

## (주)인성이앤씨 A.S.G 신기술 요약자료

1. 신기술 명칭 : ASG 그라우팅(활성 실리카이트 약액을 이용한 그라우팅 시공방법)

2. 인증내용(번호) : 특허 10-2073606호

### 3. 주요내용

- 1) ASG 공법은 기존 물유리계 그라우팅 공법의 용탈현상 및 그에 따른 제반문제점을 해결하기 위한 실리카졸 계통의 주입공법이다.
- 2) 본 공법은 물유리에 탄산성분을 반응시켜 중합성체의 활성 실리카졸을 생성하여 개량체의 용탈현상을 방지하고, 내구성을 증가시키며 또한 알칼리 용탈에 의한 환경오염을 방지하는 친환경공법이다.

### 4. 현장 적용

#### 1) 현장 적합성

건축구조물 축조시, 시공되는 지하굴착공사의 안전성을 위해 가시설 배면에 차수그라우팅이 요구된다. 가시설 배면 그라우팅의 가장 중요한 품질요건은 ① 내구성·강도 ②차수성 ③ 구조안정성 ④ 시공성 ⑤ 경제성 ⑥ 친환경성 등이 있다.  
현장에 대한 ASG 공법의 적합성은 다음 표와 같다.

구 분	내 용
① 내구성·강도	활성 실리카졸 적용에 의해 시간경과에 따른 강도 및 내구성 증대 (기존 공법 대비 68.6% 강도 증가)
② 차수성	$K = 1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 이하로 국토교통부 설계기준( $1 \times 10^{-5}$ )을 충족하여 차수성이 매우 우수
③ 구조안정성	지하수 희석에 영향받지 않고, 시간경과에 따라 내구성 증가
④ 시공성	기존 장비와 동일한 장비 사용, 저압저속 주입으로 높은 시공성
⑤ 경제성	-기존 물유리계 공법 대비 낮은 공사비, SGR 대비 91% 수준 - 높고 장기간 유지되는 차수효과로 인한 공기지연 방지와 공기단축효과
⑥ 친환경성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용탈이 거의 없어 토양 및 지하수의 오염을 방지,친환경적임</li> <li>「토양환경법」의 토양오염기준에 부합함</li> <li>• 수은,6가 크롬 미검출</li> <li>• 중금속 용출시험 결과 A,S,G 급결,완결 모두 토양오염 우려기준(1,2,3지역)치 보다 매우 낮게 검출 됨</li> <li>• 기존 위험성이 높은 황산 대신 탄산성분 사용으로 작업자의 안전확보</li> </ul>
적용현장	가시설배면 차수보강, 연약지반보강, 터널 및 기초구조물 차수보강 등

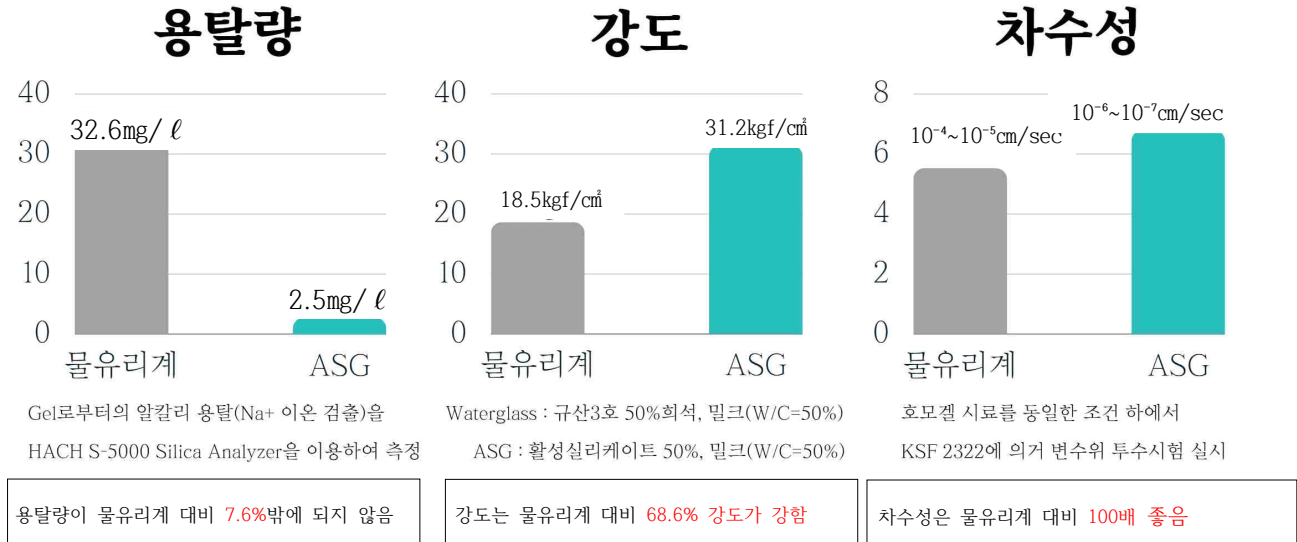
#### 2) 현장 확대적용 가능성

지하굴착공사가 많은 건축,토목,SOC 현장은 시대적인 변화의 추세에 알맞은 아래의 사항을 충족하는 차수그라우팅 공법이 요구되는 실정이다.

- (1) 「지하안전관리에관한특별법」강화에 따른 **지하수 유출을 억제하는 공법**
- (2) 토양환경보전법에 따른 **토양오염기준에 적합한 친환경공법**
- (3) **타 공법 대비 경제성 높은 공법**

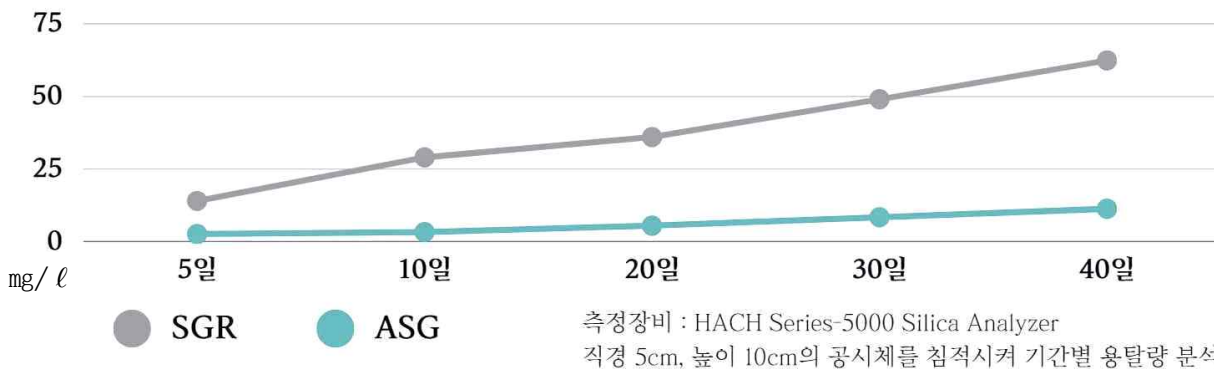
본 ASG 공법은 경제성, 시공성 및 각종 규제 기준을 충족하는 공법이므로 현장 확대적용 및 시장성 확보 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다.

## 5. 성능



- 1) 품질 : ASG 약액의 용탈량은 물유리계 약액에 비해 매우 경미한 정도이며, 일축압축강도는 물유리계 약액 대비 약 170%정도 강하게 나타난다.

## 시공 후 누적용탈량



- 2) 시공 : 주입 시공성을 판단하는 기본품질요건인 투수도에서 위 차수성 표와 같이 ASG 약액이 물유리계에 비하여 현저히 낮은 용탈률을 보였다.

## 3) 참신성

물유리계 공법은 근래까지 국내에서 가장 많이 적용되어왔으나 용탈현상 발생이라는 치명적 단점이 있는 것으로 나타났다. 실리카졸계인 ASG 공법은 이러한 문제점을 해결하는 새로운 주입재료방식을 도입했다.

