(주)테크비전

튜브형 강관 록볼트 소개

테크비전에 의해 작성된 테크비전 사업 컨텐츠은(는) 크리에이티브 커먼즈 저작자표시-비영리-변경금지 4.0 국제 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.
http://www.tech-vision.co.kr 의 저작물에 기반



PART I 기술분야 소개

록볼트의 원리 및 역사

록볼트(Rock Bolt)

- NATM에서 숏크리트, 강지보재와 함께 주요 지보재
- 터널 내 원지반에 볼트를 정착하여
  지반의 변형에 저항하고 이완의 발생을 억제
- 굴착면 주변 지반의 지보능력 발휘(지반아치 형성)
- 지반특성과 인위적으로 설치하는
  지보재 설치시기와 순서 그리고 품질에 절대적 의존

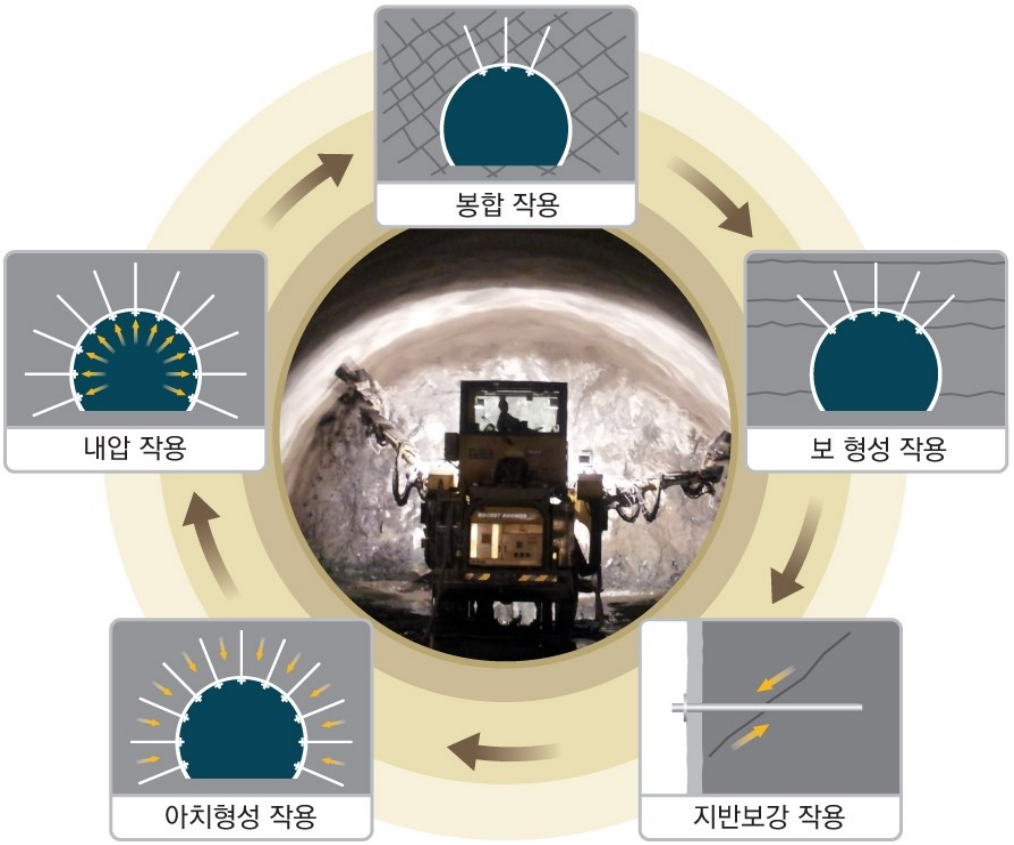


록볼트의 역사

- 1913년 독일 Frölich와 Klüpfel 에 의해 특허출원(제1차 세계대전 발발로 지연)
- 1918년 최초의 록볼트 특허 등록(No.302909)
- 터널에서 사용된 목재지보를 대체할 수 있는 One Point 고정 지보재
  (초기에는 록볼트 재료로 목재, Cable 등이 사용)
- 국내에서는 대부분 공사비가 저렴한 이형철근을 사용(정착재료는 시멘트 몰탈, 레진 등)
  지반거동에 대한 작용효과를 고려하여 설계 적용 → 다양한 종류의 록볼트 사용

