

黒色片岩のセメント固化・不溶化効果に関する検討

西松建設株式会社 技術研究所 正会員 ○石渡寛之, 佐藤靖彦
西日本支社 正会員 久野高敬

1. はじめに

2010 年 4 月に土壤汚染対策法が改正され, 自然由来の重金属等についても同法の対象となった. 一方, トンネル掘削土等の岩石については同法の適用外とされているが, 「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(暫定版)¹⁾」等を参考に対策が実施されている. このような環境対策が求められる中, 新東名高速道路の建設で発生する重金属等含有土は, 遮水工封じ込めやセメント固化・不溶化による対策を講じた上で, 盛土材として使用する対策盛土が採用されている²⁾. セメント固化・不溶化による対策盛土を施工するにあたり, 片麻岩を対象としたセメント固化による不溶化効果を確認した報告³⁾はあるものの, その他の岩石(岩塊)での報告は見当たらない. 本報告では, 結晶片岩のうち, 砒素を含む黒色片岩のセメント固化・不溶化効果に関して長期的に検討を行った結果について述べる.

2. 供試した黒色片岩

供試した黒色片岩は, 深礎掘削により採取した. 採取後, 盛土材として使用することを考慮し, 75 mm ふるいを通過させたものを試料土とした.

試料土の材料試験の結果を表-1に示す. 礫分が 64.9 %, 砂分が 26.8 %, シルト・粘土分が 8.3 % であり, 岩盤が破碎され岩片状, 砂状になった泥質片岩の破碎部で, 粘土化はあまり進行していないと考えられた. また, 礫分および砂分が多いことから, 自然含水比は 4.7 % と低く, スレーキング率も 3.1 % と低かった.

試料土をすべて 2 mm 以下に粉碎したもの(全粒径試料)と乾式で 2 mm 以下に分級したもの(乾式分級試料)の砒素溶出量および含有量の試験結果を表-2に示す. 砒素溶出量は, 全粒径試料で 0.011 mg/L, 乾式分級試料で 0.016 mg/L であった. 砒素含有量は両試料とも定量下限値(5 mg/kg)未満であった. また, 土の pH 試験の結果, 全粒径試料は pH 9.4, 乾式分級試料は pH 9.0 であり, アルカリ性を呈した.

3. 固化・不溶化効果の確認試験

3. 1 安定処理土の砒素溶出量・含有量試験

セメントは高炉セメント B 種とし, 添加量は 2.5 %, 5.0 %, 7.5 % の 3 水準とした. 供試体は, 試料土の最大粒径を 19 mm, 2 mm 以下の重量割合が初期と同じになるように調整した上で, 土の締固め試験の E 法で求めた最適含水比+2%となるように水を加え, セメントと十分に混合後, 土の締固め試験の A 法で締固め作製した. 作製した各供試体は, 20 °C の恒温室内で気中養生し, 3 日, 7 日, 28 日, 60 日, 90 日, 180 日後に一軸圧縮試験(JIS A 1216 に準拠)を行った. 一軸圧縮試験終了後の供試体を木槌で粗砕し, 2 mm ふるいを用い, 2 mm ふるいを通過したものの砒素溶出量および含有量の試験を行った. 砒素溶出量および含有量の試験は, それぞれ環境省告示第 18 号, 第 19 号に準じた.

養生期間と一軸圧縮強さの関係を図-1に示す. セメント添加量 2.5 % および 5.0 % の安定処理土の一軸圧
キーワード 自然由来重金属等, 砒素, 黒色片岩, 固化・不溶化

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目 17 番 21 号 西松建設株式会社 技術研究所 TEL 03-3502-0267

縮強さは、180日養生まで増加を示した。7.5%の場合、90日養生まで強度増加が顕著であるが、それ以降180日養生にかけては緩やかであった。

養生期間と砒素溶出量の関係を図-2に示す。安定処理土の砒素溶出量は、どのセメントの添加量でも3日養生で定量下限値(0.001 mg/L)まで低減され、それ以降180日養生においても、砒素の溶出を抑制できることが確認された。

なお、セメント添加量7.5%の安定処理土を用いて、六価クロムの溶出量試験を行った結果、六価クロム溶出量は、定量下限値(0.001 mg/L)未満であった。

3. 2 安定処理土のタンクリーチング試験

供試体は、3.1と同様の方法で作製した。作製した供試体は、20℃の恒温室内で28日間、気中養生後、建設省技調発第49号に準じた、タンクリーチング試験を行った。20℃の恒温室内で密封養生し、3日、7日、28日、60日、90日、180日、1年、2年、3年後ごとに、浸漬水中の砒素濃度をJIS K 0102 61.3に準拠し測定した。また、セメントを添加混合していない無処理の試料土を分級した粒径別試料土(75~37.5 mm, 37.5~19 mm, 19~4.75 mm, 4.75~2 mm, 2 mm以下)のタンクリーチング試験も同時に行った。

