

ジオグリッド補強土構造物における ダイランシー特性を踏まえた盛土材選択の重要性

中央大学大学院 学生会員 ○佐倉 拓歩
中央大学 正会員 平川 大貴

1. はじめに：ジオグリッドによる補強の要因は、補強材張力による土粒子の拘束にある。したがって、ジオグリッド敷設によって得られる補強効果は盛土材の特性・状態で定まることになるが、現状では補強メカニズムに基づいた盛土材の選択には至っていない。そこで本研究では、粒径区分に加えて力学的特性を考慮した土の選択の重要性を明らかにすることを目的に、2種類の砂質土を用いて平面ひずみ圧縮試験を実施した。

2. 使用材料と実験条件：砂質土には真砂土と豊浦砂を使用した。豊浦砂は、真砂土との比較のために用いた。これらの粒径加積曲線を図-1に示す。真砂土は六甲山系で産出されたもので、本研究では砂分以下の粒子を使用した。真砂土は粒子の成因の違いによって工学的性質は異なるが、締固めによって大きな最大乾燥密度 ρ_{dmax} 値を取るという特徴がある。本研究で用いた真砂土においても基準エネルギー $1E_c$ (JIS A 1210, A-a 法)での ρ_{dmax} 値は 1.960 g/cm^3 であり、砂質土で取り得る最大値に類する。砂礫材の強度・剛性の大小関係はだまかには ρ_d 値と相関するため、良配合で大きな ρ_d 値を示す盛土材を用いる場合はジオグリッド敷設による補強効果も高いと期待されやすい。各供試体は、真砂土は締固め法で作成した。標準的な施工条件として最適含水比 w_{opt} ($=11.7\%$) 付近、締固め度 $D_c=90\%$ ($\rho_d=1.764 \text{ g/cm}^3$) とした。一方、豊浦砂は相対密度 $D_r=90\%$ ($\rho_d=1.636 \text{ g/cm}^3$) となるように空中落下法で作成した。

補強材には、現状で供用されているジオグリッドの諸条件を踏まえてモデル化した計4種類のジオグリッド模型を用いた。ジオグリッド模型はリン青銅板で作成しており、層あたりの総剛性は同じであるが形状とストランド厚さが異なる(図-2)。それぞれのジオグリッド模型の形状は、CR: Covering Ratio (面内配置密度)で表現すると16.7%、33.3%、50%および100%(面状)となる。

砂質土および各ジオグリッド模型で得られる補強効果は、平面ひずみ圧縮試験で比較した。供試体寸法は高さ200×幅(σ_2 面)80×奥行き(σ_3 面)160 mmであり、補強材層数は4層とした。すべての供試体は飽和化し、排水条件で軸圧縮した。拘束圧条件は、補強盛土を想定して側圧係数 $K(=\sigma_3/\sigma_1)=0.5$ 、 σ_3 は40 kPaとした。なお、この実験条件において、真砂土と豊浦砂の(c, ϕ)値はそれぞれ20 kPa, 35.0° 、(0 kPa, 47.0°)であった。

3. 実験結果および考察：図-3に平面ひずみ圧縮試験で得られた主応力比 $R(=\sigma_1/\sigma_3)$ - 軸ひずみ ε_1 - 体積ひずみ ε_{vol} 関係を示す。密詰めめの豊浦砂供試体(図-3b)ではいずれのジオグリッド模型で強度と剛性が大きく増加している。このような補強効果は、実際

