

山岳トンネル Digital 出来形検測における MMS 測定の試行

西日本高速道路(株)関西支社技術課 正会員○山中 慎也
西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所 非会員 久保田 潤
清水建設(株)関西支店土木第一部 正会員 山本 将

1. はじめに

3D-Laser scanner を用いた山岳トンネル出来形検測を二車線トンネルで試行した。山岳トンネル Digital 出来形測量検測は、施工サイクルの切羽で掘削面と吹付け面の出来形を PC 画面でリアルタイムに確認する Pet'sS と切羽後方の吹付け面、覆工やインバート工の出来形を検査、PC 画面で距離を計測する Pet'sL からなる。ここでは、Digital 出来形測量に Mobil Mapping System の Leica brand Proscan を採用(表-2)、これとデータ処理 Pet's L の適用性について述べる。

2. トンネル工事概要

川辺第二トンネルは、湯浅御坊道路の川辺 IC と御坊 IC 間の和歌山県日高郡日高川町に位置し、Ⅱ期線トンネル下り線として新設、掘削断面積 65~70m²、トンネル延長 557m の 2 車線トンネルである(図-1)。トンネル掘削は、球面切羽全断面工法爆破掘削を基本としている。覆工は、中流動覆工コンクリート自動施工を採用し、移動型枠セット精度はモデル施工 BL で確認している。

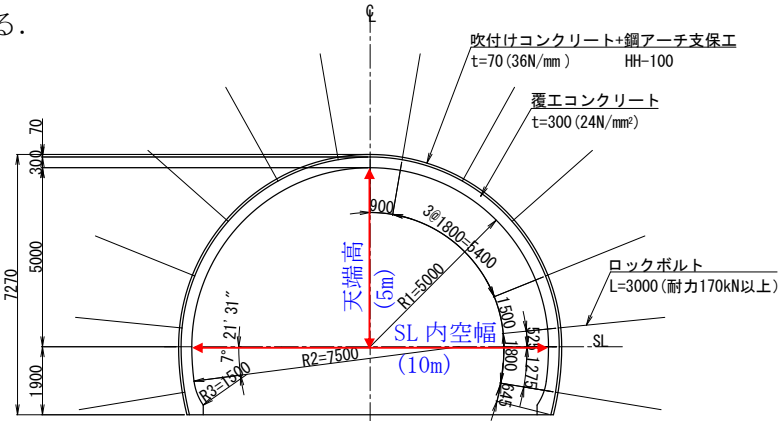


図-1 トンネル内空形状 (C II b)

3. MMS による Digital 出来形検測方法

覆工出来形 MMS 測量は、Proscan を移動させながら 3 次元点群データを連続測量する(写真-1)。TS による Proscan の自動追尾は、坑内基準点を用いる。覆工出来形検査は、覆工 BL 単位とし、トンネル中心における覆工 BL 両端の測点番号(STA.)で規定する。連続測量した点群データは、覆工 BL 単位に分割し、覆工 BL 番号で Data Base に保管、閾値で色調表示、検査する(表-1)。移動型枠の直線性は、閾値に考慮し、トンネル計画線形にそって検査する。

表-1(1) 内空出来形色調表示

閾値	色	備考
内空線-5cm, 内空側	赤	トンネル設計内空を侵す
内空線-5cm~-1cm	黄	許容値内, 内空側
内空線±1cm	青	設計どおり
内空線+1cm~+5cm	緑	許容値内, 地山側
内空線+5cm, 地山側	桃	過大な内空
検査対象範囲の外	灰	

