

구분	SBEG (Silica-Based Eco-friendly Grouting)	ESG (Environment-friendly Safety Groutin)	EGM (Eco-friendly Grouting Method)	SMI (Space Multi Injection grouting metood)	JS-CGM공법 (Just Selected Chemical Grouting Method)
개요	A형 : 합성 실리카를 이용한 친환경 무기질 천연 석고 주입재로 사용하며, 분말도 6,700㎎/g이상의 고분자로 지반 침투력이 탁월하고 용탈성 및 수축성이 강화되어 내구성이 매우 우수한 친환경 그라우팅 공법 B형 : 합성실리카를 이용한 일반시멘트 또는 마이크로 시멘트를 주입재로 사용하며, 용탈성과 수축성을 강화시킨 매우 경제적인 실리카계열 그라우팅 공법	시멘트 대신에 친환경 석고계 주입재를 사용하여 지입주입식 그라우팅방식으로 실리카졸-겔 반응을 형성하는 공법으로 지하수에 의한 용탈현상을 최대한 감소시켜 내구성 및 차수성을 높인 친환경 주입공법	지반전공 및 지중에 이중관 주입Rod를 설치한 후 특수한 주입선단 장치(교반기)를 이용하여 대상지 반 중에 기존 SGR공법과 같은 방법으로 저압에 의해 연속으로 주입하는 저압 침투 주입 공법	- SMI공법은 다공관의 특수선단장치를 이용한 비알칼리성 실리카졸을 저압력으로 침투주입시켜 지반을 개량하는 공법 - 특수선단장치는 상하로 분리된 주입구를 통하여 순결재 및 완결 주입재를 동시에 주입시킴으로 주입효과가 양호 - 지층의 특성과 지반개량의 목적에 따라 다양한 주입재를 사용하게되어 기존공법보다 주입 및 지반개량 효과가 탁월 - 환경친화적인 재료를 사용하는 신기술로서 주입 재료는 A액(Silica-sol), B액(현탁액, 또는 용액)과 가용성 알칼리제를 조합해서 고결강도가 크고 침투성이 우수하며 기존 약액주입공법 대비 용탈이 적은 친환경적인 공법	지반을 천공한 후 지중에 2중관 주입 Rod를 설치한 다음 Gel Time을 자유롭게 조절할 수 있는 주입재를 지중조건에 따라 적용하여 특수선단장치(Screw System)에 의해 주입하는 2.0 Shot 방식의 약액주입공법(국내개발주입공법)
적용성/특징	- 이중관 콧드를 기본으로 사용하며 현장여건에 따라 팩커로도 주입이 가능한 그라우팅 공법 - 모든 토질에 시공 가능하며 현장여건에 따라 Gel-Time조절이 용이함 - 특히 A형의 경우, 친환경 고로슬레그 천연석고 계열 주입재를 사용하기 때문에 증금속에 의한 환경오염 우려가 전혀없어 친환경적임. - 고분말도로 침투력이 매우 우수함 (분말도 6,700㎎/g이상으로 용액형 주입재와 유사한 침투 효과) - 용탈성, 수축성 및 내구성이 매우 양호하고, 시공성이 우수함 - 최근에 개발되어 기존 저압그라우팅 공법의 문제점들을 보완하였기 때문에 우수한 품질의 시공이 가능함과 동시에 타공법 대비 단가경쟁력을 확보하여 경제적인 시공도 가능함	- 기존의 이중관 콧드를 사용하며, 저압주입식 그라우팅 공법 - 대상 토질에 따라 Gel-Time조정에 따른 한정주입으로 차수효과 극대화(급결:10-20초, 완결:30-90초) - 지하수에 의한 주입재의 수축 및 용탈성 우수함 - 친환경 석고계열 주입재(증금속 오염 없음) - 침투력이 우수(분말도 시멘트 2,800㎎/g ESG 주입재 5,000㎎/g)하여 차수효과 증대 - 차수효과양호(K < 1.0*10-5cm/sec) - 실리카계 타 공법에 비하여 경제적인 공법	- 용탈율 2% 이내 이며 품질관리 향상 - 지하수에 의한 희석 환경에도 겔 타임 유지 - 배합용수 수온에 영향 받지 않음	- 목적물의 특성에 따라 다공관의 특수선단장치를 사용 - 고결물은 용탈현상이 없고 증성범위로 환경오염의 염려가 없음 - 지하수로 인한 희석에 의한 겔타임 지연이 없고 대량으로 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성 우수 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수 및 보강효과와 지속성이 큼 - 지수성 우수하여 지중차수벽으로 적합 - 점도 1.5~2 cps 지점성의 주입재로 물 침투가 가능한 지반에는 거의 침투하며, 세립토에 대한 침투/고결효과 우수 - 해수, 유기물에서도 정상적으로 고결됨	- 저압주입방식으로 지반을 교란시키지 않고 원지반 조건을 유지 시킨채 주입 가능 - 겔타임을 자유재로 조절하며 Packing 효과로 인해 대상지반내 한정 주입 가능 - 유속이 빠른 자갈, 전석층에서도 주입재의 유실 없이 주입이 가능하며 해수의 영향을 받는 지역에서도 차수효과가 우수 - 대상지층에 적합한 주입재를 선택하여 적용시킬 수 있고 국내개발제품으로 가격이 저렴하나 강도 효과는 우수하지 않음
