

セメント系地盤改良に伴う六価クロム溶出実態について

奥村組土木興業(株) 正会員 ○北村 敏也
 奥村組土木興業(株) 正会員 吉田 宗久
 奥村組土木興業(株) 正会員 廣瀬 剛

1. はじめに

火山灰質土や有機質土をセメント系固化材で地盤改良すると六価クロムが基準超過する場合がある。ポルトランドセメントには、微量の六価クロムが含まれている。通常はセメント水和生成物で再固定され不溶化するが、土壌中にアロフェンおよび非晶質無機成分や有機物等が存在した場合、セメント水和反応が阻害されることで六価クロムが溶出すると知られている¹⁾²⁾。建設工事においては、国土交通省からの通知（建設省技調発第48号、平成12年3月24日）により、セメント系固化材による地盤改良や改良土を再利用する場合には六価クロム溶出試験を実施し、六価クロムの土壌環境基準を満足することを確認することとなっている。令和3年10月7日には、環境省より「公共用水域の水質汚濁に係る環境基準及び地下水の水質汚濁に係る環境基準の改正について」の告示があり、令和4年4月1日より六価クロムの基準値が、現行の0.05 mg/Lから0.02 mg/Lに改正された。今回の改正を受けて、将来的には六価クロムの土壌環境基準についても規制強化される可能性がある。今後の実務での対応を考えるために、セメント系固化材による地盤改良での六価クロムの基準超過実態や地域特性について検討を行ったので報告する。

2. 使用データ

使用データは、2011年～2022年に当社の施工現場で採取した土質試料を用いた室内配合試験（六価クロム溶出試験）の結果を用いた。土壌試料を採取した場所は、関西地区を中心とし関東地区から九州地区で51現場である。六価クロム溶出試験は材齢7日の供試体を用いて環境庁告示46号で実施した。併せて粒度試験結果や土質区分の情報についても可能な限り入手した。

3. 検討方法

使用したセメント系固化材は、メーカー6社の18製品の中から現場条件や対象土質に応じて選定した。セメント系固化材は、メーカーや製品によりそれぞれ配合材料が異なっているが、セメント系固化材の種類に応じて汎用型固化材（一般軟弱土用）、汎用型固化材（特殊土用）、高有機質土用固化材に分類した。セメント系固化材による地盤改良での六価クロムの基準超過実態を調べるために、六価クロムの溶出量とセメント系固化材の添加量の関係及び六価クロム溶出量と細粒分含有率の関係、土壌溶出基準超過地域の分布について検討を行った。

4. 検討結果

(1) セメント系固化材の添加量と六価クロム溶出量

図1にセメント系固化材の添加量と六価クロム溶出量の関係をセメント系固化材の種類別に示す。いずれの種類もセメント系固化材においても、相関係数は小さいものの添加量が増えると六価クロム溶出量も大きくなる傾向が認められた。一般軟弱土用では添加量が100 kg/m³以上になると六価クロム溶出量が0.05 mg/Lを超える調査件数が多くなった。特殊土用では100 kg/m³以上でも六価クロム溶出量が0.05 mg/Lを超える調査件数は4割であった。高有機質土用は、調査件数が少なくバラツキが大き

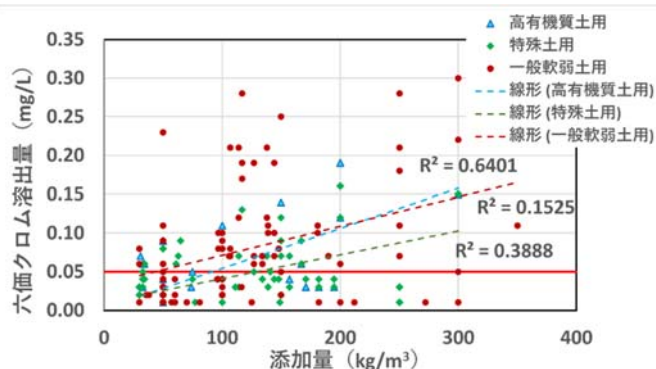


図1 添加量と六価クロム溶出量

キーワード 地盤改良, 六価クロム, アロフェン, 有機土, セメント系固化材, 土壌環境基準
 連絡先 〒552-0016 大阪府大阪市港区三先1丁目11番18号 TEL06-6572-5262

いため、明確な傾向は認められなかった。

(2) 細粒分含有率と六価クロム溶出量

図2に細粒分含有率（細粒分粒径 $75\mu\text{m}$ ふるい通過質量百分率）と六価クロム溶出量の関係を示す。細粒分含有率が50%以上のものが細粒土に分類され、火山灰質粘性土（関東ローム）や有機質土などであった。細粒分含有率が50%未満のものは粗粒土となり、火山灰質のものはスコリアやシラス軽石と呼ばれる。図から分かるように細粒分含有率が10%以下の粗粒土でも、セメント系固化材の種類や添加量の条件により六価クロム溶出量が土壤環境基準を大きく超過した。

