



공법설명서

저유동성 모르타르 주입공법
심층혼합처리공법(D.C.M)



구일건설개발(주)

경기도 김포시 고촌읍 신곡리 1069-1(장차로) 804호
TEL : 031-986-4986 FAX : 031-985-4984
www.구일건설개발.com

Compaction Grouting Monitoring System

Deep Cement Mixing method

C.G.M.S
D.C.M

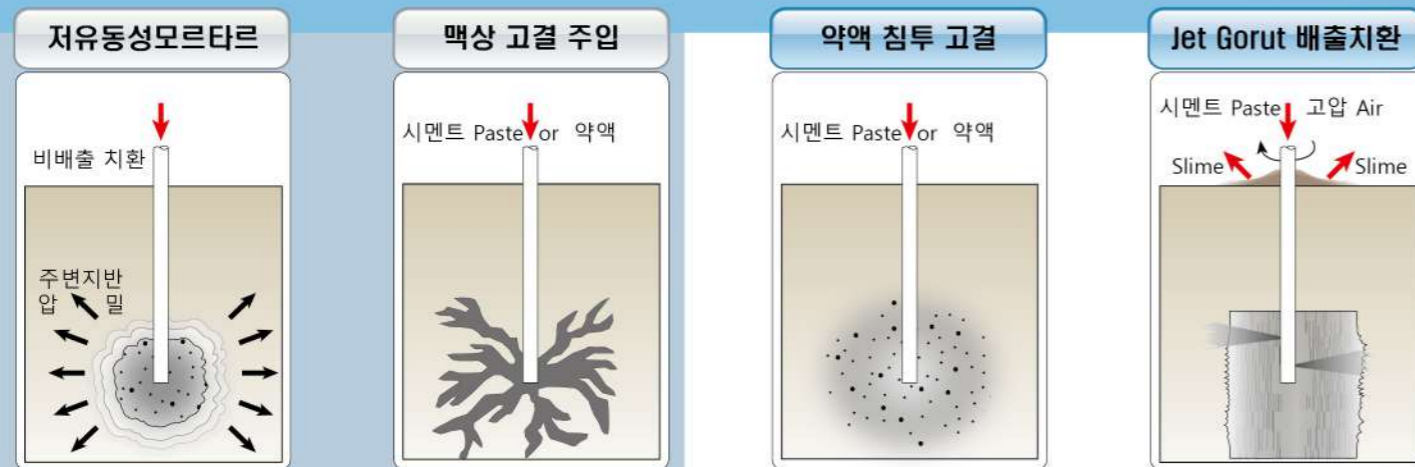
저유동성 모르타르 주입공법

공법의 개요

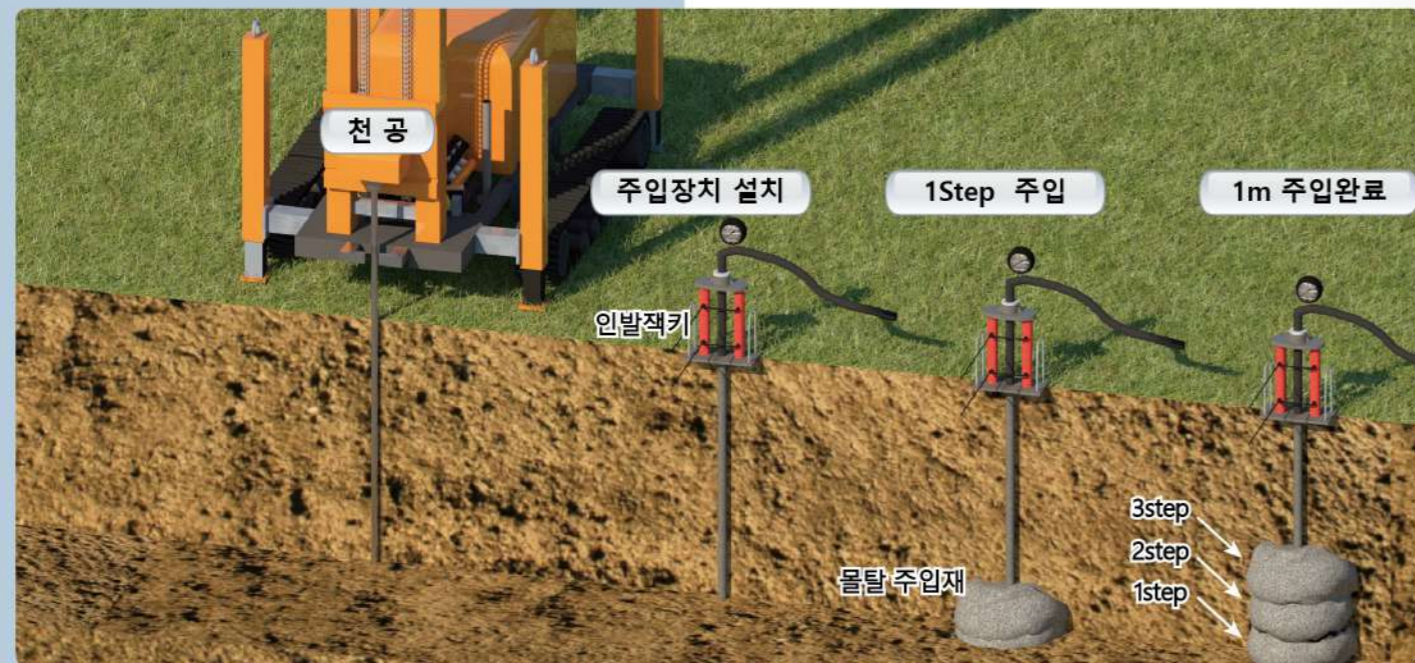
본 공법은 슬럼프치가 5cm 이하의 저유동성 Con'c형 Mortar의 주입재를 지중에 비배출형으로 압입 및 주입하여 균질한 덩어리로 확산시켜 느슨한흙을 사방으로 밀어내어 주위지반의 밀도를 증가시키고 동시에 지중에 원추형 고결체를 형성하여 지반을 보강하는 공법이다.

