

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

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 長崎大学大学院 学生員 小川鉄平

1. はじめに

日本では、ごみを焼却処理する割合が、諸外国と比べて非常に高い。全国で排出される一般廃棄物の約73%が焼却処分され、ごみ焼却処分場から排出されたごみ焼却灰は、そのほとんどが埋立処分されている¹⁾。このため、廃棄物埋立跡地を有効利用するためには、その主要構成材料である都市ごみ焼却灰の変形特性について、予め把握することが必要である。そこで、著者ら²⁾は今後も大量の廃棄が予想される都市ごみ焼却灰に着目し、物理特性及び一連の力学特性の実験を行ってきた。

本研究では、都市ごみ焼却灰及び標準砂を試料とし、それぞれの試料からなる盛土モデルについて、現在までに得られた材料定数を用いて、二次元有限差分法による数値解析を行い、それぞれの変形挙動について比較・検討を行った。

2. 数値解析の方法と手順

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、有限差分法プログラム (FLAC) によって解を求めた。

3. 盛土モデルの諸元及び材料定数

図-1 に、解析に用いた盛土モデル分割格子図を示す。盛土高さは7m、法面勾配 1:0.6 である。1格子を0.5m四方の正方形とし、モデルを40×18に分割した。なお、分割格子図中の A(25,19)点は、変位量の履歴を取る座標を示している。

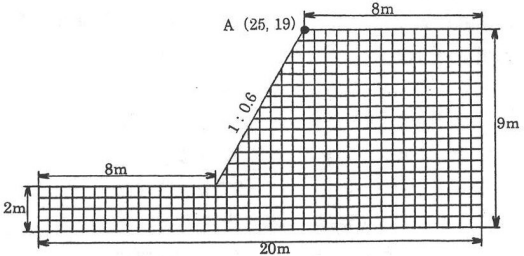


図-1 盛土モデル分割格子

表-1 材料定数

	都市ごみ焼却灰	標準砂
湿潤密度 ρ_s (g/cm^3)	1.27	1.53
体積弾性係数 K (MPa)	141	83
せん断弾性係数 G (MPa)	85	50
内部摩擦角 ϕ' ($^\circ$)	41	32
粘着力 c' (kPa)	35	0

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。著者らが行った圧密非排水三軸試験及び動的変形特性試験より得られた実験値を用いている。

4. 解析結果

図-2(a)、(b)に、都市ごみ焼却灰及び標準砂盛土モデルの解析結果をそれぞれ示す。図中には、変形後のモデル形状、変位ベクトル及びせん断応力分布状況をそれぞれ示している。都市ごみ焼却灰盛土モデルの変形後の形状を、標準砂盛土モデルの形状と比較すれば、都市ごみ焼却灰盛土モデルが、斜面部に若干の変形を起こしているのに対し、標準砂盛土モデルは、斜面部に大変形を生じていることが分かる。よって、同じ time step 数で比較した場合、都市ごみ焼却灰盛土の方が、変形量が小さいということが言える。一方、都市ごみ焼却灰及び標準砂盛土モデルの変位量の最大ベクトル値は、それぞれ 0.59m、1.37mを示している。それぞれの変位量を比較すれば、都市ごみ焼却灰の方が約 0.8m小さく、安定性が高いと言える。また、変位ベクトルの向きは、いずれも法尻へ向かっており、盛土の崩壊形状は斜面先破壊であると言える。さらに、せん断応力分布状況に着目すれば、都市ごみ焼却灰盛土及び標準砂盛土のいずれも、崩壊部である

