

ノンコア削孔スライムを用いた切羽前方重金属予測技術に関する考察（その2）

大林組 技術研究所 正会員 ○奥澤康一, 井出一貴

大林組 九州支店 正会員 中戸敬明, 鈴木拓也

1. はじめに

山岳トンネルの掘削工事において自然由来重金属等のリスクがある場合, 必要な掘削ズリの仮置き場が確保できなければ, 切羽からオールコアボーリングを行い, 掘削前に重金属等の評価を行うことが一般的である. しかしながら, オールコアボーリングは高コストであり, 施工サイクルへの影響も大きい. そこで, 筆者らは低コストかつ短時間で試料を採取できるノンコア削孔切羽前方探査実施時のスライム(くり粉)を用いた重金属等の評価方法について検討を行っている¹⁾.

ノンコア削孔スライムによる重金属等の評価には, スライムによる分析評価結果が従来のコア試料による結果とほぼ同様な評価となることを確認することが不可欠であるが, それに関連して以下の二つの課題が挙げられる. ①削孔水に一度触れた試料を再び溶出試験にかけるため, コアや掘削ズリと異なる評価結果になる可能性があること. ②評価区間以外のスライムが混入する可能性があること. また, 筆者らはスライム中の2mm以上の粒子を用いる手法を提案しており¹⁾, 粗粒分と細粒分の間で重金属の偏りが生じる可能性の検討も課題であった.

本稿では, スライムとボーリングコアのヒ素溶出量の関係, 混入を抑制するための孔内洗浄の効果, 粒度毎の重金属の偏りについて検討した結果を報告する.

2. ノンコア削孔スライムのヒ素溶出量

2.1 試料採取及び分析方法

当該地山は四万十帯の日南層群の砂岩および頁岩から構成され, 地山が悪く可燃性ガスの懸念があることから, 同一の切羽からそれぞれ複数のオールコアボーリングとドリルジャンボを用いたノンコア削孔による前方探査が行われている. 頁岩主体の区間では, ヒ素, 水銀, セレン, フッ素, ホウ素が溶出基準値を超過する恐れがあり, 1本のコア試料を対象として評価を行っている. 本報告では, 頁岩主体の125m区間のスライムとボーリングコアを対象に, 特にヒ素の溶出量の比較検討を行った.

検討区間では45mのノンコア削孔切羽前方探査が3回実施され, スライムを3m毎に1試料, 0.85mmの篩を用いその場で水切りをして採取した. 既往削孔区間からのスライム粒子の混入を抑制するため, 9m毎に5分間の孔内洗浄を行った. 採取したスライムを風乾後に0.85~2mmと2mm以上の粒子に区分し, 2mm以上の粒子については2mm以下に粉碎した. コア試料についても3m毎に分析を行った. 60cm間隔で5試料採取し, 風乾, 粉碎後に5試料を均等に混ぜ合わせて分析試料とした. 以上の試料を環告18号法により分析した.

2.2 分析結果

検討区間では全試料がヒ素溶出量基準値を超過し(図-1), 坑口から570~600m付近で比較的低く, 600m以降は上昇する傾向が認められた. 610m以降はヒ素溶出量の変動幅が大きくなるものの, 変動の幅はコアとスライムで同様の傾向となっており, ノンコア削孔切羽前方探査でも多亀裂帯の傾向を示した

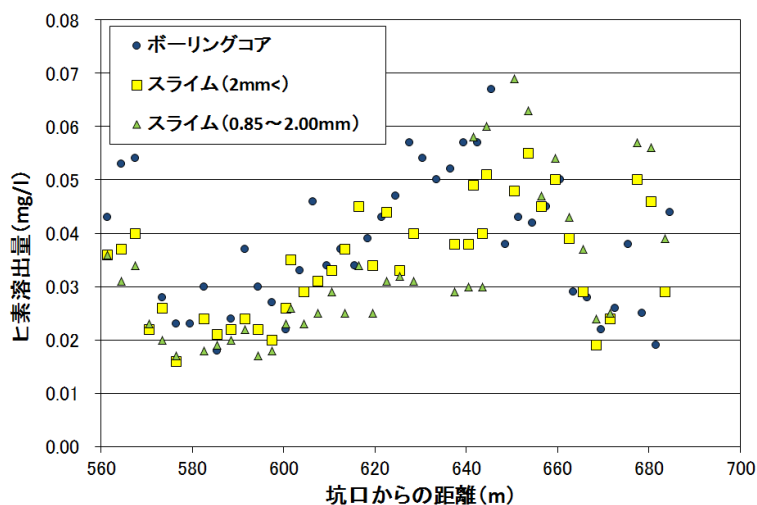


図-1 スライムとボーリングコアのヒ素溶出量変化

キーワード 自然由来重金属, ノンコア削孔, スライム, 山岳トンネル, 切羽前方探査

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640

〒812-0027 福岡市博多区下川端町9-12 福岡武田ビル

大林組 技術研究所 TEL 042-495-1015

大林組 九州支店 TEL 092-271-3811

ことから、610m 以降では地山のヒ素溶出量のばらつきが大きくなっていると考えられる。

ばらつきの少ない 560～610m 区間を対象に、コアとスライムのヒ素溶出量の相関関係の検討を行った(図-2)。0.85～2 mmのスライムよりも、2 mm以上のスライムの方がコア試料との相関が良いことが確認された。また、スライムの方がヒ素溶出量がやや低い傾向があり、評価にあたっては係数をかけて補正する必要がある。

