

❖ **굴착 및 지보 기술위원회**

Annual Technical Report

굴착 및 지보 최신 기술 동향

2020



사단
법인 **한국터널지하공간학회**
Korean Tunnelling and Underground Space Association

굴착 및 지보 기술위원회

1. 터널온라인 암판정 시스템

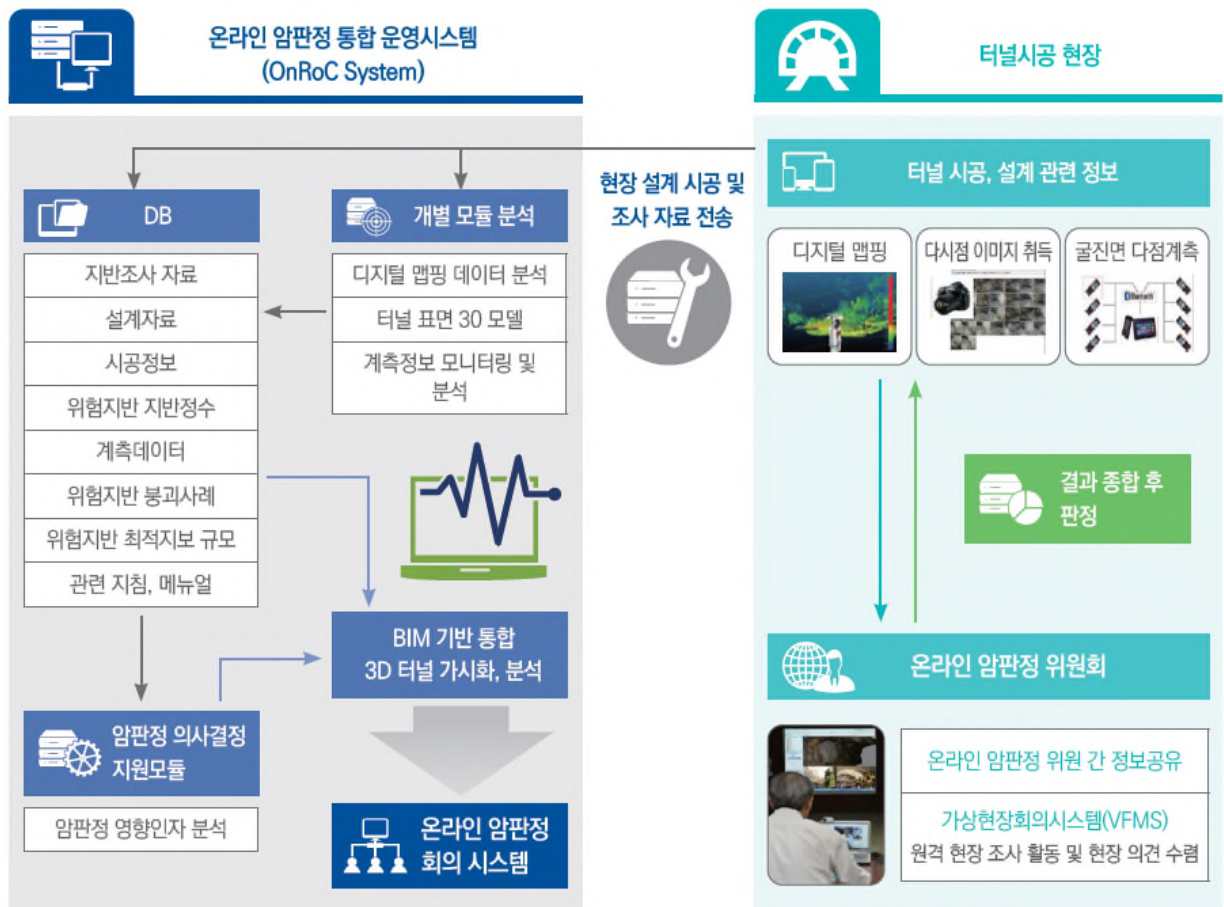
1.1 개요

(1) 목적

○ 선진수평보링, TSP 탐사 등 터널 현장 지질조사의 한계와 불충분한 막장관찰로 인한 부정확성과 객관성 부족 등의 문제점을 개선하기 위해 다수의 전문가 참여와 디지털 맵핑 고도화를 결합하여 체계적인 시스템 구축함으로써 암판정의 전문성과 객관성을 확보하는 시스템을 구축