#### 4) 차별성

초기 실리카졸 공법의 경우 황산물질을 경화반응제로 개발되었으며, 현재 시공되는 대다수의 실리카졸 공법 역시 황산물질 사용을 답습하고 있다. 황산을 약액주입공법에서 사용 시, ① 취급안정성 ② Gel 잔여물 ③ 폐기물 등 안전 및 환경오염의 문제점들이 발생할 우려가 있다.

본 ASG 공법은 탄산물질을 반응체로 사용함으로써 타 실리카졸 공법에서 나타나는 문제점 없이 안정성을 확보하며, 환경오염이 발생하지 않는 친환경공법이다.

### 6. 경제성

#### 1) 가격경쟁력·공사비

구 분	기존공법		신청공법
	L.W	SGR	ASG
설계금액 (m당)	110,000	60,000	55,000
금액대비	180%	100%	91%

#### 2) 실용성

ASG 공법은 주입재의 용탈성, 압축강도 및 차수성에서 우수한 품질을 갖추면서도 기존의 공법과 비교해 경제성이 높다. ① 특허공법에 별도의 추가장치가 필요하지 않고 기존 그라우팅 장비를 그대로 사용할 수 있으며 ② 또한 주입에 필요한 장비는 취급이 간편하고 소형이므로 장소에 구애없이 시공 가능하다.

그라우팅의 대상은 가시설 배면 차수그라우팅, 터널 보강, 기초보강 등 거의 전분야에 대해서 차수보강이 가능하며 또한 지층조건에 상관없이 시공가능하다.

### 7. 기타

#### 1) 사후관리

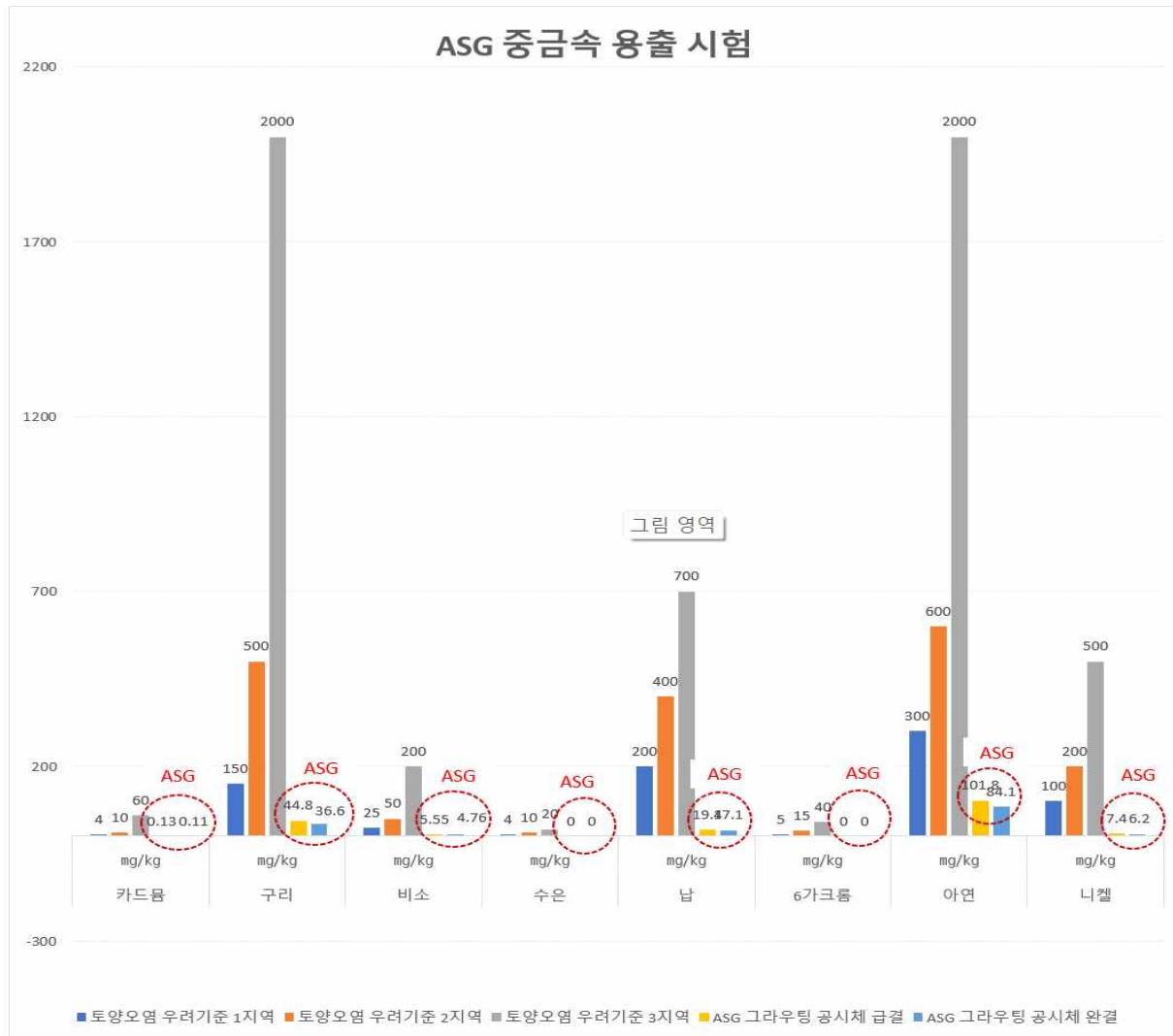
차수그라우팅은 흙막이벽 배면의 지중에 적용하는 가설공사의 일종이므로 별도의 사후관리는 없으나 본 공법은 시간의 경과에 따라 용탈현상이 없으며 차수성의 저하가 없고 내구성은 증가하므로 관리성에 적합하다. 또한 주입시공시 전자식 압력-유량계에서 도출된 그래프를 사용하여 주입상태를 관측하며 이를 이용하여 사후관리를 한다.

#### 2) 생산능력

(1) 자재생산 : 3개월치 이상 상시비축

(2) 시공능력 : 10개소 현장 동시 투입 가능 (직영, 반직영)

### 3) 친환경성



시험항목	단위	토양오염 우려기준			ASG 그라우팅 공시체	
		1지역	2지역	3지역	급결	완결
카드뮴	mg/kg	4	10	60	0.13	0.11
구리	mg/kg	150	500	2000	44.8	36.6
비스	mg/kg	25	50	200	5.55	4.76
수은	mg/kg	4	10	20	0	0
납	mg/kg	200	400	700	19.4	17.1
6가크롬	mg/kg	5	15	40	0	0
아연	mg/kg	300	600	2000	101.8	84.1
니켈	mg/kg	100	200	500	7.4	6.2

※ 상기 결과는 (재)한국환경 수도 연구원 시험결과임

- 시험기간 : 2023.4.13~4.24

- 시험방법 : 토양오염공정시험기준(국립환경과학원 고시기준 제2022-38호, 2022.7.25)

- 시험 결과

① 중금속 용출시험 결과 ASG 급결·완결 모두 토양 오염우려 기준(1·2·3지역)치 보다 모두 매우 낮게 검출됨.

② 특히 납과 6가 크롬은 미검출 되었음

※ 1지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지등

※ 2지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 임야·염전·창고용지·하천유지등

※ 3지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 주차장·주유소·체육용지·잡종지등

- (1) 주입재가 희석되어도 Gel-Time 지연율이 낮아 유실이 적으므로 유속이 빠른 악조건속에서도 주입재 유실에 의한 환경 오염 문제가 없음
- (2) 생물에 대한 독성 없음 : 어독성 실험 결과로 입증됨
- (3) 용탈이 거의 없어 용탈에 의한 지하수 오염 문제 없음
- (4) 중금속 용출시험 결과 ASG 급결·완결 모두 토양오염 우려 기준(1·2·3)치 보다 매우 낮게 검출됨.
- (5) 특히 납과 6가 크롬은 미검출 되었음.

