

구분	SBEKG (Silica-Based Eco-friendly Grouting)	ESG (Environment-friendly Safety Grouting)	SMI (Space Multi Injection grouting metood)	JS-CGM (Just Selected Chemical Grouting Method)	ASG (Activated Silicate Grouting)
개요	<ul style="list-style-type: none"> - 합성 실리카와 천연무수석고를 이용한 친환경 무기질 주입재를 고분자화하여 지반의 침투력을 최적화시키고 용탈성과 내구성 보완 - 1.5shot 주입방식과 2.0shot 주입방식을 자유로이 선택 가능하여 지반조건에 따라 응용시공이 편리 - 차수성이 매우 우수하고 경제적인 친환경 실리카계열 차수 및 지반보강 그라우팅 공법 A형: 친환경실리카계공법(주입재: 무기질) B형: 실리카계열공법(주입재: 시멘트) 	<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화의 주범인 시멘트를 사용하지 않고, 저탄소성 친환경 석고계 주입재를 사용하여 저압주입식 그라우팅방식으로 실리카졸-겔 반응을 형성하는 공법으로 지하수에 의한 용탈현상을 최대한 감소시켜 내구성 및 차수성을 높인 친환경 주입공법 	<ul style="list-style-type: none"> - SMI공법은 다공관의 특수선단장치를 이용한 비알칼리성 실리카졸을 저압력으로 침투주입시켜 지반을 개량하는 공법 - 특수선단장치는 상하로 분리된 주입구를 통하여 순결재 및 완결주입재를 동시에 주입시키므로 주입효과가 양호 - 지층의 특성과 지반개량의 목적으로 따라 다양한 주입재를 사용하게 되어 기존공법보다 주입 및 지반개량 효과가 탁월 - 환경친화적인 재료를 사용하는 신기술로서 주입재로는 A액(Silicasol), B액(현탁액 또는 용액)과 가능성 알칼리재를 조합해서 고결강도가 크고 침투성이 우수하며 기존 악액주입공법 대비 용탈이 적은 친환경적인 공법 	<ul style="list-style-type: none"> - 본 공법은 기존 악액주입공법의 단점을 개선한 신공법으로 기존의 규산나트륨(3호)과는 달리 개질 물유리인 합성실리카를 사용하여 악액의 완전 고결화 반응으로 고내구성 및 조기강도 발현을 가능하게 함으로서 용탈을 방지하는 친환경적이고 경제적인 공법이며, 지반조건에 따라 선택적으로 시멘트분쇄기(습식)를 사용, 보통 포틀랜드시멘트를 미분쇄(세립화) 시켜 주입재의 침투성을 향상시킨 그라우팅 공법 	<p>항구적인 활성실리케이트 악액(ASG)을 현장에서 직접 간단한 자동 실리케이트 제조플랜트를 이용하여 만들어서 차수 및 지반보강용주입재로 사용하는 공법으로 주입재의 내구성을 매우 높인 공법.</p>
작용성/특징	<ul style="list-style-type: none"> - 이중관 롯드를 기본으로 사용하며 팩커로도 주입이 가능한 그라우팅 공법 - 토질에 따라 Gel-Time조절이 용이함. - 친환경 고로슬래그 석고계열 주입재(중금속 오염 없음) - 고 분말도로 침투력이 매우 양호함(분말도 주입재 6,500m³/g이상) 액형 주입재와 유사하게 침투효과 - 친환경성 용탈성 수축성이 매우양호하며 시공이 편리함. 경제적인 시공단가 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존의 이중관 롯드를 사용하며, 저압주입식 그라우팅 공법 - 대상 토질에 따라 Gel-Time조정에 따른 한정주입으로 차수효과 극대화(급결:10-20초, 완결:30-90초) - 지하수에 의한 주입재의 수축 및 용탈현상이 거의 없음 - 친환경 석고계열 주입재(중금속 오염 없음) - 저탄소공법으로 친환경적이다(시멘트 사용하지 않음) - 침투력이 우수(분말도 시멘트 2,800m³/g ESG주입재 5,000m³/g)하여 차수효과 증대 - 차수효과양호(K < 1.0*10-5cm/sec) - 실리카계 타 공법에 비하여 경제적인 공법 	<ul style="list-style-type: none"> - 목적물의 특성에 따라 다공관의 특수선단장치를 사용 - 고결물은 용탈현상이 없고 중성범위로 환경오염의 염려가 없다 - 지하수로 인한 희석에 의한 절타임 지연이 없고 대량으로 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성 우수 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수 및 보강효과의 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 본 공법은 기존 악액 주입공법의 단점을 개선한 신공법으로 기존의 규산나트륨(3호)과는 달리 - 물의 희석에 의한 Gel-Time 지연이 적아 (약 1/3 수준) 효율적인 주입관리 및 미고결에 의한 주입재의 유실이 적어 안전성에서 우수 - 주입압 : 0~5 (kgf/cm²) - 고결시간 : 수초에서 수분까지 조절이 용이 - 저압 주입 방식, 안정성 양호 - 미세한 공극의 지반에 주입이 가능 - 협소한 작업공간에서 작업 가능 - 지반을 케이싱으로 전공한 후, 케이싱 내로 특수선단장치가 장착된 2중관롯드를 설치하여 시멘트 분쇄기(습식)로 보통 포틀랜드시멘트를 미분쇄하여 제조된 세립화, 구상화된 시멘트와 JS-CGM 악액을 지반 공극에 막상 및 침투 주입하는 2-SHOT 방식의 복합 악액 주입공법. - 건축 구조물 흙막이 배면 차수 그라우팅 - 터널, 댐, 방조제 차수 및 보강 그라우팅 - 자립식 토류벽용 그라우팅 등 	
