

## 3D オイラン車による建築限界検証

佐藤 等

黒部専用軌道上部トンネル改良工事(全長約6.5 km)の施工検討にあたって、発注者より宇奈月黒部ルート上部軌道トンネル断面をレーザースキャナにより計測した点群データを提供していただく事となった。入手した点群データは技術的のみならず、緻密かつ美しい「土木遺産」と言っても過言ではない非常に高品質なものであった。本稿では、このデータを利用して施工検討時に問題となっていた、建築限界干渉部の検証に有効であると考え、3D オイラン車(3D 建築限界モデル)による検証方法を考案、実施した内容を紹介する。

キーワード：小断面トンネル、レーザースキャナ、点群データ、3D モデル、干渉チェック

### 1. はじめに

上部軌道トンネルとは、いわゆる黒四ダムにいたる宇奈月黒部ルート(図-1)の左下、黒部峡谷鉄道の終着駅、樺平駅(標高599 m)から下部専用軌道にて500 m 進み約200 mの竖坑エレベーターにて樺平上部駅(標高800 m)まで昇り、そこから黒部川第四発電所まで伸びる関西電力黒部専用軌道トンネルのことである。途中には吉村昭の小説「高熱隧道」の舞台となる超高温区間が有り現在でも気温40℃前後と高熱である。本改良工事は、黒部ルートトンネル観光事業拡大にあたって、一般客通行の安全確保が目的となっている。

### 2. 工事概要

工事件名：黒部専用軌道上部トンネル改良工事

施工場所：黒部専用軌道上部

発注者：関西電力(株)

施工者：佐藤工業・環境総合テクノス JV

主要工種：モルタル吹付け工

ロックボルト工

トンネル背面グラウト工

カルバート設置工

付帯工事

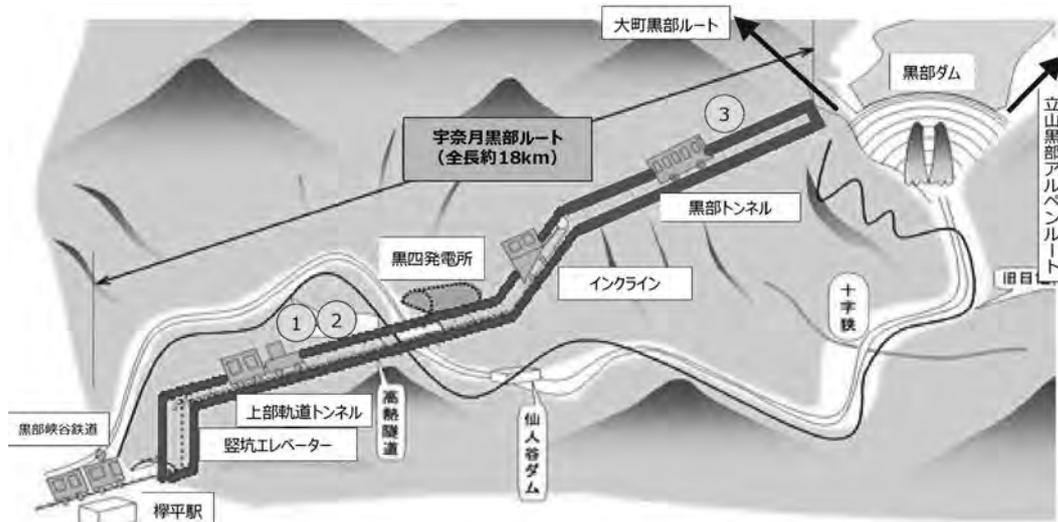


図-1 宇奈月黒部ルート (左：①②上部軌道トンネル)

### 3. 上部軌道トンネル点群データ

今回使用した点群データは、全長6 kmにおよぶ小断面トンネル内を20～30 mのピッチでレーザースキャナを盛替えながら計測したデータとなっている。通常トンネル内は暗いため点群に写真（色情報）を付加しながら計測するのは非常に手間がかかるが、本データは見事に再現に成功している（図-2, 3）。座標精度についても線形データを組み合わせて検証したが、十分な精度が確認できている。

