

연구개발 핵심성과 요약

작성일 : 2020. 05. 29 작성자 : 김지원

1. 연구개발과제 개요

사 업 명	건설기술연구사업	과 제 번 호	20SCIP-B105148-06	
연구개발단계	☐ 기초연구 ☐ 실험 ☐ 시작품 ☒ 실용화 ☐ 사업화	최 종 성 과 유 형	☒ 공법,기법 ☒ 재료,자재 ☒ 소프트웨어 ☒ 장비,장치 ☐ 시스템 ☒ 정책,제도 ☐ 기타	
연구과제명	도심지 소단면(Φ3.5m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발		과제구분	☐ 일반 ☒ 연구단 ☐ 사업단
주 관 연 구 기 관	한국과학기술원		연구책임자	조 계 춘
총 연구기간 및 연구개발비 (단위 : 천원)	2015년 11월 30일 ~ 2020년 05월 29일 (4년 6개월)			
	정부출연금	민간부담금	정부외 출연금	합계
	19,200,000	7,731,072	-	26,931,072
당 해 년 도 연구기간 및 연구개발비 (단위 : 천원)	2020년 01월 01일 ~ 2020년 05월 29일 (5개월)			
	정부출연금	민간부담금	정부외 출연금	합계
	2,823,000	993,700	-	3,816,700

2. 연구개발 핵심성과

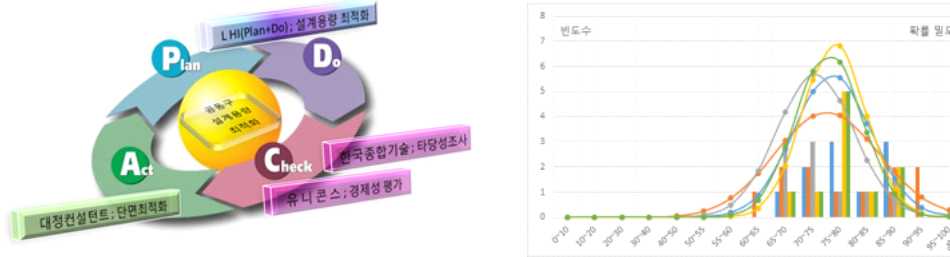
☐ 핵심성과

연번	세부	핵심성과	최종 성과유형	핵심성과 달성을 위한 전체기간 중 주요실적
1	1	도심지 공동구 수용시설별 설계용량 최적화 연구	공법/기법	국토교통부 ‘공동구 활성화 종합연구 용역’ 수행('19.12), 논문 3건, 기술문서 2건 등
2	1	터널식 공동구 단면 최적화 설계법	공법/기법	국토교통부 ‘공동구 활성화 종합연구 용역’ 수행('19.12), 논문 1건, 기술문서 2건 등
3	1	도심지 유형별 공동구 설치 타당성평가 시스템 개발	공법/기법	타당성 평가시스템 개발, 정책반영 2건 (서울시 지하 시설물 통합안전관리 대책 등)
4	1	도심지 터널식 공동구 설치를 위한 LOC 표준공정 및 공사비 관리시스템	공법/기법	국토교통부 ‘공동구 활성화 종합연구 용역’ 수행('19.12), 논문 7건, S/W 2건 등
5	1	터널식 공동구 한계상태설계기준	공법/기법	한계상태설계기반 터널식 공동구 상시설계기준(안, 논문 4건
6	1	한계상태 설계법에 의한 터널식 공동구 라이닝 설계 기술	공법/기법	한계상태설계법을 적용한 세그먼트 라이닝 설계매뉴얼

연번	세부	핵심성과	최종성과유형	핵심성과 달성을 위한 전제기간 중 주요실적
7	1	글로벌 표준화 설계법의 국내 지반 특성값 평가방법	공법/기법	글로벌 표준화 적용을 위한 지반특성값 결정 표준절차 수립 및 지반특성값 결정 프로그램 제작
8	1	터널식 공동구 글로벌 표준화 내진설계법	공법/기법	한계상태설계기반 터널식 공동구 내진설계기준(안)
9	1	도심지 소단면 터널식 공동구 건설단계별 안전 위험요인을 고려한 안전관리기술 개발	정책·제도	터널식 공동구 및 개착식 BOX 공동구의 위험요소 및 건설단계별 저감대책, 공동구 건설공사 안전관리 업무 매뉴얼
10	1	도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해 대응기술 개발	정책·제도	도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 기술 및 매뉴얼
11	2	실험TBM 현장굴진자료 DATA분석을 통한 굴진성능 예측 및 산정기법 제시	공법·기법	지반조건을 고려한 실험TBM 굴진율 산정기법 정확성 (굴진 오차율 20%±10 최소화) 및 한국전력공사 전사 현장적용
12	2	소단면 실험TBM 복합지반(암반/토사) 실험굴진율 예측 모델 및 프로그램	소프트웨어	예측 프로그램의 정확도 (예측 오차율 20%±10 최소화)
13	2	공동구(직경 3.5m급) 급곡(R30m) 시공을 위한 급곡 장치	장비·장치	급곡(R30m) 시공을 위한 급곡장치 장비, 운영관리방안 보고서
14	2	소단면 터널식 공동구 급곡구간(R30m급) 실험TBM 추진기술 및 종절장치 개발	정책·제도	급곡구간 시공 가이드라인 보고서
15	2	편심을 고려한 급곡구간용 세그먼트 라이닝 시공기술 개발	재료·자재	세그먼트 조립 및 시공매뉴얼 보고서, 경제성 분석 보고서
16	2	지수재 최적화를 통한 급곡구간 이음부 방수시스템 및 시공기술 개발	재료·자재	지수재 방수시스템 성능검증 보고서 및 기술이전 계약서
17	2	워터젯을 이용한 급곡구간 암반여굴생성 기술	기타 (설계안)	워터젯 시스템 설계 보고서
18	2	특수지반 실험 TBM 급속시공 기술 개발	공법·기법	특수지반 급속시공 매뉴얼 보고서
19	2	특수지반 실험 TBM 최적보강 설계매뉴얼	정책·제도	특수지반 최적보강을 위한 설계매뉴얼 보고서
20	2	실험TBM 최적운용 조건 및 장비선정 가이드라인	공법·기법, 장비·장치	특수지반 실험 TBM 최적운용조건 및 장비선정 가이드라인 보고서
21	2	특수지반용 고성능 디스크커터 개발	재료·자재	특수지반용 디스크커터 및 기술사업화 보고서
22	2	소단면 TBM 실험대형 성능검증 시설 구축	기타 (시설물)	공동구 성능검증 시설 구축, 활용추진 보고서
23	3	지반 변위와 지하수 유출을 방지하는 수직구 외주면 급속굴착 기술 및 장비 개발	공법·기법, 장비·장치	수직구 외주면 굴착 장비에 대한 특허등록 4건, 장비 시제품
24	3	공동구용 수직구 저소음/무진동 급속굴착(1m/day) 기술 및 장비 개발	장비·장치	급속 암반 굴착 장치에 대한 특허등록 3건, 장비 시제품
25	3	공동구용 수직구 하향식 라이닝 현장타설 급속(1m/day 이상) 시공기술 및 장비	공법·기법, 장비·장치	하향식 라이닝 현장타설 장비에 대한 특허등록 2건, 장비 시제품
26	3	공동구용 수직구 접속부 보강/차수 장치	장비·장치	접속부 보강/차수 장치에 대한 특허등록 4건, 장비 시제품
27	3	공동구용 수직구 접속부 보강/차수장치 및 바이오폴리머 차수공법 개발	재료·자재	친환경 바이오 폴리머에 대한 SCI논문 2건

3. 핵심성과별 세부 설명

1) 도심지 공동구 수용시설별 설계용량 최적화 연구 - 한국토지주택공사 토지주택연구원

관련 그림 / 사진									
정의		• 도심지에 적합한 터널/개착식 공동구를 활성화 시킬 수 있는 개선방안 분석 및 제시							
목적		• 도심지 공동구에 적합한 기본계획 수립 등을 통해 궁극적으로 공동구 설치 활성화에 기여							
성능목표		(기존기술 수준) • 도심지를 대상으로 하는 공동구에 대한 관련연구 미흡 • 국내에서는 아직 도심지 도로를 대상으로 공동구를 설치한 사례가 없으므로 공동구 활성화를 위한 개선이 필요 (개발기술 수준) • 도심지 소단면 공동구 설치 활성화를 위한 수용시설물의 선택 방법 제시 • 공동구 설치 기본계획 수립에 활용될 수 있는 방법 제시 [성능] 국내 미흡한 터널식 공동구 관련 활성화 방안 등 [품질] 도심지 소단면 공동구를 계획하는 경우 원활한 사업 추진에 기여 [규격] 터널식 공동구 설치 활성화 및 수용시설물 결정에 대한 절차							
성과달성책임자 (소속기관)		심영중 (한국토지주택공사 토지주택연구원)							
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)							
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 국내/외 공동구 현황 및 사례에 대한 조사 보고서						
		2차년도	• 공동구 건설기준 및 수용시설의 개선사항에 대한 보고서						
		3차년도	• 공동구내 수용시설물 결정을 위한 방법에 대한 보고서						
		4차년도	• 지역별 최적 수용시설물 결정에 대한 보고서						
		5차년도	• 공동구 설치 가능 규모에 대한 분석 관련 보고서						
		6차년도	• Test-bed 검증 관련 보고서						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 학술발표1	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 학술발표1, 일자리 창출1	
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 국내 1	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 국내 1	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 학술발표1, 기술문서1	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 기술문서1	
		질적성과	1차년도	• 국내/외 공동구 현황 및 사례에 대한 조사 보고서 1건					
			2차년도	• 공동구 건설기준 및 수용시설의 개선사항에 대한 보고서 1건					
			3차년도	• 공동구내 수용시설물 결정을 위한 방법에 대한 보고서 1건					
			4차년도	• 지역별 최적 수용시설물 결정에 대한 보고서 1건					
			5차년도	• 공동구 설치 가능 규모에 대한 분석 관련 보고서 1건					
			6차년도	• Test-bed 검증 관련 보고서 1건					
성과 활용계획		· 지자체, 설계사 등에서 공동구 기본계획 및 설계시 활용할 수 있도록 홍보 예정							

2) 터널식 공동구 단면 최적화 설계법 - (주)대정컨설팅

관련 그림 / 사진								
정의		- 도심 재생지역은 각종 지하매설물이 복잡하게 분포하여 개착식 공동구 설치가 곤란 - 현재 국내는 터널식 공동구 적용사례가 없는바 해외 설치사례와 기준을 검토 분석하고 공동구내 수용시설 종류 및 규모를 고려한 CASE별 단면 최적화 연구가 필요						
목적		- 공동구내 공간활용 극대화를 위해 터널식 공동구 최적단면 설계 기술개발 - 수용시설물간 상호간섭을 최소화하여 효율적인 배치기법 개발						
성능목표		(기존기술 수준) - 국내는 터널식 공동구 적용사례 없음. 또한, 기존 개착식 공동구는 도심 재생지역 적용 곤란 (개발기술 수준) - 수용시설의 종류 및 규모, 상호 영향 및 비용분석을 통한 단면 설계매뉴얼 개발 - 도심 재생지역의 복잡한 지하매설물을 VE/LCC분석등 포괄적으로 정립하여 최적화된 CASE별 공동구 표준단면 기술개발						
성과달성책임자 (소속기관)		박광준 ((주)대정컨설팅)						
소요기간		'17.05.30 ~ '19.12.31 (2년 7개월, 3년차)						
핵심 성과	달성 확인방법	1차년도	-					
		2차년도	-					
		3차년도	해외 터널식 공동구 단면 사례 및 국내/외 공동구 단면 설계 및 배치기준 보고서					
		4차년도	내공단면 결정을 위한 설계항목 도출 및 구체화 및 예비단면 보고서					
		5차년도	터널식 공동구 단면설계 매뉴얼 개발 보고서					
		6차년도	-					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		질적성과	1차년도	-				
			2차년도	-				
			3차년도	• 해외 터널식 단면 사례 및 국내/외 공동구 단면 설계 및 배치기준 보고서 1건				
			4차년도	• 내공단면 결정을 위한 설계항목 도출 및 구체화 및 예비단면 보고서 1건 • 단면설계를 위한 수용시설별 배치 가이드라인 1건				
			5차년도	• 터널식 공동구 단면설계 매뉴얼 개발 보고서 1건 • 공동구 단면설계 매뉴얼 1건				
			6차년도	-				
성과 활용계획		• 지자체, 설계사 등에서 공동구 기본계획 및 설계시 활용할 수 있도록 홍보 예정						

