

火山灰質粘性土の安定処理

熊本大学工学部 学生会員 ○隈田原健一郎 熊本大学工学部 正会員 北園芳人

1. はじめに

アロフェン系の火山灰質粘性土は、高含水比であるため攪乱による軟弱化が激しく、乾燥に伴い工学的性質が変化するなどの性質を持つ。これらの性質から火山灰質粘性土は建設廃土とされてきたが、処分地などの問題から有効利用が求められている。そのため、火山灰質粘性土の安定処理が行われているが、セメント系固化材を用いた場合、六価クロムが溶出することが環境基準の面から問題となっている。

2. 研究目的・方法

火山灰質粘性土の安定処理において、セメント系固化材を用いた場合、黒ぼく、赤ぼくの違いによって発現強度、六価クロムの溶出量にどのような違いがあるのかを比較し、安定処理効果を検討する。

まず試験に用いる試料の物理・化学特性を調べる。セメント系固化材の添加率を変えて締め固めた土のコーン指数試験を行い、それをもとに添加パターンを決定し 7 日・28 日養生後に一軸圧縮試験と環境庁告示第 46 号試験を用いて六価クロム溶出量を測定する。これにより、一軸圧縮強度、六価クロムの溶出量と固化材添加率の関係から安定処理効果の検討を行う。

3. 試験結果

3.1 試料、固化材の選定

試料は 2 地点から黒ぼく 1 種類、赤ぼく 2 種類を採取した。物理試験については JIS、JGS に準拠し、熊本大学工学部土木工学科土質研究室で開発し使用されている「阿蘇火山灰土の土質試験法」¹⁾を用いた。表 - 1 に試料の物理試験結果を示す。固化材には、六価クロム非対応型のセメント系固化材を用いた。

表 - 1 試料の物理試験結果

3.2 固化材添加率と添加量

建設発生土利用技術マニュアルの適用用途標準²⁾によると、火山灰質粘性土の安定処理したものでコーン指数 $q_c=800\text{kPa}$ 以上あれば、道路路床用盛土などに利用することができる。また、火山灰質粘性土におけるコーン指数(q_c)と一軸圧縮強度(q_u)の関係は、 $q_u=0.083\sim 0.125q_c$ ³⁾である。そこで、安定処理の目標値を一軸圧縮強度に換算して、 $q_u=100\text{kPa}$ とする。表 - 2 に固化材添加率と添加量(土 1m^3 に対する固化材量)を示す。

試料		単位	黒・1	赤・1	赤・2
自然含水比	Wn	(%)	338.1	104.0	100.5
土粒子密度	ρ_s	(g/cm^3)	2.460	2.855	2.853
液性限界	WL	(%)	347.5	103.2	116.0
塑性限界	Wp	(%)	242.4	75.9	75.5
液性指数	IL		0.9	1.0	0.6
塑性指数	Ip		105.1	27.3	40.5
コーン指数	q_c	(kPa)	589	131	457
採取地			阿蘇市:狩尾牧場		豊後大野市:岡

表 - 2 添加率と添加量

	添加量(kg/m^3)						
添加率(%)	10	15	20	25	30	40	50
黒	26	39	52	65	78	104	130
赤・1	51	77	102	128	154	—	—
赤・2	76	114	152	190	228	—	—

3.2 添加率、添加量と一軸圧縮強度の関係

養生日数 7 日の添加率、添加量と一軸圧縮強度のグラフを図 - 1、図 - 2 に示す。この図より、セメント系

固化材を添加した場合の目標強度($q_u=100\text{kPa}$)を得るための最小添加率は、黒・1 は 36%、赤・1 は 26%、赤・2 は 12% となった。添加量でみると、黒・1、赤・2 は添加量 90kg/m^3 程度、赤・1 は添加量 140kg/m^3 程度で目標強度に達した。また、養生による一軸圧縮強度の増加率をみるために、添加率と 28 日養生の一軸圧縮強度(q_{u28})を 7 日養生の一軸圧縮強度(q_{u7})で除したものを図 - 3 に示す。これにより、すべての土で養生による強度増加が見られたが、土の種類により増加率の傾向に違いがみられた。これらの要因を明らかにするために、さらに検討する必要がある。

