

既設道路トンネルの路面・覆工変形に関する調査事例の紹介

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 法人会員 ○安田 賢哉
(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 法人会員 菊池 慎司
東日本高速道路(株)東北支社 正会員 宮沢 一雄
応用地質(株)東北支社 正会員 鶴原 敬久

1. はじめに

NATM 工法で施工された後、約 17 年供用した高速道路トンネルにおいて、側壁 1 スパンに内装タイルを貫通して覆工コンクリートに水平ひび割れ（幅 0.8～2.0mm）が生じていることを発見した（図-1）。隣接するスパンにはひび割れなどの顕著な変状は認められなかったが、当該スパンにはひび割れの他、覆工下半部・監査路のはらみ、隣接スパンとの段差、円形水路呑み口開口幅の縮小等の変状、ならびにコンクリート舗装の路面にもひび割れが生じていた。

そこで、覆工にひび割れが発生した高速道路トンネルにおいて、3D スキャナーを用いた 3 次元形状測定により路面および覆工の変形状況を調査した。

その結果から、路面に関しては一定勾配からの変化量を解析することにより、隆起範囲を明確にすることが可能であることが判った。また、覆工部については、多数の断面データを作成し比較することで、変形の範囲を確認できた。これらの解析の結果、変状は延長方向には数 m 程度の狭い範囲のみで発生していることが分かり、今後計画している詳細調査の範囲を絞り込むことが可能となった。

2. トンネル概要

調査対象となったトンネルは、平成 9 年より供用を開始した福島・新潟県境に位置する長大山岳トンネル（延長 2,759m）であり、当該箇所は上半先進による機械掘削で施工された。構成地質は、流紋岩・デイサイト等の火山岩類を主としており、特に変状のあった 1 スパンには脆弱化した流紋岩の薄層（厚さ 10m 未満）が分布することが工事記録により分かっていた。トンネル施工時での岩判定においては健全と評価されたため、インバートがない支保構造（C パターン）となった。

供用後 12 年経った最新の詳細点検（平成 21 年実施）の結果では、当該スパンのアーチ部に斜め方向のひび割れがあるのみで、特段大きな変状は確認されていなかった。

3. 調査手法

調査に用いた機器は 3D スキャナーであり、当該スパンを中心としたトンネル縦断方向に約 30m の範囲で路面ならびに覆工面の点群データを取得した（写真-1）。

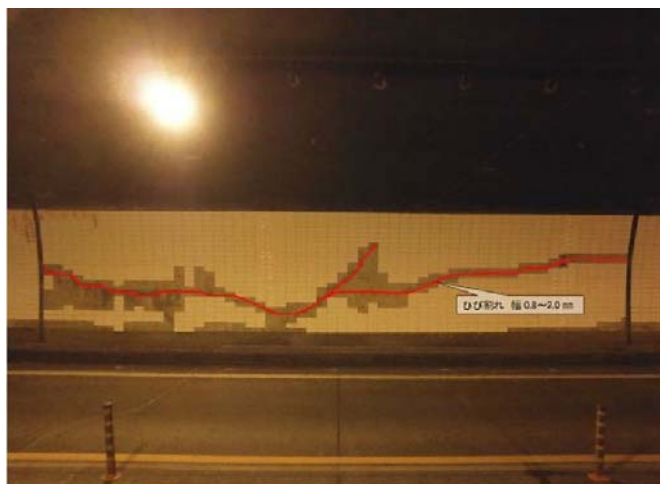


図-1 トンネルに生じたひび割れ状況¹⁾
（ひび割れ（赤線）付近の内装タイルを撤去した）



写真-1 3D スキャナー計測状況

キーワード トンネル，路面隆起，維持管理，3D スキャナー

連絡先 〒980-0013 仙台市青葉区花京院 2-1-65-14F (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 保全技術部 TEL 022-713-7290

詳細には、路面ならびに覆工の形状を把握するため、平均 5 cm 間隔の点密度で測定を行った。また、斜め方向の測定によるデータ密度に疎密を発生させないために、トンネル縦断方向に概ね 20m 間隔で 3D スキャナーを移動させて測定を行った。

本測定で取得できた点群データより等高線図やスライス断面図等を作成して、トンネル内空面の凹凸状況を把握した。

4. 調査結果

トンネル断面形状のスライス断面図の例を図-2 に示す。

健全な断面と変状が認められる断面とを重ね合わせ、それらの差を変位とし、10 倍に拡大して表現した（図-2 の赤線）。

アーチ天端付近では、施工誤差と思われる 1 cm 程度の小規模な差異が認められる一方、側壁部に当たる覆工では明らかに内空側にはらんでおり、その最大値は 6cm であった。

