

無害化した都市ごみ焼却灰と低品質発生土による表層改良地盤材としての実用性の検討

長崎大学大学院 学生員○小川一貴 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
長崎大学工学部 学生員 坂之下英樹

1.研究の背景と目的

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る。しかし、我が国では未だに一般廃棄物の約 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¹⁾。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実現が望まれている。一方、有明粘土などの高含水比粘性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、処分費用の急騰といった問題を抱えており、その再資源化も緊急の課題である。軟弱地盤上に盛土を構築する場合、周辺地盤に沈下や側方変位を生じ、近接する構造物に様々な障害を及ぼす。こうした地盤変状を抑制する対策工法の 1 つとして浅層混合処理工法が用いられている。本研究では、無害化された都市ごみ焼却灰(以下、エコアッシュ)と有明粘土による混合材料の力学的・化学的特性を把握し、表層改良地盤材、盛土材等の高機能地盤材としての利用可能性を遠心力载荷模型実験および数値解析から考察する。

2.改良地盤材に関わる各種材料特性

本研究で使用したエコアッシュは微小粉末の試料である。表-1、表-2 にエコアッシュ及び有明粘土の物性値を示す。エコアッシュ単体での使用は困難であり、地盤改良材としての利用を検討した結果²⁾、エコアッシュ：有明粘土($w=139\%$)=50：50、消石灰添加率 1%(いずれも質量比)において図-1 に示す一軸圧縮強度を発現し、地盤改良材としての強度を満たすことを明らかにした。そこで、本配合を用い改良層および盛土を作成し、材齢 14 日の時点で遠心力载荷模型実験を行った。

3.遠心力载荷模型実験

3.1 実験概要

エコアッシュと有明粘土を混合することで表層改良を行い、その残余試料を盛土として利用することを想定し、遠心力载荷模型実験を行う。改良層と盛土はエコアッシュと有明粘土の混合材となる。図-2 の模型地盤に遠心加速度 80G を作用させると、幅 40m、奥行き 12m、厚さ 11.2m の軟弱地盤層を模擬できる。この仮想地盤において改良層部の粘土層を切取り、一体化で作成した改良層及び盛土を構築する。载荷にはフーティング载荷装置を用い、盛土の天端全面に载荷板を 0.05mm/s の速度で貫入し载荷を行い、荷

表-1 エコアッシュの物性値

項目	単位	値
土粒子の密度 ρ_s	(g/cm ³)	2.62
粒度分布	砂	(%) 31.4
	シルト	(%) 64.7
	粘土	(%) 3.9
最適含水比 W_{opt}	(%)	23.6
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	(g/cm ³)	1.45

表-2 有明粘土の物性値

項目	単位	値
塩分濃度	(mg/kg)	20500
土粒子密度 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
粒度分布	砂	(%) 38
	シルト	(%) 35
	粘土	(%) 27

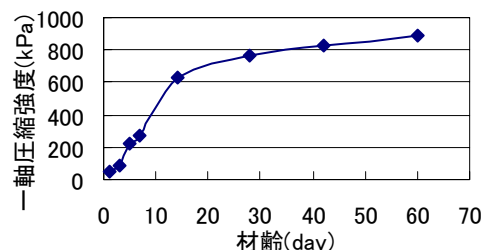


図-1 一軸圧縮強度

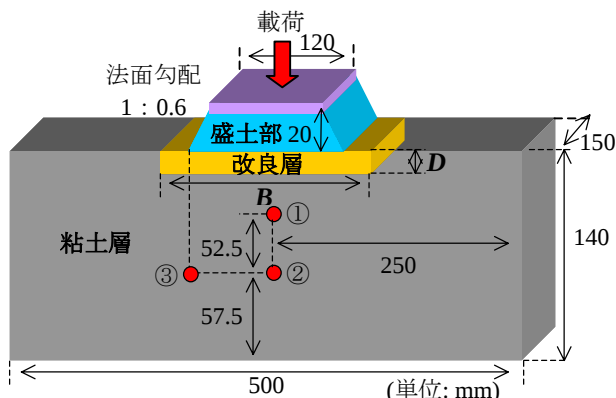


図-2 模型地盤概要図

表-3 実験ケース

ケース名	改良層	盛土	B(mm)	D(mm)
Case1	×	○	0	0
Case2	○	○	144	12.5
Case3	○	○	192	12.5
Case4	○	○	192	18.8

重を計測する。実験ケースは、改良層の改良幅 B 、改良厚さ D を変化させ、表-3 のように設定した。

3.2 模型地盤の作成

模型地盤は、まず含水比 $w=100\%$ 程度の有明粘土層を作成する。その後、遠心力をかけることにより圧密させ含水比が $w=90\sim95\%$ に達した時点で標点を配置し、図-3 のように遠心加速度を上昇させ実験を行った。計測用標点は直径 0.7cm のプラスチック球を用い、縦 2.0cm 、横 4cm 間隔で実験土槽前面に配置した。

3.3 実験結果と考察

実験結果として、図-4 にフーティング載荷による荷重強度-土圧関係を示す。ただし、Case2 では粘土層が大きく変形したことにより、土圧計①及び③の位置が移動していたことが実験後確認されている。改良層の有無で (Case1 と Case4) 比較すると、土圧計①、②において、載荷による土圧の増加が抑えられていることが読み取れる。これは改良層の設置により、荷重分散効果が得られたためと考えられる。Case2 については、土圧計②を見ると Case1 と同様の挙動を示している。Case2 は改良層を有しているが、盛土から張り出した部分が無く、荷重が分散されなかったためと考えられる。

