

トンネル修繕計画における 3D レーザースキャナーの活用

東日本旅客鉄道（株）	正会員	高橋武志*
東日本旅客鉄道（株）	正会員	佐藤 治*
東日本旅客鉄道（株）	正会員	鈴木幸司*
計測技術サービス（株）		小倉 均**

1. はじめに

トンネルにおける覆工修繕を行うにあたっては、坑内設備と建築限界の確認を事前に行い、修繕計画に反映させる。

建築限界管理は、列車の安全・安定輸送の観点から鉄道における構造物の設備管理を行う上で欠かせない要素である。

その管理対象となる構造物は、膨大な数量、延長となるため、これらを測定管理することは相当な作業量となっていることから、安全かつ効率的な建築限界測定が求められており、各種建築限界測定機器が開発、実用化されている。

本文では、トンネルの修繕計画において、地上型 3D レーザースキャナー（写真 - 1）による計測データを用いた例について報告する。



写真 - 1 地上型 3D レーザースキャナー

2. 地上型 3D レーザースキャナー概要

地上型 3D レーザースキャナーは、距離測定用レーザーの放射角を 2 軸の機構により制御し、その距離と放射角から対象物の 3 次元位置を計測する。

この手法により、計測が困難な地形や、大型構造物などの形状、寸法を、3 次元座標点群データとして処理し、3 次元モデル化や、平面図の作成が可能である。

今回用いた地上型 3D レーザースキャナーの主な仕

様を表 - 1 に、計測イメージを図 - 1 に示す。

表 - 1 システム仕様

計測範囲(距離)	1.5m～100m
計測範囲(距離)	40°(上下)×40°(左右)
測定能力	1000点/秒
座標精度	±6mm
距離精度	±4mm
角度精度	±12.4秒
グリッド間隔	最小0.25mm
レーザー方式	タイムオブフライト
CCDカメラ	内蔵

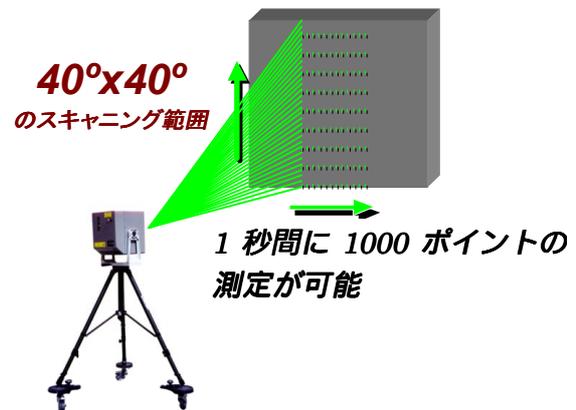


図 - 1 計測イメージ図

3. 測定概要

測定を行ったトンネルは、脆弱化した覆工が今後、列車運行に支障を与える可能性があるとして、覆工修繕が計画されている。3D レーザースキャナーによる測定データにより、建築限界の余裕量の測定および展開図の作成を行い、修繕計画に反映することとした。

トンネルは、延長 164m であり、1 スキャンに対し約 50m のレーザー照射で合計 4 スキャンを行い、3 点のターゲットを用いることにより合成を行った。測定は各スキャンにおける測点数を 80 万点、4 スキャンで計 320 万点で行った。

Key Words：地上型 3D レーザースキャナー、建築限界管理、トンネル展開図、修繕計画

連絡先： * 〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番丁 31-2 Tel. 022-266-2397 Fax. 022-227-6605

** 〒989-3126 宮城県仙台市青葉区落合 5 丁目 9-27 Tel. 022-392-9770 Fax. 022-392-9750

建築限界の確認は、モデリングを行った点群データ（図-2）を、専用の処理ソフトを用いて解析を行い、トンネル延長20m毎の断面図を作成し、そこに、建築限界を象った図を重ね合わせ、覆工表面と建築限界との最小離隔余裕量を算出することにより行った。

