

18CTAP-
C088524
-05

기
상
환
경

재
현

도
로

성
능
평
가

2018

국
토
교
통
부

실
험
시
설

구
축

최
종
보
고
서

국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

국토교통기술촉진연구사업 R&D Report

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()

국토교통기술촉진연구사업 최종보고서

R&D /
18CTAP-C088524-05

기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 최종보고서

2018. 12. 11.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축’(연구개발 기간 : 2014. 12. 12. ~ 2018. 09. 11.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2018. 12. 11.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한 승 현 (인)

주관연구기관책임자: 정준화(한국건설기술연구원)

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	18CTAP -C088524-05	해당 단계 연구 기간	2014.12.12. ~2018.09.11.	단계구분	5 / 5
연구사업명	국토교통기술촉진연구사업				
연구과제명	기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축				
연구책임자	정 준 화	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 75명 내부: 75명	총 연구개발비	정부: 11,918백만원 대응자금: 2,450백만원 계: 14,368백만원
연구기관명	한국건설기술연구원				
○ 주요 기상조건(눈, 비, 안개)과 도로 조명, 소음 등의 도로환경을 재현하여 도로의 성능을 평가하고 이와 관련된 도로 안전시스템과 교통 안전을 평가·실험할 수 있는 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설을 구축하였음. - 실증실험센터 설계 및 구축 - 기상환경 재현 실험시설 구축(강설, 강우, 안개 재현) - 야간환경 실험시설(도로조명 실험시설) 구축 - 도로소음 실험시설 구축 - 기능성포장 실험시설 및 에너지 하베스팅 실험시설 구축 - 융설제 성능평가 실험시설 구축 - 이동식 갠트리 시설 구축				보고서 면수 126면	

〈 국문 요약서 〉

연구의 목적 및 내용	○ 주요 기상조건(눈, 비, 안개)과 도로 조명, 소음 등의 도로환경을 재현하여 도로의 성능을 평가하고 이와 관련된 도로 안전시스템과 교통 안전을 평가·실험할 수 있는 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축 - 실증실험센터 설계 및 구축 - 기상환경 재현 실험시설 구축(강설, 강우, 안개 재현) - 야간환경 실험시설(도로조명 실험시설) 구축 - 도로소음 실험시설 구축 - 기능성포장 실험시설 및 에너지 하베스팅 실험시설 구축 - 융설제 성능평가 실험시설 구축 - 이동식 갠트리 시설 구축 - 중장기 운영방안 수립				
연구개발성과	○ 기상환경 재현 도로 성능평가 실증실험센터 완공 - 기상환경 재현 실험시설 : 강우, 강설, 안개 - 도로소음, 야간환경, 융설제 성능평가, 터널형 쉴드 - 기능성포장 실험시설 및 에너지 하베스팅 실험시설 - 실증실험센터 : 실험시설 관제, 운영관리				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설을 통해 도로 및 교통분야에서 발생하는 주요 문제에 대한 해결책 개발의 실증실험과 기술 검증장으로 활용 - R&D/정책연구 : 도로정책연구, 도로성능 및交通安全 기술대안 개발 및 검증, 시험법/기준 개발 [성과물 : 정책(기준, 지침, 편람), 기술/제품/시스템] - 시험인증 : 시험/인증기관 인정 및 업무 활용 [성과물 : 시험성적서, 인증서] - 성과물 적용처 : 고속도로, 일반국도, 지방도 등 신설, 확장, 개량 사업 - 서비스 영역 : 도로시설 성능(포장, 부대/안전 시설), 도로交通安全(안전 기술/시스템), 자동차 주행 안전(V2X 서비스 포함) 등 ○ (정책연구: 실험평가) 국가 도로정책 연구 → 설계기준, 시험/평가법 ○ (R&D: 실험평가) 국가 기준에 부합하는 도로 기술대안 개발 → 기술/제품/시스템 ○ (시험인증) 개발된 국가기준에 따라 시험인증 업무 활용 - 기상조건별, 환경별 도로시설 및 도로환경 성능 실험평가 및 시험인증				
핵심어 (5개 이내)	기상환경 재현	도로 성능	성능 평가	交通安全	실규모 실험

＜ SUMMARY ＞

Purpose & Contents	○ Construction of facilities to reproduce weather conditions(snow, rain, fog) and road environments(road noise, road lighting, etc.) for evaluating and testing of road performance and safety – Design and building of facilities to reproduce weather conditions for road – Construction of facilities to reproduce weather conditions for rain, snow, fog – Construction of facilities to reproduce for night environment – Construction of facilities to reproduce for road noise – Construction of facilities for multi-functional pavements, energy harvesting – Construction of facilities to reproduce for snow-melting material – Construction of portable gantry – Establishment of mid/long-term operating plans				
Results	○ Construction of facilities to reproduce weather conditions for road – Facilities to reproduce weather conditions : rain, snow, fog – Facilities to reproduce for road noise, night environment, snow-melting material, tunnel shield – Facilities for multi-functional pavements, energy harvesting – Empirical testing center : facility control, management				
Expected Contribution	○ Utilization of empirical test and technical verification facilities to solve the major problem in the road and transportation – R&D/Policy research : road policy research, development and validation of road traffic safety performance, test methods/criteria[outputs : policy(standard, guidelines, manual), technology/products/systems] – Test and certification : certification of test [outputs : test reports, certification letter] – Application : Expressway, highway, local road – Service area : road infrastructure performance, road safety, vehicle driving safety ○ (Policy : experimental evaluation) national policy research → design standard, test/evaluation criteria ○ (R&D: experimental evaluation) development of road technology alternatives → technology/products/systems ○ (Certification system) certification of test – Evaluation and certification of road infrastructure/environmental performance under the weather and severe conditions on road				
Keywords	weather-controlled	highway performance	performance evaluation	traffic safety	full-scale test

< 목 차 >

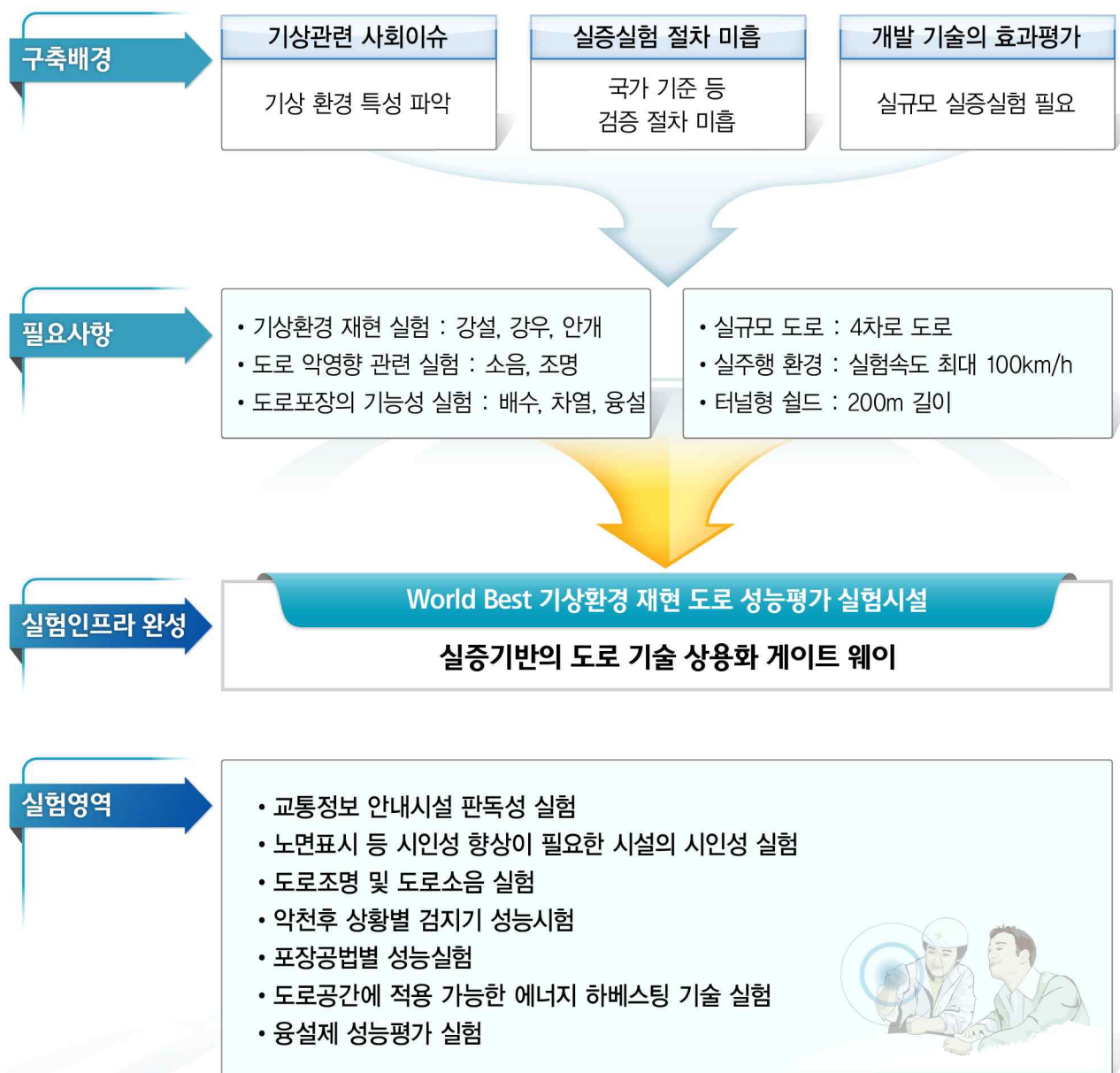
제1장. 연구개발과제의 개요	1
1.1. 연구개발 목적	1
1.2. 연구개발의 필요성	2
1.3. 연구개발의 범위	4
제2장. 국내외 기술 개발 현황	6
2.1. 기상환경 재현 실험시설	6
2.2. 야간환경 실험시설	6
2.3. 도로소음 실험시설	6
2.4. 기능성포장 실험시설	6
2.5. 기타 시설(에너지 하베스팅, 융설제 성능평가 실험시설)	6
제3장. 연구 수행 내용 및 성과	8
3.1. 실증실험센터 설계 및 구축	8
3.2. 기상환경 재현 실험시설 구축(강설, 강우, 안개 재현)	12
3.3. 야간환경 실험시설(도로조명 실험시설) 구축	30
3.4. 도로소음 실험시설 구축	37
3.5. 기능성포장 실험시설 및 에너지 하베스팅 실험시설 구축	42
3.6. 융설제 성능평가 실험시설 구축	58
3.7. 이동식 갠트리 시설 구축	64
3.8. 네트워크 설계	69
3.8. 중장기 운영방안 수립	74
제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	98
4.1. 목표 달성도	98
4.2. 관련분야 기여도	101

제5장. 연구개발성과의 활용계획	102
5.1. 실험시설 활성화	102
5.2. 실험교육 활용·인력 양성·사용자 편의 제공 방안	108
제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	110
6.1. Smart Road	110
6.2. RIOH의 Proving Ground	112
6.3. IIHS	113
6.4. SwRI	115
6.5. M-City	117
제7장. 연구개발성과의 보안등급	119
제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	119
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ..	121
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	121
제11장. 기타 사항	121
제12장. 참고 문헌	122

제1장. 연구개발과제의 개요

1.1. 연구개발 목적

- (구축배경) 이상기후 증가에 따른 기상관련 사회적 이슈 증가, 도로 교통 관련 국가 기준등 검증절차 미흡, 실증적 R&D를 위한 실규모 실증실험시설의 필요성 등에 따라 「기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설」 구축이 필요
- (필요사항) 악천후, 악영향 조건 등을 구현할 수 있는 실규모 도로
- (실험인프라 활용영역) 교통정보 시설의 시인성 및 판독성, 도로조명 및 소음 실험, 악천후 상황별 검지기 성능시험, 포장공법별 기능성 실험, 융설제 성능 및 영향 평가, 도로공간 활용 가능한 에너지 하베스팅 방법 개발 등



<그림 1> 실험시설 구축의 배경 및 목적

1.2. 연구개발의 필요성

가. 사업의 배경

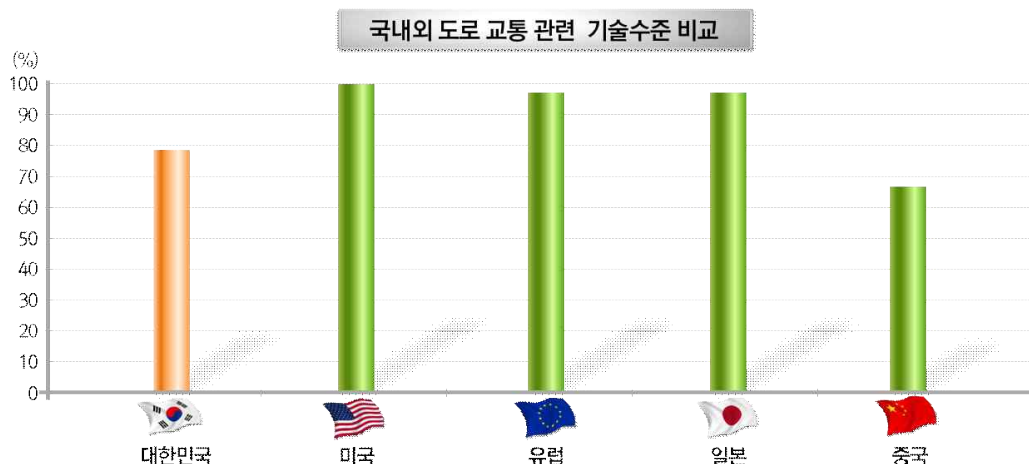
- 본 사업의 배경은 기존 분산공유형 건설연구인프라 구축사업의 계속사업으로 “건설연구인프라 구축과제 1단계 분석 및 2단계 기획”을 통해 도출
- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설은 경기도 연천의 한국건설기술연구원 SOC실증연구센터 내 구축



<그림 2> 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 배경 및 위치

나. 사업의 필요성

- 국내의 기술수준은 선진국 대비 79%로, 실증실험 연구를 통해 기술 고도화 요구
 - 도로 실증실험시설의 구축으로 미래 시장수요 대응력 확보
 - 국내 건설·교통시장 정체 돌파 요구 : 효율, 안전, 해외시장
 - 공공기술의 실증실험 연구로 기술력 향상 및 선순환 구조화
- 실규모 수준의 도로 및 교통분야 실증실험 체계 확보로 선도형/탈추격형 기술개발 및 선진국과의 기술격차 단축 가속화 기대



<그림 3> 국내외 도로 교통 관련 기술수준 비교

- 도로 악조건으로 국민 안전 등 사회문제 대두되어, 도로 및 교통 분야에서 안전 관련 실질적 기술대안 개발 및 검증된 성과 도출 요구
 - 악천후 기상 : 일반 기상 조건 대비 교통사고 치사율 3배 상회
 - 도로 소음 : 민원, 수면장애 등으로 인한 사회적 비용 연간 34조원 추정
 - 도로 조명 : 주간 대비 야간 운전의 위험도 3배 상회
 - 도로 포장 : 포트홀 보수비 최근 5년 새 3배 증가(391 → 1,087억원)
 - 도로 함몰 : 2010~2014년 서울시내 대형 도로함몰(싱크홀) 13개 발견



<그림 4> 도로 악조건으로 인한 사회 문제 사례

- 실증 실험 및 검증 기반의 R&D 연구 환경 미흡
 - 도로 악조건 대응 연구 성과물 검증의 경우 산발적·간헐적 진행
 - R&D성과물 검증단계에서 on-road test는 현실적으로 제한이 있으며, 안전문제로 별도의 실증실험 환경 필요
 - 기후변화 및 악천후 조건하의 자율주행차 운행과 관련하여 신뢰성 검증이 되지 않은 상황



<그림 5> R&D성과물 설치사례 및 자율주행차 주행 안전성 검증방법

- 도로 분야 종합 성능 실험장은 국내 전무한 실정으로, 도로 등 공공기술에 대하여 연구 개발 단계에서 성과물 검증을 위한 테스트베드 필요
 - 도로 기술 등 공공기술의 현장 적용전 검증
 - R&D 성과물의 성능·환경조건 검증을 위해서는 off/on-road test 필수

환경조건	대상시설	실증실험				최종 성과물(예)
		Sim.	Lab	Off-road	On-road	
안개	도로	○	○	△	×	안개대응시스템
강우	도로	×	△	×	×	포장성능, 노면 미끄럼 기준
강설	교량	×	△	×	×	노면 안전관리시스템, 염화물 살포시스템
	도로	×	△	×	×	제설 지침(제설제 성능)
조명	횡단보도	○	○	○	△	조명기준 재정립, 조명 시스템
소음	도로	○	○	△	△	교통소음 평가, ANC

※ 자동차(완전차, 부품) 성능 평가 실험장은 공공 2곳, 민간 3곳 이상 구축 운영 중

○ : control 가능 △ : 부분가능 × : 불가

<그림 6> R&D 성과물 검증 단계

1.3. 연구개발의 범위

가. 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설의 구축

- 눈, 비, 안개, 야간 등 도로상 다양한 기상 조건을 재현, 실증실험을 통해 도로관련 기술·기준을 개발하고 새로운 개발기술을 테스트할 수 있는 실험시설 구축
 - 악천후·악영향 도로환경조건 실험시설 구축
 - 실험시설 연계 및 중장기 운영계획 수립

KICT 실험 인프라 및 전문성을 활용한
실증실험기반의 도로기술 실용화 게이트웨이

World Best 기상환경 재현 도로성능 평가 실험시설 구축

목표 1 악조건 기상환경 재현 도로 실험시설 구축



- 악천후·악영향 도로환경 재현 (악천후 3, 악영향 3)
- 구축길이: 300m

목표 2 소음 및 기능성 포장 실험시설 구축



- 모듈식 포장: 50m * 4차선 1개는 입원원
- 도로소음 시설(방음벽): 150m
- 구축길이: 300m

목표 3 실험시설 연계 및 중장기 운영계획 수립



- KOCED의 Grid시스템 연계망 구축
- 운영관리계획 및 중장기 발전방안 수립

<그림 7> 연구개발 최종 목표



<그림 8> 실험시설 조감도 및 위치

나. 실험시설의 기능사양

○ 세부 실험시설의 기능 사양은 [표 1]에 제시함.

[표 1] 세부 실험시설 기능 사양

세부 실험시설		기능 사양
1) 기상환경 재현 실험시설	강설	- 일반구간 100m, 터널구간 100m, 강설장비 20기 - 최대 5cm/h 구현
	강우	- 일반구간 100m, 터널구간 100m, 강우장비 20기 - 전체 구간은 최대 50mm/h로 구현하고, 터널 내 20m 구간은 100mm/h 구현
	안개	- 터널구간 200m, 안개발생장치 40기 - 최소 시정거리 30m
2) 야간환경 실험시설 (도로조명)		- 일반구간 100m, 터널구간 200m, 조명장비 20기 - 도로조명 및 이동레일 : 상하, 좌우, 전후 이동 가능 - 전방향 45도 등기구 틸팅 가능 및 실험시설의 개별/통합제어 가능
3) 도로소음 실험시설		- 방음벽 구간 150m - 방음벽 지주 높이 10m - 도로소음 발생 및 수음 측정 기능
4) 기타 부대 실험시설	이동식 갠트리	- 총 300m 구간(일반구간 100m, 터널구간 200m), 갠트리 2기 - 최대 용량 10톤
	기능성 포장	- 폭 3.5m, 길이 10m bath 모듈식 포장 실험시설, 4개 bath - 기능성 포장 공법의 성능 실험
	에너지 하베스팅	- 태양광 발전의 Energy Storage System 및 기타 설비 등의 실험을 위해 관제동 측면 지상에 구축(발전용량 30.8kW) - 압전 설비(기능성 포장 실험시설 구간 모듈형 포장 1섹션에 시공, 전력생산량 5mW/cm ²)
	용설제 성능평가	- 강설 일반구간 100m, 최대 분당 200리터 분사, 최대 분사거리 10m - 3종의 용설제 분사가 가능한 시설 구축
5) 관제동		- 실험장비실, 교육실, 휴게공간, 관제실(연면적 595.5m ²), POWER PLANT(연면적 317.36m ²)
6) 터널형 쉴드		- 외기 환경에 구애받지 않는 실험조건 구현(길이 200m, 4차로)

제2장. 국내외 기술 개발 현황

2.1. 기상환경 재현 실험시설

- 외기 조건에 상관없는 기상재현이 불가하거나 외기 조건에 상관없이 기상재현이 가능하지만 강설 상황을 재현할 수 없는 한계가 있음.
- 상기 문제점 해결을 위해 터널형 설드를 제작하고 기상상황을 외기 조건과 관계없이 구현할 수 있도록 터널 내 및 오픈형 구간에 걸쳐 기상재현 설비 구축하여 차별성 및 우수성을 확보함.

2.2. 야간환경 실험시설

- 야간 환경은 주로 도로조명에 국한되어 실험이 수행되고 있으며, 국외에서는 주로 조명 제작 회사(민간) 위주로 실험실을 보유하고 있는 실정임.
- 국내 한국광기술원은 도로조명 실험시설을 보유하고 있으나 주행상태의 실증실험은 불가능하며, 조명 등기구의 기본 성능을 실험하는 장비와 설비만 구비하고 있으므로 도로조명과 관련된 기본적인 기초연구는 광기술원과 연계하는 것이 바람직함.
- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설의 야간환경 실험시설은 주행상태의 실규모 실증연구가 가능한 우수성이 있음.

2.3. 도로소음 실험시설

- 도로소음과 관련된 별도의 실규모 실증실험시설은 국내·외에서 찾아볼 수 없고, 다만 실험실 수준에서의 소음 모델링 및 예측 기법을 연구하는 수준으로, 실규모 도로환경 조건에서의 특성 파악 등을 위한 도로소음 실험시설 구축을 통해 차별성 및 우수성 확보함.
※ 일반적으로 길어깨에서 발생하는 소음은 70~80dB(A)이므로, 소음 실험시설의 최대 발생 기준은 100~150dB(A)의 범위에서 선정 가능

2.4. 기능성포장 실험시설

- 미국 VTTI의 Smart Road에서는 총 14가지의 포장공법별로 제작된 포장체를 시험도로에 시공하여 공용성을 평가하고 있으나, 시험이 종료되면 포장체를 모두 걷어내고 다시 시공하는 불편함 존재함.
- 기능성포장 실험시설은 시험체 철거 및 재시공에 소요되는 시간을 절약할 수 있는 방식으로 구축하여 공용성 시험 기간 단축을 통해 차별성을 확보하였음.

2.5. 기타 시설(에너지 하베스팅, 융설제 성능평가 실험시설)

- 에너지 하베스팅이나 융설제 기능성 평가 실험은 별도의 실험장에서 수행되지 않고 있으나, 다양한 환경조건 모사가 가능하기 때문에 「기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설」에서 수행하게 될 경우 차별성 및 우수성 확보가 가능함.

[표 2] 국내·외 기술 개별 현황 비교

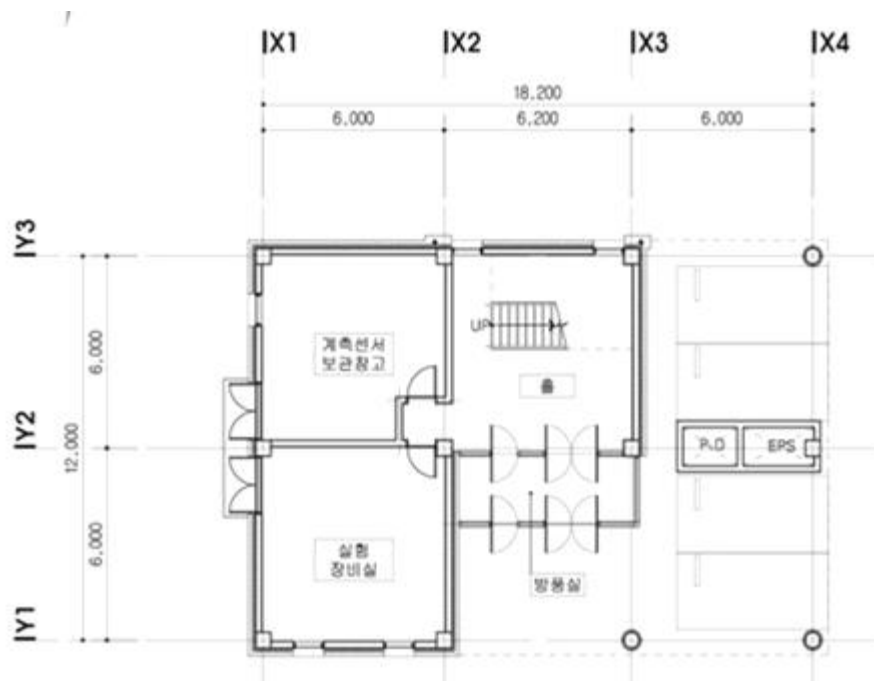
구분	기관	국내·외 유사 실험시설		기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 사양		비고
		요약	규모	요약	규모	
기상환경 실험시설	영국 TRL	▪강우	550m	▪강우강도: 50mm/h (일부 20m구간 100mm/h) ▪강설강도: 5cm/h ▪안개 : 시정거리 30m ▪터널형 쉴드(외부 기상 상황 관계없이 기상재현 구현)	200m	
	미국 TTI	▪강우(20mm/h)	500m			
	미국 VTTI	▪강설(3cm/h), ▪강우(64mm/h), ▪안개 (시정거리 30m)	400m			
	일본 NILIM	▪강우, 안개	정보 없음			
야간환경 실험시설	미국 VTTI	▪3개 등기구/등주	400m	▪레일을 이용한 이동형 조명실험 ▪가로등 승하강식 보·차도형	300m	실험실 위주 실험
	일본 JARI	▪도로조명실험	정보 없음			
	한국 광기술원	▪도로조명 시설	120m			
도로소음 실험시설	-	-	-	▪방음벽 설치 150m + 무설치 150m ▪방음벽 종류별 시험을 위한 방음벽 설치대	300m	실험실 위주의 모델링
기능성포장 실험시설	미국 VTTI	▪14가지 포장 공법별 시공	400m	▪50m 마다 10m씩 모듈형 포장체 시공	200m	

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

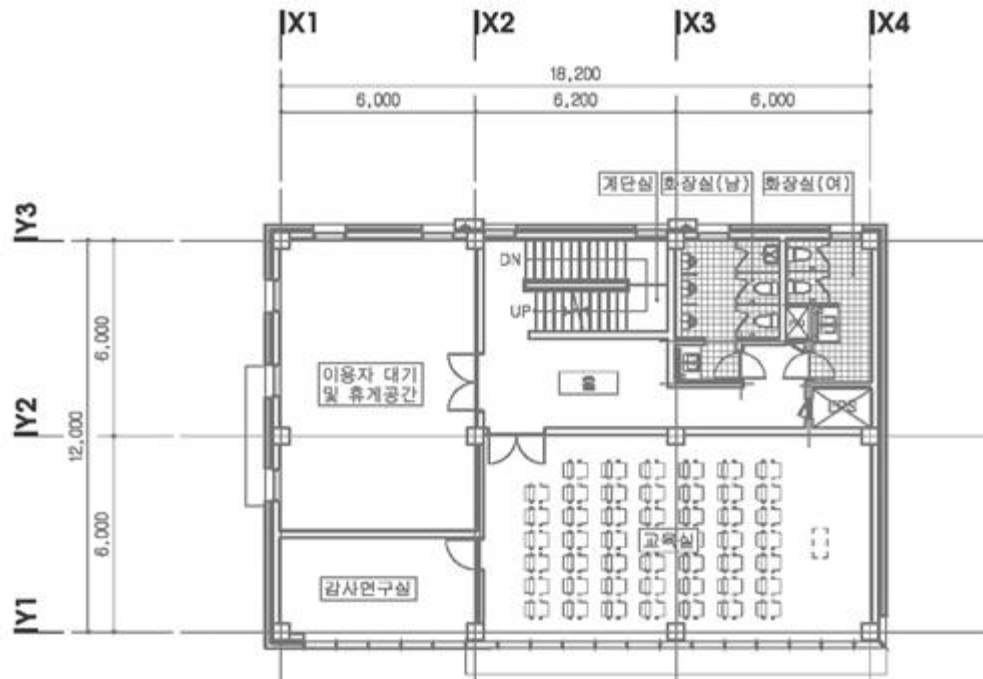
3.1. 실증실험센터 설계 및 구축

가. 실증실험센터(관제동) 구축

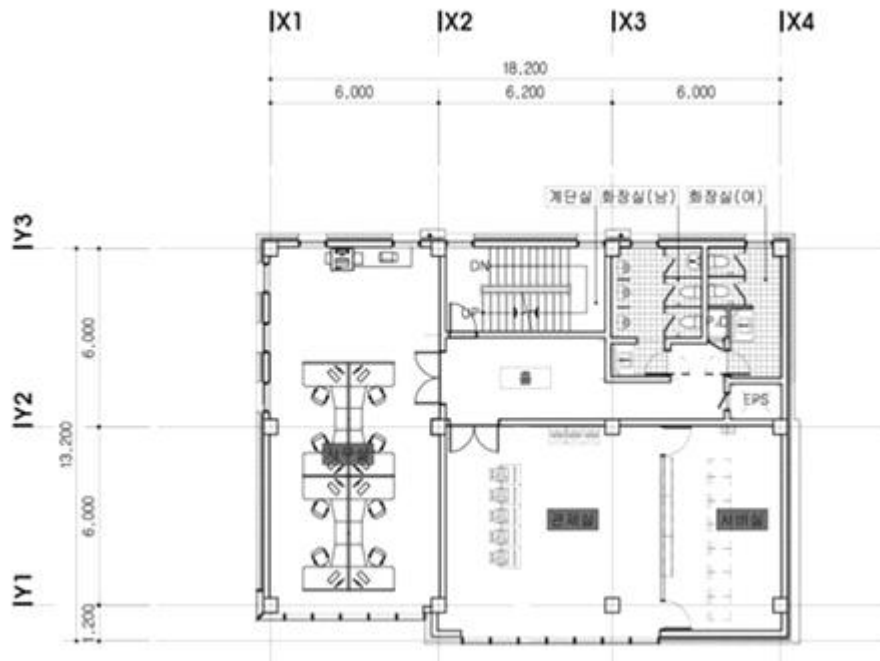
- 실증실험센터(관제동)은 실험장비의 보관, 실험시설의 운영 및 제어, 실험시설의 관제 등을 위한 기반시설
- 각 층별 구성은 다음과 같음.
 - 1층 : 실험장비실 I, 실험장비실 II, 실험용차량보관소
 - 2층 : 강사/연구실, 교육실, 이용자 대기 및 휴게공간
 - 3층 : 관제실, 연구실, 서버실



<그림 9> 관제동 1층 평면도



<그림 10> 관제동 2층 평면도



<그림 11> 관제동 3층 평면도

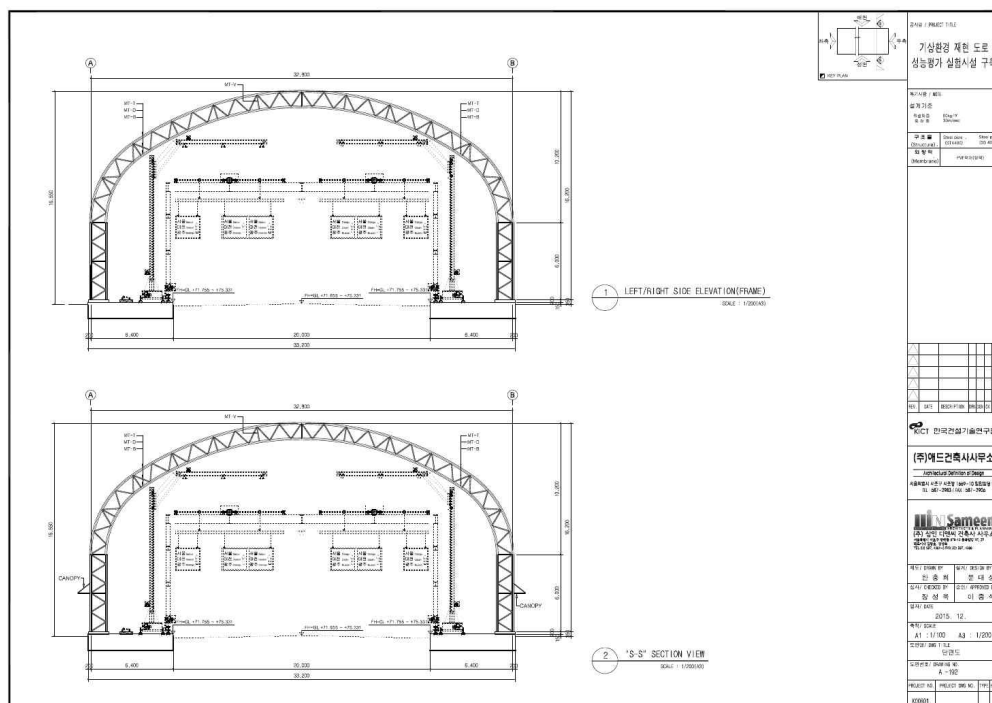


<그림 12> 관제동 외부 전경

※ 기상재현 도로실증센터 임시사용 허가 승인 완료하였으며(연천군청, 2018.3.) 연천SOC 실증연구센터 완공 시기와 연계하여 건축허가 승인 예정

나. 터널형 쉼드 구축

- 터널형 쉼드는 외부 조건(기상 및 주·야간)에 제약받지 않고 다양한 도로상의 환경 조건을 구현하여 실험할 수 있는 환경을 조성하기 위한 시설
- 특히 안개 재현 실험시설에서 생성된 안개가 소산되지 않도록 하거나, 주간에 야간 조건(조명 실험) 재현이 가능하도록 하는 기반시설
- 구축구간은 총 200m임.
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 길이 200m * 폭 32.8m * 높이 16.2m
 - 사이드게이트 8EA
 - T.F.S 멤브레인 구조, 내막 암막처리



