

## 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

(株)大林組 技術研究所 正会員 ○奥澤康一, 桑原 徹  
 (株)大林組 技術研究所 正会員 三浦俊彦, 井出一貴

### 1. はじめに

平成22年4月に改正土壤汚染対策法が施行され、旧法では対象外とされていた自然由来の重金属等を含有する土壌についても規制の対象となった。山岳トンネルの工事現場において重金属等のリスクがある場合、重金属等が周囲に拡散しないように対策を施した仮置き場を用意し、重金属等の評価結果が出るまで掘削ズリを仮置きする、あるいは切羽からオールコアボーリングを行い事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ことが課題である。そこで、低コストかつ短時間で試料を採取できるノンコア削孔のスライム（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た。

ノンコア削孔スライムによる重金属等の評価には、以下の二つの課題が挙げられる。①粉砕された状態で削孔水に一度触れた試料を再び溶出試験にかける必要があるため、オールコアボーリング等の方法で採取した岩石試料と異なる評価結果になる可能性があること。②評価を行う区間以外のスライム粒子が混入する可能性があること。本稿では、スライムと掘削ズリのヒ素溶出量比較結果、および孔内洗浄によりスライム粒子の混入を回避できるかどうか検討した結果について述べる。

### 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

当該地山は泥質岩を主体とする中硬岩で構成され、一部の区間でヒ素の溶出量が土壤溶出量基準を超過しており、掘削ズリを仮置きしてヒ素溶出量の評価を行っている。そこで、ドリルジャンボを用いて30mのノンコア削孔を行ってスライムを採取し、切羽掘削時に同区間から出た掘削ズリとヒ素溶出量の比較を行った。試料採取の流れを図-1に示す。スライムは、3m毎に1試料の計10試料、20Lバケツを用いて採取した。既削孔区間からのスライム粒子の混入を防ぐため、9m、18mまで削孔した時点で、削孔水の濁りが無くなるまで孔内洗浄を行った。

採取した試料の調整方法を図-2に示す。採取したスライム中の固形物のふるい分けを行い、0.85~2mmと2mm以上の粒子を風乾した。2mm以上の粒子については2mm以下に粉砕し、それぞれ環境省告示第18号法によりヒ素溶出量を測定した。一方、掘削ズリについては1日に出た掘削ズリから握り拳大の岩塊を任意に5個採取した。各岩塊を風乾後2mm以下に粉砕し、均等に混合した後環境省告示第18号法により溶出試験を実施した。このため、掘削ズリの試料採取間隔は日々のトンネル掘進長により2~7mと変動する。

#### 2.2 分析結果

ヒ素溶出量の分析結果(図-3)によると、掘削ズリと各スライム試料

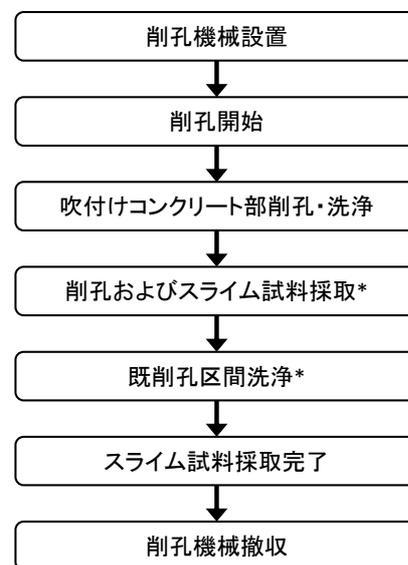


図-1 試料採取フロー

\*試料採取・洗浄は繰り返し実施

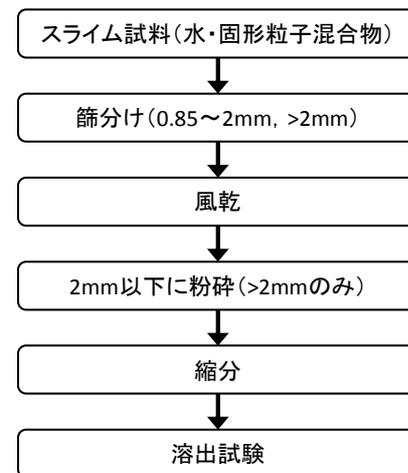


図-2 試料調整フロー

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

大林組 技術研究所 TEL 042-495-1015

は類似した傾向を示した。切羽から7m地点の付近からヒ素溶出量が増大し、ヒ素溶出量基準値の0.01 mg/lを超過して、27m付近で基準値以下に低下した。掘削ズリとスライムでどちらかのヒ素溶出量が一方的に高いといった傾向は認められず、別途掘削ズリの塊毎にヒ素溶出量を検討したところ試料間のばらつきが大きかったため、掘削ズリとスライムの違いについては、地山が持つヒ素に係る溶出性のばらつきによる影響が大きいと考えられる。スライムの粒度による影響については、細粒なスライムのヒ素溶出量がやや低い傾向が認められた。

