

◀▶ Blast Engineering
Since 1997

78977348759834759843
87984654546546
7987465465465132132131
62387965836458734657
665387875684653400

선진도관을 이용한 미진동굴착공법 (P.T.B.M)



MOOJIN NEOTECH





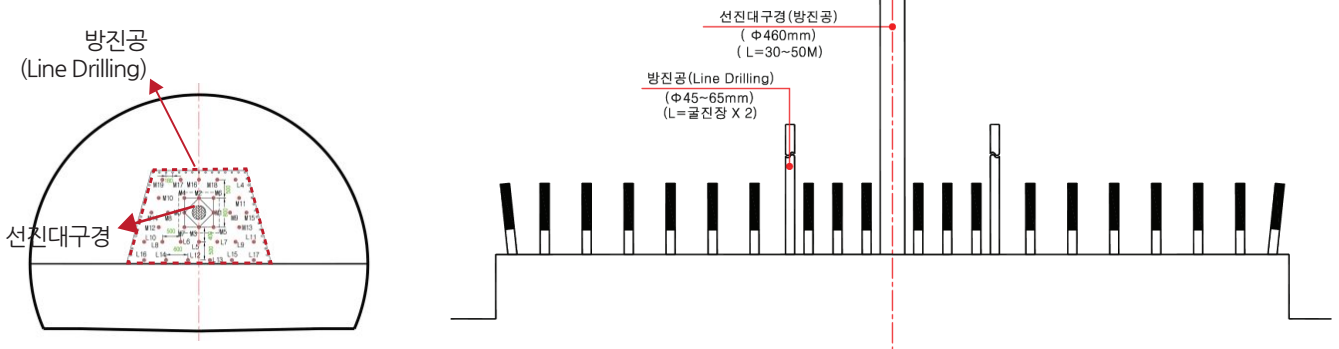
회사소개

- 회사명 : (주)무진네오테크
- 설립일 : 1997년 2월 21일
- 사업종목 : 전문건설업(토공, 금속구조물), 엔지니어링 활동주체(화약류관리)
- 품질경영시스템인증 : ISO9001(2007. 1. 26 ~ 2019. 2. 17)
- 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ)지정 : 중소기업청(2015. 12. 22 ~ 2018. 12. 21)
- 지적재산권 : 건설신기술 2건, 특허 다단식 발파공법 외10건, 실용신안 2건, 디자인 2건

기술보유현황 (터널부문)

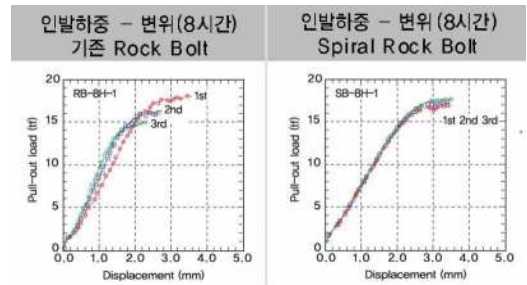
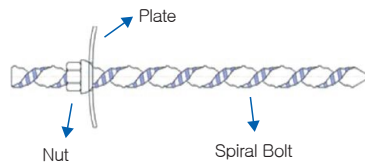
○ 선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법

특허 제10-0676914호



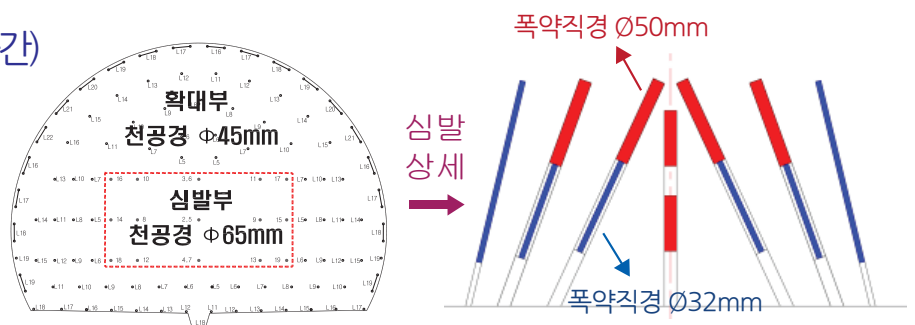
○ 내진용 Spiral Rock Bolt (지반보강공법)