시공성	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 토질에 차수 및 지반보강 침투충전주입 효과 매우 양호함 - 계절에 따른 온도변화에 시공성변화 없음 Gel Time 및 배합비 조정이 매우 용이함 - 1.5shot 2.0shot 주입 Packer 주입과 침투, 충진주입 가능하여 현장 여건에 선택주입이 가능하므로 안전성이 높다 	<ul style="list-style-type: none"> - 절타임 조절이 용이하여 계획범위내에 주입이 되어 지하수등에 의한 희석으로 인한 주입효과의 저하가 없고 우수하다 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수효과의 지속성이 뛰어나다. - 다양한 지반에 사용하여 원재료에 금결완결재가 포함되어있어 배합비대로 시공할수있다. - 친환경재를 쓰면서도 규산소다의 양을 최소화하여 탄 실리카계 공법에 비하여 저렴함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 고결물은 용탈현상이 없고 중성범위로 환경오염의 염려가 없다 - 지하수 희석에 의한 절타임 지연이 없고 대량으로 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성 우수 - 고결강도가 높고 내구성이 양호하여 차수 및 보강효과의 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 동일 - 동일 - 동일 - 동일 	
주입방식	- 1.5~2.0 Shot	- 2.0 Shot	- 4.0 Shot - 주입범위 : 0.8m ~ 1.3m	- 2.0 Shot	- 2.0 Shot
주입압력	- 1~10 kgf/m³(통상 3~7 kgf/m³)	- 주입압(저압주입) : 1~7kgf/m³ - 강도 : 10~30kgf/m³	- 저압주입 : 5 kgf/m³	- 동일	- 동일
주입범위	- 주입범위 : φ0.6m~1.2m	- 주입범위 : φ0.6m~1.2m	- 주입범위 : 0.8m ~ 1.3m	- 동일	- 동일
표준토출량	- 표준토출량 : 20 ~ 30 t/min			- 동일	- 동일
사용재료	<ul style="list-style-type: none"> 무기질계 : 합성 실리카 + SE-1(금결) & SE-2(완결) + 물 시멘트계 : 합성 실리카 + SE-3(금결) & 시멘트(완결) + 물 	<ul style="list-style-type: none"> - ESG주입재 + 규산소다 + 물 - 금결형 : SG-1 - 완결형 : SG-2 	<ul style="list-style-type: none"> - 시멘트, SMI약재, 물, Silica soil-S 	<ul style="list-style-type: none"> 보통시멘트, 합성실리카, JS-CGM약재 	시멘트+규산+ASG약액
고결시간	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(10~20 Sec), 완결형(30~60 Sec) 	<ul style="list-style-type: none"> - 고결시간 : 조절 용이 - 고결 표준시간 : 급결형(10~20Sec), 완결형(30~90Sec) 			- 동일
작업용수	- 담수(정수)	- 담수(정수)	- 담수(정수)	- 동일	- 동일
사용목적	- 차수 및 지반보강	- 차수 및 지반보강	- 차수 및 지반보강	- 동일	- 동일
작용지반	- 모든 토질	- 점성토, 사질토	- 동일	- 동일	- 동일
장비규모	- 중소규모	- 소규모	- 동일	- 동일	- 동일
압축강도	- Homogel 28일기준 : 급결 30kgf/m³이상 완결 40kgf/m³이상	- 우수	<ul style="list-style-type: none"> - 샌드겔 압축강도(28일) : 20 kgf/m² - 초미립자시멘트(현탁액형, 90일) : 35 kgf/m²(계속증가) 	<ul style="list-style-type: none"> - 일축압축강도 : 4~20kg/cm² - 초모겔강도 : 0.5~12kg/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> - 일축압축강도 : 10~20kg/cm² - 초모겔강도 : 0.5kg/cm²
수밀성	- 매우 양호	- 매우 양호	- 매우 양호	- 양호	- 양호
