

三軸圧縮試験機によるジオテキスタイルの補強効果の研究

日大生産工（院） ○木村 真也 日大生産工 今野 誠

日大生産工 高崎 英邦

1 まえがき

土構造物を築造するには良質土を最適含水比になる様に含水比を調節して締固める事が基本であり、その状態で締固めた土は強固で土構造物として安定している。近年、良質土の不足からジオテキスタイルを用いた土構造物の建設が注目されている。

ジオテキスタイルによる補強効果を調べるため、3軸圧縮試験用の供試体にペーパー擬似ジオテキスタイルを作成し、補強効果及び破壊形状を測定・観察した。これを元にジオテキスタイルにひずみゲージを取り付けて3軸圧縮試験を行い、締固めの効果とジオテキスタイルによる補強効果の検討を行った。

2 補強土工法のメカニズム

通常豊浦砂のように粘着力の無い砂質土による盛土は自立できず安息角となるまですべり、荷重载荷にたいする支持力は弱い。写真-1は豊浦砂と新聞紙で作られた土層である。砂を新聞紙で巻き込んで重ねただけで自立し、人が上に乗っても十分な支持力を発揮している。

図-1に土槽を横から見たモデルを示す。補強材（新聞紙）が無ければ、通常図のようなすべり線が描かれる（潜在すべり線）。このすべり線と補強材との交点の土塊には図-2のような力が作用する。

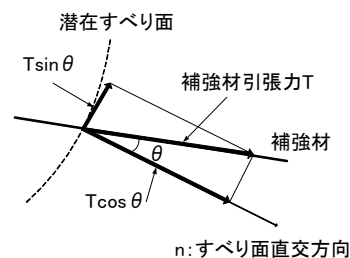
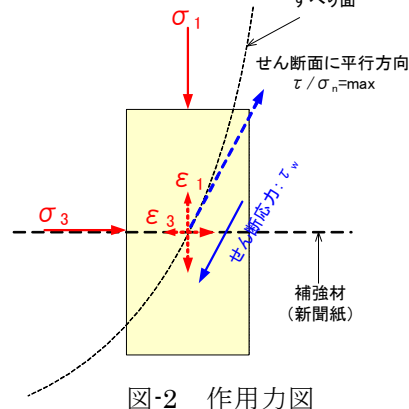
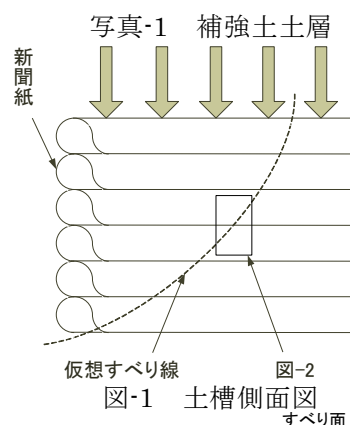
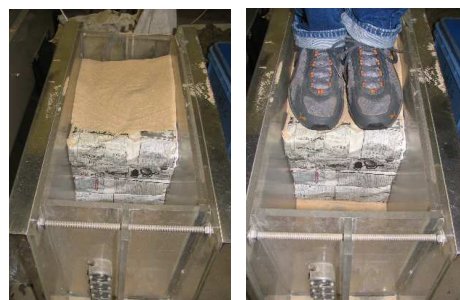
図-3に引張補強の概念図を示す。 σ_3 に対して水平方向に補強する場合を引張補強という。

補強材に引張力 T が発生すると T は土塊にかかる荷重の一部を受け持つ。つまりすべり面接線方向分力を $T \cdot \sin \theta$ 、 T のすべり面直行方向分力を $T \cdot \cos \theta$ とすれば $T \cdot \sin \theta$ がすべり滑動力の一部を負担して作用せん断応力が $\Delta \tau_w$ だけ減少する。

補強材引張力の反力として、土の拘束圧 σ が増加あるいはその分減少しなくなる。すなわち、引張力成分 $T \cdot \cos \theta$ の反力が潜在的すべり面に作用する拘束圧の増分 $\Delta \sigma$ となる。拘束圧 $\Delta \sigma$ により土のせん断強度が $\Delta \tau_f = \Delta \sigma \tan \phi$ だけ増加する。

3 試料・使用機材

供試体に用いる試料は、標準砂及び成田層山砂



(2mmふるい通過試料)の絶乾試料を用いた。供試体は負圧法で作成。セル圧の制御は空気圧で行い、25, 50, 100, 200kPaの4段階とした。試料物性を表-1に示す。

4 補強材の試作・形状検討

補強材の形状を決めるため、ケント紙で様々な形状の補強材を試作し、3軸圧縮試験を行いその効果及びせん断面の形状を確認した。補強材は供試体中央部に水平に設置し山砂密詰め-セル圧100kPaの状態で行った。

実験結果の一部について応力-ひずみ特性を図-4に示す。図-4より最大主応力差は無補強・補強材入り(グリッド状、円盤状)では補強材の有無及び形状で土塊の強度に違いが生じることがわかった。一方、主応力差最大時の軸ひずみ $\varepsilon_{af}=10\%$ 前後、弾性係数 $E_{50}=10\text{Mpa}$ 程度とどれもほぼ同じ値を示した。また円盤状の補強材では、軸ひずみ20%を超えたところで他の供試体と同程度まで強度が急激に落ちこんでいるのがわかる。急落の原因はこの時点で補強材が破断したのではないかとと思われる。