저유동성 모르타르의 주입방식

저유동성모르타르주입공법은 기존의 주된 3가지 주입방식 즉, 시멘트계의 맥상 고결, 약액의 침투 고결, Jet Grout의 배출치환 등과는 전혀 다른 '비배출 치환'이라는 독특한기법의 주입공법이다. 비배출 치환은 최대한 저유동성의 주입재료를 지중에 압입하여 균일한 고결체를 형성함과 동시에 주변 지반을 압축 강화시킨다. 유동성이 높은 재료를 사용할 수 밖에 없는 다른 주입방법과 근본적으로 다르다고 할 수 있다.



주입시공 개략도



주입재료의 구성 및 표준배합비

(1m³당)

시멘트	석분(10mm이하)	세립토(4mm이하)	청수 또는 해수
280kg	0.5m³	0.5m³	0.2m³

* 상기 배합비는 현장여건에 따라 변경될 수 있음



시멘트



석 분



세립토

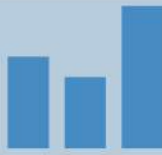


slump 5cm 이하의 Mortar 배합

공법의 주요특징

- 다양한 토질조건에서도 적용가능
- 협소한 공간에서도 적용가능
- 저소음, 저진동, 無 슬라임
- 디지털 압력계, 유량측정장치로 품질관리
- 실시간 원격 모니터링으로 신뢰성 확보



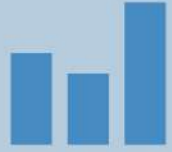


해상작업 주요설비 시스템

Compaction Grouting Monitoring system



공법비교표



구분	저유동성 모르타르 주입 공법(CGS공법)	고압분사교반공법(JSP공법)	고압분사 주입방식(SRC공법)
개요도			
대표 시공사진			
공법특징	<ul style="list-style-type: none"> - 유압형 천공주입 장비를 이용 D73mm 천공홀을 형성 - 원지반 절삭없이 특수펌프로 주입재를 주입, 주상체 형성 - 저유동성물탈 주입중 실시간으로 주입량 주입압을 자동 모니터링 가능하여 품질관리 용이 	<ul style="list-style-type: none"> - D89 ~ 110mm인 2중관 지반에 관입 - 고압분사로 원지반을 절삭, 치환에 의한 주상체 형성 	<ul style="list-style-type: none"> - 천공시 고압워터제트의 높은 에너지로 원지반 절삭, 이완 - 배출되는 이토를 고화재와 섞어 주입재로 재사용
안정성	<ul style="list-style-type: none"> - 개량심도까지 천공가능하며, 강성이 크고 강도발현이 균일함 	<ul style="list-style-type: none"> - 침하 안정성 불리 - 고압분사로 주위지반 교란발생 - 지층별 강도 발현 불균일 	<ul style="list-style-type: none"> - 구근 양생전 상부 구조물 적치시 과다 변위 발생 - 슬라임의 토성에 따라 품질이 좌우됨 - 물탈 충전중 공벽 붕괴로 인해 품질 저하
환경성	<ul style="list-style-type: none"> - 비배출치환공법으로 슬라임 발생 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 고압분사로 해저면 상승량 큼 부상토 처리량 많음 (주입체적의 70%이상) 	<ul style="list-style-type: none"> - 해상작업시 슬라임을 재활용 할 수 없어 다량의 슬라임 발생으로 주변환경 파괴 및 오염 - 육상작업시 슬라임 재사용으로 폐기물의 발생량이 적음
시공성	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 지반에 시공 가능(자갈층, 전석층, 폐콘크리트 등) - 해상 기초시공 사례 다수 - 실시간 자동 모니터링 시스템으로 기록, 작성, 보고로 시공 신뢰성 및 품질관리 확보 가능 - 천공주입 일체형 천공기로 시공속도 단축 	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 지반에 시공 가능(자갈층, 전석층, 폐콘크리트 등) - 해상 기초시공 사례 부족 	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 지반에 시공 가능(자갈층, 전석층, 폐콘크리트 등) - 해상에서 작업시 슬라임을 재활용할 수 없음
경제성	<ul style="list-style-type: none"> - 조합선 사용 공사비 보통, 국부보강유리 	<ul style="list-style-type: none"> - 조합선 사용 공사비 고가, 국부보강유리 	<ul style="list-style-type: none"> - 해상 작업시 슬라임을 재활용할 수 없어 경제적이지 않음 - 현지토를 재처리하여 사용이 불가능한 초연약층의 경우 양질의 주입재를 외부로부터 반입해야 함
시공비	-/원	-/원	-/원
적합성	●		

2019년 개정된 주요시방규정

KCS 64 20 50 저유동성 모르타르 주입공법



표준 배합

시멘트	골재 및 세립토	물	단 위
240~280kg	0.84~1.00m³	0.2~0.4m³	1.0m³

시공일반

- 주입장비는 **자동으로 기록될 수 있는 장비**를 사용하여야 한다.
- 저유동성 모르타르 주입펌프의 주입속도는 0.06m³/min 이내로 관리
- 저유동성 모르타르 주입용 **재료의 허용오차**는 다음 기준에 따른다.
 - 가. **시멘트 및 물 : ±1% 이내**
 - 나. **골재 및 세립토 : ±3% 이내**
- 모르타르 주입량 측정을 위한 **유량계의 허용오차는 -3% 이내**를 기준으로 한다

