

Ⅲ - 421

砂地盤上の浅い基礎における粒子径効果の研究

東急建設（株） 正 後藤正司
 前田道路（株） 宮坂 健
 基礎地盤コンサルタンツ（株） 鴻嶋広美
 東京大学生産技術研究所 正 龍岡文夫

はじめに 浅い基礎構造物の設計を行う際に用いられる極限支持力は、最終破壊面に沿って同時に最大せん断強度が発揮されると仮定している、古典的支持力理論によるものである。しかし実際の地盤の破壊は、最終破壊面に沿ってピークせん断強度が決して同時に発揮されないと言う意味で、きわめて「進行的」であることがわかっている。特に、地盤破壊の進行性は、粒子の大きさに比例する厚みを持つせん断層の進行的発展と関連していることで、土の粒子の大きさが地盤の破壊強度に影響を及ぼしている。本報文では、S.L.B. 砂 ($D_{50} = 0.62\text{mm}$) 及び姫礫 ($D_{50} = 1.73\text{mm}$) を用いた浅い基礎の支持力実験を行うことにより、粒子径の大きさが支持力特性に及ぼす影響を検討した。

実験方法 重力場（1g）実験では、 $40^{\text{W}} \times 183^{\text{L}} \times 60^{\text{H}}\text{cm}$ 、 $25^{\text{W}} \times 60^{\text{L}} \times 30^{\text{H}}\text{cm}$ の2種類の砂箱を用意し、遠心力実験では $10^{\text{W}} \times 50^{\text{L}} \times 30^{\text{H}}\text{cm}$ の砂箱を用いた。各砂箱の側面は载荷中の観察を行うため、アクリル及びガラスとし、平面ひずみ条件を満足するべく十分な拘束を行った。また、地盤と側壁面との摩擦を極力除去するため、メンブレンとグリースによる摩擦軽減層を設けた。地盤は、上述したS.L.B. 砂及び姫礫の気乾試料を空中落下させ作製した。模型フーチング基礎にはロードセルを配し、底面にはサンド・ペーパーを貼り付けて粗な底面を作製した。また载荷速度は、これまでの実験から実基礎幅 B_0 の $0.1\%/ \text{min}$ とした。実験ケースを表1に示す。

実験結果 図1にS.L.B. 砂の重力場での模型実験の荷重沈下特性を示す。ここで、 N は正規化した基礎応力度で、 $N = 2q/(\gamma \cdot B_0 \cdot n)$ であり、 q は基礎平均直応力、 γ は地盤の単位体積重量、 n は加速度レベルである。 N の最大値が支持力係数 N_γ である。沈下量 S は基礎幅 B_0 で正規化した。図2に、遠心力载荷実験の荷重沈下特性を示す。図3に、S.L.B. 砂の支持力係数と基礎幅の関係を示した。基礎幅 B の増加による N_γ の低減は寸法効果である。遠心力実験で、 $B (= B_0 \cdot n)$ の増加による N_γ の低減は圧力レベル効果である。同一換算基礎幅 B での1gと遠心力場の差が粒子径効果である。つまり、寸法効果は圧力効果と粒径効果の和である。図4には、基礎荷

表1 実験ケース

Case	基礎幅 B_0	加速度レベル n	備考
1	0.5	1.0	重力場
2	1.0		
3	2.5		
4	5.0		
5	10.0		
6	2.0	5	遠心力場
7		11.5	
8		25	
9		50	

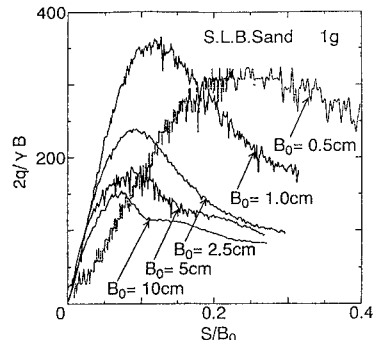


図1 荷重沈下特性（重力場）

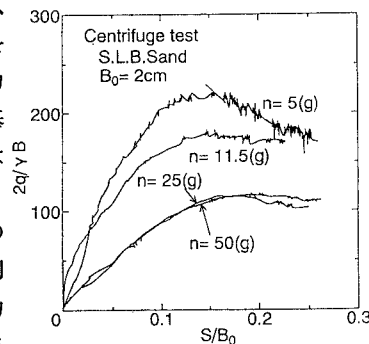


図2 荷重沈下特性（遠心力場）

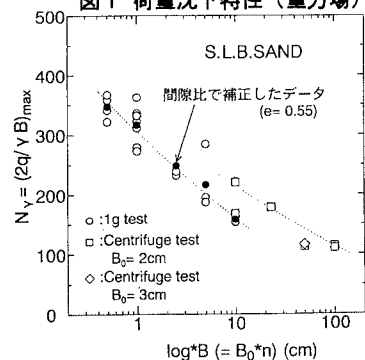


図3 支持力係数 N_γ ～基礎幅 B の関係

重が最大になったときの基礎沈下量をまとめた。これにも前述したのと同様の変化が、より明確に見られる。則ち、同一の圧力レベルで実験をしても、遠心力実験での支持力値とピーク時の沈下量は、対応する1gでの値よりも粒径効果のために大きくなっている。これを荷重沈下曲線で直接比較したのが図5である。これらの粒子径効果は、同一の砂を用いても、基礎幅と粒径の比が実験によって異なることが原因である。

