는 건설재료, 실물부재단위로 전개될 수 있도록 하여, 재료성능평가를 위한 비상발사체에 의한 고속충격 및 급속재하실험, 실물부재성능평가를 위한 급속재하 및 자유낙하 실험시설을 1순위로 고려함
 - 단, 실물부재의 충돌성능을 최대한 근접한 상황으로 평가하기 위하여 비상체의 중량과 속도의 범위가 종합적으로 고려할 수 있도록 시험시설이 구축되어야 함
- 극한온도 분야의 경우 온도변화환경 조성이 가능한 - 60 ~ 60℃ 범위의 온도가변 chamber를 1순위로 함
 - Chamber를 조립식으로 설계하여 정적, 피로 가력시험이 가능하게 함
- 예산 증액 시 구축 필요성이 높은 2순위 장비는 다음과 같음
 - 비상체발사체에 의한 충격 실험의 보다 다양한 범위를 포함할 수 있도록 2순위 실험장비로 선정함
 - 극한온도 분야의 경우 우주환경까지 고려할 수 있는 $\pm 150^{\circ}\text{C}$ 의 온도 chamber를 2순위 장비로 함
 - 심해 6km의 환경을 모사할 수 있는 chamber를 2순위 장비에 포함함

〈표 2-4〉 극한상태 구조특성 실험시설 후보시설 우선순위 평가

분야	후보시설	후보장비		우선순위	중복성
충돌	자유낙하 실험시설	Drop weight impact		1	없음
	중고속 충돌 실험시설	High speed propulsion impact machine	Ø5.5mm, 10~30g (5,000m/s)	1	없음
			Ø60mm, 100g (800m/sec)	1	
		Middle speed propulsion impact machine	Ø200mm, 5kg (300m/sec)	1	없음
			Ø50mm, 4kg (211m/sec)	2	
			Ø100mm, 4kg (313m/sec)	2	
	급속재하 실험시설	High speed hydraulic Loading machine		1	없음
폭발	폭발 실험시설	Blast Chamber		3	없음
		Blast Simulator		3	없음
극한온도	극한온도 실험시설	고저온 Chamber		1	없음
		극고온 Chamber		2	없음
		극저온 Chamber		2	없음
고압/진공	고압/진공 실험시설	고압 Chamber		2	없음
		극고압 Chamber		3	없음
		진공 Chamber		3	없음

라. 목표 성능수준

- 극한상태 구조특성 실험시설의 목표 성능수준은 우선순위 평가를 통해 도출된 1순위 장비와 2순위 장비를 모두 구축하는 1안과, 1순위 장비만을 구축하는 2안으로 구분하여 도출함
- 충돌분야의 실험시설은 소재 및 재료, 부재(실물규모)단계로 이어지는 정/동역학적 파괴시험을 포함할 수 있어야 하며, 폭발하중과 연계되어야 함.
 - 세계적인 수준의 실험시설도 단일성능평가에 그치는 사례가 많으나, 실험시설의 연계성과 호환성을 고려하여 종합적 평가기능을 구축토록 함.
- 극한온도 실험시설은 고온, 저온, 온도변화의 환경을 조성할 수 있어야 함
 - 고저온 Chamber는 극한지, 극서지 등의 조건을 고려하여 - 60 ~ 60℃ 온도조절이 가능하며 동시에 정적, 동적 구조부재실험이 가능해야 함
 - 우주환경을 고려하여 고온 Chamber는 150℃ 저온 Chamber는 -150℃의 환경을 조성할 수 있어야 함
 - Chamber의 크기는 5m × 3m × 12m 수준이 요구됨
- 고압/진공 실험시설은 6km 심해환경을 모사하기 위하여 최대 60MPa 가압이 가능하여야 함
 - 고압 Chamber는 직경 2m, 길이 10m 수준의 터널형 구조가 요구됨
- 1안 및 2안의 목표성능 수준은 다음과 같음

〈표 2-5〉 극한상태 구조특성 실험시설 1안 목표 성능수준

분야	세부 시설	장비	목표 성능
충돌	자유낙하 실험시설	Drop weight impact	- 최대낙하높이 : 15m - 최대낙하하중 : 3tonf
	중고속 충돌 실험시설	High speed propulsion impact machine	- 직경 : 5.5mm - 비상체 중량 : 10~30g - 충돌속도 : 5,000m/s
			- 직경 : 60mm - 비상체 중량 : 100g - 충돌속도 : 800m/s
		Middle speed propulsion impact machine	- 직경 : 200mm - 비상체 중량 : 5kg - 충돌속도 : 300m/s
			- 직경 : 50mm - 비상체중량 : 4kg - 충돌속도 : 211m/s
			- 직경 : 100mm - 비상체 중량 : 4kg - 충돌속도 : 313m/s
	급속재하 실험시설	High speed hydraulic Loading machine	- 재하하중 : 40ton - 재하속도 : 25m/sec
극한온도	극한온도 실험시설	고저온 Chamber	- 온도조절범위 $\pm 60^{\circ}\text{C}$ - 규모 5m × 3m × 12m 500 kN 급 Dynamic - 고온, 저온시 압축, 인장, 휨 시험 가능
		극고온 Chamber	- 최대 온도 150$^{\circ}\text{C}$ - 규모 5m × 3m × 12m
		극저온 Chamber	- 최저 온도 - 150$^{\circ}\text{C}$ - 규모 5m × 3m × 12m
고압/진공	고압/진공 실험시설	고압 Chamber	- 최대 압력 60MPa - 규모 : 직경 2m, 길이 10m(터널형 구조)

〈표 2-6〉 극한상태 구조특성 실험시설 2안 목표 성능수준

분야	세부 시설	장비	목표 성능
충돌	자유낙하 실험시설	Drop weight impact	▪ 최대낙하높이 : 15m ▪ 최대낙하하중 : 3tonf
	중고속 충돌 실험시설	High speed propulsion impact machine	▪ 직경 : 5.5mm ▪ 비상체 중량 : 10~30g ▪ 충돌속도 : 5,000m/s
			▪ 직경 : 60mm ▪ 비상체 중량 : 100g ▪ 충돌속도 : 800m/s
	급속재하 실험시설	Middle speed propulsion impact machine	▪ 직경 : 200mm ▪ 비상체 중량 : 5kg ▪ 충돌속도 : 300m/s
극한온도	극한온도 실험시설	High speed hydraulic Loading machine	▪ 재하하중 : 40ton ▪ 재하속도 : 25m/sec
		고저온 Chamber	▪ 온도조절범위 $\pm 60^{\circ}\text{C}$ ▪ 규모 5m × 3m × 12m ▪ 500 kN 급 Dynamic ▪ 고온, 저온시 압축, 인장, 휨 시험 가능

마. 차별성

■ 국내외 최고수준의 실험시설임

- 국내 기존의 연구기관에 비해 최초 또는 월등한 성능을 가진 실험시설로 특히 구조실험에 특화된 국내 유일의 실험시설이며 외국의 시설/장비와 비교하여도 우수한 수준임
 - 기존 비상체 발사 실험시설의 성능수준은 $\varnothing 20 \sim 200\text{mm}$, $12\text{g} \sim 5\text{kg}$, $300 \sim 4,000\text{m/s}$ 이며, 본 시설의 성능은 $\varnothing 5.5 \sim 200\text{mm}$, $10\text{g} \sim 5\text{kg}$, $300 \sim 5,000\text{m/s}$ 수준임
 - 기존 급속재하 실험시설 성능수준은 $20 \sim 100\text{ton}$, $4 \sim 21\text{m/sec}$ 이며, 본 시설의 성능 성능은 40ton , 25m/s 수준임
 - 기존 극한온도 실험시설의 성능수준은 $-60 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 이며, 본 시설의 성능 또한 $-60 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 수준임

■ 관련분야의 다양한 실험장비를 함께 보유하여 상승적 결합 효과 발생이 기대됨

- 기존의 극한 관련 실험시설과 달리 충돌, 폭발, 극한온도, 고압/진공 실험시설이 모여 있기 때문에 분야별 교류가 용이해져 다양한 실험이 가능함
- 관련분야 연구 시 실험의 효율성 또한 증진될 것이며, 다양한 연구 성과의 도출을 기대할 수 있음

제4절 실험시설 구축계획

가. 배치계획

- 전체 실험시설은 극한 상태의 모사를 통한 구조물의 거동과 안전성, 역학적 특성 등을 관측 및 분석할 수 있는 특징을 갖도록 구축되어야 함
 - 전체 공간은 30m × 60m의 면적이 요구됨
 - 극한 상태의 실험에서의 위험성이 존재하기 때문에 각각의 실험실에 맞는 안전장치 및 시설이 필요함
 - 각 실험실 별로 실험적 특성과 필요한 공간을 고려해 독립 공간 혹은 열린 공간으로 적절한 배치가 필요함
 - 각 실험실 별 비상시 신속한 대피를 위한 이동통로 공간 확보와 적절한 동선배치가 필요함
- 자유낙하실험시설은 중량물을 상부로 끌어올려 자유낙하 하는 수직적 공간을 구성해야 함
 - 낙하 지점 하부 실험체 거치 면적은 3m × 3m 이상, 높이는 15m를 확보토록 함
 - 낙하충격부분의 기초는 주변시험기기 및 공간에 충격전달이 최소화 되도록 기초부분을 독립적으로 분리함
 - 낙하 시험시 발생할 수 있는 비산물이나 충격에 대한 안전 공간 확보가 필요함
- 중고속충돌실험시설은 발사부로부터 가속구간, 충돌구간으로 구분되며, 중속, 고속, 초고속별 시험장치가 복수로 설치됨을 고려하여 공간을 구성하여야 함
 - 가속구간의 길이를 고려하여 공간을 구성하여야 함
 - 고속발사시험의 안전성을 고려하여 고속발사시험장치 공간과 제어공간을 분리토록 함
 - 화약식 고속시험장치의 경우 별도의 위험물 저장공간을 설치함
- 급속재하시설은 저속의 속도범위를 가지며, 프레임 외에 유압펌프나 기타 부속물의 설치를 고려한 공간 구성이 요구됨.
 - 급속재하시설의 제어장치가 위치해야하며 독립적인 프레임의 구조가 배치되어야 함
 - 기타 시설들과 상호 연구가 가능한 공간 배치가 요구됨