(3) 黒ボク土の分布と六価クロム溶出超過

図3に黒ボク土の分布図と六価クロム溶出超過の位置関係を示す。黒ボク土は、母材が火山灰土と腐食で構成される土壤であり、全国に広く分布している。六価クロムが基準超過した現場は黒ボク土のエリアと概ね重なっている。いずれも富士山火山、大山成層火山、阿蘇山火山からの噴出物が堆積するなどの影響を及ぼす領域であった。

(4) 規制強化と今後の影響

図4に地域ごとの基準値超過の割合を示す。0.05 mg/Lの六価クロム溶出量の基準値を超過する割合は、火山灰や火山噴出物の堆積物が少ない関西で約20%であり、中国での大山の影響範囲外の調査実績が多いため約17%である。その他の地域は火山灰や火山噴出物の堆積物を含む場所が多いため、約50%であった。六価クロム溶出量が0.02 mg/Lを超過する割合に着目すると、0.05 mg/Lを超過する割合の2倍近くなる傾向が認められた。

5. まとめ

六価クロムが溶出しやすい土質条件では、セメント系固化材の添加量と六価クロム溶出量に一定の相関が見られた。スコリアやシラス軽石等で、細粒分含有率が10%以下の粗粒土でも、セメント系固化材の種類や添加量の条件によっては、六価クロム溶出量が土壤環境基準を大きく超過する場合がある。六価クロムが基準超過した地域は、黒ボク土の分布する領域と重なっており、セメント系固化材の使用に際しての判断資料となる。今後、六価クロムの土壤環境基準が規制強化された場合、それ以前に六価クロム溶出試験で基準適合していても、新しい基準では適合しない状況が発生すると考える。改良土の再利用などにも大きく影響する。

参考文献

- 1) 一般社団法人セメント協会:第5版 セメント系固化材による地盤改良マニュアル, 2021.
- 2) 吉田宗久, 北村敏也, 勝馬秀之, 近藤圭介:火山灰質粗粒土におけるセメント系改良土からのCr(VI)の溶出抑制について, セメント・コンクリート論文集,71巻1号, 2017.

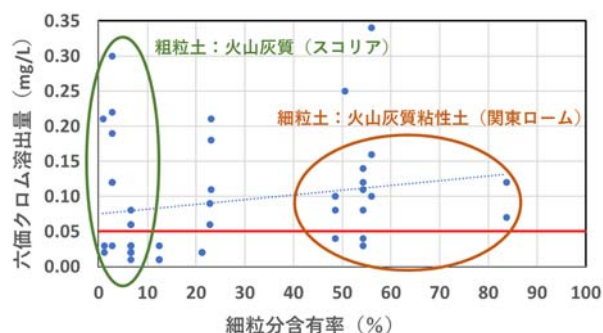


図2 細粒分含有率と六価クロム溶出量

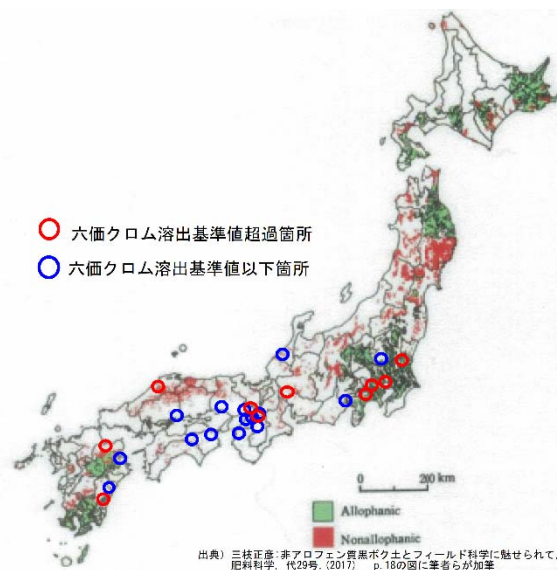


図3 黒ボク土分布図

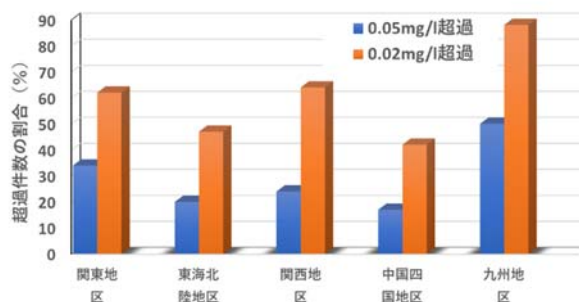


図4 基準値改正に伴う影響の推定

(添加量 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 以下)