図6に、豊浦砂・S.L.B.砂・姫礫における「1g模型実験による N_γ 」と「平面ひずみ圧縮試験による $\delta = 90^\circ$ での内部摩擦角」の関係を示した。重力場模型実験による N_γ は、それぞれの砂・礫に対して同一の密度に対する値に補正してある。また、同図には砂を等方完全塑性体と仮定して破壊の進行性を考慮していない古典支持力理論の代表解である Meyerhof による関係も併記した。明らかに、粒径が大きいくほど、同一の内部摩擦角に対する「実験による N_γ 」/「古典解による N_γ 」の比は大きくなる。図7に、「実験による N_γ 」/「模型実験と同一の密度での平面ひずみ圧縮試験による $\delta = 90^\circ$ での内部摩擦角を古典解に代入して得られる N_γ 」の比を示す。明らかに、平均粒径/基礎幅比（ $= D_{50}/B_0$ ）が大きいくほど支持力が大きくなるという傾向が見られる。この比が1.0以下であることは、古典解では強度の異方性と地盤の破壊の進行性を無視していることで説明できるが、1.0以上のデータはこれでは説明できない。むしろ、これらの実験では地盤内に明確なせん断層を伴った破壊メカニズムが形成されなかったことに原因があると考えられる。則ち、この場合はすでに古典解が想定している地盤破壊モードではないと考えられる。

結論 重力場及び加速度場において、平均粒径/基礎幅比（ $= D_{50}/B_0$ ）が大きくなるほど、支持力係数 N_γ は大きくなるという粒子径効果を確認した。

謝辞 遠心力載荷実験を行うに当たり、建設省土木研究所の知見

健司氏にお世話になった。末筆ながら感謝の意を表します。

参考文献 後藤正司

「砂地盤上の基礎の支持力における粒子径効果について」東京大学修士論文, 1995. 3.

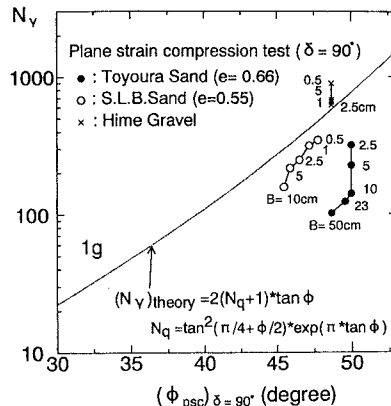


図6 $(\phi_{psc}) \delta = 90^\circ \sim 1g$ 模型実験による N_γ 関係

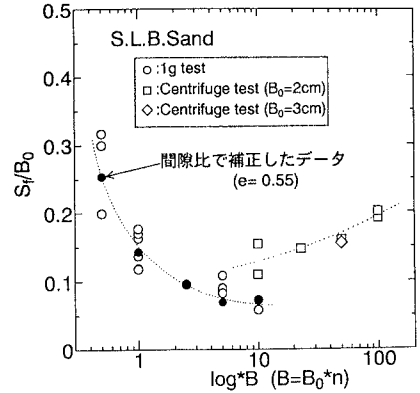


図4 ピーク荷重時の基礎沈下量と基礎幅の関係

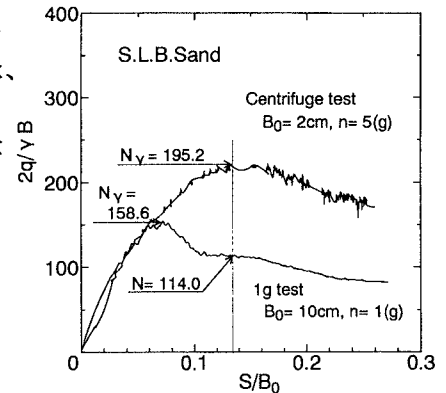


図5 1g 実験と遠心力載荷実験での荷重沈下曲線の比較

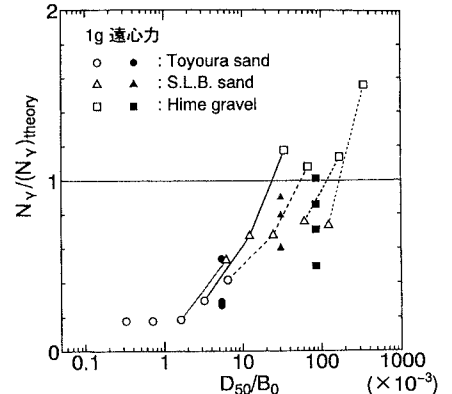


図7 $(N_\gamma)_{\text{experiment}} / (N_\gamma)_{\text{theory}} \sim$ 平均粒径 D_{50} / 基礎幅 B_0 関係のまとめ