

高炉スラグを利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) ○山本隆志 日大・理工 梅村靖弘

1. はじめに

近年、重金属による土壌汚染問題が顕在化し、最終処分場の残余容量はわずかである。特に重金属の中でも移動性の高い六価クロム(Cr(VI))について原位置での不溶化処理が求められている。Cr(VI)は、セメントの水和物である、エトリンガイト及びモノサルフェートの水和結晶中に固定化されることが報告されている。この固定化量を高めるために、高炉水砕スラグとセッコウを添加し、セメント水和物の生成量を増加させる方法が考えられる。そこで、セッコウ添加による Cr(VI)溶出抑制効果及び適正添加量の検討を行った

2. 研究概要

2.1 使用材料及び供試体作製方法

使用材料を表-1 に示す。供試体作製方法は砂質土、シルト、高有機質土、各々の乾燥土壌1kg に対し、二クロム酸カリウム(K₂Cr₂O₇)を300mg 添加し、混合したものを模擬汚染土壌とした。また、模擬汚染土壌に各固化材を混合した後 φ50mm×h100mm の供試体を作製し、28 日養生したものを改良処理土とした。作製方法は「セメント系固化材による安定処理土の試験方法」(JACS L-01)に準拠した。

2.2 固化材と土壌の配合

固化材と土壌の配合を表-2 に示す。固化材の添加量は改良処理土を1m³に対して150kg 一定とした。セッコウの添加量は三酸化硫黄(SO₃)換算で5~30%まで変化をさせ、普通ポルトランドセメント、高炉水砕スラグ微粉末の配合比率を各々50%一定とした。

2.3 試験項目

(1)一軸圧縮試験:改良処理土の一軸圧縮強度

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 (SO ₃ 換算率2.08%) 密度 3.16g/cm ³ ブレーン値 3290cm ² /g	G
	高炉スラグ 高炉水砕スラグ微粉末 (SO ₃ 換算率1.87%) 密度 2.88g/cm ³ ブレーン値 4640cm ² /g	BS
	ニ水石膏 硫酸カルシウム二水和物 特級純薬	セッコウ
土壌	二水石膏中の三酸化硫黄	G
	砂質土 土粒子密度 1.835g/cm ³ 自然含水比 32.90%	SF
	シルト 土粒子密度 2.006g/cm ³ 自然含水比 26.29%	MH
	高有機質土 土粒子密度 1.450g/cm ³ 自然含水比 52.92%	Mk

表-2 固化材及び土壌の配合表

配合名	添加量(kg/m ³)				土壌量(kg/m ³)		
	C	BS	セッコウ	G	SF	MH	Mk
PL	150	-	-	2	1748	1910	1381
BSG0	75	75	-	2			
BSG5	70	70	10	5			
BSG10	62	62	27	10			
BSG20	45	45	60	20			
BSG30	28	28	94	30			

