

軟弱地盤上に設ける低盛土道路のジオグリッド補強効果の検討

佐賀大学 学○前田 幸二 正 柴 錦春

同上 正 三浦 哲彦

1. はじめに

軟弱地盤上に低盛土道路を施工した場合、不等沈下により路盤にひび割れを生じる事が多い。この問題を解決する手段として、補強材料を用いて路盤の力学特性を改善する方法が用いられている。過去の研究においてはこの方法の有用性について、肯定したもの¹⁾と否定的なもの²⁾の両方の報告がなされている。ジオグリッドの補強効果をより明確にするために、本研究ではモデル実験と有限要素法による数値解析の両面から検討する。

2. モデル実験

【実験装置と実験法】モデル実験装置を図-1に示す。土槽の寸法は600×1500×800mmで中間をアクリル板で隔て二槽に分けた。試料を土槽に入れる前にグリースとメンブレンによって壁面の摩擦低減をはかった。圧密を促進させるための二槽の砂層を挟んだ三層の粘土層からなる地盤を作製し、圧力 $P=10\text{kPa}$ で約2ヶ月間圧密させた。圧密終了後地盤上に高さ50mm、底部の幅が700mmのモデル盛土を作製し、一方の盛土と地盤の間に一層のジオグリッドを敷いた。盛土の頂面に幅100mmの載荷板をセットし、約1週間ごとに10kPa刻みで荷重を増加させていき載荷板の沈下量を測定した。

【モデル地盤の性質】10kPaの荷重での圧密終了時にシンウォールサンプラーを用いて採取した試料によりモデル地盤の性質を調べた。粘土層の違いによりばらつきはあったが、圧縮指数は $C_c=0.63$ 付近のほぼ一定の値を示した。初期間隙比 e_0 は上層が約2.3、下層が約2.4であり、ペーンせん断強度は上層から順に $C_u=6.33, 4.24, 4.03\text{kPa}$ となり、上層だけが大きな値を示した。また載荷実験終了後には上層が8.92kPa、下層が5.42kPaとさらに強度が増加していた。

【ジオグリッドの伸張特性】本実験に用いたジオグリッドは高密度ポリエチレン製で、目合いは縦6mm×横6mmである。剛性を調べるために2段階の伸張速度で引張り試験を行い、図-2の結果を得た。伸びの均一性を見るために、引張り方向に異なる4点の変位を測定し、その結果引張り強度を超えるまではほぼ均一の伸びを示した。またこの試験結果から数値解析に用いる剛性係数として、歪み1%以下において $K=300\text{kN/m}$ を定めた。

【実験結果】モデル実験における時間-沈下量曲線は図-3に示す。ジオグリッドのある・なしのケースを比較してみると、30kPaの荷重まではほとんど沈下量に差は見られなかつ

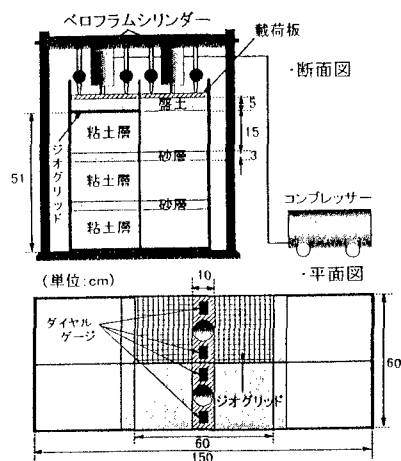


図-1 モデル実験装置

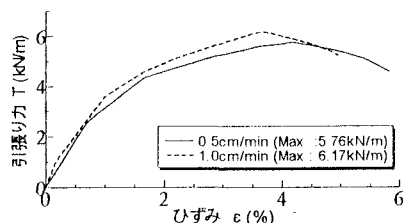


図-2 伸張ひずみと引張り力の関係

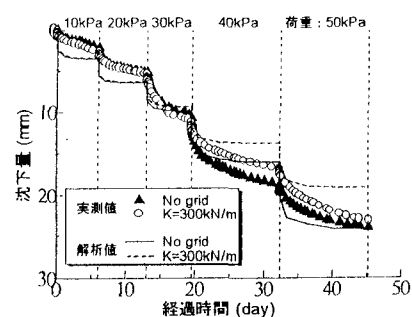


図-3 時間-沈下量曲線

た。その後ジオグリッドで補強した地盤は沈下量が減少し補強の効果が現れた。この時点の沈下量は載荷板の幅の約20%に達しており、このことから大きな沈下が発生しない限りジオグリッドの沈下抑制効果はあまり期待できないことがわかった。