## (주)인성이앤씨 A.S.G 신기술 설명자료

### 1. 신기술 명칭 : ASG 그라우팅(활성 실리카이트 약액을 이용한 그라우팅 시공방법)

### 2. 주요내용

**ASG 공법**은 물유리계 약액 대신 탄산성분을 이용한 활성 실리카이트 약액(이하 ASG 약액)을 주입재로 사용하여 기존 물유리계 공법의 문제점인 용탈현상을 개선했다. 용탈현상에 의해 발생하는 문제로는 지하수 오염, 토양오염, 시간의 경과에 따른 내구성 및 차수성의 저하(단기간 유지되는 차수성능)등이 있다.

기존 물유리계 약액 대비하여, **ASG 약액**은 용탈이 거의 일어나지 않으므로, 환경오염 우려가 없으며 차수성능이 장기간 지속되는 친환경공법이다.

### 3. 현장적용

#### 1) 현장 적합성

\* 적용현장 : 건축, 토목, 구조물 공사중 지하굴착을 위한 차수그라우팅 공종

구 분	내 용
① 내구성 · 강도	활성 실리카졸 적용에 의해 시간경과에 따른 강도 및 내구성 증대 (기존 공법 대비 68.7% 강도 증가)
② 차수성	$K = 1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하로 국토교통부 설계기준( $1 \times 10^{-5}$ )을 충족하여 차수성이 매우 우수
③ 구조안정성	지하수 희석에 영향받지 않고, 시간경과에 따라 내구성 증가
④ 시공성	기존 장비와 동일한 장비 사용, 저압저속 주입으로 높은 시공성
⑤ 경제성	- 기존 물유리계 공법 대비 낮은 공사비, SGR 대비 91% 수준 - 높고 장기간 유지되는 차수효과로 인한 공기지연 방지로 경제적임
⑥ 친환경성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용탈이 거의 없어 토양 및 지하수의 오염을 방지, 친환경적임</li> <li>• 「토양환경법」의 토양오염기준에 부합함</li> <li>• 수은, 6가 크롬 미검출</li> <li>• 중금속 용출시험 결과 A.S.G 급결, 완결 모두 토양오염 우려기준(1,2,3지역)치보다 매우 낮게 검출 됨</li> <li>• 기존 위험성이 높은 황산 대신 탄산성분 사용으로 작업자의 안전확보</li> </ul>
적용현장	가시설배면 차수보강, 연약지반보강, 터널 및 기초구조물 차수보강 등

#### 2) 현장 확대적용 가능성

##### (1) 기술보급 확대적용성

타 공법의 경우 별도의 특수장치 및 설비 구매가 필요한 경우가 더러 있으나, **ASG 공법의 약액주입방식**이 기존 주입 시스템에 그대로 적용할 수 있어 경제성이 높고 시공이 용이하다. 저압주입방식의 채택으로 안정성이 양호하고 환경오염의 문제가 없다.(논문 : 서울대학교 전석원 교수, 2018).

기존 물유리계 공법의 단기 차수성능은 6개월 시점에서 차수성능이 최소 50%이상 저하되

며, 그 이후엔 **차수효과가 상실된다**.(도서 : 약액주입의 원리와 실제, 천병식)

지하굴착공사 중 지하수 유출은 다음과 같은 문제점을 야기한다.

- ① 지하수 유출에 따른 **굴착 안정성 저해**
- ② 지하수 유출 및 그에 따른 **토사 유출**
- ③ 굴착 배면 **지반침하 및 싱크홀 발생**
- ④ 현장 침수로 인한 **공기지연 및 처리비용 발생**
- ⑥ **인접구조물 및 시설 침하**

지하굴착공사가 많은 현장은 시대적인 변화의 추세에 알맞은 아래의 사항을 충족하는 차수그라우팅 공법이 요구되는 실정이다.

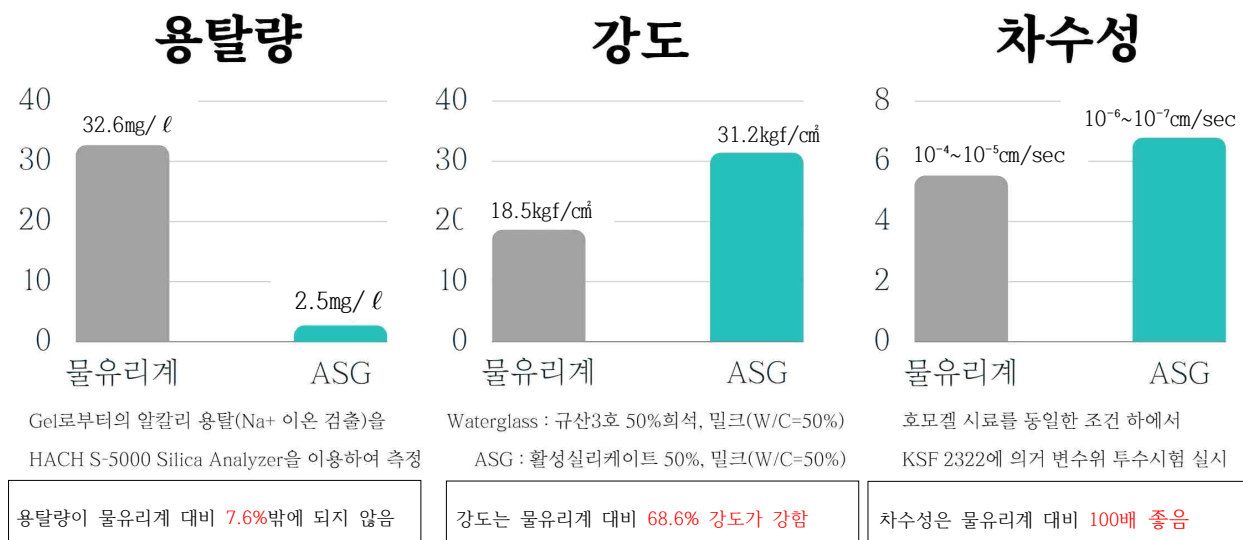
- (1) 「지하안전관리에관한특별법」강화로 굴착면 내로의 지하수 유출을 억제하는 공법
- (2) 토양환경보전법에 따른 토양오염기준에 적합한 친환경성공법
- (3) 타 공법 대비 경제성 높은 공법

본 **ASG 공법**은 시공 안정성과 품질, 경제성을 충족할 뿐만 아니라 각종 규제기준을 충족하는 공법이므로 각종 건축,토목,SOC 현장 시장성 확보에 꼭 필요하다고 볼 수 있다.

#### 4. 성능

##### 1) 품질

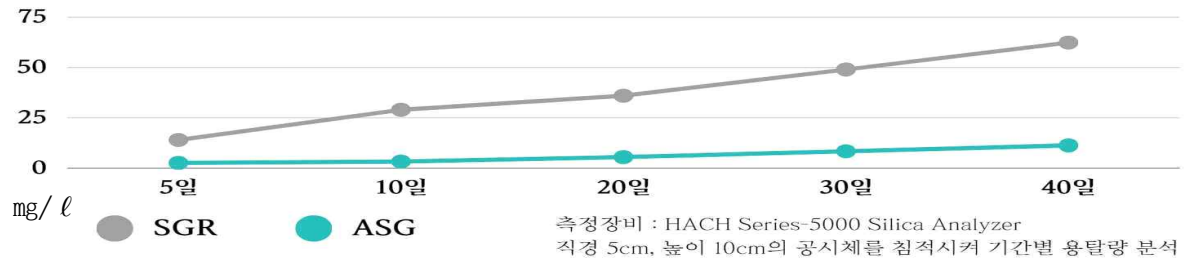
ASG 공법과 기존 물유리계 공법(SGR)의 용탈량, 강도, 투수계수를 비교측정한 바, SGR공법 대비하여 친환경성, 내구성, 차수성 등 전 측면에서 우수함을 확인할 수 있다.



