

터널 시공검측을 위한 3D 레이저 스캐너의 적용

이근왕*, 박준규**

*청운대학교 멀티미디어학과

**서일대학교 건설시스템공학과

e-mail : surveyp@empas.com

Application of 3D Laser Scanner for Tunnel Construction Inspection

Keun-Wang Lee*, Joon-Kyu Park**

*Dept. of the Multimedia Science, Chungwoon University

**Dept. of Civil Engineering, Seoil University

요 약

최근 터널 공사의 규모가 확대되고 시공 정확도 및 안전에 대한 요구가 높아짐에 따라, 정밀하고 신속한 시공검측 기술의 필요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 T사의 X7 레이저 스캐너를 활용하여 터널 시공단계에서 3D 레이저 스캐너 기반의 검측 워크플로우를 구성하고, 이를 현장에 적용하였다. 약 300m 길이의 터널 구간에 대해 데이터를 취득하고, 굴착 형상, 오버컷 및 언더컷을 분석하였다. 이 방법은 기존의 토탈스테이션 기반 검측에 비해 작업 시간 단축, 정량 분석의 정밀도 향상, 데이터 처리의 효율 부분에서 우수한 성능을 보였다. 연구결과는 터널 시공단계의 품질관리에 적용이 가능하며, 향후 스마트건설 기술의 확산을 위한 기반 기술로 활용이 기대된다.

1. 서론

최근 국내외에서 터널 공사의 대형화에 따라 시공의 정확성과 안전성 확보를 위한 정밀 검측의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 기존의 터널 시공검측은 토탈스테이션에 의존해왔으며 이는 많은 작업시간이 소요되는 단점이 있다. 또한 이 방법은 낮은 측정 횟수로 인해 굴착 후 라이닝 작업 전·후에 발생하는 오버컷 및 언더컷 영역의 정밀한 분석에 한계가 있다. 본 연구에서는 터널 시공검측에 3D 레이저 스캐너를 활용하고자 시공 과정에서 데이터를 수집하고 이를 기반으로 설계도면과의 비교분석을 수행하였다.

2. 3D 레이저 스캐너를 활용한 터널 시공검측

본 연구에서는 T사의 SX12 레이저 스캐너를 이용하여 연구대상지 터널에 대한 데이터를 취득하였다. 그림 1은 SX12이며, 표1은 그 사양을 나타낸다.



[그림 1] SX12

[표 1] SX12의 사양

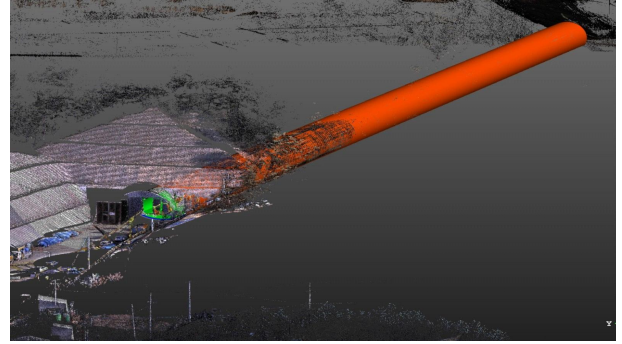
구분		내용
스캔 속도		26,600 포인트/초
스캔 범위		0.9m ~ 600m
스캔 정확도	3D 위치	2.5mm @ 100m
	각	5"
	스캔 밀도	6.25 mm @ 50m
레이저 안전 등급		Class 1
방진/방수 등급		IP55
작동 온도		-20°C ~ 50°C
무게		7.5kg
크기		285mm x 208mm x 339mm

연구대상지는 시공 중인 총연장 약 300m의 도심지 터널로, 시공 정확도와 안정성 확보를 위한 정밀한 굴착 형상 검증이 요구되는 구간이다. 해당 터널은 산악지형 또는 복합지반 조건에서 추진되는 것으로 굴착 후 라이닝 작업 전·후의 품질 검측을 위한 정밀 3차원 측량기술의 적용이 필요하다. 본 연구에서는 터널의 SX12를 활용하여 데이터를 취득하였다. 그림 2는 데이터 취득 과정이며, 그림

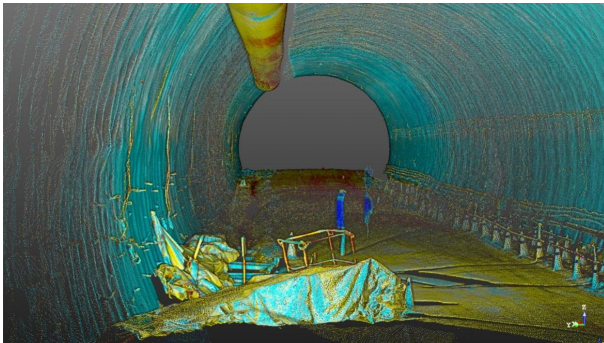
3은 데이터 취득 결과를 나타낸다.



