

トンネル覆工画像解析による変状抽出精度の向上に向けた一考察

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 寺田 光太郎

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 ○大西 智之

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 後島 佑輔

西日本高速道路(株) 関西支社 安村 圭亮

1. はじめに

平成 26 年 7 月に施行された道路法施行規則の改正により、トンネル等構造物は近接目視により五年に一回の頻度で点検を行うことが義務付けられた。

西日本高速道路(株)関西支社管内におけるトンネル詳細点検では、保全点検要領<sup>1)</sup>に準じて現地における覆工全面の近接目視かつ打音点検・触診を行う詳細点検Bの前に、トンネル覆工表面の画像撮影を行い、机上による画像解析によって特に重点的な点検が必要な箇所を抽出する詳細点検Aを実施している。



写真-1 覆工表面画像撮影状況

保全点検要領には覆工表面画像撮影の目的として、「重点点検箇所、重点点検スパンの把握のほか、変状箇所等の客観的な記録の保存および覆工表面画像撮影が近接目視代替手法となる検証を行うためのデータ蓄積を目的として実施するものである。」と記載があり、本稿では検証の前段階として、これまでに蓄積したデータを用いた詳細点検Aの特性の把握および抽出精度の検証について報告する。

2. 検証方法

詳細点検Aで画像抽出した変状と詳細点検Bで現地確認を行った結果との一致率を算出した。不一致だったものについては個別に確認し、下記の5パターンに細分を行った。

マイナスの不一致  
プラスの不一致

△：詳細点検Bの結果と詳細点検Aにより抽出した変状の種別が異なったもの

□：詳細点検Bにより、詳細点検Aで抽出されていない新たな浮き、浮き音が発見されたもので、なおかつ、画像による抽出が不可能と判断されるもの

■：詳細点検Bにより、詳細点検Aで抽出されていない新たな浮き、浮き音以外の変状が発見されたもので、なおかつ、画像による抽出が不可能と判断されるもの

×：詳細点検Bにより、詳細点検Aで抽出されていない新たな浮き、浮き音以外の変状が発見されたもので、なおかつ、画像による抽出が可能と判断されるもの

☆：詳細点検Aで誤認識して抽出したもの（覆工面の汚れ、虫等の抽出）

ここで、マイナスの不一致： 詳細点検A < 詳細点検B （詳細点検Aで未抽出の不一致）  
プラスの不一致： 詳細点検A > 詳細点検B （詳細点検Aで過剰抽出の不一致）

検証の対象としたトンネルは表-1 のとおりである。これらのトンネルを供用経過年数によって検証グループα、β、γに区分した。

表-1 検証対象トンネルの諸元

| トンネル名 | 上下線区分 | トンネル延長  | 掘削工法 | 目地形状  | 詳細点検A実施年度 | 詳細点検B実施年度 | 供用経過年数 | グループ区分 |
|-------|-------|---------|------|-------|-----------|-----------|--------|--------|
| aトンネル | 上り線   | 430.0m  | 矢板工法 | 突合せ目地 | 2012年度    | 2013年度    | 52年    | α      |
|       | 下り線   | 418.0m  | 矢板工法 | 突合せ目地 | 2012年度    | 2013年度    |        |        |
| bトンネル | 上り線   | 377.0m  | NATM | 突合せ目地 | 2013年度    | 2014年度    | 27年    | β      |
|       | 下り線   | 435.0m  | NATM | 突合せ目地 | 2013年度    | 2014年度    |        |        |
| cトンネル | 上下線共有 | 318.0m  | NATM | 台形目地  | 2013年度    | 2014年度    | 13年    | γ      |
| dトンネル | 上下線共有 | 1238.0m | NATM | 台形目地  | 2013年度    | 2014年度    |        |        |
| eトンネル | 上下線共有 | 2629.0m | NATM | 台形目地  | 2013年度    | 2014年度    |        |        |

なお、詳細点検Aの撮影カメラは全てハイビジョンカメラを使用し、解析に使用する覆工表面画像は1pixel:2.5mmである。

キーワード トンネル維持管理, トンネル覆工画像, 画像解析  
連絡先 〒567-0032 茨木市西駅前町5番26号 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-658-2420

3. 検証結果

3-1. 各グループ別精度検証結果

図-1 の各グループ精度検証結果より、一致率は 80%前後になることがわかる。画像解析は、記入者→照査者→最終確認者の3者によるチェックを行い、変状の抽出漏れおよび記入者によるバラつき防止を図っている。

