

비개착 T.S.M 공 법 & 그라우팅 E.G.R 공 법

(Tunnel of using Steel pipe Method) & (Eco Grouting Rocket Systme)



제이씨이앤씨주식회사

[본 사] 부산광역시 해운대구 세실로43 지하층116호
[서울사무소] 서울특별시 종로구 세종대로 149 , 2층 2031호
T E L : 051-702-2929 C.P : 010-6771-9999
E-mail : jcenc2025@naver.com

목 차

제 1 장 비개착 공법 개요

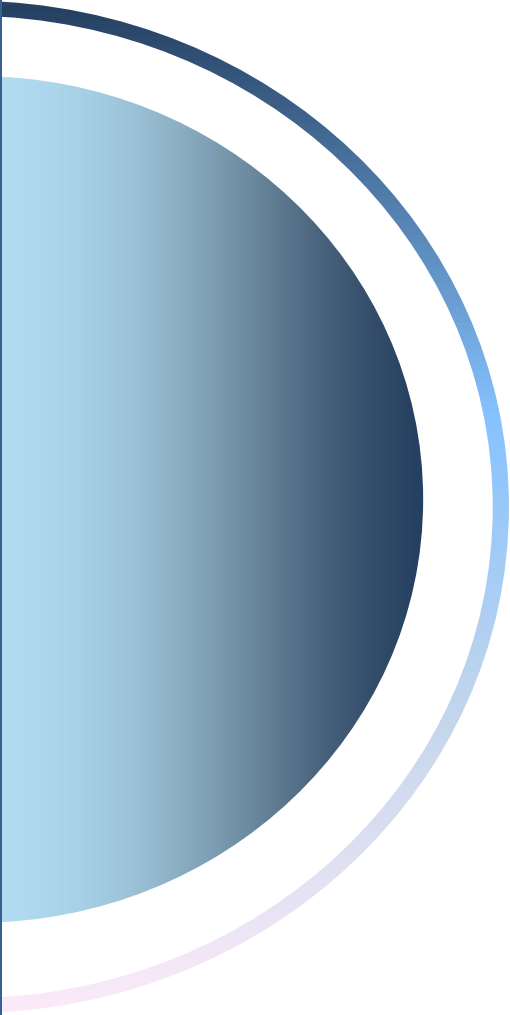
제 2 장 비개착 공법 시공순서

제 3 장 비개착 공법 시공사례

제 4 장 비개착 공법 기술제안

제 5 장 EGR 공법 설명서

제 6 장 T.S.M 공법 설명서



제 1 장 공법 개요

1. 공법 개요

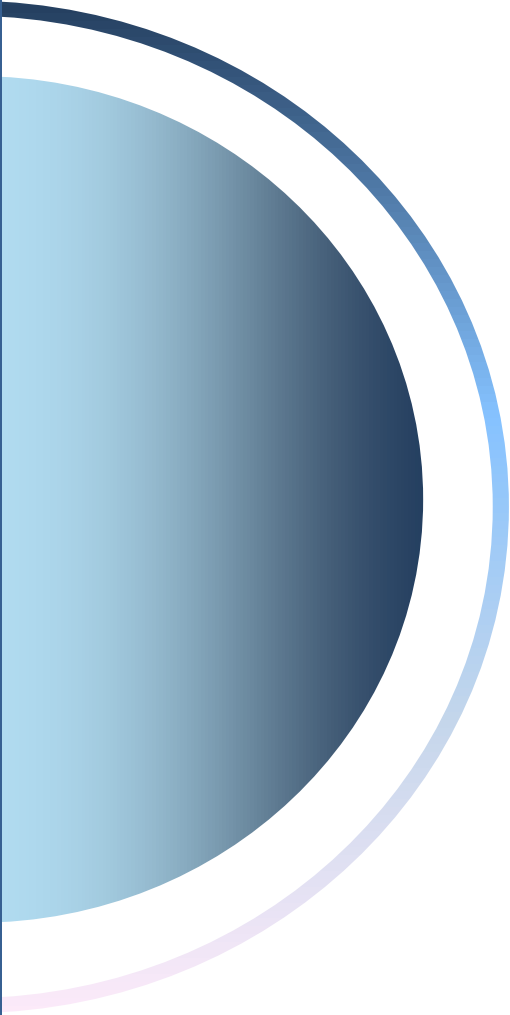
• 1.1 공법 개요

강관 내부에 보강품을 설치하여 상재 하중이 많은 구간에서 강관의 변위가 발생하지 않도록 보강하는 공법

• 1.2 공법 특징

- ✓ 전 토층 적용가능
- ✓ 대구경 강관사용으로 작업공간이 넓어 토질변화 및 지장물 출현 시 대처하기가 용이
- ✓ 상재 하중이 많은 구간에서도 강관 변위 없이 시공

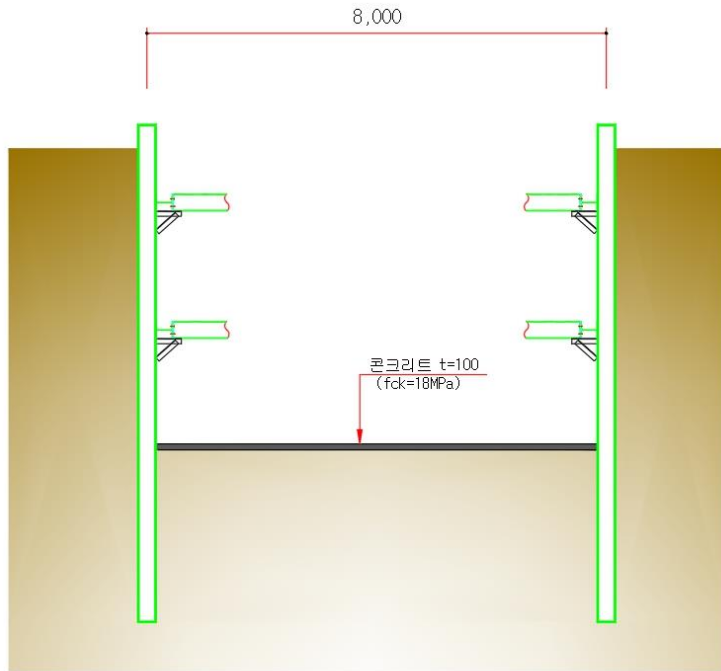




제 2 장 비개착공법 시공순서

2. 비개착공법 시공순서

- 1단계 : 추진기지 가시설 설치

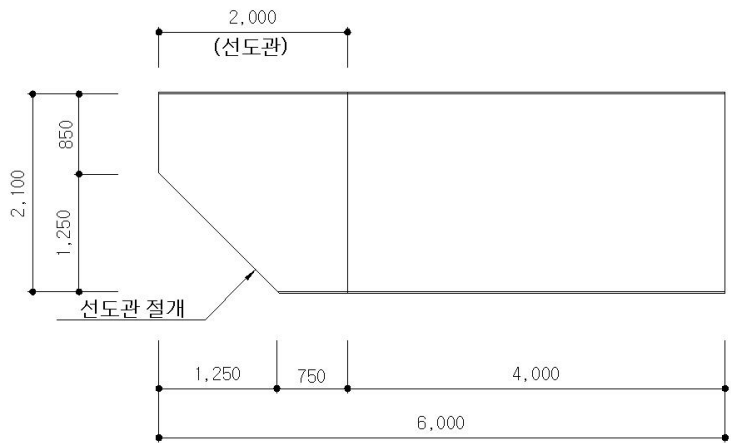


세부내용

현장위치를 결정하여 엄지말뚝과 스트러트를 설치 ⇒ 작업환경을 고려해 바닥 콘크리트 타설 ⇒ 반력벽 설치

2. 비개착공법 시공순서

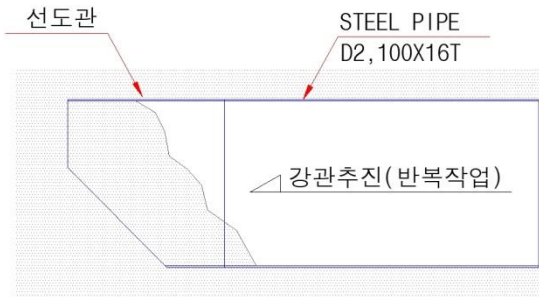
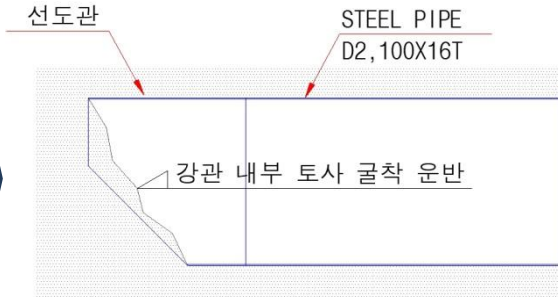
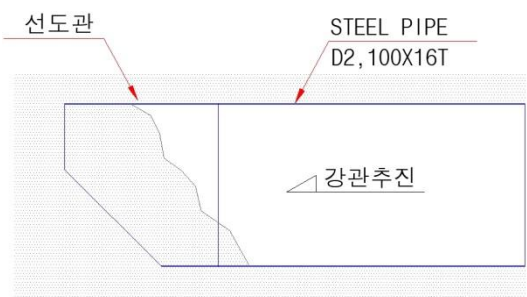
- 2단계 : 선도관 제작



선도관



선도관



세부내용

- ✓ 선도관을 절개하여 강관내부 토사의 전단파괴가 발생하지 않도록 하는데 목적이 있다

2. 비개착공법 시공순서

- 3단계 : 강관추진(암 굴착 방법)

기계식 암굴착 방법



강관 1개소당 경암층 일일 굴착량 0.5M
[8시간 기준]

유압 파쇄기식 암굴착 방법



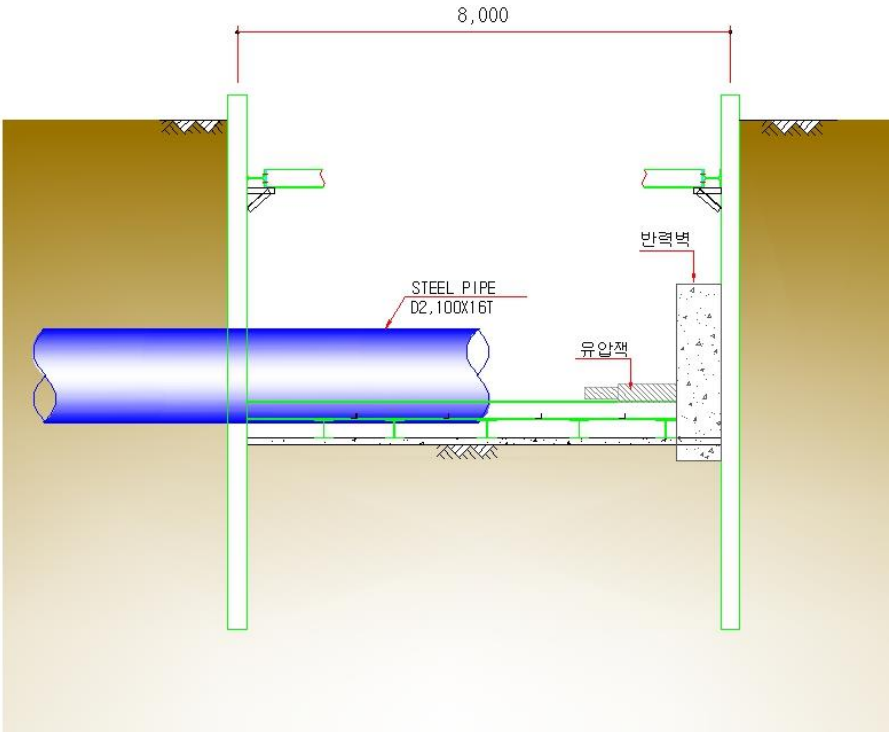
강관 1개소당 경암층 일일 굴착량 1.0M
[8시간 기준]

강관 구경이 커지면 공사비 및 공사기간이 늘어나는 세미셴드 굴착 방식에 비해 유압 파쇄기식 추진방식은 강관구경이 커지더라도 굴착 효율이 증가하여 공사기간 및 공사비 저렴 [총 공사기간 4개월]



2. 비개착공법 시공순서

- 4단계 : 강관추진



① 강관 내부 토사 굴착



② 강관 선형 측량레이저

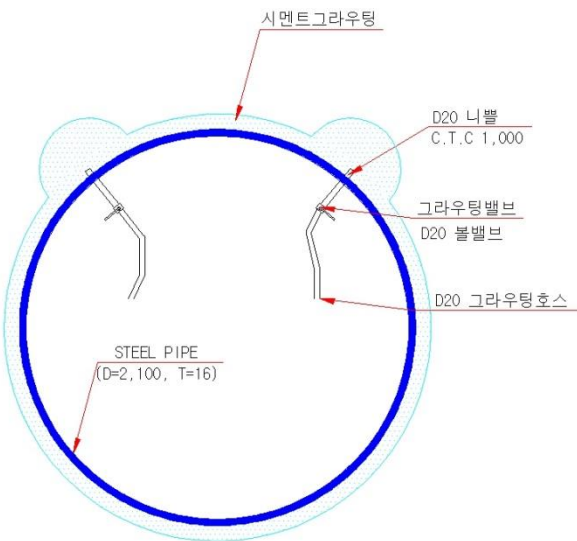


세부내용

각 강관 위치에 유압잭 설치 => 강관을 추진과 굴착을 동시에 시행하여, 매 1M마다 선형 확인 => 강관 추진 시 주변 지반과의 마찰력 감소를 위해 관 주위에 벤토나이트 주입