시험시공

- 시험시공 수량
 - 시험시공 수량은 보강연장 1,000m이하는 2개소, 보강연장 1,000m초과시 1,000m마다 1개소를 추가 시행하는 것을 원칙으로 한다.
- 현장시험시공위원회 구성

구 분	연약지반 보강	내진 보강
위원장	사업 책임자 (또는 발주처 사업 담당 과장)	
위 원	- 공사감독자(또는 건설사업관리 책임기술자)	- 공사감독자(또는 건설사업관리 책임기술자)
	- 기술지원기술자(토질및기초분야)	- 기술지원기술자(토질및기초분야)
	- 외부위원 3인(토질및기초기술사)	- 외부위원 3인(토질및기초기술사)
입회자	현장대리인, 원설계자, 기계분야 특급기술자(필요시)	

시공순서 및 시공관리

- 주입량 측정은 공사감독자가 승인한 **품질제어 자동화 장비의 주입타수계와 자동유량계로 확인**한다.
- 개량목표에 따라 지지층까지 개량심도관리를 철저히 하여야 하며 주입장비에 대한 **토출량, 재료배합, 지반의 반발압, 주입량, 주입시간, 주입심도가 자동으로 기록**되는지 면밀히 점검하여야 한다.
- 주입 및 인발속도는 시험시공 시 결정된 속도를 기준으로 하며 지반의 반발압, 주입타수 및 주입타수에 의한 주입량과 유량계에 의한 주입량을 동시에 측정하여 주입작업에 대한 품질의 신뢰성을 확보하고 실질적인 **품질관리가 가능한 자동화 장비**를 사용하여야 한다.

시험시공 검사

- 시험시공 개소별 시추조사수량은 보강목적에 따라 **연약지반 보강시 3공 이상, 내진 보강시 5공 이상** 시추조사 하는 것을 원칙으로 한다.

구 분	연약지반 보강	내진 보강
수량 (위치)		

품질관리 기준

- 개량체의 지름, 균질성 검사는 시추작업을 통한 코아채취에 의한 확인방법 또는 육안검사에 의한 확인방법으로 실시하여야 하고 보강연장 1,000m이하는 3개소 이상, 보강연장 1,000m초과시 500m마다 1개소를 추가 시행하는 것을 원칙으로 한다.
- 시추작업을 통한 코아채취에 의한 확인 조사 수량은 **개소당 5공 이상 시추조사 하는 것을 원칙**으로 하며, 공사감독자와 협의하여 현장여건에 따라 조정할 수 있다.

구 분	연약지반 보강	내진 보강
수량 (위치)	- 개량체 외곽 또는 D/8 내부지점 	- 개량체 외곽에서 D/6~D/5 내부

- 주) 1. 코아채취는 외곽부에서 최우선적으로 시행한다.
2. 중점시공하지 않은 경우 개량체 1개소(본)에서 5공이상 코아채취를 시행한다.

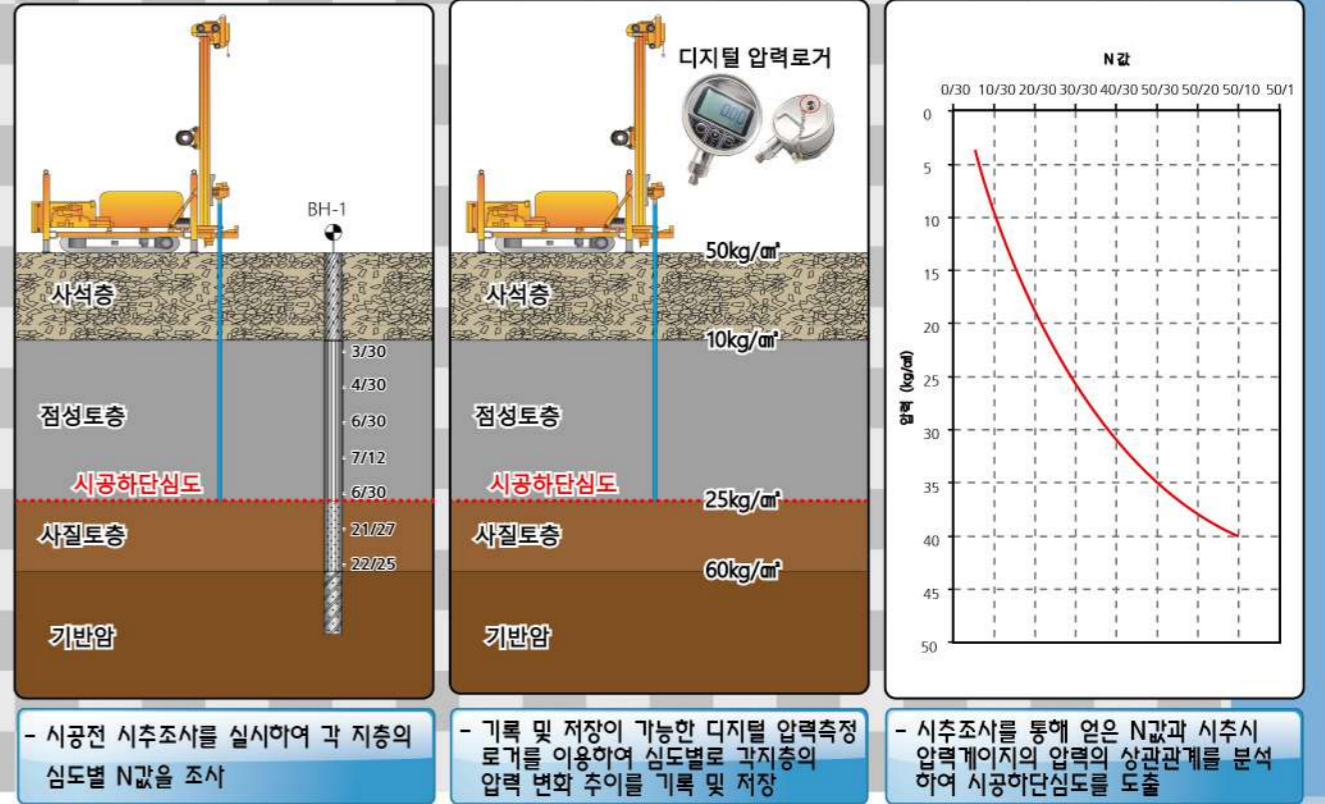
- 내진 보강(사석부) 목적인 경우 개량체의 시공 완료후 **시추코아는 전체시추길이의 80%이상 회수** 되어야 하고, **사석을 제외한 공극부는 공극길이의 60%이상 충전**된 것을 확인하여야 한다.
- 저유동성 모르타르 주입공 시공에 따른 작업 기록부를 작성하여 익일 공사감독자에게 제출하여야 한다.
 - 가. 작업일시(시작, 종료), 작업 당시의 기상조건
 - 나. 사용재료의 배합비, 계량치 및 슬럼프 측정결과
 - 다. 각 개량체의 개량심도 및 모르타르 주입량
(실시간 주입 기록지, 주입 타수 및 유량계 기록지, 자동기록장치 작동여부등 **확인가능한 영상자료**)
 - 라. 일일 개량체의 수량 및 개량면적

