



E3 지반개량공법

Economic

Efficient

Eco-friendly

E3 지반개량은 고성능 재료인 에코리드(ECOLID)를 활용하여
경제적(Economic), 효율적(Efficient), 친환경적(Eco-friendly)으로
지반을 고결처리 하는 방법입니다.

E3 지반개량은 지반의 조건 및 개량대상 목적구조물의 특성에 따라
최적화된 다양한 형태로 적용됩니다,

해양수산신기술 2024-0014

□ 신기술 인정서

- 신기술 인증 : 건설사 협약없이 **당사 단독**으로 인증된 공법으로 **독창성 우수**

제 해양수산신기술-2024-0014호



신기술 인증서

1. 기 술 명: 스파이럴 외부면에 돌출부를 구비한 오거 및 이산화탄소 포집물 활용 해안항만용 지반개량 공법
2. 기 관 명: (주)신창이엔씨
3. 대 표 자: 정두수
4. 소 재 지: 서울 송파구 법원로 11길 25, H비즈니스파크 A동 1106호
5. 인증번호: 해양수산신기술-2024-0014
6. 유효기간: 2024년 12월 31일부터 2029년 12월 30일까지

「해양수산과학기술 육성법」 제17조제1항 및 같은 법 시행규칙 제8조제1항에 따라 위와 같이 해양수산신기술을 인증합니다.

2024년 12월 31일

해양수산부장관



해양수산신기술 2024-0014

공법개발	(주)신창이엔씨 단독 으로 개발 한 공법
기술명	스파이럴 외부면에 돌출부를 구비한 오거 및 이산화탄소 포집물 활용 해안항만용 지반개량 공법(해양수산신기술 2024-0014)
기술범위	톱니 오거형상의 스파이럴 오거 및 환경저감형 지반개량 고결제를 활용한 사석층 관입 가능 지반개량공법

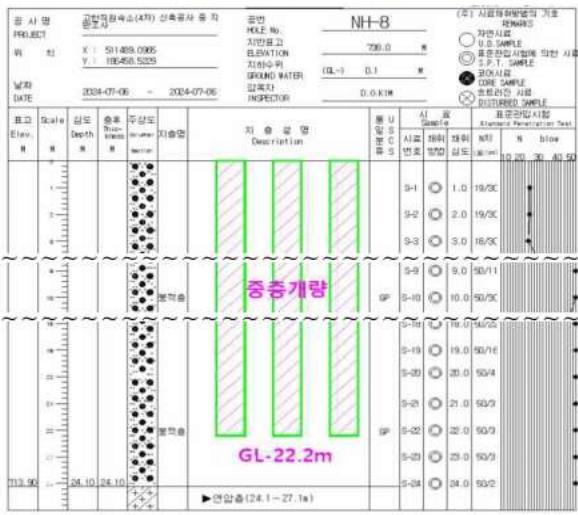
□ 대상공법의 기술 특징

- 지반 개량시 켜기형 오거에 돌기를 두어 자갈층 관입 개선(**기존대비 관입율 60% 향상**)하고 원뿔형 사출홀로 고화체 형성을 하는 기술.

공법 개요도 및 사진	공법 설명
	지반개량층이 불균질하고 사석 등이 혼재되어 있어도 연약지반 개량을 위하여 연속된 스파이럴 형상에 돌기를 두어 사석층 등의 관입과 동시에 오거 실린더 외측 으로 사석 등을 밀어내도록 개선

- ▶ 원뿔형태의 **사출홀**을 이용하여 **고화체** 형성이 **균질**토록 함.
- ▶ 이를 통해 기존 기술가 유사한 비용으로 **시공 불가지역**에 **시공가능**하게 한 기술

- 재료적으로는 시멘트 사용을 저감할 뿐만 아니라 이산화탄소 포집물을 활용하여 **탄소 저장(탄소 배출 최대 50% 절감)**까지 가능한 기술.