특허 제10-0802004호



○ 고속굴착공법 (터널무지보구간)

특허 제10-1000570호



공법의 개요

명칭

선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법 (P. T. B. M)

지적재산권

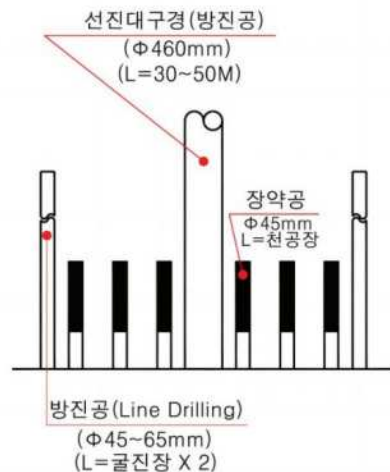
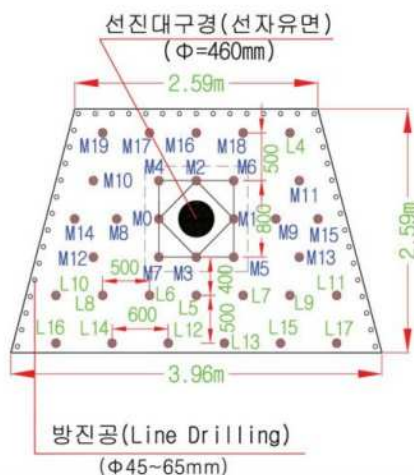
- 특허번호 : 제10-0676914호
- 출원일자 : 2006. 6. 13
- 등록일자 : 2007. 1. 25
- 권리자 : (주)무진네오테크
- 보호기간 : 2006. 6. 13 ~ 2026. 6. 12



기술개요

- ✓ **본 공법**은 터널굴착시 보안물건과 근접된 무진동 기계식 굴착공법 적용구간의 대체공법으로 터널전단면 또는 상부반단면에서 터널 심발부에 1단계로 선진대구경과 선진도갱을 형성시킨후 이 선자유면을 이용하여 2단계 미진동으로 확대발파를 수행하거나 진동리퍼 또는 B/K를 이용하여 굴착하는 **선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법**임
- ✓ **1단계 선행되는 미진동 굴착방법**은 심발 중앙에 설치된 선진대구경($\Phi 460\text{mm}$)과 선진도갱부 영역 외곽에 설치된 Line Drilling($\Phi 45\sim 65\text{mm}$)을 선자유면과 방진공으로 활용하여 선진도갱부를 굴착
- ✓ **2단계 확대부 굴착방법**은 선굴착된 선진도갱부를 자유면으로 활용하여 확대발파를 수행하거나 진동리퍼 또는 B/K를 이용하여 굴착하는 미진동 터널 굴착공법임 (**TBM효과창출** → **발파진동감소**)
 - ※ 발파적용시 터널단면크기에 따라 1단계굴착, 2단계굴착을 적정사차를 두고 1회에 굴착할 수 있음

선진도갱 심발 및 천공상세도





선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법의 원리(P.T.B.M)