3. 孔内洗浄効果

30mの上述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、孔内スライムの除去に必要な時間を確認するとともに、洗浄後の孔内にカメラを挿入して孔内にスライムが残っていないか確認した。洗浄開始後4分間はビットを孔奥の3m区間で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削孔水を流し続け、孔口から出てくる削孔水をポリ瓶に採取し、SS（浮遊物質質量）の測定を行った。なお、当該現場の削孔水には濁水処理を行った水を使用しており、SSが比較的高くなっている。測定結果（図-4）を見ると、削孔水中のSSは洗浄時間の経過と共に指数関数的に低下したが、見かけ上は濁りが無くなり試料採取を止めた洗浄開始14分後であっても、削孔原水と比較するとまだ多くの浮遊物質が含まれ、スライムが排出されていることが判明した。しかしながら、洗浄開始14分後の削孔水には1mm以上の粗粒な粒子は含まれていなかったため、粗粒な粒子のみを用いて重金属量を評価すれば、比較的短時間の洗浄でスライムの混合を避けることができると考えられる。また、孔奥までカメラを挿入して内部を観察した結果、残留しているスライムは認められず、粗粒な粒子を孔内洗浄により除去できたことを確認した（図-5）。

4. まとめと展開

本報告では、ノンコア削孔スライムから粗粒な粒子を抽出することにより切羽前方のヒ素溶出量を把握できる可能性を示した。粗粒な粒子を抽出して粉碎することにより、削孔水に触れていない試料面を多く出すことができるため、掘削ズリに近い結果が得られると考えられ、スライムの混合も防ぐ事ができる。また、粗粒な粒子のみで重金属量を評価できるのであれば、前処理作業を大幅に軽減することができ、多量の湧水が発生した場合や各種の削孔機械にも対応できる。一方で、地質状況によっては岩石を粉碎した際に重金属等が細粒な粒子の方に偏る可能性も考えられるので、今後ともデータを蓄積しながら、試料採取やデータ評価手法も含めて予測精度の向上を検討していきたい。

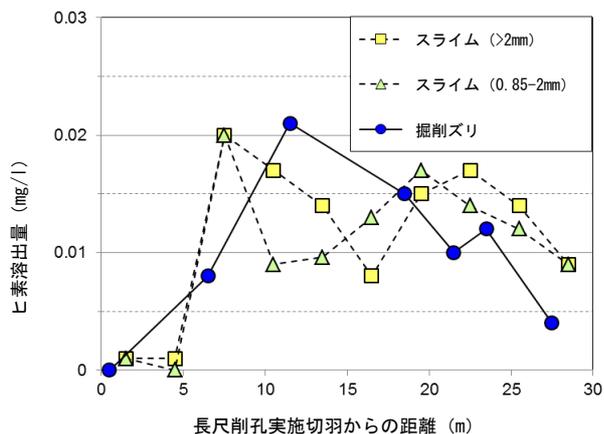


図-3 ノンコア削孔スライムと掘削ズリのヒ素溶出量比較

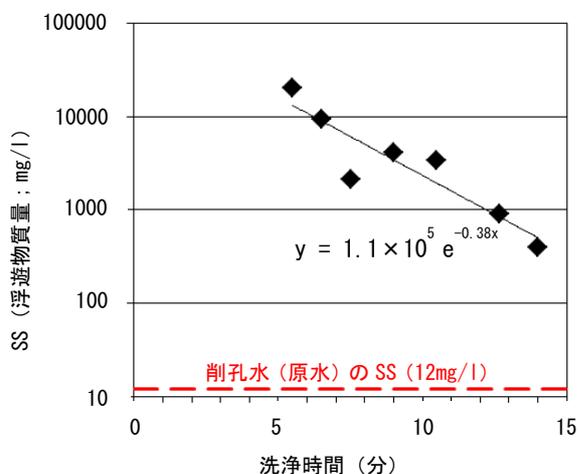


図-4 ノンコア削孔終了後の削孔水中のSS（浮遊物質質量）変化



図-5 洗浄後の孔内の様子