

Power-Cut을 이용한 굴진장증대 및 여굴감소공법

특허 제 10-1000570호 [심발공 이중장악과 분산장악을 이용한 터널 고속굴착공법]

공법의 원리 및 내용

공법 개요

- ◆ 터널발파는 단일 자유면으로 초기자유면 확보가 가장 큰 중요한 변수로 초기 자유면이 어떻게 형성되느냐에 따라 발파성패 좌우
 - ◆ 고속굴착공법은 심배기 영역 천공과 장악방법 개선을 통한 적은천공수로 큰 면적의 완벽한 초기자유면을 확보, 발파굴착효율 증대
 - 심발천공경 : Type I, II, III → Φ65mm, Type IV, V, VI → Φ45mm
 - 확대공 : Φ45mm, - 심배기방법 : Power-Cut
 - 심발장악방법 : 중심수평공(이중장악), 심발경사공(기저장악+주상장악)
 - ◆ 설계굴착선 최외곽공저부에 파워에어데크(원통형 지관)를 넣어 발파시 원지반 손상방지 및 여굴발생 최소화
- ▶ 발파 천공장의 95%이상 굴진으로 기존 기술대비 굴착효율 5% 증대, 여굴량 20% 감소

공법 개발목표

심배기 효율 개선

- ◆ 굴착효율에 영향을 미치는 심배기 방법에 있어서 터널 단면적, 초기 자유면 형성방법, 천공형태, 발파공해등을 고려한 심배기 방법 개발

굴착 효과 증대

- ◆ 심발공저부분의 완전한 뿌리깎기를 위하여 장악 밀도조정, 이중장악, 폭약선정등 장악방법 개선
- ◆ 심발부의 기하학적 천공배열, 기저장악과 주상장악 활용 폭약투사면적 증대, 기폭시차 조절등 최대 파쇄효과 유도 (굴착효율 극대화95%이상)

공사 품질 향상

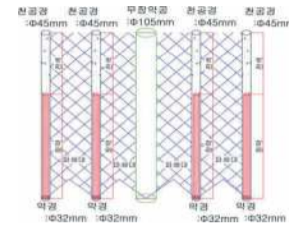
- ◆ 설계굴착선 최외곽공저부 파워에어데크(원통형 지관) 장착 원지반 손상방지 및 여굴최소화

공법의 특징

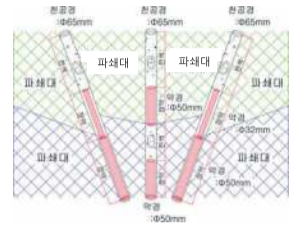
- 심발공 공저부는 구속압이 크고 자유면 형성이 어려워 장전 밀도를 높인 집중 장악과 이중뇌관 기폭으로 심발공의 구속력 완화
- 중심수평공의 공구부를 1차 기폭시키고, 중심수평공 공저부와 경사공을 2차로 동시에 기폭시켜 초기 원활한 자유면 확보
- 폭굉파의 압축응력과 인장응력이 서로 다른 방향에서 동일한 수직응력으로 합성, 응력파의 시너지효과로 암파쇄가 최대로 이루어져 잔류공없이 천공장의 95%굴진가능
- 설계굴착선 최외곽공저부에 파워에어데크 장착 원지반 손상방지 및 여굴최소화

심발부 Mechanism 비교

기존 공법 (Cylinder-Cut)



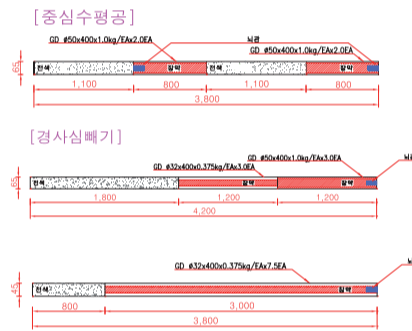
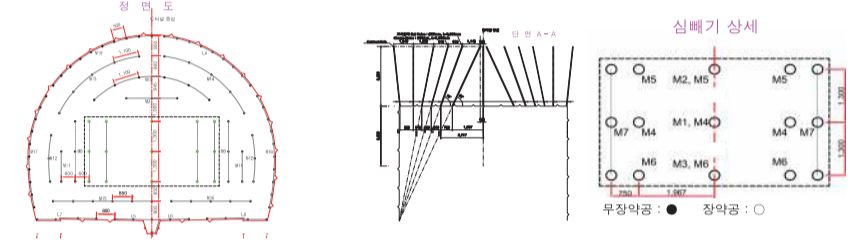
신 공법 (Power-Cut)



