

火山灰質粘性土の安定処理に関する研究

熊本大学工学部 学生員 ○ 日高 暢彦

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。そのような土を有効利用するために、化学的安定処理を施すことが行われている。火山灰質粘性土の場合、セメント系固化材を用いて安定処理を施したものの六価クロムの溶出が問題となっている。そこで安定処理効果を確認するために、固化材と土の種類を変えて一軸圧縮試験、環境庁告示第46号試験²⁾を行った。

2. 試料と試験方法

試料は阿蘇火山噴出物の火山灰質粘性土である。これらについて物理・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今回の試料には各グループから一種類ずつ選んだ。各試料は、G(グループ)1: 赤ぼく、G2: 黒ぼく、G3: 赤ぼく、G4: 黒ぼく、G5: 赤ぼくである。表・1に各試料の物理・化学試験結果を示す。固化材は火山灰質粘性土対応のセメント系固化材A(従来型)、セメント系固化材B(六価クロム対応型)、高炉セメントを用いて行った。固化材の物理・化学特性を表・2に示す。試験方法は、未処理土と固化材の添加率を10%から50%まで変えて処理した土を養生日数の異なる条件のもとで、JISA 1216に従って一軸圧縮試験を実施した。養生日数は7日、28日として処理効果の検討を行った。また六価クロムの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 固化材の物理・化学特性

固化材	Igloss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
A	2.2	8.8	2.1	1.2	64	0.9	19.9
B	0.7	23	1	2.1	58	3	12.2
高炉セメント	1.2	24	6.9	2.2	57	2.7	1.8

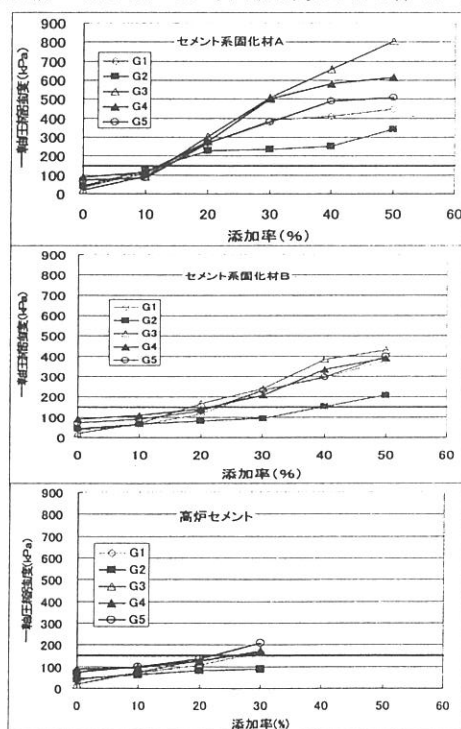
3. 一軸圧縮試験

安定処理効果を評価するために一軸圧縮試験を行った(図・1)。ダンプトラックの走行に必要なコーン指数は $q_c=1.2(\text{MPa})$ ⁴⁾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 $q_c=8\sim 12q_u$ ⁵⁾とされている。この関係から安定処理の目安として一軸圧縮強度を $q_u > 150\text{kPa}$ とする。

i) 図・1より固化材A(セメント系固化材A)は添加率10%まではあまり一軸圧縮強度が増加していないが、それ以降で一軸圧縮強度が大きくなっていることが分かる。また試料別に見ると、安定処理効果が大きい順番は、G3、G4、G5、G1、G2である。すべてが添加率約15%で150kPaを超える。

表・1 物理・化学試験結果

試料	G1	G2	G3	G4	G5
自然含水比(%)	122.6	212.0	94.1	126.7	135.9
強熱減量(%)	12.9	29.1	9.55	26.2	17.0
有機物含有量(%)	1.5	20.6	0.8	12.6	2.5
液性限界(%)	136.6	243.7	121.8	147.6	150.2
塑性限界(%)	112.2	139.2	68.0	102.6	105.2
塑性指数	24.4	104.5	53.9	45.0	45.0
非晶質鉱物量(%)	21.6	27.4	28.7	38.7	42.2
アルミナ含有率	0.355	0.492	0.325	0.546	0.569