N=50이상 지반까지 시공	탄산화 포집물 적용
	

해양수산신기술 2024-0014

- 이산화탄소 포집물은 정유사 또는 발전소 보일러 가동시 탈황공정에서 발생되어지는 탈황석고(대기중 황 수집을 위한 공정)를 활용
- 탈황석고는 이산화탄소와 결합하여 액상화된 이산화탄소 포집물(탄산화물)로 생성 하지만 발열이 발생하여 상당한 양의 수분이 증발되어 건설재료로 활용할 수 있는 반건식 상태로 조정됨.
- 이산화탄소 포집을 위한 별도의 재료가 투입되는 것이 아니고, 탈황 공정에 발생되어지는 부산물을 활용하여 이산화탄소를 포집하는 공법.

□ 공법 적용성

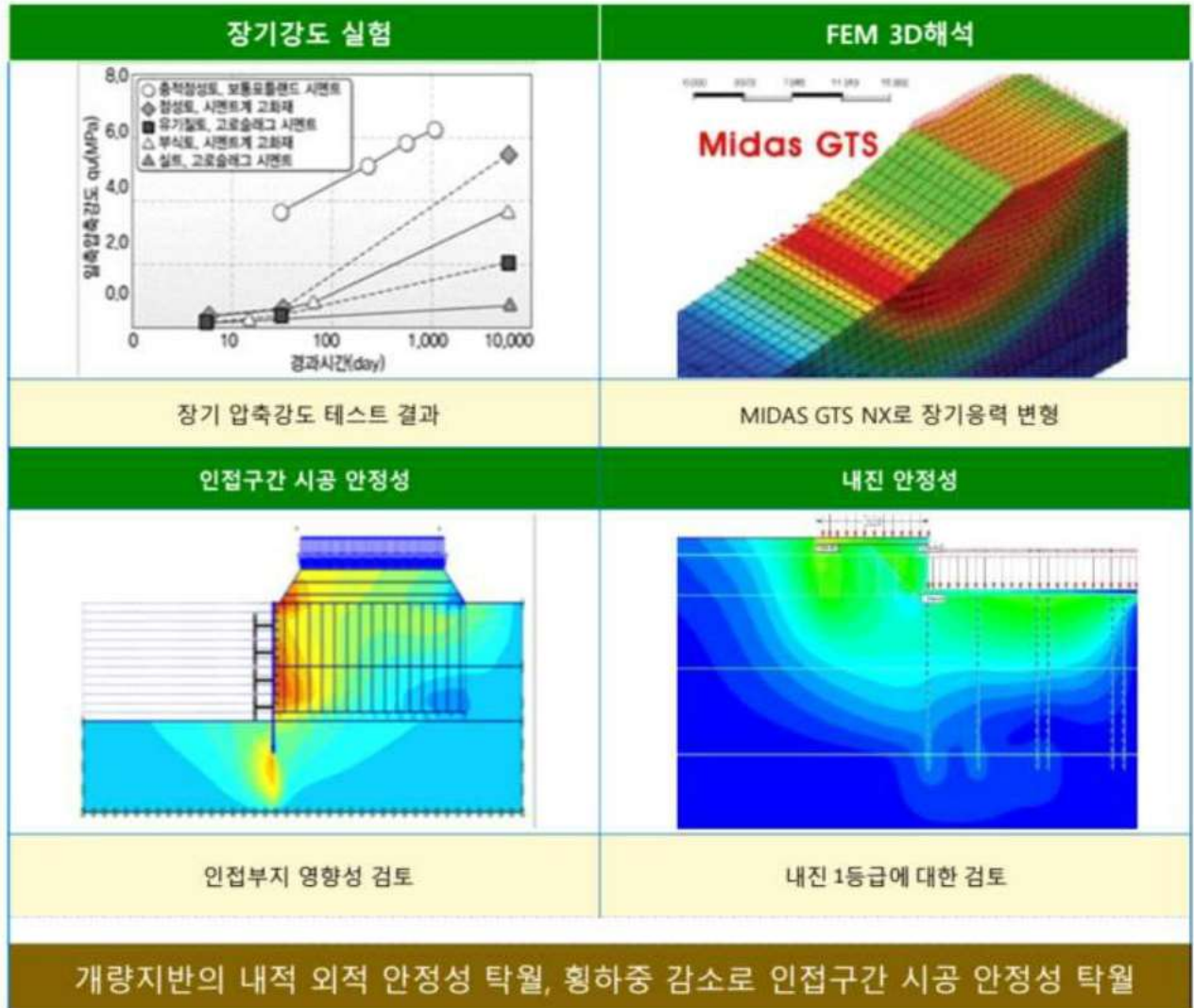
구 분	(주)신창이엔씨 신기술	T4오거	일반오거
기술별 오거형태			
개량심도(m)	40m	40m	40m
개량강도	8.0 MPa이하	8.0 MPa이하	8.0 MPa이하
관입치 (cm/N)	최대 20/50	최대 5/50	최대 30/40
m당시공비 (재료비제외)	1.0	1.3	0.9
시공속도 (사석층)	150m ³ 이상	150m ³ 이상	시공 불가
기존 기술과의 성능 및 비교예(재료비는 현장여건에 따라 배합량 변경)			