3) 도심지 유형별 공동구 설치 타당성평가 시스템 개발 - (주)한국종합기술

관련 그림 / 사진								
정의		• 도심지 유형을 고려한 정량적 공동구 설치 타당성 평가시스템의 개발 • 통합프로그램 중 타당성 평가모듈 부분 개발						
목적		• 공동구 설치 목적 및 도시 유형에 따라서 세분화된 평가지표 항목을 설정하고 항목별 정량적 평가를 통한 도심지 공동구 설치 타당성 평가시스템의 개발 • 지표 항목별 방대한 입력자료를 정량적으로 평가할 수 있는 통합프로그램 중 타당성 평가 모듈 부분 개발						
성능목표		(기존기술 수준) • 국내에 설치된 모든 공동구는 개발계획에 포함된 신도시 공동구(개착 BOX구조)로 건설됨 • 기존 도심지를 대상으로 도시의 유형/규모 등에 따라 세분화된 종합 평가시스템 미미 • 공동구 관련 통합분석 프로그램이 없어 도심지 공동구 활성화에 대비하기 곤란함 (개발기술 수준) • [성능] 도심지 유형에 따라 세분화된 평가지표 항목을 설정하고 항목별 정량적 평가를 통한 타당성 평가시스템의 제시 • [품질] 기존 도심지를 대상으로 도심지 공동구의 최적노선, 수용시설의 종류/규모 등 설계용량을 최적화할 수 있는 타당성 평가시스템과 프로그램 모듈 개발 • [규격] 도심지 유형 및 여건변화 분석을 통해서 기존 도심지를 대상으로 기존의 개착식 공동구와 터널식 공동구 모두에 적용 가능한 평가 시스템 제시						
성과달성책임자 (소속기관)		이정배 ((주)한국종합기술)						
소요기간		‘16.05.30 ~’20.05.29 (4년, 5년차)						
핵심성과	달성 확인방법	2차년도	• 국내·외 사례, 선행 연구 및 도심지 유형별 특성이 고려된 평가 기초모델 관련 보고서 • 평가시스템의 기초모델의 검증을 위한 학술지 논문 게재로 검증					
		3차년도	• 도심지 유형을 고려한 평가지표 항목의 AHP분석 및 평가가중치 설정 보고서 • 정량적 평가지표 항목 관련 학술지 논문 게재로 검증					
		4차년도	• 평가지표 항목별 정량적 평가방법 관련 보고서 • 정량적 평가방법 등에 대한 연구내용 학술지 논문 게재로 검증					
		5차년도	• 정량적 타당성 평가모듈을 고려한 통합프로그램의 일부 개발(70%) • 도심지 유형을 고려한 정량적 타당성 평가시스템 관련 기술문서 제시					
		6차년도	• 정량적 타당성 평가모듈이 고려된 프로그램 개발(100%) 및 소프트웨어 등록 • 서울시 간선도로를 대상으로 프로그램 검증					
	양적성과	2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기술문서 1, 학술발표 1, 정책제안 2
		6차년도					1	기술이전 1
	질적성과	2차년도	• 유형별 평가시스템의 세분화					
		3차년도	• AHP분석 및 가중치 설정					
		4차년도	• 항목별 정량적 평가방법					
		5차년도	• 타당성 평가 프로그램 모듈 개발					
		6차년도	• 프로그램 검증을 위한 현장 적용(Test-bed)					
성과 활용계획		• 국토교통부 공동구 활성화 종합연구를 통해 연구개발성과 검증, 정책제안						

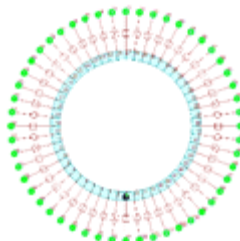
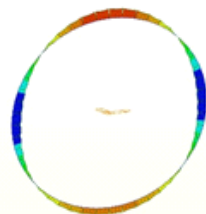
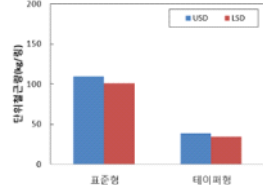
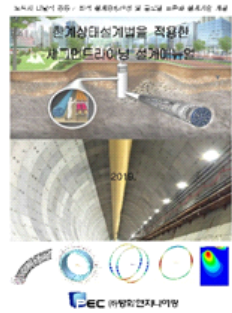
4) 도심지 터널식 공동구 설치에 위한 LCC 표준공정 및 공사비 관리시스템 - 유니콘스(주)

관련 그림 / 사진								
정의		- 터널식 공동구의 경제성평가 통합시스템(B/C분석, LCC최적설계)개발 - 공동구 설계 및 시공을 위한 경제성 평가 기준 및 매뉴얼 개발 - 표준 공정 및 내역 산출 프로그램을 기반으로 연구하여 현장별 특성을 반영한 도심지 터널식 공동구 시공에 적합한 공사/공정관리 시스템 개발						
목적		- 터널식 공동구의 편익과 비용 모델을 개발하여 투자우선순위 차원의 경제성을 검토 - 공동구 구조물의 LCC 최적설계 시스템 개발을 통한 설계 최적화 도모 - 공동구 수용시설물의 LCC를 통해 경제적 공동구 건설을 도모 - 시공성, 안전성 및 경제성 증대를 위해 표준 공사관리 시스템 개발로 도심지 공동구 공사설계 및 관리기술 표준화 - 공정관리 시스템 개발을 통한 공동구 건설공사의 공정관리 최적화						
성능목표		(기존기술 수준) - 국내 실정에 맞춘 공동구 관련 비용/편익 분석 및 LCC 최적설계 등의 연구가 거의 희박함 - 국내에서 공동구와 관련된 공정/공사 관련 연구가 희박함 (개발기술 수준) - 터널식 공동구 경제성 평가에 적합한 비용편익분석과 LCC 최적설계의 분석 방법론, 시스템, 알고리즘 등을 개발 - 공사/공정 시스템을 통한 공동구의 적정공기 및 비용 산출 - LCC기반 공동구 비용/편익 분석, LCC 최적설계(구조물 및 수용시설물) 모델 [성능] 경제적 타당성 개선을 통한 투자평가지침 차원의 기술 향상 [품질] 설계안, 계획안별, 단계별 LCC 분석 평가 모델 개발 [규격] 공동구 경제성 평가를 위한 분석 프로그램 개발						
성과달성책임자 (소속기관)		조종연 (유니콘스(주))						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	경제성 평가 관련 자료수집 및 현황조사 보고서					
		2차년도	경제성 분석 및 기초모델 수립 관련 보고서					
		3차년도	경제성 평가를 위한 추가 지표 분석 및 통합모델 수립에 대한 보고서					
		4차년도	최적 공사비 및 공기산출에 대한 보고서					
		5차년도	경제성, 공사/공정에 대한 단위 모듈 개발관련 보고서					
		6차년도	Test-bed 검증 관련 보고서					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 일자리 창출 1
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		1차년도				국내 1		
		2차년도				국내 2		
		3차년도				국내 2		학술발표1
		4차년도						
		5차년도						
		6차년도					2	기술문서1, 기술이전1
질적성과	1차년도	경제성 평가 관련 자료수집 및 현황조사 보고서 1건						
	2차년도	경제성 분석 및 기초모델 수립 관련 보고서 1건						
	3차년도	경제성 평가를 위한 추가 지표 분석 및 통합모델 수립에 대한 보고서 1건 경제성 평가 매뉴얼 1건						
	4차년도	최적 공사비 및 공기산출에 대한 보고서 1건 공사/공정 분석 매뉴얼 1건						
	5차년도	경제성, 공사/공정에 대한 단위 모듈 개발관련 보고서 1건						
	6차년도	경제성, 공사/공정 S/W 2건						
성과 활용계획		지자체, 설계사 등에서 공동구 기본계획 및 설계시 활용할 수 있도록 홍보 예정						