- 극한온도실험시설은 극한 또는 극서의 환경에서 재료/구조의 성능을 평가할 수 있는 기능을 제공하여야 함
 - 극한 온도 상황의 위험성을 고려해서 Chamber의 공간을 포함해 전체 15m × 12m의 공간이 요구됨
 - 목표 성능을 제공하기 위해 최소 5m × 3m × 12m의 Chamber가 설치되어야 함
 - 동시에 유압프레임 설치를 위한 반력상위에 Chamber가 놓이게 되며, Chamber는 조립식으로 제작되어 필요 시 유압장비와 별개로 활용할 수 있도록 함
- 고압/진공 실험시설은 고압/진공환경에서 재료, 구조의 성능을 평가할 수 있는 기능을 제공하여야 함
 - 1층 터널형 Chamber 공간 포함 15m × 5m의 공간이 요구됨
 - 목표 기능을 제공하기 위해 직경 2m, 길이 10m의 고압 Chamber가 필요함
- 폭발실험시설 제안 시 안전성의 확보가 특히 중요하므로 독립적인 공간에 배치하여야 함
 - 폭발실험에 대한 제어가 가능한 폭발시험제어시설이 요구됨
 - 1층 규모로 15m × 10m의 공간을 확보하여야 함
 - Blast Chamber의 제어 패널이 위치하여야 하고 관련 데이터 처리 장비 및 분석 기능이 위치해야 함
 - Blast Chamber는 15m × 15m의 독립공간 혹은 지하공간이 요구되며, 폭발시험제어시설과 동일 공간에 위치해야 함
 - Blast Simulator는 실험부재의 고정을 위해 Strong Floor와 Wall 혹은 독립적인 프레임 구조가 배치되어야 하고 부재 후면부의 비산물에 대한 안전 공간 확보가 필요함

나. 시설 건축계획

설계 개요

〈표 2-7〉 극한상태 구조특성 실험시설 건축개요

구분	내용
공사명	극한상태 구조특성 실험시설
규모	지하1층, 지상3층 [타워 12m × 10m × 15m(H) 포함, 1개층 5m(H)]
구조	철근콘크리트조 + 철골조
외부마감	샌드위치 판넬 + 드라이비트 + 징크판넬
건축면적	1,800m ² (544평)
연면적	3,973m ² (1,201평)

층별 개요

〈표 2-8〉 극한상태 구조특성 실험시설 층별개요

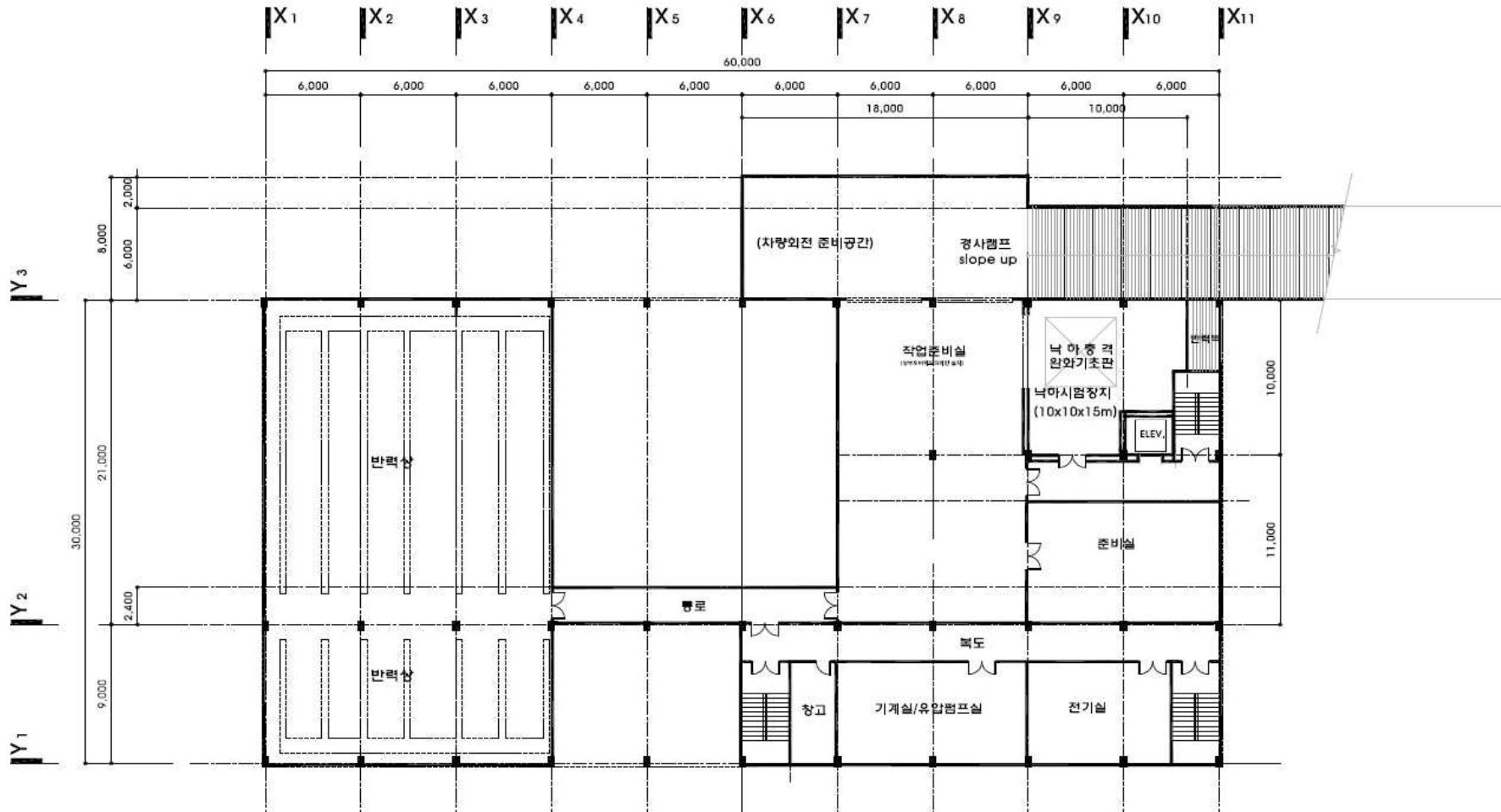
구분	면적	비고
지하 1층	1,357m ²	기계실, 전기실, 폭발실험장치, 반력실, 경사램프
지상 1층	1,800m ²	실험실, 작업실, 샤워실
지상 2층	696m ²	전산실, 연구실, 회의실, 자료실, 숙소, Control Room, 가상실험실
지상 3층~6층	120m ²	낙하실험장치 [10m × 10m × 15m(H)]
합계	3,973m ²	

공사공정표(단위: 개월)