<그림 13> 터널형 쉼드 도면



<그림 14> 터널형 쉴드 외부 전경

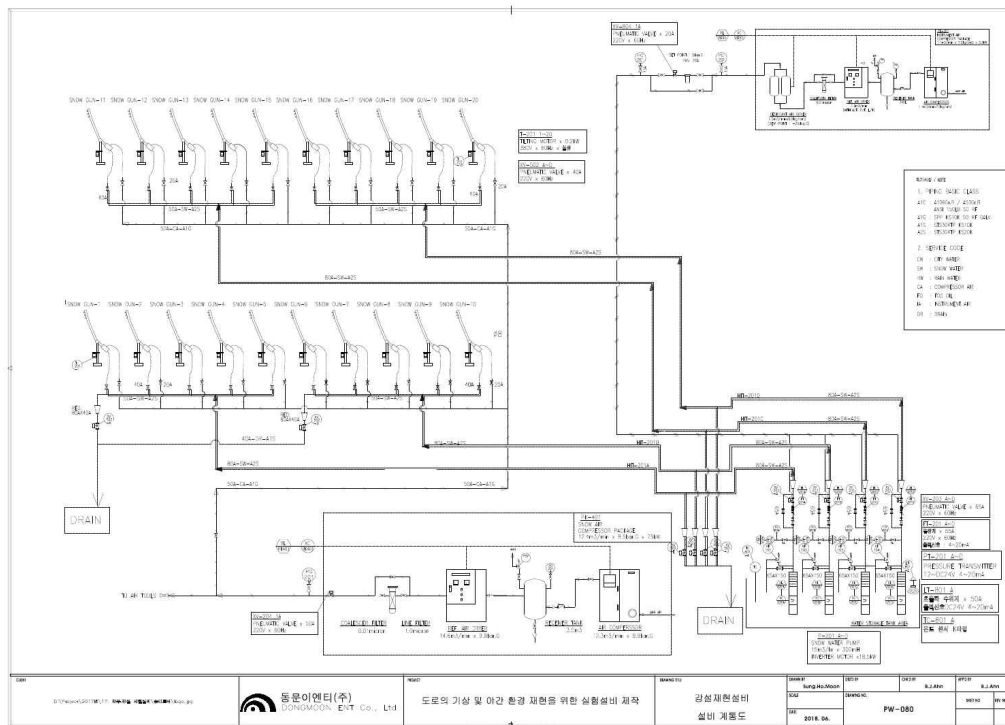


<그림 15> 터널형 쉴드 내부 모습

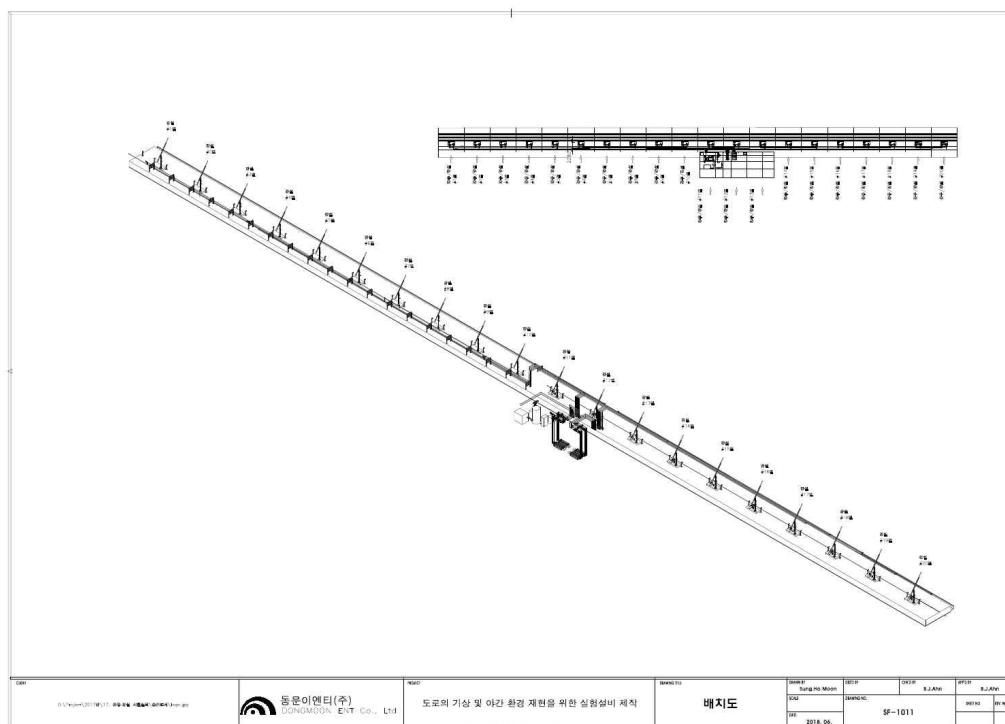
3.2. 기상환경 재현 실험시설 구축(강설, 강우, 안개 재현)

가. 강설 재현 실험시설

- 강설 상황을 모사하여 도로의 성능과 도로분야 시설 및 설비 등을 종합적으로 평가·실험할 수 있는 실증 실험시설
- 총 200m 구간(터널구간 100m, 터널과 인접한 일반구간 100m)에 20기 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 강설량 5cm/h 재현 가능



<그림 16> 강설 재현 실험시설 설비계통도



<그림 17> 강설 재현 실험시설 배치도



<그림 18> 강설 재현 실험시설 테스트



<그림 19> 강설 재현 실험시설 강설량 확인 결과

○ 실험시설 운영 점검은 다음과 같이 실시하였음.

- 강설 재현 실험시설은 구현이 가능한 동절기에 2개 기기를 설치하여 확인완료 (18.1.18~19.)
- 전체 실험시설은 하절기에 미스트(mist)형태로 확인함.(‘18.6.30., ‘18.7.16.)
- 2019년 1~2월(동절기)에 전체 강설 재현 실험시설 추가 test 예정

장비운영일지

장비정보	
장비명	강설재현 실험시설
-	
NTIS 등록번호	-
자산번호	-
구분	-
책임자	정준화 선임연구위원
담당자	이석기 연구위원
문의	-

사용내역			
사용 자 정 보	기간	시작	2018년 1월 19일 04시
		종료	2018년 1월 19일 06시
	총 (2)시간 사용		
	성명	이석기 외 (2)명	
	전화번호	031-910-0089	
	이메일	oksk@kict.re.kr	
	소속기관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
사용기관명	한국건설기술연구원		
사용부서명	도로연구소		
사용목적	장비 운영		
사용내용	강설 재현 실험시설 테스트(2기) : 시간당 50mm이상의 적설량 구현 확인 : 작동방법 교육		
사용구분	☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시료 및 실험체 사용내용	시료 및 시험체명	개수	
동시가동 부대(보조)장비 자산번호			
공동활용사용료	0원		

확인사항		
장비상태	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실험실정리	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특이사항	장비운용부서 : 도로연구소	
	장비운용자 : 이석기	

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	강설재현 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 6월 30일 13시
		종 료	2018년 6월 30일 15시
		총 (2)시간 사용	
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		기상재현 실험시설 현장 점검 강설 재현 실험시설 예비테스트 : 미스트 형태로 확인 : 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

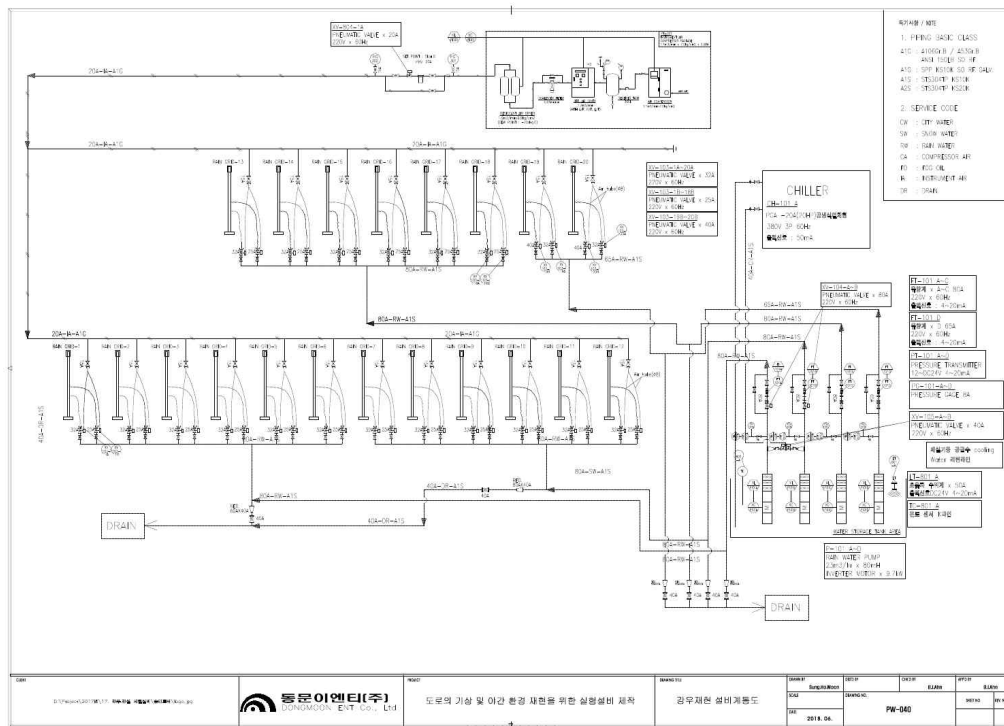
장 비 정 보	
장 비 명	강설재현 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 16일 13시
		종 료	2018년 7월 16일 15시
		총 (2)시간 사용	
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 강설 재현 실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 미스트 형태로 확인	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용	시료 및 시험체명		개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

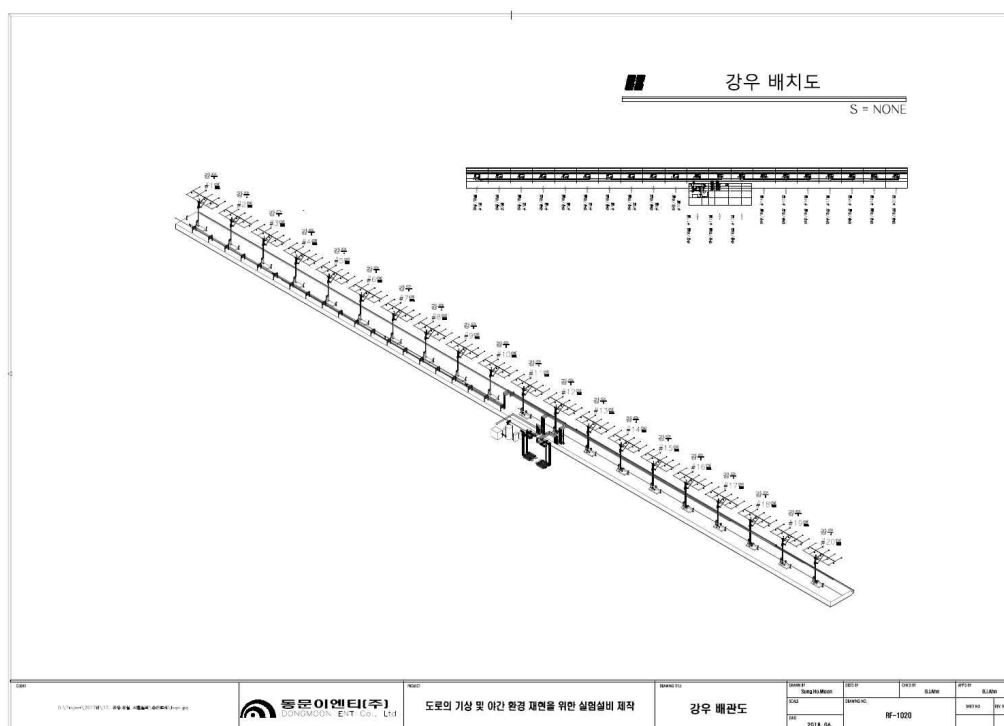
확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

나. 강우 재현 실험시설

- 강우 상황을 모사하여 도로의 성능과 도로분야 시설 및 설비 등을 종합적으로 평가·실험할 수 있는 실증 실험시설
- 총 200m 구간(터널구간 100m, 터널과 인접한 일반구간 100m)에 20기 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 강우량 0~50mm/h(0~180m), 0~100mm/h(20m) 재현 가능
 - 구간별로 다양한 재현조건으로 강우 재현 가능
 - 1구간(1~6기), 2구간(7~12기), 3구간(13~18기), 4구간(19~20기)



< 림 23> 강우 재현 실험시설 설비계통도



<그림 24> 강우 재현 실험시설 배치도

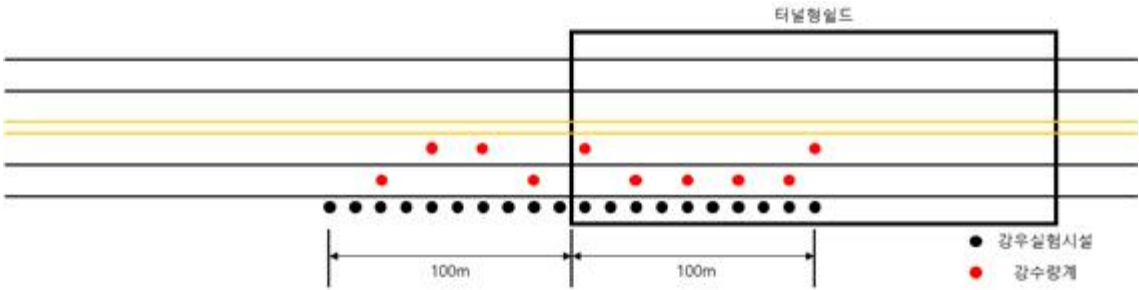


<그림 25> 강우 재현 실험시설 테스트(드론 촬영)



<그림 26> 강우 재현 실험시설 테스트(지상 촬영)

- 강우 재현 실험시설 테스트(1시간) 결과
 - 강우량계 사진 및 배치(0~50mm/h구간 8개, 0~100mm/h구간 2개)



<그림 27> 강우량계 사진 및 배치도

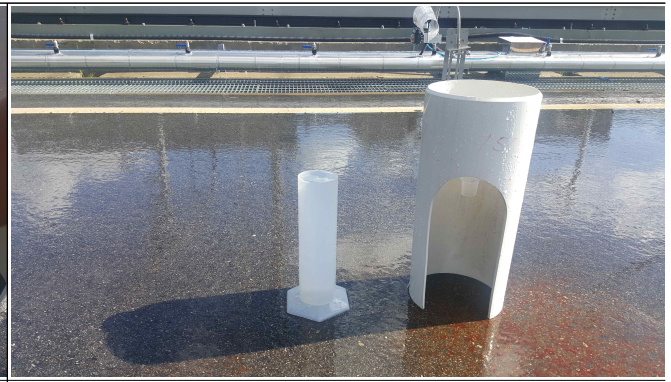
- 강우 재현 실험시설 테스트(1시간) 결과

[표 3] 강우 재현 실험시설 테스트(1시간) 결과

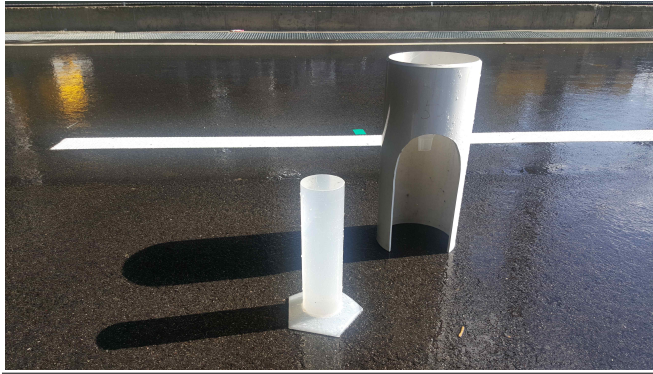
1번(130mm이상)	2번(80mm)



3번(60mm)



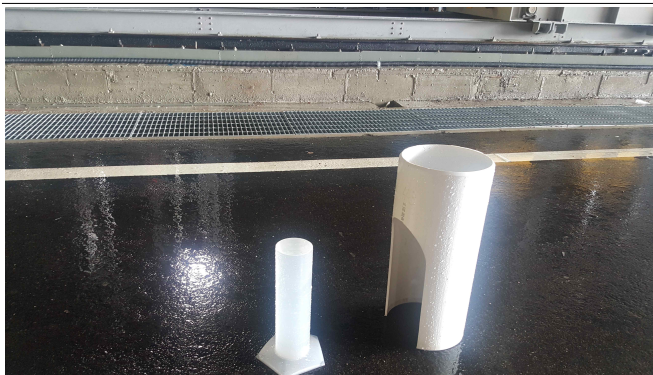
4번(130mm이상)



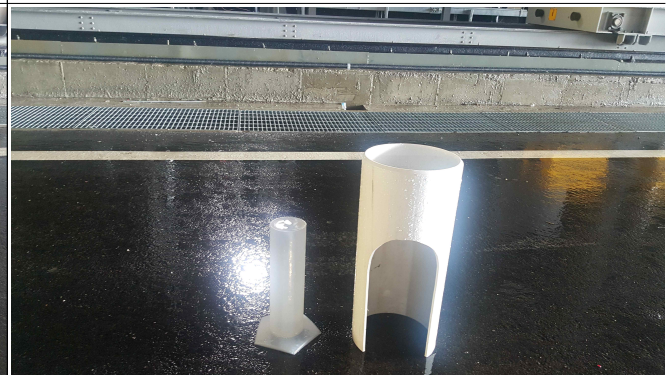
5번(130mm이상)



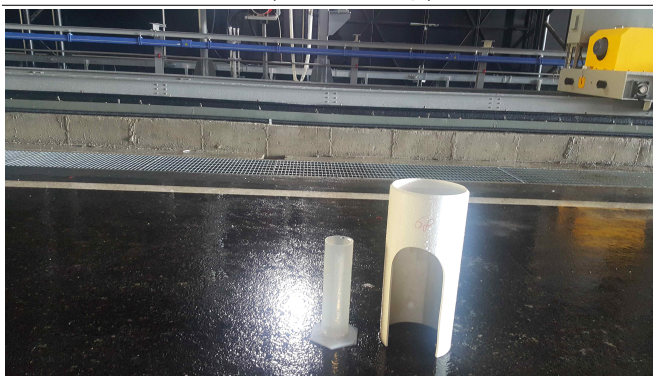
6번(130mm이상)



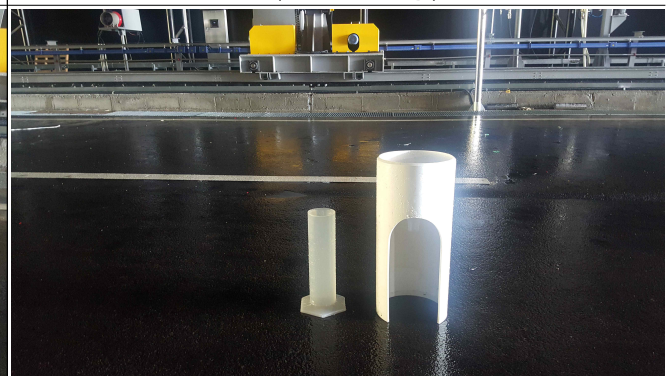
7번(130mm이상)



8번(130mm이상)



9번(130mm이상)



10번(130mm이상)

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	강우재현 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 6월 5일 13시
		종 료	2018년 6월 5일 15시
	총 (2)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		강우 재현 실험시설 테스트 : 강우강도별 분사량 확인 : 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		
	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기	

장비운영일지

장비정보	
장비명	강우재현 실험시설
-	
NTIS 등록번호	-
자산번호	-
구분	-
책임자	정준화 선임연구위원
담당자	이석기 연구위원
문의	-

사용내역			
사용 자 정 보	기간	시작	2018년 6월 25일 9시
		종료	2018년 6월 29일 18시
		총 (32)시간 사용	
	성명	이석기 외 (3)명	
	전화번호	031-910-0089	
	이메일	oksk@kict.re.kr	
	소속기관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
사용기관명	한국건설기술연구원		
사용부서명	미래융합연구본부		
사용목적		장비 운영	
사용내용		강우강도에 따른 차선 재귀반사 테스트 : 강우강도별 테스트 실시 : 작동방법 교육	
사용구분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시료 및 실험체 사용내용	시료 및 시험체명		개수
동시가동 부대(보조)장비 산번			
공동활용사용료		0원	

확인사항		
장비상태	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실험실정리	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특이사항	장비운용부서 : 미래융합연구본부	
	장비운용자 : 이석기	

장비운영일지

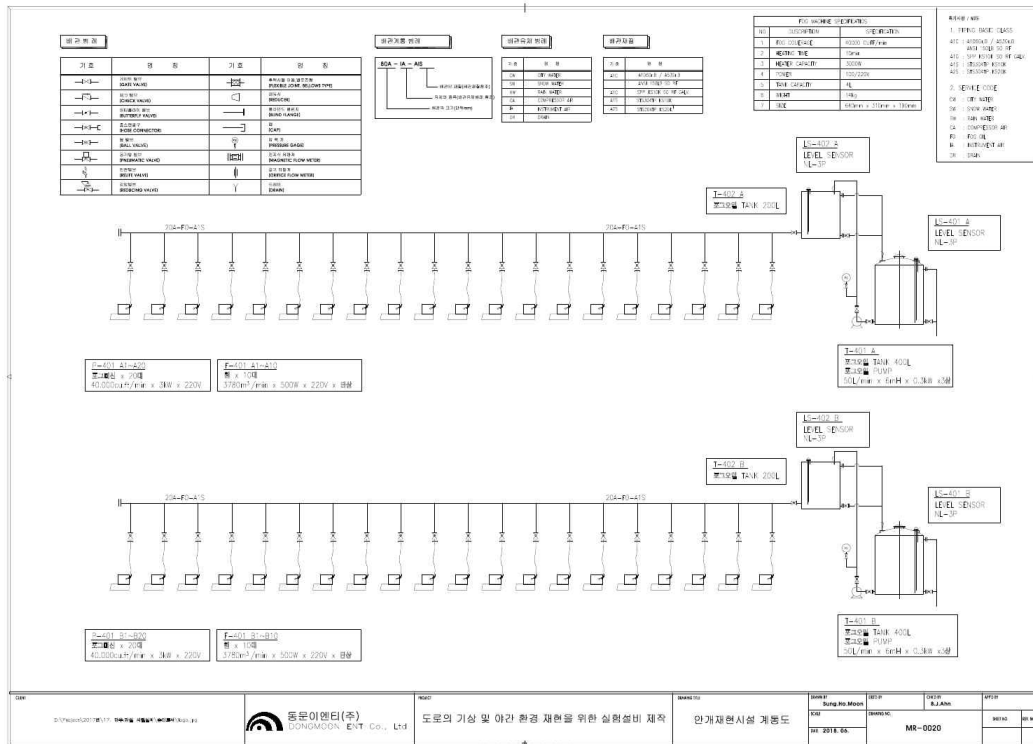
장비정보	
장비명	강우재현 실험시설
-	
NTIS 등록번호	-
자산번호	-
구분	-
책임자	정준화 선임연구위원
담당자	이석기 연구위원
문의	-

사용내역			
사용 자 정 보	기간	시작	2018년 7월 16일 13시
		종료	2018년 7월 16일 15시
		총 (2)시간 사용	
	성명	이석기 외 (3)명	
	전화번호	031-910-0089	
	이메일	oksk@kict.re.kr	
	소속기관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
사용기관명	한국건설기술연구원		
사용부서명	미래융합연구본부		
사용목적		장비 운영	
사용내용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 강우 재현 실험시설 테스트 및 작동방법 교육	
사용구분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시료 및 실험체 사용내용	시료 및 시험체명		개수
동시가동 부대(보조)장비 산번호			
공동활용사용료		0원	

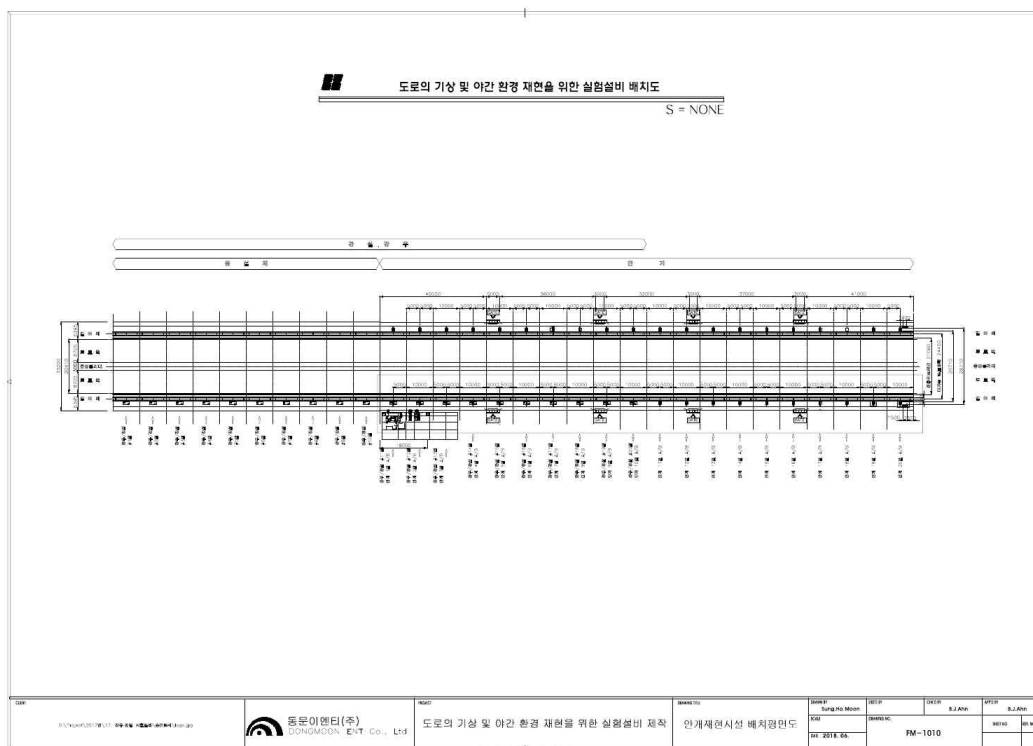
확인사항		
장비상태	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실험실정리	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특이사항	장비운용부서 : 미래융합연구본부	
	장비운용자 : 이석기	

다. 안개 재현 실험시설

- 안개 상황을 모사하여 도로의 성능과 도로분야 시설 및 설비 등을 종합적으로 평가·실험할 수 있는 실증 실험시설
- 총 200m 구간(터널구간 200m)에 안개 발생 장치 40기 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 최저 시정거리 30m 이내



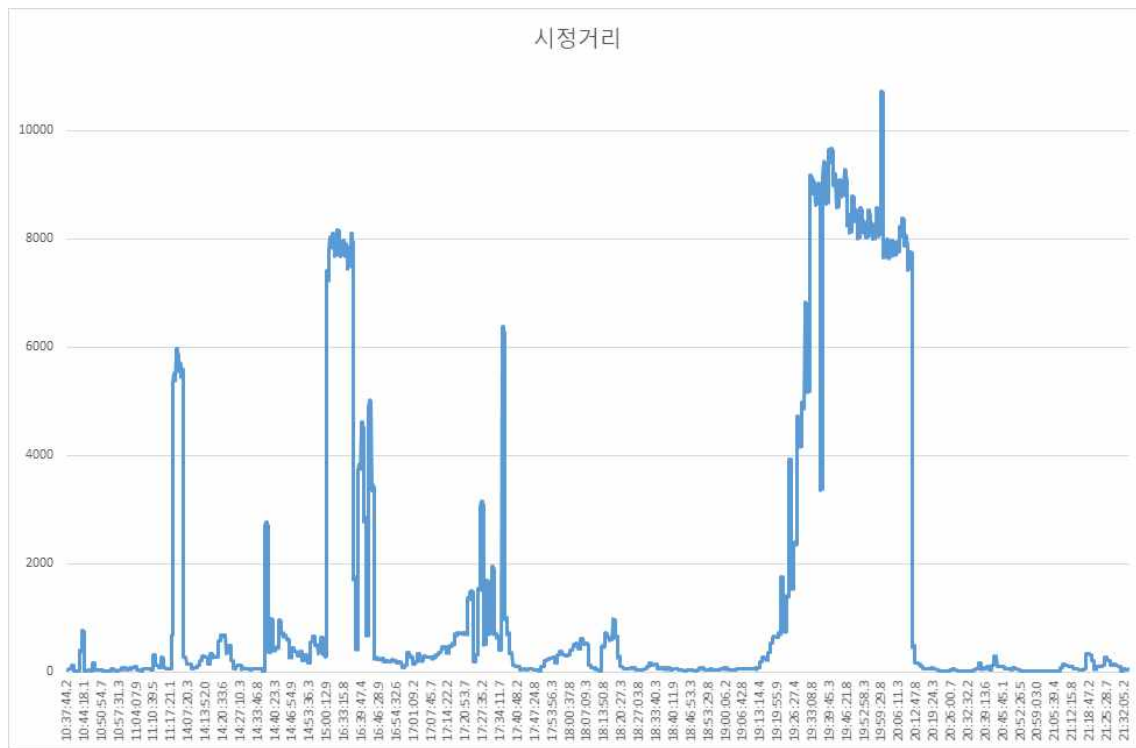
<그림 31> 안개 재현 실험시설 계통도



<그림 32> 안개 재현 실험시설 배치도



<그림 33> 안개 재현 실험시설 테스트



장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	안개재현 실험시설
	-
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2017년 10월 30일 13시	
		종 료	2017년 11월 3일 13시	
	총 (32)시간 사용			
	성 명	이석기 외 (3)명		
	전 화 번 호	031-910-0089		
	이 메 일	oksk@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	도로연구소		
사 용 목 적		장비 테스트		
사 용 내 용		안개 재현 실험시설 테스트 : 안개장치의 출력테스트 : VSL표지판의 가독성 테스트 : 시정계의 시정거리 데이터 추출 : 작동방법 교육		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명		개 수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	안개재현 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 5월 8일 14시
		종 료	2018년 5월 8일 16시
	총 (2)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		안개 재현 실험시설 테스트 : 현대 모비스 대상으로 시연하여 센서 테스트 : 실험시설 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

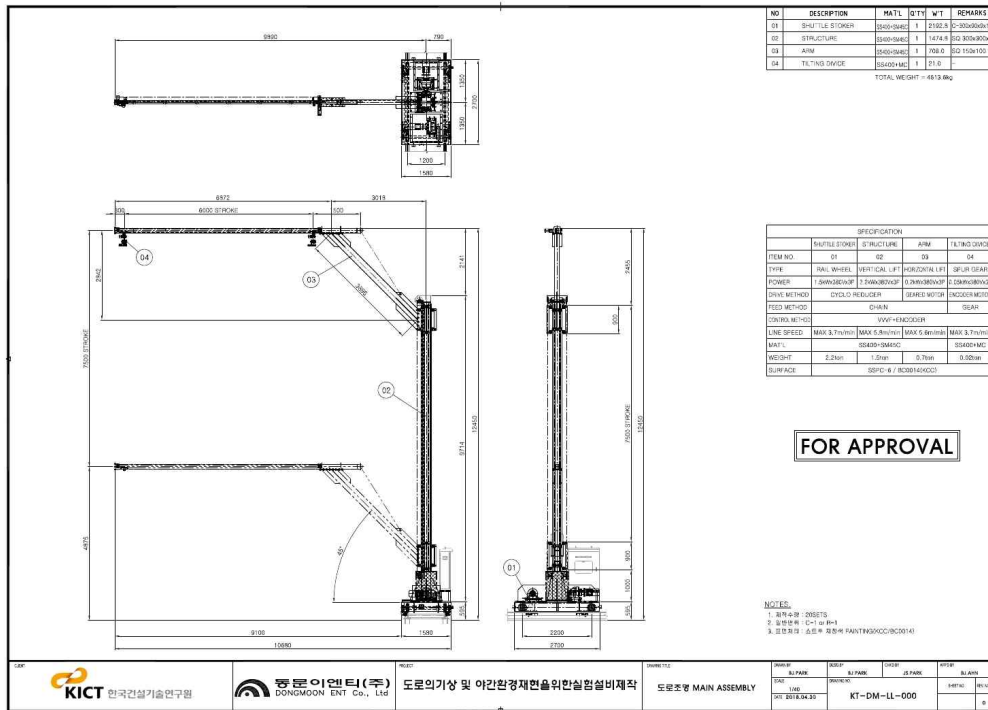
장 비 정 보	
장 비 명	안개재현 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 16일 09시
		종 료	2018년 7월 16일 12시
	총 (3)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 안개 재현 실험시설 테스트	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

