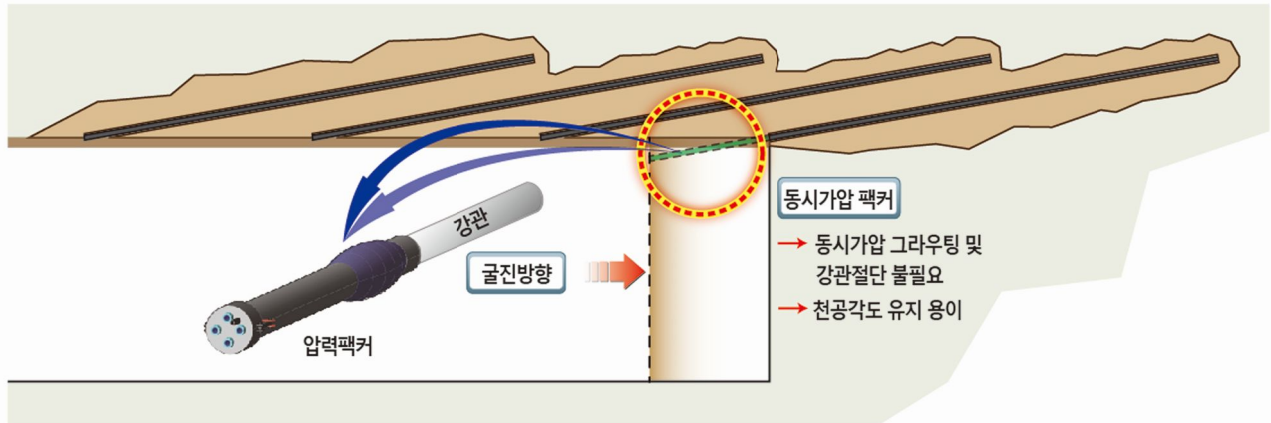




강관 동시가압 그라우팅



강관그라우팅이란 ?

터널 굴착전에 보강관을 적절한 형상으로 배열·설치하고, 주입재를 주입함으로써 주입재에 의한 지반 고결로 강관과 주변지반을 일체화 시켜 Beam Arch를 형성하여 차수 및 보강효과를 동시에 얻는 공법



강관동시가압그라우팅

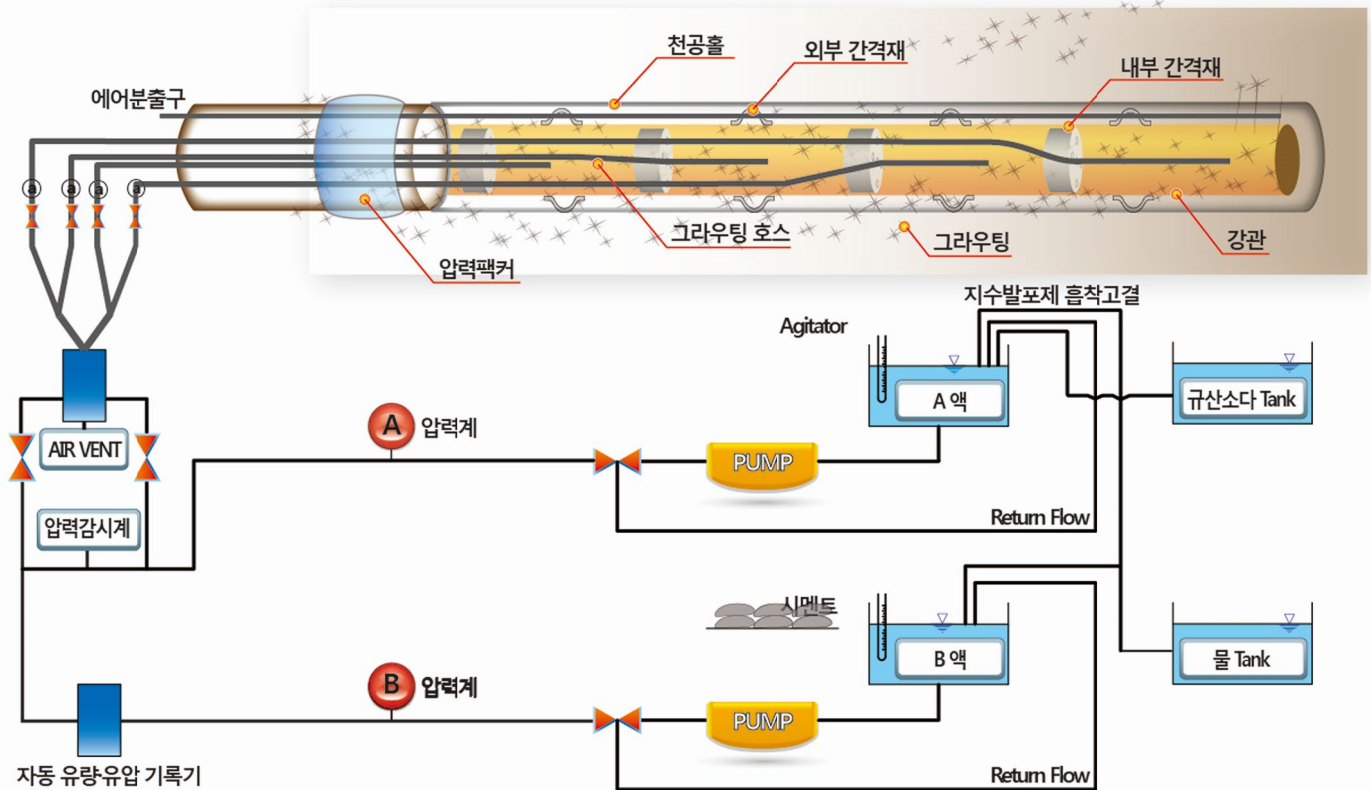
특수제작된 압력팩커를 이용하여 천공홀 입구를 밀폐시키고 **길이를 다르게한 여러개의 그라우팅 호스**를 삽입하여 각각의 그라우팅 호스로 동시에 압력을 가하여 천공홀 전체를 한번에 그라우팅 하는 공법



