

山岳トンネル Digital 出来形測定の試行

西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所 非会員 信永 博文
 西日本高速道路(株)関西支社技術課 正会員○山中 慎也
 清水建設(株)関西支店川辺第一トンネル作業所 正会員 木村 厚之
 清水建設(株)土木技術本部地下空間統括部 非会員 楠本 太

1. はじめに

山岳トンネルの出来形測定は、切羽位置での切羽面と掘削面およびトンネル支保構造、切羽後方での覆工を対象としている。後者は、トンネル内空と覆工巻厚の出来形検出である。前者は、切羽面と掘削面、吹付けコンクリート面の出来形の施工余裕確認や吹付け厚検出である。この山岳トンネル出来形測定に 3D-Laser scanner を導入、試行し、これの適用性を確認、知見を得た。

2. Digital 測量方法

切羽直近で、吹付けコンクリート工の前後で 2 回、切羽面と掘削面および吹付けコンクリート面を 3D-Laser Scanner を用いて、Digital 出来形測定を行う(図-1)。その都度、Total Station でバック点 2 点の 3 次元座標を測定、これを用いて Local 座標の点群データを Global 座標に変換する。

この点群データと出来形

の設計値や施工目標値の差を PC 画面に色調表示し、出来形を確認、検測する。計測器の性能は表-1 に示す。Digital 測量範囲は、計測器の前方切羽と後方 10m 間とし、測点間隔は最大 5mm、測点数 1 千万点である。

3. 出来形評価の考え方

山岳トンネル出来形の設計と施工目標は、支保パターン別に定める(図-2、表-2)。Target Line は、施工目標の吹付けコンクリート仕上がり線位置をあらわし、付加し(5cm)を基本とする。全断面工法 CⅡb は、鋼アーチ支保工建込み位置を吹付けコンクリート表面に合わせると、Target Line は地山側に 3cm オフセットする。鋼アーチ支保工がある DⅠと DⅢa パターンは、付加しに施工余裕 2.5cm を加えた 7.5cm とする。Pay Line は、設計余掘り線すなわち施工目標の計画掘削線をあらわし、これの内側に吹付けコンクリートを吹き付ける。出来形は、施工目標値との比較で確認する。

キーワード：球面切羽、全断面工法、Digital 出来形測定、Laser scanner、Target line

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

表-1 Laser scanner (ScanStation 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 (±6mm)

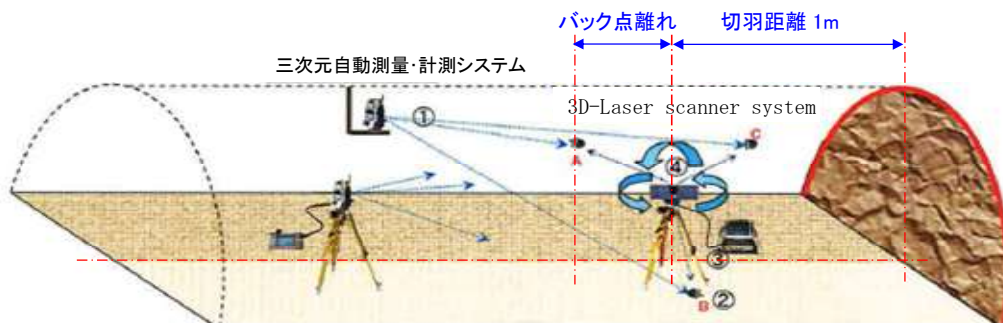


図-1 設計と施工目標線概念

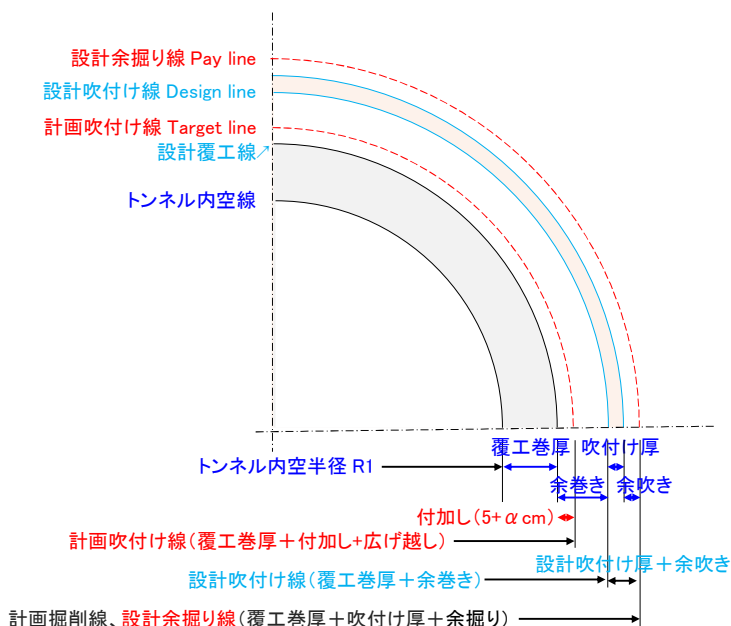


図-2 設計と施工目標概念

4. 測量結果

Digital 出来形測量は、川辺第一トンネルの設計 DⅢa パターンで実施した。

施工方法は、

TBM 避難坑機能を確認しながら球面切羽による全断面工法爆破掘削である(図-3)。Digital 出来形測量は、施工サイクルの切羽で、吹付けコンクリート工の前後で 2 回実施した。計測した点群データを用いて、設計 DⅢa パターンの施工目標値との比較で出来形を確認、評価した。1 回当たり計測時間は、10～15 分である。得られた点群データからの出来形評価結果と知見は、以下に示す。