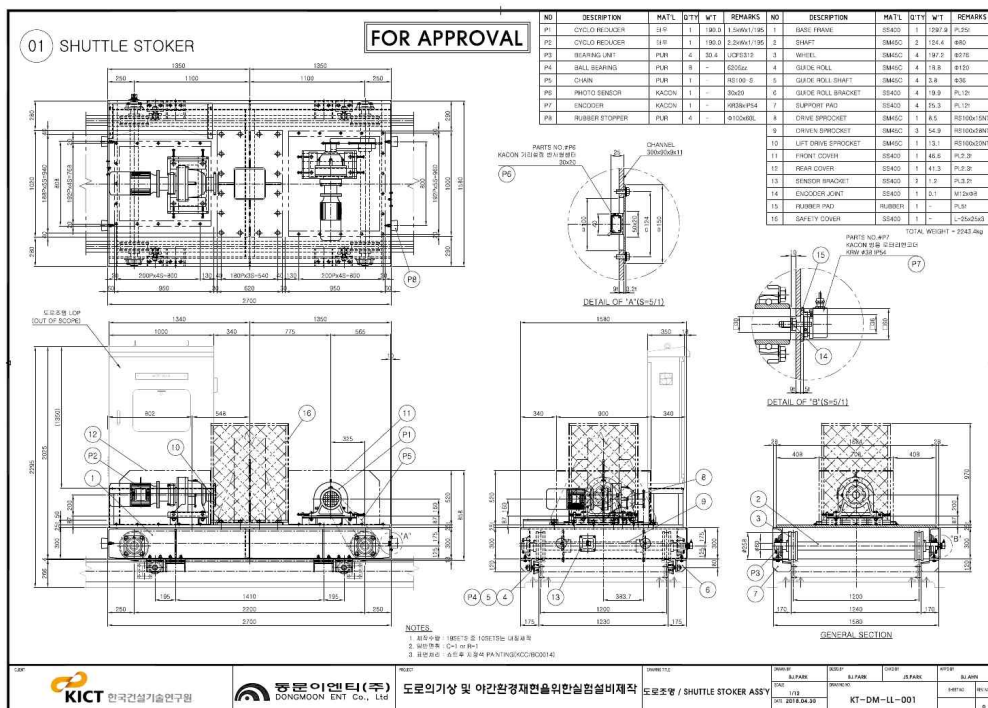
확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

3.3. 야간환경 실험시설(도로조명 실험시설) 구축

- 야간 도로 안전에 있어서의 도로 조명의 역할을 규명하기 위한 실험시설
- 총 300m 구간(터널구간 200m, 터널과 인접한 구간 100m)에 20기 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - Main post 길이 조절 가능
 - 등기구 위치 조절 가능
 - 등기구 틸팅 가능



<그림 38> 도로조명 실험시설 설계도



<그림 39> 도로조명 실험시설 대차부분 상세 설계도면



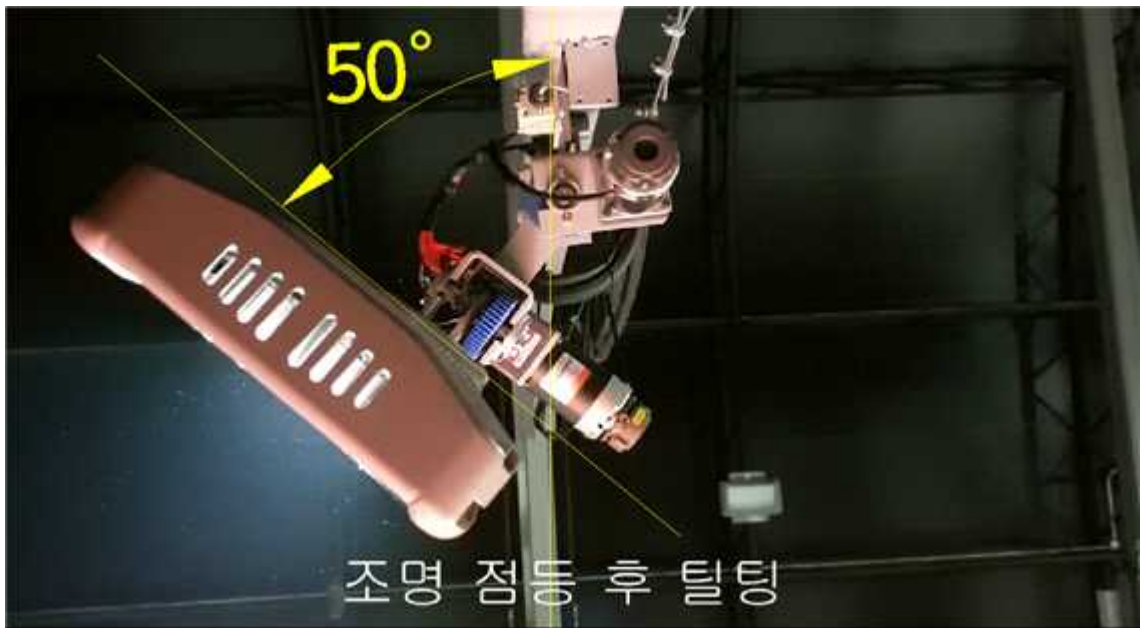
<그림 40> Main post 높이 조절 기능 테스트



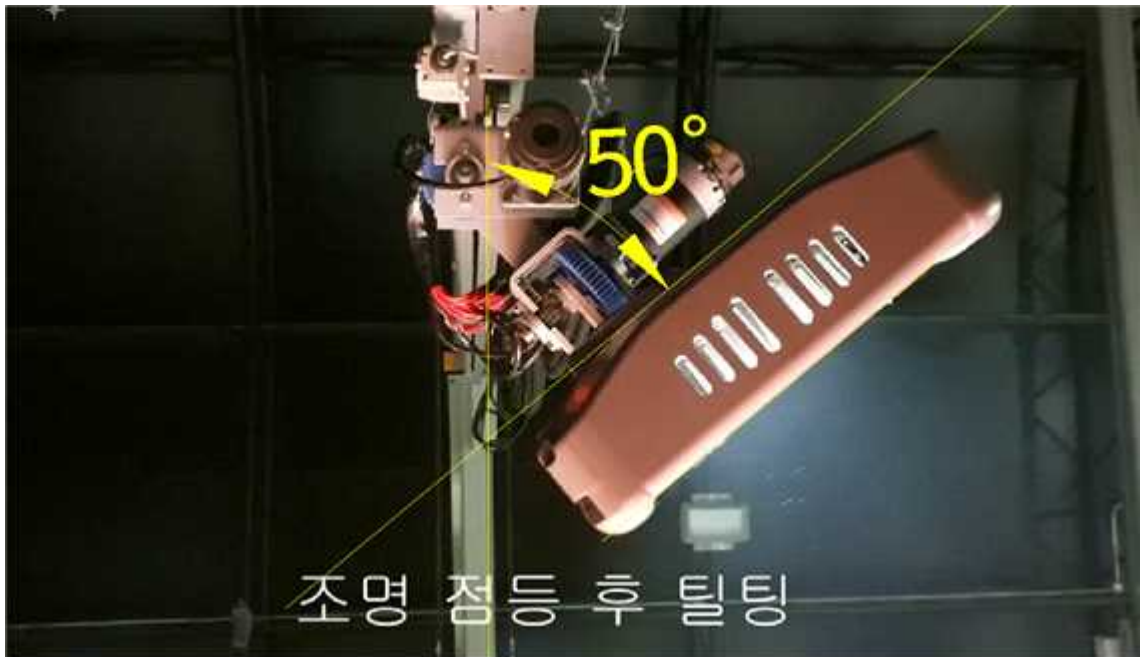
<그림 41> 조명등 위치 조절 기능 테스트(차로 바깥쪽 위치)



<그림 42> 조명등 위치 조절 기능 테스트(차로 안쪽 위치)



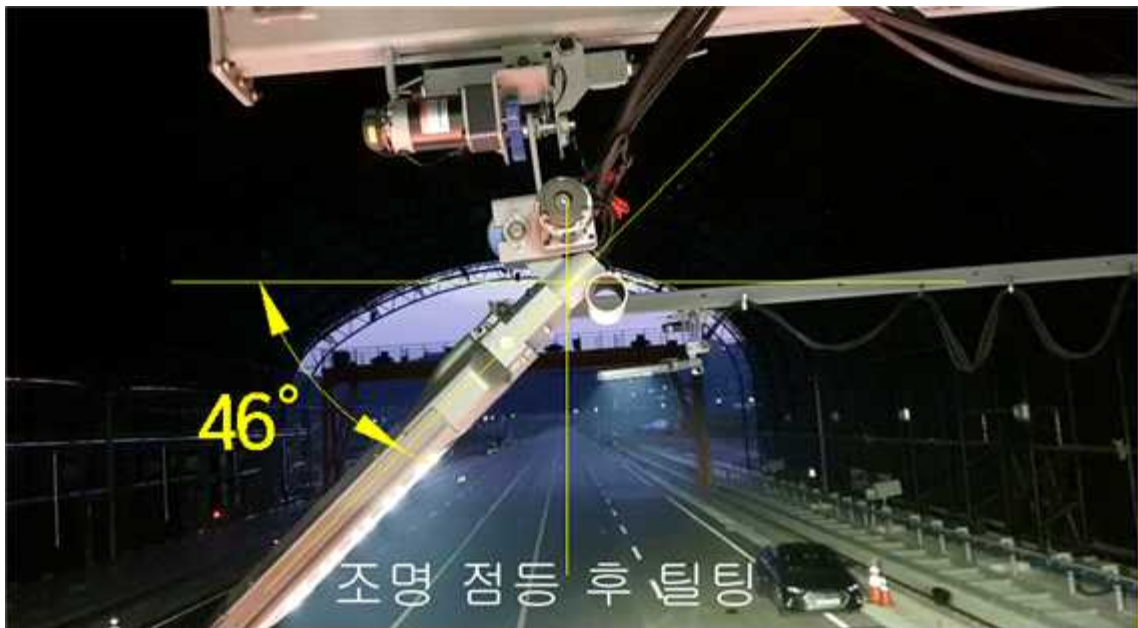
<그림 43> 등기구 틸팅 기능 테스트(좌)



<그림 44> 등기구 틸팅 기능 테스트(우)



<그림 45> 등기구 틸팅 기능 테스트(상)



<그림 46> 등기구 틸팅 기능 테스트(하)

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	도로조명 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 6월 20일 18시
		종 료	2018년 6월 20일 20시
	총 (2)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		도로조명 실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 등기구 on/off : 실험시설 상하/좌우 이동	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기	

장비운영일지

장비정보	
장비명	도로조명 실험시설
NTIS 등록번호	-
자산번호	-
구분	-
책임자	정준화 선임연구위원
담당자	이석기 연구위원
문의	-

사용내역			
사용자 정보	기간	시작	2018년 7월 2일 18시
		종료	2018년 7월 2일 20시
	총 (2)시간 사용		
	성명	이석기 외 (3)명	
	전화번호	031-910-0089	
	이메일	oksk@kict.re.kr	
	소속기관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
사용기관명	한국건설기술연구원		
사용부서명	미래융합연구본부		
사용목적		장비 운영	
사용내용		도로조명 실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 등기구 틸팅 : manual 동작 방법 교육	
사용구분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시료 및 실험체 사용내용	시료 및 시험체명		개수
동시가동 부대(보조)장비 산번			
공동활용사용료		0원	

확인사항		
장비상태	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실험실정리	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특이사항	장비운용부서 : 미래융합연구본부 장비운용자 : 이석기	

장비운영일지

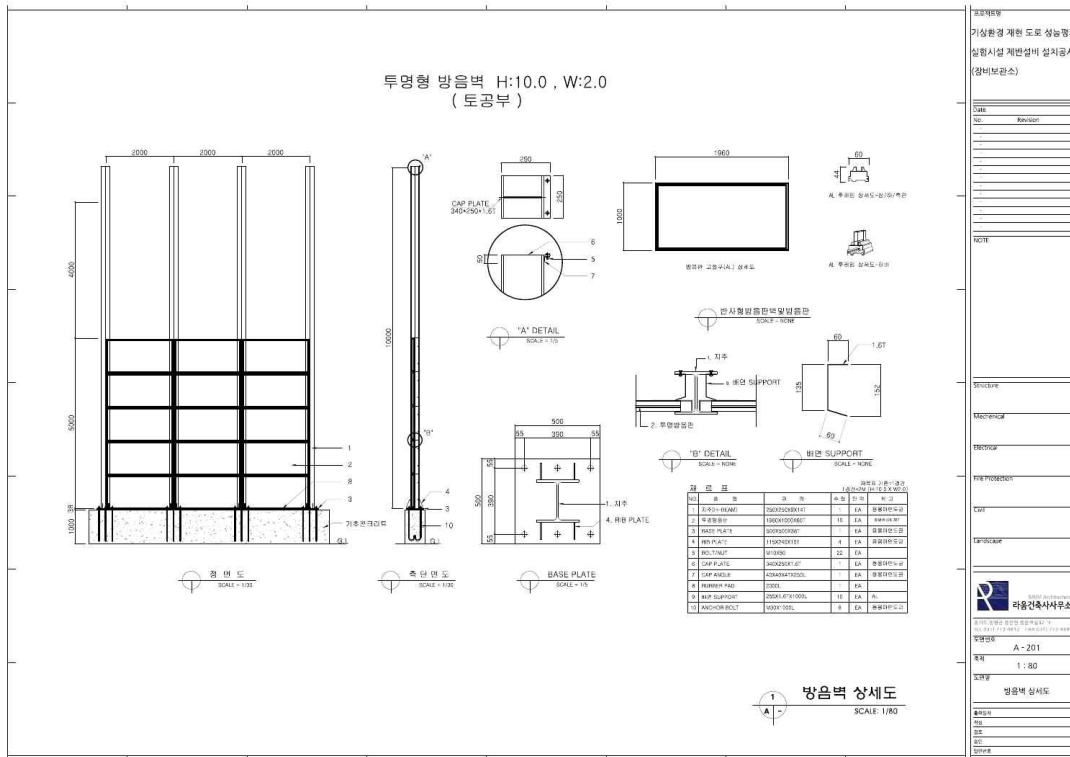
장 비 정 보	
장 비 명	도로조명 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 16일 19시
		종 료	2018년 7월 16일 21시
	총 (4)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (3)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 도로조명 실험시설 테스트 및 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용	시 료 및 시험체명		개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

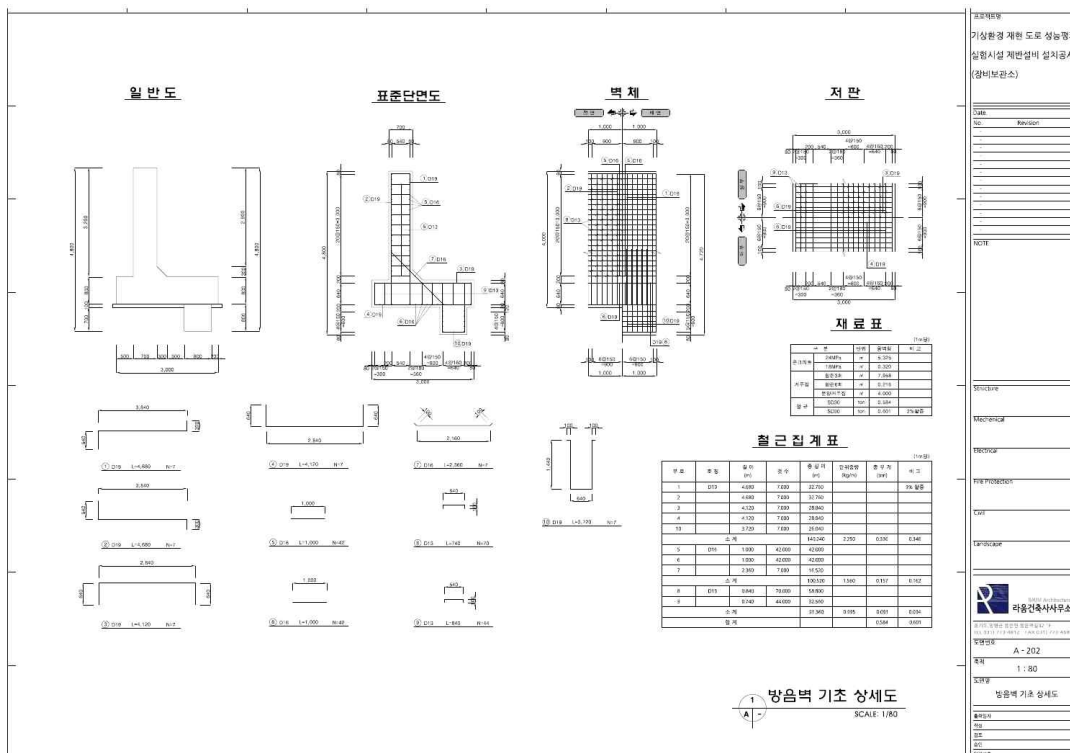
확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

3.4. 도로소음 실험시설 구축

- 차량 주행시 발생하는 도로교통소음에 대한 다양한 포장노면, 타이어 종류, 주행속도 등에 따른 방음벽 성능 및 도로포장 소음도 평가를 위한 실증 실험시설
- 총 300m 구간에 방음벽 150m 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 방음벽 지주 높이 10m
 - 방음벽 지주 간격 2m



<그림 50> 도로소음 실험시설 설계도



<그림 51> 도로소음 실험시설 설계도(기초)



<그림 52> 도로소음 실험시설(좌)



<그림 53> 도로소음 실험시설(우)

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	도로소음 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 3월 29일 9시
		종 료	2018년 3월 29일 12시
	총 (3)시간 사용		
	성 명	한대석 외 (1)명	
	전 화 번 호	031-910-0066	
	이 메 일	handaeseok@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	인프라안전연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		도로소음 실험장비 테스트 : 타이어/노면 소음도 측정 테스트	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	도로소음 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 4월 10일 13시
		종 료	2018년 4월 10일 17시
	총 (4)시간 사용		
	성 명	한대석 외 (1)명	
	전 화 번 호	031-910-0066	
	이 메 일	handaeseok@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	인프라안전연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		도로소음 실험장비 테스트 : 타이어/노면 소음도 측정 테스트	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	도로소음 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

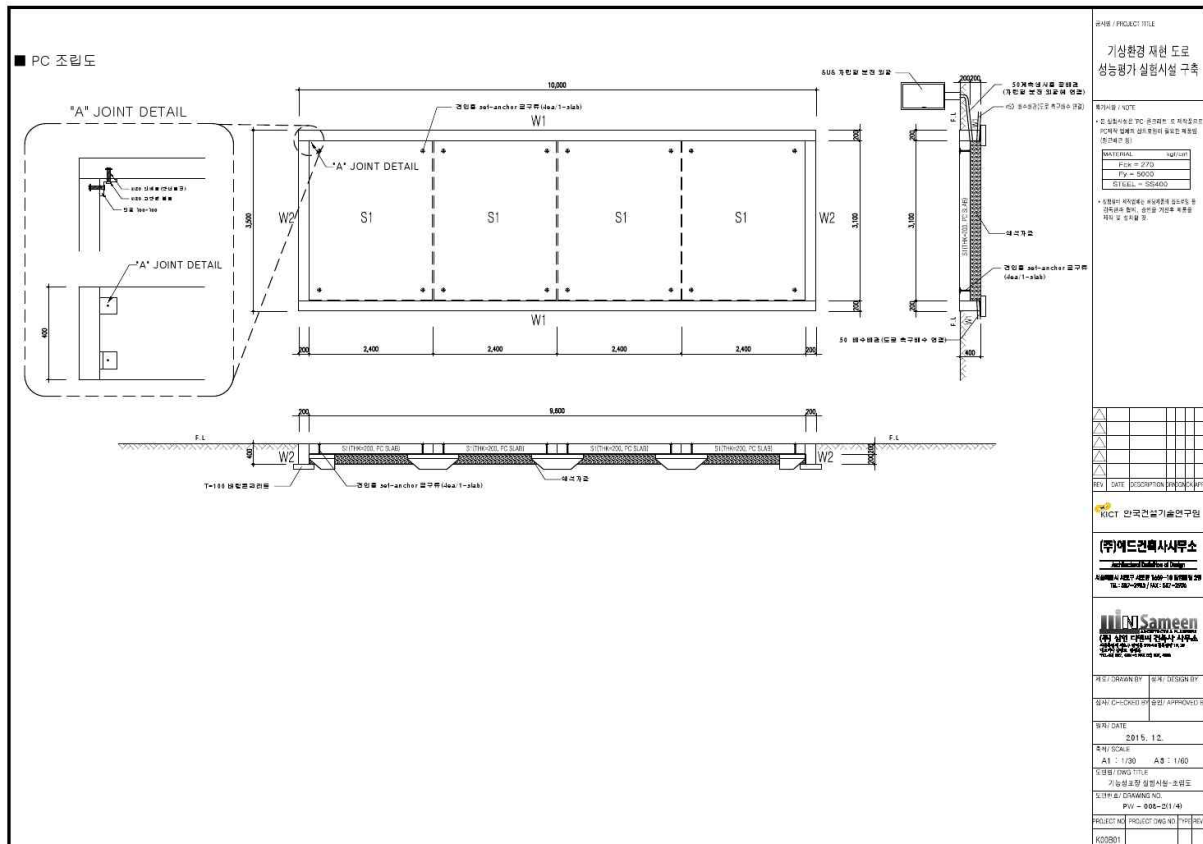
사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 17일 13시
		종 료	2018년 7월 17일 15시
	총 (2)시간 사용		
	성 명	한대석 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0066	
	이 메 일	handaeseok@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	인프라안전연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 도로소음 실험 관련 장비(OPX) 테스트 및 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

3.5. 기능성포장 실험시설 및 에너지 하베스팅 실험시설 구축

가. 기능성포장 실험시설

- 다양한 기능성 포장을 평가하기 위해 시공 및 교체가 용이한 구조로 실험구간의 도로포장 하부구조를 설계한 실험시설
- 총 200m 구간에 4개 모듈식 포장 콘크리트 구조체 구축
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 폭 3.5m * 길이 10m, 깊이 0.4m bath



<그림 57> 기능성 포장 실험시설 설계도



<그림 58> 기능성 포장 실험시설(노면 아스팔트 포장 전)



<그림 59> 기능성 포장 실험시설(노면 아스팔트 포장 후)

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	기능성 포장 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2017년 10월 12일 9시
		종 료	2017년 10월 12일 12시
	총 (3)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (1)명	
	전 화 번 호	031-910-0066	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	도로연구소	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		기능성 포장 실험시설 안전도 테스트 : 실 주행을 통한 안전성 테스트 : 운전자가 느끼는 심리적 반응 정성적 평가	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후 ☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	가능성 포장 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 4월 29일 9시
		종 료	2018년 4월 29일 18시
	총 (8)시간 사용		
	성 명	이수형 외 (0)명	
	전 화 번 호	031-910-0144	
	이 메 일	shlee1@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	인프라안전연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		기능성 포장 시공 후 테스트 : 기능성 포장 시공 : 배수, 마찰력, 소음 측정 테스트	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	가능성 포장 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 5월 21일 9시	
		종 료	2018년 5월 21일 18시	
	총 (8)시간 사용			
	성 명	최지영 외 (0)명		
	전 화 번 호	031-910-0146		
	이 메 일	legion@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	인프라안전연구본부		
사 용 목 적		장비 운영		
사 용 내 용		기능성 포장 시공 후 테스트 : 기능성 포장 시공 : 배수, 마찰력 테스트		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명		개 수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

나. 에너지 하베스팅 실험시설

- 에너지 하베스팅 실험시설은 도로교통 인프라에 존재하는 태양광, 압전 에너지를 복합적으로 활용하고, 태양광, 압전 에너지원의 수집·분석이 가능한 실험시설

(1) 압전 에너지 하베스팅 실험시설

- 터널형 쉼드 내 1개의 모듈식 포장 콘크리트 구조체 내에 구축
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 액츄에이터 : 정적하중 7kN, 동적하중 6kN
 - 스트로크 : $\pm 50\text{mm}$ (분해능 0.02mm)
 - 로드셀 : 10kN(분해능 $\pm 2\text{N}$)
 - 데이터 수집 분해능 : $\pm 10\text{N}$, 16bit, 1kHz
 - 재하 frequency : 최대 30Hz



<그림 63> Step Lab UD09 : 압전하베스터 모듈 발전성능 평가장비



<그림 64> loop 센서 및 원더링 센서



<그림 65> 데이터 로거 및 합체

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	압전 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 8월 14일 13시	
		종 료	2018년 8월 14일 18시	
	총 (5)시간 사용			
	성 명	최지영 외 (0)명		
	전 화 번 호	031-910-0146		
	이 메 일	legion@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	인프라안전연구본부		
사 용 목 적		장비 운영		
사 용 내 용		Step Lab UD09장비 테스트 및 작동방법 교육		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명		개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	압전 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 8월 22일 9시
		종 료	2018년 8월 22일 18시
	총 (8)시간 사용		
	성 명	최지영 외 (0)명	
	전 화 번 호	031-910-0146	
	이 메 일	legion@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	인프라안전연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		압전 에너지 하베스팅 실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 실험시설 테스트 및 데이터 전송 확인 : 압전 발전량 모니터링 프로그램 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	압전 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 8월 27일 9시	
		종 료	2018년 8월 27일 18시	
	총 (8)시간 사용			
	성 명	최지영 외 (0)명		
	전 화 번 호	031-910-0146		
	이 메 일	legion@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	인프라안전연구본부		
사 용 목 적		장비 테스트		
사 용 내 용		압전 에너지 하베스팅 장비 테스트 : 압전 에너지 하베스팅 실험시설 주형 테스트를 통한 데이터 수집		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명		개 수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

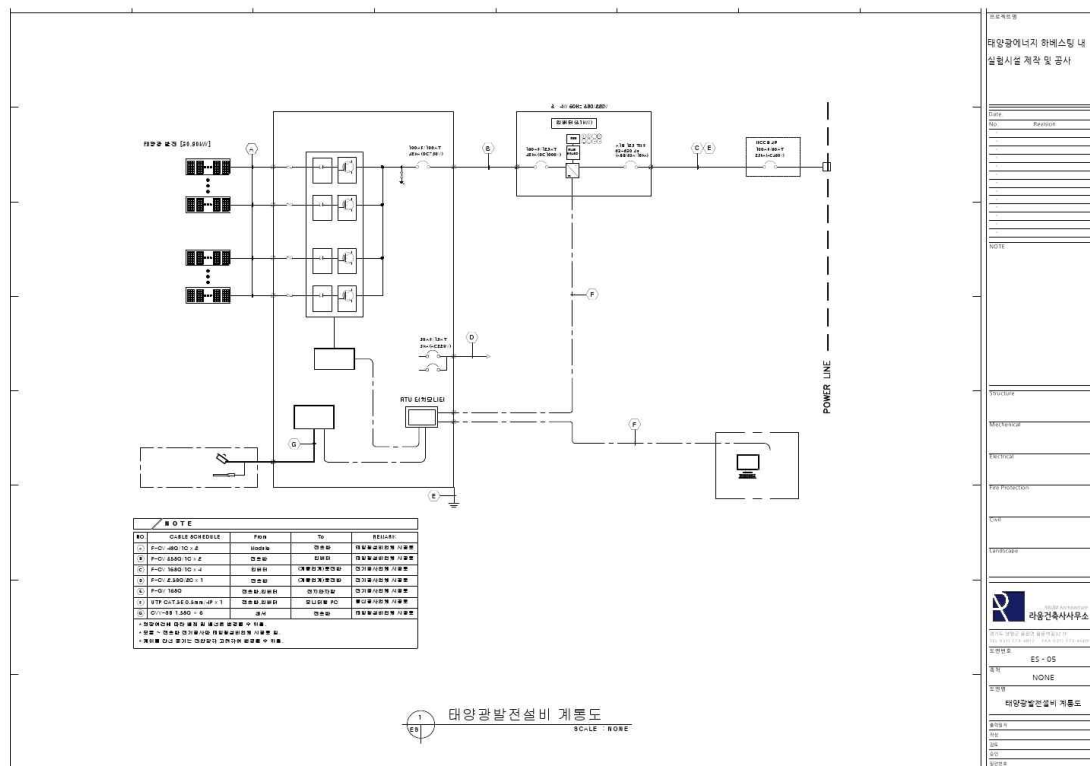
(2) 태양광 에너지 하베스팅 실험시설

○ 관제동 측면 지상부에 구축

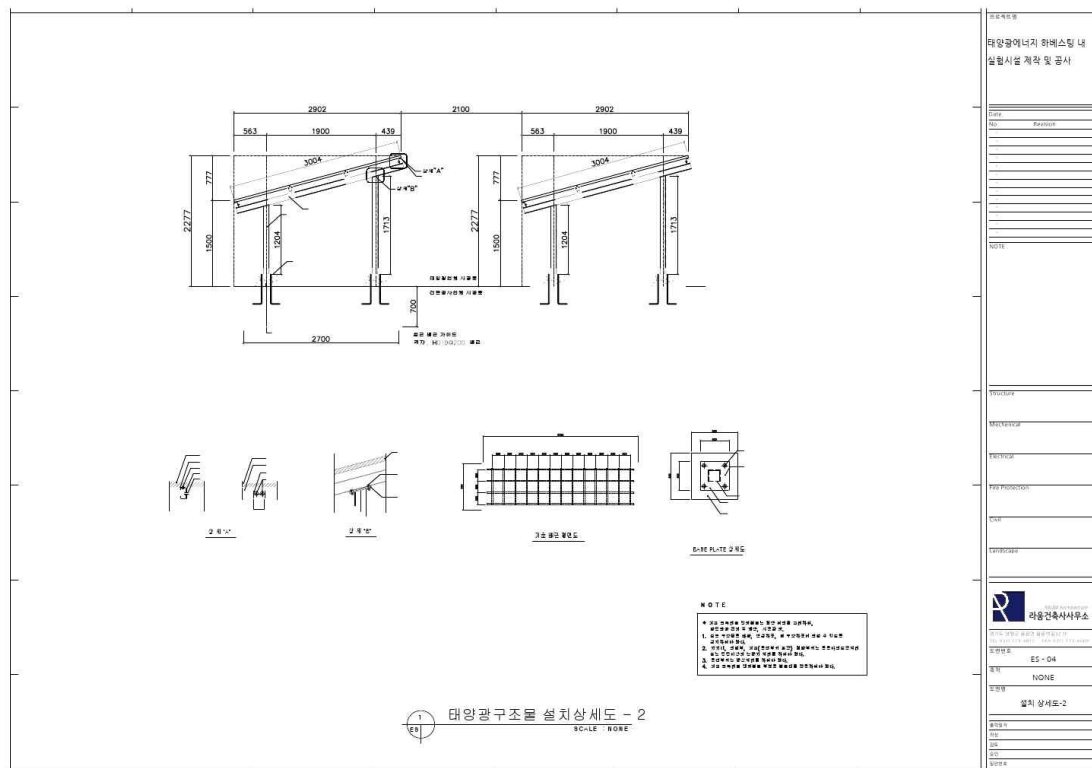
○ 기능사양은 다음과 같음.

- 발전용량 30.8kW

※ 향후 유휴지 및 시설물 활용 관련하여 태양광 패널을 이용한 태양광 발전은 당초 도로 발전소의 개념으로 유휴부지(인터체인지, 램프 등)에 적용할 경우에 여러 솔루션 중 도로 분진, 적설 등을 제어하여 효과 및 비용편익을 극대화하기 위한 목적이며 향후 태양광 방음벽 등의 개발에 충분히 활용할 계획임.



