

粘性土地盤中に構築された低強度改良地盤の支持力特性

電源開発株式会社 正会員 杉山 弘泰
 電源開発株式会社 竹内 剛
 (株)日建設計 正会員 寺師 昌明
 (株)日建設計シビル 正会員 石井 武司

1. はじめに

FGC 深層混合処理工法 (FGC - DM 工法) による低強度改良地盤の構造物基礎地盤としての合理的な設計法を確立するために、低強度改良地盤の支持力特性および支持力の評価手法を検討している。

本研究では、別報の無限改良を想定した検討結果¹⁾を踏まえ、軟弱な粘土地盤中に構築された有限改良幅の改良地盤を対象にして、鉛直載荷実験を行った。これに対して、文献1)で検討した支持力の計算手法を適用し、その妥当性を検討した。

2. 遠心模型実験²⁾

実験概要 剛な基礎地盤に着底した粘性土地盤中の有限幅の改良地盤（複合地盤）を想定し、縮尺 1/100 の模型で支持力実験を 100g の遠心加速度場で行った。図 - 1 に実験模型図を示す。

粘土地盤は、液性限界 49.3%，塑性限界 33.3%，土粒子密度 2.654g/cm^3 の海成粘土を用い、一軸圧縮強さ 30kPa を目標に 50kPa の圧密圧力で一次元圧密により作製した。FGC 改良地盤は、目標一軸圧縮強さを 200kPa とし、液性限界 107%，塑性限界 40%，土粒子密度 2.687g/cm^3 の海成粘土を用いて作成した。粘土地盤および FGC 改良地盤の一軸圧縮試験および圧裂試験結果を表 - 1 に示す。

模型基礎は 2 次元帯基礎として幅 50mm(実物換算 5m)のアルミ製ブロックでモデル化した。荷重載荷は変位制御とし、その載荷速度を非排水条件となるように 5mm/min とした。なお、複合地盤では載荷時に改良地盤が粘土地盤側へ変形することが予想されたので、基礎の回転・水平移動を自由とするため、図 - 1 に示すように載荷軸に回転支点と水平ベアリングを設けた。

実験結果 実験終了後にスケッチした破壊状況を図 - 2 に示す。また、載荷応力を非排水せん断強度 ($q_u/2$) で、沈下量を載荷板の幅 B で正規化した荷重 - 沈下曲線を図 - 3 に示す。これらより以下のことがわかる。

- ・基礎直下にくさび形のクラックが発生した。改良地盤と粘土地盤の境界面では、地表面から約 10m 下までの範囲が粘土地盤側へ押し出された。
- ・改良地盤の境界面は、荷重 - 沈下曲線が降伏した直後の $S/B=0.014 \sim 0.024$ の間に変形を開始した。
- ・初期の弾性状態から塑性状態に移行する点、すなわち初期の直線部から離れる点を降伏点とすると、その時の荷重 q_y は $S/B=0.014$ で $q_y/(q_u/2)=2.44$ となった。これは無限改良地盤を想定した場合の $q_y/(q_u/2)=2.50$ とほぼ同じであるので、降伏時の $q_y/(q_u/2)$ に与える改良幅の影響はほとんど無いと考えられる。

3. 数値解析

数値解析手法 文献1)と同様に、改良地盤と粘土地盤をモール・クーロンの降伏基準に従う弾完全塑性体でモデル化し、有限差分法で大変形および引張り破壊を考慮した弾塑性解析を行った。非排水せん断強度およびキーワード FGC 深層混合処理工法、基礎、支持力

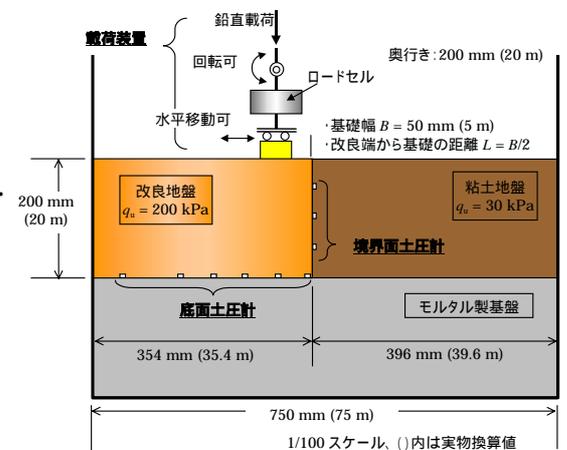


図 - 1 実験模型の模式図

表 - 1 一軸圧縮試験・圧裂試験結果

	一軸圧縮強度	引張強度
粘土地盤	32.3kPa	-
改良地盤	216kPa	50.3kPa

び引張り強度は表 - 1 の試験結果を用いた。改良体のヤング係数 E は文献 1) で遠心模型実験結果の荷重-沈下曲線をよく再現した $150 \times q_u$ とした。粘土地盤については一軸圧縮試験の $E_{50}=1,730\text{kPa}$ を与えた。

数値解析結果 遠心模型実験ならびに解析から得られた正規化した荷重 - 沈下曲線を図 - 4 に示す。また、数値解析で得られた降伏領域と引張り破壊の発達状況を図 - 5 に示す。これらより以下のことがわかる。