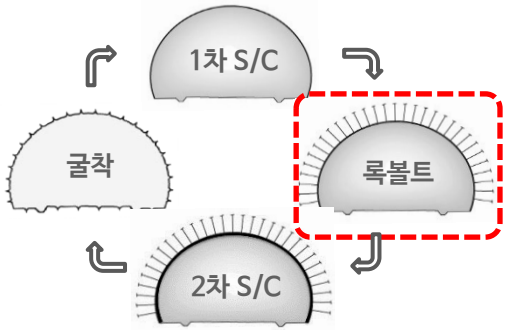
록볼트의 효과 및 적용분야

록볼트 작용효과

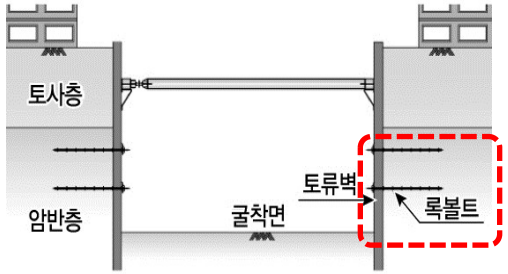


록볼트 적용분야

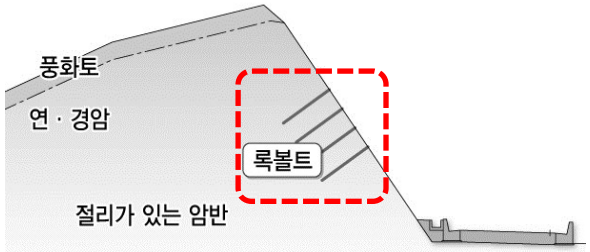
터널



지반굴착(흙막이 가시설)