시공성	- 계절에 따른 온도변화에 시공성이 변화하지 않으며, Gel Time 및 배합비 조정이 매우 용이함 - 1.5shot 또는 2.0shot 주입 - Packer 주입과 침투, 충전주입 가능하여 주입후 내구성이 매우 양호함	- 용탈현상이 없고 겔타임 조절이 용이하여 계획 범위내에 주입이 되어 지하수등에 의한 희석 등으로 인한 주입효과의 저하가 없고 우수하다 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수효과와 지속성이 뛰어나 - 다양한 지반에 사용하며, 원재에 급결완결재가 포함되어있어 배합비대로 시공할 수 있음 - 친환경자재를 쓰면서도 규산소다의 양을 최소화하여 타 실리카계 공법에 비하여 저렴함	- 계절에 따른 온도변화에 시공성변화 없음 - Gel Time 및 배합비 조정이 매우 용이함 - 1.5shot 2.0shot 주입 Packer 주입과 침투, 충전 주입 가능하여 현장 여건에 선택주입이 가능함	- 고결물은 용탈현상이 없고 증성범위로 환경오염의 염려가 없음 - 지하수 희석에 의한 겔타임 지연이 없고 대량으로 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성 우수 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수 및 보강효과와 지속성이 큼 - 지수성이 우수하여 지중차수벽으로 적합 - 점도 1.5~2 cps 지점성의 주입재로 물 침투가 가능한 지반에는 거의 침투하며, 세립토에 대한 침투/고결효과 우수 - 해수, 유기물에서도 정상적으로 고결됨	- 급결형과 완결형의 병용으로 주입재의 유실이 없으며, 특히 유속의 흐름이 빠른 자갈, 전석층의 대공극지층에서도 JCM-5호 약재를 사용한 캡슐 그라우팅에 의한 주입 가능
주입방식	- 1.5~2.0 Shot	- 2.0 Shot	동일	- 4.0 Shot - 주입범위 : ≈0.8m ~ 1.3m	- 2.0 Shot
주입압력	- 1~10 kgf/cm(통상 3~7 kgf/cm)	- 주입압(저압주입) : 1~7kg/cm ² - 강도 : 10~30kg/cm ²	동일	- 저압주입 : 5 kgf/cm ²	- 1~40 kgf/cm(통상 2~5 kgf/cm)
주입범위	- 주입범위 : Ø0.4m~1.2m	-주입범위 : Ø0.6m~1.2m	동일	- 주입범위 : ≈0.8m ~ 1.3m	- 주입범위 : ≈0.8m ~ 1.2m
표준토출량	- 표준토출량 : 10 ~ 30 l/min		동일		
사용재료	A형:합성실리카+SE-1(급결)+SE-2(완결)+물 B형:합성실리카+시멘트+SE-3(혼화제)+물	- ESG주입재 + 규산소다 + 물 - 급결형 : SG-1 - 완결형 : SG-2	EG-S + EF-3(급결), EF-4(완결) + 물	- 시멘트, SMI약재, 물, Silica soil-S	- (규산소다+물)+(시멘트+JCM약재+물) - 급결형 : JCM 1호, 3호 - 완결형 : JCM 2호, 4호 - 특수형 : JCM 5-1호, 5-2호
고결시간	- 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(10~20 Sec), 완결형(30~60 Sec)	- 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(10~20Sec), 완결형(30~90Sec)	- 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(10~20 Sec), 완결형(40~80 Sec)	- 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(6~9Sec), 완결형(60~120Sec)	
적용용수	- 담수(청수)	- 담수(청수)	동일	- 담수(청수)	- 담수(청수)
