

VI-53

レーザー光線を用いた 鉄道トンネルの覆工調査

J R西日本 施設部工事課

正○松岡 義幸

〃 大阪構造物検査センター

小寺 信行

奥野 博久

〃 〃

正 藤原 康雄

正 小野田 滋

〃 京都保線区

田中 尊

小松製作所 研究本部システム研究所

島津 幸一

福原 敏彦

1. 緒言

トンネルの検査は、これまで目視観察調査を中心として行われてきたが、徒歩巡回によるため効率的でなく、得られる成果も客観性に乏しいなど、必ずしも充分なものではなかった。ことにトンネル内は暗所であるため変状を見逃す確率が高く、かつアーチ部など高所の変状を把握しにくいという特殊な問題を抱えていた。そこで今回、発電所用導水路トンネルで既に実績のあるレーザー光線を用いたトンネル覆工検査システムを鉄道トンネルにおいて実施し、その適用性について検討を加えた。

2. システムの概要

レーザーによるトンネル覆工表面の撮影原理は、レーザースキャンニング装置によりレーザーを高速回転でトンネル全周に照射し、その反射光をレーザーセンシング装置によって捉えるもので、覆工表面の凹凸（すなわち、ひび割れ、目地切れ、剝離・剝落、漏水などの覆工表面の変状）に応じて反射光量に変化することを利用して覆工表面の状況を把握しようとするものである。撮影記録は一旦磁気テープに記録されたのち、画像処理装置を通してモニターまたはフォトプリンターにより可視画像に変換される。この手法によれば、トンネル延長方向に撮影システムを移動させた場合でもデータを連続的に磁気テープ上に蓄積させることができ、従来の目視検査により作成しているトンネル変状展開図と同様の成果物を連続写真として容易に得ることが可能となる。

なお、今回使用したシステムの全体構成は図-1に示す通りで、各装置は鉄道車両に搭載して走行状態で撮影できるよう改造を行った。

3. 調査概要

今回の調査は東海道本線新逢坂山トンネルの下り外線（大正10年竣工、レンガおよびコンクリート構造、単線断面）と同上り外線（昭和43年竣工、コンクリート構造、単線および複線断面）の2箇所にて行った。このうち、下り外線では覆工材質の違い（レンガ、コンクリート、漏水防止のための吹付けモルタル）による撮影画像の相違を、上り外線では大断面（複線断面）における適用性を検討した。なお、本方式によれば、レーザーの照射速度が一定であれば解像力は撮影速度に依存することとなるが、今回の調査では、

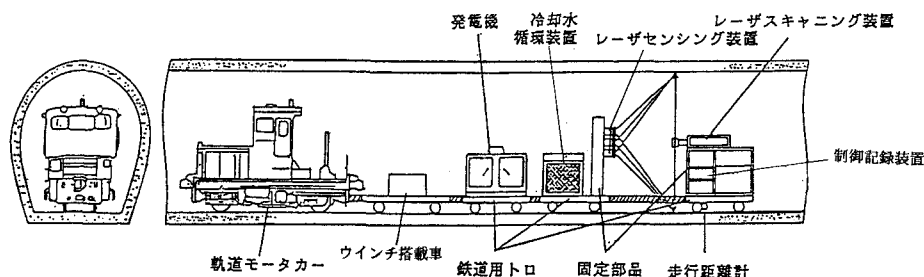


図-1 トンネル検査システムの全体構成（撮影時）

下り外線では5km/hで（トンネル周方向、縦断方向とも3mmの解像力）、上り外線では0.25km/hで（トンネル周方向、縦断方向とも1mmの解像力）走行撮影した。また、撮影中心は図-2に示す通りで、複線断面では撮影システムを車両限界内に収める必要があるため、アーチ中心からやや離れた位置に撮影中心を設置した。