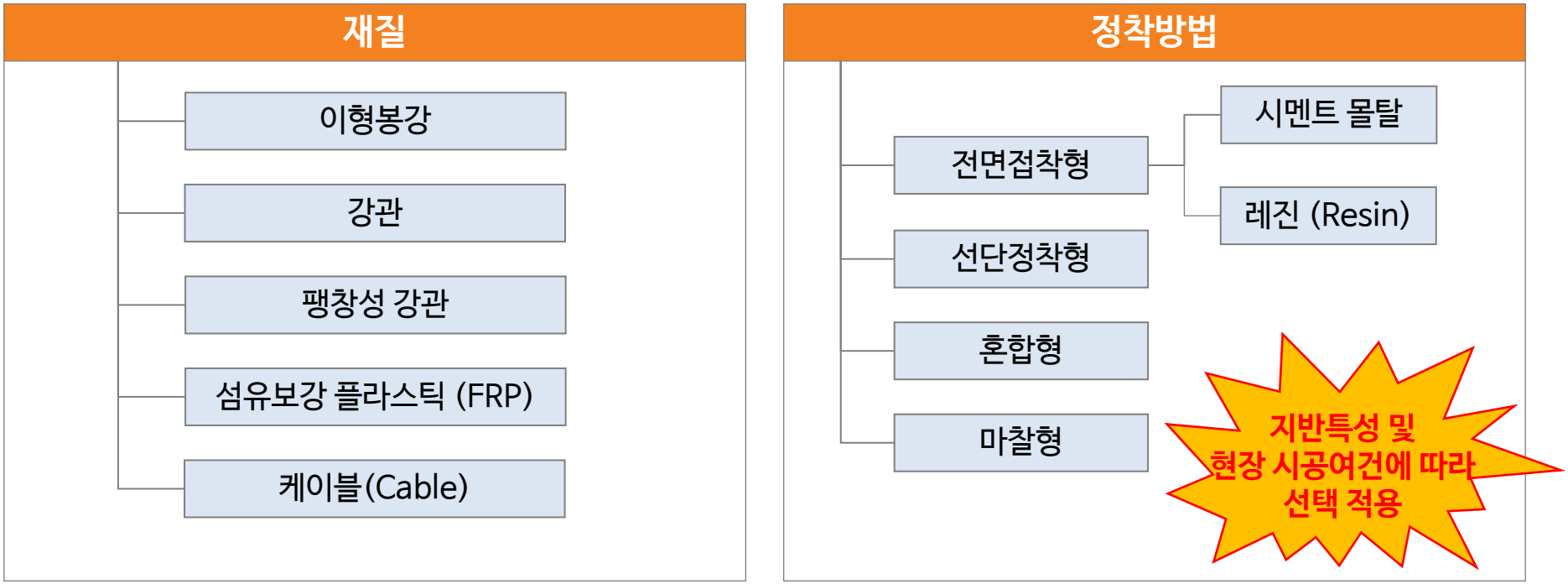


사면보강



록볼트의 분류 및 품질기준

록볼트 구분



록볼트 품질기준

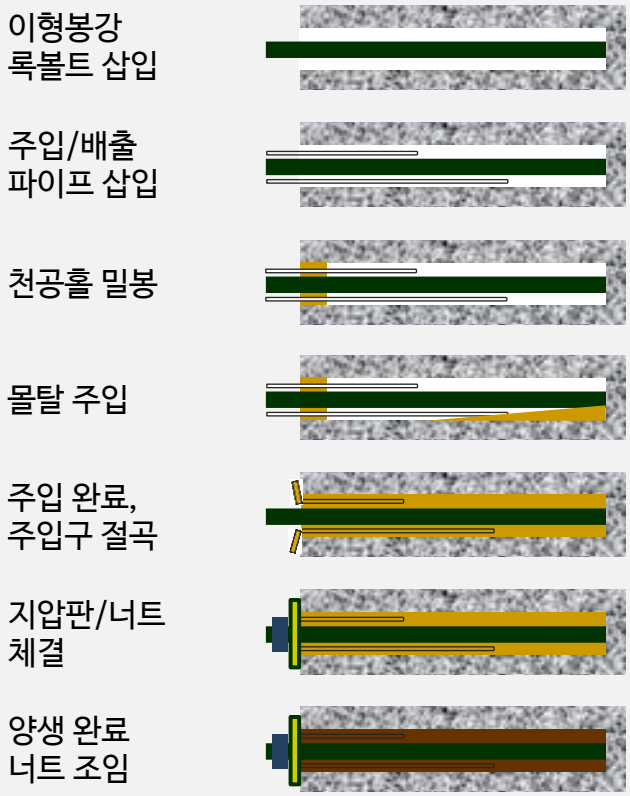
재질	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)
SD350 이상의 강재	350 이상	490 이상	18 이상

※ 터널표준시방서(2015), 터널설계기준(2007), 도로설계요령(2009), 도로설계기준(2012) 등

기존 록볼트(이형봉강)의 문제점 1

암반 조기지보 효과 미흡

록볼트 설치 후 지보효과 발휘하기까지는
정착재료 양생시간(약 7~24시간 이상) 필요



- 정착재료(시멘트몰탈, 레진)가 未양생 상태에서 굴진(발파 굴착)
  → 안전사고(암반 붕락) 발생 우려

설치 즉시 지보효과 발휘 필요

기존 록볼트(이형봉강)의 문제점 2

설계·시공의 차이

현장 시공 편의성(Jumbo Drill 운영 효율)

설계와 현장 시공시 천공직경 차이 발생



록볼트 길이	정착재료(레진) 사용량	
	설계	시공
4M	4EA	6EA
5M	5EA	7~8EA
6M	6EA	9EA

정착재료(레진) 사용량
설계 대비 150% 투입

기존 록볼트(이형봉강)의 문제점 3

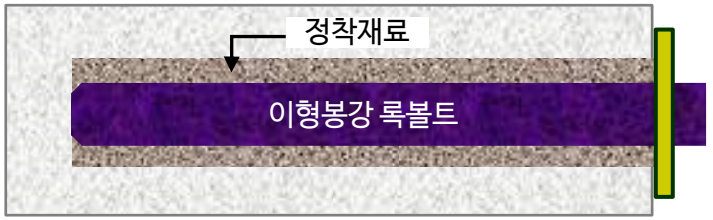
록볼트 시공(설치) 불량

록볼트 설치 불량 → 전면접착 성능 저하
균일한 품질확보 곤란



- **록볼트 시방기준**

  천공구멍과 록볼트 사이의 공극에 정착재가 완전히 채워져 소정의 정착력을 발휘하여야 함



균일한 시공품질 확보 필요

기존 록볼트(이형봉강)의 문제점 4

환경오염 발생

용수 유출구간 → 정착재료 손실로 성능저하
정착재료에 의한 인체 피해 및 환경오염

- 정착재료(시멘트 몰탈, 레진) 손실



- 작업장 환경오염 및 폐기물 처리



- **용수구간 시공시 정착재료 유실**
  → 지보성능 발휘 불가
- **레진에 의한 록볼트 정착 작업**
  → 접촉에 의한 안전사고(화상)발생

