

トンネル中央排水工の閉塞位置特定調査について

西日本高速道路エンジニアリング中国（株） 正会員 ○駒井 優樹，末永 拓嗣，原川 朝木
西日本高速道路（株） 非会員 今田 一郎，増永 翔吾

1. はじめに

調査対象のトンネルは、平成21年11月に供用開始された比較的新しいトンネル（NATM L=2,986m）であり、内部の舗装は連続鉄筋コンクリート舗装版を有するコンポジット舗装である。表層面には、約80m（40m×2箇所）に及ぶ路面滞水が頻発し、冬季の結氷やスリップ事故の交通障害の危険性があった。変状が最初に確認された時期は定かでないが、平成24年以降頻繁に確認され、応急対策として路肩部の円型水路の底面に水抜き孔を削孔して、舗装版下の地下水を導水していた。

路面滞水の原因は、中央排水工（図-1）が部分的に閉塞して機能不全に陥り、降雨時に増加した地下水が、舗装版下で飽和状態となり、表層面まで上昇しているものと推察された。

本論は、調査事例の少ないトンネル内路面滞水の原因について、調査方法を創意工夫し、中央排水工の閉塞位置を特定した手法について報告するものである。

2. 路面滞水の概要

路面滞水は、東坑口から1,738m地点となるKP356.034と、KP356.291の2箇所まで広く発生していた。応急対策として、路肩部の円型水路底面に水抜き孔が多数削孔されており、舗装版下の地下水を導水し、経過観察していた。

路面滞水位置を図-2に、路面滞水の状況と円型水路底面の水抜き孔から噴出する地下水の状況を写真-1～写真-2に示す。

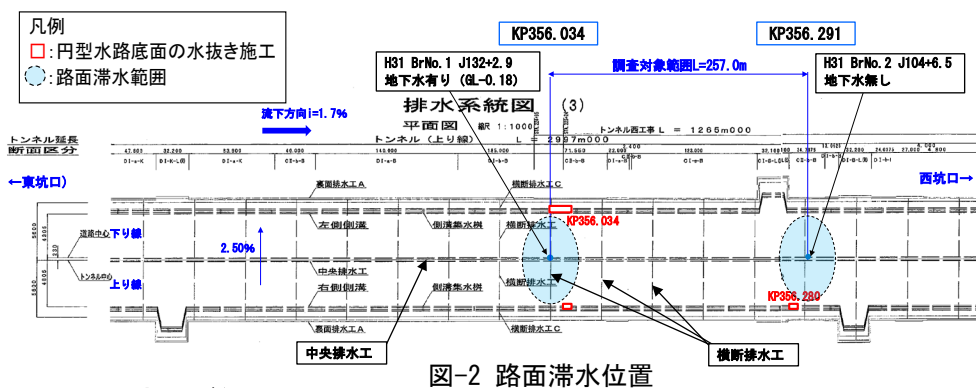


図-2 路面滞水位置

3. 調査内容及び結果

3.1 赤外線カメラ調査

赤外線カメラ調査は、周辺の熱環境や物質の材質・熱的性質の違いにより、物体表面の温度変化が異なることを利用する。撮影は、監視員通路上から行い、舗装版下の地下水が飽和状態になることで、中央排水工上部の舗装表面に温度差が生じると推定し、試行的に行った。

この調査では、地下水の影響と考えられる表面温度の変化は確認できたが、閉塞位置の詳細な特定はできなかった（図-3）。

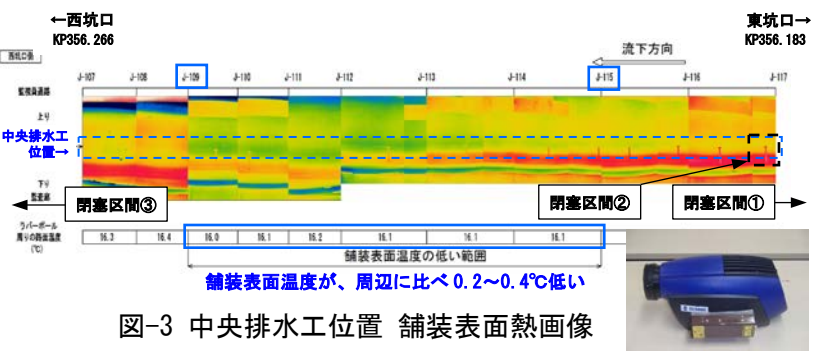


図-3 中央排水工位置 舗装表面熱画像

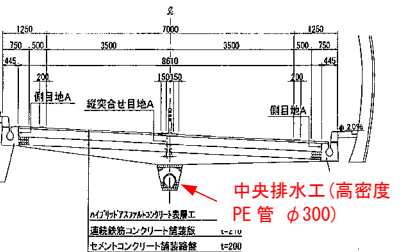


図-1 トンネル内標準断面図



写真-1 路面滞水の状況



写真-2 円型水路底面の水抜き孔 (KP356.034 下り線側)

キーワード トンネル変状調査，路面滞水，中央排水工閉塞，赤外線カメラ調査，地下水位確認調査
連絡先 〒733-0037 広島市西区観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国（株） TEL082-532-1433

3.2 地下水位確認調査（ドリル削孔調査とボーリング削孔調査）

中央排水工の閉塞箇所を、想定される閉塞区間がある程度絞り込む目的で、ドリル削孔調査（写真-3、図-4 1本目～14本目：φ18mm）を順次実施した。中央排水工の直上を表層からドリル削孔し、孔内を観察して地下水の有無を確認した。地下水位は、閉塞部の上流で高くなり、下流側では低くなると推定し、水位の状態から想定閉塞区間の範囲を徐々に絞り込んだ。想定閉塞区間は3箇所あり、この上流と下流それぞれに、中央排水工内部に到達するボーリング削孔調査を行い、（写真-4、図-5 C-1～C-6：φ66mm）孔内にファイバースコープを挿入して、中央排水工管内の観察調査ができるようにした。



