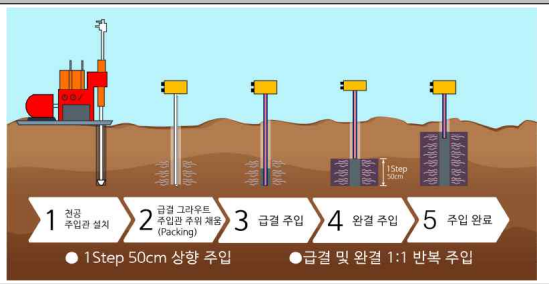
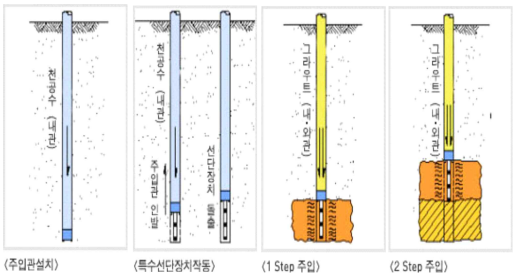
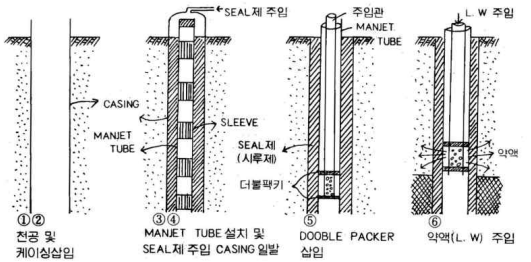
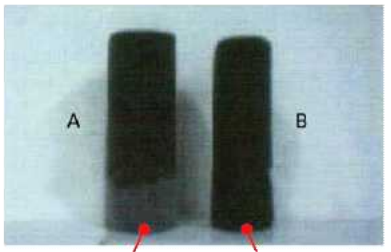
● ㈜인성이앤씨 A.S.G차수 및 지반보강 그라우팅 공법 비교

구 분	A.S.G공법	S.G.R공법	L.W공법
시공개요			
공법개요	• 현장에서 물유리(규산소다)를 **탄산성분**과 교반하여 제작한 졸(Sol) 상태의 올리고머상의 실리카 중간체인 활성실리케이트약액(ASG)을 만들어 차수 및 지반보강용주입재로 사용하는 공법으로 주입재의 **내구성을 매우 높인 경제적이고 친환경적인 공법**	• 지반을 천공하여 이중관 주입롯드에 특수선단장치(Rocket)를 결합시켜 대상지반에 유도공간을 형성시켜 Grout를 유도하면서 주입재를 주입하는 공법	• LW공법은 멘젯튜브 내로 packer를 장착하여 주입효율을 향상시키는 1.5shot 복합주입을 특징으로 하는 약액 주입 공법
공법특징	• 급결,완결의 이중관 롯드복합 주입형태 • 대상토질에 따라 **Gel-Time조절이 용이**함 • 타공법에 비해 공사비가 저렴함 • **해수와 같은 염분의 영향을 받지 않음** • 활성실리케이트의 현장배합으로 철저한 현장관리 필요함	• 유도공간 형성으로 주입체 균질 • 저압 주입으로 지반의 교란 및 융기영향 적음 • 겔타임 조절 가능 • 시공실적이 많음 • **지반강도 증가 효과 미흡**	• 취급이 간편 • 더블팩커와 슬리브 이용시 주입재 침투성이 양호한 공법 • 시공실적이 많음 • 공극이 큰 자갈층, 조밀한 세립사, 실트질 점토층에서 시공불량, 시공의 신뢰성 떨어짐 • 겔타임 조절 불가
내구성 및 강도	• 활성 실리케이트 사용으로 지하수에 의한 **용탈현상이 타공법에 비해 매우 적어 친환경적이고 내구성이 장기간 유지됨** • 주입재의 초기점성이 작아 모든 토질(지반) 조건에 **침투주입이 잘되고 내구성이 높음** • 시간경과에 따른 강도증가 및 내구성 저하방지 (기존 공법 대비 68.7% 강도 증가)	• 장기공사 시 **용탈현상 발생**하여 **내구성 저하**됨 • 조밀한 세립사, 실트질점토, 실트점토층에 **침투주입이 어렵고 맥상 주입됨**	• **차수성이 불확실, 점토층 주입효과 다소 미흡** • 약액의 **용탈현상으로 내구성 약함**
시공성	• 기존 장비와 동일한 장비 사용 • 소규모 장비로 시공 가능 • 저압,저속으로 주입 방식으로 높은 시공성 및 안정성 유지	• 소규모 장비로 시공 가능 • 저압 저속시 주입시간 길어짐(시공효율 저하)	• 소규모 장비로 시공 가능 • 슬리브 이용시 재주입이 가능한 공법 • P.E pipe가 측방으로 휨이 발생, 약액 주입 시 막힘
친환경성	• 용탈현상이 거의 없어 토양 및 지하수 환경오염 우려가 거의 없음 • 기존 제품처럼 황산사용으로 인한 토양 오염이 없고 • 탄산성분 사용으로 지하수 및 토양오염 방지 • 위험성이 높은 황산 대신 탄산성분 사용으로 작업자의 안전확보 • 차수성능이 장기간 지속되어 친환경적임 • 수은,6가 크롬 미검출 • 중금속 용출 시험결과 A.S.G 급결 완결 모두 토양오염 우려기준 (1·2·3)치 보다 매우 낮게 검출됨	• 알칼리 용탈에 의한 환경오염 우려가 있음	• 알칼리 용탈에 의한 환경오염 우려가 있음 • 장심도 주입시공이 어렵고 시공성 저하가 발생

