

Ⅲ-423

砂地盤上の浅い基礎の支持力に関する解析

(株) 大林組 正会員 井上 昭生
 東 急 建 設 (株) 同 上 後藤 正司
 東京大学生産技術研究所 同 上 龍岡 文夫
 明 治 大 学 同 上 田中 忠次

1. はじめに

通常の設計において、基礎の支持力は剛塑性理論に基づいた式で推定される。しかしながら、多くの模型実験などから、実際の地盤の破壊はすべり線上で同時に最大せん断強度が発揮されることなく、進行的であることがわかっている。筆者らはこれまでに豊浦標準砂を対象として模型支持力実験^{1)・2)}及び有限要素法に基づく解析^{3)・4)}を実施し、基礎の寸法効果を定量的に把握してきた。このような背景の下に、本報告では、豊浦標準砂と同様にイギリスの代表的な砂である Silver Leighton Buzzard 砂 (S.L.B. 砂) を用いた重力場(1g)の模型支持力実験のシミュレーションを実施してその実験結果⁵⁾とを比較し、基礎の寸法効果について検討を行う。

2. 解析手法

解析は、有限要素法に基づく二次元弾塑性解析法によって行った。その特徴は、①非線形方程式の解法は動的緩和法であること、②降伏関数として Mohr-Coulomb、塑性ポテンシャルとして Drucker-Prager を採用していること、③塑性流動化後にせん断層が発生する現象をせん断層のせん断変形の進行として考慮し、せん断層の厚さを離散化した要素の面積の平方根の比として考慮することで粒径効果を表現していること、④弾性塑性変形特性は拘束圧依存性を考慮していることである。

解析は平面ひずみ問題として、図-1に示す解析モデルとした。入力パラメータは先に朴らが行った詳細な室内要素実験に基づき設定した(表-1)。

解析ケースは、実験と同じく基礎幅 $B=0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0$ cmの5ケースとさらに基礎幅を大きくし $B=50, 100, 500, 1000$ cmの合計9ケースについて実施した。

3. 解析結果

正規化した荷重沈下特性を実験結果と共に図-2、図-3に示す。同図から基礎幅の小さい $B=0.5, 1.0$ cmでは初期の地盤バネ値(傾き)、ピーク強度及びその出現時期共に差が見られるが、基礎幅が大きくなるにつれ、実験での特性がうまくシミュレーションできていることがわかる。まず、地盤剛性の差異は、地盤の作製(特に地表面整形時の乱れ: Bedding Error)及び数値解析におけるモデル化による問題(異方圧密時応力変化の時のひずみ増分が等方圧密時と側圧一定の平面ひずみ圧縮時のひずみ増分の線形和であると仮定)に起因していると考えられる。次にピーク強度及びその出現時期について考えてみる。 $B=0.5, 1.0$ cmの場合は、通常ならピーク強度が見られると予想される沈下が基礎幅の15%まで解析を継続しても明確なピーク強度が見られない。これは、S.L.B. 砂は、豊浦標準砂に比して粒径が約4倍であり($D_{50}=0.62$ mm)、せん断層の幅も約2倍($s_b=5.8$ mm)であるので、基礎の端部の要素ではせん断層が発生不可能な状態にある。このため解析で明確なピーク強度が見られなかったと思われる。このような条件下では解析手法そのものを変

表-1 入力パラメータ

載荷方法	変位制御
ポアソン比	0.3
初期せん断弾性係数(kgf/cm ²)	1200.0
初期体積弾性係数(kgf/cm ²)	916.8
単位体積重量(gf/cm ³)	1.69~1.73
間隙比	0.55~0.58
静止土圧係数	0.4
せん断帯の幅(cm)	0.58

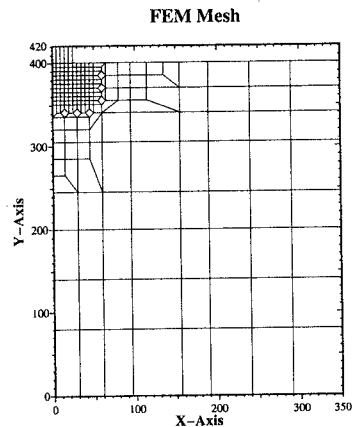


図-1 解析モデル図

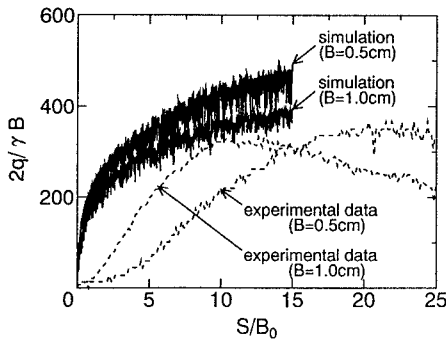


図-2 荷重沈下特性(B=0.5, 1.0cm)