시험시공 FLOW CHART

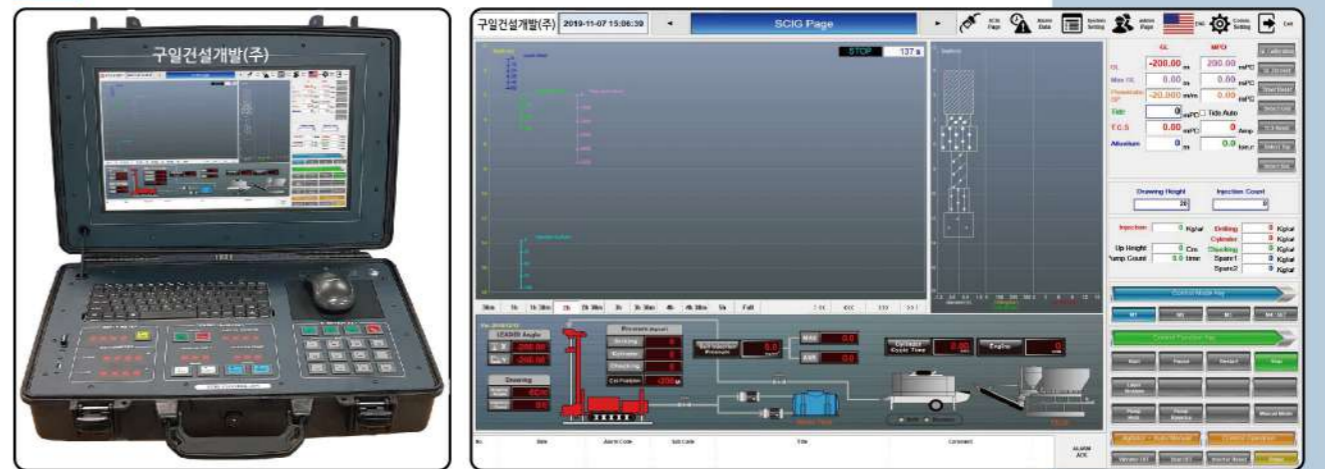
현장시험시공 위원회 구성	<ul style="list-style-type: none"> * 위원장 : 사업 책임자 (또는 발주처 사업 담당 과장) * 위 원 : 공사감독자(또는 건설사업관리 책임기술자) 기술지원기술자(토질및기초분야) 외부위원 3인(토질 및 기초기술사) * 입회자 : 현장대리인, 원설계자, 기계분야 특급기술자(필요시)
시험계획 수립 및 장비투입	<ul style="list-style-type: none"> * 장 비 : 해상장비(예인선, 골재부선, 작업부선), 천공기, 플랜트, 펌프, 주입품질관리장치, 백호(06w) 등 * 인 원 : 현장관리, 기능공, 건설기계조종사, 선원 * 자 재 : 시멘트, 골재(석분), 세립토
시험시공위치 확인측량	<ul style="list-style-type: none"> * GPS를 이용한 시험시공 대상 위치 측량 및 위치 확인
시험시공 주입공	<ul style="list-style-type: none"> * 시험시공 주입공에 대한 천공 작업 진행
저유동성모르타르 주입장비 Setting	<ul style="list-style-type: none"> * 작업부선에 각 장비의 동선을 고려하여 최적 배치 * 골재부선에서 자재공급이 수월한 위치에 플랜트 배치
현장시험시공위원회(1차)	
저유동성모르타르주입 재료배합 장비검증	<ul style="list-style-type: none"> * 시멘트, 골재(석분), 세립토 중량 측정 (시멘트, 물 : ±1%, 골재(석분) 및 세립토 : ±3%) * 슬럼프시험(5cm이하), 일축압축강도 공시체 제작
저유동성모르타르주입 펌프검증	<ul style="list-style-type: none"> * 펌프 시방기준 토출량 검증확인 0.06m³/min * 모르타르 주입량 측정을 위한 유량계의 허용오차는 -3%이내
저유동성모르타르주입 원격관리검증	<ul style="list-style-type: none"> * 반입된 주입장비에 대한 지반의 반발압, 주입량, 주입시간, 주입 등 세부적 내용의 실시간 기록의 확인
저유동성모르타르 시험시공	<ul style="list-style-type: none"> * 시험시공 구간에 천공 및 저유동성모르타르를 주입하여 시험시공 진행
주입재료의 품질시험	<ul style="list-style-type: none"> * 현장배합 : 슬럼프시험, 일축압축강도시험 (7일, 28일) * 실내배합 : 슬럼프시험, 일축압축강도시험 (7일, 14일, 28일)
현장시험시공위원회(2차)	
저유동성모르타르 개량체 현장시험	<ul style="list-style-type: none"> * 시험시공 확인조사공 시행(시험시공 수량) * 시험시공 구간에 대한 개량체의 개량심도 확인 * 직경확보여부 확인 * 개량체의 연속성 확보여부 및 회수율 확인 * 현장채취 코아회수율 및 일축압축강도 확인(7일)
현장시험시공위원회 강평 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> * 시공과정 준수 및 검사시험 결과 자료의 검토 * 종합적 검토를 통한 본 시공여부 결정