다양한 지반에서 성능확보 및
안전한 작업환경 조성 요구

Swellex Bolt(수입제품)

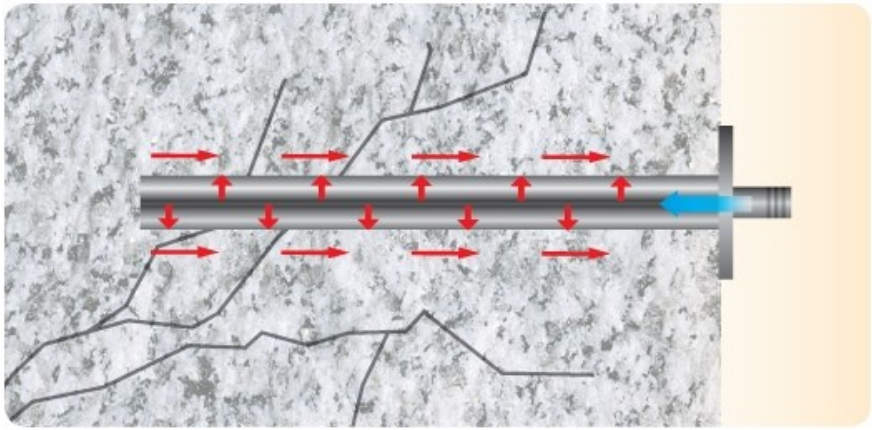
Swellex Bolt

- 1977~1980년 스웨덴 Atlas Copco社 에서 최초 개발
- 해외터널 및 광산에서 시공성 및 안정성 검증
  - **간편한 시공성 및 암반 조기 지보효과 우수**
- 국내에서는 극히 제한적 사용(T/K, 취약 구간 등)
  - **고가의 수입제품으로 경제성 매우 불리**
  - 영동선 솔안터널, 당인리 전력구, 서울지하철 5-18 등



Swellex Bolt 특징

- 변형이 크게 발생해도 미끄러짐만 일어나고 파괴는 발생하지 않는 특징
- **강관팽창으로 암반에 방사형의 강한 압력 형성**
  - 전단과 인장의 조합응력 발생
- 순수 전단상태에서도 **끊어지지 않고 변형 유지**
  - 재질의 유연성(신장율이 뛰어난 재질)

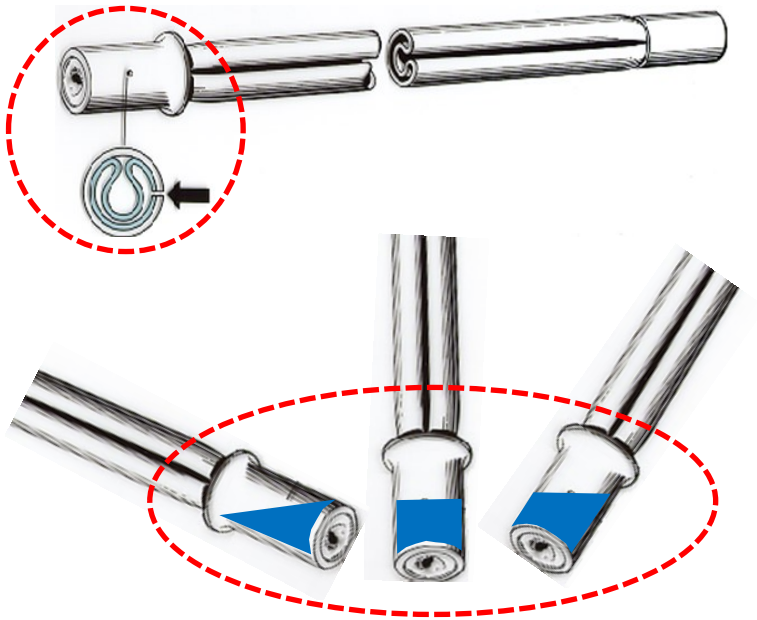


[암반 내부에서 마찰력 발현 원리]

Swellex Bolt(수입제품)의 문제점

유체 주입구의 형상 및 위치

- 정착부 측면의 작은 구멍을 통해 유체 주입
  - 강관 팽창시간 3~4분 소요(4m기준)
  - 강관 팽창 완료 후 강관 내부 유체 잔류
    → 불완전 배수에 따른 부식 영향성 증가