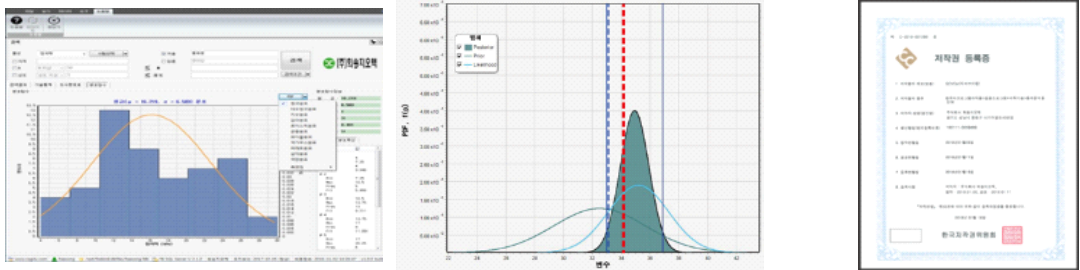
5) 터널식 공동구 한계상태설계기준 - 한국건설기술연구원

관련 그림 / 사진		 <table><thead><tr><th>Type of Load</th><th>Load Factor (γ)</th></tr><tr><th></th><th>Minimum</th><th>Maximum</th></tr></thead><tbody><tr><td>C1: Comprising L₁ and L₂</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>C2: Comprising L₂</td><td>0.90</td><td>0.90</td></tr><tr><td>C3: Components & non structural attachments</td><td>1.25</td><td>0.90</td></tr><tr><td>D1: Service T (sk only)</td><td>0.90</td><td>0.90</td></tr><tr><td>D2: Working Surface</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr><tr><td>E1: Horizontal Earth pressure</td><td></td><td></td></tr><tr><td>- Cut and cover & immersed tunnels</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>- Tunnel</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>- Tunnel for roads with multiple levels of arches or spans</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>- Mixed & bored tunnels</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr><tr><td>E2: Service T (sk only)</td><td>0.90</td><td>0.90</td></tr><tr><td>F1: Vertical Earth Pressure</td><td></td><td></td></tr><tr><td>- Cut and cover & immersed tunnels</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>- Mixed & bored tunnels</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>G1: Earth exchange and foundation loads</td><td>1.00</td><td>0.75</td></tr><tr><td>G2: Service T (sk only)</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr><tr><td>H: piling loads</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>I1: Secondary due to pre-stressing L₁ and L₂</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>I2: Secondary due to pre-stressing L₂</td><td>0.90</td><td>0.90</td></tr><tr><td>J1: Settlement</td><td>1.00</td><td>0.90</td></tr><tr><td>J2: Shrinkage/creep L₁ and L₂</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>K1: Shrinkage/creep L₂</td><td>0.90</td><td>0.90</td></tr></tbody></table> 							Type of Load	Load Factor (γ)		Minimum	Maximum	C1: Comprising L ₁ and L ₂	1.00	1.00	C2: Comprising L ₂	0.90	0.90	C3: Components & non structural attachments	1.25	0.90	D1: Service T (sk only)	0.90	0.90	D2: Working Surface	1.00	0.90	E1: Horizontal Earth pressure			- Cut and cover & immersed tunnels	1.00	0.75	- Tunnel	1.00	0.75	- Tunnel for roads with multiple levels of arches or spans	1.00	0.75	- Mixed & bored tunnels	1.00	0.90	E2: Service T (sk only)	0.90	0.90	F1: Vertical Earth Pressure			- Cut and cover & immersed tunnels	1.00	0.75	- Mixed & bored tunnels	1.00	0.75	G1: Earth exchange and foundation loads	1.00	0.75	G2: Service T (sk only)	1.00	0.90	H: piling loads	1.00	1.00	I1: Secondary due to pre-stressing L ₁ and L ₂	1.00	1.00	I2: Secondary due to pre-stressing L ₂	0.90	0.90	J1: Settlement	1.00	0.90	J2: Shrinkage/creep L ₁ and L ₂	1.00	1.00	K1: Shrinkage/creep L ₂	0.90	0.90
Type of Load	Load Factor (γ)																																																																														
	Minimum	Maximum																																																																													
C1: Comprising L ₁ and L ₂	1.00	1.00																																																																													
C2: Comprising L ₂	0.90	0.90																																																																													
C3: Components & non structural attachments	1.25	0.90																																																																													
D1: Service T (sk only)	0.90	0.90																																																																													
D2: Working Surface	1.00	0.90																																																																													
E1: Horizontal Earth pressure																																																																															
- Cut and cover & immersed tunnels	1.00	0.75																																																																													
- Tunnel	1.00	0.75																																																																													
- Tunnel for roads with multiple levels of arches or spans	1.00	0.75																																																																													
- Mixed & bored tunnels	1.00	0.90																																																																													
E2: Service T (sk only)	0.90	0.90																																																																													
F1: Vertical Earth Pressure																																																																															
- Cut and cover & immersed tunnels	1.00	0.75																																																																													
- Mixed & bored tunnels	1.00	0.75																																																																													
G1: Earth exchange and foundation loads	1.00	0.75																																																																													
G2: Service T (sk only)	1.00	0.90																																																																													
H: piling loads	1.00	1.00																																																																													
I1: Secondary due to pre-stressing L ₁ and L ₂	1.00	1.00																																																																													
I2: Secondary due to pre-stressing L ₂	0.90	0.90																																																																													
J1: Settlement	1.00	0.90																																																																													
J2: Shrinkage/creep L ₁ and L ₂	1.00	1.00																																																																													
K1: Shrinkage/creep L ₂	0.90	0.90																																																																													
정의		- 터널식 공동구 글로벌 표준화 설계기술의 활용성 증대를 위한 실무자 중심의 가이드라인 - 국내실정에 맞는 목표신뢰도 지수 및 하중조합에 따른 저항/하중계수 포함																																																																													
목적		국내외 한계상태설계기준 조사 및 분석, 기존 설계 자료를 토대로 국내실정에 적합한 목표신뢰도지수, 하중계수, 저항계수 등을 포함한 한계상태 설계기준 개발																																																																													
성능목표		(기존기술 수준) - 허용응력설계법과 강도설계법을 통한 설계 - 글로벌 표준화 설계법(LRFD)에 관한 국내기술은 아직 초기단계 - 특히 지반분야의 경우는 학술적인 차원에 머무르고 있음 (개발기술 수준) [성능] 지반의 불확실성에 대한 신뢰성 기반 분석으로 최적화 설계 가능 [품질] 국내에 맞는 목표신뢰도지수, 하중/저항계수를 포함하여 우수한 설계 품질 제공 [규격] 국제표준화기구(ISO)에서 요구하는 표준화 규격에 만족하는 설계법																																																																													
성과달성책임자 (소속기관)		이성원 (한국건설기술연구원)																																																																													
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)																																																																													
핵심 성과	달성 확인방법	1차년도	국내외 구조물 설계코드 및 기준 검토 보고서																																																																												
		2차년도	- 하중 및 저항치의 통계 특성치 분석 보고서 - 국내외 한계상태 설계기준 조사 및 분석 보고서																																																																												
		3차년도	- 한계상태 방정식 정의를 위한 자료수집 보고서 - 국내외 설계기준별 설계수준 목표신뢰도 지수 검토 보고서																																																																												
		4차년도	목표신뢰도 지수 및 하중조합에 따른 파괴확률 산정 보고서																																																																												
		5차년도	최종 목표신뢰도 지수 및 최종 하중계수/저항계수 산정 보고서																																																																												
		6차년도	터널식 공동구 한계상태설계기준(안)																																																																												
	양적성과	3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																																																							
						국내 1		기술실시계약 1																																																																							
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																																																							
						국내 2																																																																									
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																																																							
					국내 1																																																																										
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																																																							
								매뉴얼 1																																																																							
		질적성과	1차년도	한계상태 설계기준의 연구방향 확립																																																																											
			2차년도	- 대상 구조물 선정 및 자료수집 - 수집된 자료의 통계적 분석 및 평가																																																																											
	3차년도		- 한계상태 방정식의 정의 - 각 설계기준 별 설계 수준 목표 신뢰도 지수 검토																																																																												
	4차년도		- 목표신뢰도 지수 제시 - 하중조합에 따른 하중계수 및 저항계수(안) 각각 제시																																																																												
5차년도	- 최종 목표신뢰도 지수 제시 - 최종 하중/저항 계수 제시																																																																														
6차년도	터널식 공동구 한계상태설계기준(안) 제시																																																																														
성과 활용계획		- 터널식 공동구 한계상태설계기준(안)을 국내 터널식 공동구 및 전력구 사업에 적용 - 글로벌 표준화를 통해 엔지니어링 산업 및 건설분야의 해외진출 확대에 기여																																																																													

6) 한계상태설계법에 의한 터널식 공동구 라이닝 설계 기술 - 평화엔지니어링

관련 그림 / 사진		$\sum \eta_i \times r_i \times Q_i \leq R\{\phi_i X_i\}$  < 절근량 비교 >  						
정의		• 한계상태설계법에 의한 공동구 터널의 세그먼트라이닝 설계법 개발 • 한계상태설계법에 의한 세그먼트라이닝 설계매뉴얼 제시						
목적		• 글로벌 표준화 설계법인 한계상태설계법을 터널식 공동구 구조설계에 도입 • 건설비용 절감 및 국외 터널식 공동구 사업 참여						
성능목표		(기존기술 수준) • 강도설계법에 의한 세그먼트라이닝 구조설계 수행 (개발기술 수준) • 한계상태설계법에 의한 세그먼트라이닝 구조설계로 터널식 공동구 라이닝 최적화 설계 • 세그먼트 제작비용 절감						
성과달성책임자 (소속기관)		김 홍 문 ((주)평화엔지니어링)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 터널식 공동구 설계기준 및 설계기법 분석 보고서					
		2차년도	• 기존 설계법과 한계상태설계법의 비교분석 및 주요 구조설계 항목에 대한 비교 검토 보고서					
		3차년도	• 한계상태설계법을 적용한 설계조건별 수치해석에 의한 구조해석 비교검토 보고서					
		4차년도	• 설계조건별 수치해석 비교검토 결과를 고려한 예비설계 보고서					
		5차년도	• 한계상태설계법을 적용한 설계조건별 계획설계 보고서 • 한계상태설계법을 적용한 세그먼트 라이닝 설계 매뉴얼 초안					
		6차년도	• 한계상태설계법을 적용한 세그먼트 라이닝 설계 매뉴얼(안)					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								분석보고서
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		검토보고서
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		검토보고서
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		검토보고서
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								보고서 1, 학술발표 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								설계매뉴얼 1
	질적성과	1차년도	• 국내외의 터널식 공동구 설계기준, 설계사례 등 자료 수집					
		2차년도	• 강도설계법과 국내외의 한계상태설계법 비교 및 설계항목 비교 검토					
		3차년도	• 강도설계법과 국내외의 한계상태설계법을 적용한 설계조건별 수치해석 비교 검토					
		4차년도	• 한계상태설계법에 의한 세그먼트라이닝 설계조건별 예비설계 • 예비설계에 대한 설계법별 구조설계 결과 비교					
		5차년도	• 터널식 공동구 라이닝의 한계상태설계법에 의한 구조해석 절차정립 - 설계항목별 구조해석 설계절차 제시 • 한계상태설계법에 의한 세그먼트라이닝 계획설계					
		6차년도	• 터널식 공동구 라이닝의 한계상태설계법에 의한 설계매뉴얼(안) 제시 - 한계상태설계법에 의한 세그먼트라이닝 현장 적용설계(안)					
성과 활용계획		터널식 공동구 및 전력구 사업에 적용						

7) 글로벌 표준화 설계법의 국내 지반 특성값 평가방법 - (주)희송지오텍

관련 그림 / 사진								
정의		한계상태설계를 위한 현장시험 개선안, 시험법 및 최종 지반정수 결정 기법						
목적		조사자료 중 현장 및 실내시험 결과에 대한 데이터베이스를 구축하여 지반물성 특성값의 변동성에 대한 확률밀도분포함수를 결정하여 통계량 및 변동계수를 제시						
성능목표		(기존기술 수준) • 국내의 경우 허용응력설계법과 강도설계법을 통한 설계 • 특히 지반 분야는 관련된 국내 실무 성과를 찾기 어려움 (개발기술 수준) • [성능] 신뢰성 기반의 설계를 수행하기 위한 지반정수 결정 기법 • [품질] 최적화 설계를 통한 경제적 설계 품질 제공을 위해 사용 가능 • [규격] 국제 표준 규격의 설계법 작성을 위한 기반 자료 제공						
성과달성책임자 (소속기관)		김기석 ((주)희송지오텍)						
소요기간		'15.11.30 ~'19.12.31 (4년 1개월, 5년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 글로벌 표준화 설계법의 지반 특성값 및 연구사례 분석 보고서					
		2차년도	• 글로벌 표준화 설계법 적용을 위한 국내 지반 특성값 통계량 산정 보고서					
		3차년도	• 지반 특성값 데이터베이스 및 통계분석 프로그램(GEOPAEDB-지오파디비) • 글로벌 표준화 설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 프로그램(GCVCal)					
		4차년도	• 글로벌 표준화 설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 표준절차 지침서					
		5차년도	• 글로벌 표준화 설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 프로그램(GCVGeoparDB)					
		6차년도	-					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								보고서 2
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
							1	보고서 2
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		1					1	보고서 2
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1			1	보고서 1
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								현장시험 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		기술이전 1, 매뉴얼 1
	질적성과	1차년도	• 선행 연구 및 선진 사례 분석					
		2차년도	• 지반 특성값(하중 및 저항요소)의 확률분포 함수 평가					
		3차년도	• 글로벌표준화설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 프로그램					
		4차년도	• 글로벌표준화설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 표준절차 지침					
		5차년도	• 글로벌표준화설계법 적용을 위한 지반특성값 결정 표준절차 지침 보완					
		6차년도	-					
성과 활용계획		국내 및 해외 설계 프로젝트 수주시 기술경쟁력을 확보						

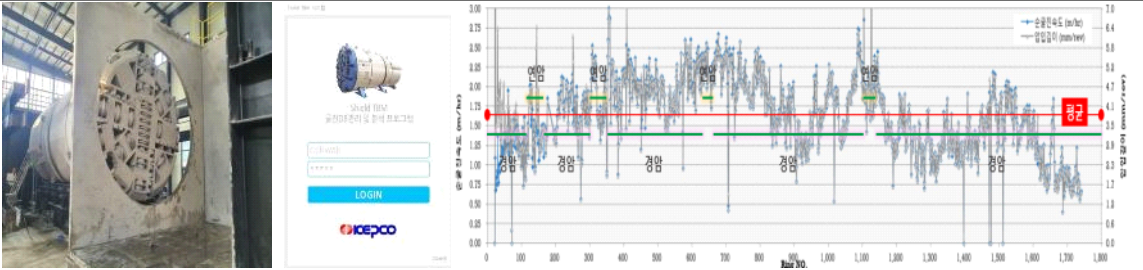
9) 도심지 소단면 터널식 공동구 건설단계별 안전 위험요인을 고려한 안전관리기술 개발 - 한국시설안전공단

