

サクシヨン基礎周辺地盤の破壊に関する有限要素法解析

九州大学大学院工学研究科建設システム工学専攻 学○ 白木 孝雄 正 善 功
 正 笠間 清伸 学 工藤 昌生

1.まえがき

サクシヨン基礎とは茶筒上のケーソンを海底地盤上に設置し、基礎内部よりポンプを用いて強制排水させることによって生じる基礎内外の圧力差(サクシヨン)を利用してケーソンを地盤中に沈めるものである。基礎やアンカーなどの構造物を海域に建設する場合、水深が深くなればなるほど大きなサクシヨンが得られる上に既存の工法よりも安価かつ安全に施工できる。このような理由からサクシヨン基礎は将来的に汎用性のある基礎と考えられ深海部における有用な基礎となると考えられる。しかし、サクシヨン基礎の支持力機構については不明な点多々存在しており、必ずしも明確な設計法が確立されているわけではない。

以上の考えから本研究ではサクシヨン基礎の支持力発現メカニズムを明らかにすることを目標として、サクシヨン基礎周辺地盤に破壊領域が生じていく様子を有限要素法(FEM)¹⁾を用いて解析した。とくに基礎内部の土の弾性係数と粘着力が基礎の支持力について及ぼす影響についてまとめた。

2.解析方法

サクシヨン基礎およびその周辺地盤の解析モデルを図-1に示す。また解析に用いた地盤および基礎に用いたコンクリートの材料定数を表-1に示す。今回用いた周辺地盤は一樣な粘性土層の単一地盤とした。外力は基礎上部全体に等分布荷重として与え、1ステップごとに24.51(kN/m²)ずつ増加させた。以上のような条件の下で図-1に示す基礎内部の弾性係数および粘着力を表-2に示すようにI、IIというパターンで変化させた。

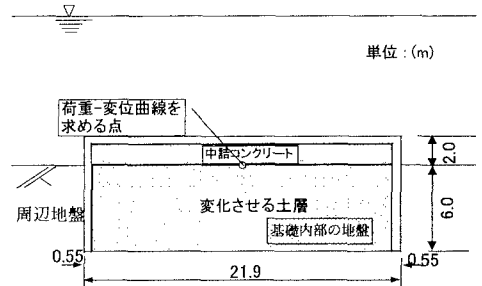


図-1 解析モデル図

表-1 材料定数表

	γ (kN/m ³)	E(kN/m ²)	ν	c(kN/m ²)	K_0
周辺地盤	6.37	6.86*10 ³	0.50	49.03	0.996
基礎(コンクリート)	12.75	2.8*10 ⁶	0.20 ²⁾	9.81*10 ³	0.250

表-2 解析パターン

パターン	E(kN/m ²)	c(kN/m ²)
I	6.86*10 ³	49.03
		49.03
		49.03
		2.80*10 ⁶
II	6.86*10 ³	9.81
		29.42
		49.03
		68.65
		98.07

以上の解析条件で基礎内部の弾性係数と粘着力の違いによる支持力の違いに対して検討を行った。なお今回の解析は弾塑性解析で行った。

支持力に関しては図-1中に示す基礎の中央部における荷重-変位曲線を求め、そのグラフの曲線部と直線部とを延長しその交点を極限支持力とした。なお荷重-変位曲線における変位量は沈下量Sを基礎幅B=21.9mで割ることによって正規化している。

3.解析結果と考察

図-2にパターンIの解析結果による荷重-変位曲線を示す。この結果から基礎内部の地盤の弾性係数によらず荷重-変位曲線はほぼ一致している。このことから、cを一定とした場合、基礎内部の弾性係数は基礎の安定に対して影響を及ぼしていない。また、弾性係数がどのような値であろうと図-2から極限支持力は235.4(kN/m²)と算定でき、極限支持力に基礎内地盤の弾性係数による違いはない。

図-3にパターンIIの解析結果による荷重-変位曲線を示す。基礎内部の弾性係数を一定として地盤の粘着力を変化させた場合は明確な違いが表れている。このとき、図-2と同様の方法で極限支持力を求めるとc=9.81, 29.42, 49.03, 68.65, 98.07(kN/m²)のとき、それぞれ190.2, 225.6, 235.4, 243.2, 251.1(kN/m²)と読み取れる。また、この違いはc=9.81, 29.42, 49.03(kN/m²)の場合、すなわち基礎内部の地盤の粘着力が周辺地盤よりも小さな場合に顕著である。これは基礎内部の粘着力が周辺地盤のものよりも小さな場合、まず基礎内部の

