

シルト質地盤上の円形基礎の支持力実験

武蔵工業大学 学○河村 佳典

独立行政法人産業安全研究所 正 伊藤 和也

武蔵工業大学 正 末政 直晃 正 片田 敏行

1. はじめに

地盤工学における力学試験において、しばしば粒子寸法が結果に大きな影響を与えることが既往の研究により指摘されている¹⁾。これは、粒子径効果と呼ばれるものであり杭の押し込み、引き抜き試験において地盤内部に生じるせん断帯の形成や、試料のせん断時に生じる体積変化などに影響を与える。また、基礎の支持力試験においてもその影響について議論がなされてきた。これは、遠心力载荷装置により行う小型模型実験に関してはさらに強調されるべき問題である。そこで本研究は、小型模型を用いた円形基礎の载荷試験における支持力変形挙動と粒子径との関係に着目し検討を行った。今回、粒子径の異なる2種類の試料で作製した模型地盤に対し遠心場において円形基礎の载荷実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 模型基礎および地盤概要

模型基礎として载荷側の直径がそれぞれ 50mm, 25mm, 12.5mm, 6.25mm であるアルミニウム製の円形基礎を使用した。なお、基礎底面には試料を付着させ“粗”の条件とした。使用した試料はシリカサンドおよび CFP-100 の2種類である。なお、シリカサンドおよび CFP-100 は同一の母材からなる試料であり、CFP-100 については、シリカサンドを破碎して作製されたものである。各試料の粒径加積曲線、物理特性値および簡易定圧一面せん断試験により得られた強度定数を図-1、表-1 に示す。なお、シルト質土である CFP-100 の最小・最大密度については、シリカサンドと同様の方法で行った試験結果を表記してある。

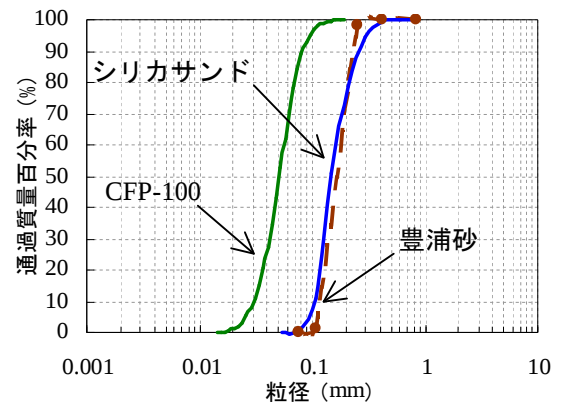


図-1 粒径加積曲線

模型地盤は乾燥状態の試料を空中落下法により円形の土槽内に投入することで作製した。また、使用する基礎径毎に土槽径を変化させた。使用した土槽の内径は 500mm, 250mm, 125mm, 62.5mm であり、土槽内に作製した模型地盤の高さは、それぞれ 250mm, 125mm, 62.5mm, 31.3mm である。装置の全体図を図-2 に示す。

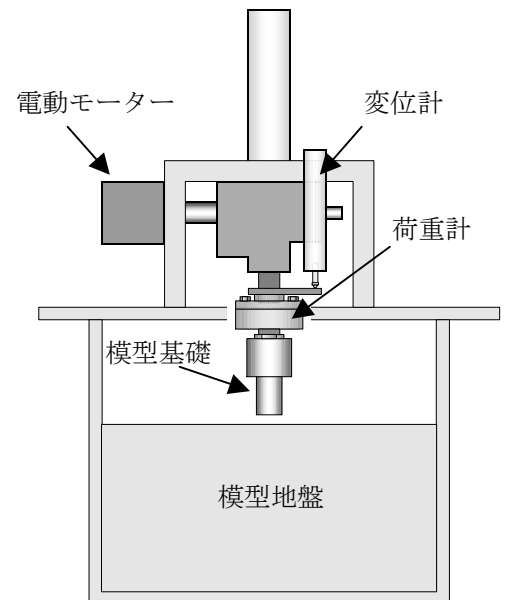


図-2 装置概略図

表-1 物理特性値および強度定数

試料名	ρ_s (g/cm ³)	ρ_{dmin} (g/cm ³)	ρ_{dmax} (g/cm ³)	D ₅₀ (mm)
シリカサンド	2.652	1.456	1.643	0.15
CFP-100	2.646	1.187	1.698	0.05
試料名	初期間隙比 e_0		せん断抵抗角 ϕ (度)	
シリカサンド	0.6		45.8	
	0.7		40.8	
	0.8		35.9	
CFP-100	0.7		49.2	
	0.8		46.7	
	0.9		45.2	

キーワード：シルト，基礎，支持力

連絡先：武蔵工業大学 地盤環境工学研究室，TEL&FAX：03-5707-2202

3. 基礎の荷重実験方法

今回、内径 500mm の土槽に対して直径 50mm の基礎を用い 10G の遠心加速度を与える場合を基準として試験を行った。すなわち、遠心加速度はそれぞれの基礎に対し、10G、20G、40G、80G とした。荷重は変位制御、荷重伝達部は剛結とした。荷重速度は、直径 50mm の基礎の場合を 2mm/min とし、他のケースについても変位速度と基礎径の比が一定となるように調整した。また、使用する基礎径を変化させる際には、遠心加速度を変化させるとともに土槽径、地盤高さについても変化させた。つまり、各実験において使用した模型は相似の関係となる。遠心加速度は模型地盤表面における加速度で調整を行った。荷重ロードに取り付けた荷重計から荷重荷重を、変位計から基礎の沈下量を計測した。実験条件を表-2 に示す。

