

砂地盤上基礎の支持力遠心実験

愛知工業大学工学部 正会員 奥村哲夫 成田国朝

1. はじめに

土質工学会「地盤破壊の三次元的評価に関する研究委員会」では現在、地盤の三次元破壊のメカニズムや三次元的な拘束効果の特性を明らかにするために、各種の研究機関に支持力実験に関する一斉試験の実施を呼び掛け、今後の研究を進める上での基礎資料の集積を目指している。この一斉試験の一環として、本学では水平および傾斜砂地盤上基礎に対する支持力実験を行い、基礎の寸法比や基礎形状と支持力値との関係を調べた。本報告は、その一部として、実物大基礎に近い応力レベルでの実験が可能な遠心模型実験装置を用いて行った水平砂地盤上基礎の実験結果をまとめたものである。なお、本研究は文部省科学研究費補助金の援助を受けた研究であることを付記し、ここに謝意を表する。

2. 実験概要

模型地盤は、直径45cm、深さ35cmの鋼製容器内に気乾状態の豊浦砂をサンドホッパーを用いて空中落下し、相対密度 $Dr \approx 85\%$ 、層厚22.5cmになるように作成した。載荷は、図-1に示すように電動モーターによって駆動するスクリュージャッキを用い、載荷速度1.0mm/分の変位制御方式で低面が粗の模型基礎を地盤に貫入して行った。用いた模型基礎は、基礎幅 $B=3\text{cm}$ 一定で、基礎長 $L=3, 9, 15\text{cm}$ （基礎寸法比 $L/B=1, 3, 5$ ）の矩形基礎と、直径 $\phi=3, 6, 9\text{cm}$ の円形基礎である。遠心加速度は地盤表面で設定し、10～50gの間で変化させた。実験条件を表-1、遠心模型実験装置の性能諸元を表-2に示す。

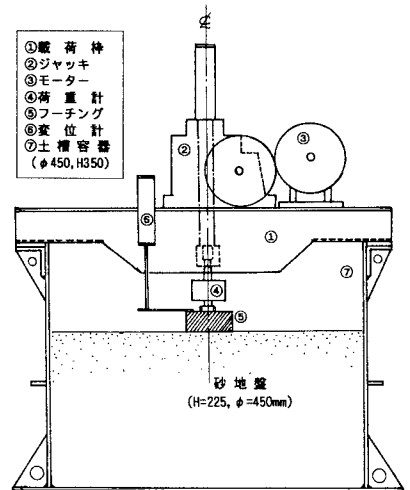


図-1 載荷装置の概略

3. 実験結果および考察

(1) modeling of models: 図-2は、実規模の基礎の挙動が小さな模型を用いた遠心実験によって再現可能か否かを調べた結果であり、直径の異なる模型基礎($\phi=3, 6, 9\text{cm}$)を用い、換算直径 $\phi n (= \alpha \phi)$ が90cmになるように遠心加速度 α を変化させて行

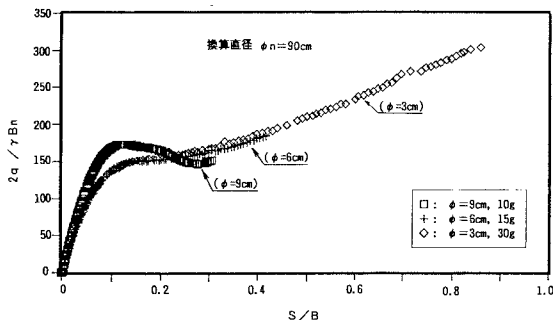


図-2 modeling of models

表-1 実験条件

基礎寸法比 $L/B(B \times L, \text{cm})$	遠心加速 度 α (g)	換算基礎寸法 $B_n \times L_n (\text{cm})$	相対密度 Dr (%)
1 (3x 3)	30	90x 90	86.4
3 (3x 9)	10	30x 90	86.1
3 (3x 9)	30	90x270	85.6
3 (3x 9)	50	150x450	87.2
5 (3x15)	30	90x450	85.6
円形 ($\phi=3$)	30	$\phi n=90$	85.6
円形 ($\phi=6$)	15	$\phi n=90$	86.6
円形 ($\phi=9$)	10	$\phi n=90$	87.2

表-2 遠心模型実験装置の性能諸元

項 目	性 能
有 効 半 径	1360 mm
最大遠心加速度	200 g (75kgf)
最大搭載重量	200 kgf (75g)
容 量	15 g-ton
最大回転数	360 rpm
駆 動 馬 力	11.0kw インバータ
試料容器搭載形式	スイングプラットフォーム
載荷スペース	W660xD500xH770

