

トンネル出来形管理の ICT 化

(株) 奥村組 正会員 ○高尾 篤志, 倉田 桂政, 宮田 岩往
国土交通省中国地方整備局 非会員 塚本 勝幸
(株) パスコ 正会員 五十嵐 善一, 井関 禎之, 宮辻 和宏

1. はじめに

国土交通省の CIM 導入ガイドライン(案)に関する「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領(案)(トンネル編)」では, 地上レーザースキャナー(TLS)計測によるトンネル出来形管理の効率化が期待されている。現行の出来形断面管理における, テープ, 標尺, 高所作業車等を用いた計測方法から TLS による計測に変更することで, 出来形断面管理の迅速化, 安全性向上に寄与すると考える。TLS 計測を行うことで, 3次元の点群で表現された面的なデータが取得でき, 取得した3次元点群と3次元設計データの比較により, 面的な出来形確認, 出来高数量の算出が可能になる。新しい試みとして, モービルマッピングシステム(MMS)が TLS 計測と同程度の精度であることを確認できた。

TLS, MMS で取得した3次元点群とトンネル CIM データを重ね合わせることで, トンネル施工時の管理情報の見える化が実現できる。本稿では, 実際の工事現場において, TLS, MMS での計測結果を用いた出来形の確認, 3次元点群の活用方法について述べる。

2. 3次元点群計測

広島県呉市にある呉市市街と阿賀・広方面を結ぶ約 2.6km のバイパス道路の休山トンネル工事において吹付コンクリート工完了後と覆工コンクリートの打設完了後に TS, TLS, MMS での計測を実施した(図-1)。TLS は, CIM ガイドライン(案)において, 面的な計測を行い, トンネル覆工コンクリートの出来形計測・出来形管理方法が示されている。ただし, TLS 計測では, 機器の設置・計測・移動を繰り返すことになり, 時間を要する。そこで, 今回の計測では, より効率的な計測をめざし, MMS での計測も同時に行い, TS, TLS 計測との比較を行った。TS, TLS, MMS を用いたトンネル内での計測精度については,



図-1 TS, TLS, MMS の計測状況

表-1 計測作業時間

作業項目	作業時間	内訳
TS	60分	設置・計測・移動×3断面
TLS	120分	設置・計測・移動×6回
MMS	6分※	移動計測×1往復

※別途トンネル外での計測準備に5分要する

井関らによって検証されている。TS, TLS, MMS の坑口から 300m 区間の計測に要した時間を表-1 に示す。この作業時間は, 計測前のターゲット設置等の準備時間を除いた計測のみに要した時間である。TS の作業時間が 60 分, TLS が 120 分であったのに対し, MMS は 6 分で計測作業が終了しており, MMS の適用は施工への影響が少ないと考えられる。

3. トンネル出来形管理への適用

3次元点群データを用いたトンネルの出来形管理では, 管理断面における断面形状と設計断面を比較し, 内空高や内空幅を確認できる。また, コンクリートの覆工厚は, 吹付コンクリート施工後と, 覆工コンクリート施工後の2時期の計測点群データの差分より確認することができる。3次元点群データを用いた出来形管理を行うにあたり, トンネル坑口から 300m の区間の MMS 計測を実施した。計測区間の内, 坑口から 50m 地点, 140m 地点, 280m 地点の3か所を評価断面とし, 各断面7か所の覆工厚を計測した(図-2, 表-2)。

キーワード CIM, 3次元点群, トンネル出来形管理

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株) 奥村組 i-Construction 推進グループ TEL03-6631-4866

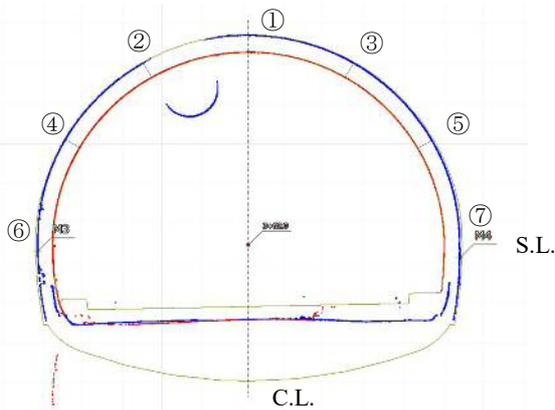


図-2 抽出断面

覆工厚の計測結果より，すべての測点において覆工厚が十分確保されていることがわかる。

4. 3次元点群データの活用

吹付コンクリート施工後の3次元点群データを反射強度で表示することで，支保工，ロックボルトの位置の状況等を確認できることがわかった。これを用いて，覆工後に実施工の位置確認が可能となる(図-3)。当工事はCIM 試行工事であり，設計および施工時の切羽や支保工パターン等の3次元CIMモデルが存在する。CIMモデルに計測した3次元点群データを取り込むことで，施工情報の見える化を実現した(図-4)。竣工後や維持管理段階において，切羽観察記録の他，支保工の状況等の施工時の情報を確認できる(図-5)。