試験終了後の破断補強材形状を図-5に示す。破断の特徴として中心から放射線状に破断、破断長が最短となるような個所にて破断という点が上げられる。破断の原因として引張、せん断及びそれらの複合が考えられる。

この観察結果を元に補強材の作成、及びひずみゲージ取り付け位置の決定をした。

図-6にりん青銅製補強材による補強土の応力-ひずみ特性(山砂-密詰め, セル圧100kPa)を示す。補強材の材質を変えた事により $\varepsilon_{af}=8\%$ 前後、 $E_{50}=14\text{Mpa}$ 程度となった。また、破断が無いことで強度の落ち込みも小さい。

図-7にTYPE-A補強材を用いた一連の試験結果を示す。メカニズムの項の通り補強効果は拘束圧の増分 $\Delta\sigma$ にほぼ比例して増加している。一方、密詰めに對してゆる詰めの方が補強効果は高いという結果も出た。

あとがき

現在実験を継続中であり、今後は供試体の圧縮強度だけでなく、補強材に発生する応力と対比することで補強土の検討をしたいと考えている。

本研究を進めるに当たり元IGS理事, 元IGS日本支部長福岡正巳博士のご助言を受けました事に謝意を表します。

参考文献

- 1) 龍岡文夫 他, 社団法人地盤工学会 入門シリーズ 補強土入門, H11.3, pp.1~48
- 2) 今野誠 他, IGS 日本支部 第8回ジオシンセティックス入門セミナー講演テキスト, H16.9

表-1 試料物性

	標準砂		成田層山砂	
	ゆる詰め	密詰め	ゆる詰め	密詰め
$\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.588		2.607	
ρ_{dmax}	1.655		1.664	
ρ_{dmin}	1.358		1.287	
ρ_d	1.41	1.52	1.39	1.55
e	0.84	0.70	0.87	0.68
Dr (%)	20	61	33	75

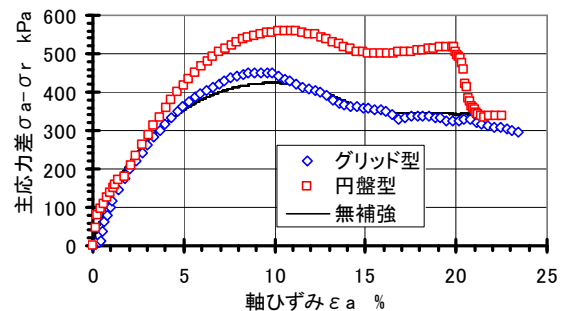


図-4 応力-ひずみ曲線(補強材:ケント紙)

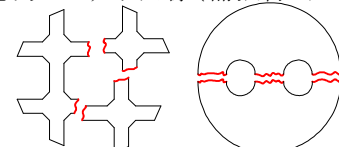


図-5 補強材破断形状

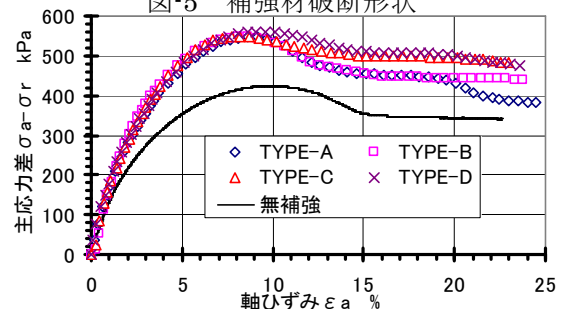


図-6 応力-ひずみ曲線(補強材:りん青銅)
TYPE-A:グリッド型-縁無 TYPE-B:グリッド型-縁有
TYPE-C:円盤型-穴有 TYPE-D:円盤型-穴無

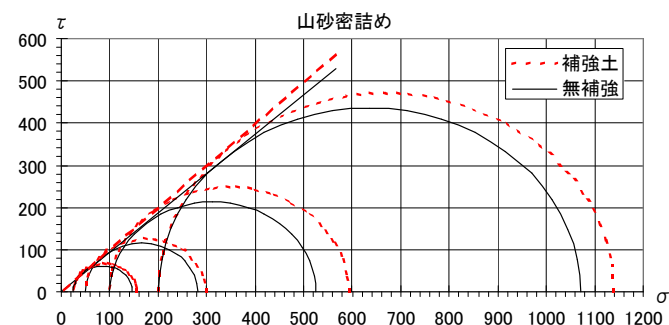
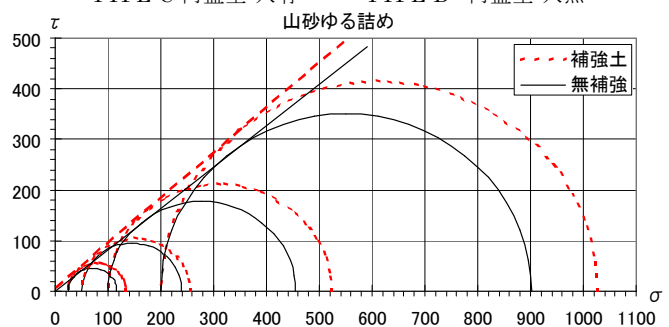


図-7 無補強土及び補強土のモールの応力円