관련 그림 / 사진										
정의		• 도심지 소단면 터널식 공동구의 건설단계(계획, 설계, 시공)별 및 시공특성을 고려한 안전관리 업무 매뉴얼 개발								
목적		• 도심지 소단면 터널식 공동구 건설공사의 위험요소를 발굴하고 계획, 설계, 시공 단계별 저감대책 개발 • 도심지 소단면 터널식 공동구 건설공사의 건설단계(계획, 설계, 시공)별 안전관리 업무 및 설계안전성검토 절차가 제시된 매뉴얼 개발								
성능목표		(기존기술 수준) • 도심지 소단면 터널식 공동구의 고난도 공사에 기인한 판이하고 다양한 위험요소 • 시공자 중심의 건설공사 안전관리 제도와 시공단계 위주로 안전관리가 수행됨에 따른 선제적 안전 대응 미흡 • 건설기술진흥법의 설계안전성검토 도입 초기에 따라, 도심지 소단면 터널식 공동구의 설계안전성검토에 대한 설계 실무자의 보고서 작성 가이드 전무 • 지중에 긴 연장으로 건설되는 소단면 터널식 공동구의 공사 특성상 건설재해 발생시 대규모 피해로 직결 (개발기술 수준) • 도심지 소단면 터널식 공동구의 계획, 설계, 시공 단계별 위험요소에 대한 저감기법 개발을 통한 안전관리 수행 • 발주자, 설계자, 시공자 등 건설공사 안전관리 참여 확대를 통한 선진화된 터널식 공동구 안전관리 체계 구축 • 도심지 소단면 터널식 공동구 설계자가 설계단계에서 위험요소를 발굴, 제거, 회피, 감소를 실시하고, 설계안전성검토 보고서 작성 방안 마련								
성과달성책임자 (소속기관)		성수현(한국시설안전공단)								
소요기간		‘17.04.14 ~’20.05.29 (3년2개월, 5년차)								
핵심 성과	달성 확인방법	2차년도	• 소단면 타널식 공동구 공사 특성 파악을 위한 건설안전정보시스템의 취약공종 분석 및 관련 법령·제도 분석을 통한 설계안전성검토 제도 분석 보고서							
		3차년도	• 안전위험요인 발굴, 위험요인 분류 및 중요도 파악 타당성 검토 자문의견서							
		4차년도	• 위험성 평가방법 및 저감기법 리스트 문서							
		5차년도	• 건설단계별 안전관리 기준 및 설계안전성검토 작성을 위한 매뉴얼(안) 문서							
		6차년도	• 공동구 건설공사 안전관리 업무 매뉴얼 최종본 개발 및 건설안전 업무 실용화 보고서 문서							
	양적성과	3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타		
						국내 1		학술발표 1, 기술실시계약 1		
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타		
						국내 2		학술발표 2		
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타		
						국내 1		학술발표 2		
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타		
							매뉴얼 1, 정책제안 1			
질적성과		2차년도	• 소단면 타널식 공동구 공사 특성 파악을 위한 건설안전정보시스템의 취약공종 분석 및 관련 법령·제도 분석을 통한 설계안전성검토 제도 분석							
		3차년도	• 안전위험요인 발굴, 위험요인 분류 및 중요도 파악 타당성 검토							
	4차년도	• 위험성 평가방법 및 저감기법 리스트								
	5차년도	• 건설단계별 안전관리 기준 및 설계안전성검토 작성을 위한 매뉴얼(안)								
	6차년도	• 공동구 건설공사 안전관리 업무 매뉴얼 및 건설안전 업무 실용화								
성과 활용계획		• 공동구 계획, 설계, 시공단계 안전관리 업무를 ‘공동구 설치 및 관리지침(안)’에 반영 • 개발된 위험요소 및 저감기법과 공동구 건설공사 안전관리 매뉴얼에 대하여 공동구 및 유사 건설공사에 활용								

10) 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 기술 개발 - 인천대학교 산학협력단

관련 그림 / 사진		
정의		• 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해 안전 대응 매뉴얼 개발
목적		• 도심지 소단면 터널식 공동구에서 발생 가능한 대형건설재해(화재·침수·지진)의 위기경보단계를 정의하고 재해 발생 경로 파악이 가능한 재해 발생 시나리오 개발 • 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해에 대한 신속하고 효율적인 대응이 가능한 안전 대응 매뉴얼 개발
성능목표		(기존기술 수준) • 도심지 소단면 터널식 공동구의 고난도 시공에 기인한 판이하고 다양한 위험요소 • 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 다양한 재난상황이 발생할 수 있으나 이에 대한 안전 기준은 국내에 미비한 실정 • 기존 재난대응 매뉴얼은 그 분량이 방대하고 산만하게 구성되어 있어 재난 발생 시 대응주체들이 수행해야 할 역할을 파악하는데 어려움이 있음 (개발기술 수준) • 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 발생 가능한 대형건설재해에 대한 안전 대응 대책 개발을 통해 효율적인 안전 대응 수행 • 시공 관련 관계자가 쉽게 이해할 수 있도록 작성된 매뉴얼을 활용하여 신속한 안전 대응 가능
성과달성책임자 (소속기관)		송창근(인천대학교)
소요기간		‘17.04.14 ~ ’20.05.29 (3년2개월, 5년차)
달성 확인방법	2차년도	• 소단면 터널식 공동구 관련 법령·제도 분석 및 기존 공동구 시공 중 발생한 대형건설재해 사례 분석을 통한 보고서
	3차년도	• 안전위험요인 발굴, 위험요인 분류 및 중요도 파악 타당성 검토 자문의건서
	4차년도	• 재해별 위기경보단계 및 재해 발생시나리오 문서
	5차년도	• 도심지 소단면 터널식 시공 중 대형건설재해 대응 매뉴얼(안) 문서
	6차년도	• 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 매뉴얼 최종본 및 실용화 보고서 문서
핵심성과	2차년도	특허 출원 특허 등록 SCI 논문 비SCI논문 S/W 기타
	3차년도	특허 출원 특허 등록 SCI 논문 비SCI논문 S/W 기타
	4차년도	특허 출원 특허 등록 SCI 논문 비SCI논문 S/W 기타
	5차년도	특허 출원 특허 등록 SCI 논문 비SCI논문 S/W 기타
	6차년도	특허 출원 특허 등록 SCI 논문 비SCI논문 S/W 기타
	2차년도	• 소단면 터널식 공동구 관련 법령·제도 분석 및 기존 시공 중 발생한 대형건설재해 사례 분석
	3차년도	• 안전위험요인 발굴, 위험요인 분류 및 중요도 파악 타당성 검토
	4차년도	• 재해별 위기경보단계 및 발생 시나리오
	5차년도	• 도심지 소단면 터널식 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 매뉴얼(안)
	6차년도	• 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 매뉴얼 및 실용화
	2차년도	• 공동구 시공 중 대형건설재해 대응 대책을 ‘공동구 건설기준’에 반영
	3차년도	• 개발된 공동구 시공 중 안전 대응 대책 매뉴얼에 대하여 공동구 및 유사 건설공사에 활용

11) 쉴드TBM 현장굴진자료 DATA분석을 통한 굴진성능 예측 및 산정기법 제시 -
한국전력공사 전력연구원

관련 그림 / 사진			
정의		• 약 30km의 소단면 터널 현장의 굴진 Big data(지반과 기계) DB 구축 • 암반강도(UCS, RMR 등) 및 장비 운전조건을 고려한 3.5m급 쉴드 TBM 굴진율 예측 및 산정 기술	
목적		• 국내 지반특성에 적합한 쉴드TBM 굴진율 예측 모델 및 산정기법 제시 • 쉴드TBM 장비 최적 선정 및 운전조건 제시	
성능목표		(기존기술 수준) • 국내 3.5m급 소단면 쉴드TBM 순굴진율(Penetration Rate) 산정기법 부재 • 굴진율 예측 오차로 인한 적기 준공 지연 발생 (개발기술 수준) • 국내 최초 3.5m급 소단면 쉴드TBM의 현장 굴진데이터 DB 구축과 데이터기반 통계분석을 통한 굴진율 예측방법 도출(굴진오차율 평균 40%→20%) • 굴진DB 관리시스템을 통한 효율적인 굴진데이터 관리 및 지반과 기계데이터간 상관관계 자동화 분석	
성과달성책임자 (소속기관)		김경열 (한국전력공사 전력연구원)	
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)	
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 쉴드TBM 굴진율 영향인자 도출 보고서 • 국내·외 쉴드TBM 굴진율 예측기법 조사 및 분석 보고서
		2차년도	• 지반조건별 굴진율 및 관련 영향인자 데이터베이스 구축 보고서 (계속) • 쉴드TBM 적용 현장별 DB경향 분석 보고서 (계속) • 국내·외 제작사 쉴드TBM 장비조사 및 운용현황 분석 보고서
		3차년도	• 전기비저항과 지반인자 상관관계 분석 보고서 • 통계통계분석을 통한 현장 굴진율 데이터 분석 보고서
		4차년도	• 굴진율 예측 모델 검증을 위한 실험형 실험 장비 구축 • 굴진율 예측 모델 검증을 위한 실험형 성능 실험 계획 수립 보고서 • 현장데이터 통계분석을 통한 굴진율 분석 및 제시
		5차년도	• 암반강도 및 쉴드TBM 운전조건에 따른 실험형 실험 수행 및 분석 보고서 (암반강도 : 20, 50, 70, 100MPa급 대상) • 암반분류와 굴진율 상관관계 분석 보고서
		6차년도	• 지반조건을 고려한 쉴드TBM 굴진율 산정기법 제시 [측정방법 : $100 * (\text{산정된 굴진율} - \text{실제 굴진율}) / \text{산정된 굴진율} < 20\% (\pm 10\%)$] • 실험형 실험을 통한 굴진율 예측 모델 개발 및 현장적용 • 굴진DB 관리시스템 개발 및 적용

핵심성과	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
								학술발표 1	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
			2			국내 1			
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
			1						
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
			1	2		국내 1		기술이전 1, 성과홍보 1	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
					국외 1	국내 1		기술이전 1	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
						국내 1		현장적용 1	
	질적성과	1차년도	• 실드TBM 굴진율 영향인자 도출 보고서 1건 • 국내·외 실드TBM 굴진율 예측기법 조사 및 분석 보고서 1건						
		2차년도	• 지반조건별 굴진율 및 관련 영향인자 14개 현장 데이터베이스 구축 완료 • 국내·외 제작사 실드TBM 장비 29대 장비조사 완료 • 실드TBM 적용 14개 현장 DB경향 분석결과 보고서 1건						
		3차년도	• 전기비저항과 지반인자 상관관계 분석 보고서 1건 • 통계통계분석을 통한 현장 굴진율 데이터 분석 보고서 1건						
		4차년도	• 굴진율 예측 모델 검증을 위한 실험대형 실험 장비(EPB Shield TBM) 구축 완료 • 실험대형 성능 실험 계획 수립 보고서 1건 [지반조건(암반강도별 20,50,70,100MPa) ,20개의 운전조건(추력 및 RPM) 적용] • 현장데이터 통계분석을 통한 굴진율 제시를 통한 오차율 20% 이내 달성						
		5차년도	• 암반강도 및 실드TBM 운전조건에 따른 6회(암반강도 : 20, 50, 70, 100MPa급 대상) 실험대형 실험 분석 보고서 1건 • 암반분류와 굴진율 상관관계 분석 보고서 1건						
		6차년도	• 지반조건을 고려한 실드TBM 굴진율 산정기법 보고서 1건 • 실험대형 실험을 통한 굴진율 예측 모델 현장적용 완료 • 굴진DB 관리시스템 관련 소프트웨어 등록 1건						
	성과 활용계획		• 실드TBM 굴진율 산정기법 및 굴진 DB시스템 한국전력공사 전사 적용 • 전기비저항 측정을 통한 지하매설물 탐지 방법 기술이전 2건 완료						