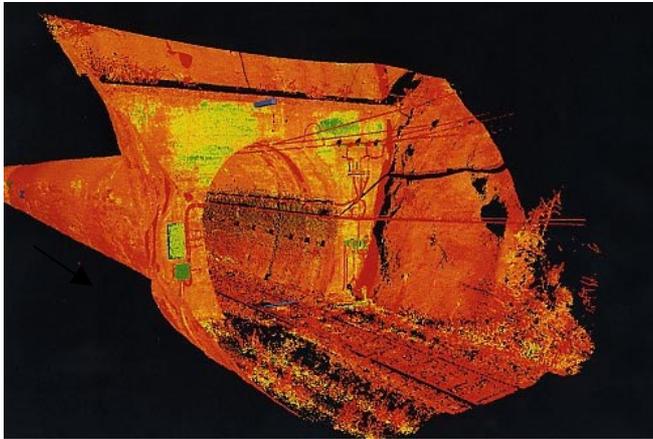


図-2 合成モデリング図

4. 測定結果

測定には、2時間程度を要し、当初懸念された、トンネル特有の暗所や湿潤表面といった環境が及ぼすデータ欠損等は生じず、信頼性の高いデータを取得することができた。

合成モデリングデータを基に作成した、断面測定図を図-3に示す。

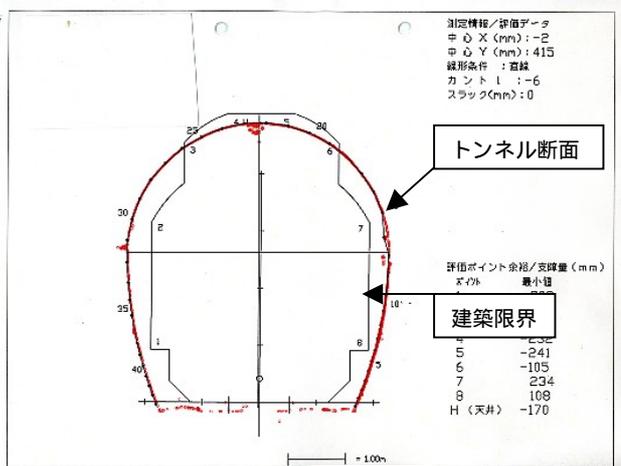


図-3 断面測定図

断面測定図では、点群データが座標を有していることにより、建築限界と覆工表面との最小の離隔量を算出することができた。

現在、当社が建築限界測定に用いている機器の一つである、レーザー式建築限界測定器は、二次元的な測定器であり、測定断面数を密にすることは、多大な時間を要する3Dレーザースキャナーによるデータは、

より密度の高い任意断面の抽出が可能である。

断面測定図作成時に、CADデータとして、レーザー式建築限界測定器によるデータと、3Dレーザースキャナーによる測定データを重ね合わせた。その結果、十分に精度を満足していることが確認された。

合成モデリングデータを基に作成した、トンネル展開図を図-4に示す。

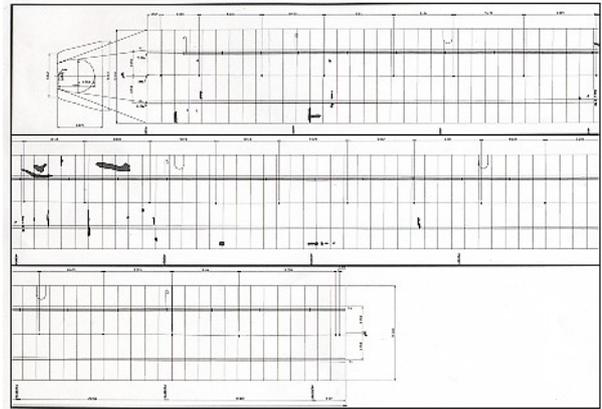


図-4 トンネル展開図

覆工修繕等の修繕計画において、電力設備および信号通信ケーブルといった添加物の介在や、退避坑を考慮しなくてはならない。作成した展開図からは、それらの位置を容易に把握することができ、有効に修繕計画に反映させることができた。

5. おわりに

3次元座標データという単一データを用いることで、建築限界測定および展開図作成というトンネルにおける修繕計画を立てる際の有効なデータの取得が可能となった。

また、座標を持った点群により、内空断面管理や、トンネル以外の内部構造物の維持管理等にも適用できると考えられる。

今後3Dレーザースキャナーを用いることにより、修繕計画のみならず、構造物検査等で立体的な把握による定量的な管理、精度の向上および効率化が期待できる。

参考文献

財団法人日本測量調査技術協会、地上型スキャン式レーザ測距儀による斜面地形計測・解析技術の開発に関する研究作業報告書、2002、3