특수 제작된 압력팩커



강관 동시가압 그라우팅 계통도



1단계 (천공)

- 천공직경 : 보강용 강관의 1.8~2.0배 ($\Phi 100\text{mm}$ 이상으로 천공)
- 천공장 : 6.0m, 12.0m
- 천공각도 : 상향 5~15° (갱구부 : 2~3°)

2단계 (강관가공)

- 규격 : 내경 50.8mm, 외경 $60.0 \pm 3\text{mm}$, 두께 $4.0 \pm 1.0\text{mm}$
- 분사공 : $\Phi 5.0\text{mm}$
- 분사공 간격 : 2~4공/0.5~0.75m (나선형)

3단계 (강관 조립·설치)

- 유공강관에 그라우팅 호스등 부속품 조립
- 천공홀에 강관 삽입
- 압력팩커 설치 및 천공홀 밀폐

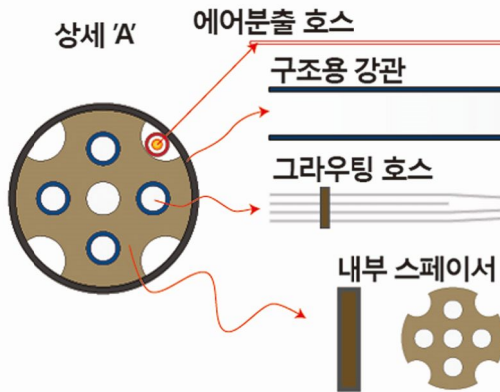
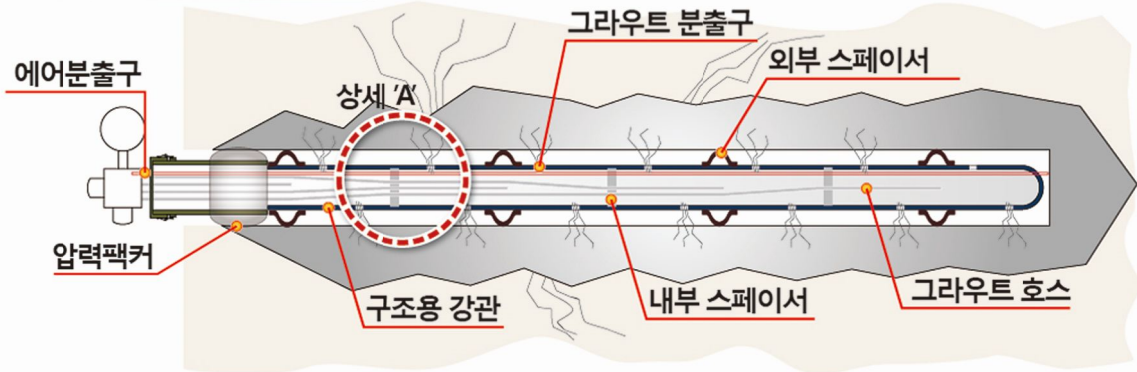
4단계 (그라우팅)

- 강관 내부 및 외부 그라우팅 충전
- 각 그라우팅 호스 동시 가압그라우팅
- 압력팩커 해체



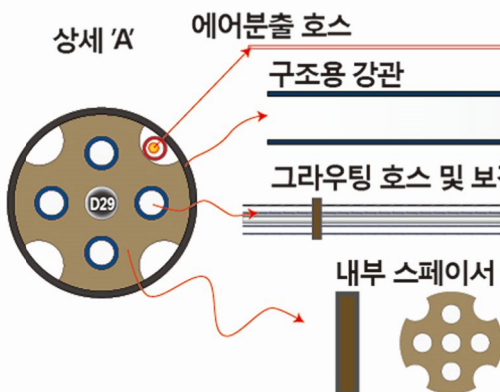
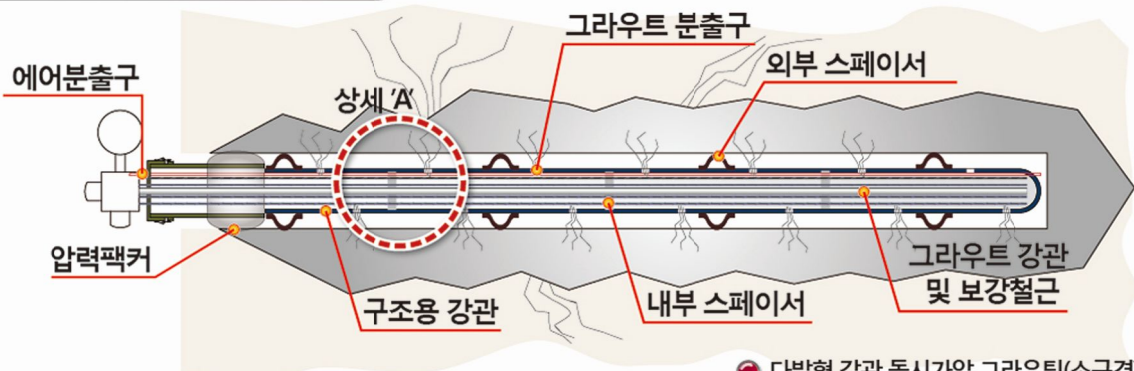
공법의 주요구성