품질관리

A 천공관리(지지층 도달)



B 주입관리(자동제어시스템)



- 저유동성 몰탈 주입의 전과정(주입재 배합비, 주입재 압송량, 주입 압력, 심도별 주입량, 각 심도별 인발 주입량, 정량주입 및 정압주입의 기준, 시공 기록등)을 실시간으로 Digital data logging 하여 모니터링을 실시하고 시방서의 관리 기준에 적합한 자료를 감리(감독관)에게 PC 또는 모바일 어플로 전송시켜 시공의 정확성, 작업의 신뢰성, 품질 관리 향상등을 추구하는 IT 시대에 부합된 새로운 개념의 저유동성 모르타르 그라우팅 실시간 관리 감독 시스템이다.

인원 및 장비투입

인원투입

직종	단위	인원수	비고
현장관리	인	2	
보링공	인	2	
플랜트공	인	1	
주입공	인	2	
보조공	인	2	
장비기사(로우더)	인	1	
합계		10	

투입장비

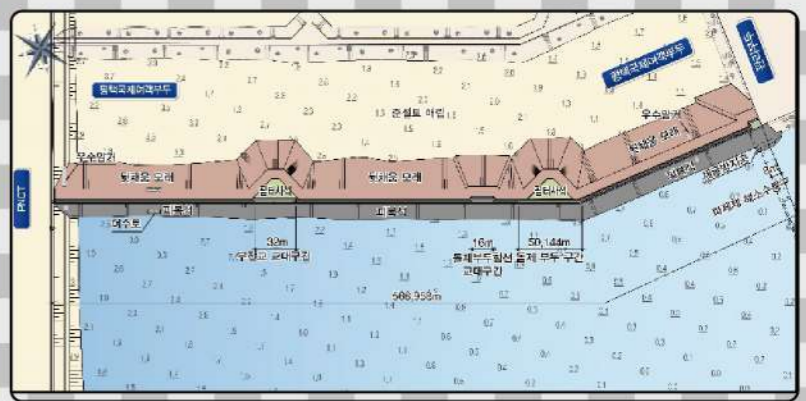
	장비명	저유동성모르타르 Pump
	규격	상용압력:1000PSI, 토출량:0.06m³/min
	수량	2대
	비고	배합된 주입재를 압밀 주입
	장비명	저유동성모르타르 전용 시추기
	규격	로터리 퍼쿠션 드릴
	수량	1대
	비고	주입심도 까지 천공
	장비명	믹싱 플랜트
	규격	300m³/hr
	수량	1대
	비고	주입자재 혼합 믹싱