(1) 施工目標の球面切羽形状と点群データからの切羽鏡面形状の空間座標値の差は、色調表示すると図-4 のようになる。赤は目標切羽形状の内空側、青は地山側をあらわす。概ね、施工目標どおりの球面切羽形状で爆破掘削がなされていることが分かる。

(2) 吹付けコンクリート面は、設計覆工線の内空側は赤、Design Line の内側は黄色、Target Line の内側は青、Target line の外側は黒として表示する(図-5)。吹付けコンクリート面は、Target Line の外側、Pay Line の内側にある。右 SL 付近の鋼アーチ支保工の部分は、Design Line の内側にある。

(3) 吹付け厚は、掘削面と吹付け面の 2 点群データの空間位置差を算定し、色調表示する(図-6)。設計吹付け厚以下は赤、(設計吹付け厚+1cm)以下は黄、(設計吹付け厚+余吹き厚)以下は青、それ以上は黒とする。吹付け厚は、設計吹付け厚を満たし、(設計吹付け厚+余吹き厚)の範囲で吹付けがおこなわれている。鏡吹付け厚も同様、PC 画面に色調表示ができ、確認、検測が可能である。

5. まとめ

掘削サイクルの切羽で出来形をリアルタイムに確認、評価する Digital 出来形測量方法の適用性を確認した。今後はこれを高度化、計測時間を短縮させ出来形確認、検測への活用も検討したい。

表-2 設計と施工目標線(爆破掘削、標準歩掛り)案

地山等級	1 掘進長 L (m)	設計 (cm)				最大余掘り L/6 (cm)	施工目標線(設計覆工線からの距離)		
		吹付け厚	余巻き	余吹き	余掘り		Target Line (cm)	Design Line (cm)	Pay Line (cm)
C I	1.5	7	16	5	21	25	5	16	28
CⅡa	1.2	7	16	5	21	20	5	16	28
CⅡb	1.2	7	12	5	17	20	5+3	12	24
D I	1.0	10	10	5	15	16	5+2.5	10	25
DⅢa	1.0	20	6	9	15	16	5+2.5	6	35

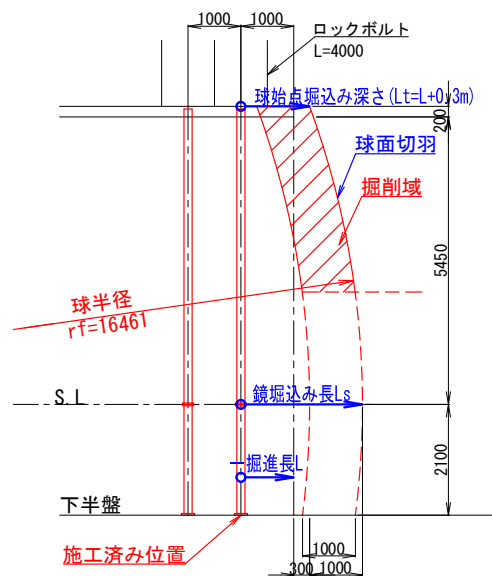


図-3 球面切羽形状 (Ls=2L)

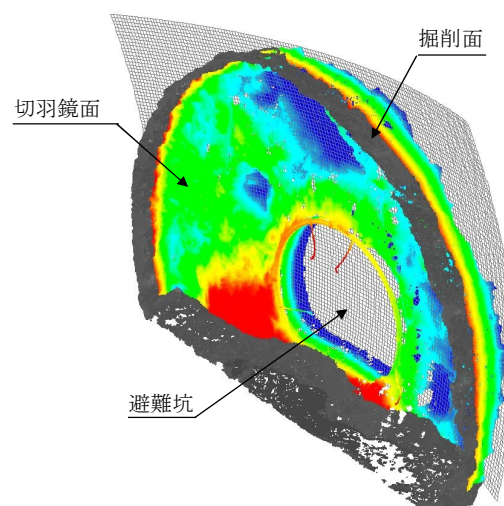


図-4 切羽鏡面と掘削面形状

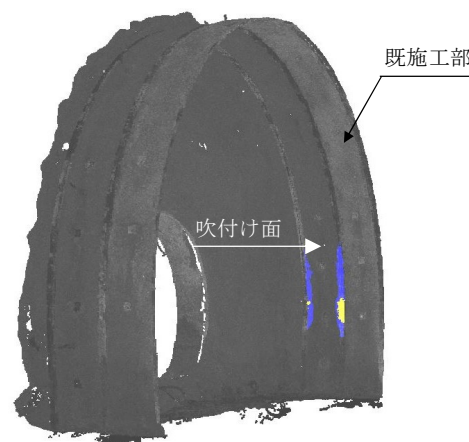


図-5 吹付け面の Target line に対する余裕

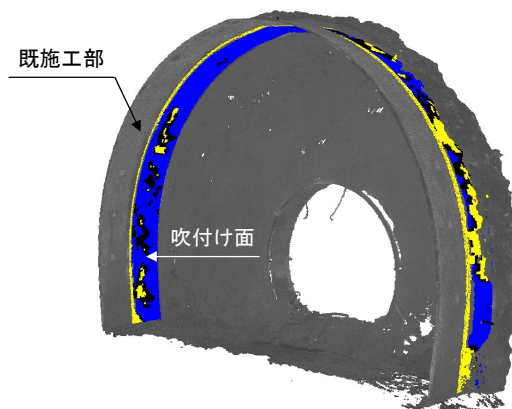


図-6 吹付け厚分布