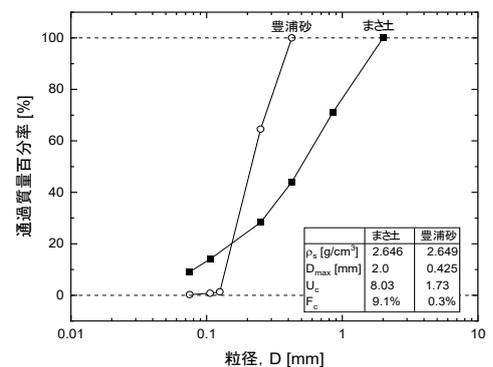


図-1 用いた砂質土の粒度

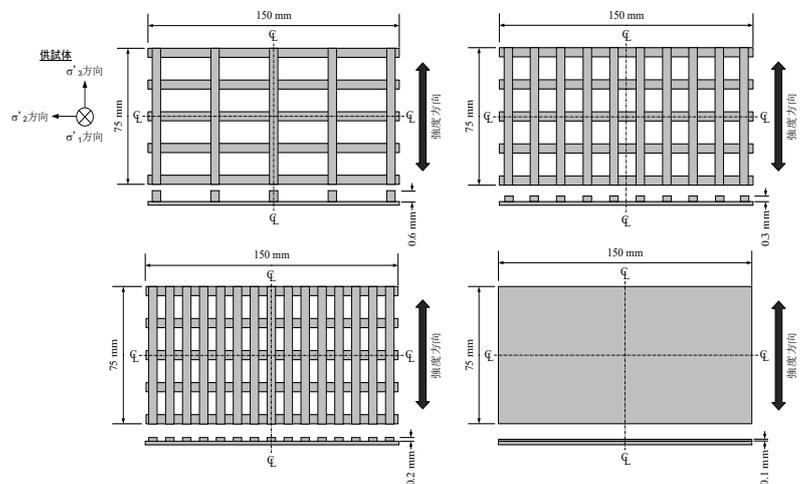


図-2 ジオグリッド模型の概要；a)CR=16.7%, b)33.3%, c)50%, d)100%

キーワード 強土, ジオテキスタイル, 砂質土, 強度変形特性, ダイランシー

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 TEL 03-3817-1799

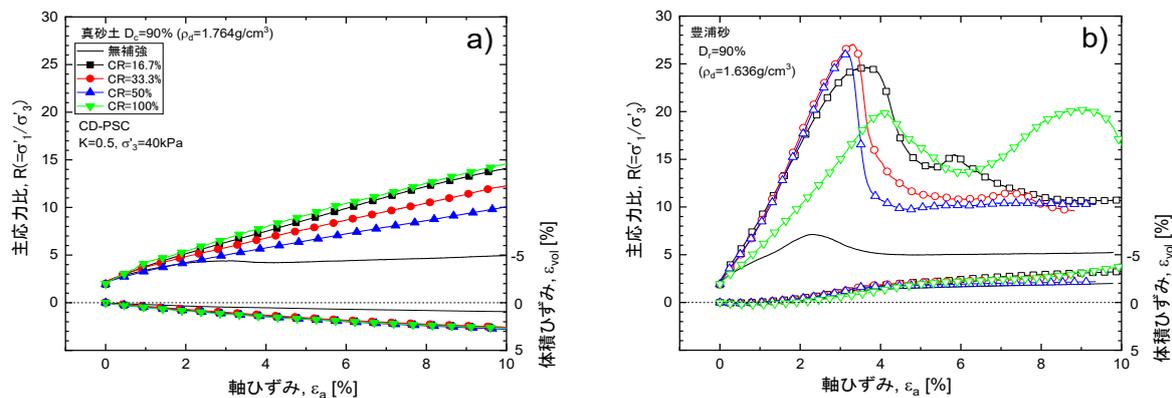


図-3 補強効果の差異，応力-ひずみ関係；a)真砂土，b)豊浦砂

の盛土材～ジオグリッドと一致している²⁾。これに対して，同じジオグリッドを用いても，真砂土供試体では明確な補強効果が得られなかった(図-3a)。豊浦砂よりも良配合で，かつ締め固めて ρ_d 値も大きいにも関わらず，真砂土供試体ではいずれのジオグリッド模型でも軸ひずみレベルの増加に対してひずみ軟化挙動を示さずに緩慢に軸応力値が増加する挙動を示した。

