

Ⅲ-B293

粘着力を持つ地盤材料におけるジオグリッド補強土の補強効果

九州大学大学院
九州大学大学院
三井石化産資（株）

○ 学 河村 隆 F 落合英俊
正 安福規之 正 大嶺 聖
正 平井貴雄

はじめに

ジオグリッド補強土の補強効果は、ジオグリッドに発生する引張力に起因する補強効果と、拘束効果の和で表される。これまで補強効果を実験的に検討し、その結果、引張力に起因する効果は見かけの粘着力を増加させる効果であり、拘束効果は周辺土塊の変形を拘束することに起因する効果であることを明らかにした。そして、拘束効果は土の内部摩擦角 ϕ とジオグリッドの形状を表す形状係数 R によって支配されるという知見を得た¹⁾。

補強効果に大きく影響すると考えられる要因として、補強材引張力、すべり面角度、ジオグリッドの形状、土の密度が挙げられる。これまで豊浦砂を用いた実験によりこれらの要因の影響を検討し、さらに、まさ土を用いた実験から、補強効果に及ぼすジオグリッド形状と土の密度の影響を明らかにした。本文では、粘着力を持つまさ土の実験結果をもとに、補強効果に及ぼす引張力の影響を考察する。

補強土のせん断強度

これまでの実験から得られた結果を模式化すると図-1に示すようなせん断強度 s と垂直応力 σ_n の関係になる。補強した場合は無補強の場合と比較すると切片、勾配ともに大きくなる。切片の増加分は見かけの粘着力を増加させる引張力に起因する補強効果であり、勾配の増加分は拘束効果に起因するものである。これらの効果は以下のように定量的に評価できる。無補強土のせん断強度 s_0 は、粘着力である縦軸切片 c を有する傾き $\tan\phi$ の直線になる。補強土の場合は、切片 $c+c_T$ を持ち無補強土の傾きを基準にすると傾き $(1+\beta)\tan\phi$ の直線となる。以上をまとめると、次式のようになる。

$$\text{無補強土} : s_0 = c + \sigma_n \cdot \tan\phi \quad (1)$$

$$\text{補強土} : s_R = (c + c_T) + \{(1 + \beta) \tan\phi\} \sigma_n \quad (2)$$

$$\text{ここで, } c_T = \frac{T}{A'} (\cos\alpha + \sin\alpha \cdot \tan\phi) \quad (3)$$

A' : すべり面面積である。第2項中の $\beta \cdot \sigma_n \cdot \tan\phi$ が拘束効果である。拘束効果はジオグリッドが周辺土塊の変形を拘束し、周辺土塊の拘束圧が増加 $\beta \cdot \sigma_n$ する効果である。ここで、 β は拘束効果発現の度合いを表すパラメータ（以下、拘束効果パラメータと呼ぶ）である。拘束効果パラメータ β は、ジオグリッドの形状係数 R と土の内部摩擦角 ϕ に支配される¹⁾。なお、形状係数はジオグリッドの形状の違いを定量的に評価するために定義したものである。

実験概要

実験は、「すべり面設定型せん断試験装置」を用いた²⁾。試料にはまさ土、補強材にはジオグリッドを用い、引張力 T を0.373, 0.981, 1.961kNと変化させた。供試体は、2mmふるい通過分のまさ土を最適含水比に調整し、ランマーを用いた突き固めによる締固めにて作製した。実験はまさ土の乾燥密度 ρ_d を1.87, 1.71, 1.60Mg/m³と変化させて行った。

実験結果と考察

まさ土を用い、すべり面角度 $\alpha=40^\circ$ 、引張力 $T=0.373, 0.981, 1.961\text{kN}$ 、乾燥密度 $\rho_d=1.71\text{Mg/m}^3$ として行った実験

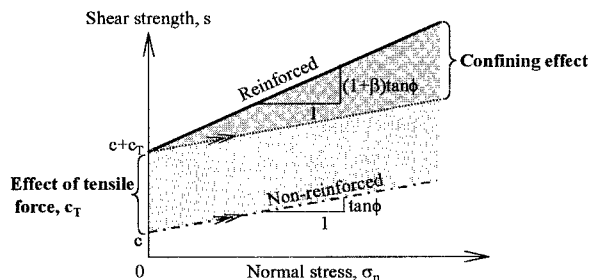


図-1 実験結果の模式図

キーワード：補強土、ジオグリッド、拘束効果、粘着力、引張力

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1, TEL, FAX 092-642-3285

から得られたせん断強度 s と垂直応力 σ_n の関係を図-2 に示す。無補強土、補強土とも縦軸切片を持ち傾きを有する直線となる。無補強土は、式(1)で示したように粘着力である切片 c をもち、傾き $\tan\phi$ の直線となる。補強した場合は無補強土よりも大きな切片および傾きをもつ直線となる。引張力に応じて見かけの粘着力は変化しており、縦軸切片の増加分は引張力に起因する補強効果 c_T であると考えられる。供試体の密度を変化させて行った実験から得られた引張力に起因する強度増加分 c_T と供試体の乾燥密度 ρ_d を比較すると図-3 のようになり、引張力に起因する効果は、引張力の異なる場合も式(3)で表され、縦軸切片は図-1 に示したように、粘着力 c と引張力に起因する効果 c_T の和 ($c+c_T$) となる。

