

セメント安定処理した改良土の六価クロム溶出特性に関する基礎研究

東和大学 正会員 ○新垣 達也
東和大学 正会員 川副 嘉久
東和大学 正会員 吉住 和翁

1. はじめに

セメントおよびセメント系固化材を用い、軟弱な地盤を改良する工法は建設工事に使用されている地盤改良工法のひとつである。しかしながら、近年、これらの固化材を添加混合した改良土から、条件によっては発ガン性物質である六価クロムが土壤環境基準（0.05 mg/l 以下）を超える量で溶出するという事例が報告されている。そこで、建設工事の施工にあたっては、六価クロム溶出試験を実施するようになり、六価クロムの排出規制が厳しくなっているのが現状である。しかし、この六価クロムの溶出にあたっては、地盤環境の条件によって溶出量が変化するため、まだまだ未解明な部分が多い。

本研究では、地盤環境条件に伴う六価クロムの溶出量を測定するため、九州地方に分布している特殊土（まさ土・黒ぼく・シラス）を対象として各土質性状を調べた。セメント安定処理するにあたり、固化材として普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントの二種類の固化材を用い、改良土の六価クロム溶出量を測定した。これらの試験結果より、各特殊土の土質性状と六価クロム溶出量の関係を調べたので、その結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 試料と固化材：本研究で用いる試料は、九州地方に分布している代表的な特殊土として表－1に示すように、まさ土・黒ぼく・シラスである。また、固化材として普通ポルトランドセメントと高炉セメントの2種類を使用した。

(2) 供試体作成および養生条件：供試体作成にあたり、最適含水比に調節した試料の単位重量に対し、各固化材の添加率を5%に固定して添加混合した。供試体は、内径 5 cm、高さ 10 cm のモールドに2層に分けて締固め、水分の蒸発がないように高分子フィルムで密閉したものを作成した。供試体の養生方法として、材令7日と28日の期間養生した。

(3) 試験方法：六価クロムの測定方法として、環境庁告示 46 号溶出試験に準拠した方法で検液を採取し、ジフェニルカルバジド吸光度法により六価クロム溶出量の測定を行った。

項目		まさ土	黒ぼく	シラス
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.596	2.473	2.375
自然含水比 (%)		15.9	115.6	18.5
粒度組成	礫分 (%)	29.6	0.0	0.0
	砂分 (%)	54.4	1.8	74.6
	シルト分 (%)	9.8	28.8	15.2
	粘土分 (%)	6.2	55.5	10.2
土懸濁液のpH		5.21	5.65	7.52
最適含水比 (%)		14.80	52.78	26.71

表－1 試料の土質性状

3. 考察

(1) 土の pH と六価クロム溶出量の関係

図－1に材令7日養生後の土の pH と六価クロム溶出量の関係について示す。六価クロムの溶出濃度は、シラスを除き、まさ土と黒ぼくからは比較的高い濃度で六価クロムが検出することが確認できた。この原因として、クロムは酸化還元反応によって六価または三価の状態になることから、酸性土であるまさ土と黒ぼくではクロムが酸化され六価クロムに変化したため高い濃度で検出し、弱アルカリ性の土であるシラス

項目		まさ土	黒炭	シラス
土懸濁液のpH		5.21	5.65	7.52
六価クロム	普通ポルトランドセメント (mg/l)	7日 0.080	0.064	0.011
		28日 0.078	0.077	0.003
	高炉セメント (mg/l)	7日 0.049	0.060	0.037
		28日 0.061	0.044	0.009

