

地上移動体搭載型レーザースキャナによる軌道トンネルの3次元計測

佐藤工業(株)	正会員	○大田	清市*1
佐藤工業(株)	正会員	平尾	健二*1
(株)岩崎		奈良	久 *2
ライカジオシステムズ(株)		金子	公一*3

1. 目的

調査・設計段階から CIM を活用することで業務の効率化、品質の向上等を期待できるため、国交省をはじめとする各事業者で CIM の導入に取り組んでいる。

トンネル工において CIM を活用する場合、3次元計測より得られた内空計測結果を使用することが多いが、トンネル内で3次元計測を行う場合、GNSS 情報が得られないため、地上型レーザースキャナ（以下地上型 LS）で計測することが主流になっている。しかし、地上型 LS で計測を行う場



写真-1 計測機器（左：車輪付き台車，右：軌道台車）

合、1回の据付で延長 50m程度しか測定することができないため、延長が長いトンネルの場合、計測にかかる時間が膨大となってしまう。そこで、手押しで移動しながら計測を行う地上移動体搭載型レーザースキャナを用いることで作業を効率化できないか検討し、昨年発表した¹⁾。

通常の場合、車輪付きの手押し台車にレーザースキャナを搭載して使用するが、今回は軌道台車にレーザースキャナを搭載して、軌道トンネルの3次元計測に活用できないか検討した。本稿は軌道における計測方法と計測精度について報告するものである。

2. 計測システム

計測機器はライカジオシステムズ（株）の「Leica ProScan（以下 ProScan）」を用いた。ProScan は、手押しによるキネマティック型レーザースキャンシステムで MMS（Mobile Mapping System）の一種である。後方交会した追尾式 TS で 360° プリズムを搭載した ProScan をトラッキング（追尾）し機械点位置の計測を開始する。トンネル横断方向にスキャニングを行いながら線形方向に押し進め点群データを取得する。同時に、台車に搭載した IMU（姿勢・加速度）を高レートで記録し、後処理で補正を行う仕組みとなっている。

一度の計測で測定できる範囲は、追尾 TS でトラッキングできる範囲（延長 400m程度）となる。

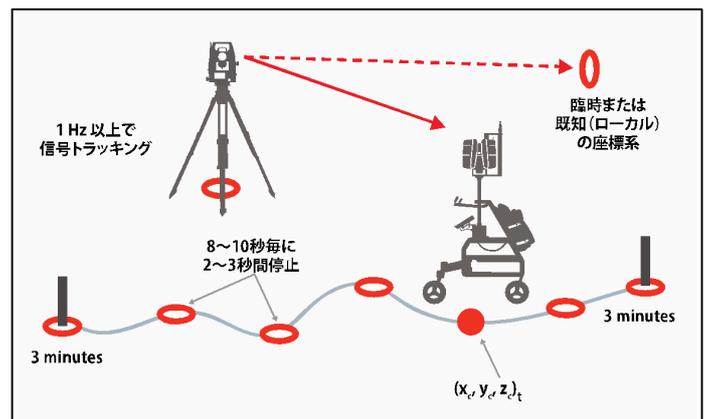


図-1 ProScan 計測システム

キーワード 軌道，3D レーザースキャナ，トンネル3次元計測，ProScan，地上移動体搭載型レーザースキャナ

連絡先	*1 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19	TEL：03-3661-2932	FAX：03-3661-6877
	*2 〒060-0034 札幌市中央区北 4 条東 2 丁目 1 番地	TEL：011-252-2000	FAX：011-252-2550
	*3 〒108-0073 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビル 18F	TEL：03-6809-4089	FAX：03-6809-3664

3. 計測方法

計測手法自体は何に ProScan のシステムを搭載するかが違うだけで、大きな違いはなく、軌道台車に載せ替えた格好になる。既存の軌道位置とトンネル断面の関係も把握できるように、スキャナーを台車から前方に張り出すように設置し、レールと断面の点群を取得できるように工夫した。

今回の計測対象のトンネルは単線であったため内空幅は4m程度しかなかった。そのため追尾式TSの横をProScanが離合する時に近づきすぎることから追尾不能となることが想定された。よって1回の計測距離は最大200mとし、離合しないように計測した(図-2)。

また、昨年の計測時¹⁾は平面線形に対して計測点群にズレが生じたため、今回は基準点上に追尾式TSを据え付けることで、平面線形に対するズレを軽減できないか試行した。

4. 計測結果

車輪付きの手押し台車に比べて台車が重たい分、押す人の体力は必要となったが、計測時間への影響は少なかった。トンネル延長903.7mを5スパンに分割して計測し、1往復計測するのに、器械の組立解体を含めて6時間程度で行うことができた。