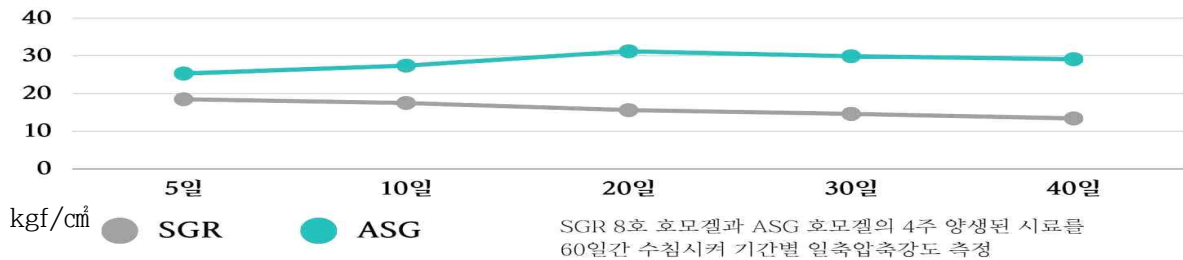
활성 실리카이트화된 ASG 약액은 울리고며 형태의 중간체 형성에 의해 분자량이 증진되어 경화한다. 분자량 증진에 따른 Gel 조직의 치밀화로 인해, 약액의 장기내구성이 유지되고, 강도가 증진되며, 차수성(투수계수)이 향상된다.

또한 알칼리 성분이 용탈에 의한 지하수 및 토양의 오염이 없는 친환경적 공법이다.

## 시공 후 누적용탈량



## 시공 후 강도변화



## 2) 시공성

ASG 약액은 자체 고결능력이 매우 뛰어나며, 기존의 물유리계 약액주입장치는 그대로 사용할 수 있어 별도의 설비 부담없이 시공에 적용될 수 있어 경제성이 높다. 또한, LW와 SGR 공법에 비해 용탈이 거의 없고 내구성도 증가하였다.

지하수에 의해 희석되어도 겔타임 지연이 적어 미고결에 의한 유실이 적다.

제도가 간편하여 경제성이 뛰어나며, 지반 상태에 따라 순결, 완결, 겔타임 조절이 용이하여 효과적으로 주입 가능하다. 약액 주입 방식이 기존 주입 시스템에 그대로 적용할 수 있어 시공이 용이하며 저압주입방식의 채택으로 안정성이 양호하고 환경오염의 문제가 없다.

(도서 : 약액주입의 원리와 실제, 한양대학교 천병식 교수)

ASG 공법에 관한 품질 및 시공성은 국내 기술자 및 여러 기관의 많은 연구자료에 의해 검증되었다.

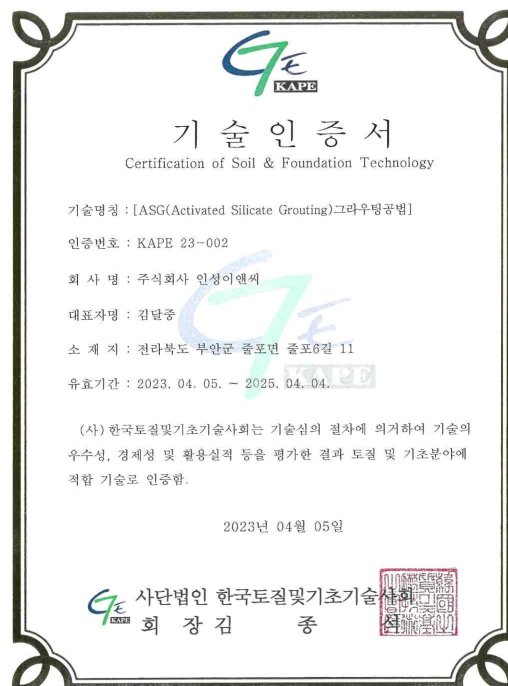
### < ASG 공법에 관한 연구, 해석 >

저 자	제 목	출 처	내 용
국토교통부	구조기초설계기준해설(2018)	P535	주입재의 내구성 매우 높다 용탈현상이 적다
국토교통부	도로설계편람 터널편	P609	주입재의 점성이 작아 침투주입이 잘된다 내구성이 좋아 장기적인 차수성 확보
서울대학교 전석원교수	터널과 지하공간 Vol.28(2018)	P534	LW, SGR 공법에 비해 용탈이 거의 없고, 내구성이 높다 기존의 물유리계 장비를 사용가능, 경제성이 높다
한양대학교 천병식교수	약액주입의 원리와 실제	P196	용탈이 거의 없다 물에 희석시 주입재 유실이 적다
한국터널지하학회	지하공동구의 설계 및 시공	P65	내구성이 양호하다 지반교란 영향이 적다
우정사업본부	시설공사 개선사례 선정(2019)	P10	가치혁신 사례 선정 (기존 공법대비 우위 - 시공성, 환경성, 유지관리)
한국철도공단	철도설계지침 편람 가시설(2020)	P25	내구성이 높다 침투성이 높고 용탈현상이 적다



또한, 지하안전협회 및 한국토질기초기술사회로부터 공법의 기술 및 품질에 관한 기술인증을 받았다.

< ASG 기술인증현황 >





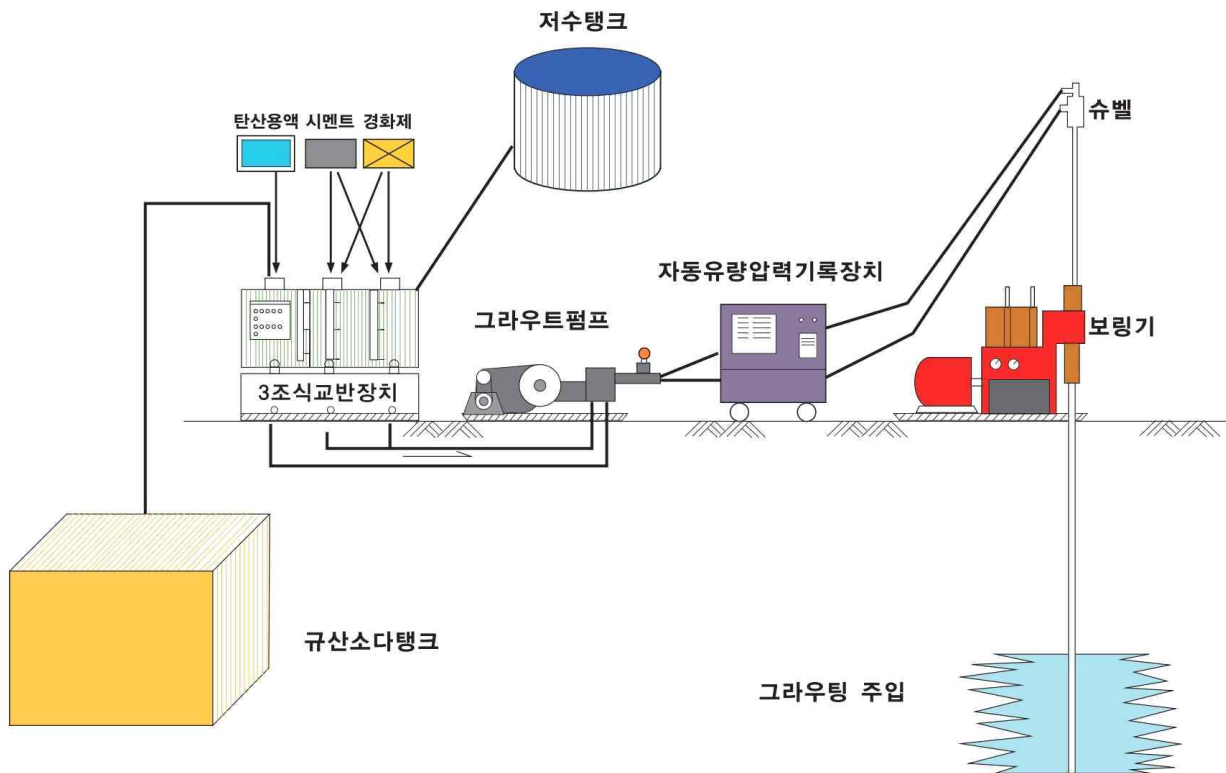
< ASG 특허 현황 >

	
<b>특허증</b> CERTIFICATE OF PATENT	
<b>특허</b> Patent Number	<b>제 10-2073606 호</b>
<b>출원번호</b> Application Number	<b>제 10-2019-0083742 호</b>
<b>출원일</b> Filing Date	<b>2019년 07월 16일</b>
<b>등록일</b> Registration Date	<b>2020년 01월 30일</b>
발명의 명칭 Title of the Invention <b>활성 실리콘 나노 입자를 이용한 그래핀 시공방법</b>	
특허권자 Patentee <b>등록사양함에 기재</b>	
발명자 Inventor <b>류동성(611003-*****)</b> <b>서울특별시 강남구 자곡로 260, 415동 206호 (자곡동, 강남한양수자인)</b>	
위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다. This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.	
 <b>특허청</b> Korean Intellectual Property Office	2023년 06월 09일 <b>특허청장</b> COMMISSIONER, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE <b>이 인 신</b>
	 QR코드로 현재기준 등록사항을 확인하세요