表－2 六価クロム溶出試験結果

ではクロムが還元され三価クロムに変化したため低い濃度で検出されたと考えられる。

(2) 固化材と六価クロム溶出量の関係

図-2に材齢7日養生後の固化材と六価クロム溶出量の関係について示す。固化材の六価クロム溶出量はまさ土と黒ぼくでは普通ポルトランドセメント及び高炉セメントを使用した改良土から高い濃度で六価クロムが溶出し、シラスでは高炉セメントを使用した改良土から比較的高い濃度で六価クロムの溶出が確認できた。いくつかの報告により、普通ポルトランドセメントを使用した改良土から六価クロムは多く溶出し、また、高炉セメントではあまり溶出しないと考えられているが、今回の試験結果より、対象とする地盤によっては高炉セメントを使用し、安定処理を行った改良土からも六価クロムが検出する恐れがあると考えられる。

(3) 材齢と六価クロム溶出量の関係

図-3に材齢7日と28日養生後の材齢と六価クロム溶出量の関係について示す。各特殊土に対して材齢7日と28日の期間養生し、六価クロムの溶出量を調べた結果、長期間養生することによって、まさ土と黒ぼくでは固化材の種類により六価クロムの溶出量が増加し、シラスでは固化材の種類に関係なく低下する傾向を示した。六価クロム溶出試験は、「セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験実施要領（案）」により3つの試験方法があるが、その試験方法のひとつとして、材齢7日の改良土を対象にした配合設計の段階での六価クロム溶出試験（以下、試験方法1とする）がある。この試験方法1により、六

価クロムの溶出量が土壤環境基準以内（0.05 mg/l 以下）であれば、火山灰質粘性土を除き、他の2つ試験を実施する必要はないと上記の実施要領（案）に定められているが、今回の試験結果より、対象とする地盤によっては、時間の経過にともない六価クロムの溶出量が増加することが確認できた。このことより、試験方法1だけで六価クロム溶出量が土壤環境基準以内かどうかを判断するのは危険ではないかと考える。

4. まとめ

本研究では、セメント安定処理に伴う六価クロム溶出量について、各特殊土の土質性状と六価クロム溶出量の関係について着目し、改良土の六価クロム溶出量を測定した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 土のpHが酸性に近いほど、六価クロムの溶出が高い濃度で検出される。
- (2) 対象とする地盤によっては、普通ポルトランドセメント及び高炉セメントを使用した改良土から土壤環境基準を超える濃度で六価クロムが検出される。
- (3) 対象とする地盤によっては、時間の経過にともない六価クロムの溶出量が増加することが確認できる。

今回の研究では、上記の結果になったがセメント安定処理に伴う六価クロムの溶出については、地盤環境条件によって溶出量が増加するため、未解明な部分が多いので、これからも継続して研究を行っていきたい。

【参考文献】

- 1) (社) 土壤環境センター：土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針および運用基準，1999
- 2) (財) 九州大学出版会：九州・沖縄の特殊土，1983
- 3) (社) 地盤工学会：地盤工学ハンドブック，1999

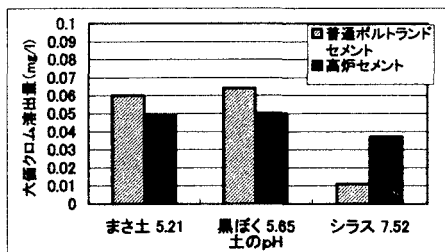


図-1 土のpHと六価クロム溶出量

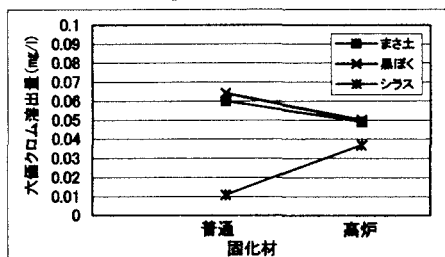


図-2 固化材と六価クロム溶出量

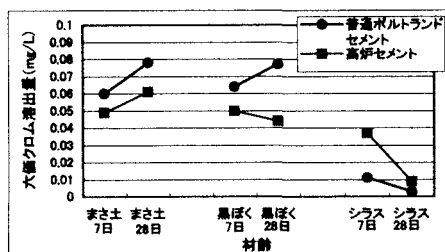


図-3 材齢と六価クロム溶出量