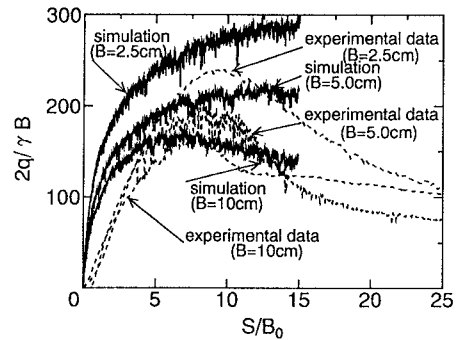


図-3 荷重沈下特性(B=2.5, 5.0, 10.0cm)

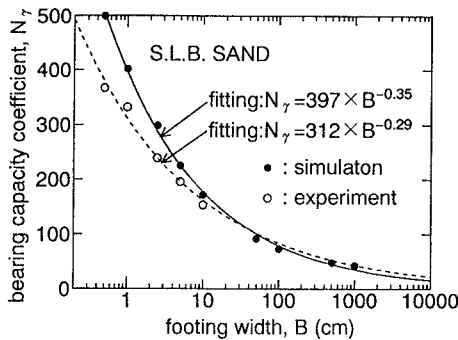


図-4 基礎幅と支持力係数の関係(S.L.B. 砂)

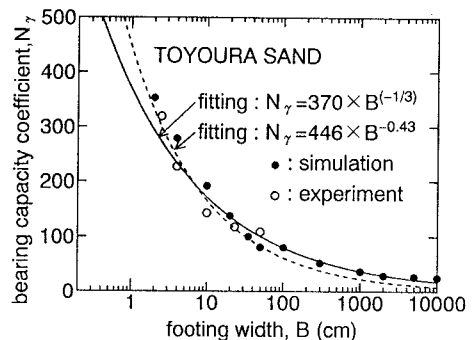


図-5 基礎幅と支持力係数の関係(豊浦砂)

更する必要があると思われる。実験でもすべり線は観察されなかった。次に基礎幅とピーク強度（支持力係数）との関係の実験と解析値について図-4に示す。上述したように（図-2、3）、支持力係数は基礎幅が大きくなるにつれて実験値と解析値が一致してくる様子がわかる。さらに図-5に豊浦標準砂に対して実施した基礎幅と支持力係数の関係を示す。これらから材料が異なっても $N_\gamma = a \times B^b$ の形に表される支持力の寸法効果はほぼ同じであることがわかった。

4. まとめ

これまでに開発してきた有限要素法に基づく解析手法は、豊浦標準砂並びにS.L.B. 砂に対して模型支持力実験をうまくシミュレーションでき、その有効性が基本的に再確認された。また、S.L.B. 砂の基礎の寸法効果は豊浦標準砂とほぼ同様であることが確認された。

今後は、S.L.B. 砂の遠心力場模型支持力実験及び姫礁の重力場（1g）、遠心力場実験に対してもシミュレーションを実施し、その有効性の確認、問題点を探っていく予定である。

参考文献

- 1) 岡原、高木、木村、森、浅井、渡会、井上、龍田(1992)：剛体基礎の支持力に関する実験的研究、土木研究所資料3087号
- 2) 谷(1986)：砂地盤上の浅い基礎の支持力機構、東京大学工学修士論文
- 3) Siddiquee M. S. A. (1994)：FEM simulations of deformation and failure of stiff geomaterials based on element tests、東京大学博士論文
- 4) 岡原、木村、知見、井上(1993)：剛体基礎の支持力に関する解析、土木技術資料35-7
- 5) 後藤、宮坂、鴻嶋、龍岡(1995)：砂地盤上の浅い基礎における粒子径効果の研究、土木学会第50回年次学術講演会