<b>등 록 사 항</b>	
<b>특 허</b> Patent Number	<b>등록 제 10-2073606 호</b>
<b>특허권자</b> Patentees	<b>류동성(611003-*****)</b> <b>서울특별시 강남구 자곡로 260, 415동 206호 (자곡동, 강남한양수자인)</b>  <b>주식회사 인성이앤씨(141211-*****)</b> <b>전라북도 부안군 줄포면 줄포6길 11</b>

### 3) 시공방법

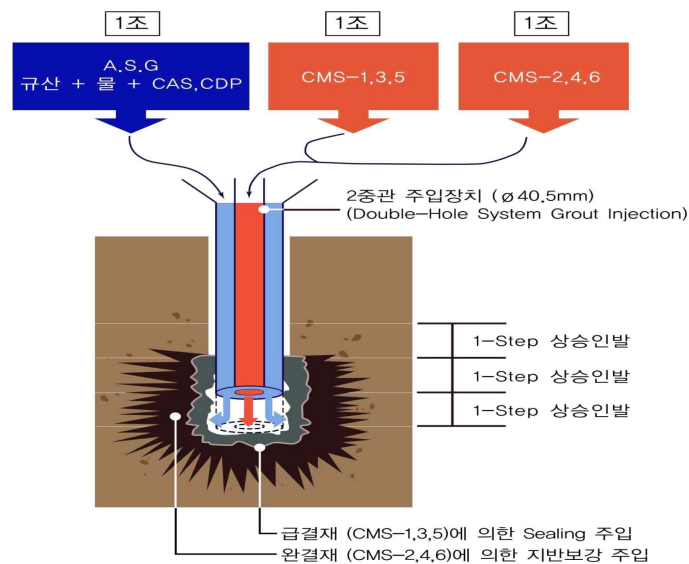
#### (1) 주입계통도



〈 A.S.G. 주입계통도 〉

#### (2) 주입방식

- 공정식 : 2액 2공정식
- 격공시공 : 파괴현상 방지를 위해, 선주입공의 강도 발현후 인접공 시공
- 상승주입 : 주입효율을 높이기 위해, 주입공 최하단부터  
각 Step별 주입 완료 후 주입관을 인발상승하면서 주입함
- 저압저속주입 : 저압(압력3~5kgf/cm<sup>2</sup>), 저속(20 ℓ /min이하)으로 침투주입의 효율을 높임



〈 A.S.G. 공법에 의한 지반처리 개념도 〉

(3) 주입간격

- 공간격 : 가시설(CIP, 토류판, 연속벽 등) 배면에 ctc 400~800mm로 배치
- 중첩장 : 100 ~ 200mm
- Step 간격 : 주입량, 개량폭, 지층조건에 따라서 결정, 통상 0.5m전후

(4) 지반조건에 따른 주입압

- 토사층 : 3~5kgf/cm<sup>2</sup> / 풍화암 : 7kgf/cm<sup>2</sup> / 연암 : 10kgf/cm<sup>2</sup>

(5) 피압수 대책

- 가시설 배면의 경우, 주입압력을 수두압보다 높게 하여 시공
- 사후방법 1 : 토피 형성(되메우기) 후 재주입
- 사후방법 2 : 유도배수(우물파기, Well Point)를 실시,  
피압수의 영향을 감소시킨 후 재주입

(6) 표준배합비

·ASG-1호 현탁액 (일반형(급결))

종류 \ 배합	A	B
표준배합	3호 규산소다 90L CAS (희석) 10L CDP (희석) 10L 물 90L	시멘트 80kg CMS-1 20kg 물 164L
배합비	200L	200L
총 계	400L	
겔타임	7~15초	

·ASG-2호 현탁액 (일반형(완결))

종류 \ 배합	A	B
표준배합	3호 규산소다 90L CAS (희석) 10L CDP (희석) 10L 물 90L	시멘트 80kg CMS-2 20kg 물 164L
배합비	200L	200L
총 계	400L	
겔타임	35~60초	

## (7) 주입시공성

주입 효과에 관한 특성	구분		비알카리성 실리케이트 약액
	Gel-Time과 고결강도(kgf/cm <sup>2</sup> )		Gel-Time : 수초-수시간 강도 : 10~20 이상 kgf/cm <sup>2</sup>
	침투성		초기 점성은 작다(1.2 ~ 2.4 cp/20°C) 고결 직전까지 점도 변화는 거의 없음
	차수성		$K=10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec
	지하수의 수질에 의한 차수성과 고결성	희석에 의한 고결타임의 지연	기존 물유리계 공법과 비교해 현저히 작음(1/3 수준)
		고결율	정수중은 물론 동수중 고결도 높다
	지하수의 수질에 의한 고결성		해수 등 지하수의 수질이 고결성에 악영향을 미치지 않는다
	고결물의 내구성	이탈	총래의 알카리 영역의 물유리계 주입재에 비하여 극히 작게 된다
		수축	
		용탈	알카리 및 SiO <sub>2</sub> 의 용탈이 극히 작아 안정하다
		강도변화	강도 증가가 현저하다
		내구성	장기간 안정된다

### 4) 공사기간

현장상황에 따라 상이하나, 1일 시공심도 150~200m 시공 → 공기단축 가능

C.T.C 500, H=10m의 경우 시공공수 16~20공, 시공연장 8~10m 공정율이 됨

### 5) 참신성

물유리계 공법에서 나타나는 용탈현상을 방지하여 시공품질을 확보한다. 물유리에 탄산반응제를 첨가해 개질물유리화하여 올리고머상(중합성체)의 실리카졸을 형성, 비용탈성 Gel을 만들어준다.

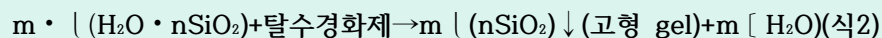
### < 유사기술 비교표 >

구분	SGR	ASG
약액분류	물유리계 약액	활성 실리케이트 약액
시공성	낮은 침투성→주입시간 多	높은 침투성 → 주입시간 절감
친환경성	용탈로 인한 지하수 오염	환경문제로부터 자유로움
경제성	100%	91%
차수성	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ cm/sec	$10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec
용탈량	32.6mg/ℓ	2.5mg/ℓ
장점	차수효과 양호	차수효과가 높으며 내구성이 좋음 용탈이 없음 →친환경성 확보
단점	시간경과에 따라 차수효과 급감 용탈에 의한 내구성 저하 환경오염 우려	숙련공이 작업해야 함

### (1) 활성 실리케이트화 원리

ASG 공법은 현장에서 규산소다( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )와 탄산( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )을 반응시켜 활성 실리케이트 올리고머 (activated oligomeric silicate)를 얻는 공정 (식1)을 포함한다. 한편, 여기에 소요되는 탄산수는 가격, 운반, 보관 등의 문제 및 시간경과에 따른 주입재의 변질을 방지하여 품질을 확보하기 위하여 공장제조품을 사용하지 않고 현장에서 직접 제조해 사용하고 있으며, 이를 위해 아래의 (식2) 와 같이 중탄산나트륨 수용액(CDP) 과 유기산(CAS)을 반응시켜 탄산을 발생시키는 공정을 포함하고 있다.

