

サクシヨン基礎の周辺地盤の密度の違いに着目した支持力特性と破壊モード

九州大学大学院 学生会員 ○出口信太郎 正会員 善 功企
正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

1. 目的

本文では、サクシヨン基礎の支持力特性と地盤の破壊モードに与える基礎周辺地盤の密度の影響を明らかにすることを目的として、アルミ棒積層地盤を対象に、根入れ幅比(D/B)と内外径比(r_{in}/r_{out})の違うサクシヨン基礎¹⁾および中実基礎を用いた模型実験を行った。

2. 実験概要

実験に用いたアルミ棒積層地盤は、アルミ棒の混合比を変えることで、密度の異なる地盤（相対密度 $Dr=50$ と 70% ²⁾）を作製した。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 $1/200$ 縮尺モデルであり、2 種類のサクシヨン基礎（内外径比は r_{in}/r_{out} = 0.5 、 0.91 ）および中実基礎である。基礎の根入れ幅比は $D/B=0.37$ 、 0.73 、 1.10 とした。また、サクシヨン基礎内部にスポンジを 50% 、 100% と詰めることにより、基礎内部の地盤を圧縮しやすく想定した実験も行った。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。

3. 実験結果および考察

1) 基礎内外の地盤が同じ場合

サクシヨン基礎の支持力に与える根入れ幅比の効果を評価するために、実験より得られた極限支持力を根入れ幅比に対して図 - 1 に示す。極限支持力は、荷重沈下曲線の荷重軸を片対数表示にし、初期の直線部と沈下量約 10mm 以降の直線の交点として決定した。中実基礎の極限支持力は、根入れ幅比の増加に伴って直線的に増加する。一方、サクシヨン基礎の極限支持力は、中実基礎よりも緩やかな増加である。また、根入れ幅比が大きくなるほど、地盤の密度が大きくなるほど、極限支持力は直線的に増加する。また、 $Dr=70\%$ より、 $Dr=50\%$ の場合の方が根入れ幅比が大きくなるほど、極限支持力に差が出てくる。

図 - 2 は、内外径比に対するサクシヨン基礎の極限支持力を示す。縦軸は、サクシヨン基礎の極限支持力を中実基礎で割ることによって正規化している。内外径比が大きくなるほど、根入れ幅比が大きくなるほど、極限支持力は減少する。この傾向は、地盤の相対密度が大きくなるほど小さくなる。つまり、基礎の内部空間が大きかつ緩い地盤ほど、極限支持力は小さくなる。

図 - 3 は、地盤の相対密度とサクシヨン基礎の極限支持力の関係を示す。どの基礎においても、相対密度が小さくなれば、中実基礎に対するサクシヨン基礎の極限支持力は減少する。この傾向は、内外径比が大きくなるほど顕著である。

