

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

日大・理工(学部) ○小貫 徹也 日大・理工 梅村 靖弘
日大・理工 露木 尚光

1. まえがき

近年、化学工場跡地再開発に伴い重金属による土壌汚染問題が急増している。重金属のセメント系固化材を用いた固化・不溶化処理において、六価クロム(Cr(VI))の場合、セメント系固化材及び土壌の種類に大きく影響され不明な点が多い。本研究では、普通ポルトランドセメント、高炉水砕スラグ及び高炉徐冷スラグを混合したセメントの固化・溶出抑制効果について評価検討を行なった。

2. 研究概要

2.1 使用材料：使用材料を表-1 に示す。

2.2 供試体作製方法：実際の汚染土壌は入手困難のため、土壌に対し、ニクロム酸カリウムを 300mg/kg 粉体添加し、混合したものを模擬汚染土とし、その模擬汚染土に各固化材を添加してφ50mm×h100mm に成形し、密封養生を 28 日間行った。

2.3 固化材添加量：固化材の添加量は土壌 1m³ 当り 100, 150, 200 kg とした。なお、BS とは PL を高炉水砕スラグで、CS とは PL を高炉徐冷スラグでそれぞれ 50%重量置換したものである。

2.4 試験項目：以下の三つの試験を行った。

(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での模擬汚染土からの 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)、及び環境庁告示第 46 号試験(以下 46 号試験)に準拠し、ジフェニルカルバジド吸光光度法により、Cr(VI) 溶出量を測定した。

2.5 検討項目：土壌の種類、固化材の種類及び固化材

表-1 使用材料

材料名	備 考	略号
セメント	普通ポルトランドセメント	OPC
	密度: 3.16g/cm ³ プレーン値: 3290cm ² /g	
	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 プレーン値: 4670cm ² /g(高炉水砕スラグ微粉末のみ)	
高炉スラグ	高炉徐冷スラグ微粉末+普通ポルトランドセメント	BS
	密度: 2.75g/cm ³ プレーン値: 4056cm ² /g(高炉徐冷スラグ微粉末のみ)	CS
	細粒分質砂	SF
土壌	土粒子密度: 2.706g/cm ³ 自然含水比: 23.9%	MH-SG
	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
	シルト(高液性限界)	
	土粒子密度: 2.757g/cm ³ 自然含水比: 107.0%	Mk
	黒泥	
土粒子密度: 2.196g/cm ³ 自然含水比: 130.3%		
六価クロム化合物	ニクロム酸カリウム(K ₂ Cr ₂ O ₇)	
	一級純薬	

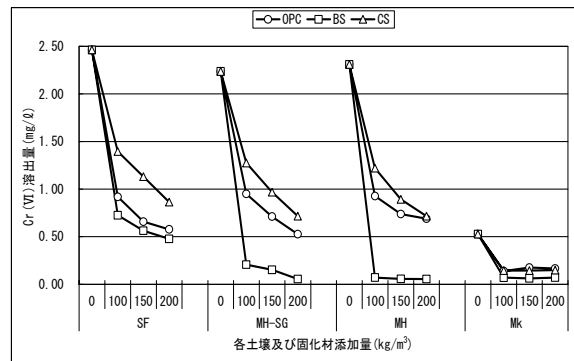


図-1 土壌の種類、固化材の種類及び固化材添加量と Cr(VI) 溶出量の関係

添加量と Cr(VI) 溶出量の関係、一軸圧縮強度と Cr(VI) 溶出量の関係、溶出試験の相違による Cr(VI) 溶出量の関係について検討した。

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。Mk は他の土壌と比較して Cr(VI) 含有量が少ない結果となった。この要因として、Mk は、他の土壌よりも酸化還元電位が低く、Cr(VI)

A study on confining treatment using blast furnace slag for hexavalent chromium in compound contaminated soil

TetsuyaONUKI, YasuhiroUMEMURA and NaomitsuTSUYUKI

は三価クロム(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⁾。一方、SFは他の土壌と比較して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PLと比較してアルミナ(Al₂O₃)含有量が多く、また、急冷されてガラス質であるため反応性に富んでいる。従って、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⁾。固化材がCSの場合、既往の研究では、Cr(VI)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、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)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)溶出量は減少した。これはセメント量が増加したことにより、主要水和生成物であるエトリンガイトが多く生成され、その結晶構造内にCr(VI)を固定化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。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。Mkを除く他の土壌のCr(VI)溶出量は、一軸圧縮強度の増加量にほぼ比例して減少した。しかしMkの場合、一軸圧縮強度が増加しても溶出量の減少傾向は見られなかった。

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号試験による溶出量を100%としたときのTL試験による溶出量の割合は、BSでは56%、CSでは45%、OPCでは28%減少した。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くなったと考えられる。

4. まとめ

(1) 土壌：SFは固化材の中で改良処理土からのCr(VI)溶出量が多い結果となった。また、MkはCr(III)に還元されCr(VI)として存在しにくい。

(2) 固化材：BSではCr(VI)抑制効果が高く、CSでは

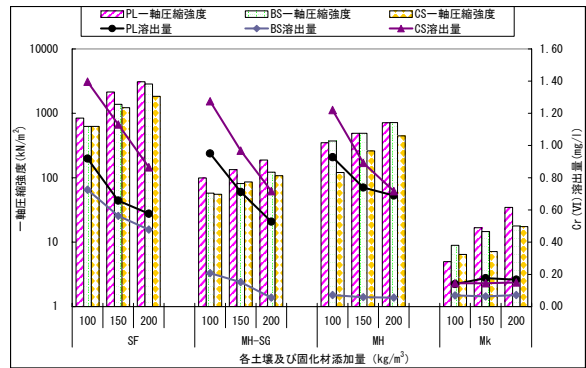


図-2 一軸圧縮強度とCr(VI)溶出量の関係

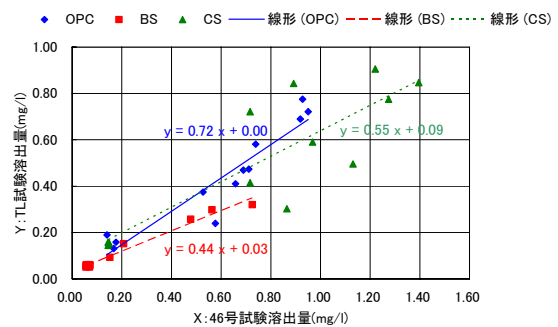


図-3 溶出試験の相違によるCr(VI)溶出量の関係

Cr(VI)抑制効果が低い結果となった。

(3) 固化材添加量と強度及び溶出量の関係：Mkを除く土壌では、固化材添加量の増加とともに一軸圧縮強度が増加し、さらにCr(VI)溶出量はほぼ比例的に減少した。したがって、Mkを除く土壌では一軸圧縮強度はCr(VI)溶出量抑制の管理指標となりえる。

(4) 試験方法：TL試験によるCr(VI)溶出量は、46号試験によるCr(VI)溶出量より減少し、その割合はOPCよりもBS、CSの方が大きくなった。

「参考文献」

- 1) 環境省「環境白書」株式会社ぎょうせい(2000)pp99-103, (2001)pp210-211, (2002)pp171-172
- 2) G.H.Bolt「土壌の化学」学会出版センター(1980)pp250-251
- 3) A.M.Neville「ネビルのコンクリートバイブル」技報堂出版株式会社(2004)pp14-23, pp818-823
- 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」鹿島技術研究所年報第50号(2002)pp203-206