• 규산소다(물유리)와 탄산성분의 반응식



### (2) 중장기 차수효과

일반적으로 용탈은 용탈 물질의 포함 정도, 겔의 강도 및 조직의 치밀성 등에 따라 차이가 나게 된다. 활성 실리케이트는 분자량 증진에 따라 겔 조직이 치밀화가 된다. 일축압축강도, 투수시험을 통해 ASG 주입재 겔의 강도 및 투수계수가 일반적인 규산겔에 비해 우수함을 알 수 있었으며, 특히 변수위 투수시험 후 투과수에서의 알칼리 성분의 농도분석 결과 약 1/13 정도로 용탈 물질이 적게 나오는 것으로 볼 때 용탈 저항성이 더 우수하다고 판단된다.

### (3) 물 희석에 의한 Gel-time 지연 방지

지하수에 의한 희석은 주입재의 경화시간을 지연시키는 매우 중요한 요소인 바 주입재의 외부 유입 희석수에 의한 경화시간 지연에 대해 일반 규산소다계 주입재와 활성실리케이트 (ASG) 주입재를 비교할 시 ASG 약액의 지연율이 물유리계 약액에 비해 훨씬 낮은 것을 확인할 수 있음.

### 6) 유사공법 대비 차별성

(취급안정성,작업자의 안전확보,지하수·토양오염 방지등 친환경성,물성저하가 없음)

주입재의 배합과정의 경우, 대부분의 차수공법이 대동소이하다. 단, 황산 등의 강산성 약품을 이용한 타사의 실리카졸 공법들의 경우, 황산의 취급안전에 위험성이 있고 환경오염이 발생 할수 있다.또한 결합재의 산성화로 물성저하가 발생될 수 있다.

ASG 공법에 사용되는 실리카졸 반응제는 중성에 가까우므로 작업원의 안전성이 확보되고 재료에 의한 환경오염이 없고 중성 결합에 의한 물성저하 현상이 발생하지 않는다.

별도의 특수장비를 요구하지 않기 때문에, 시공성이 높고 특허공법 도입에 따른 추가비용을 요하지 않아 경제성도 확보된다. 또한 타 공법 대비 많은 실적과 논문, 국토교통부 지침, 철도공단 편람 등에 등재된 만큼 충분히 검증되었다.

5. 경제성

1) 가격경쟁력

ASG 공법은 주입재의 성능이 매우 개량되었음에도 불구하고 재료비의 코스트를 절감하여 공사비 또한 기존의 공법 대비 경제성이 높은 공법이다.

기존공법		신청공법
L.W	SGR	ASG
180%	100%	91%

2) 공사비

구 분	기존공법		신청공법
	L.W	SGR	ASG
설계금액 (m당)	110,000	60,000	55,000

3) 유사공법과 차별성

ASG 공법은 주입재의 용탈성, 압축강도 및 차수성에서 우수한 품질을 갖추면서도 기존의 공법과 비교해 품질 대비 경제성이 높다.

- ① 특허공법에 별도의 추가장치가 필요하지 않고  
기존 그라우팅 장비를 그대로 사용할 수 있다.
- ② 주입에 필요한 장비는 취급이 간편하고 소형이므로  
장소에 구애없이 시공가능하다.

6. 기타

1) 사후관리 용이성

차수그라우팅은 흙막이벽 배면의 지중에 적용하는 가설공사의 일종이므로 별도의 사후관리는 없으나 본 공법은 시간의 경과에 따라 용탈현상이 없으며 차수성의 저하가 없고 내구성은 증가하므로 관리성에 적합하다. 또한 주입시공시 전자식 압력-유량계에서 도출된 그래프를 사용하여 주입상태를 관측하며 이를 이용하여 사후관리를 한다.

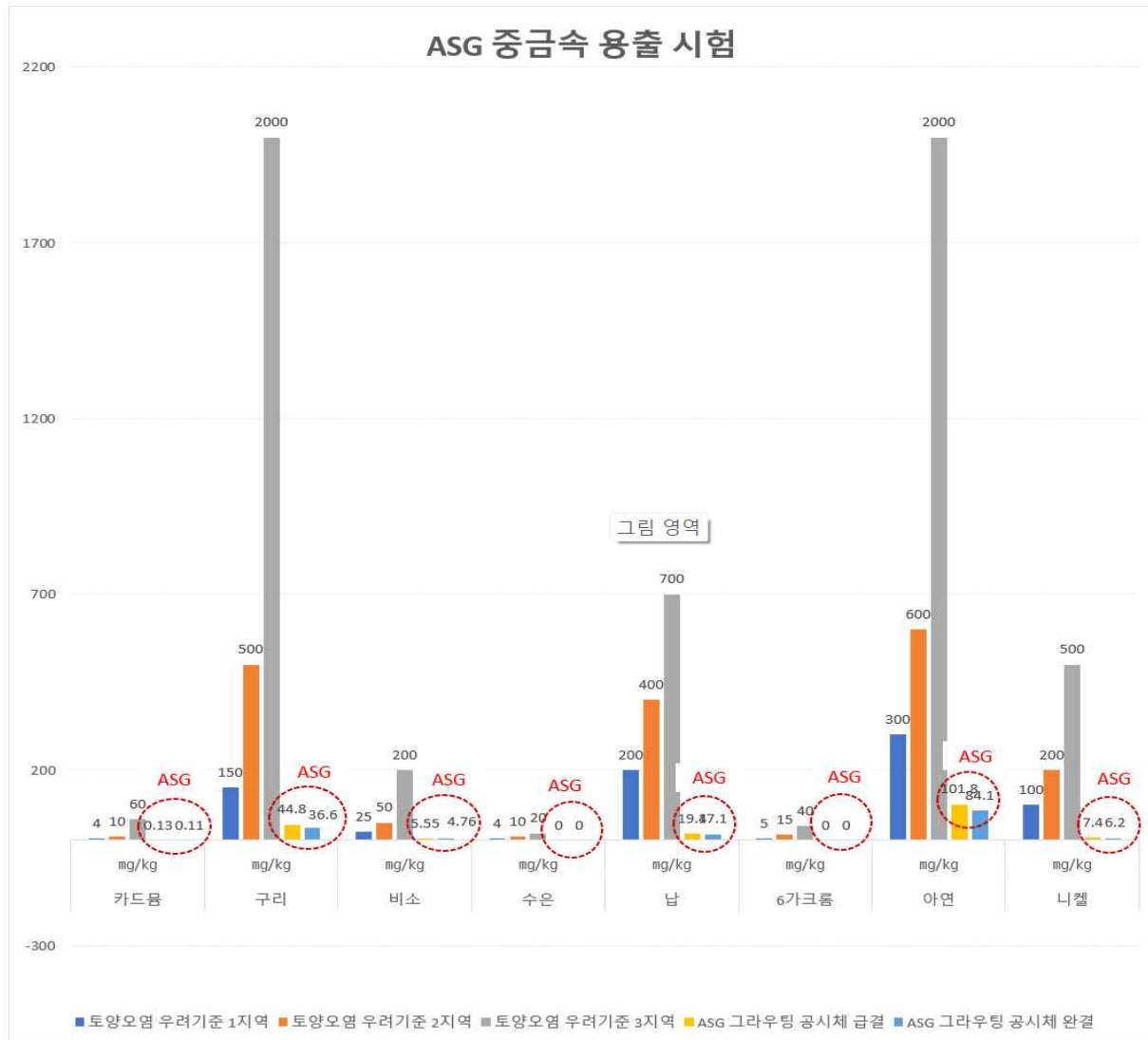
2) 생산능력

- (1) 자재생산 : 3개월치 이상 상시비축
- (2) 시공능력 : 10개소 현장 동시 투입 가능 (직영, 반직영)

3) 에너지

- (1) 해당 사항 없음

#### 4) 친환경성



시험항목	단위	토양오염 우려기준			ASG 그라우팅 공시체	
		1지역	2지역	3지역	급결	완결
카드뮴	mg/kg	4	10	60	0.13	0.11
구리	mg/kg	150	500	2000	44.8	36.6
비소	mg/kg	25	50	200	5.55	4.76
수은	mg/kg	4	10	20	0	0
납	mg/kg	200	400	700	19.4	17.1
6가크롬	mg/kg	5	15	40	0	0
아연	mg/kg	300	600	2000	101.8	84.1
니켈	mg/kg	100	200	500	7.4	6.2

※ 상기 결과는 (재)한국환경 수도 연구원 시험결과임

- 시험기간 : 2023.4.13~4.24

- 시험방법 : 토양오염공정시험기준(국립환경과학원 고시기준 제2022-38호, 2022.7.25)

#### - 시험 결과

① 중금속 용출시험 결과 ASG 급결·완결 모두 토양오염우려 기준(1·2·3지역)치 보다 모두 매우 낮게 검출됨.