사용목적	- 차수 및 지반보강	- 차수 및 지반보강	동일	- 차수 및 지반보강	- 차수
적용지반	- 모든 토질	- 모든 토질	동일	- 점성토, 사질토	- 사질토, 점성토, 전석층
장비규모	- 중·소규모	- 소규모	동일	- 소규모	- 소규모
강도	- Homogel 28일기준 : 급결 30 kgf/cm ² 이상 완결 40 kgf/cm ² 이상	- 우수	-Homogel 28일기준 : 급결 13 kgf/cm ² 이상 완결 40 kgf/cm ² 이상	- 샌드겔 압축강도(28일) : 20 kgf/cm ² - 초미립자시멘트(현탁액형, 90일) : 35 kgf/cm ² (계속증가)	- Homogel(주입재) : 0.5~6 kgf/cm ² - Sandgel : 4~24 kgf/cm ² - 코아 채취는 불가능
수밀성	- 매우 양호	- 매우 양호	동일	- 매우 양호	- 양호
용탈현상	- 미발생(1% 이내)	- 미발생(1% 이내)	- 용탈율 2% 이내	- 미발생(1% 이내)	
증금속용출	- 없음	- 없음	동일	- 기준치 이하	- 없음
염해성	- 없음	- 매우 우수	동일	- 매우 우수	- 양호
수중불분리성	- 없음	- 분리	동일	- 없음	- 불분리
Slime	- 없음	- 없음	동일	- 없음	- 없음
개요도 및 단면					
시공순서	- 계획 심도까지 천공(φ40.5 또는 φ73m/m)→ 천공완료후 주입용 Rod삽입(케이스 천공시)→인발장치 설치 → 급결형 주입 실시→ 완결형 주입 실시→ 한계압력 상승 1step (20~50cm)씩 인발하면서 반복 Grouting 주입	- 계획 심도까지 천공(φ40.5 또는 φ73m/m)→ 천공완료후 주입용 Rod삽입(케이스 천공시)→인발장치 설치 → 급결형 주입 실시→ 완결형 주입 실시→ 한계압력 상승 1step (20~50cm)씩 인발하면서 반복 Grouting 주입	- 계획 심도까지 천공(φ40.5 또는 φ73m/m)→ 천공완료후 주입용 Rod삽입(케이스 천공시)→인발장치 설치 → 급결형 주입 실시→ 완결형 주입 실시→ 한계압력 상승 1step (20~50cm)씩 인발하면서 반복 Grouting 주입	- 시공위치 선정 및 플랜트 설치 → 시공 전 대상지 층 상태확인 → 본 작업계획 수립 → SMI 천공 → 주입장치 및 Hose 연결 → SMI 주입(1차 주입을 통해 천공홀과 주입관 사이 그라우팅 양생 후 2차 그라우팅 실시, 주입압력 5kgf/cm ² 이내) → 주입 완료 → 주입공 이동	- 소정의 심도까지 천공(φ40.5 또는 φ72m/m)→ 천공완료후 주입용 Rod삽입(케이스 천공시)→ 급결형에 의한 Packer (Sealing) 주입 실시 → Packer 주입 완료후 완결형 및 급결형에 의한 복합주입 실시 → 되풀이하여 1step (30~50cm)씩 상승시키면서 Grouting 실시
장점	- 기존 특허공법의 친환경성, 침투성, 용탈성, 수축성, 내구성을 종합적으로 보완한 공법으로 경제적이고 차수 효과가 확실함 - 시멘트 대신에 무기질 천연석고 계열을 주입재로 사용하여 증금속오염을 방지하고 지하수의 오염을 최소화한 친환경적인 공법 - 겔타임 조절에 따른 한정주입으로 모든 토질에 차수 효과 극대화 - 분말도 6,700㎎/g 이상으로 고분자화하여 일반현탁액 특허공법 보다 모든 토질에서 뛰어난 침투력과 차수 효과가 탁월함 - 온도 변화에 영향이 적음 - 모든 토사지반 적용 가능 - 합성실리카를 줄화하여 용탈성과 수축성을 보완하므로 내구성을 강화하여 그라우팅 효과가 2년 이상 유지	- 최근 실리카계공법중 경제적이고 차수효과가 확실하여 다수현장에서 적용 - 시멘트 대신에 친환경 석고계열 주입재를 사용하여 증금속오염이 없어 지하수의 오염을 최소화 - 대상토질에 따라 겔타임조절에 따른 한정주입으로 차수효과극대화 - 침투력이 우수(분말도 시멘트 2,800㎎/g ESG 주입재 5,000㎎/g)하여 차수효과 증대 - 온도변화에 영향이 적음 - 점성토, 사질토, 사력층 통과대 - 규산소다를 적게 사용하여 장기관 경과시 내구성의 저하를 최대한 방지	- 높은 강도를 발휘하고 장기 내구성 우수 - 고결물에서 알칼리의 용탈작용이 없고 환경오염을 일으키지 않음 - 지하수면 밑에서 주입하는 경우에도 희석에 의한 겔타임을 지연이 없고 지하수에 대량 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성이 우수 - 지수성이 우수함 - 저점성으로 다양한 지층에 대하여 침투 고결 효과가 큼	- 동압식 저압펌프를 이용한 안전한 저압주입으로서 작업 용이 - Packer 주입과 침투충진 주입을 여건에 따라 조절 가능 - 지반 보강용으로 적합하며 차수기간은 SGR과 LW 중간 정도	