- 기존 공법 대비 **오거 변경만**으로 **사용이 가능**.
- **장비비**로 기존 기술대비 단위 m당 약 **25% 절감**.
- 시멘트 사용을 60~80%를 줄여 **이산화탄소 배출 약 50%이상 절감**.
- 기존공법 대비 ton당 **시멘트 사용량**을 **60~80% 감소**.
- 이산화탄소 **포집물**을 추가적으로 **활용**하여 **탄소**를 **저장**까지 하여 환경 부하를 저감 (포집된 탄산화물 1톤 사용은 이산화탄소 최대 200kg을 지중에 저장)
- 본 공법은 오거 주위로 **자갈**을 **밀어내는 방식**으로 **소음 진동 억제**.

해양수산신기술 2024-0014

□ 안정성

- 친환경 고화재 장기발현강도 타공법 대비 우수
- 강성체인 말뚝공법보다 지진시 안정성 우수



동일본 대지진(2011년 3월)

지반개량공법을 적용한 구조물의 피해는 3%(2건/총68개) 수준



친환경 고화재로 장기압축강도가 일반 시멘트보다 월등한 강도 발현 수치해석 등에 의하 안정성 검증완료, 지진시 말뚝공법 대비 피해 최소

E3 지반개량이란

매립지역 등 연약지반에서 고품질 지반을 신속히 조성하는 공법

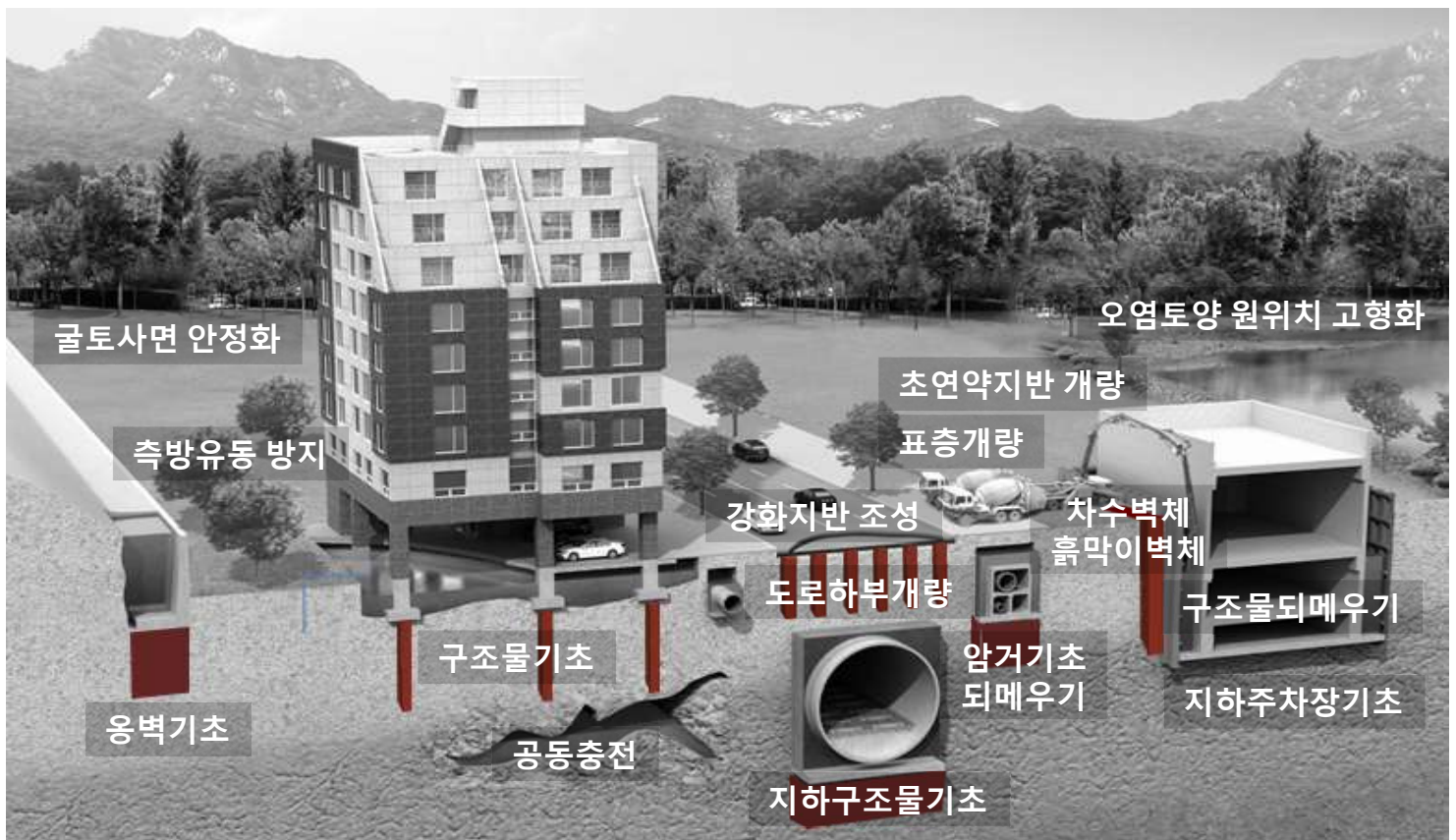
- 고유동성 충전, 고강도 다짐, 블록식 자유단면 개량, 구근식(구형 및 원형) 단면형성 가능
- 안정성, 시공성, 경제성을 확보한 원지반 개량공법



