

火山灰質粘性土に対する消石灰を用いた安定処理

熊本大学工学部 学生会員 吉崎 宏樹
 熊本大学工学部 正会員 北園 芳人 熊本大学大学院 学生会員 溝田 真由
 近畿大学付属高専 正会員 林 泰弘 元熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳

1. はじめに

火山灰質粘性土を盛土として利用するために化学的安定処理工法が用いられることがあるが、その火山灰質粘性土の安定処理土からの六価クロムの溶出が問題となっている。固化材として消石灰を用いた場合、消石灰の種類によっては安定処理土から六価クロムが溶出する¹⁾可能性がある事が指摘された。そこで、還元作用により六価クロムの溶出を抑制する可能性のある高炉スラグ微粉末（以後、高炉スラグという）を用いてどの程度の抑制効果があるかについて検討した。

表-1 試料の物理・化学特性

試料			黒ぼく・1	赤ぼく・1	黒ぼく・2	赤ぼく・2
自然含水比	W _n	(%)	228.0	103.2	122.8	72.2
土粒子密度	s	(g/cm ³)	2.407	2.810	2.744	2.809
強熱減量	I _{gloss}	(%)	42.9	11.1	17.6	5.3
液性限界	W _L	(%)	241.7	107.6	140.1	64.8
塑性限界	W _p	(%)	147.1	80.2	87.3	45.7
液性指数	I _L		0.86	0.84	0.67	1.39
塑性指数	I _p		94.6	27.4	52.8	19.1
六価クロム		(mg/l)	0	0	0	0
コーン指数	q _c	(kPa)	530	807	130	12
一軸圧縮強度	q _u	(kPa)	52	69	21	0
採取地			阿蘇郡産山村北九牧場	阿蘇郡阿蘇村遊雀		

2. 試料と固化材と試験方法

処理対象土は表-1に示すような火山灰質粘性土であり、2地点からそれぞれ黒ぼく、赤ぼくの全4種類を採取した。（以後、黒ぼく・1、2、赤ぼく・1、2とする）。締固めた土のコーン指数を求めたところ、建設資材として利用する場合に適用される建設発生土利用技術マニュアル²⁾より、黒ぼく・1、赤ぼく・1は第3種b発生土で黒ぼく・2、赤ぼく・2は泥土bに分類され、何らかの改良を施さなければ利用できない事が分かった。そこで、火山灰質粘性土の安定処理によく利用される消石灰を添加して改良する事にした。しかしながら、表-2に示すように用いた消石灰には六価クロムが含まれており林等¹⁾の研究で六価クロムの溶出が指摘されているため、抑制を期待して供試体の一部については還元作用により六価クロムの溶出を抑制する可能性のある高炉スラグも補助材として添加した。消石灰と高炉スラグの成分を表-2に示し、添加率を表-3に示す。処理土は養生日数7日で一軸圧縮試験を行い、その後環境庁告示第46号試験によって六価クロムの溶出量を調べた。

表-2 消石灰と高炉スラグの成分表

項目		消石灰	高炉スラグ
強熱減量	I _{gloss} (%)		0.04
二酸化ケイ素	SiO ₂ (%)	0.07	33.96
酸化アルミニウム	Al ₂ O ₃ (%)	0.05	14.95
酸化第二鉄	Fe ₂ O ₃ (%)	0.03	-
酸化カルシウム	CaO (%)	73.64	42.56
酸化マグネシウム	MgO (%)	0.52	5.56
三酸化硫黄	SO ₃ (%)	-	-
総クロム	(mg/kg)	-	-
六価クロム	Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.147	< 0.005

3. 一軸圧縮強度

JIS A 1216に従って一軸圧縮試験を行なった。また、目標値をq_u 100kPaとした。図-1は養生日数

キーワード：hexavalent chromium, stabilization, unconfined compressive strength

〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科地盤環境研究室

Tel : 096 - 342 - 3540 Fax : 096 - 342 - 3540

7日の一軸圧縮強度を示しており、実線は消石灰のみで安定処理したもので、点線は消石灰と高炉スラグを用いて安定処理したものを示している。これより消石灰の添加率 10%～30%の間で全ての土が目標値を超えた。

また、消石灰と共に高炉スラグを添加すると強度は増加している。しかし、強度の増加率は消石灰のみの添加と比べると同じ程度もしくはそれ以下となった。

4. 六価クロムの溶出

環境庁告示第 46 号試験を行ない六価クロムの溶出量を測定した。目標値は土壤環境基準の 0.05mg/l 以下とする。7 日養生した処理土からの六価クロムの溶出量を図-2 に示す。これより、黒ぼく・2 は消石灰のみの添加でも六価クロムの溶出はほとんど見られなかった。しかし、添加量が増加すると六価クロムの溶出量も増加傾向にある。その他の土では、土壤環境基準値以上の六価クロムの溶出がみられた。

