

京都大学防災研究所 正会員 嘉門 雅史

大阪府産業技術総合研究所 正会員 赤井 智幸

京都大学大学院 学生会員 ○加藤 隆

1.はじめに

ジオシンセティックは、良質土による盛土の補強材として用いることができ、排水材として用いると高含水比粘性土のような軟弱な材料でも盛土を築造することが可能である。ここで補強、排水機能を同時に持つジオシンセティック水平排水材（GHD）を盛土に適用すると、高含水比粘性土でも急勾配、盛土高さの大きい盛土を築造することが可能と考えられる。しかし、この工法の施工実績はほとんどなく、適応性に関する研究が求められる。本研究は、施工予定のGHDによる補強盛土を対象に、GHDの引抜強度試験を中心に材料特性を評価し、斜面安定解析プログラムを用いて補強盛土の安定性検討を行ったものである。

2.補強盛土の概要

施工予定盛土の断面図を図1に示す。盛土の平均勾配は1:0.7、盛土高さは10mである。材料土の諸元を表1に示す。GHDは帯状千鳥配置で配置される。盛土の表面には盛土斜面表層部の保護を目的に表面被覆が設けられる。本研究では盛土の安定性に対する表面被覆の影響も検討した。

3.GHDの材料特性評価

引抜強度試験機の概要を図2に示す。試料土は、豊浦標準砂を用いた。GHDは補強不織布、広幅プラスチックドレーンの2種類である。GHDの諸元を表2に示す¹⁾。試験手順は、まず下部土層を自由落下により作成し、幅0.3m、長さ1.2mのGHDを敷設し、上部土層を作成する。GHDには予め変位計測用のワイヤーを縫い合わせておく。全てが完了したら49kPa、98kPa、147kPaの3種類の上載荷重をエアバッグより载荷し、引拔荷重をスクリージャッキで毎秒1mmの割合で载荷する。

試験の結果、引拔荷重と各変位計の位置でのGHDの変位の関係を得た。さらに隣り合った変位計のペアの変位差を間隔で除してGHD各部分のひずみを得た。この値より、ひずみが最大になる変位計のペアから5%ひずみを与える引拔荷重、10%ひずみを与える引拔荷重、最大引拔荷重を求め、上載荷重を横軸にしてプロットした。引拔荷重の値をGHDの敷設断面積で除して、GHDと土との摩擦強度特性を得た。(図3)

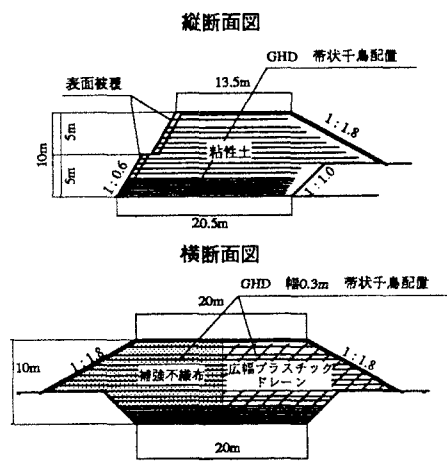
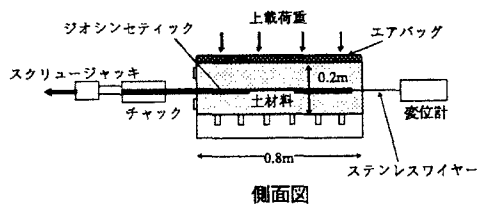


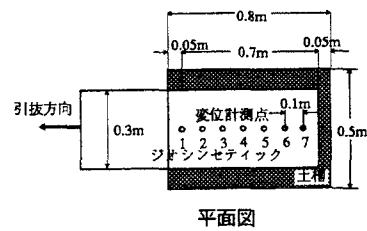
図1 施工される盛土の断面図

表1 盛土材料の粘性土の諸元

単位体積重量 γ	15.68(kN/m ³)
粘着力 c	29.4(kPa)
内部摩擦角 ϕ	0(deg)



側面図



平面図

図2 引抜強度試験機概要図

この結果より GHD の摩擦特性評価を行うと、これらの GHD の摩擦強度は設計に必要な値を上回っており、施工に適用可能と判断した。さらに表 2 の性能試験結果におけるクリープ変形特性も一応許容しうるものと判断した。