各供試体の強度をCRに対して整理した結果を図-4にまとめる。真砂土供試体においては，許容ひずみレベルを無補強供試体のピーク応力発揮時とし，この時の最大主応力 σ_1 値を強度値とした。図-4より，盛土材に真砂土を用いた場合，どのような形状の補強材を用いても補強効果が得られないことが確認できる。この要因は，真砂土自体のダイラタンシー特性にある。せん断変形の過程で，豊浦砂供試体(図-3b)は明確な正のダイラタンシー挙動が表れているのに対し，真砂土供試体(図-3a)では負のダイラタンシー挙動を示す。これらは盛土材固有の力学的特性であり，ジオグリッド補強をした場合でも変わらない(図-3)。正負のダイラタンシー挙動はストランド方向に生じるひずみ値の差異となり，これはせん断変形時に誘起される補強材張力値の違いとなる。このような挙動は，ストレス-ダイラタンシー関係からも確認できる。

図-5に各供試体のpre-peak状態でのStress-Dilatancy関係を示す。真砂土供試体は土粒子のかみ合わせは弱いことが見て取れる。

上記の結果は，ジオグリッド補強土構造物では粒度特性に加えて力学的特性を考慮した土の選択の重要性を示している。選択に際しては土の強度パラメータ(粘着力 c ，内部摩擦角 ϕ)の値からは判断は難しく，せん断変形過程での体積膨張挙動によって判断する必要があると考えられる。なお，土の選択と施工条件(締固め条件)との関係性は，今後検討を行う予定である。

4. まとめ：ジオグリッド補強土構造物において，粒径区分に加えて力学的特性を考慮した土の選択の重要性について検討した。その結果，盛土材の粒径区分が現在の設計基準を満たしていても，負荷過程で盛土材が負のダイラタンシー特性を示す場合は有意な補強効果が得られないことを確認した。土の選択および施工条件(締固め条件)はダイラタンシー特性に注目する必要があると考えられる。

参考文献；1) F.L. Peng, et al.: Plane strain compression behaviour of geogrid-reinforced sand and its numerical analysis, *Soils and Foundations*, Vol.40, No.3, pp.55-74, 2000. 2) 川崎佑斗ら：補強土構造物における盛土材選定の利点に関する基礎的検討，第53回地盤工学研究発表会，pp.1671-1672, 2018.

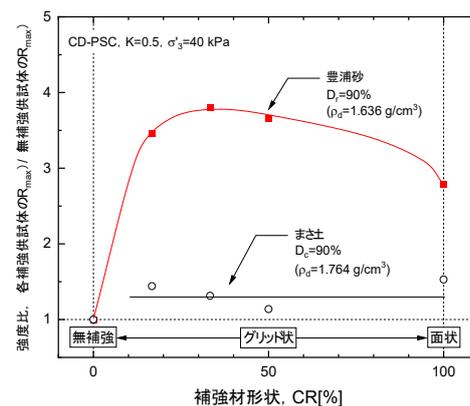


図-4 ジオグリッドの形状が補強効果に及ぼす影響

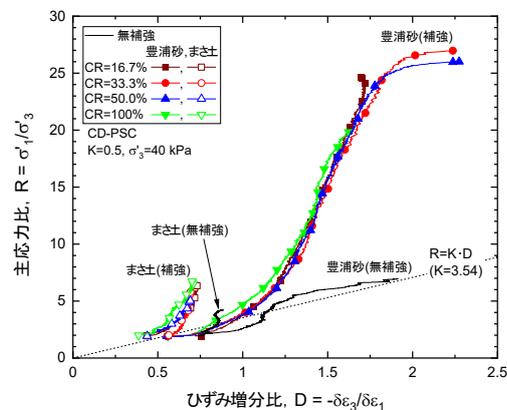


図-5 pre-peak 状態での Stress-Dilatancy 関係