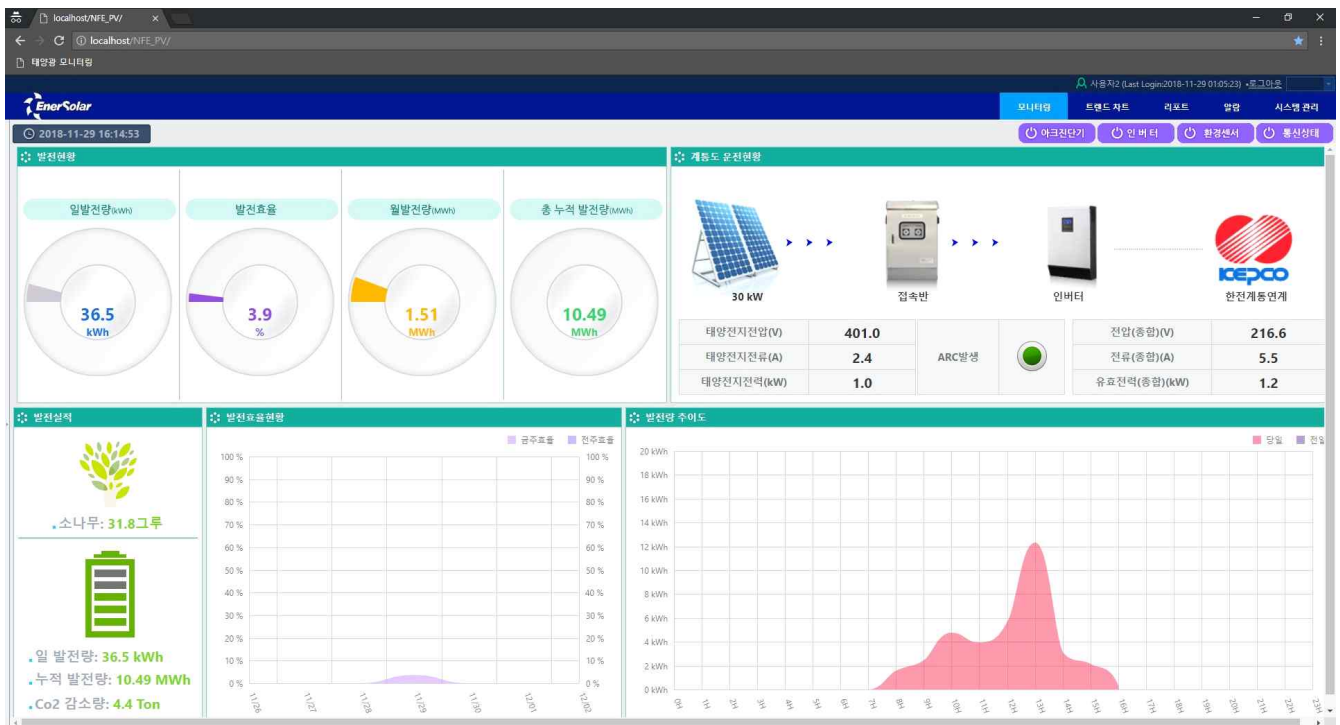
<그림 69> 태양광 에너지 하베스팅 실험시설 계통도



<그림 70> 태양광 에너지 하베스팅 실험시설 설계도



<그림 71> 태양광 에너지 하베스팅 실험시설



<그림 72> 태양광 에너지 하베스팅 실험시설 모니터링 시스템

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	태양광 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 9월 4일 9시
		종 료	2018년 9월 4일 18시
	총 (8)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 테스트	
사 용 내 용		실험시설 테스트 : 모니터링 UI 검토 : 실험시설-관제동 간 통신 테스트 : 모니터링 장비 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항	
장 비 상 태	사 용 전 □ 양호 □ 기타 ()
	사 용 후 □ 양호 □ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전 □ 양호 □ 기타 ()
	사 용 후 □ 양호 □ 기타 ()
특 이 사 항	장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	태양광 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 9월 5일 9시
		종 료	2018년 9월 5일 18시
	총 (8)시간 사용		
	성 명	문학릉 외 (0)명	
	전 화 번 호	031-910-0476	
	이 메 일	hymoon@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 테스트	
사 용 내 용		실험시설 테스트 : 실험시설-관제동 간 통신 테스트 : 태양광 발전량 확인 : 모니터링 장비 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

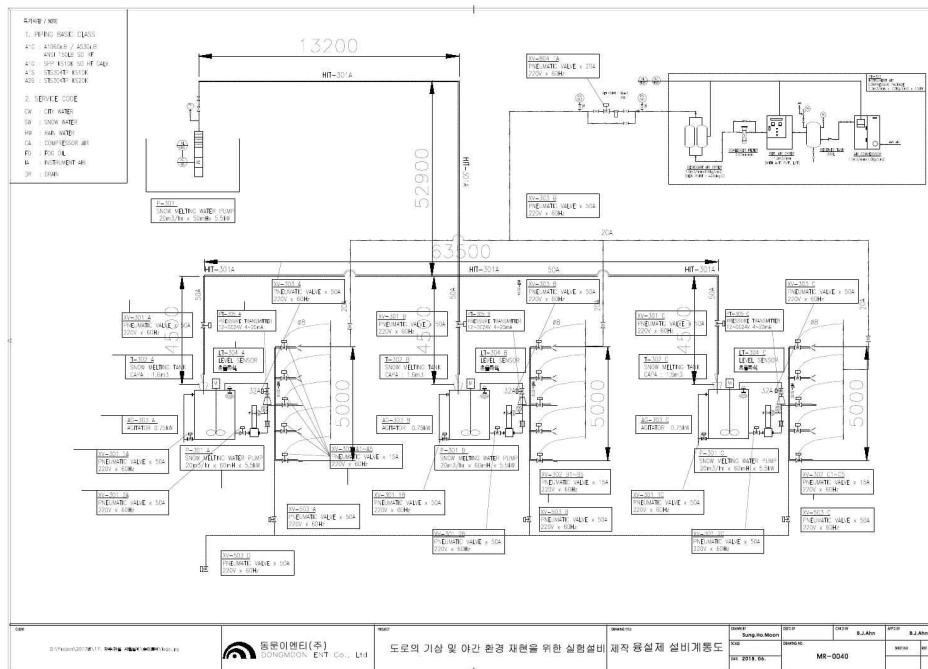
장 비 정 보	
장 비 명	태양광 에너지 하베스팅 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 9월 7일 9시
		종 료	2018년 9월 7일 18시
	총 (8)시간 사용		
	성 명	문학릉 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0476	
	이 메 일	hymoon@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		실험시설 검사	
사 용 내 용		실험시설 준공검사 : 모니터링 확인 : 태양광 발전량 확인	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

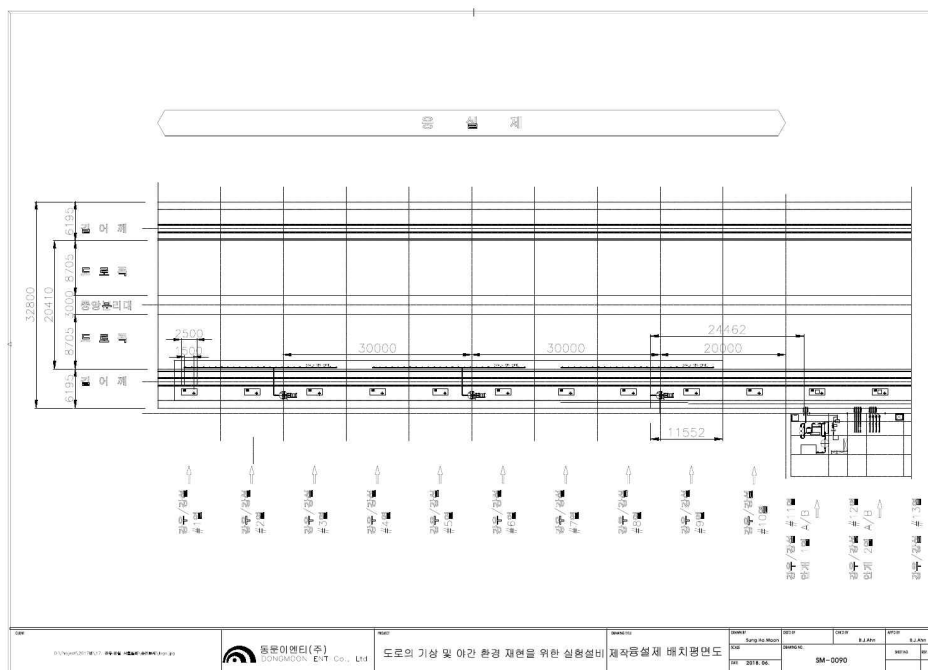
확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

3.6. 융설제 성능평가 실험시설 구축

- 동절기 도로의 눈, 얼음 등의 빙설을 빠른 시간 내에 제거할 수 있는 용설제 등의 성능을 평가할 수 있는 시험시설
- 구축구간은 총 100m로 터널과 인접한 일반구간 100m(강우/강설 구간)
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 살수각도 조절 가능(45° 내외)
 - 살수높이 조절 가능(도로면으로부터 30cm 이내)
 - 분사거리 조절 가능(10m 내외)
 - 토출량은 최대 200ℓ/분
 - 용설제 3종의 동시 실험 가능(3개의 용설제 탱크)



<그림 76> 융설제 성능평가 실험시설 설비계통도



<그림 77> 융설제 성능평가 실험시설 배치도



<그림 78> 용설제 성능평가 실험시설 살수높이 조절 테스트



<그림 79> 용설제 성능평가 실험시설 살수각도 조절 테스트



<그림 80> 용설제 성능평가 시험시설 살수 각도 및 분사거리 테스트



<그림 81> 용설제 성능평가 시험시설 분사거리 테스트

장비운영일지

장비정보	
장비명	응설제 성능평가 실험시설
NTIS 등록번호	-
자산번호	-
구분	-
책임자	정준화 선임연구위원
담당자	이석기 연구위원
문의	-

사용내역			
사용 자 정 보	기간	시작	2018년 6월 12일 9시
		종료	2018년 6월 12일 12시
	총 (3)시간 사용		
	성명	이석기 외 (2)명	
	전화번호	031-910-0089	
	이메일	oksk@kict.re.kr	
	소속기관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
사용기관명	한국건설기술연구원		
사용부서명	미래융합연구본부		
사용목적		실험시설 테스트	
사용내용		실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 응설제 성능평가 배관도 교육 : 높이 조절, 각도 조절방법 교육 : 1개 섹션에 대한 분사테스트	
사용구분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시료 및 실험체 사용내용	시료 및 시험체명		개수
동시가동 부대(보조)장비 산번			
공동활용사용료		0원	

확인사항		
장비상태	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실험실정리	사용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특이사항	장비운용부서 : 미래융합연구본부 장비운용자 : 이석기	

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	응설제 성능평가 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 6월 22일 14시	
		종 료	2018년 6월 22일 16시	
	총 (2)시간 사용			
	성 명	이석기 외 (2)명		
	전 화 번 호	031-910-0089		
	이 메 일	oksk@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	미래융합연구본부		
사 용 목 적		실험시설 테스트		
사 용 내 용		실험시설 테스트 및 작동방법 교육 : 제어 프로그램을 통한 원격제어방법 교육 : 분사테스트를 통한 분사거리 측정		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명		개 수
동 시 가 동 부대(보조)장비 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

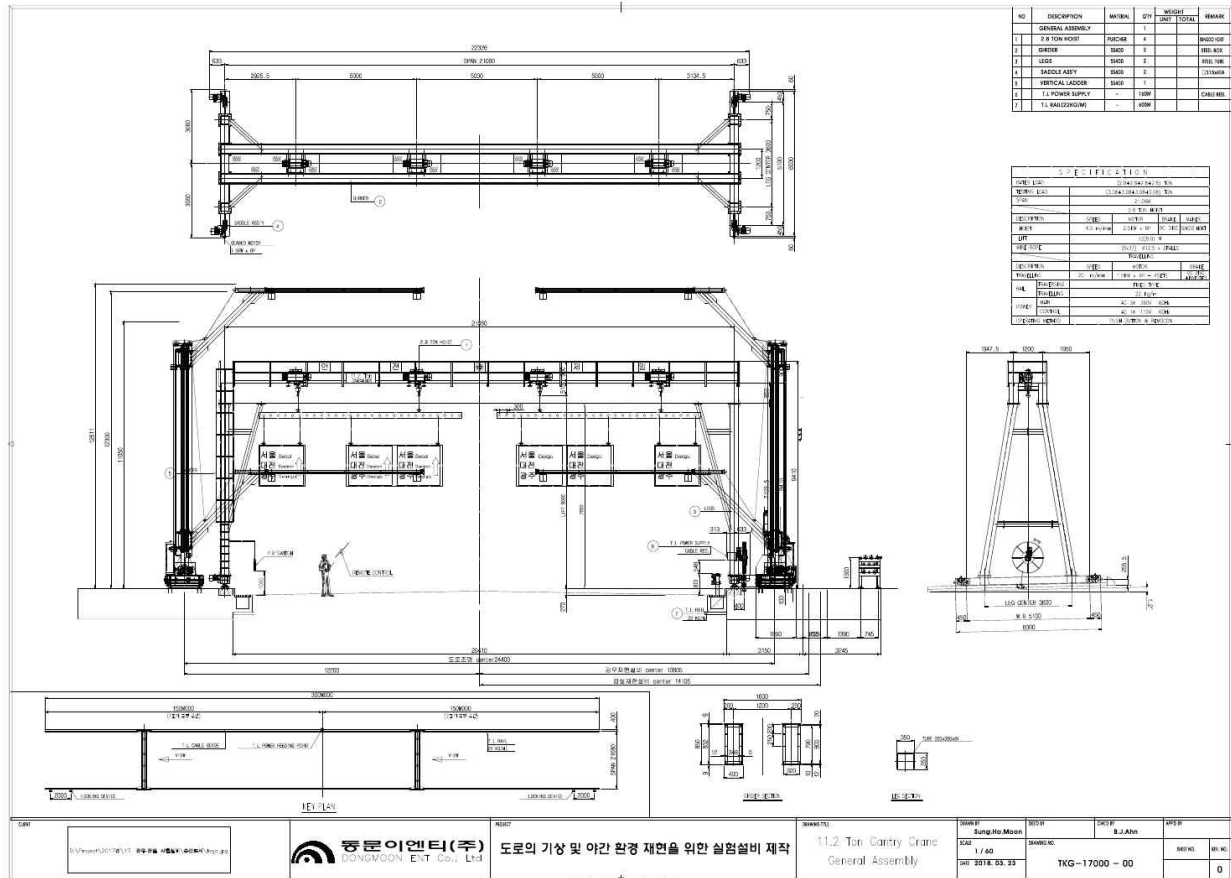
장 비 정 보	
장 비 명	응설제 성능평가 실험시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 17일 9시
		종 료	2018년 7월 17일 12시
	총 (3)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 용설제 성능평가 실험시설 테스트 및 작동방법 교육	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

3.7. 이동식 갠트리 시설 구축

- 실험을 위한 도로표지판, 전광표지 등 도로 및 교통정보시설의 거치를 위한 시설
- 총 200m 구간(터널구간 200m, 터널과 인접한 일반구간 100m)에 2기 설치
- 기능사양은 다음과 같음.
 - 최대 11.2ton 거치 가능



<그림 85> 이동식 갠트리 설계도면



<그림 86> 이동식 갠트리 시설 전경

제2018 - 26847호



안 전 인 증 서

(사업장명)태광 H&C

(소 재 지)경기도 안산시 단원구 산단로 326

위 사업장에서 제조하는 아래의 품목이 「산업안전보건법」 제34조 및 같은 법 시행규칙 제58조의4제4항에 따른 안전인증 심사 결과 안전·보건기준에 적합하므로 안전인증표시의 사용을 인증합니다.

품 목

갠트리크레인

형식·모델(용량·등급) / 인증번호

TKG17-11.2T-S21.06(A , 11.2Ton)/18-BM1AC-50135

인 증 기 준

고용노동부 고시 제2016 - 29호 (위험기계·기구 안전인증 고시)

인 증 조 건

인증유효기간 : 설치일로부터 3년

설치장소 : 한국건설기술연구원 SOC실증연구센터 2018년 05월 23일

대한산업안전협회장



<그림 87> 이동식 갠트리 시설 안전인증서(1)

제2018 - 26848호



안 전 인 증 서

(사업장명)태광 H&C

(소 재 지)경기도 안산시 단원구 산단로 326

위 사업장에서 제조하는 아래의 품목이 「산업안전보건법」 제34조 및 같은 법 시행규칙 제58조의4제4항에 따른 안전인증 심사 결과 안전·보건기준에 적합하므로 안전인증표시의 사용을 인증합니다.

품 목

갠트리크레인

형식·모델(용량·등급) / 인증번호

TKG17-11.2T-S21.06(B , 11.2Ton)/18-BM1AC-50136

인 증 기 준

고용노동부 고시 제2016 - 29호 (위험기계·기구 안전인증 고시)

인 증 조 건

인증유효기간 : 설치일로부터 3년

설치장소 : 한국건설기술연구원 SOC실증연구센터 2018년 05월 23일

대한산업안전협회장



<그림 88> 이동식 갠트리 시설 안전인증서(2)

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	이동식 갠트리 시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 4월 30일 13시
		종 료	2018년 4월 30일 18시
	총 (5)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 전기테스트	
사 용 내 용		이동식 갠트리 시설 전기 인입 및 전기테스트	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험 체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	
		개수	
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	이동식 갠트리 시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

사 용 내 역			
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 6월 19일 13시
		종 료	2018년 6월 19일 15시
	총 (2)시간 사용		
	성 명	이석기 외 (2)명	
	전 화 번 호	031-910-0089	
	이 메 일	oksk@kict.re.kr	
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)	
	사용기관명	한국건설기술연구원	
	사용부서명	미래융합연구본부	
사 용 목 적		장비 운영	
사 용 내 용		이동식 갠트리 시설 테스트 및 작동방법 교육 : 남북 방향 이동 : 호이스트 상하 이동(개별, 동시)	
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용	
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시료 및 시험체명	개수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호			
공 동 활 용 사 용 료		0원	

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

장비운영일지

장 비 정 보	
장 비 명	이동식 갠트리 시설
-	
N T I S 등록번호	-
자 산 번 호	-
구 분	-
책 임 자	정준화 선임연구위원
담 당 자	이석기 연구위원
문 의	-

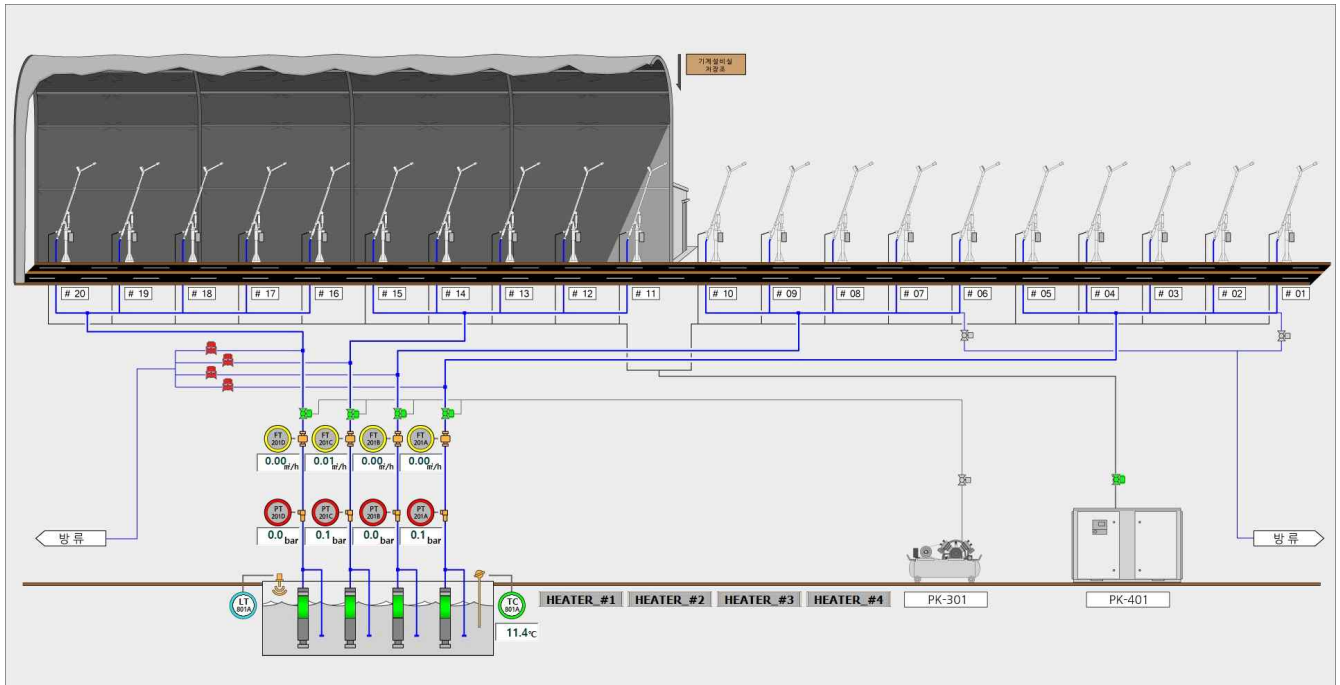
사 용 내 역				
사 용 자 정 보	기 간	시 작	2018년 7월 17일 16시	
		종 료	2018년 7월 17일 18시	
	총 (1)시간 사용			
	성 명	이석기 외 (2)명		
	전 화 번 호	031-910-0089		
	이 메 일	oksk@kict.re.kr		
	소 속 기 관	☒ 원내 동일부서 ☐ 원내 타부서 ☐ 외부(중소기업) ☐ 외부(기타)		
	사용기관명	한국건설기술연구원		
	사용부서명	미래융합연구본부		
사 용 목 적		장비 운영		
사 용 내 용		실험시설 활용동영상 촬영을 위한 이동식 갠트리 시설 테스트 및 작동방법 교육		
사 용 구 분		☐ 분석시험 의뢰 ☒ 이용자 직접사용 ☐ 야간 및 휴일 사용		
시 료 및 실험체 사 용 내 용		시 료 및 시험체명		개 수
동 시 가 동 부대(보조)장비 자 산 번 호				
공 동 활 용 사 용 료		0원		

확 인 사 항		
장 비 상 태	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
실 험 실 정 리	사 용 전	☐ 양호 ☐ 기타 ()
	사 용 후	☐ 양호 ☐ 기타 ()
특 이 사 항		장 비 운 용 부 서 : 미래융합연구본부 장 비 운 용 자 : 이석기

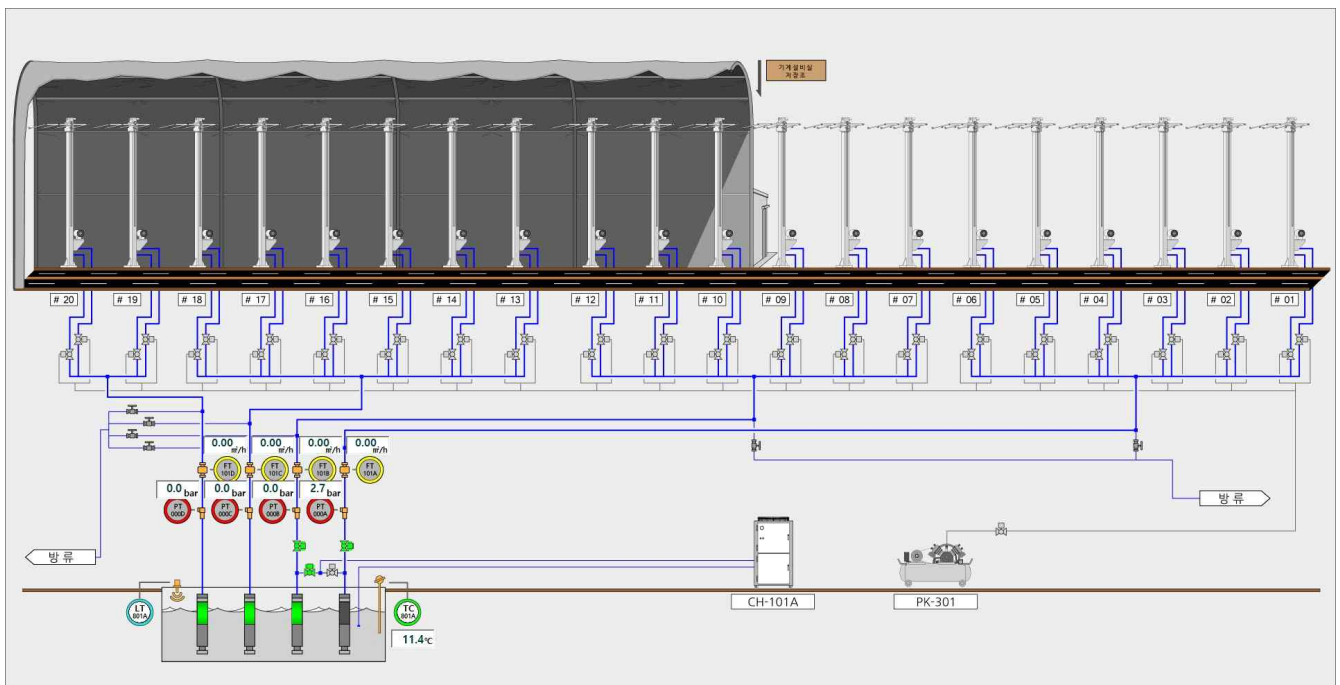
3.8. 네트워크 설계

(1) 실험시설 모니터링

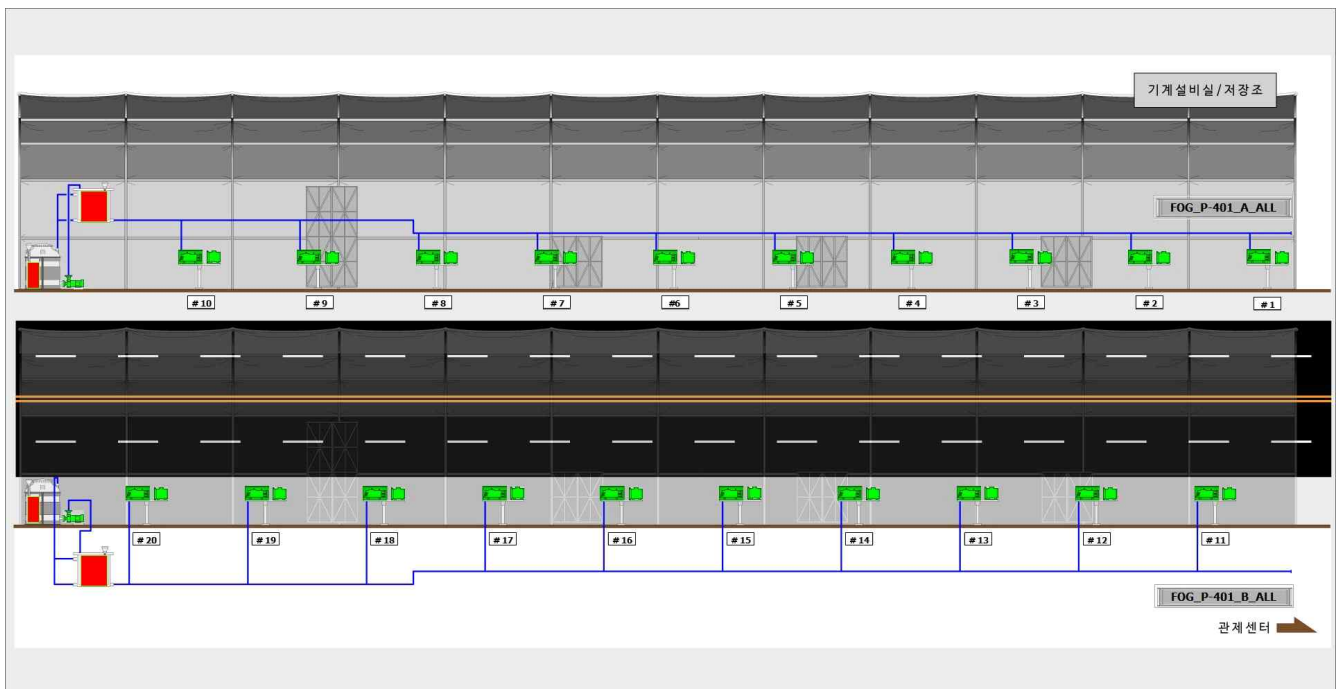
- 강우, 강설, 안개, 용설제 성능평가 실험시설은 관제동 및 mobile로 원격 제어가 가능
- 도로조명 실험시설은 mobile로 원격 제어가 가능(현장 제어)
- 에너지 하베스팅 실험시설은 프로그램을 통해 발전량 모니터링 가능
- 통합기상검지기, 강우량계를 통해 실시간 데이터 취득 가능



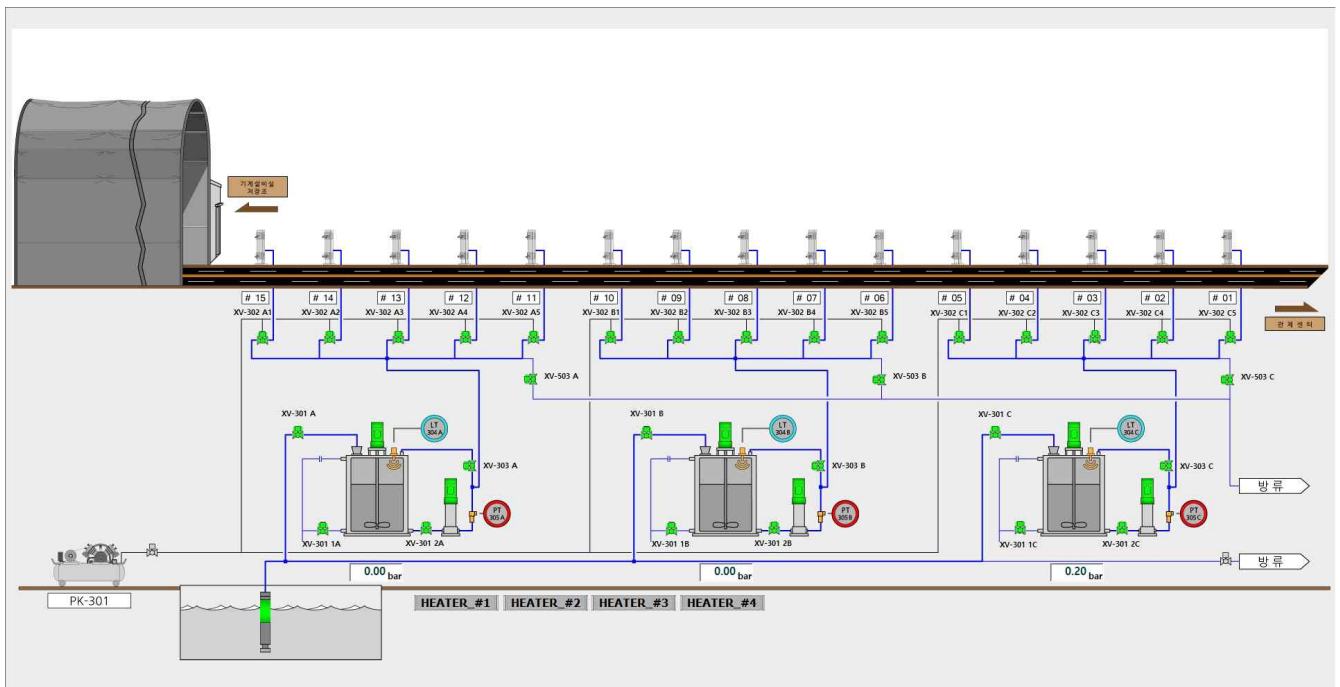
<그림 92> 강설 재현 실험시설 모니터링



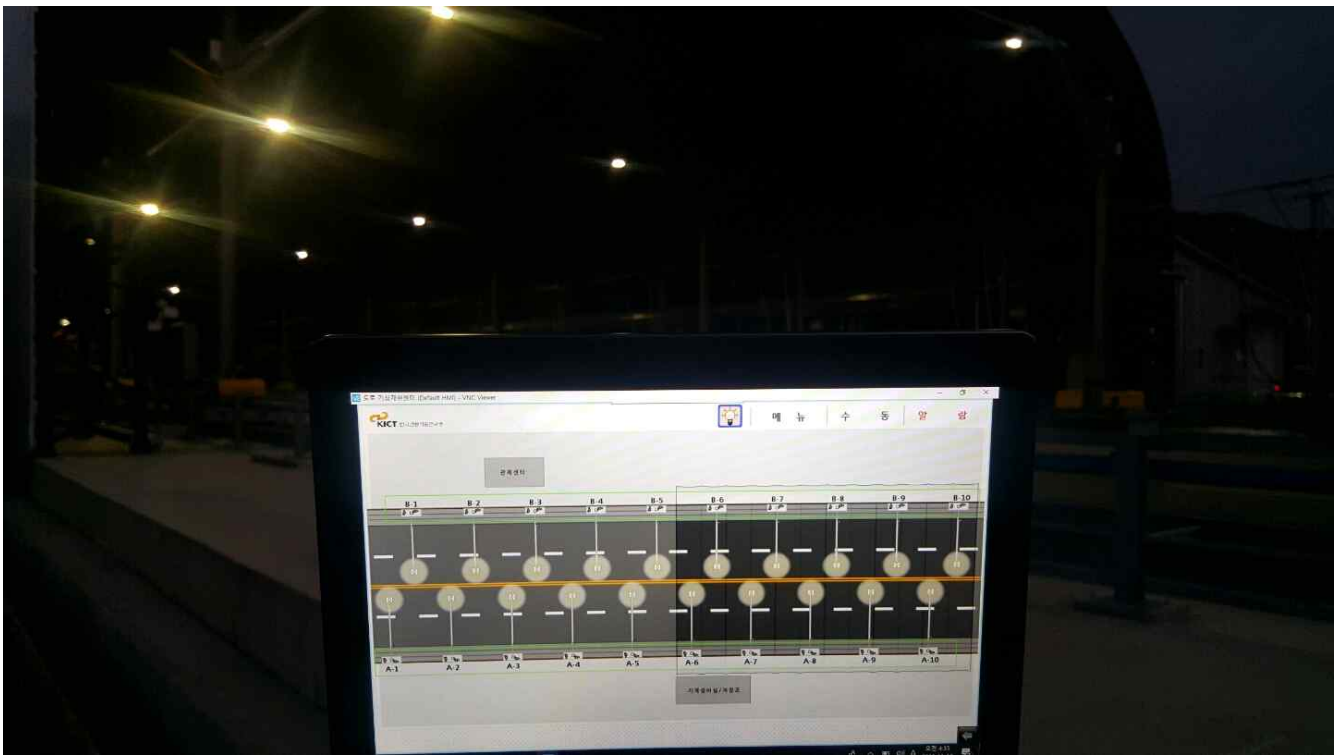
<그림 93> 강우 재현 실험시설 모니터링



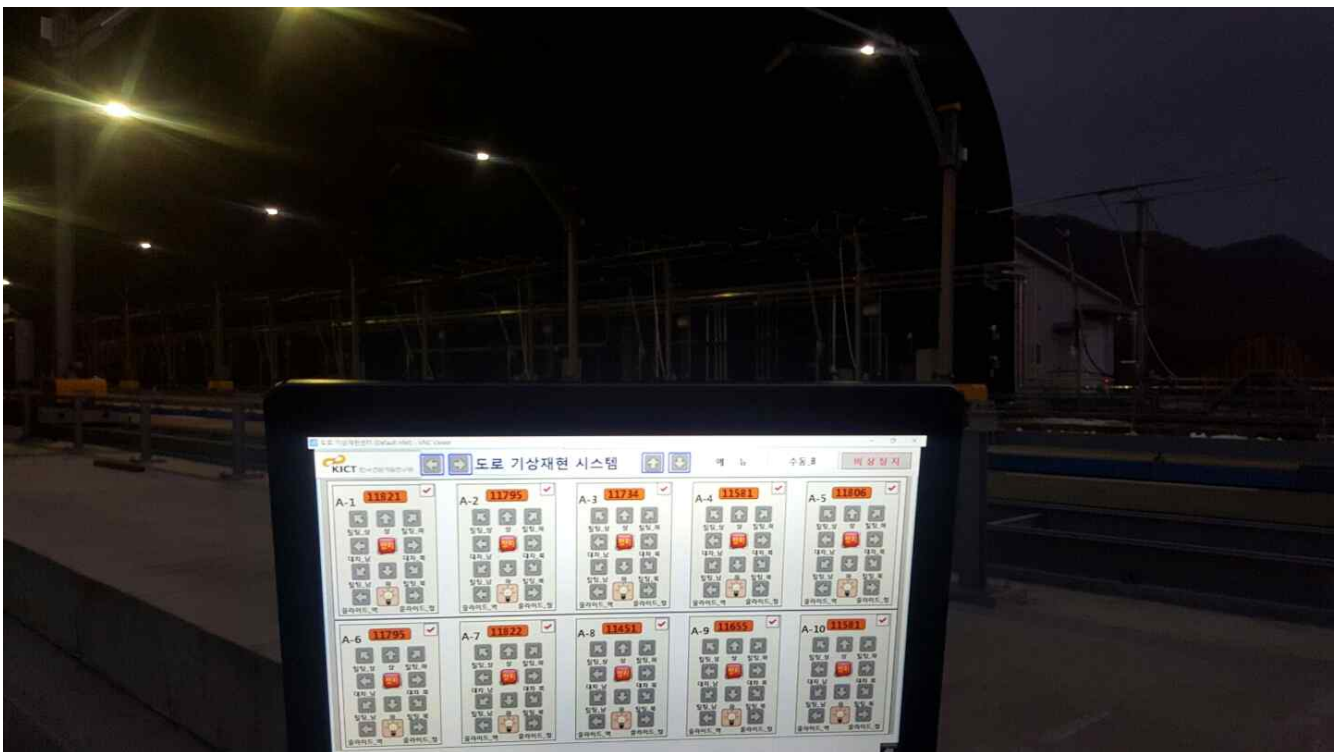
<그림 94> 안개 재현 실험시설 모니터링



<그림 95> 응설제 성능평가 실험시설 모니터링



<그림 96> 도로조명 실험시설 모니터링(현장제어, 조명등 on/off)