(2) 온라인 암판정 시스템 개요

○ 막장에서 취득한 디지털맵핑, 다시점 이미지, 계측결과를 종합하여 터널 암판정 전문위원회에서 암판정을 실시하여 객관성을 확보하는 시스템임. 터널 설계, 시공정보는 온라인 암판정 통합 운영시스템으로 전송되어 DB가 저장되고 자료가 축적되어 종합 관리되므로 기시공 자료의 활용성 증대 및 신뢰도가 향상됨.



[그림 1.1.1] 온라인 암판정 시스템 구성

1.2 온라인 암판정의 핵심기술

(1) 온라인 암판정 의사결정 플랫폼(한국건설기술연구원)

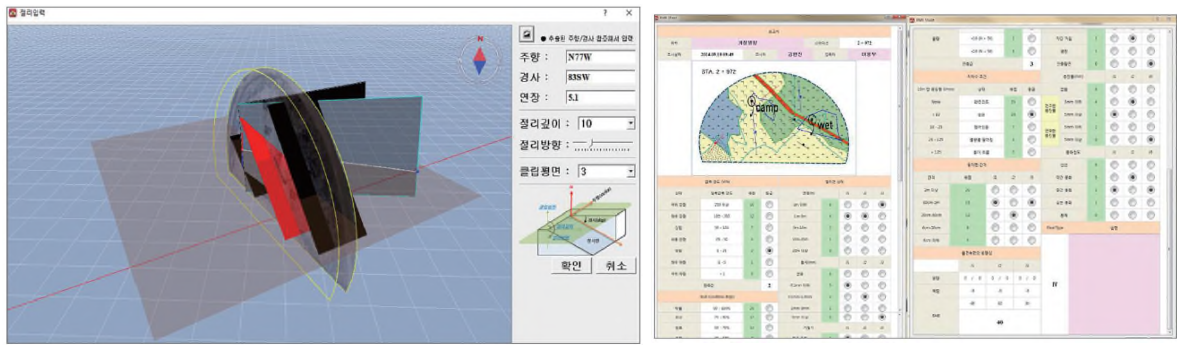
- Web기반 통합운영시스템 구축으로 합리적이며 신속한 의사결정 지원
- 온라인 암판정위원회와 현장 기술자간 현장 상황 및 특성에 대해 논의와 의견조율이 가능하도록 정보공유형 화상회의시스템 구축
- 현장의 중요 설계, 시공현황 정보 표출로 암판정 위원들이 신속히 현장 상황 파악
- 기 현장자료 및 유사 자료(암판정, 붕괴사례)를 쉽게 활용할수 있도록 시스템에 구축된 DB를 통해 쉽고 활용성 높게 제공



[그림 1.2.1] OnRoc System(온라인암판정통합운영시스템) 화면

(2) 디지털맵핑 고도화

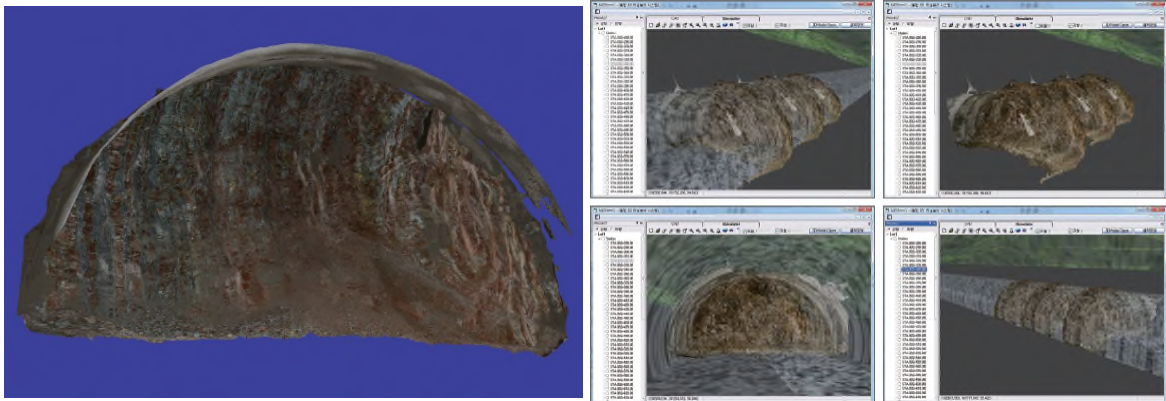
- 정확한 막장정보 제공을 위한 디지털 기술로 모바일 기기를 활용한 디지털 맵핑 실시
- 고해상도 이미지를 활용하여 막장면의 기하학적(암반강도, 절리, 지하수 조건 등) 정보 자동 추출
- 암판정을 위한 현장 맵핑자료 및 기초 DATA(RMR 값) 제공



