

都市ごみ焼却灰地盤の支持力特性に関する有限差分析

長崎大学工学部 正会員 後藤恵之輔

長崎大学工学部 正会員○山中 稔

長崎大学大学院 学生員 生田 俊裕

1. はじめに

一般廃棄物量の急増は、焼却後埋立処分される都市ごみ焼却灰の増大をもたらし、結果として都市ごみ焼却灰を主な構成材料とする廃棄物埋立処分地が増加している。国土の狭い我が国では、これら都市ごみ焼却灰で埋立られた跡地を、貴重な土地として高度利用することが考えられるが、このためには、まず都市ごみ焼却灰の地盤工学的諸特性を明らかにする必要があると言える。

著者ら¹⁾²⁾は、これまで都市ごみ焼却灰を試料とした一連の物理・力学実験とともに、都市ごみ焼却灰から構成される盛土斜面の変形挙動について実験的及び解析的に解明を行ってきた。

本論は、都市ごみ焼却灰から構成される水平地盤における支持力機構の解明を目的として、有限差分法により数値解析を行った。入力パラメータは室内試験から得られた実験値を採用し、比較材料として豊浦標準砂を用いた。

2. 動的変形特性

数値解析に必要な入力パラメータである体積弾性係数及びせん断弾性係数を求めるために、動的変形特性試験を行った。実験に用いた都市ごみ焼却灰試料の最大粒径は、供試体寸法($\phi=5.0\text{cm}$ 、 $h=10.0\text{cm}$)の制約から 2mm とした。供試体密度条件は、湿潤密度 $\rho_t=1.27\text{g/cm}^3$ であり、供試体作製には締固め法を用いた。実験条件として、背圧 98kPa 、有効拘束圧 98kPa において圧密を行った後、周期 0.5Hz で振幅一定の正弦波を繰返し 10 回載荷させた。

図-1 に、片振幅軸ひずみと ϵ_a と等価ヤング率 E_{eq} 及び履歴減衰率 h の関係を示す。体積弾性係数及びせん断弾性係数を算出する初期等価ヤング率は、 140kPa が得られた。等価ヤング率は、ひずみが 10^{-4} 以上になれば、急激に低下し始めており、これは一般的な砂質土と同様な挙動を示すものと言える。履歴減衰率は、等価ヤング率と負の相関性を持っているが、微小ひずみレベルにおいても緩やかに上昇していることから、クリープ的な挙動を示す材料であると言える。

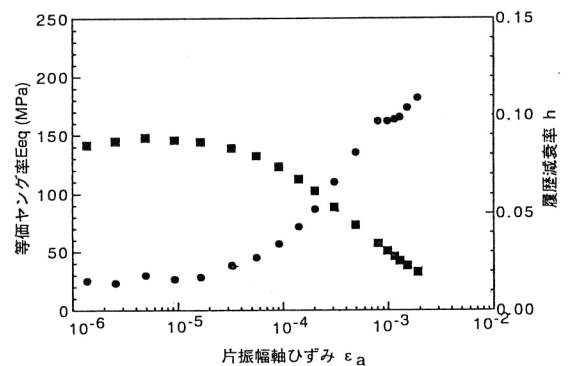


図-1 片振幅軸ひずみ ϵ_a ~ 等価ヤング率 E_{eq}

~ 履歴減衰率 h の関係

3. 数値解析の方法と手順

数値解析手順の概略を、以下に示す。

- (1) 盛土モデル形状を決定し、格子を作成する。
- (2) 構成則と材料特性を定義する。
- (3) 境界条件と初期条件の指定を行う。
- (4) 釣り合い状態を求める。
- (5) 盛土モデルの形状に変形させる。
- (6) 解を求め、変形挙動について検討する。

なお、解析には Mohr-Coulomb モデルを用い、解を求めた。

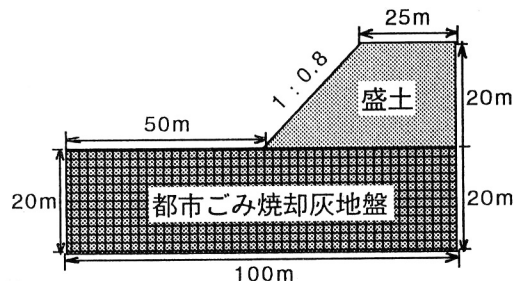


図-2 解析モデル

4. 解析モデルの諸元及び材料定数

図-2に、解析に用いたモデルを示す。都市ごみ焼却灰及び豊浦標準砂からなる水平地盤の層厚を20mとし、上部に法面勾配1:0.8、高さ20mの盛土（湿潤単位体積重量 1.6tf/m^3 ）をそれぞれ設け、1格子を1m四方の正方形とした。表-1に、解析に用いた都市ごみ焼却灰及び標準砂の材料定数を示す。これらの材料定数は、いずれも著者らによる実験値を用いている。

