

III-B 309 補強材敷設深さがジオグリッド補強地盤の支持力に及ぼす影響

清水建設(株) 技術研究所 正 ○荻迫栄治, 正 了戒公利

1. はじめに ジオグリッドを地盤内に敷設する補強土工法については、せん断破壊に対する支持力の増加や変形の低減といった、補強地盤としての支持力特性についてまだ十分に解明されているとは言いがたい。著者らは有限要素法を用いて、ジオグリッドで補強された地盤の支持力に関して解析的に検討を行っている¹⁾。本文は、解析結果に基づいて補強材敷設深さの違いが破壊領域や補強材張力の発現過程等に及ぼす影響について検討し、補強地盤の支持力特性について考察を行ったものである。

2. 解析の概要 楊ら²⁾の行った模型実験を対象として有限要素法により解析を行い、実験結果との比較を行った。対象とした実験は幅 $L=50\text{cm}$ のジオグリッドを深さ D の位置に一層敷設した補強地盤に幅 $B=10\text{cm}$ の剛性基礎による帯状荷重を想定した载荷実験であり、地盤は豊浦標準砂を用いた相対密度 $Dr=55\%$ の地盤である。解析に際しては、実験条件より $E=130\text{tf/m}^2$, $\nu=0.3$, $\phi=37^\circ$, $c=0.1\text{tf/m}^2$ と仮定し、図-1に示す有限要素メッシュを用いた。解析手法等の詳細については前報¹⁾を参照されたい。

3. 解析結果と考察

(1) 破壊形態 図-2は基礎の沈下量 $\delta=2.0\text{cm}$ の時の無補強時と補強時($D/B=0.3\sim 1.5$)の塑性域(陰影部)の分布状況を示したものである。敷設深さが $D/B\leq 0.5$ の浅い場合は、補強材を横切って塑性域が進展し、無補強時に比べて深い破壊領域が形成される。一方、敷設深さが $D/B\geq 1.0$ の深い場合は、塑性域は主に補強材上部で発生し、補強材の上面をすべるような破壊領域が形成される。そして、敷設深さが $D/B=0.8$ の場合には破壊形態は両者のちょうど中間的な様相を呈し、補強材上面の破壊域と補強材を横切る深い破壊域の両方が存在するように見てとれる。すなわち、この深さは補強材を横切る破壊形態と補強材上面をすべる破壊形態とを区別する境界敷設深さと考えられる。そして、この深さは前報¹⁾で示した補強比(無補強時の降伏荷重 q_0 に対する補強時の降伏荷重 q_R の比 q_R/q_0)が最大となる最適敷設深さ($D/B)_{opt}$ と一致する。このことは実験結果とも合致している。

(2) 補強材張力 図-3は沈下量 $\delta=2.0\text{cm}$ の時の各敷設深さにおける補強材張力の分布を示したものである。補強

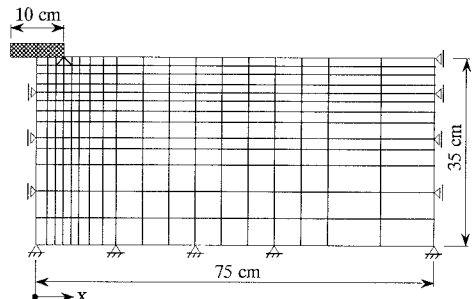


図-1 解析モデル

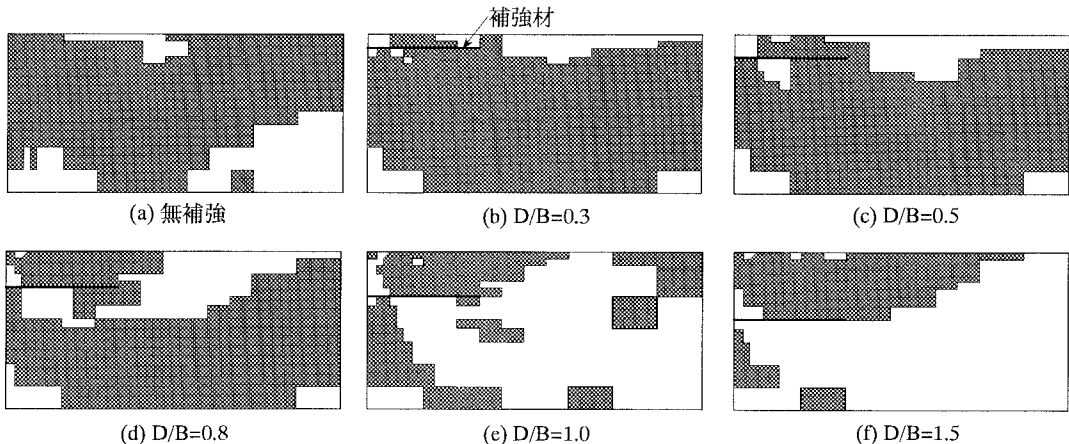


図-2 塑性域の分布状況 ($\delta=2.0\text{cm}$)

