

基礎内部の状態に着目したサクシヨン基礎の支持力特性

九州大学大学院 学 出口信太郎 正 善 功企
 正 陳 光斉 正 笠間 清伸

1. はじめに

中空円筒型のサクシヨン基礎¹⁾は、基礎形状とサクシヨンの利用という点で、既存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、施工事例が少ないため支持力特性に未解明な点が多く、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、サクシヨン基礎の支持力特性を明らかにするため、沈設後を想定した模型実験ならびに有限要素法を用いた数値解析を行った。模型実験では、基礎形状や根入れ深さの違いによる支持力の変化や各抵抗成分の支持力分布を検討し、有限要素解析により、基礎周辺の応力分布や変形図などから支持力特性の理論的考察を行った。

2. 実験方法および解析方法

実験に用いたアルミ棒積層地盤は、直径 1.0mm と 1.6mm のアルミ棒（重量比で 3 : 2）を用いて作成した。実験より、アルミ棒積層地盤の間隙比は 0.27 となった。実験で使用し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形の 1/200 縮尺モデルである。それを基に、4 種類の模型基礎（全ての外直径(2r_{out})が 10mm、内直径(2r_{in})が 91、50mm のサクシヨン基礎および中実基礎）を用い、全抵抗および各抵抗（先端、上蓋および周面抵抗）をそれぞれ測定した(図 - 1)。また、基礎底面が滑面と粗面も同様の実験を行った。根入れ深さ(D_f)を D_f=37、73、110mm とし、中実基礎においては D_f=0mm についても実験を行った。また、地盤の動きをデジタルビデオカメラで撮影し、せん断ひずみ分布図を作成した。

解析メッシュは模型実験のスケールに合わせ図-2 のように設定した。今回用いた地盤は単一砂地盤とし、外力は基礎上部全体に等分布荷重として与えた。解析は Mohr-Coulomb の破壊基準を適用した弾塑性解析を用い、軸対称条件下で行った。また模型実験との対応から、根入れ長

2cm, 6cm、内外径比 0、0.55、0.78、0.944 と設定した。また、極限支持力は荷重沈下曲線を両対数表示して得られる勾配の異なる 2 つの直線の交点として求めた。

3. 実験結果

図 - 3 は内外径比に対して中実基礎に対するサクシヨン基礎の極限支持力の割合を示す。サクシヨン基礎の支持力は根入れが大きいほど減少する傾向にある。また、サクシヨン基礎の極限支持力は基礎の内外径比の変化に関わらず中実基礎の 9 割以上の極限支持力を発揮する。

サクシヨン、支持力特性、有限要素法、

出口信太郎、九州大学大学院 防災地盤工学研究室、〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1、 092-642-4399

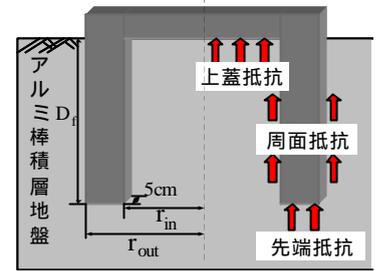


図 - 1 模型基礎概略図

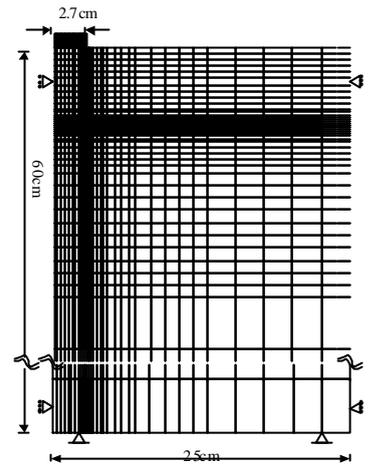


図 - 2 解析メッシュ (D_f=6cm)

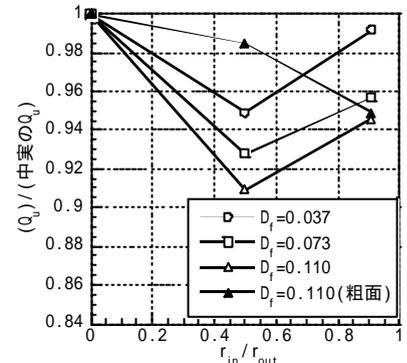


図 - 3 内外径比の影響

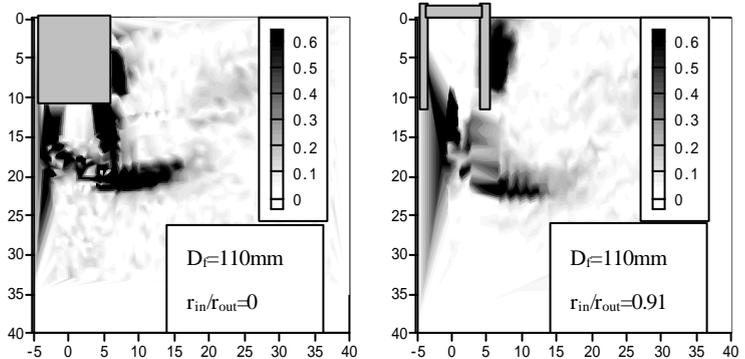


図 - 4 せん断ひずみ分布図

サクシヨン基礎の破壊モードを明確にするために図-4に基礎が50mm沈下したときのせん断ひずみ分布図を示した。また、他の基礎でも検討を行った。図-4より、中実基礎とサクシヨン基礎の直下に形成される主働くさびのくさび角およびすべり線が影響する深さは多少異なるものの、近い形状を示している。

