

サクシオン基礎内部と周辺地盤の強度の違いに着目した破壊モードの考察

九州大学大学院 学○ 白木 孝雄 正 善 功企
正 陳 光斉 正 笠間 清伸

1.まえがき

サクシオン基礎¹⁾を海中に設置する場合、基礎上に設置される構造物は波力などの水平力を受ける。そのため設計を行う際には水平方向の力に対する十分な考慮が必要である。またサクシオン基礎は形状や特性が既存の基礎と異なるために水平力に対する抵抗力の発現モードも異なると考えられる。本論では以上の考えからサクシオン基礎に作用する水平力の大きさを変化させて、そのときの支持力や基礎の挙動を有限要素法(FEM)²⁾を用いて解析した。とくに、それらの荷重条件に対して基礎内部の地盤の粘着力の違いが基礎の支持力や地盤の破壊モードの違いについて考察した。

2.解析方法

サクシオン基礎および周辺地盤の解析モデルを図-1に、解析に用いた周辺地盤および基礎部分のコンクリートの材料定数を表-1に示す。周辺地盤は、一様な粘性土層とした。外力は基礎上面に傾斜荷重としてH/V(H:水平荷重、V:鉛直荷重)=0.0, 0.0896, 0.179, 0.448, 0.896となるように大きさを設定した。

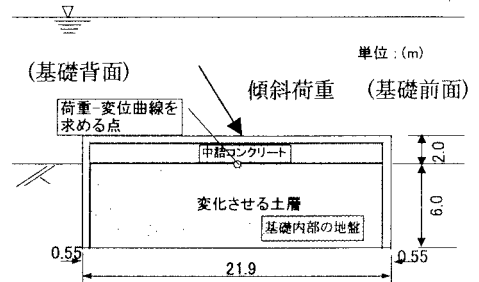


図-1 解析モデル図

表-1 材料定数表

	γ (kN/m ³)	E(kN/m ²)	ν	c (kN/m ²)
周辺地盤	6.37	700.0	0.50	50.0
基礎 (コンクリート)	12.75	2.8×10^6	0.20	9.81×10^3

また、基礎内部の粘着力の違いによる支持力と地盤の破壊モードを検討するために基礎内部の地盤材料の粘着力 c を周辺地盤の粘着力 c_0 の0.5, 1.0, 2.0, 5.0倍となるように変化させた解析を行った。なお、今回の解析は弾塑性解析である。

支持力は、基礎の中央部における荷重-変位曲線の初期の直線部と地盤が降伏した後の直線部とを延長し、その交点とした。

3.解析結果と考察

図-2に極限支持力時の水平力と鉛直荷重をプロットしたものを示す。 c/c_0 の値が増加することによって、水平方向、鉛直方向の極限支持力がともに増加している。さらに、 c/c_0 の値が増加するにつれて鉛直方向の極限支持力は増加するが、ある値を超えると一定の値に収束する¹⁾のと同様に、水平方向の極限支持力も一定の値に収束していく様子を読み取ることができる。また、 c/c_0 の増加による極限支持力の増加は鉛直荷重の場合 $c/c_0=0.5, 5.0$ のときの支持力を比較すると1.2倍ほどであるが、水平荷重の場合2.1倍ほどにもなる。このことから、サクシオン基礎は既存の基礎に比べて水平方向の荷重に対する抵抗力が期待できないと考えられる。

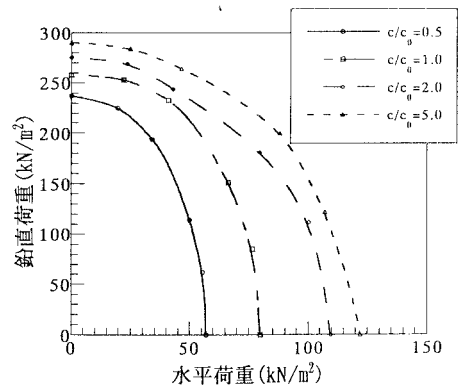


図-2 水平力と鉛直荷重の関係

既存のケーソン基礎の鉛直方向と水平方向の極限支持力はだ円の式を用いて関連付けられる。図-2に示すようにサクシオン基礎の鉛直方向と水平方向の極限支持力も楕円の式などを用いれば関連付けられると考えられる。鉛直方向のみの場合の極限支持力がTerzaghiの支持力公式から算定できる¹⁾ので、サクシオン基礎の支持力は基礎内部と周辺地盤の強度の比をパラメータとした関数で求めることができるということを示している。