2. 비개착 공법 시공순서

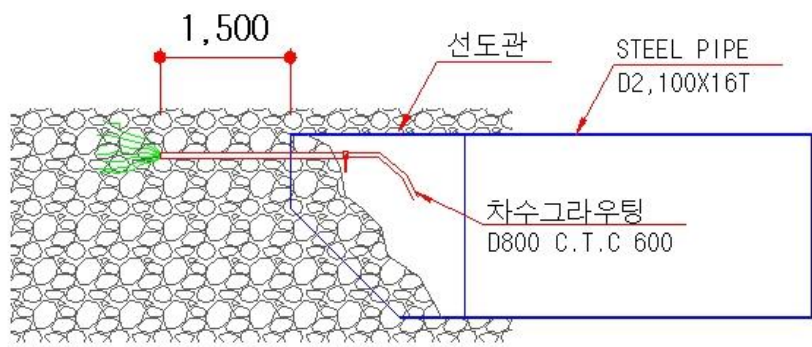
- 5단계 : 강관외부 그라우팅



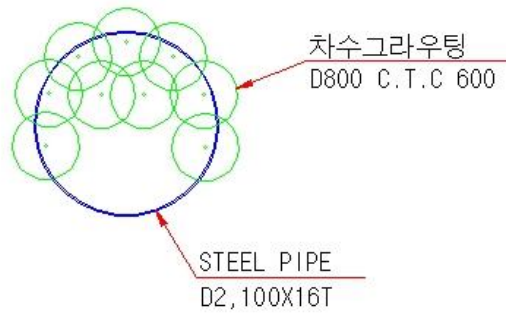
그라우팅 주입

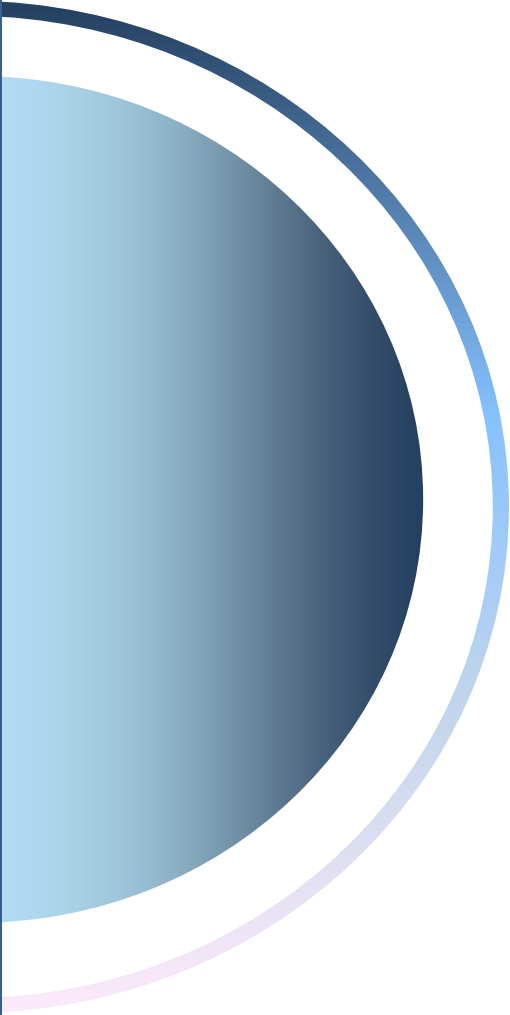


지하수 유입시 차수 그라우팅



차수그라우팅 정면도





제 3 장 비개착공법 시공사례

3. 비개착 공법 시공사례

공 사 명 : 고양향동 및 덕은지구 공급처리시설 건설공사

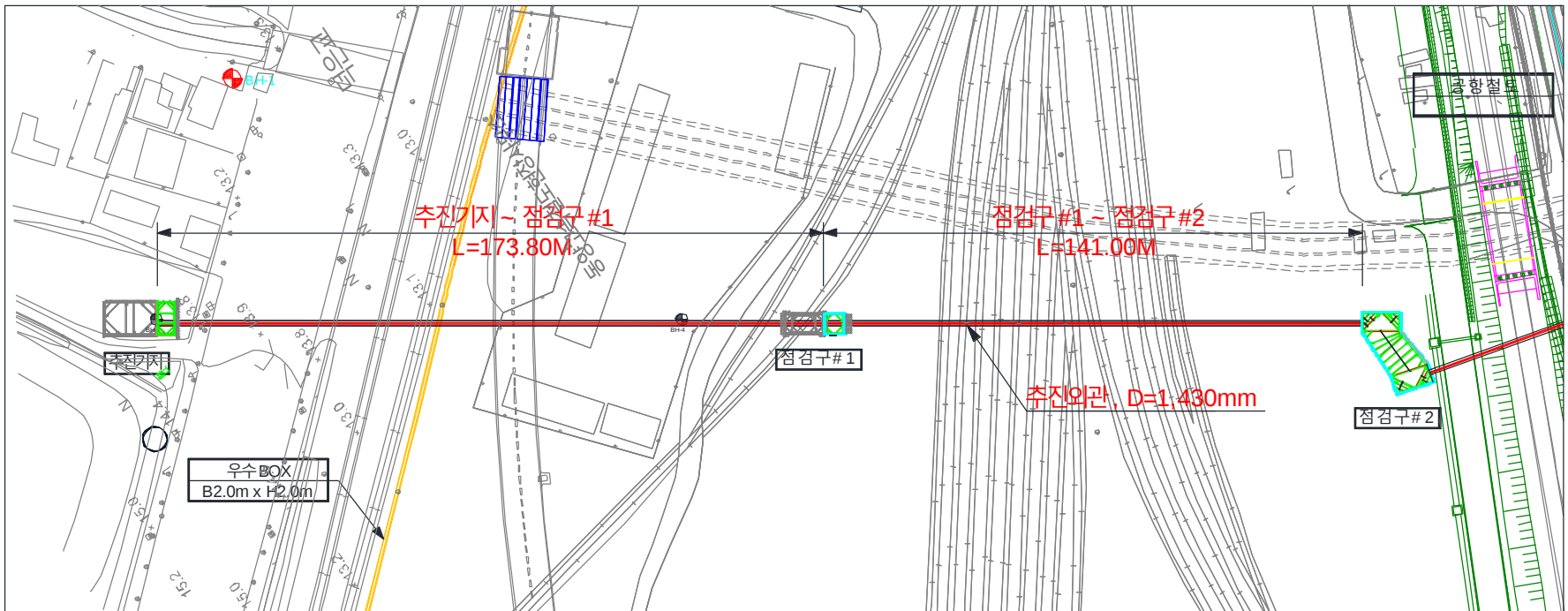
발 주 처 : 한국토지주택공사

과 업 구 간 : 철도 하부통과 구간

연 장 : 173.8m , 141m , 125.59m

토 피 고 : 10.5m ~ 1.5m

추 진 관 경 : D1,430



3. 비개착 공법 시공사례

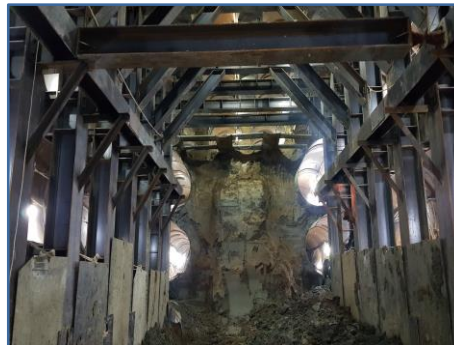
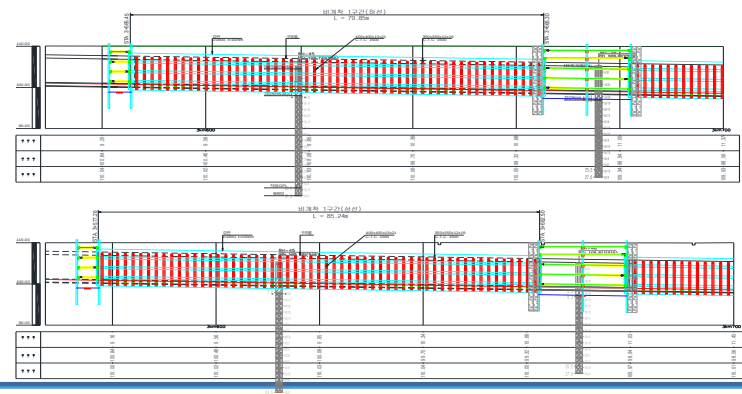
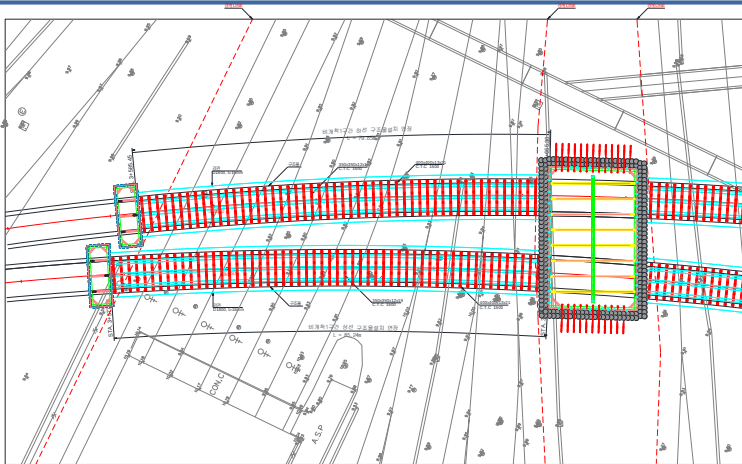
공 사 명 : 대곡~소사 복선전철 민간투자시설사업

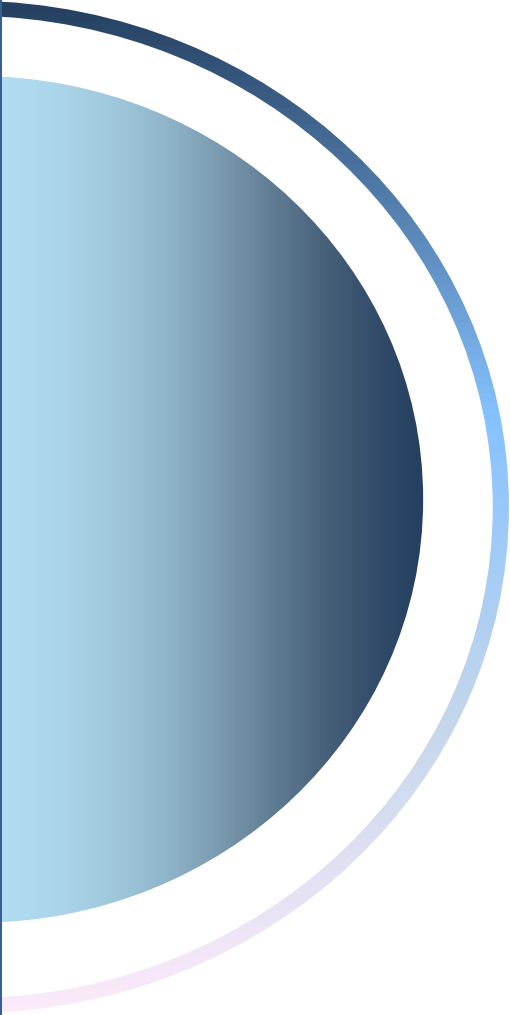
과 업 구 간 : 철도 하부 통과 구간

연 장 : 85.2m

구조물크기 : 6.0m(폭) x 5.5m(높이)

토 피 고 : 3.0m

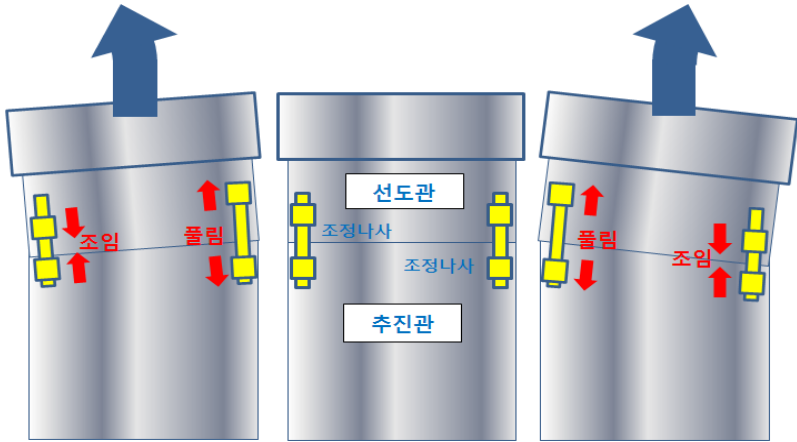




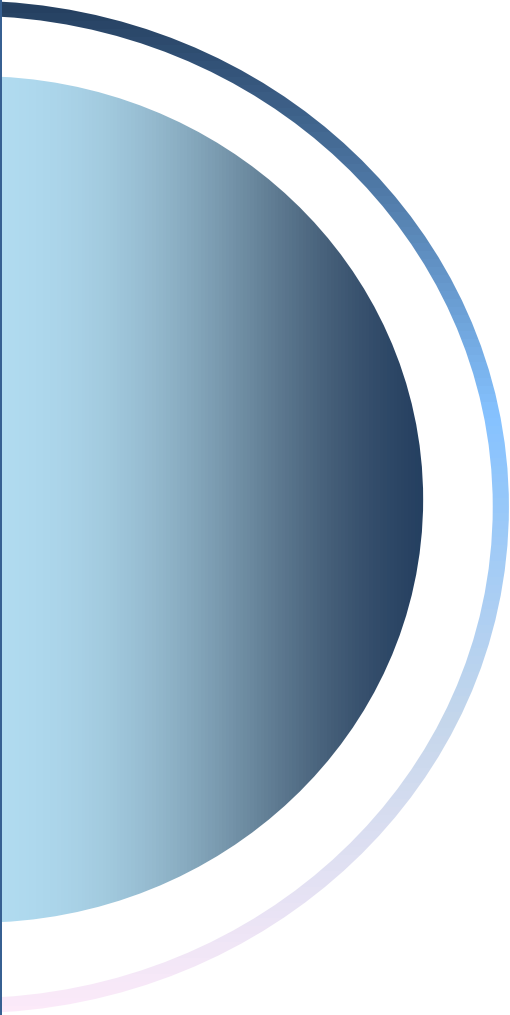
제 4 장 비개착공법 기술제안

◆ 강관 선형 시공성 확보 방안

- ※ 강관 선형 시공성 확보 필요.
- 선도관 조정장치를 통한 선형 조정 정밀 시공성 확보 가능.

