

都市ごみ焼却灰の地盤改良材、グラウティング材としての適性評価

長崎大学工学部 正会員 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) 力武 幸 長崎菱電テクニカ(株) 川尻 聡
長崎大学大学院 学生員 陣野 晃 長崎大学大学院 学生員 茂山史憲
長崎大学大学院 学生員 清水裕介 長崎大学工学部 学生員○長野 卓

1. はじめに

近年の生活向上に伴い、家庭から排出されるごみは増加の一途をたどっているが、その焼却灰は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、都市ごみ焼却灰の再利用、無害化の技術開発が望まれている。また、都市開発の活性化や地下利用の増大に伴い大量の建設汚泥が発生している。低品質な汚泥は処分する適地の確保が困難な状況にあり、処分費用も急騰しているため、建設発生汚泥の有効利用が早急に求められている。

本研究では、以上の問題の解決を目指し、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生成された、セメント系土質改良材(エコソイル)のグラウティング材としての適性、またそれを建設発生汚泥と混合、混練することによる新たな地盤改良材としての利用可能性を、基礎試験に基づき検討するものである。

2. システム構成と処理フロー

表-1 に本焼却灰リサイクルシステムを構成する設備と各設備の主な使用機器を示す。図-1 に焼却灰リサイクルシステムの基本フローを示す。

表-1 リサイクルシステム設備¹⁾

設備名称	主な構成機器
①原灰受入・供給設備	受け入れホッパー、定量供給フィーダ
②選別設備	非鉄金属選別機、吊下げ式磁選機、振動篩、破碎機
③乾燥設備	回転式焼却炉、急冷装置
④粉碎設備	破碎機、ドラム敷き磁選機、ローラーミル
⑤ダイオキシン類除去設備	添加剤 A 供給装置、ロータリキリン、急冷装置
⑥重金属類安定化設備	分級機、解砕機、添加剤 B 供給装置、安定固化装置
⑦袋詰設備	フレコン充填装置、20kg 袋充填装置
⑧排煙処理設備	サイクロン、熱交換器、消石灰吹込装置、バグフィルタ、活性炭吸着塔
⑨電気・計装設備	分電盤、制御盤、中央操作盤、現場操作盤、ITV 監視システム

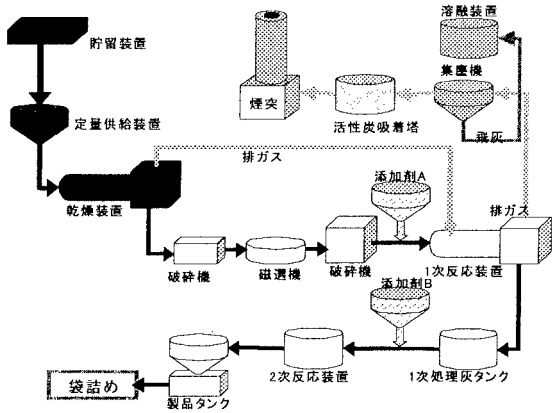


図-1 リサイクルシステム基本フロー¹⁾

3. 物理的性質の試験結果

都市ごみ焼却灰の物理的性質を表-2 に、粒径加積曲線を図-2 に示す。粒径は最大でも 0.25mm であり、微小粉末の試料である。

表-2 試料の物理的性質

土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.46	粒度分布	
自然含水比 $W_n(\%)$	2.95	砂 (%)	29.3
液性限界 $W_L(\%)$	N.P.	シルト (%)	61.7
塑性限界 $W_p(\%)$	N.P.	粘土 (%)	9.0

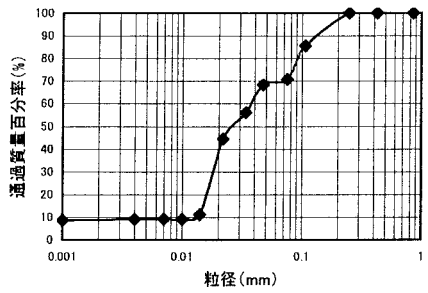


図-2 粒径加積曲線

4. 力学的特性の試験結果

2 回の締固め試験を実施することにより、最適含水比は $W_{opt}=20.48\%$ 及び最大乾燥密度は $\rho_{dmax}=1.506\text{g/cm}^3$ であると判断した。締固め曲線を図-3 に示す。力学的特性の試験では含水比、乾燥密度の調整を行った試料を使用した。表-3 に試料の力学的特性をまとめる。