경제성

- 국내 터널현장에서 제한적 사용
  - 고가의 수입제품으로 경제성 불리
  - 제품구매 및 적용 문제 발생
    → 능동적인 대처 불리

종 류	단 가	비 고
Mn16 (φ54mm, t = 2mm)	72,000원	4m 기준
Mn24 (φ54mm, t = 3mm)	100,000원	

Swellex Bolt (수입제품)	72,000원 ~	
이형봉강 (기존 록볼트)	38,200원	(정착재료 포함)

(주)테크비전

PART Ⅱ

튜브형 강관 록볼트

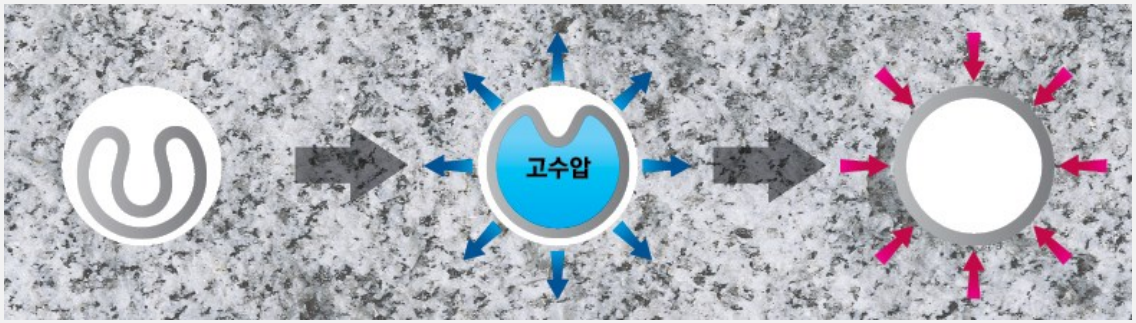
기술의 개요

기술의 원리

- **튜브형 강관 록볼트**

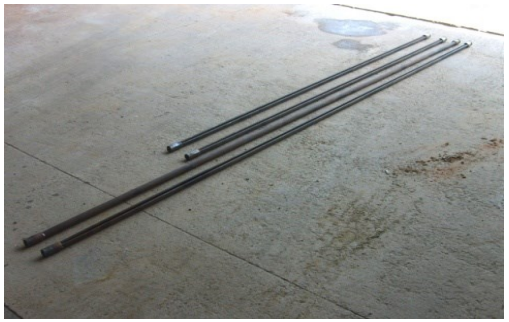
  : 유체(물)를 고압(250~300 bar)으로 록볼트(강관) 내부에 주입하여 강관을팽창, 암반에 강하게 밀착하여 정착

  - **암반과 록볼트 사이의 마찰과 기계적 맞물림 효과**
  - **설치 즉시 지보효과를 발휘하는 조기 지반보강 기술**

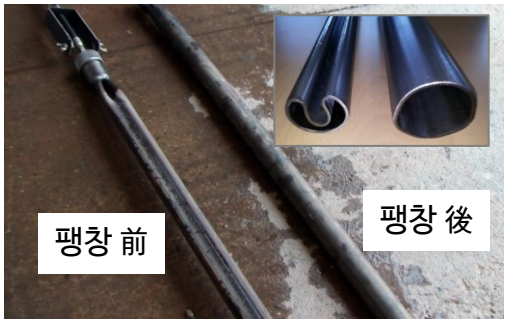


① 록볼트 삽입 ② 고수압 팽창 ③ 암반에 고정

※ Swellex Bolt와 기본원리는 같으나 유체 주입부 형태(前面 주입 방식), 제조 공정 및 경제성 측면에서 진보된 기술



[튜브형 강관 록볼트]



[록볼트 팽창 前, 後 비교]



[시공 완료된 록볼트]

기술의 성능수준

재료의 성질

- 신장률이 뛰어난 **탄소 강관**
- 기계적 성질 및 화학적 성분 분석 : 에스지에스건설 시험연구원

구 분		단 위	시험·검사방법	결 과
기계적 성질	항복강도	MPa	KS B 0802 - `03	481 (350 이상)
	인장강도	MPa		598 (490 이상)
	연 신 율	%		21 (18 이상)

구 분		단 위	시험·검사방법	결 과 (max)
화학적 성분	C	%	KS D 1652 - `07	0.17
	Si	%		0.01
	Mn	%		1.10
	P	%		0.011
	S	%		0.003