[그림 1.2.2] 디지털맵핑

(3) 다시점 이미지를 활용한 막장면 모델링

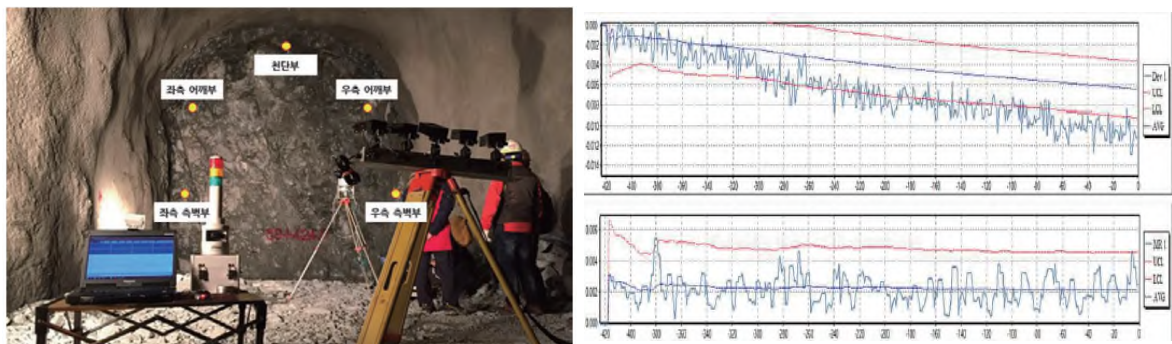
- 위험구간을 대상으로 현장에서 다시점 이미지를 촬영하여 굴진면 3D 모델을 생성하고 DB를 구축하여 미굴진 구간의 암반등급 예측



[그림 1.2.3] 다시점 3차원 모델링 이미지

(4) 계측데이터를 활용한 안정성 모니터링 기술

- 위험지반의 지반거동을 반영한 경보기준을 설정하고 굴착 후 굴진면에서 발생하는 변위를 실시간으로 측정하여 이상거동 발생 시 즉각적으로 정보를 발령하는 계측기술