地盤で破壊が生じるためであると考えられる。

図-4 にパターンⅡの解析結果から求めた基礎内部の地盤の粘着力による極限支持力の違いを示す。基礎内部の地盤の粘着力が大きくなるにつれて極限支持力は一定の値に漸近していく。すなわち、粘着力の違いは粘着力が一定の範囲にあるときに表れ、その範囲を超えると極限支持力は一定の値に漸近していくことが分かる。

図-5 はパターンⅡにおいて、基礎内部の地盤の粘着力 c が $c=9.81$ (kN/m²) および $c=98.07$ (kN/m²) の時に地盤の破壊している様子を示したものである。支持力が発現されたときに近い状態として、載荷応力は粘着力が 9.81 (kN/m²) の場合には 171.57 (kN/m²)、粘着力が 98.07 (kN/m²) の場合は 220.59 (kN/m²) とした。この図から基礎内部の地盤の粘着力が周辺地盤よりも小さいときには基礎の上版下面から破壊領域が生じ基礎内部全体および基礎外部にも破壊が生じているが、粘着力が周辺地盤よりも大きい場合には基礎の外部および基礎の側壁下端部において破壊領域が生じており基礎内部にはほとんど破壊が生じていないことが分かる。すなわち基礎内部の地盤の粘着力の違いは破壊モードの違いに影響を与えることが分かる。

4.あとなぎ

本文ではFEM解析によってサクシオン基礎内部の材料定数が支持力特性に与える影響を考察した。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 基礎内部の地盤の弾性係数の違いは基礎内部および周辺地盤の破壊に影響を与えず、粘着力の違いが基礎内部および周辺地盤の破壊に影響する。
- 2) 基礎内部の地盤の粘着力の違いは極限支持力に影響し、粘着力が増加することにより最終的に極限支持力は一定の値に漸近する。
- 3) 基礎内部の地盤の粘着力の違いは、基礎内部および周辺地盤の破壊モードの違いに影響する。基礎内部の地盤の粘着力が周辺地盤の値よりも大きければ、周辺地盤の破壊領域はより深部まで広がり、基礎内部の地盤にはほとんど生じない。この破壊モードの違いにより支持力に違いが表れる。

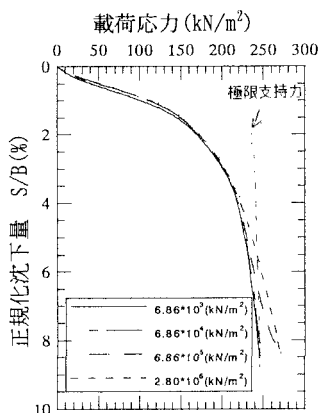


図-2 Iによる荷重-変位曲線

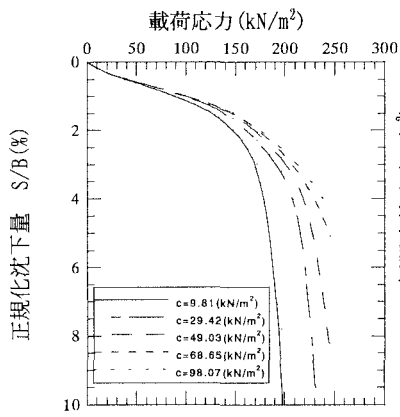


図-3 IIによる荷重-変位曲線

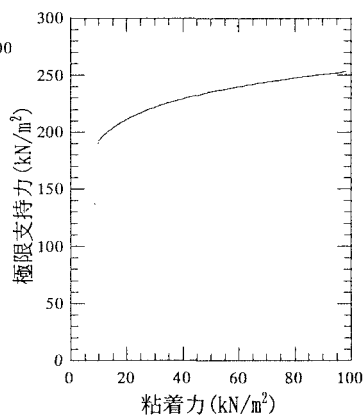
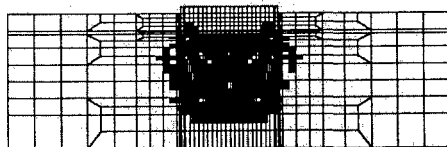


図-4 粘着力と極限支持力の関係



$c=9.81$ (tf/m²) (周辺地盤よりも粘着力が小さい)



$c=98.07$ (tf/m²) (周辺地盤よりも粘着力が大きい)

図-5 破壊モードの違い

参考文献

- 1) 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。
- 2) 大塚浩司, 庄谷征美, 外門正直, 原忠勝：[第三版]鉄筋コンクリート工学-限界状態設計法へのアプローチ-, 技法堂出版, 1997。