

## 砂地盤における直接基礎の沈下計算手法

中央大学 学生会員 佐々木 大輔 正会員 齊藤 邦夫  
日建設計 正会員 大野 雅幸

1.はじめに 指針や基準に示される沈下計算手法は、実際の沈下量に対して大きな沈下量を与える場合が多い。この理由を考えたとき、指針や基準の持つ性格として、安全性を意図したものか、あるいはモデル化に拠るものか、それらの記述から判断することは難しい。

そこで本研究では、改めて沈下計算手法の予測精度すなわち適用性を評価するために、遠心模型装置を用いた一連の直接基礎の鉛直載荷実験を行い、その沈下挙動を把握した。そして、模型実験結果に計算手法を適用し、両者の沈下量の比較検討した。

2.実験装置と実験方法 模型地盤の材料には気乾状態の豊浦砂を用いた。豊浦砂の地盤工学的特性は、 $\rho_s=2.623\text{g/cm}^3$  ,  $\rho_{\max}=1.630\text{g/cm}^3$  ,  $\rho_{\min}=1.344\text{g/cm}^3$  ,  $U_c=1.385$ 、 $\phi=40^\circ$  である。

実験装置を図-1 に示す。実験土槽は、内寸が直径486mm×深さ500mmの鋼製の円筒容器である。模型基礎には、直径88mm×高さ90.5mmのアルミ製の円柱を使用した。模型基礎の底面には、サンドペーパーを貼り付け「粗」とし、側面には、グリスを塗布した上にメンブレンを貼り付け摩擦を低減させた(図-2)。模型地盤の層厚は450mmとし、模型基礎は地盤に $D=88\text{mm}$  ( $D/B=1.0$ ) 根入れをした。

載荷装置には、最大容量5tonのスクリージャッキを使用し、載荷速度は1.4mm/secとした。

模型地盤の作製には空中落下手法を用いた。まず、砂を模型基礎を設置する高さまで堆積させた。つぎに、表面の余分な砂を真空吸引で取り除き水平に整形し、そのうえに模型基礎を設置した。さらに基礎の根入れ部分の砂地盤を、空中落下手法によって作製した。地表面が所定の根入れ深さに達したところで、真空吸引で表面を水平に整形した。重量から求めた模型地盤の相対密度は概ね82%であった。

実験は、同じ密度条件の地盤に対し、遠心加速度1G, 10G, 25G, 50Gの下でそれぞれ鉛直載荷実験を行った。さらに、同一地盤に前述の4通りの遠心加速度を順次作用させた状態下でコーン貫入試験を行い、合計5ケースの実験を実施した。

3.コーン貫入試験 先端抵抗と貫入深さの関係を図-3 に示す。先端抵抗の値は、貫入深さに対して直線的に増加した。また、遠心加速度が大きいほどその値が

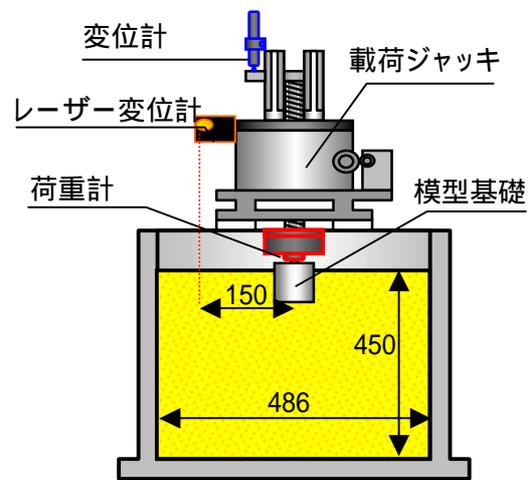


図-1 実験装置の概要 (単位:mm)

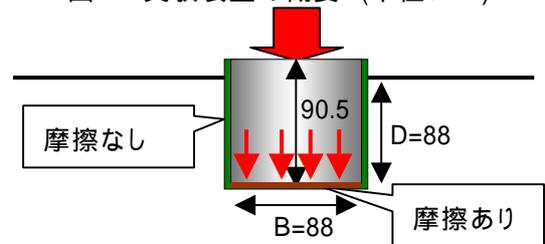


図-2 模型基礎の境界条件 (単位:mm)