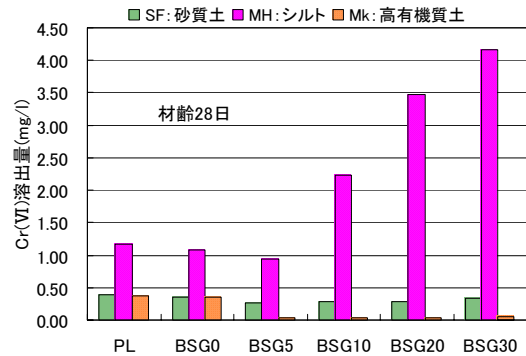


図-1 土壌・固化材の種類と Cr(VI) 溶出量の関係

を JIS A 1216 に準拠し測定を行った。材齢 28 日とした。

(2) 模擬汚染土壌中の Cr(VI)含有量試験:環境庁告示第 19 号試験に準拠し行った。

(3) 改良土からの Cr(VI)溶出試験:環境庁告示第 46 号試験, 及びタンクリーチング試験(TL 試験)を行った。

(4) Cr(VI)の定量方法:ジフェニルカルバジド吸光光度法により, 試験項目(2)(3)の Cr(VI)溶出量を測定した。

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

Takashi YAMAMOTO

3. 結果と考察

3.1 土壌・固化材の種類と Cr(VI) 溶出量の関係

図-1 に土壌の種類，固化材の種類と Cr(VI) 溶出量の関係を示す。全ての土壌において配合 BSG5(セッコウ添加率 SO₃ 換算 5%)は Cr(VI) 溶出量が最も少なくなったことから、セッコウの適正添加量は、5%程度と考えられる。土壌別に見ると、SF と Mk の場合、BSG5 を含め BSG10~G30 の Cr(VI)溶出量は同程度となった。Mk の Cr(VI)含有量は図-2 に示すように元々少ない。これは土壌の酸化還元電位が低いため、Cr(VI)が三価クロム(Cr(III))に還元され Cr(VI)含有量が減少したと考えられる。MH のように塩基性の場合、Cr(VI)含有量が増大した。また MH は、セッコウ添加量を増加すると Cr(VI)溶出量が増加した。この理由として、セメント添加量の減少に伴い、水和反応に必要なカルシウム量の減少に加え、表-3 に示すように MH が他の土壌と比較してリン酸含有量が多くなった、このことにより、リン酸イオンはカルシウムイオン(Ca²⁺)と反応して難溶性のリン酸カルシウムを生じるため、Ca²⁺の減少に伴い、エトリンガイトやカルシウムシリケート水和物の生成量が減少したことで、これらに固定化または吸着される Cr(VI)が減少したためと推察される。

3.2 土壌と一軸圧縮強度の関係

図-3 に改良処理土の一軸圧縮強度の関係を示す。各土壌において、配合 BSG10 は圧縮強度が最も大きくなった。Mk は他の土壌と比較し圧縮強度が小さくなったが、この理由として、表-3 に示すように陽イオン交換容量が他の土壌より多く、セメントの水和に必要な Ca²⁺が土粒子に吸着され、セメントの水和反応を阻害したと考えられる。さらに、Mk は他の土壌よりも含水比が高く、有機分を多く含有していることも影響していると考えられる。

3.3 TL 試験による Cr(VI) 溶出量の関係

図-4 に材齢 28 日の改良処理土を水に浸漬させた TL 試験による Cr(VI)溶出量の関係を示す。SF 及び Mk は Cr(VI)溶出量は見られなかった。MH は他の土壌と比較して Cr(VI)溶出量が、

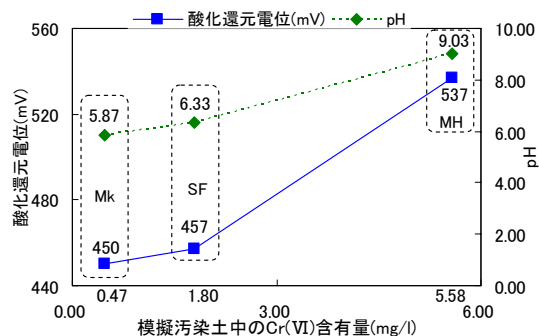


図-2 模擬汚染土の酸化還元電位及び pH と Cr(VI) 含有量の関係

表-3 各種土壌中のリン酸含有量と陽イオン交換容量

	SF	MH	Mk
リン酸 P ₂ O ₅ (mg/100g)	1.3	30.0	5.1
陽イオン交換容量 (me/100g)	13.5	15.6	28.7

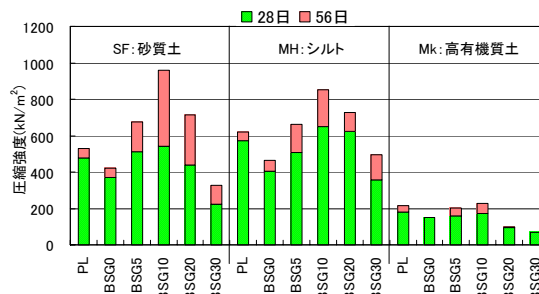


図-3 一軸圧縮強度と Cr(VI) 溶出量の関係

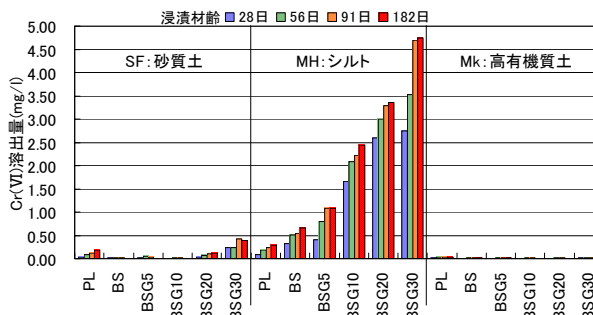


図-4 TL 試験による Cr(VI) 溶出量の関係

多く、浸漬材齢 91 日以降では、環境庁告示第 46 号溶出試験による Cr(VI)溶出量とほぼ同等の値となった。

4. まとめ

- (1) 固化材へのセッコウ添加率 5%は Cr(VI)溶出抑制効果が最も高くなった。
- (2) MH は Cr(VI)溶出量が多く、TL 試験による Cr(VI)溶出量は浸漬材齢 91 日以降では、環境庁告示第 46 号試験とほぼ同等の値となった。
- (3) 一軸圧縮強度は固化材へのセッコウ添加率 10%が最も大きく、Mk は他の土壌と比較して圧縮強度が小さくなった。