[그림 1.2.4] 다시점 3차원 모델링 이미지

2. 고강도 강관을 이용한 SP-록볼트

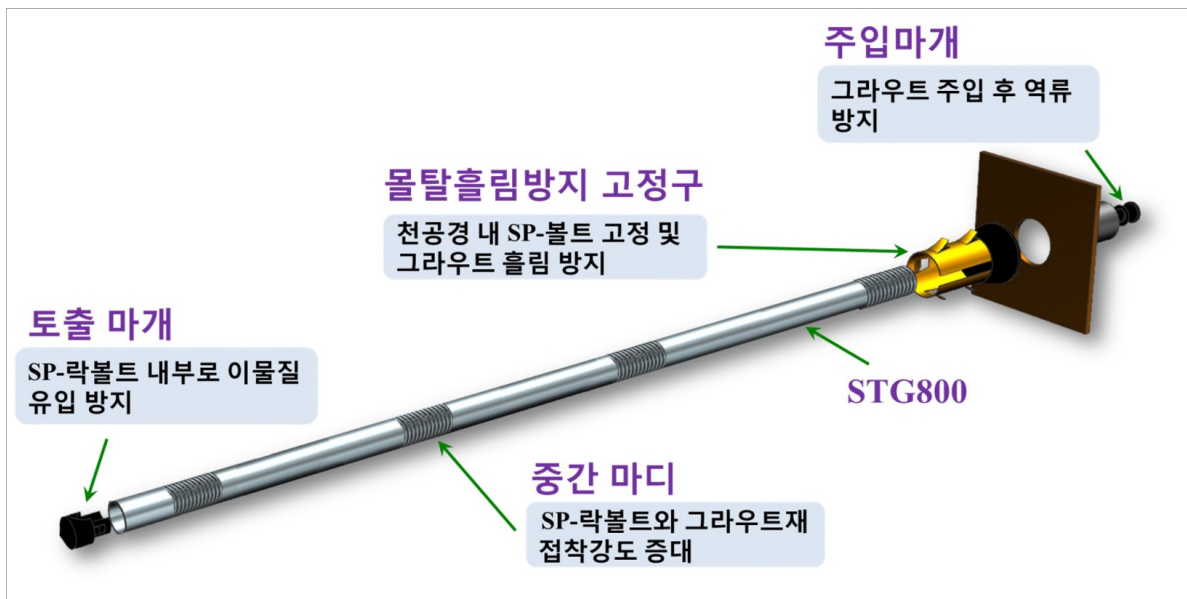
2.1 개요

○ 터널의 록볼트로는 SD400(항복강도 400MPa) 규격의 이형봉강이 주로 사용되고 있으며 중량이 16kg/4m로 무거워 현장 시공성이 저하되고 안전사고 발생우려가 높음. 또한 기존 록볼트의 경우 천단부 시공 시 정착그라우트 유실과 밀실주입 불량으로 정착상태 불량이 다수 발생하여 중량 및 충전성 개선 필요

2.2 SP-록볼트 특징 개선사항

(1) 특징

- SP-록볼트는 SD800(항복강도 800MPa)의 고강도 강관소재 사용
- 아래 그림과 같이 록볼트, 플레이트, 너트, 흘러내림방지 고정구, 토출마개로 구성되어 있으며 중간마디는 록볼트와 그라우트재의 접착강도 증대를 위해 전조가공을 통한 요철이 설치되어 있다.



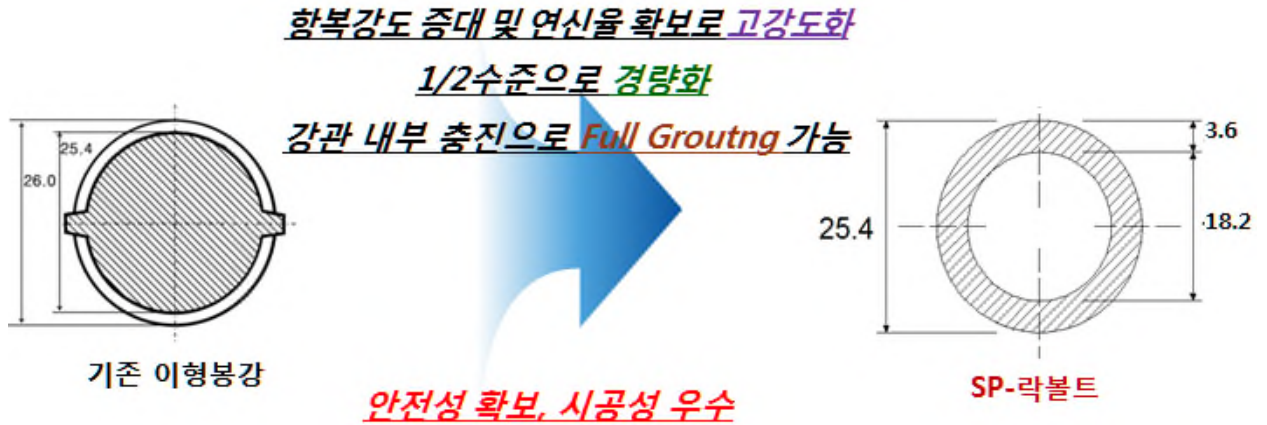
제품사양, 규격

종 류	탄성계수 E(kN/m ²)	단면적 A(m ²)	항복강도 (MPa)	단위무게 (Kg/m)
이형봉강(SD350)	2.1e+08	0.0005067	350	3.95
SP-록볼트(STG800)	2.1e+08	0.0002426	800	1.92

