

パイル・グリッド工法に関する模型実験

佐賀大学 理工学部

学生員○野中 智弘

佐賀大学 低平地防災センター

正会員 林 重徳

佐賀大学 理工学部

学生員 梅崎 克晃

1. まえがき

軟弱地盤に構造物を建設する際、地盤のせん断破壊や圧密による地盤沈下等の弊害を防ぐため、何らかの適切な基礎工を施す必要がある。中でも先端支持杭を用いた工法は、N値が大きい支持層まで打設することによって、支持層と構造物が一体となり、不同沈下を生じることなく構造物を確実に支持できるので広く用いられてきた。しかし、地盤沈下が顕著に現れる軟弱地盤においては、杭のネガティブフリクションによって構造物や杭に応力が集中しクラックが発生したり、構造物とその周辺地盤とに段差が生じる等の問題を引き起こしている。そこで、これらの問題解決策の一つとしてパイル・グリッド工法が提案された。これは、摩擦杭とグリッドを併用することによって、周辺地盤の沈下に追従しつつ沈下抑制及び側方変位の抑制を図った柔支持基礎工法である。この工法に関する研究が数年前から進められているが、それらのメカニズム及び設計法は確立されていないのが現状である。本研究はパイル・グリッド工法の模型実験を行った。また、その結果と有限要素法による変形解析結果とを比較検討し、さらに載荷重や杭の長さ、グリッドの敷設範囲の異なる種々の条件下に対しても解析を行い、構造物基礎としての有用性について解析的検討を述べる。

2. 実験概要

1) 実験土槽地盤作製

本実験では、図-1に示す土槽(幅150cm, 高さ80cm, 奥行き30cm)を用いて平面ひずみ状態の模型試験を行った。模型地盤は、十分に練り返した有明粘土(物理的性質を表-1に示す)を土槽に4層に分けて詰め、各層間には砂層を設け、圧密圧力 $p=0.1\text{kgf/cm}^2$ で再圧密させた。排水は、地表面と底面及び左右の側面で行った。土槽壁面にはシリコングリースとラバーメンブレンを用い地盤と壁面の摩擦低減を図った。

2) 杭およびジオグリッドの配置

再圧密終了後、地盤に直径1cmの木杭を群杭(杭間隔2cm)として貫入し、その上にジオグリッドを敷設した厚さ5cmの砂層(物理的性質を表-1に示す)を設け相対密度65%になるように締め固めた。用いたジオグリッドは二軸延伸ポリマーグリッド(SS35)で、実験ケースと杭及びグリッドの諸元を表-2に示す。

3) 載荷実験

載荷方法は、ベローラムシリンダーによる応力制御方式を用いた。載荷応力は、 $p=0.05\sim 1.0\text{kgf/cm}^2$ の7段階で、次への載荷段階は沈下の収まりを見ながら行った。載荷板の沈下量及び載荷板周辺地盤の変位は、変位計によって測定した。実験終了後にコーン貫入試験及び乱されていない部分で一軸圧縮試験を行った。

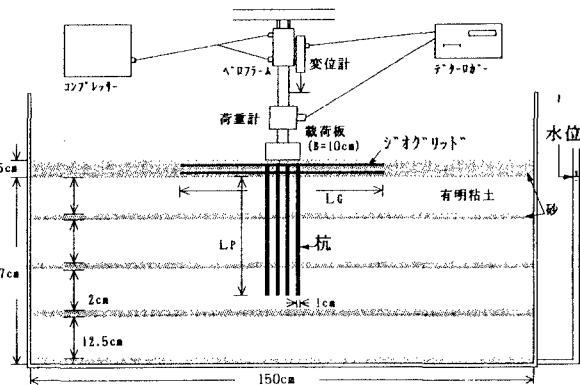


図-1 模型概略図

表-1 試料の物理的性質

土粒子の密度	2.611g/cm ³	砂粒子の密度	2.645g/cm ³
液性限界 ω_L	111%	最大粒径	4.75mm
塑性限界 ω_P	45%	最大密度	1.616g/cm ³
塑性指数 I_p	65	最小密度	1.276g/cm ³

表-2 実験ケースと諸元

実験ケース	実験1	実験2
杭長(L_p , cm)	41cm(0.70*B)	60cm(6.0*B)
杭本数	36(4*9)	36(4*9)
グリッド長(L_g , cm)	29cm(0.50*B)	60cm(6.0*B)
グリッド敷設枚数	2	2

$B=57\text{cm}$ (地盤高さ), $B=10\text{cm}$ (載荷板幅)