<그림 97> 도로조명 실험시설 모니터링(현장제어, 지주이동 및 틸팅)

통신포트

COM4

포트열기

통신속도

38400

포트닫기

통합기상검지기 통신상태

링크

TxD

RxD

시정계 #1 통신설정

통신포트

COM4

포트열기

통신속도

38400

포트닫기

시정계 #1 통신상태

링크

TxD

RxD

시정계 #2 통신설정

통신포트

포트열기

통신속도

38400

포트닫기

시정계 #2 통신상태

링크

TxD

RxD

기상정보

검지기 시간

대기온도

검지기 번호

습도

기상상태

풍속

시정거리(1분평균)

풍향

시정거리(10분평균)

지면온도

시정계#1 정보

시정거리(1분평균)

대기온도

시정거리(10분평균)

습도

시정계#2 정보

시정거리(1분평균)

대기온도

시정거리(10분평균)

습도

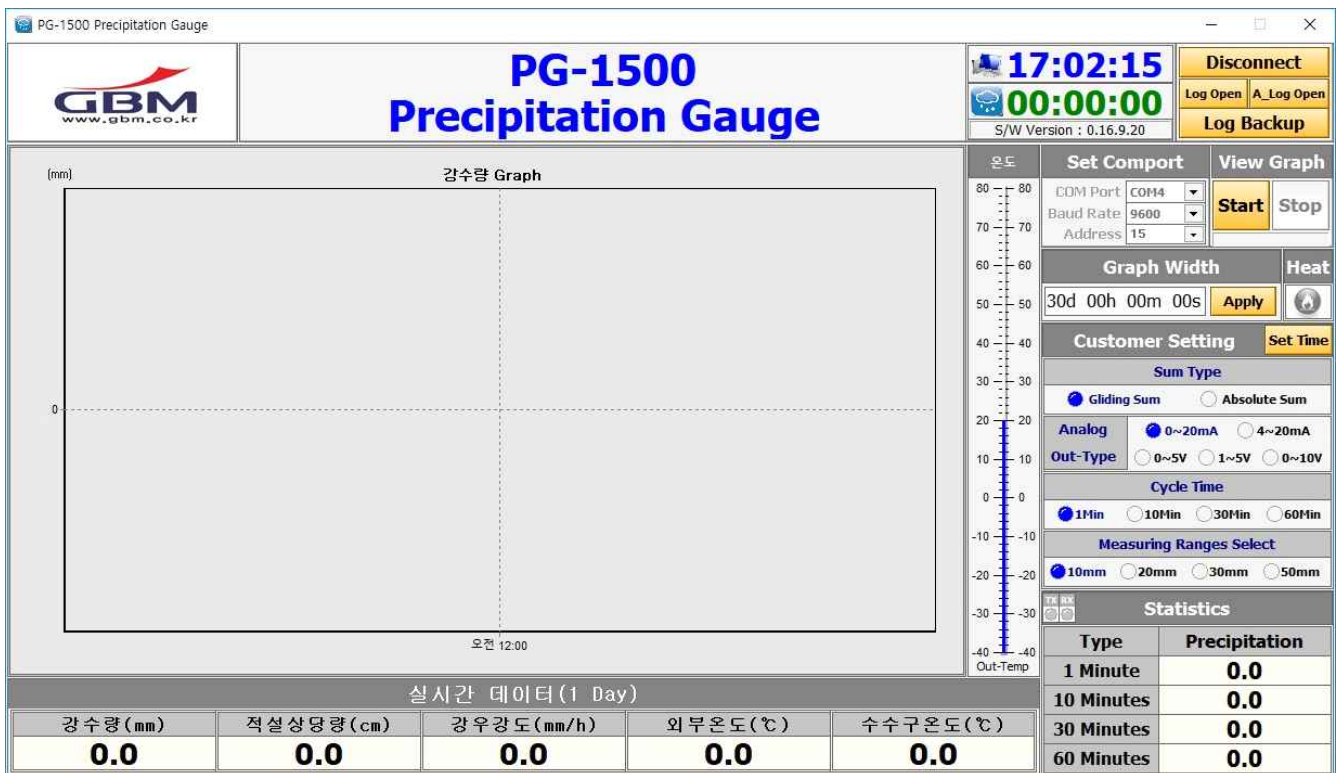
4-1. ③(기상상태) 세부 설명

<WMO Codes Table>

SYNOP Codes Table 4680	METER Codes Table 4678	Weather Type
00	C	Clear
04	-HZ	1Km < -HZ < 10Km
05	HZ	200m < HZ < 1Km
05	+HZ	10m < HZ < 200m, Humidity under 75%
10	BR	Mist
30	FG	10m < FG < 200m, Humidity over 75%
61	-R	Rain, Light
62	R	Rain, Moderate
63	+R	Rain, Heavy
71	-SN	Snow, Light
72	SN	Snow, Moderate
73	+SN	Snow, Heavy
74	-PL	Ice pellets, Light
75	PL	Ice pellets, Moderate
76	+PL	Ice pellets, Heavy

시간동기화

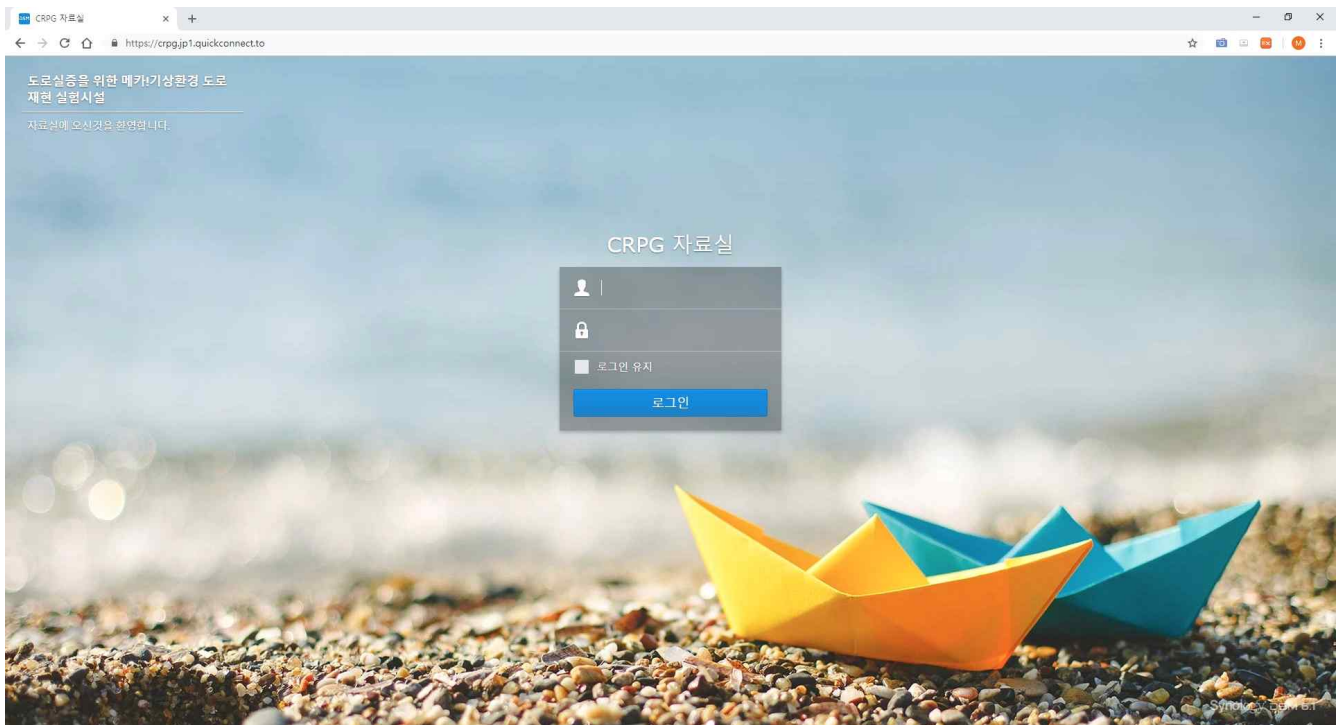
<그림 98> 통합기상검지기 모니터링 프로그램



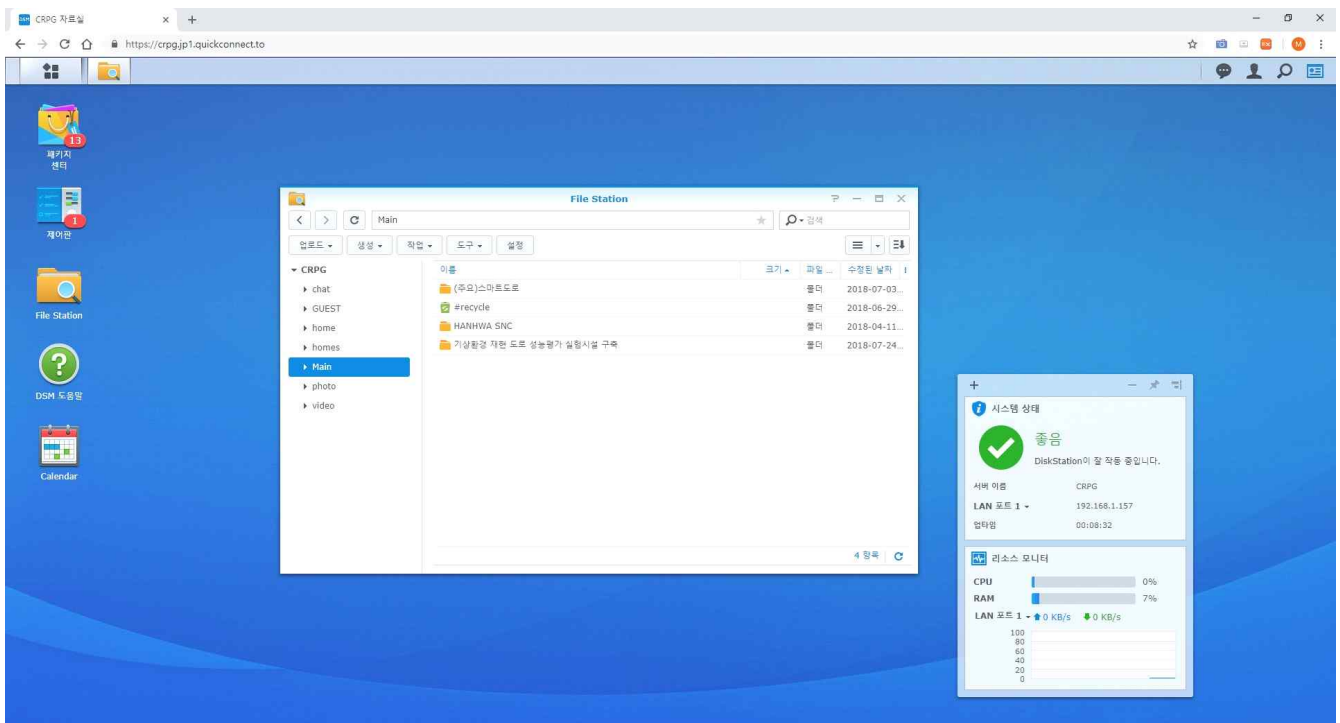
<그림 99> 강우량계 모니터링 프로그램

(2) 실험시설 실험결과 공유 네트워크

- 경기도 연천의 지역적 특성으로 인해 국가과학기술연구망(KREONET)의 구축은 불가능
- NAS서버를 통해 외부에서 데이터 전송이 가능하도록 구축



<그림 100> NAS서버(quickconnect.to/crpg)



<그림 101> NAS서버 자료실

3.9. 중장기 운영방안 수립

(1) 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 비전 및 목표설정

○ 비전 및 목표

- 기상환경 재현도로 성능평가 실험시설의 비전, 목표, 기대효과 제시
- 본 실험시설은 기상조건(눈, 비, 안개) 및 도로 악영향(소음, 포트홀, 무조명 등) 조건에서 주행안전성 확보와 자율주행차량 주행환경에서 도로인프라-자율자동차 협력형 안전성 확보를 목표로 실험업무 수행



<그림 102> 기상환경 재현 도로성능평가 실험시설 비전 및 목표

(2) 실험시설 연구활용 계획 수립 : 수요처/활용분야/활용내용/운영 및 관리

○ 수요처

- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설의 수요처는 정부 및 공공섹터, 학계 및 연구기관, 산업체로 대별



<그림 103> 주요 수요처 및 활용목적

- [정부 등 공공섹터] 도로악조건 대응 도로설계기준의 제·개정을 위한 실증실험에 활용가능
 - 현재 「도로설계기준」, 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설」, 「도로안전시설 설치 및 관리지침」 등을 포함 100여종에 달하는 규정이 있으나, 대부분 기상조건이 양호한 상태를 전제로 기준이 마련된 한계점 존재
 - 따라서, 이상기후로 인한 기상 악천후 강도 및 빈도를 감안하여 현 도로설계기준의 제·개정 필요성이 높고 실증실험을 통해 신뢰성 있는 기준마련 가능
 - 특히 매년 시행하는 위험도로 개량사업, 사고 잦은 곳 개선사업, 도로교통 안전시설 정비사업 등 공공사업에 성능이 우수한 신기술, 신제품이 곧바로 적용될 수 있도록 성능을 바로 검증하는데 활용 가능
- [학계 및 연구기관] 출연연, 대학부설, 기업부설 연구기관에서 도로악조건 대응 신기술 신제품 개발 시 성능평가 수단으로 본 실험시설을 활용할 수 있으며 연구 단계별로 성능평가를 통한 피드백과정을 통해 기술 완성도를 높이는데 활용 가능
 - 특히 도로 기상환경 재현이 가능한 유일무이한 시설로써, 강우, 강설, 안개 등의 강도를 조절하여 실험함으로써 성능평가 자체의 신뢰성 향상 가능
- [산업체] 신기술 인증획득을 위한 성능평가, 신제품 개발목적의 실증실험, 해외진출, 시장확대를 위한 실증실험 활용 가능

○ 활용분야

- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설의 활용분야는 1) 연구개발, 2) 교육 및 컨설팅, 3) 인증 및 표준화로 분류



<그림 104> 도로성능평가 실험시설 활용분야

- [연구개발] 수요처(정부 공공섹터, 학계 및 연구기관, 산업체)별 활용내용에 부합된 실증실험 연구 수행
 - 연구개발 추진전략(포트폴리오)으로는 도로 악조건 대응 도로설계기준 제·개정, 기상 악천후 등 대응 도로교통 분야 원천기술 확보, 신기술·신제품 개발로 구분하여 추진
- [교육 및 컨설팅] 교육 및 컨설팅분야 추진전략은 1) 실증실험 연계교육, 2) 내부역량강화(전문성확보), 3) 기술개발 컨설팅으로 구분하여 추진
 - 실증실험 연계교육은 실증센터 내부 인력 및 수요처 관계자 대상 실증실험 연계교육과 해외사업 추진관련 실증실험 연계교육 실시
 - 내부역량강화는 도로교통 분야의 전문가 역량강화를 위한 교육프로그램 운영과 외부전문가 풀을 운영하고 관리하는 목적으로 활용
 - 기술개발 컨설팅은 산업체 및 연구기관 등을 대상으로 실험연계 컨설팅과 해외사업 연계 실증기반 컨설팅 수행
- [인증·표준화] 인증 및 표준화는 1) 도로 기상 및 악조건 대응 신기술, 신제품에 대한 실험 인증과 국내외 공인인증을 취득하는 것과 2) 도로기상 및 악조건 대응 신기술, 신제품 관련 KS 등 국가표준 제·개정 및 인증실험, 3) 국내외 인증기관과 네트워크 구축 등을 통한 선진 기술 도입에 활용
- 기상환경 재현실험시설 활용 분야 사례는 다음 표에 제시

[표 4] 기상환경 재현실험시설 활용분야

4대 전략	활용 예상 분야
정부 정책 개발지원	- 악천후 관련 도로 설계기준 정립 - 도로조명 기준 정립 - 도로소음 관련 소음 측정 방법 및 기준 정립 - 도로상 기상 및 악조건 관련 사회 현안 문제 해결
국가 R&D 연구 수행	- 악천후 관련 대응 기술 개발 및 평가·검증 - 도로소음 저감 기술 개발 및 평가·검증 - 기능성 포장 성능 평가 및 개발 및 평가·검증 - 도로조명 관련 신기술 개발 및 평가·검증 - 자율주행을 위한 인프라 기술 개발 및 평가·검증
민간 연구개발 지원	- 악천후 및 악조건 대응 개발 제품의 효과 평가 - 미끄럼 성능 향상 타이어 개발 및 효과 평가 - 첨단 자동차 기술 개발을 위한 인프라 지능화 기술 지원
국제 협력 추진	- 대상 국가 맞춤형 악영향 관련 실험 공동 수행 - 국외 개발 기술의 성능 및 효과 평가

○ 활용내용

- 기상환경 재현 실험시설의 종류는 1) 기상환경 재현 실험(강설, 강우, 안개), 2) 야간환경 실험(도로조명 실험 등), 3) 도로소음 실험시설, 4) 기능성 포장 실험, 5) 에너지 하베스팅 실험시설, 5) 융설제 성능실험시설
- 기상환경 재현 실험시설의 활용은 여러 시설이 복합적으로 이용될 것이므로 실증실험 활용내용을 크게 1) 운전자 시환경 향상, 2) 노면 안전 및 도로환경개선, 3) 자율협력주행 안전성 향상으로 구분



<그림 105> 실증실험 활용내용

- [운전자 시환경 향상] 강우, 강설, 안개, 야간 등 시지각 영향요인이 운전자의 시능력 저하에 미치는 영향관계 평가에 활용
 - 시환경 개선대책(시선유도시설, 도로조명 등)에 대한 안전성을 평가하고 도로설계기준 제·개정 및 신제품 신기술 개발 등에 반영
- [노면 안전 및 도로환경개선] 노면 미끄럼 등 환경적 요인이 운전자의 주행 안전에 미치는 영향관계 평가, 소음, 융설제 살포 등이 도로환경에 미치는 영향관계 평가
 - 도로환경개선 측면에서 유헴 공간 등을 활용한 에너지 하베스팅 기술의 성능 평가
 - 노면안전 대책(미끄럼방지포장, 노면요철포장, 융설제 살포 등)과 도로환경대책(방음벽, 저소음포장, 교통정온화기술 등)에 대한 도로환경 개선효과를 정량화하고 도로설계기준 제·개정 및 신제품 신기술 개발 등에 반영
 - 태양광, 압전 등 에너지 하베스팅 기술에 대한 성능을 평가하고 관련 규정 제개정 및 신기술 개발 등에 반영
- [자율협력주행 안전성 향상] 자율주행에 부정적 영향을 주는 기상요인 및 차폐요소(터널 등)가 자율주행안전성에 미치는 영향관계를 정량적으로 평가
 - 도로 인프라와 자율주행차간 협력기술(차로이탈검지, 차로유지지원, 표지인식 등)이 자율주행 안전성 개선에 미치는 효과를 정량화하고 도로설계기준 제·개정 및 신제품 신기술 개발 등에 반영

○ 운영 및 관리

- 기상환경 재현 실험시설의 운영 및 관리는 1) 예산확보, 2) 인력 및 장비, 3) 홍보 및 실험 관리로 크게 구분



<그림 106> 운영 및 관리요소

- [예산확보] 수입원은 크게 연구개발 사업, 교육 및 컨설팅 사업, 인증 및 표준화 사업으로 구분
 - 연구개발 사업은 수요처(정부 공공섹터, 학계 및 연구기관, 산업체)별 요구에 따른 수입으로, 정부 등 공공센터 요청 도로설계기준 제·개정 사업예산, 악조건 대응 신기술 개발사업 예산(국가 R&D), 산업체(민간 수탁사업) 신제품 성능평가 및 검증연구 사업 예산 포함
 - 교육 및 컨설팅 사업은 실증실험 연계교육 및 기술개발 컨설팅으로, 국내·외 교육 컨설팅 사업 수입료와 해외사업 추진연계 교육 및 컨설팅 수입료 등 포함
 - 인증·표준화 사업수입은 도로 기상 및 악조건 대응 신기술, 신제품관련 KS 등 국가표준 제·개정 및 인증 수입료 등 포함
 - 공공성이 강한 국토 교통 분야의 R&D 성과(기술·제품등)의 특성상 최종수요처인 국가차원에서 체계적 성능평가 및 성능기반 기준 체계, 검인증 기반 마련 필요(표준실험 절차 개발 및 보급)
 - R&D성과(기술 제품)의 성능평가를 위한 시험측정방법을 개발하고 단체 국가표준을 통한 공인(국가기술표준원, 한국표준협회)함으로써 새로운 인증제도 개발없이 기존 공인 시험인증제도(KORAS)에 따라 시험인증 체계 구축 가능

- [인력 및 장비] 인력 및 장비분야 추진전략은 1) 실증실험 인력 양성, 2) 장비 구축 및 고도화, 3) 국내외 인력 및 장비 네트워크 강화로 구분
 - 인력은 실증실험 장비를 운영하고 관리하는 기술인력(전문인력 유형 A), 실증실험을 기획, 평가, 결과를 정리하는 인력(전문인력 유형 B), 자동차, 타이어, 환경 등 타분야의 전문인력(전문인력 유형 C) 보강 필요
 - 기상환경 재현시설은 운전자 시환경 성능측정, 도로환경 및 에너지분야 성능측정, 자율주행안전 성능측정을 위한 장비가 필요하며 특히 자율주행분야는 I2V 기술성능 평가를 위한 장비 및 시설고도화 필요
 - [국내외 인력 및 장비 네트워크 강화] 도로악조건 대응 스마트도로 기술분야 세계시장 선도를 위해서는 국내 및 해외 전문 인력 및 장비 관리 등에 대한 네트워크 강화 필요
 - [홍보 및 실험관리] 수요처 요구 충족형 실험수행 및 결과 피드백을 위해 국토교통연구인프라구축사업(이하 KOCED)와 연계한 실증실험 운영 및 관리 체계구축이 필요하고, 실증실험항목도출 및 비용 산정(갱신) 등 지속적 유지관리를 위한 체계마련 필요
 - 악조건 대응 도로기술 관련 국내외 컨퍼런스 추진 및 해외 로드쇼 등을 통한 실증실험 시설에 대한 홍보 및 실험시설 활용연구 성과물(신기술, 신제품) 홍보 등 추진
- ※ 실험시설에 대한 장비 활용 비용은 국토교통연구인프라운영원과 협의하였으며, 2단계 대형 실험센터의 경우 국토교통과학기술진흥원이 주관연구기관과 공동운영 하도록 되어 있어, 관련 시스템 구축과 더불어 지속적으로 협의할 예정임.

○ 중장기 운영계획 수립

- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설의 운영방안을 3단계(구축-자립-선도)로 구분하여 추진



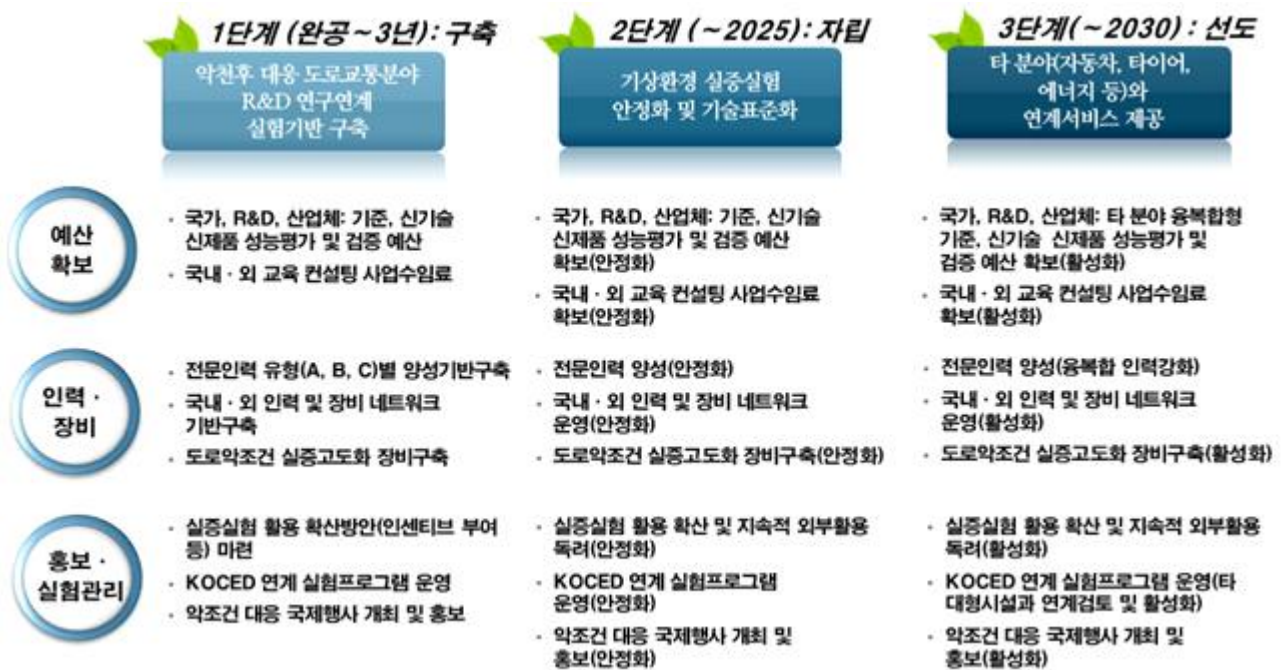
<그림 107> 기상환경 재현실험시설 중장기 발전 로드맵

- 1단계(구축)는 기상환경 재현실험시설의 준공연도인 2018년부터 2020년에 걸친 3년 동안으로, 1) 안정적인 예산확보를 위한 기반구축, 2) 객관성과 신뢰도 있는 실험수행을 위한 기반(H/W, S/W) 구축, 3) 기존 시스템(도로설계기준, 표준화·인증 시스템)과 연계 사업추진 기반을 구축
- 2단계(자립)은 실험자체의 안정화 및 기술표준화를 목표로 1) 안정적 예산확보를 위한 사업다양화 및 내·외부 연구네트워크 강화, 2) 객관성과 신뢰도 확보를 위한 실험수준의 고도화, 3) 국제인증 및 표준화 추진에 참여기반 구축(국내·외 표준화·인증기관과 네트워크강화)를 추진
- 3단계(선도)는 타 분야(자동차분야, 타이어 분야, 에너지 분야 등)와 융복합 기반의 실증실험 서비스 제공을 목표로 1) 안정적 예산확보를 위한 실증실험 범위 다각화, 2) 융복합 분야 실증실험 객관성과 신뢰도 확보를 위한 전문 인력 및 장비 보강, 3) 자율주행 등 타 분야 연계 국제 인증 및 표준화 추진에 참여기반 구축(융복합 분야 국내·외 표준화·인증기관과 네트워크강화)를 추진
- [활용분야 별 로드맵] 기상환경 재현 실험시설의 활용분야(연구개발, 교육컨설팅, 인증표준화)별 중장기 추진 로드맵 제시



<그림 108> 기상환경 재현실험시설 활용분야별 발전 로드맵

- [운영 및 관리분야 별 로드맵] 기상환경 재현 실험시설의 운영 및 관리요소(예산확보, 인력장비, 홍보실험관리)별 중장기 추진 로드맵 제시



<그림 109> 기상환경 재현실험시설 운영 및 관리 요소별 발전 로드맵

(3) 실험조건 측정 및 실험절차 방법 정립 : 실험항목/평가기준/실험(측정)방법/실험절차

○ 실험항목

- 기상환경 재현 실험항목은 활용내용에 따라 1) 운전자 시환경 향상실험, 노면 안전 및 도로환경개선 실험, 자율협력주행 안전성 향상실험으로 구분
- 운전자 시환경 향상 실험은 1) 시지각 영향인자(강우, 강설, 안개, 야간 또는 이들의 조합), 2) 시환경 개선목적 시설물(시선유도시설, 조명시설, 도로표지 등), 3) 평가기준(시인성, 판독성, 정지시거 등)로 구성
- 노면 안전 및 도로환경개선실험은 1) 노면안전 및 환경 영향인자(노면 미끄럼, 소음, 융설제 살포 등)와 에너지 하베스팅 영향인자(에너지하베스팅 기술), 2) 노면안전대책(미끄럼방지포장, 노면요철포장, 융설제 살포 등)과 환경개선대책(방음벽, 저소음포장, 기능성포장, 교통정온화 기술 등), 에너지하베스팅 시설물(태양광, 압전시스템 등), 3) 평가척도(소음감소율, 제설성능, 에너지하베스팅 성능 등)으로 구성
- 자율협력주행 안전성 향상실험은 1) 시지각 및 통신영향매체(강우, 강설, 안개, 야간, 터널 또는 이들의 조합), 2) 도로인프라와 자율주행차간 협력기술(차로이탈검지, 차로유지지원, 표지인식 등), 3) 평가척도(차로이탈 검지정확도, 자차위치 검지정확도, 표지정보 인식정확도 등)으로 구성

※ 실험항목 등을 포함한 기상환경 재현 실험의뢰서 양식은 부록 A 참조

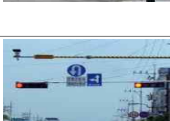
- 실험항목별 영향인자에 대한 실험 조건은 다음 표에 제시

[표 5] 영향인자별 실험 조건

실험항목	영향인자		시험조건 (기상강도 등)	실험공간	비고
운전자 시환경	시지각	강우	최대 100mm/h	일반구간 100m, 터널구간 100m	-
		강설	최대 50mm/h	일반구간 100m, 터널구간 100m	-
		안개	최소시정거리: 30m	터널구간 200m	-
	야간	야간-무조명	-	-	-
		야간-조명	실험 대상조명성능	300m	레일이동
노면안전 및 도로환경	노면안전	미끄럼	기상조건, 노면상태 등에 따름	실험조건에 따름	-
	도로환경	소음		300m	방음벽 설치(150m)
		웅설제	200L/Min.	100m 구간 (분사거리 10m)	웅설제 타입별 비교시험가능
	에너지발전	하베스팅 기술	8.4kW	10m구간	-
자율협력 주행 안전성	시지각	강우, 강설, 안개, 야간	조건별 상동	조건별 상동	-
	차폐	터널	-	터널구간 200m	-

- 운전자 시환경 향상 관련 시설물 종류와 평가대상기술은 다음 표에 제시

[표 6] 운전자 시환경 향상 관련 시설물 종류

시설 명	시설 사진	설치근거	관리부처규정	관련인증규정	인증기관
시선유도 표지		도로법	A (시선유도시설편)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	FITI 외
갈매기표지		도로법	A (시선유도시설편)	KS T 3507(산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	FITI 외
표지병		도로법	A (시선유도시설편)	KS A 3806(도로표지병)	FITI 외
시선유도봉		도로법	A (시선유도시설편)	KS M 3802(PVC계 바닥재)	FITI 외
장애물표적 표지		도로법	A (시선유도시설편)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	FITI 외
구조물 도색 및 빗금표지		도로법	A (시선유도시설편)	KS T 3507(산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	FITI 외
도로조명 시설		도로법	A (조명시설편)	KS A 3702(도로조명기 준)	한국조명연구원 외
도로표지		도로법	도로표지규칙	KS T 3507(산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	FITI 외
도로전광 표지		도로법	A(도로전광표지) 및 가변형 교통안전표지 표준지침안[경찰청]	-	도로교통공단 교통과학연구원
교통신호기		도로교통법	교통신호기 설치 · 관리매뉴얼	KS C 7528(LED 교통신호등)	도로교통공단 교통과학연구원 외
교통안전 표지		도로교통법	교통안전표지 설치 · 관리매뉴얼	KS T 3507(산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	도로교통공단 교통과학연구원 외
교통노면 표시		도로교통법	교통노면표시 설치 · 관리매뉴얼	KS M 6080(노면표지용 도료)	도로교통공단 교통과학연구원 외

주) A: 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)

- 노면안전 관련 시설로 미끄럼방지포장 등이 있고 환경 관련하여 융설제, 방음벽 등이 있으며 에너지하베스팅 기술로 태양광 및 압전기술 우선 검토

[표 7] 노면 안전 및 도로환경개선 관련 시설물 종류

시설 명	시설 사진	설치근거	관리부처규정	관련인증규정	인증기관
미끄럼방지 포장		도로법	A(미끄럼방지 포장편)	KS F 2502(굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험방법) 외	-
노면요철포장		도로법	A(노면요철포장편)	-	-
기능성포장		도로법	도로설계기준	-	-
융설제		환경기술 및 환경산업지원법	-	KS F 2502(굵은골재 및 잔골재의 체가름 시험방법) 및 한국환경산업기술원 EM 502-3(융빙성능 시험방법)	한국환경 산업기술원
방음벽		소음 및 진동관리법	환경부 소음진동공정 시험기준	KS I ISO (음향-환경소음의 표현 측정 및 측정방법)	도로설계기준
태양광 하베스팅		-	-	KS C 8561 (결정질 실리콘 태양광발전 모듈(성능	한국에너지 관리공단
압전 하베스팅		-	-	-	한국산업 기술시험원

주) A: 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)

- 자율협력주행 관련 기술로는 차내장치와 도로인프라의 조합으로 구성되며 차로이탈경고장치-도로인프라 협력기술 등을 우선 검토
- 차내 장치는 주로 첨단운전자 지원시스템(Advanced Driver Assistance System, ADAS)를 의미
- ※ 자율차 성능테스트는 연구원 주요사업(LDWS)을 포함하여 외부(현대자동차 의왕연구소, 현대모비스) 등의 완성차 또는 센서 개발 기관과 협의중이며, 현대자동차 의왕연구소의 경우 2019년 1월에 눈, 비, 안개 조건에서 LDWS, AEB, SCC 센서 테스트를 실시할 예정임.
- ※ 안전 사고 대책의 일환으로 노측에 연속된 교통콘 및 플라스틱 베리어를 설치하여 차량 진행 방향 유도 및 충돌시 운전자 및 시설의 충격도를 완화시킬 계획임.

