

III-423 大型三軸圧縮試験におけるジオテキスタイルの補強効果

機間組技術研究所 正会員 泰永裕之

建設省土木研究所 正会員 久楽勝行 青山憲明 竹内辰典

1. まえがき 盛土中にジオテキスタイルを敷設すると、ジオテキスタイルは引張り補強材として働く。この引張り補強材としての補強メカニズム、補強効果について、三軸圧縮試験、平面ひずみ圧縮試験などが実施されている¹⁾²⁾³⁾。今回は密な豊浦標準砂供試体にジオテキスタイルを敷設した大型三軸圧縮試験を実施したので、その試験結果について報告する。

2. 試験概要 試料土は気乾状態の豊浦標準砂を用い、高さ65cmから一様に自由落下させて、直径35.8cm、高さ80cmの供試体を作製した（ $\rho_t = 1.53\text{g/cm}^3$ 、 $D_r = 70\%$ ）。試験は、無補強、ポリマーグリッド敷設、プラスチックネット敷設、不織布敷設の4ケースについて、拘束圧

0.5, 1.0, 2.0 kgf/cm^2 で行った。また、試験条件は、圧密排水条件で行い、軸方向圧縮速度は0.175%/minとし、軸ひずみは最大15%とした。ジオテキスタイルは表-1に示すものを使用し、供試体中央に一層敷設することとした。

3. 試験結果 図-1に拘束圧2.0 kgf/cm^2 の場合の主応力差～軸ひずみ～体積ひずみ関係を示す。図中の矢印は最大主応力差である。この図より、ジオテキスタイル敷設により、主応力差～軸ひずみは影響を受けるが、体積ひずみ～軸ひずみはあまり影響を受けないと言えよう。

また供試体の破壊状況は、表-2に示すように、ジオテキスタイルと砂のすべりによるすべり破壊、ジオテキスタイルの破断によるせん断破壊の2種類に分けることができた。なおこの区分は、試験終了後のジオテキスタイルの状態により判断したので、必ずしも最大主応力差が生じた時点の破壊モードを表してはいない。

図-2に拘束圧～最大主応力差を示す。この図より、最大主応力差は、拘束圧が小さい時にはジオテキスタイルの種類による差はほとんどなく、拘束圧が大きくなるに従い若干差がでてくる傾向にあると言えよう。

さらに、補強効果Rを最大主応力差の増加率で表すと、補強効果と拘束圧の関係は図-3のようになる。この図より、拘束圧が上がるに従い、補強効果は減少すると言えよう。

4. 考察 ジオテキスタイルを敷設した供試体を圧縮すると、ジオテキスタイルに引張り力Tが生じ、その引張り力により供試体に見掛けの拘束圧 $\Delta\sigma_3$ が働き、主応力差が $\Delta\sigma_1$ 増加すると考えることができる¹⁾²⁾。この

表-1 使用ジオテキスタイルの物性値

種 類	厚 さ or リブ高 (mm)	目 合 (mm)		引張り強度 R_t (kgf/m)		変状係数 J (kgf/m)	
		タ	テ	タ	テ	タ	テ
ホリマーグ"リット"	3.0	29	38	1400	2240	26400	41500
プラスチックネット	3.2	25	25	780	790	18600	20800
不織布	3.0	—	—	2200	1760	2900	2200

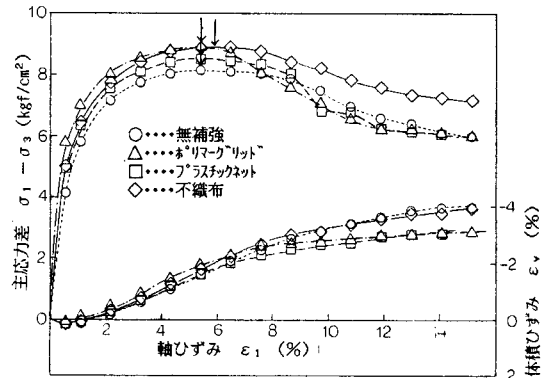


図-1 主応力差～軸ひずみ（拘束圧2.0 kgf/cm^2 ）

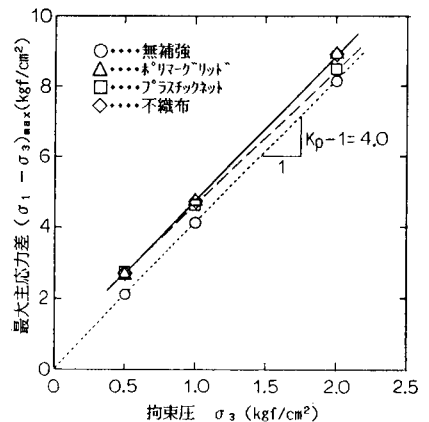


図-2 最大主応力差～拘束圧

時、ジオテキスタイルに生じる引張り力 T には上限、すなわち引張り強度 R_t が存在するので、 $\Delta\sigma_3$ 、 $\Delta\sigma_1$ にも上限値が存在する。従って、ジオテキスタイルの破断により破壊が起こる場合、供試体内部でのひずみの不均一性を無視すると、 $(\Delta\sigma_3)_{\max}$ 、 $(\Delta\sigma_1)_{\max}$ は以下のように表すことができる。

$$(\Delta\sigma_3)_{\max} = \frac{R_t}{\Delta H}, \quad (\Delta\sigma_1)_{\max} = \frac{R_t \cdot K_p}{\Delta H} \quad \dots(1)$$