### 4. 3D オイラン車による建築限界検証

一般的に通行車両の建築限界とトンネル壁面の干渉を確認する場合、「オイラン車」（図-4）を走らせ干



図-4 オイラン車（オヤ31）

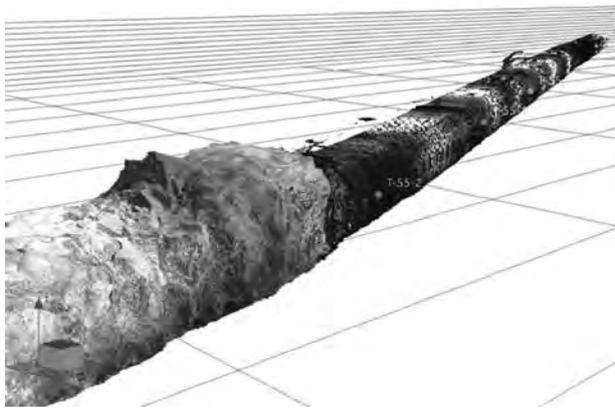


図-2 高熱隧道部

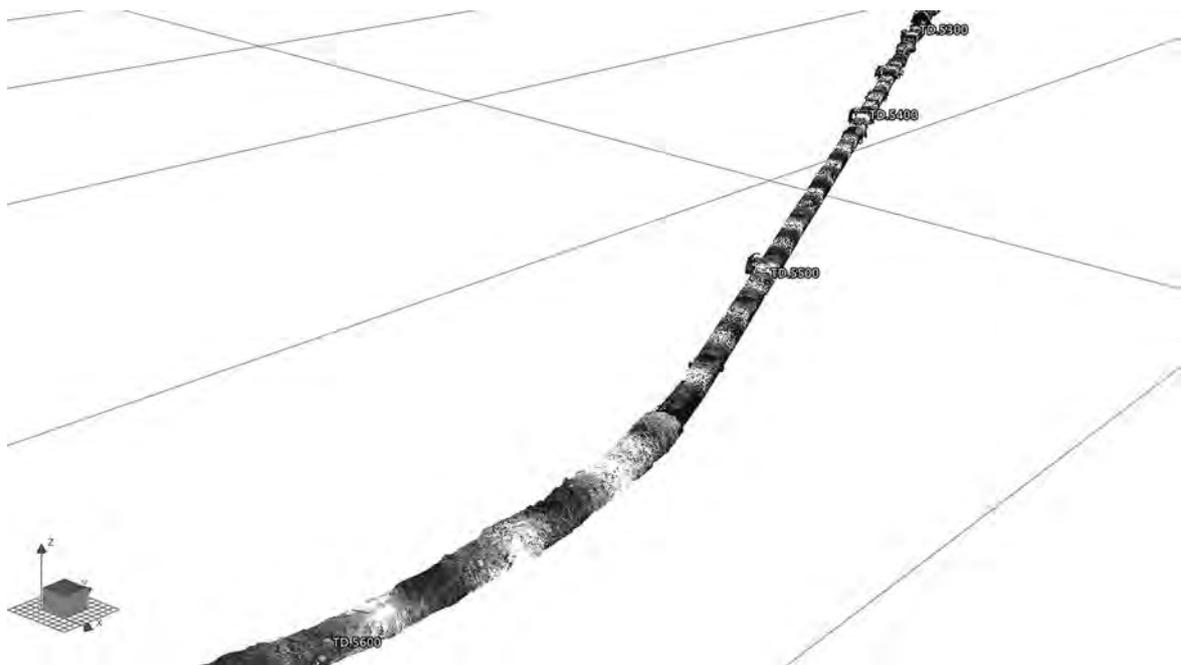


図-3 トンネル内空点群データ

渉をチェックする方法が一般的であるが、施工前に干渉状況の概要を把握する目的で、点群データのトンネルに3D オイラン車を走らせて干渉チェックを実施する方法を考案し実施している。

### 5. 利用したソフトと手順

#### (1) 利用したソフト

- ① Galaxy-Eye (㈱富士テクニカルリサーチ)
- ② Sketch-Up (Google)
- ③ TREND-POINT (福井コンピュータ)
- ④ QuickTime Player (Apple)

#### (2) 手順

Step1 : Sketch-Upにて3D 建築限界モデルの作成を行う (図-5)。

Step2 : 点群データを TREND-POINT に読み込み

群データ上のレール間中心点を座標データに変更して線形ラインを作成。

Step3 : TREND-POINTにて点群データの座標を原点に移動する。

Step4 : Galaxy-Eye に原点移動した点群データと線形ラインを読み込み合成する (図-6)。

Step5 : Galaxy-Eye 上に3D 建築限界モデルを読み込み、線形ライン上を走らせ状態を録画する (図-7)。

Step6 : QuickTime Playerを使い動画にて干渉チェックを行う。

### 6. 干渉チェック状況

今回利用したソフト Galaxy-Eye は、工場などの100 m 範囲程度を想定して開発されたソフトであったため、6 km という長距離の検証は初めての試みであ

