

地山補強土工法の補強効果に関する遠心場傾斜せん断実験

東京都市大学大学院 学生会員 ○佐野和弥

東京都市大学 (現 東京都庁) 木村快

東京都市大学 正会員 伊藤和也 正会員 田中剛 正会員 末政直晃

日鉄建材(株) 正会員 岩佐直人 正会員 石垣拓也 正会員 國領ひろし

1. はじめに

わが国は地震や豪雨など、毎年数多くの災害が発生し、近年は平均発生件数 1081 件¹⁾を超過することが多く、土砂災害対策は全てのインフラ整備の基礎として極めて重要である。このような土砂災害の防止対策の一つとして棒状の補強材を法面や地山の表面に多数挿入し、土塊や斜面上の岩塊を安定化させる地山補強土工法^{例えば2)}がある。

地山補強土工法は鉄道分野と道路分野で法面工の仕様が異なり、道路分野では支圧板など独立した仕様のものが存在するため、移動土塊の抜け出しを考慮する必要がある。そのため、道路分野ではのり面工の種類や形状に応じた法面工係数 f_a から法面工低減係数 μ を設定して地山補強土工法の設計されている。表-1に法面工の違いによる μ 値の目安を示す。一般的には安全性を考慮して、過小評価された数値で設計されている。本研究は、地山補強土工法の、鉄筋挿入などの補強効果の確認に加えて法面工の μ 値算出が可能な実験システムの構築を行った。本報告では支圧板による補強効果の確認と μ 値算出のために、無補強、補強材、補強材+支圧板の3ケースについて移動層と不動層を有するせん断土槽を遠心模型実験装置内で傾斜させて自重で滑り崩壊させる装置（遠心場傾斜せん断装置）を用いた遠心場傾斜せん断実験を行った。

2. 遠心場傾斜土槽実験

2-1. 実験概要

遠心場傾斜せん断実験は、アルミ製模型土槽（内寸幅 300mm×高さ 200mm×奥行 120mm）内に移動層と不動層を有するせん断土槽を設置し、遠心場震度法シミュレーター⁴⁾によって傾斜させるものである。使用するせん断土槽を写真-1 に示す。これらの詳細は文献⁵⁾に詳しく記載されている。

2-2. 実験方法

本実験で使用した試料は青粘土：珪砂 7 号を 1：3 の重量比率で混合し、含水比 13%に調整したものである。この混合させた試料を湿潤密度 1.45g/cm³となるように 3 層に分けて地盤を作製した。模型補強材

(写真-2) は遠心加速度 25G において曲げ剛性の相似則が鋼材 D29 とほぼ等しくなる、直径 3mm の MC ナイロンを使用した。なお、補強材表面には珪砂 7 号を接着して完全粗の状態としている。図-1 に示す

表-1 のり面工低減係数の目安³⁾

法面保護工タイプ	μ
植生工法面	0
コンクリート吹付工	0.2～0.6
法枠工	0.7～1.0
擁壁類	1.0



写真-1 せん断土槽

写真-2 補強材

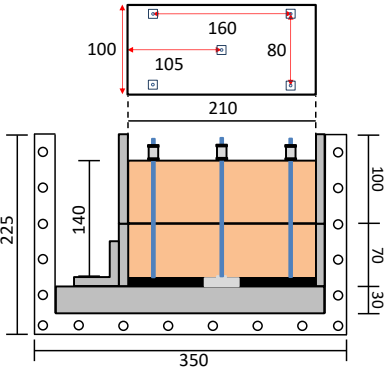


図-1 補強材設置土槽

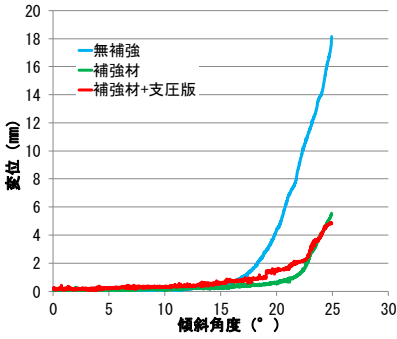


図-2 傾斜角度一変位

キーワード 地山補強土工法 遠心場傾斜土槽実験 μ 値

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28-1 東京都市大学 Email : g1518054@tcu.ac.jp

位置に補強材を設置し、模型地盤高さは実地盤高さが 3.5m 程度を想定し、140mm とした。せん断位置は実地盤深さで 1.75m である。補強材下端部は土槽底面に固定させ、中央部の補強材下端部にはネジ穴付き小型ロードセル（直径 38mm×高さ 10mm）に直接固定させた。また、支圧板を用いたケースでは下部ロードセルに加えて、3 か所に直径 6mm、肉厚 1mm のアルミ丸パイプにひずみゲージを取り付けて作製したロードセルを支圧板（プラスチック製、10mm×10mm）の上に設置しナットで締めた。移動層上部には変位計を設置してせん断変位を計測した。