[표 8] 자율협력주행 안전성 향상 관련기술 종류

자율협력주행 기술		설치근거	관리부처규정	관련인증규정	인증기관
차내 장치(ADAS)	도로인프라				
차로이탈 경고장치	기상조건, 노면조건(안전 시설, 노면상태) 등	자동차 관리법	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	KS R 1172 승용차용 차선이탈경고장치 성능시험 - 도로 및 환경조건의 정의와 시험방법	교통안전공단
차로유지 지원장치	기상조건, 노면조건(안전 시설, 노면상태) 등	자동차 관리법	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	ISO 11270 Intelligent transport systems-lane keeping assistance systems -performance requirements and test procedure	교통안전공단
적응순항 제어장치	기상조건, 노면조건(안전 시설, 노면상태) 등	자동차 관리법	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	ISO 22179 Intelligent transport systems-full speed range adaptive cruise control systems-performance requirements and test procedures	교통안전공단
전방충돌 경고장치	기상조건, 노면조건(안전 시설, 노면상태) 등	자동차 관리법	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	KS X ISO 15623 차량-전방 차량 추돌경고 시스템-요구성능 및 시험절차	교통안전공단

주) A: 도로안전시설 설치 및 관리지침

○ 평가기준

- 기상환경 재현 실험항목별 측정방법을 구체화하기 위해 활용내용(운전자 시환경 향상실험, 노면 안전 및 도로환경개선 실험, 자율협력주행 안전성 향상실험)별 대응 시설 및 기술별로 평가기준안으로 제시
- 시방 중심의 현 기준과 본 연구에서 제안한 성능중심의 평가기준(안)을 비교·제시
 - ※시방기준: 재료 및 공법중심기준, 성능기준: 최종성과물 요구성능 기준

- 운전자 시환경 향상관련 현 기준과 평가기준(안)은 다음 표와 같이 제시

[표 9] 운전자 시환경 향상 관련 평가기준

시설 명	시설 사진	현 기준		기상재현시설 활용 평가기준(안)	
		평가기준	평가규정	평가기준	평가방법
시선유도 표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	시인성, 인지반응, 시선추적	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
갈매기표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	시인성, 판독성, 인지반응, 시선추적	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
표지병		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	시인성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
시선유도봉		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS M 3802 (PVC계 바닥재)	시인성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
장애물표적 표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3805 (도로 시선유도 표지용 재귀성 반사체)	시인성, 인지반응, 시선추적	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
구조물 도색 및 빗금표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3507 (산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	시인성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
도로조명 시설		노면휘도, 균제도, TI(글레어)	KS A 3702 (도로조명기준)	시인성, 주행경로 안정성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
도로표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3507 (산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	판독성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
도로전광 표지		시방(재료)기준 (LED)	KS C 7528 (LED 교통신호등)	판독성, 분해능	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
교통신호기		시방(재료)기준 (LED)	KS C 7528 (LED 교통신호등)	시인성, 판독성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
교통안전 표지		시방(재료)기준 (재귀반사체)	KS T 3507 (산업 및 교통 안전용 재귀반사시트)	시인성, 판독성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험
교통노면 표시		시방(재료)기준 (도료)	KS M 6080 (노면표지용 도료)	시인성, 판독성	(피실험자 대상) 정지실험 /주행실험

- 노면 안전 및 도로환경개선 관련 평가기준은 다음 표와 같이 제시

[표 10] 노면 안전 및 도로환경개선 관련 평가기준

시설 명	시설 사진	현 기준		기상재현시설 활용 평가기준(안)	
		평가기준	평가규정	평가기준	평가방법
미끄럼방지 포장		시방기준 (골재 등) 및 미끄럼 마찰계수	KS F 2502(굵은 골재 및 잔골재의 체가름 시험방법) 및 KS R ISO 8349(도로 차량-노면 마찰 측정방법)	제동성 (정지거리)	주행실험 및 피실험자 대상 정성평가(주행 안전성 등)
노면요철 포장		공법기준 (절삭공법 등)	A(노면요철포장편)	주행안전성 (횡방향거동 등)	주행실험 및 피실험자 대상 정성평가(주행 안전성 등)
기능성포장		시방기준 (투수성)	KS F 2394 (투수성 포장체의 현장 투수 시험방법)	주행안전성 (제동성, 물보라 등)	주행실험 및 피실험자 대상 정성평가(주행 안전성 등)
융설제		시방기준 (융빙성능)	한국환경산업기술원 EM 502-3(융빙성능 시험방법)	주행안전성 (제동성 등)	주행실험 및 피실험자 대상 정성평가(주행 안전성 등)
방음벽		시방기준 (옥외소음)	KS I ISO (음향-환경소음의 표현 측정 및 측정방법)	소음도, 주행안전성	주행실험 및 피실험자 대상 정성평가(주행 안전성 등)
태양광 하베스팅		시방기준 (단위모듈별 성능)	KS C 8561 (결정질 실리콘 태양광발전 모듈(성능	태양광 발전성능	태양광 시스템 성능
압전 하베스팅		시방기준 (단위모듈별 성능)	-	압전발전 성능	압전 시스템 성능

주) A: 도로안전시설 설치 및 관리지침

- 자율협력주행 안전성 향상 관련 평가기준은 다음 표와 같이 제시

[표 11] 자율협력주행 기술 관련 평가기준

자율협력주행 기술		현 기준		기상재현시설 활용 평가기준(안)	
차내 장치	도로인프라	평가기준	평가규정	평가기준	평가방법
차로이탈 경고장치	기상조건, 노면조건(반사율 등), 안전시설(노면표시)조건 등	이탈상태검지 및 경고	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	이탈상태검지 및 경고, 주행안전성 (동적)	(피실험자 대상) 주행시험 ※주행속도, 기상, 노면표시 상태, 노면유형, 타이어 등의 변인에 대한 성능시험
차로유지 지원장치	기상조건, 노면조건, 안전시설(노면표시)조건, 도로구조(평면곡선반지름) 조건 등	횡방향거동 조정	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	횡방향거동 조정정확도, 주행안전성 (동적)	(피실험자 대상) 주행시험 ※주행속도, 기상, 노면표시 상태, 노면유형, 타이어 등의 변인에 대한 성능시험
적응순항 제어장치	기상조건, 노면조건(미끄럼 상태) 등	안전거리 유지성능	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	안전거리 유지정확도, 주행안전성 (동적)	(피실험자 대상) 주행시험 ※설정속도, 기상, 노면표시 상태, 노면유형, 타이어 등의 변인에 대한 성능시험
전방충돌 경고장치	기상조건, 노면조건(미끄럼 상태) 등	전방차량충돌 위험 검지 및 경고	자동차안전도 평가시험등에 관한 규정 (국토교통부)	전방차량충돌위험 검지정확도, 주행안전성 (동적)	(피실험자 대상) 주행시험 ※주행속도, 기상, 노면표시 상태, 노면유형, 타이어 등의 변인에 대한 성능시험

○ 실험(측정)방법

- 기상환경 재현 실험항목별 평가기준에 따라 세부 측정방법 명시
- 운전자 시환경 향상실험의 평가기준은 시인성과 판독성에 관한 것이며 측정방법은 정성/정량으로, 측정조건은 정지실험(피실험자 차량이동없음)과 주행실험(차량이동 실험)으로 구분

[표 12] 운전자 시환경 향상 관련 측정방법(측정기준 및 조건)

시설 명	평가기준	세부평가기준			실험조건		
		척도	평가방법		공통	정지실험	주행실험
			정성	정량			
시선유도표지, 갈매기표지, 표지병, 시선유도봉, 장애물표적 표지, 구조물 도색 및 빛금표지	시인성, 판독성(갈매기 표지, 구조물 도색 및 빛금표지가 해당)	시인거리(m), 휘도(cd/m ²)	피실험자 육안평가	휘도 측정	기상조건, 야간환경, 자동차 조건 (전조등 등)	평가위치 (피실험자 및 피실험체)	주행속도, 운전자 조건 (눈높이)
도로조명시설	시인성	피사체 시인거리(m), 휘도(cd/m ²)	피실험자 육안평가	휘도 측정			
도로표지	판독성	판독거리(m)	피실험자 육안평가	재귀 반사 휘도 측정			
도로전광표지	판독성	판독거리(m)	피실험자 육안평가	휘도 측정			
교통신호기	시인성, 판독성	시인거리(m), 휘도(cd/m ²), 판독거리(m)	피실험자 육안평가	휘도 측정			
교통안전표지	시인성, 판독성	시인거리(m), 휘도(cd/m ²), 판독거리(m)	피실험자 육안평가	휘도 측정			
교통노면표시	시인성, 판독성	시인거리(m), 휘도(cd/m ²), 판독거리(m)	피실험자 육안평가	휘도 측정			

주) 정량적 성능평가(휘도)는 별도로 규정하지 않는 한 KS A 3702(도로조명기준) 및 부처규정(가변형 교통안전표지 표준지침안[경찰청] 등)을 준용

- 노면 안전 및 도로환경개선실험의 평가기준은 노면안전의 경우 주행안전성, 환경측면은 주행영향도, 에너지하베스팅은 발전시스템 발전성능으로 구분
- 측정방법은 정성/정량으로, 측정조건은 정지실험과 주행실험으로 구분

[표 13] 노면 안전 및 도로환경개선 관련 측정방법(측정기준 및 조건)

시설 명	평가기준	세부평가기준			실험조건		
		척도	평가방법		공통	정지실험	주행실험
			정성	정량			
미끄럼 방지 포장	제동성, 주행안전성 (정성)	정지거리(m) 및 미끄럼마찰력, 주행안전성 (정성)	주행 안전성 평가	제동거리 실측, 미끄럼마찰력 실측	기상조건, 야간환경, 자동차조건 (전조등 등)	평가위치 (피시험자 및 피실험체)	주행 속도, 운전자조건 (눈높이)
노면 요철 포장	주행안전성 (요철 포장 컨택 전·후 이동궤적 안정성)	횡방향 이동편차(%), 주행안전성 (정성)	주행 안전성 평가	이동궤적 추적			
기능성 포장	주행안전성 (제동성, 물보라 등)	정지거리(m) 및 미끄럼마찰력, 주행영향도 (정성)	주행 영향도 평가	제동거리, 미끄럼마찰력 실측			
용설제	주행안전성 (제동성, 주행영향도 등)	정지거리(m) 및 미끄럼마찰력, 주행영향도 (정성)	주행 영향도 평가	제동거리 실측, 미끄럼마찰력 실측			
방음벽	소음피해정도, 주행영향정도	소음도(dBa), 주행영향도 (정성)	주행 영향도 평가	소음실측			
태양광 하베스팅	발전성능	발전량	-	발전량 실측			
압전 하베스팅	발전성능	발전량	-	발전량 실측			

주) 정량적 성능평가(미끄럼마찰력, 소음)는 별도로 규정하지 않는 한 KS R ISO 8349(도로 차량-노면 마찰 측정방법), KS I ISO (음향-환경소음의 표현 측정 및 측정방법) 준용

- 자율협력주행 안전성 향상 평가기준은 자율협력주행 기술별 목적성능(이탈검지 등 ADAS 기능 성능)과 주행안전성으로 구분
- 측정방법은 정성/정량으로, 측정조건은 정지실험과 주행실험으로 구분

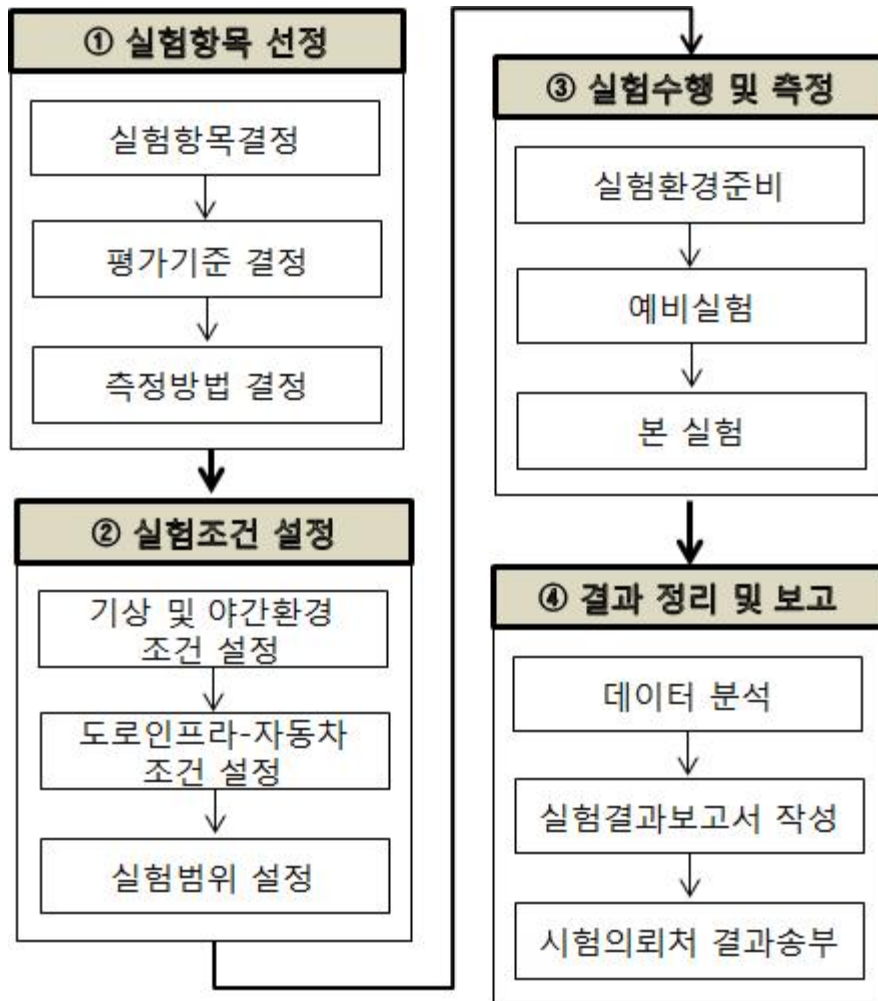
[표 14] 자율협력주행 기술 관련 측정방법(측정기준 및 조건)

자율협력주행 기술		평가기준	세부평가기준			실험조건		
차내 장치	도로인프라		척도	평가방법		공통	정지실험	주행실험
				정성	정량			
차로이탈 경고장치	기상조건, 노면조건 (반사율 등), 안전시설 (노면표시) 조건 등	목적성능 (이탈상태 검지 및 경고), 주행안전성 (정성)	검지 정확도 (%)	주행 안전성 평가	이탈상태 검지성능 실측	기상조건, 야간환경, 자동차조건 (전조등 등)	평가위치 (차량 및 피실험체)	주행속도, 설정속도 (적응순항 제어장치에 한함)
차로유지 지원장치	기상조건, 노면조건, 안전시설 (노면표시) 조건, 도로구조 (평면곡선 반지름) 조건 등	목적성능 (횡방향거동 조정정확도), 주행안전성 (정성)	횡방향 거동 조정 정확도 (%)	주행 안전성 평가	횡방향 거동 조정성능 실측 (이동궤적)			
적응순항 제어장치	기상조건, 노면조건 (미끄럼 상태) 등	목적성능 (안전거리 유지정확도), 주행안전성 (정성)	안전거리 유지 정확도 (%)	주행 안전성 평가	안전거리 유지성능 실측			
전방충돌 경고장치	기상조건, 노면조건 (미끄럼 상태) 등	목적성능 (전방차량충돌위험 검지 정확도), 주행안전성 (정성)	전방차량 충돌위험 검지 정확도 (%)	주행 안전성 평가	전방차량 충돌위험 검지성능 실측			

주) 차내 장치의 목적성능(기능) 평가는 별도로 규정하지 않는 한 「자동차안전도 평가시험등에 관한 규정(국토교통부)」 준용

○ 실험절차

- 기상환경 재현 실험항목별 일반적 실험절차 제시



<그림 110> 일반적 실험절차

- [실험항목 선정] : 활용내용에 따라 1) 운전자 시환경 향상실험, 노면 안전 및 도로환경개선 실험, 자율협력주행 안전성 향상실험 중 택하거나 이외의 경우는 별도로 실험항목 결정
 - 활용내용 및 대상 시설(또는 기술)을 정의하고 평가기준과 측정방법 선정
 - 본 보고서에 제시한 평가기준과 측정방법 이외의 경우는 별도로 평가기준과 측정방법을 정하고 실험관리 주체와 협의하여 최적의 실험결과 도출 유도
- [실험조건 선정] : 활용내용, 평가기준, 측정방법이 정의된 이후에는 세부 실험조건 결정
 - 실험조건은 크게 1) 기상 및 야간환경조건, 2) 도로인프라 및 자동차조건, 3) 실험범위 결정
 - 기상조건은 실험 시 요구조건(최대강도, 지속시간, 공간범위 등)을 결정
 - 야간 환경조건은 조명 설치유무 등을 정함(조명시설에 대한 실험의 경우는 조명시설의 위치, 간격, 높이, 조도조건 등)을 별도로 결정

- 도로인프라 조건은 도로포장, 노면상태, 시설물 설치조건 등을 정하는 것으로, 활용 내용이 운전자 시환경 향상 등 시설물 성능평가인 경우는 대상 시설물의 조건 등을 별도 명시
- 자동차 조건은 실험 시 요구조건(운전자 눈높이, 전조등 배광조건, 타이어 조건 등)에 대해 정의하고 자율협력주행 기술의 경우, ADAS 관련 사양(센서 등)에 대해 별도 규정
- 실험범위 설정은 실험에 대한 시간적, 공간적 범위의 정의를 의미
- 강설 재현은 일정한 온도, 습도 등의 범위 내에서만 자연설과 유사한 수준의 눈이만 들어지고, 강우재현은 배관의 동파, 노즐 동결 등의 문제로 인해 동절기에는 활용이 제한될 가능성이 높아서 월별로 활용이 제한
- 도로소음, 기능성포장, 기타 용도로 실험장 주행로를 이용하게 되는 경우에는 주행로를 점유하는 문제로 인해 기상 관련 실험시설을 활용하는 데에는 제약이 있어 우선순위 낮게 설정
- 세부 실험시설의 활용이 추천되는 시간적 범위는 다음 표에 제시
- 세부 실험시설별로 활용이 가능한 기간을 파악한 후, 월별로 실험시설별 우선순위에 따라 수요가 있는 실험을 진행함이 바람직
- 강우, 강설, 안개 실험시설은 도로에 물리적으로 환경이 가해지는 실험시설이어서, 실험준비 및 실험 후 처리에 준비가 필요한 시설로 우선 순위 높게 설정

※ 자연 환경 조건(풍향, 풍속 등)은 시시각각으로 변화하여 실험의 한계가 있음. 실험시설 주위에 주간 및 야간 풍향에 대해 데이터 구축을 통해 방향을 인지하고, 그에 알맞은 실험 일정을 정하여 시간별로 제어할 계획임.

※ 터널 진출입부 차단시설은 별도의 큰 공사비가 수반되는 문제로서 해당 실험시설 이용료 및 연구원 자체 예산을 확보하여 추후 시행할 계획임.

[표 15] 실험시설별 월별 활용 시나리오

활용 시설	측정방법	실험 가능 기간	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
강설	주행실험	6개월 (10~2월)	○	○	△	×	×	×	×	×	×	△	○	○
	정지실험		○	○	△	×	×	×	×	×	×	△	○	○
응답성 성능평가	주행실험	6개월 (10~2월)	○	○	△	×	×	×	×	×	×	△	○	○
	정지실험		○	○	△	×	×	×	×	×	×	△	○	○
강우	주행실험	10개월 (2~11월)	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×
	정지실험		×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×
안개	주행실험	12개월(1~12월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	정지실험	12개월(1~12월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
야간조명	주행실험	12개월 (1~12월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	정지실험		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
도로소음	주행실험	8개월 (3~10월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	정지실험		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
기능성 포장	주행실험	10개월 (2~11월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	정지실험		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
기타 실험장 사용	주행실험	10개월 (2~11월)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	정지실험		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

주) ○: 최적활용가능기간, △: 부분적으로 가능, ×: 계절 특성상 활용이 제한적인 기간

- 실험에 대한 공간적 범위는 기상환경재현설비가 위치하는 공간에 한정되며 종방향(차량진행방향) 및 횡방향(차량진행 직각방향)의 공간적 범위를 정하여 실험을 수행
- [실험수행 및 측정] : 실험항목 및 실험범위가 구체화된 이후에는 실험을 수행
 - 실험환경 준비는 측정조건(정지실험/주행실험)에 따라 구분되며 피실험자, 실험시간대, 실험운영(실험순서 및 피실험자 관리), 실험차량 및 장비(초기화) 등에 대해 정의
 - 본 실험 전에 예비실험을 통해 보완사항을 도출하고 본 실험 계획
 - 본 실험은 예비실험을 통한 보완점을 감안하여 수행
- [결과정리 및 보고] : 본 실험이 완료되면 데이터를 분석하고 결과 보고서 작성
 - 실험결과보고서는 사전에 정의된 양식에 따라 작성하여 시험의뢰처에 결과 송부

○ 악천후 상황(강우, 강설, 안개 등)의 다양한 시나리오 구현

- 강우·강설 상황을 모사하기 위해 총 200m(일반구간 100m, 터널구간 100m)로 구분하여 구축하고 특히 강우는 일반구간 전체와 터널구간 180m에서 강도 0~50mm/h 구현, 터널구간 20m에서 강도 0~100mm/h 구현
- 강설은 전체 구간에서 최대 50mm/h 구현
- 안개는 터널구간 200m에서 최저 시정거리 30m 구현
- 강우강도 50mm/h는 국내 50년간 강우강도 분석(1965~2014)을 토대로 90 백분위수에 해당하는 값(48.9mm/h)을 감안하여 설정하고 터널구간 20m에 한정하여 극한조건(100mm/h) 시험 가능
- 강설강도는 국내 기상특보 발표기준(주의보 24시간 신 적설 5cm 이상, 경보 24시간 신 적설 20cm 이상)과 제설 장비의 특성 및 제설작업 강설량 기준(3cm 이상시 밀어내기 착수)을 고려하여 5cm/h로 설정
- 특히, 눈은 외부온도, 습도, 바람 등의 조건을 만족해야 만들어지며, 영상기온에서는 재현에 한계가 있고 기상실험장이 위치한 연천의 기상특성 감안 최대 강도 5cm/h 설정
- 안개는 국내 안개시정표지가 50m 간격(0, 50, 100, 150, 200m)으로 설치되어 있기 때문에 50m로 설정할 수 있으나, 극한조건 특성을 반영하기 위해 30m 최저 시정거리 설정
- 악천후 기상재현 구현 시나리오는 실험 수요자가 정의한 시나리오와 관련규정에 따라 정의된 악천후 재현(실험 기상환경 조건) 시나리오 구분
- 악천후 재현 시나리오의 기본 구성내용은 악천후 종류, 구현강도, 구현거리, 지속시간, 도로 시 환경조건(조명 유무 등)으로 구분

[표 16] 악천후 재현 시나리오 구성

구분	강우	강설	안개
구현강도	0~50mm/h 0~100mm/h(터널 20m)	0~5cm/h	시정 30m 이상
구현거리	200m(터널 100m)	200m(터널 100m)	200m(터널 100m)
지속시간	실험시간	실험시간	실험시간
도로 시 환경 조건	조명 유/무	조명 유/무	조명 유/무

- 실험 수요자가 정의한 악천후 재현 시나리오는 실험의 목적에 따라 기상재현시설 관리자와 협의를 통해 구축함. 다만, 강설은 외부온도가 일정수준 이하로 낮추어져야 하는 제약 조건 존재
- 특정 시설 실험 시 제도적으로 정의된 악천후 시나리오에는 범률, 부처기준, 한국산업규격(KS) 등 시설성능을 규정하는 관련규정에 따른 시나리오에 따라 실험을 수행하는 것을 말함. 일례로, 다음의 표는 제도적으로 정의된 악천후 시나리오의 사례로써 「KS R 1172 : 차선이탈시스템(LDW) 시험」 수행 시 기상환경 조건 명시

[표 17] 악천후 재현 시나리오 구성 사례 : 관련 규정에 따른 시나리오

환경 조건	낮	밤(가로등 유)	밤(가로등 무)	비고*
맑음	(1) 맑음(순광)	(1) 맑음	(1) 맑음	순광: 차량의 뒤쪽에서 비침
	(2) 맑음(사광)			사광: 차량의 옆쪽에서 비침
	(3) 맑음(역광)			역광: 차량의 앞쪽에서 비침
	(4) 흐림			흐림: 구름이 있어 햇빛이 나지 않는 상태
비	(1) 보통 비	(1) 보통 비	(1) 보통 비	보통 비: 시간당 1mm 이하 (도로가 젖을 정도)
	(2) 강한 비	(2) 강한 비	(2) 강한 비	강한 비: 시간당 10mm 이하 (도로에 물이 흐를 정도)
	(3) 폭우	(3) 폭우	(3) 폭우	폭우: 시간당 10mm 이상 (차선을 구분할 수 없을 정도)
	(4) 비 갠 후	(4) 비 갠 후	(4) 비 갠 후	비 갠 후 : 도로에 물이 고여 있는 경우
눈	(1) 소설	(1) 소설	(1) 소설	소설: 눈이 바로 녹는 경우
	(2) 중설	(2) 중설	(2) 중설	중설: 눈이 도로의 일부에 쌓일 정도
	(3) 대설	(3) 대설	(3) 대설	대설: 눈이 도로를 뒤덮을 정도
	(4) 잔설	(4) 잔설	(4) 잔설	잔설: 눈이 일부 남아 있는 경우
안개	(1) 옅은 안개	(1) 옅은 안개	(1) 옅은 안개	옅은 안개: 15m 내의 차선 식별 가능
	(2) 짙은 안개	(2) 짙은 안개	(2) 짙은 안개	짙은 안개: 15m 내의 차선 식별 가능
터널	(1) 맑음	(1) 맑음	(1) 맑음	-

* 인수/인도자의 협의에 따라 환경 조건 선정

○ 수요자(민간, 공공기관 등)의 니즈를 고려한 중장기 운영계획 수립 : 활용방안

- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 활용을 높이기 위해서는 수요자(민간, 공공기관 등)의 수요를 적극적으로 반영한 운영계획 필요
- 본 실험시설 구축단계에서 수행한 설문조사(산/관/학/연 20명에게 설문조사를 실시, 본 과제 1차년도 연구)에 따르면, 강설시 블랙아이스 관련 실험, 강우 강도에 따른 안전속도 실험, 안개의 VSL실험, 조명장치 사양별 에너지 절감 실험 등이 높은 수요도 실험
- 다음의 표에 제시된 바와 같이 본 기상환경 재현시설 관련 다양한 수요자 니즈가 검토되었으며 이를 수요자 관점(민간, 공공기관)에서 실천 가능한 형태로 실험시설 운영

[표 18] 기상환경 재현 시설 관련 수요자 주요 니즈 대응 민간/공공기관 실천방안

실험시설	수요자 주요 니즈	민간	공공기관
강설	- 강설 후 기상에 따라 녹는 실험, 주/야간 강설시 시인성 관련 실험 - VMS, LED 신호기 등 LED 이용 시설물이 강설에 의해 성능 저하 여부의 실험 - 신호등 및 표지 지주에 쌓인 눈에 의해 지주에 미치는 하중 실험 - 강설시 종방향/횡방향 미끄럼마찰계수 실험 및 운전자 반응행태 분석을 통한 안전운전 증진방안 - 주행속도별 제동거리(적설 뿐 아니라, Wet, Icy, Snowy 등) 및 차량 주행 패턴 분석 실험 - 강설시 검지센서의 성능실험, 노면 반사 특성(BRDF) 및 글레어(Specular) 실험 - 블랙아이스 관련 실험	- 도로시인성 향상 제품 개발 - 블랙아이스 등 겨울철 안전시설 개발	- 도로악조건 대응 도로설계기준의 제·개정 - 시인성 관련 시설기준 개정 - 블랙아이스 등 겨울철 제설관리 매뉴얼 등 개정
강우	- 주/야간 강우시 시인성 관련 실험 - 강우시 종방향/횡방향 미끄럼마찰계수 실험 및 운전자 반응행태 분석을 통한 안전운전 증진방안 - 수막현상 발생 등 노면이 강우로 인해 변화되는 특성 분석 및 차량 주행 특성 분석 - 강우시 검지센서의 성능실험 - 강우시 도로포장과 관련하여 배수시설에 대한 실험 - 강우강도에 따른 적정안전속도 비교실험 - 물보라에 따른 차량 안전성 실험	- 우천시 안전시설 제품 개발 - 수막현상 등 노면안전개선 제품 개발	- 우천시 도로시인성 시설기준 개정 - 수막현상 개선 기준 - 우천시 도로안전관리 관련 규정 개정
안개	- LED 가변속도 표지판의 시인성 실험, 안개시 시인성 관련 실험 - 안개제거(소산)장치의 성능 실험, 안개시 검지센서의 성능실험 - 안개재현 실험과 연계하여 VSL(Variable Speed Limit)실험 병행 - 안개시 차량 주행특성 분석 및 운전자	- VMS, VSL 등 안전시설 개발 - 안개시 안전시설물 개발	- 악천후 대응형 VMS, VSL 등 안전시설 기준 개선 - 안개시 안전시설 및 관리기준 개선

실험시설	수요자 주요 니즈	민간	공공기관
	- 심리 상태 실험 - 시정거리 변화에 따른 운전자 대응형태 및 안전강화 방안 검토 실험		
웅설제	- 도로포장에 대한 영향, 차량부식에 대한 영향 실험(단기/중기/장기) - 웅설제의 분사 시간 또는 거리 간격에 따른 적설 여부 실험 - 웅설제 배합기준에 따른 살포량 조절 실험, 웅설제 성능평가 실험	웅설 시스템(제품) 개발	- 웅설제 기준개정 - 겨울철 제설관리 매뉴얼 등 개정
조명	- 도로조명과 차량조명의 빛 간섭 현상 실험 - 조명설비의 간격/높이에 따른 조명 성능 실험 - 등기구 램프의 종류에 대한 변별 실험 - 색온도, 배치, 위치 등 여러 파라메타를 근거로 한 조명장치의 비교 실험 - 빛 파장에 따른 시인성 실험 - 조명장치의 여러 사양에 따른 에너지 절감 실험 - 빛공해 및 글레어(눈부심)에 대한 연구 - human factors를 고려한 조명설치 관련 파라메타 도출 기법 연구 - 도로조명과 재귀반사기반의 도로안전시설의 성능관계 분석	- 악천후 대응 도로조명 제품 개발 - 인간공학감안한 도로조명시설 개발	- 악천후 대응 도로조명시설 기준 개정 - 인간공학 감안 도로안전시설 기준 개정
소음	- 도로 시공기면 높이에 따른 수음점에서의 소음 평가 실험 - 방음시설 위치/높이/방음재질 등에 따른 방음시설 성능시험 - 방음벽 높이, 바람에 따른 소리의 전달 경로 분석 및 소음 레벨 측정 실험 - 포장재료, 차량속도, 소음의 관계 분석	소음방지시설 개발	- 소음관련 기준개정 - 방음벽 등 방음시설 기준개정
기능성 포장	- 포장재료별 미끄럼 성능평가, 강우/강설/강무 등 자연재해와 같은 특수상황에서의 실험 - 포장 방법, 재질, 혼합재질의 구성, 포장체의 가공조건에 따른 내구성 실험 - 포트홀과 하중에 따른 도로 파손에 따른 위험단계 분석실험 - 기능성 모듈 설계시 이음부의 도로소음 및 평탄성에 대한 실험	소음, 배수 관련 기능성 포장개발	악천후 대응 기능성 포장기준 개

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

4.1. 목표 달성도

○ 1차년도

연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	결과치
실험센터 기반구축 및 악천후 악영향 실험시설 구축착수	인허가 및 관제동, 터널형 셴드 입찰 (시공사 선정)	인허가 서류 및 터널형 셴드 실시설계 보고서 및 착공계	1식	30%	-실시설계 착공 -인허가 2차년도 수행완료
	악천후, 악영향 시설 요구 성능 분석	각 실험시설별 요구성능 분석서 (강설/강우, 안개, 웅설제 소음, 조명, 기능성 포장, 에너지, 이동식 갠트리)	7건	30%	-실험시설 요구성능 분석서 8건 (강설/강우, 안개, 웅설제 성능평가, 도로소음, 도로조명, 기능성 포장, 에너지 하베스팅, 이동식 갠트리)
	도로소음 및 조명 시설 구축 및 관리계획 수립	도로소음, 도로조명 실험시설 구축 및 관리계획 수립서	2건	20%	-실험시설 구축 및 관리계획 수립서 2건 (도로소음, 도로조명)
	중장기 운영계획 수립	시설운영 관리 계획서	1건	20%	-시설운영 관리 계획서 1건
소계				100%	

