

ノンコアボーリングを用いた地山の重金属等事前予測法

山崎 将義*

山下 雅之**

Masayoshi Yamazaki

Masayuki Yamashita

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、掘削前に切羽前方の重金属等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た。くり粉採取のイメージを図-1に示す。前報¹⁾では実際のトンネル現場に本予測法を試験導入し、重金属等の溶出量評価ができることを確認した。

前報の現場試験導入の結果、細粒分の割合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、砒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、1）くり粉の採取に大量の水を使用すること（溶出量試験の前に削孔水と接触すること）、2）細粒分の割合の違い、3）試料の乾湿の違いの3点が考えられた。そこで、本報では、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、重金属等の溶出への影響について検証を行った。

2. 実験方法

(1) 岩石試料

自然由来の砒素を含む黒色片岩（砒素溶出量最大 0.014 mg/L、pH 9.3）の掘削ずり（写真-1）を用いた。

(2) 模擬くり粉試料の調製方法

乾燥状態の掘削ずりを粗砕し、図-2に示すフローに従い水と固液比 1:70 で混合、3分攪拌し、模擬くり粉試料を作製した。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（図-1）の条件を基に設定した。くり粉Aの採取を模擬した方法で模擬くり粉A（以下試料A）を作製し、くり粉Bの採取を模擬した方法で模擬くり粉B（以下試料B）を作製した。

(2) 分析試験方法

粒度試験は JIS A 1204 に準拠した。砒素溶出量は環告第 46 号溶出量試験にて測定した。

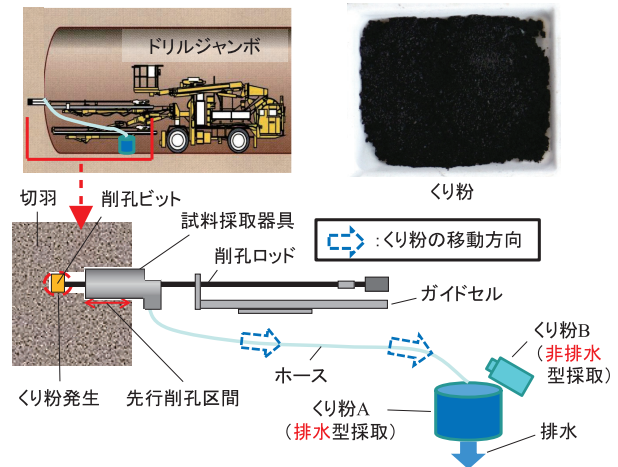


図-1 くり粉採取イメージ



写真-1 岩石試料（三波川結晶片岩類黒色片岩）

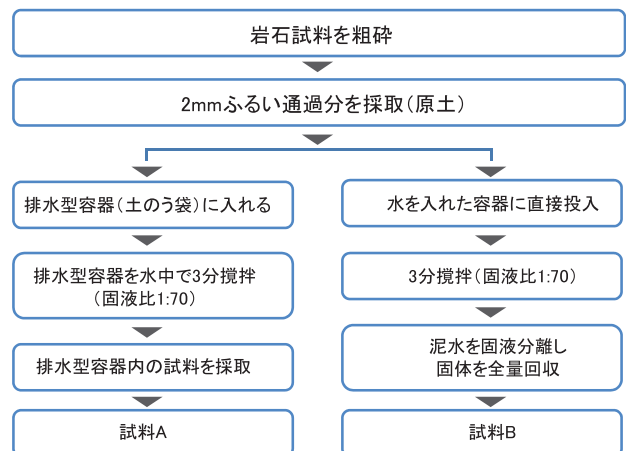


図-2 模擬くり粉の試料調製フロー

3. 実験結果および考察

(1) 粒度試験結果

図-3に粒度試験結果を示す。掘削ずりの粗砕 2 mm アンダー試料（以下原土）と試料Bは粒度組成が概ね一致し、細粒分（粒径 0.075 mm 以下）の割合もそれぞれ 25%、27%と同程度であった。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。

(2) 砒素溶出量

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、乾燥状態の原土

* 技術研究所地域環境グループ

** 技術研究所土木技術グループ

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0.011 mg/L）は原土（平均0.012 mg/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。なお、試料Aの溶出量（平均0.009 mg/L）は原土に比べて相対的に低かった。試料Aは砒素が水（排水）に移行した可能性が考えられたが、排水中の砒素を測定した結果、0.001 mg/L未満であった。