図・1 添加率と一軸圧縮強度(7日養生)

ii) 図・1より固化材B(セメント系固化材B)は添加率 20%まではあまり一軸圧縮強度が増加していないが、それ以降で一軸圧縮強度が増加していることが分かる。G1、G3、G4、G5は添加率 20%から 30%の間で 150kPa を超える。G2 は添加率 40%以上で超える。

iii) 高炉セメントでは添加率 10%まではあまり一軸圧縮強度が増加していない。それ以降も一軸圧縮強度は増加するものの先A、Bと比較すると全体的に一軸圧縮強度の増加は小さい。G2 は添加率 10%から 30%までは目安の 150kPa を超えない。

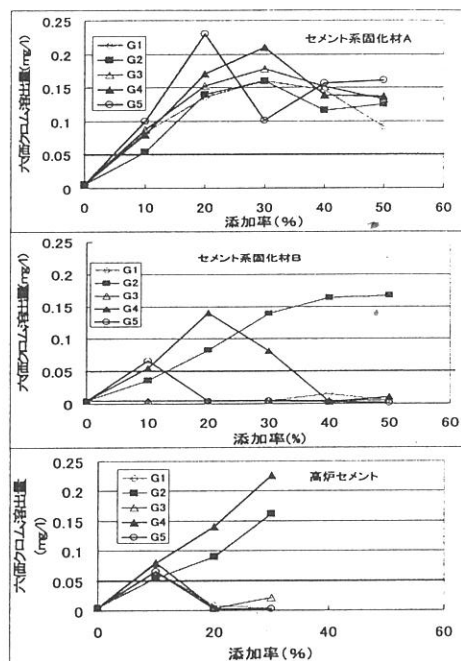
4. 六価クロム溶出特性

六価クロムの溶出量を調べるために 46 号試験を行った(図・2)。六価クロムの基準(土壤環境基準)は 0.05mg/l²⁾である。

i) 固化材Aでは、G1、G2、G3、G4 は添加率 30%で溶出量が最大となりその後は減少していく。添加率 10%から 50%までで基準 0.05mg/l を満足するものはない。

ii) 固化材Bでは、G1、G3 は添加率 10%から 50%までほとんど六価クロムは溶出しない。G5 は添加率 10%、G4 は添加率 20%をピークに減少する。G2 だけが添加率とともに溶出量が増加し添加率 10%以降は基準を満足しない。固化材Bは六価クロムの溶出を抑制している。その効果が赤ぼくにはよく見られるが黒ぼくにはあまり見られない。

iii) 高炉セメントでは、添加率 10%までは同じような溶出量を示すが、それ以降は G1、G3、G5 の赤ぼくは減少して基準を満足し、G2、G4 の黒ぼくは増加して基準を満足しない。



図・2 添加率と六価クロム溶出量

5. まとめ

一軸圧縮強度: $q_u > 150\text{kPa}$ 、六価クロムの土壤環境基準: 0.05mg/l をもとに各固化材を評価する。固化材Aは $q_u > 150\text{kPa}$ を満足するがすべてにおいて六価クロムの溶出量が 0.05mg/l を超える。固化材Bは G2 を除けば添加率 30%で 2 つの指標を満足する。高炉セメントは試料 G1、G3、G5 の添加率 30%で満足する。セメント系固化材Bと高炉セメントは固化材成分が似ており、安定処理効果も同じとかがえられる。ゆえに今回は高炉セメントの添加率 40%、50%は行なかった。赤ぼくと黒ぼくで六価クロムの溶出量が違うので、有機物含有量が六価クロムの溶出に影響を与えられると考えられる。

1m³ 当りの添加量(kg)は最も処理効果が高い G3 の 15%で 100(kg)、30%で 210(kg)、処理効果が低い G2 の 15%で 60(kg)、40%で 150(kg)になる。

【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, 鈴木敦巳:「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) 地盤工学会:「土質試験の方法と解説」 pp.272
- 5) 土質工学会:「日本の特殊土」 pp.54 1997