表-3 の透水係数は圧密試験結果から算出したものであり、強度定数 c' 、 ϕ' は圧密降伏応力 $P_y=240\text{kPa}$ を挟む圧密応力で試験を行った定体積一面せん断試験より求めたものである(図-4 参照)。

表-3 試料の力学的特性

圧縮指数 C_c	0.14
圧密降伏応力 P_y (kPa)	240
透水係数 k (cm/s)	$10^{-7} \sim 10^{-8}$
一軸圧縮強さ q_u (kPa)	15
粘着力 c' (kPa)	35
内部摩擦角 ϕ' (°)	23.5

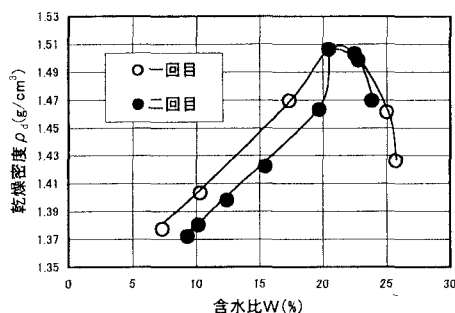


図-3 締め固め曲線

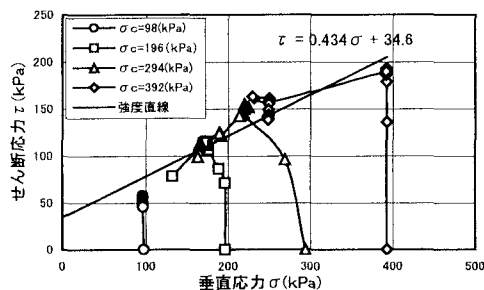


図-4 定体積一面せん断試験による τ - σ 曲線

5. グ라우ティング材としての適性

グラウティング材としては、JIS R 5210 に適合する普通ポルトランドセメントを用いて配合を行うが、ブリーディング現象や膨張・収縮、流動性の問題から、まず焼却灰単体での流動性の把握、膨張試験を行った。膨張試験は、内径 5cm、高さ 10cm の円柱形型枠を用い、流動性を考慮し含水比 20% 以上で、最終測定を 7 日後として連続に行った。

本焼却灰は含水比により著しい状態変化が見られ、大別すると 3 つの状態となる。

- ① 最適含水比 20.48% 以上であると、供試体の表面を均すと水が浮き出てくるが、それほど流動性はない。
- ② 含水比が約 35% 以上で振動を与えると多量の水分が浮き出し平坦な状態にすることが可能になる。
- ③ 含水比が約 47% 以上で振動を与えずとも流し込むだけで、容器の形状に変化。液体に近い状態。

膨張率は、その締固め状況により変化すると思われるが、ここではグラウティング材として使用するため締固めを行わないで膨張率の変化の測定を行った。その結果、含水比が約 35% 以上の試料ではブリーディング現象により多量の水分が浮き出し、乾燥に従い 7 日間で約 1% 程度の膨張量であったが、ブリーディング現象による収縮率は大きく、最終的には収縮を示した。

6. おわりに

本研究では、無害化された都市ごみ焼却灰単体での基本的物理特性と力学的特性について述べた。本焼却灰はリサイクルシステムにより様々な行程を経て生成されており、今までの焼却灰とは異なる特性を示し、また含水比により著しい状態変化が見られた。今後更にセメントと水分の配合比を変化させ、その傾向を見極め、セメントや粘土鉱物との配合により最適な配合での流動性、強度などによりグラウティング材としての適性と、建設発生汚泥との混合、混練により地盤改良材としての適性を評価していく予定である。

《参考文献》

- 1) 長崎菱電テクニカ(株): 焼却灰リサイクルシステム～エコソイル製造プラント～、1999