

無害化した都市ゴミ焼却飛灰と固化材で改良した有明粘土の溶出特性

佐賀大学 学 牛島正悟 正 鬼塚克忠
正 根上武仁 学 馬高峰

1. はじめに

都市ゴミ焼却灰を多硫化カルシウム剤で処理した都市ゴミ焼却飛灰（以降、焼却飛灰）がある。この焼却飛灰を地盤改良材として利用する試みが行われている。

本研究では、焼却飛灰と固化材を混合し、これを用いて建設発生土（有明粘土）の改良を行い、道路の下層路盤に応用したいと考える。そして、これを用いて一軸圧縮試験および $\text{SiO}_2 \cdot \text{Ca}^{2+}$ の溶出と $\text{Cu} \cdot \text{As} \cdot \text{Pb}$ の溶出特性について調べた。

2. 実験概要

2-1 試料 一軸圧縮試験で用いたのは、福岡県大川市で採取した粘土と佐賀県白石町六角橋近辺で採取した粘土の二種類の有明粘土である。焼却飛灰と生石灰および高炉セメントを混合したものを固化材として用いた。

使用した有明粘土、焼却飛灰の物理化学特性を表-1、-2 に示す。

2-2 試験方法 一軸圧縮試験は JIS 法で行った。供試体の寸法は $5 \times H10$ (cm) である。有明粘土・焼却飛灰・固化材の配合比率を表-3 に示す。それぞれの養生期間は 7 日間・28 日間とし、下層路盤への応用を考えて目標強度を生石灰改良 700kN/m^2 ・セメント改良 980kN/m^2 とした。

SiO_2 の溶出試験には DR/2400 Silica 測定器を使用した。また、 $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{Cu} \cdot \text{As} \cdot \text{Pb}$ の溶出試験においては ICP 発光分析装置を使用し、試料は一軸圧縮試験実施後の試料を使用した。

3. 試験結果と考察

3-1 一軸圧縮試験 まず初めに大川粘土の改良結果と六角川粘土の改良結果を比較すると六角川粘土の方が大川粘土に比べ全体的に強度が低いことが分かる。この原因としては六角川粘土の有機物含有量が高いためであると思われる。

次に、それぞれの改良について比較すると生石灰を含んだ改良土については両粘土ともに生石灰のみの改良土に比べ焼却飛灰を加えた改良土の方が強度が増加することが分かった。一方、セメントを含んだ改良土については焼却飛灰を加えることによって強度が低下するという結果になった。

セメントに焼却灰を入れることによって強度が増すことは知られているが、この結果は同配合比で実験が行われている参考文献 1)と同様の結果となった。

生石灰による改良においては焼却飛灰を入れることによってポゾラン反応が促進され、セメントによる改良においては焼却飛灰を入れる事によってポゾラン反応が抑制されているのではないかと考えられる。

表-1 有明粘土

有明粘土	大川	六角川	
自然含水比 (%)	110	123	
密度 (g/cm^3)	2.56	2.56	
液性限界 (%)	86	142	
塑性限界 (%)	45	54	
pH	8.0	7.6	
塩分濃度 (g/l)	0.6	4.4	
Ig.loss	7.2	12.8	
粒度分布 (%)	砂	12	2
	シルト	51	30
	粘土	37	68

表-2 都市ゴミ焼却飛灰 物理性質

自然含水比 (%)	40.5	
密度 (g/cm^3)	2.6	
液性限界 (%)	-	
塑性限界 (%)	-	
pH	6.5	
粒度分布 (%)	粘土	61
	砂	20
	シルト	19

表-3 配合比率

有明粘土	L (%)	L+A (%)	C (%)	C+A (%)
大川粘土	Case1 10	Case2 10+15	Case3 10	Case4 10+15
六角川粘土	Case5 10	Case6 10+15	Case7 10	Case8 10+15

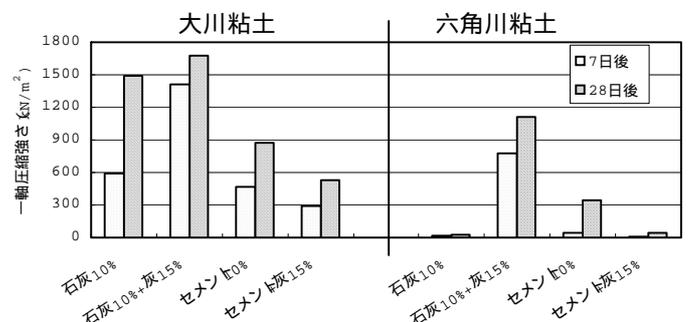


図1 一軸圧縮試験の結果

3-2 溶出試験 SiO₂ の溶出試験は、両粘土とも生石灰を含んだ改良土では焼却飛灰を加えることによって SiO₂ の溶出濃度が増加し、強度も増加している。セメントを含んだ改良土では焼却飛灰を加えることによって SiO₂ の溶出濃度が低下し、強度も低下している。この結果は参考文献 2) と対応する結果となった。