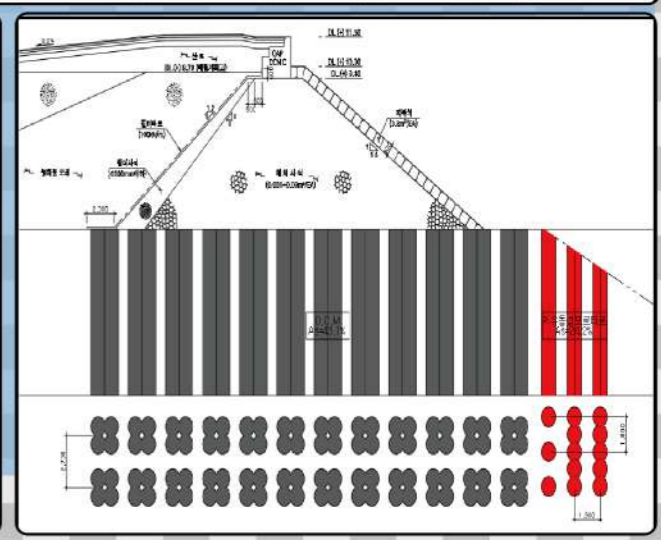
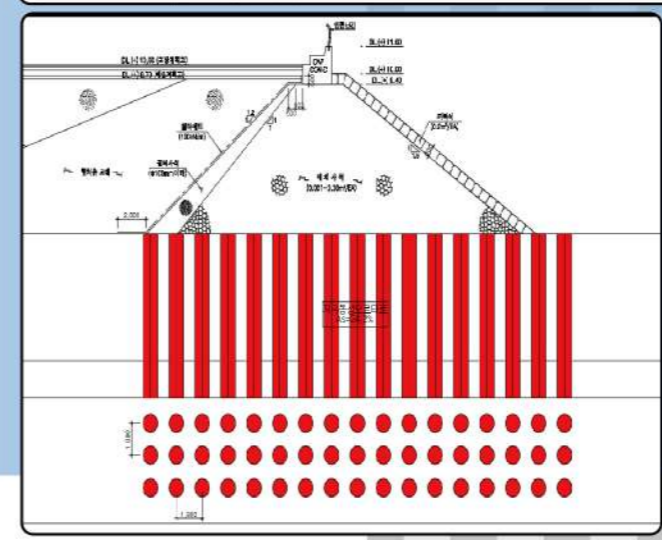
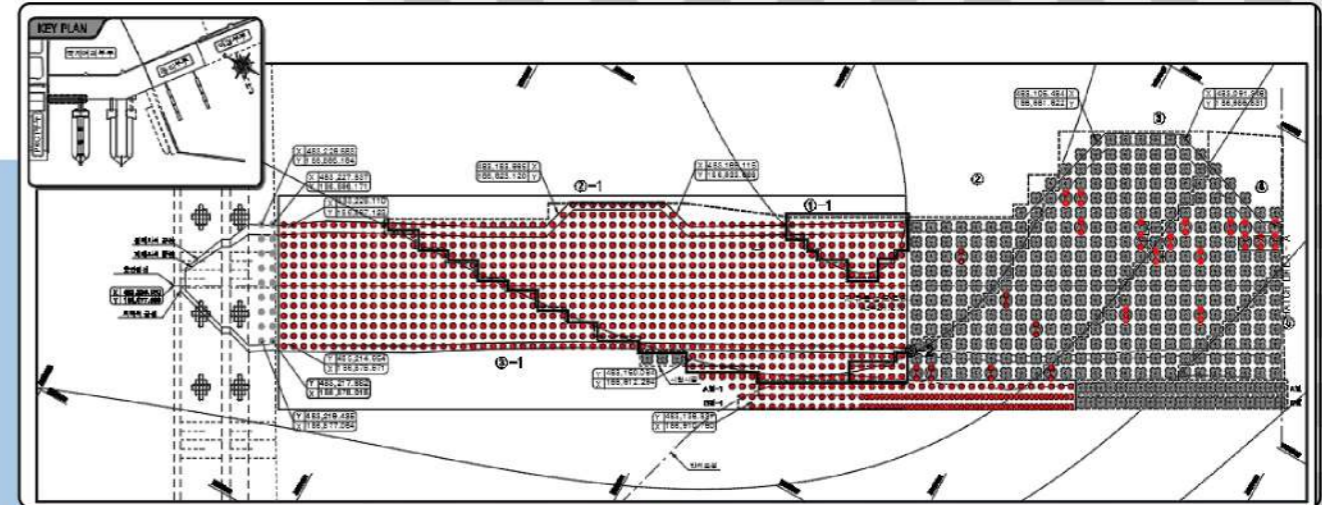
	장비명	로우더
	규격	0.32m³
	수량	1대
	비고	토사 체가름
	장비명	백호
	규격	버킷용량 0.6m³
	수량	1대
	비고	플랜트에 주입재료 투입, 토사 스크린 체가름
	장비명	발전기
	규격	200~300kW
	수량	1대 (본장비)
	비고	전력공급
	장비명	실시간 자동 모니터링
	규격	실시간 자동 모니터링 장비
	수량	2대
	비고	주입량, 주입압, 주입속도등 기록 저장장치
	장비명	통선
	규격	2ton
	수량	1대
	비고	인력수송
	장비명	예인선
	규격	500HP
	수량	1대 (본장비)
	비고	작업부선 및 골재부선 예인
	장비명	작업부선
	규격	2800P
	수량	1대
	비고	공사용 장비 선적
	장비명	자재부선
	규격	2200P
	수량	1대
	비고	공사용 자재 선적



평택당진항
국제 여객부두
건설공사



발주처	저유동성 모르타르 주입공사			비고
	공종	직경	수량	
평택지방 해양수산청	기초 보강공	D 1,000	5,187m	
	유출 방지공	D 2,000	843m	



적용분야



A 호안기초, 방파제등 항만보강



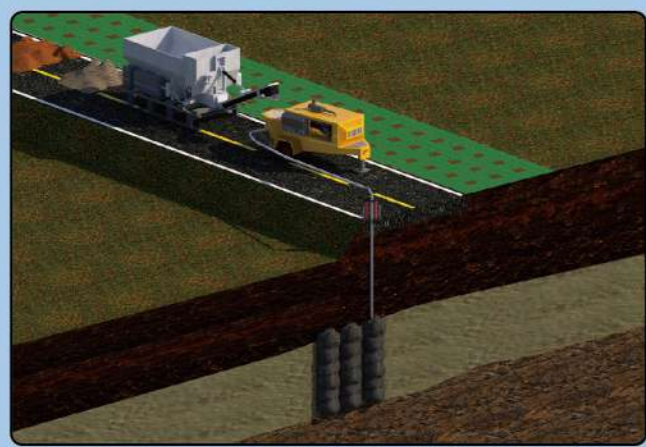
호안제체, 케이슨기초, 부두보강

B 싱크홀등의 공동충전



사석 및 매립재 유실로인한 공동충전

C 항만 및 도로 내진보강



기반시설(도로, 철도, 교량등)의 연약지반 보강

D 연약지반 개량



연약지반의 내진 보강이 필요한 경우

심층혼합처리공법(D.C.M)

공법의 개요

연약지반(점성토, 느슨한 사질토, 유기질토)에 시멘트와 물을 혼합하여 반응된 수화생성물을 지반내 주입하면서 특수 교반기로 회전 혼합하여 지반내에 고화된 개량체를 조성하는 지반개량공법이다.