② 특히 납과 6가 크롬은 미검출 되었음

※ 1지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지등

※ 2지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 임야·염전·창고용지·하천유지등

※ 3지역 : 「공간정보의 구축 및 관리등에 관한 법률」에 따른 지목이 주차장·주유소·체육용지·잡종지등

- (1) 주입재가 희석되어도 Gel-Time 지연율이 낮아 유실이 적으므로 유속이 빠른 악조건속에서도 주입재 유실에 의한 환경 오염 문제가 없음
- (2) 생물에 대한 독성 없음 : 어독성 실험 결과로 입증됨
- (3) 용탈이 거의 없어 용탈에 의한 지하수 오염 문제 없음
- (4) 중금속 용출시험 결과 ASG 급결·완결 모두 토양오염 우려 기준(1·2·3)치 보다 매우 낮게 검출됨.
- (5) 특히 납과 6가 크롬은 미검출 되었음.



## 7. 공사 시 유의사항

- (1) 지하지장물 및 지중선로 유무확인 필요
- (2) 실리카졸 생성을 위한 숙련된 기술자 필요
- (3) 압력, 유량관리에 주의

## 8. 당사 직영팀 운영 및 보유장비

구 분	세부사항	비고
직영팀 운영	• 직영 1,2,3팀 운영	
직영보유장비	• 주입 플랜트 5조, 천공기5대, 굴삭기1대, 지게차1대	
주기장 운영	• 경기도 안성시 죽산면 장계리 642-11, 642-12	

### (1) 장비구성(1조 기준)

장 비 구 성				
장 비 명	규 격	단 위	수 량	비고
천공기(시추기)	Rotary형	대	1	
믹서기(3조식)	250L x 3	식	1	- 회전수 150rpm 이상, 토출관경 20mm 이상, 1조 용량 200ℓ 이상의 3조식 교반장치 사용 - 토출구에 토출량 조절 밸브가 부착된 것을 사용
주입 펌프	20kg/㎤	대	5	- 압력 변동이 적은 2련 이상의 피스톤식 또는 플랜저식 주입펌프를 사용 - 토출압력 20kg/㎤ 이상, 토출량 10ℓ/min 이상, 토출관경 10mm이상인 것을 사용
전자식 유량계	유량 60ℓ/min 압력 60kg/㎤	대	5	- 주입펌프와 주입기 사이에 설치하여 유량 및 압력을 측정 - 0~60ℓ/min 의 유량 및 0~60kg/㎤ 범위의 압력이 측정 가능한 전자식 자동 유량 계 사용
유압자키 및 유닛	5 ton	조	5	
기타 부대장비	-	식	1	

### (2) 인원구성(1팀 기준)

구 분	단 위	인 원	비 고
시공관리	인	1	현장총괄관리
천 공	인	1	천공작업
주 입	인	4	주입작업
총 계		6	

## 9. 사업수행실적

### 1) ASG 시공실적



발주처	우리자산신탁
공사명	힐스테이트 선화 더 와이즈 신축공사
공사위치	대전광역시 중구 선화동 89번지 일대
공사기간	2022.10~2022.11
규 모	지하5층~지상49층 5개동



발주처	한국자산신탁
공사명	별내자이더스타이그제큐티브 신축공사
공사위치	경기도 남양주시 별내동 1001번지 외
공사기간	2022.10~2022.12
규 모	지하3층~지상29층



발주처	(주)센코어디벨롭먼트
공사명	수원시 서둔동 공동주택 신축공사 (현대엔지니어링)
공사위치	경기도 수원시 권선구 서둔동 231-10번지 일원
공사기간	2022.11~2023.03
규 모	지하2층~지상14층



발주처	방배6구역 재건축조합
공사명	래미안 원페를라 (방배6구역 재건축)
공사위치	서울시 서초구 방배동 818-14번지 일대
공사기간	2022.12~2023.02
규 모	지하4층~지상22층 16개동



발주처	강남구청
공사명	강남힐링센터(신사) 신축공사
공사위치	서울시 강남구 도산대로25길 32
공사기간	2023.01~2023.03
규 모	지하3층~지상5층



발주처	에스케이디앤디(주), (주)태영디앤아이
공사명	구로 생각공장 지식산업센터 신축공사
공사위치	서울시 구로구 구로동 636-89
공사기간	2023.03~2023.05
규 모	지하4층~지상19층



발주처	경기도 부천시청
공사명	부천 송내 국민체육센터 건립사업
공사위치	경기도 부천시 송내동 457번지 외 1필지
공사기간	2023.02~2023.04
규 모	



발주처	하나자산신탁
공사명	영등포구 당산동6가 주상복합시설 신축공사
공사위치	서울시 영등포구 당산동6가 331-1번지 일대
공사기간	2023.10~2023.12
규 모	지하6층~지상25층



## <공공건축 및 토목>

### ◎2005-2017년도 시공

대구강북우체국청사 신축공사	창원시내동지구 우수저류시설 설치사업	마곡광장 조성공사
문정동가로공원 지하주차장	강남경찰서 신축공사	양평2동 공공복합시설 건립공사
반포4동 주민센터 신축공사	서울교대 미래융합센터 신축공사	관악초등학교 복합시설 건립공사
신구초등학교 복합화시설공사	양재저류조 및 주차장 건설공사	신월동 어르신 복지관 건립공사
은평우체국 건립공사	천호3동 지하주차장 건설공사	관악가족문화 복지센터 건립공사
황학동어린이공원 및 지하주차장 신축공사	전주 서부신시가지 비보이광장 조성공사	
양재2동 주민센터 신축공사	전주 서부신시가지 홍산광장 조성공사	

### ◎2018-2020년도 시공

금천 다목적 문화센터 건립공사	정읍공공실버주택 건립공사	도봉동 다목적 체육센터 건립공사
아산시 청소년 문화의 집 건립공사	김해진영우체국 건립공사	부산 국민건강보험공단 사하지사 신축공사
길음동 문화복합미디어센터 건립공사	관악가족문화 복지센터 건립공사	갈산 문화복합시설 신축공사
한국전통문화 대학원종합연구관 건립공사	마포 염리2구역 주민편의시설 건립공사	도봉2동 청소년 문화의집 신축공사
신정종합사회복지관 건립공사	강남구 논현동 202-7 청년주택 신축공사	경기도 북부청사 앞 경관광장 지하주차장 조성사업
양천 중앙도서관 건립공사	흑석동 도서관 복합시설 신축공사	강동청소년 문화의집 건립공사

### ◎2021-2023년도 시공

강서문예회관 건립공사	영등포세무서 청사 및 어린이집 신축공사	리앤업사이클 플라자 신축공사
용인시 중앙동 행정복지센터 신축공사	인천지역 전력구공사(동송도-서송도)	서울특별시 교육청 신청사 신축공사
양재공영주차장신축공사	수원시 공공업무시설 1단계건립사업	부천 송내 국민체육센터 건립사업
양주옥정우체국 건립공사	구의2동 복합청사 건립공사	송도 11-1공구기반 시설건설공사(1-1)
경기도 시공사 융복합센터 건립공사	안양시 장애인 복합문화관 건립공사	만안구 어린이도서관 건립공사
판교제2테크노밸리 E8-5BL 신축공사	서초우면주민 편의시설 신축공사	강서구청 통합청사 건립사업
신라금융공예지국 조성사업	강남힐링센터(신사) 신축공사	울산 산재전문 공공병원 건립공사
성산면 기린재 그라우팅공사	쌍문2동 주민센터 신축공사	광주대표도서관 건립 건축공사