5. まとめ

トンネル出来形管理においてICTを用いた計測手法(TS, TLS, MMS)の比較を行った結果，MMSによる出来形計測が，測定時間を大幅に短縮できることを確認した。トンネル出来形管理への適用として，吹付コンクリート施工後と覆工コンクリート施工後の2時期の3次元点群データより，覆工厚の算出が容易に行えることが分かった。3次元モデルを用いた出来形管理では，管理断面以外の任意の箇所での出来形の確認が可能となる。反射強度の計測データを含む3次元点群データや施工情報と紐づけたCIMモデルを用いた見える化により，施工履歴が確認できる。今後，作成した3次元モデル上に，覆工厚の測定結果をヒートマップ表示することで面的な出来形管理の実施を行う。また，切羽情報や支保工パターン等の不可視部分の情報を組み込んだモデルであるため，データベースとしての活用や維持管理段階での活用が期待できる。

参考文献

- ・1)井関禎之，其阿彌 大祐，五十嵐 善一，浅井 亮治，間野耕司，西村 修，倉田 桂政，2017. MMSによるトンネル出来形管理への適用検証，日本写真測量学会平成29年度秋季学術講演会発表論文集，pp. 93-96
- ・国土交通省 レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領(案)(トンネル編)

表-2 覆工厚計測結果

測点		計測箇所						
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
50m地点	設計(mm)	350	350	350	350	350	350	350
	計測値(mm)	414	405	407	420	398	400	359
140m地点	設計(mm)	350	350	350	350	350	350	350
	計測値(mm)	403	413	430	415	406	396	370
280m地点	設計(mm)	300	300	300	300	300	300	300
	計測値(mm)	349	368	340	369	336	365	320

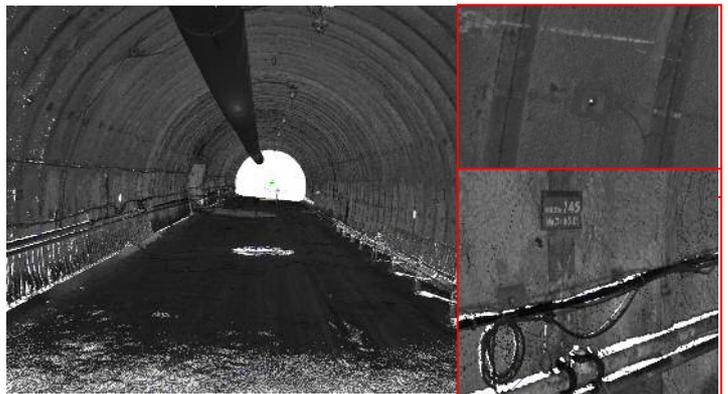


図-3 3次元点群(反射強度)

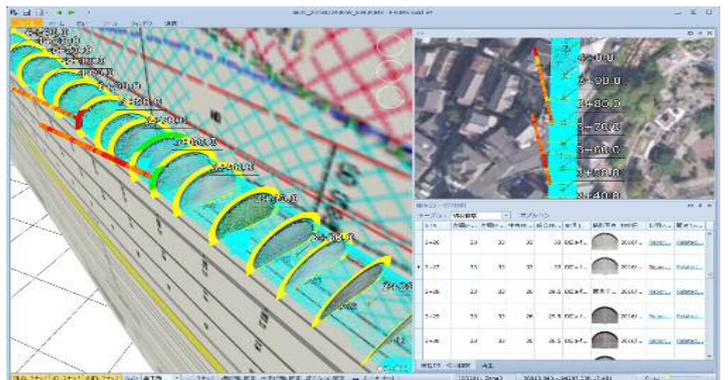


図-4 施工情報の見える化

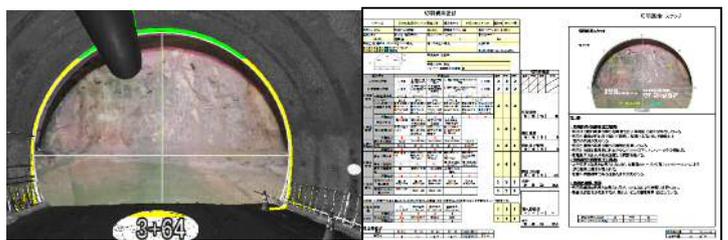


図-5 切羽モデルと点群及び切羽観察記録