極限支持力発生時のサクシヨン基礎の上蓋抵抗の全抵抗に対する割合を図 - 4 に示す。上蓋抵抗の割合は、根入れ幅比が大きくなるほど小

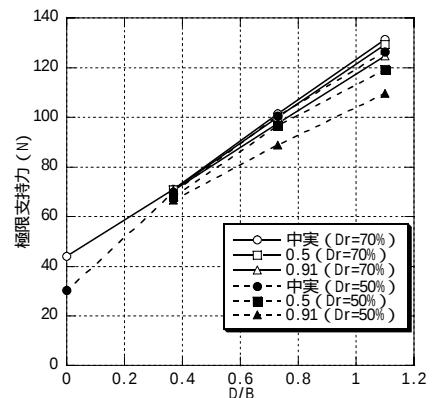


図 - 1 極限支持力の比較

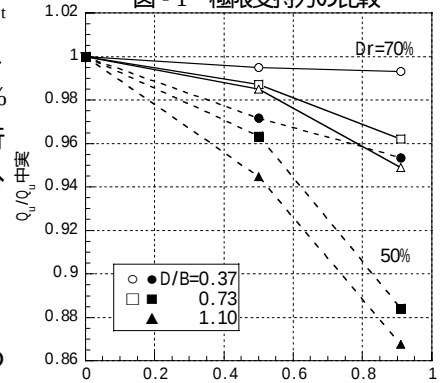


図 - 2 内外径比の影響

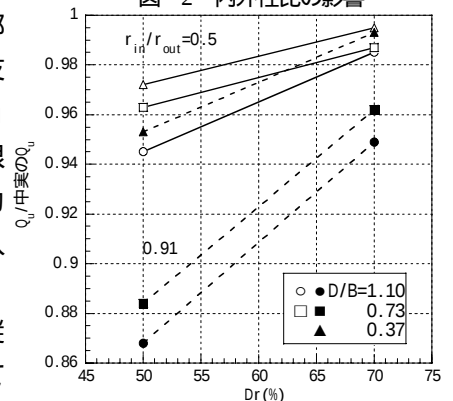


図 - 3 相対密度の影響

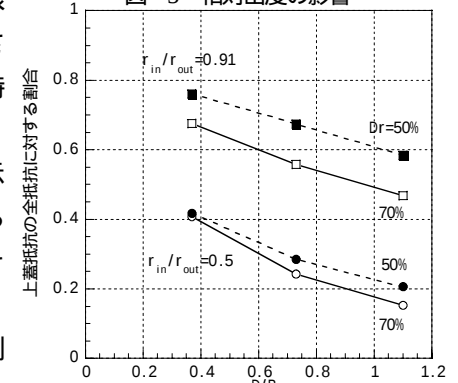


図 - 4 支持力の分担率

キーワード サクシヨン 模型実験 支持力

〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1、九州大学大学院、防災地盤工学研究室、出口信太郎、TEL092-642-4399

さくなる。同根入れ幅比において、内外径比が大きいほど、地盤の密度が小さいほどその割合は大きくなる。また、同内外径比において、上蓋抵抗の全抵抗に対する割合は、 $Dr=50\%$ より、 $Dr=70\%$ の場合の方が、根入れ幅比が大きくなるに従ってより減少する。これらは、内外径比が小さく、根入れ幅比が大きいサクシヨン基礎では、周辺地盤の密度が大きいほど高い閉塞効果が得られ、サクシヨン基礎の上蓋にかかる抵抗が減少するためであり、高い閉塞効果が得られることにより、基礎内部の周面摩擦抵抗が増加し、上蓋にかかる抵抗を軽減すると考えられる。

2) 密度の違いによる破壊モードの変化

サクシヨン基礎の破壊モードを明確にするために図-5に(a)内外径比0.91、 $Dr=70\%$ 、(b)内外径比0.91、 $Dr=50\%$ の基礎が50mm沈下したときのせん断ひずみ分布図を示す。サクシヨン基礎は中実基礎と同様の破壊モードを示した。 $Dr=70\%$ の場合、基礎直下にくさびが発生し、その頂点からすべり線が水平方向に伸びている。しかし、 $Dr=50\%$ の場合、基礎直下にくさびが発生せず、すべり線も生じていない。荷重-沈下曲線をみると、 $Dr=70\%$ の場合は全般せん断破壊、 $Dr=50\%$ の場合は局所せん断破壊と名っている。その理由として、上記のせん断ひずみ分布の違いが考えられる。

3) 基礎の内部地盤が圧縮しやすい場合

基礎内部の地盤が圧縮しやすい場合において、周辺地盤の相対密度の違いを比較した荷重-沈下曲線を図-6に示す。基礎内部の地盤が圧縮しやすいと、相対密度に関係なく、全抵抗は大きく変化する。基礎内部の地盤が、ある程度、高密度化しなければ、内外径比が大きいサクシヨン基礎は、全抵抗を得るのに大きな沈下量を必要とする。また、基礎内部の地盤が圧縮される領域では、周辺地盤の相対密度に関わらず、ほぼ同じ全抵抗を得られる。しかし、基礎内部の地盤が高密度化し、全抵抗が上昇する領域では、相対密度が大きいほど、全抵抗も大きい。よって、内外径比が大きいサクシヨン基礎の支持力への相対密度の影響は、基礎内部の地盤が高密度化してから現れる。

