

吸着ろ過方式による 砒素含有排水処理の現場適用

石渡 寛之* 佐藤 靖彦**
 Hiroyuki Ishiwata Yasuhiko Sato
 久野 高敬***
 Takayuki Hisano

1. はじめに

新東名高速道路新城工事では、建設時に発生する重金属等含有土を遮水性のある材料で包み込む遮水工封じ込めによる対策盛土（図－1）を構築する対策工法が採用された。その対策盛土は、施工中の雨水排水処理のため、重金属等含有土の盛土内に縦坑および横引き排水管を設置する構造となる¹⁾。盛土内からの雨水排水には重金属等（当該現場では砒素）が溶出するおそれがあることから、水質監視を行うとともに、重金属等が管理基準（当該現場では環境基準）を超えた場合に備え、重金属等含有排水の処理設備を設置する必要があった。

一般的に、重金属等含有排水は凝集沈殿法による処理が採用されることが多いが、環境基準以下に処理するには日常の管理操作を必要とし、かつプラント設置に広い用地を要する等の課題があった。そこで今回、それら課題の解決策として、吸着ろ過方式による砒素含有排水の処理方法を検討し、現場適用した結果について報告する。

2. 吸着ろ過材の適用性評価

2-1 目的

吸着ろ過方式による砒素含有排水の処理は、砒素濃度が比較的低い地下水や湧水、工場排水等で利用されている。しかしながら、砒素を含む工事排水の処理に吸着ろ過方式が採用された事例の報告は見当たらなかった。そこで、排水等の処理でもっとも普及している鉄酸化物系の吸着ろ過材を用いて、適用性評価実験を行った。

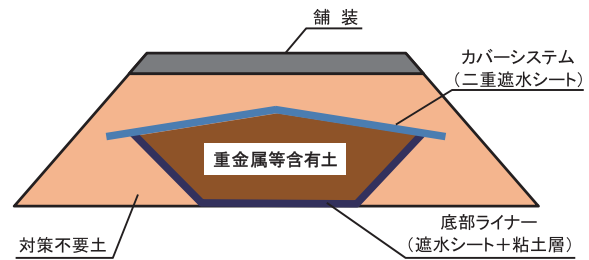
2-2 鉄酸化物系の吸着ろ過材

当該現場で発生する砒素含有排水は高 pH であり、濁水とまでは至らないが土粒子等の懸濁物質（SS）を含む可能性もある。そのため、選定した鉄酸化物系の吸着材（粉体）は、アルカリ性域での砒素の吸着特性を有し、通水性の確保のため、粒径 0.5～1 mm と粒径 1～3 mm の 2 種類（ろ過材 A、B）に造粒し準備した。

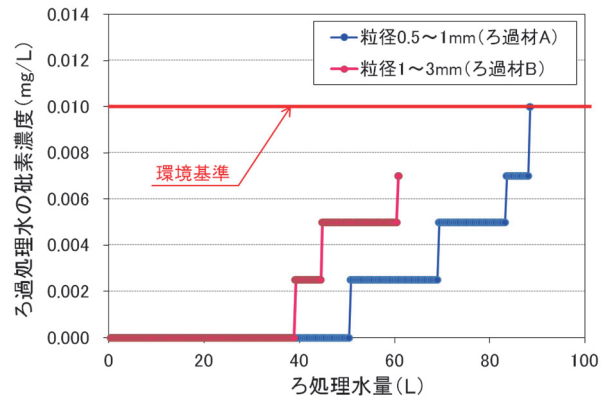
* 技術研究所地域環境グループ

** 技術研究所

*** 西日本(支)新城(出)



図－1 遮水工封じ込めによる対策盛土の概念図



図－2 ろ過材への連続通水実験の結果

2-3 実験方法

ガラスカラムにろ過材 50 g を充填し、マイクロチューブポンプを用いて、砒素含有水等を下向流方向で通水速度 $SV = 10$ にて連続通水した。ガラスカラム出口のろ過処理水中の砒素濃度の経時的変化を、簡易分析用試験紙（メルコクェント[®] ヒ素テスト（超高感度タイプ））で測定し、ろ過材の処理性能を確認した。また、ろ過材の通水性を確認するため、カオリンで SS 量 = 500 mg/L に調整した懸濁水で SS によるろ過材の目詰まり状況を確認した。なお、砒素含有水は、当該現場で発生する掘削ずに蒸留水を通水したもの（砒素濃度 = 0.012 mg/L （公定法分析）、 $pH = 7.7$ ）を供した。

2-4 実験結果

ろ過材への連続通水実験の結果を図－2 に示す。

ろ過材 A では、約 50 L までろ過処理水中の砒素濃度は不検出であったが、約 90 L をろ過した時点で、環境基準 (0.01 mg/L) に達した。ろ過材 B では、約 60 L をろ過した時点で、ろ過処理水中の砒素濃度が上昇したので、破過に近いと判断して通水を止めた。ろ過材により、破過までの処理水量が異なるのは、粒径の違いによる吸着比表面積によるものである。この吸着比表面積を考慮すると、両ろ過材とも選定した吸着材（粉体）の基本性能とほぼ同等に処理できることが確認された。

当該現場で発生する砒素含有排水は、砒素吸着に影響を及ぼす陰イオン（リン酸イオンや硫酸イオン等）²⁾ の共存が想定されるが、今回選定した吸着材は、それら陰イオンの共存下においても、大きな影響はなく砒素を吸着処理できることがわかった。