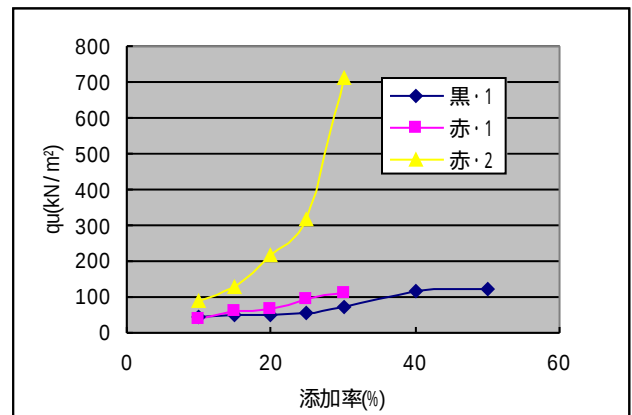


図 - 1 添加率と一軸圧縮強度

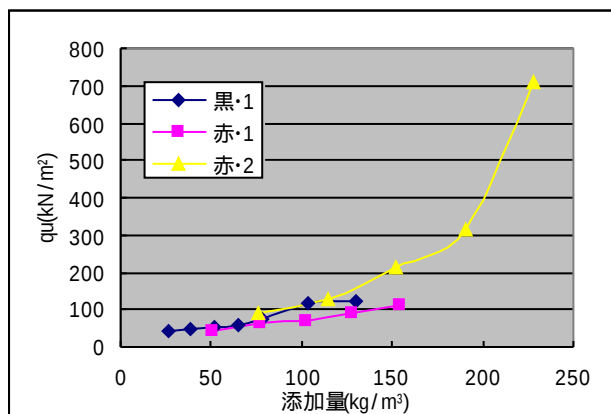


図 - 2 添加量と一軸圧縮強度

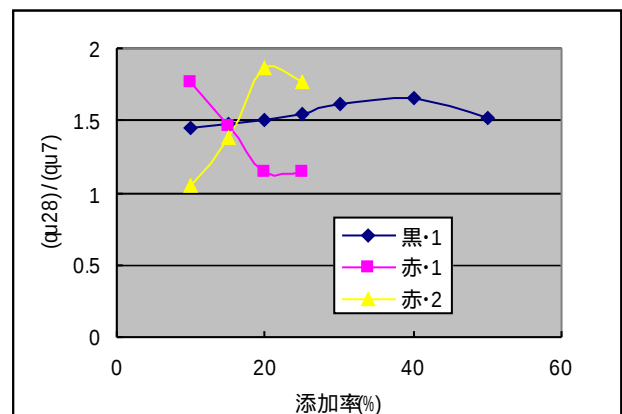


図 - 3 養生による一軸圧縮強度の増加率

3.4 添加率と六価クロム溶出量の関係

セメント系固化材を添加し 7 日養生させた場合の添加率と六価クロム溶出量の関係を図 - 4 に示す。六価クロムの土壌環境基準値は 0.05mg/l であるが、7 日養生では黒・1 の添加率 10% のみが基準値を満たし、赤・1、赤・2 については基準値を超える量の六価クロムが溶出した。黒・1、赤・2 については、添加率が増加するにつれて六価クロムの溶出量も増加する傾向がみられた。セメント系固化材に含まれる六価クロムが溶出したものと考えられる。

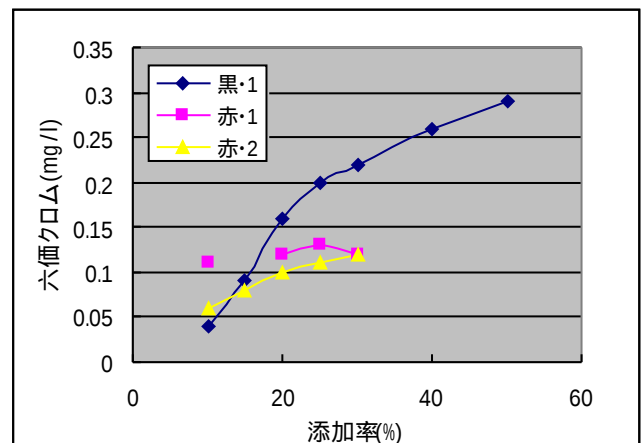


図 - 4 添加率と六価クロム溶出量

4. まとめ

六価クロム非対応型のセメント系固化材のみで火山灰質粘性土を安定処理した場合では、黒ぼく、赤ぼくともに少量の添加でも六価クロムが基準値を超えて溶出するために盛土材料などに使用するのは困難である。しかし、吉崎の研究³⁾で高炉スラグが六価クロムの溶出を抑制する効果があることが分かっているので、高炉スラグを補助材として使用した場合についても検討する必要がある。また、六価クロム対応型のセメント系固化材についても検討していく予定である。

(参考文献)

- 1) 熊本大学工学部土木工学科・土質研究室：阿蘇火山灰土(黒ぼく赤ぼく)の土質試験法
- 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, pp2-4~2-7
- 3) 高速道路調査会：関東ロームの土木, p.92, 1973
- 4) 吉崎宏樹：火山灰質粘性土に対する安定処理, 熊本大学工学部卒業論文, 2004