○ 2차년도

연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	결과치
실험센터 기반구축 및 악천후 악영향 실험시설 시공착수	실시설계 및 관제동, 터널형 쉴드 착공·준공	실시설계 보고서	1식	30%	-실시설계 보고서 1식
		착공계	2식	10%	-터널형 쉴드 및 파워플랜트실 착공계 1식 -실험시설 기초공사 착공계 1식
	연구시설/장비 예산심의	연구시설/장비 예산심의 결과	5식	10%	-연구시설/장비 예산심의 완료
	실험시설 구축 및 관리계획 수립, 사양검토	구축 및 관리계획서	6식	10%	-실험시설별 구축 및 관리계획서 9식
		각 시설별 사양검토서	8식	10%	-실험시설별 사양검토서 9식
	실험시설 착공, 시공	착공계	1식	20%	-기능성 포장 실험시설 착공계 1식
	중장기 운영계획 수립	운영자 사전교육 횟수	2회	5%	-4차년도로 수행(협의 완료)
		실험시설 홍보 (학술발표 참가, 기술기사 투고, 언론홍보 추진)	3회	5%	-학술발표 4회, 관련 기관별 개별홍보 4회(11개 기관 대상)
소계				100%	

○ 3차년도

연차별 성과목표	성과지표		측정방법	목표치	가중치	결과치
실험 기반 시설 시공 및 준공, 약조건 재현 실험시설 시공사 선정	관제동 및 POWER PLANT 지상부 시공사 선정		도급사와 유치기관 간 계약서	1건	10%	-도급사와 유치기관 간 계약서 1건
	관제동 및 POWER PLANT 지상부 시공 및 준공, 기능성 포장 실험시설 준공		시공 공정보고서 1식 및 준공계(유치기관 승인) 1건	1식	20%	-기능성 포장 실험시설 준공계(유치기관 승인) 1건
	터널형 쉼터 지상부 시공사 선정		도급사와 유치기관 간 계약서	1건	10%	-도급사와 유치기관 간 계약서 1건
	터널형 쉼터 지상부 시공 및 준공		시공 공정보고서 1식 및 준공계(유치기관 승인) 1건	1식	20%	-시공 공정보고서 1식 및 준공계(유치기관 승인) 1건
	실험시설 시공사 선정	강설/강우, 안개, 웅설제	도급사와 유치기관 간 계약서	1건	5%	-도급사와 유치기관 간 계약서 1건
		도로조명, 이동식갠트리 /레일	도급사와 유치기관 간 계약서	1건	5%	-도급사와 유치기관 간 계약서 1건
		도로소음	도급사와 유치기관 간 계약서	1건	5%	-4차년도 수행(협의 완료)
		에너지하베스 팅	도급사와 유치기관 간 계약서	1건	5%	-4차년도 수행(협의 완료)
	중장기 운영계획 수립 (홍보 및 관계기관 협의, 실험 및 평가 업무 발굴, 실험시설을 활용한 연구과제 발굴)		홍보(언론, 유관기관 등)3회	1식	20%	-연구개발 관련 홍보 9건, 실험 및 평가 업무 발굴 1건
소계					100%	

○ 4차년도

연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	결과치
실험시설 구축	관제동 및 POWER PLANT 지상부 시공 및 준공	시공 공정정보고서 및 준공계 (유치기관 승인)	1식	25%	-시공 공정정보고서 1식
	실험시설 시공, 준공 (강설/강우, 안개, 용설제)	시공 공정정보고서 및 준공계 (유치기관 승인)	1식	20%	-시공 공정정보고서 1식
	실험시설 시공, 준공 (이동식갠트리/레일)	시공 공정정보고서 및 준공계 (유치기관 승인)	1식	20%	-시공 공정정보고서 1식
	실험시설 시공사 선정, 시공 (도로소음)	도급사와 유치기관 간 계약서	1식	5%	-발주서류 1식
	실험시설 시공사 선정, 시공 (에너지 하베스팅)	도급사와 유치기관 간 계약서	1식	5%	-발주서류 1식
	중장기 운영계획수립	중장기 운영계획서	1식	15%	-중장기 운영계획서
		운영자 교육횟수	1회	5%	-운영자 교육 1회 실시
		홍보(유치기관, 학회 등) 및 과제발굴을 위한 관계기관 협의 등	3회	5%	-홍보 1회(2017 KSCE CONVENTION 전문연구세션), 과제발굴 관계기관 협의 4회
소계				100%	

○ 5차년도

연차별 성과목표	성과지표		측정방법	목표치	가중치	결과치
실험시설 구축 종료준비	실험시설 구축	강설/강우, 안개, 웅설제 성능평가, 도로조명, 이동식갠트리 시설 시공, 준공	시공 공정정보고서 및 준공계	1식	40%	-시공 공정정보고서 및 준공계 1식
		도로소음 실험시설 시공, 준공	시공 공정정보고서 및 준공계	1식	10%	-시공 공정정보고서 및 준공계 1식
		에너지 하베스팅 실험시설 시공, 준공	시공 공정정보고서 및 준공계	1식	10%	-시공 공정정보고서 및 준공계 1식
	실험시설 시험운영		시험운영 일지(시설별 3회)	3회	10%	-시험운영 3회
	중장기 운영계획수립		네트워크 설계 (실험시설 통합 관리방안)	1식	10%	-네트워크 설계 1식 (실험시설 통합 운영 · 관리)
			운영자 교육 횟수	3회 이상	10%	-운영자 교육 3회 실시
			실험시설 홍보 (학회 연구세션, 언론 홍보 등)	3회 이상	10%	-학회 부스 전시 홍보(대한교통학회, 대한토목학회), -실험시설 홍보 60건
소계					100%	

4.2. 관련분야 기여도

가. 기술적 기여

- 실규모 수준의 도로 및 교통분야 실증실험 체계 확보로 선도형/탈추격형 기술개발 및 선진 국과의 기술격차 단축 가속화
- 도로 및 교통 분야에서 기상조건 및 도로환경과 관련된 도로성능 및 교통안전 분야에 대한 실질적 기술대안 개발 및 검증된 성과 도출 가능
- 기상 및 도로환경 재현 실증실험시설 확보를 통해 도로 및 교통안전 분야 실증실험 R&D와 성과물 검인증 체계 확보로 R&D 실용화 장벽 해소
- 성능평가, 시험인증 분야의 시험평가 기술을 확립하고 국제 표준화를 통해 국제적 기술 선도
- 도로안전 및 부대시설, 도로포장 등 도로시설 성능 및 안전성 분야, 도로-자동차 연계 및 첨단 교통시스템 분야 등 도로/교통 분야 기술력과 기술수준 향상 기대

나. 사회·경제적 기여

- 도로 및 교통안전 분야에서 유효한 기술대안 개발, 성능 검증과 도로사업 적용으로 도로 성능 및 서비스 향상, 교통사고 감소 기대
- 도로성능 향상(장수명, 저비용 대안) 기술 개발과 검증 및 현장 적용을 통한 공공사업비 절감 예상
- 기존 사장되던 80~90% 완성도 수준의 R&D 성과물의 실용화 전인으로 R&D 투자 효율성 제고
- 연천 SOC실증연구센터와 함께 구축, 운영 활성화를 통해 낙후지역인 접경지역(경기도 연천)의 지역산업 발전 및 고용 증대 기대
- 향후 통일을 대비한 SOC 지원 및 사업시 원활한 교류를 호가보하는 전진 기지 역할을 할 것으로 기대

제5장. 연구개발성과의 활용계획

5.1. 실험시설 활성화

가. 국가건설기준체계 변경으로 R&D 검증, 활용 활성화 예상

- 창조형 건설기준체계 구축과제를 국가정책조정회의에 보고(국토교통부, 2013.8)
 - 국가건설기준체계를 규격중심에서 성능중심 기준으로 전환, 선진 코드체계 도입
 - 연구성과를 검증하여 기준에 조속 반영, 기준관리 재정지원 확대(실증실험, 신기술 개발)
 - 기준관리 컨트롤타워 설립 : 건설기술진흥법 44조의 2항 근거, 국가건설기준센터를 한국건설기술연구원에 설치(2013.9.)
- 기준체계의 변경으로 R&D 성과 검증과 활용 부문 활성화 예상
 - 성능중심의 개방형 기준체계 전환시 R&D 동기 확보 및 성과 실용화 촉진 예상
 - 개발 기술, 기준 검증을 위한 실증실험 등 수요 증대 예상

나. 국가건설기준센터와 연계하여 기준개발, 검증에 본 실험시설 활용성 제고

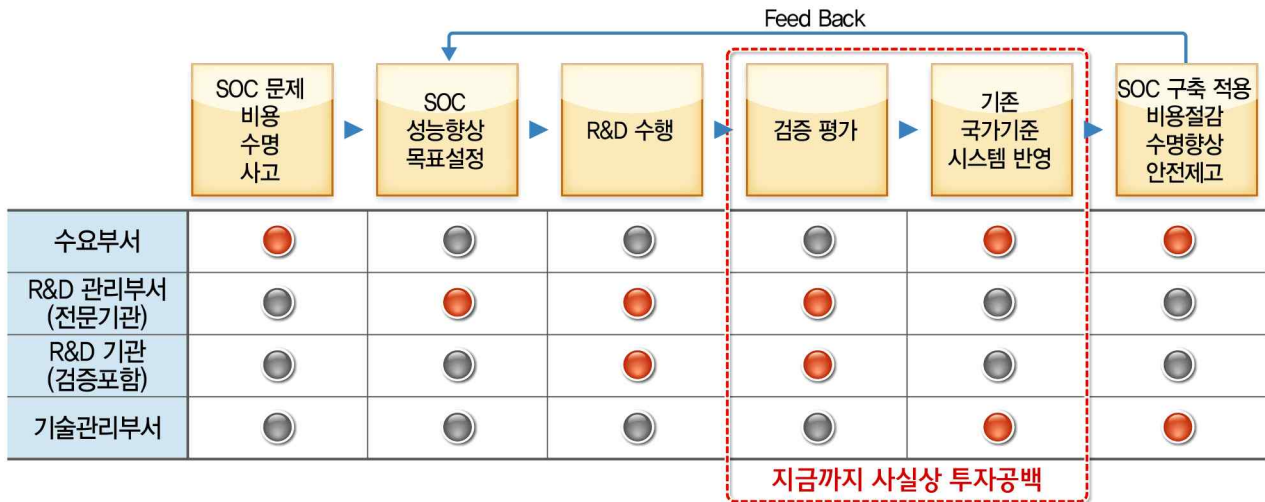
- 기준체계가 성능중심으로 변경되고 개발기술 검증을 통한 실용화 추진시 도로부문 실증실험 수요 증대 예상
 - 한국건설기술연구원에 설치 운영중인 국가건설기준센터와 연계하여 기상조건 관련 도로기준 개발, 검증에 본 실험시설을 활용
 - 기상조건과 관련된 도로기준은 도로표지, 도로전광판 등과 같은 도로부대시설 설치기준, 도로포장 성능기준 등이 해당
- 기준, 시방 체계가 개방형으로 바뀌면 기준 개발 뿐 아니라 기술, 공법 개발의 촉진이 예상되는 바, 그에 따라 본 실험시설을 실증실험장으로 활용 가능
- 국가기준관리센터에서 별도 계획중인 실증실험장도 본 연천 SOC 실증연구센터에 구축을 추진하고 있어 시너지 효과 기대

다. 공공기술 성과물 검증, 국가기준 반영, 비즈니스 체계 확보

- 구축 인프라를 활용한 관련 국가기준 연구·검증·평가 사업 수행
 - R&D 성과물을 SOC 구축에 적용하기 위해서는 실규모의 실증 검증 및 평가는 필수
 - 국가 기술검증장 확보 및 검증기관 지정 운영 : 전문성과 책임성을 기반으로 개발기술 검증, 평가(국가기준체계 반영 연계)
 - SOC 성능기준 도입 등 국가 정책기준 개발 연구 : 성능기준 시방, 설계기준의 국산화·국제화 연구
 - R&D 개발 기술 검증, 평가 수행 : 개발된 기술이 국가 기준(성능기준 시방)을 만족시키는 지 정해진 평가 방법에 따라 검증, 평가

○ 검증된 성과물의 국가기준 반영 및 사업 적용에 가교 역할 기대

- R&D 성과 실용화의 관건은 개발 기술의 검증평가와 국가기준 반영 여부
- [인프라 성능향상 목표 설정 → 성능향상 R&D → 검증 및 국가기준체계 반영 → 공공사업 적용 → 사업비 절감]의 R&D 프로세스로 개선
- 본 구축 인프라를 이용하여 검증 평가의 역할과 기능을 수행하고, 검증된 성과물을 국가 건설기준센터와 연계하여 국가기준으로 반영



<그림 111> SOC 인프라 R&D 성과 반영

라. 이종산업 융복합 실험 시설로 활용 기대

○ 이종산업 융합 실험 및 실증 수행

- 구축된 인프라는 강우, 강설, 안개 등 악천후 기상 조건에 대해 제어가 가능한 실규모의 성능실험 및 실증시설이기 때문에 자동차, ITS, 군수, 타이어, 안전시설 등 이종산업에 대한 실험시설로 활용이 가능
- 특히, 강우, 강설, 안개 등의 다양한 악천후 기상 조건에 대해 실험이 가능하기 때문에 이종산업에 다양하게 적용이 가능할 것으로 판단

○ 자동차 주행안전/평가 실증 실험 활용

- 기존의 자동차 주행안전/평가 실험은 차량내 장착되어 있는 센서를 통해 전·후방차량 거리 측정 및 경고 서비스, 차량 주행로 이탈 감지 등을 수행
- 본 실험시설을 활용하면, 기존의 차량 자체에만 국한되어 있는 한계를 넘어 도로 인프라와 연계된 실증 실험이 가능하게 되어 자동차-도로-교통 분야 실험에 적극적으로 활용될 것으로 판단

마. 도로 시설 성능평가, 인증 업무 개발, 활용

- 본 구축되는 실험시설을 이용하여 도로 시설 성능(포장, 도로안전 및 부대시설) 인증 업무를 통해 실험시설물의 활용도를 제고

[표 19] 도로 시설 성능평가, 인증 활용 분석 예

관련 업무	실험 대상	성능평가 내용	성능 평가 제도 도입 및 시행	비고
교통정보 안내시설 판독성 시험	- 도로표지 및 도로전광표지, 도로·교통 정보 안내시설 등	- 악천후(강설, 강우, 안개) 및 야간 등, 주행 상태의 시인성 평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
노면표시, 시인성 증진시설(시선유도시설)의 시인성 시험	- 노면표시, 시인성 관련 도로안전시설(갈매기 표지 등), 교통안전 표지	- 악천후(강설, 강우, 안개) 및 야간, 주행 상태의 시인성 평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	- 공단 시험항목, KS 대체
포장 공법별 노면 반사도 실험	- 다양한 도로조명 및 노면조건	- 강우·야간, 도로조명 형식별 도로노면 반사 성능 평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
미끄럼 성능 시험	- 기능성 포장공법별 실험구간	- 포장공법별 타이어 미끄럼 성능 평가 - 다양한 기상조건 하에서의 도로 포장공법별 노면 자체의 미끄럼 평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
도로포장 기능성 시험	- 다양한 기능성 포장공법별(배수성, 저소음, 용설포장 등등)	- 강설, 강우시, 주행상황에서의 포장 공법별 기능성 평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
용설제 관련 시험	- 다양한 용설제 관련 (부동액, 염화물 용액 등)	- 강설시 용설제 기능과 환경 영향 등 평가 (다양한 강설 조건에서 용설제의 효과 평가 및 환경 악영향에 대한 평가)	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
도로소음 실험	- 방음벽 형식별, 포장공법별, 방음녹지 등	- 방음벽 및 포장공법, 방음녹지의 기능, 소음관측방법 등 정립	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	
검지기 성능시험	- 각종 교통류 검지기 (루프, 압전식, 초음파, 레이저 등)	- 강우·안개·야간, 교통류 검지를 위한 최소 정확도 기준 구비와 성능평가	- 평가 및 시험 절차와 평가 기준 정립	- 강우·안개·야간시, 교통류 검지 기능성 시험절차 없음

바. 연구과제 발굴 및 수행

○ 정부 수탁

- 국토교통부가 관리하는 도로관련 제 기준의 실증실험을 통한 국가 기준 재정립
- 기준 재정립 : 국가건설기준센터 및 도로품질관리센터와 연계한 검토 내용 발굴
- 검토 기준 범위
 - 시인성 실험 등을 통해 도로표지, 교통안전표지, 노면표시의 적정 설치기준 마련
 - 미끄럼 실험 등을 통해 적정 도로포장 공법 및 공사구간의 복공판 품질실험
 - 미끄럼은 정지거리와 관련되는 바, 도로안전시설의 적정 설치 기준 마련

○ 국가 R&D

- 연구성과로 도출된 신기술, 악천후 상황 대응 안전 시스템 기술의 효과평가
- 도로분야 R&D 실험 및 성능시험의 장으로 활용 : 국가 R&D 효과성 향상
- 도로분야 뿐 아니라, 전 건설교통 분야 R&D 연구성과 대상

<활용 사례>

- 우천시 차선도색재료에 따른 ADAS기능(LDWS) 테스트(KICT 자체연구, 2018.6.)



<그림 112> 평상시 차선 시인성(좌), 우천시 차선 시인성(우)

- 악천후시 시인성이 우수한 자동차헤드램프 개발품 테스트(민간연구, 2018.10.)



<그림 113> 악천후시 상황 구현(좌), 노면 휘도 측정 결과(우)

- 악천후시 시인성이 우수한 도로전광표지판 개발품의 시인성 테스트(국가 R&D, 2017.11.)



<그림 114> 기존 도로전광표지판과 개발 도로전광표지판의 악천후시 비교 테스트

사. 국가 R&D 사업 공고시, 건설연구인프라 실험센터 활용 및 홍보 강화

- 실험이 필요한 연구과제에서 센터를 적극활용할 수 있도록 제안서에 반영하도록 건의(연구 과제 공고시, 실험센터 관련 정보 함께 제공)
- 실험 소요 비용을 예산에 반영할 수 있도록 견적 서비스 제공
- 본 구축 실험시설과 무관한 실험도 필요할 경우 실험공간 제공(실비)
- 시험기반의 홍보는 학회지, 신문 등의 매체홍보, 리플렛, 사업설명회 등을 중심으로 지속적으로 추진
 - 특히, 정보에 취약한 중소기업의 참여도를 높이기 위해 보다 다양한 매체를 통한 홍보를 실시할 계획
- R&D 통합지원 플랫폼 구축 및 전문인력 확보로 장비·유지관리 및 서비스 향상
- 수요자 맞춤형 수익사업 발굴을 통한 자립화
- 공무원, 학교, 연구소, 산업체 등을 대상으로 실험센터에서 실험시설 및 실험내용에 대한 활용성 홍보를 하고, 이를 통해 R&D 평가기반구축 마련
- 실험평가 서비스에 대한 노하우를 바탕으로 관련 기업체, 연구소 및 학교에 서비스 제공 및 국내·외 대학 및 기업체와 MOU 체결을 통한 수업연계(한국건설기술연구원은 국내의 12개의 정부기관, 12개의 연구기관, 15개의 학계 및 산업계와 MOU 체결)
- 인프라 시설의 운영을 통하여 교육, 수익사업, 기술 컨설팅 제공 등의 종합 서비스 제공

아. 단체표준 기준 설정 업무

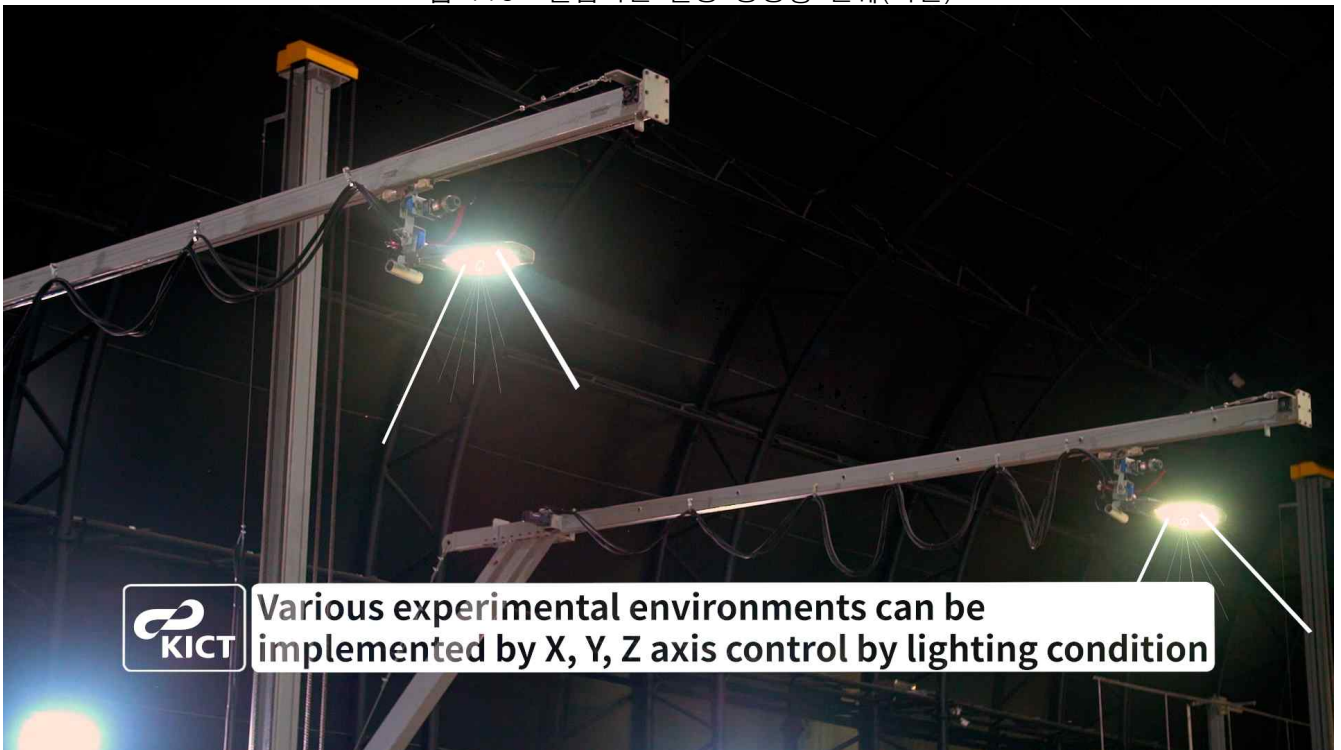
- 각종 협회 및 단체와 연계한 실험시설 활용
- KOLAS를 비롯한 공인인증기관에서 표준기준에 관한 업무를 수행 중이며, 이와 관련하여 실험시설을 활용할 계획

자. 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 홍보

- 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 활용 동영상을 통해 국내 유관기관, 학회에 영상을 송부하여 실험시설을 홍보할 예정
- 또한, 국외 유관기관에 활용동영상을 송부하여, 향후 공동연구과제 발굴할 계획임
- 지속적으로 국내외 전시부스 운영을 통해 실험시설 활용도를 높이기 위해 노력할 계획임.



<그림 115> 실험시설 활용 동영상 발췌(국문)



<그림 116> 실험시설 활용 동영상 발췌(영문)

5.2. 실험교육 활용·인력 양성·사용자 편의 제공 방안

가. 교육 지속 시행 및 내실있는 프로그램 발굴

- 품질관리 교육 및 평가제도 교육

- ‘건설기술진흥법’이 전면개정(시행 2014.5.23.)되고 ‘건설공사 품질관리 지침’이 일부 개정(시행 2014.5.23.)됨에 따라 평가제도 관련 개정 내용, 품질검사용역업자의 등록, 변경 등록 절차 및 방법, 국제적 시험기관으로서의 준수요건인 KS Q ISO 17025 요구사항과 품질검사용역업자 평가세부기준을 주요내용으로 설명

- 품질검사전문기관 대상 시험 신뢰성 향상 교육

- 품질검사전문기관이 등록기준을 계속 유지하고 있는지와 품질시험·검사를 적절하게 시행하고 있는지 여부 등을 한국건설기술연구원이 조사·평가·관리하고 있으며, 이들 품질검사 전문기관 시험·검사요원의 인력양성 교육을 지속적으로 수행

나. 과학기술연합대학원대학교(UST) 등 대학과 연계한 인력 양성

- 한국건설기술연구원에서 운영중인 UST(ITS 공학과)는 현재 ITS분야를 선도하는 역할을 담당하고 있으며, 현재 17명의 도로교통 분야 교수진으로 구성, 향후, 도로포장 분야 학과목 강의 신설(교수진 구성) 예정이며 성능 평가 실험시설과의 연계를 통해 한국건설기술연구원의 전문성 강화와 더불어 전문인력 양성을 계획

- 한국건설기술연구원이 MOU를 맺은 수도권 소재 대학(학생연수생, 학연프로그램 등)과 협력을 통해 인력 양성

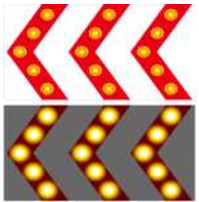
다. 사용자 편의 제공 방안 : 실험의뢰에서 결과 통보까지 원스톱으로 제공

- 한국건설기술연구원은 연구원이 보유한 인프라를 이용하여 인증·인정 및 시험업무를 지원하고 있고 인증시스템의 전산화를 통해 이용자의 편의를 제공 하고 있는 바 도로 성능평가 실험시설에서도 본 시스템을 연계할 예정

라. 실험시설 확장계획

- 기상상황에서의 주행실험은 도로교통법에 의거하여 우선 40~60km/h로 하고, 추후 100km/h까지 실험할 수 있도록 사양을 확장할 계획
- 적설상태에서 100km/h는 주행 피험자의 안전 문제가 심각한 만큼, 차로 바닥에 레일을 설치하는 등 좌우 유동을 제한하는 설비 구축을 검토

[표 20] 실험시설을 활용한 실험 예시

기준	예시	실험대상	검증 및 평가 내용	관련 실험시설
교통정보 안내시설 판독성 기준		도로표지 및 도로전광 표지, 도로·교통 정보 안내시설	악천후(강설, 강우, 안개) 및 야간 등, 주행상태의 시인성 평가	- 강설/강우/안개 - 도로조명
시인성 증진시설 기준		노면표시, 시인성 관련 도로안전시설 (갈매기 표지 등), 교통안전표지	악천후(강설, 강우, 안개) 및 야간, 주행상태의 시인성 평가	- 강설/강우/안개 - 도로조명
포장 공법별 노면 반사도 실험		다양한 도로조명 및 노면조건	강우·야간, 도로조명 형식별 도로노면 반사 성능 평가	- 강우 - 도로조명
도로 소음 실험		- 방음벽 형식별, 포장공법별, 방음녹지 등 - 타이어 형식별 소음 실험	방음벽 및 포장공법, 방음녹지의 기능, 소음관측방법 등 정립	- 도로소음 실험시설 - 강우 - 기능성 포장
기능성 포장성능		- 포장공법별, 타이어 마모도 및 미끄럼 성능 시험 - 배수성, 차열성, 투수성 등	강우, 강설 시, 주행상황에서의 도로노면 조건별 미끄럼 평가	
검지기 성능시험		각종 교통류 검지기 (루프, 압전식, 초음파, 레이저 등)	강우·안개·야간, 교통류 검지를 위한 최소 정확도 기준 구비와 성능평가	강설/강우/안개
에너지 하베스팅		- 태양광 집열판 설비 - 압전식 설비	다양한 기상환경을 재현한 Solar Road System의 성능 효율	강설/강우/안개
응설제 시험		다양한 응설제 및 응빙제 관련(부동액 등 친환경 재료 등)	강설시 응설제 및 응빙제 기능과 환경 영향 등 평가 (다양한 강설 조건에서 응설제의 효과 평가 및 환경 악영향에 대한 평가)	강설

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

6.1. Smart Road

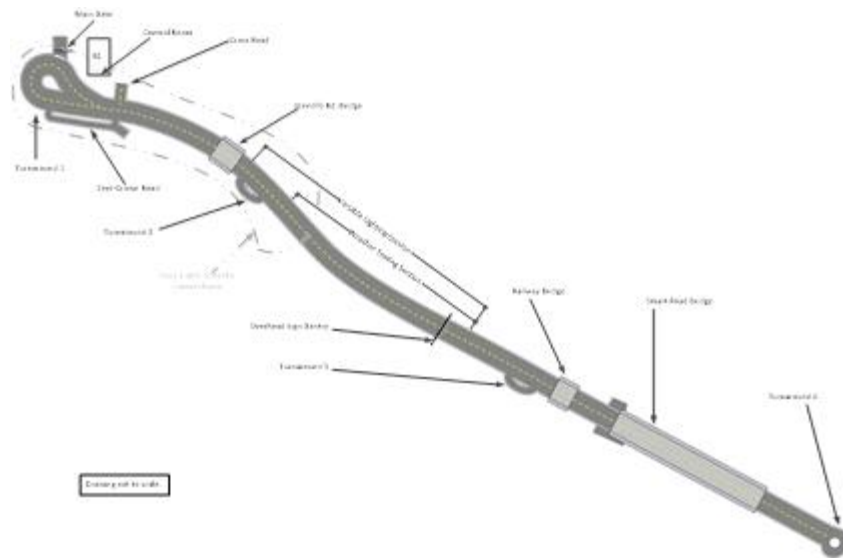
가. 시설개요

○ 목 적

- 본 시설은 미국 Virginia Tech 대학교 부설 Virginia Tech Transportation Institute에서 운영하고 있는 실험장으로 악천후 재현 실험을 주로 수행하기 위해 구축되었으며, 일부 구간은 다양한 포장체를 실험하기 위한 주로도 포함되어 있음.

○ 시설규모 및 특성 관련

- 규모 : 길이 약 3.5km의 2차로도로
- 실험장 구성 : <그림 117>와 같으며, 양쪽 끝에 회차가 가능한 주로가 있으며, 교량이 3곳, 교차로 1곳, 횡단경사가 없는 실험구간, 기상 상황 재현이 가능한 긴 직선 구간 등으로 구성되어 있으며 통제실이 연중 24시간 쉬지 않고 운영되고 있음.
- Weather Making System : 악천후 재현을 위해서는 기본적으로 물을 사용하며, 물탱크에 저장된 물을 펌프로 이동시켜 각 노즐의 끝에서 분사하는 작동원리임. 물탱크는 50만 갤런을 저장할 수 있으며, 펌프는 186kgal/hr 용량을 사용하고 있음. 여기에 Air Compressor, Plumbing, 분사 노즐은 약 10m 간격으로 약 75개 정도가 구축되어 있으며 필요한 구간은 이동식 분사기를 활용하기도 함.



<그림 117> Smart Road 평면도

나. 세부 실험시설 및 활용분야

- <그림 118>와 <그림 120>은 악천후 상황 재현을 위한 물분사 지주를 나타내며, 분사 노즐의 높이를 조절할 수 있도록 케이블이 설치된 모습을 보여주고 있음. <그림 118>는 높이 조절을 할 수 있는 수동식 핸들로 와이어를 풀거나 감으면서 조절할 수 있음. 높이 조절은 1개씩 가능하다고 하는데 이 부분을 전동식으로 변경하면 전체 지주에 대해 동시에 높이를 조절할 수 있을 것으로 판단됨.
- <그림 118>은 악천후 실험장 전경이며, 중앙부에 게이트가 보이는데, 도로표지판을 설치하여 악천후시 시인성 등을 실험하는 데 활용하고 있음.
- <그림 119>은 조명시설 실험을 위해 설치된 설비로 동시에 3종류(LED 2종, 할로젠 1종)의 조명장치를 설치할 수 있도록 구축하였음.



<그림 118> 악천후 재현 실험시설



<그림 119> 조명 실험시설



<그림 120> 강우 재현 테스트



<그림 121> 야간 강우시 조명 테스트



<그림 122> 안개 재현 테스트



<그림 123> 강설 재현 테스트

다. 기타 운영방식 등

- VTTI에서는 기상 관련 실험은 연간 약 30건 정도 진행하고 있으며, 수익구조가 아닌 실비 수준의 사용료만 받고 운영되고 있음.

Smart Road Service	Description	Base Hourly Rate	Options rate	Total Hourly Rate
Facility Usage - Base Rate	Control room oversight of site access, security, and option coordination and control	\$ 151		\$ 151
Lighting	Specialty lighting system usage		\$ 178	\$ 329
Weather making - fog	Fog/mist production using overhead emitters		\$ 546	\$ 697
Weather making -rain	Rain of varying rates from overhead emitters		\$ 546	\$ 697
Weather making -snow	Snow of varying rates from overhead emitters. Dependent upon ambient temperature.		\$ 546	\$ 697
Note A	Applicable Overhead Rate is not included above and must be included to determine actual hourly cost			

<그림 124> Smart Road 악천후 등 관련 실험시설 사용료

6.2. RIOH의 Proving Ground

가. 시설개요

- RIOH는 중국 공로과학연구원으로 북경에 위치하고 있으며, 본원에서 북경 외곽에 자동차로 약 2시간 거리에 실증실험이 가능한 Proving Ground 실험시설이 위치해 있음.
- 주행트랙과 충돌실험장, 안개재현이 가능한 실험시설로 구성되어져 있으며, 본 장에서는 안개재현 실험시설을 검토하였음.

나. 안개 재현 실험시설

- 규모 : 길이 200m × 폭원 6~7m × 높이 4~5m 로 실내 충돌실험장에서 활용하고 있음.