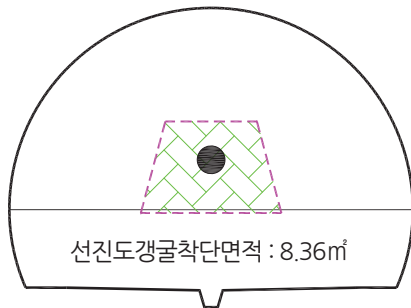
보안물건이 근접되어 있는 무진동 기계식 굴착 구간 대체 공법

○ 1단계 굴착 - 미진동 선진도갱(Pilot Tunnel) 굴착

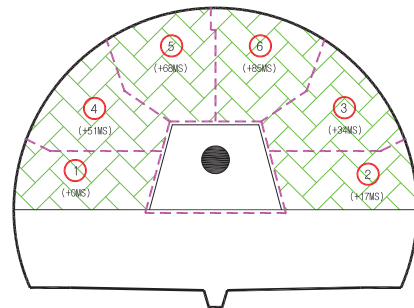
- 터널심발부 중앙에 선진대구경(Ø460mm) 방진공 천공(L=30~50m) ▶ 선진도갱부 영역 마킹 ▶ 선진도갱 주변 방진공(Ø45~65mm) Line Drilling 설치 ▶ 발파공 천공 ▶ 장약(1지발, 지발당 최소 장약량 적용, 전기, 비전기 적용가능) ▶ 발파 ▶ 선진도갱(선자유면 Pilot-tunnel) 굴착 ▶ 버력정리 ▶ 2단계 확대발파 굴착 준비

○ 2단계 굴착 - 미진동 확대 발파(1단계 굴착영역 자유면 활용) 굴착

- 1단계 확보된 선진대구경 방진공과 선진도갱을 자유면으로 활용하여 미진동 확대 발파 수행
- 확대부 발파공 이상유무 확인 ▶ 장약(1지발, 지발당 최소 장약량 적용) ▶ 발파 ▶ 막장확인 ▶ 버력처리



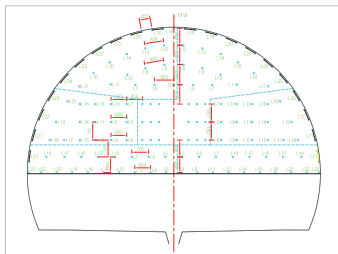
1단계 굴착 (선진도갱부)



2단계 굴착(확대부)

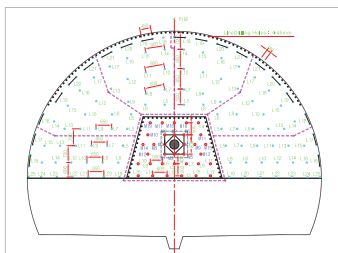
기존기술과 신기술의 적용성 비교 (국토부 발파진동식 적용, V=0.2cm/sec 기준)

기존기술 일반발파 TYPE-6



구분	일반 터널발파 공법(TYPE-6)
지발당 장약량	0.375kg/delay
보안물건과의 최단적용거리	46m
비고	• 기존 일반발파는 전단면 또는 상부반단면을 동시기폭하여 1회에 굴착

신기술 선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법 TYPE-6



구분	선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법(TYPE-6)
지발당 장약량	0.1875kg/delay
보안물건과의 최단적용거리	25m
비고	• 기존기술 대비 신기술 장약량 감소비에 따른 진동감소율 : 37% • 선진대구경, 방진공, 선진도갱 자유면 효과에 따른 진동감소율 : 5~10%

※보안물건과의 최단적용거리는 지반 및 암질 조건에 따라 상이할 수 있음



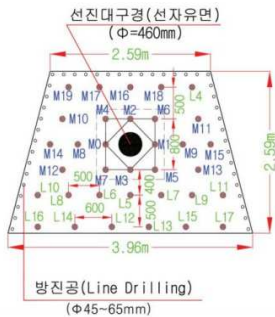
보안물건 근접구간 굴착공법 적용 비교

터널굴착시 보안물건 근접구간(L=25m) 굴착공법 적용 비교
 $V = 200 \left(\frac{D}{\sqrt{H}} \right)^{1.6}$ 적용 V = 0.2cm/sec 기준

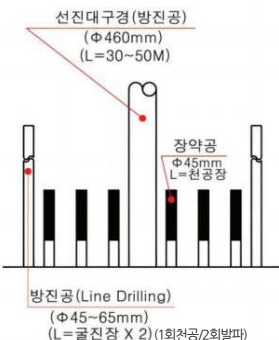
기존기술(무진동 기계식 굴착)	신기술(선진도갱 미진동 굴착)	발파공해 허용기준 (국도교통부/환경부)
<p>무진동 기계식굴착 적용구간 (87m)</p> <p>※ 보안물건으로부터 46M 이내 발파불가능</p>	<p>선진도갱 미진동 굴착 적용구간 (87m)</p> <p>※ 보안물건으로부터 25M 이상 발파가능</p>	<p>■ 발파진동허용기준(cm/sec)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유적, 문화재 : 0.2 - 주택, 아파트 : 0.3~0.5 - 상가 : 1.0 - 철근콘크리트건물 : 1.0~5.0 <p>■ 발파소음(dB(A))</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인체기준(주간) : 75dB(A)
<p>기존 무진동 기계식 굴착(L=87M)구간을 선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법(P.T.B.M)으로 전환가능</p>		

