

工事発生土中の重金属類の溶出濃度と pH・EC の関係性について

中央開発株式会社 ○柴田 樹, 橋本 智雄

1. はじめに

工事発生土のうち、自然由来重金属の溶出や酸性化リスクが懸念されるものは、要管理土として通常の発生土とは区別される。盛土造成において、要管理土が利用されるケースもあり、転用に当たって、滲出水の近隣水源への影響を考慮し、施工中～後にかけての地下水の水質管理が必要となる¹⁾。本研究では、複数サイトで得られた重金属関連の水質分析結果(対象重金属類の溶出濃度)や、施工中の水質測定データ(簡易に測定できる pH・電気伝導度等)を収集し、それぞれの相関性について評価・検討を行った。その結果、電気伝導度と重金属類の溶出濃度に相関性がみられるケースが複数確認され、これらの傾向を事前に把握しておくことで、施工中の簡易スクリーニング等への適用の可能性があることを明らかにした。

2. 検討に用いたデータと検討方法

本研究では、下記の①、②の2サイトにおける水質分析及び測定結果を基に検討を実施した。自然由来重金属類の分析項目は、カドミウム(Cd)、鉛(Pb)、六価クロム(Cr(VI))、ヒ素(As)、水銀(Hg)、セレン(Se)、フッ素(F)、ホウ素(B)の計8項目であり、pH及び電気伝導度は分析試料採水時のポータブル式による測定結果を用いた。なお、自然由来重金属類の溶出濃度は、環境省地下水基準に準拠して評価を行った。(表-1)

表-1 自然由来重金属類の溶出濃度基準値

項目	基準値 (mg/L)
カドミウム (Cd)	0.03
鉛 (Pb)	0.01
六価クロム (Cr(IV))	0.02
ヒ素 (As)	0.01
水銀 (Hg) ※	0.0005
セレン (Se)	0.01
フッ素 (F)	0.8
ホウ素 (B) ※	1.0

※の項目は、両サイトにおいて未検出

(1) サイト①:トンネル掘削発生土を対象とした実現象再現溶出試験データ(施工前段階)

トンネル建設事業の地質調査において、酸性化リスクや重金属溶出が懸念された地質を対象に実現象再現溶出試験(土研式雨水曝露試験)を実施した(写真-1)。対象地質はトンネル計画区間に分布する新第三紀の堆積岩類

(5層6試料)であり、試験装置からの滲出水を検体として水質分析(溶出濃度)を実施した。その結果、Cd、Pb、As、Se、Fの5項目で第1溶出基準の基準値超過(以下、溶出濃度の基準値超過)が確認された。なお、将来的にトンネル掘削による発生土は、一般道の整備(盛土)に転用される予定である。



写真-1 実現象再現溶出試験状況

(2) サイト②:トンネル掘削残土置き場周辺のモニタリングデータ(施工中)

サイト①とは異なる地域のトンネル建設事業において、工事施工期間の地表水・地下水の水質モニタリングを実施した(写真-2)。トンネル掘削及び盛土造成が施工段階にあり、発生土の盛土場や仮置きヤード、トンネル坑口部周辺において、重金属類に関する水質分析を実施している。なお、調査地域に出現する地質は新第三紀の堆積岩類であり、Cr(VI)、As、Seの3項目で溶出濃度の基準値超過(排水基準以下)が確認された。



写真-2 現地での採水状況

3. 重金属類の溶出濃度と pH の相関性

多くの項目で酸性(pH3.5以下)を示した際に基準値超過が確認され、中性～アルカリ性では溶出濃度が増加し難い傾向が確認された(図-1)。一方、Asは弱酸性～中性でも溶出濃度が増加する試料が確認されている。これは、ヒ素が酸性(3価)、アルカリ性(5価)のいずれでも溶出しやすくなる特性に起因している可能性も考えられるが、特定の試料(砂岩主体)でのみで確認されている。同様の傾向は鉛でも確認されており、今後詳細な溶出条件についても検討を進める必要がある(サイト②ではAsとSeで中性～弱アルカリ領域での溶出濃度増加が確認された(図-2))。

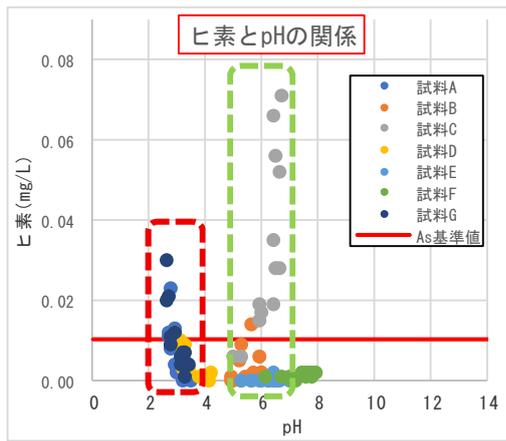


図-1 重金属類の溶出濃度とpHの相関図例(1)(サイト①)