일반형강관동시가압 그라우팅



압력팩커와 강관내부에 길이가 다른 그라우팅 호스로 이루어지며 일반적 강관그라우팅에 적용할 수 있다

다발형 강관동시가압 그라우팅



● 다발형 강관 동시가압 그라우팅(소구경) : 87% 강도증가

● 다발형 강관 동시가압 그라우팅(소구경) : 60% 강도증가

압력팩커와 강관내부에 보강철근과 다수의 소형강관으로 이루어진 보강재로 강성이 많이 필요한 구간에 적용한다

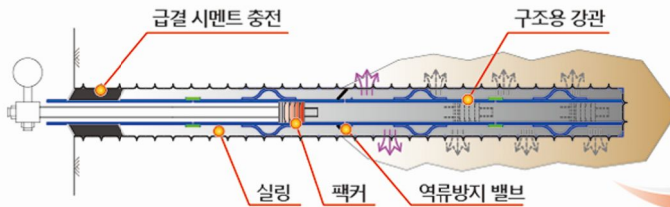


공법의 개선

동시 가압 그라우팅

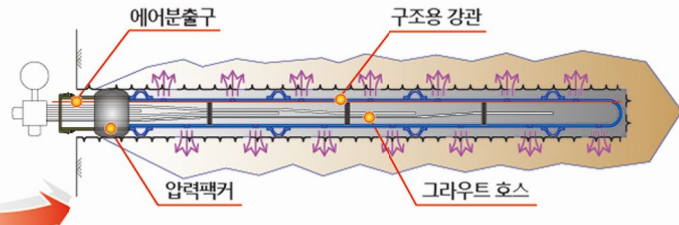
기존 강관다단 그라우팅

천공홀 입구 급결시멘트 코킹과
실링 후 단계별로 팩커를 후퇴시키면서 다단 그라우팅 실시



압력팩커를 이용한 강관동시가압 그라우팅

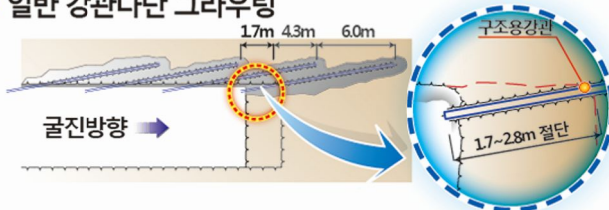
홀채움과 동시에 가압그라우팅 실시



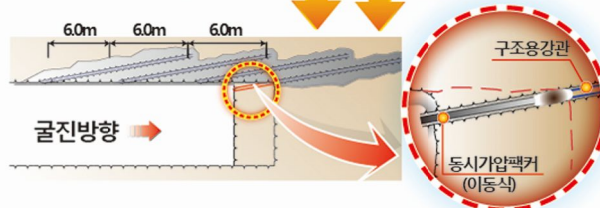
복잡한 공정을 단순화하여 **시공성 향상** 및 **공기단축**으로 인한 **비용절감** 효과