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

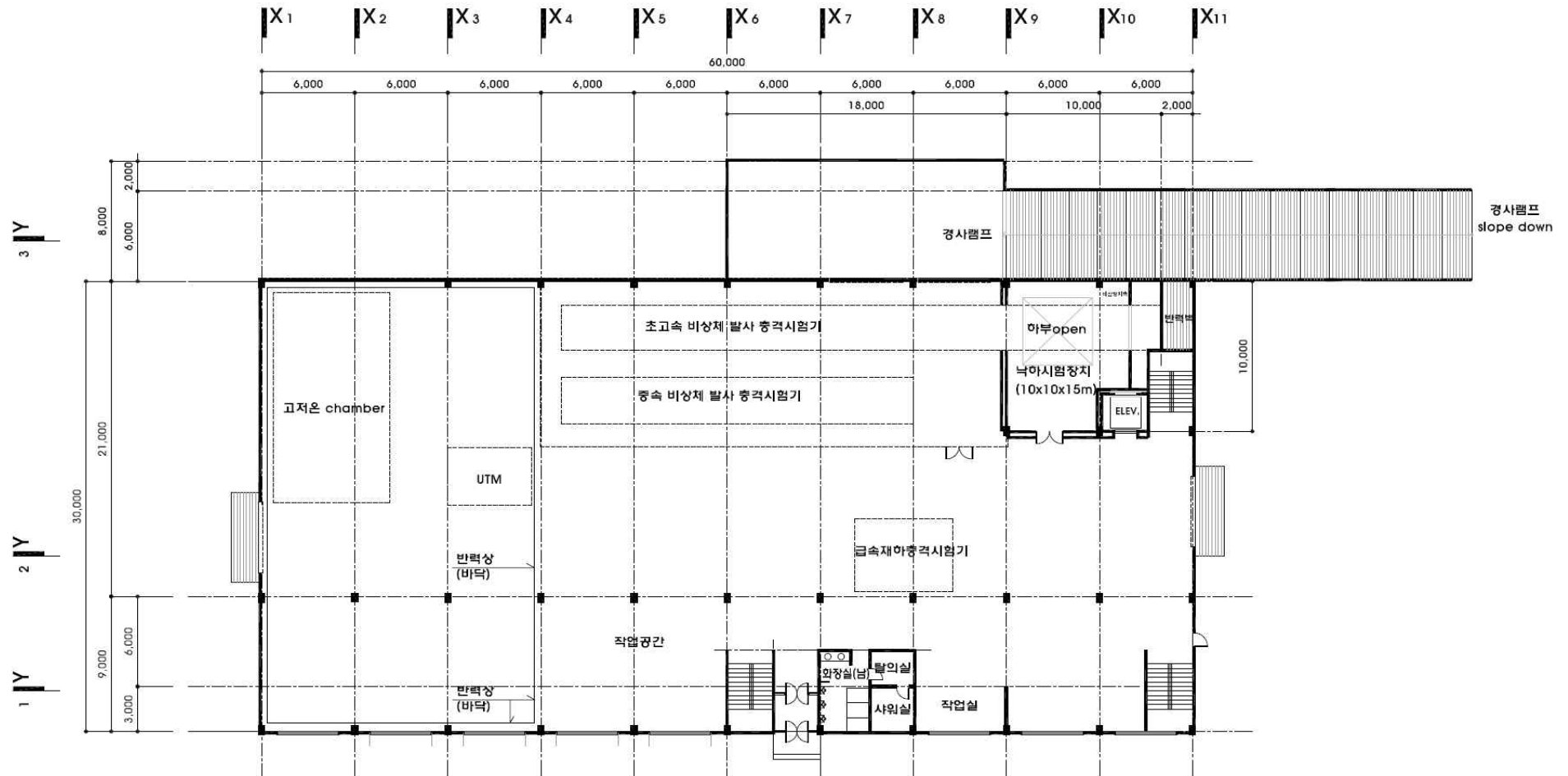
[그림 2-11] 극한상태 구조특성 실험시설 공사공정표

지하1층 평면도



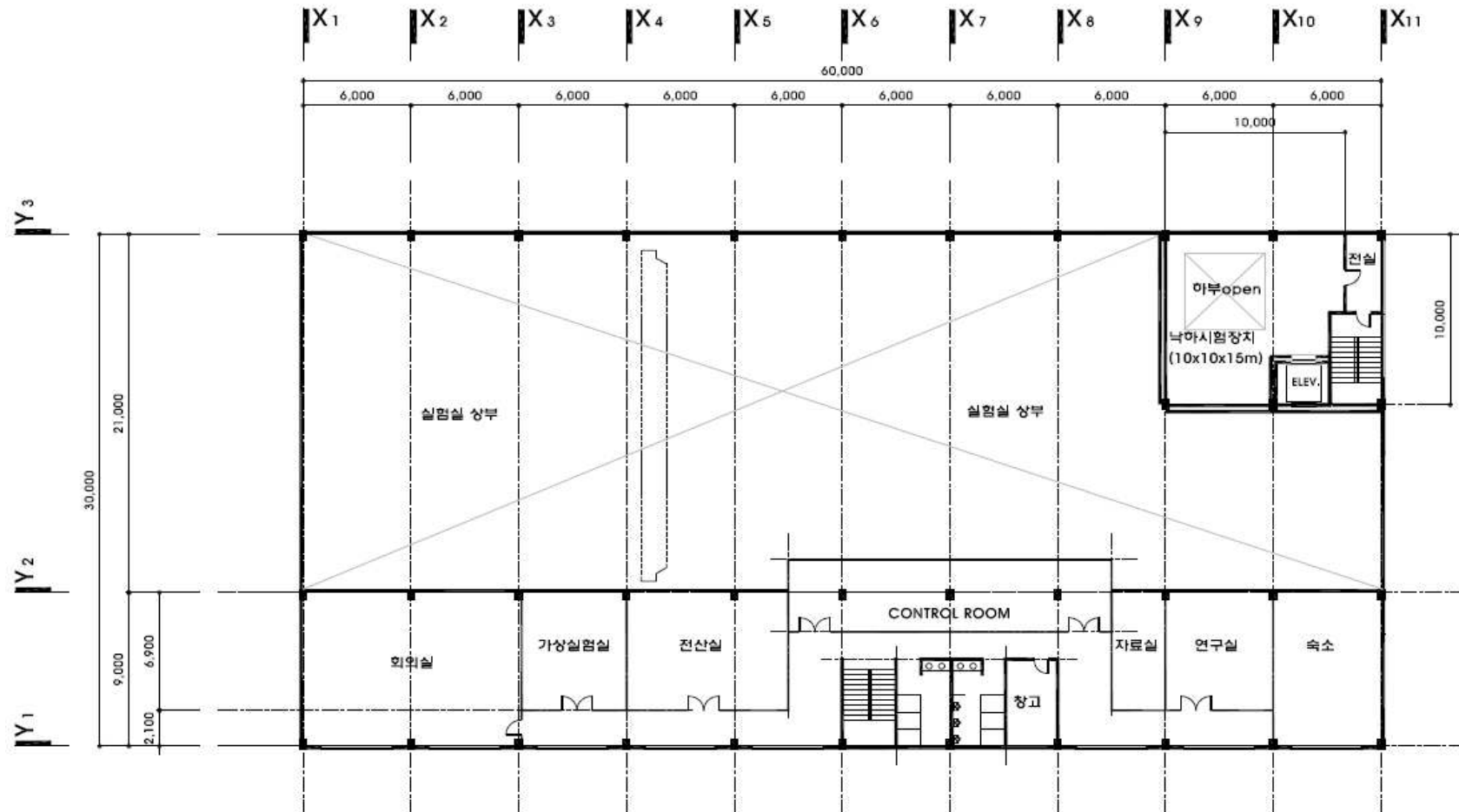
[그림 2-12] 극한상태 구조특성 실험시설 지하 1층 평면도

1층 평면도



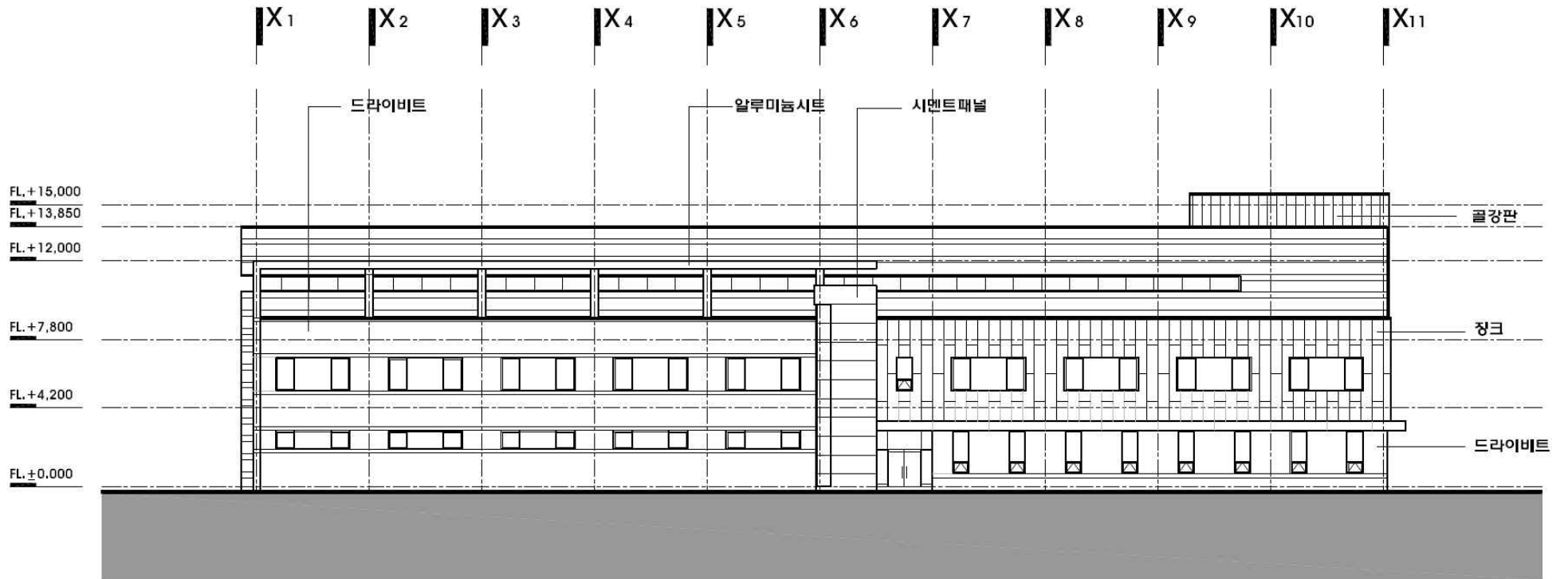
[그림 2-13] 극한상태 구조특성 시험시설 1층 평면도

2층 평면도



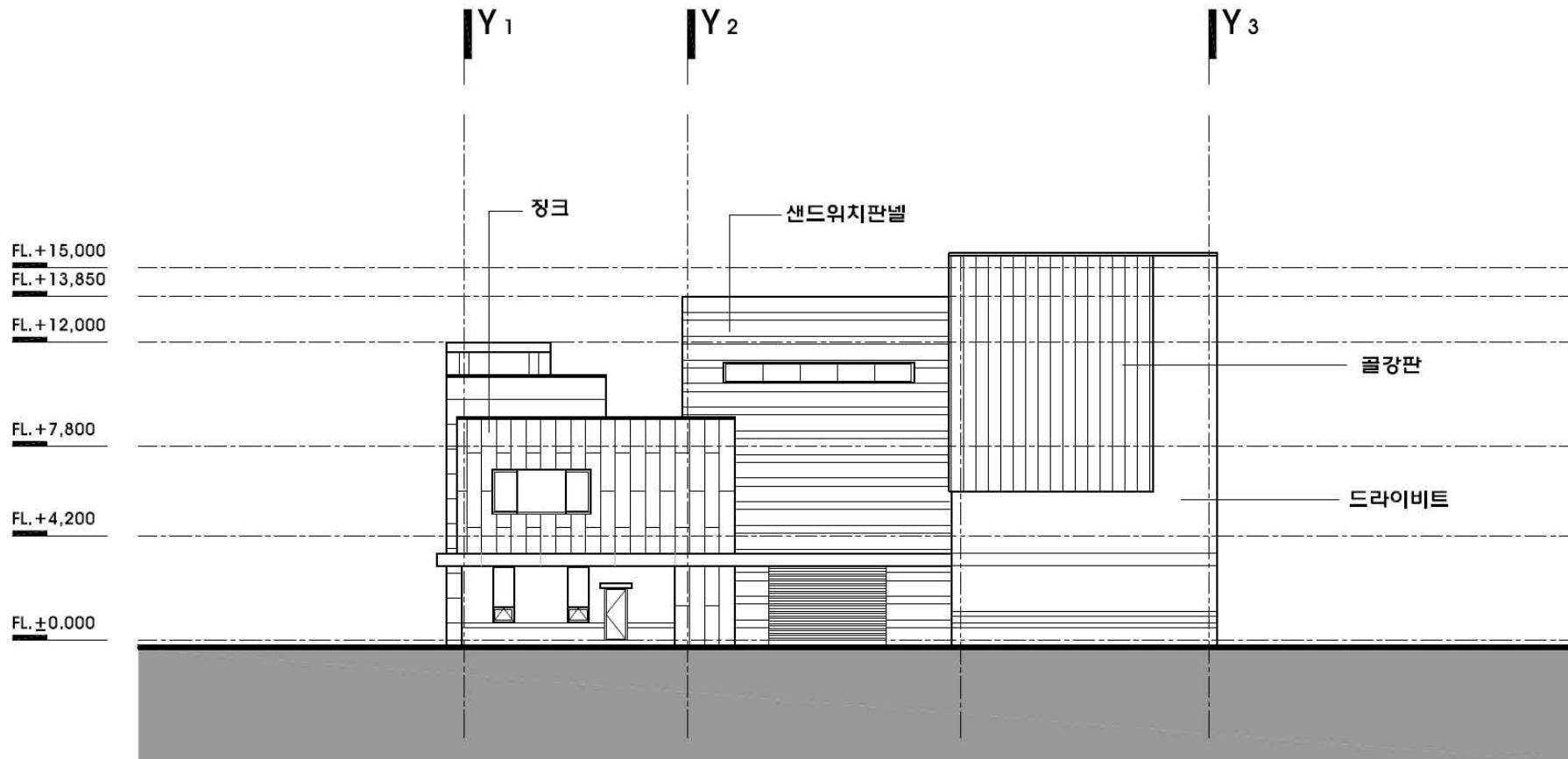
[그림 2-14] 극한상태 구조특성 실험시설 2층 평면도

정면도



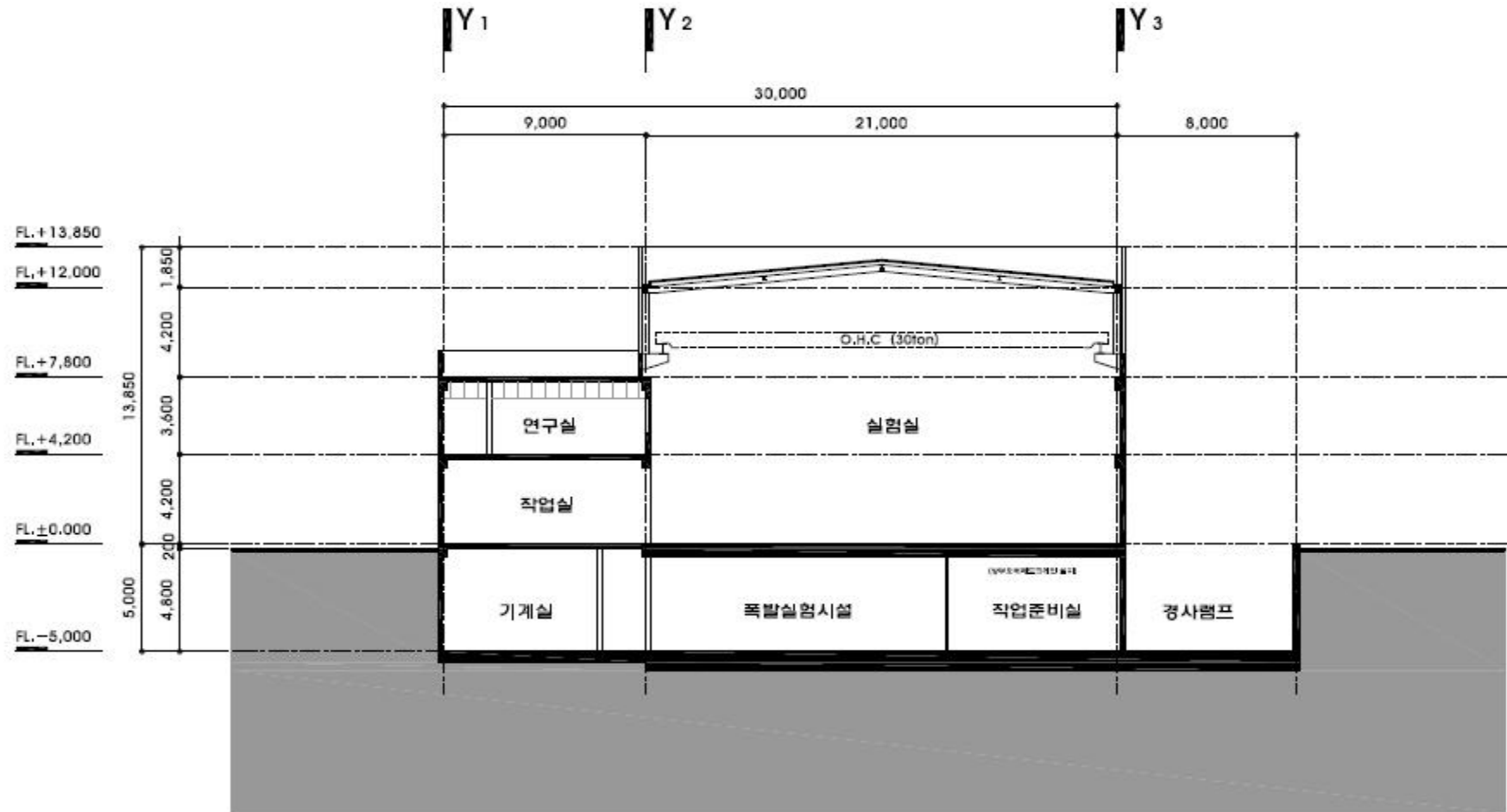
[그림 2-15] 극한상태 구조특성 실험시설 정면도

우측면도



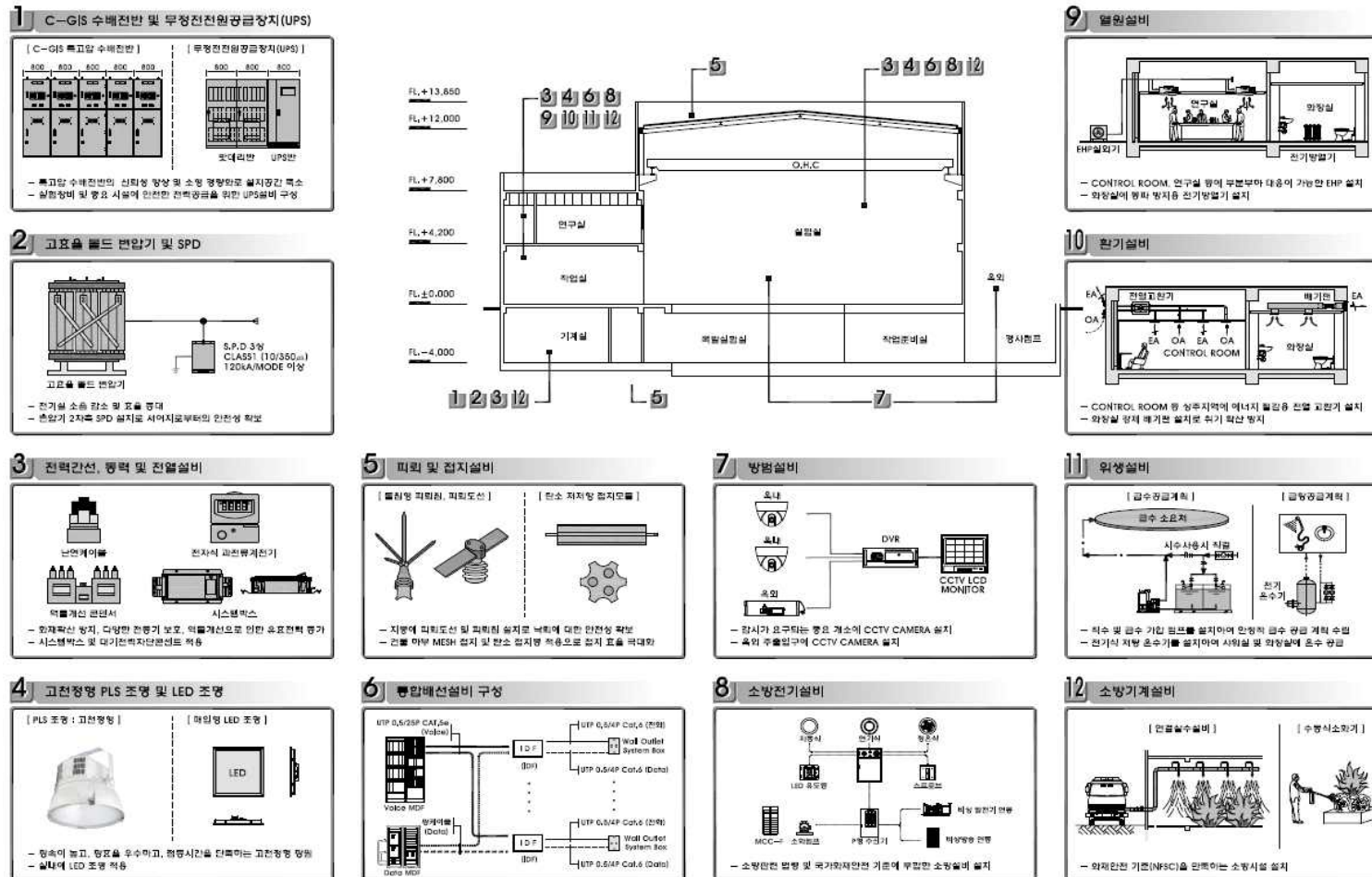
[그림 2-16] 극한상태 구조특성 실험시설 우측면도

주단면도



[그림 2-17] 극한상태 구조특성 실험시설 주단면도

설비 계획도



[그림 2-18] 극한상태 구조특성 실험시설 설비 계획도

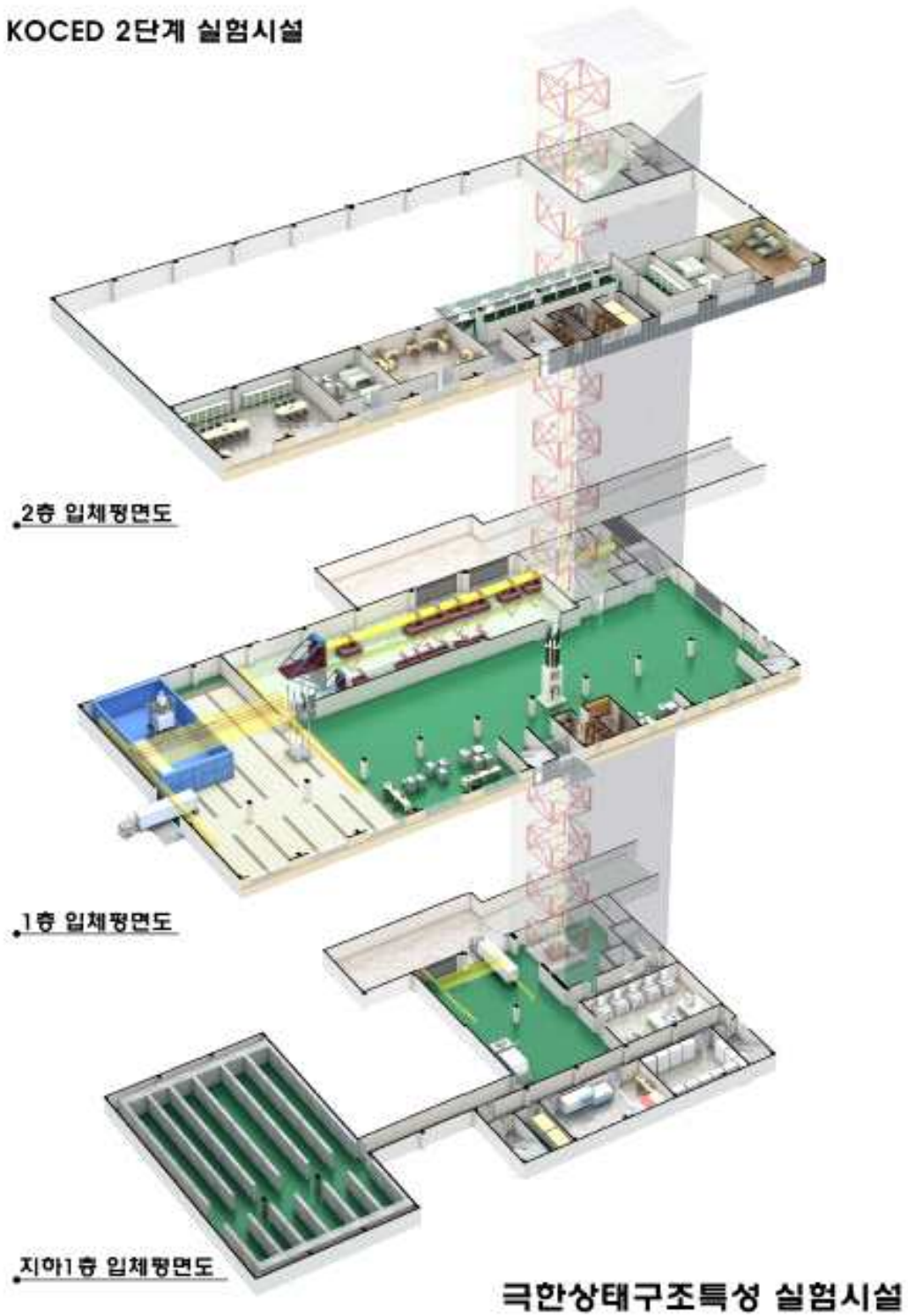
조감도



[그림 2-19] 극한상태 구조특성 실험시설 조감도

입체평면도

KOCED 2단계 실험시설



[그림 2-20] 극한상태 구조특성 실험시설 입체평면도

제5절 소요예산(안)