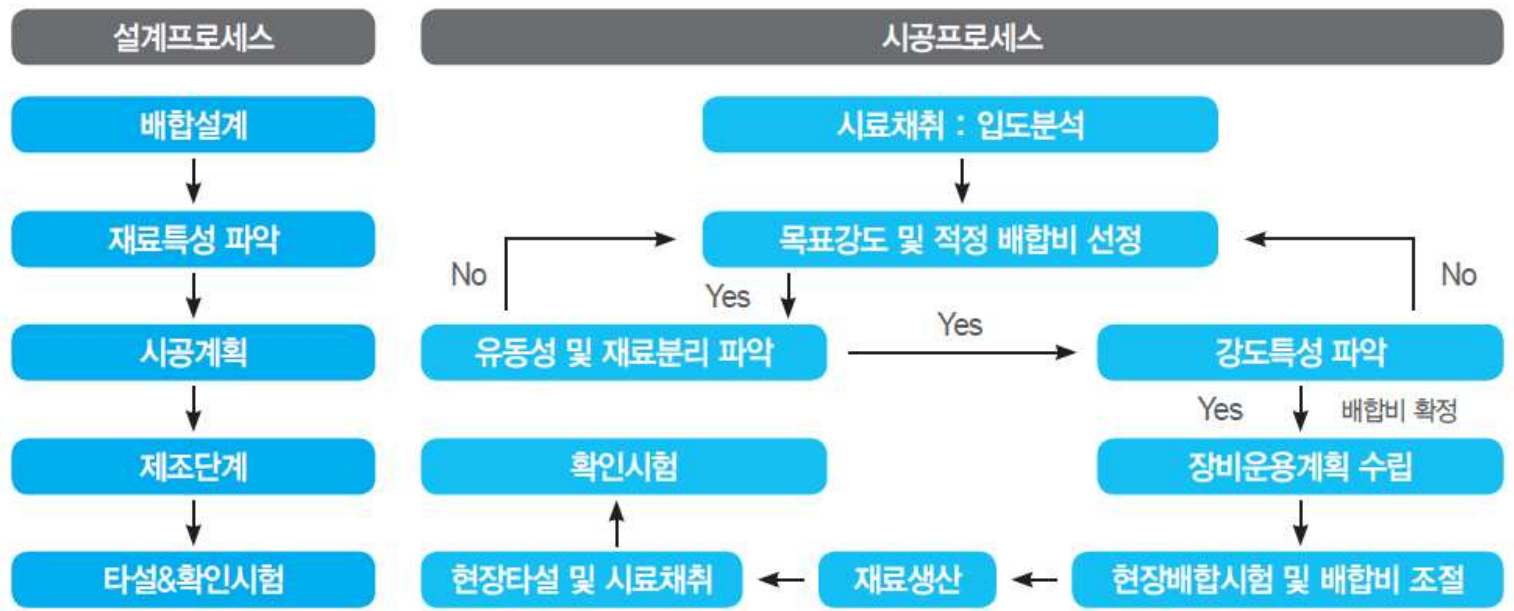
- 에코리드를 활용한 신뢰성 높은 강도발현으로 안정성 증대
- 다양한 시공방법을 병행하여, 현장여건에 따른 시공성 향상
- 동종의 공법 대비 높은 경제성 및 신속한 시공으로 공기단축

E3 지반개량 적용분야

- 건축 및 토목 구조물 시공을 위한 표층 및 심층 지반개량
- 준설 및 매립 대규모 토목현장 공사용 도로확보
- 구조물 대규모 뒤편 메우기 / 관로 매설 협소한 공간 뒤편 채움
- 싱크-홀 긴급보수 작업 / 광해관리 사업
- 농업용 저수지 및 댐 차수성능 개량 / 쓰레기 매립장 차수벽



설계 및 시공 프로세스



E3 시공방법

천층, 중층 개량



E3-F

천층, 중층 개량



E3-T

중층, 심층 개량



E3-D

입상토 관입 중층,심층교반



E3-GP

E3 시공법의 특징

항목	천층개량		중층/심층개량	
	E3-F, W	E3-T	E3-GP,GO	E3-D
용도	다짐/교반/채움	심도 12m 이내	심도 10~40m	최대 40m 이내
재료	골재,물,고화재,혼화재	원지반, 물, 고화재, 첨가제	원지반, 물, 고화재, 첨가제	원지반, 물, 고화재, 첨가제
강도	0.6~20.0MPa	1.0~8.0MPa	1.0~8.0MPa	1.0~8.0MPa
	강도조절 가능	강도조절 가능	강도조절 가능	강도조절 가능
투수성	$10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ (차수)	$10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ (차수)	$10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ (차수)	$10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ (차수)
토질	적용 제한 없음 필요에 따라 입도선별	N<10 지반 (점성토) N<50 지반 (기타토사)	N<10 지반 (점성토) N<50 지반 (기타토사)	N<10 지반 (점성토) N<30 지반 (기타)
속도	300m³ /일 이상	300m³ /일 이상	150~250m³/일 이상 (조건에 따라 상이)	200m³/일 이상 (약 250m/일 이상)
품질	양생시험 or 현장 재하	양생시험 or 현장재하	양생시험 or 현장재하	양생시험 or 현장재하

