

# III-244

## 砂地盤上の帯基礎の支持力に与える過圧密の影響

建設省土木研究所

正員○知見健司・岡原美知夫

正員 浅井健一・森浩樹

東京大学生産技術研究所

正員 龍岡文夫

### 1. はじめに

これまで筆者らは、空中落下法で作製した豊浦砂地盤上において一連の帯基礎の平面ひずみ模型実験を行ってきた。図-1に支持力係数 $N_\gamma$ の実験のまとめとそのFEMシミュレーションの結果を示す<sup>1)~4)</sup>。これによると、重力場実験においては基礎幅 $B_0$ の増加による $N_\gamma$ の減少、つまり寸法効果(Scale effect)が見られる一方、同一の等価基礎幅 $B=B_0 \cdot n$ ( $n$ は重力加速度を1.0とする加速度レベル)でも重力場実験よりも遠心模型実験での支持力大きい。これは重力場実験と遠心模型実験では、(粒子径/基礎幅)の比が異なることによる粒子径効果(Particle size effect)によるものである。即ち、寸法効果は、粒子径効果+圧力レベル効果(Perssure level effect:遠心模型実験での $n$ の増加による $N_\gamma$ の低下)により表すことができる。また、FEM解析は、せん断層の幅とその構成式を取り入れたものであるが、実験結果を良く再現している。

以上の結果は、正規圧密状態の砂地盤で得られた結果であるが、原地盤は多少なりとも過圧密を受けている。しかし、過圧密が砂地盤の支持力に及ぼす影響を調べた模型実験の報告は無いようである。今回、先行圧力のレベルは高くないが、一連の実験によってこの影響を調べた。

### 2. 実験方法

実験方法は、これまで行ってきた一連の実験(図-1に示すデータ)と基本的には同一である。重力場実験で用いた砂箱の幅は40cm、基礎幅は10cmであり、基礎中央部1/3に設置した11個の直応力・せん断応力を同時に測定する2方向ロードセルで荷重を測定した。遠心模型実験の砂箱の幅は10cm、基礎幅は2cmであり、荷重は一つのロードセルで測定した。また、砂箱側面の摩擦は、重力場実験および遠心模型実験ともシリコングリースとラバースメンブレンを用いて極力低減した。地盤は、乾燥単位体積重量 $\gamma_d$ の目標値を1.6gf/cm<sup>3</sup>の密な地盤とし、空中落下法で作製した。表-1に実験条件と結果のまとめを示す。先行圧力は、重力場実験では幅11cm、長さ39.4cmの剛な鉄板11枚に同時かつ均等に空気圧を与えた。なお、先行圧力1kgf/cm<sup>2</sup>を与えた時の間隙比の減少量は最大で0.0018程度(80%は塑性変形)と非常に小さかった。一方、遠心模型実験では、鉛玉を地盤に置き載荷試験での $n=11.5$ 以上の

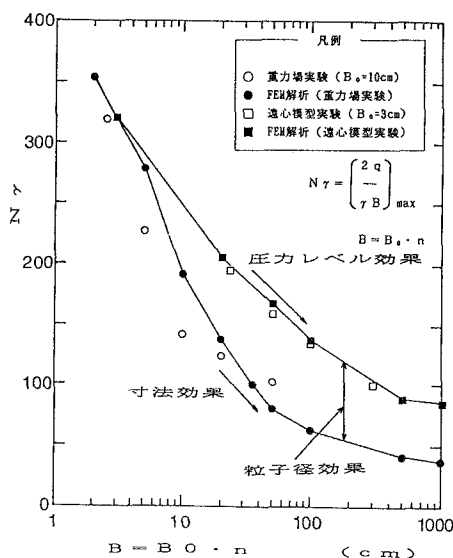


図-1  $N_\gamma$ の寸法効果( $N_\gamma - B$ 関係)

表-1 実験結果一覧表

| ケース    | 単位体積重量<br>( $\gamma_d$ /cm <sup>3</sup> ) | 先行圧力<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 基礎幅**<br>(cm) | 最大基礎<br>圧力<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $q/S$ ***<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $2qu$<br>$\gamma B$ | S/B <sub>v</sub><br>(%) | PCR  |      |
|--------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------------|------|------|
| 重力場実験  | 1                                         | 1.598                         | -             | 1.39                                | 378.17                             | 173.97              | 6.10                    | -    |      |
|        | 2                                         | 1.589                         | -             | 1.10                                | 900.98                             | 138.43              | 4.26                    | -    |      |
|        | 3                                         | 1.591                         | 0.314         | 1.19                                | 356.19                             | 149.59              | 6.65                    | 0.24 |      |
|        | 4*                                        | 1.601                         | 0.614         | 2.01                                | 482.89                             | 251.09              | 5.88                    | 0.47 |      |
|        | 5                                         | 1.592                         | 0.614         | 1.49                                | 374.35                             | 187.19              | 6.41                    | 0.47 |      |
|        | 6                                         | 1.592                         | 1.014         | 1.37                                | 478.11                             | 172.11              | 5.93                    | 0.78 |      |
| 遠心模型実験 | S1                                        | 1.596                         | -             | 23                                  | 4.50                               | 115.88              | 245.18                  | 3.11 | -    |
|        | S2                                        | 1.587                         | -             | 23                                  | 5.73                               | 117.69              | 313.96                  | 3.43 | -    |
|        | S3                                        | 1.610                         | 0.4           | 23                                  | 5.90                               | 135.83              | 318.66                  | 3.05 | 0.08 |
|        | S4                                        | 1.610                         | 0.4           | 23                                  | 5.05                               | 141.18              | 272.75                  | 2.69 | 0.08 |
|        | S5                                        | 1.605                         | 1.0           | 23                                  | 5.25                               | 126.19              | 284.44                  | 3.03 | 0.20 |
|        | S6                                        | 1.596                         | 1.0           | 23                                  | 5.83                               | 164.41              | 317.64                  | 2.32 | 0.20 |
|        | S7                                        | 1.605                         | 2.0           | 23                                  | 5.10                               | 200.23              | 276.31                  | 1.87 | 0.39 |
|        | S8                                        | 1.601                         | 2.6           | 23                                  | 4.63                               | 143.87              | 251.47                  | 2.07 | 0.39 |