구 분	A.S.G공법	S.G.R공법	L.W공법
차수성	• 차수성 시험결과 K=1×10^{-6}~1×10^{-7}㎝/sec로 국토교통부 설계기준(1×10^{-5})을 충족하며 차수성이 매우 높음 • 기존 물유리계 공법의 단기 차수 가능성은 6개월시점에서 차수 성능이 50% 이상 저하되는 반면 ASG의 차수성은 내구성이 강화되면서 6개월이상 장기간 유지된다	• 용액형에서는 유도 공간에 의한 균질 침투가 가능하나 현행의 현탁액형 에서는 Rocket의 막힘현상으로 유도공간의 장점이 없어짐. 시간의 경과에 따라 알칼리 용탈현상으로 차수성 저하가 발생	• 멘젯튜브에 의한 스트레나 주입으로 균질침투가 어렵고 차수성이 불확실함. 시간의 경과에 따라 알칼리 용탈에 의한 차수성 저하가 발생
경제성/ 공사비 (설계가)	• 용탈이 없고 장기간 차수성 유지와 내구성의 강화로 공사지연이 없고 공기단축으로 매우 경제적임 • 타공법 대비 공사비가 저렴하여 매우 경제적임 80% (70,000원/m)	90% (80,000원/m)	100% (90,000원/m)
선정사유	• 지하수에 의한 용탈현상이 적고 내구성이 우수한 차수그라우팅공법 선정이 필요할 것으로 판단되어 시공실적이 많고 구조물기초설계기준 해설에 표기되어 있으며 한국지하안전협회, 토질및기초기술사회로부터 기술인증을 받은 ASG공법을 선정하였음.		

