

都市ゴミ焼却灰中のジオグリッド補強材の摩擦特性

福岡大学工学部○学 田中 洋平 正 吉田 信夫 正 佐藤 研一
九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

1. はじめに

近年、全国の焼却施設から排出される都市ゴミ焼却灰の総量は増加の一步をたどり最終処分場の余命を確実に縮めている¹⁾。同時に、新たな処分場の確保も困難な状況におかれている。このような背景から都市ゴミ焼却灰の有効活用の方策が検討され始めている。現に欧米諸国では埋戻し材等²⁾で有効利用され始め、地盤材料としての有用性が高まってきている³⁾。そこで本文では都市ゴミ焼却灰に補強土技術を導入し、急勾配盛土や土壁等の新たな地盤材料としての利用を検討する。具体的には、まず都市ゴミ焼却灰とジオグリッド補強材との摩擦特性および引抜き特性を実験的に検討する。さらに得られた結果に基づいて、安定解析を行い都市ゴミ焼却灰の急勾配盛土材料としての有用性を解析的に考察した。

2. 実験概要

実験装置の概略図を図-1に示す。試料には焼却灰を用い、供試体は、13mm以下に粒度調整された焼却灰を所定の含水比に調整し、ランマーを用いた突固めによる締固めにより作製した。締固めは、最大乾燥密度の90%、80%、70%を目標に行った。補強材にはジオグリッドを用い、その物性値は表-1のとおりである。また、試料と装置壁には摩擦を軽減させるためにメンブレンを塗布している。引抜き試験およびせん断試験の実験条件を表-2に示す。なお、せん断試験は下盤固定、上盤可動の条件で行い、焼却灰のみの一面せん断とせん断面上にジオグリッドを設置した条件でせん断を行う方法の二種類とした。

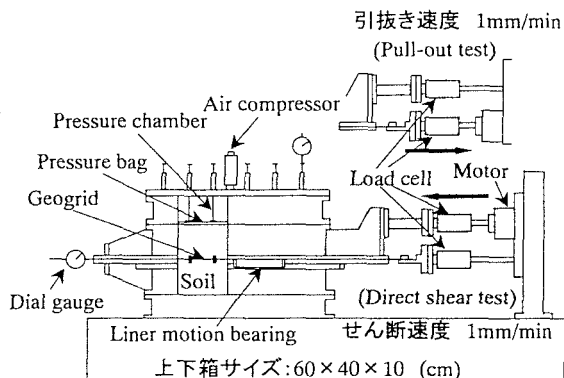


図-1 実験装置図

表-1 ジオグリッドの物性値

目寸法 (mm) 75×33	開孔率 (A/A)	開孔部寸法 (mm) 75×33	横リブ厚 D (mm)	補強材厚 t (mm)	伸び剛性 (kN/m)
166.8×22.7	0.519	150.7×16.2	4.3	1.6	718.3

3. 実験結果と考察

1) 引抜き試験

まず図-2に締固め度 D:90%での引抜き力と引抜き変位の関係を示す。引抜き力がピーク値を示していない理由として考えられるのは、大きな粒子がジオグリッド開孔部に挟まり引抜けの抵抗に影響を与えたことと、引抜き力が引抜く側から後方へ伝達されていき徐々に引抜き力が増加していくためであると推測される。次に供試体の締固め度を変化させて行った一連の引抜き試験から得られた同一引抜き変位(29mmでの引抜き力を $F_{\max}$ とする)での引抜き力 F_t と上載圧 σ_v との関係に式(1)を介して、 $\tau_{\max} \sim \sigma_v$ 関係を求めたものを図-3に示す。

表-2 実験条件

	含水比 ω (%)	密度 ρ_d (g/cm ³)	上載圧 σ_v (kPa)	引抜きおよびせん断変位 (mm)	引抜きおよびせん断速度 (min/m)
引抜き試験	22.0	1.33, 1.18, 1.03	75, 50, 25	75	1
せん断試験	22.0	1.33, 1.18, 1.03	75, 50, 25	60	1

表-3 締固め度別の ϕ^* と c^*

	焼却灰 D ₉₀	焼却灰 D ₈₀	焼却灰 D ₇₀	豊浦砂 D ₈₀
ϕ^* (°)	24.2	23.4	17.75	20.35
c^* (kPa)	12	8	4	5

$$\tau_{\max} = F_{\max} / 2L \quad (1)$$

まず 29mm という変位を採用したのは豊浦砂を用いて同様の条件で行った実験で引抜き力は引抜き変位約 30mm で一定値に収束し、また、焼却灰を用いた実験で、30mm の変位しか引き抜けなかったためである。図-3 より都市ゴミ焼却灰とジオグリッドの見掛けの粘着力 c^* とせん断抵抗角 ϕ^* が求まる³⁾。締固め度別の c^* 、 ϕ^* の値を表-3 に示しているが、十分に締固められた焼却灰の c^* 、 ϕ^* の値は豊浦砂のそれよりも大きいことが分かる。表-3 において焼却灰 D_{90} と豊浦砂 Dr_{80} の値を 4 での解析に使用した。

