

無害化した都市ごみ焼却灰の表層地盤改良材としての沈下抑制効果判定

長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 長崎大学工学部 正会員 蔀 宇静
 長崎菱電テクニカ(株) 力武 幸 長崎菱電テクニカ(株) 松島右児
 長崎大学大学院 学生員○長野 卓 長崎大学工学部 学生員 江藤秀治

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、その焼却灰は年間約600万tも発生している。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。軟弱地盤上に盛土を構築すると、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つとして表層改良が行われている。本研究では、無害化した都市ごみ焼却灰(エコアッシュ)と有明粘土との混合による軟弱地盤改良材としての強度評価を行った結果、最も効果大であった配合¹⁾を用い遠心力荷重模型実験により表層地盤改良の沈下抑制効果を判定する。

2. 混合材料の性質

本研究で使用した無害化した都市ごみ焼却灰の粒径は最大でも0.25mmであり、微小粉末の試料である。使用したエコアッシュ、有明粘土の物性値詳細については、参考文献²⁾を参照されたい。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研究した結果、エコアッシュ：有明粘土=50：50、消石灰添加率5%(いずれも質量比)にて表-1に示す強度を発現することが解明された。そこで、本配合を用い改良層を作成し、材齢14日の時点で表層改良地盤として遠心力荷重模型実験を行った。

表-1 強度評価結果

材齢(day)	7	14	28	60
最大圧縮応力(kPa)	481	1110	1500	3880
軸ひずみ(%)	3.99	1.05	1.48	3.43

(エコアッシュ：有明粘土=50：50、消石灰添加率5%)

3. 遠心力荷重模型実験の概要

盛土内応力は、土の自重によるものが支配的であり、土の強度や変形特性は、応力レベルに大きく依存する。したがって、自重応力のごく小さい縮尺模型を用いて重力場の実構造物の変形や破壊挙動を期待することはできない。しかし、遠心力荷重模型実験は実物の縮尺の1/nの模型を重力加速度のn倍遠心加速度場に置いて縮尺模型に実物と同じ挙動を生じさせることが期待できる³⁾。

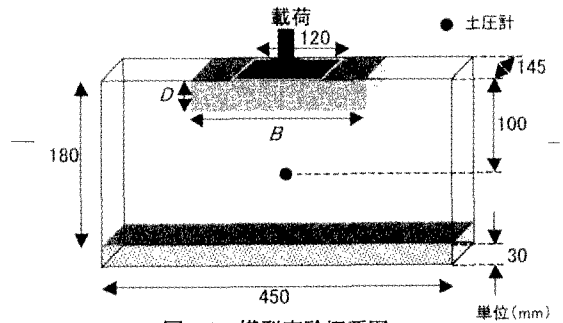


図-1 模型実験概要図

3.1 実験装置と実験ケース

遠心力荷重模型実験装置を使用し、幅45cm、奥行き14.5cm、深度18cmの模型地盤に遠心加速度50Gを作用させると、幅22.5m、奥行き7.25m、深度9mの軟弱地盤層となる。この仮想地盤において改良層を9m×1mとするとその模型改良層は18cm×2cmとなる。図-1に模型実験概要図、実験ケースを表-2に示す。ここで、改良

表-2 実験ケース毎のB,Dの設定

ケース	B_p (m)	D_p (m)	B_m (cm)	D_m (cm)
(a)未改良	0	0	0	0
(b) 20 : 2	10	1	20	2
(c) 30 : 2	15	1	30	2
(d) 20 : 4	10	2	20	4

幅 B 、改良深度 D とし、添字 p 、 m はそれぞれ実物と模型を示す。載荷にはフーティング載荷装置を用い、改良層中央に幅 12cm の載荷板を 0.05mm/s 程度の速度で貫入し載荷を行い、載荷装置に発生する荷重を計測した。

3.2 模型地盤作成

模型地盤は、まず下部砂層(豊浦標準砂: 3cm)を作成し、その上に含水比 $w = 100\%$ 程度の有明粘土層を作成する。その後、圧密させ含水比が $w = 90 \sim 95\%$ に達した時点で土圧計、標点を配置し実験を行った。計測用標点は半球の発泡スチロールを用い、実験土槽前面のガラス面に図-2 のように配置した。

