

一般廃棄物焼却灰と低品質発生土を用いた地盤材料の特性評価

長崎大学工学部 学生員○坂之下英樹 長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦
 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静 長崎菱電テクニカ(株) 非会員 野口博徳
 長崎大学大学院 学生員 小川一貴

1. はじめに

生活様式の変化に伴い、家庭からのごみの排出量は増加の一途を辿っているが、我が国では未だ一般廃棄物の約 8 割が焼却処分され、その焼却灰は年間約 720 万トンも発生している(平成 13 年度実績)。最終処分場の残容量問題や埋立地からのダイオキシン類、重金属類の溶出による環境汚染問題が指摘されており、都市ごみ焼却灰の無害化・再利用の実現が望まれている。一方、蓮池粘土、有明粘土などの高含水比粘土は低品質な建設発生土であるため、処分適地の確保の困難や処分費用の急騰といった問題を抱えており、その再資源化は緊急の課題である。本研究の目的は、ダイオキシン類、重金属類を取り除き無害化された都市ごみ焼却灰(以下、エコアッシュと称する)と建設発生土の混合材料の力学特性と化学的安定性の評価と、高機能地盤材としての利用可能性の検討にある。

2. 焼却灰リサイクルシステムの概要¹⁾

このシステムは、一般廃棄物焼却灰を無害化しリサイクル資材として活用することの特徴とする環境調和型システムである。まず、焼却場から排出された焼却灰は微粉化、乾燥処理を施され、余分な鉄分などが除去される。次に、石灰を主成分とする機能向上剤を混合し、低温加熱処理することで、ダイオキシン類の分解除去を行う。その後、硫黄を含む無機の重金属固化剤を用いて、重金属類の不溶化による安定処理を図る。本研究では、佐賀産の都市ごみ焼却灰を無害化したものを佐賀産エコアッシュと呼ぶ。

3. 力学的特性評価

表-1 に示されている配合率(質量比)に基づき、エコアッシュ、蓮池粘土(または有明粘土)、消石灰を混合・攪拌し、内径 5cm、高さ 10cm のプラスチックモールドに 3 層に分けて入れ供試体を作成する。その際、ブリーディングが生じないように振動を与えて脱気した後、突き固める。作成した供試体は温度 25℃、湿度 90% の恒温槽に安置させ養生を行う。その後、表-1 に示す材齢において一軸圧縮試験を各ケース 3 回ずつ行う。また、同じ試験ケースについて三軸 UU 試験を行うが、側圧を 100kPa、200kPa、300kPa と設定し、力学的特性の平均一軸圧縮強度 q_u 、全応力の粘着力 c_u 、内部摩擦角 ϕ_u を求める。本実験に用いる佐賀産エコアッシュ、有明粘土、蓮池粘土の物性値を表-2、表-3 に示す。また、一般盛土材料として必要な改良強さは、一軸圧縮強さで 100~300kPa と言われている。そこで、本研究での目標強度を 300kPa と定めた。

表-1 試験ケース

ケース名	エコアッシュ	建設発生土	エコアッシュ:建設発生土	消石灰添加率(R_L)	材齢 t_d (日)
SH	佐賀産	蓮池粘土	50:50	1%	14
			40:60	0%	14
				1%	7, 14, 28, 42
				2%	14
			60:40	1%	14
SA	佐賀産	有明粘土	50:50	0%	7
				1%	7, 14
				2%	7
			40:60	1%	7

表-2 エコアッシュの物性値

項目	単位	佐賀産
土粒子の密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.620
粒度分布	砂	(%) 31.4
	シルト	(%) 64.7
	粘土	(%) 3.9
最適含水比 W_{opt}	(%)	23.59
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	(g/cm ³)	1.448

表-3 有明粘土、蓮池粘土の物性値

項目	単位	有明粘土	蓮池粘土
塩分濃度	(mg/kg)	20500	10 以下
土粒子の密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.5	2.62
自然含水比 W_{opt}	(%)	139	90
液性限界 W_L	(%)	125	64.2
塑性限界 W_P	(%)	45.8	39.12
塑性指数 I_P	—	79.2	25.08
粒度分布	砂	(%) 38	24
	シルト	(%) 35	69
	粘土	(%) 27	7

4. 試験結果

図-1 に一軸圧縮試験結果、図-2 に三軸 UU 試験結果を示す。

図-1(a)では、SH は消石灰添加率が異なっても強度発現にそれほどの相違が見られない。これは材齢 14 日といった若い材齢で試験を行っているため、ポズラン反応の効果が小さく、消石灰添加の影響が小さいためと考えられる。

図-1(b)では、SH、SA ともにエコアッシュの比率が小さい 40:60 の方が強度発現が大きい。これは配合比が 40:60 では養生による含水比の減少が比較的大きく、強度発現はその含水比の減少分に比較的大きく依存することが挙げられると考えられる。SH は同条件下の SA と比較すると、強度発現が大きい。これは自然含水比が蓮池粘土の方が有明粘土よりも小さいためと考えられる。また、60:40 の試験ケースは脱型の段階で供試体が崩壊したため試験に供することができなかった。これは、混合材の含水比が非常に低く、粘着力が小さいためと考えられる。