3. ジオグリッドの効果に関する数値解析

【数値モデルとモデルパラメーター】 有限要素法でモデル実験をシミュレートしジオグリッドの補強効果を詳しく調べた。粘土層に用いたモデルは修正Cam-clayと呼ばれる弾塑性モデルであり、用いたモデルパラメーターは表－1に示す。砂層・盛土には弾性モデルを使用し弾性係数は1000kPa, ポアソン比0.35, 透水係数は 3×10^{-6} m/sec とし、破壊基準はMohr-Coulomb基準で $c=5\text{kPa}$, $\phi=45^\circ$ を採用した。有限要素モデルは実際のモデル地盤と同じ寸法に設定し、境界条件は変位について側面は水平方向、底面は鉛直・水平方向が固定で、排水は中央部の側面のみ非排水である。

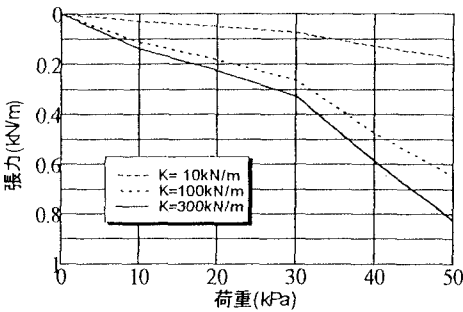
【数値解析結果】 シミュレートした地盤の初期非排水強度は5.5～6.0kPa, 変形係数は約200kPaであり、これらの数値はモデル地盤を代表すると考えている。しかしモデル実験の過程において、地盤の乾燥により強度が増えたことはシミュレーションしなかった。図－3に示した沈下曲線の解析値を見るとモデル実験での結果と同じように40kPa以上の荷重で沈下量の差が顕著になっており、荷重あるいは沈下量が大きくないとジオグリッドの効果は現れないことがわかる。図－4は剛性の違いによるジオグリッドにかかる張力を示したものである。荷重の増加に伴って張力は増加しているが、30kPaを超えると増加の勾配は急になり補強の効果が発揮されることがわかる。K=300kN/mの場合をみると、P=50kPaの時に働く最大張力は約0.8kN/m、伸張ひずみ0.27%に達する。図－5は50kPaの荷重における側方流動を比較したもので、補強することによって20～30%程度最大側方変位が抑えられており地盤中の安全性を高めている。剛性による違いをみてみると、K=10kN/mと100kN/mではかなり大きな違いがあるが、K=100kN/mとK=300kN/mとは違いは小さくなっており、補強効果は必ずしもジオグリッドの剛性に比例しないことがわかった。

4. まとめ

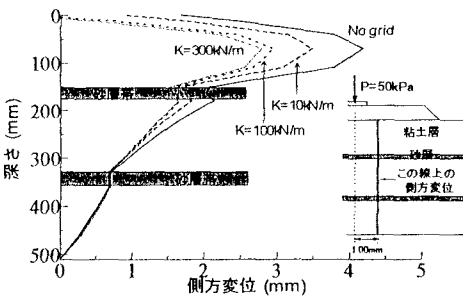
モデル実験、数値解析を通じて地盤の沈下量が大きくなければ、ジオグリッドでの補強による沈下抑制の効果は小さい事がわかった。しかし、ジオグリッドと両側の土との相互作用で地盤内部の側方流動を抑え、ジオグリッドの張力自身が地盤の安定に貢献できると考えられる。また、ジオグリッドの剛性と補強効果は必ずしも比例しない事を明らかにした。

表－1 解析に用いたパラメーター

κ	λ	e_n	M	ν	$k_v=k_h$ (m/sec)	γ (kN/m ³)
0.05	0.28	2.4	1.2	0.35	1×10^{-6}	14.6



図－4 ジオグリッドに働く張力



図－5 モデル地盤中の側方変位

参考文献 1) 坂井晃,三浦哲彦,毛利一之(1988).軟弱地盤上における道路路盤の補強工法に関する模型実験と解析, 佐賀大学理工学部 集報 vol.16 pp.133-140 2) Chai, J.C. and Bergado, D.T.(1993). Performance of Reinforced Embankment on Muar Clay deposit. Soils and Foundation, vol.33, No.4, pp.1-17