노출부 절단방지

일반 강관다단 그라우팅



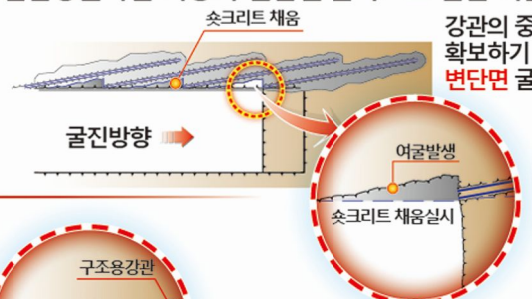
압력팩커를 이용한 강관동시가압 그라우팅



숏크리트 채움방지

일반강관다단 시공시 변단면 굴착으로 인한 여굴발생

강관의 중첩길이를
확보하기 위해
변단면 굴착필요

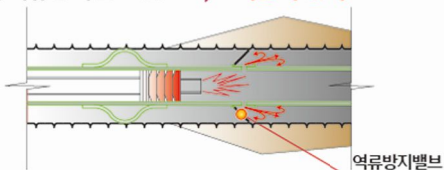


인위적인 여굴이 발생
숏크리트 채움 실시
공사비 증가

역류밸브 미설치

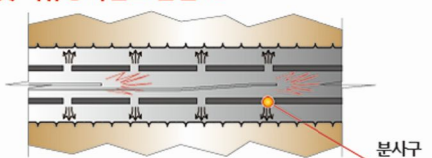
일반 강관다단 그라우팅

실링 및 역류방지밸브 필요 **시공비 증가**



압력팩커를 이용한 강관동시가압 그라우팅

강관 내외부를 동시에 그라우팅하므로
Sealing 및 역류방지밸브 불필요



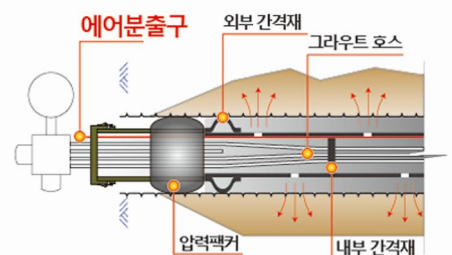
에어분사구 설치

일반 강관다단 그라우팅

에어분출구 미설치 **그라우팅 품질 저하**

압력팩커를 이용한 강관동시가압 그라우팅

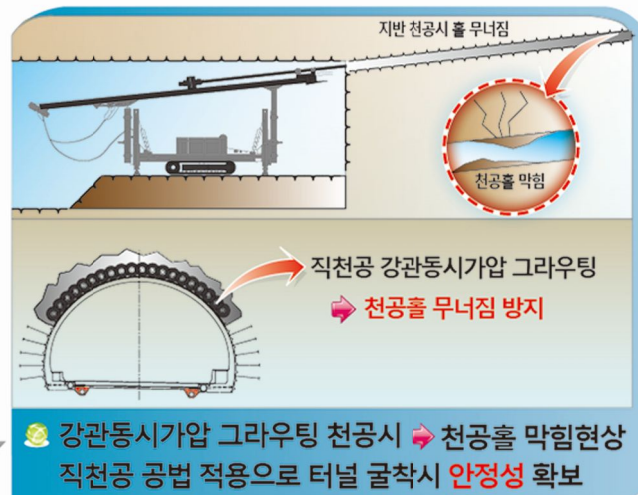
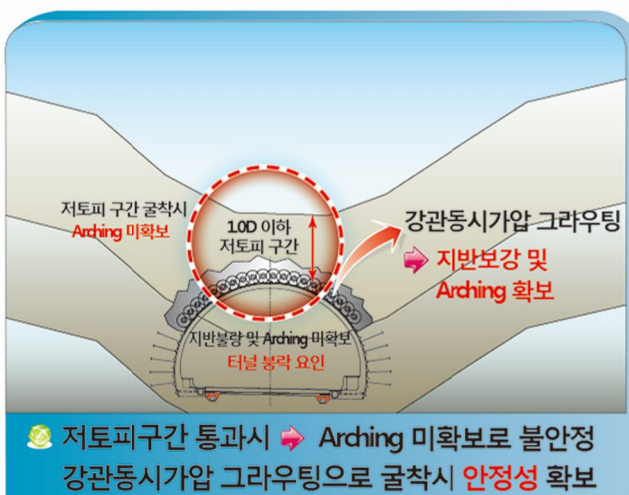
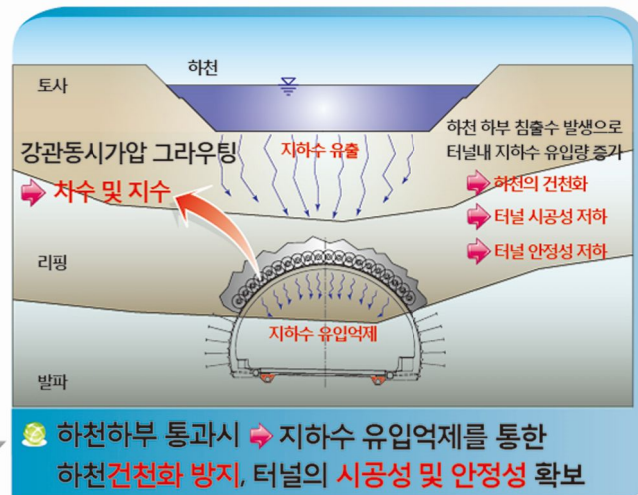
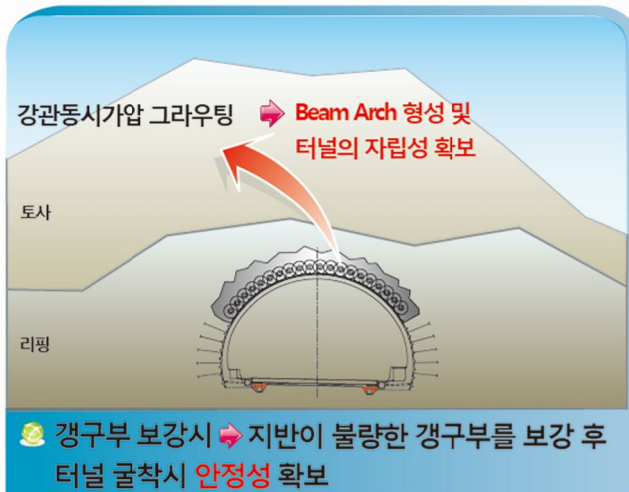
에어분출구로 천공홀 내부 에어 배출 **밀실한 그라우팅**