## <대규모 댐 및 저수지>

### ◎2002-2005년도 시공

청송양수발전소 하부댐 그라우팅공사	인정, 인홍지구 중규모 저수지 그라우팅공사	보림지구 농촌용수개발사업 기초처리공사
강릉수해복구사업 경포저수지 그라우팅공사	월곡지구 수해복구사업 저수지 그라우팅공사	안면도 미포방조제 그라우팅공사
예산군 옥성저수지 그라우팅공사	월산지구 수해복구사업 저수지 그라우팅공사	백학곡 소류지 보강공사
안면도 2, 3호 저수지 제당 그라우팅공사	삼춘지구 농촌용수개발사업 기초처리공사	하갈지구 수리시설개보수사업 그라우팅공사
괴산군 지곡저수지 그라우팅공사	강화도 대산지구 제당 그라우팅공사	현리저수지 제당 그라우팅공사
화북다목적댐 턴키조사와 그라우팅공사	먹골지구 중규모 용수개발사업 기초처리공사	도봉지구 수리시설개보수사업 그라우팅공사

### ◎2006-2012년도 시공

영천댐 보조여수로 건설공사 중 그라우팅공사	왕신제 개보수사업 그라우팅공사	오원지구 수리시설 개보수 그라우팅공사
청송양수발전소 배수터널축조공사	장울저수지 제당 보강공사중 그라우팅 공사	군산항 제2부두 배면침하 보강공사
화동지구 수리시설개보수 오상지 공사	대대저수지 제당 보강공사중 그라우팅 공사	매화지구 독높이기 사업
대가1지구 수리시설개보수 자산지 공사	웅진군 수리시설 개보수공사(덕적 서포지구)	척곡지구 그라우팅공사
화북다목적댐 차수공 및 앵커그라우팅공사	사미석장제 차수보강공사	선동지구(운암제) 그라우팅공사
기산저수지 개보수사업 그라우팅공사	구지지구 수리시설 제당그라우팅 공사	

### ◎2013-2022년도 시공

죽림제 수해복구 공사중 그라우팅공사	정읍 입암송정제 수리시설 개보수공사	하곡재해위험 저수지 정비공사
선동지구(선동제) 그라우팅공사	정읍 산외방하제 수리시설 개보수공사	인계 묘동제 보강공사
수청지구 그라우팅공사	진촌 국가관리 방조제 개보수공사	성산면 기린재 그라우팅공사
강릉시 사천배수펌프장 지반보강공사	진안군 구신제 지표수 보강개발사업	

## <공공건축 및 토목>

### ◎2005-2017년도 시공

대구강북우체국청사 신축공사	창원시내동지구 우수저류시설 설치사업	마곡광장 조성공사
문정동가로공원 지하주차장	강남경찰서 신축공사	양평2동 공공복합시설 건립공사
반포4동 주민센터 신축공사	서울교대 미래융합센터 신축공사	관악초등학교 복합시설 건립공사
신구초등학교 복합화시설공사	양재저류조 및 주차장 건설공사	신월동 어르신 복지관 건립공사
은평우체국 건립공사	천호3동 지하주차장 건설공사	관악가족문화 복지센터 건립공사
황학동어린이공원 및 지하주차장 신축공사	전주 서부신시가지 비보이광장 조성공사	
양재2동 주민센터 신축공사	전주 서부신시가지 홍산광장 조성공사	

### ◎2018-2020년도 시공

금천 다목적 문화센터 건립공사	정읍공공실버주택 건립공사	도봉동 다목적 체육센터 건립공사
아산시 청소년 문화의 집 건립공사	김해진영우체국 건립공사	부산 국민건강보험공단 사하지사 신축공사
길음동 문화복합미디어센터 건립공사	관악가족문화 복지센터 건립공사	갈산 문화복합시설 신축공사
한국전통문화 대학원종합연구관 건립공사	마포 염리2구역 주민편의시설 건립공사	도봉2동 청소년 문화의집 신축공사
신정종합사회복지관 건립공사	강남구 논현동 202-7 청년주택 신축공사	경기도 북부청사 앞 경관광장 지하주차장 조성사업
양천 중앙도서관 건립공사	흑석동 도서관 복합시설 신축공사	강동청소년 문화의집 건립공사

### ◎2021-2023년도 시공

강서문화회관 건립공사	영등포세무서 청사 및 어린이집 신축공사	리앤업사이클 플라자 신축공사
용인시 중앙동 행정복지센터 신축공사	인천지역 전력구공사(동송도-서송도)	서울특별시 교육청 신청사 신축공사
양재공영주차장신축공사	수원시 공공업무시설 1단계건립사업	부천 송내 국민체육센터 건립사업
양주옥정우체국 건립공사	구의2동 복합청사 건립공사	송도 11-1공구기반 시설건설공사(1-1)
경기도 시공사 융복합센터 건립공사	안양시 장애인 복합문화관 건립공사	만안구 어린이도서관 건립공사
판교제2테크노밸리 E8-5BL 신축공사	서초우면주민 편의시설 신축공사	강서구청 통합청사 건립사업
신라금융예치국 조성사업	강남힐링센터(신사) 신축공사	울산 산재전문 공공병원 건립공사
성산면 기린재 그라우팅공사	쌍문2동 주민센터 신축공사	광주대표도서관 건립 건축공사

## <대규모 댐 및 저수지>

### ◎2002-2005년도 시공

청송양수발전소 하부댐 그라우팅공사	인정, 인흥지구 중규모 저수지 그라우팅공사	보림지구 농촌용수개발사업 기초처리공사
강릉수해복구사업 경포저수지 그라우팅공사	월곡지구 수해복구사업 저수지 그라우팅공사	안면도 미포방조제 그라우팅공사
예산군 옥성저수지 그라우팅공사	월산지구 수해복구사업 저수지 그라우팅공사	백학곡 소류지 보강공사
안면도 2, 3호 저수지 제당 그라우팅공사	삼춘지구 농촌용수개발사업 기초처리공사	하갈지구 수리시설개보수사업 그라우팅공사
괴산군 지곡저수지 그라우팅공사	강화도 대산지구 제당 그라우팅공사	현리저수지 제당 그라우팅공사
화북다목적댐 턴키조사와 및 그라우팅공사	먹골지구 중규모 용수개발사업 기초처리공사	도봉지구 수리시설개보수사업 그라우팅공사

### ◎2006-2012년도 시공

영천댐 보조여수로 건설공사 중 그라우팅공사	왕신제 개보수사업 그라우팅공사	오원지구 수리시설 개보수 그라우팅공사
청송양수발전소 배수터널축조공사	장울저수지 제당 보강공사중 그라우팅 공사	군산항 제2부두 배면침하 보강공사
화동지구 수리시설개보수 오상지 공사	대대저수지 제당 보강공사중 그라우팅 공사	매화지구 독높이기 사업
대가1지구 수리시설개보수 자산지 공사	웅진군 수리시설 개보수공사(덕적 서포지구)	척곡지구 그라우팅공사
화북다목적댐 차수공 및 앵커그라우팅공사	사미석장제 차수보강공사	선동지구(운암제) 그라우팅공사
기산저수지 개보수사업 그라우팅공사	구지지구 수리시설 제당그라우팅 공사	

### ◎2013-2022년도 시공

죽림제 수해복구 공사중 그라우팅공사	정읍 입암송정제 수리시설 개보수공사	하곡재해위험 저수지 정비공사
선동지구(선동제) 그라우팅공사	정읍 산외방하제 수리시설 개보수공사	인계 묘동제 보강공사
수청지구 그라우팅공사	진촌 국가관리 방조제 개보수공사	성산면 기린재 그라우팅공사
강릉시 사천배수펌프장 지반보강공사	진안군 구신제 지표수 보강개발사업	