SGS 품질시험·검사성적서

시 료 명 : 튜브형 강관 록볼트 (4m)
시료채취장소 : 상동2터널 종점부
성과이용목적 : 공급원 승인용
공 사 명 : 고속국도 제600호선 부산외곽순환 건설공사 제6공구
발 주 자 : 한국도로공사
시 공 자 : 코오롱글로벌(주), 동부건설(주), 계룡건설산업(주), 삼중건설(주)
의 뢰 인 주 소 : 경상남도 김해시 상동면 대감리 278-2번지
성 명 : 정 재 열

발 급 번 호 : CMT2013 - 10941
접 수 일 자 : 2013년 11월 06일
시료 채취일 : 2013년 11월 05일

귀하가 품질시험 · 검사 의뢰한 위 시료에 대하여는 아래 시험방법에 의하여 시험 · 검사한 성과를 다음과 같이 회신하오니 참고하시기 바랍니다.

시험 · 검사종목		단 위	시험 · 검사방법	시험 · 검사결과
인장강도		N/㎟	KS B 0802 - `03	598
항 복 점		N/㎟		481
연 신 율		%		21.0
화학성분	C	%	KS D 1652 - `07	0.17
	Si	%		0.01
	Mn	%		1.10
	P	%		0.011
	S	%		0.003

시 료 채 취 자 : 코오롱글로벌(주) 전문감독 최 문 실
시료채취입회자 : 한국도로공사 품질관리자 최 형 모

- 끝 -

이 시험 · 결과는 당초 의뢰시 제출된 시료에 대한 결과이므로 다른목적으로 이용을 금지합니다.

책임기술자 : 김 성 은
(자격종목:토목품질시험기술사, 자격증번호:11193010277G)

2013년 11월 21일

한국에스지에스 건설시험연구원

주 소 : 경기도 광역시 시흥안 금암리 520-1 전화번호(031)669-0600

유의사항 : 책임기술자의 이름이 기재되지 아니한 경우에는 이 성적서에 대한 보증을 할 수 없습니다.

총 1 페이지중 1 페이지

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

KQP-2510-001-F07 (04)

SGS KOREA CO., LTD. | 539-1, Daemun-ri, Sosan-myeon, Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do, Korea | www.kr.sgs.com

Member of SGS Group(Societe Generale de Surveillance)

제품의 종류

KT48I (흙막이 가시설)	KT48II (터널)	KT48III (사면 및 방식처리)
t = 2.0mm	t = 2.3~3.0mm	t = 2.3~3.0mm

제품의 구성 및 특징



• 정착부 (유체 주입부)

- 강관 내부로 유체를 주입하는 부분
- 전면(前面) 주입구 형성 : 유체의 원활한 주입 및 팽창 완료 후 신속한 배수



• 강관 팽창부

- **수압에 의해 팽창하는 부분**
  : 원형 강관의 외주면 일측을 내부로 요입하여 굽혀진 모양
  : 4m 록볼트 기준 → 팽창 소요시간 약 15초



• 선단부

- 고수압에 의해 강관이 팽창할 때 수압이 외부로 새지 않도록 밀폐



기술의 효과

설치 즉시 지보효과	• 튜브형 강관을 팽창, 암반에 강하게 밀착하여 정착 • 암반과 록볼트 사이의 마찰과 기계적 맞물림 작용
쉽고 간편한 시공	• 제품이 경량이므로 시공 편리, 작업속도 향상 • 수압인가 장치를 이용한 균일한 시공 품질 관리
환경 친화적 시공	• 정착재료(시멘트 몰탈, 레진) 사용 배제 • 인체 및 환경(지하수 오염)에 무해
다양한 암반에 적용	• 파쇄대 구간 : 방사형 팽창으로 파쇄 암반의 마찰 강화 • 용수 구간 : 정착재료 사용 없이 완벽한 시공 가능
경제성 향상	• 기존 록볼트 대비 공사비 절감 및 공사기간 단축 • 해외 수출을 통한 기술 및 가격 경쟁력 입증

시공순서

① 록볼트 및 수압인가장치 준비



② 록볼트 시공을 위한 천공



③ 천공 부분에 록볼트 삽입



④ 록볼트 시공 (강관 팽창)



⑤ 시공 완료 (2분 이내)



⑥ 시공 품질 확인 (설치 직후)



이형봉강(철근) 록볼트와의 차별화 1

시공안전성 향상

암반 조기지보 효과 !!!

