

スキャナー搭載カメラ台車による切羽計測について

(株) 大林組 正会員 ○渡辺 淳 谷口 信博
(株) 演算工房 正会員 白坂 紀彦

1. はじめに

近年，建設業ではデジタルトランスフォーメーション（DX）の動きにより，様々な工種において自動化，遠隔化が盛んになっている．当社でも，山岳トンネルにおいて自動化・遠隔化技術を利用した業務プロセスの変革，次世代生産システム確立に向けた統合システム OTISM（Obayashi Tunnel Integrated System）TMに取り組んでいる．トンネル掘削作業で，発生する切羽災害の多くは，切羽崩落災害，狭隘区間による重機との挟まれから起きている．そこで，切羽から人を離すことを目的として，人の目の代わりとなるカメラと人の位置感覚を判断するスキャナーを用いて，スキャナー搭載カメラ台車を開発した．以下では，スキャナー搭載カメラ台車の諸条件，実証実験結果について述べる．

2. スキャナー搭載カメラ台車機構

スキャナー搭載カメラ台車に用いた各機械は表-1に示す．遠隔操作可能な台車に，切羽を見るためのカメラ，台車を移動時に見るためのカメラとスキャナーを搭載したものである．このスキャナーにより掘削面，吹付面の設計対比を行う．

表-1 スキャナー搭載カメラ台車機構

使用機械	数量	単位	用途	備考
バッテリー式運搬車	1	台	移動用	TT-66HS 時速 6km
カメラ	1	台	切羽用	
カメラ	4	台	台車移動用	
スキャナー	1	台	計測機 (精度 ± 30 mm)	Scatch レーザー スキャナ
PC, モニター	2	台	遠隔 操作者用	



写真-1 スキャナー搭載カメラ台車

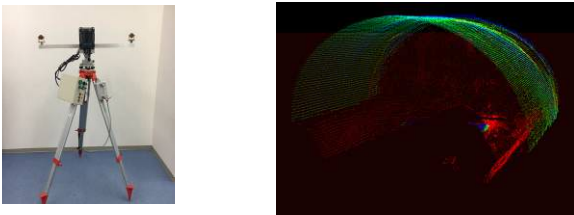


図-1 スキャナー計測結果

3. 計測時間

スキャナー搭載カメラ台車で行った計測時間を表-2に示す．本スキャナーは，スキャナーにミラーがついているため，常設のTSにより測量することで，自己位置を把握する．この自己位置からスキャン結果を変換し，掘削面，吹付面の設計断面と比較をするものである．

表-2 計測時間

項目	スキャナー搭載カメラ台車		従来のスキャナー
	時間(分)	備考	時間(分)
台車移動	3		5
掘付	1	スキャナー水平	3
スキャナー自己位置把握	3	TSによる測量	3
スキャナー計測	0.5	自己位置把握と同時	10～15
データ転送	1		1
合計	8	自己位置把握と計測は同時	22～27

4. 計測位置

本検討で行った計測を表-3に，スキャナーと常設TSと切羽の位置関係を図-2に示す．

表-3 計測位置

作業内容		回数	用途
掘削	① 掘削中	1	掘削仕上がり面設計対比
	② 掘削完了	1	
吹付	③ 吹付中	1	吹付仕上がり面設計対比
	④ 吹付完了	1	

キーワード 3Dスキャナー，遠隔化，遠隔操作
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1319

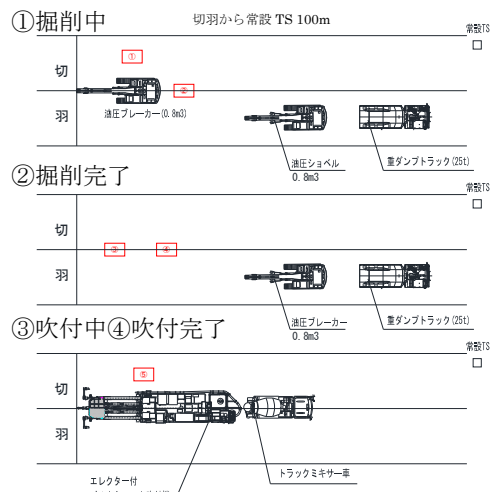


図-2 スキャナー計測位置

4. 計測結果

①掘削中

ずり出し完了後、ブレーカーの横（切羽から8m）と後方（切羽から12m）で計測を行った。写真-2に計測状況、図-3に計測結果を示す。ブレーカー横からの計測は右側のみの点群となり、後方からの計測は掘削区間の前方を計測できている。



