

無害化した都市ごみ焼却灰の軟弱地盤改良材としての再利用に関する研究

長崎大学工学部 正会員 棚橋 由彦 長崎大学大学院 学生員 長野 卓
 長崎大学工学部 正会員 蔭 宇静 長崎大学工学部 学生員 〇辻 龍二
 菱電テクニカ(株) 非会員 力武 幸 菱電テクニカ(株) 非会員 川尻 聡

1.研究の背景と目的

近年の生活様式の変化に伴い、家庭からのごみの排出量は未だに増加の一途をたどっている。そして、それらを焼却処理することによって生じる焼却灰もまた増加し、それにより、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、重金属類の溶け出しによる環境汚染問題が指摘されているため、都市ごみの無害化、また、それらの再利用の早急な実現が望まれている。

そこで、本研究の目的としては、長崎菱電テクニカ(株)が開発した都市ごみ焼却灰リサイクルシステムにより無害化され、生成された本試料(以下、エコアッシュと呼ぶ)を地盤改良材として用い、建設発生土と混合、混練することによって、新たな建設素材としての可能性を、基礎試験に基づき評価・検討するものである。

2.焼却灰リサイクルシステムの処理フロー

図-1 に示す焼却灰リサイクルシステムの基本フローに沿って無害化が行われる。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定剤を用いて、重金属類の不溶化による安定処理を図る。これにより、生成する重金属硫化物は水に対する溶解度が極めて小さく、長期的に見ても安全なりサイクル資材といえる。

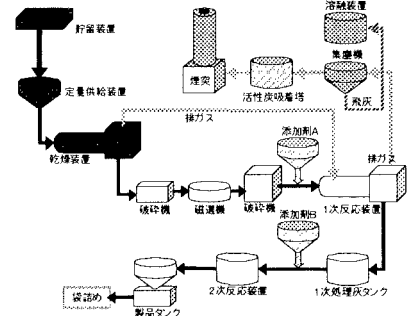


図-1 焼却灰リサイクルシステムの処理フロー②

表-1 エコアッシュの物性値

	単位	値
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.46
液性限界	W _L (%)	39.8
塑性限界	W _P (%)	NP
粒度分布	砂 (%)	29.3
	シルト (%)	61.7
	粘土 (%)	9.0
圧縮指数	C _c	0.14
圧密降伏応力	P _c (kPa)	240
透水係数	k (cm/s)	10 ⁻⁷ ~10 ⁻⁸
一軸圧縮強さ	q _u (kPa)	14
有効粘着力	c' (kPa)	35
有効内部摩擦角	ϕ' (°)	23.5

表-2 有明粘土の物性値

	単位	値
最大粒径	d _{max} (mm)	2.0
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
有効粘着力	c' (kPa)	4.90
有効内部摩擦角	ϕ' (°)	6

3.実験概要

3.1 実験材料 本実験に使用するエコアッシュ、及び有明粘土の物性値を表-1、2に示す。

3.2 消石灰 本実験で用いる消石灰(JIS-R9001 工業用石灰)とは、炭酸カルシウムを焼いて出来る白色の塊である生石灰(主成分 酸化カルシウム)に水を反応させて出来る白色粉末のことで、最も安価なアルカリ物質として大きな役割を担っている。ここで消石灰は、この生石灰が水と反応した物質で、その土質安定剤としての効果は生石灰に比べて小さい。しかし、今回はエコアッシュのボソラン反応が顕著に現れるように、消石灰を使用した。また、ここでの消石灰添加率とは、混合試料全体に対する割合である。

3.3 実験方法 まず、表-3の配合率に基づき、エコアッシュ、有明粘土、消石灰を混合・攪拌し、それを内径 5cm、高さ 10cmのプラスチック製のモールドに4層に分けて入れ突き固める。

さらに、ブリーディングが生じない様に、振動を与えて脱気したのち、温度 25℃、湿度 90%の恒温槽において養生を行う。そして、通常は成型した翌日に脱型を行うが、本実験では、脱型時に強度が弱く崩壊の恐れがあるパターンもあるため、全ての脱型を 7 日養生時まで遅らせ、その後、7、14、28 日養生時に一軸圧縮試験を行う。