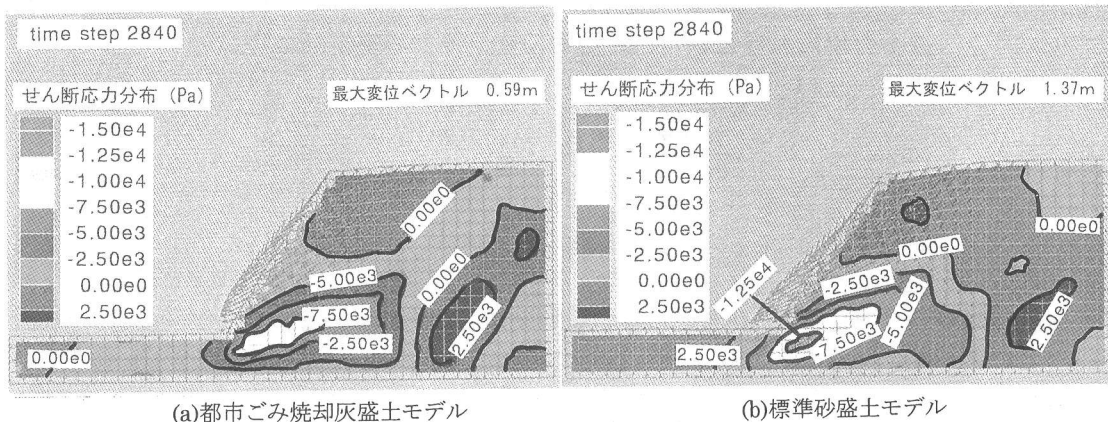


図-2 解析結果（変形後の盛土形状、変位ベクトル図、せん断応力分布状況）

法尻付近において、せん断応力が大きいことが分かる。

図-3 には、都市ごみ焼却灰及び標準砂盛土における、座標 A(25,19)の変位量と time step 数との関係を示している。標準砂の変位量の推移を見れば、time step 1000 付近から急激に増加し始め、崩壊したと見なされた time step 2840 まで増加し続け、最終変位量 1.34m を記録した。都市ごみ焼却灰の変位量の推移に着目すれば、標準砂と同様に time step 1000 付近から増加し始めているが、標準砂盛土が崩壊した time step 2840 を過ぎた後も増加した。最終変位量は time step 5380 で 2.43m を示した。一方、都市ごみ焼却灰と標準砂のそれぞれの変位量を、標準砂盛土が崩壊した time step 2840 において比較すれば、都市ごみ焼却灰の方が約 0.8m 小さな値となった。最終変位量では、都市ごみ焼却灰の方が、約 1.1m 大きな値となっている。これは、用いた解析プログラムでは、モデルの 1 格子内の変形量が膨大になった時点で、モデルが崩壊したと判断するため、都市ごみ焼却灰の変位量が大きくなった際も、材料強度が高いことにより、格子が崩壊しないのではないかと推測される。したがって、都市ごみ焼却灰盛土は、同じ time step 数における標準砂盛土と比較すれば、変形量が小さく安定性は高いが、崩壊時における変位量は大きくなるということが分かった。

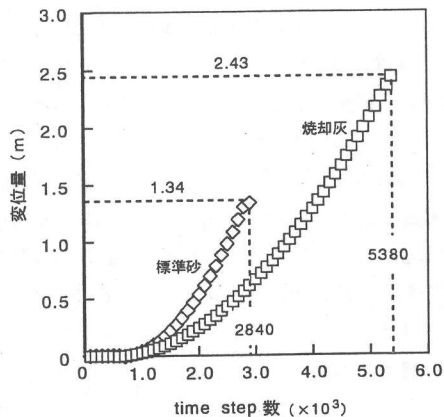


図-3 座標 A(25,19)における変位量の履歴

5. まとめ

本研究では、標準砂盛土が崩壊をした time step 数で比較すれば、都市ごみ焼却灰盛土の変形量は小さく、安定性が高いという結果が得られた。一方で、都市ごみ焼却灰盛土及び標準砂盛土のそれぞれの崩壊時における、変位量の最大値を比較した場合、都市ごみ焼却灰盛土の方が大きいという、変形特性の特徴を把握することができた。

参考文献

- 1) S.F.Zakrzewski : 環境汚染のトキシコロジー, 化学同人, pp.190-200, 1995.
- 2) 後藤・山中・小川 : 都市ごみ焼却灰の静的及び動的力学特性に関する実験的研究, 長崎大学工学部研究報告, Vol.28, No.51, pp.173-178, 1998.7.