

火山灰質粘性土の安定処理効果と六価クロム溶出の評価

熊本大学工学部 学生会員 ○ 由衛 真吾

熊本大学工学部 正会員 北園 芳人

熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳

1.はじめに

火山灰質粘性土は、高含水比で強度が小さい。特にアロフェン系の火山灰質粘性土である赤ぼくや黒ぼくは攪乱による強度低下が著しい¹⁾ので安定処理がなされる場合が多い。現在、化学的安定処理された火山灰質粘性土からの六価クロムの溶出が環境基準面から問題となっている。これまでの研究では、火山灰質粘性土に関しては試料、固化材、添加率などの条件などの違いにより六価クロム溶出量が異なることが分かっている。そこで、セメント系固化材、消石灰、高炉スラグを用いて安定処理効果を確認するために、土と添加率を変えて一軸圧縮試験と環境庁告示第46号試験²⁾を行った。そして、過去のデータと比較検討し、それぞれの安定処理効果の特徴を明らかにしたい。

2.試料と固化材と試験方法

試料は火山灰質粘性土である。この試料に対しての物理・化学試験を行い、その結果をもとに判別指標³⁾に当てはめて5つのグループに分類した。表-1に各試料の物理化学試験結果を示す。今回の試料としてG(グループ)1、G2、G5を選び、各グループから去年の試料と成分が異なる試料を一種類ずつ選んだ。各試料は、G1:赤ぼく、G2:黒ぼく、G5:赤ぼくである。なお、赤ぼくA'、黒ぼくA'、赤ぼくB'は去年の試料である⁴⁾。固化材はセメント系固化材、消石灰、高炉スラグで、補助材として石膏を添加した。試験方法については、セメント系固化材は未処理土と固化材の添加率を10%から50%まで変えて処理し、消石灰と高炉スラグは添加率を10%から30%まで変えて処理した。養生日数7日と28日として、JIS A 1216に従って一軸圧縮試験を実施し、処理効果を検討した。また六価クロム溶出量を調べるために46号試験(環境庁告示第46号試験)を実施した。

表-2 固化材成分 六価クロム以外の単位: %

固化材	Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	六価クロム
セメント系	0.7	23	1	2.1	58	3	12.2	<0.005mg/l
消石灰	—	0.07	0.05	0.03	73.6	6.7	—	0.147mg/l
高炉スラグ	—	33.8	14.4	—	42	6.7	—	<0.005mg/l

3.一軸圧縮強度

安定処理効果の評価するために一軸圧縮試験を行なった。指標として、ダンプトラックの走行に必要なコーン指数は $q_c=1.2(\text{MPa})$ ⁵⁾である。火山灰質粘性土におけるコーン指数と一軸圧縮強度の関係は $q_c=8\sim12q_u$ ⁶⁾とされている。この関係から一軸圧縮強度 $q_u>150\text{kPa}$ とする。現場配合のことを考慮に入れ、室内試験では $q_u>300\text{kPa}$ を安定処理効果の目標値とする。図-1について下記に示す。添加率は、固化材と補助材をあわせた割合である。

表-1 物理・化学実験結果

試料	G1(赤ぼくA)	G2(黒ぼくA)	G5(赤ぼくB)
グループ	1	2	5
自然含水比(%)	97.2	261.5	79.4
土粒子密度	2.89	2.44	2.94
強熱減量(%)	11.9	38.9	14.2
有機物含有量(%)	1.5	27.2	2.4
液性限界(%)	102.3	295.0	77.8
塑性限界(%)	78.7	198.6	56.9
塑性指数	23.6	96.4	20.9
非晶質鉱物量(%)	18.8	22.8	19.7
アルミナ含有率	0.254	0.520	0.405

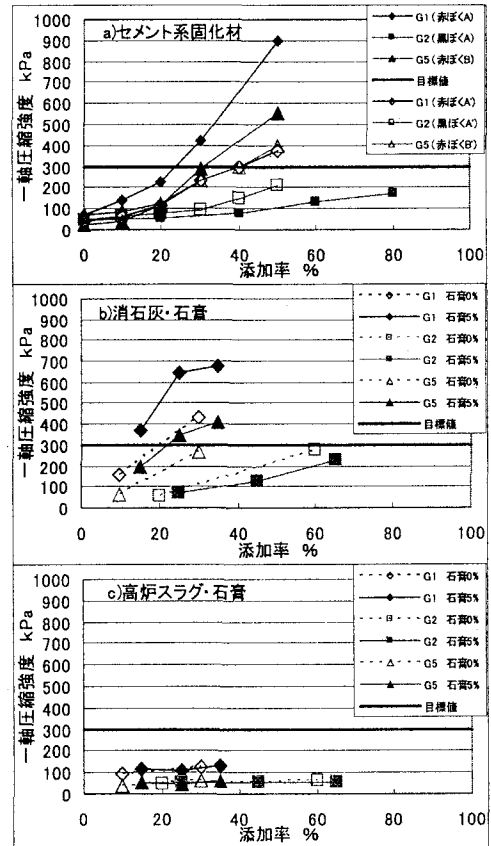


図1 添加率と一軸圧縮強度(7日養生)