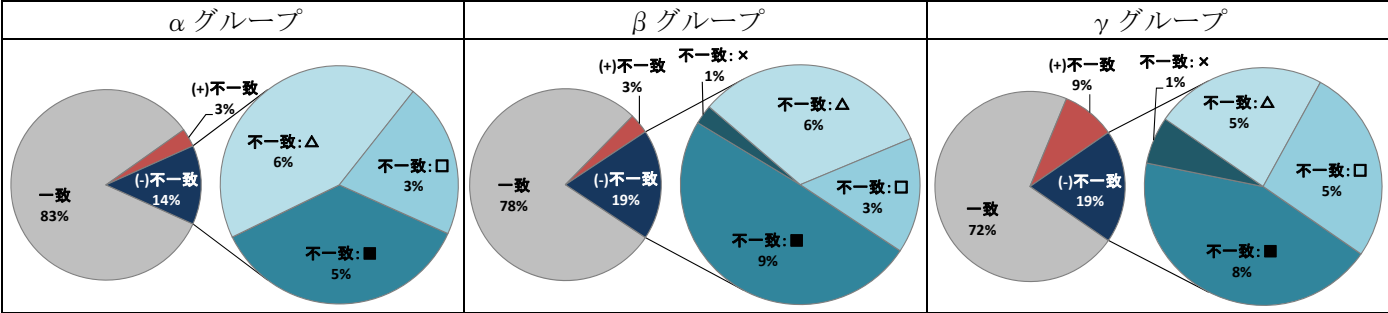


図-1 各グループ 精度検証結果

3-2. 画像抽出不可の変状の内訳

詳細点検Bの結果、詳細点検Aで抽出されなかった新たな浮き、浮き音以外の変状が発見されたもの(図-1 不一致:■に該当)について、変状種別の内訳を図-2 に示し、抽出できなかった理由の割合を図-3 に示す。

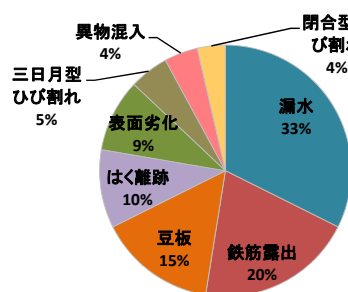


図-2 画像抽出不可の変状種別

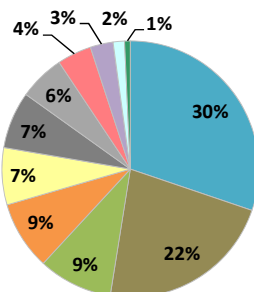


図-3 画像抽出不可の理由

図-2 の画像から抽出できていない変状のうち、最も大きい割合を占めている漏水は、画像から「漏水しているか」を判断するのは難しく、覆工画像を撮影してからの経時変化の影響も考えられる。

次に、図-3 の画像抽出ができない理由として「変色から変状の判断ができないもの」、「変状が小さく確認ができないもの」等、画像精度または抽出技術によるものが全体の大半を占めている。他には、照明等の裏にある変状など、物理的に画像判断ができない箇所が存在している。また、はく落の危険性が高い目地際・台形目地内の変状も一部抽出できていないため、現地にて近接確認せざるを得ない。

3-3. 供用経過年数と一致率について

供用年数が経つにつれ、一致率が上がる傾向が見られる(図-4)。これは、年数が経過するにつれ覆工コンクリートの乾燥収縮等の変状が収斂し、新たな変状の発生頻度が少なくなったためと考えられる。また、詳細点検Aは、現地点検時に記載した覆工面のチョーキングおよび前回点検時のひび割れ展開図を参考に変状の抽出を行っているため、点検回数の多いトンネルの方が変状の把握およびデータの蓄積がされており、一致率が上がった一つの要因とされる。

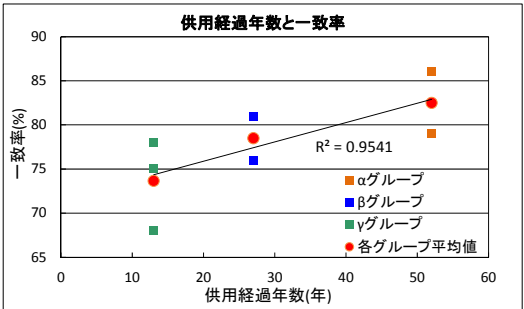


図-4 供用経過年数と一致率の関係

4. まとめ

不一致(×)の画像見落とし変状についても、全体数からすれば微量(2%)ではあるが存在している。精度を向上させるには、画像精度の向上および自動抽出の技術を用いて再抽出することなどが考えられる。

今後について、撮影カメラ種別をハイビジョンカメラからラインセンサーカメラに変更したことによる抽出精度の変化を把握し、現在行っているトンネル詳細点検Aが近接目視の代替手法として採用されるための検証を進めていくとともに、適用範囲の設定等、運用方法の検討を行い、点検の効率化を推進していきたい。

参考文献

1) 西日本高速道路㈱ 保全点検要領(構造物編), 平成27年4月