- 설치 즉시 록볼트 전장에 걸쳐 마찰력 발휘 → 굴착면 초기변형 억제
- 굴착과정에서 발생할 수 있는 낙반사고 등의 사전 예방에 효과적

구분	튜브형 강관 록볼트		기존 록볼트 (이형봉강)	
정착 방법	고압으로 팽창, 암반에 정착	① 튜브형 강관 록볼트 삽입 ② 고수압 팽창 ③ 설치 완료	정착재료 이용 (시멘트몰탈,레진)	①이형봉강 록볼트 삽입 ②주입 / 배출 파이프 삽입 ③천공홀 밀봉 ④몰탈 주입 ⑤주입 완료 / 주입구 절곡 ⑥지압판/너트 체결
정착 시간	설치 즉시		양생시간 필요 (7~24시간 이상)	
특징	· 록볼트 조기 정착 · 지반이완 방지 · 낙반사고 방지		· 조기정착 미흡 · 양생과정중 낙반 사고발생 우려	

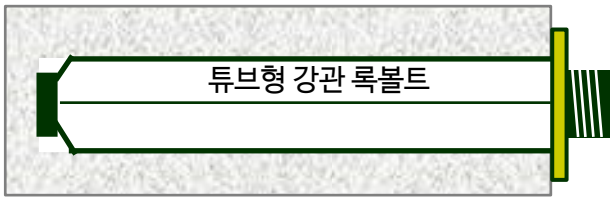
이형봉강(철근) 록볼트와의 차별화 2

시공효율 향상

공기단축 효과 !!!

- 록볼트 시공시간 단축 및 설치즉시 품질 확인
- 균일한 품질관리 가능 (기존 록볼트의 정착재료 증가 및 정착상태 불량 우려 해소)

구 분	튜브형 강관 록볼트	기존 록볼트 (이형봉강)
설치시간	2분 이내	10분 이상 (양생시간 7~24h 필요)
작업인원	1~2인	2~3인
용수구간	사용 가능	정착재료 유실에 따라 정착기능 미흡
품질확인	설치 즉시 품질확인 가능	설치 즉시 품질확인 불가



[튜브형 강관 록볼트 : 설치상태 양호]



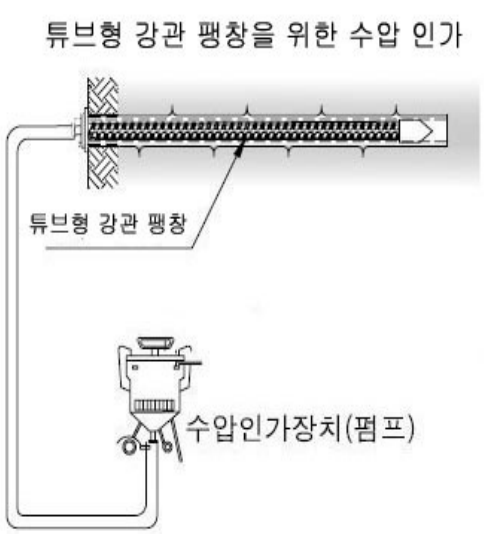
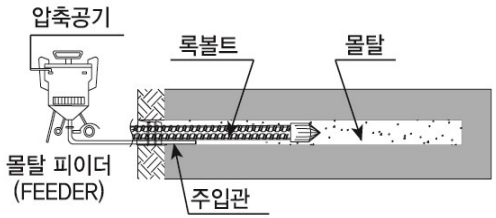
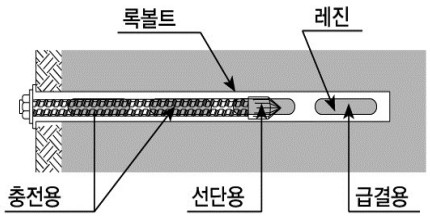
[기존 록볼트 : 설치상태 불량]

이형봉강(철근) 록볼트와의 차별화 3

환경친화적 시공

오염물질 발생 Zero !!!

