

ノンコアボーリングを用いた地山の重金属類事前予測法 ー試料の重金属溶出における影響要因に関する検討ー

西松建設(株) 技術研究所 正会員 ○山崎将義, 山下雅之, 石渡寛之

1. はじめに

山岳トンネルにおいて、ずり仮置場が十分に確保できない場合は、掘削前に重金属類を予測する方法が求められている。筆者らは従来のコアボーリングに比べて迅速かつ安価で実施可能なノンコアボーリングで得られる地山試料(くり粉)を用いた事前予測法を開発し、昨年報告¹⁾した。くり粉採取のイメージを図-1に示す。本法を本格的に現場に適用するにあたり、技術的課題として、試料の相違(乾いた一塊の岩石試料と湿潤状態のくり粉)による測定値の信頼性に関わる影響要因の検証が挙げられた。既報の現場試験の結果、細粒分含有率がコア試料より高い非排水型採取での試料(くり粉B)に関し、ヒ素溶出量がコア試料のそれを下回る傾向があったことから、溶出量に影響する要因が細粒分以外にもあると考えられた。影響要因として、次の4つが考えられた。1)同一試料での比較でないこと(試料の溶出ポテンシャルの違い)、2)試料採取に水を使用すること(採取時に水で洗われた状態となること)、3)細粒分含有率の違い、4)くり粉の乾湿の違い。そこで、室内実験で岩石試料から模擬的にくり粉を作製して元の岩石試料と分析比較を行い、重金属溶出への影響について検証したので結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 試料および調製方法

岩石試料(原土)は、自然由来のヒ素を含む黑色片岩(ヒ素溶出量最大0.014mg/L, pH9.3)を用いた(写真-1)。

乾燥状態の原土を粗砕し、図-2に示すフローに従い水と固液比1:70で混合、3分間攪拌し、くり粉を模擬した湿潤試料(以下、模擬くり粉)を作製した。排水型容器(土のう袋)を用いて調製した試料を模擬くり粉A(以下試料A)とし、一方、泥水状の試料をろ過(孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルタ使用)して得た試料を模擬くり粉B(以下試料B)とした。上記の固液比および混合時間の条件は、実際にくり粉を採取した際の条件(図-1)を基に設定した。

2-2 分析試験方法

粒度試験はJIS A 1204に準拠した。ヒ素溶出量分析は環告第18号に準拠した。

キーワード：山岳トンネル, 自然由来重金属, ヒ素, ノンコアボーリング

連絡先：西松建設(株) 技術研究所 東京都港区新橋 6-17-21 TEL03-3502-0247 FAX03-3502-0236

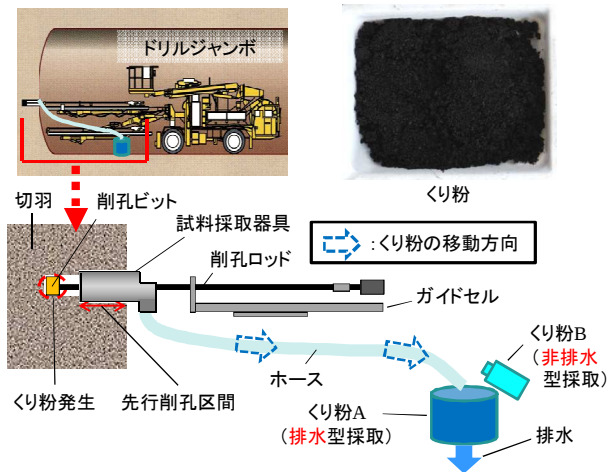


図-1 くり粉採取イメージ



写真-1 原土(三波川結晶片岩類黑色片岩)

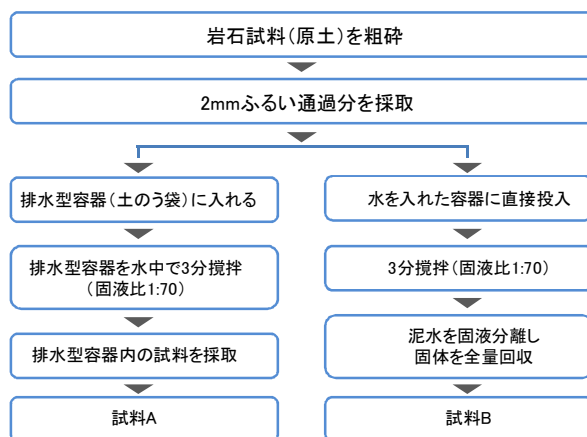


図-2 模擬くり粉の試料調製フロー

3. 実験結果および考察

3-1 粒度試験結果

図-3 に粒度試験結果を示す。原土と試料 B は粒度組成が概ね一致し、細粒分（粒径 0.075mm 以下）の割合はそれぞれ 25%、27%であった。一方、排水型採取で得た試料 A の細粒分は 14% であり、原土および試料 B より 10%程度少ない結果となった。

3-2 ヒ素溶出量

(1) 試料採取に水を使用する影響

湿潤状態の試料 A および試料 B と、原土の溶出量を比較した結果を図-4 に示す。原土と粒度組成に差のない試料 B の溶出量（平均約 0.011mg/L）は原土（平均約 0.012mg/L）との差は認められなかった。よって、試料採取に水を使うことによる溶出量への影響は小さいと考えられる。参考までに試料 A 調製の際に生じる排水のヒ素濃度を測定した結果、0.001mg/L 未満であった。