ただし、 R_t :ジオテキスタイルの引張り強度、

ΔH :ジオテキスタイル敷設間隔、

$K_p = (1 + \sin\phi) / (1 - \sin\phi)$ 、

ϕ :試料土の内部摩擦角である。

今回の実験では、無補強で行った実験より、 $K_p=5.0$ を得た

ので、この結果を(1)式に代入して $(\Delta\sigma_1)_{\max}$ を求め

た。その結果を表-2に示す。ここで、引張り強度は、弱い方向の値を用いた。この表より、以下のことが言える。

①ポリマーグリッドの場合には、破壊モードの変わった拘束圧 2.0 kgf/cm^2 ではば(1)式より求めた $\Delta\sigma_1$ と一致する。

②プラスチックネットの場合には、拘束圧 0.5 kgf/cm^2 では計算値より若干大きめの値を得たが、せん断破壊となった拘束圧 1.0 kgf/cm^2 ではば(1)式より求まる $\Delta\sigma_1$ と一致し、その後は減少する傾向にある。

③不織布では、拘束圧 2.0 kgf/cm^2 でも(1)式より求まる $\Delta\sigma_1$ に達しておらず、このことから破壊モードがすべり破壊であることが推定される。

以上のことは龍岡ら¹⁾、Grayら²⁾により示されたように、拘束圧が小さく、補強土の強度がジオテキスタイルの引抜きで決定される場合は ϕ が増加し、拘束圧が大きく、ジオテキスタイルの破断で決定される場合は見掛けの粘着力が働くという結果と一致する。

次にジオテキスタイルの変状係数(J :単位幅当りの変形係数)により、補強土供試体の応力~ひずみ関係がどう変化するかについて考えることとする。一般に、ジオテキスタイルが引張り補強材として働くと考えた場合、ジオテキスタイルの変状係数が、補強土供試体の応力~ひずみ関係、特に軸ひずみの小さい時の主応力差に、多大な影響を与えられる。しかし、今回の試験からはジオテキスタイルの変状係数による応力~ひずみ関係の相違は明確には認められなかった。これは今回の試験は密な砂が対象であり、ゲイラタンシーの影響が大きいため、と考えられる。

5. まとめ ジオテキスタイルで補強した砂の大型三軸圧縮試験を実施し、ジオテキスタイルの引張り強度による補強効果の相違、破壊モードの相違は確かめられたが、ジオテキスタイルの変状係数による補強効果の相違については良い結果が得られなかったので、今後この点についてもさらに検討したい。

参考文献 1)龍岡他:補強土工法,土質基礎工学ライブラリー-29,土質工学会編,pp.53~71,1986.

2)Gray,D.H.,Athanasopoulos,G.,and Ohashi,H.:Internal/External Fabric Reinforcement of Sand, Proceedings,Second International Conference on Geotextiles, pp.611~616,1982.

3)久楽他:大型三軸圧縮試験におけるジオテキスタイルの破壊とそのせん断特性,土木学会第41回年次学術講演会Ⅲ, pp.897~898,1986.

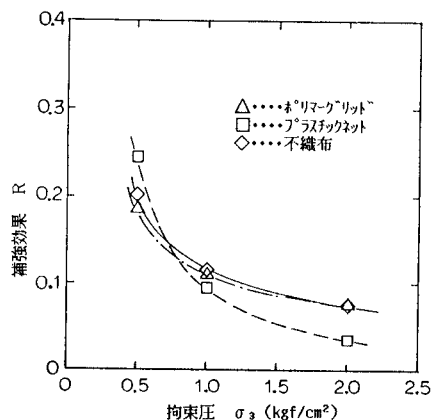


図-3 補強効果 R ~拘束圧

表-2 最大主応力差の増分

ジオテキスタイル	拘束圧 σ_3 (kgf/cm^2)	破壊モード	実測 $\Delta\sigma_1$ (kgf/cm^2)	計算 $\Delta\sigma_{1\max}$ (kgf/cm^2)
ポリマーグリッド	0.5	すべり破壊	0.488	0.875
	1.0	すべり破壊	0.568	
	2.0	せん断破壊	0.776	
プラスチックネット	0.5	すべり破壊	0.640	0.488
	1.0	せん断破壊	0.480	
	2.0	せん断破壊	0.352	
不織布	0.5	すべり破壊	0.544	1.100
	1.0	すべり破壊	0.592	
	2.0	すべり破壊	0.752	