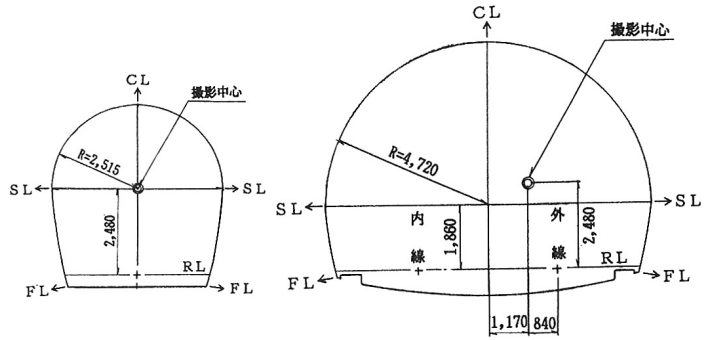


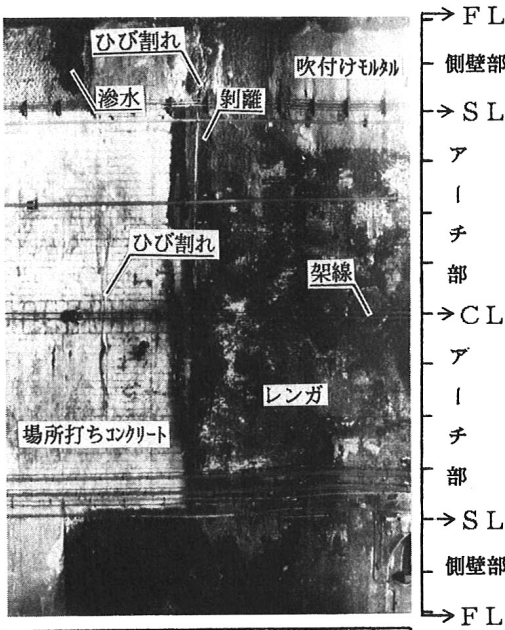
図-2 撮影中心
（左：単線断面、右：複線断面）

4. 撮影結果

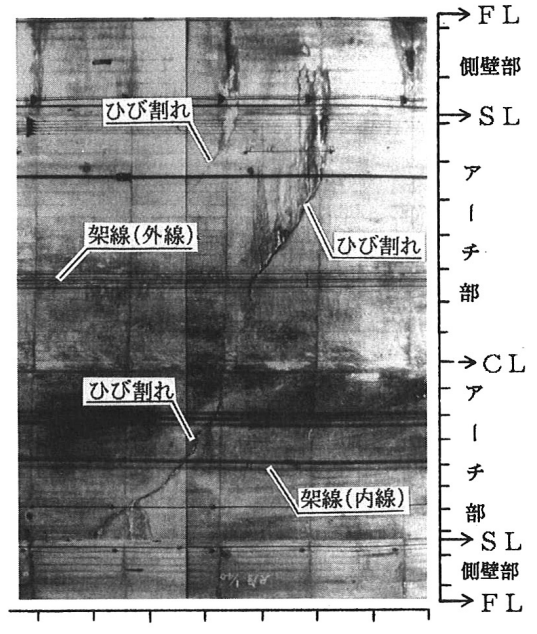
写-1は単線断面（下り外線）における撮影結果の一部を示したもので、覆工の材質に関係なく、ひび割れ、剝離・剝落、滲水といったトンネルの変状現象を明瞭に判読することができる。写-2は複線断面（上り外線）における撮影結果の一部を示したもので、トンネル全周にわたるひび割れが明瞭に判読できる。また、複線断面区間では撮影中心がトンネルのアーチ中心と一致しないため、外線側と内線側で画像に歪が生じていることがわかる。

5. 今後の課題

今回の調査により、レーザー光線によるトンネル検査システムが、様々な覆工材料、断面を有する鉄道トンネルに対しても充分適用可能であることが示された。また、トンネル覆工表面に見られる種々の変状現象に対しても鮮明な画像により実用上十分な精度でこれらを把握できることが明かとなった。しかし、現段階では撮影速度が遅いことや白黒画像しか得られないなどの検討課題もあり、今後、レーザーの照射速度の高速化や記録系の高密度化、RGBレーザーによるカラー化などについてさらに研究を深度化する必要があると考えられる。



写-1 単線断面の全周映像（一部）
1目盛（縦横共）=1.0m



写-2 複線断面の全周映像（一部）
1目盛（縦横共）=1.0m