■ 실험시설 소요예산(안)은 목표성능수준 1안과 2안을 별도로 도출함

- 건축비는 전체 실험실을 포함하는 공간의 시공비를 의미하며, 설계사의 감정을 근거로 산출함
 - 실험장비, 대지 구입비는 건축비에서 제외됨
 - 장비 기초 파일공사 필요시는 별도 공사비가 추가됨
- 설비/장비 구입비는 실험시설 및 장비의 구입, 설치까지의 비용을 의미하며, 각각 Verbal Estimate를 근거로 산출함

〈표 2-9〉 극한상태 구조특성 실험시설 1안 소요예산(안)

구 분	산출내역			추정단가(억원)
건축비	건축공사 3,878,199,000원 (반력상(18m x 30m)공사비 12억원 포함)			60
	토목공사 605,000,000원			
	설비공사 402,705,000원			
	전기공사 839,096,000원			
	기 타 275,000,000원			
설비/장비 구축비	Drop weight impact			15
	High speed propulsion impact machine	High speed	Ø5.5mm, 10~30g, 5,000m/s	6
			Ø60mm, 100g, 800m/s	6
		Middle speed	Ø200mm, 5kg, 300m/sec	5
			Ø50mm, 4kg, 211m/sec	5
			Ø100mm, 4kg, 313m/sec	5
	High speed hydraulic Loading machine			40
	고저온 chamber 및 Loading Frame (유압장비포함)			20
	극저온 chamber			10
	극고온 chamber			10
	고압 chamber			20
	5000 kN UTM (Static)			10
	각종 안전장비/계측장비 등 1식 (Dynamic/Static Data Logger, Switching Box, LVDTs, Load Cells, High Speed Camera)			10
합계			222	

〈표 2-10〉 극한상태 구조특성 실험시설 2안 소요예산(안)

구 분	산출내역			추정단가 (억원)
건축비	건축공사 3,878,199,000원(반력상(18m x 30m)공사비 12억원 포함)			60
	토목공사 605,000,000원			
	설비공사 402,705,000원			
	전기공사 839,096,000원			
	기 타 275,000,000원			
설비/장비 구축비	Drop weight impact			15
	High speed propulsion impact machine	High speed	Ø5.5mm, 10~30g, 5,000m/s	6
			Ø60mm, 100g, 800m/s	6
		Middle speed	Ø200mm, 5kg, 300m/sec	5
	High speed hydraulic Loading machine			40
	고저온 chamber 및 Loading Frame (유압장비포함)			20
	5000 kN UTM (Static)			10
	각종 안전장비/계측장비 등 1식 (Dynamic/Static Data Logger, Switching Box, LVDTs, Load Cells, High Speed Camera)			10
합계			172	

