

高炉スラグを使用した汚染土壌中の六価クロム溶出抑制に関する研究

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○桐生和明
日本大学理工学部 正会員 梅村靖弘

1. はじめに

近年、化学工場跡地等の再開発に伴い、六価クロム(以下 Cr(VI)と示す)が溶出する問題が急増している¹⁾。Cr(VI)は地中の移動性が高く、原位置での確実な不溶化処理が困難であり、また土壌条件によって Cr(VI)溶出量が増加する可能性がある。本研究では土壌、固化材の種類及び添加量、一軸圧縮強度ならびに溶出試験の相違が Cr(VI)溶出量に及ぼす影響について検討を行った。

2. 研究概要

2.1 使用材料

使用材料を表-1に示す。模擬汚染土を作製するためニクロム酸カリウム($K_2Cr_2O_7$)を用いた。また、黒泥とは高有機質土が分解し黒色変化したものである。

2.2 供試体作製方法

実際の汚染土壌を入手するのは困難であるため、1kgの土壌に対し、ニクロム酸カリウム 300mg を粉体添加し、よく混合したものを模擬汚染土とした。また、その模擬汚染土に各固化材を添加してφ50mm×h100mmの供試体を作製し、密封養生28日間行ったものを改良処理土とした。

2.3 固化材添加量

固化材の添加量は100, 150, 200 kg/m³とした。なお、BSとは普通ポルトランドセメント(OPC)を高炉水砕スラグで50%重量置換し、CSとはOPCを高炉徐冷スラグで50%重量置換したものである。

2.4 試験項目

- (1)模擬汚染土の Cr(VI)溶出量測定試験：環境庁告示第19号溶出試験に準拠し、固化材を添加していない状態における模擬汚染土の Cr(VI)溶出量を測定した。
- (2)一軸圧縮強度試験：JIS A 1216に規定する方法に準拠した。なお、材齢は28日とした。
- (3)改良処理土の Cr(VI)溶出量測定試験：溶出試験はタンクリーチング試験(以下 TL 試験と示す)、及び環境庁告示第46号試験(以下46号試験と示す)に準拠し Cr(VI)溶出量を測定した。なお、材齢は28日とした。

2.5 検討項目

- (1)土壌の種類、固化材の種類及び固化材添加量と Cr(VI)溶出量の関係

表-1 使用材料

材料名	備考	略号
固化材	セメント 普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm ³ 、ブレン値: 3290cm ² /g	OPC
	高炉スラグ 高炉水砕スラグ微粉末+普通ポルトランドセメント 密度: 2.88g/cm ³ 、ブレン値: 4670cm ² /g(高炉水砕スラグ微粉末のみ)	BS
	高炉徐冷スラグ微粉末+普通ポルトランドセメント 密度: 2.75g/cm ³ 、ブレン値: 4056cm ² /g(高炉徐冷スラグ微粉末のみ)	CS
土壌	細粒分質砂 土粒子密度: 2.706g/cm ³ 、自然含水比: 23.9%	SF
	砂礫まじりシルト 土粒子密度: 2.618g/cm ³ 、自然含水比: 91.6%	MH-SG
	シルト(高液性限界) 土粒子密度: 2.757g/cm ³ 、自然含水比: 107.0%	MH
	黒泥 土粒子密度: 2.196g/cm ³ 、自然含水比: 130.3%	Mk
	六価クロム化合物 ニクロム酸カリウム($K_2Cr_2O_7$) 一級純薬	

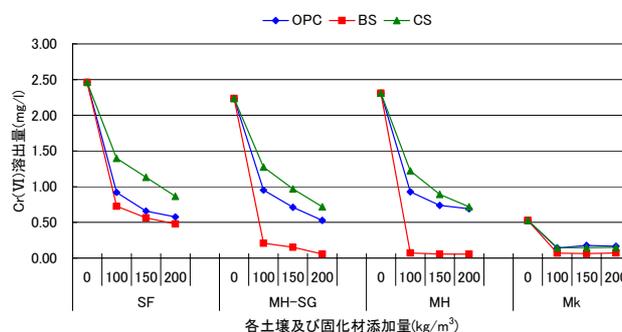


図-1 土壌の種類、固化材の種類及び固化材添加量と Cr(VI)溶出量の関係

- (2)一軸圧縮強度と Cr(VI)溶出量の関係
- (3)溶出試験の相違による Cr(VI)溶出量の関係

3. 結果と考察

3.1 土壌の種類、固化材の種類及び固化材添加量と Cr(VI)溶出量の関係

図-1に土壌の種類、固化材の種類及び固化材添加量と Cr(VI)溶出量の関係を示す。固化材を添加していない状態における Mk は、他の土壌と比較して、Cr(VI)溶出量が少ない結果となった。この要因として、

キーワード 汚染土壌 六価クロム 有機質土 高炉水砕スラグ 高炉徐冷スラグ

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-18-14 理工学部土木工学科 TEL/FAX 03-3259-0682

Mk は他の土壌よりも酸化還元電位が低く、Cr(VI)は低溶解性の Cr(III)に還元され Cr(VI)溶出量が減少したことが要因と考えられる²⁾。また、SF は他の土壌と比較して BS の Cr(VI)溶出量が多い結果となった。

