

IV-68

レーザー計測によるトンネル管理

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○橋内 真太郎
東日本旅客鉄道株式会社 畑山 昭彦
東日本旅客鉄道株式会社 安斉 博明

1. はじめに

当社における鉄道トンネルは、1,267箇所の総延長821kmで営業キロ数の約11%を占めている。これらのトンネル検査は、覆工表面のひび割れ等の変状状況を徒歩による目視検査を主体にその状況を野帳にスケッチし、その後必要により変状展開図を作成し記録していた。しかし、これらの作業は、作成に時間を有するとともに、ひび割れ等の位置や形状および変状の時系列変化を正確に捕捉することが困難である。トンネルの覆工表面の変状把握を正確かつ短時間で捕捉することを目的に、レーザー計測装置によるトンネル覆工表面を画像として記録する『トンネル覆工表面撮影車（以下、撮影車という）』を導入したのでここに紹介する。

2. 撮影車と画像処理

（1）撮影車の概要

撮影車は、トンネル覆工表面の画像を撮影（データ収集）するレーザー計測装置を搭載した8t車ベースの軌陸車両である。軌陸走行装置は、在来線と新幹線の双方に対応できるように車輪間隔の調整が可能な構造となっている。

撮影方式は、レーザースキャニング電子写真方式で周長方向1mm×進行方向2mmピッチでデータサンプリングを行い、1mm以上のひび割れを検知できる能力を備えている。（写真-1、図-1）

撮影回数は、単線トンネル1回、複線トンネル2回（上下線2分割）で4名の作業員で行う。撮影時の速度は約3.5km/hである。

（2）レーザー計測の特徴

レーザースキャナーでレーザー光線をトンネル壁面に照射し、壁面で反射した光線の微妙な輝度の強弱を車両にある6個（車両左右側面および屋根上各2個）の光センサーで計測する。レーザー計測装置を採用した理由は、①鮮明な画像が得られる、②撮影時の照明が不要、③撮影時のピント合わせが不要、④撮影画像の拡大・縮小が容易、といった特徴による。

（3）計測作業

載線は、撮影車本体に備え付けられた転車台を使用して、新幹線は保守基地で、在来線は踏切道でも行える。計測作業で使用する機器類はすべて車上操作で、作業に伴い計測員が線路上に降りる必要をなくしている。トンネル断面形状によつてのレーザースキャナや光センサーの位置調整と感度調整をあらかじめプログラムしてあるので、計測するトンネル断面形状を選択すれば、自動的に最適な計測環境を整えることができる仕組みになっている。

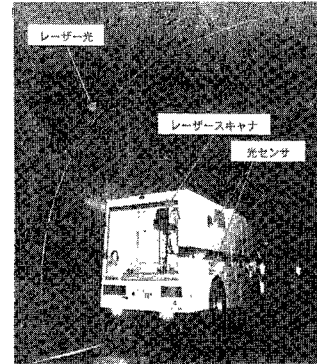


写真-1 トンネル覆工撮影撮影状況

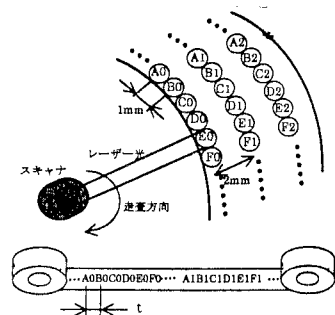


図-1 計測データ記録

(4) 印刷処理

計測されたデジタル情報から、一次元の計測データを二次元の画像データにメモリ上で構築する。

延長方向を一ラインコピーにより、計測時の周方向1mm×延長方向2mmを周方向1mm×延長方向1mmにデータ処理し印刷処理する。

複線片側の周長が40cm幅で、延長200mを約6mに印刷されて変状展開図の作成基図となる。

レーザー計測データは、ドットパターンを調整する階調調整により白黒データであるが、カラーデータに変換印刷することにより中間階調の表現をしている。(写真-2)

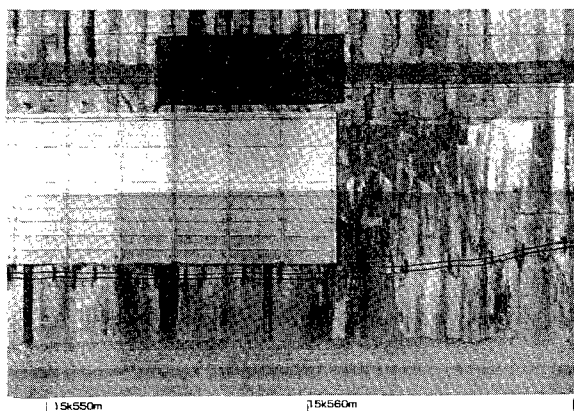


写真-2 トンネル覆工出力例

3. 導入の効果

(1) 検査精度

検査者のレベルに左右されずに、撮影画像を用いて変状展開図等を作成できる。トンネル覆工表面の変状をデジタルデータで保存するので、過去の変状履歴との比較が容易で、変状進展を正確に把握することができる。

(2) データ変換

変状展開図は、地圧影響や漏水箇所を把握する観点からトンネル覆工の上面から観察した平面図である。トンネル外側からの展開図は、変状原因の推定を行う上で合理的な方法である一方、トンネル覆工の変状観察は、トンネル覆工内側からの反転観察となり目視照合に熟練を要する。

撮影車のレーザー計測は、デジタルデータであるため必要により内面側観察が容易な変状展開図作成にも対応している。

更に、デジタルデータであることは、撮影車の運行経路により逆線撮影が行われても、順線撮影に変換した変状展開図が作成できる。在来線は、踏切道からの侵退出が主体となるため、特に効果が大きい。(図-2)

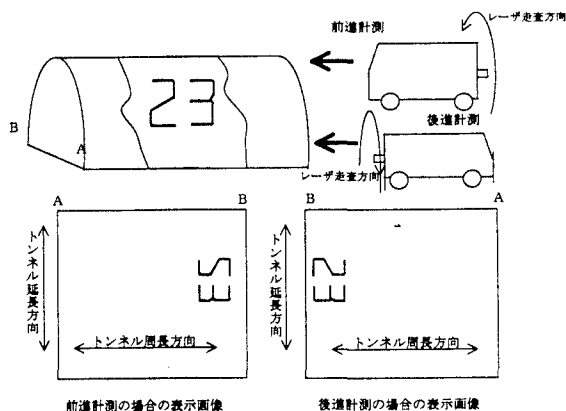


図-2 撮影方向による表示画像

4. おわりに

撮影車は、平成12年2月から東北新幹線の計測を開始し、JR東日本における最急勾配38%の山形新幹線の計測を実施し、トンネル初回全般検査への活用をはかるなどの導入効果を発揮している。

トンネル検査の速度および精度の向上と共に、人的依存であった作業環境が改善され設備管理のシステム化が推進された。早く確実なトンネル覆工表面の変状把握は、適時適切な補強・補修の実施と補修効果の確認により、メンテナンスコストの低減と共に、安全・安定輸送を裏付ける設備の信頼性を飛躍的に向上させる取組みとなる。