주요설비 시스템



개량 형식 및 주요특징

구 분	점원식	블록식	벽식
개념도			
개량방법	- 장주를 법선방향으로 접하게 하여 일정 간격으로 배치	- 개량범위 전체 90%이상 개량	- 장주, 단주를 법선 직각방향으로 접하면서 번갈아 배치
검토방법	- 검토방법은 벽식과 동일 - 단면 전단 검토 불필요	- 전체가 개량되므로 원지반의 압밀침하 검토 불필요	- 장벽, 단벽 전단검토 필요 - 지반 압밀침하 검토 불필요
안정성	- 블록식과 유사한 안정성 확보	- 지반을 일체로 개량 안정성 높음	- 블록식과 유사한 안정성 확보
시공성	- 벽식보다 시공관리 용이	- 90%이상 개량으로 공기증가	- 중첩부 시공관리가 필요
경제성	- 벽식과 블록식의 중간정도	- 상대적으로 고가	- 블록식에 비해 저렴

공법의 주요특징

- 조기 강도발현으로 공기 단축
- 고화제 첨가량을 조절하여 소요강도 확보
- 강도와 강성이 커 변형 및 침하량이 적음
- 저진동, 저소음 공법으로 민원이 적음
- 지반 및 시공여건에 대한 적용성이 큼
- 조작실 집중제어로 신뢰성 높은 시공 및 품질관리
- 환경문제 유발하는 모래채취 없이 원지반 재료이용