固化材が BS の場合、他の固化材と比較して Cr(VI)溶出量が少ない。水砕スラグは OPC と比較してアルミナ(Al_2O_3)含有量が多く、ガラス質で反応性に富んでいるためエトリンガイトが多く生成され、Cr(VI)の固定化量が多くなったことが要因と考えられる³⁾。一方、固化材が CS の場合、既往の研究では、六価クロム抑制効果の要因として、徐冷スラグによる還元力が指摘されている⁴⁾。しかし、本研究では、他の固化材と比較して Cr(VI)溶出量が多い結果となった。これは徐冷スラグが結晶質で安定しており、反応性に欠けるためエトリンガイト生成量が減少し、Cr(VI)の固定化量が減少したことが要因と考えられる。

すべての固化材において、添加量を増加すると Cr(VI)溶出量は減少する傾向にあった。これはセメント量が増加しエトリンガイトが多く生成され、Cr(VI)の固定化量が増加したことが要因と考えられる。

3.2 一軸圧縮強度と Cr(VI)溶出量の関係

図-2 に一軸圧縮強度と Cr(VI)溶出量の関係を示す。Mk を除く他の土壌については一軸圧縮強度が増加すると、Cr(VI)溶出量が減少傾向にあった。固化材添加量を増加するとすべての土壌において一軸圧縮強度が増加する結果となった。特に SF は低含水比であるため一軸圧縮強度が増加したが、Mk は高含水比であるため一軸圧縮強度が低下したと考えられる。

3.3 溶出試験の相違による Cr(VI)溶出量の関係

図-3 に溶出試験の相違による Cr(VI)溶出量の関係を示す。46号試験より、TL 試験を行った場合の方が Cr(VI)溶出量は減少する傾向にあった。46号試験は試料を粒径 2mm 以下に粗砕し、振盪機を用いて溶出させるため、TL 試験より溶出しやすい条件にある。また、TL 試験は実際の施工現場の改良処理土が地下水に浸った状況を想定した試験であり、できるだけ塊状の改良処理土を水に浸漬させ自然溶出させたことから、Cr(VI)溶出量に差異が生じたと考えられる。

4. まとめ

(1)土壌の種類と Cr(VI)溶出量の関係

SF は BS での Cr(VI)抑制効果が低く、また Mk は Cr(VI)を Cr(III)として還元し易い。

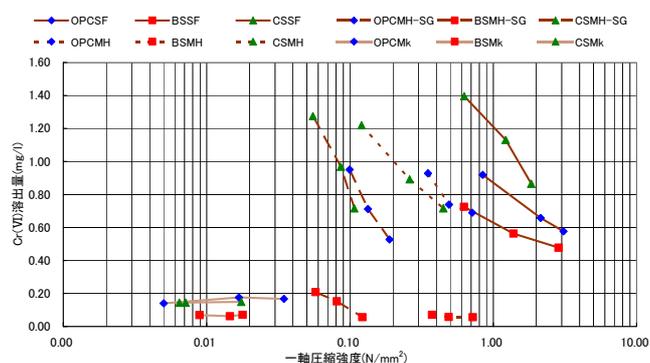


図-2 一軸圧縮強度と Cr(VI)溶出量の関係

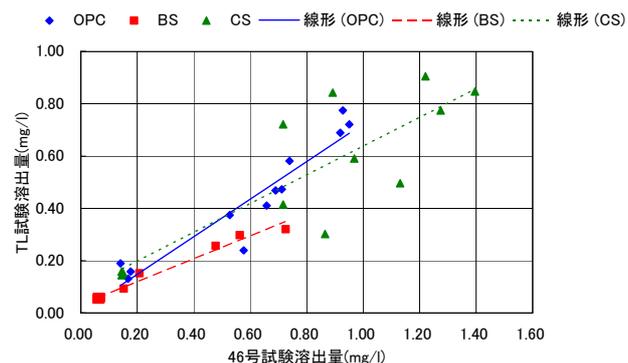


図-3 溶出試験の相違による Cr(VI)溶出量の関係

(2)固化材と Cr(VI)溶出量の関係

BS の場合、Cr(VI)抑制効果が高いが、CS の場合、Cr(VI)抑制効果が低くなった。また固化材添加量を増加すると Cr(VI)溶出量は減少する傾向にあった。

(3)一軸圧縮強度と Cr(VI)溶出量の関係

一軸圧縮強度が増加すると、Cr(VI)溶出量は減少する傾向にあった。

(4)溶出試験の相違による Cr(VI)溶出量の関係

46号試験は TL 試験よりも Cr(VI)溶出量が増加する傾向にあった。

【謝辞】

本研究に対して、土壌試料を提供して頂いた(株)東京ソイルリサーチの田口雅章氏ならびに武蔵野土質調査(株)の土弘道夫氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1)環境省：環境白書，株式会社ぎょうせい，pp.99-103，2000，pp.210-211，2001，pp.171-172，2002
- 2)G.H.Bolt：土壌の化学，学会出版センター，pp.250-251，1980
- 3)A.M.Neville：Properties of Concrete，Longman，pp.14-23，pp.818-823，1999
- 4)野正明，間宮尚，岩本晃敏：セメント改良土からの六価クロム溶出の特徴，鹿島技術研究所，第 50 号，pp.203-206，2002