

無害化处理した都市ごみ焼却灰を用いた多機能地盤改良材の力学・化学的特性評価

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 蔭 宇静
 長崎大学環境保全センター 非会員 石橋 康弘 香川大学工学部 正会員 山中 稔
 長崎大学大学院 学生員 日高 公大 長崎大学工学部 学生員○小川 一貴

1. はじめに

高度経済成長期の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たが、現在はやや抑制されつつあり、横ばい傾向を示している。しかし日本では未だに一般廃棄物の約7割が焼却処分されている。その焼却灰は大部分がそのまま埋立処分され、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いるため、都市ごみ焼却灰の無害化および再利用の早急な実現が望まれている。一方、有明粘土等の高含水比粘土は低品質な汚泥として利用が困難であり、処分適地の確保も困難な状況にあり、その再資源化が緊急の課題となっている。

本研究は、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、エコアッシュと呼ぶ)と建設発生土の混合材料の基礎試験による力学的特性と化学的安定性の評価を行い、軟弱地盤改良材および建設素材としての利用可能性を検討する。

2. 焼却灰リサイクルシステムの概要¹⁾

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、余分な鉄分などは除去される。次に、石灰を主成分とする機能向上剤を混合し、低酸素濃度状態かつ還元性の高い状態で加熱処理し、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、佐賀産および長崎産の都市ごみ焼却灰を無害化したものを、それぞれ佐賀産エコアッシュ、長崎産エコアッシュと呼ぶ。

3. 力学的特性評価

3.1 実験概要

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、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 に示されている材齢において一軸圧縮試験を各ケース 3 回ずつ行い、その平均一軸圧縮強度を力学的特性評価とする。

本実験に使用される佐賀産・長崎産エコアッシュ、有明粘土の物性値を表-2、表-3 に示す。今回は有明粘土の採取場所からの運搬コストを考慮し、佐賀産のエコアッシュを主に使用する。

表-2 エコアッシュの物性値

項目	単位	佐賀産	長崎産
土粒子の密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.31	2.46
粒度分布	砂	(%)	31.4
	シルト	(%)	64.7
	粘土	(%)	2.9
最適含水比 W_{opt}	(%)	28.0	20.5
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	(g/cm ³)	1.398	1.506

表-3 建設発生土の物性値

項目	単位	有明粘土
塩分濃度	(mg/kg)	20500
土粒子の密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.5
自然含水比 W_n	(%)	139
液性限界 W_L	(%)	125
塑性限界 W_P	(%)	45.8
塑性指数 I_P	(%)	79.3
粒度分布	砂	(%) 38
	シルト	(%) 35
	粘土	(%) 27

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	材齢(日)
SA	佐賀産	有明粘土	40:60	1%	7, 14, 28, 42
			50:50	0%	7, 14, 28, 42
				1%	1, 3, 5, 7, 14, 28, 42, 60
				2%	7, 14, 28, 42
			55:45	1%	7, 14, 28, 42
			60:40	0%	7, 14, 28, 42
NA	長崎産		50:50	1%	1, 3, 5, 7, 14, 28, 42, 60

3.2 目標強度

軟弱地盤の一軸圧縮強度は約 70kPa 以下と言われているが、特に含水比の高い粘土や有機質土は軟弱で、そのまま盛土材料として使用することは難しい。そこで、これらに改良を加え、より高い強度を持たせることで再利用を可能にする。その時に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。

4. 試験結果

図-1 に試験結果を示す。これより、養生日数の経過に伴い強度が増加していることが見て取れる。ただし、a)の NA の材齢 42 日、また c)の 40:60 の材齢 42 日、55:45 の材齢 42 日、60:40 の材齢 28 日では養生日数が増加しているにもかかわらず強度が低下している。その原因として供試体作成の際脱気が十分でなかったことや、供試体が脱型時に剥離したことが考えられる。また、供試体の加圧板と接する面が平らでなかったものがあり、養生による含水比の減少が見られなかったことも要因として挙げられる。また、60:40 の材齢 28 日は供試体作成の際に層間に刻みを入れておらず、モールド内で供試体の層間が良くかみ合っていなかったことから圧縮強度の低下が生じたと考えられる。

a)の NA と SA の比較に関しては、SA での圧縮強度よりも NA でのその方が強度発現が明らかであると判断できる。

b)の消石灰添加率の比較に関しては、添加率が大きいくほど強度発現が大きい。これは石灰系固化材の発熱や消化吸收反応による強度増加が生じたためと考えられる。その後、養生期間が延びるにしたがってポズラン反応による強度増加に移行し、消石灰添加率による強度増加比が一定に近づく予と予測される。

c)の配合比の比較に関しては、エコアッシュの比率が大きいくほど強度発現が大きい。これはエコアッシュに消石灰と同様の石灰系固化材としての効果があるためである。配合比が 40:60 では養生による含水比の減少が著しく、また強度発現はその含水比の減少分に大きく依存することが挙げられ、材齢 14 日において 55:45、50:50 での圧縮強度を上回っているものためと考えられる。

5. 化学的特性評価

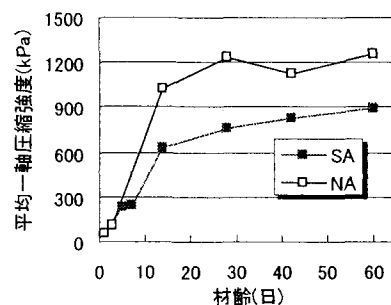
本研究では、一軸圧縮試験後の供試体を用いて異なる pH 条件下における重金属溶出試験を行い、混合材の化学的安定性を解明する。また、佐賀産・長崎産エコアッシュの吸湿性の相違、電子顕微鏡による供試体構造観察などから混合材の強度増加に関する事象を解明する。

6. おわりに

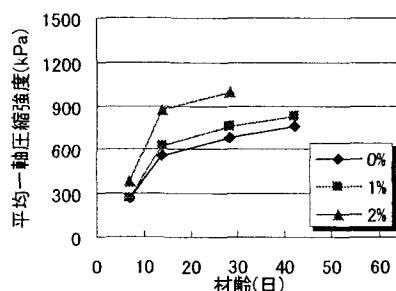
本研究では、消石灰添加率が 0%、1%、2%と少量で混合材を作成した。試験結果よりエコアッシュ:有明粘土=55:45、または 60:40 なら材齢 7 日以上で、どの配合ケースでも材齢 14 日以上であれば目標強度 300kPa を満足しており、少量の消石灰を添加することにより地盤改良材として利用できることが明らかになった。

〔参考文献〕1) 村岡昌之:無害化処理した都市ごみ焼却灰と低品質発生土の再利用に関する力学・化学的特性評価、

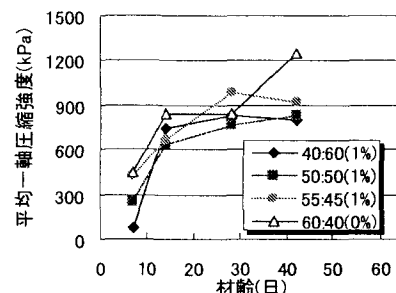
平成 14 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、第 2 分冊、B-560-B-561、2003。



a) NA と SA の比較



b) 消石灰添加率の比較



c) 配合比の比較

図-1 一軸圧縮試験結果