

開削トンネル下層路盤における湧水対策

阪神高速道路(株) 正会員

○加瀬 駿介, 杉岡 弘一, 星住 哲也

1. はじめに

現在建設を進めている阪神高速道路6号大和川線では、開削トンネル区間の一部で、湧水が発生している。そこで止水対策を実施したが、全ての湧水を止めることはできなかった。また、止水対策を実施した箇所の一部より湧水の再発生が確認され、現在止水されている箇所においても、将来的な湧水の発生が懸念される。

現地は、**図-1**に示すようにA、E区間が縦断勾配約3.0%の勾配区間、B～D区間が縦断勾配約0.4%の緩勾配区間となっており、

湧水が**写真-1**に示すように、勾配の変化点や不陸の生じている底版に滞水している。湧水が発生している区間の下層路盤は、再生砕石を使用しており、底版から発生する湧水の対策を怠った場合、路盤の損傷が懸念される。湧水によって最も懸念されるのは、路盤材のエロージョン(浸食)による路盤支持力の低下である。エロージョンは、再生砕石を使用した下層路盤に湧水が滞水することで発生し、下層路盤を空洞化・泥濁化させる¹⁾。それにより、下層路盤は支持力が低下するため、アスファルト舗装やコンクリート舗装が沈下やひび割れを起こし、破壊に至る。以上の問題から、「湧水が路盤内に滞水しないよう、速やかに排水できる構造とする」「湧水に対し耐久性の高い路盤を構築する」という2つの設計思想に基づき湧水対策を検討した。



写真-1 底版の滞水状況



図-1 湧水発生区間の縦断勾配

2. 湧水を速やかに排水する路盤の検討

図-1のB～D区間は、緩勾配区間であり、かつ不陸の影響で縦断勾配がほぼフラットになっている。また、底版には排水勾配が設けられていない。このような現地条件のため、湧水が広範囲に広がり底版上に滞水しており、止水と導水マットによる線的な湧水対策のみでは、路盤の損傷が懸念される。

この対策として、底版に調整コンクリートを打設することで横断勾配を設け、湧水の排水機能を確保した。更に、**図-1**のD区間はE区間との縦断勾配の変化点であり、勾配が緩くなることで流速が落ちることから、路盤内に滞水することが懸念される。また、**図-1**のB区間は、底版にひび割れが多いことから、将来的に再発生した湧水が、底版から調整コンクリートに派生したひび割れを上昇し、路盤内に滞水する可能性が高い。よって、この2区間については、調整コンクリートの上部に排水性が高く、湧水に対し耐久性の優れたポーラスコンクリート層を設け、面的な排

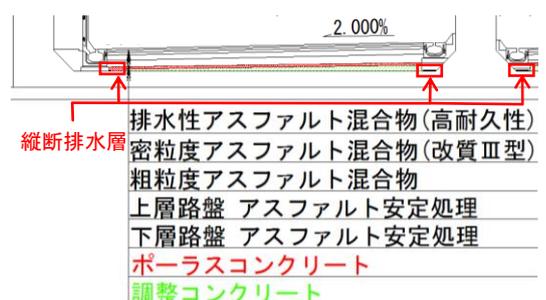


図-2 D区間標準断面図

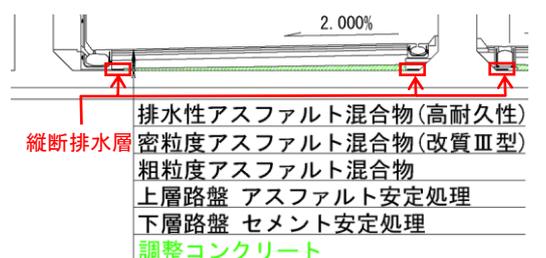


図-3 C区間標準断面図

キーワード 湧水対策, ポーラスコンクリート, セメント安定処理, 下層路盤,

連絡先 〒590-0075 大阪府堺市堺区南花田口町2-3-20 阪神高速道路(株) TEL 072-226-4755

水層を構築した（図-2 参照）。これにより、湧水が調整コンクリート上面に浸透してきた場合でも、ポーラスコンクリート層の貯留効果及び、排水効果により、浸透水を遮断し、上部舗装構造への影響を防止することができる。一方、開断面区間である図-1 の C 区間については、底版における滞水は確認されたが、現地踏査の結果、滞水の原因は底版からの湧水ではなく、底版の不陸に雨水や上流部からの湧水が流れ込み、滞水したものと判断した。よって、C 区間については、図-3 に示すように底版に調整コンクリートを打設し、横断勾配を設け排水機能を確保するのみの対策とした。