②試料採取方法（粒度分布）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、前記のとおり相対的に低い溶出量を示した。図-4の実験データを用い、くり粉と原土の砒素溶出量の相関関係を調べた結果を図-5に示す。相関係数（R）は試料A、Bそれぞれ0.90、0.96を示し、両くり粉とも高い相関性が確認された。これらのことから、粒度の違いにより溶出量に差が生じるものの、くり粉Aでも原土との相関性を求めることができ、重金属等の事前予測の評価に支障はないと考えられる。くり粉Aは、排水をしながら対象区間の全試料を採取できるため、全試料の採取が量的に困難なくくり粉Bに比べて、より代表性に優れた試料が得られるといった利点がある。今後、更にデータを蓄積し、適用可能な岩質・条件を把握したい。

③試料の乾湿の違いによる影響

試料Aおよび試料Bの乾湿の違いでの比較結果を図-6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であった。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。自然由来砒素を含む土壌に関し、湿潤試料の方が風乾試料に比べて相対的に高い砒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. まとめ

くり粉の溶出量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、原土と分析比較を行った。その結果、考えられた3点の影響要因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等事前予測法の有効性が示された。今後、本予測法を自然由来の重金属等が懸念されるトンネル現場の切羽前方のスクリーニング評価等に活用したい。

参考文献

- 1) 山崎将義, 佐藤 透, 山下雅之, 石渡寛之: ノンコアボーリングを用いた地山の重金属等事前予測法の開発, 西松建設技報 Vol.37, 2014.
- 2) 海野 円 他: 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, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集, pp 747-748, 2014.

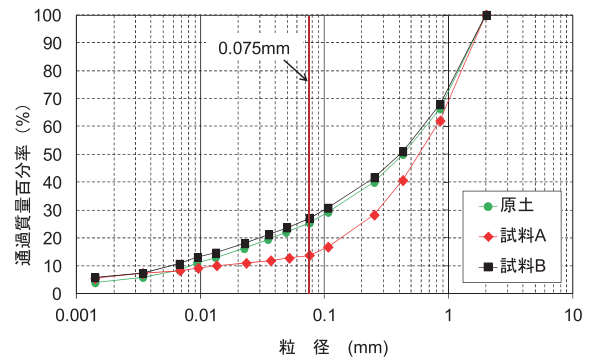


図-3 粒度試験結果

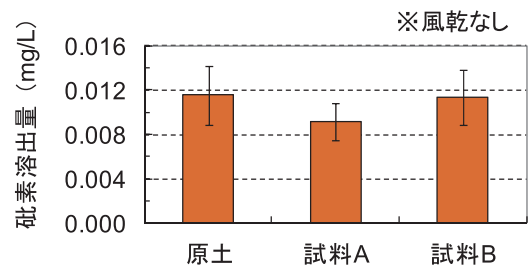


図-4 採取方法（粒度分布）の違いによる影響

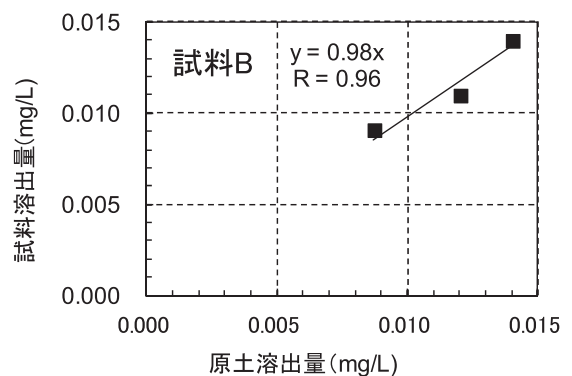
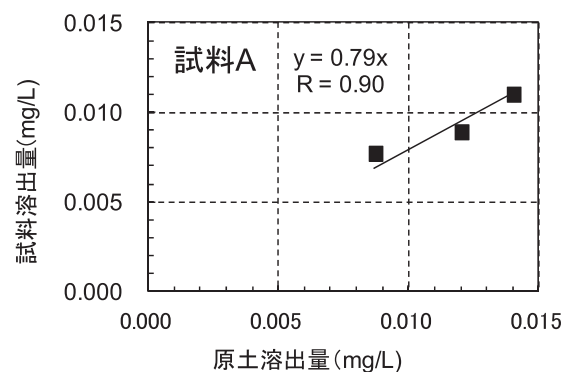


図-5 くり粉と原土の砒素溶出量相関図

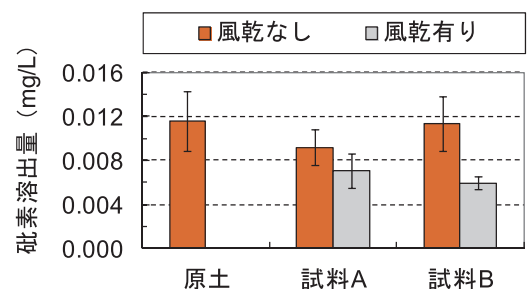


図-6 くり粉の乾湿による影響