表-1(2) コンクリート厚色調表示

閾値	色	備考
設計厚未満	赤	コンクリート厚不足
(設計厚+余巻き)以下	青	設計どおり
(設計厚+余巻き)以上	緑	設計厚に余裕ある
検査対象範囲の外	灰	

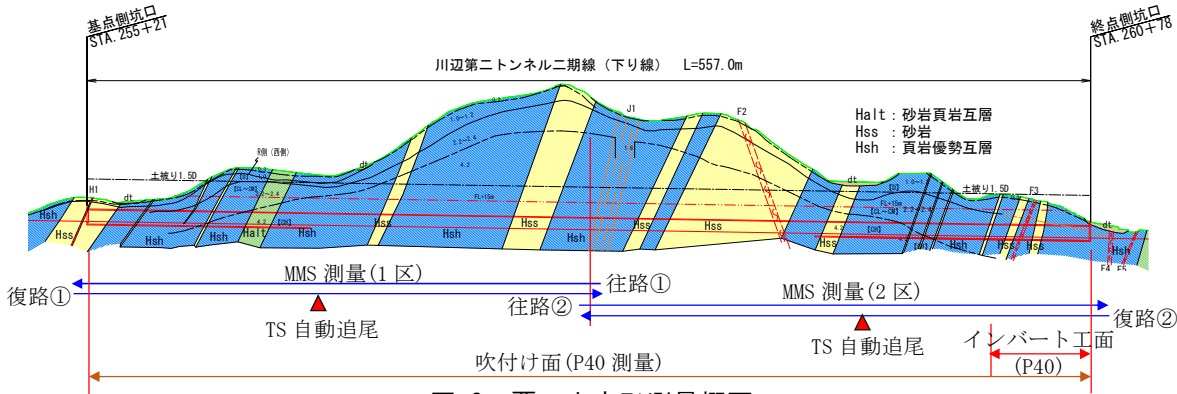


図-2 覆工出来形測量概要

キーワード: Digital 測量, Laser scanner, トンネル出来形, 検測, MMS

連絡先: 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1 番 13 号, Tel. 06-6344-8888 E-mail: s.yamanaka.aa@w-nexco.co.jp

4. 実施結果

(1)一例として、覆工 BL 単位の覆工 39BL 内空出来形を図-3 に示す。覆工内空は、許容値の範囲内にあり、全延長をとおして必要内空は確保できている。

(2)吹付け面出来形測量は、防水シート張り以前に、計測器 P40 で覆工 BL 単体に全延長で実施している(図-5)。覆工厚は、覆工内空点群データと吹付け面点群データを用いて、空間離れを求め、この差を覆工厚としている。算定された覆工厚は、全ブロックも同様、全延長で設計厚を確保できている(図-4)。

これらから、トンネル覆工出来形は、この方法で数値による可視化は可能であり、測量時間は 2 時間程度であり、山岳トンネル覆工出来形検測技術として有効であることを確認した。移動型枠は、直線形状で制作されているので、右カーブのトンネルでは、右側の点群データは設計の外側、左側は内空側に分布し、型枠誤差が確認できた。

(3)覆工 BL 中央断面における SL 内空幅と天端高は、Digital 出来形測量で得られる点群データを用いて、PC 画面で計測した(図-1)。点群データ処理ソフトの点群間計測機能による SL 内空幅と天端高の計測値は、天端高は設計値 5.00m から 5.02m の範囲に分布し、許容値 5cm を満たす(図-6)。SL 内空幅は、設計値 10.00m から 10.06m の範囲で分布し、許容幅 5 ～10cm を満たし、覆工内空出来形の閾値による色調表示、検査結果と同様であり、点群データを用いた PC ソフトによる距離計測の有効性を確認した。

5. まとめ 道路トンネル出来形検測を試行、改良、実証し、出来形検測技術として発展させる予定である。

表-2 Mobile Laser Scanner (Proscan, P40) 性能

製造会社	Leica
スキャンスピード	最大 1,000,000 点/秒
レーザークラス	クラス 1
計測精度 (数値処理後)	±3mm (±5mm)
計測方法	移動計測 6sec, 停止 4sec の繰返
計測点密度 (10m 離れ)	6mm

