

走行型計測車両のトンネル点検・調査への適用性

パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	○重田	佳幸
パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	田近	宏則
パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	駒村	一弥
計測検査 (株)		下澤	正道
三菱電機 (株)	正会員	西川	啓一
パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	安田	亨

1. はじめに

現在、道路トンネルの点検は、「道路トンネル定期点検要領」に基づき、覆工の浮き・剥落等の除去（応急対策）を主目的として、近接・遠望目視、打音点検が2～5年ごとに実施されている。点検結果はあくまで応急対策の必要性に主眼を置いた点検結果の評価（A,B,S）であり、点検結果だけで健全性評価（3A,2A,A,B）を行っている訳ではない。本来であれば、点検結果から標準調査の必要性を判定し、調査を行った上で健全性評価を実施し、必要性に応じて恒久対策を実施する流れとなる。しかし、厳しい予算制約のもと、調査を実施するケースは変状が顕著な場合に限られており、点検には交通規制を伴うことも大きな制約となって、計画的に点検を行うことさえ困難な現状にある。すなわち点検結果により、剥離・剥落を未然に防止するための応急処置を行ってはいるが、根本的に補修、補強が必要な場合に対応できているとは言い難い。また、トンネル内は狭隘で暗く、点検には厳しい条件下であるために、点検者によるバラツキ、見落としなどがあること、および変状の進展を客観的に評価することが困難であるという問題がある。

このような背景を踏まえ、トンネル構造物の適正な維持管理手法の確立を目指し、交通規制を必要としない最新の走行型計測技術（画像計測、レーザー計測）を援用して変状箇所を抽出するとともに、低コスト化を図りつつ、調査が実施できない場合であっても適正な健全性評価が実施できる新たな枠組み作りが必要である。

2. 走行型計測の概要

走行型計測は、覆工表面の変状を把握するための画像計測やトンネル断面形状、変形モードを把握するためのレーザー計測などがある。特に走行型画像計測は、NEXCO、国土交通省、地方自治体で適用事例が多くみられる手法である。本検討では、近畿地方整備局が主体となり実施している新都市社会技術融合創造セミナー（委員長：大西有三 京都大学副学長）「トンネル健全性評価プロジェクト（H18年度～H20年度）」¹⁾の成果からトンネル点検に有用と評価されていた走行型画像計測（MIS：Mobil Imaging Technology System）、走行型レーザー計測（MMS：Mobile Mapping System）の一体型車両（MIMM）、を用いた。図-1にMIMMの概要を示す。MIMMは、図-1 a)のレーザー計測装置と図-1 b)の画像計測装置およびGPS、オドメトリ等から構成されている。レーザー計測装置は、分解能0.1mm、レーザー照射能力50万点/秒であり、従来型より高精度の点群データを取得することが可能である。画像装置は、16台のCCDカメラ（38万画素）と24台のLED照明から構成され、走行速度70km/hで0.5mm程度のひび割れを認識できる（最小0.2mm）。

表-1に走行型計測技術の変状検知に関する特徴を示す。



図-1 MIMMの概要

表-1 変状検知に関する特徴¹⁾

変状		走行型画像計測	走行型レーザー計測
ひび割れ	ひび割れ幅、長さ、進展	○	×
	段差	×	△
うき、剥離、剥落		×～△	△
目地	周辺閉合ひび割れ	○	×
	目地欠け	○～△	△
	段差	×	○
変形、傾き、沈下		×	○
漏水、遊離石灰		○	×
コールドジョイント部の剥離、剥落		×～△	×～△
補修材	浮き	×	×～△
	剥離、剥落	×～△	×～△

キーワード トンネル覆工、走行型車両、画像計測、レーザー計測、路面変状、トンネル点検、変状調査

連絡先 〒163-6018 東京都新宿区西新宿 6-8-1 住友不動産新宿オークタワー21F

パシフィックコンサルタンツ (株) TEL 03-5989-8324

3. 走行型計測の適用範囲

走行型計測車両をトンネル点検に援用する場合、両者の特性を最大限に活用することにより、点検（初回，臨時，定期）および調査の代替として活用可能と思われる．トンネル点検・調査に対して，代替できる内容を図-2 に示す．図中の赤色のハッチング部分への適用が考えられる．

(1) 点検への適用の考え方

第三者影響に関する変状に対する診断（ひび割れの閉合性、密度に着目）、および構造的な変状に関係する診断を行う。この際、覆工表面の変状検査と覆工の変形モードに分けて検査を行い、前者には走行型画像計測技術を、後者には走行型レーザー計測技術を適用する。

走行車両による点検の結果，問題箇所を抽出し，近接目視，打音点検が必要な箇所と判定した場合は，交通規制を行い，限定的に打音点検を行うこととする．このようにすれば，交通規制に伴う，通行者に与える影響および規制コストを最小化できる．