材張力は敷設深さが深くなるにつれて大きくなり、 $D/B=0.8$ で最大となるが、さらに敷設深さが深くなると張力は次第に減少していく。この補強材張力が最大となる敷設深さは前述の最適敷設深さ $(D/B)_{opt}$ と一致し、すなわち、補強材張力が最も発揮される時に支持力増も最大となることがわかる。また、張力の分布形状は $D/B=0.8$ を境にして凸状の分布(敷設深さが浅い場合)からなだかな分布(敷設深さが深い場合)に変化しており、破壊形態の変化に対応していると考えられる。また、特に敷設深さが浅い場合は、補強材張力は中心からの距離が $2x/B \leq 2 \sim 3 (x \leq 10 \sim 15 \text{ cm})$ の範囲で大きく発現されており、有効な敷設幅として $L/B=2 \sim 3$ が必要であると考えられる。実験によれば敷設幅の増加に伴って補強比が顕著に増加するのは $L/B \approx 3$ 程度までであると報告されており、解析結果はこのような実験結果と符合している。

(3) 変形性状 図-4は沈下量 $\delta = 2.0 \text{ cm}$ の時の無補強時および補強時($D/B=0.5$, $D/B=1.5$)の地盤の変形図を示したものである。敷設深さが浅い場合($D/B=0.5$)、無補強時に比べて変形はより深部・側部に伝わっている。一方、敷設深さが深い場合($D/B=1.5$)、変形は $D/B=1.5$ 以浅にほとんど限られ、 $D/B=1.5$ 以深からまわりこんでくる変形の流れが存在せず、あたかも補強材敷設位置を擬似基盤面とする浅い地盤が形成されたかのごとく挙動している。このような変形性状は、前述の補強材張力の発現状況と対応していると考えられる。また、このような変形モードの違いから図-4に示すように地表面の浮上り量は敷設深さが浅い場合は小さく、深い場合は大きくなっており、実験結果の傾向と一致している。

4. まとめ 剛性基礎を対象としジオグリッド補強砂地盤のFEM解析を行った。その要点を纏めると次のようになる。

- (1) 補強地盤の破壊形態は、せん断破壊に対する支持力増が最大となる最適敷設深さ $(D/B)_{opt}=0.8$ を境にして2つの形態に分けられ、補強材張力、変形性状もこの深さを境にして異なる。
- (2) 補強材張力は最適敷設深さにおいて最も発揮される。
- (3) 地表面の変形量は最適敷設深さより浅く敷設した場合の方が深く敷設した場合より小さい。

5. あとがき 今回の解析結果より、支持力増、変形抑止の面から最適敷設深さより浅くに敷設の方が効果的であると考えられる。また、解析結果は実験結果の傾向と一致しており、解析手法の妥当性を示唆しているものと思われる。今回得られた結論はフーチング等の剛性基礎の地盤補強に関する知見を与えるものであり、今後盛土等の柔基礎に関する検討を行っていきたい。

なお、本研究に際し快く実験結果の情報をご提供いただいた八戸工業大学楊俊傑講師ならびに九州大学落合英俊教授、大嶺聖助手に感謝の意を表します。

参考文献 1) 荻迫栄治・了戒公利：有限要素法によるジオグリッド補強地盤の支持力解析，第31回地盤工学研究発表会，1996。
2) 楊俊傑・落合英俊・林重徳：ジオグリッド補強基礎地盤の支持力特性に関する実験的研究，土木学会論文集 No.499/III-28，1994。

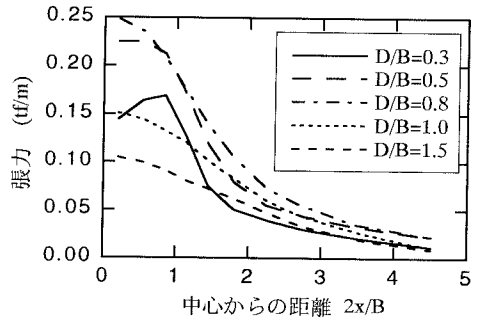
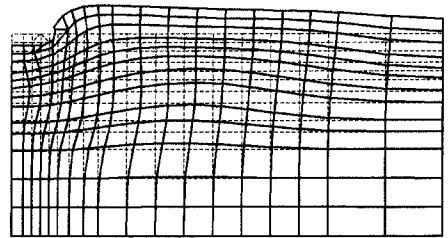
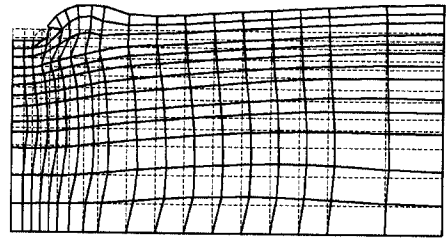


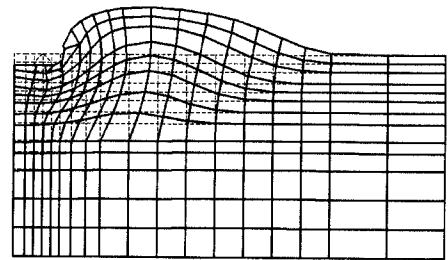
図-3 補強材張力 ($\delta = 2.0 \text{ cm}$)



(a) 無補強



(b) $D/B=0.5$



(c) $D/B=1.5$

図-4 変形図 ($\delta = 2.0 \text{ cm}$)