시공순서



A 본선 Setting



- GPS Program을 이용하여 DCM선 셋팅
- 중앙집중식 winch 조정 레버로 point 셋팅



B 굴진, 교반작업



- 심도의 체크는 운전실 안의 계기판을 이용
- 조위는 GPS를 사용하여 체크



C Slurry 주입 및 교반상승



- 착저점 확인후 slurry를 선단부에 주입교반
- Rod를 인발하면서 Cement paste 분사, 교반



D 시공완료

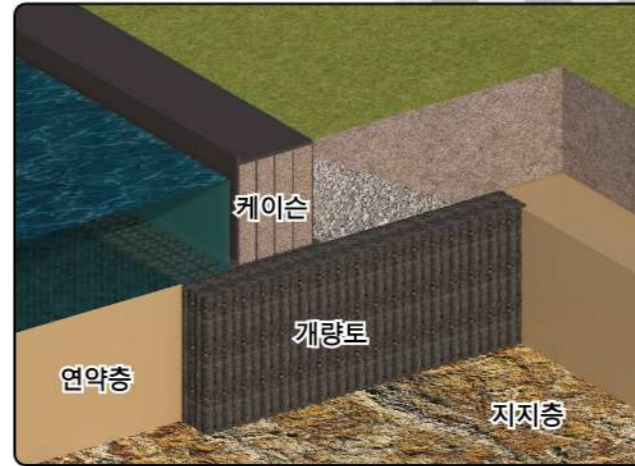


- 본선이동후 Agitator, 호스, Rod 내부 세정
- 다음공 point 셋팅 후 전공실시



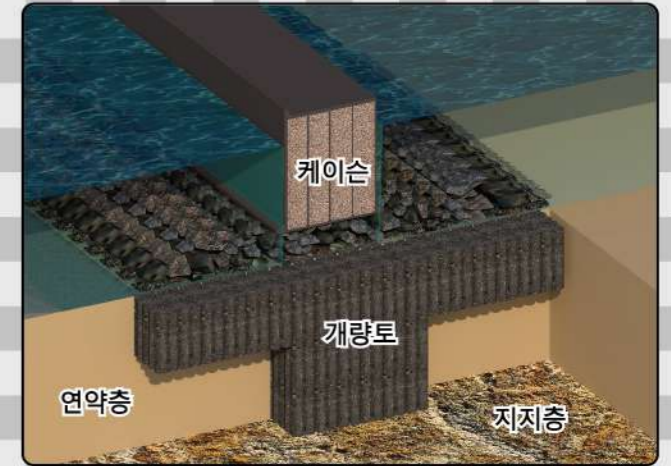
공법의 적용

A 안벽기초지반 개량



- 안벽기초지반 하부의 연약한 지반 보강
-

B 방파제 기초지반 개량



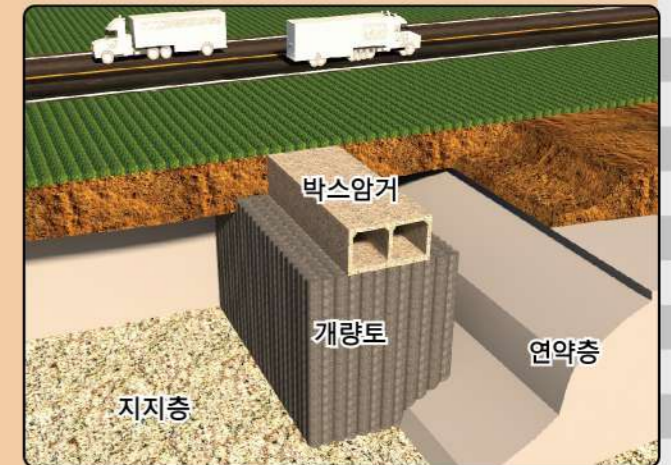
- 계획중인 방파제 하부의 연약지반 보강
-

C 교각, 교대기초지반 개량



- 계획중인 교각의 연약한 기초지반 개량
-

D 박스암거 기초 개량



- 액상화 방지 및 침하방지대책
-

공법비교표



구분	심층혼합 처리공법(DCM공법)	고압분사교반공법(JSP공법)	고압분사 주입방식(SRC공법)
개요도			
대표 시공사진			
공법개요	- 연약지반에 시멘트와 물을 혼합하여 반응된 수화 생성물을 지반내에 주입하면서 특수교반기로 회전, 혼합하여 지반내에 고화된 개량체를 조성하는 지반 개량공법	- 지반을 천공한 후 천공Hole내에서 노즐로부터 고압의 주입재와 Air Jet를 분사하여 원지반을 교란, 절삭시키면서 세굴된 흙과 주입재를 혼합교반시켜 원주상의 고결체를 형성하는 공법	- 3중관 선단모니터 상부노즐에서 고압수에 의한 절삭과 동시에 주입관 선단부의 주입구를 통해 저압력으로 외부에서 혼합된 고강도의 물탈형 주입재를 충전하여 원주형 고결체 조성
장점	- 대상 지반의 토질과 경화제의 첨가율에 의해 개량강도 확보가 가능함 - 개량시 지반 변형이 지극히 적고, 구조물에 주는 영향이 미소함 - 모든 연약 지반 개량에 적용 가능 - 원지반 활용 가능함 - 조기개량이 가능하여, 공기 단축 가능함 - 육상, 해상에 관계없이 시공이 가능함	- 사질토지반에서 우수한 개량강도 발휘 - 초연약층의 균일한 지층조건에서 일정한 구근형성 - 개량강도 우수	- 슬라임을 재 사용하므로 산업폐기물 비용 감소 - 외부에서 배합된 물탈을 주입함으로써 강도조절 가능 - 품질의 신뢰도가 높음 - 절삭과 주입재 충전을 동시에 시행하므로 균등한 개량경이 형성
단점	- 전석층, 연암층 시공불가 - 경화기간 확보 필요 - 재하성토가 작을 경우 지반 부등침하 - 슬라임이 과다로 발생으로 폐기물 처리비가 큼	- 슬라임 발생에 따른 슬라임 처리비용 발생 - 호박돌이 존재할 경우 고결체의 부실조성 우려 - 양생시 지지력 감소	- 해상에서 작업시 슬라임을 재활용할수 없음 - 슬라임 재사용시 작업절차 복잡 - 슬라임의 토성에 따라 품질 좌우 - 해상 작업시 슬라임 발생으로 환경파괴 우려
시공비	-/원	-/원	-/원
적합성	●		

인원 및 장비투입

인원투입

직종	단위	인원수	비고
현장소장	인	1	현장총괄
공무	인	1	공정관리
공사	인	1	현장, 품질관리
기사	인	2	운전원
플랜트	인	4	플랜트관리
정비	인	2	펌프관리
선장	인	2	예인선, 통선
기관장	인	1	예인선
선두	인	1	본선
선원	인	4	양카원치
합계		19	

투입장비

구분	단위	수량
DCM 조합선	4축 1련	1
천공기	CCH1800-3	2
예인선	1,000HP	1
통선	500HP	1
합계		5

건설 기업의 최고가 되겠습니다.

저희 구일건설개발은 창업 이래 최고의 기술력과 품질로 대한민국의 건설업을 선도해 왔으며 DCM공사, 저유동성 모르타르 주입공사, 지하흙막이공사, 대구경파일 한타공사를 시공하는 구일건설개발(주)입니다.

당사는 기초 말뚝공사인 D.C.M 및 저유동성 모르타르 주입공사에 필요한 모든 장비를 보유하고 있으며, 파일한타, 지하흙막이공사 및 토공사와 관련된 자재는 물론 장비를 완비하고 있으며, 현장에서 필요로 하는 시대의 요구사항에 맞는 시공실적 경험과 기술력을 갖춘 전문가 집단으로 업체를 재구성 하였습니다.

그동안 쌓아온 시공경험을 바탕으로 최상의 품질확보와 기술개발, 투자를 확대함으로써 새로운 공법과 신소재 개발에도 힘쓸 것이며, 지식에 기반한 혁신적인 가치창출, 창의와 도전의 마인드로 경제적 가치를 소중하게 생각하는 전문 건설회사로 지금까지 경주해 왔습니다.

저희 회사는 이를 기반으로 대한민국 건설산업 발전에 초석이 될 수 있도록 노력할 것이며 고객님에 감동을 주는 기업으로 최선을 다할것을 약속 드립니다.

감사합니다.

대표이사 이정식 올림

- 상 호 : 구일건설개발(주)
- 대 표 : 이 정 식
- 주 소 : 경기도 김포시 고촌읍 장차로 1번길 804호
- 연 락 처 : TEL) 031-896-4986
FAX) 031-895-4984
- 홈페이지 : <http://구일건설개발.com>
- 회사연혁
 - ▶ 1997년 09. 01 구일건설 신규설립
1999년 03. 07 구일건설개발 주식회사 신규설립
 - ▶ 2010년 06. 17 보링그라우팅 전문건설업 등록증 발급
 - ▶ 2012년 05. 31 엘엔케이산업개발 주식회사 인수
토공사업, 비계 구조물해체 공사업
(주)구일기초건설 법인면 변경 출범
 - ▶ 2014년 05. 15 (주)구일기초건설을 흡수합병
구일건설개발(주)로 사명 변경
- 주요영업
 - ▶ 보링그라우팅 공사업
 - ▶ 비계구조물해체 공사업
 - ▶ 토공사업
 - ▶ 파일한타 : V.R.D(특허), D.R.A, P.R.D, T-4
 - ▶ 중기대여