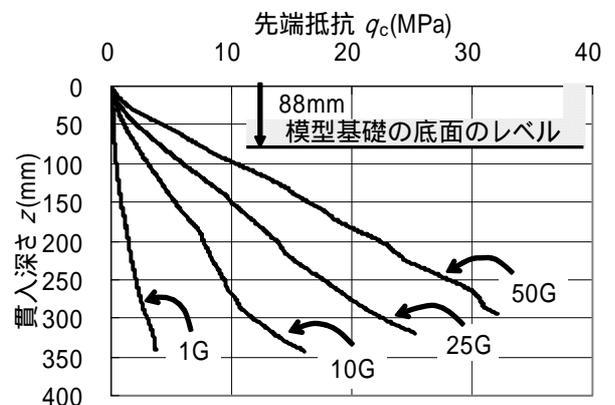


図-3 先端抵抗と貫入深さの関係

キーワード：遠心模型実験，コーン貫入試験，沈下

連絡先：株式会社日建設計 中瀬土質研究所 Tel：03-5226-3030，Fax：03-5226-3163，oonoma@nikken.co.jp

大きくなった。深さ 250mm を越えるあたりから直線の傾きが変化しているが、これは、実験土槽の底面が剛な境界条件を与えている影響である。

**4. 鉛直載荷実験** 正規化した基礎反力～沈下曲線を図-4に示す。基礎反力の絶対量は遠心加速度に比例して大きくなる結果となったが、正規化した基礎反力は、遠心加速度に従って小さくなった。また、曲線の形状も遠心加速度によって異なり、特に 1G のケースではピークが現れた。基礎の鉛直変位と基礎中心から 150mm 離れた地表面の鉛直変位を図-5に示す。どのケースも載荷直後は沈下しやがて隆起に転じる挙動を示したが、1G のケースでは、わずかの沈下を示したあとは大きく隆起したのに対して、50G のケースでは、ほぼ載荷終了まで沈下を続けた。これらの挙動は、拘束圧に依存した密な砂のせん断挙動に似ている。

**5. 沈下計算手法との比較および考察** 建築基礎構造設計指針に示された計算方法に従い、長期許容支持力時における基礎の沈下量を求めた。基礎の支持力は Terzaghi の支持力公式、地盤の鉛直応力は Boussinesq 解を積分した円形基礎の解、変形係数  $E$  は、コーン先端抵抗  $q_c$  の値より、3通りの評価方法でそれぞれ求めた。変形係数  $E$  とコーン先端抵抗  $q_c$  の関係を図-6に示す。そして、応力と変形係数から求まるひずみ分布を深さ方向に積分して沈下量を求めた。

図-7は、遠心模型実験と計算手法の沈下量を比較した図である。実験における沈下量は、遠心加速度に比例して大きく増加した。 $E=2.5q_c$  の関係を用いて求めた沈下量は、総じて実験値に対して過大となり、 $E=4q_c$  を用いて求めた沈下量は、比較的实验の値を再現した。しかし、どちらの場合も遠心加速度に対する変化は実験ほど大きくなかった。一方、Lunne の評価式を用いた場合、その沈下量は、遠心加速度 25G 以上の実験結果と比較的良好対応が認められた。

以上の結果より、既往の計算手法では、遠心加速度に対応して変化する変形係数の評価式を用いることで、実験値に対する再現性が向上することがわかった。遠心加速度は地盤内の応力状態と大きく関係する。地盤の変形係数と応力状態に着目しながらさらに検討を進めたい。(参考文献) 日本建築学会(2001): 建築基礎構造設計指針, 第5章直接基礎, 5.3節沈下, pp.123-156. T. Lunne, P.K. Robertson and J.J.M. Powell(1997): Cone Penetration Testing in geotechnical practice, E & FN Spon, pp.81-94.