12) 소단면 쉘드TBM 복합지반(암반/토사) 실굴진율 예측 모델 및 프로그램 - 인하대학교 산학협력단

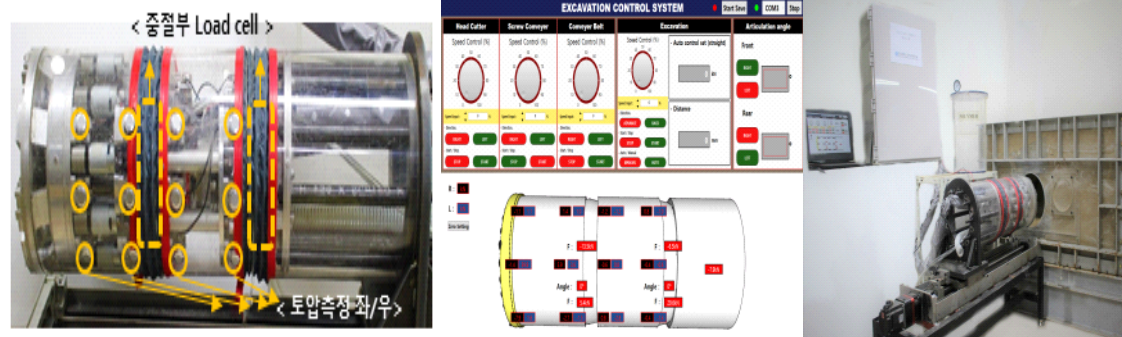
관련 그림 / 사진		 < 소단면 실드TBM 굴진율 예측 프로그램 >						
정의		• 국내 소단면 실드 TBM 굴진율 예측 모델 및 프로그램을 개발						
목적		• 소단면 터널식 공동구 실드TBM 굴진율 제시 및 현장적용을 통한 오차율 20% 이하로 만족						
성능목표		(기존기술 수준) • 굴진율에 대한 설계대비 시공실적의 오차율 40%(±10%) 수준 (개발기술 수준) • [성능] 소단면 실드TBM 굴진율 예측 프로그램 • [품질] 굴진율 오차율 20% 이내로 저감 • [규격] 소단면(φ 3.5m급) 실드TBM, 현장(전구간) 1개소 이상						
성과달성책임자 (소속기관)		송기일 (인하대학교 산학협력단)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	• 전력구 터널현장 DB 비교를 통한 성능검증						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		인력양성 1
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1			국내 1		학술발표 1
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1		국외 2	국내 1		기술실시계약 1
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
							1	학술발표 2
5차년도		특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
			2	국외 1		1	국외학술발표 2 인력양성 2	
6차년도		특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
질적성과	• 전력구 터널현장 DB 비교를 통한 최종 오차율 20%이내 달성							
성과 활용계획		• 시공단계에 있는 전력구현장의 잔여구간 굴진율 예측 (한국전력공사와 공동 현장적용) • 최종수요처: 한국전력공사 • 분야/ 활용시기/ 방식: 터널분야/ 2020년 상반기/ 시공 중 현장 DB비교						

13) 공동구(직경 3.5m급) 급곡(R30m) 시공을 위한 급곡 장치 - 이엠코리아(주)

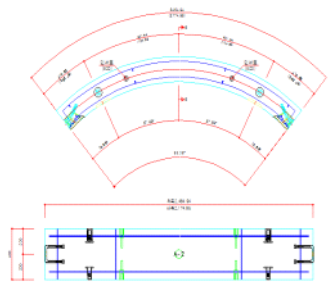
관련 그림 / 사진																										
	정의	도심지 소단면(직경 3.5m급) 쉴드 장비 곡률 반경 R30m이하의 급곡 구간 시공 가능 장비(시제품) 설계, 제작 기술 개발																								
목적	도심지 소단면(직경 3.5m급) 터널식 공동구의 경우, 기 설치된 지하시설물 및 지하 지장물 회피 등에 의해 급곡구간이 자주 발생함에도 불구하고, 국내 소단면 쉴드장비의 급곡 구간 시공 가능 장비의 제작 기술이 전무하여 해외 기술 및 장비 의존도 100% 이다. 이에 본 과제를 통하여 곡률 반경 R30m이하의 급곡 구간에서의 시공 가능 장비(시제품) 설계, 제작 기술 개발하여 지하 공간 지장물 회피 및 세그먼트 라이닝 파손 없이 시공 할 수 있는 특수 장치를 개발 통하여 쉴드 급곡 장치 독립 기술 향상으로 공동구 공사 공기 단축 및 공사비 절감 기여																									
성능목표	(기존기술 수준) - 국내에서는 직선에 가까운(R500~300m) 및 최대(R60m) 곡률반경에 대한 급곡시공 이력은 있으나 급곡 쉴드 장비는 해외수입 의존도가 100%임이며, 국내 개발 및 제작 실적 전무함 - 국외에서는 유럽 및 미주의 선진 제작사는 급곡시공 장비는 R100m로 국한 되어 있으며, 일본의 경우 소구경 2.0m~초대구경 14m급 쉴드 장비의 급곡 장치가 상용화 되어 곡률반경 R15m 까지 개발 및 상용화하여 급곡 시공에 상용화 적용 중임. (개발기술 수준) - 해외 수입 장비 성능 비교 및 최종 성과물 목표 성능																									
	<table><tr><th rowspan="2">구분 \ 급곡</th><th colspan="2">해외 수입 장비 급곡 성능</th><th>목표 성능</th></tr><tr><th>R300</th><th>R100m</th><th>R30m</th></tr><tr><td>최대 오버 컷터량</td><td>38.6mm</td><td>61mm</td><td>81.11mm</td></tr><tr><td>장비 종절각 θA</td><td>1.206°</td><td>3.434°</td><td>7.778°</td></tr><tr><td>장비-세그먼트종절각 θB</td><td>2.404°</td><td>3.401°</td><td>5.812°</td></tr><tr><td>방향 수정책의 필요 스트로크</td><td>47.4mm</td><td>135.01mm</td><td>167.5mm</td></tr></table> - 소단면 쉴드-TBM 급곡 구간 R30m 이하 특수 장치 개발 및 적용 [성능] 소단면 쉴드-TBM R30m 이하 급곡 구간 시공가능 [품질] 세그먼트 손상 없이 급곡구간 시공가능에 따른 안정성 증대 [규격] 소단면 (Φ3.5m 급) 쉴드-TBM				구분 \ 급곡	해외 수입 장비 급곡 성능		목표 성능	R300	R100m	R30m	최대 오버 컷터량	38.6mm	61mm	81.11mm	장비 종절각 θA	1.206°	3.434°	7.778°	장비-세그먼트종절각 θB	2.404°	3.401°	5.812°	방향 수정책의 필요 스트로크	47.4mm	135.01mm
구분 \ 급곡	해외 수입 장비 급곡 성능		목표 성능																							
	R300	R100m	R30m																							
최대 오버 컷터량	38.6mm	61mm	81.11mm																							
장비 종절각 θA	1.206°	3.434°	7.778°																							
장비-세그먼트종절각 θB	2.404°	3.401°	5.812°																							
방향 수정책의 필요 스트로크	47.4mm	135.01mm	167.5mm																							
성과달성책임자 (소속기관)	강신현 (이엠코리아(주))																									
소요기간	'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)																									

핵심 성과	달성 확인방법	1차년도	• 급곡 장치 주요 인자 선정 및 개념 설계를 위한 급곡장치 커브 기술검토서, 국내 급곡장치 주요 인자 보고서, 급곡장치 종절책 기술 검토서																																							
		2차년도	• R30m 급곡장치 상세 설계 및 1차 시제품 제작 진행 상세 도면 및 시제품 부품 관련 논문 특허 등																																							
		3차년도	• R30m 급곡 장치 완성 시제품 제작 조립 관련 검사 성적서 및 시제품																																							
		4차년도	• 실대형 실험을 통한 급곡장치 성능 평가 보고서																																							
		5차년도	• 공동구 급곡(R30m)시공을 위한 급곡 장치 실대형 실험 결과에 의한 장비 최적화 보고서 및 양성성과																																							
		6차년도	• R30m 장비 운영관리 방안 제시 운영관리메뉴																																							
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
								기술문서 4, 학술발표 1																																		
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
			1			국내 1		기술문서 1, 시제품 1																																		
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
			1	1				기술문서 1, 시제품 1, 성과홍보 3																																		
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
			1					기술문서 2, 성과홍보 1																																		
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
						국내 1		기술문서 2, 성과홍보 2, 현장적용 1,																																		
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타																																		
								매뉴얼 1																																		
	질적성과	1차년도	• 국외 벤치 마킹 급곡구간 극복장치 조사, 국내 토질에 맞는 급곡구간 장비 목표사양 조사 (기술 보고서 3건 -> 기술보고서 4건 달성 초과달성 130%)																																							
		2차년도	• 급곡(R30m)장치 상세 설계 및 시제품 제작 (상세도면 100% / 100% 달성) (시제품 1차 제작 50% 이내 / 50% 달성)																																							
3차년도		• 급곡(R30m)장치 완성 시제품 제작 및 조립 성능 테스트 (시제품 완성100% / 100%달성) / (자체 평가 보고서 1건 -> 1건 달성)																																								
4차년도		• 급곡(R30m)장치 쉴드 장비 성능평가 보고서 1건 -> 2건 달성																																								
5차년도																																										
6차년도		• 실대형 실험 결과에 의한 장비 장비 최적화 보고서 1건 -> 2건 달성 • 실대형 검증을 적용한 장비운영관리방안제시 1건 -> 1달																																								
성과 활용계획	<table><tr><th>수요처</th><th>분야</th><th>활용 시기</th><th>방식</th><th>계획</th></tr><tr><td>아주지오텍</td><td rowspan="4">공동구 터널시공 분야</td><td rowspan="4">'20년 ~</td><td rowspan="4">현장적용 및 상용화</td><td rowspan="4">국내 시공 발주 상황에(R300~100m) 맞는 급곡 장치 응용 기술 적용</td></tr><tr><td>특수 건설</td></tr><tr><td>경빈 건설</td></tr><tr><td>동아 지질</td></tr></table>							수요처	분야	활용 시기	방식	계획	아주지오텍	공동구 터널시공 분야	'20년 ~	현장적용 및 상용화	국내 시공 발주 상황에(R300~100m) 맞는 급곡 장치 응용 기술 적용	특수 건설	경빈 건설	동아 지질																						
	수요처	분야	활용 시기	방식	계획																																					
	아주지오텍	공동구 터널시공 분야	'20년 ~	현장적용 및 상용화	국내 시공 발주 상황에(R300~100m) 맞는 급곡 장치 응용 기술 적용																																					
	특수 건설																																									
	경빈 건설																																									
	동아 지질																																									
	• 영업 및 상용화 계획																																									
	<table><tr><th>공사명</th><th>적용 직경</th><th>급곡</th><th>공사예정일정</th><th>비고</th></tr><tr><td>서울 동남권 전력구 공사</td><td>직경 3.54m</td><td>R100m</td><td>'21년 3월</td><td>영업 진행중</td></tr><tr><td>김해 강서 전력구 공사</td><td>직경 3.13m</td><td>R80m</td><td>'21년 6월</td><td>영업 진행중</td></tr><tr><td>새만금 태양광 발전소지중화공사</td><td>직경 3.54m</td><td>R300m</td><td>'21년 2월</td><td>영업 진행중</td></tr><tr><td>인천지역 전력구 공사</td><td>직경 3.13m</td><td>R300m</td><td>'20년 10월</td><td>영업 진행중</td></tr><tr><td>대구 경산 전력구 공사</td><td>직경 2.84m</td><td>R250m</td><td>'20년 11월</td><td>영업 진행중</td></tr><tr><td>신청주 전력구 공사</td><td>직경 5.24m</td><td>R150m</td><td>'21년 10월</td><td>영업 진행중</td></tr></table>							공사명	적용 직경	급곡	공사예정일정	비고	서울 동남권 전력구 공사	직경 3.54m	R100m	'21년 3월	영업 진행중	김해 강서 전력구 공사	직경 3.13m	R80m	'21년 6월	영업 진행중	새만금 태양광 발전소지중화공사	직경 3.54m	R300m	'21년 2월	영업 진행중	인천지역 전력구 공사	직경 3.13m	R300m	'20년 10월	영업 진행중	대구 경산 전력구 공사	직경 2.84m	R250m	'20년 11월	영업 진행중	신청주 전력구 공사	직경 5.24m	R150m	'21년 10월	영업 진행중
	공사명	적용 직경	급곡	공사예정일정	비고																																					
	서울 동남권 전력구 공사	직경 3.54m	R100m	'21년 3월	영업 진행중																																					
	김해 강서 전력구 공사	직경 3.13m	R80m	'21년 6월	영업 진행중																																					
	새만금 태양광 발전소지중화공사	직경 3.54m	R300m	'21년 2월	영업 진행중																																					
	인천지역 전력구 공사	직경 3.13m	R300m	'20년 10월	영업 진행중																																					
	대구 경산 전력구 공사	직경 2.84m	R250m	'20년 11월	영업 진행중																																					
신청주 전력구 공사	직경 5.24m	R150m	'21년 10월	영업 진행중																																						

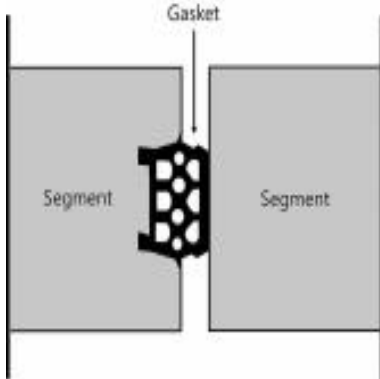
14) 소단면 터널식 공동구 급곡구간(R30m 급) 쉘드TBM 추진기술 및 중절장치 개발 - 호서대학교 산학협력단