천층 : 3.0m 이내

중층 : 12.0m 이내

심층 : 12.0m 이상

E3-T, E3-F

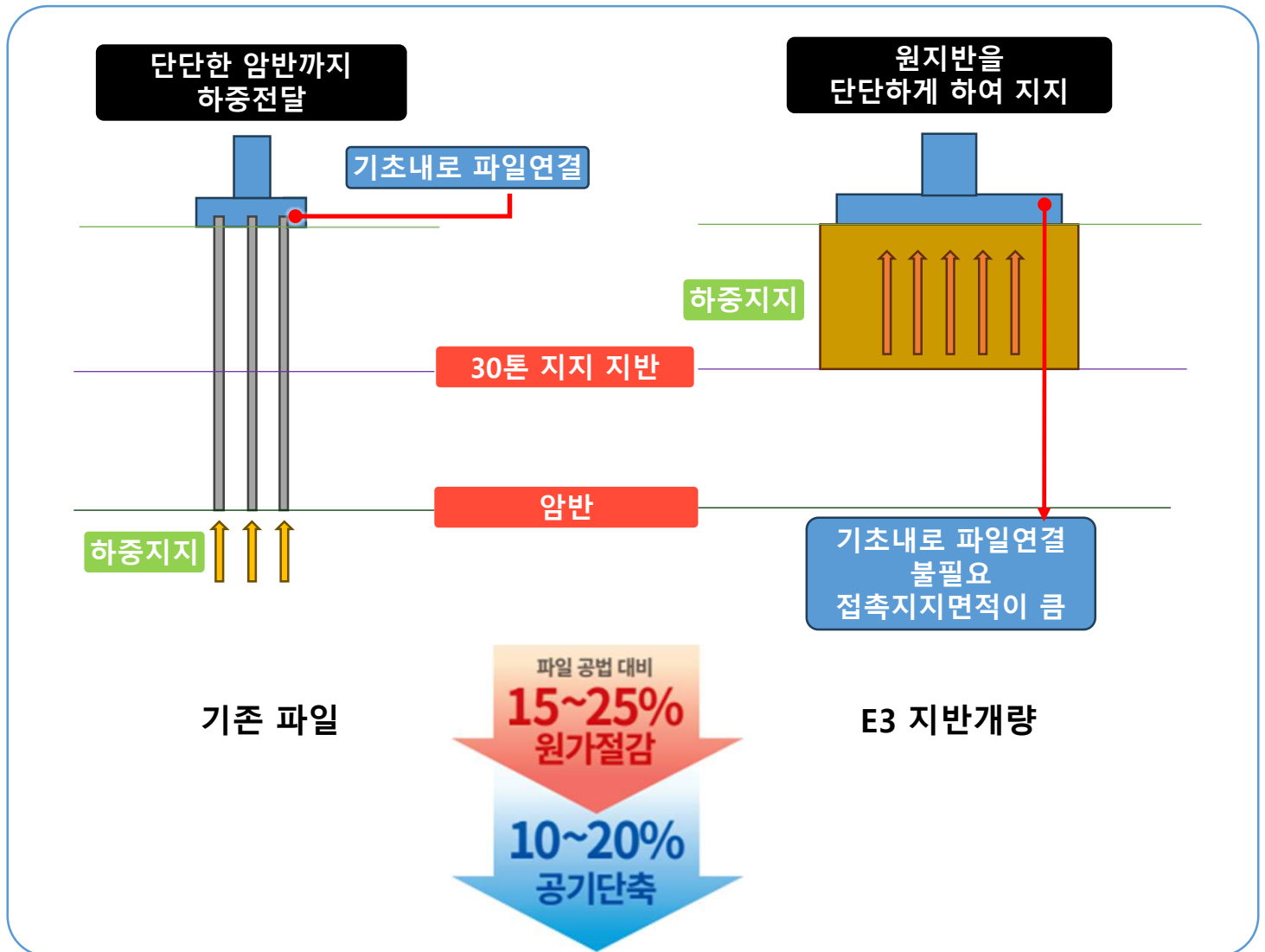
E3-GP, E3-D

E3-T, E3-GP, E3-D



E3 시공법의 특징

■ 기초 하중지지 작용 비교



수평 하중 작동시

- PHC파일은 접촉면적이 작아서 기초내 PHC이 안착해야 수평하중 지지가능
- 지내력기초는 접촉면적이 커서 기초와 지반내 마찰저항으로 수평하중 지지가능
- 지반개량은 지내력 기초로 기초 지반 전체를 개량하는것과 비슷한 원리로 지지
- 장기침하하는 해당하중 지지력이 가능한 지층까지 개량하여 침하발생 예방