(2) 調査への適用の考え方

構造的な変状に関する診断については、外力の影響の程度を考慮に入れ、外力の影響が大きい場合にはさらに詳細な調査を行う必要がある（解析的手法による覆工耐力の算定）。

4. 走行型計測による調査への適用事例

A トンネルにおける走行型計測による計測結果を図-2に示す。図 a) は、壁面の展開画像、b, e) は、変形モード（コンター図）、c, d) は、覆工 1 スパン毎に仮定した基準断面と平滑化軸との差、d) は、路面変位である。

走行型計測により得られた情報から、変形モードとひび割れ発生箇所が一致する結果が得られた。A トンネルは、塑性圧により変状し、過年度に対策が実施され現在は安定している。このことから、変状原因が外力によるものと判断が可能である。なお、変形モードは、「道路トンネルの健全性評価技術に関する研究成果報告書」¹⁾に従った。

5. まとめ

走行型計測車両による点検手法は、従来の目視および打音による点検手法に対して、以下の有用性が認められる。

- 1) 交通規制を必要としない。
- 2) 従来の点検と比較し、位置情報が正確となり、見落としのない客観的なデータ取得が可能である。
- 3) 走行のみで遠望目視の代替ができ、近接打音点検する必要箇所の限定抽出ができる。
- 4) 上記の理由により、コストを下げることができる。
- 5) 変形モードを検知することで、外力作用の有無を非破壊で推定できる。
- 6) 2度目のレーザー計測からは、差分を取ることで変位の進展、地震後の影響などを把握できる。
- 7) 変状原因の推定、変状の進行性を把握することにより健全性評価が可能であり、この根拠に基づき点検間隔を伸ばすことが可能となる。
- 8) 変状に位置情報を持たせることで、データベース化し、長期的な維持管理計画に活用することができる。

参考文献

- 1)道路トンネルの健全性評価技術に関する研究成果報告書, 新都市社会技術融合創造研究会 道路トンネル健全性評価技術研究プロジェクト, 2010.10

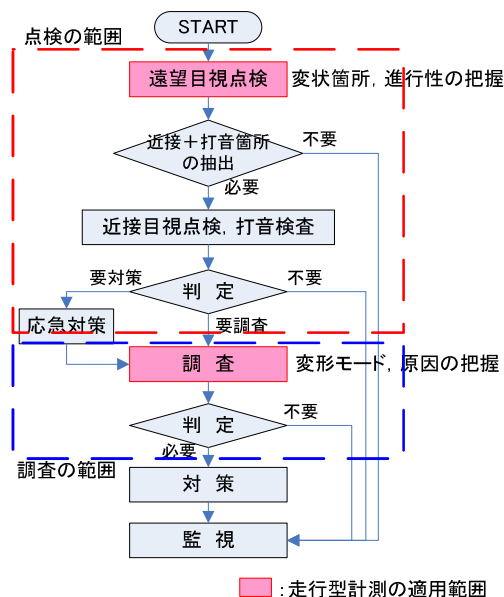


図-2 走行型計測の適用範囲

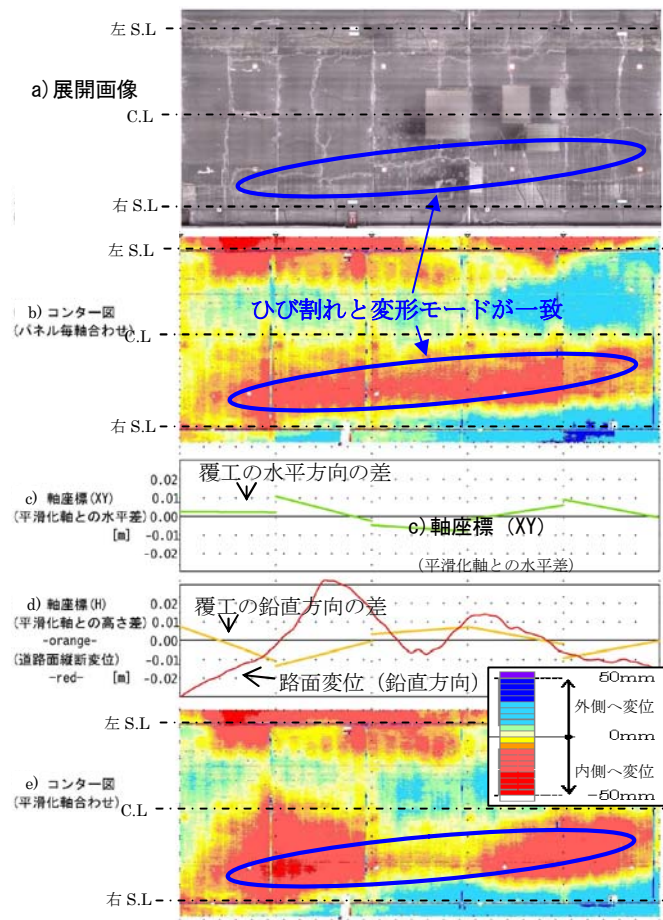


図-2 走行型計測結果（Aトンネルの事例）