관련 그림 / 사진									
정의		• 실드 TBM 급곡구간 추진 시공 가이드 라인개발							
목적		• 급곡구간 소형 실드TBM 세그먼트 및 굴진 안정을 위한 공법 개발 • 곡선구간 추진시 상호거동에 대한 추진 기술 확립 • 곡선구간 시공 가이드라인 개발							
성능목표		(기존기술 수준) • 급곡구간 이음부 방수시스템과 관련한 표준화 기준은 현재 국내,외 모두 없음 • 국내,외 모두 소단면 실드 TBM 성능검증 시설이 전무하여 소단면 실드 TBM 성능검증 • 표준화에 대한 정립이 되어있지 않음 • 국내의 경우 , 암반여굴 생성기술관련 표준화는 존재하지 않음. (개발기술 수준) • [성능] 국내지반 특성에 맞는 급곡구간 실드 TBM 추진시스템 개발 및 시공가이드 제시 • [성능] 급곡구간 지수재 설치 및 재질 선정 가이드라인 제시 • [품질] 세그먼트 보강상세기술 개발 및 급곡구간 세그먼트 시공기술 개발							
성과달성책임자 (소속기관)		김상환 (호서대학교 산학협력단)							
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)							
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 선행조사를 통한 급곡구간 지반공학적 패턴 관련 보고서						
		2차년도	• 급곡 구간 TBM모형 시험장비 설계 및 제작						
		3차년도	• 모형 실험에 관한 보고서						
		4차년도	• 지반특성에 따른 추진기법 관련 보고서						
		5차년도	• 특허 출원번호 10-2018-0125946						
		6차년도	• 시공 가이드라인 제시						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		질적성과	1차년도	• 급곡 구간 지반공학적 패턴 관련 문헌 및 선행기술 20건이상 조사 완료					
			2차년도	• 상호거동 모델 이론 제시, 모형실험에 대한 실험결과 보고서					
			3차년도	• 상호거동 모델 이론 검증, 모형실험에 대한 실험결과 보고서					
			4차년도	• 지반 특성에 따른 추진시스템 메카니즘에 관한 보고서					
			5차년도	• 급곡구간 터널 굴착 특허출원					
			6차년도	• 설계검토 및 전문가활용을통한 현장적용성 평가, 시공 가이드 라인 제작					
성과 활용계획		• 건설사, 공기업(한국전력공사, 한국수자원공사 등), 지자체의 공동구 건설에 활용할 수 있도록 추진							

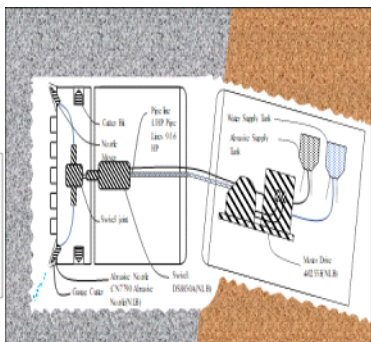
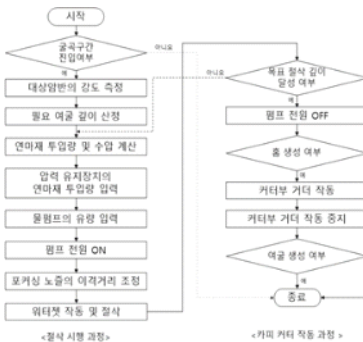
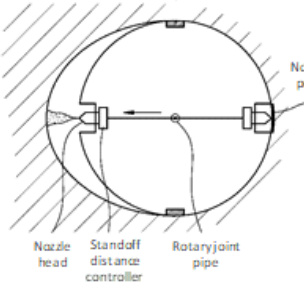
15) 편심을 고려한 급곡구간용 세그먼트 라이닝 시공기술 개발 - (주)콘텍이엔지

관련 그림 / 사진		  						
정의		• 소단면 터널식 공동구 급곡구간(R 30이하) 추진기술에 적용 가능한 세그먼트 개발						
목적		• 도심지 터널식 공동구 급곡구간 시공기술 자립화를 위하여 급곡구간 세그먼트 개발						
성능목표		(기존기술 수준) • 선형 고려 시 R300으로 고려하여 급곡 시공 기술 부재 • 급곡구간에 적용할 수 있는 시공장비 및 시공 기술 부재 (개발기술 수준) • [성능] 급곡구간의 상이한 거동에 대한 수용이 가능한 세그먼트 • [품질] 고강도, 고인성 확보가 가능한 콘크리트 적용 • [규격] R30 급곡구간에서 적용 가능한 세그먼트						
성과달성책임자 (소속기관)		김황희 ((주)콘텍이엔지)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	급곡구간 세그먼트 요구성능 검토 보고서					
		2차년도	• 실내실험을 통한 고강도 고인성 재료 성능 평가 보고서 • 급곡구간용 하이브리드 세그먼트 형상 검토 보고서					
		3차년도	• 구조해석을 통한 세그먼트 형상 검토 보고서 • 편심을 고려한 세그먼트 체결방식 검토 보고서					
		4차년도	• 급곡구간 세그먼트 거푸집 설계 및 제작 보고서 • 급곡구간 세그먼트 시제품 제작					
		5차년도	• 실대형 실험을 통한 세그먼트 성능 평가 보고서 • 급곡구간 세그먼트 조립 및 시공성 검토					
		6차년도	고강도 고인성 세그먼트 재료 및 급곡구간 세그먼트 기술이전 계약서					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								학술발표 2
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1		국외 1			학술발표 1
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1	1	국외 1			학술발표 2
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 1		학술발표 2, 시제품 1
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1					학술발표 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1				기술이전 2, 매뉴얼 1
	질적성과	1차년도	급곡구간 세그먼트 요구성능 검토 보고서					
		2차년도	• 실내실험을 통한 고강도 고인성 세그먼트 평가보고서 • 압축강도 60MPa이상, 휨강도 6MPa이상, 염소이온 2,000Coulombs 이하 달성					
		3차년도	• 세그먼트의 급곡구간 시공시 쉴드채 추진력 응력 검토 보고서 • 체결방식별 구조 검토 보고서					
		4차년도	• 급곡구간 세그먼트 제작을 위한 금형 제작 • 급곡구간 세그먼트 시제품 제작					
		5차년도	• 실대형 실험을 통한 세그먼트 성능 평가 보고서 • 기존 RC세그먼트에 대비 콘크리트 초기하중 10% 증가					
		6차년도	조립 및 시공매뉴얼 1건					
성과 활용계획		• 고강도 고인성 세그먼트 : 기술이전 1건 • FPR Plate 세그먼트 : 기술이전 1건						

16) 지수재 최적화를 통한 급곡구간 이음부 방수시스템 및 시공기술 개발 - 건국대학교 산학협력단

관련 그림 / 사진		 < 일면 가스켓 설치방안 >							
정의		• 소단면 터널식 공동구 급곡구간(R30m 이하) 쉴드-TBM 세그먼트 이음부에서 방수시스템 개발							
목적		• 쉴드 TBM 급곡구간(R30m 이하) 세그먼트 이음부의 방수 시스템 개발							
성능목표		(기존기술 수준) • 직선부와 달리 급곡구간에서 적합한 방수 시스템 없음 (개발기술 수준) • 소단면(Φ3.5m급)쉴드 TBM 급곡구간(R30m 이하) 세그먼트 이음부의 방수 시스템 • [성능] 95% 이상 지수 • [품질] Offset 및 Gap이 가이드라인에 적합 • [규격] Φ3.5m 원형단면 공동구 세그먼트에 사용							
성과달성책임자 (소속기관)		이석원 (건국대학교 산학협력단)							
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)							
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 논문						
		2차년도	• 보고서						
		3차년도	• 보고서						
		4차년도	• 논문						
		5차년도	• 기술이전 계약서, 논문						
		6차년도	• 논문						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		질적성과	1차년도	• 해외 급곡구간 지수재 사용 및 설치 현황 파악 및 분석 3건 이상					
			2차년도	• 급곡구간 세그먼트 이음부 지수재 설치방안 시공기술 고안 1건					
			3차년도	• 급곡구간 지수재 가이드라인 1건 제시					
			4차년도	• 실내실험을 통한 새로운 방수 체계 성능 평가 - 실내 실험 2건 수행					
			5차년도	• 지수재 2열 배열 시스템 방수성능 검증 - 실내실험 1건 수행					
			6차년도	• 새로운 시험장비를 통한 급곡구간 방수시스템 검증 - 실내실험 1건 수행					
성과 활용계획		• 급곡구간에 적용가능한 기술 개발							

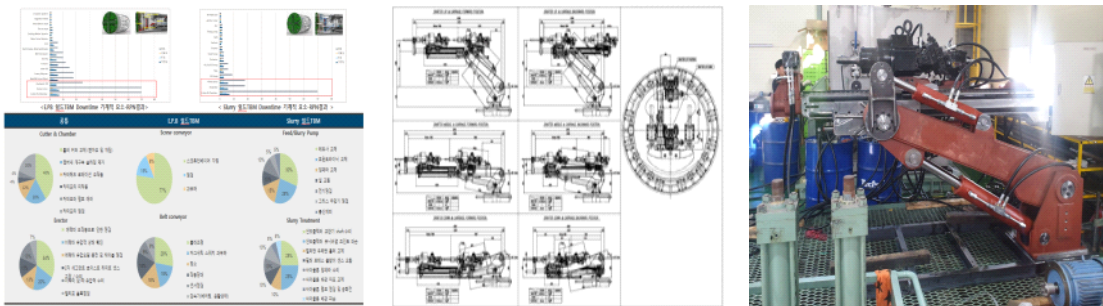
17) 워터젯을 이용한 급곡구간 암반여굴생성 기술 - 부산대학교 산학협력단

관련 그림 / 사진									
정의		• 급곡구간 암반여굴 생성을 위한 워터젯 시스템 설계안							
목적		• 암반 급곡구간 시공에서 TBM의 원활한 통과를 위한 암반여굴용 워터젯 시스템 설계안 제시							
성능목표		(기존기술 수준) • 급곡구간을 시공할 수 있는 카피커터 기술은 사질토 지반에서만 가능. 암반 지반에서는 카피커터 파손으로 TBM의 급곡구간 통과가 힘든 실정임. (개발기술 수준) • 급곡구간에서 예상치 못한 암반(연암~경암범위, 최대 일축압축강도 200MPa)에 대하여 효율적인 여굴생성 가능.							
성과달성책임자 (소속기관)		오테민 (부산대학교 산학협력단)							
소요기간		'16.05.30. ~ '20.05.29. (4년, 5년차)							
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	-						
		2차년도	• 보고서 제출						
		3차년도	• 보고서 제출						
		4차년도	• 보고서 제출						
		5차년도	• 보고서 제출						
		6차년도	• 설계안 제출 및 보고서						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		질적성과	1차년도	-					
			2차년도	• 영향인자 제시					
			3차년도	• 상관관계 제시					
			4차년도	• 암반여굴 생성을 위한 최적 변수 제시					
			5차년도	• 워터젯 시스템 설계안 제시					
			6차년도	• 워터젯 시스템 설계안 보완					
성과 활용계획		• 설계 반영 및 제작회사와의 MOU 및 특허 활용							

18) 특수지반 쉴드 TBM 급속시공 기술 개발 - 서울대학교 산학협력단

관련 그림 / 사진		TBM 특수지반 공동구 TBM 특수지반 • Fault/shear zones • Blocky/fractured jointed • Mixed/shrinking clay soil • Boulder/cobble • High water pressure • Cave/underground • Karst/cavities • High gas status • Rocky grounds • Fault/shear zones • Mixed ground • Cobble/Boulder ground • High water pressure/slow • Friction utility tunnel		Manual of construction procedures of Shield TBM in difficult grounds </	
------------	--	---	--	--	--