구 분	선도관 선형 조정장치	
도 면		
강관크기	직경 :D2,100 선도관 길이 : 2.0m 추진관 길이 : 6.0m	
조정방법	선도관 4방향에 위치한 선도관 조정장치 를 조작하여 선형조정	
시 공 성	우수 (곡선 선형 시공 가능)	





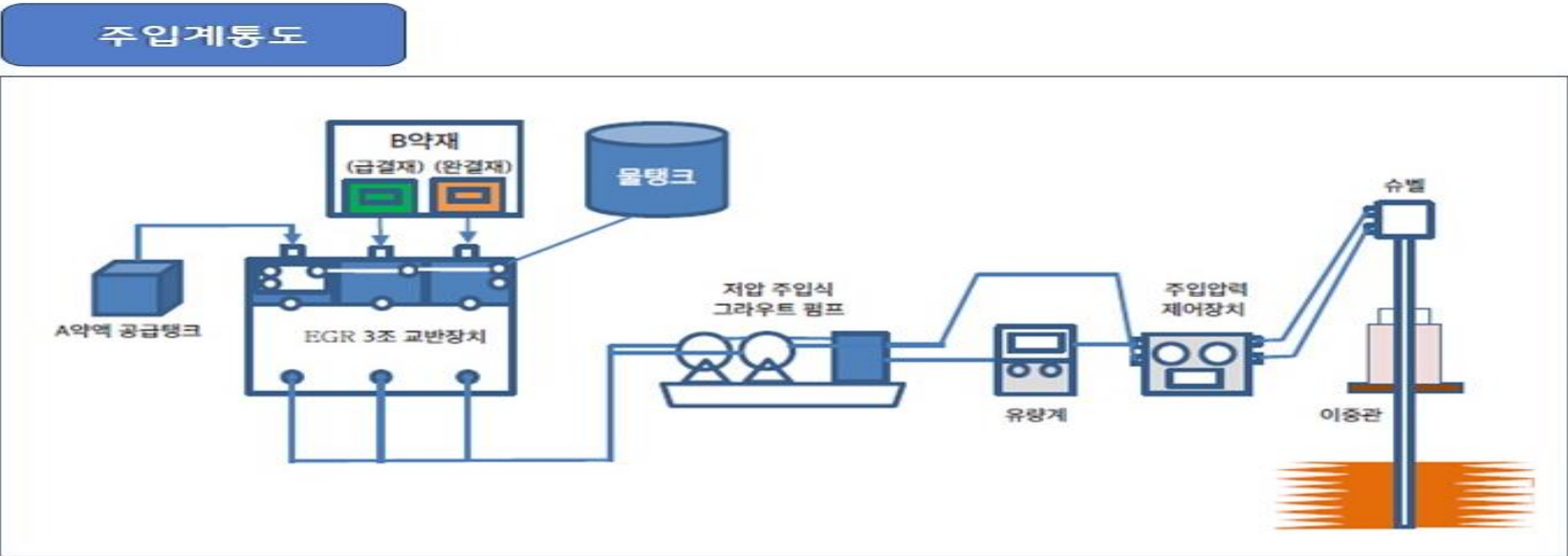
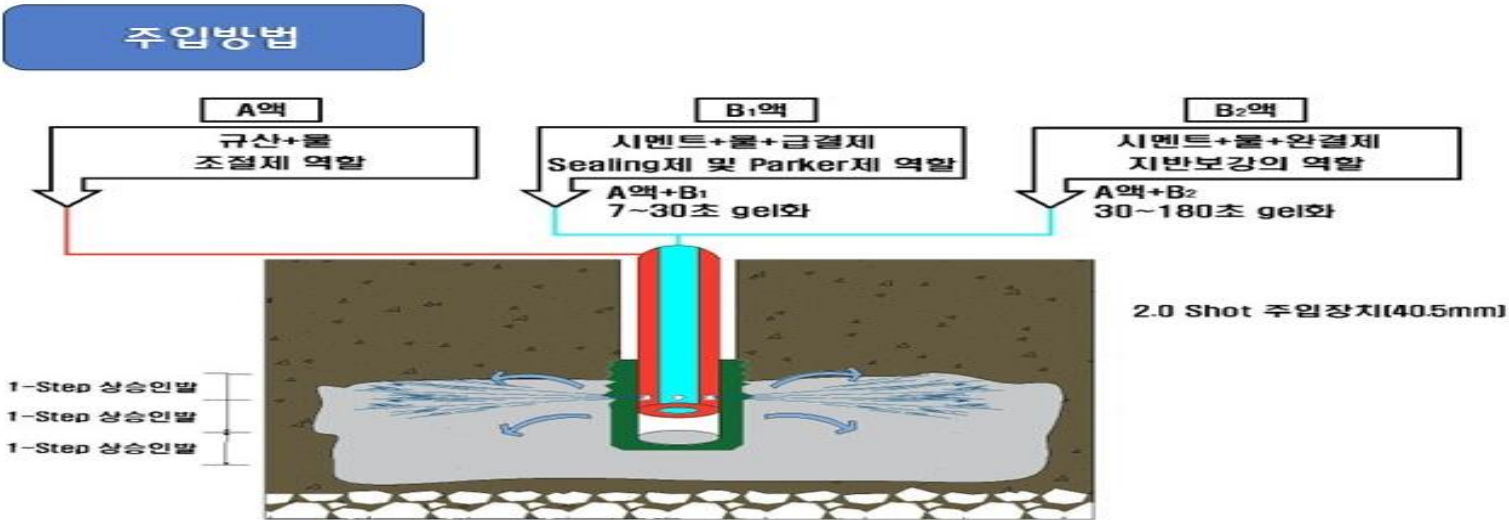
제 5 장 EGR 공법 설명서

◆ 개 요

※ 친환경 혼합재를 포함하는 그라우트 주입용 조성물 및 이를 이용한 그라우팅 공법
→ EGR 지반주입공법은 용탈성이 일어나는 규산나트륨, 특수규산 등의 용탈성 재료를 최소로 하되, 자성을 이용하여 자기장을 생성 실리케이트의 활성 및 혼화재의 결합을 극대로 올려 주입성능, 내구성, 지반개량[다짐]효과를 높여 지하수 오염을 줄이고, 할렬 주입은 물론 주입성능을 극대화함으로써 주입성을 높이고, 지반내부를 고결화 하여 빈틈없이 채움으로써 지반 지지력을 높이고 차수성능을 높여주는 저압주입 방식의 환경 친화적인 실리카 졸 계의 공법이다.

구 분	선도관 선형 조정장치
Gel-Time	수초 ~ 수분
고결강도	20~60 kg/cm ²
침투성	초기점성이 낮음. 고결직전까지 점도변화는 거의 없음.
팽창성	1~3%
지하수의 수질에 의한 고결성	해수, 지하수의 수질이 고결성에 악영향을 미치지 않음.
내구성	종래의 주입재 대비 반영구적
내염성(바닷물 저항성)	염화물의 영향이 거의 없음
환경 친화적인 공법	

◆ 주입 방법 및 주입 계통도



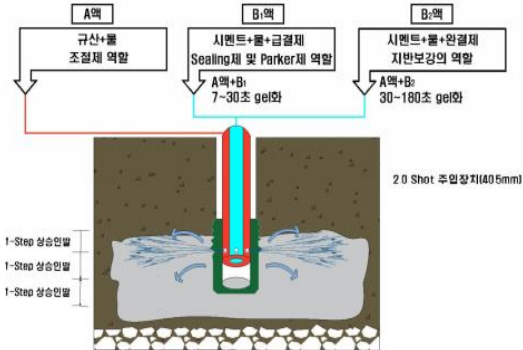
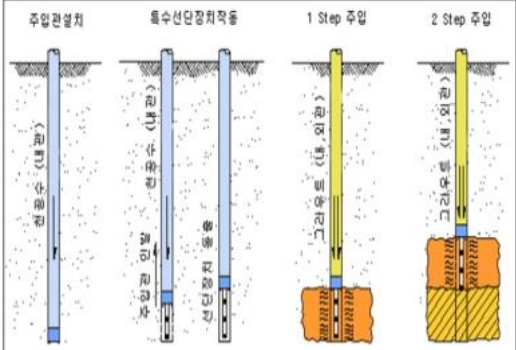
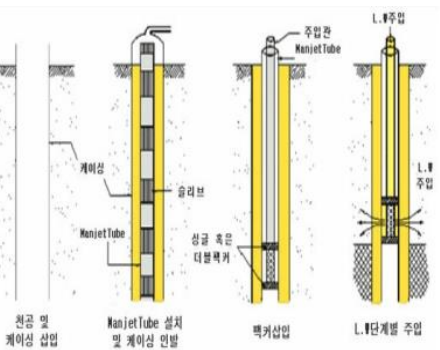
◆ 표준 배합 비율

표준배합비율

구분	A액		B1액(급결)		B2액(완결)	
표준배합	규산	50ℓ	시멘트	60kg	시멘트	60kg
			EGR-7호	22kg	EGR-8호	22kg
	물	150ℓ	물	160ℓ	물	160ℓ
계	200ℓ		200ℓ		200ℓ	

※ 배합비는 현장 여건에 따라 변경 될 수 있다.

◆ 공법 비교표

구 분	약 액 주 입 공 법		
	E.G.R 공법 (Eco-Friedly Space Grouting Rocket System)	S.G.R 공법 (Space Grouting Rocket System)	L.W. 공법 (Lobiles Wassarglass)
모식도	 The diagram illustrates the E.G.R method. It shows a vertical injection pipe with two main sections: A (top) and B (bottom). Section A is labeled 'A액: 규산+물 조절제 역할' (A-liquid: role of silica+water regulator). Section B is labeled 'B액: 시멘트+물+금결제 Sealing제 및 Parker제 역할' (B-liquid: role of cement+water+sealing agent and Parker agent). Below the pipe, the grouting process is shown in three stages: '1-Step 상승인발' (1-Step rising), '2-Step 상승인발' (2-Step rising), and '3-Step 상승인발' (3-Step rising). The final stage shows a '20 Shot 주입장치(405mm)' (20 Shot injection device (405mm)).	 The diagram illustrates the S.G.R method. It shows a vertical injection pipe with two main sections: A (top) and B (bottom). Section A is labeled 'A액: 규산+물 조절제 역할' (A-liquid: role of silica+water regulator). Section B is labeled 'B액: 시멘트+물+금결제 Sealing제 및 Parker제 역할' (B-liquid: role of cement+water+sealing agent and Parker agent). Below the pipe, the grouting process is shown in two stages: '1 Step 주입' (1 Step injection) and '2 Step 주입' (2 Step injection). The final stage shows a '20 Shot 주입장치(405mm)' (20 Shot injection device (405mm)).	 The diagram illustrates the L.W. method. It shows a vertical injection pipe with two main sections: A (top) and B (bottom). Section A is labeled 'A액: 규산+물 조절제 역할' (A-liquid: role of silica+water regulator). Section B is labeled 'B액: 시멘트+물+금결제 Sealing제 및 Parker제 역할' (B-liquid: role of cement+water+sealing agent and Parker agent). Below the pipe, the grouting process is shown in two stages: '1-Step 주입' (1-Step injection) and '2-Step 주입' (2-Step injection). The final stage shows a '20 Shot 주입장치(405mm)' (20 Shot injection device (405mm)).
주입범위	φ 0.6m ~ 1.2m	φ 0.8m ~ 1.2m	φ 0.8m ~ 1.2m
주입압력	1~10 kgf/cm ² 최대 15~60kgf/cm ²	1~10 kgf/cm ²	1~20 kgf/cm ²
공법 개요	· 기존공법의 단점을 보완 개량하여, 지하 수 오염을 줄이고 용탈 현상을 최대한 감소 시키며 내구성 및 차수성을 높인 친환경 저압침투공법	· 지반을 천공한 후 지중에 이중관 주입 ROD를 설치한 후 선단장치를 통해 주입재를 대상지반에 주입하는 20Shot방식의 차수공법	· LW공법은 멘젯 튜브 내로 Packer를 장착하여 주입효율을 향상시키는 15Shot 합주입을 특징으로 하는 약액 주입공법임

◆ 공법 비교표

구 분	약 액 주 입 공 법		
	E.G.R 공법 (Eco-Friedly Space Grouting Rocket System)	S.G.R 공법 (Space Grouting Rocket System)	L.W. 공법 (Lobiles Wassarglass)
공법 장점	· 저압주입식 그라우팅 공법으로 기존의 공법을 계량한 친환경 소재의 공법이다. · 대상토질에 따른 Gel-Time조절이 용이 · 지하수에 의한 주입재의 수축 및 용탈 현상이 거의 없다. · Gel-Time 조절에 따른 한정주입으로 차수 효과 극대화 · 주입재의 초기 점성이 작아 침투주입이 잘 된다. · 기존 주입재보다 강도가 우수하다.	· 특수선단 주입장치에 의한 유도공간에서 주입재 혼합 우수 · 이중관 복합주입으로 급결, 완결 반복 주입이 가능 · 이중관 ROD로 겔 타임 조절 유리	· 사용실적이 가장 오래 되었다. · 연약토질 및 공극이 큰층에 적용된다. · 시공장비가 소형이어서 협소한 공간에서도 작업 가능 · 물유리를 사용하므로 주입재의 용탈현상이 발생한다.
공법 단점	· 특이사항 없음.	· 개량 강도가 적다. · 용탈 현상으로 장기적인 내구성이 저하 된다. · 세립사, 실트, 점성토 지반에서는 주입재 침투효과 미흡	· 일반화된 공법으로 품질저하 · 심도가 깊은곳에서는 멘젯류 브 휨 현상으로 삽입곤란 하다. · 주입재의 용탈현상으로 내구 성 저하
주입재료	자성이온화 실리케이트+시멘트+EGR약재	규산소다+시멘트+SGR약재	규산소다+시멘트+벤토나이트
겔타임	6~30초(급결), 30~180초(완결)	6~9초	120~180초
주입방식	저압주입(2.0/1.5Shot)	저압주입(2.0Shot)	저압주입(1.5Shot)