写真-3 ドリル削孔調査 写真-4 ボーリング削孔調査

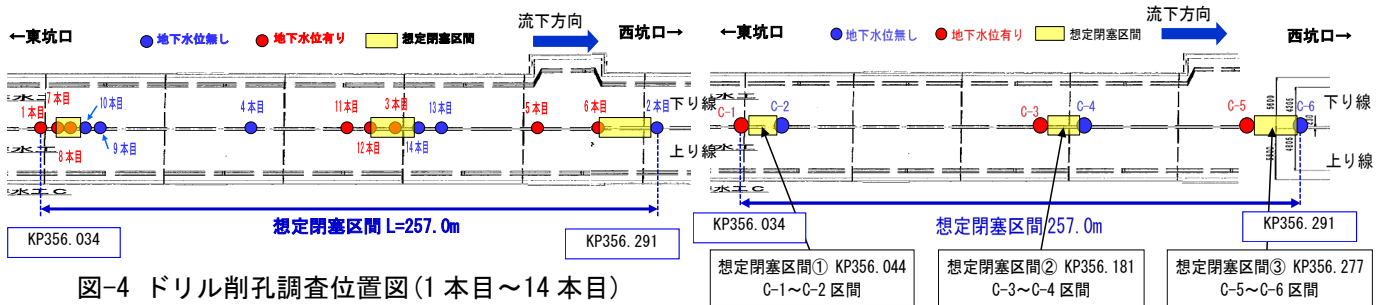


図-4 ドリル削孔調査位置図（1本目～14本目）

図-5 ボーリング削孔調査位置図（C-1～C-6）

3.3 ファイバースコープ観察調査

ボーリング削孔調査孔（図-5 C-1～C-6）から、ファイバースコープ（ケーブル延長 L=30m）を管内に挿入し、画像観察による閉塞箇所の特定を試みた（写真-5）。この結果、中央排水工の座屈損傷、変形、管内閉塞が画像で確認できた（写真-6）。座屈や変形の形状は、上部から圧力を受けて内部にフィルター材（単粒砕石）の流入した箇所や、側方から圧力を受けて卵形に変形した箇所が見られた。

閉塞区間の位置は、ファイバースコープのケーブル挿入長を基に推定した。これにより、中央排水工の3箇所の閉塞区間について、詳細位置を特定することができた。

4. 開削調査による調査精度の確認

調査で特定した中央排水工の閉塞箇所は、最下流の閉塞区間③（図-5）から、開削調査と補修を実施することを提案した。開削調査を実施した結果、中央排水工が破損し、フィルター材が管内に流入し閉塞を招いていることが判明した。破損箇所は、横断排水工との接続部近傍であり、位置調整用の短尺管（L=200mm）の剛性不足から、変形、破損したものと考えられる（図-6）。実際の閉塞位置は、調査による推定位置と約 1.4m の相違があったが、調査の精度としては問題の無い範囲であった。

5. まとめ

本調査は、中央排水工の閉塞に起因する路面滞水において、閉塞箇所を特定する調査方法の一例を示し、調査の結果から、詳細設計を行い補修方法の提案をした。残りの閉塞箇所①及び②については、近々に補修工事を実施する計画が立案されている。

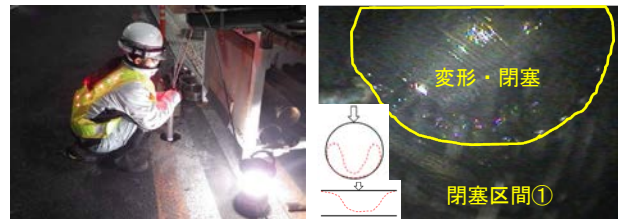


写真-5 ファイバースコープ観察調査（右：管内）

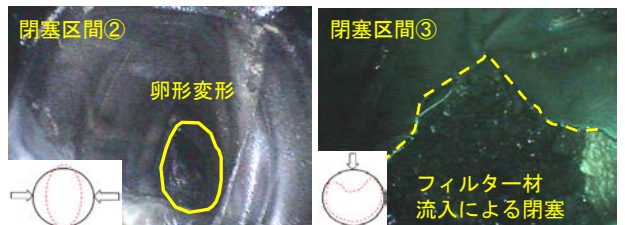


写真-6 中央排水工管内状況

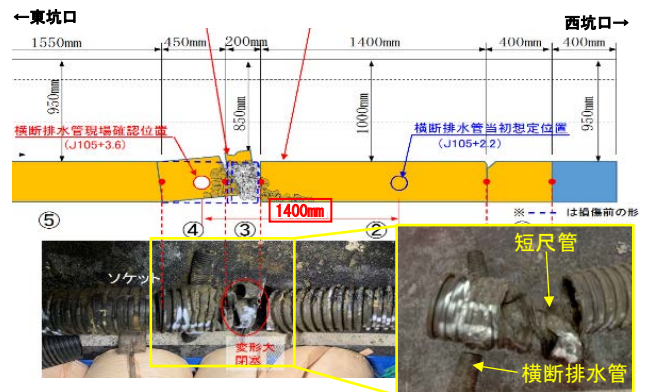


図-6 中央排水工開削調査結果