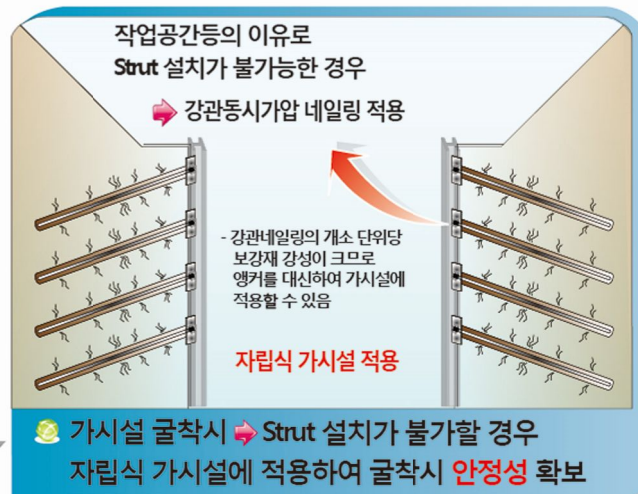
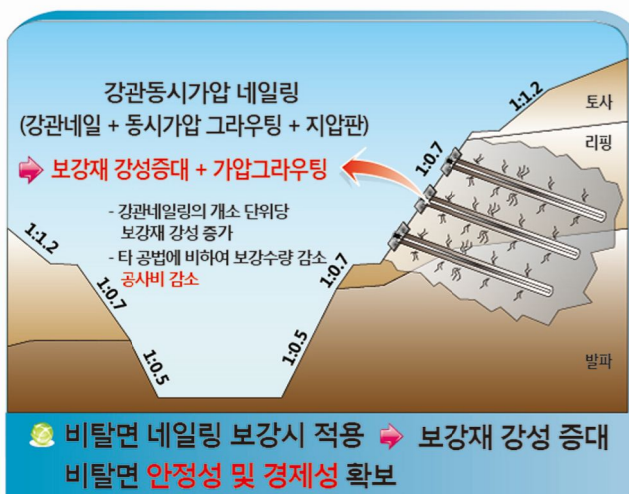