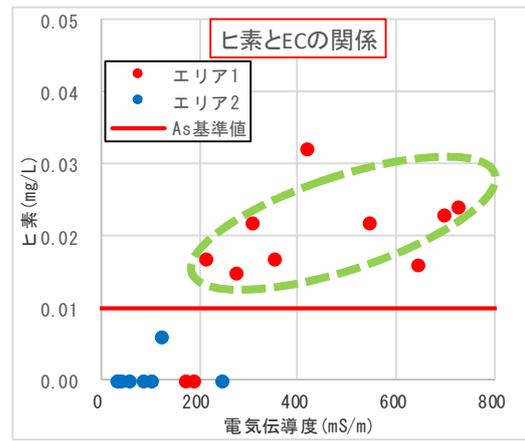


図-4 重金属類の溶出濃度と電気伝導度の相関図(2)(サイト②)

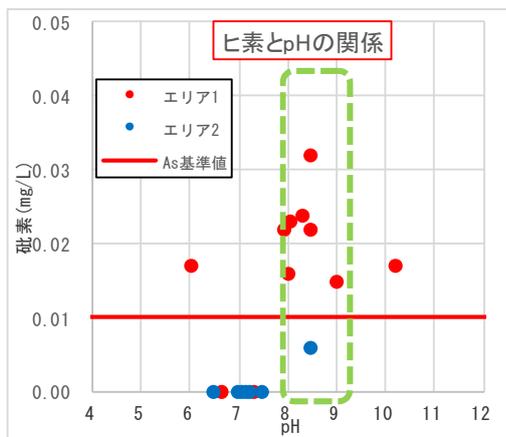


図-2 重金属類の溶出濃度とpHの相関図例(2)(サイト②)

4. 重金属類の溶出濃度と電気伝導度の相関性

Cd, Se, As, Fでは、各試料で重金属類の溶出濃度と電気伝導度に比較的明瞭な正の相関性が認められ(図-3、), 概ね EC=200mS/m 以上で溶出濃度の基準値を超過する傾向が見られた(サイト②でも概ね同様の傾向が確認された(図-4)). なお、前述の pH との相関性が低かった試料では、As, Pb とともに電気伝導度との相関性が低いことが確認され、地質条件により溶出特性に違いが生じている可能性も示唆される。

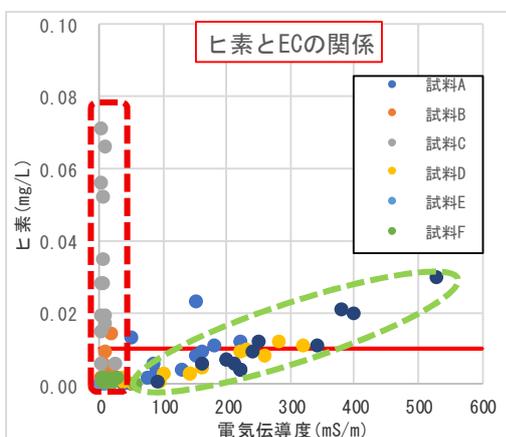


図-3 重金属類の溶出濃度と電気伝導度の相関図例(1)(サイト①)

5. まとめ

複数サイトの水質分析・測定結果を比較整理した結果、pHでは一般に指摘されているように、重金属類の溶出濃度と全般に相関性が高い(酸性時に溶出しやすい)ことを改めて確認できた。また、電気伝導度では、概ね EC=200mS/m 以上で溶出濃度の基準値を超過する傾向が確認された。今回は2サイトのみ結果であるため、直接指標値として用いることはできないが、比較的明瞭な相関性が確認されたことから、継続的なデータの蓄積により対象サイト・地質毎の指標値を設定できる可能性はあると考えている。

6. 今後の展望

水質の変化をいち早く察知できる簡易スクリーニング技術(リアルタイム測定)等への応用も視野に、可能な限り多様なサイトでのデータや事例の収集を進め、地域差の有無や対象物質毎の適用性の差異についても評価・検討を進めていきたいと考えている。

《引用・参考文献》

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル改訂委員会：建設工事における自然由来重金属等含有 岩石・土壌への対応マニュアル(2023年版)。2023。