실험시설의 소요예산(안)에 대한 검토의견은 다음과 같음

〈표 2-11〉 극한상태 구조특성 실험시설 소요예산(안) 비교

구분	기본설계(안)	
	1안	2안
시설	- 1,800m ² , 지하1층, 지상6층(타워, 반력상 포함) 소요예산 : 60억원	
장비	- 충돌실험시설 · 자유낙하 · 중고속충돌(전부) · 급속재하 - 극한온도실험시설 · 고저온 Chamber · 극고온 Chamber · 극저온 Chamber - 고압/진공실험시설 · 고압 Chamber 소요예산 : 152억원	- 충돌실험시설 · 자유낙하 · 중고속충돌(일부) · 급속재하 - 극한온도실험시설 · 고저온 Chamber 소요예산 : 102억원
기타	소요예산 : 10억원	소요예산 : 10억원
계	222억원	172억원
비고	- 기획연구에서 제시된 폭발실험을 구현하기 위하여 두 가지(Blast simulator, Blast chamber) 방법 검토 · Blast simulator : 막대한 예산(약 200억 가량)이 소요되는데 비해 효율성이 높지 않은 것으로 판단 · Blast chamber : 화약취급 인허가 문제로 도시지역에 건설이 불가능 예상 폭발실험시설 제외 - 낙하 및 고속충돌실험시설의 성능을 특성화하고, 극한온도 및 고압/진공실험시설 등 극한환경에 대한 실험시설 추가	- 1안에서 관련 분야의 연구 확대와 미래 연구수요에 대응하기 위하여 필요성이 높으나, 현재 시점에서 도입 시급성이 다소 낮은 장비들 제외

※ 배정된 예산 범위 내에서 추진할 경우 현재 시점에서 실험수요가 많아 도입 시급성이 높은 1순위 장비들로 구성된 2안으로 구축하는 것이 불가피하나, 향후 추가적인 예산 지원이 가능하다면 1안의 장비들을 추가 구축할 것을 제안함.

제6절 경제성 분석

가. 시장 관점에서의 경제성 분석

(1) 편익 추정

- 극한상태 구조특성 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 시장점유율 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
- 극한상태 구조특성 실험시설 활용기업은 발전소, 석유화학공장, 산업제조공장 및 교통 관련 엔지니어링 및 건설시장 전망자료를 활용하여 계산하였음
 - 보수적 관점에서 모든 구조물 보다는 극한 하중에 의한 피해가 클 것으로 예측되는 발전소(Power), 석유화학공장(Petroleum) 관련 시장으로 한정하였음
 - 발전소(Power) 시장에는 화력발전소, 재생에너지 발전소, 변전소, 열병합 발전소 등의 도시기반 시설물들이 포함되어 있음
 - 석유화학공장(Petroleum) 시장에는 정제공장, 석유화학공장, 수송관 등과 같이 사고 시 국민안전 및 환경에 많은 영향을 미치는 시설들이 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, 전체시장 대비 약 19.12% 수준임을 반영하여 추정하였음³⁸⁾³⁹⁾

- 2007년부터 2011년까지의 연평균성장률(CAGR)은 석유화학공장 엔지니어링 4% ·건설 7%이며, 산업제조공장 엔지니어링 14% ·건설 18%임
- 발전소(Power) 시장은 2007~2011년의 성장률이 28%로 급격히 성장하는 추세가 보여서, 성장세가 둔화되는 2009~2011년의 성장률인 엔지니어링 16.6% ·건설 15.6%를 적용하였음
- Global Insight에 명시된 세계 건설/엔지니어링 시장 성장률이 2010~2015 9.0%에서 2015~2020 7.5%로 성장률이 감소한 것을 참고하여, 5년마다 성장률이 약 16%씩 감소하는 것으로 반영하였음⁴⁰⁾

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

- 2011년도 엔지니어링 시장에서 국내기업 시장점유율은 발전소(Power) 5.6%, 석유화학공장(Petroleum) 0.7%이며, 아시아에서 가장 높은 시장점유율을 확보하고 있는 중국은 평균 약 12% 수준임(Global Top 200기업 시장점유율)
- 2011년도 건설 시장에서 국내기업 시장점유율은 발전소(Power) 4.8%, 석유화학공장(Petroleum) 6.1%이며, 아시아에서 가장 높은 시장점유율을 확보하고 있는 중국은 평균 약 30% 수준임(Global Top 225기업 시장점유율)

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

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

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

〈표 2-12〉 Power & Petroleum 세계 시장규모 예측치 (2018년~2032년)

연도	Power				Petroleum			
	엔지니어링		건설		엔지니어링		건설	
	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR	시장규모 (백만원)	CAGR
2018	156,661,033	14%	1,454,794,631	13.1%	279,701,905	3.4%	2,178,483,626	5.6%
2019	178,530,900		1,645,769,536		289,125,821		2,301,122,435	
2020	203,453,799		1,861,814,243		298,867,256		2,430,665,257	
2021	231,855,933		2,106,219,735		308,936,905		2,567,500,755	
2022	264,223,003		2,382,709,011		319,345,828		2,712,039,475	
2023	295,206,831	11.7%	2,645,448,231	11%	328,383,916	2.8%	2,840,286,978	4.7%
2024	329,823,944		2,937,159,472		337,677,799		2,974,599,076	
2025	368,500,397		3,261,037,455		347,234,716		3,115,262,553	
2026	411,712,202		3,620,629,177		357,062,111		3,262,577,755	
2027	459,991,194		4,019,872,761		367,167,641		3,416,859,230	
2028	505,301,109	9.9%	4,392,217,732	9.3%	375,896,530	2.4%	3,552,584,053	4%
2029	555,074,129		4,799,051,549		384,832,937		3,693,700,150	
2030	609,749,876		5,243,568,779		393,981,793		3,840,421,676	
2031	669,811,277		5,729,259,889		403,348,151		3,992,971,289	
2032	735,788,828		6,259,938,651		412,937,181		4,151,580,492	

〈표 2-13〉 Power, Petroleum Plant 엔지니어링/건설 시장점유율 예측치 (2018년~2032년)

(단위: %)

연도	Power		Petroleum	
	엔지니어링	건설	엔지니어링	건설
2018	5.6	4.8	0.7	6.1
2019	6.79	10.65	3.59	12.14
2020	7.84	14.55	5.28	15.74
2021	8.58	17.31	6.48	18.29
2022	9.16	19.45	7.42	20.26
2023	9.63	21.20	8.18	21.88
2024	10.03	22.68	8.82	23.25
2025	10.38	23.96	9.38	24.43
2026	10.68	25.10	9.87	25.47
2027	10.95	26.11	10.31	26.41
2028	11.20	27.02	10.71	27.25
2029	11.42	27.86	11.07	28.02
2030	11.63	28.63	11.40	28.73
2031	11.82	29.34	11.71	29.39
2032	12	30	12	30

- 영업이익률은 엔지니어링협회와 건설협회 통계자료를 이용하여 5%를 적용하였음⁴¹⁾⁴²⁾
- 실험시설기여율은 실험시설 이용기업의 매출발생에 실험시설이 기여하는 수준을 의미하는 것으로, 영업이익 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 적용하였음⁴³⁾
- R&D 활동에서 실험시설 활용이 차지하는 비중은 건설/엔지니어링 관련 기업의 ‘R&D 비용’ 중 ‘연구기자재 및 시설비’와 ‘시제품 제작비’ 비중 36%를 적용하였음⁴⁴⁾
- 실험시설이용률은 2011년 기준 국내 모든 건설/엔지니어링 기업 중 1단계 실험시설 활용기업 비중, 실험시설을 100%(200일) 가동한다는 가정 및 실험시설 수요조사를 바탕으로 0.09%를 적용하였음
- 국내 건설기업 총 업체수는 대한건설협회 통계자료 상의 2011년도 일반건설업 업체수인 11,545개를 적용하였음⁴⁵⁾
- 국내 엔지니어링기업 총 업체수는 한국엔지니어링협회 통계자료 상의 2011년도 업체수인 4,757개를 적용하였음⁴⁶⁾
- 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 적용하였음⁴⁷⁾
- 건설연구인프라 2단계 실험시설 수요조사에서 5개 실험시설 응답자 전체 중 ‘극한상태 구조특성 실험시설’ 수요비중인 37.5%를 적용하였음⁴⁸⁾
- 해외실험시설 이용비용 절감 편익은 1단계 실험시설 운영성과 데이터를 참고하여 2단계 실험시설의 예상매출액과, 해외실험시설 방문에 의한 인건비 절감비용으로 추정하였음
- 1단계 실험시설의 가동일(가동율, 200일/1년 가동 시 가동률 100%)은 2009년부터 2012년까지 연평균 15.8% 수준으로 증가하였음

41) 엔지니어링서비스업 경영분석, 한국엔지니어링협회

42) 건설업 기업규모별 수익률 관계비율, 대한건설협회

43) 신태영, 2004

44) 2011년도 국토교통기술연구개발활동조사, 기업체 매출액구분별 자체사용 비목별 현황

45) 일반건설업 등록현황, 대한건설협회

46) 엔지니어링산업실태조사 결과보고서, 한국엔지니어링협회, 2012

47) 건설연구인프라운영원 자체 자료 참고

48) 건설연구인프라운영원 자체 자료

- 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 가정함
 - 1단계 실험시설이 1년에 일평균 0.2건 실험이 수행되었고, 2단계 실험시설도 일평균 0.2건 실험이 수행되어 첫째 20건으로 시작하여 2023년부터 40건의 실험이 수행된다고 가정함
- 보수적 관점에서 해외실험시설 방문인원은 3명, 체류기간 1주일로 가정하여 체류비 및 교통비를 산정함⁴⁹⁾

〈표 2-14〉 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	2021	2022	2023	2024	2025
절감액	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469
연도	2026	2027	2028	2029	2030
절감액	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469	870,454,469

