

低強度一様改良地盤の支持力特性

電源開発株式会社	正会員	山本 守邦
電源開発株式会社	正会員	井筒 庸雄
(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)¹⁾は、従来のセメント系深層混合処理工法 (CDM 工法) に比べ、低強度でかつ均一な地盤改良が行える工法である。しかしながら、このメリットを活かした設計手法は未だ確立されておらず、CDM 工法の剛体設計に準拠せざるを得ないのが現状である。このため、筆者らは、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の確立を目指し、軟弱地盤中の低強度改良地盤の力学特性及び支持力を研究している。

低強度改良地盤はその強度が小さいことから、従来のセメント改良地盤で想定している破壊形態とは異なることも考えられる。そこで、本研究では、低強度改良地盤の支持力特性を把握し、その実験結果を再現するための計算手法を確立することを目的に、基盤上に構築された側方無限の一様改良地盤を対象にして、鉛直載荷実験を行った。

2. 遠心模型実験²⁾

実験概要 剛な基礎地盤に着底した無限改良地盤を想定し、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 に実験模型の模式図を示す。

模型改良地盤の目標一軸圧縮強度圧縮強さを 200kPa とし、液性限界 107%、塑性限界 40%、土粒子密度 2.687g/cm³ の海成粘土で作製した。テストピースを用いた一軸圧縮試験および圧裂試験で得られた模型改良地盤の強度を表 - 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。

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。

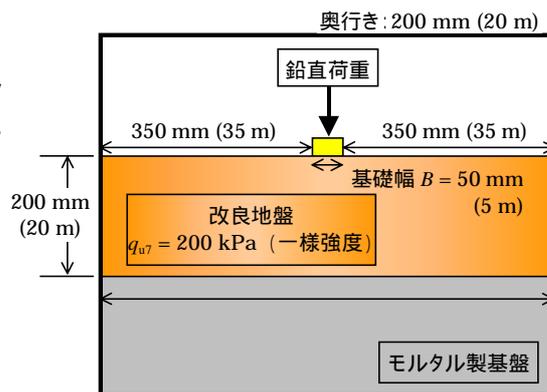
- ・地盤の変形・破壊挙動はほぼ 2 次元状態であり、クラックは基礎端部から直下へ進展していた。
- ・荷重は、クラックが発生しても、低下することはなかった。
- ・沈下量 S/B が 0.01 以上になると、荷重 - 沈下関係は初期の弾性的な挙動から降伏・塑性状態に移る。
- ・初期の弾性状態から塑性状態に移行する点、すなわち荷重 - 沈下曲線で初期の直線部から離れる点を降伏点とすると、その点における正規化した沈下量ならびに荷重は $S/B=0.0085$ 、 $q_y/(q_u/2)=2.5$ となった。

3. 数値解析

数値解析手法 改良地盤をモール・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を考慮した弾塑性解析を行った。引張り破壊に対しては、破壊した要素の引張り強度を 0 にし、それまでに有していた引張り応力を再配分した。非排水せん断強度および引張り強度は表-1 の試験結果を用いた。

キーワード FGC 深層混合処理工法，基礎，支持力

連絡先 〒104 - 8165 東京都中央区銀座 6 丁目 1 5 番地 1 電源開発(株) インテグレーション事業部 TEL 03-3546-2211



1/100 スケール、()内は実物換算値
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
238kPa	48.2kPa



図 - 2 破壊状況

ヤング係数については、実験で得られた支持力 - 沈下曲線の初期の直線部と一致するように設定した。その値は一軸圧縮強度 q_u の約 150 倍であった。

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の発達状況を図 - 5 に示す。同図の範囲は載荷点から水平方向に 10m、深さ 10m である。

- ・支持力と変位の関係がほぼ直線とみなせる $S/B=0.01$ 以下では、降伏領域は基礎端部から発達し始め、すべり面を形成していない（図-5(a)参照）。
- ・支持力と変位の関係が直線から離れて曲線関係へ移行する $S/B=0.012$ において、載荷面直下にくさび状に降伏領域が形成される（図-5(b)参照）。
- ・ $S/B=0.10$ になると、載荷面直下から発達した降伏域は地表面に達し、剛塑性理論の Prandtl 解で想定されるような形状のすべり面を形成する（図-5(c)参照）。
- ・ $S/B=0.10$ の最大せん断ひずみ分布から得られるすべり面形状は、遠心模型実験結果より推定できるすべり面形状とよい対応を示す。