<그림 125> 충돌차량 견인레일과 장치(바닥)

- 안개 재현을 주 목적으로 건설되었으며, 최소 재현 시정거리는 20~30m이며, 가랑비 정도를 구현할 수 있음.
- 재현한 안개가 실제와 동일한 특성을 가져야 하는데, Smog 오일은 공기중 습도가 달라서 실험환경이 실제를 모사할 수 있을 지에 대한 검토가 필요하다고 하였음.
- 기상 상황을 재현하기 위해서는 실제 기상조건과 유사한 지를 파악할 수 있도록 기상 센서 등이 부착된 조사 차량이 필요

다. 실험시설 활용분야

- 실험내용은 주로, 안개상황에서 나타나는 운전자의 반응에 초점을 맞추어 실험을 진행하고 있으며, 가벼운 강우 상황에 대한 실험도 가능함.
- 정확한 운영비용은 파악할 수 없으며, 실험시설 운영에 필요한 인력은 연구원을 포함하여 약 7~8명 정도임.

라. 기타 운영방식 등

- 현재 보유 시설을 확장할 계획은 없음.
- 다만, 중국 운남성(안개 상습 발생지역) 쪽에 실제 도로에 안개관련 실험시설을 구축하고 있는데, 매우 소형이지만, 실질적인 도움이 될 것으로 판단하고 있음. 이 구간에서는 안개를 인위적으로 발생시키지 않고, 자연 안개를 활용하기 때문이라고 하였음.

6.3. IIHS

가. 시설개요

- IIHS(Insurance Institute for Highway Safety)는 미국 보험회사들이 재원을 마련하여 설립한 기관으로 자동차 충돌실험 및 실험결과에 따라 차종별 안전등급을 평가하는 기관임.

나. 세부 실험시설

- 규모 : 약 길이 600m × 폭원 40m의 외부 트랙과 다양한 실험이 가능한 실내실험장을 구비하고 있음.
- 이 실험시설은 다양한 충돌실험을 통해, 자동차의 안전성능을 평가하는 것이 목적인 기관으로, 우리나라 교통안전공단의 실험목적 및 수행내용이 동일하며 우리 연구원에서 추진하고 있는 실험시설이 도로 시설에 목적을 둔만큼 그 목적은 상이함.
- 다만, 다양한 기상환경 조건에서의 충돌실험을 진행하기 위하여 실외에 기상환경(특히, 강우) 재현이 가능한 실험시설을 확장하고 있음.



<그림 126> 약천후 재현 실험장 건설

다. 실험시설 활용분야

- 2013년 방문시에 주변 부지에 약천후 재현 실험장 건설이 진행되고 있었으며 2015년 9월에 준공한 것으로 확인되었음.(<http://www.iihs.org/iihs/about-us/vrc>)
- 폭 100m, 길이 350m, 높이 약 30m 규모로, 약 5 에이커의 면적에 돔 형식의 지붕을 씌워 강우를 재현할 수 있도록 건축되었으며, 강우시 및 야간 상황 등을 구현하여 전조등, 브레이크 시스템 등에 대한 실증실험을 목적으로 구축되었음.

Vehicle Research Center

Crash tests and other evaluations conducted at the Vehicle Research Center in Ruckersville, Va., encourage auto manufacturers to make safer vehicles. The institute's vehicle ratings program has helped consumers pick the best models since 1995. Outside of automakers' proving grounds, few places in the world are equipped for the range of tests that we conduct here. With the help of our supporters in the insurance industry, we recently expanded the VRC so we can evaluate crash avoidance systems all year round. Our goal is to encourage adoption of the most effective technologies.

Crash hall

Crash test dummies

Testing labs

Test tracks and robotics



A new 5-acre covered track was dedicated in September 2015. It enables IIHS to conduct crash avoidance testing rain or shine.

<그림 127> IIHS의 강우 재현 실험시설

6.4. SwRI

가. 시설개요

- 미 텍사스주 샌안토니오에 위치한 SwRI(Southwest Research Institute)는 1947년 설립된 연구소이며, 현재 약 2,700명이 근무하고 있는 텍사스주 샌안토니오에서 8번째로 비영리법인임.
- 전체 800여명의 석·박사 인력을 보유하고 있으며, SwRI의 역할은 학교 등에서 개발되는 기초 과학과 산업의 중간적 가교(Bridging the valley of Death) 역할을 담당하고 있음.
- 특히 전체 6,500개 프로젝트 중 Commercial 부분이 약 4,000개로 63% 정도를 차지하고 있으며, SwRI 운영 재원은 미국 정부 관련이 55%, Commercial 관련이 45%으로 운영 중임.
(2015년 12월 기준)
- 내부 연구 프로젝트는 2015년 기준 194개, 약 86억원(\$ 7.2M) 수행 중임.

나. 실험시설의 규모

- Off Road 규모 : 200ac(≒809,371㎡, 약 24.4만평)
- On Road Test-Bed 규모 : 1.8km (타원형 트랙, 신호교차로 및 경사로 포함)
- 일부 강우실험 시설(약 100m) 포함



<그림 128> SwRI Vehicle Test-Bed(출처:출장보고자료)

다. 실험시설 활용분야

- SwRI 지능형 자동차 시스템
 - 1997년부터 무인자동차 등 지능형 자동차 시스템(Intelligent Vehicle System) 개발과 관련된 R&D 연구를 수행하고 있음.(현재 약 30여명의 엔지니어 근무)
 - 지능형 자동차 시스템은 약 \$40M의 외부 연구 프로젝트를 수행하고 있으며, 주요 개발 분야는 <그림 129>과 같음.



<그림 129> Intelligent Vehicle System Project Portfolio(출처:출장보고자료)

○ Unmanned Systems Technology

- 2006년부터 MARTI(Mobile Autonomous Robotics Technology Initiative)와 관련된 연구를 수행하고 있음.
- 특히, 2008년 15th ITS World Congress에서 스탠포드대학과 함께 완전한 지능형 자동차 (Autonomous Vehicle)를 뉴욕에서 5블럭을 운행함.
- 온로드 및 오프로드에 운행이 가능한 8개의 완전 지능형 자동차 플랫폼을 개발하였음.
- SwRI의 지능형 자동차 기술은 단독 혹은 다중의 저가 센서의 이용, GPS에서 의존하지 않는 위치 측위기술, 도로 운전 약자의 안전 등의 특징을 기반으로한 플랫폼, 하드웨어 및 소프트웨어 기술로 함축됨.

○ UGV Perception Technology

- SwRI 내부 연구 프로젝트로 개발된 멀티 스펙트럼(Multi-spectral) 기반의 영상 인식기술을 보유하고 있음.
- 특히, 미국 및 유럽에서 다양한 환경에서 인식 기술의 테스트를 수행하면서 구축한 Hyper-spectral 데이터베이스는 실시간으로 영상을 분류할 수 있도록 구축됨.
- 최근 데이터베이스가 커짐에 따라 Deep Learning 기술을 이용한 연구 개발을 수행하고 있음.

○ UGV Localization Technology

- 지능형 자동차를 위한 위치 측위(Localization) 기술은 항법을 위한 목표 지점까지의 측위, 센서 인식 및 차량 제어를 위한 자세 추정, 지도화 및 데이터 공유를 위한 최적 위치 추정을 목표로 하고 있음.
- 다양한 측위 센서(GPS, AHRS/IMU, Fiber Optic Gyro, WheelEncoders, Magnetic Compass)와 비전 센서(Mono/Stereo Cameras, LaserScanners)를 통합 활용할 수 있는 기술을 개발하고 있음.

○ Unmanned Air Systems

- 무인항공시스템과 관련한 프로젝트 중 한국건설기술연구원이 관심을 가져야하는 부분은 Lone Star UAS을 일환으로 미연방항공국과 함께 수행하고 있는 프로젝트로, SwRI는 자동차와 협력 시스템, 구성 요소 기술의 테스트 및 인증 기술 개발, 환경적 영향에 대한 연구를 수행중임.

○ Connected/Cooperative System Technology

- 자동차 및 도로의 동적환경에서 센서 데이터 공유 연구를 수행하고 있으며, 이는 지능형 자동차 인식 데이터를 보행자 혹은 다른 자동차에게 전달하는 기술로 요약할 수 있음. 프랑스의 INRIA와 공동 연구수행을 통해 특허상을 수상한 바 있음.

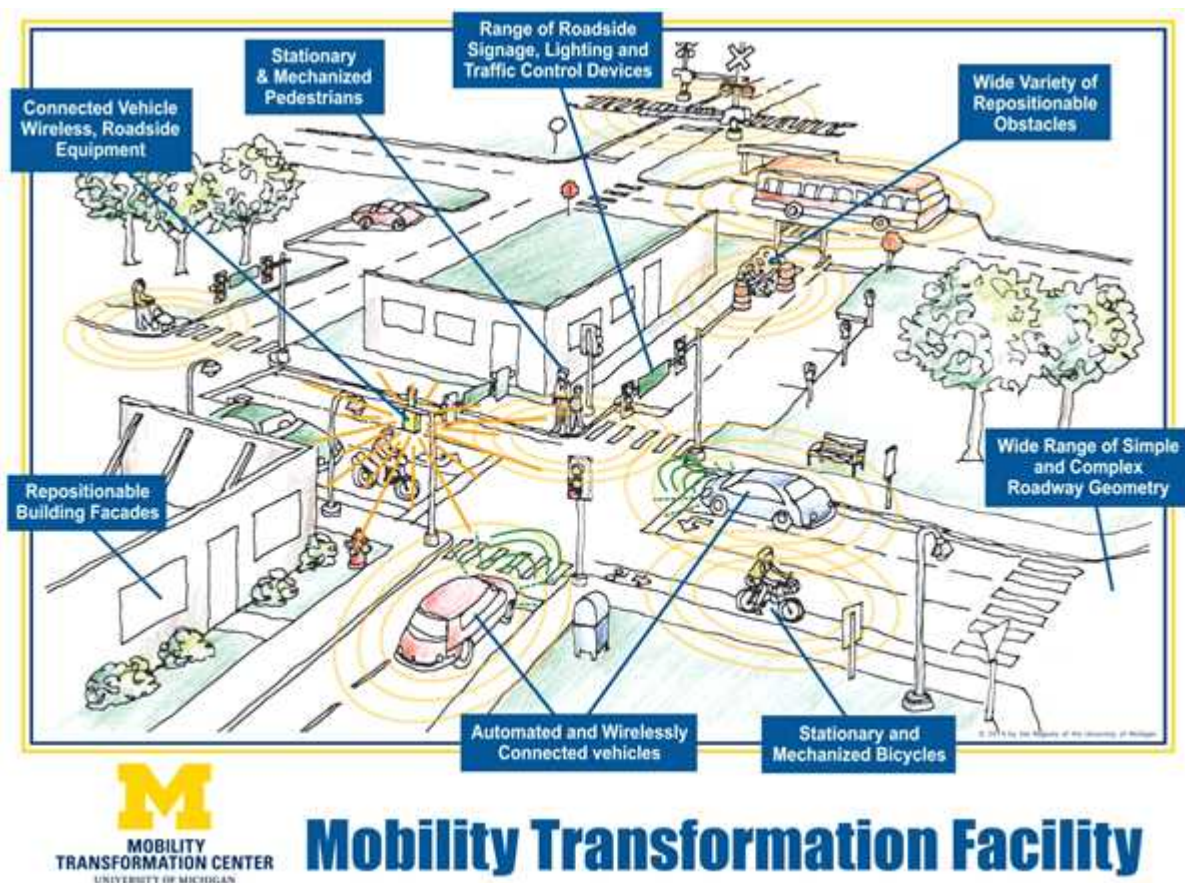
라. 기타 운영방식 등

- SwRI는 기본적으로 연구과제를 통해 실험시설을 활용하고 있음. 즉, 실험시설만을 활용할 수 있도록 개방(유료)하기 보다는 관련 연구과제를 위해서만 활용하고 있음.

6.5. M-City

가. 시설개요

- M-City는 미국 미시건 대학교 연구단지 내에 자율주행 자동차의 실증실험을 목적으로 구축된 실험시설임.
- 실험시설 내에는 실제 도시와 같은 도로환경을 구축하여 자율주행 자동차가 다양한 도로환경에서 주행이 가능한 지를 실증 실험할 수 있도록 환경을 구축하였음.



<그림 130> M-City의 단속류 실험시설 삽도

나. 실험시설 구성요소

- 크게 연속류 주행로와 단속류 주행로로 구분되며 연속류 구간은 약 300m 규모에 다양한 포장면(콘크리트, 아스팔트, 블록 구간, 흙포장 구간 등), 곡선부 구간, 연결로, 2, 3, 4차로 구간, 회전교차로와 터널구간 등으로 구성됨.
- 단속류 구간은 실제 도시부의 가로와 거의 유사하게 구성하였으며, 교차로를 중심으로 교통신호 및 교통표지, 고정식 및 이동식 도로조명, 보도, 시선유도표지, 연석, 자전거 도로, 철도 교차로, 건물(실제 건물은 아니며 판넬에 건물을 표현하여 이동도 가능함) 등으로 구성됨.



<그림 131> M-City의 단속류(좌) 및 연속류(우) 주행로



<그림 132> 교차로 주행로 전경



<그림 133> 교차로, 이동식 건물, 신호기 등



<그림 134> 터널 구간



<그림 135> 철길건널목

다. 실험시설 활용분야

- 자율주행 자동차의 실증실험을 목적으로 구축된 만큼, 자율주행 자동차에 필요한 부품의 성능 등을 테스트하기 위한 분야가 주를 이루고 있음.
- 자율주행 자동차 부품과 관련해서는 자율주행자동차의 주행 및 신호교차로 정지, 차로이동, 돌발상황시 대응 가능한 센서 등에 대한 분야가 주를 이루고 있음.

라. 기타 운영방식 등

- 일반적인 연구를 위해 개방되는 시설은 아니며, 자율주행자동차와 관련된 연구수행에만 개방되고 있음. 세계 각국의 자율주행 자동차의 개발경쟁이 본격화되면서, 일반인에게 개방하는 것도 연중 5~6월로 제한하고 있음.

제7장. 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	보안과제로 지정되지 아니한 과제이므로 일반과제로 분류함.	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
건설연	강우 재현 실험시설	강우 재현 실험시설	1	2018.7.	930,539	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	강설 재현 실험시설	강설 재현 실험시설	1	2018.7.	1,344,390	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	안개 재현 실험시설	안개 재현 실험시설	1	2018.7.	117,518	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	도로조명 실험시설	도로조명 실험시설	1	2018.7.	944,818	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	응설제 성능평가 실험시설	응설제 성능평가 실험시설	1	2018.7.	150,012	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	이동식 갠트리 시설	이동식 갠트리 시설	1	2018.7.	197,724	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	도로소음 실험시설	도로소음 실험시설	1	2018.9.	566,159	동문이엔티	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	압전에너지 하베스팅 실험시설	압전에너지 하베스팅 실험시설	1	2018.9.	124,950	노바코스 및 에이엠씨	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	태양광에너지 하베스팅 실험시설	태양광에너지 하베스팅 실험시설	1	2018.9.	99,887	영석건설 및 에너지솔라	연천SOC실증 연구센터	등록 예정

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호
건설연	실증실험용 주행차량(SM 6)	SM6	1	2018.3.	29,598	르노삼성 자동차	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	실증실험용 주행차량(G4 렉스턴)	G4 렉스턴	1	2018.3.	49,582	쌍용자동차	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	LMK mobile advanced air	LMK mobile advanced air	1	2018.4.	22,455	이즈소프트	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	유압식 렉커 트레일러	유압식 렉커 트레일러 -3500형	1	2018.2.	18,500	에스디원	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	GDP 2축 트레일러	GDP 2축 트레일러	1	2018.8.	19,280	에스디원	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	GTP 2축 박스 트레일러	GT0 3560-14-2040	1	2018.8.	19,500	에스디원	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	동영상 대면 회도계	ACE System	1	2018.2.	28,140	하이랜드 코리아	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	분광조도계	MK-350S	8	2018.2.	32,560	하이랜드 코리아	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	조도계	미놀타 T-10A	1	2018.2.	8,590	월드원	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	플리커 측정기	MK-350N	1	2017.12.	4,250	하이랜드 코리아	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	위치보정장 비 및 차량측위측 정단말기	위치보정장비 및 차량측위측정 단말기	3	2018.8.	23,670	트리즈 엔지니어링	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	Road Stud 회도측정기	Road Studs Retroreflect ometer	1	2018.8.	28,210	쓰리에치 코퍼레이션	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	표지판회도 측정기	RetroSign GRX-7	1	2018.6.	27,323	흥진정밀	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	노면표시회 도측정기	LTL-XL	1	2018.6.	27,401	흥진정밀	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	굴절리프트	Genie Z-45/25J	1	2018.9.	74,800	세계실업	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	BPT Pendulum sked tester	BPT Pendulum sked tester	1	2018.5.	8,470	하나로티알	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	소음흡음율 측정기	M+P sound absorption measurement system	1	2018.9.	33,196	케이지 사이언스	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	뇌파측정기	Quick-20	1	2018.9.	26,620	바이오테크	연천SOC실증 연구센터	등록 예정
건설연	안구추적기	Tobii Pro Glasses2 50Hz Eye Tracker	1	2108.9.	28,600	토비 테크놀로지	연천SOC실증 연구센터	등록 예정

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

○ 안전보건교육 수행

- 교육대상 : 연구원내 업무 종사자
- 교육내용 : 담당 업무조상 전 업무와 관련되는 안전보건교육 수행
 - 기계·기구의 위험성과 작업의 순서 및 동선에 관한 사항, 작업 개시 전 점검에 관한 사항
 - 정리정돈 및 청소에 관한 사항, 사고발생 시 긴급 조치에 관한 사항
 - 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항, 물질안전보건자료에 관한 사항
 - 산업안전보건법 및 연구실 안전환경 조성에 관한 법령에 관한 사항
 - 기타 일반 관리에 관한 사항

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부	특기 사항
1	기타 (국내학술)	기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축	한국건설 기술연구원	대한교통학회 제73회 학술발표회	-	2015.10.08.	단독 사사	-
2	기타 (국내학술)	기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축	한국건설 기술연구원	제17회 한국도로학회 가을학술대회	-	2015.10.16.	단독 사사	-
3	기타 (국내학술)	기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축	한국건설 기술연구원	대한토목학회 2015 CONVENTION	-	2015.10.29.	단독 사사	-
4	기타 (국내학술)	기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축	한국건설 기술연구원	한국콘크리트학회 봄 학술대회	-	2016.05.12.	단독 사사	-
5	기타 (언론홍보)	도시의 미래를 열다! 대형실험실	한국건설 기술연구원	YTN		2016.07.15.	-	-
6	기타 (국내학술)	미래도로를 대비한 실규모 도로교통시험장 건설과 활용	한국건설 기술연구원	대한교통학회 제75회 학술발표회	-	2016.09.22.	단독 사사	-
7	기타 (국내학술)	기후변화 등을 대비한 기상환경 재현 도로 성능평가 실험시설 구축 및 활용방안	한국건설 기술연구원	대한토목학회 2015 CONVENTION	-	2016.10.21.	단독 사사	-
8	기타 (언론홍보)	‘폭우·안개’ 완벽 재현해 ‘첨단 실험’으로 교통 개선	한국건설 기술연구원	KBS		2018.12.05.	-	-

제11장. 기타 사항

○ 해당사항 없음

제12장. 참고 문헌

- 건설연구인프라운영원(2013), 건설연구인프라 구축사업 2단계 기본설계, 국토교통과학기술진흥원/국토교통부
- 관계부처 합동(2010), 소음진동 노출인구 감소를 위한 제2차 생활소음 줄이기 종합대책, pp.15-19
- 국가기술표준원(2007), 도로 조명 기준(KS A 3701 : 2007)
- 국가법령정보센터(2012), 환경정책기본법 시행령, 대통령령 제24203호
- 국가법령정보센터(2013), 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률 시행규칙, 국토교통부령 제1호
- 국가법령정보센터(2013), 소음 - 진동관리법 시행규칙, 환경부령 제523호
- 국토교통부(2013), 도로법
- 국토교통부(2013), 도로업무편람
- 국토해양부(2009), 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설
- 국토해양부(2010), 차선도색 특별시방서(표준안)
- 국토해양부(2010), 환경친화적인 도로건설 지침, 국토해양부 고시 제2010-352호, pp 48-60
- 국토해양부(2011), 도로유지보수계획
- 국토해양부(2011), 제2차 도로정비기본계획(2011-2020)
- 국토해양부(2011), 제7차 국가교통안전기본계획(2012~2016)
- 국토해양부(2012), 건설교통 R&D 중장기 계획안('13~'17), 국가과학기술심의회
- 국토해양부(2012), 제5차 건설기술진흥기본계획(2013~2017)
- 국토해양부(2013), 교통사고 사상자 줄이기 종합대책(2013~2017)
- 국토해양부(2013), 위험도로 개량 5단계 기본계획(2013~2017)
- 권병호, 박영진(2011), “열린 창문을 통해 유입되는 소음을 저감하는 능동소음제어 창문”, 한 국소음진동공학회 논문집 제21권제9호, pp.820-827
- 기획재정부, 미래창조과학부, 교육부, 국방부, 안전행정부, 문화체육관광부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 국토교통부, 해양수산부, 식품의약품안전처, 방위사업청, 농촌진흥청, 중소기업청, 특허청, 기상청(2013), 제3차 과학기술기본계획('13~'17)(안), 국가과학기술심의회
- 김진형, 조대승, 최태목, 문성호, 서영국, 박준석, 도천수(2006), “포장노면 종류에 따른 타이어/노면 마찰소음의 실험적 평가”, 한국소음진동공학회 논문집 제16권제10호, pp.1067-1073
- 김철환, 김득성, 장태순(2011), “능동형 방음벽 설계를 위한 고속도로 소음측정 및 분석(2)”, 한국소음진동공학회 2011년 춘계학술대회논문집, pp.191-192
- 날리지웍스 컨소시엄(2010), 국가공용 SOC 실규모 검증장 SOC DIET센터 기획사업, KICT 위탁 2010-038, 한국건설기술연구원
- 능동소음제어기술개발연구단(2011), 능동소음 제어 시스템 기술개발 최종보고서, 국토교통과학기술진흥원, pp 30-75
- 도로교통공단(2009), 교통사고 감소를 위한 차선 시인성 개선 연구
- 도로교통공단(2012), 2011 교통사고통계분석

- 도로교통공단(2012), 2011년 도로교통 사고비용의 추계와 평가
- 도로교통공단(2013), 2012 교통사고 통계분석
- 도로교통안전관리공단(2000), 야간 교통사고 방지 대책
- 삼성교통안전문화연구소(2004), 도로안전시설물의 사고감소효과도 분석
- 연구기관/연구자(연도), 제목, 발주처/등록지
- 인천전문대학(2004), 하이브리드 코팅시스템 기술의 도로 차선용 개량수지 개발
- 정필구(2011), 저소음 배수성 아스팔트 포장의 현장 기능변화에 대한 연구, 서울과학기술대학교 석사학위 논문, pp 22-24
- 조완형, 김도완, 박준규, 김경재, 정태호, 남상원(2011), 능동형 소음 저감 장치를 이용한 도로 전자 방음벽, 2011 한국도로학회 학술대회 논문집, pp 193-196
- 조윤희, 손정곤(2011), “방음벽 및 저소음 포장에 대한 비용/편익 분석“, 한국소음진동공학회 2011년 춘계학술대회논문집, pp.502-507
- 주재웅, 정봉조, 이현석(2004), 차량방호 안전시설 성능평가를 위한 한국도로공사 도로교통기술원의 실험차량 충돌시험장 소개, 도로교통 제95호
- 지식경제부 기술표준원(2010), 터널 조명 기준 KS C 3703: 2010
- 최금인, 윤경목(2011), “맞춤형 도로조명으로 저탄소 Green-Road 조성 성과 보고서”, 한국조명전기설비학회, 조명·전기설비 제25권 4호
- 최정일(2012), 적응필터를 이용한 능동방음벽 구현, 단국대학교 석사학위논문, pp 8-12
- 특허법인 세원(2013), 야간 도로 시인성 증진 및 평가 기술 개발 특허동향 조사 최종 보고서
- 한국건설기술연구원(1999), 도로안전시설 설치 및 관리지침 연구 최종보고서 -교량용 방호울타리 및 조명시설 편-, 건설교통부
- 한국건설기술연구원(2004), 도로포장 성능개선 기반시설 구축을 위한 예비 타당성 조사 연구, KICT 주요사업 정책보고서
- 한국건설기술연구원(2006), 교량 구간 동절기 안전관리 기술개발 최종보고서, 국가R&D, 건설교통기술평가원/건설교통부
- 한국건설기술연구원(2006), 야간 시인성 증진을 위한 도로안전시설 개발 연구
- 한국건설기술연구원(2007), 도로기술연구센터 건립을 위한 기본계획 연구, KICT 2007-132, 주요사업 보고서
- 한국건설기술연구원(2010), 안전지향형 교통환경 개선기술 개발(도로시인성 향상 및 안전운전 환경 개선 기술개발), 국가R&D, 건설교통기술평가원/건설교통부
- 한국건설기술연구원(2011), 도로시인성 향상 및 안전운전환경 확보기술 개발
- 한국건설기술연구원(2011), 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 조명시설 편, 국토해양부
- 한국건설기술연구원(2012), 국가 실험 인프라 구축 및 운영전략 수립연구(국토해양 분야), 한국건설교통기술평가원, 국토교통부
- 한국건설기술연구원(2012), 국가 실험인프라 구축 및 운영전략 수립연구(국토해양분야)-최종 보고서-, 국토해양부/한국건설교통기술평가원
- 한국건설기술연구원(2012), 연천SOC실증연구센터-실증시험주로 구축 추진 사업(I), KICT 2012-172, 주요사업 보고서
- 한국건설기술연구원(2013), KICT 발전전략(2013~2018)
- 한국건설기술연구원(2013), 도로정보 수집을 위한 도로조사장비 성능향상 및 성과확산 방안

연구

- 한국건설기술연구원(2013), 전자식 도로 교통 소음 저감 기술 개발 2차년도 연차보고서, 주요사업 p.22
- 한국건설기술연구원(2013), 미국 버지니아 공대 교통연구소와 중국 공로과학연구원의 도로주행실험장 방문을 통한 기술 정보 수집 국외출장보고서
- 한국건설기술연구원(2016), 지능형 자동차 기술 동향 파악 및 도로 시설물 정보 수집 관련 회의, 국외출장보고서
- 한국건설기술연구원,(주)래도(2006), 교량구간 동절기 안전관리 기술개발, R&D A03-03 건설교통기술평가원, 건설교통부
- 한국건설생활환경시험연구원(2011), 고반사 유리비드를 이용한 고내구성 도로 표지용 도로개발
- 한국교통연구원(2010), 도로교통 안전관리 기준 정립 및 통합정보시스템 구축
- 한국교통연구원, 한국건설기술연구원(2002), 도로표지 선진화 방안, R&D 기술혁신 5-01, 건설교통기술평가원, 건설교통부
- 한국도로공사(2003), 교통사고와 차선반사도
- 한국도로공사(2010), 방음시설 다양화 방안 연구, pp 6-7
- 한국도로공사(2012), 고속도로 도로조명 설계 가이드라인 연구
- 한국도로공사(2012), 도로조명 선진화 종합계획
- 한국산업기술평가관리원(2014), 특허동향조사 결과보고서 과제명: 쾌적한 정음 환경을 위한 독립음향 공간 생성기술 및 능동형 주변환경음 제어기술 개발, pp.9-16
- 환경부 도시수자원민원과(2011), 도로교통 소음피해 집단민원 예방대책 수립(요약), p.8
- 환경부(2011), 2010년 소음-진동 관리시책 시-도별 추진 실적 평가, p. 8
- B. Widrow, M. E. Hoff(1960), "Adaptive Switching Circuits", IREWESCON, Conv. Rec, pt. 4, pp.96-104
- Bligh, R. P. and Menges, W. L.(2010), NCHRP Report 350 Crash Testing and Evaluation of the S-Square® Mailbox System, FHWA/TX-10/0-5210-7
- Carlson, P.J.(2001), Evaluation of Clearview Alphabet with Microprismatic Retroreflective Sheeting, Report FHWA/TX-02/4049-1. Texas Transportation Institute, College Station, TX, October 2001
- D. Zhou and V. DeBrunner(2007), "A new active noise control algorithm that requires no secondary path identification based on the SPR property", IEEE Trans. Signal Process., vol. 55, no. 5, pp.1719-1729
- F.G. de Beer et.al(2004), "Active Noise Barrier extended simulation Study", TNO
- Frith, W. J., Jackett, M. J.(2009), "Road Lighting for Safety-a forward-looking, safe-system-based review", Australasian Road Safety Research Policing Education Conference, 2009, pp. 408-418.
- Frith, W. J., Jackett, M. J.(2009), Road lighting for safety-a forward -looking, safe system-based review, Australian Road Safety Research, Policing and Education Conference, 10-13 November 2009, Sydney, New South Wales
- Gallagher, D., Cyrus, H. M., Bassey, R(2009), Photoluminescent Material Evaluation,

- Gibbons, R. B., Anderson, C., Hankey, J.(2005), “Wet Night Visibility of Pavement Markings-A Static Experiment-” , Transportation Research Record 1911, Transportation Research Board
- Gibbons, Ronald B.(2006), Final Contract Report: Pavement Marking Visibility Requirements During Wet Night Conditions, VTRC 07-CR7. Virginia Transportation Research Council
- Gibbons, Ronald B.(2006), Pavement Marking Visibility Requirements During Wet Night Conditions, Final Contract Report VTRC 07-CR7, Virginia Transportation Research Council
- International Commission on Illumination(2007), Road Transport Lighting for Development Countries, Technical Report, CIE 180:2007
- J. M. de Haan, N. Grbic, I. Claesson, and S. E. Nordholm(2003), “Filter bank design for subband adaptive microphone arrays” , IEEE Trans. Speech Audio Process., vol. 11, no. 1, pp.14-23
- Jonathan M. Hankey, Myra Blanco, Ronald B. Gibbons, Shane B. McLaughlin, and Thomas A. Dingus(2005), Enhanced Night Visibility Series, Vol I: Executive Summary, FHWA-HRT-04-132, U.S. Department of Transportation
- Lamm, R., Kloeckner, J. H., Choueiri, E.M.(1985), “Freeway Lighting and Traffic Safety: A Long-term Investigation” , TRB-1985-17, 64th TRB Annual Meeting. Transportation Research Board TRB, 1985
- Liu, P., Lu, J. J.(2007), High Performance Traffic Markings in Wet Weather-Final Report-, University of South Florida, Florida Department of Transportation
- Luc Goubert, Sven-Olof Lundkvist(2011), Report of the first round robin test for mobile reflectometers, CEN/TC 226/WG2, Swedish National Road and Transport Research Institute
- New York State Department of Transportation(1997), Raised reflectorized snowplowable pavement markers: a report to the Governor, Albany, NY
- Ogden. K. W(1996), Safer Road: A Guide to Road Safety Engineering, Avebury Technical. US
- P.A Morgan, Rijkswaterstaat(2004), “Review of Japanese Noise Barrier Research“, p.33
- Perei, M., Liu, P., Olson, L., Sivak, M. and Medlin, J. W. Jr.(2005), “Motor Vehicle Forward Lighting” , SAE Technical Paper Series
- Rado, Z. and Tallon, R.(2006), Crash Testing of NMSB XII Crash Beam in Accordance with U.S. Department of State Diplomatic Security SD-STD-02.01 Revision A, Level K12, Final Report, Pennsylvania Transportation Institute
- Rakha, H., Farzaneh, M., Arafteh, M., Hranac, R., Sterzin, E. and Krechmer, D.(2007), Empirical Studies on Traffic Flow in Inclement Weather, Final Report-PhaseI, Virginia Tech Transportation Institute
- Rea, M. S., Bullough, J. D., Fay, C. R., Donnell, E. T.(2009), Review of The Safety Benefits and Other Effects of Roadway Lighting Final Report, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of The National Academie
- Ronald B. Gibbons and Brian M. Williams(2012), Assessment of the Durability of Wet Night

Visible Pavement Marking, Virginia Center for Transportation Innovation and Research. US

- Ross, H. E., Sicking, JR., D. L. and Zimmer, R. A. and Michie, J. D.(1992), Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, NCHRP Report 350, Transportation Research Board, National Research Council
- S.J. Elliott(2008), “A Review of Active Noise and Vibration Control in Road Vehicles” , Institute of Sound and Vibration Research University of Southampton, pp.15-16
- Schreuder(1998), Road Lighting for Safety, Tomas Telford
- Scott, P.P.(1980), The Relationship between Road Lighting Quality and Accident Frequency, Lab. Report LR 929, Crowthorne, Transport and Road Research Laboratory
- Sen M.Kuo and Dennis R. Morgan(1999), “Active Noise Control: A Tutorial Review” , PROCEEDINGS OF THE IEEE, Vol. 87, No. 6, June
- Sivak M, Schoettle B, Flannagan MJ, Minoda T.(2005), “Optimal strategies for adaptive curve lighting” , Journal of Safety Research, Volume 36, Issue 3, pp. 281-288
- Sullivan, J. M., Flannagan, M. J.(1999), Assessment the Potential Benefit of Adaptive Headlighting Using Crash Databases, The University of Michigan Transportation Research Institute
- Texas Transportation Institute(2005), Evaluation of Wet Weather Pavement Markings: First Year Report, The Texas A&M University System
- Texas Transportation Institute(2006), In the eye of the storm-TTI research prepares our urban areas, Vol 42, No.2
- Toru Hagiwara, Yasuhito KANEDA, Yuji OTA, Kiyoshi KIZAKA(2005), “Developing a New Method to Assess Poor Visibility Level on Roads by Digital Images” , Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6, pp.66-76
- Transportation Research Centre(2004), Dynamic Public Lighting: Cover Report, NL
- William F. McFarland(1985), Cost Effectiveness Techniques for Highway Safety, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. US
- 미시건 M-city 홈페이지, <http://www.mtc.umich.edu/test-facility>

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술촉진연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.