◆ 특허증



◆ 시험성적서

시험성적서

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재울로 68(가좌동) TEL (051)464-0771 FAX (051)462-2115
성적서번호 : TAK-2024-066611 접수 일자 : 2024년 04월 30일
대표자 : 김수환 시험완료일자 : 2024년 06월 10일
업체명 : 주식회사 중원건설
주소 : 전라북도특별자치도 순창군 순창읍 남산길 4, 2층
시 료 명 : E.G.R 공법용 지반보강재 : 급결 7호

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
압축강도(1일)	MPa	-	3.19 KS L 5105 : 2022(준용)	
압축강도(7일)	MPa	-	4.30 KS L 5105 : 2022(준용)	
압축강도(28일)	MPa	-	4.97 KS L 5105 : 2022(준용)	

* 시험방법 및 시험편 의뢰자 제시
* 배합비 의뢰자 제시
- A역 : B역 = 1 : 1 (부피비)
- A역 : B역 = 2호 : 시멘트 : 물 = 11 : 30 : 84 (질량비)
- B역 = 규산용역 : 물 = 56 : 60 (질량비)
- 용 도 : 품질관리용
비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Kim Donghee
작성자 : 김동희
Tel : 032-570-9647

Lee Seong-gyu
기술책임자 : 이성규
Tel : 1577-0091(ARS ①~④)

2024년 06월 10일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code

시험성적서

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 22829 인천광역시 서구 가재울로 68(가좌동) TEL (051)464-0771 FAX (051)462-2115
성적서번호 : TAK-2024-066612 접수 일자 : 2024년 04월 30일
대표자 : 김수환 시험완료일자 : 2024년 06월 10일
업체명 : 주식회사 중원건설
주소 : 전라북도특별자치도 순창군 순창읍 남산길 4, 2층
시 료 명 : E.G.R 공법용 지반보강재 : 완결 8호

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
압축강도(1일)	MPa	-	2.57 KS L 5105 : 2022(준용)	
압축강도(7일)	MPa	-	2.96 KS L 5105 : 2022(준용)	
압축강도(28일)	MPa	-	3.42 KS L 5105 : 2022(준용)	

* 시험방법 및 시험편 의뢰자 제시
* 배합비 의뢰자 제시
- A역 : B역 = 1 : 1 (부피비)
- A역 : B역 = 2호 : 시멘트 : 물 = 11 : 30 : 84 (질량비)
- B역 = 규산용역 : 물 = 56 : 60 (질량비)
- 용 도 : 품질관리용
비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

Kim Donghee
작성자 : 김동희
Tel : 032-570-9647

Lee Seong-gyu
기술책임자 : 이성규
Tel : 1577-0091(ARS ①~④)

2024년 06월 10일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code

◆시험성적서

시험성적서

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

주 44412 울산광역시 중구 중가로 15(다운동)
성적서번호 : TAK-2024-066610
대 표 자 : 김수민
업 제 명 : 주식회사 중원건설
주 소 : 전북특별자치도 순창군 순창읍 남산길 4, 2층
사 료 명 : E.G.R 공법용 자반보강재 : 급결 7호

TEL (051)464-0771 FAX (051)462-2115
접 수 일 자 : 2024년 04월 30일
시험완료일자 : 2024년 05월 23일

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
카드를	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.10)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
구리	mg/kg	-	2.5	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
납	mg/kg	-	3.7	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
아연	mg/kg	-	12.6	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
6가크롬	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.5)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
수은	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.01)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
비소	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 1.50)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
니켈	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.4)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 피뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 있으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

L & E Young-In

작성자 : 이영민
Tel : 052-220-3147

Kim Minho

기술책임자 : 김민호
Tel : 052-0091(ARS ①~④)

2024년 05월 23일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

시험성적서

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

주 44412 울산광역시 중구 중가로 15(다운동)
성적서번호 : TAK-2024-066610
대 표 자 : 김수민
업 제 명 : 주식회사 중원건설
주 소 : 전북특별자치도 순창군 순창읍 남산길 4, 2층
사 료 명 : E.G.R 공법용 자반보강재 : 완결 8호

TEL (051)464-0771 FAX (051)462-2115

접 수 일 자 : 2024년 04월 30일
시험완료일자 : 2024년 05월 23일

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
카드를	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.10)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
구리	mg/kg	-	3.2	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
납	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 1.5)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
아연	mg/kg	-	12.0	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
6가크롬	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 0.5)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
수은	mg/kg	-	0.02	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
비소	mg/kg	-	불검출(정량한계 : 1.50)	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)
니켈	mg/kg	-	108	국립환경과학원 고시 제 2022-38호 (2022.07.25.)

- 용 도 : 품질관리용

- 비 고 : 1. 이 성적서는 피뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 총포, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 있으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

L & E Young-In

작성자 : 이영민
Tel : 052-220-3147

Kim Minho

기술책임자 : 김민호
Tel : 1577-0091(ARS ①~④)

2024년 05월 23일

KTR 한국화학융합시험연구원



위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

◆ EGR 공법의 용도 및 적용 & 시공사진

EGR 공법의 용도 및 적용

용도

지반보강

- 연약지반보강
- 옹벽기초보강
- 채움그라우팅



가시설차수

- 흙막이 배면차수 그라우팅
- 굴착 및 수직구간 차수 및 지반보강



제방하천

- 제방의 차수 및 지반보강
- 저수지 보, 양안 차수 및 지반보강



터널

- 선단보강구간 차수 그라우팅



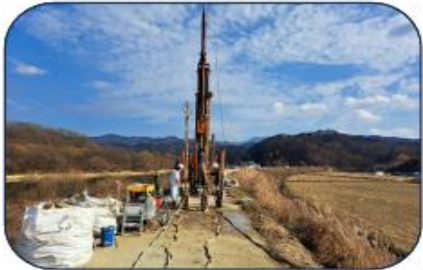
지하수영향

- 지하수의 유속이 있는 경우

토양오염

- 친환경 재료 사용으로 토양오염을 방지해야 하는 경우

시공 사진



5. EGR 공법 설명서

◆ 시공실적

시공 실적

[illegible]

[동북선4공구] 동북선 도시철도 민간투자사업 116화기구 구간 차수공사 시행 관련의 건

※ 본 기사를 이해하고 싶으신 분은 hgc@hgc.com로 문의하십시오. (문의처: HGC <hgc@hgc.com>)

받는사람 zosis77@daum.net<zosis77@daum.net> 주소추가

코오롱글로벌이 시공하는 동북선 현장에서 EGR공법을 116환기구(지역 하천 옆)구간에서 실시하였음. (현장여건에 따른 기존설계외 추가시공분)

인근 하천수 및 지하수 유입이 과다하여 터널 막장면 형성시 문제가 발생할 것으로 예상되어 설계의 차수공사를 실시함

특허(제10-2648868호)인 친환경 포장재를 포함하는 그라우트 주입용 조성물 및 이를 이용한 그라우트 공법을

발명자(오정민)가 직접 시공하였고, 결과는 대만족이었음

유인수가 과다하다보니 시공에 있어 기존 설계에 반영된 자수언체들은 시공을 꺼려하였고 시공을 하다고해도

자수에 대한 결과치를 담담하지 못하는 상황에서 EGR을 붙여보는 해당 구간 자수에 대해 시도해 볼 사항으로 원인을 진행하여

현장에서 만족할 만한 결과를 도출하였음. 자수공부에 대한 우수성은 당사 현장 시공을 통해 입증되었다고 판단됨.

주요주주 코오롱글로벌(주)

이후선 자장

동북선 도시철도 민간투자사업(4공구) / 인프라본부

(01715) 서울특별시 노원구 덕릉로 688(중계동 160-3), 우리빌딩 6층 602호

TEL : 02-933-3400

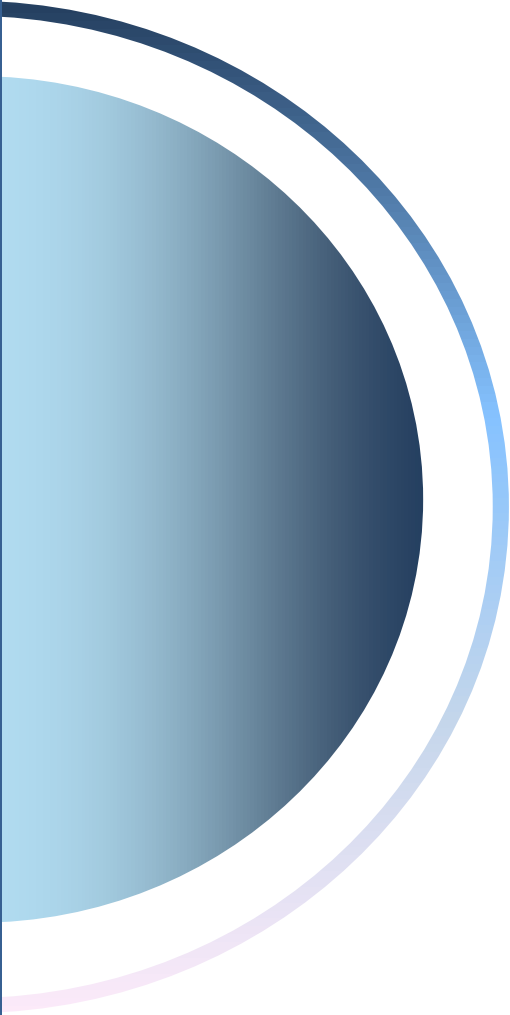
FAX : 02-933-3401

E-mail : hoosip@kolan.com



이제껏 경험하지 못한 위기와 변화에 맞서 행동하는 우리는
독수리의 날카로운 부리처럼 기술과 역량을 갈고 닦고 큰 눈빛으로
다른 기업보다 더 높이 비상하는 기업이 되어야 합니다.

KOLON



제 6 장 T.S.M 공법 설명서

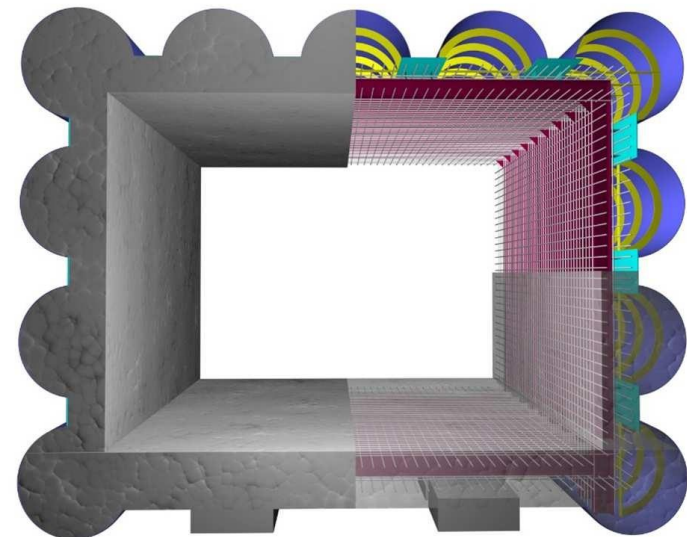
• 1.1 Tunnel of using Steel pipe Method

공법 개요 : T.S.M공법은 다수의 강관을 압입한 상태에서 강관내부에 보강품을 설치하고, 강관과 강관 사이에 슬롯 홀과 격벽철판으로 일체화 한 다음 진행방향에 따라 H-Beam을 설치하고 내부 굴착 후 철근 배근과 콘크리트 타설로 구조체를 형성하는 공법

• 1.2 T.S.M 공법 특징

- ✓ 전 토층 적용가능
- ✓ H-BEAM+철근콘크리트 구조로 내구성 우수
- ✓ 강관추진 완료 후 지보공을 설치하여 공정이 단순함
- ✓ 대구경 강관사용으로 작업공간이 넓어 소구경 강관 보다 시공성 우수
- ✓ 철판 구조물 일체화 방수로 별도의 방수재 불필요
- ✓ 저토피 구간 시공시 상부 보강 불필요
- ✓ 대구경 강관사용으로 작업공간이 넓어 토질변화 및 지 장물 출현시 대처하기가 용이
- ✓ 연약층에서 대구경강관내부 지반보강 가능