4. 基準強度

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弱く、そのままでは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。その時に必要な一般盛土材料としての改良強さは、一軸圧縮強さが 100~300kPa と言われている。そこで本研究での目標強度としては 300kPa を基準に定めた。

5. 強度特性

配合パターンにより 9 種の供試体を 7、14、28 日養生時において、一軸圧縮試験を行った結果を図-2 に示す。これによると、養生日数により一軸圧縮強度が増加していく様子が見取れる。また、9 パターン中 6 パターンが 7 日養生時において、すでに目標強度を満たしている。しかも、養生が 28 日まで進むと、3 パターンが 1MPa をも上回った。また、消石灰添加率 0% では、配合率 60 : 40 の場合、7 日養生時に他の強度を大きく上回る値を示した。表-4 において同一消石灰添加率で比較すると、エコアッシュの配合率の上昇と共に、強度の増加が見られる。しかし、配合率 45 : 55 の強度は、配合率 40 : 60 のそれを 14、28 日養生時において、僅かに下回っている。この要因としては、配合率 40 : 60 には粘土が多いため弾力性があり、明確な破壊が起きなかったこと、及び配合率 45 : 55 の供試体が、脱型時に表面が剥離した為、僅かながら応力の低下を生じたことが挙げられる。

表-3 配合パターン

No.	エコアッシュ： 有明粘土	消石灰 添加率(%)
1	40 : 60	0
2		5
3		10
4	45 : 55	0
5		5
6		10
7	50 : 50	0
8		5
9		60 : 40

* 消石灰添加率は湿潤質量比

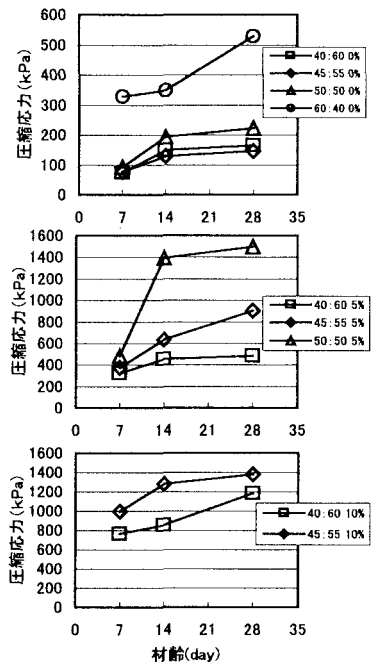


図-2 養生による強度増加

表-4 最大圧縮応力とその時の軸ひずみ

	エコアッシュ ：有明粘土	40 : 60			45 : 55			50 : 50		60 : 40
		消石灰添加率(%)			0	5	10	0	5	10
7日養生	最大圧縮応力(kPa)	66.04	320.94	932.29	77.64	371.40	996.48	91.70	481.41	328.58
	軸ひずみ(%)	15.69	3.50	3.98	16.04	3.59	5.73	16.12	3.99	4.80
14日養生	最大圧縮応力(kPa)	189.35	450.84	1273.71	128.11	631.34	1278.54	193.53	1394.50	349.19
	軸ひずみ(%)	10.81	6.68	6.60	11.25	5.44	5.97	7.10	1.09	4.50
28日養生	最大圧縮応力(kPa)	198.12	479.94	1181.76	144.66	901.22	1380.56	222.23	1497.94	528.89
	軸ひずみ(%)	10.35	5.78	6.00	7.76	6.38	4.98	7.74	1.48	2.42

6. まとめ

以上の結果より、エコアッシュと有明粘土のみの配合では、エコアッシュが 60% を上回る配合率で、目標強度を達成する。また、消石灰を添加することにより、相乗効果が生じ強度は上がるが、必要以上に大きな強度を有するという結果が示された。これにより、エコアッシュのみの配合でも一般的な盛土強度を十分に満足できることが分かった。

参考文献：1) 棚橋由彦他：都市ごみ焼却灰のグラウティング材としての適性評価 第 35 回地盤工学研究発表会 発表講演集 Vol.1, p.1117-1118, 2000. 2) 長崎愛電テクニカ：都市ごみ焼却灰リサイクルシステム資料, 1999.