단점	- 특이사항 없음	규산소다 사용 용탈성 30%이상	- A재를 분체로 사용하는 공법으로 실리카 계열보다 차수성이 떨어짐 - 초기 겔 강도가 약하여 침투 범위가 불확실함	급결 완결 동시주입 시공성 저하	SGR공법과 동일 규산소다 사용으로 용탈성 30% 이상
비고	직영시공 직영관리 플랜트3세트 직접운영	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공

구분	SGR (Space Grouting Rocket system)	MSG (Micro Silica Grouting)	ET&G (Effective Total & Grouting Method), 저압침투 방식	MIS (Micro Injected process System)	ASG (Activated Silicate Grouting)
개요	<ul style="list-style-type: none"> - 천공 후 지중에 이중관을 설치하고 주입시 특수 침탄장치(Rocket System)에 의한 저압으로 원지반 조건을 유지한 상태로 균일하게 주입 - 큰 공극을 위한 주입목적의 급결체와 침투주입을 위한 완결체 주입을 지반에 따라 복합주입 비율을 조정하여 한정주입이 되도록 하는 공법 - S.G.R공법은 $\phi 40.5\sim 55\text{mm}$의 이중관주입Rod로 소정의 깊이까지 천공한 후 급결주입재(Short Gel : 6-9초)와 완결주입재(Middle Gel : 60-90초)를 복합 주입하여 지반내 공극을 충전하는 공법으로 기타의 주입공법(LW 공법, Cement Milk 주입공법 등)에 비해 양호한 자수효과를 기대할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 지반을 천공한 후 지중에 이중관 주입 Rod를 설치 후 시멘트를 사용한 현탁액 주입재의 침투성을 향상시키기 위해 마이크로시멘트계의 개념을 도입한 저압주입공법 	<ul style="list-style-type: none"> - 지반을 천공하여 이중관주입 Rod를 설치한 후 모든 지반주입재를 선단장치를 통해 대상지반에 복합주입하는 2.0Shot방식의 저압 침투주입공법 	<ul style="list-style-type: none"> - 지반을 천공하여 이중관 및 Double Packer를 사용하여 주입선단장치를 통해 고내구성, 친환경성, 고침투성을 특징으로 하는 무기질 재료의 초미립자 시멘트를 지중에 침투시키는 이중관복합식 저압 침투주입하는 공법으로 연약지반의 강도증가와 차수성을 개선시키는 공법 	<ul style="list-style-type: none"> - 항구적인 활성실리카계트액(ASG)을 현장에서 직접 간단한 자동 실리카계트 제조플랜트를 이용하여 만들어서 차수 및 지반보강주입재로 사용하는 공법으로 주입재의 내구성을 높인 공법
적용성/특징	<ul style="list-style-type: none"> - 토류벽 배면 토사 차수 - 터널 복공 배면 주입 - 수평거리 20m이내, 연직거리 35m 이내 조성물 주위 지반 조강 및 차수 - 저압주입(10kg/cm²)으로 지반교란이 없어 원지반 상태에서 시공하므로 안전성이 기대된다 - 모든 지층에 적용가능(사질토 : 현탁액, 점성토 : 용액형) - 토질의 점착력증대 및 차수성 양호 - 장비가 비교적 소형이므로 시공용이 - 동결기 시공가능 	<ul style="list-style-type: none"> - MSG공법은 주입재와 주입장치를 동시에 개방한 침탄 주입공법 - 주입재는 평균입경 3~7μm의 마이크로 복합실리카를 주성분으로 사용하기 때문에 고침투성, 고강도성, 고내구성 및 환경친화성이 특징 - 실리카함량과 겔타임 조절제를 이용해서 겔타임을 3~5초의 초급결에서 5~7분의 초완결까지 폭넓게 조정 가능 - 주입방식은 2.0shot방식 또는 1.5shot방식의 주입선단장치를 선택적으로 사용할 수 있기 때문에 복잡한 