

砂地盤の相対密度の違いによるサクシオン基礎の支持力特性

九州大学大学院 学 ○工藤 昌生 正 善 功企
正 陳 光斉 正 笠間 清伸

1. はじめに

サクシオン基礎¹⁾は基礎形状とサクシオンの利用という点で、従来の基礎に比べ根入れ、施工管理が容易となり、高い安全性・経済性が得られる。しかし施工事例が乏しいため支持力特性に未解明な点が多く、支持力については帯状基礎の支持力公式を準用しているという現状にある。特に基礎内部の土は、閉塞効果による圧縮やヒーピングによる膨張の影響により、同じ径を有する中実円筒基礎と同様な支持力が得られるか不明である。

本研究では、相対密度の変化に依存したサクシオン基礎の支持力特性変化を明らかにするために、基礎内外径比に着目し、沈設後を想定した鉛直載荷試験を行った。

2. 内容

2-1. 実験概要

模型地盤の作成は、直径 48.9cm、深さ 58cm の円筒容器中に、豊浦標準砂を用いて行った。砂地盤の密度調整は空中落下法により、相対密度を約 85%、60%に調整した。実験では 4 種類の模型基礎を用い、各抵抗(上蓋・先端・内周面・外周面抵抗)および全抵抗の測定を行った(図-1 参照)。ここでは、先端抵抗、内周面抵抗、外周面抵抗を同時に測定し、先端抵抗と周面抵抗の和(以下、下部抵抗)を一つの抵抗としている。また、模型基礎は、直江津港の実証実験で用いられたプロトタイプの外径の 1/400 縮尺モデルとし、全ての外直径が $2r_{out}=54.8mm$ 、内直径 $2r_{in}=27.4mm$ 、 $43.8mm$ 、 $52mm$ 、高さ 6cm の中空円筒基礎および高さ 7cm の中実基礎($r_{in}/r_{out}=0$)である。基礎への载荷は、変位制御で行い、載荷 1.33mm/min に設定した。

2-2. 実験結果および考察

(a)ピーク値およびピーク時変位

図-2 は、全抵抗実験で得られた荷重-沈下曲線であり、各基礎における全抵抗と、沈下量(S)を外直径で除した正規化沈下量($S/2r_{out}$)との関係を示している。相対密度(D_r)85%、60%の模型地盤でそれぞれ同様の実験を行っている。図-2 によると、 $D_r=85\%$ では各基礎で明確な荷重の最大値(ピーク値)が現れ、その後荷重は低下し再び若干の増加が見られる。これに対し $D_r=60\%$ では、ピーク値の低下およびピーク値後の低下幅が小さくなっている。この傾向は、基礎の肉厚が薄くなるにつれて大きくなり、肉厚が最も薄い $r_{in}/r_{out}=0.95$ では明確なピーク値は見られなかった。以上より、破壊モードは、 $D_r=85\%$ では全ての基礎で全般せん断破壊であり、 $D_r=60\%$ 以下では局所せん断破壊に移行すると考えられる。また、各内外径比の曲線がそれぞれ中実基礎と同様の形状を示すことから、载荷にともない基礎内部に砂が流入し、内部の砂は閉塞効果により圧縮され、最終的には内部の砂が基礎と一体となり沈下するものと考えられる。図-3 では、それぞれの荷重-沈下曲線をも