고화재 : 에코리드

ECOLID

■ 에코리드는 E3 지반개량을 위한 환경친화적 고성능 재료입니다.

에코리드(ECOLID)는



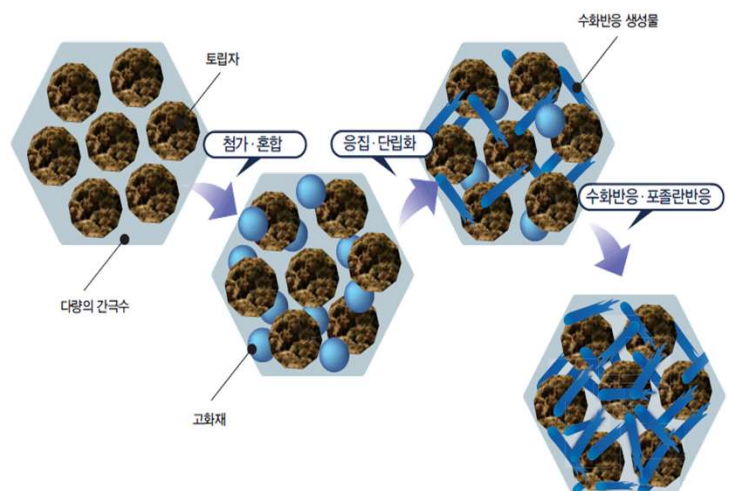
- **다양한 강도를 발현**할 수 있는 지반안정 개량재로서 균질성을 갖는 고기능성 고화재
- **자동 충진을 위한 고 유동성 확보**로 다짐 없는 타설작업 가능
- **조기강도 발현**으로 공사기간 단축과 후속 공정의 간섭 최소화

에코리드(ECOLID)의 특징

- 초기강도가 높고 장기적으로 점토광물과 포졸란 반응하여 강도가 증진, 높은 강도로 지반개량 가능
- 기존 고화재 대비 높은 수화반응으로 함수비를 저감시켜 고함수비, 고유기질토에 대한 큰 효과 발휘
- 수화생성물이 다량으로 생성되어 토양내 공극을 충전하여 높은 차수성 발현
- 수화반응에 의한 생성되는 수산화칼슘의 양이 적고, 기존 고화재 대비 낮은 pH로 토양환경에 유리
- 기존 고화재 대비 중금속 함유량이 낮고, 수용성 6가크롬이 검출되지 않아 환경영향이 적음

지반안정 원리 및 과정

- 고기능성 고화재로 수화/포졸란반응이 높은 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 이 함유되어 빠른 경화반응 발생
- 토립자간 가교를 형성하는 수화반응 생성물에 의해 연약지반, 하천의 오폐수, 건설잔토 및 무기슬러지 등을 처리하는데 있어 2차 환경공해가 없는 친환경 고화재로 다양한 적용성이 강점
- 에코리드는 일반 연약지반에서부터 고함수 유기질토, 점성토, 마사토 및 고함수 준설토 등 다양한 대상토에 적용가능한 고화재



에코리드(ECLID)의 화학적 특성

구분	화학적 성분(%)					비중	분말도 (cm ² /g)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃		
에코리드	≥ 25	≥ 10	≥ 50	≥ 1	≥ 4.0	3.00	≥ 3,500
OPC	≥ 15	≥ 8	≥ 60	≤ 1	≥ 2.0	3.14	≥ 3,000

에코리드(ECLID)의 환경성

● 유해물질 용출시험, 폐기물공정시험 기준 (환경부 고시)