i) セメント系固化材を添加した時(図1-a)、目標値を超えるのは25%以上添加した時である。G2は目標値を超えることはないが他の土はおおよそ30%で目標値を超える。G1以外は去年のデータと比較するとグループごとの安定処理効果の傾向があると言える。

ii) 消石灰を添加した時(図1-b)、G1とG5に関しては、消石灰を多く添加すれば目標値を超えると思われるが消石灰は高価で、少量の石膏を混ぜれば、目標値を超え、安価で安定処理できる。G2は目標値を超えることはなく、石膏による効果は見られないようだ。

iii) 高炉スラグを添加した時(図1-c)、目標値を超える強度増加はみられない。高炉スラグは、消石灰よりCaOが少なく、それが不活性の状態で含まれていると思われる。

4.六価クロム溶出量

六価クロム溶出量を測定するために六価クロム溶出試験を実施した。土壤環境基準は0.05mg/lである。図2について下記に示す。

i) セメント系固化材を添加した時(図2-a)、G2以外は基準値の0.05mg/l未満である。G2だけは添加率を増やすにつれ溶出量は増加している。赤ぼくと黒ぼくで溶出の傾向が違うので、原因としては有機物が関係していると思われる。今回使用したセメント系固化材は火山灰質粘性土用に作られたものであるが黒ぼくには効果がないようだ。

ii) 消石灰・石膏を添加した時(図2-b)、添加率15%の時をピークに減少している。セメント系固化材の場合では赤ぼくと黒ぼくで溶出の傾向が異なったが、消石灰の場合も同様に赤ぼくと黒ぼくで異なった傾向を示した。全体的にみて、石膏が六価クロムの溶出を促進している。

iii) 高炉スラグを添加した時(図2-c)、すべてのパターンで基準値を超えることはなかった。高炉スラグは、還元性物質を含んでいるため、六価クロムを抑制する効果がある。

5.まとめ

一軸圧縮強度： $q_u > 300\text{kPa}$ 、六価クロム溶出 $< 0.05\text{mg/l}$ を目標として各固化材を評価する。セメント系固化材に関しては、G1では添加率30%で両目標を満足する。G5ではおそらく添加率40%で両目標を満足するものと思われる。G2では、目標強度を満足するには80%以上の添加率が必要であり、それに伴い六価クロム溶出量も増加すると思われるので安定処理には向いていない。消石灰に関しては、火山灰質粘性土に消石灰を添加すると目標強度を超えるが、六価クロムの溶出も見られる。G1、G5は石膏を混ぜて添加率25%で両目標を満足する。高炉スラグは強度の発現はあまりみられないが六価クロムの溶出を抑制するという点では評価できる。これらの結果を受けて、消石灰と高炉スラグを混ぜて安定処理すると、両目標を満足する結果が期待できるとと思われる。

〔参考文献〕

- 1) 山内 豊聡 監修・土質工学九州支部編：「九州・沖縄の特殊土」pp.92～106,1983
- 2) 国土交通省：「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項」2001.
- 3) 北園芳人, 林泰弘, 鈴木敦己：「火山灰質粘性土の物理・化学特性による分類, 火山灰地盤の工学的性質の評価法に関するシンポジウム」pp.143-148, 2002. 9.
- 4) 日高暢彦, 北園芳人, 鈴木敦己：「火山灰質粘性土の安定処理に関する研究」
- 5) 地盤工学会：「土質試験の方法と解説」p.272
- 6) 土質工学会：「日本の特殊土」p.54 1997

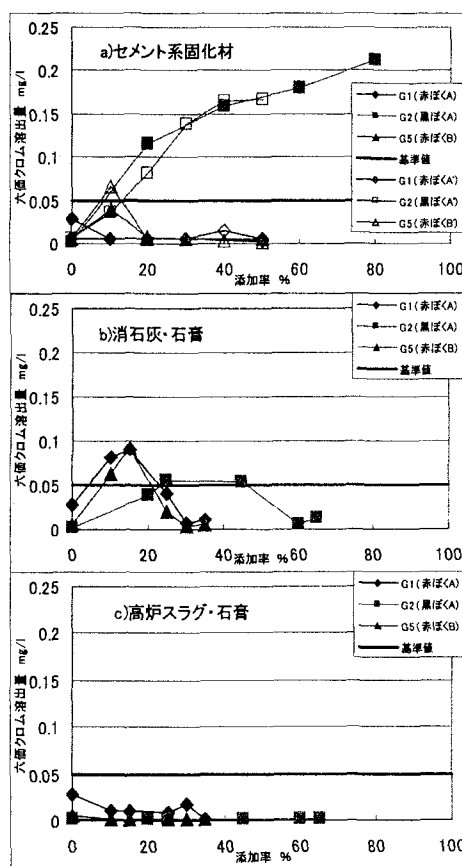


図2 添加率と六価クロム溶出量