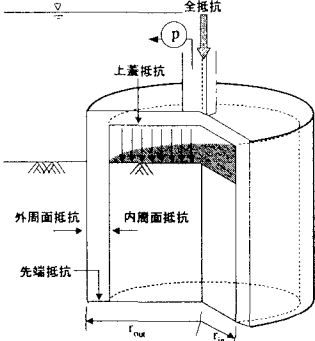


図-1 サクシオン基礎概略図

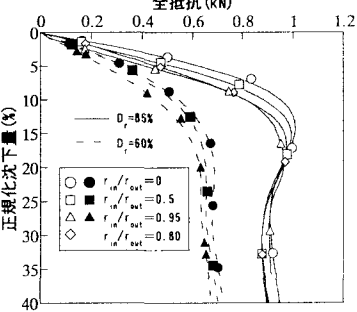


図-2 各内外径比における全抵抗の比較

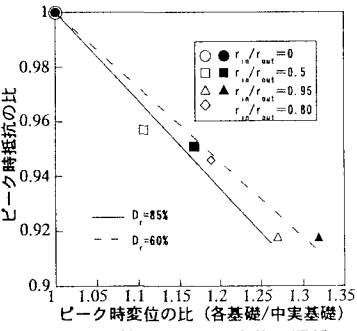


図-3 ピーク値とピーク時変位の関係

とに、中実基礎のピーク値およびピーク時変位で正規化を行い、各内外径比におけるピーク値とピーク時変位の関係を示している。図-3によると、ピーク値の割合は、 $D_r=85\%, 60\%$ ともに直線的に減少し、 $r_{in}/r_{out}=0.95$ の基礎で、中実基礎の約92%まで低下している。またピーク時変位の割合は、 $D_r=85\%, 60\%$ ともにほぼ直線的に増加し、 $r_{in}/r_{out}=0.95$ の中実基礎に対する変位増加率は、 $D_r=85\%$ で約25%、 $D_r=60\%$ では約32%増しとなっている。この理由として、基礎内部の砂が圧縮され十分な閉塞効果を発揮するまでに、ある程度の基礎の沈下が必要とされるためと考えられる。つまり地盤が緩くなるほど、また基礎内部空間が大きくなるほど十分な閉塞効果を発揮するために必要となる基礎内部砂の圧縮量、すなわち基礎の沈下量が増加するために、ピーク時変位が一層大きくなったと考えられる。また、基礎内側における破壊領域の干渉および内部の閉塞状態が、破壊領域の発生状況に影響を及ぼすために、ピーク値が小さくなったと考えられる。

(b) 各抵抗成分の比較

次にサクシヨン基礎の下部抵抗および上蓋抵抗の支持力分布について検討する。図-4は一例として、 $D_r=60\%$ で肉厚の薄い $r_{in}/r_{out}=0.95$ の基礎における各抵抗成分と正規化沈下量との関係を示している。他の実験ケースについても同様の整理を行っている。その結果、肉厚の薄い図-4の例では、まず下部抵抗がピークに達し、続いて上蓋抵抗がピーク値に達している。また本文に示していないが、肉厚が厚くなると、下部抵抗がピーク値に達するまでの変位量は大きくなる。これらの傾向は $D_r=85\%$ と 60% で同様であった。これらをもとに各抵抗成分の全抵抗に占める割合を求め、その結果を図-5、図-6に示した。図-5、図-6によると、下部抵抗の割合は正規化沈下量の小さい载荷直後に大きな値を示すものの、正規化沈下量が大きくなるにつれ、その割合は低下し、上蓋抵抗の割合が若干増加してくる。これは沈下にともない基礎内部砂の圧縮が進み、上蓋抵抗が大きくなるために、上蓋抵抗の割合が増加するものと考えられる。また各抵抗成分の割合は、相対密度の変化に対してほとんど影響を受けないことがわかる。 $D_r=85\%$ の詳細な結果に関しては、「サクシヨン基礎の支持力特性に関する実験的研究²⁾」を参照されたい。

3. 結論

- 1) 破壊モードは、相対密度が約85%の砂地盤においては全般せん断破壊を生じ、60%以下で局所せん断破壊に移行する。
- 2) サクシヨン基礎の極限支持力は、相対密度の等しい地盤に対しては肉厚の変化に関わらず中実基礎の9割以上の支持力を発揮することができる。ただし極限支持力に達するまでに必要となる変位量は、中実基礎に比べ肉厚が薄くなるほど、また相対密度が低くなるほど大きくなる。
- 3) 各抵抗成分の割合は相対密度によって変化しない。

参考文献

- 1) 善功企：サクシヨン基礎構造物，環境圏の新しい海岸工学，pp.1162-1169.
- 2) 工藤昌生：サクシヨン基礎の支持力特性に関する実験的研究，九州大学卒業論文，1999.

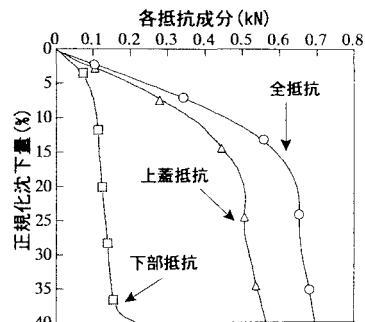


図-4 各抵抗成分の比較 ($D_r=60\%$, $r_{in}/r_{out}=0.95$)

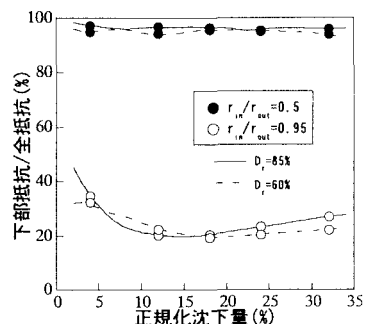


図-5 下部抵抗の割合

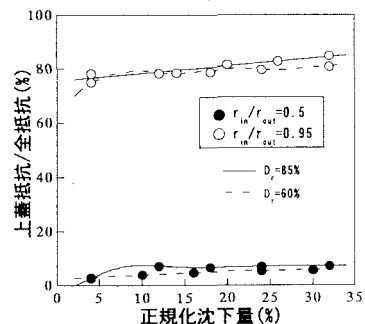


図-6 上蓋抵抗の割合