

独立受圧板を有する補強斜面模型の直接せん断強度特性

香川高等専門学校 学生会員 ○三宅 翔太

香川高等専門学校 正会員 小竹 望

日本基礎技術(株) 正会員 沓澤 武

日本基礎技術(株) 正会員 佐藤 栄介

香川高等専門学校 学生会員 竹谷 貢太

1. はじめに

地山補強土工に再生プラスチック製受圧板を用いて、高い施工性と植生を容易とする新工法を筆者らは検討している¹⁾。本研究では、移動土塊の抜け出しによる崩壊を対象として、独立受圧板で補強した斜面模型をせん断箱内に作製し、直接せん断力を作用させる基礎的実験を行った。補強材の軸力測定値に基づき受圧板に生じる支圧力を評価し、受圧板の寸法と剛性がせん断強度に与える影響、ならびに支圧力とすべり面で発揮するせん断強度の関係を評価した。

2. 実験方法

2.1 補強斜面模型

補強斜面模型に対する直接せん断試験の概念図を図-1 に示す。可動の下箱にせん断力を作用させると、せん断に伴って補強材に引張力が発生するとともに受圧板の支圧力が上箱内の移動土塊に作用する。この支圧力によってせん断面に作用する垂直力が増加し、せん断強度が増加すると考えられる。せん断箱は寸法が 300mm×300mm×150mm であり、底面から 50mm の位置で上下に分割されている。図-2 に示すように補強材を中心間隔 66mm の 4×4 正方配置で設置した。

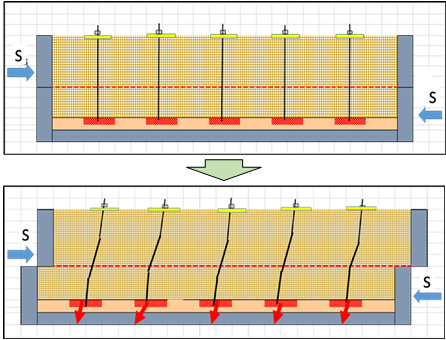


図-1 補強斜面模型実験の概念図

2.2 使用材料と実験方法

受圧板模型は柔なポリプロピレン (PP) 製と、剛体とみなせる鋼製 (SS400) の 2 種を使用した。それぞれの材質の受圧板について、直径 D 、厚さ t を変化させた実験ケースを表-1 に示す。被覆率 CR は、斜面模型表面の面積に対する受圧板面積の比である。補強材模型は、幅 4.8mm、長さ 150mm、厚さ 0.4mm の帯状で、りん青銅 ($E=1.13 \times 10^5 \text{N/mm}^2$) で製作した。1 列の補強材 (図-2 に示す No. 1~4) に対し、受圧板付近にひずみゲージを貼り、補強材に発生する伸びひずみを計測した。模型斜面の土質試料として気乾状態の豊浦砂 (平均粒径 $D_{50}=0.2\text{mm}$ 、土粒子密度 $\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$) を用いた。せん断箱内部に豊浦砂をふるい法 (ふるい目 425 μm) により密な状態で堆積させ表面を平坦に整形した。模型地盤の相対密度は $D_r=92.9\sim98.7\%$ (表-1) であった。直接せん断試験では、残留状態に至るまで 1mm/min の変位制御でせん断力 S を作用させた。

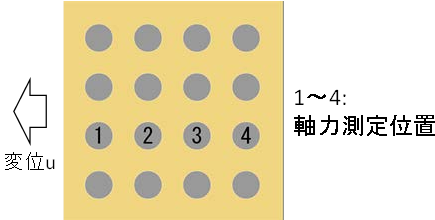


図-2 受圧板平面配置

3. 実験結果と考察

3.1 受圧板の寸法とせん断強度の関係

各ケースの直接せん断試験から得られたせん断力 S とせん断変位 u の関係を図-3 に、せん断力最大値 S_{max} とピーク時のせん断変位 u_f を表-1 に示す。また、せん断力最大値 S_{max} と被覆率 CR の関係を図-4 に示す。