- 정착재료를 사용하지 않으므로 인체 및 환경에 무해
- 지하수 유출 구간도 완벽한 시공 가능

구 분	튜브형 강관 록볼트	기존 록볼트 (이형봉강)
시공 개요		 [시멘트 몰탈]  [레진]
특 징	인체 무해 및 환경오염 無	인체 유해 및 수질오염 발생 (정착재료 사용)



[기존 록볼트의 작업장 환경 오염]



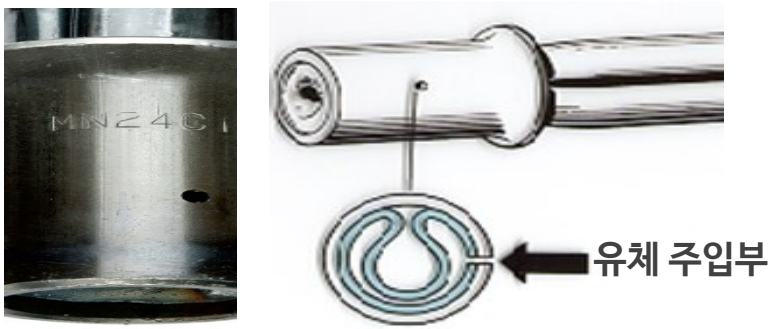
[기존 록볼트의 정착재료 손실]
지하수 유출 구간

Swellex Bolt(수입제품)와의 차별화

시공효율 향상

록볼트 설치시간 단축 !!!

- 정착부(유체 주입부)에 형성된 전면 주입구를 통하여 유체 주입
- 시공속도가 빠르며, 주입 유체의 완벽한 배수 → 품질관리 시험 용이

구 분	튜브형 강관 록볼트	Swellex Bolt (수입제품)
개 요		
설치시간	2분 이내	4~5분
특 징	· 수압에 의한 튜브형 강관 팽창 · 유체 주입부 개선으로 시공속도 빠름 · 주입된 유체의 배수 용이	· 수압에 의한 강관 팽창 · 측면의 작은 홀을 통해 유체 주입 · 유체의 불완전 배수(유체 잔류)

산업재산권(신기술/특허)

신기술

- **국토교통부 건설신기술 683호**
  : 전면주입구가 형성된 튜브형 강관을 이용한 록볼트 시공기술
- **산업통상자원부 신기술(NET) 581호**
  : 전면주입구가 형성된 튜브형 강관 록볼트 기술
- **한국철도시설공단 신기술 등록 2012-0023호**
  : 전면주입구가 형성된 튜브형 강관을 이용한 록볼트 시공기술



특허(15건)

- 10-0972357호 : 확장가능한 튜브형 락볼트
- 10-1038472호 : 락볼트 및 이를 이용한 지보공법
- 10-1196889호 : 락볼트 및 그 시공방법
- 10-1219449호 : 락볼트 및 그 커넥터 그리고 이를 이용한 지보공법
- 10-1231875호 : 락볼트 및 그 압력 유체공급기
- 10-1232823호 : 락볼트
- 10-1358946호 : 락볼트 체결용 장치 및 락볼트 체결용 장치의 구동방법 외



수상 및 대외 홍보

수상 실적

- IR52 장영실상
- 2012 대한민국 건설환경기술상


제 7227 호

MINISTRY OF SCIENCE, ICT AND FUTURE PLANNING

상 장

코오롱글로벌㈜

귀사는 한국산업기술진흥협회와 매일경제신문사가 공동주관하는 IR52 장영실상의 2014년도 제6주 수상 제품으로 선정된 튜브형 강관 록볼트를 개발하여 산업기술혁신에 기여한 공로가 크므로 상장과 메달을 드립니다.

2014년 2월 11일

미래창조과학부장관 최 문 기

연구보고서

- (사)한국터널지하공간학회, “튜브형 강관 록볼트 적용성 연구”
- (사)한국부식방식학회, “터널 암반수에서의 튜브형 강관 록볼트 부식 영향”

논문발표

- 2011 한국암반공학회 창립 30주년 기념 심포지엄
- 2011 한국철도학회 추계학술대회
- 2012 한국지반공학회 봄학술발표회
- 2012 한국암반공학회 춘계학술발표회
- 2012 대한토목학회 정기학술대회
- 2014 한국건설경영협회_제7회 건설기술연구 우수사례
- 2014 한국철도학회 추계학술대회


제 4734 호

표 창 장

(주)티에스테크노

대표이사 김 문 국

귀하는 평소 올바른 기업경영에 정진해 왔으며 특히 환경기술 발전에 기여한 공이 지대하므로 2012 대한민국 건설환경기술상 수상자로 선정 이에 표창합니다

2012 년 7 월 19 일

조달청장 강 호 현

(주)테크비전

THANK YOU

담당자 : **유진오** 부장
TEL : 031-329-0635
FAX : 031-329-0651
E-mail : yoojino@kolon.com