공법의 적용범위

터널 지반보강



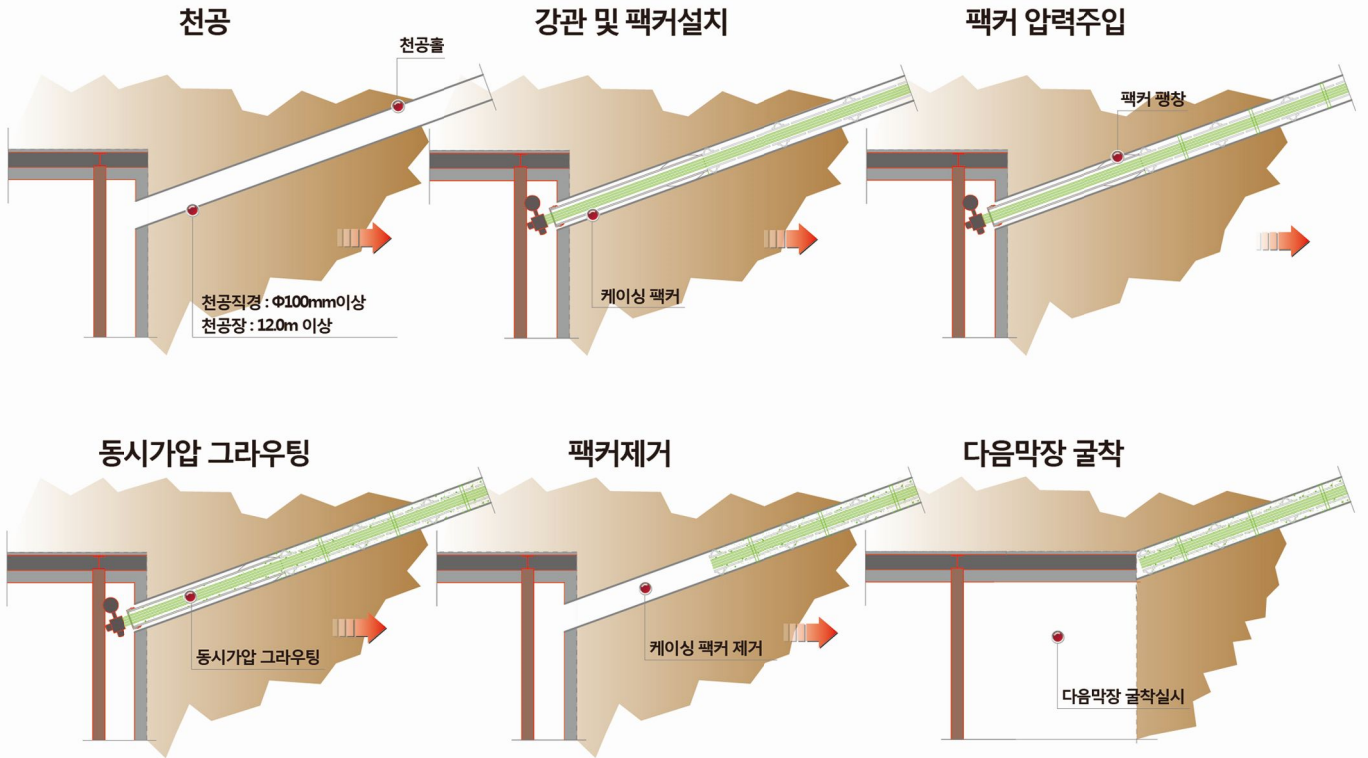
비탈면 보강



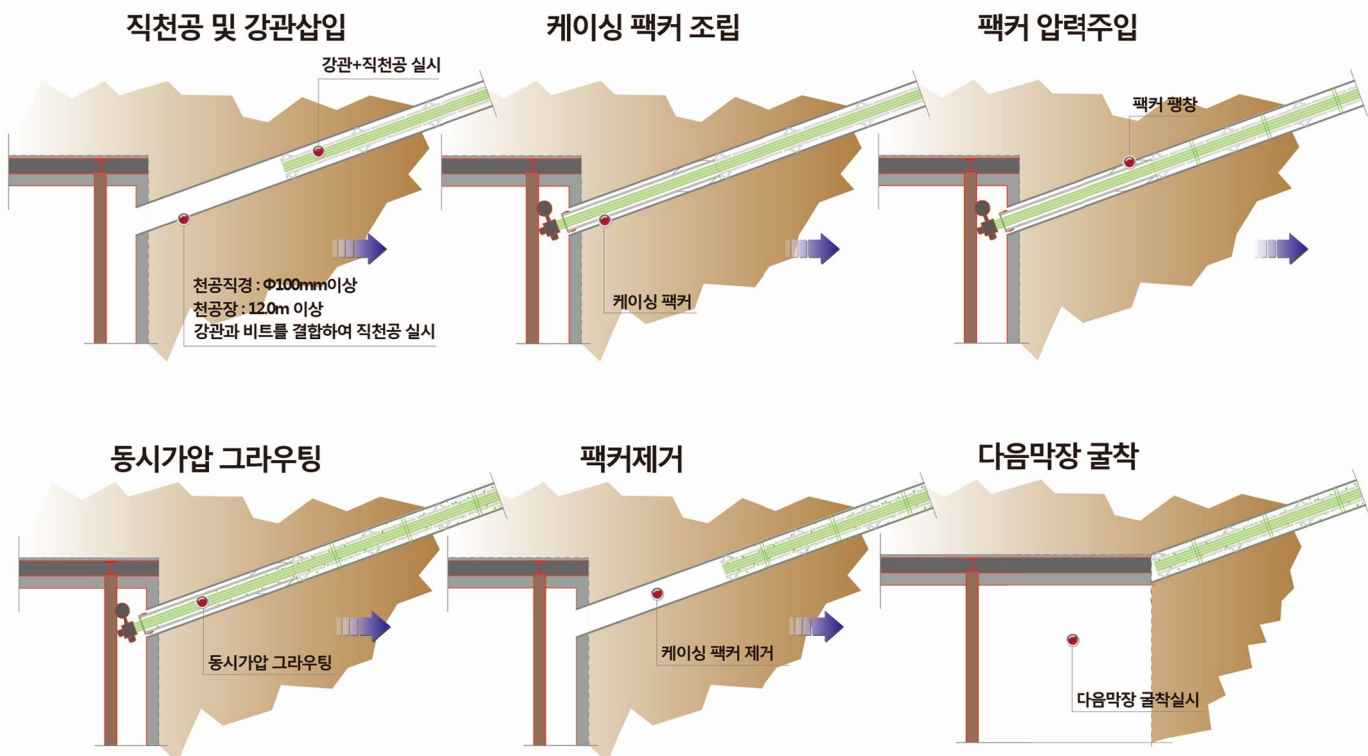


시공순서도

일반천공 동시가압 그라우팅

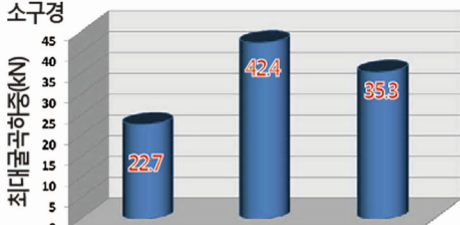
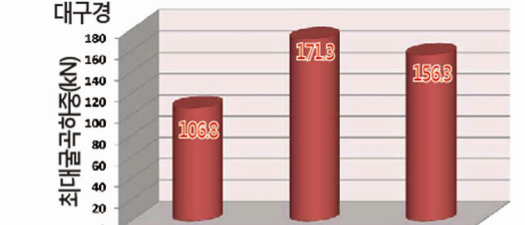