• 1.3 T.S.M 공법 개념도



1.4 T.S.M 공법 특성

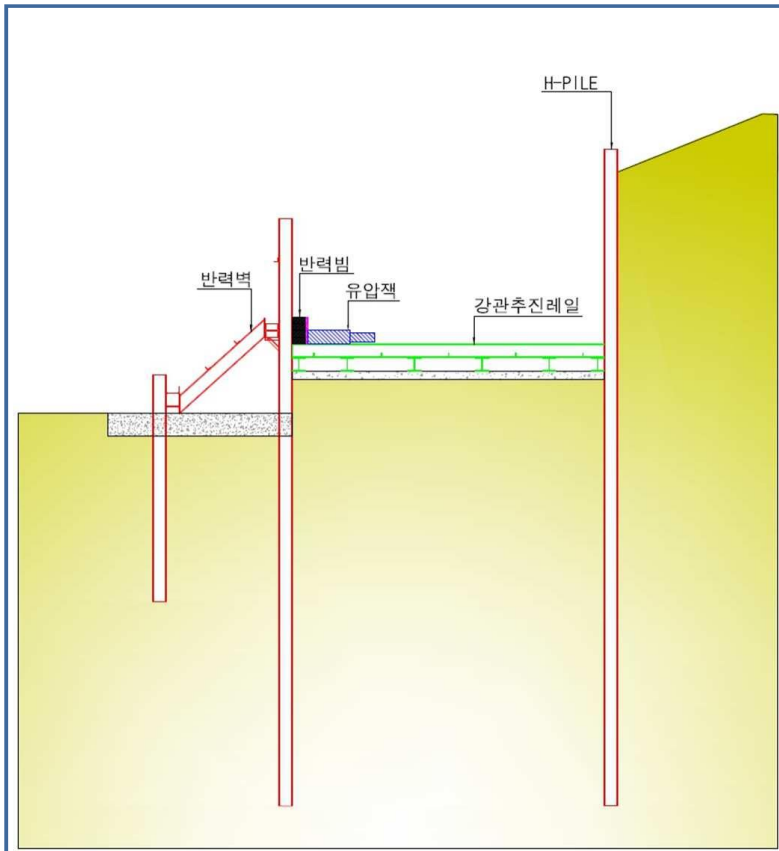
- ▶ 최소 토피로 구조물 시공이 가능 → 도로 표층기준 : 1m, 철도 노반기준 : 0.5m
- ▶ 구조체 방수 확실 → 강관과 강관 사이 격벽철판 연결
- ▶ 강관 변형 및 침하방지 → 내부 보강폼 설치
- ▶ 콘크리트 외부 수려한 미관 → 유로폼 설치
- ▶ 공기 단축 → 지보(H-BEAM)를 설치 후 터널 내부 굴착으로 공기가 단축
- ▶ 안정성 확보 → 강재(H-BEAM)+철근 콘크리트 합성 구조물
- ▶ 공사비 절감 → 공기단축 및 작업의 효율성 증대
- ▶ 적용성 향상 → PIPE type 적용

1.5 T.S.M 공법 적용분야

<도로 및 철도 하부통과>



• 1단계 : 추진기지 가시설 설치



① H-PILE 항타 (가시설 설치)



② 가시설 바닥 콘크리트 타설



③ 반력벽 설치



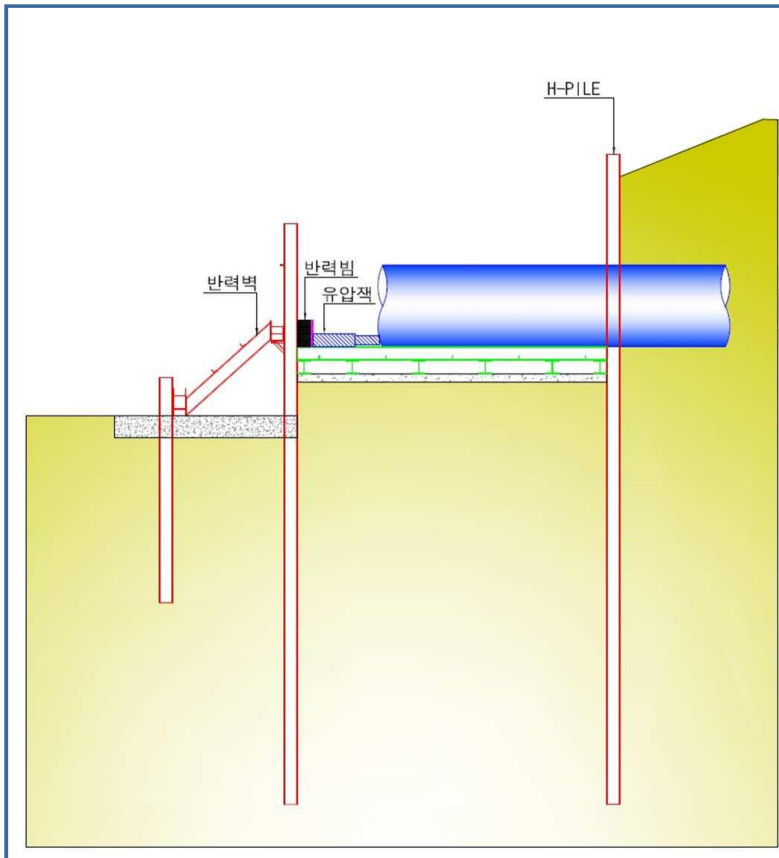
④ 강관 추진레일 설치



세부내용

현장위치를 결정하여 엄지말뚝과 스트리트(어스앵커)를 설치 ⇒ 작업환경을 고려해 바닥 콘크리트 타설 ⇒ 반력벽 설치

• 2단계 : 강관추진



① 강관추진



② 강관 내부 토사 굴착



③ 강관 내부 암굴착



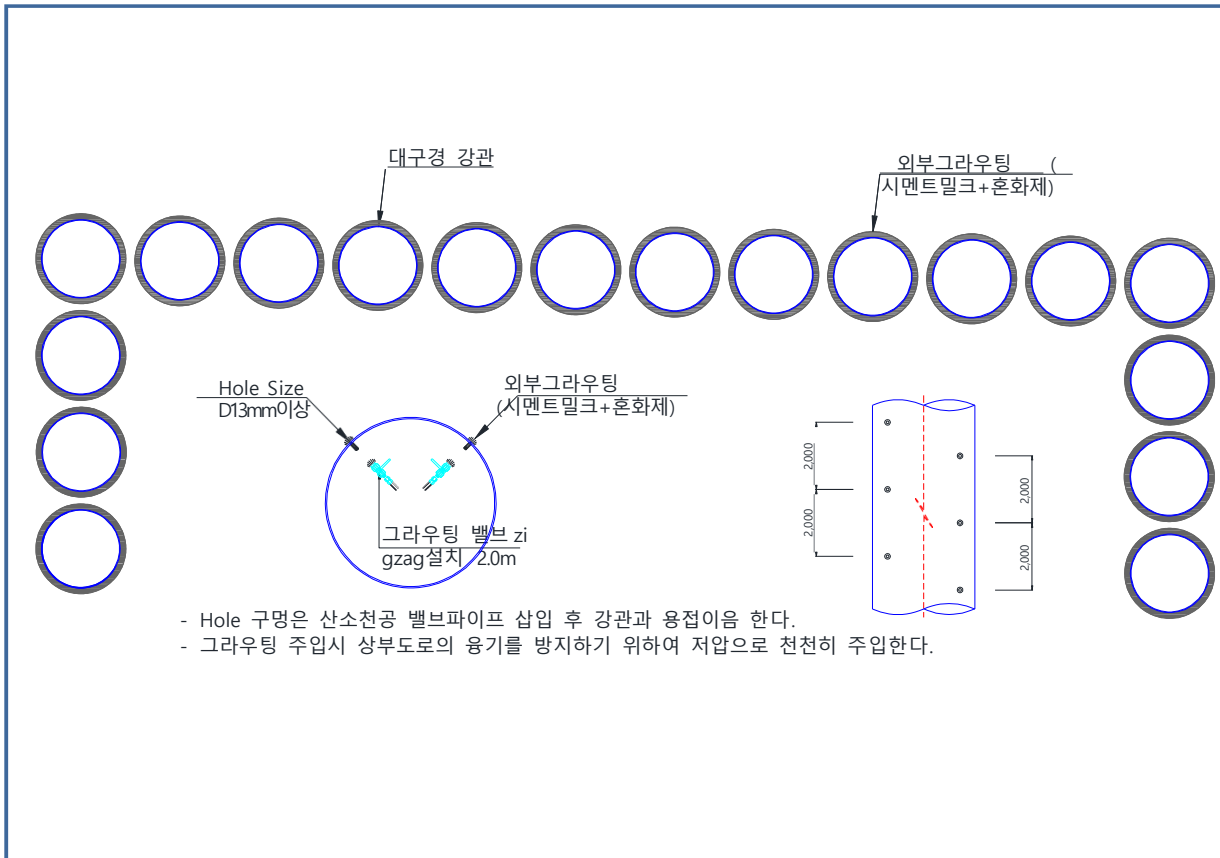
④ 강관 내부 토사 반출



세부내용

각 강관 위치에 유압잭 설치 ⇒ 강관을 추진과 굴착을 동시에 시행하여, 매 1M마다 선형 확인 ⇒ 각 강관 높이에 맞는 작업 대를 설치하여 단계별 추진 ⇒ 강관 추진시 주변 지반과의 마찰력 감소를 위해 관주위에 벤토나이트 주입