写真-2 コソク時 計測状況

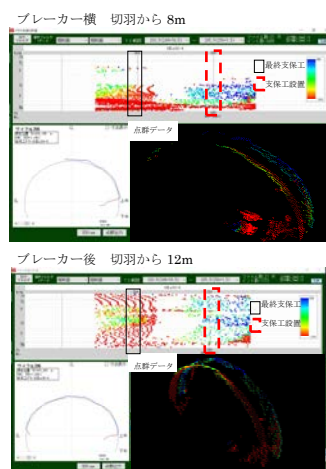


図-3 コソク時 計測結果

②掘削完了

掘削完了後、切羽後方10mと5mで計測を行った。どちらも掘削面の点群は取れているが、直近の支保工の背面については入射角の関係か



写真-3 掘削完了計測状況

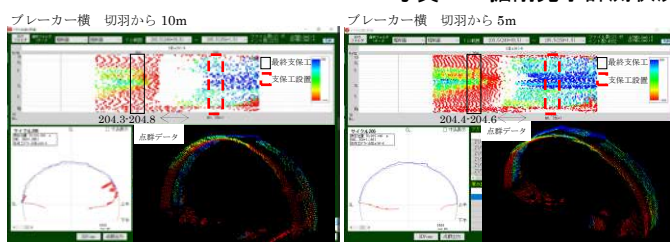


図-4 掘削完了 計測結果

ら切羽に近い方が幅広く、点群が取れている。現状のスキャンは人が掘削完了時にスキャナーを持って切羽で計測していたため、切羽から離れて計測していた。このことから、直近の支保工背面が広範囲に計測できていなかった。今回の台車により切羽直近に近づくことができるため、多くの点群を計測可能とした。

③吹付中

吹付中の計測は、吹付機の横で吹付中と吹付が止まったタイミングで行った。今回のスキャナーは、レーザースキャナーであるため、粉じんによる影響でデータの点数は少なかった。



写真-4 吹付時 計測状況

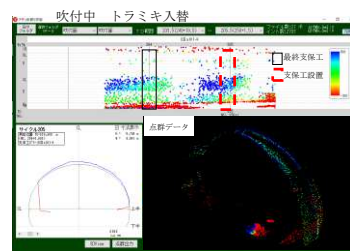


図-5 吹付時 計測状況

④吹付完了

吹付完了後に、吹付中と同位置で計測を行った。計測結果と切羽用カメラを並べてみることで、吹付不足、アタリ箇所を確認することができた。また、スキャン結果を差分する機能により、吹付厚の確認もできた。

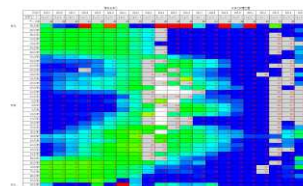


図-6 吹付厚

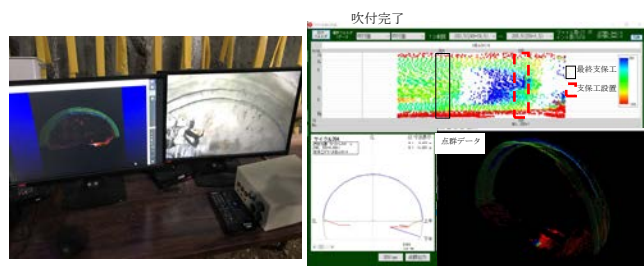


図-7 吹付完了 計測結果

5. まとめ

遠隔操作可能な台車に、切羽用カメラ、台車移動用カメラを搭載することで、掘削断面や吹付断面の計測をした。人が切羽に行かないこと、スキャナーが切羽に近づくことで以下のことを確認できた。

- ・作業中でも短時間な計測
- ・直近の支保工背面の広範囲な計測
- ・施工時に掘削面、吹付面をリアルタイムで確認

今後、さらなる改良を加え、短時間で高精度の計測および施工性の向上をしていきたい。