表-1 材料定数

		都市ごみ焼却灰	標準砂
湿潤密度	$\rho_s (\text{g/cm}^3)$	1.27	1.53
体積弾性係数	$K (\text{MPa})$	141	83
せん断弾性係数	$G (\text{MPa})$	85	50
内部摩擦角	$\phi' (^{\circ})$	41	32
粘着力	$c' (\text{kPa})$	0.0	0.0

5. 解析結果

図-3に、都市ごみ焼却灰地盤の変形後のモデル形状、変位ベクトルを示す。都市ごみ焼却灰地盤上の盛土の形状を、本論には示していないが、標準砂地盤上の盛土の形状と比較すれば、いずれの盛土の形状とも、大きな相違は認められなかった。変位量の最大ベクトル値は、都市ごみ焼却灰地盤上の盛土が0.84mであるのに対し、標準砂地盤上の盛土は1.14mであることから、若干ではあるが、都市ごみ焼却灰地盤上の盛土の変形量が小さく、安定性が高いといえることができる。

図-4(a)(b)には、都市ごみ焼却灰地盤及び標準砂地盤におけるせん断応力分布状況を示している。いずれの地盤においても、法面の下方部でせん断応力が高くなっている。しかし、標準砂地盤は、最大せん断応力が法尻に集中しているのに対し、都市ごみ焼却灰地盤では、法面の下方部に作用していることが分かる。

つまり、都市ごみ焼却灰地盤では、盛土による応力が分散するため、斜面崩壊を起こす法尻ではなく、法面下方部に高いせん断応力が分布していると考えられる。よって、都市ごみ焼却灰地盤の方が、上部構造物に対する安定性が高いといえることができる。

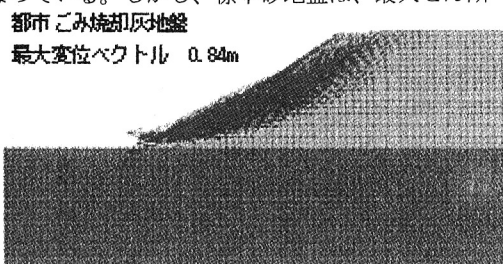
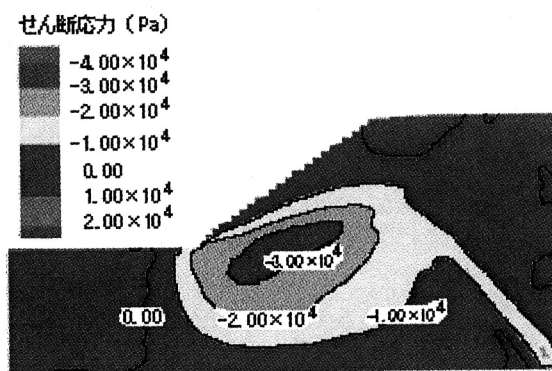
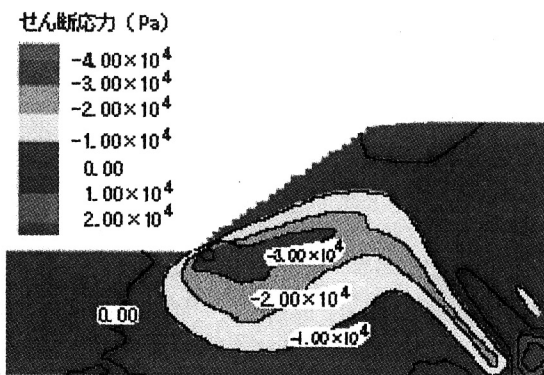


図-3 変位ベクトル（都市ごみ焼却灰）



(a) 都市ごみ焼却灰地盤



(b) 標準砂地盤

図-4 せん断応力分布状況

6. まとめ

本研究では、都市ごみ焼却灰地盤及び標準砂地盤上の盛土の変形量で比較すれば、都市ごみ焼却灰地盤上の盛土の変形量は小さく、すべりに対する安定性が高いという結果が得られた。さらに、都市ごみ焼却灰地盤の方が、盛土による応力が分散するため、上部構造物に対する安定性が高いことが明らかとなった。

参考文献 1) 後藤・山中・生田・小川：都市ごみ焼却灰からなる盛土モデルの変形挙動に関する数値解析，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.424-425，1999.3. 2) 後藤・山中・宮原・小川：都市ごみ焼却灰の圧縮特性に関する基礎実験，第34回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.935-936，1999.7.