図-3 に路面の等高線図を示す。路面にはトンネル縦断方向および横断方向にそれぞれ勾配があるため、変状のない路面の等高線は一定間隔の斜線として表現される。

結果、隣接するスパンでの路面に異常はなく、覆工目地および路面目地部での変化も特に認められなかった。しかし、上り線路肩付近の覆工壁面変状区間（図-3 中央下半部）においては複数の等高線が波打っており、路面の変状を概略的に示すことができた。

路面変状をさらに詳細に見るために、図-3 の結果から得られる路面勾配を一定と見なした仮想の路面高さを算出し、現況路面高さとの差をコンターマップとして解析したのが図-4 である。

図-3 の路面の変状箇所には、最大約 2.4cm 隆起の同心円構造が表現され、路面 1 スパン内の狭い範囲に収まっていた。また、隆起のピークと路面のひび割れ発生位置は概ね対応していることから、3D スキャナーで特定した路面隆起範囲は現場の変状状況と対応していることが確認された。

5. まとめ

3D スキャナーで得られた点群データより平面図や断面図を作成することで、変状の範囲と変位量を定量的に把握できることが示せた。目視による「覆工の水平ひび割れ」から端を発した本測定により、トンネルに生じた変状は①覆工のはらみ（最大 6cm）および②路面の隆起（約 2.4cm）であることが判った。

詳細調査としてボーリング調査を計画しているが、本検討はボーリング数量ならびに地点選定に寄与するものとする。今後は、地質確認と共にボーリング孔を利用した変位測定を実施し、これまでに露見した変状の発生機構を解明したいと考える。

参考文献 1) NEXCO 東日本ホームページ プレスリリース

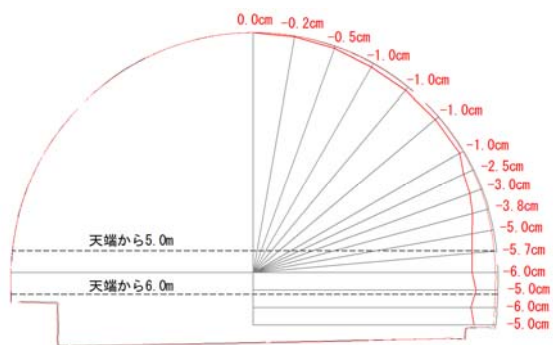


図-2 トンネル断面形状結果

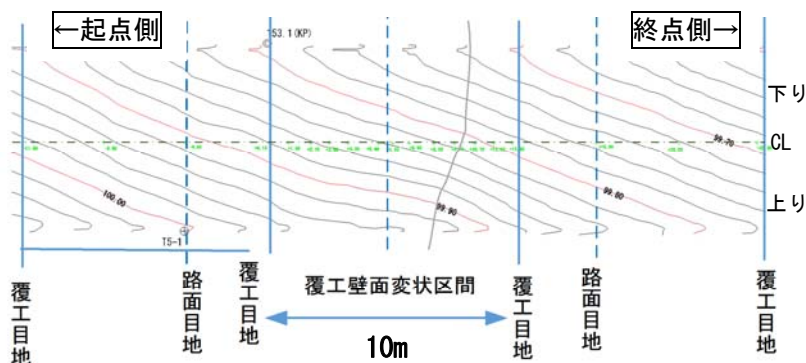


図-3 路面等高線図（等高線間隔は 2cm）

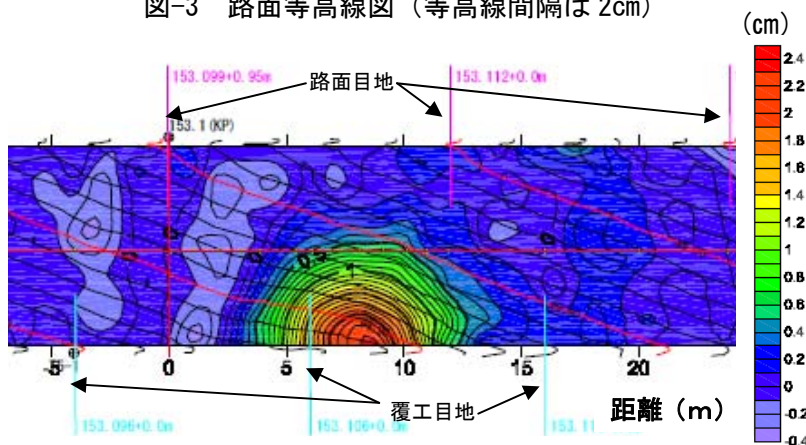


図-4 路面隆起量解析図（高さ間隔は 0.1cm）