4. 実験結果

シリカサンド地盤で行った実験結果を図-3 に、CFP-100 地盤で行った実験結果を図-4 に示す。データは、支持力値に関しては荷重強度を $n \gamma B/2$ で除した $2q/n \gamma B$ で、変位に関しては沈下量を基礎径で除した S/B で正規化してプロットしたものである。

シリカサンド地盤で行った実験では、比較的基礎径の大きなケースにおいて似た曲線形状となっているが、基礎径の小さなケースではその初期勾配およびピーク値にばらつきが見られた。既往の研究では基礎幅と平均粒径の比である B/D_{50} が粒子径の問題に多く指標として用いられており、各論文により様々な結論となっているが、一般的にこの値が 100 を下回ると挙動の差異が現れるようである。本研究でも同様な検討を行うと(表-3)、 B/D_{50} の減少に伴いピーク値にばらつきが確認される。上記に示した 2 ケースは B/D_{50} の値が 100 を下回っており、既往の研究と一致している。初期勾配については模型地盤の局所的なばらつきが影響したとも考えられる。

一方、CFP-100 地盤で行った実験では、荷重径が最も小さな $B=6.25\text{mm}$ のケースでは、他のケースよりも若干荷重増加が緩やかであるが、支持力の変化は同様の傾向を示している。CFP-100 はシリカサンドを母材としているが、この試料においては、遠心加速度の増加と実験結果との間にはあまり関連が見受けられない。このことから、シリカサンドにおける実験結果の相違は遠心加速度よりも粒子径の影響によるものと考えられる。CFP-100 においては、最も小さな基礎径で行ったケースにおいても B/D_{50} が 130 程度であり、粒子径の影響はほとんど現れなかったといえる。

5. まとめ

2 種類の試料を用いて加速度 N と模型縮尺 $1/N$ を変化させた実験 (Modeling of Models) を行った。シリカサンドは B/D_{50} の低下による影響が見られ、既往の研究とほぼ一致する傾向を示した。また、CFP-100 を試料として同様の装置で行った結果は B/D_{50} が最小でも 130 程度であり、粒径の影響がほとんど見られなかった。今回用いた模型土槽、円形基礎のサイズにおいては、シルト質土である CFP-100 を模型地盤として行った実験結果がシリカサンドのそれよりも安定しており、小型模型に対する適用性が確認できた。

<参考文献>

1) 日下部 治：基礎工に関する遠心実験の利用と適用性，地盤と建設，Vol.11, No.1, 1993.

表-2 実験条件

土槽径 (mm)	基礎径 (mm)	地盤高さ (cm)	遠心加速度 (G)	変位速度 (mm/min)
500	50.0	250	10	2.00
250	25.0	125	20	1.00
125	12.5	62.5	40	0.50
62.5	6.25	31.3	80	0.25
シリカサンド: $D_r=75\%$, CFP-100: $D_r=56\%$				

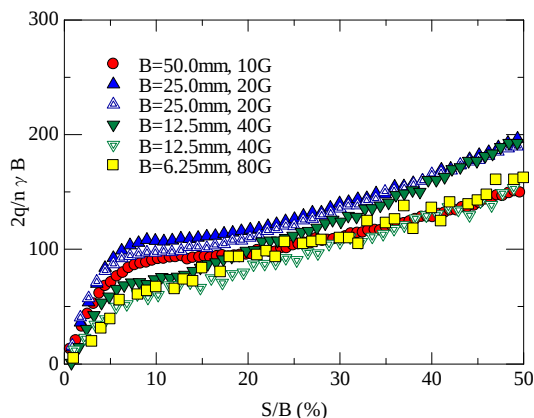


図-3 実験結果 (シリカサンド)

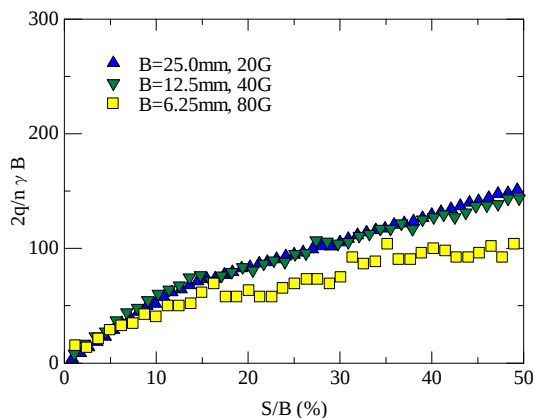


図-4 実験結果 (CFP-100)

表-3 基礎幅と平均粒径の比

試料名	各ケースの B/D_{50} の値			
	B=50mm	B=25mm	B=12.5mm	B=6.25mm
シリカサンド	333	167	83	42
CFP-100	1000	500	250	125