2) せん断試験

図-4 に締固め度 90% 時の $\tau_{\max}$ - σ_v 関係グラフを示す。補強時（ジオグリッド敷設）および無補強時における粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ に大きな差は見られずそれぞれ $c: 16\text{kPa}$ 、 $\phi: 33^\circ$ （補強） $\phi: 30^\circ$ （無補強）である。

4. 急勾配盛土の安定計算

都市ゴミ焼却灰をジオグリッド補強土の盛土材に利用した場合を想定する。土木研究センターマニュアルのジオグリッド補強土壁工法⁴⁾の設計手順を参考に急勾配盛土の安定計算を実施した。のり面勾配 α を変化させた際の限界高さ H に着目して（図-6 参照）、無補強の都市ゴミ焼却灰、補強豊浦砂、補強焼却灰の 3 ケースに関して安定計算を行った。計算結果を図-5 に示す。補強時の限界高さは無補強時のそれと比較して、倍以上高く、また同様な補強土においても、焼却灰を用いた方が豊浦砂よりも高く盛土することが可能である。

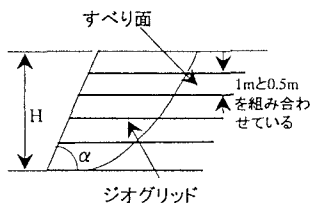


図-6 盛土概略図

5. まとめ

- 1) 都市ゴミ焼却灰中のジオグリッドが受ける摩擦力は締固め度の違いの影響を受ける。
- 2) 都市ゴミ焼却灰をジオグリッド補強土の盛土材として用いると、より急勾配でしかも高盛土の施工が可能になることを解析的に示した。
- 3) 締固められた都市ゴミ焼却灰は、地盤力学的に有効な地盤材料となりうることを確認した。

【参考文献】1) 地盤工学・実務シリーズ 7, 廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用, 社団法人地盤工学会, pp.330, 1998. 2) 福岡大学工学部土木工学科, 全国一般廃棄物焼却灰の性状調査—土木資材への有効利用に向けて—, pp. 59, 1999. 3) 林ら, ジオグリッドの引抜き試験と一面せん断試験の比較, 第 4 回ジオテキスタイルシンポジウム, pp. 120~125, 1988. 4) 財団法人土木研究センター, ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル, pp. 288, 1994.

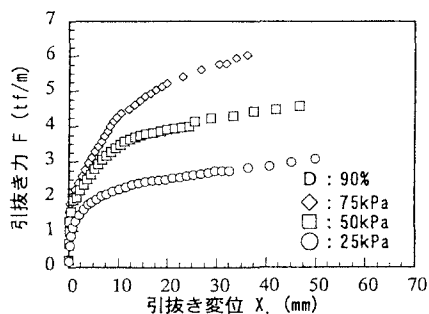


図-2 引抜き力と引抜き変位の関係

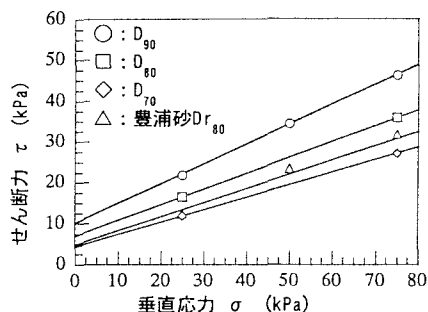


図-3 せん断力と垂直応力の関係

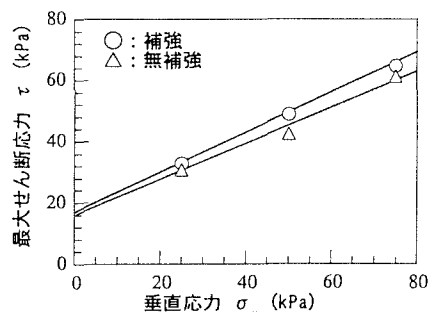


図-4 せん断力と垂直応力の関係

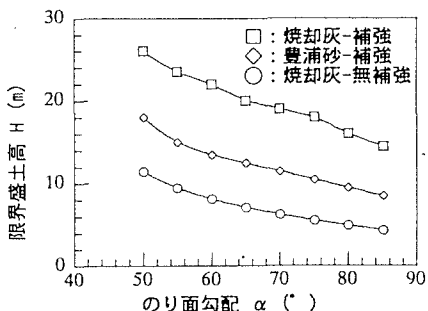


図-5 のり面勾配と盛土高の関係