출수(出水)상황과 호중(互層)지반에서도 효과적으로 대응할 수 있는 맞춤형 그라우팅임 	<ul style="list-style-type: none"> - 2.0Shot방식에 의한 복합주입실시로 겔타임 및 주입압력, 개방범위 조절가능 - 기존주입재의 단점을 보완한 주입재 사용으로 강도 및 내구성 증대 - 시공성, 경제성을 갖춘 친환경공법 - 무기질계 지반주입재 사용시 해수를 주입용수 이용가능 - 현장조건 및 지반특성에 따라 주입재 및 주입방식의 선택 자유로움 - 주입재의 국내개발로 인한 가격저렴 - 4조 교반장치 사용 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비의 소형화로 작업공간 확보 용이 - 주입재로 MIS SP를 사용하므로 실트질 모래 지반 및 점성토에도 효과 높음 - 1.5 및 2.0Shot방식을 지반 특성 또는 사용목적에 따라 자유로이 선택가능 - 급결제로서 규산소다를 사용하지 않고 주입 후 강도 우수 	<ul style="list-style-type: none"> - 알카리 용탈이 거의 없는 반영구적인 내구성의 증대가 가능 - 제조의 간편성 및 약 40% 이상의 강도 증가로 시공성의 우수 - 물의 희석에 의한 Gel-Time 지연이 작아 (약 1/3 수준) 효율적인 주입관리 및 미고결에 의한 주입재의 유실이 적어 안전성에서 우수 - 주입압 : 0~5 (kgf/cm) - 고결시간 : 수초에서 수분까지 조절이 용이 - 저압 주입 방식, 안정성 양호 - 미세한 공극의 지반에 주입이 가능 - 협소한 작업공간에서 작업 가능
시공성	<ul style="list-style-type: none"> - 이중관 Rod로 모든 토질에 주입재가 균등하게 침투 가능하다 - 주입압을 자유롭게 조정가능(0~30 kg/cm²) Gel Time 및 배합비를 조정하여 자유롭다 - Packer 주입과 침투, 충전주입 방법을 조합하여 복합 주입하므로 침투성, 안전성이 높다 - 수평거리 20m, 연직거리 35m 이상에는 주입 결과가 떨어짐 - 약액복합 주입으로 주입 시간이 길다 	<ul style="list-style-type: none"> - 저압침투주입방식으로 지반을 교란시키지 않고 원지반 조건을 유지 시킨 채 주입가능 - 장비의 소형화로 작업면적 확보 용이 - 주입재로 고가의 재료(실리카졸) 사용하며 성능 우수함 - 물유리를 사용하므로 용탈 현상 발생 - 장기적인 강도 발현이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 겔타임 및 주입압력, 개방범위 조절가능 - 시공성, 경제성을 갖춘 친환경공법 - 무기질계 지반주입재 사용시 해수를 주입용수 이용가능 - 현장조건 및 지반특성에 따라 주입재 및 주입방식의 선택 자유로움 - 주입재의 국내개발로 인한 가격저렴 - 4조 교반장치 사용 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비의 소형화로 작업공간 확보 용이 - 주입재로 MIS SP를 사용하므로 실트질 모래 지반 및 점성토에도 효과 높음 - 1.5 및 2.0Shot방식을 지반 특성 또는 사용목적에 따라 자유로이 선택가능 - 급결제로서 규산소다를 사용하지 않고 주입 후 강도 우수 	
주입방식	- 2.0 Shot	- 1.5~2.0 Shot	- 이중관 Rod 저압주입(2.0 Shot)	- 저압주입(2.0 Shot)	- 2.0 Shot
주입압력	- 1~10 kgf/m ² (통상 2~5 kgf/m ²)	- 3~5 kgf/m ² 이내	- 1~30 kgf/m ²	- 3~5 kgf/m ²	동일
주입범위	- 주입범위 : $\phi 0.8\sim 1.2\text{m}$	- 주입범위 : $\phi 0.8\sim 1.2\text{m}$	- $\phi 0.4\text{m}\sim 1.2\text{m}$	- $\phi 0.8\text{m}\sim 1.2\text{m}$	동일
표준토출량					동일