表-1 実験ケースと実験結果

実験 ケース	受圧板			被覆率 CR (%)	相対 密度 D_r (%)	せん断力 最大値 S_{max} (kN)	せん断力最大時	
	材質	直径 D (mm)	厚さ t (mm)				せん断変位 u_f (mm)	軸力1列 T_{t0} (N)
D25T1N	PP	25	1	8.7	97.5	1.21	3.82	112.8
D25T3N	PP	25	3	8.7	98.7	1.23	3.5	101.2
D32T1N	PP	32	1	14.3	93.5	1.95	6.32	243.1
D32T3N	PP	32	3	14.3	95.7	3.09	4.62	407.2
D38T1N	PP	38	1	20.2	94.2	2.97	11.22	479.6
D38T3N	PP	38	3	20.2	96.6	4.14	6.4	646.1
D25ST1.5	SS	25	1.5	8.7	99.5	1.98	3.5	154.5
D32ST1.5	SS	32	1.5	14.3	92.9	4.0	4.7	483.4
D38ST1.5	SS	38	1.5	20.2	99.6	6.48	5.9	903.4

受圧板の寸法と補強斜面模型の発揮するせん断抵抗力について次の傾向が確認された。1)受圧板の直径が大きくなると、すなわち被覆率が増加すると補強斜面模型のせん断強さが比例的に大きくなる。2)受圧板の直径が等しい場合、受圧板の厚さあるいは材質により剛性が大きくなると初期剛性が大きくなり、せん断抵抗力が増加し、せん断力最大時のせん断変位が小さくなる。

3.2 補強材軸力とせん断強度の関係

補強材軸力の発生状況について、PP 製受圧板の $D=38\text{mm}$ 、 $t=3\text{mm}$ のケースを図-5 に示す。測定した 1 列 4 本 (No. 1~4) の補強材軸力は、No. 1 と No. 2 で先行して大きく発生し、No. 3、No. 4 の順に遅れて発生している。

また、同図に 1 列の補強材軸力 T_i の和 $T_{to} = \sum T_i (i=1, 4)$ を示す。 T_{to} とせん断変位の関係は、図-3 に示すせん断力 S とせん断変位 u の関係と類似しており、せん断力最大時とほぼ同様なせん断変位において、 T_{to} が最大値を示した。他の実験ケースでも上記と同様な傾向が見られた。

せん断力最大値 $S_{\max}$ と垂直力 N の関係を図-6 に示す。垂直力 N は、補強材軸力が受圧板の支圧力に等しく、補強材の各列には No. 1~4 の 1 列と同等な軸力が発生するとして、ピーク時変位の補強材軸力合計 T_{to} の 4 倍により算出した。補強斜面模型のせん断力強度は垂直力 ($N=4T_{to}$) に対してほぼ比例関係にあり、PP 製受圧板ケースでは $S_{\max}=1.33N+0.665$ 、SS 製受圧板ケースでは $S_{\max}=1.50N+1.07$ で近似される。一方、同図に示す $S_{\max}=N \tan \phi = N \tan (48.4)$ は、補強斜面模型に用いた試料砂とせん断箱を用いた直接せん断試験 (垂直応力 $\sigma=25, 50, 75\text{kN}$) から得られた破壊線である。補強斜面模型のせん断強度は、垂直力を分布荷重で一様に作用させる場合よりも大きく発揮することが確認された。

4. まとめ

補強斜面模型の直接せん断試験を実施した結果、被覆率と受圧板剛性が大きいほど大きい補強効果を示した。補強斜面模型のせん断強度は、一様な分布荷重で垂直力を作用させた場合よりも大きい傾向を示した。

参考文献

- 1) 小竹・沓澤・佐藤・三宅・竹谷：柔な受圧板を有する補強斜面模型の直接せん断強度特性，平成 29 年度地盤工学会四国支部技術研究発表会，pp. 25-26，2017。