직천공 동시가압 그라우팅





강관의 굴곡하중 비교

구 분	일반형 강관 밀크보강-M60, 114	다발형 강관	이중 강관
소구경	● 밀크보강-M60 60.5mm, 4t 에어분출구 그라우트호스 <굴곡시험>  시험치 22.7 kN	● 밀크보강-M6010철 60.5mm, 4t 10.5mm, 2.2t <굴곡시험>  시험치 42.4 kN	● 밀크보강-M6042 60.5mm, 4t 42.7mm, 4t <굴곡시험>  시험치 35.3 kN
대구경	● 밀크보강-M114 114.3mm, 6t 에어분출구 그라우트호스 <굴곡시험>  시험치 106.8 kN	● 밀크보강-M11434철 114.3mm, 6t 34.0mm, 3.4t <굴곡시험>  시험치 171.3 kN	● 밀크보강-M11489 114.3mm, 6t 89.0mm, 4t <굴곡시험>  시험치 156.3 kN
최대 굴곡하중 시험 결과	소구경  일반강관 다발형강관 이중강관	대구경  일반강관 다발형강관 이중강관	



시험성적서



YOUR PARTNER FOR THE BEST QUALITY

TEST REPORT

우 407-87 인천광역시 서구 가치3동 538-8 TEL (032)6708-700 FAX (032)675-5613

성적서번호 : TJS-046122 권 수 일 자 : 2012년 11월 19일
 대 표 사 : 이만우 시험원료일시 : 2012년 12월 03일
 업 체 중 : (주)성우시멘트
 주 소 : 경기 부천시 원미구 상동 405-1 사연코아빌딩 203

시 료 명 : 콘크리트 보

시 험 결 과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
최대공극하중	kN	무보강-N1	49.8	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대굴곡하중	kN	무보강-M6	14.1	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대공극하중	kN	일크보강-M114	106.8	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대굴곡하중	kN	일크보강-M6	22.7	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대공극하중	kN	일크보강-M202	30.0	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대굴곡하중	kN	일크보강-M6	32.1	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)

* 시험속도 : 10 mm/min(보고서 참조)
 지지간거리 : 1 000 mm

용 도 : 동결관리용

비 고 : 1. 이 성적서는 요청자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍역, 전염, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 별도 이의의 사용은 금합니다.

Heun-Hyoung Jo

실험자 : 소근영
Tel : 032-570-9604

Bob-Hi Kim

기술책임자 : 김복기
E-mail : kkk@ktr.or.kr

2012년 12월 03일



한국화학융합시험연구원



Page : 1 of 1



KTR-KP-T09-PC-009





YOUR PARTNER FOR THE BEST QUALITY

TEST REPORT

우 407-87 인천광역시 서구 가치3동 538-8 TEL (032)6708-700 FAX (032)675-5613

성적서번호 : TJS-064260 권 수 일 자 : 2013년 05월 15일
 대 표 사 : 이만우 시험원료일시 : 2013년 05월 29일
 업 체 중 : (주)성우시멘트
 주 소 : 경기 부천시 원미구 상동 405-1 사연코아빌딩 203

시 료 명 : 콘크리트 보

시 험 결 과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
최대공극하중	kN	일크보강-M114	156.3	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대굴곡하중	kN	일크보강-M6	171.8	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대공극하중	kN	일크보강-M202	35.3	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)
최대굴곡하중	kN	일크보강-M6	42.4	만능저속시험기(SHMADZU UH-100A)(*)

* 시험속도 : 10 mm/min(보고서 참조)
 지지간거리 : 1 000 mm

용 도 : 동결관리용

비 고 : 1. 이 성적서는 요청자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍역, 전염, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 별도 이의의 사용은 금합니다.

Jo Heun-hyoung

실험자 : 소근영
Tel : 032-570-9604

Kim Bobbi

기술책임자 : 김복기
E-mail : kkk@ktr.or.kr

2013년 05월 25일



한국화학융합시험연구원



Page : 1 of 1



KTR-KP-T09-PC-001





전자문서본(Electronic Copy)