一方、引張力が変化しても、補強土の直線の傾きは変化しておらず、図-4 に示すように拘束効果パラメータ β は引張力の影響を受けない。したがって拘束効果は引張力の影響を受けない。

以上より、補強土のせん断強度 s_R は、粘着力を持つ材料においても引張力に依存せず式(2)で表される。

ジオグリッドの形状および土の密度を変化させて行った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-5 に示す。拘束効果パラメータ β は、地盤材料によらず内部摩擦角 ϕ と形状係数 R によって決定される。

まとめと今後の課題

ジオグリッド補強土のせん断強度 s_R は、粘着力を持つ材料においても引張力の違いに依存せず次式にて評価できる。

$$s_R = c + \frac{T}{A'} (\cos\alpha + \sin\alpha \cdot \tan\phi) + \{(1 + \beta) \tan\phi\} \sigma_n$$

ここで、 β は拘束効果発現の度合いを表しており、土の内部摩擦角 ϕ およびジオグリッドの形状係数 R によって決定される。

今後の課題は、これまで定量的評価を行ってきた拘束効果を設計法に導入することである。拘束効果発現の度合いを表す拘束効果パラメータ β は、実験から得られた値であり、また、実際の構造物では補強材敷設間隔が深さ方向に変化しており、敷設間隔の違いが拘束効果発現に影響を及ぼすと考えられる。これらのことを考慮して、設計に導入する拘束効果パラメータ β の取り扱いについて考察したいと考えている。さらに、拘束効果を考慮した設計法によって決定された補強材配置は、所定の強度は満足していても、変形が許容できない場合があると考えられる。このことを考慮して、変形挙動を解析的および実験的に検討したいと考えている。

最後に、今回の実験の実施にあたり、九州大学工学部の藤井照郎君に御助力を賜ったことを感謝します。

【参考文献】 1)河村ら、ジオグリッド補強土の拘束効果を支配する土質パラメータ、第34回地盤工学研究発表会、1999(投稿中)、2)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

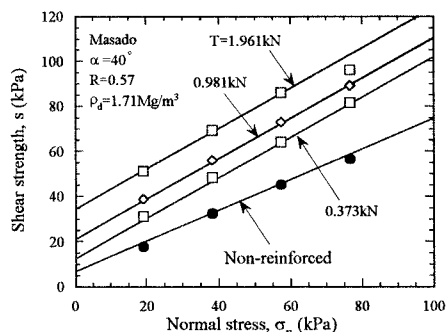


図-2 せん断強度と垂直応力の関係

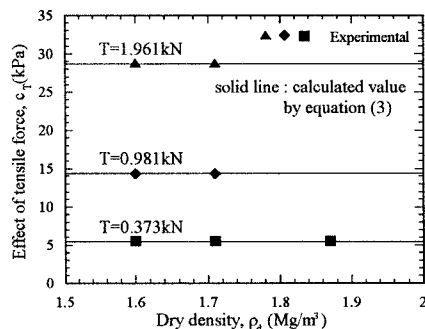


図-3 引張力による強度増加 c_T と乾燥密度の関係

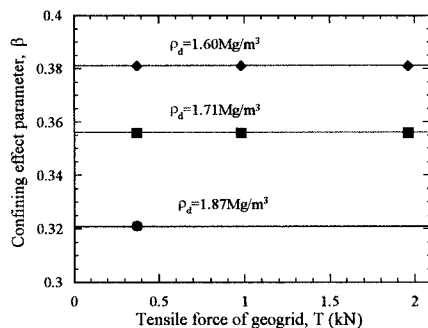


図-4 引張力と拘束効果パラメータの関係

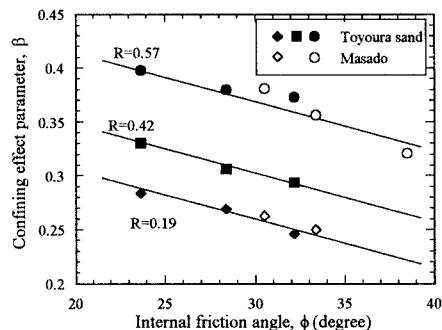


図-5 拘束効果パラメータと内部摩擦角の関係