基礎内部の地盤の圧縮性による極限支持力の変化を図-7に示す。極限支持力は、初めの折れ曲がり部分を用いて決定した。基礎内部が圧縮しやすくなるにしたがって、極限支持力は小さくなる。また、どの基礎内部の圧縮性に関しても極限支持力は、 $Dr=70\%$ より $Dr=50\%$ のほうが小さい。また、基礎内部が圧縮しやすくなるにしたがって、 $Dr=70\%$ と $Dr=50\%$ の極限支持力の差が小さくなる。これは、内外径比の大きいサクシヨン基礎は、支持力をほぼ上蓋抵抗で担っているためである。

3. 結論

1) 基礎の内部空間が大きくかつ緩い地盤ほど、極限支持力は小さくなる。2)サクシヨン基礎内部に高い閉塞効果が得られると、基礎内部の周面摩擦抵抗が増加し、上蓋にかかる抵抗は軽減する。3) $Dr=70\%$ の場合と $Dr=50\%$ の場合では破壊モードが異なる。4)内外径比が大きいサクシヨン基礎の支持力への相対密度の影響は、基礎内部地盤が高密度化してから現れる。

<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没に関する事例解析』、土木学会論文集 No.603, pp21-34, 1998。

2) 出口信太郎・善功企・陳光齊・笠間清伸：『サクシヨン基礎のアルミ棒地盤における支持力特性』、地盤工学会発表講演集, pp1345-1346, 2002。

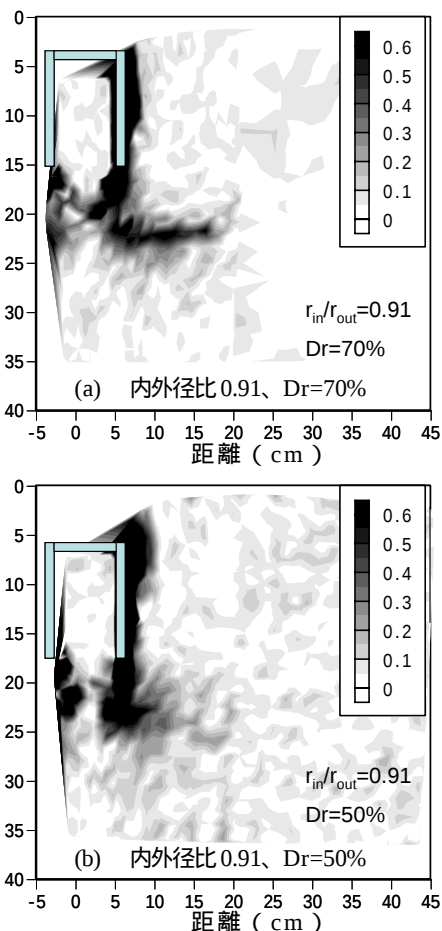


図-5 せん断ひずみ分布図

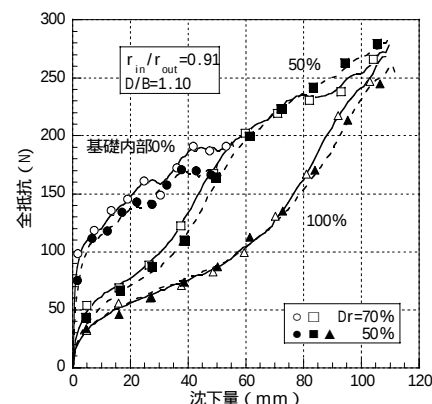


図-6 荷重沈下曲線

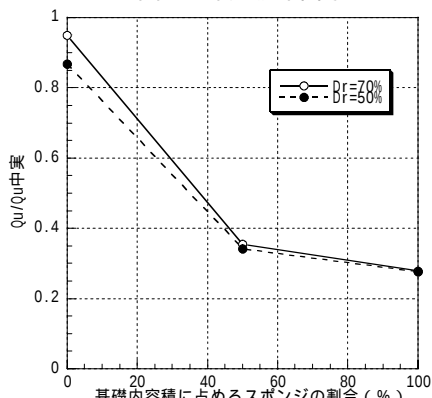


図-7 基礎内部の圧縮性による極限支持力の変化