4. GHD を用いた補強盛土の安定解析

盛土の安定性検討の手順は、まず無補強時の安定性を検討する。さらに GHD に必要な引張力の大きさを算定する。この結果より不安定な箇所ができないように GHD の敷設位置、敷設長を

決定する。この敷設条件で補強時の安定性評価を行う。安全率が許容値を満たす場合は、地震時の安定解析を常時と同様に行う²⁾。安定性検討の基本メカニズムは破壊面に円弧すべり面を仮定した極限つり合い法を用いる。GHD は破壊時にはすべり面に平行に変形すると仮定し、次式を用いて計算する。

$$F_s = \frac{R \sum (c l_i + W_i \cos \theta_i \tan \phi) + R \sum T_i}{R \sum W_i \sin \theta_i}$$

ただし、 F_s ：安全率、 R ：すべり円半径、 c ：材料土粘着力、 l_i ：分割片上のすべり円弧長、 W_i ：分割片上の土塊重量、 θ_i ：分割片上のすべり円弧の水平面となす角、 ϕ ：材料土内部摩擦角、 T_i ：各 GHD の引張力である。

表面被覆を考慮する場合は、重い被覆（単位体積重量 17.64 kN/m^3 ）、軽い被覆（単位体積重量 0.98 kN/m^3 ）それぞれを斜面に垂直に幅 0.3 m 施すと仮定し計算する。地震時には水平震度 0.2 を仮定し計算する。

安定解析の結果、安全率は表 3 のようになった。図 4 に最小安全率断面の一例を示す。表 3

より無補強時は許容安全率 1.2 を下回ったが、GHD での補強時は許容値を上回り、GHD の補強機能が確かめられた。表面被覆の影響を考慮した安全率は考慮しない場合とほとんど変わらなかった。地震時は安全率が 1.0 を上回り、安定であると確認された。

5. 結論

GHD の引抜強度試験を行って GHD と土との摩擦強度特性を把握した。この結果と他の強度試験結果から補強盛土への適用性を検討し、盛土の安定性検討を行って、GHD の補強効果を確認した。今後、本盛土が施工されるので、実際の計測値との比較を行う予定である。

参考文献 1) 大阪府産業技術総合研究所・ジオテキスタイル技術委員会：ジオテキスタイルを用いた軟弱土の急勾配盛土補強に関する研究 平成 6 年度報告書、pp.3-57, 1994.
2) ジオテキスタイル補強土工法普及委員会：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.113-189, 1993.

表2 GHD の諸元

分類	引張強度(kN/m)		面内通水係数(cm/s) (上載荷重294 kPa)	クリープ 残留変形 α (%)
	5%伸張時	破断強度		
補強不織布	43.8	72.9	0.10	7
広幅プラスチックドレーン	43.5	82.8	16	17

^{*)} クリープ荷重として5%伸張時引張荷重を載荷した。

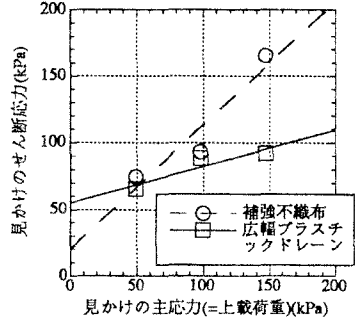


図3 GHD と標準砂の摩擦強度特性

表3 盛土の安全率一覧

解析条件			GHDの種類	
常時/地震時	補強	表面被覆	補強不織布	広幅プラスチックドレーン
常時	なし	なし	1.035	
常時	あり	なし	1.503	1.558
常時	あり	軽い(0.98 kN/m ³)	1.500	1.555
常時	あり	重い(17.64 kN/m ³)	1.500	1.555
地震時	なし	なし	0.768	
地震時	あり	なし	1.017	1.016

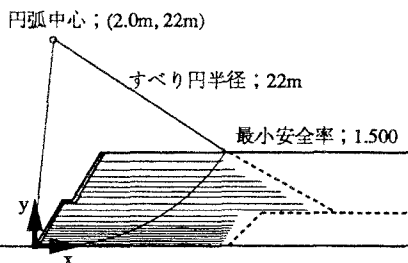


図4 最小安全率断面
(常時、補強不織布で補強、
表面被覆 (0.98 kN/m³) 考慮)