20) 쉘드TBM 최적운용 조건 및 장비선정 가이드라인 - (주)동아지질

관련 그림 / 사진								
정의		- Downtime 저감을 위한 특수지반 실드TBM 최적운용조건 및 장비선정(안) 제안 - 실드TBM용 세부각도조절 및 고사양 Probe drill 장비개발						
목적		- 실드TBM 현장에 Downtime발생시키는 기계적요소들의 분석 및 대응사례를 통해 공사전반에 미치는 영향 및 중요도를 평가하여 최적운용조건 및 장비선정 가이드라인 제시 - 소구경 및 대구경 실드TBM 장비에 요구되는 천공 및 보링사양을 하나의 적합한 Probe Drill를 사용하여 장비의 특성 및 지층별 용도에 맞게 선택적으로 설치·운영하여 특수지반에 의한 Downtime 최소화						
성능목표		(기존기술 수준) - 특수지반 실드TBM현장의 굴진시 기계적요소에 의한 Downtime 발생시 대응문제 발생함 - 소형 Probe drill사용으로 천공시 경압, 호박돌출 등 특수지반에 천공기능 제한됨 - Probe drill의 세부각도조절 기능이 없어 협소한 실드TBM 내 Probe drill설치 위치 변경에 한계가 있음 (개발기술 수준) [성능] 실드TBM현장 10개소의 굴진DATA 및 대응사례를 분석하여 Downtime이 발생하는 기계적요소를 분류하여 사전관리로 Downtime 저감조치 [성능] Probe drill 고사양을 통한 지층별 용도에 따른 천공기능 향상 [품질] 실드TBM 내부의 협소한 공간을 활용한 Probe drill의 세부각도조절 및 Extension기능 개발						
성과달성책임자 (소속기관)		권준용 ((주)동아지질)						
소요기간		'17.04.14 ~ '20.05.29 (3년2개월, 5년차)						
핵심 성과	달성 확인방법	3차년도	특수지반 실드TBM 시공자료 수집 및 분석 보고서					
		4차년도	특수지반 실드TBM 최적운용조건 제안서					
		5차년도	- 특수지반 실드TBM 최적 장비선정(안) 제안서 - 실드TBM Probe drill 시제품 개발 및 특허출원					
		6차년도	- 특수지반 실드TBM 최적운용조건 및 장비선정 가이드라인 제시 - 실드TBM Probe drill 개발품 성능시험 및 특허등록					
	양적성과	3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								기술문서 1
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								기술문서 1
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		1						기술문서 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		1						기술문서 1, 시제품 1, 매뉴얼 1
	질적성과	3차년도	특수지반 실드TBM 시공자료 수집 및 분석 보고서 1건					
		4차년도	특수지반 실드TBM 최적운용조건 제안서 1건					
		5차년도	- 특수지반 실드TBM 최적 장비선정(안) 제안서 1건 - 실드TBM Probe drill 시제품 개발 및 특허출원 1건					
		6차년도	- 특수지반 실드TBM 최적운용조건 및 장비선정 가이드라인 제시 1건 - 실드TBM Probe drill 개발품 성능시험 및 특허등록 1건					
성과 활용계획		동아지질 별내선 실드TBM 현장시험 수행 (특수건설 / '20.04)						

21) 특수지반용 고성능 디스크커터 개발 - (주)진성티이씨

관련 그림 / 사진		 						
정의		• 내마모 내충격성을 겸비한 신소재로 제작된 커터링 개발 • 신소재 커터링을 적용한 디스크커터 제작						
목적		• 내마모성 및 내충격성을 보완한 커터링을 제작하여 특수지반(호박돌층 등)을 조울할 경우 • 시공 중 Downtime 최소화로 경제성 / 시공성 향상						
성능목표		(기존기술 수준) • 디스크커터의 커터링은 내충격성이 우수할 경우 내마모성이 저하되고, 내마모성을 향상시킬 경우 내충격성이 저하되는 성질이 있음. (개발기술 수준) • 커터링의 소재를 특수합금 소재로 개발하여 이에 적합한 열처리를 연구하여, 내마모성 및 내충격성이 겸비된 커터링을 제작						
성과달성책임자 (소속기관)		김갑부 ((주)진성티씨)						
소요기간		'18. 05. 01. ~ '20. 05. 29. (3년0개월, 3년차)						
핵심성과	달성 확인방법	3차년도	• 신소재 합금조성					
		4차년도	• 신소재 적용 커터링 제작					
		5차년도	• 신소재 커터링을 적용한 디스크커터 제작					
		6차년도	• 디스크커터의 실대형 검증 시험					
	양적성과	3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								기술문서 2
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								기술문서 2
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								기술문서 1, 시제품 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								시제품 1
	질적성과	3차년도	• 해외 우수 커터링 및 내부구조 조사 • 특수지반용 커터링 금속성분 설계(5가지 신소재 성분 조성) • 오링(VMQ, FKM 등) 개발로 우수 성능의 플로팅 씰 선정 • 커터링 및 내부설계 관련 보고서 작성					
		4차년도	• 3차년도 신소재 샘플 개량하여 커터링 최종 합금 조성 • 열처리 조건 별 검증으로 내마모성과 내충격성을 구비한 우수한 커터링 제작 • 커터링 신소재 개발 및 플로팅 씰 용 오링 관련 보고서 작성					
		5차년도	• 신소재 커터링 적용 시제품 제작 • 축소형 스케일의 디스크커터 제작 및 검증 • 시제품 제작 및 보고서 작성					
		6차년도	• 신소재 커터링 적용 디스크커터의 실대형 시험 검증 • 시제품 제작 및 보고서 작성					
성과 활용계획		• 국내 TBM 시공회사로 개발된 디스크커터의 실대형 검증 후에 영업활동 • 과제 종료 후 3년이내 납품 / 적용 계획						

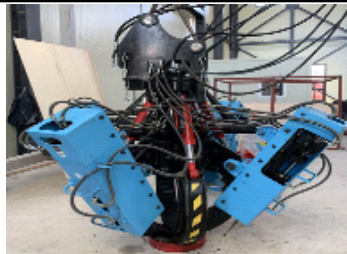
22) 소단면 TBM 실험형 성능검증 시설 구축 - 한국과학기술원

관련 그림 / 사진								
정의		• 소단면 TBM 성능검증을 할 수 있는 시설						
목적		• 지반 조건을 달리 구현하여 각 지반 조건에 따른 소단면 TBM 굴진성능 검증을 할 수 있음. • 상호상관관계에 있는 여러 부분들이 복합적으로 상호작용하여 TBM 굴진성능을 나타내기 때문에 TBM 각 부분의 성능에 따른 전체적인 TBM 굴진양상을 확인 할 수 있음.						
성능목표		(기존기술 수준) • 실대형 지하토조가 최근 중국에 구축되었으나 1회 시험시 많은 비용이 들어가는 관계로 커터헤드만 따로 떼어내어 실험하는 장비를 개발하여 사용중에 있음 (개발기술 수준) • 본 시험시설에는 실대형 지하토조뿐만 아니라 지상에서 굴진가능한 장비까지 갖춰져있어 TBM 완전체상태에서의 성능시험을 수행하고 성능검증을 할 수 있음						
성과달성책임자 (소속기관)		권태혁 (한국과학기술원)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	• 보고서					
		2차년도	• 보고서					
		3차년도	• 보고서					
		4차년도	• 시설구축보고서					
		5차년도	• 보고서					
		6차년도	• 보고서 (시설 활용추진안)					
핵심성과	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
								학술발표 2
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		2						
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
					국내 1		기술실시계약 1	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1				기술이전 1, 연구시설장비 2	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1	국외 1	국내 1, 국외 1		학술발표 3, 기술문서 1, 매뉴얼 1	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
	질적성과	1차년도	• 시험시설(실험동) 기본설계					
		2차년도	• 지하토조 기본설계, 시험시설(지원동) 기본설계					
3차년도		• 지하토조 상세설계, 지상굴진시험장비 설계, 시험시설 상세설계						
4차년도		• 지하토조 및 지상굴진시험장비 구축, 실험동 구축						
5차년도		• 실험수행 및 활용/인증 방안 제시						
6차년도		• 지원동 구축						
성과 활용계획		• 한국전력공사, 이엠코리아 및 기타 TBM 사용처에서 투입되는 TBM 성능검증장으로 활용 • TBM 기술개발의 검증시설로 활용						

23) 지반 변위와 지하수 유출을 방지하는 수직구 외주면 급속굴착 기술 및 장비 개발 - 한국과학기술원, (주)에이치비씨

관련 그림 / 사진		 [외주면 급속 굴착 장비 및 제어 시스템]						
정의		도심지 공동구용 수직구 급속(1 m/day 이상) 시공 중 발생하는 지반 변위와 지하수 유출을 최소화하기 위한 수직구 외주면 선행굴착 기술 및 장비 개발						
목적		- 지반 변위와 공동구용 수직구 급속굴착(1 m/day 이상) 시공기술 및 장비 개발을 통한 굴착 시 인접건축물 및 지반침하에 따른 안정성 증진 - 가시설을 배제한 수직구 굴착 기술 및 장비 개발을 통한 공기 25% 축소 및 공사비 10% 감소						
성능목표		(기존기술 수준) - 수직구 굴착 시 지반 안정을 위한 가시설 시공으로 인한 공비 및 공기 증가 문제 발생 - 외국의 경우 라이닝 하향 시공시 지반변형 및 지하수 유출 방지를 위해 수직갱 내부에 슬러리 안정액을 사용한 굴착공법 존재(높은 장비가, 35 억/대) (개발기술 수준) - 건조상태/육안확인 작업으로 시공성 확보 및 안정성 향상 20% - 고가 부대장비 배제, 급속시공으로 공기절감 25% [성능] 굴착속도 1 m/day 이상의 급속 굴착 장비 개발 [규격] ϕ 8 m 원형단면 공동구 수직구 굴착 가능한 장비 개발						
성과달성책임자 (소속기관)		조계춘 (한국과학기술원)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	- 외주면 굴착 장비 기초 설계 및 제작 모형 - 외주면 굴착 장비 안정성 검토 보고서					
		2차년도	- 급속 라이닝 외주면 굴착 장비 모형 제작 및 특허 출원 - 실내시험에 의한 굴착공법 안정성 분석에 관한 논문					
		3차년도	수치해석을 이용한 실내 시험 결과에 대한 검증 보고서					
		4차년도	굴착기 시제품 제작 건수					
		5차년도	외주면 굴착 장비 시제품 성능 검증 (굴착 속도 1 m/day)					
		6차년도	외주면 굴착 장비 및 제어 시스템 기술이전 건수					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1			국내 1		학술발표 2, 성과홍보 1, 시제품 1
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			3					학술발표 9, 인력양성 1, 성과홍보 5
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1			국내 1		학술발표 2, 인력양성 1, 성과홍보 1, 기술실시계약 1
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
						국내 2		학술발표 5, 인력양성 2
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1	3		국내 1	1	학술발표 1, 인력양성 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1	해외 1			매뉴얼 1, 기술이전 2
	질적성과	1차년도	외주면 선행 굴착장비 기초설계 도출 및 지반 안정성 검토 확인					
		2차년도	외주면 선행 굴착장비 모형 및 굴착기준 개발					
		3차년도	외주면 선행 굴착장비 시제품 제작					
		4차년도	외주면 선행 굴착장비 시제품 제작 (계속)					
		5차년도	외주면 선행 굴착장비 실험형 성능검증					
		6차년도	외주면 선행 굴착장비 테스트 베드 수행					
성과 활용계획		수직구 외주면 선행 급속 굴착 기술 및 장비를 (주)네오시티로 기술이전 (2건)						