図-5 にフーティング載荷による荷重強度-沈下量関係を示す。Case1 と Case2 は同様の挙動を示している。これは、盛土と改良層を一体構築しているために改良層を有す Case2 でも沈下が抑制されず、支持力の増加が得られなかったためと考えられる。Case4 は、他のケースと比較して沈下量が小さい。これは、改良幅の大きい改良層を設置したことにより荷重が分散し、沈下が抑制されたためと考えられる。

4. 結論と今後の課題

改良層を設置することで盛土の安定が得られたことから、盛土と改良層の一体構築の有用性が示された。また、Case4 のように改良幅が大きい場合、荷重分散及び支持力増加の効果が得られ、周辺地盤に与える影響が小さいことが明らかになった。

今後は残された Case3 について遠心力載荷模型実験を行うとともに、数値解析を用いてパラメトリックスタディによる変形挙動のシミュレーションを行う予定である。

【参考文献】 1) 環境省報道発表資料：一般廃棄物の排出及び処理状況等，2004. 2) 棚橋由彦，蔣 宇静，野口博徳，日高公大，小川一貴，山下慎也：低品質発生土と一般廃棄物焼却灰を用いた地盤材の力学・化学特性評価，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)

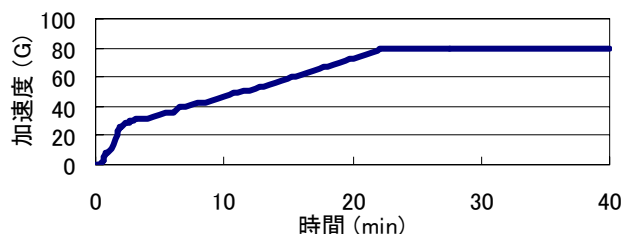


図-3 遠心加速度の経時変化

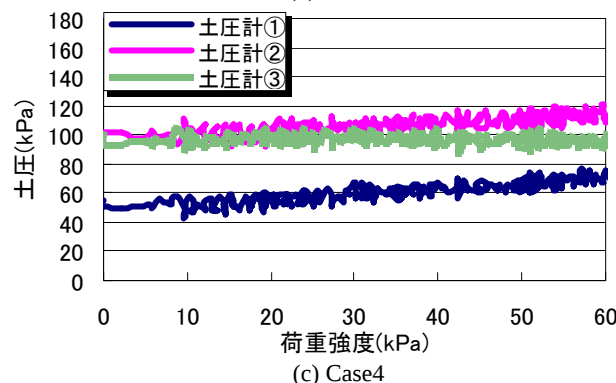
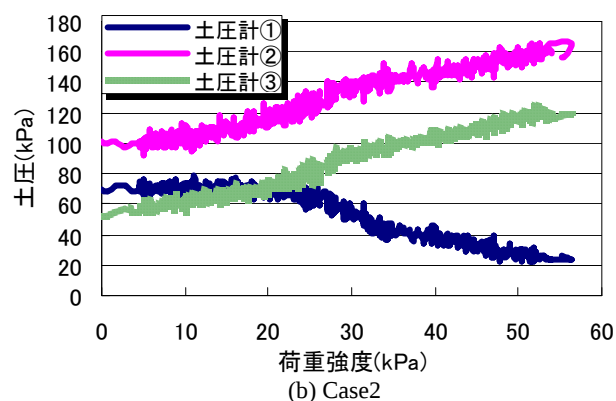
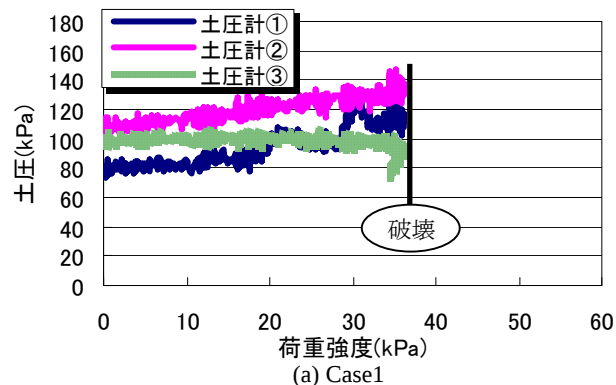


図-4 荷重強度-土圧関係

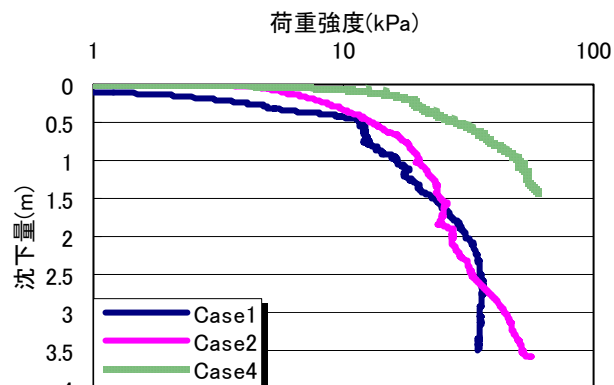


図-5 荷重強度-沈下量関係