

湧水期における路面からの異常湧水の発生に関する考察

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○森山 裕介
 同上 正会員 佐々木 薫
 同上 正会員 大島 新悟
 西日本高速道路(株) 非会員 中野 尚人

1. はじめに

山陽自動車道広島 IC～広島 JCT 間（昭和 63 年 3 月 20 日供用開始）に位置する武田山トンネル西坑口付近（289.4kp）において、令和 2 年 11 月 10 日（火曜日：天候晴れ）9:50 ごろ高速道路管理隊から中央分離帯に湧水があり、下り線車線部に染み出してきているとの報告があった。このため、ただちに湧水個所でのポンプアップ、土嚢による釜場の設置により本線への染み出しを防ぐ対策を実施した。本報文は、このように突然発生した湧水に対する各種の応急対策を取りまとめるとともに、その発生メカニズムを推測し解明したものを報告するものである。

2. 現況調査

湧水は、図-1～4 に示す団地造成の盛土ののり尻部を片切・片盛した土工部の中央分離帯で発生した。湧水量は、約 70～120/min であった。団地から流入する雨水等は本線盛土の下部を横断するパイプカルバートφ1.2m を経由してカルバートボックス（2.0×2.0m）で排水される構造となっているが、この横断構造物や周辺の用排水路及び地下排水工の状況を調査したが、湧水と関連すると思われる損傷等は確認できなかった。詳細図面から盛土内に砕石で構築された幅 1.0m、深さ 1～5m、長さ函渠東側 8m、西側 36.8m（全長 44.8m）の湧水処理工が設置され、その周辺に団地の盛土内から農業用の用水を引水するための地中マスが設けられていた。

湧水個所近傍の降水量は、7 月に 779mm/月の雨がかったものの、直近の 8～11 月に 4.0～171.5mm/月と比較的少ない降水量であった。本湧水に直接影響を及ぼす降水量は認められなかったが、約 4 ヶ月前の 7 月の降水量が関与していることも考えられた。

3. 水質調査

水質調査水質分析は、ヘキサダイアグラム¹⁾を用いて行った。結果を図-5 に示す。当地区の水質は、陽イオンにナトリウムイオンを多く含み、陰イオンに炭酸水素イオンを多く含む Na-HCO₃ タイプ（重炭酸ナトリウム型）となっている。これは、地表から比較的浅い位置にある地下水といえる。中央分離帯の湧水個所 A の水質と上流側の湧水調査地点 B とその下流調査地点 C 及び盛土内から引水される調査地点 F の水質は酷似していることから同一の地下水系と考えられる。また、調査地点 D・E・H は、調査地点 A の流末に位置しカルバートボックス内を通過することにより、コンクリート中の Ca²⁺を取込んだり、落差によって空気中の CO₂を取込んだものや凍結防止剤（NaCl）の影響をわずかに受けたもので、これも同一の地下水系と考えられる。ただ



図-1 湧水浸出し状況



図-2 中央分離帯部湧水状況

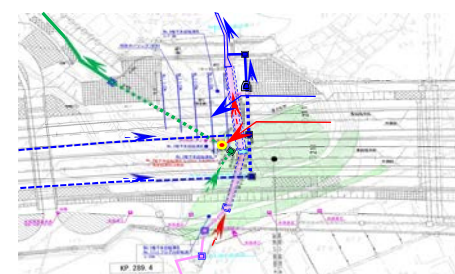


図-3 湧水個所平面図

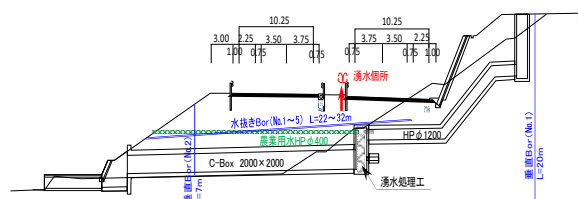


図-4 湧水個所周辺断面図（一部投影）

キーワード 地下水, 管内カメラ, ヘキサダイアグラム

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町 2-1 第3セントラルビル 6F TEL082-532-1430

し、垂直ボーリング調査地点 G の地下水は、他の水質と比べすべてのイオンが大幅に多く検出され、団地内の雑排水などが混入しているものと考えられ、調査地点 A の湧水とは異質のものと考えられる。これらのことから、本異常湧水は、団地造成の際に盛土された土砂内から湧出しているものではなく、別ルートから流入しているものと推測された。