一方、高炉スラグを添加した場合赤ぼく・1 で一部土壤環境基準値を超えた点もあったが、高炉スラグによる六価クロムの抑制効果が顕著であり、それ以外では全ての土で土壤環境基準値以下まで六価クロムの溶出が抑制された。

5. まとめ

火山灰質粘性土を消石灰で処理すると、黒ぼく・2 は強度、六価クロムの溶出共に目標値を満足した。しかし、添加量を増やすと六価クロムの溶出が増加するので注意が必要である。

その他の土では、強度に関しては多いものでも 30%程度添加すれば目標値を満足するが、六価クロムの溶出がみられた。

高炉スラグを消石灰と共に添加するとほとんどの場合で六価クロムの溶出は土壤環境基準値以下まで抑制された。

より高炉スラグを補助材として用いると、消石灰の添加量の 1/4 程度の量で六価クロムの溶出に対して顕著な効果があることが確認された。

【参考文献】

- 1) 林泰弘、溝田真由、鈴木敦巳、北園芳人、原田浩幸：火山灰質粘性土の安定処理における高炉スラグの適用，第 6 回地盤改良シンポジウム，pp.245 - 250，2004 . 9
- 2) 社団法人 地盤工学会九州支部：環境と経済を考慮した建設発生土と廃棄物の有効利用，pp.2 - 4 ~ 2 - 7

表-3 消石灰と高炉スラグの添加率

試料	添加率 (%)	
	消石灰の添加率 (%)	消石灰+高炉スラグの添加率 (%)
黒ぼく・1	10, 20, 30, 40	40+10, 20
赤ぼく・1	10, 15, 20, 25	15+3.75, 7.5
黒ぼく・2	20, 30, 40, 50	20+5, 10
赤ぼく・2	10, 15, 20, 25	10+2.5, 5

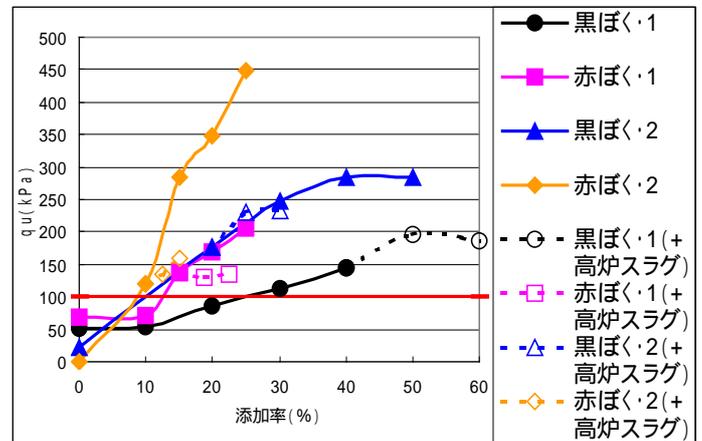


図-1 消石灰と高炉スラグを添加した場合の一軸圧縮強度（7日養生）

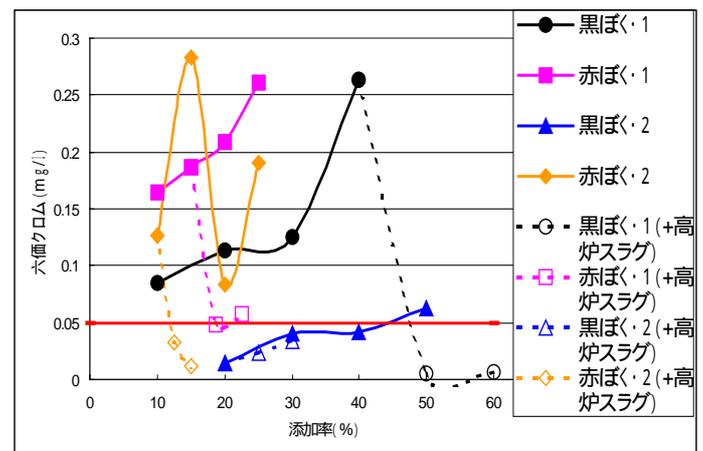


図-2 消石灰と高炉スラグを添加した場合の六価クロムの溶出量（7日養生）