タンクリーチング試験の結果を図-3に示す。安定処理土を浸漬した浸漬水中の砒素濃度は、セメントの添加量にかかわらず、浸漬3年後においても定量下限値(0.001 mg/L)未満であり、砒素の溶出は認められなかった。無処理の粒径別試料土では、粒度別に砒素の溶出挙動は異なるものの、浸漬3年後においても浸漬水中の砒素濃度は0.001~0.002 mg/Lであり、環境基準値(0.01 mg/L)を満足した。

4. まとめ

今回、黒色片岩に対するセメント固化・不溶化効果の確認のため、室内試験を行った。その結果、黒色片岩に対しセメント固化による安定処理は、砒素の不溶化に有効で、長期間にわたり安定していることが確認された。

なお、本検討は、中日本高速道路株式会社 豊川工事事務所の関係各位のほか、多くの方々のご指導のもと行ったものである。ここに、謝意を表す。

参考文献

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有土壌への対応マニュアル検討委員会：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（暫定版），2010。
- 2) 山脇慎，藤岡一頼：高速道路における重金属含有土の対策事例，基礎工2013年7月号，pp.57-60，2013。
- 3) 山脇慎，中野正樹，三嶋信雄：新東名高速道路盛土建設における重金属含有土対策，第24回中部地盤工学シンポジウム論文集，pp.139-146，2012。

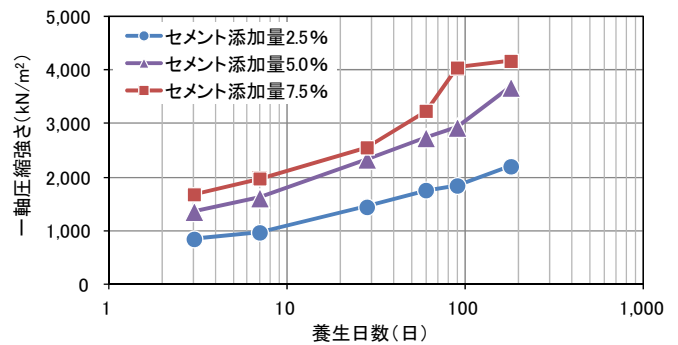


図-1 養生期間と一軸圧縮強さの関係

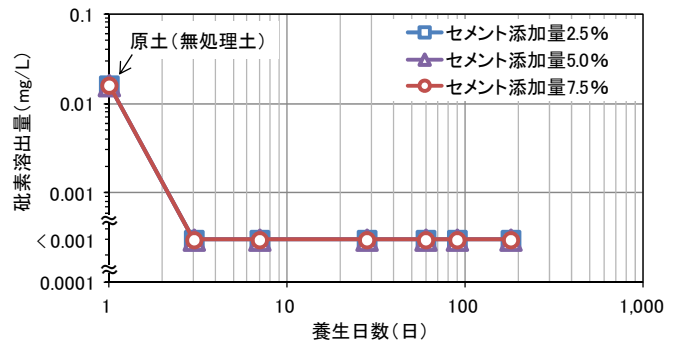


図-2 養生期間と砒素溶出量の関係

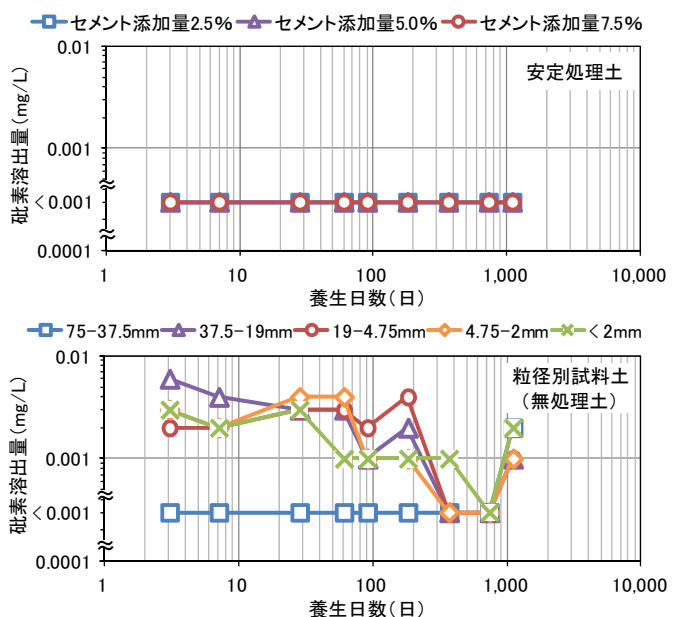


図-3 タンクリーチング試験の結果