4. 解析結果²⁾

図-5は、それぞれの荷重沈下曲線をもとに、各基礎のピーク値を中実基礎のピーク値で正規化を行い、ピーク値と内外径比の関係を示したものである。

図-5によると、ピーク値の割合は、根入れ幅比の小さい基礎では相対密度によらず、中実基礎の約99%以上(実験値98%~99%)と同程度になるのに対し、 $D_f/2r_{out}=1.09$ では内外径比が増加するほど、相対密度が低下するほどピーク値の割合は減少する。ピーク値の割合は、最大で中実基礎の約92%まで低下した。この原因について検討するため、図-6に $D_f=60\%$ におけるピーク値直後のせん断ひずみ(γ_{xy})分布を示した。図-6に示すように、サクシヨン基礎底面下に形成される主働くさび領域のくさび角が、中実基礎より小さくくさび先端から円弧状に生じるすべり線は、中実基礎のほうが若干深い部分に発生している。加えて、 $r_{in}/r_{out}=0.55$ の結果より、側壁が薄くなり基礎内部空間が大きくなるほど、主働くさび領域が減少し、すべり線も若干小さくなるため、内外径比が大きくなるほどピーク値が減少すると考えられる。ただし、根入れ長が小さくなり基礎内部空間が狭くなるほど、また基礎内部の相対密度が大きくなるほど、くさび領域の変化は小さくなる。

図-5のように、内部空間の増加により支持力は低下するが、これは、図-7のように内部地盤に発生するアーチ作用的效果の大小により、図-6で述べたように、中実基礎に比べ主働くさび領域の角度が減少し、すべり面も浅くなることから考えられる。

5. 結論

1. サクシヨン基礎の極限支持力は中実基礎の9割以上の極限支持力を発揮する。
2. サクシヨン基礎底面下に形成される主働くさび領域のくさび角()が、中実基礎より小さい。
3. くさび先端から円弧状に生じるすべり線は、中実基礎のほうが若干深い部分に発生している。
4. 内部空間の増加により支持力は低下するが、これは、内部地盤に発生するアーチ作用的效果の大小により、中実基礎に比べ主働くさび領域の角度が減少し、すべり面も浅くなることから原因である。

参考文献

- 1) 善功企・山崎浩之・前田健一：『サクシヨンによるケーソン基礎の海底地盤中への沈設に関する事例解析』、土木学会論文集 No.603, pp21~34, 1998.
- 2) 工藤昌生ら：『模型実験および数値解析によるサクシヨン基礎の支持力特性』、土木学会西部支部概要集, ppA-432~A433, 2002.

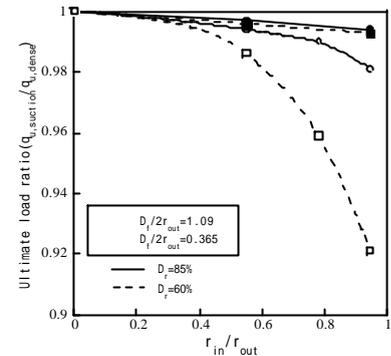


図-5 極限支持力の比較(解析)

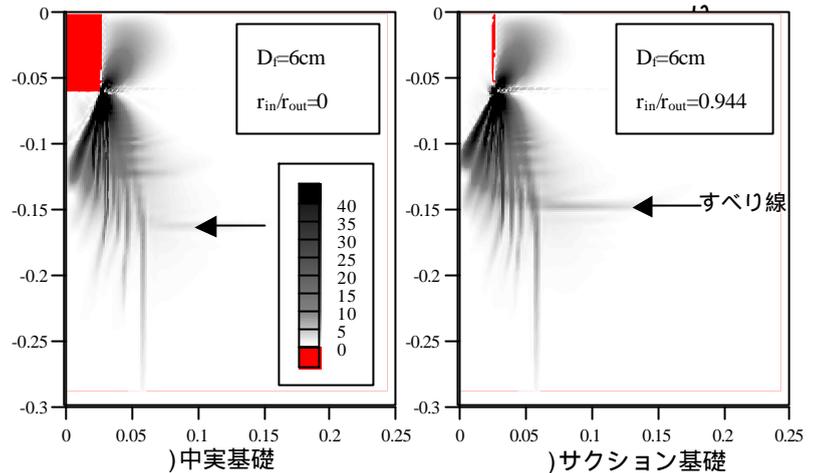


図-6 せん断ひずみの比較(解析)

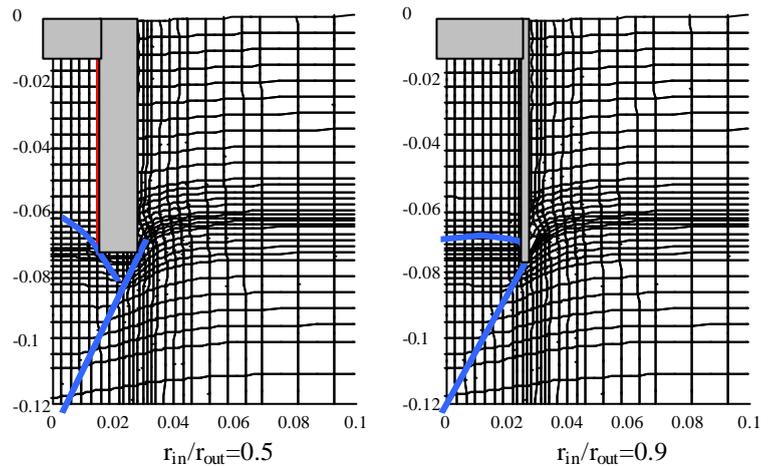


図-7 変形図の比較(解析)