

ジオグリッドの補強盛土の補強効果に及ぼす相対密度の影響

九州大学工学部

○学 高崎敦彦 学 河村 隆

正 落合英俊 正 安福規之 正 大野司郎

三井石化産資(株) 正 平井貴雄

1.目的

ジオグリッドを用いた盛土の補強効果は、ジオグリッドの引張力の影響のみを考慮して、評価されていることが多い。しかし、これまでの研究より、補強材の引張力による補強効果以外にも、土中に補強材が敷設されることにより土の自由な変形を拘束し、土塊の強度を増加させる効果(拘束効果)が存在することが分かっている¹⁾⁽²⁾。

本研究では補強効果の中の拘束効果に及ぼす土の相対密度の影響について実験的に検討した。

2.実験概要

実験は「すべり面設定型せん断試験装置²⁾」を用いて行った。せん断箱概略図を図1に示す。せん断箱は上箱、下箱によって構成され、摩擦のないガイドローラーによって連結されており、すべり面に対して垂直な方向に作用する力が働くないように設計されている。そのため、補強材の引張力Tのすべり面に対して垂直な成分 $T \sin \alpha$ に起因して発揮される補強効果 $T \sin \alpha \tan \phi$ は発生しない。供試体は気乾状態の標準豊浦砂、補強材は三種類の形状の異なるジオグリッドを用いた。ここでジオグリッドの形状の違いを定量的に表すため、図2に示すように、形状係数R($=2t(1/B+1/L)$)を定義する¹⁾。実験は相対密度Drを85, 75, 45%と変化させ、すべり面角度一定、補強材張力一定で上載圧を変化させて行った。

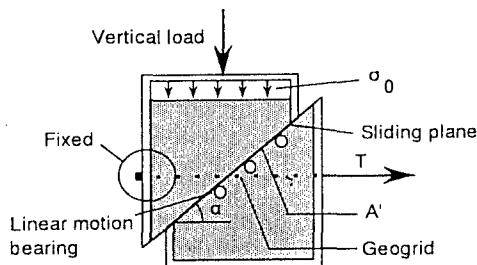


図1 せん断箱概略図

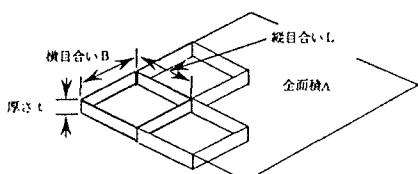


図2 形状係数Rの説明図

3.実験結果

相対密度Drを変化させて行った実験より得られたせん断力Sとせん断変位Dの関係を図2(a),(b)に示す。

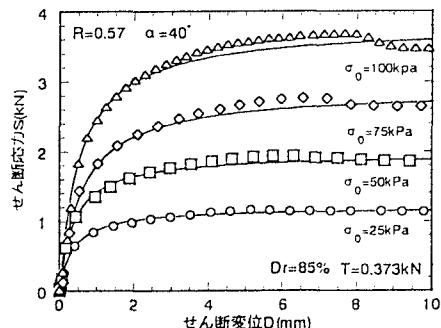
図中の曲線は次式にて双曲線近似したものである。

$$S = \frac{D}{a \cdot D + b} \quad (1)$$

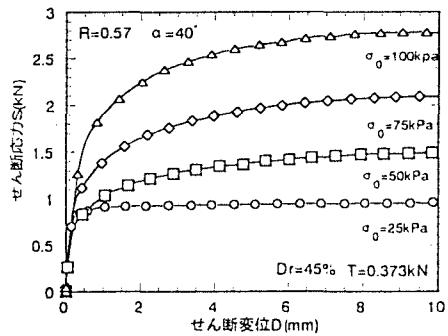
a, bは定数であり、曲線の漸近線は $1/a$ となる。これを最大せん断力 S_m と定義する。 S_m をすべり面積(A' = A/cosα)で割ったものを最大せん断応力 τ_m とする。ここでAはせん断箱断面積である。

相対密度Dr及び形状係数Rを変化させた実験より得られた最大せん断応力 τ_m とすべり面上の垂直応力 σ_n 関係を図3(a)～(c)に示す。図より、補強土塊の強度は密な場合の方が大きくなることがわかる。