った。なお、図の縦軸は荷重強度 q を換算基礎幅 B_n と地盤の単位重量 γ で除し、横軸は沈下量 s を基礎幅 B で除して無次元化している。図より、 $\phi=3\text{cm}$ と 6cm の結果は曲線の初期の立ち上がり、変曲点位置、変曲点以降の曲線形状のいずれもかなり似かよっているが、 $\phi=9\text{cm}$ では曲線に明瞭なピークが認められ、荷重強度も他と比較して約15%大きいことが分かる。これは $\phi=3\text{cm}$ および 6cm では側壁の影響を無視できる条件 $R/\phi \geq 4 \sim 5$ (R :土槽半径)をほぼ満たしているのに対し($R/\phi=7.5$ および 3.8)、 $\phi=9\text{cm}$ では $R/\phi=2.5$ であることから側壁摩擦の影響が現れたためと考えられる。

(2) 形状係数: 図-3は、 $L/B=5$ の支持力($N\gamma=224$)が帯基礎の支持力と等しいものと見なし、 $N\gamma=S_r \cdot N\gamma$ (帯基礎)より求めた形状係数 S_r と基礎寸法比 L/B との関係である。本実験値は図中に示したDeBeerの提案式¹⁾と比較して若干上方にプロットされるものの、ほぼ同一傾向にあることが分かる。

(3) 円形基礎と矩形基礎: 図-4は、換算基礎幅が 90cm の円形基礎と正方形基礎の荷重～沈下曲線である。図より、円形・正方形基礎共に、荷重強度の増加傾向は $s/B \approx 0.1$ まで著しく現れるが、これ以降は緩やかになっており、曲線の形状はほぼ類似していると言える。またピーク荷重強度も $10.6 \sim 12.7\text{kgf/cm}^2$ の範囲にあり、円形と正方形で大きな差は認められない。

(4) 寸法効果: 図-5は、支持力係数 $N\gamma$ と換算基礎幅 B_n の関係をプロットしたもので、図には稲城砂²⁾の結果も示している。図より、換算基礎幅が大きくなると支持力が小さくなる傾向が認められ、従来の結果に一致していることが分かる。

4. まとめ

結果をまとめると以下ようになる。①模型基礎の大きさが異なっても換算基礎幅が等しければ基礎の挙動は等しい。②形状比 S_r は L/B の減少に伴って低下し、その傾向はDe Beerの提案式にほぼ一致する。③円形基礎と正方形基礎の挙動はほぼ等しい。④換算基礎幅が大きくなると支持力は低下する。

【参考文献】 1) E.E.De Beer(1970): Experimental Determination of The Factors and The Bearing Capacity of Sand, Geotechnique Vol.20, No.4, pp.384-411.

2) 森影篤史・日下部治・山口柏樹・小林利雄(1990): 乾燥砂上3次元基礎の支持力遠心実験, 第25回土質工学研究発表会, pp.1273-1276.

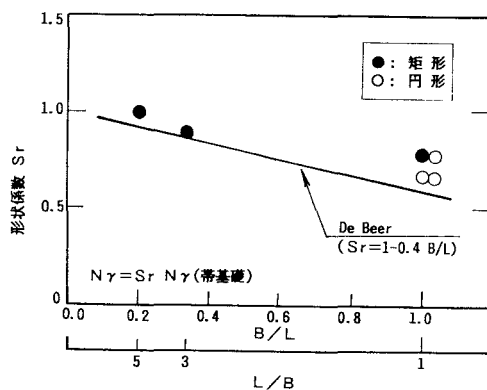


図-3 形状係数と L/B の関係

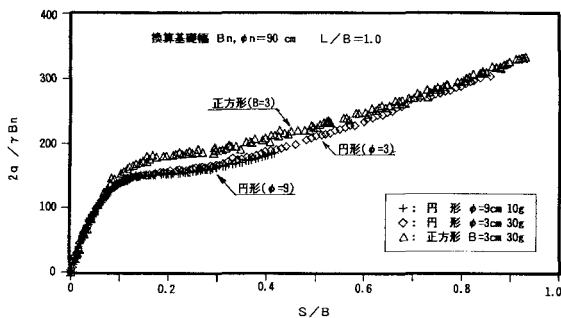


図-4 円形基礎と矩形基礎の荷重沈下曲線

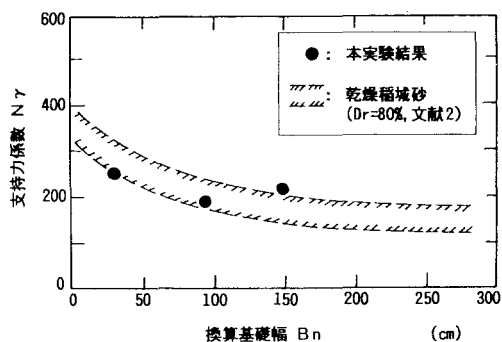


図-5 支持力係数と換算基礎幅