3. 実験結果

図-2, 3は、実験1及び実験2の各荷重段階における沈下量と時間の関係を示している。実験1、実験2ともにほぼ同じような沈下曲線を示しているが、沈下量に差がでていることにより、杭の長さによる沈下抑制の効果が確認できる。また、模型実験の圧密沈下曲線より地盤のせん断破壊は起こらなかったものと思われる。

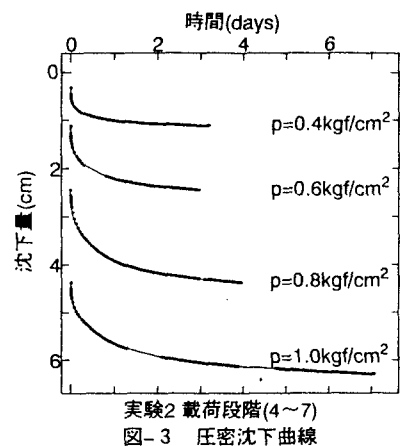
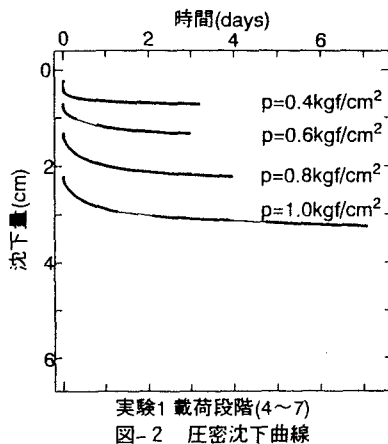
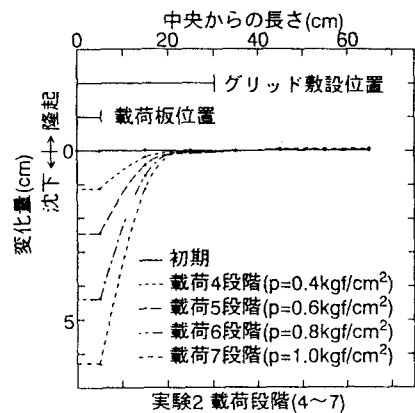


図-4は、実験2における各荷重段階終了後の地盤形状を示す。荷重板縁から外側に向けてなめらかに変位しているのがわかる。また、その範囲はグリッドの敷設範囲より内側で約22cmまでである。

図-5は、模型実験の荷重板中心から10cmと60cmの位置のコーン貫入試験結果を示している。両実験とも、中心から60cmより10cm部分のコーン指数が大きな値を示した。また、コーン指数が深さ20, 35, 50cm付近で大きな値を示しているのは、砂層自体の抵抗とともに砂層によって近傍の粘土層の圧密が促進されているためと思われる。

4. 数値解析の概要

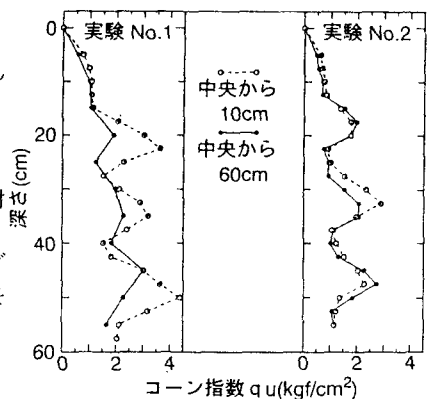
本研究における数値解析では、有限要素法による地盤変形用解析プログラムCRISPを用いた。このCRISPの特徴は、土の限界状態理論を導入していることと、地盤の経時変化をも予測可能としていることである。これを用いて修正カムクレイとBIOT型圧密方程式を連成させた圧密解析を行い、荷重に対する構造物基礎地盤の変形の経時変化を求める。図-1に示した地盤をもとに地盤メッシュ図を作成させた。解析領域の左右の境界は水平方向(X方向)の変位を拘束し、底面は固定端とした。また、地下水位は粘土地盤表面に設定し、かつ地表面と底面及び側面の排水条件にした。



5. あとがき

解析に用いた土質定数及び材料諸定数と解析結果は現時点で検討中のため、これらについては当日に発表する。

今後も、実験と数値解析とを比較検討し、さらに、杭の長さやグリッドの敷設範囲及び枚数等に関してパラメトリックに変形解析を行いこの工法の有用性を検討していく。



＜参考文献＞

- 1) 権藤裕治, 梅崎克晃, R. Shivashankar; 杭・補強地盤系の支持力について, 土木学会第49回年次学術講演会講演概要集 第Ⅲ部門, Ⅲ-73, 1994.
- 2) 国土開発技術研究センター; 軟弱地盤における樁管試験施 工報告書, 試料No. 3 (六角川), 1994.
- 3) 土質工学会九州支部; 補強土工法の現状, 1985.