ICP 発光分析装置による Ca²⁺ の溶出結果では、両粘土ともにセメントのみの改良土が最も低い溶出濃度であることが分かる。また、養生期間 7 日では、どちらの粘土も生石灰やセメントに焼却飛灰を加えることによって Ca²⁺ の溶出濃度が増加していることが分かる。

次に、養生期間に着眼してみると、生石灰を含んだ改良土においては大川粘土・六角川粘土ともに養生期間が経つと Ca²⁺ の溶出濃度が低下することが分かった。

ICP 発光分析装置による Cu・As・Pb の溶出結果は表-4 に示すとおりであり、配合比率は表-3 である。As は改良後もともと粘土に含まれていた量以下、もしくは同様の検出結果となった、Pb はどの改良後も検出されなかった。

4. まとめ

今回の試みを大川粘土のデータをもとにまとめると、生石灰を含んだ改良ではシリカと反応して固化し、焼却飛灰を加えることによってさらに強度が出るようになった。また、養生期間が長くなることによって Ca²⁺ の低下とともに強度が増していることが分かった。

セメントのみの改良では SiO₂ の溶出濃度は高いものの Ca²⁺ の溶出濃度が低いことからポゾラン反応による不溶性水和物が生成されず、強度が出なかったのではないかと考える。

セメントに焼却飛灰を加えたものに関しては Ca²⁺、SiO₂ ともに溶出濃度が高いものの、セメントに焼却飛灰を加えることによってポゾラン反応による不溶性水和物の生成を阻害しているのではないかと考える。

本研究では、一軸圧縮試験・重金属の溶出特性面から生石灰と都市ゴミ焼却飛灰の混合物の改良がもっとも好ましい結果となった。

【参考文献】

- 1) Gaofeng Ma, K.Onitsuka and T.Negami :Utilization of incinerator ash and molten slag from MSW as Geo materials, 佐賀大学理工学部集報,第 3 4 巻第 2 号,pp.9-14,2005
- 2) Sinat Koslanant , Influence of storage conditions on geotechnical properties of Ariake clay and on its chemical stabilization:博士学位論文,pp.86-112,2006

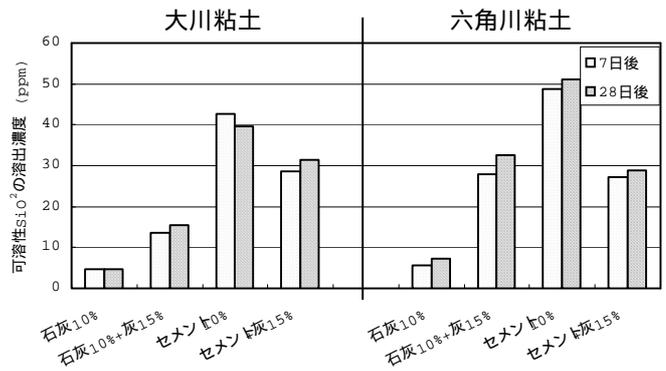


図 2 SiO₂ 溶出試験結果

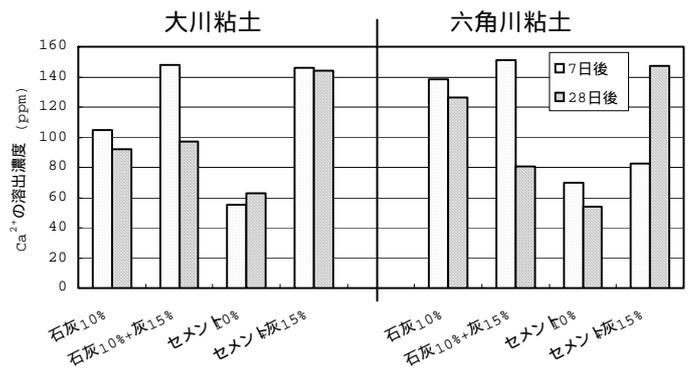


図 3 Ca²⁺ 溶出試験結果

表-4 各試料の溶出特性(ppm)

	Cu	As (0.01)	Pb (0.01)
大川粘土	N.D	0.091	0.094
六角川粘土	0.079	0.120	0.240
焼却灰	0.061	0.022	0.001
Case1	N.D	0.067	N.D
Case2	N.D	0.061	N.D
Case3	N.D	0.035	N.D
Case4	N.D	0.106	N.D
Case5	0.001	0.067	N.D
Case6	0.098	0.061	N.D
Case7	0.013	0.031	N.D
Case8	0.129	0.107	N.D