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

49) 공무원 여비 규정, 국가법령정보센터, 2013년 개정

〈표 2-15〉 극한상태 구조특성 실험시설의 편익 추정치 (2018년~2032년)

(단위: 원)

연도	연차별 편익	연차별 편익의 현재가치
2018	1,417,739,562	1,084,761,243
2019	2,864,337,771	2,077,349,033
2020	3,971,772,484	2,730,342,601
2021	4,998,456,571	3,256,988,656
2022	6,029,938,257	3,724,266,311
2023	6,990,413,931	4,092,402,078
2024	7,894,963,424	4,380,998,115
2025	8,848,170,807	4,653,974,315
2026	9,864,724,139	4,918,163,583
2027	10,957,951,361	5,178,392,125
2028	12,005,535,215	5,377,675,983
2029	13,123,787,404	5,572,111,938
2030	14,322,047,656	5,763,858,370
2031	15,609,887,863	5,954,639,992
2032	16,997,294,050	6,145,865,542

(2) 비용 추정

■ 극한상태 구조특성 실험시설 개발 비용은 우선순위 평가 후 도출된 1안(222억원)과 2안(172억원)에 대한 현재가치를 산출함

● '13년도 개발비용은 '14년도 개발비용에 합산하여 산출함

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

〈표 2-16〉 극한상태 구조특성 실험시설의 비용 추정치 (2013년~2032년)

(단위: 원)

연도	1안		2안	
	개발비용	개발비용 현재가치	개발비용	개발비용 현재가치
2013	2,300,000,000	2,300,000,000	1,800,000,000	1,800,000,000
2014	5,190,000,000	4,919,431,280	4,000,000,000	3,791,469,194
2015	8,390,000,000	7,538,015,768	6,500,000,000	5,839,940,702
2016	6,320,000,000	5,382,198,358	4,900,000,000	4,172,906,955
2017	0	0	0	0
2018	0	0	0	0
2019	0	0	0	0
2020	0	0	0	0
2021	0	0	0	0
2022	2,000,000,000	1,235,258,523	2,000,000,000	1,235,258,523
2023	0	0	0	0
2024	0	0	0	0
2025	0	0	0	0
2026	0	0	0	0
2027	2,000,000,000	945,138,732	2,000,000,000	945,138,732
2028	0	0	0	0
2029	0	0	0	0
2030	0	0	0	0
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0

(3) 경제성(B/C Ratio) 분석

- 극한상태 구조특성 실험시설의 비용편익 비율(B/C Ratio)은 1안과 2안 모두 1보다 높아 경제성을 확보하였다고 판단할 수 있음

〈표 2-17〉 극한상태 구조특성 실험시설의 비용편익분석(1안)

(단위: 원)

총비용	총비용의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
26,200,000,000	20,020,042,659	135,897,020,494	64,911,789,886
B/C Ratio	3.242		
순현재가치 (NPV)	44,914,953,633		

〈표 2-18〉 극한상태 구조특성 실험시설의 비용편익분석(2안)

(단위: 원)

총비용	총비용의 현재가치	총편익	총편익의 현재가치
21,200,000,000	15,984,714,105	135,897,020,494	64,911,789,886
B/C Ratio	4.061		
순현재가치 (NPV)	48,927,075,781		

나. 사회적 편익 분석

- ‘극한상태 구조특성 실험시설’ 개발 사회적 편익은 실험시설을 이용한 연구결과를 적용하여, 예상하지 못한 각종 사고나 재난재해를 염두에 둔 구조물 설계를 통해 피해를 절감함으로써 발생하는 편익을 추정하였음
- 현재 국내에서는 본 실험시설이 목표하는 비행체·선박에 의한 충돌, 대규모 폭발, 지진 등과 같은 대형 사고의 빈도가 드물기 때문에, 해외 사례를 바탕으로 국내에서 유사한 사례가 발생할 경우를 가정하여 편익을 추정하였음
 - 비행체에 의한 충돌 피해는 세계무역센터 사고 사례를 바탕으로 추정하였음
 - 선박에 의한 충돌 피해는 플로리다 교량 충돌 사고 사례를 바탕으로 추정하였음
 - 폭발에 의한 피해는 동일본 대지진 후 발생한 원자력발전소 폭발 사례를 바탕으로 추정하였음
 - 지진에 의한 피해는 2008년 중국 쓰촨성 지진 피해를 바탕으로 추정하였음
- 본 실험시설의 충돌, 폭발, 지진에 의한 사고 발생 시 피해 비용 절감효과는 아래와 같음

〈표 2-19〉 극한상태 구조특성 실험시설의 사회적 편익 예측치

(단위: 원)

비용절감분야	사회적 편익
충돌(건물)	36,164,700,000
충돌(교량)	5,656,530,000
폭발	737,625,000,000
지진	3,276,872,508,000

(1) 비행체에 의한 건물 충돌 피해비용 절감

- 건물의 충돌에 의한 피해 중 차량 충돌에 의한 피해는 미미한 수준이므로 비행체에 의한 충돌 피해로 정의하였고, 국내에도 미국 세계 무역센터와 같은 초고층빌딩이 많이 있기에, 비슷한 사고가 발생할 수 있다는 가정 하에 사회적 편익을 산출하였음

$$\text{편익} = \text{비행기 충돌에 의한 건물피해액} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{관련연구 비중} \times \text{시설기여도}$$

- 2001년 민항기 충돌에 의한 미국 세계 무역센터의 피해액은 약 1.43조원임⁵⁰⁾
- 비행기 충돌에 의한 건물피해 방지에 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵¹⁾를 적용함
- 비행체 충돌로 인한 피해 절감에 대한 R&D 중 본 실험시설 관련연구 비중과 관련연구 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음
 - ‘비행기, 전투기 등 비행체의 충돌 사고 시 구조물의 안정성 검토에 대한 연구’는 충돌에 의한 건물이나 구조물 피해 저감에 15% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
 - 극한상태 구조특성 실험시설은 ‘비행기, 전투기 등 비행체의 충돌 사고 시 구조물의 안정성 검토에 대한 연구’에 약 60% 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
(비상체 발사 시험을 통해 비행체 충돌을 모사하여 구조물의 안정성 평가 검토 가능)
- 본 실험시설의 연구결과를 신규 구조물 설계·건설에 적용 시, 미국 세계 무역센터 피해 규모(1.43조 원) 대비 약 362억원의 피해비용을 절감할 수 있음

(2) 선박에 의한 교량 충돌 피해비용 절감

- 본 실험시설의 목적물 중 하나인 교량은 선박 충돌로 인한 피해를 예상하여, 미국 플로리다 선박충돌 사고 사례를 참고하여 사회적 편익을 산출하였음
- 교량의 충돌에 의한 피해 중 차량 충돌에 의한 피해는 미미한 수준이므로 선박에 의한 충돌로 정의하였고, 미국 플로리다 선박 충돌사고(Sunshine Skyway case)와 비슷한 사고가 발생할 수 있다는 가정 하에 사회적 편익을 산출함

50) http://ko.wikipedia.org/wiki/9%C2%B711_%ED%85%8C%EB%9F%AC

51) 신태영, 2004

$$\text{편익} = \text{충돌에 의한 교량피해액} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{관련연구비중} \times \text{시설기여도}$$

- 1980년 미국 플로리다에서 선박이 교량과 충돌하여, 교량 복구 비용이 당시 기준으로 2.4억 달러 (2,684억 원) 소요되었음⁵²⁾
- 비행기 충돌에 의한 건물피해 방지에 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵³⁾를 적용함
- 선박 충돌로 인한 피해 절감을 위한 R&D 중 본 실험시설 관련연구 비중과 관련연구 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음
 - ‘선박 충돌 발생 시 교량의 거동 및 안정성 검토 연구’는 충돌에 의한 교량과 같은 구조물 피해 저감에 15% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
 - 극한상태 구조특성 실험시설은 ‘선박 충돌 발생 시 교량의 거동 및 안정성 검토 연구’에 50% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
(선박 충돌을 모사한 충돌 시험을 통해 교량의 안정성 평가 검토 가능)
- 본 실험시설의 연구결과를 신규 구조물에 적용 시, 국내에서 선박이 교량에 충돌하여 교량이 파손되더라도, 미국 플로리다 교량 복구비용(2,684억원) 대비 약 57억원의 충돌에 의한 피해비용을 절감할 수 있음

(3) 폭발 피해비용 절감

- 국내에 후쿠시마 원자력발전소와 비슷한 규모의 폭발 사고가 발생할 수 있다는 가정 하에 사회적 편익을 산출함

$$\text{편익} = \text{폭발에 의한 피해액} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{관련연구비중} \times \text{시설기여도}$$

- 2011년 일본 대지진 이후 발생한 원자력발전소 및 가스시설 등의 폭발로 구조물의 피해액이 약 17.5조원임⁵⁴⁾

52) http://en.wikipedia.org/wiki/Sunshine_Skyway_Bridge

53) 신태영, 2004

54) 니혼게이자이신문 인용, 일간경제신문, 2011

- 비행기 충돌에 의한 건물피해 방지에 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵⁵⁾를 적용함
- 원전 폭발로 인한 피해 절감을 위한 R&D 중 본 실험시설 관련연구 비중과 관련연구 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음
- ‘원전구조물의 폭발시 안전성 검토 연구’는 폭발에 의한 원자력발전소 및 기타 주변 구조물의 피해 예방 및 저감에 30% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
- 극한상태 구조특성 실험시설은 ‘원전구조물의 폭발시 안전성 검토 연구’에 50% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
(폭발 모사 실험을 통해 발전소 및 플랜트의 폭발시 안정성 검토 가능)
- 본 실험시설의 연구결과를 신규 구조물에 적용 시, 국내에서 일본 후쿠시마 원자력발전소 규모의 발전소 폭발사고가 발생하더라도, 일본 후쿠시마 원자력발전소 피해규모(약 17.5조원) 대비 약 7,376억 원의 폭발에 의한 피해비용을 절감할 수 있음