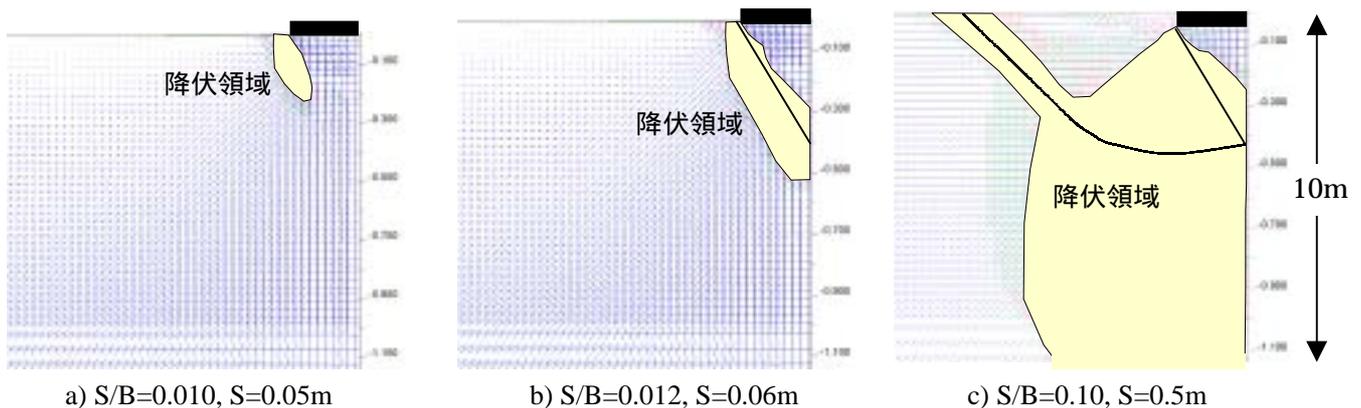


図 - 5 降伏領域の発達状況と破壊モード

4. まとめ

低強度改良地盤をモール・クーロンの降伏規準に従う弾完全塑性体でモデル化して 応力変形解析を行ったところ、遠心模型実験で得られた荷重 - 沈下曲線をよく再現することができた。この数値解析結果から、荷重 - 沈下曲線が直線部から曲線部へ移行する時点においてくさび状に降伏領域が形成されることが確認できた。

【参考文献】 1) FGC 深層混合処理工法 技術マニュアル - フライアッシュを用いた軟弱地盤改良工法 - 平成 14 年 12 月 (財)沿岸開発技術研究センター 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)

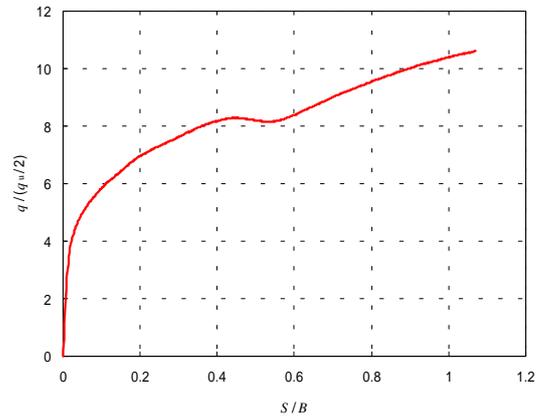


図 - 3 荷重 - 沈下曲線

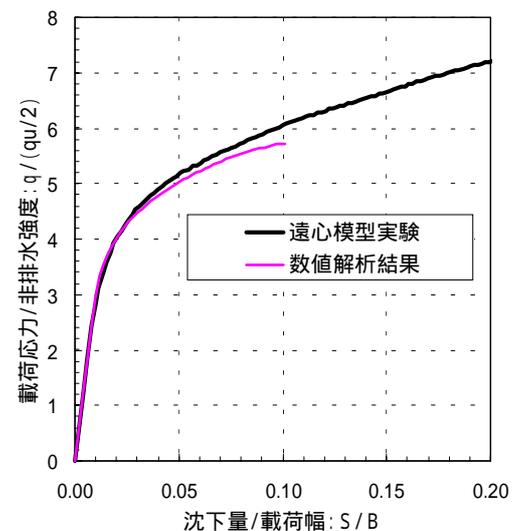


図 - 4 正規化した荷重 - 沈下曲線