24) 공동구용 수직구 저소음/무진동 급속굴착(1m/day)기술 및 장비 개발 - (주)제영이엔씨

관련 그림 / 사진		 [저소음/무진동 암반 굴착 장비]						
정의		공동구용 수직구 암반지반에 대하여 굴착속도가 1m/day 이상 가능한 저소음/무진동 급속굴착 시공기술 및 장비의 개발						
목적		저소음/무진동 암반지반 급속굴착 시공 기술 및 장비 개발하여 민원을 방지하고, 경제적이며 시공속도가 빠른 도심지 수직구 굴착						
성능목표		(기존기술 수준) - 무진동 암반 굴착시 천공, 할암, 소할, 상차 등 공종 복잡 - 무진동 할암공법은 공종이 복잡하며 다수의 장비 사용으로 공기 및 공사비 과다 (개발기술 수준) [성능] 1m/day 시공 저소음 무진동 암반 굴착장비 및 시공기술 [품질] 무진동,저소음 (생활소음 기준) [규격] 공동구 수직구 굴착 장비 및 시공기술						
성과달성책임자 (소속기관)		전형우(주제영이엔씨)						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심 성과	달성 확인방법	1차년도	저소음/무진동 굴착장비 설계 및 굴착 조건 도출 보고서					
		2차년도	실내시험을 통한 천공부 굴착 기준 도출 보고서					
		3차년도	실내시험을 통한 할암부 굴착 기준 도출 보고서					
		4차년도	저소음 /무진동 암반지반 굴착 시제품 제작					
		5차년도	저소음 /무진동 암반지반 굴착 시제품 성능시험					
		6차년도	테스트베드 적용/굴착장비 보완 및 매뉴얼					
	양적성과	1차년도	특허 출원 1	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		2차년도	특허 출원 2	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		3차년도	특허 출원 1	특허 등록 1	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		4차년도	특허 출원	특허 등록 1	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 시제품 1
		5차년도	특허 출원 1	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
		6차년도	특허 출원	특허 등록 1	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타 매뉴얼 1, 기술이전 1
		질적성과	1차년도	- 장비 설계를 위한 요소기술 설계 - 플레인워터젯, 기계식혼합워터젯,연마제워터젯 등 3요소 기술조사				
			2차년도	- 암반 지반 굴착부 천공부 설계 제작 - 유량, 압력, 분사각도에 따른 노즐 시스템 제작 - 시제품 디자인 모형 제작				
			3차년도	- 시제품 제작 설계 - 실내시험 데이터 분석 할암부 설계 보완 제시 - 암반 자유면 형성 기술 향상				
			4차년도	- 시제품 단위요소 제작, 시제품 버켓부 제작 - 시제품 제작				
			5차년도	시제품 100% 제작, 실대형 성능 시험 100%				
			6차년도	1개소 현장 테스트 베드				
	성과 활용계획		- 한국전력공사/LH공사 등 공공기관의 공동구 사업 및 민간 건설사업 현장에서 활용 계획 - 자체 기술실시계약 예정					

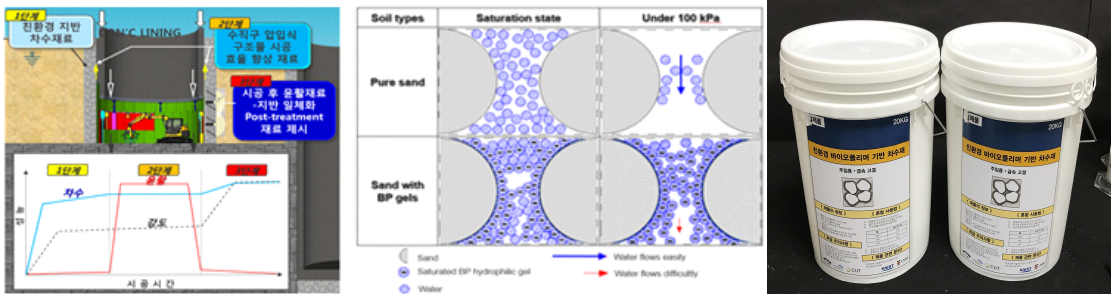
25) 1m/day 이상의 시공속도를 나타내는 라이닝 급속시공 기술 및 장비의 개발 - (주)네오시티

관련 그림 / 사진		   [라이닝 급속시공 장비]						
정의		• 공동구용 수직구 하향식 라이닝 현장타설 급속 시공기술 및 장비개발						
목적		• 국내 공동구 수직구 설계, 시공 기술력 향상 • 시공단계 축소에 따른 공기단축 및 시공성 증대						
성능목표		(기존기술 수준) • 가시설, 토류벽 시공에 의한 공기 지연 • 가설 작업부산물 다량 발생, 지하수 오염 등 • 현장 타설에 의한 수직구 구조물 시공에 따른 공기 소요 (개발기술 수준) • 친환경 하향식 공법에 따른 민원 감소, 안전사고 위험성 감소 • 국내 도심지 및 신도시 개발 지역 공법 개발시 적용성 증가 • 국내 최초 공동구 하향식 수직구 설계 및 시공기술 확보 [성능] 수직구 내부 하향식 라이닝 다운구조물 시공속도 : 2.2m/day [품질] 시공속도 20% 개선, 공사비 절감 10% 이상이 가능한 시공장비 [규격] ø 8m 원형 공동구 수직구 하향식 라이닝 시공 장비						
성과달성책임자 (소속기관)		고엄식(주)네오시티)						
소요기간		'17.04.14 ~ '20.05.29 (3년1개월, 4년차)						
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	-					
		2차년도	국내외 수직구 하향식 라이닝 성형장치 동향 조사					
		3차년도	수직구 구조물의 수평터널 연결부 성형방법 및 장치, 하향식 콘크리트벽체의 특허 출원					
		4차년도	하향식 압입장치 및 시공방법, 프리캐스트 콘크리트 세그먼트 블록의 특허 출원					
		5차년도	하향식 압입장치 및 시공방법, 프리캐스트 콘크리트 세그먼트 블록의 특허 등록					
		6차년도	현장 시험 시공을 통한 현장 적용성 검토 및 매뉴얼 제시					
	양적성과	3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			2					시제품 1
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			2					시제품 1
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				2				매뉴얼 1, 보고서 2, 시제품 1
	질적성과	6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1				매뉴얼 1, 기술이전 1, 일자리창출 1
		2차년도	• 국내 및 해외 기존 공법 조사 (독일, 영국, 호주 등)					
		3차년도	• 하향식 급속성형장치 3D 모델링 및 연계시공					
		4차년도	• 기존 3D 모델링 개선, 시제품 제작(급속 양생장치, 유압장치, 급속성형장치) • 콘크리트 압축강도 시험 성적서 • 수직구 구조물 슬래브/계단/접속구 설계 매뉴얼 제시 • 수직구-수평터널 연결부 성형장치 부분제작					
		5차년도	• 보고서 1건, 매뉴얼 1건 • 하향식 급속성형장치 시제품 제작 • 수직구 PC 중공형 현타 성형장치 설계 및 구조검토 • 하향식 수직구 중공형 PC 조립 및 현타 공법 시공순서도 제시 • 하향식 수직구 중공형 PC 현장시험 시공 진행 • 수직구 구조물 슬래브/계단/접속구 설계 매뉴얼 제시 • 수직구-수평터널 연결부 성형장치 시제품 제작					
성과 활용계획	6차년도	• 하향식 수직구 중공형 PC 현장시험 시공(5차년도 연속)						
	• 철도, 지자체, 반도체 공장 등의 공동구 수직구 • 복합 공동구(전력, 통신, 가스, 상하수도 등을 동시 수용) 건설 분야와 고압송전선의 지하화를 위한 배전선 공동구 건설 분야							

26) 공동구용 수직구 접속부 보강/차수 장치 - (주)세니츠코퍼레이션

관련 그림 / 사진								
정의		• 심도 20m 이상의 공동구용 수직구 접속부에 대하여 상대변위 수용 및 차수가 가능한 접속부 보강/차수 장치 및 그 시공방법						
목적		• 공동구용 수직구 접속부 손상 및 누수 방지를 통한 유지관리비 절감						
성능목표		(기존기술 수준) • 접속부 주변 지반안정화 공법 및 공동구 세그먼트 간 상대변위 발생부에는 차수실링 처리를 적용하고 있으나, 접속부에 대한 직접적인 차수성능을 확보하지 못함 (개발기술 수준) • [성능] 접속부에서 발생하는 상대변위(수평방향 최대 30mm, 수직방향 최대 13mm) 수용 및 차수율 100% • [품질] 반영구적이며, 유지보수가 가능한 지수시스템 적용 • [규격] 공동구 외경 3.5m, 내경 3.1m						
성과달성책임자 (소속기관)		김기중(주)세니츠코퍼레이션						
소요기간		'15.11.30 ~ '20.05.29 (4년 6개월, 6년차)						
핵심 성과	달성 확인방법	1차년도	구조물 상대변위 영향인자 도출, 수용범위 검토 보고서					
		2차년도	직경별/시공심도별 상대변위 분석 보고서 차수장치 설계, 목업 제작 및 시제품 구성 보고서					
		3차년도	차수장치 시제품 구조검토 보고서 및 설계도면					
		4차년도	실증시험 및 테스트베드용 시제품 제작 보고서					
		5차년도	상대변위 흡수율 및 차수율 검토 보고서 접속부 차수장치 매뉴얼					
		6차년도	테스트베드 적용을 통한 접속부 차수장치 성능 보고서					
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1					학술발표 1, 보고서 원문 1
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			3					
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1	1				학술발표 1
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
			1	2				학술발표 1, 시제품 1
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1				학술발표 1, 매뉴얼 1
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타
				1				기술실시계약 1
	질적성과	1차년도	구조물 상대변위 영향인자 5건 도출(시공 심도, 구조물 제원, 재료 물성치, 지반 및 지진파 조건, 구조물-지반 접속부 경계조건)					
		2차년도	차수장치 상대변위 분석결과 수평방향 최대 30mm, 수직방향 최대 13mm로 분석					
		3차년도	차수장치 구조검토 결과 내진 특등급 적용 시에도 안전함 (지진 시 최대응력 77.24N/mm2 < 차수장치 파단강도 400N/mm2)					
		4차년도	평면형(기본형) 차수장치 및 곡률형(특수형) 차수장치 시제품 제작					
		5차년도	Ø1.0m급 접속부 차수장치 실증시험 결과 변위 20mm, 차수율 100% 달성 공인인증시험기관을 통한 차수장치 시험성적서 확보					
		6차년도	테스트베드 적용 결과 차수율 100% 달성					
성과 활용계획		• 각 공기업(한국전력공사, LH공사 등), 지자체의 지하 공동구 사업 및 민간 건설현장에 활용 • 자체 기술실시계약 체결 (2020.04)						

27) 10^{-8} m/s 이하 차수성을 나타내는 친환경 바이오 차수재 개발 - UNSW

관련 그림 / 사진		 [친환경 바이오폴리머 차수재]							
정의		• 비시멘트 계열 친환경 차수재료							
목적		• 급속고결(24시간 내 90% 이상 성능 발현) 및 용출 문제 해결을 통한 공기 저감 • 친환경 유기물 기반 차수재료 지하수 영향 최소화							
성능목표		(기존기술 수준) • 시멘트, 물유리계 보강/차수 제품은 많으나 비환경적 • 바이오 기반 재료의 실험연구 수준 개발 단계 (개발기술 수준) • 차수효과: 지반투수성 105 이상 저감 (시공시 10-8 m/s 이하 차수 성능) • 급속고결 효과: 90% 이상 성능발현/24 hours							
성과달성 책임자		장일한(UNSW) 조계춘(한국과학기술원)							
소요기간		UNSW: '17.04 ~ '19.12(2년9개월, 3차년도~5차년도) 한국과학기술원: '20.01 - '20.05 (5개월, 6차년도)							
핵심성과	달성 확인방법	1차년도	-						
		2차년도	-						
		3차년도	• 실내투수시험 성능에 대한 SCIE논문 및 차수재와 차수성능 시험법 특허 출원						
		4차년도	• 실내투수시험 성능에 대한 SCIE논문 및 압입구조물 윤활재 특허 출원						
		5차년도	• 투수성 저감 성능 관련 SCIE논문 및 차수재와 차수성능 시험법 특허 등록						
		6차년도	• 시제품화를 위한 규격화						
	양적성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		2차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		3차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		4차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		5차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		6차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문	S/W	기타	
		질적성과	1차년도	-					
			2차년도	-					
			3차년도	• 바이오 폴리머 재료 물성 및 유동학적 특성 개선					
			4차년도	• 바이오폴리머 기반 차수재(지반투수성 10-5 m/day 이상저감)					
			5차년도	• 바이오폴리머 기반 차수재(지반투수성 10-5 m/day 이상저감)					
			6차년도	• 바이오폴리머 기반 차수재 시제품 제작					
성과 활용계획		• 공기업(LH, 한국전력공사 등) 지자체의 차수 및 시공사업에 활용 할 수 있도록 제품화							