- ◆ 굴착효율 : 천공장의 약 90%
- ◆ 단일뇌관과 표준장악으로 구속도가 큰 공저부는 뿌리깎기가 이루어지지 않고 발파효율이 저조하거나 소결 현상이 발생

- ◆ 굴착효율 : 천공장의 약 95% 이상
- ◆ 수평심발공, 이중뇌관의 순차적 기폭으로 양반의 구속력을 완화시킴
- ◆ 공저부의 장악밀도를 높은 집중 장악으로 완전한 뿌리깎기가 가능

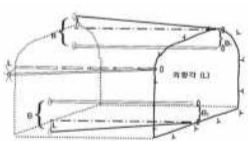
신공법(Power-Cut) 발파패턴도 예시 및 장악방법



- ◆ 수평중심공 : 이중기폭 적용, 천공경 Φ65mm, 폭약경 Φ50mm
- ◆ 경사공 : 단일기폭 천공경 Φ65mm 공저부의 폭약경 Φ50mm 주상부분의 폭약경 Φ32mm
- ◆ 기타장악공 : 단일기폭, 천공경 Φ45mm 폭약경 Φ32mm

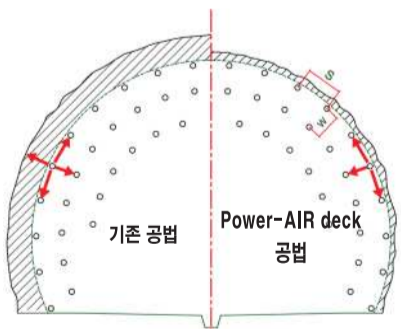
무지보구간 Power-Air deck에 의한 여굴감소

여굴이란 ?



- ◆ 터널의 설계굴착선 외측부분에 여분으로 굴착된 것 (예향각 3° 천공)
 - 화약낭비, 버력 반출량 및 슛크리트, 라이닝량 증가로 공사비 증가

여굴 발생원인



- ◆ 발파방법에 의한 원인 (저항선, 공간격, 사용화약류)
- ◆ 천공오차에 의한 영향 (Drill Rod의 편향, 천공기사의 숙련도 부족)
- ◆ 지질조건 및 불연속면에 의한 굴착선 외측 양반의 탈락
- ◆ Look out(Drill) 작업방향과 터널 단면이 이루는 최소각 3°에 의한 여굴량)

여굴량 감소대책(Power-Air deck 적용)



설계굴착선 최외곽공저부에 파워에어데크(원통형 지관)를 장착시켜 발파시 원지반 손상방지 및 여굴 발생량 최소화

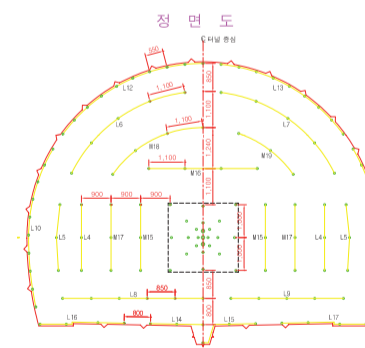
기대효과

- 기존기술대비 여굴량 20% 감소
- 여굴품셈기준 : 12~18cm / 도로공사 자료 : 34cm / 신공법적용 : 27cm

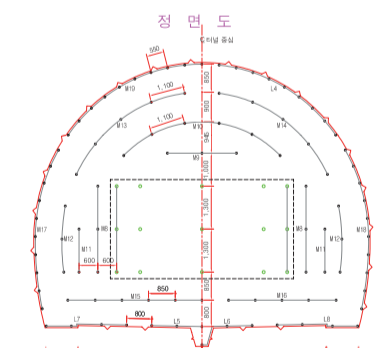
공법의 적용 및 기존 발파공법과의 비교

철도터널 Type-1 기준

기존 발파공법 (Cylinder-Cut)



신 발파공법 (Power-Cut)



- 굴착단면적 : 73.214㎡
- 천공수 : 131공
- 폭약량 : 313.0875kg
- 비장약량 : 1.222kg/㎡
- 비천공수 : 0.511hole/㎡
- 공사기간 : 약 143일 [L=1,000m, 1일 2막장 기준]

- 굴착단면적 : 73.214㎡
- 천공수 : 114공 [▼ 13%]
- 폭약량 : 278.2125kg [▼ 11%]
- 비장약량 : 1.000kg/㎡ [▼ 18%]
- 비천공수 : 0.410hole/㎡ [▼ 19%]
- 공사기간 : 약 136일 [▼ 5%] [L=1,000m, 1일 2막장 기준]
- 여굴감소 : ▼ 20%