

ジオグリッド補強盛土の材料の違いによる拘束効果とその評価法

九州大学工学部 ○学 藤井照郎

九州大学大学院 工学・ 落合英俊 正 大野司郎 学 河村隆

三井石化産資(株) 正 平井貴雄

1. はじめに

ジオグリッド補強盛土は、ジオグリッドの引張力だけで評価した強度よりも大きい強度を示す。これはジオグリッドを敷設することにより土の自由な変形が拘束され、周辺土塊の拘束圧が増加する効果（拘束効果）に置き換えられると考えられる。

著者らは、これまで豊浦砂に関して実験的に補強効果の検討を行い、この拘束効果を取り入れた粘着力のない地盤材料のせん断強度算定式を提案している¹⁾。しかしながら、実際の地盤では粘着力が存在する場合が一般的である。

そこで本文では粘着力を持つ地盤材料の拘束効果について実験的に考察する。

2. 実験概要

実験は「すべり面設定型せん断試験装置」を用いて行った²⁾。せん断箱概略図を図1に示す。せん断箱は上箱と下箱で構成され、摩擦のないガイドローラーによって連結されている。このため補強材の引張力 T のすべり面に垂直な成分 $T \sin \alpha$ は、ガイドローラーに受け持たれるため、この成分に起因する補強効果 $T \sin \alpha \tan \phi$ は土塊に伝達しない。

試料には福岡県新宮町より採取したまさ土を用いた。尚、ジオグリッドの目合いの大きさの影響をなくすため試料は2mmふるいを通したものを使用した。供試体は最適含水比に調整したまさ土を密度が一定になるように締め固め（ランマーによる突き固め）で作製した。

実験はすべり面角度一定（ $\alpha = 40^\circ$ ）及び補強材引張力一定（ $T = 0.373 \text{ kN}$ ）のもとで上載圧を変化させて行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 粘着力のない地盤材料

豊浦砂を用いた実験結果から、粘着力のない地盤材料の補強時のせん断強度 s_R は次式で表されることが確かめられている¹⁾。

$$s_R = s_0 + s_T + s_C \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} s_0 &= \sigma_n \tan \phi && \text{(無補強時せん断強度)} \\ s_T &= \frac{T \cos \alpha}{A'} && \text{(補強材引張力に起因する補強効果)} \\ s_C &= \beta \sigma_n \tan \phi && \text{(拘束効果)} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここで、 σ_n ；すべり面上の垂直応力、 A' ；すべり面面積、 ϕ ；内部摩擦角である。

また、 β は拘束パラメータで拘束効果発現の度合を表す指標であり、土の密度及びジオグリッドの形状の影響を受けることが実験的に明らかにされている。

3. 2 粘着力のある地盤材料

粘着力のある地盤材料としてまさ土を使用した結果について述べる。まず、せん断抵抗力 S とせん断変

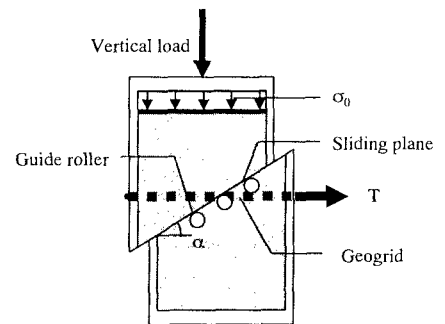


図1 せん断箱概略図

位Dの関係を図2(a)(b)に示す。補強、無補強いずれの場合にも明確なピークが見られず同様な曲線形状を示し、せん断抵抗力は補強した場合の方が大きく補強効果が発揮されている。最大せん断抵抗力 S_{max} を、すべり面面積 $A' (=A/\cos \alpha)$ で割ったものをせん断強度 s とする。せん断抵抗力のピークが出ないものについてはせん断変位が10mmの時のせん断抵抗力を最大せん断抵抗力 S_{max} とした。

せん断強度 s とすべり面上に働く垂直応力 σ_n の関係を図3に示す。無補強時のまさ土のせん断強度 s_0 とすべり面上の垂直応力 σ_n の関係は、粘着力である切片 c を持つ傾き $\tan \phi$ の直線となり次式で表される。

$$s_0 = c + \sigma_n \tan \phi \quad (3)$$

補強時のまさ土のせん断強度 s_R は豊浦砂と同様に切片 $(c + s_f)$ をもち、傾き $(1 + \beta) \tan \phi$ の直線となる。

$$s_R = c + \sigma_n \tan \phi + \frac{T \cos \alpha}{A'} + \beta \sigma_n \tan \phi \quad (4)$$