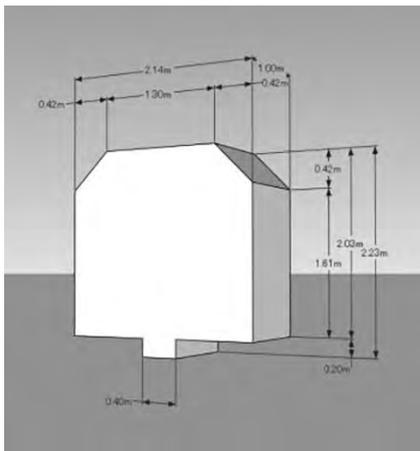


図-5 3D 建築限界モデル



図-6 データ合成

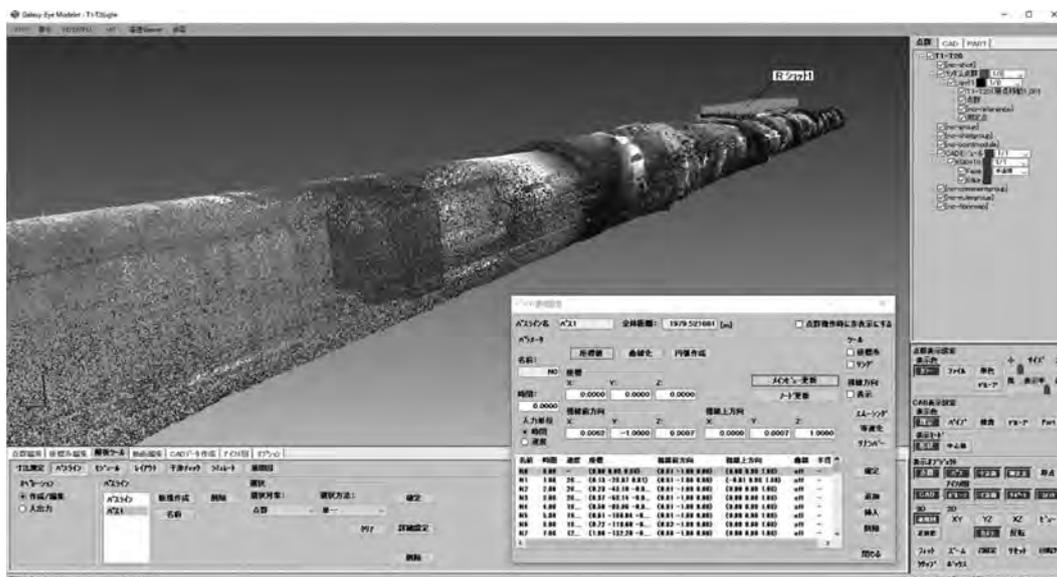


図-7 3D オイラン車 (3D 建築限界モデル) 出発前



図一8 干渉チェック状況

た。特に、測地系座標を持った点群は座標桁数が大きい  
ため利用は想定外であった。そこで測地系座標を一  
旦0.0.0原点に変換するなどの対応をソフトメーカー  
担当者と連携しながら干渉チェックを実施した。また  
2kmでも線形ライン上の走行に1時間程度かかるた  
め検証状況を動画で撮影して干渉箇所を再確認する  
手法をとった。今回は補修モルタル吹付厚と施工誤差、  
測定誤差を考慮して建築限界+10cmでチェックし  
ている。3D建築限界モデルの形状は自由に制作可  
能である。列車長さを表現することも可能ではあるが、  
ボギー台車には未対応である。

## 7. チェック結果

3D建築限界モデルのモデル範囲に入った点群は赤  
色で表示されるため、6km全体に対して動画を用い  
て干渉部を確認することができた。



図一9 干渉チェック結果

## 8. おわりに

今回は干渉状況の概要を掴む目的で実施した。初挑  
戦ではあったが、実質3日程度の作業でPC上で検証  
できるため簡易的に検証する方法としては非常に有効  
である。小断面～大断面までの既設トンネルリニュー  
アル工事のニーズは確実に増加している。レーザース  
キャナーおよび3D処理技術は必須と考え、有効な技  
術開発を実施していく予定である。

## 謝 辞

本業務にあたり計測データを提供していただいた関  
西電力(株)および3D計測を行った(有)酒井工業コンサル  
タントの関係各位に、ここに記して感謝いたします。

JCMA

### [筆者紹介]

佐藤 等 (さとう ひとし)  
佐藤工業(株)  
技術センター ICT 推進部