3. 孔内洗浄によるスライム混合の抑制

45m のノンコア削孔終了後に削孔水を孔奥から流し続けて洗浄し、孔口から出てきた洗浄水にスライムがどの程度含まれているかを確認した。洗浄開始後 5 分間はビットを前後させてスライムの排出を促進させた。その後はビットを停止して水を流し続け、孔口から出てくる洗浄水を採取し、SS(浮遊物質)の測定を行った。その結果、洗浄水中の SS は洗浄開始後 10 分で元のスライムの 1%以下に低下した(図-3)。10 分以降は低下せず、洗浄水も濁ったままであった。これは孔壁付近がスレーキングを起こしたためであると推定される。

4. 粗粒分のみによる重金属評価の妥当性

岩石試料を粉碎した際に、細粒分に重金属等が偏在する可能性を検討するため、様々なヒ素溶出量を持つ掘削ズリ 6 試料をジョークラッシャーで粉碎し、4 段階に篩分けした試料のヒ素の溶出量、含有量の分析を行った。溶出試験は、2mm 以上の粒子は 2mm 以下に粉碎し、環告 18 号法に準じて行った。含有量は、強酸で試料を溶解させた後に ICP-MS を用いて分析した。

溶出試験および含有量試験の結果を図-4、5 に示す。溶出試験結果は、0.85mm 未満の粒子のヒ素溶出量が高く、他の粒径の試料は元の試料の全量を 2mm 以下に粉碎した場合の溶出量に近い。一方、含有量は細粒分と粗粒分の差が非常に小さく、ヒ素は各粒径の試料に均等に含まれていることがわかる。従って、細粒分と粗粒分のヒ素溶出量の差は、細粒分の表面積が大きいためであると考えられ、本トンネルでは、2 mm以上の粗粒分を粉碎して評価することで、全粒径の平均値と同様の結果が得られることがわかった。

5. おわりに

本報告では、前報に続いて、ノンコア削孔スライムから 2mm 以上の粗粒な粒子を抽出することにより、コア試料に代えて、切羽前方のヒ素溶出量を把握できる可能性を確認した。

参考文献

- 1) 奥澤ほか：ノンコア削孔スライムを用いた切羽前方重金属予測技術に関する考察，土木学会第 70 回年次学術講演会，第 III 部門 III-066，pp.131-132，2015。

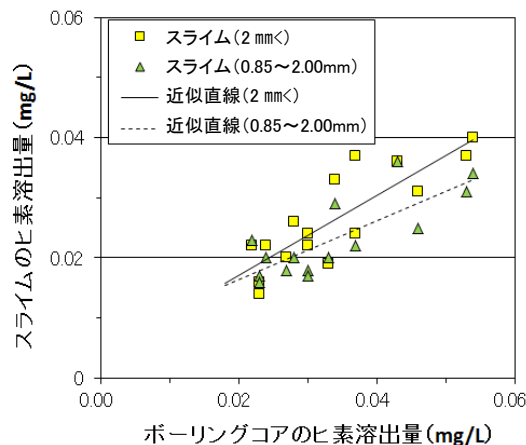


図-2 スライムとコアのヒ素溶出量の相関

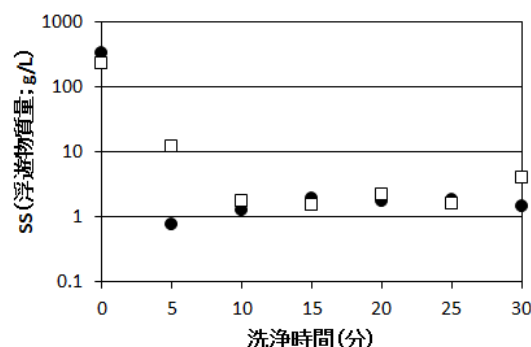


図-3 洗浄水中の SS(浮遊物質)変化

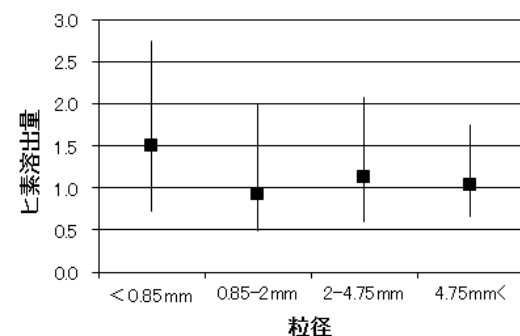


図-4 粒径ごとのヒ素溶出量(全量を 2mm 以下に粉碎した場合の溶出量を 1 とする)

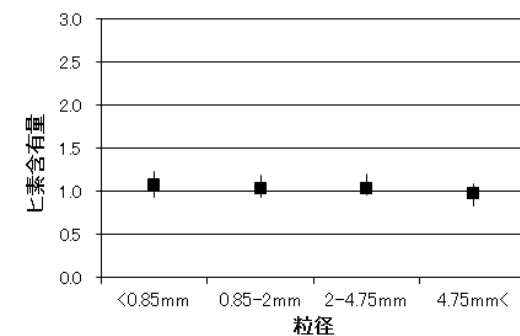


図-5 粒径毎のヒ素含有量(平均値を 1 とする)