[그림 2.2.1] SP-록볼트 특징 및 제품사양

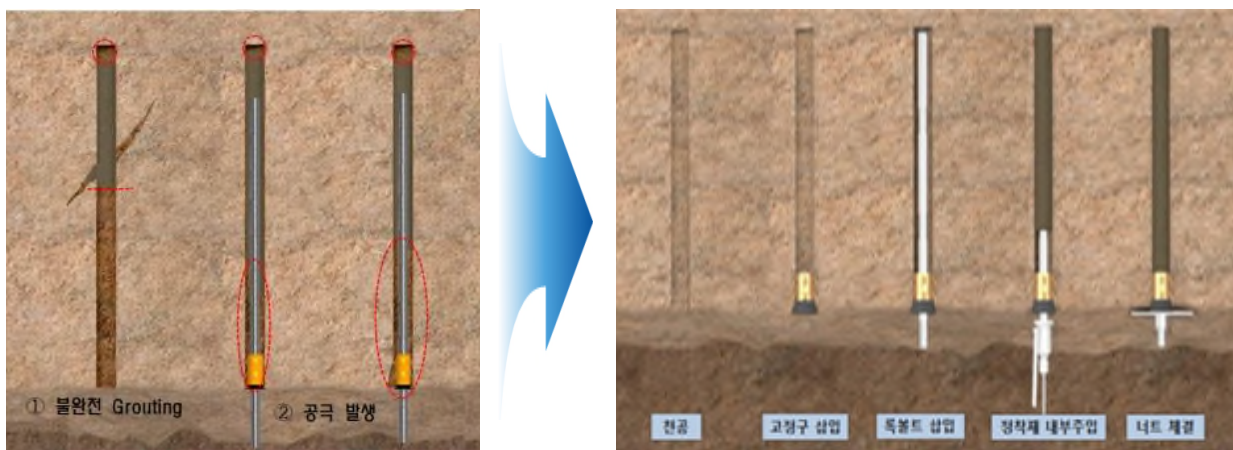
(2) 개선사항

- SD800(항복강도 800MPa)의 고강도 강관자재 사용함으로써 동등이상의 연신율 및 강도를 확보하되 50%수준으로 경량화
- 경량화로 작업자 안전사고 방지 및 시공성 개선



[그림 2.2.2] 개선사항

- SP-락볼트는 락볼트 삽입 후 강관내부로 정착재를 주입하여 락볼트 선단부터 그라우팅이 주입되어 오버플로(overflow)될 때까지 주입하므로 완전충진으로 시공품질 확보가 용이하며 우수한 정착력을 발휘함.



[그림 2.2.3] 락볼트 시공순서

3. 숏크리트 전용 시멘트

3.1 개요

- 숏크리트용 시멘트는 일반적으로 1종보통 포틀랜드시멘트(OPC)를 사용하며 현장의 배치플랜트에서 숏크리트용 급결재를 혼합하는 방식으로 숏크리트 생산
- 시멘트 회사 및 생산공장별 시멘트 특성이 상이하여 급결재와의 반응성에 차이가 발생하고 숏크리트 품질저하 문제가 빈번하게 발생하고 있다. 이에 숏크리트 품질저하를 예방하고 강도 및 특성을 일정하게 유지하기 위한 숏크리트 전용 시멘트가 개발되었다.