사용재료	<ul style="list-style-type: none"> - (규산소다+물)+(시멘트+S.G.R약액+물) - 급결형 : SGR 7호, 11호 - 완결형 : SGR 8호, 12호 	<ul style="list-style-type: none"> - 주재료 : Micro Cement - 보조재료 : 고흥성 급결체(특수규산) 	<ul style="list-style-type: none"> - 무기질계(영구적) : ETS(급결체)+ETM+시멘트 - 약액계(New-SGR) : 급결체+시멘트+규산소다 - 고강도(항구적) : ETS+ETM(첨가제)+시멘트 	<ul style="list-style-type: none"> - MIS 초미립시멘트(비표면적 8,000~12,000 m²/g) + MIS첨가제 	시멘트+규산+ASG약액
고결시간	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 비교적 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(6~9Sec), 완결형(90~150Sec) 	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(5~7Sec), 완결형(90~150Sec) 	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 조절 용이 - 급결(4~9초), 중결(20~40초), 완결(60~120초) 	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 조절 용이 - 급결(5~7초), 완결(90~150초) 	동일
적용용수	- 담수(청수)	- 담수(청수)	- 담수(청수) 및 해수	- 담수(청수)	동일
사용목적	- 담수(청수)	- 차수 및 지반보강	- 차수 및 지반보강, 기초파괴, 구조물보강, 연약지반개량	- 차수 및 지반보강	동일
적용지반	- 사질토, 점성토	- 모든 토질	- 모든 토질	- 사질토, 점성토	동일
장비규모	- 소규모	- 소규모	- 소규모	- 소규모	동일
강도	<ul style="list-style-type: none"> - 초기는 양호하나 용탈현상으로 장기적으로 강도 저하됨 - Home Gel 강도 : 2~4 kgf/m² - Sand Gel 강도 : 2~20 kgf/m²(Core 채취 안됨) 	<ul style="list-style-type: none"> - 초기는 양호하나 용탈현상으로 장기적으로 강도 저하됨 	우수	우수	<ul style="list-style-type: none"> - 일축압축강도 : 10~20kg/cm² - 호모겔강도 : 0.5kg/cm²
수밀성	- 초기는 양호하나 용탈현상으로 장기적으로 수밀성 저하됨	- 초기는 양호하나 용탈현상으로 장기적으로 수밀성 저하됨	우수	- 양호	- 양호
용탈현상	- 물유리계 : 용탈 발생	- 물유리계 : 용탈 발생	- 없음	- 미발생	- 미발생(5% 이내)
중금속용출	- 6가크롬, 카드늄, 납 용출	- 6가크롬, 카드늄, 납 용출	- 기준치 이하	- 없음	- 있음
염해성	- 취약	- 취약	- 없음	- 없음	- 있음
수중불분리성	- 분리	- 분리	- 없음	- 없음	- 없음
Slime	- 없음	- 없음	- 없음	- 없음	- 없음
개요도 및 단면					
시공순서	<ul style="list-style-type: none"> - 소정의 심도까지 천공($\phi 40.5$ 또는 $\phi 72\text{mm}$)→ 천공 완료 후 주입용 Rod 삽입(케이싱 천공시)→ SGR주입 (용액형은 Rocket에 의한 유도공간 형성 후 주입, 현탁액형은 2중관 Rod주입)→ 1Step(30~50cm)씩 상승시키면서 Grouting 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 계획 심도까지 천공($\phi 40.5$ or $\phi 72\text{mm}$)→ 천공 완료 후 주입용 Rod 및 외관 삽입→ 완결형 및 급결형에 의한 복합주입을 1 Step(30~50cm)씩 상황 인발하면서 주입 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 계획심도까지 천공($\phi 40.5$ or $\phi 72\text{mm}$)→ 천공 완료 후 주입용 이중관 Rod 삽입→ 이중관Rod를 1Step(30~50cm)씩 상황 인발하면서 복합주입 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 계획심도까지 천공($\phi 40.5$ or $\phi 72\text{mm}$)→ 천공 완료 후 주입용 Rod 및 외관 삽입→ 완결형 및 급결형에 의한 복합주입을 1Step(30~50cm)씩 상황 인발하면서 주입 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 천공작업 2. 이중관 삽입 후 케이싱 인발 3. Packer제 주입 4. 보강 주입재 주입 5. 상승인발 주입 6. 지반 개량 완료