선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법 공정도

○ 선진도갱 심발상세도



○ 천공상세도



<p>① 심발선진대구경 천공</p> <p>Φ=360~380mm, L=30~50M/1회</p>	<p>② 선진도갱부(Pilot Tunnel) 방진공(Line Drilling) 천공</p> <p>방진공설치: 43공 Φ=45~65mm, L=굴진장X2</p>	<p>③ 심발 및 확대부 장약공 천공</p> <p>필요시 Line Drilling(120) 설치</p>
<p>④ 1단계 굴착 (선진도갱부장약 및 미진동발파)</p> <p>선진도갱장약공: Φ45mm</p>	<p>⑤-1 (Case - I) 2단계 굴착 (보안물건근접구간) (확대부 장약 및 미진동발파)</p> <p>확대 장약공: Φ45mm</p>	<p>⑤-2 (Case - II) 2단계 굴착 (무진동구간) (확대부 B/K 굴착)</p> <p>암파쇄공(B/K): Φ45~65mm</p>



발파진동 저감 공법 비교

구분	일반발파	제어발파 (다단식/비전기식)	선진대경 제어발파 (다단식/비전기식)	미진동 전자뇌관 발파	선진도갱을 이용한 미진동 굴착공법	
					Case I (보안물건근접구간)	Case II (무진동구간)
정면도						
공법개요	발파공해 제한이 없는 구간에 적용	다단식발파기 또는 비전기 뇌관 번치 커넥터를 이용 지발당 장약량을 감소 시키는 제어발파 공법	대구경무장약공(φ362mm이상) 선자유면효과를 이용한 제어발파 공법	정밀시차제어를 이용 발파공수를 증가시켜 지발당장약량을 최소화 시키는 제어발파 공법	선진대구경과 선진도갱을 이용 지발당 장약량을 극소화시켜 미진동발파로 굴착하는 공법	선진도갱 미진동발파 후 확대부를 진동리퍼 또는 B/K를 이용하여 굴착하는 공법
기록뇌관 최대허용단차	MS, LP 1지발조합단차 전기/비전기뇌관:40단차	전기뇌관 다단식발파(17ms): 150단차(6개회로) 또는 비전기뇌관(17ms): 150단차(6개영역)		무한단차	전기뇌관 다단식발파: 150단차 또는 비전기뇌관: 150단차	
상부 반단면 기준 (PD-6)	사용뇌관	전기, 비전기뇌관	전기, 비전기뇌관	전자뇌관	전기, 비전기	
	장약공수	127공	127공	132공	225공	190공 (1단계40공, 2단계150공)
	지발당 발파공수	3~5공	1공	1공	1공	40공 이내 (선진도갱부 발파공수)
	최대 지발당 장약량	1.5kg/delay	0.5kg/delay	0.375kg/delay	0.1875kg/delay	0.1875kg/delay

공법의 특징 및 기대효과

- 발파 공해 저감
민원 해소**
 - 기존기술 대비 신기술 장약량 감소비에 따른 진동 감소율 : 37%
→ 기존기술 375g/delay ▶ 신기술 187.5g/delay
 - 선진대구경, 방진공, 선진도갱 자유면 효과에 따른 진동 감소율 : 5~10%
→ P.T.B.M 공법 적용시 진동 감소율 : 45% 적용
→ 보안물건으로부터 25m 까지 미진동발파 굴착 가능 (기존기술 : 46m)
- 사전 암반조사
안전시공 확보**
 - 선진대구경 천공으로 굴착면 전방의 암질 변화에 따른 안전시공 사전 대처
→ 선진대구경 천공속도에 따른 암반의 강도 및 파쇄대 파악 가능
- 원지반
손상영역 최소화
여굴방지**
 - 선진도갱 자유면 확장(TBM효과 창출) 및 확대부 굴착선에 방진공(φ45~65mm)설치
→ 발파진동 감소 및 원지반에 발파손상 영역 최소화(여굴방지)
- 공사기간단축
공사원가절감**
 - 무진동 기계식 굴착 구간을 선진도갱 미진동 굴착공법으로 대체가능
→ 공기단축 및 공사원가 절감
- 공사효율성향상**
 - 갱내 지하수 유입시 선진대구경 활용 지하수 유도 배수
→ 공사 효율성 및 작업 편의성 향상