3.2 특징

(1) 시멘트 성분 및 특징

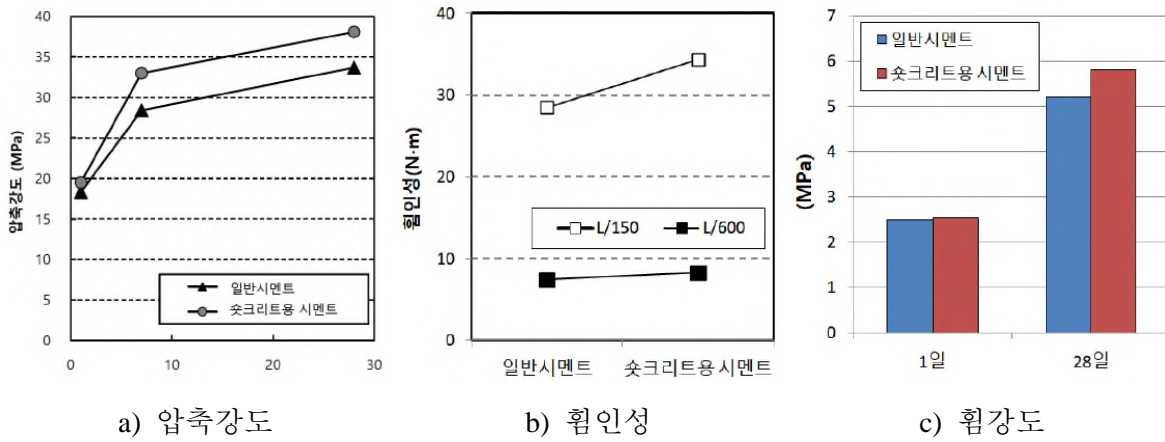
- 규격 : KS L 5210

구분	숏크리트용 시멘트		<p>고내구성 염해 및 동결융해 저항성 우수</p> <p>숏크리트용 시멘트</p> <p>친환경성 CO₂ 저감 결함재</p> <p>경제성 시공비용 절감</p>
분류	고로슬래그 시멘트 1종		
무수황산(SO ₃)	3.5 이하		
산화마그네슘(MgO)	5.0 이하		
강열감량	3.0 이하		
분말도	3,000 이상		
안정도	0.2%이하, 10mm이하		
응결시간	초결(분)	45분 이상	<p>· 공장 Pre-mixer의 최적배합 제품 제조 별크 공급</p>
	종결(시간)	7시간 이하	
압축강도 (MPa)	3일	12.5이상	
	7일	22.5이상	
	28일	42.5이상	

- 고로슬래그 시멘트 적용으로 장기강도 및 내구성, 내염해성, 내화학성 확보
- 슬래그 미분말에 의한 초기강도 저하 및 품질관리 문제점 해결을 위해 공장에서 배합한 Pre-mix 타입 제품을 생산하여 품질관리 및 현장적용 용이

(2) 강도특성

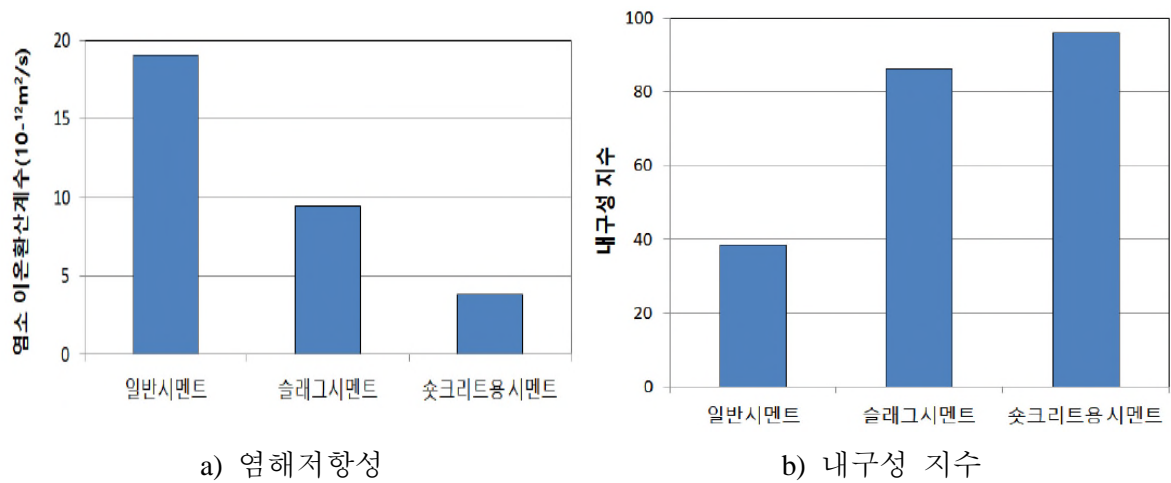
○ 숯크리트 전용시멘트 적용시 압축강도, 휨인성, 휨강도 모두 증가됨



[그림 3.2.1] 강도특성

(3) 내구성

○ 숯크리트 전용시멘트는 조직이 치밀하고 공극이 감소하여 염해저항성이 우수하고 내구성지수가 향상되는 결과를 보임



[그림 3.2.2] 내구성