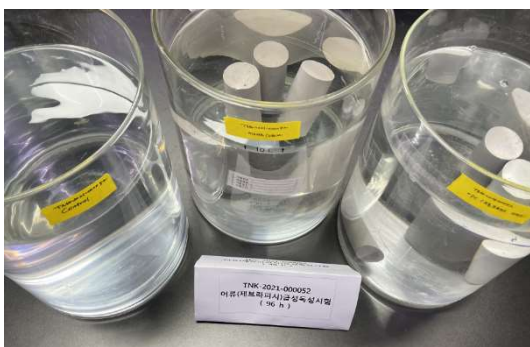
항목	단위	결과	항목	단위	결과	항목	단위	결과
Pd	mg/L	불검출	Hg	mg/L	불검출	트로크로롤에틸렌	mg/L	불검출
Cd	mg/L	불검출	As	mg/L	불검출	테트라클로로에틸렌	mg/L	불검출
Cr ⁶⁺	mg/L	불검출	CN ⁻	mg/L	불검출	기름성분	mg/kg	불검출
Cu	mg/L	불검출	유기인	mg/L	불검출			

● 수소이온농도(pH)

구분	고화재	고화체(흙 포함)
에코리드	8.8	9.2
시멘트	13.6	13.4

수질환경 안정성시험(어독성평가)

- 에코리드는 기존 지반 개량용으로 사용한 포틀랜드 및 슬래그 시멘트의 성능을 뛰어넘음
- 친환경 재료의 사용으로 중금속 용출이 없음으로 토양 및 지하수 오염 방지효과를 기대
- 오히려 환경오염원이 되는 폐기물 고형화 및 안정화에도 적용 가능



Test substance	Number of fish	Number of dead fish										Mortality (%)	
		(2-3 h)	(5-6 h)	24 h		48 h		72 h		96 h	48 h	96 h	
				M ¹⁾	A ²⁾	M	A	M	A				
Control ³⁾	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
에코리드(고화재) 고화체 3 개 (처리군 1)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OPC(보통포틀랜드시멘트) 고화체 3 개 (처리군 2)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	100	

¹⁾ Morning (10:00 - 12:00)

²⁾ Afternoon (16:00 - 18:00)

³⁾ Test water

파일채움용 고화재

■ 시멘트 채움재는 유기물의 영향을 받아 수화반응 지연현상

- 성능확보를 위해서는 시멘트가 다량사용이 필요한데 이로 건조수축 현상을 유발
- 이러한 문제 개선을 위한 성분조정 및 첨가제를 사용함으로써 단가상승의 원인

■ 에코리드는 지반보강재 및 채움재에 사용되는 시멘트를 대체

- 생산되는 제품으로 기존 채움재 대비 가격 경쟁력을 확보
- 탄소배출의 주요원인인 시멘트 사용을 억제함으로 탄소세 부담을 경감

■ 에코리드는 기본 테스트 항목 테스트 결과(페이스트 : 물+결합재 상태)

- 압축강도가 각 재령 일별로 우수하고 강도편차가 적어 안정적인 파일채움이 가능
- 결합재의 분말도가 기존 포틀랜드 시멘트에 비해 높은 3,500 cm²/g 이상
- 플로우가 우수하여 그라우팅 침투 주입성이 뛰어나

■ 파일채움용 에코리드 경제성

- 기존 시멘트 대비 비중이 약 5%이상 낮고 분말도가 높아 같은 중량 대비 용적률이 높아 체적당 재료 투입량이 적음
- 산업부산물 및 비소성 무기재료를 활용하여 원재료의 단가가 낮아 기존 시멘트 채움재 대비 경제성이 높음

항목	분말도	비중
에코리드	3,500 cm ² /g 이상	2.8 ~ 3.2

- 고칼슘 연소제를 활용하여 충전성 우수
- 수화반응 및 포졸란 반응으로 강도특성 우수
- pH 9~10으로 환경성 우수
- 비소성 무기결합재로서 CO₂ 저감효과
- 기존 시멘트 대비 5% 이상의 경제성