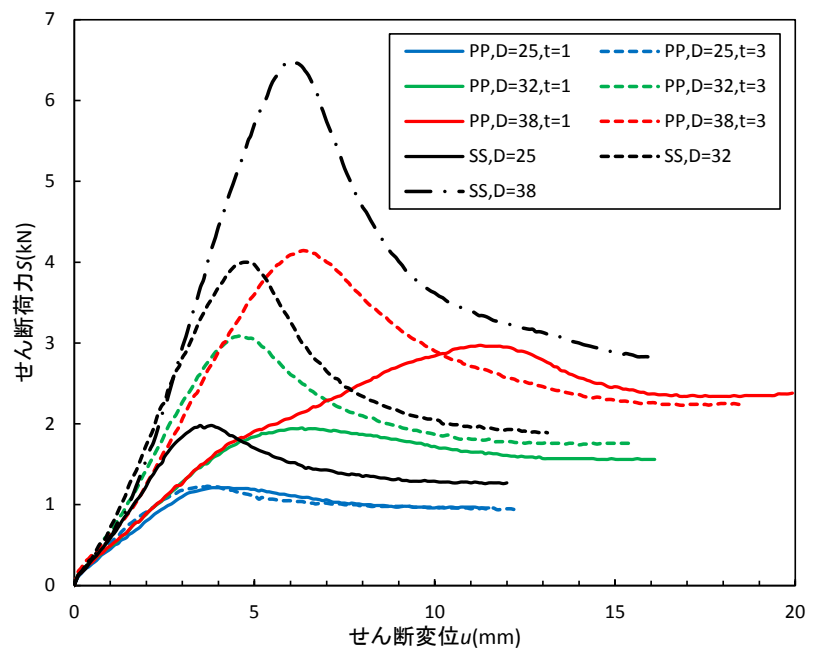


図-3 せん断力 S とせん断変位 u の関係

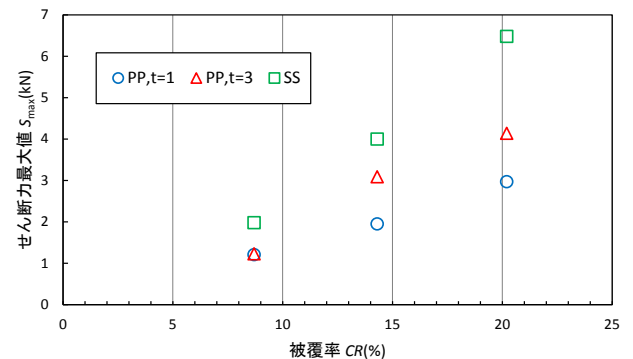


図-4 せん断力最大値 $S_{\max}$ と被覆率 CR の関係

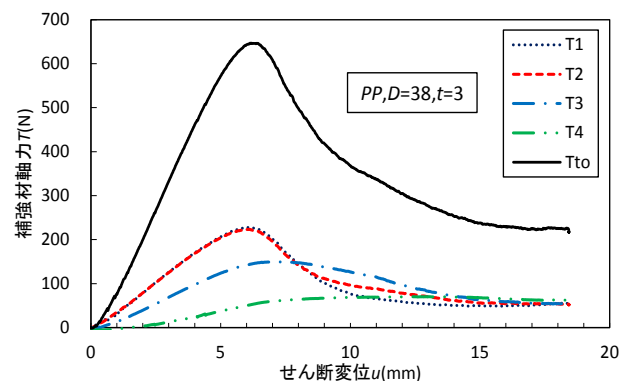


図-5 補強材軸力 T_i とせん断変位 u の関係

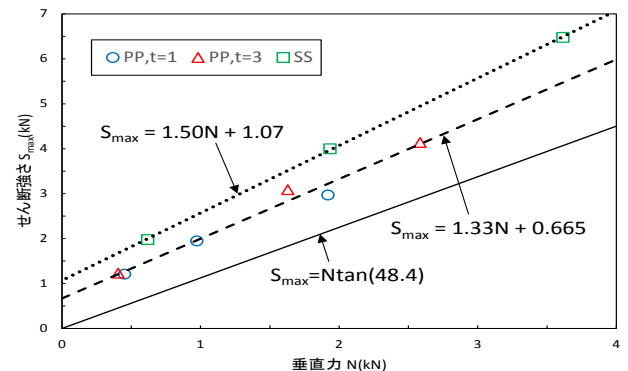


図-6 せん断力最大値 $S_{\max}$ と垂直力 N の関係