図-2 はせん断応力に対する消石灰添加率と配合比の影響を示す。また、グラフの切片は粘着力 c_u 、傾きは内部摩擦角 ϕ_u を表す。図-2(a)では、SH は c_u 、 ϕ_u ともほぼ同等であるが、SA は c_u 、 ϕ_u に相違が見られる。このことより消石灰添加率に SH は依存せず、SA は依存することが分かる。これは、蓮池粘土が非海洋性粘土であるのに対し、有明粘土は海洋性粘土であるためと考えられる。図-2(b)では、養生日数は異なるが、SH と SA を比較すると SH の方が c_u 、 ϕ_u が大きいことが分かる。これは自然含水比が蓮池粘土の方が有明粘土よりも小さいためと考えられる。

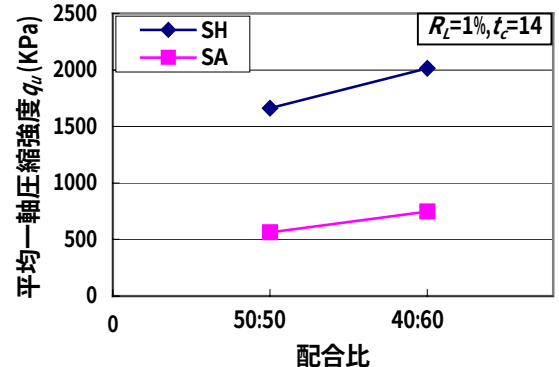
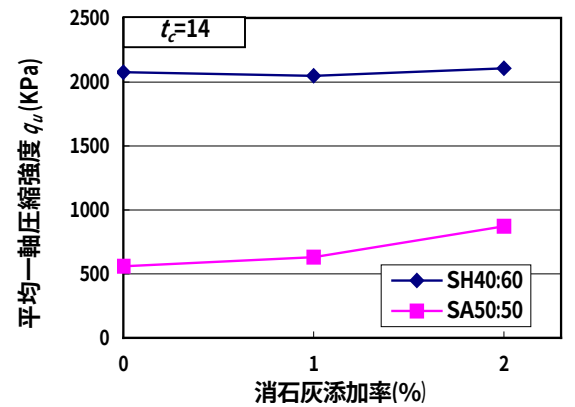
5. おわりに

試験結果より配合比 60:40 を除く全試験ケースで目標強度 300kPa を満足していることが明らかになった。また、同条件下ではないが、SH は SA よりも一軸圧縮強度、粘着力、内部摩擦角が大きいことが明らかになった。今後は、SH の養生日数を 28 日、42 日と変化させて一軸圧縮試験と三軸 UU 試験を行っていく予定である。

また、一軸圧縮試験後の供試体を用いて重金属類で環境汚染の原因として特定される T-Hg、 Cr^{6+} 、Cd、Pb、As、Se について重金属溶出試験を行い、混合材の化学的安定性についても解明していく。

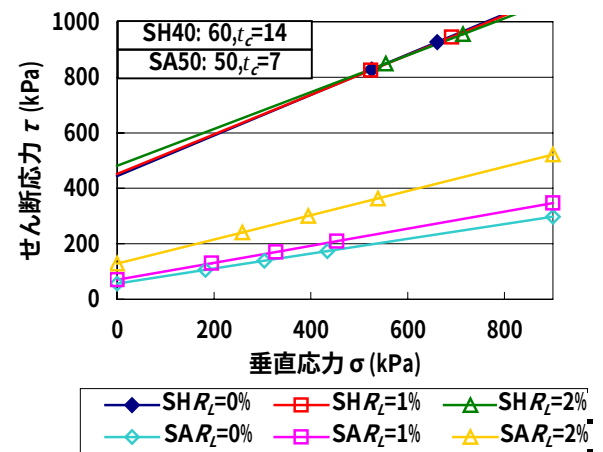
〔参考文献〕

- 1) 棚橋由彦, 蔣 宇静, 野口博徳, 日高公大, 小川一貴, 山下慎也:
第 40 回地盤工学研究発表会論文概要集(CD-ROM), D-02, No.343,
pp.685-686, 函館 (2005.7)

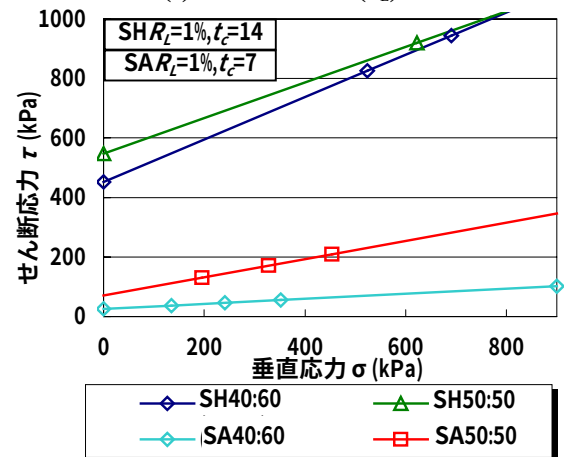


(b) 配合比の影響

図-1 一軸圧縮試験結果



(a) 消石灰添加率(R_L)の影響



(b) 配合比の影響

図-2 三軸 UU 試験結果