3단계 : 강관외부 그라우팅



① 그라우팅 주입관 설치



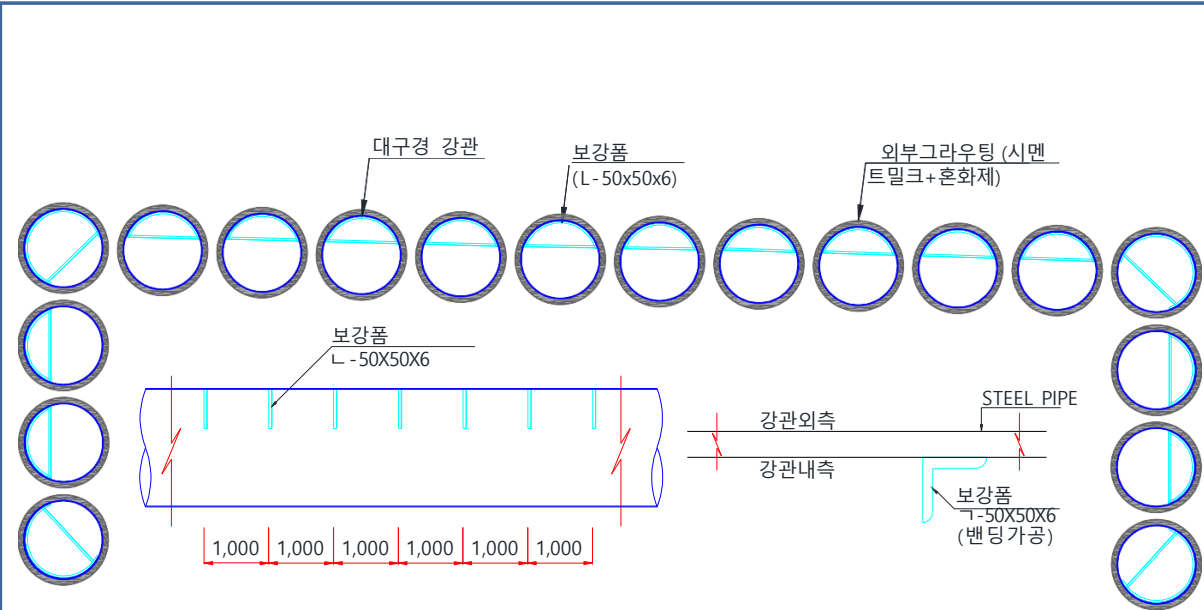
② 그라우팅 주입



세부내용

강관 추진 완료 후 강관외부 그라우팅을 주입하여 지반침하 방지

4단계 : 내부 보강품 설치



① 보강품 설치



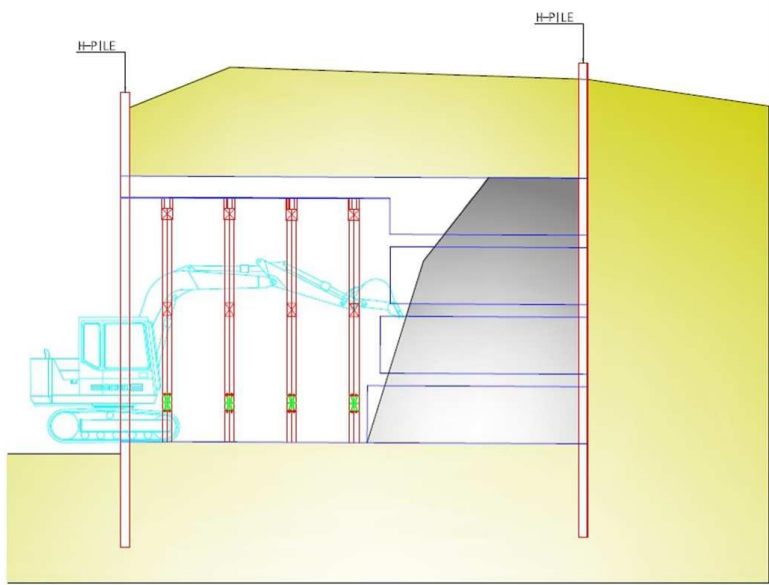
② 보강품 설치



세부내용

강관 변위를 방지하기 위해 내부 보강품 설치

• 5단계 : 강관내 철골 설치



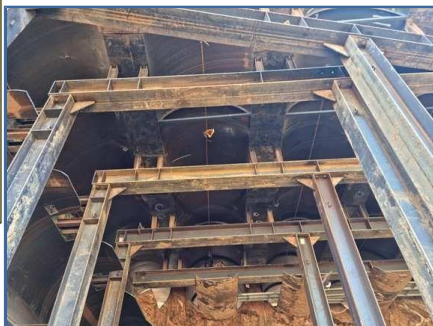
① 터널굴착 및 H-BEAM설치



② 벽체 격벽 철판 설치



③ 상부 격벽철판 설치



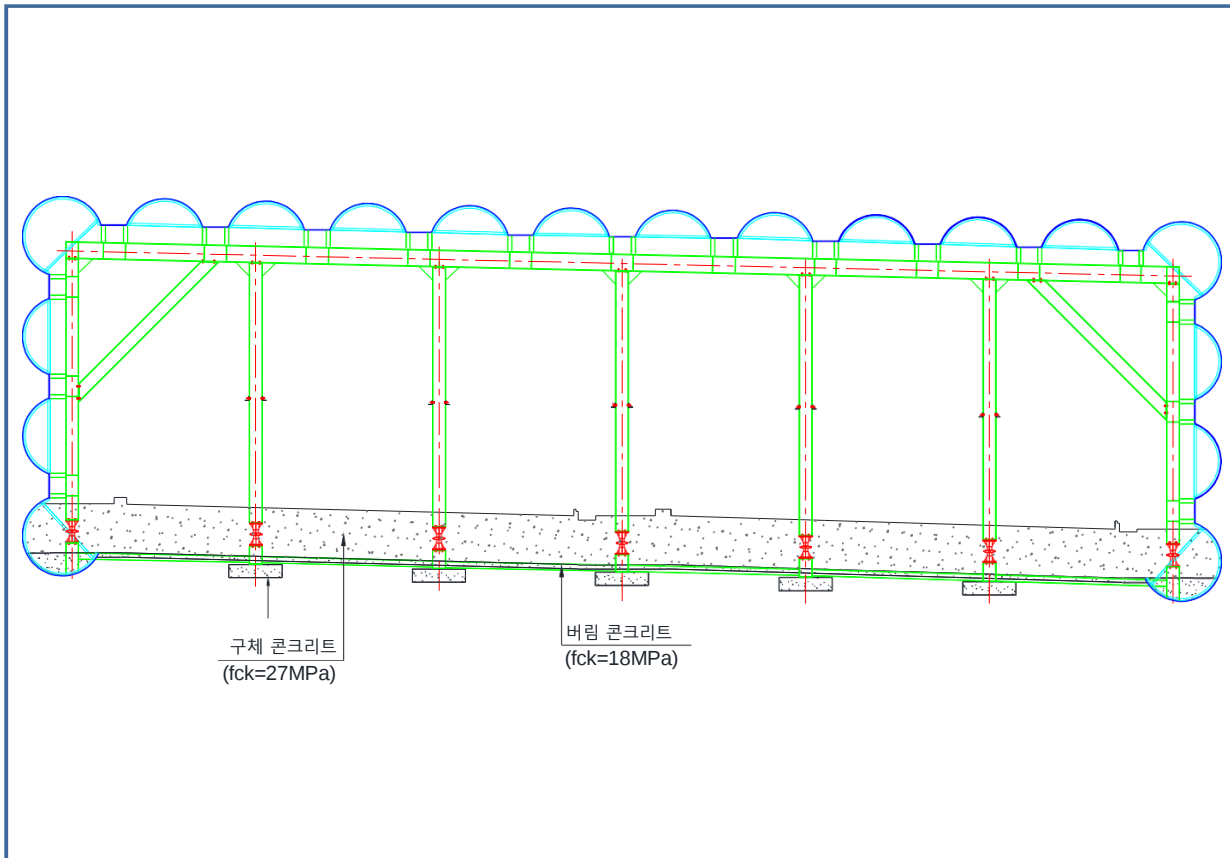
④ 터널 굴착 완료



세부내용

벽체 철골설치⇒ 상부 철골 설치

• 6단계 : 기초 콘크리트 타설



① 기초 철근 설치



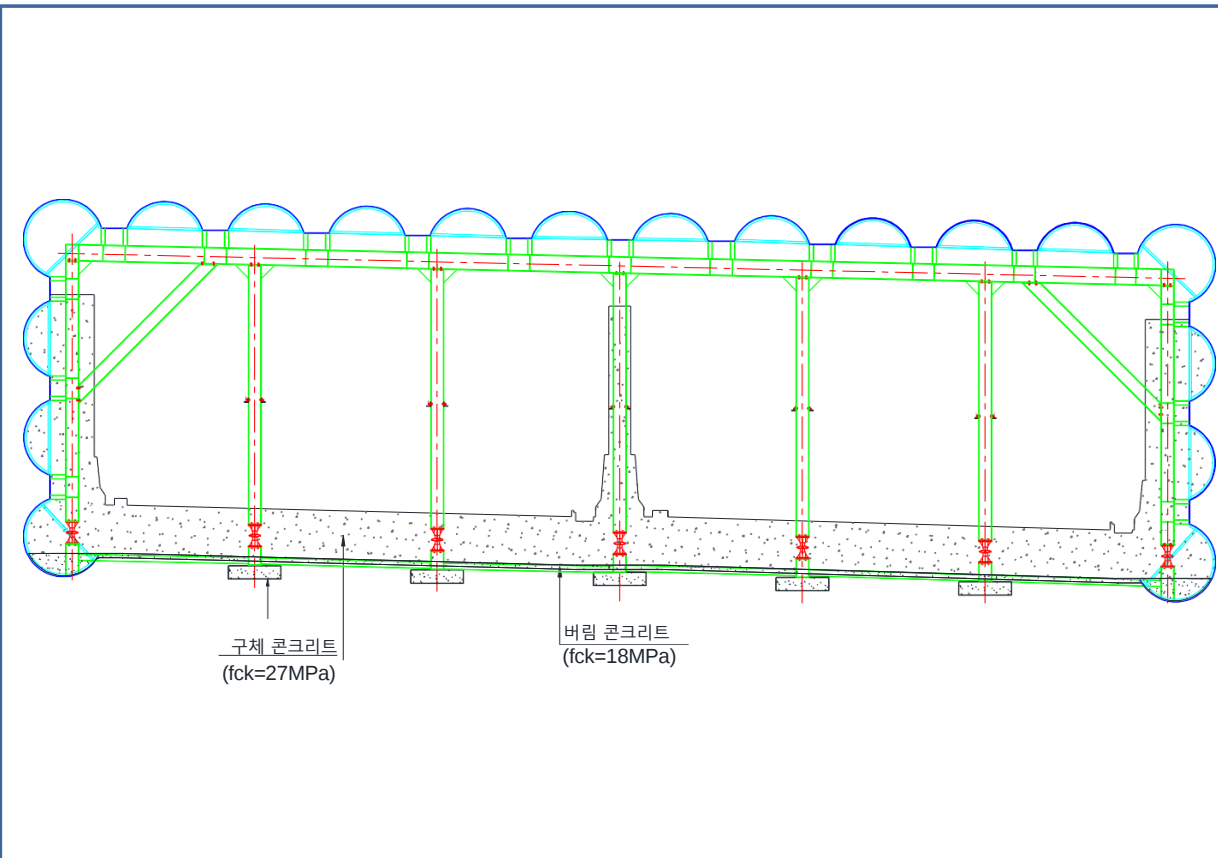
② 기초 콘크리트 타설



세부내용

기초 버림콘크리트 타설 ⇒ 바닥방수 ⇒ 방수재 보호몰탈 타설 ⇒ 기초 철근배근 ⇒ 기초 콘크리트 타설

• 7단계 : 벽체 콘크리트 타설



① 벽체 철근 설치



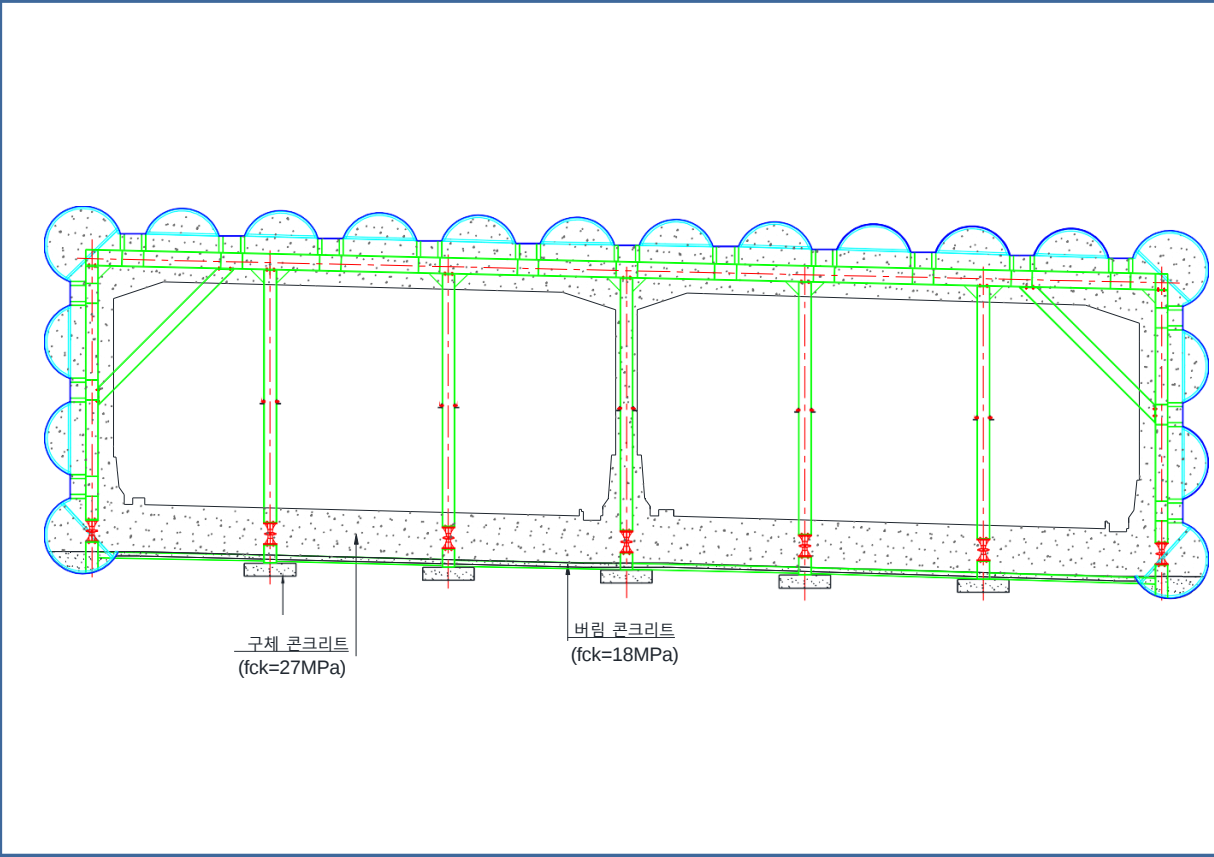
② 벽체 콘크리트 타설



세부내용

벽체 철근배근 ⇒ 벽체 거푸집 설치 ⇒ 벽체 콘크리트 타설

• 8단계 : 상부 슬래브 콘크리트 타설



① 상부 슬래브 철근 설치



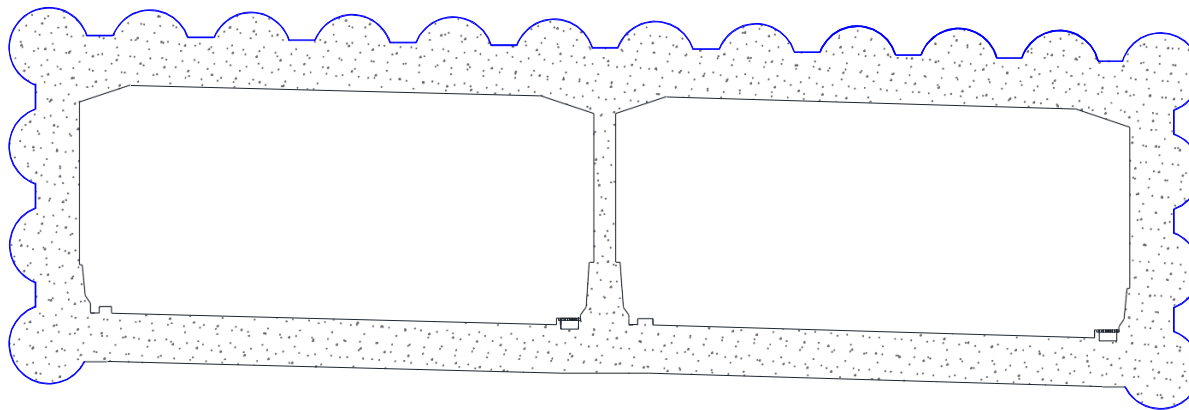
② 상부 슬래브 콘크리트 타설



세부내용

상부 슬라브 철근배근 ⇒ 상부 슬라브 거푸집 설치 ⇒ 상부 슬라브 콘크리트 타설

• 9단계 : 임시지지보 해체 및 시공면 정리



① 상부 슬래브 철근 설치



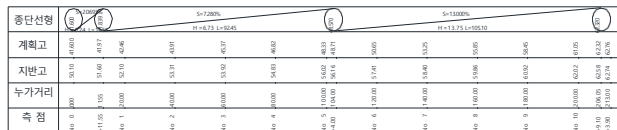
② 상부 슬래브 콘크리트 타설



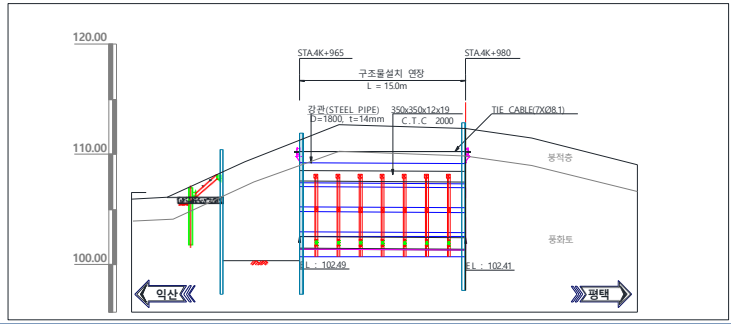
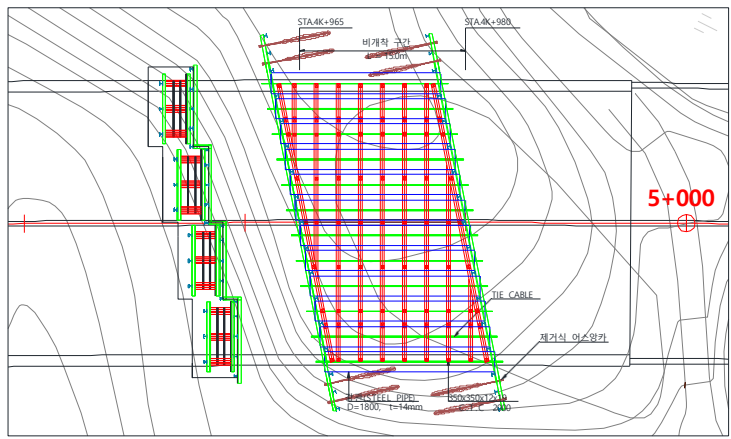
세부내용