図-3および図-4に $c/c_0=1.0, 5.0$ におけるサクシオン基礎側壁の傾きをそれぞれ示した。図に示す水平力は水平荷重に基礎幅

Bを乗じた値である。側壁の回転角は図-3中に示すように、水平力を受けることによって基礎が回転する方向を正としている。図-3では水平力が1000(kN/m)近くまで増加しないとほとんど傾きが現れていない。また、極限支持力は $H/V=0.896$ の場合およそ1600(kN/m)であり、その時の側壁の回転角は0.48(rad)である。図-4では、水平力が小さな範囲でも基礎に傾きが生じていることが分かる。さらに、極限支持力は $H/V=0.896$ の場合およそ2400(kN/m)であり、その時の回転角は0.12(rad)である。以上のことから、水平力が小さな範囲では、基礎内部の粘着力が小さな場合基礎は滑动に近い挙動をし、基礎内部の粘着力が大きくなると基礎は回転挙動を示す。また、基礎内部の粘着力が大きくなると基礎の極限支持力が増加し、そのときの基礎の傾きは小さくなる。すなわち、サクシオン基礎は内部が剛の既存の基礎に比べて水平方向の荷重に対して変位を生じやすく、水平方向の荷重に対する基礎の挙動の検討が必要である。

図-5,図-6にそれぞれ図-3,図-4で示した $H/V=0.896$ の場合に極限支持力が発現した荷重段階における地盤の降伏領域を示した。図中で色が濃くなるにつれて地盤は降伏した状態に近く、黒い部分は完全に降伏している領域である。図-5では、基礎の背面に主働土圧領域、基礎の前面に受働土圧領域とみなされる領域が生じている。さらに基礎内部と基礎下端部よりも浅いところに降伏領域が生じていることから基礎が滑动していると考えられる。このため基礎内部の粘着力が小さな範囲では基礎に働く受働土圧、主働土圧、および基礎の滑动に対する検討が必要である。図-6では基礎の背面に主働土圧領域とみなされる領域が生じている。基礎内部には降伏した領域が見られず、基礎底面の途中からすべり領域が生じているように見える。このため、基礎内部の粘着力が大きな範囲では基礎に働く受働土圧、およびすべり線の発生に対する検討が必要である。

4.あがき

本文における結果は以下の通りである。

- 1)サクシオン基礎の鉛直荷重と水平荷重に対する支持力は鉛直方向の支持力から算定することができる。すなわちTerzaghiの支持力公式を用いればサクシオン基礎の支持力を求めることができる。
- 2)サクシオン基礎は水平力に対して既存の基礎に比べて基礎の変位が大きくなる可能性がある。そのため水平力に対する基礎の水平変位の検討がより重要になる。
- 3)サクシオン基礎周辺地盤の降伏領域の発生モードは基礎内部と周辺地盤の粘着力の比によって異なる。そのため粘着力の比が小さな範囲では滑动に対する検討、粘着力の比が大きな範囲ではすべり破壊に対する検討が必要である。

参考文献

- (1) 白木, 善, 笠間, 工藤:サクシオン基礎内部の粘着力の違いによる破壊メカニズムの考察, 第25回地盤工学研究発表会, pp.1691-1692
- (2) 財団法人沿岸技術研究センター:GeoFem(地盤解析汎用プログラム)マニュアル, 財団法人沿岸技術研究センター, 1997.

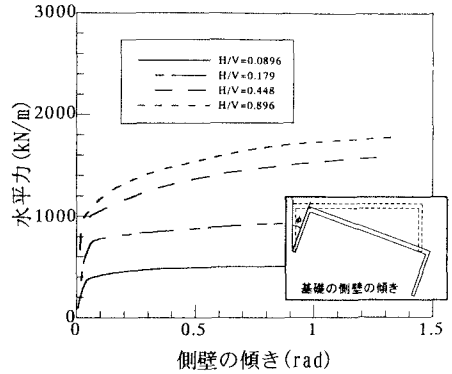


図-3 側壁の傾き($c/c_0=1.0$)

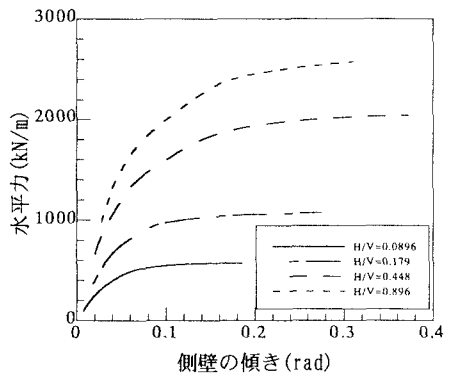


図-4 側壁の傾き($c/c_0=5.0$)

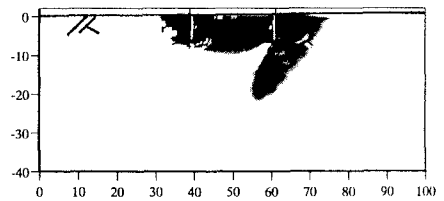


図-5 降伏領域図($c/c_0=1.0$)

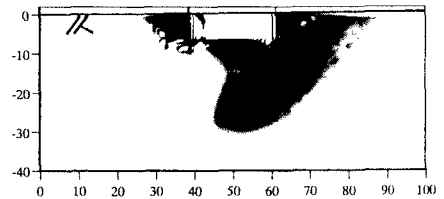


図-6 降伏領域図($c/c_0=5.0$)