無補強の場合の最大せん断応力 $\tau_{m,N}$ と垂直応力 σ_n



(a) $D_r = 85\%$



(b) $D_r = 45\%$

の関係は傾き $\tan\phi$ で原点を通る直線の関係となり、次式で表される。

$$\tau_{m,N} = \sigma_n \tan\phi \quad (2)$$

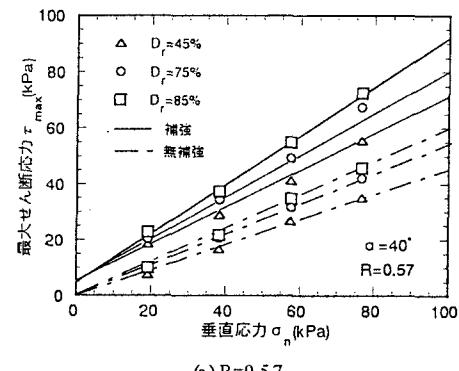
ここで、 ϕ は砂の内部摩擦角である。補強した場合の最大せん断応力 $\tau_{m,R}$ は、次式で表される。

$$\tau_{m,R} = C_T + \{(1+\beta)\sigma_n\} \tan\phi \quad (3)$$

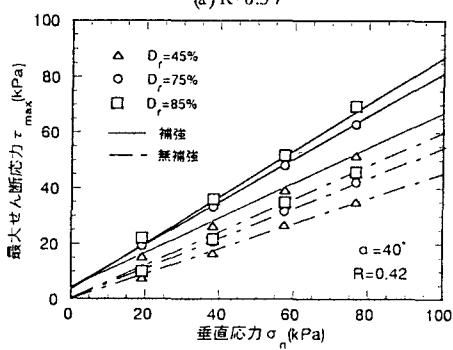
ここで、切片 C_T は引張力に起因する効果と考えられ次式で表される¹⁾²⁾。

$$C_T = T \cos\alpha / A' \quad (4)$$

式(3)の第2項中の $\sigma_n \beta \tan\phi$ が拘束効果で、 $\beta \tan\phi$ は無補強時からの直線勾配の増分である。ここで β はジオグリッドが土中に敷設されることにより、ジオグリ



(a) $R=0.57$



(b) $R=0.42$

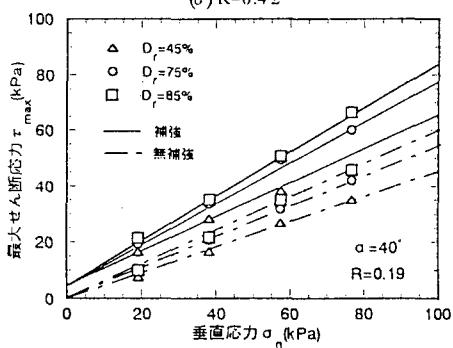


図4 形状係数Rの異なるジオグリッドの最大せん断応力 τ_m と垂直応力 σ_n の関係

ッドが周辺土塊の拘束圧を増加させる度合いを表していると考えられる。 β と相対密度 D_r の関係を図5に示す。図より、相対密度 D_r が小さいほど β は大きくなり、拘束圧の増加の度合いは大きくなることがわかる。また、形状の影響を考慮するため、 β と形状係数 R の関係を図6に示す。図より、形状係数 R の値が大きくなると β は大きくなることがわかる。

4.まとめ

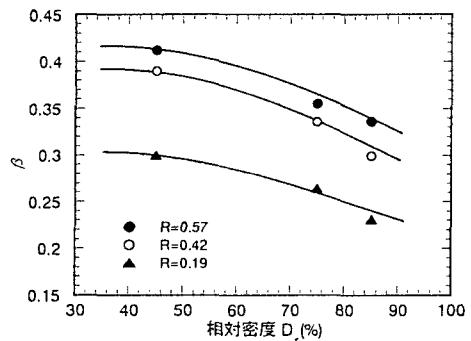


図5 β と相対密度 D_r の関係

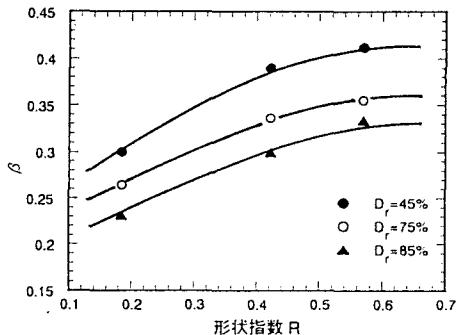


図6 β と形状係数 R の関係

補強効果に及ぼす相対密度の影響について考察し、以下にことが分かった。

(1) ジオグリッドを敷設した補強土塊の抵抗力は、実験で測定されない引張力のすべり面に垂直な成分 $T \sin\alpha$ を考慮して次式で表される。

$$\tau_{m,R} = \frac{T}{A'} (\cos\alpha + \sin\alpha \tan\phi) + \{(1+\beta)\sigma_n\} \tan\phi$$

(2) 相対密度が大きい場合ほど補強土塊の強度は大きくなり、拘束圧の増加の割合 β は小さくなる。形状係数 R の値が大きくなると拘束圧の増加の割合 β は大きくなる。

【参考文献】 1) 河村ら：ジオグリッド補強盛土の補強効果に及ぼすすべり角度とジオグリッド形状の影響、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1997

2) H.Ochiai et. al.: Experimental evaluation of reinforcement in geogrid-soil structure, Earth reinforcement, Balkema, vol.1, pp. 249-254, 1996.