

盛土施工箇所下流域におけるアルカリ側に 基準値を超過した表流水発生の原因考察

(株)荒谷建設コンサルタント ○寺岡 康一郎, 酒井 一宏

1. はじめに

高規格道路のトンネル、長大切土計画地の調査ボーリングコアを用いて実施した岩石の化学試験結果より、施工で発生する残土から、「酸性水の発生」や「ひ素及びセレンの溶出」が懸念された。これらの施工で発生する残土は、高規格道路インターチェンジの盛土で処分する計画となっており、盛土計画地でこれらの懸念事項発生の有無をモニタリングする必要性が出てきた。このため、残土を処分している盛土施工箇所下流域において、排水を含む表流水を対象に、簡易水質試験を実施し、酸性水の発生の有無を調査した。モニタリングの結果、観測地点において、pHの各水質基準(飲料用水：5.8～8.6、農業用水：6.0～7.5、養魚用水：6.7～7.5)をアルカリ側に超過する pH9.26の表流水を確認した。本稿ではアルカリ側に基準値を超過した原因の仮説と、実施した詳細調査結果及び pH 超過の原因について述べる。

2. 経緯

(1) 事前調査結果

堆積岩中の自然由来の重金属等については、海成の泥岩中にひ素やセレンが多く含まれる事例が報告されており¹⁾、本調査地も海成の泥岩が分布している。このため、調査段階において、トンネル水平ボーリングの湧水を対象に重金属等濃度試験を実施し、環境基準以下ではあるが、「ひ素」が検出された。そこで、「ひ素」溶出原因特定のため、建設工区全域のトンネルや長大切土のり面のボーリングコアで岩石の化学試験を実施し、工区全域にわたり酸性水の発生や、一部工区でひ素及びセレンの溶出が懸念される結果が得られた。この結果を受け、掘削残土を処理する盛土施工箇所下流において、排水を含む表流水の簡易水質試験によるモニタリングを実施することとなった。

(2) アルカリ側に基準値を超過する表流水の確認

モニタリング開始直後の観測で、pHの各水質基準(5.8～8.6)をアルカリ側に超過する pH9.26の表流水を確認した。このため、観測箇所周辺で簡易水質試験を複数地点で実施し、表流水が停滞する地点で、アルカリ側に水質基準を超過する結果が得られた。

(3) アルカリ側に基準値を超過する表流水の原因仮説

施工状況、周囲の環境から、pHが水質基準を超過する原因の仮説を、以下①～③として考えた。

① 盛土材料からセメント成分の溶出

トンネルズリに吹付コンクリート片等が含まれる場合、盛土の浸透水にコンクリートのセメント成分が溶出し、pHが基準値を超過する可能性がある。

② 周囲の水田からアルカリ性農薬の流入

盛土施工箇所周辺には水田があり、観測当時稲作が実施されていた。水田に使用する農薬の中には、アルカリ性肥料(草木灰や籾殻くん灰)があり、これらの農薬を含んだ排水が観測箇所に流入することで、pHが基準値を超過した可能性がある。

③ 藻類の光合成

湖沼などでは、藻類の光合成によって、水中の二酸化炭素が消費され、pHが上昇する。同様に、藻類の繁殖した浅い池や貯水槽など、水の入れ替わりが少ない場所では、晴天の日中に pHが高くなることもある。観測箇所は表流水が滞留しており、藻類が繁茂していた。このため、pHが基準値を超過した可能性がある。

3. 詳細調査

原因解明のため、盛土施工箇所にて以下の詳細調査を計画実施した。

① 盛土材料を採取、精製水で攪拌混合し、簡易水質試験を実施

② 水田から水路への排水流入箇所での簡易水質試験を実施

③ 盛土から水路への表流水及び浸透水の流入箇所において、水が停滞している地点での日中から夜間にかけて連続した簡易水質試験を実施

4. 詳細調査結果

(1) 詳細調査①

砂岩及び泥岩主体の盛土材で試験を実施した。泥岩主体の盛土材では pHが酸性側に超過したが、いずれの試料もアルカリ側に基準値を超過するものは確認されなかった(図-1、表-1)。

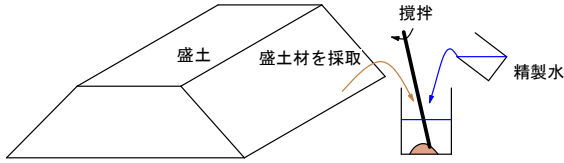


図-1 詳細調査① 模式図

表-1 簡易水質試験結果(抜粋)

| 観測箇所 | 気温 (°C) | 水温 (°C) | pH | |
|------|---------|---------|------|------|
| ① | 砂岩主体 | 30.0 | 33.1 | 7.40 |
| | 泥岩主体 | 29.0 | 32.4 | 3.94 |