(2) 試料採取方法の違いによる影響

細粒分が原土および試料 B より少ない試料 A は、図-4 において、溶出量もより低い結果（平均約 0.009mg/L）が得られた。

(3) くり粉の乾湿の違いによる影響

試料 A および試料 B の風乾有無での比較結果を図-5 に示す。いずれも風乾後に溶出量が低下し、湿潤試料の方が原土により近い溶出量が得られた。よって、事前予測の判定に用いる試料は湿潤試料が適すると考えられる。自然由来ヒ素を含む土壤に関し、湿潤試料の方が風乾した試料に比べてより高いヒ素溶出量を示す傾向が報告されている²⁾。本実験では試料の種類が異なるが、類似の傾向が認められた。

(4) くり粉と原土のヒ素溶出量の相関性

本実験のデータを基に作成した、くり粉と原土のヒ素溶出量の相関図を図-6 に示す。相関係数（R）は試料 A、B それぞれ 0.90、0.96 を示し、いずれのくり粉でも高い相関性が確認された。今後、本方法を事前の適用性確認試験として活用し、事前予測法の現場適用を図る所存である。地山性状（岩種等）の異なる現場でデータを積み重ね、適用方法・範囲を明確化したい。

4. まとめ

試料の相違による測定値の信頼性に関わる影響要因について検証するため、岩石試料からくり粉を模擬した試料を作製し、元の岩石試料と分析比較を行った。その結果、高い相関性が示され、それらの影響は事前予測の評価に支障がなく、くり粉を用いた切羽前方の重金属類調査の有効性を確認した。

参考文献 1) 山崎ら：ノンコアボーリングを用いた地山の重金属類事前予測法，第 69 回年次学術講演会講演概要集，pp751-752，2014，
2) 海野ら：自然由来の砒素含有土を用いた簡易溶出試験法確立のための基礎的検討，第 69 回年次学術講演会講演概要集，pp747-748，2014

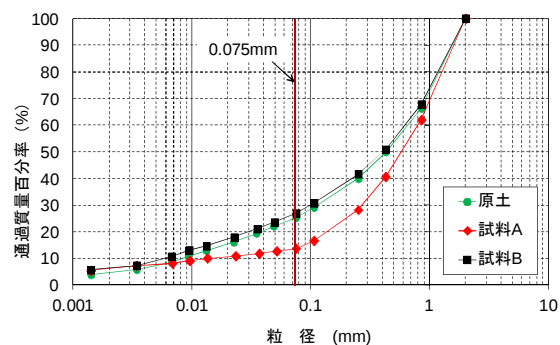


図-3 粒度試験結果

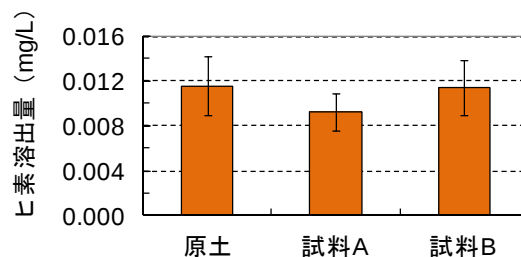


図-4 試料採取方法の違いによる影響

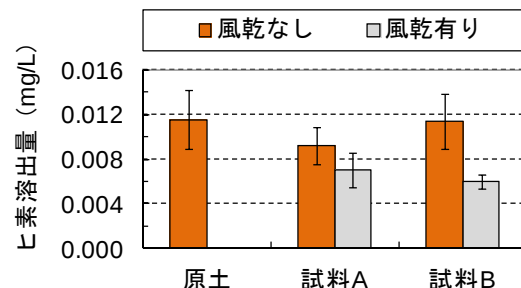


図-5 くり粉の乾湿による影響

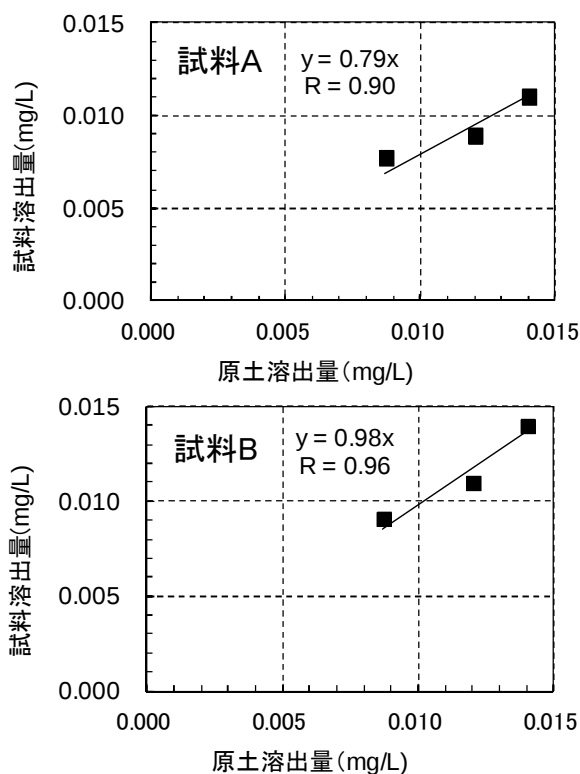


図-6 くり粉と原土の砒素溶出量相関図