実験は遠心加速度 25G まで連続的に上昇させ、25G 到達後、約 5 分間放置し、地盤の沈下を収束させる。ここで上部ロードセルを設置した補強材+支圧板のケースでは、一度運転を停止して上部ロードセルを設置した後再度遠心加速度を 25G まで上昇させ、約 5 分間のデータ挙動を確認した後傾斜実験を行った。上部ロードセルを設置しないケースでは、25G 到達後約 10 分間放置した後傾斜実験を行った。その後、一定の速度で 3 分間最大傾斜角度 24° まで傾斜させた。

2-3. 実験結果

傾斜角度と移動層変位量の関係を表したグラフを図-2 に、ロードセルの測定結果を図-3, 4 に、全ケースの実験終了後の土槽の様子を写真-3 に示す。ここで、補強材+支圧板のケースの傾斜角度 15 度～23 度付近では変位計が回転したため、変位量が大きくなった。しかし 23 度以降では元の状態に戻っており最終的な結果には影響はない。無補強では 18mm。補強材のみでは 5.9mm、補強材+支圧板では 5mm せん断され、支圧板による補強効果が確認された。また実験後の写真に着目すると、無補強、補強材のみにはひび割れが確認できたが、支圧板を施したケースには確認できなかった。次に補強材のみと、補強材+支圧版の下部ロードセルの測定結果から、支圧板使用におけるのり面工低減係数 μ を文献⁶⁾を参考にして、次式にて算出した。

$$\mu = T_0 / T_{1pa}$$

$$= (T_{1pa} - T_t) / T_{1pa}$$

T_t : のり面工がない場合の引張荷重、

T_{1pa} : のり面工がある場合の引張荷重

図-5 に変位と法面工低減係数の関係を示す。変形が進行すると μ 値が増加しており、本実験の条件下では変位が 4mm の時に支圧板の μ 値の最大値は 0.42 を示した。

3. まとめ

本実験では支圧板使用における補強効果、 μ 値算出を目的に、無補強、補強材、補強材+支圧板においてせん断土槽を用いた遠心場傾斜土槽実験を行った。その結果支圧板を使用することによって補強材のみに比べ約 0.9mm のせん断が抑制された。また補強材下端部に設置したロードセルの値から μ 値を算出する事が出来た。

4. 参考文献

- 1)国土交通省 砂防 NEWS http://www.mlit.go.jp/report/press/sabo02_hh_000085.html 2)地山補強土工法 総合技術情報サイト <http://www.japan-hokuyoudo.jp/sekkei2.html> 3)東日本高速道路株式会社他：切土補強土工法設計・施工要領。4)伊藤ら：盛土崩壊を模擬した遠心場傾斜実験，第 43 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 1963～1964，2008。5)木村ら：地山補強土工法の補強に関する遠心土槽せん断装置の開発。6)九田ら：ES ネット工法ののり面補強効果に関する模型実験，土木学会第 69 回年次学術講演会集，pp. 517～518，2014。

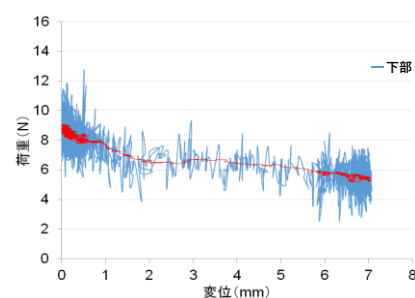


図-3 補強材のみ 変位-荷重

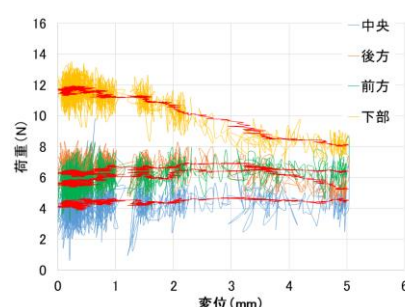


図-4 補強材+支圧板
変位-荷重

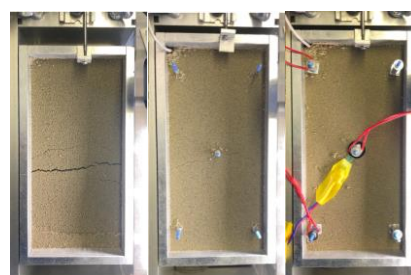


写真-3 実験後
(左から無補強, 補強材, 支圧板)

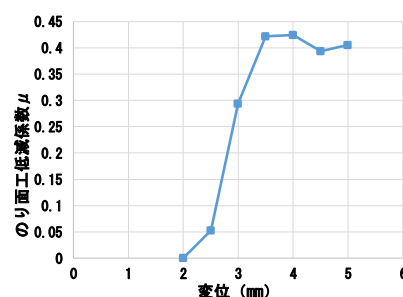


図-5 変位とのり面工低減係数 μ