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 저압침투주입방식으로 지반을 교란시키지 않고 원지반 조건을 유지 시킨 채 주입가능 - 겔타임을 자유로이 조절하며 회전하지 않는 주입관의 Packing 효과로 인해 대상지반 내 한정 주입 가능 - 모든 지층에 적용 가능(사질토 : 현탁액형, 점성토 : 용액형) - 토질의 점착력 증대 및 차수성 양호 - 시공장비가 소형이어서 협소한 공간 작업 가능 및 이동 용이 - 동결기 시공 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 주입 Step 길이가 종래 50cm에서 33cm로 단축되어 침투의 중복도가 커지므로 실트질 점성토나 조밀한 지반에서도 주입효과가 우수 - 복합주입은 지반특성이 다양한 복수 지층에서 각 지층에 적합한 순결형과 완결형의 주입재와 시공방법을 단계적으로 적용함으로써 균질한 지반 개량이 가능 - MSG공법은 최대입경 10μm 이하의 마이크로계 분체를 현탁액형으로 사용하기 때문에 세립질 모래지반은 물론이고 실트질이 소량 함유된 실트질 모래지반까지도 침투주입이 가능함 - MSG약액의 호모겔 고결체는 고강도가 발현되고 장기재형에서도 시편변형이 적기 때문에 내구성이 우수 - 독극물, 위험물이 포함되어 있지 않기 때문에 중금속류가 검출되지 않고 지하수에 의한 알칼리 용탈이 적기 때문에 pH상승이 낮고 식생환경에 미치는 영향이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> - 겔타임 및 주입압력, 개방범위 조절가능 - 강도 및 내구성 증대 - 시공성, 경제성을 갖춘 친환경공법 - 무기질계 지반주입재 사용시 해수를 주입용수 이용가능 - 현장조건 및 지반특성에 따라 주입재 및 주입방식의 선택 자유로움 - 주입재의 국내개발로 인한 가격저렴 	<ul style="list-style-type: none"> - 장비의 소형화로 작업공간 확보 용이 - 주입재로 MIS SP를 사용하므로 실트질 모래 지반 및 점성토에도 효과 높음 - 1.5 및 2.0Shot방식을 지반 특성 또는 사용목적에 따라 자유로이 선택가능 - 급결제로서 규산소다를 사용하지 않고 주입 후 강도 우수 	<ul style="list-style-type: none"> - 급결,완결의 이중관 룯복합 주입형태 - 대상토질에 따라 Gel-Time조절이 용이함 - 지반 및 점성토에도 효과 높음 - 활성실리카계트 사용으로 지하수에 의한 용탈현상이 타공법에 비해 매우 적어 친환경적임 - 주입재의 초기점성이 작아 침투주입이 잘되고 내구성이 좋아 장기적인 효과를 볼 수 있음
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 해수의 영향을 받는 지역에서는 차수효과 불확실 - 물유리를 사용하므로 용탈현상 발생 및 내구성 저하 - 지층 및 공사목적에 따라 주입재 선택에 유의 - 유속의 흐름이 빠른 자갈, 전석층의 대공극지층에서는 주입재 유실 발생 - 현탁액형 주입시 Rocket System의 작동 불량으로 주입효과가 다소불량하며 강도효과는 우수하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 물유리를 사용하므로 용탈 현상 발생 - 장기적인 강도 발현이 없음 - 고가 	<ul style="list-style-type: none"> - 규산소다 사용 용탈성 30%이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 사용으로 중금속 오염 	<ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 사용으로 중금속 오염
비고	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공	협력업체 장비시공