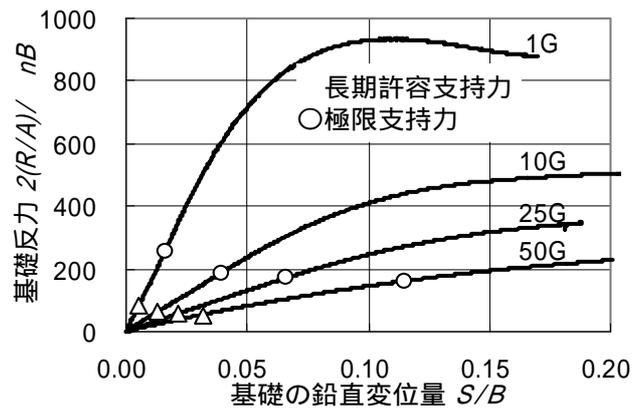


図-4 基礎反力～沈下曲線

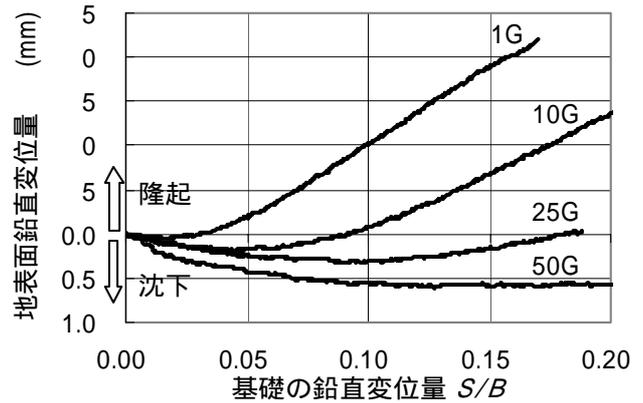


図-5 地表面鉛直変位と沈下量の関係

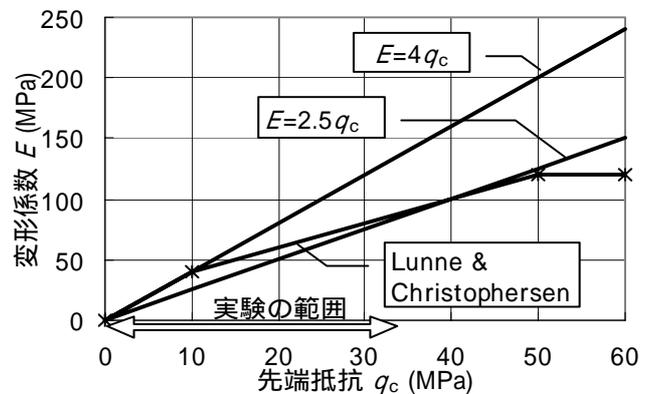


図-6 先端抵抗による変形係数の評価式

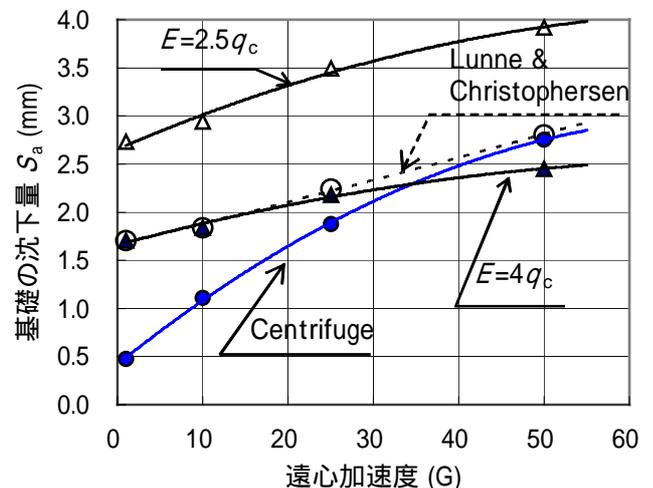


図-7 沈下量の比較