\*メンブレンが土槽壁面に接合してしまつたため、ここでは参考値とする。  
\*\*基礎幅量の1/2における応力と比下量の比( $=2 \cdot c \cdot m$ )

加速度レベルを加えて行った。ここで、先行圧縮比(PreCompression Ratio:以下PCR)を「地表先行最大圧力/正規圧密地盤での平均最大基礎圧力 $q_u$ 」とすると、重力場実験ではPCR=1.0以下、遠心模型実験ではPCR=0.5以下である。

### 3. 実験結果

図-2、3に荷重沈下関係を示す。例えばケース2とケース6は重力場実験における先行圧縮がある場合とない場合のケースであるが、先行圧密したケース2(PCR=0.78)の方が若干支持力が大きくなっているように見える。しかし、その影響は小さい。また、図-4に $N_\gamma \sim \gamma_s$ の関係を示す。○印のデータポイントは谷(1986)が行った模型実験(1G、 $B_0=10\text{cm}$ )の結果である。

( ) 内の数値は先行圧縮比PCRである。以上のことより次のことが分かる。(1)遠心模型実験での $B=B_0 \cdot n=23\text{cm}$ は重力場実験での $B=B_0 \cdot n=10\text{cm}$ よりもかなり大きいにも拘らず、支持力係数 $N_\gamma$ および最大荷重時における沈下量( $S_f/B_0$ )は重力場実験よりもかなり大きい。これはこれまで行ってきた一連の実験と同様に粒子径効果のためと考えられる。(2)載荷初期配( $q/S$ ) $_{s_0}$ および最大荷重( $N_\gamma$ )は先行圧縮によって若干増加する傾向が見られるが、大きなものではない。

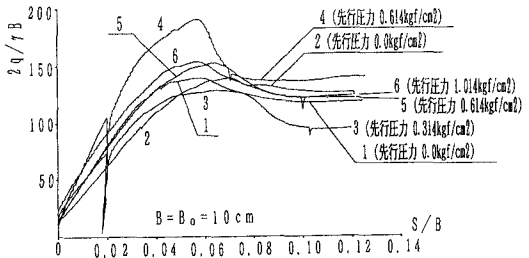


図-2 重力場実験による荷重-沈下量関係

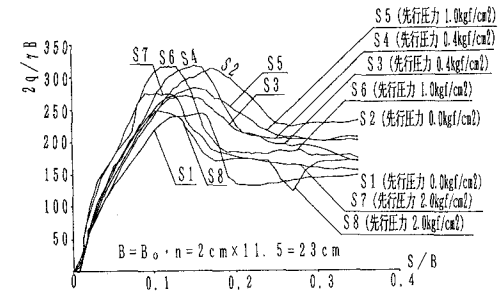


図-3 遠心模型実験による荷重-沈下量関係

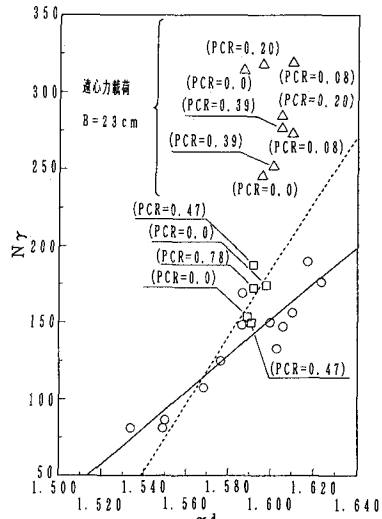


図-4  $N_\gamma - \gamma_s$ 関係

### 4. まとめ

今回の実験では、先行圧縮(過圧密)による明瞭な支持力の増加は見られなかった。これは、先行圧縮比PCRが1.0以下であったためと思われる。しかし、①豊浦砂よりも圧縮性が大きくて先行圧縮による剛性の増加がかなり大きい土質の場合や、②仮にPCRが1.0よりもかなり大きくて、基礎直下の地盤内の水平力が、先行圧縮履歴がない場合の基礎荷重最大時での値よりもはるかに増加していれば、先行圧縮による支持力の明確な増加が観察されたものと思われる。

一方、今回の豊浦砂の実験でPCR=1.0以下での過圧密の影響が小さかったと言うことは、図-1に示す正規圧密砂で得られた結果は多少の過圧密された地盤に適用できるかなり一般性のあるものであることを示している。なお、振動締固めによる繰返し載荷履歴の影響については、別途調べる必要がある。

参考文献: 1) Tatsuo, F., Okahara, M., Tanaka, K., Morimoto, T. and Siddiquee, M.S.A. (1991): Progressive failure and particle size effect in bearing capacity of a footing on sand, Proc. Geotech. Engrng. Congress, Boulder, ASCE Special Publication No. 27, pp. 788-802. 2) 谷和夫(1986): 砂地盤上の浅い基礎の支持力機構、東京大学修士論文、3) 龍岡文夫・田中忠次・岡原美知夫・Siddiquee, M.S.A. (1992): 模型実験・材料実験・数値解析による砂地盤上の支持力の研究、土と基礎、5月号、4) Siddiquee, M.S.A., Tanaka, T. and Tatsuo, F. (1992): A numerical simulation of bearing capacity of footing on sand, 第27回土質工学研究発表会、高知。