경제성 비교

구분	굴착 Cycle Time	공사비 (PD-6)
무진동 기계식 굴착	19H (1회 굴착/1H)	192,000원/㎡
미진동 전자뇌관 발파	6H (2회 굴착/1H)	206,000원/㎡
선진도갱 미진동 굴착	Case-I (확대부미진동발파: 8H (2회 굴착/1H))	103,000원/㎡
	Case-II (확대부 진동리퍼 또는 B/K굴착: 12H (2회 굴착/1H))	142,000원/㎡



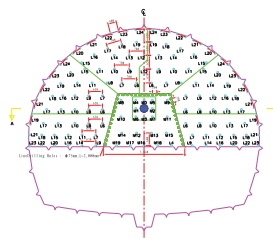
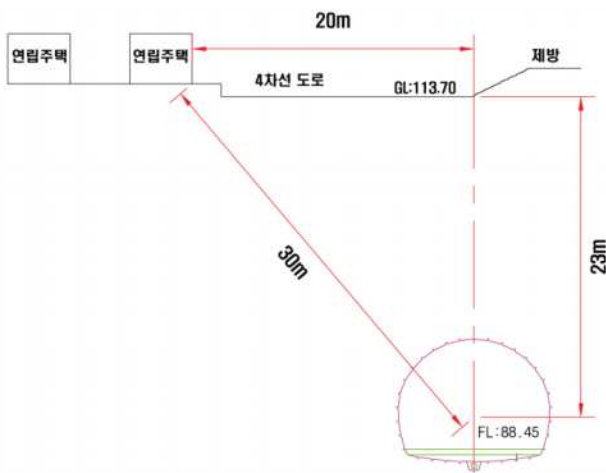
선진도강을 이용한 미진동 굴착공법 적용

▣ 인천국제공항철도 민간투자사업 제 2-3A공구 (대표사례)

- 공사명 : 인천국제공항철도 민간투자사업 제2-3A공구
- 발주처 : 인천국제공항철도(주)
- 감리사 : (주)한국철도기술공사, SOC엔지니어링
- 시공사 : 삼부토건(주)
 - 발파진동 허용기준 : 0.2cm/sec - 발파구간 상부 30m에 보안물건 위치
 - 기존기술(일반발파 공법)적용시 발파진동 허용기준 상회 발파굴착 부적합
 - 신기술(선진대구경을 이용한 미진동 굴착공법)적용 보안물건 하부 통과 시공완료

일자	Sta.	적용공법	지발당장약량	지반진동
2006. 6. 4	9K+531(PD-5-2)	당초설계	0.5kg/dealy	0.286cm/sec
2006. 6. 18	9K+543(PD-5-1)	당초설계+Linedrilling	0.5kg/dealy	0.241cm/sec
2006. 7. 10	9K+558(PD-5-2)	선진도강 미진동 굴착	0.5kg/dealy	0.124cm/sec

보안물건위치 및 굴착순서도



기타적용사례

공사명	발주처	시공사	기타
부산지하철 제325공구 건설공사	부산교통공사	코오롱건설(주)	-
이천문경 철도건설사업 제8공구건설공사	한국철도시설공단	SK건설(주)	외 다수 현장적용



(주)무진네오테크 MOOJINNEOTECH CO.,LTD.

본사 : 서울특별시 구로구 디지털로 33길 50 벽산디지털밸리 7차 304호

TEL : 02-6344-7500 FAX : 02-6344-7520

www.moojinneotech.co.kr E-mail : moojin@empas.com