용탈현상	- 미발생(1 % 이내)	- 미발생(5 % 이내)	- 미발생(1 % 이내)	- 미발생(5 % 이내)	- 미발생(5 % 이내)
중금속용출	- 없음	- 없음	- 기준치 이하	- 있음	- 있음
염해성	- 없음	- 매우 우수	- 매우 우수	- 있음	- 있음
수증불분리성	- 없음	- 분리	- 없음	- 없음	- 없음
Slime	- 없음	- 없음	- 없음	- 없음	- 없음
개요도 및 단면					
시공순서	<ul style="list-style-type: none"> - 계획 심도까지 전공(Φ40.5 또는 Φ73m/m) → 전공완료후 주입용 Rod 삽입(케이싱 전공시)→인발장치 설치 → 급결형 주입 실시→ 완결형 주입 실시→ 압력 상승 1step (20 ~ 50cm)씩 인발하면서 반복 Grouting 주입 	<ul style="list-style-type: none"> - 소정의 심도까지 전공(Φ40.5 또는 Φ72m/m) → 전공완료 후 주입용 Rod 삽입(케이싱 전공시)→ ESG주입 (2중관 Rod주입) → 1step(30~50cm)씩 상승시킴에서 Grouting 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 시공위치 선정 및 플랜트 설치→ 시공 전 대상지층 상태확인→ 본작업계획 수립→ SMI 천공→ 주입장치 및 Hose 연결→ SMI 주입(1차 주입을 통해 천공율과 주입관 사이 그라우팅 양성 후 2차 그라우팅 실시, 주입압력 5kgf/m³ 이내)→ 주입 완료→ 주입공 이동 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 천공작업 2. 급결 그라우트 주입 후 케이싱 인발 3. Packer재 주입 4. 보강 주입재 주입 5. 상승인발 주입 6. 지반 개량 완료 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 천공작업 2. 이중관 삽입 후 케이싱 인발 3. Packer재 주입 4. 보강 주입재 주입 5. 상승인발 주입 6. 지반 개량 완료
장점	<p>저압주입 공법에서 친환경성 침투성 용탈성 수축성을 종합적으로 보완한 공법으로 친환경성을 시멘트를 사용하지 않고 천연무수석고를 주입재로 중금속오염을 방지하였고 침투성을 주입재 분말도를 6,500m³/g 이상으로 고분자화하여 침투성 효과를 용액형 그라우팅 효과를 2년이상 유지토록 보완한 차수 및 지반보강 그라우팅 공법으로 특허회사가 직접시공 및 시공관리로 매우 경제적으로 저렴한 공법</p>	<p>최근 실리카계공법중 경제적이고 차수효과가 확실하여 다수현장에서 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트를 사용하지 않고 친환경 석고계열 주입제를 사용하여 중금속오염이 없어 지하수의 오염을 최소화 - 대상토질에 따라 절타임조절에 따른 한정주입으로 차수효과가 확대 - 침투력이 우수(분말도 시멘트 2,800m³/g ESG주입재 5,000m³/g)하여 차수효과 증대 - 온도변화에 영향이 적음 - 모든 토사(점성토, 사질토, 사력증 풍화대) - 규산소다를 적게 사용하여 장기간 경과시 내구성이 저하를 최대한 방지할수있다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 강도를 발휘하고 장기 내구성이 우수 - 장기간 차수 및 고결효과가 뛰어나므로 장기간을 요하는 가설공사에 적합 - 고결물에서 알칼리의 용탈작용이 없고 환경오염을 일으키지 않는다 - 지하수면 밑에서 주입하는 경우에도 희석에 의한 절타임의 지연이 없고 지하수에 대량 희석되어도 확실한 주입효과와 고결특성이 우수 - 지수성이 뛰어나므로 지중차수벽으로 적합하고 토류벽 누수를 차단하는데 적합한 공법 - 저점성으로 다양한 지층에 대하여 침투 고결 효과가 크다 	<p>급결, 완결의 이중관 롯드복합 주입형태</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대상토질에 따라 Gel-Time 조절이 용이함 - 합성실리카 및 현장 토질에 따라 선택적으로 미분쇄시멘트를 사용 하므로 지반 주입성 양상 및 장기강도는 물론이고 초기강도가 발현되어 타 공법에 비해 차수벽의 내구성이 우수함 - 합성실리카의 사용으로 Gel-Time 지연이 적어 지하수 유동에 의한 용탈이 억제되어 친환경적임 	<p>급결, 완결의 이중관 롯드복합 주입형태</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대상토질에 따라 Gel-Time 조절이 용이함 - 합성실리카이트 사용으로 지하수에 의한 용탈현상이 타공법에 비해 매우 적어 친환경적임 - 주입재의 초기점성이 적어 침투주입이 잘되고 내구성이 좋아 장기적인 효과를 볼 수 있다.
단점	- 특이사항없음	- 규산소다 사용으로 용탈성 과다	- 시멘트 사용으로 중금속 오염	- 시멘트 사용으로 중금속 오염	- 시멘트 사용으로 중금속 오염