(4) 지진 피해비용 절감

- 지진과 쓰나미에 의해 피해를 입은 동일본 지진과는 달리 중국 쓰촨성 지진은 순수 지진만으로 피해를 입었음을 고려하여 중국 쓰촨성 지진피해 사례를 토대로 사회적 편익을 산출하였음

$$\text{편익} = \text{지진에 의한 구조물피해액} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{관련연구비중} \times \text{시설기여도}$$

- 2008년 중국 쓰촨성 동부에 발생한 지진으로 총 139조원의 피해가 발생하였는데, 그 중 주택·건물·도시기반시설 등의 피해액은 약 97.1조원임⁵⁶⁾
- 주택의 피해액 38.2조원, 주택 외 건물의 피해액 28.4조원 그리고 도시기반시설의 피해액 30.5조원 이용하여 추정
- 비행기 충돌에 의한 건물피해 방지에 대한 R&D 기여도는 부가가치 창출에 대한 R&D 기여도와 유사할 것으로 가정하여 KISTEP의 28.1%⁵⁷⁾를 적용함

55) 신태영, 2004

56) 중국 스페위진 국가원환지진 전문가위원회 자료 인용, 중앙일보, 2008

57) 신태영, 2004

- 지진에 의한 구조물 피해 절감을 위한 R&D 중 본 실험시설 관련연구 비중과 관련연구 수행에 있어 본 실험시설의 기여도는 전문가 의견을 반영하였음
- ‘지진 발생 시 교량, 고층 건물 등 주요 구조물의 거동 및 안정성 검토 연구’는 지진 피해 저감에 약 30% 정도 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
- 극한상태 구조특성 실험시설은 ‘지진 발생 시 교량, 고층 건물 등 주요구조물의 거동 및 안정성 검토 연구’에 40% 기여할 것이라는 전문가들의 의견 반영
(급속재하장치를 통해 지진하중을 모사하여 구조물의 거동·안정성 검토 가능)
- 본 실험시설의 연구결과를 신규 구조물 설계·건설에 적용 시, 중국 쓰촨성 정도의 지진이(진도 7.0 이상) 발생하더라도, 중국 쓰촨성 지진 피해(약 97.1조원) 대비 약 3조 2,769억원의 지진 피해 비용을 절감할 수 있음

(5) 기타 사회적 편익기여 내용

- 경제적으로 환산되지 않았지만 본 실험시설을 통한 연구를 통하여 기여할 수 있는 사회적 편익은 다음과 같음
- ‘충돌’ 관련 실험은 지진피해 저감 및 충돌사고로 인한 구조물 피해 저감에 기여

사회적 편익	사회적 편익 관련 연구 및 해당 연구의 사회적 편익	사회적 편익 관련 연구에 대한 실험시설 기여
지진 피해 저감	지진 발생시 교량, 고층 건물 등 주요구조물의 거동 및 안정성 검토 연구	급속재하장치를 통해 지진하중을 모사하여 구조물의 거동 및 안정성 검토 가능
	지진 발생 하 구조물 자재의 성능 평가	급속재하장치를 통해 지진하중을 모사하여 구조물 자재의 성능 평가 가능
충돌사고 발생시 구조물의 피해 예방 및 저감	자연재해에 의한 충돌로서태풍 비상체의 고층건물 외피충돌, 낙석충돌에 의한 안정성 검토연구	태풍속도 경량비상체, 대충량물 충돌에 의한 구조물의 안전성평가
	선박 충돌 발생시 교량의 거동 및 안정성 검토 연구	선박 충돌을 모사한 충돌 시험을 통해 교량의 안정성 평가 검토 가능
	차량이나 철도 등 이동수단의 충돌 시 구조물의 거동 및 안정성 검토 연구	차량, 철도 충돌을 모사한 충돌 시험을 통해 피해 예상 구조물의 거동 및 안정성 검토 가능
	비행기, 전투기 등 비행체의 충돌 사고 시 구조물의 안정성 검토 연구	비상체 발사 시험을 통한 구조물의 안정성 평가 검토 가능
	방호, 방탄자재의 성능평가 개발	방호, 방탄자재의 개발연구 촉진

● ‘폭발’ 관련 실험은 폭발사고 시 구조물 피해 저감에 기여

사회적 편익	사회적 편익 관련 연구 및 해당 연구의 사회적 편익	사회적 편익 관련 연구에 대한 실험시설 기여
폭발사고 발생시 구조물의 피해 예방 및 저감	위험물저장 시설 폭발안전성능 설계 검증	위험물 폭발압력을 고려한 저장시설의 안정성능 검증
	플랜트의 폭발시 안전성 검토 연구	폭발 모사 실험을 통해 플랜트의 폭발시 안정성 검토 가능
	지하철, 송유관 등 지하 매설물의 폭발시 안전성 검토 연구	
	원전구조물의 폭발시 안전성 검토 연구	
	새로운 자재 개발 및 성능 검토 연구	폭발 모사 실험을 통해 새로운 자재의 성능 평가 가능

● ‘극한온도’ 관련 실험은 극서지에 구조물 건설 시 피해예방 및 극한온도 지역에서의 시공비용 절감에 기여

사회적 편익	사회적 편익 관련 연구 및 해당 연구의 사회적 편익	사회적 편익 관련 연구에 대한 실험시설 기여
극서지에 구조물 건설 시 피해 예방	극서지 구조물 설계시 고온에 따른 거동 및 안정성 평가 연구	온도 chamber를 통한 극서지 모사 후 구조물의 거동 및 성능 평가 가능
	극서지에서 케이블, 배관의 안정성 검토 연구	온도 chamber를 통한 극서지 모사 후 케이블, 배관의 성능 평가 가능
극한지에 구조물 건설 시 피해 예방	극한지에서 콘크리트의 열화-탈락현상에 대한 보강기법 연구	온도 chamber를 통한 극한지 모사 후 콘크리트 시험체를 통한 성능 평가 가능
	극한지에서 케이블, 배관의 안정성 검토 연구	온도 chamber를 통한 극한지 모사를 통한 케이블, 배관의 성능 평가 가능
	극한지에서 기초가 받는 동해에 대한 대안책 개발 연구	온도 chamber를 통한 극한지 모사 후 기초 구조물에 대한 거동 및 안전성 검토 가능
극한온도 지역에서의 공법개발로 인한 비용절감 및 수익창출	극한온도 지역에서의 공법개발 연구	온도 chamber를 통한 극한온도 지역 모사 후 한 새로운 공법에 대한 검증 가능
극한온도지역에 사용가능한 자재 개발로 인한 수익 창출	극한온도 지역에서 사용가능한 새로운 자재의 성능 평가 연구	고온 chamber를 통한 구조물의 극한온도환경 모사 실험을 통해 자재 성능 평가 가능

- ‘고압/진동’ 관련 실험은 해저구조물 및 고압환경이 요구되는 시설의 사고 예방을 통한 피해 절감에 기여

사회적 편익	사회적 편익 관련 연구 및 해당 연구의 사회적 편익	사회적 편익 관련 연구에 대한 실험시설 기여
해저 구조물 건설시 피해 예방	파이프 등 해저 구조물 건설 시 거동 및 안정성 평가 연구	고압 chamber를 통한 구조물의 압력 모사 실험을 통해 거동 및 안정성 검토 가능
고압 가스 시설의 폭발 사고 피해 저감	고압 가스 시설의 폭발 사고 시 구조물의 안전성 검토 연구	고압 chamber를 통한 고압 가스 시설의 압력 모사 실험을 통해 안전성 검토 가능
고압환경하 새로운 자재 개발로 인한 수익 창출	해저, 고압 가스 시설, 원전 구조물 등의 개발 자재의 성능 평가 연구	고압 chamber를 통한 구조물의 압력 모사 실험을 통해 자재 성능 평가 가능
고압환경에서의 공법개발로 인한 비용절감 및 수익창출	고압환경하 공법개발 연구	고압 chamber를 통한 고압환경모사를 통해 새로운 공법에 대한 검증 가능

다. 소결

- ‘극한상태 구조 특성 실험시설’은 시장관점에서의 경제성과 사회적 편익 발생 관점에서의 경제성이 모두 우수한 실험시설이라 판단됨
- ‘극한상태 구조 특성 실험시설’은 고부가가치 시설물이라 할 수 있는 발전·석유화학·산업 플랜트에 서 요구하는 연구 수행에 기여할 수 있는 시설로써, 구축 시 시장관점에서의 경제성은 충분하다고 판단됨
- ‘극한상태 구조 특성 실험시설’ 활용을 통한 연구결과가 시설물에 적용될 경우 비행기 충돌, 선박 충돌, 대형 폭발 사고, 지진 등과 같은 사고 시 피해 절감에 기여하는 편익도 투자대비 충분하다고 판단됨

제3장 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 연구시설장비의 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