ろ過材 A の通水性は、カオリン懸濁水の 8 時間の通水ろ過で目詰まりが発生し、ガラスカラムの天端から懸濁水が溢れた。一方、ろ過材 B では 34 時間を超えても目詰まりは認めらず、一定の通水速度 (SV = 10) で通水ろ過できることが確認された。

以上から、ろ過材 B (粒径 1 ~ 3 mm) が吸着ろ過方式の砒素含有排水処理に適用できると判断された。

3. 吸着ろ過方式による処理プラント

一般的に、吸着ろ過方式の場合、吸着ろ過材を吸着塔に充填する。当該現場では、対策盛土から排水 (浸出) する砒素含有排水を沈砂池および排水槽を介し、吸着ろ過処理することになるが、土粒子等の SS の混濁も想定され、吸着塔では通水性の確認やメンテナンス等に懸念があった。そのため、それらに対応し得る、吸着ろ過槽を考案、製作した (図-3)。

また、高 pH (事前の掘削ずりの pH 試験の結果、平均 pH 10 程度 (最高: pH 11)) に対しては、炭酸ガス方式による pH 処理装置を組合せ、中和処理した。

4. 現場適用の結果

吸着ろ過材の適用性評価および事前検討を踏まえ、当該現場に設置した高 pH・砒素含有排水の処理フロー (処理水量: 15 m³/h) を図-4 に示す。

対策盛土の施工開始から沈砂池を撤去し排水処理システムを変更、縮小化するまでの約 1 年 7 カ月間にわたる砒素含有排水の吸着処理の結果を図-5 に示す。

砒素濃度は、アノーディック・ストリッピング・ボルタンメトリー法¹⁾を用い、2 回 / 日 (2014 年 8 月以降は 1 回 / 日) の頻度で測定し日常管理を行った。A および B 排水とも、砒素濃度は上昇傾向にあり、A 排水では、カバーリング完了後、継続的に環境基準を超過する溶出挙動を示した。処理水の砒素濃度は、約 1 年 7 カ月間にわたり、今回適用した吸着処理によって環境基準以下に処理することができた。なお、2014 年 7 月末時点でろ過材の理論的吸着量の 70% 程度に達していると推定されたことから、8 月 28 日にろ過材を全量交換した。

pH に関しては、炭酸ガス中和処理装置で問題なく管理基準内 (pH 5.8 ~ 8.6) に処理することができた。また、両排水の pH は徐々に低下し、カバーリング完了後には、管理基準内 (A 排水 = 7.3 前後, B 排水 = 6.7 前後) で推移する挙動であった。

5. まとめ

今回、対策盛土から排水される砒素含有工事排水に対して、吸着ろ過方式による処理を現場適用し、以下の点を確認することができ、合理的な処理方法であることが

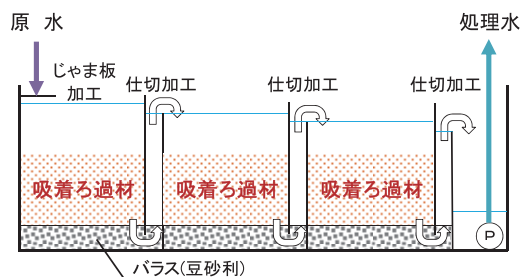


図-3 吸着ろ過槽の概念図

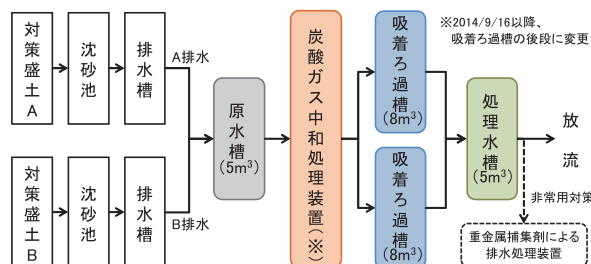


図-4 高 pH・砒素含有排水の処理フロー

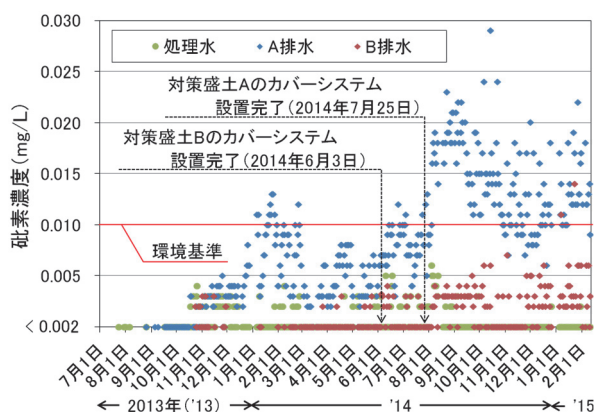


図-5 砒素含有排水の吸着処理の結果

わかった。

- ①凝集沈殿法による砒素処理のような難しい管理操作の必要がない。
- ②処理プラントの設置用地面積を凝集沈殿法の 5 分の 1 程度 (処理水量: 15 m³/h の場合) に縮小できる。

昨今、自然由来の重金属等含有土壌や岩石を掘削する建設工事において様々な環境対策が求められる中、今回の現場適用事例は、大いに参考になると考える。

謝辞: 今回の現場適用にあたり、中日本高速道路株式会社 豊川工事事務所の関係各位の他、多くの方々にご指導いただいた。ここに、謝意を表します。

参考文献

- 1) 中日本高速道路株式会社: 新東名高速道路豊川工事事務所管内土工設計・施工マニュアル, 2008.
- 2) 山下正純, 本田克久: 副生酸化鉄のヒ素吸着剤としての利用検討, 環境化学, Vol.18, No.4, pp.553-558, 2008.