平面線形に対する往路復路のズレは数mm程度と小さくできたが、高さに対する往路復路のズレが5cm程度発生した。計測データの使用用途に合わせて機械の据付位置や後視点の計測方法、スパン割、計測距離等を調整する必要がある。

軌道とトンネル断面の点群データはきれいに計測することができており、断面形状(内空幅、内空高)や、相対距離に対する誤差は1~2mm程度しかないため、出来形管理や建築車両限界の確認には十分使用できることがわかった。

5. まとめ

今回の計測により軌道台車を利用することで効率的に軌道トンネルの3次元計測を行うことが可能であることがわかった。今後、長大鉄道トンネルの建築車両限界の確認や維持管理への活用に期待できると考える。

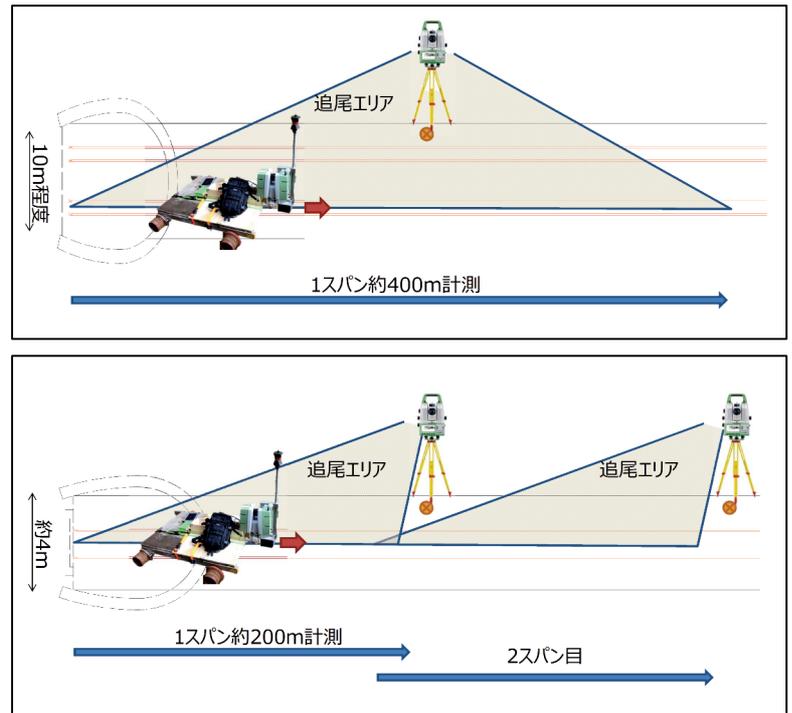


図-2 計測スパン計画イメージ図

(上段：複線トンネルの場合，下段：単線トンネルの場合)

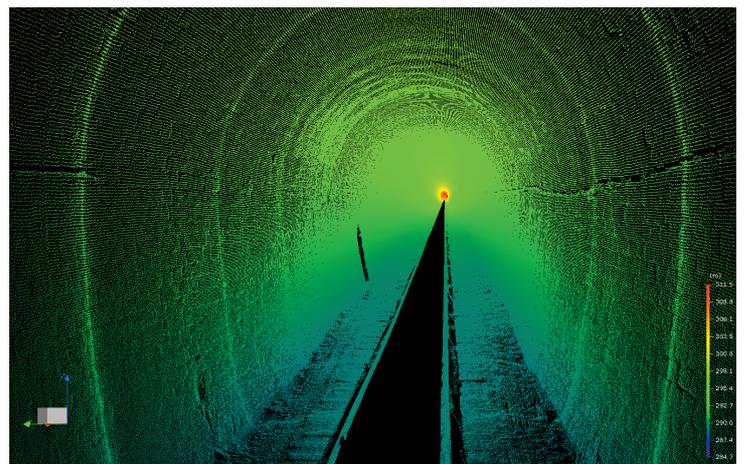


図-3 計測結果(点群データ)

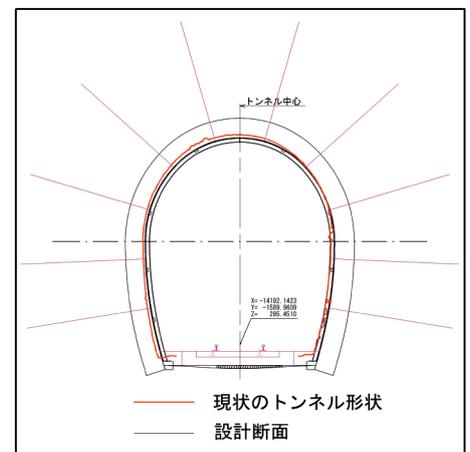


図-4 計測断面形状

参考文献 1) 第73回年次学術講演会 VI727 地上移動体搭載型レーザースキャナによる3次元計測