4. 各種応急対策とその実施結果

中央分離帯からの湧水を処理する方策として、水抜きボーリング、地下の空洞化懸念に対する地盤沈下の GPS 計測器の設置、路面下の空洞を検知するための地中レーダーによる空洞探査、垂直ボーリングによる地下水位観測孔、既存排水管や地下排水工等の目詰り解消のための孔内高圧洗浄作業等を実施した。実施の結果、水抜きボーリングは、ボーリング削孔中に本湧水個所に若干の濁り水が生じたが、5 本中 1 本から 1.6l/min のわずかな湧水にとどまった。地下排水工の高圧洗浄は、ほとんど湧水には効果がなかったが、農業用水管 (L=48m・ $\phi=0.4$ m) は土砂等が詰まっており洗浄に 3 日要した。洗浄前の水量は 1~2 l/min 程度であったが、堆積していた土砂撤去後には 303l/min の大量の水量が泥土と混じって流出し、同時に、中央分離帯の湧水が解消された。このことから盛土内に地下水が滞水した原因は、この農業用排水管への土砂堆積による閉塞が原因であった。

5. 用水管内カメラ調査

湧水発生原因であった農業用の用水管の閉塞原因を調査するため、自走式のカメラを侵入させた。結果を図-6 に示す。閉塞原因は地中内に設置された排水管が集水柵付近で破損していたことからこれによるものと考えられた。管の接合部は、天端部で 20mm の段差が生じ下端部は継ぎ手が破損していた。これら変状により管の破損した上流側で用水が漏れ下流側に土砂が吸出され管内に堆積し排水管内を閉塞させたものと考えられる。

6. 湧水の発生メカニズム

中央分離帯における突然の湧水発生は各種調査の結果、図-7 に示す宅地造成盛土のり尻部に農業用水として引水されていた配管を高速道路建設時に地中盛土内において柵で接続し既設水路へ導水されていた。その際、地中の農業用の用水管が工事用車両などにより破損し経過年数とともに徐々に管内に土砂が堆積し、行き場のなくなった農業用水は、周辺の地下排水工、湧水処理工から流出し、さらには舗装粒状路盤内やガードレール支柱伝いに中央分離帯に湧水として流出したものと推測される。

7. さいごに

今回の事例から湧水処理に時間を要した原因としては、昭和後期の宅地造成で設けられた用排水設備が明確でなく、盛土内に構築された農業用の用水柵が地中内に埋設され外部から覗くこともできず地中内の構造物の全容が分かりづらい中での原因追及であった。建設工事における設計・施工にあたっては、維持管理を考え管理しやすい構造物の設計と施工、そして工事中に変更された場合、現地と合致した正しい記録の保存が望まれる。なお、本破損排水管への対策は完了し、今後異常湧水の発生は無い状態となっている。

さいごに、本報文で記した各種の調査や対策工が今後の類似する事象への一助となれば幸いです。

参考文献

- 1) 日本地下水学会 (2017) (2017.6.8参照) : 水質に関する説明, (オンライン) 入手先 <<http://www.jagh.jp/content/shimin/images/wakimizu/20111002/suishitu.pdf>>

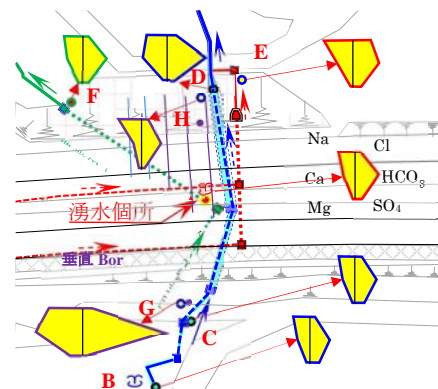


図-5 ヘキサダイアグラム (水質特性)

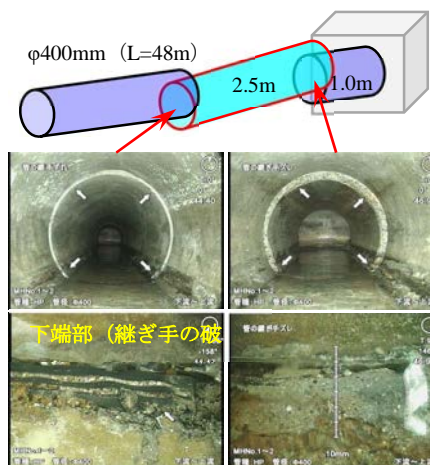


図-6 農業用の用水管内状況

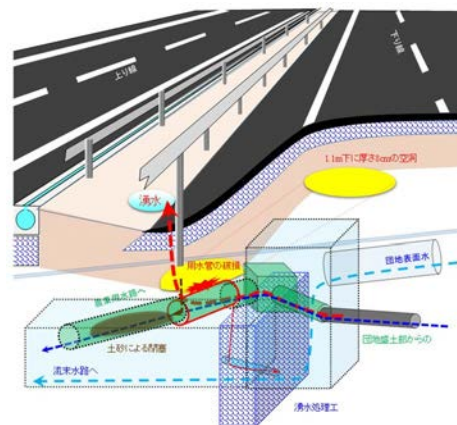


図-7 湧水発生メカニズム図