상부 슬래브 거푸집 해체 ⇒ 임시 지지보 해체 ⇒ 시공면 정리 ⇒ 구조물 완성

토 피 고 : 10.0m



공 사 명 : 평택~부여~익산(서부내륙)고속도로 민간투자사업
과 업 구 간 : 토사 구간
연 장 : 15.0m
구조물크기 : 25.9m(폭) x 5.2m(높이)
토 피 고 : 4.0m



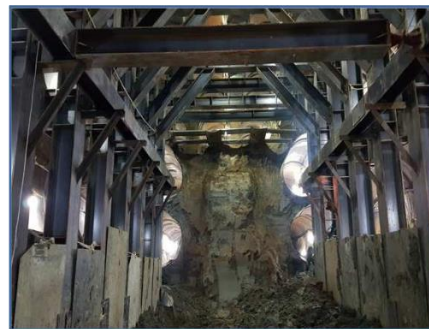
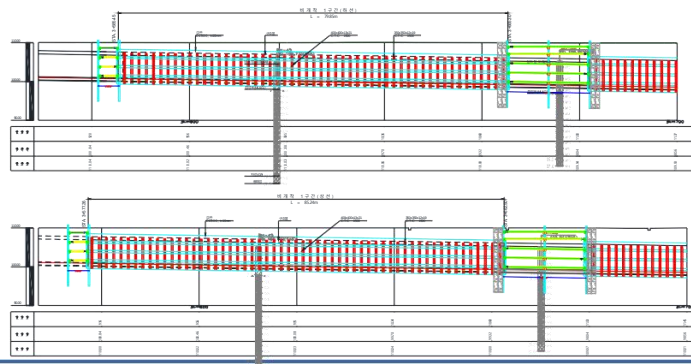
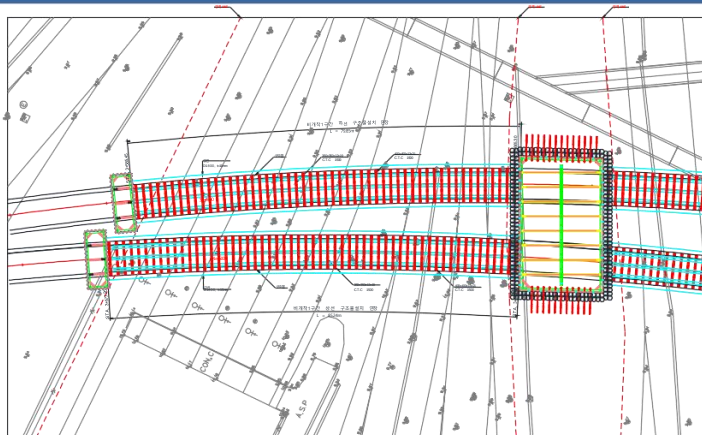
공 사 명 : 대곡~소사 복선전철 민간투자시설사업

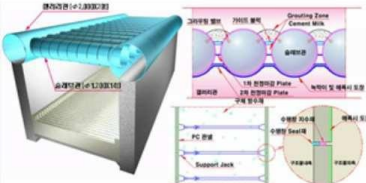
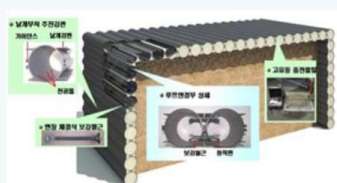
과 업 구 간 : 철도 하부 통과 구간

연 장 : 85.2m

구조물크기 : 6.0m(폭) x 5.5m(높이)

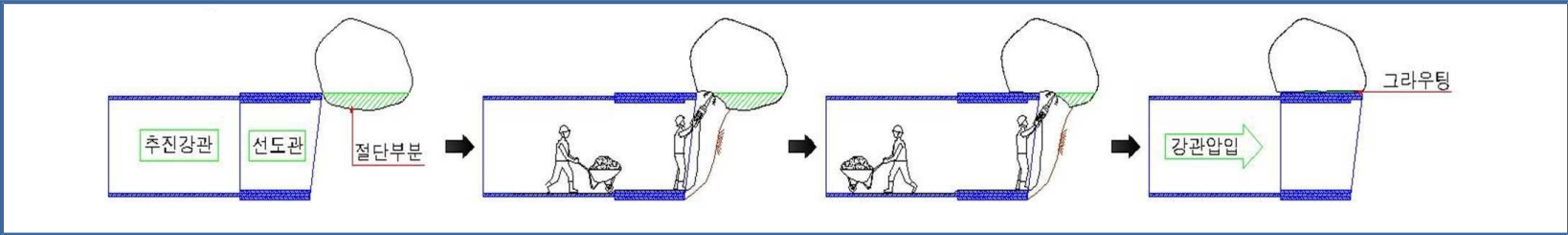
토 피 고 : 3.0m



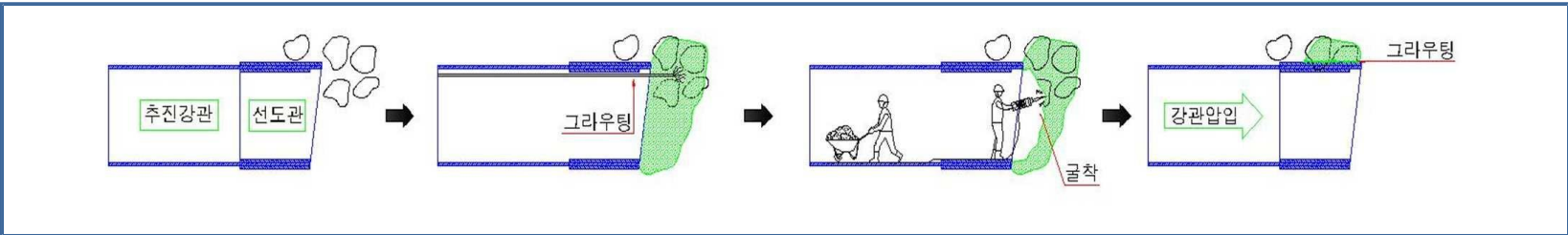
구분	T. S. M 공법	T.R.C.M 공법	S. T. S 공법	U. P. R. S 공법
공법 개요	다수의 강관을 압입한 상태에서 강관내부에 보강품을 설치하고, 강관과 강관사이에 슬롯홀과 격벽철판으로 일체화 한 다음 진행방향에 따라 H-B eam을 설치하고 내부 굴착 후 철근배근과 콘크리트 타설로 구조체를 형성하는 공법	- 강관을 영구구조물 및 가시설로 하여 강관 내부 토사를 굴착한후 슬래브 축조 - 벽체는 트랜치 굴착하여 구조물을 설치 - 상부슬래브는 충전강관 구조이며, 벽체는 트랜치굴착에 의한 벽식 구조임	- 파이프 루프공법의 강관 연결부를 포함한 공법으로 특수 제작된 소형 강관을 압입하고 연결철근으로 결속 - 강관내부에 몰탈을 채워 중형으로 일체화된 강관라멘차수구조체를 형성 - 구조물 내부를 굴착하여 구조물을 형성하는 공법	- 강관을 중첩 또는 연결되게 한 강관다발구조체를 제작 연결고리인 레일에 맞물려 가이드부 추진 - 일반부 추진후 연결부 용접보강 및 철근다발 설치 - 강관내부에 콘크리트를 타설하여 일체화된 강관다발구조체를 형성하며, 단계별 내부를 굴착하여 구조물을 형성하는 공법
개요도				
장점	- 측벽 구조체 축조시 대경 강관내에서 작업이 이루어지므로 위험성이 낮음 - 지하 구조물의 벽면이 미려하게 형성 가능함 - 강관 추진시 시공오차가 발생하여도 계획선을 따라 측량하여 절개하므로 터널단면에 문제가 야기되지 않음 - 구조물 타설완료 후 구조물 내부굴착을 진행하므로 굴착시 안정성 확보 가능함 - 대형강관내에서 연약지반 하부보강이 유리	- 선도관 조정장치로 곡선선형 시공가능 - 강관을 본 구조물로 사용하므로 원가 절감 및 공기단축 가능 - 인접 강관과 맞물려 강성증대로 안정성 확보 - 구조물 타설완료 후 구조물 내부굴착을 진행하므로 굴착시 안정성 확보 가능함	- 현장용접 및 강관의 절단작업이 없어 강관추진의 시공성 및 품질관리 용이함 - 보강철근 설치로 인한 횡방향 강성 보강 - 강관외측 레일을 이용 압입 하므로 시공오차 감소 - 추진기자가 소규모로 시가지 공사시 유리함 - 단관의 다열추진으로 강관추진시 지장물 대처가 용이하고 추진기간 단축으로 경제적임	- 구조물 중앙 좌우측으로 인위적 구배를 형성하여 상부 유입수에 대한 자연배수 가능 - 최종목적물에 가까운 강관다발구조체를 추진하므로 단면 손실의 최소화 - 낮은 토퍼로 추진이 가능하므로 구조물의 중단선형 상향 계획 가능 - 연결 시스템의 단순화
단점	- 공사중 지하수위 존재시 차수공법 필요 - 연약 지반 굴착시 막장 안전관리 필요 - 강관 직선 시공으로 공사 평면선형 및 종단선형 곡선구간 시공성 불리 - 암구간 및 저토퍼 구간 시공시 공기 증가	- 강관시공 수량이 많고 거더 설치를 위한 추가 굴착시행으로 공사기간이 길어짐 - 갤러리관 내부 소구경 강관 압입 및 거더 굴착 등 공정 복잡 - 작업공간이 협소하여 작업 효율성 저하 - 방수철판을 상향 용접하므로, 용접의 시공성 확보가 다소 떨어짐. - 벽체 트랜치 굴착시 공벽붕괴에 따른 안전성 미흡 - 측벽 트랜치 굴착 및 PC판넬 적용으로 방수에 다소 불리함.	- 강관과 강관이이에 이격이 발생되므로 방수문제에 세밀한 시공관리 필요 - 강관과 강관 접합부 굴착시 지반의 이완에 따른 침하 발생 우려가 있음 - 강관접합(가이드앵글)부 몰탈 그라우팅 불량 이 예상 - 강관의 내부공정이 많고 복잡하여 인력투입이 많아 지고 철저한 시공관리가 요구됨 - 시공실적이 적어 위험 대처능력이 떨어짐	- 다발구조체 형태의 단면을 추진하므로 선형시공이 어려움 - 직선구간에서 용이한 공법으로 구조물 단면변화에 따른 시공 대처능력이 떨어짐 - 본구조물 철근배근이 소형 구조체 안에서 이루어지므로 공중이 복잡하고 시공성이 크게 떨어짐 - 선추진된 다발구조체에서 시공오차 발생시 후속 추진 구조체에 영향을 주어 추진 구조체 단면에 오차발생 우려가 높음

• 토층별 굴착 방안

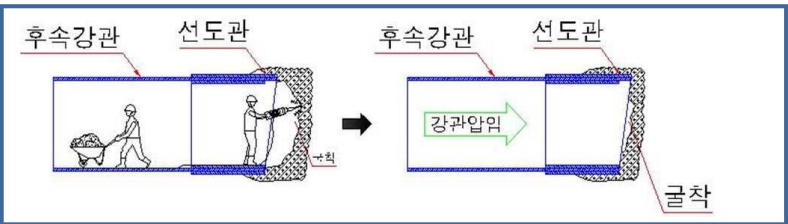
전 석 층



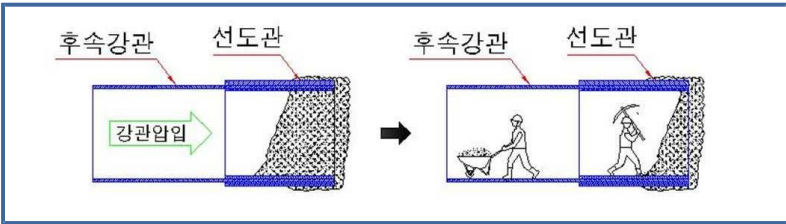
호박섞인돌



암 반

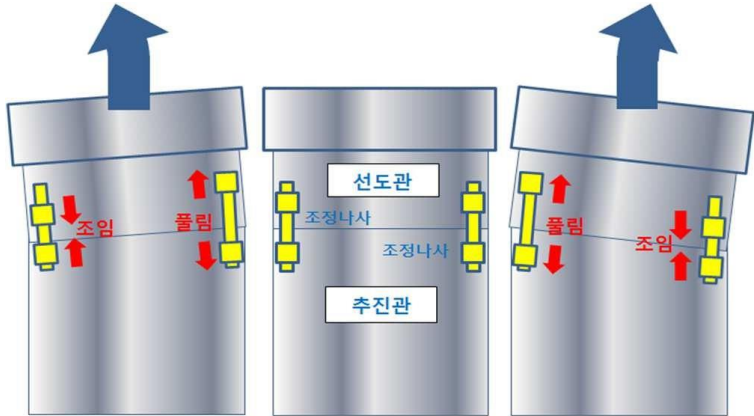


토 사



◆곡선 선형 시공성 확보 방안

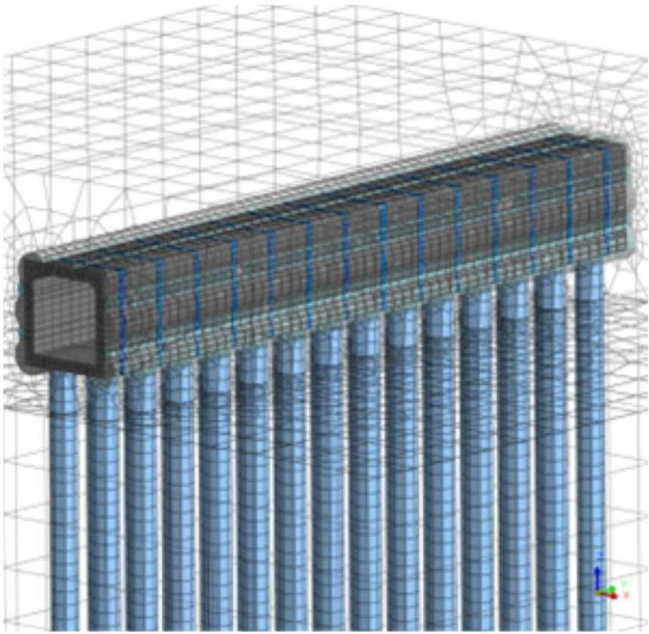
※ 곡선 선형 시공성 확보 필요.
→ 선도관 조정장치를 통한 선형 변형 및 방수철판 설치로 변단면 시공성 확보 가능.