- ・ 数値解析で得られた荷重-沈下曲線は、遠心模型実験の結果とよく一致する。
- ・ 降伏領域は 載荷板両端から発生し、徐々に下方へ進展して step 52 でその形状がくさび状になる。その step 52 の点は荷重 - 沈下曲線の形状が直線から曲線へ移行する点に相当し、模型実験で定義した降伏点にほぼ対応する。その荷重は $S/B=0.0194$ で $q_y/(q_u/2)=2.74$ となる。
- ・ 降伏領域がくさび状になると、その後はその下方で降伏域が広がってくさびの先端より引張破壊が生じる。(step 62)
- ・ step66 の $q_y/(q_u/2)=3.44$ では、降伏領域の範囲が、載荷板左端から右斜め下方向に引張破壊領域の上端を通り、粘土地盤との境界面に達している。図-2 をみると、この領域内にクラックが多数生じており、ここがすべり面になると考えられる。これ以降の支持力の増加は主に粘土地盤のせん断抵抗によるものと考えられる。

4. まとめ

複合地盤において、一様地盤の文献 1) と同様の解析手法で計算を行ったところ、遠心模型実験結果の荷重 - 沈下曲線をよく再現することができた。降伏点を荷重 - 沈下曲線の直線部から曲線部に移行する時点とすると、その点は実験と解析でほぼ対応する。また、解析結果より、荷重 - 沈下曲線が直線部から曲線部へ移行する時点では、降伏域が載荷板直下でくさび状になることがわかった。

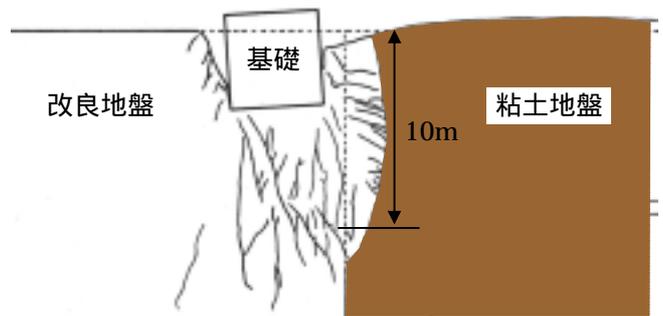


図 - 2 破壊状況

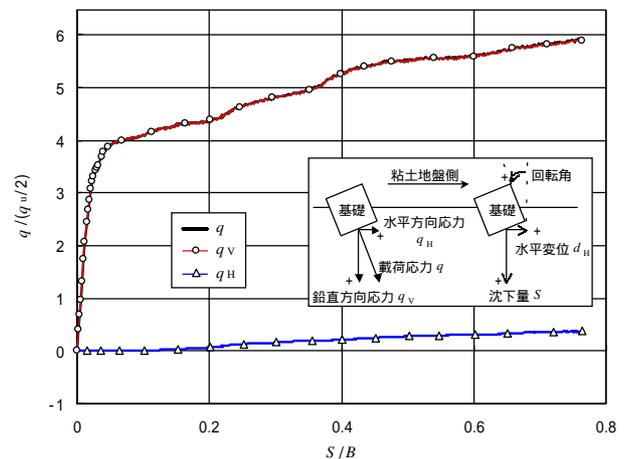


図 - 3 荷重 - 沈下曲線

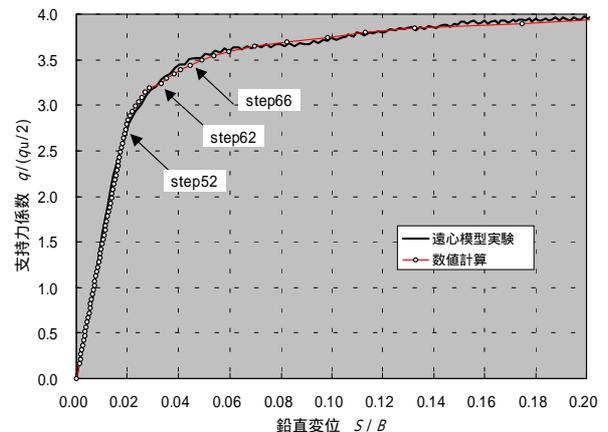


図 - 4 正規化した荷重 - 沈下曲線

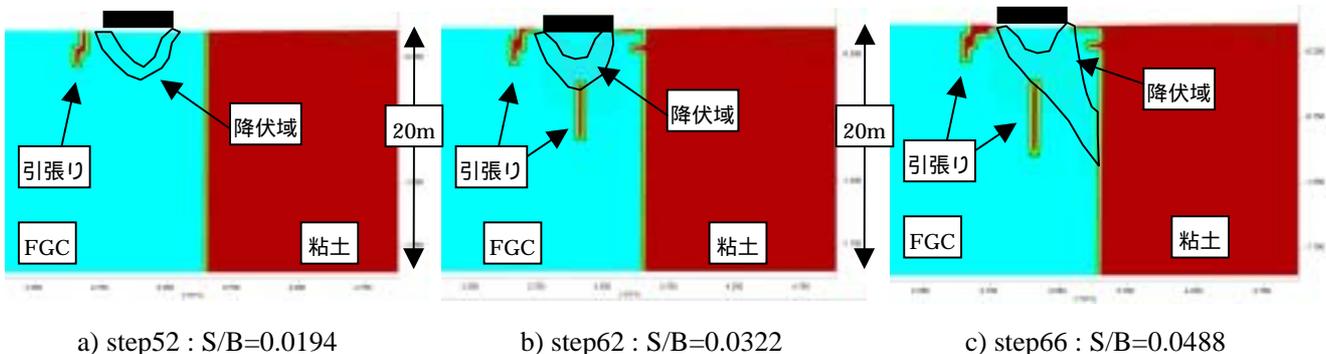


図 - 5 降伏領域と引張り破壊領域の発達状況

【参考文献】 1) 山本ら (2004): 低強度一様改良地盤の支持力特性, 土木学会年次学術講演会, (投稿中).
 2) 山本ら (2004): FGC 改良地盤の支持力特性の把握について, 第 39 回地盤工学会研究発表会, (投稿中).