(2) 詳細調査②

いずれの試料も基準値内となった。(図-2、表-2)

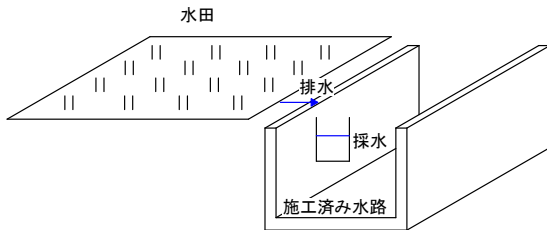


図-2 詳細調査② 模式図

表-2 簡易水質試験結果(抜粋)

| 観測箇所 | 気温 (°C) | 水温 (°C) | pH | |
|------|----------|---------|------|------|
| ② | 水田排水流入箇所 | 27.0 | 30.2 | 7.16 |

(3) 詳細調査③

アルカリ側に基準値超過を確認した地点で試験を実施した。日中の観測では、pH が基準値をアルカリ側に超過した。日光が当たり続けた16時ころにピークを迎え、最高値 pH9.31 を記録した。日陰になった17時以降 pH は下がり始め、19時以降は基準値内となった(図-3、図-4)。

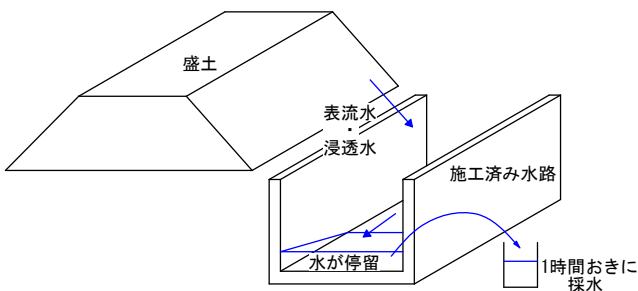


図-3 詳細調査③ 模式図

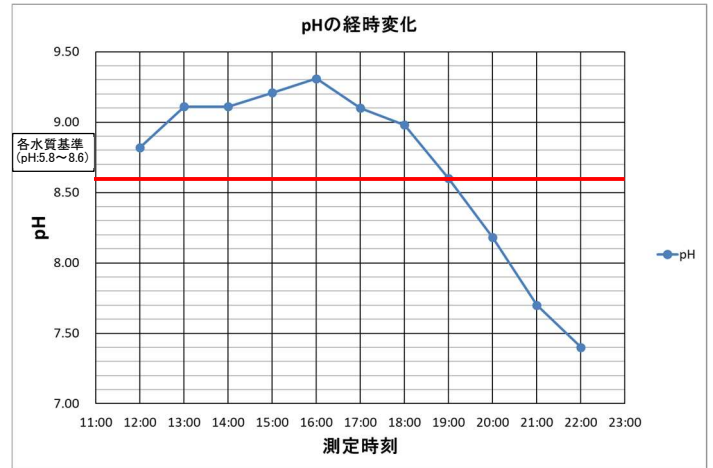
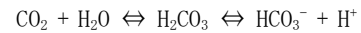


図-4 日中から夜間にかけての pH 経時変化

5. pH 超過の考察とメカニズム

詳細調査①及び②では、明確な原因の特定はできなかったが、詳細調査③の結果から、pH が日光の当たっている間は上昇、日光が当たらなくなってからは下降するデータが得られた。したがって、表流水の pH がアルカリ側に超過した原因は、藻類の光合成であると結論付けた。

なお、光合成によって pH が変化するメカニズムは、次のとおり、水中での二酸化炭素の平衡状態²⁾ で説明できる。



光合成により水中の二酸化炭素が消費されると、それに伴い炭酸イオンが減少し、最終的に水素イオン濃度が低下する。その結果、pH のアルカリ側超過が発生する。

6. その後の対応

詳細調査実施後も、簡易水質試験による観測を定期的に行っている。観測地点では、太陽光が強く、藻類の繁茂がみられた期間は pH のアルカリ側超過が観測されている。このため、現在までの表流水のアルカリ側超過も、光合成によるものとしている。

現在までに、酸性水の発生や、別の原因が考えられる表流水のアルカリ側超過は観測されていない。今後も、異常値が確認された場合は、原因特定の詳細調査を実施し、重金属等の流出防止のための水文観測を継続する。

《引用・参考文献》

- 1) 柿原康之・高橋良・遠藤裕司・八幡正弘・野呂田晋・駒井武・原淳子・川辺能成：堆積岩からの重金属等の溶出挙動，北海道応用地質研究会研究発表会講演予稿集，日本応用地質学会北海道支部，pp. 5～6、2009
- 2) 園池公毅：光合成の森
<http://www.photosynthesis.jp/faq/faq12-3.html>
 (確認日：2020. 8. 17.)