[그림 2] 데이터 취득

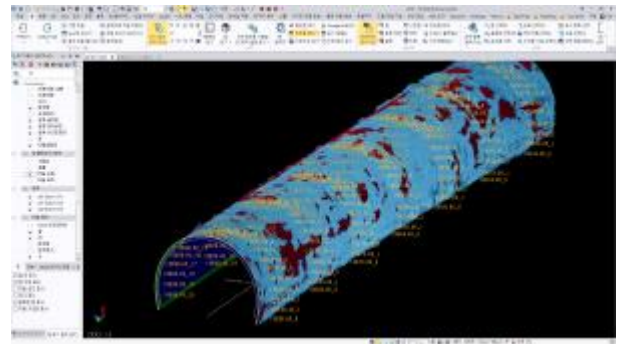


[그림 5] 스캔 데이터 mesh

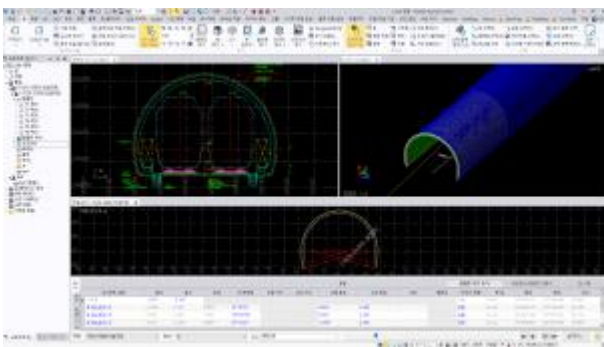


[그림 3] 데이터 취득 결과

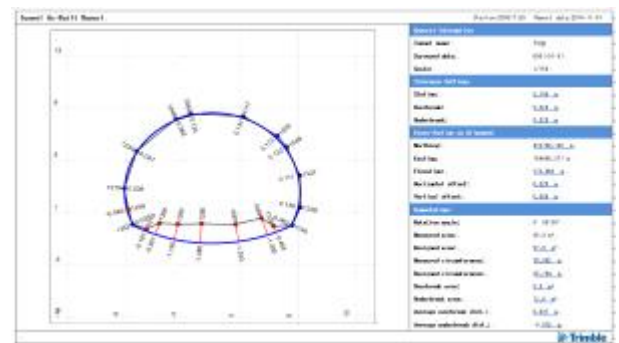
취득된 데이터는 포인트 클라우드 형태의 데이터이며, 설계도면과의 비교분석을 위해 설계 도면과 데이터 취득 결과를 Mesh로 만들어 Inspection을 수행하였다. 그림 4, 5는 각각 설계 데이터 및 스캔 데이터의 mesh 처리 결과를 나타낸다.



[그림 6] 설계 데이터와 스캔 데이터의 중첩



[그림 4] 설계 데이터 mesh



[그림 7] 오버컷 및 언더컷 분석 보고서

3. 결론

본 연구에서는 터널 시공검측에 적용 가능한 정밀 측량기술을 실증하였다. 약 300m의 터널 구간에 대해 데이터를 취득하고, 데이터 처리 결과를 이용하여 시공 검측을 수행하였다. 설계 도면 기반의 3D 모델과 비교하여 언더컷 및 오버컷 물량, 터널의 길이, 폭 등 형상

의 정량 분석 결과를 자동 리포트 형식으로 도출하였으며, 이는 기존의 토털스테이션을 이용한 검측 방식 대비 우수한 작업 효율성을 나타내었다. 3D 레이저 스캐너 기반의 터널 시공검측은 품질관리 및 안전성 향상에 크게 기여할 수 있으며, 향후 스마트건설 기술의 확산을 위한 유효한 기반 기술로 활용이 기대된다.

참고문헌

- [1] <https://www.trimble.com/>
- [2] 이지연, 류지희, 정다운, 안종욱, “지하공간통합지도의 3차원 터널 데이터 모델에 관한 연구”, 한국측량학회지, 제39권, 제6호, pp.371-380, 12월, 2021년