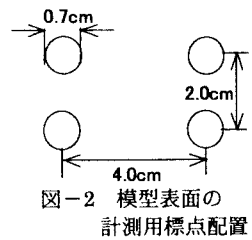


図-2 模型表面の計測用標点配置

表-3 沈下量 21mm での荷重強度

実験ケース	未改良	$B : D$		
		20 : 2	30 : 2	20 : 4
荷重強度(kPa)	27.25	48.02	74.40	80.39
未改良との比	1	1.76	2.73	2.95

4. 実験結果と考察

表-3 に沈下量 21mm での荷重強度、図-3 に沈下量と荷重強度の関係を示す。ケース $B : D = 20 : 4$ 、 $30 : 2$ にてそれぞれ未改良時の 3 倍、2.7 倍の支持力増が發揮された。また、ケース $B : D = 20 : 4$ の沈下量 13mm にて荷重強度減少が生じているが、これは改良層に亀裂が生じたためであり、その後回復した。

図-4 の荷重強度と土圧の関係では、ケース $B : D = 30 : 2$ が低い計測値を示しており、最も広い改良面で荷重を支持した結果、土圧が分散していることが分かる。

図-5 に変形挙動の一例としてケース $B : D = 20 : 4$ の変位ベクトル図を示す。載荷地点直下にて沈下が生じ、同時に水平方向に側方流動、周辺地盤の隆起が確認できる。他ケースにも同様の結果が得られた。

5. おわりに

本研究では、遠心力載荷模型実験によって、都市ごみ焼却灰の軟弱地盤改良材としての沈下抑制効果について考察を行った。実験から現場にて深さ 1m の表層改良により、材齢 14 日時点で 1.8 倍程度の支持力増が得られることが示された。これまでの研究より材齢を増す毎に更なる強度増加が得られたため、経時に伴い更なる沈下抑制効果が期待できる。

又、実験で使用したフーティング載荷装置はひずみ制御方式のため二次圧密現象を捉えることはできない。今後、二次圧密を考慮した有限差分値解析による変形挙動の解明を行う予定である。

《参考文献》

- 1) 棚橋由彦, 長野卓, 蔭宇静, 辻龍二, 力武幸: 無害化处理した都市ごみ焼却灰の軟弱地盤改良材としての適性評価, 第 36 回地盤工学研究発表会講演概要集, 地盤工学会, 徳島, 第 1/2 分冊, D-05/446, pp.879-880, 2001.
- 2) 棚橋由彦, 蔭宇静, 力武幸, 松島右児, 長野卓, 江藤秀治: 無害化した都市ごみ焼却灰の力学的・化学的安定性評価, 平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2002.
- 3) 高田直俊, 日下部治: 遠心模型実験, 3.原理, 土と基礎, Vol.35, No.12, pp.89~94, 1987.

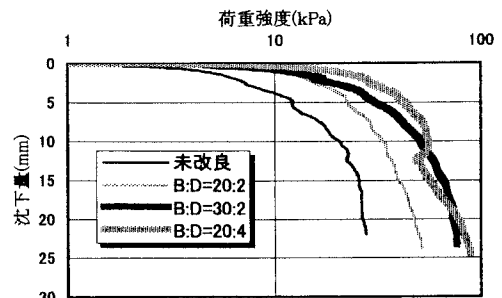


図-3 沈下量と荷重強度の関係

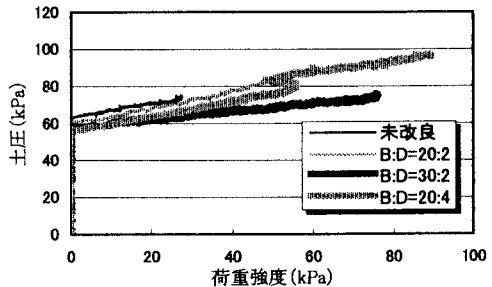


図-4 荷重強度と層中土圧の関係

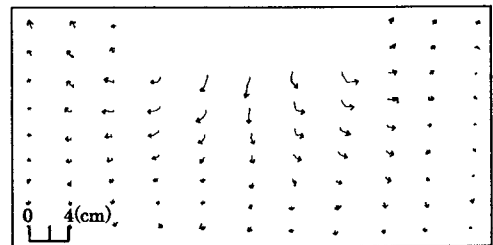


図-5 変位ベクトル図 ($B : D = 20 : 4$)