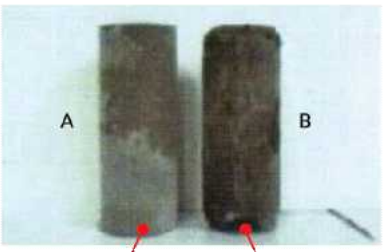
28일 침지 후 용탈에 의한 겔형상 비교

〈급결형 호모겔〉



A:당사 급결형 호모겔 | B:기존 물유리계 급결형 호모겔

〈완결형 호모겔〉



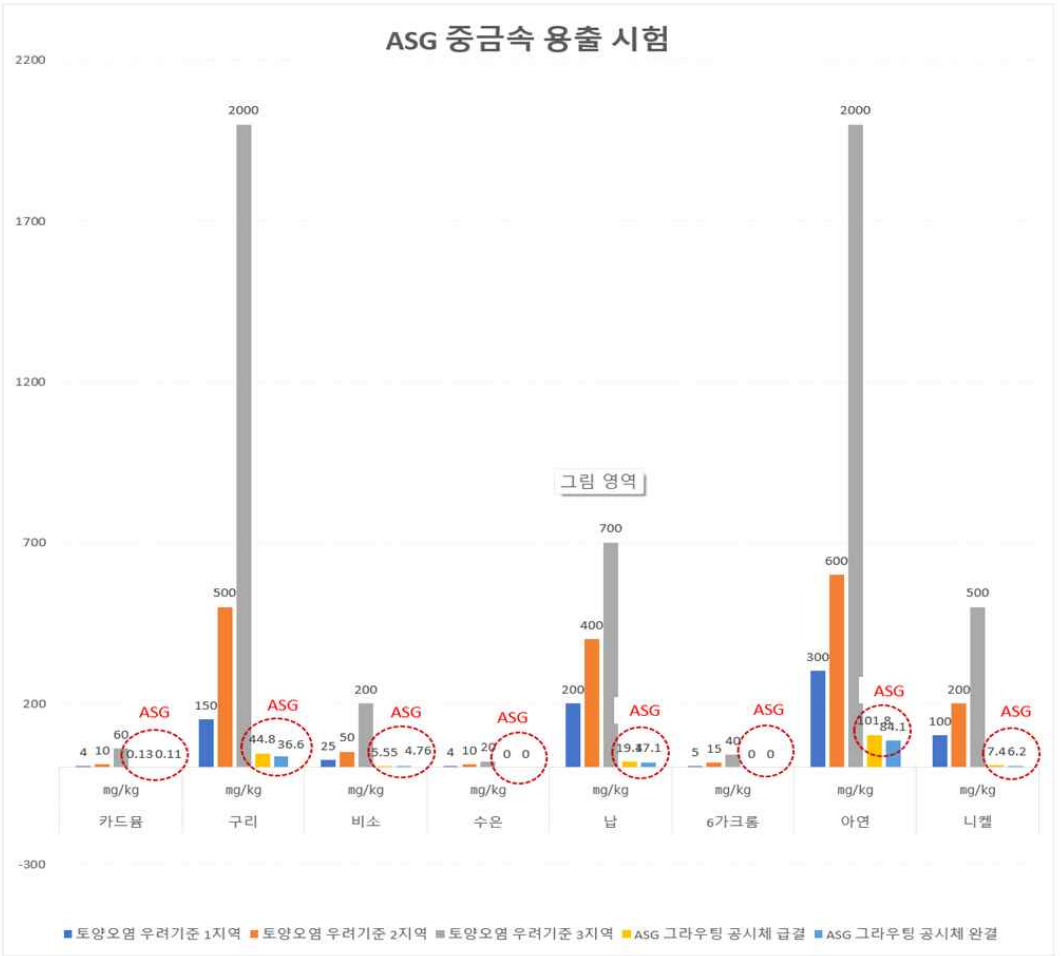
A:당사 완결형 호모겔 | B:기존 물유리계 완결형 호모겔

○ 당사 ASG 급결형,완결형 호모겔(A)은 용탈이 되지 않아 원형 그대로 유지됨

○ 반면 기존 물유리계 호모겔(B)은 용탈이 많이 되어 호모겔이 매우 작아지고 많이 용탈이 된 모습을 보임.

- 공사중 용탈현상 발생시 지하수 유입으로 터파기공사 진행이 어려워질 수 있으며, 지하수 유입으로 인해 차수공사를 재시공해야 하는 경우가 있으므로 하천 및 바닷가 인근 공사시 차수공법 선정에 특히 유의해야 함.

- 어독성 시험결과 ASG 공시체가 수질오염을 야기하여 송사리와 같은 수서생물에 악영향을 미친다는 증거는 전혀 확인되지 않았으며, 본 시험결과에 국한하여 판단할 경우 수질오염의 가능성은 매우 희박한 것으로 사료됨.



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

※ 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

※ 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