공법비교표

구 분	일반형 강관	강관동시가압 그라우팅	다발형 강관	강관동시가압 그라우팅
공법개요	특수제작된 압력팩커와 길이를 다르게한 그라우팅 호스를 여러개 삽입하여 각각의 그라우팅 호스로 동시에 압력을 가하여 천공홀 전체를 한번에 그라우팅하는 공법으로 복잡한 공정을 단순화 시키고 그라우팅 품질을 증대시켜 경제성, 시공성, 안정성을 확보할 수 있는 공법		일반형 강관 동시가압 그라우팅을 횡강성을 크게 증대시켜 보완한 공법으로 중앙 심부에 D29mm철근과 그라우팅 호스를 그라우팅 강관으로 대체하여 강성을 60% 이상 증가시킨 공법	
개요도				
단면도	- 소구경: 60.5mm, 4t - 대구경: 114.3mm, 6t		- 소구경: 60.5mm, 4t - 대구경: 114.3mm, 6t	
보강재 및 주입재	- 소구경: $\Phi 60.5\text{mm}$(외경) - 대구경: $\Phi 114.3\text{mm}$(외경) - 주입재: 시멘트 + 규산소다		- 소구경: $\Phi 60.5\text{mm}$(외경) + $\Phi 10.5\text{mm} \times 4\text{ea}$ + D29 - 대구경: $\Phi 114.3\text{mm}$(외경) + $\Phi 34.0\text{mm} \times 4\text{ea}$ + D29 - 주입재: 시멘트 + 규산소다	
최대굴곡 하중 (시험치)	- 소구경: 22.7 kN - 대구경: 106.8 kN		- 소구경: 42.4 kN (일반형 강관 대비 187%) - 대구경: 171.3 kN (일반형 강관 대비 160%)	
시공순서	1. 천공 (소구경: $\Phi 105\text{mm}$, 대구경: $\Phi 150\text{mm}$) 2. 강관+압력팩커 연결 및 삽입 3. 압력팩커 팽창 4. 동시가압 그라우팅		1. 천공 (소구경: $\Phi 105\text{mm}$, 대구경: $\Phi 150\text{mm}$) 2. 다발형강관+압력팩커 연결 및 삽입 3. 압력팩커 팽창 4. 동시가압 그라우팅	
특 징	- 강관제작이 용이하고 공사비가 저렴 - 일정길이의 압력팩커를 이용하여 강관의 중복도(6m 겹침)를 확보할 수 있음 - 압력팩커를 이용한 동시가압으로 작업의 시공성 확보 및 공기단축 - 시공공정을 단순화하여 공사비 절감 - 직천공 굴착 강관에 적용가능 - 역류방지 장치가 필요없어 경제적		- 강관의 횡강성을 증가시켜 강성이 매우크고 빔아치 형성 효과가 크다. (60%이상의 강성증가) - 일정길이의 압력팩커를 이용하여 강관의 중복도(6m 겹침)를 확보할 수 있음 - 압력팩커를 이용한 동시가압으로 작업의 시공성 확보 및 공기단축 - 시공공정을 단순화하여 공사비 절감 - 직천공 굴착 강관에 적용가능 - 역류방지 장치가 필요없어 경제적	
적용조건	- 모든 지층에 적용가능 (토사, 리핑, 발파) - 천공홀 유지가 안될시 직천공 굴착 적용		- 모든 지층에 적용가능 (토사, 리핑, 발파) - 천공홀 유지가 안될시 직천공 굴착 적용	
경제성	- 소구경: 1,200,000 원/공 - 대구경: 1,700,000 원/공		- 소구경: 1,300,000 원/공 - 대구경: 2,000,000 원/공	

구 분	이중강관 다단 그라우팅	일반강관 다단 그라우팅
공법개요	지반의 이완 또는 붕괴를 억제하기 위해 터널 주변의 지반을 보강할 목적으로 이중강관을 사용하여 주입재(시멘트 밀크 및 폴리 우레탄)를 주입함으로써, 효과적인 지반 주입에 의해 부가적으로 차수효과도 기대할 수 있는 터널보조공법	터널 막장 전면의 굴착면 주변에 강관을 적절한 간격으로 삽입하고 주입재에 의한 지반고결로 강관과 주변지반을 일체화시킴
개요도		
단면도	- 소구경: 60.5mm, 4t (외경) / 42.7mm, 4t (내경) - 대구경: 114.3mm, 6t (외경) / 89.0mm, 4t (내경)	- 소구경: 60.5mm, 4t (외경) - 대구경: 114.3mm, 6t (외경)
보강재 및 주입재	- 소구경: Φ 60.5mm(외관) + Φ 42.7(내관) - 대구경: Φ 114.3mm(외관) + Φ 89.0mm(내관) - 주입재: 시멘트 + 규산소다 또는 고분자 폴리우레탄	- 소구경: Φ 60.5mm(외경) - 대구경: Φ 114.3mm(외경) - 주입재: 시멘트 + 규산소다
최대굴곡 하중 (시험치)	- 소구경: 35.3 kN - 대구경: 156.3 kN	- 소구경: 22.7 kN - 대구경: 106.8 kN
시공순서	1. 천공 (소구경: Φ 105mm, 대구경: Φ 150mm) 2. 강관삽입 3. 주입구 코킹 4. 공내 Sealing 5. 주입재 다단 그라우팅	1. 천공 (소구경: Φ 105mm, 대구경: Φ 150mm) 2. 강관삽입 3. 주입구 코킹 4. 공내 Sealing 5. 주입재 다단 그라우팅
특 징	- 이중강관 사용으로 보강재의 강성이 커 우수한 빙형성 효과 - 이중강관의 사용으로 일반강관다단 그라우팅보다 적은 수량으로 동등 이상의 보강효과 기대 - 시공수량이 적어 공기단축 - 기존 단관에 비해 중량이 무거움 (2중관)	- 불량한 지반조건(저토피 및 풍화대구간)에 적용성이 큼 - 공사비가 비교적 저렴함 - 강내에서 설치할 경우 강관의 중복도(6m 겹침)를 확보하기 위하여 별도의 대책이 필요함 - 다단주입으로 인한 공기 과다소요 - 지하수 유입시 완벽한 차수효과를 기대하기 어려움
적용조건	풍화암 이상 견고한 지층에 적용가능 (리핑, 발파)	풍화암 이상의 견고한 지층에 적용가능(리핑, 발파)
경제성	- 소구경: 2,100,000 원/공 - 대구경: 2,800,000 원/공	- 소구경: 1,800,000 원/공 - 대구경: 2,400,000 원/공