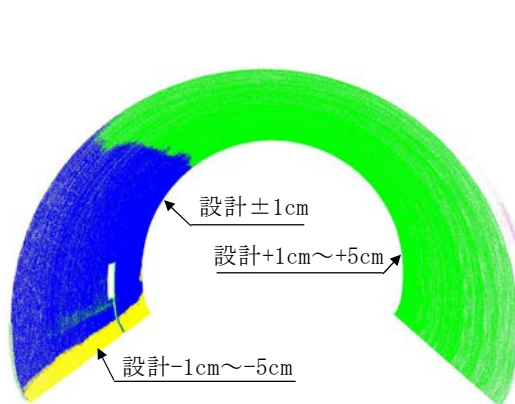


図-3 覆工出来形色調表示 (BL39)

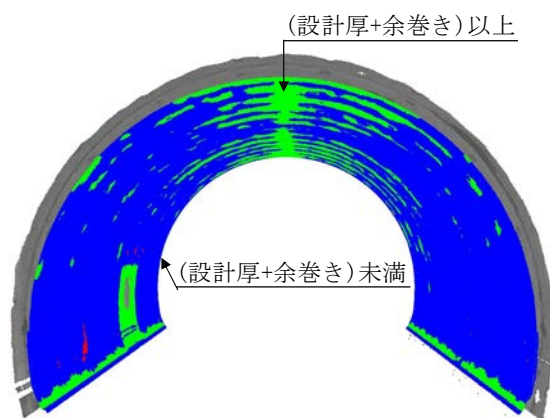


図-4 覆工厚色調表示 (BL39)

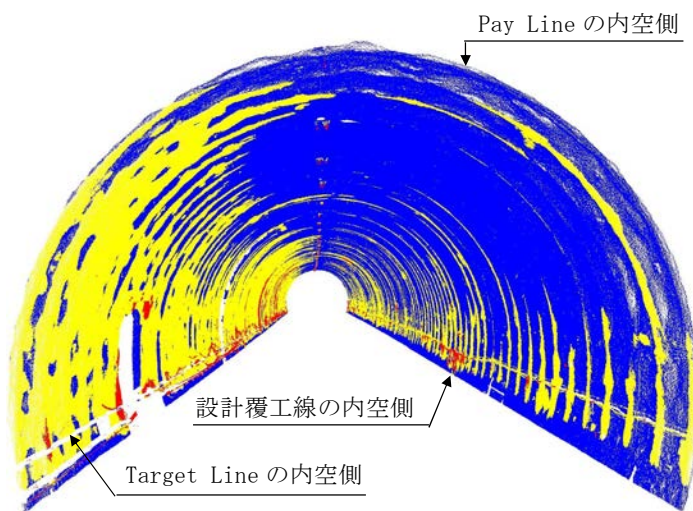


図-5 吹付け出来形色調表示 P40 (BL31～BL40)

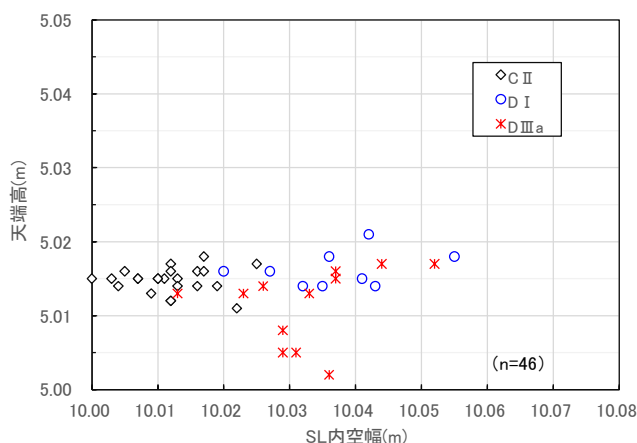


図-6 トンネル内空計測値 (SL 内空幅と天端高)



写真-1 MMS 測量状況