以上よりジオグリッドを敷設した豊浦砂とまさ土では、豊浦砂の場合と同様に引張力に起因する効果と拘束効果が発揮されていることが分かる。

3. 3 拘束効果パラメータ β と内部摩擦角 ϕ の関係

拘束効果はジオグリッド形状及び土の密度に依存する。すべり面角度 $\alpha = 40^\circ$ 、引張力 $T = 0.373 \text{ kN}$ 一定とし、ジオグリッドの形状及び土の密度を変化させた。一連の実験から得られた拘束効果パラメータ β と内部摩擦角 ϕ の関係を図4に示す。図中の R は形状係数⁹⁾で、ジオグリッドの形状の違いを定量的に表す指標である。この図より両者の間には一義的な関係が認められ、内部摩擦角 ϕ が小さいほど、すなわち、緩い状態ほど大きな拘束効果が現れる。

4. まとめ

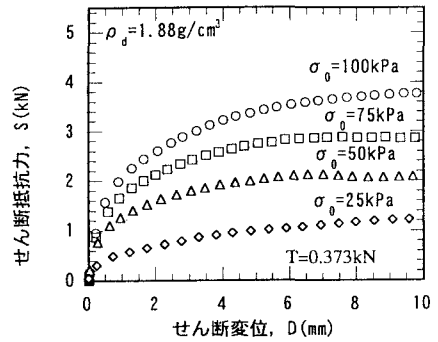
(1) 拘束効果は地盤材料の粘着力の有無にかかわらず発揮される。

(2) 補強時のせん断強度算定式は粘着力のある地盤材料においても通用できる。実験で測定されない引張力のすべり面に垂直な成分 $T \sin \alpha \tan \phi$ を考慮すると、補強土のせん断強度 s_R は次式で表される。

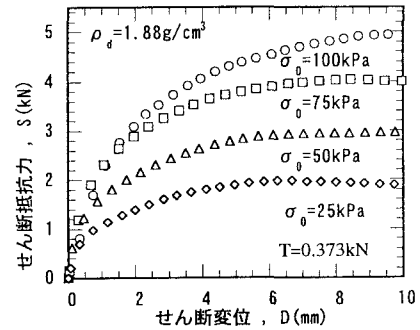
$$s_R = c + \sigma_n \tan \phi + \frac{T(\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi)}{A'} + \beta \sigma_n \tan \phi$$

ここで第4項が拘束効果であり、 β は拘束効果パラメータで拘束効果発現の度合いを表す指標である。

参考文献 1) 河村ら, ジオグリッド補強土構造物の拘束効果と補強材形状について, 第13回ジオシンセティックスシンポジウム, pp.306-315, 1998



(a) 無補強



(b) 補強

図2 せん断抵抗力 S - せん断変位 D の関係 (まさ土)

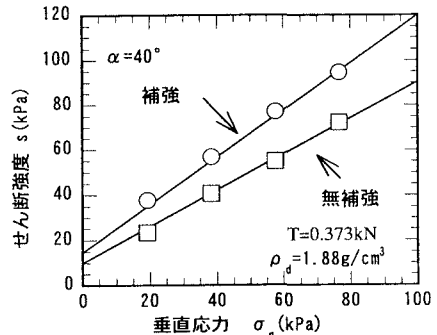


図3 せん断強度 s と垂直応力 σ_n の関係 (まさ土)

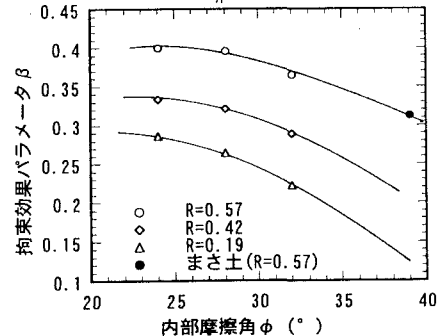


図4 内部摩擦角 ϕ と拘束効果 β の関係