面的な排水機能に加え、車線路肩部には縦断方向に排水層（以下、縦断排水層とする）を設け、調整コンクリートの横断勾配により集水した湧水を流末まで導く、線的な排水機能を構築した。縦断排水層は、導水マットで構築することとし、排水効率を高めるため、図-2、3 に示すように西行き・東行きの走行・追越両車線の底版上に配置する。なお、ポーラスコンクリートを使用する B、D 区間走行車線側の縦断排水層は、ポーラスコンクリートの耐久性を考慮し、導水マットではなく、図-3 に示すようにポーラスコンクリートと φ25mm 導水パイプで構築する。

4. 湧水に対し耐久性の高い路盤の検討

図-1 の A、E 区間は、約 3.0%の縦断勾配があり、湧水が底版から発生した場合、底版上に滞水せず流下することになる。底版上には、下層路盤として再生砕石が使用されており、湧水が流下した場合、再生砕石の細粒分が流れ出し、舗装構造への悪影響が懸念される。従って、この 2 区間では湧水の影響を直接受ける下層路盤を湧水に対し、耐久性の優れたセメント安定処理に変更した（図-4 参照）。また、流下した湧水は、各区間の境界部で図-2~4 に示す縦断排水槽へ集水する。今回使用したセメント安定処理の仕様は、路盤のエロージョン抵抗性と使用材料の関係についてまとめた表-1 より、エロージョンを防ぐためにクラス B のセメント量（約 5%程度）が必要であることが分かる²⁾。セメント量と強度の関係についてまとめた過去の配合実績例を表-2 に示すが、約 4~5%のセメントを添加した場合の一軸圧縮強度は 3N/mm²となる³⁾。また、NEXCO 各社では舗装の耐久性を確保するため、コンクリート舗装用路盤は、原則としてセメント安定処理路盤を規定しており、その規格は表-3 に示すように 3N/mm²以上としている⁴⁾。従って、セメント安定処理の仕様は、目標一軸圧縮強度を 3N/mm²とすれば強度的にも問題はないと考える。

5. まとめ

底版からの湧水による下層路盤のエロージョンを防ぐため、湧水の滞水や流下状況に応じた対策を実施した。湧水の滞水、流下が懸念される箇所では、下層路盤を再生砕石からポーラスコンクリートに変更し、湧水の流下のみが懸念される箇所は、下層路盤を再生砕石からセメント安定処理に変更し、湧水対策を実施した。

6. 参考文献

- 1) 日本道路協会：舗装の維持修繕ガイドブック，2013。
- 2) 財団法人セメント協会：コンクリート舗装の補修技術資料，2015。
- 3) 中山栄作・高田佳彦・鈴木威・森重和・鎌田修：高速道路本線上におけるポーラスコンクリート舗装の室内試験による配合検討，舗装工学論文集第 17 巻，1_147，2012。
- 4) 東日本，中日本，西日本高速道路株式会社：設計要領第一集舗装編，p19，2013。

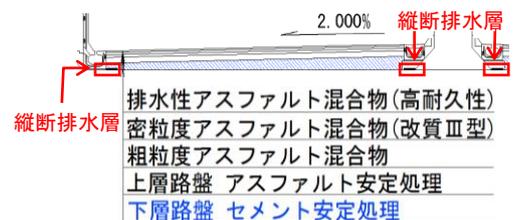


図-4 A 区間標準断面図

表-1 路盤のエロージョン抵抗性

分類	典型的な材料
クラスA: 非常にエロージョンしにくい	・最低7-8%セメント含むセメント安定処理路盤 ・最低6%アスファルト量を含むアスファルト混合物
クラスB: エロージョンしにくい	・5%程度のセメント量の プラント混合セメント安定処理路盤材料
クラスC: 条件次第でエロージョンが生じる	・3.5%程度のセメント量の プラント混合セメント安定処理路盤材料 ・3%アスファルト量を含むアスファルト混合物
クラスD: エロージョンしやすい	・2.5%程度のセメント量の プラント混合セメント安定処理路盤材料 ・現場混合の細粒セメント安定処理路盤 ・清浄かつ良好な粒度の粒状路盤
クラスE: 極めてエロージョンしやすい	・細粒分を多く含む、粒状路盤材

表-2 セメント安定処理の配合実績

現場名	目標強度を満足する添加量	目標強度
A	4.11%	一軸圧縮強度 3N/mm ²
B	3.88%	
C	4.35%	
D	4.35%	
平均	4.17%	

表-3 セメント安定処理の基準値

項目	工種	下層路盤	上層路盤	備考
CBR		60以上	-	処理後、 3日養生+4日水浸の値
一軸圧縮強度 (N/mm ²)		-	3以上	処理後、 6日養生+1日水浸の値
現場締固め度 (%)		95以上*	100以上**	*試験便覧T011-E方法 **試験便覧T011-A方法