구 분		선도관 선형 조정장치	
도 면			
	강판크기	직경 :D1,350~D3,000 선도관 길이 : 1.0m, 추진관 길이 : 3.0m	
	조정방법	선도관 4방향에 위치한 선도관 조정장치 를 조작하여 선형조정	
	시 공 성	우수 (곡선선형 시공)	



◆강관내에서 구조물 하부 연약지반 보강 방안

※ 강관내부에서 구조물하부 연약지반 보강 시공성 확보 필요.
→ 대구경 강관내 천공장비 반입하여 수직 보강그라우팅으로 연약지반 시공성 확보 가능

구 분	내 용	용
도 면		 *주입공법은 현장여건에 따라 변경예정
시공위치	1. 양측벽체 하부강관 (대구경 강관(D1,800) 내부 천공장비 진입 가능) 2. 터널굴착 후 하부중양 (구조계산 후 반영여부 판단)	
시공방법	천공 → 보강재(강봉)삽입(전단력 증가) → 주입(저유동물탈) → 완료	
안정성 시공성	오수 (연약지반 보강)	

◆강관 외측 그라우팅 주입 방안

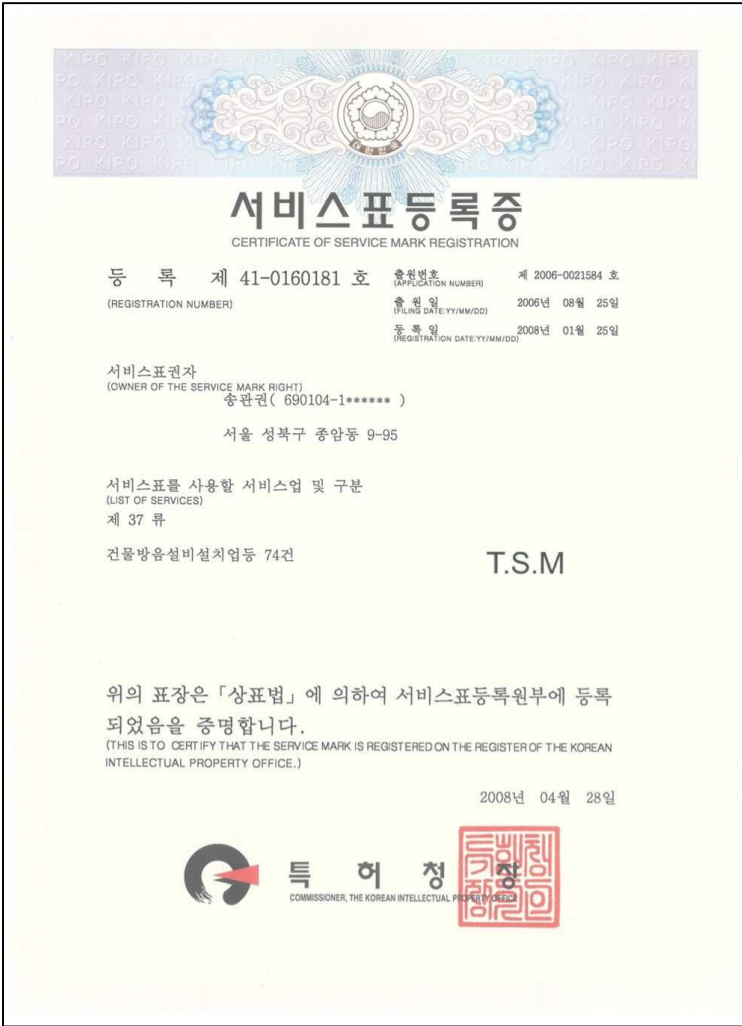
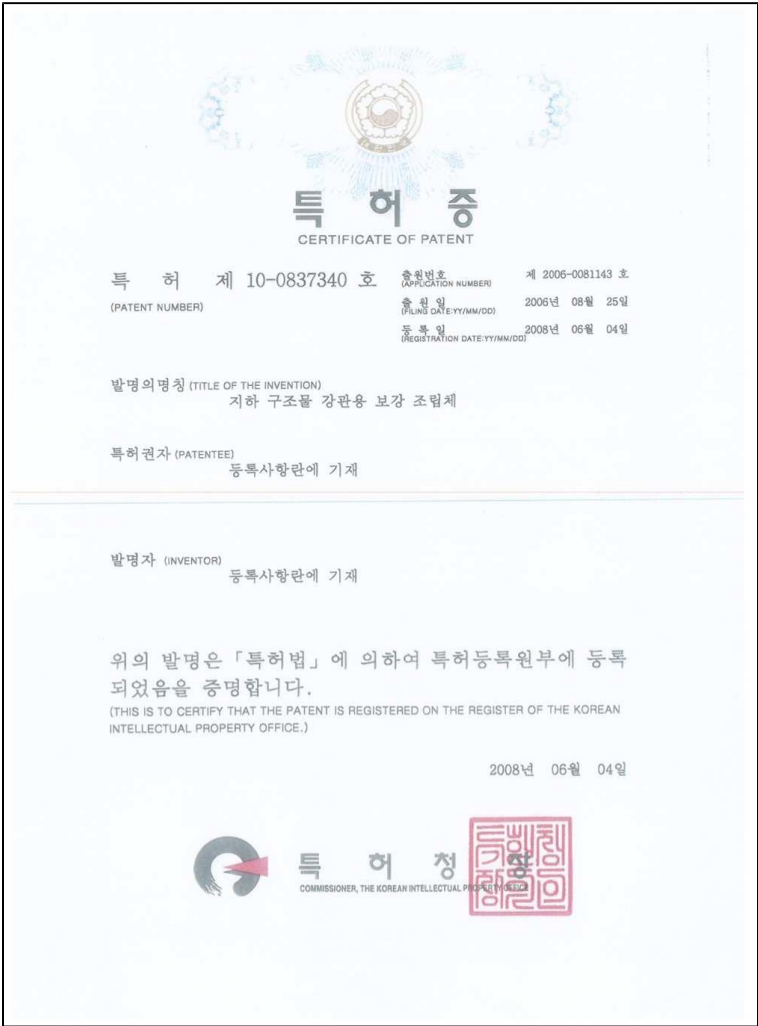
- 원지반내 발생한 공극을 밀크 그라우팅을 주입하여 공극을 채우고 급결재를 사용하여 차수 및 지반안정을 도모한다.
- 주입재 배합은 대상 토질의 공극률, 투수성에 따라 W/C를 변경하고, 상황에 맞게 Gel Time(40초~1분)을 조정할 수 있다.
- 그라우팅 주입은 1~2kg/cm² 압으로 주입하고, 그라우팅 펌프의 계기판이 2kg/cm² 이 넘으면 주입을 중지한다.
- 그라우팅 주입시 고속도로 상부에 인원을 배치하여 상부도로의 처짐이나 솟음 등을 확인하고 변위가 발생되지 않도록 유의한다.
- 주입속도는 현장의 여건에 따라 변경될 수 있으나 10L/min/m 이하 속도로 주입다.
- 주입완료 기준은 주입량을 측정하였을 시 3L/min/m 이하로 들어갈 때 주입을 완료한다.

그라우팅 배합비						그라우팅 펌프		그라우팅 주입	
구분	마이크로 시멘트	물	규산	팽창제	비고				
A 액	240kg	180L		1.2kg					
B 액		30L	30L						

◆ 계측관리 방안

계 측 항 목	측 정 목 적	측정시기	측정빈도
지표면 침하측정 [침 하 계]	굴착에 따른 지표에의 영향, 가설 구조물의 안전도 및 침하 상태 파악	- 설치 후 1일 경과 - 굴착, 압입 공사 중 - 구조물 공사 중	- 초기치 2회/주 1회/주
지중수평 변위측정 [경 사 계]	굴착에 따른 지반의 심도별 수평 변위량을 측정하여 수평방향의 지반 이완 영역 및 가설 구조물의 안전도 판단	- 그라우팅 양생 후 - 굴착, 압입 공사 중 - 구조물 공사 중	- 초기치 2회/주 1회/주
지하수위측정 [수 위 계]	굴착으로 인한 수위 변동 및 차수벽의 효과 확인	- 설치 3일 후 - 굴착, 압입 공사 중 - 구조물 공사 중	- 초기치 2회/주 1회/주

- ※ 외부하중 및 지반거동 변화시 추가측정을 실시하며 공사중단인 경우 측정빈도를 재조정한다.
- ※ 이상변위 확인시에는 추가로 계측을 실시하고 감독관과 협의하여 계측빈도를 재조정한다.



◆ 시공 실적

No.	공 사 명	규 모	연 장	발 주 처	비 고
1	국도42호선 수로 BOX공사	BOX 1.5m-1.5m	L=23M	시흥시	시공완료
2	평택 LNG 경부철도 횡단공사	PIPE D1350mm	L=40M	한국가스공사	시공완료
3	회현지하상가 연결통로 공사	BOX 8.2m-5.7m	L=8M	쌍용건설	시공완료
4	상주실내체육관 수로공사	PIPE D1,400mm	L=18.5M	상주시	시공완료
5	원주기업도시 지구외 인입관로 설치공사	PIPE D1,400mm	L=40M	원주기업도시	시공완료
6	원능공공하수처리시설 처리수 재이용 사업 중 철도횡단공사	PIPE D1,000mm	L=163M	고양시	시공완료
7	서초역 3.4억 출입구 이설 공사	BOX 19.8-7.8m	L=41m	쌍용건설	시공완료
8	안양 첨단 산업단지 수로 BOX공사	BOX 1.5m-1.8m	L=21M	안양시	시공완료
9	한강하류권(2차) 급수체계 조정사업 도수시설공사 중 철도횡단공사	PIPE D2,000mm	L=44M	한국수자원공사	시공완료
10	부산항신항 제2배후도로 Ramp-D1교 비개착 공사	BOX 10.8-5.9m	L=36M	롯데건설	시공완료
11	상주 - 영덕간 고속도로 건설 공사 중 지하차도 공사	BOX 11.5m-7.4m	L=41M	한국도로공사	시공완료
12	소사 - 원시 복선전철 민간투자시설사업 중 비개착공사	BOX 10.4m-5.9m	L=30M	이레일주식회사	시공완료
13	센텀시티 신세계 UEC B부지 신축공사 지하통로공사	BOX 9.3m-3.6m	L=27.3M	신세계	시공완료
14	동대구역 복합환승센터 효신로 진출램프 공사	BOX 5.1m-3.0m	L=43M	신세계	시공완료
15	동대구역 복합환승센터 동부로 진출램프 공사	BOX 5.1m-3.0m	L=43M	신세계	시공완료
16	센텀시티 B부지 차량 연결통로 공사	BOX 9.3m-3.6m	L=27M	신세계	시공완료
17	대청댐계통(III)광역상수도사업 도수공사 (중복선하부통과)	BOX 5.0 X 3.0mm	L=25.3M	한국수자원공사	시공완료
18	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착1구간 상선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=85M	경기철도주식회사	시공완료
19	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착1구간 하선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=80M	경기철도주식회사	시공완료
20	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착2구간 상선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=29M	경기철도주식회사	시공완료
21	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착2구간하선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=28M	경기철도주식회사	시공완료
22	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착3구간 상선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=24M	경기철도주식회사	시공완료

◆시공 실적

No.	공 사 명	규 모	연 장	발 주 처	비 고
23	대곡-소사 복선전철 민간투자시설사업 1공구(비개착3구간 하선)	BOX 5.6 X 6.08mm	L=24M	경기철도주식회사	시공완료
24	고양향동 및 덕은지구 공급처리시설 건설공사	PIPE D1,430mm	L=374M	한국토지주택공사	시공완료
25	용인시 백봉리 물류센터 신축공사의 진입도로 공사중 비개착암거신설공사	BOX 4.5 X 9.0mm	L=22M	엘비전문투자형6호사모부동산투자유한공사	시공완료
26	고덕산단 공업용수도사업 제1공구	PIPE D2,000mm	L=66M	한국수자원공사	시공완료
27	충주댐 공업용수도사업 제3공구	Box 3.0m·3.0m	L=60M	한국수자원공사	시공완료
28	연일 택전천 소하천 정비공사 중 비개착 공사	Box 2.5m·3.0m	L=70M	경북 포항시 서구	시공완료
29	평택~부여~익산(서부내륙) 고속도로 민간투자사업 “7공구”	Box 23.9m·5.0m	L=15M	서부내륙(주)	시공완료
30	아포인리 자연재해위험개선지구 정비사업	Box 2.5m·2.5m	L=46M	김천시	시공완료
31	부산도시철도 사상~하단선 2공구	Box 7.8m·4.3m	L=63M	부산교통공사	시공완료
32	국도21호선 예산·웅봉 지석등 2개소 개선공사(계정지하차도)	Box 4.5m·4.5m	L=27M	예산국토관리사무소	시공완료
33	국도21호선 예산·웅봉 지석등 2개소 개선공사(노화지하차도)	Box 3.0m·3.0m	L=35M	예산국토관리사무소	시공완료
34	동북선 도시철도 민간투자사업 116정거장	Box 9.1m·4.3m	L=39.5M	동북선 경전철 주식회사	시공중
35	구룡근린공원 공동주택 신축공사 중 진입도로 비개착공사	Box 18.0m·5.0m	L=15.0M	구룡개발 주식회사	시공완료
36	광 주 · 용 인 공동취수장 개대체(증설)사업	PIPE D2,100mm	L=102M	경기도 광주시	시공완료