

有限要素法によるサクシヨン基礎周辺地盤の応力とひずみに関する解析

九州大学 工学部

建設都市工学科

学生会員 白木 孝雄

九州大学 大学院工学研究科 建設システム工学専攻

正会員 善 功企

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ために将来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も多々存在しており、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設計方法を提案することを目標として、その前段階としてサクシヨン基礎周辺地盤の応力、ひずみ状態を有限要素法(FEM)¹⁾を用いて解析した。特にサクシヨン基礎内部の土の状態が基礎の安定に及ぼす影響についてとりまとめた。

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。設計波高は8.26(m)とし、合田式²⁾により求めた波力から得られた基礎に対する外力も図-1に示している。上部のケーソンと基礎は分離している分離型として揚圧力も考慮している。また、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。なお今回の解析は弾性解析である。

以上の解析条件の下で基礎内部の材料を表-2に示すように粘性土層、砂質土層、コンクリートの3ケースに変化させ、それぞれのケースに対してFEMを用い応力状態および変形状態を比較検討した。

3.実験結果と考察

(a)地盤の変位ベクトル図(図-2)

図-2中の破線は変位量が 5×10^{-2} (m)の等変位量線である。それぞれのケースを比較すると、弾性係数が小さいcase1ほど水平方向への変位が大きい。また弾性係数が小さなcase1では港内側の地盤において地盤面付近の変位が側壁下端の変位よりも大きくなっているが、弾性係数が大きいcase3では地盤面付近の変位よりも側壁下端の変位が大きくなっている。

(b)基礎の変位図(図-3)

case3からcase1へと基礎内部の土の弾性係数小さくなるにつれ基礎自体の変形は大きくなる。特に、その傾向は側壁で顕著でcase1やcase2では港内側の側壁が曲げによりたわんでいることが分かる。また基礎の水平方向変位も弾性係数が小さいほど大きくなっている。図-2、図-3の解析結果より、基礎内部の土の状態が基礎の安定に大きく影響することが分かる。

(c) σ_y のコンター図(図-4)

case1とcase2を比較すると、case1では基礎側面の両端部分を含め、基礎内面に応力が集中しているところがいくつか見られる。case2では港内側の側壁下端に応力は集中しているが、その他の部分では応力の集中は見られない。これはcase1の内部が受け持つ応力が小さく、基礎が大きな応力を受け持つためだと考えられる。またcase2では内部の土が荷重を均等に受け持つために応力の集中が起こりにくい。そしてcase3では基礎と基礎内部の粘土地盤を置き換えたコンクリートが一体となりその内部で応力が全体に分布していく様子を読み取ることができる。それぞれのケースを比較すると弾性係数が大きくなるにつれて応力が基礎周辺から基礎内部全体に分布していくと考えられる。

4.あとがき

- 1) 基礎内部の材料の違いは基礎の安定に影響を及ぼす。すなわち、弾性係数が小さいほど基礎および周辺地盤の変位量が大きくなる。
- 2) 基礎中の弾性係数が大きくなるにつれ基礎と地盤が一体となって変形を起こすような傾向が現れ基礎内部

で受け持つ鉛直方向荷重が大きくなる。

5.参考文献

- 1) (財)沿岸開発技術研究センター:GeoFem(地盤解析汎用プログラム)、1997.
- 2) 社団法人 日本港湾協会:港湾の施設の技術上の基準・同解説、1998.

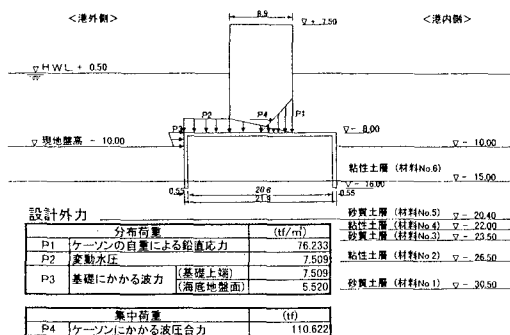


図-1 解析モデル図

表-1 解析定数

材料No.	γ' (tf/m ³)	ϕ (°)	N値	$\sin \phi$	K_0	E_{50} (tf/m ²)	ν	E (tf/m ²)
1	砂質土層	1.00	35	28	0.57	0.426	0.30	1.78E+03
2	粘性土層	0.70	30	17	0.50	0.996	0.50	6.90E+02
3	砂質土層	1.00	30	17	0.50	0.500	0.33	1.12E+03
4	粘性土層	0.65	35	25	0.57	0.996	0.50	4.36E+02
5	砂質土層	1.00	35	25	0.57	0.426	0.30	1.60E+03
6	粘性土層	0.65	30	17	0.50	0.996	0.50	3.10E+02
7	コンクリート	1.30				0.250	0.20	2.86E+05

(注) 非排水条件下での粘性土層の弾性係数は $E = E_{50}$ とする。

砂質土層の弾性係数は $E = 6N + 10(\text{kgf/cm}^2)$ (日本道路協会)に従った。

ポアソン比と K_0 の関係は $\nu = K_0 / (1 + K_0)$ と Jaky の式 $K_0 = 1 - \sin \phi$ に従った。

表-2 解析ケース

Case	γ' (tf/m ³)	ν	E (tf/m ²)
1	粘性土層	0.65	3.10E+02
2	砂質土層	1.00	1.60E+03
3	コンクリート	1.30	2.86E+05

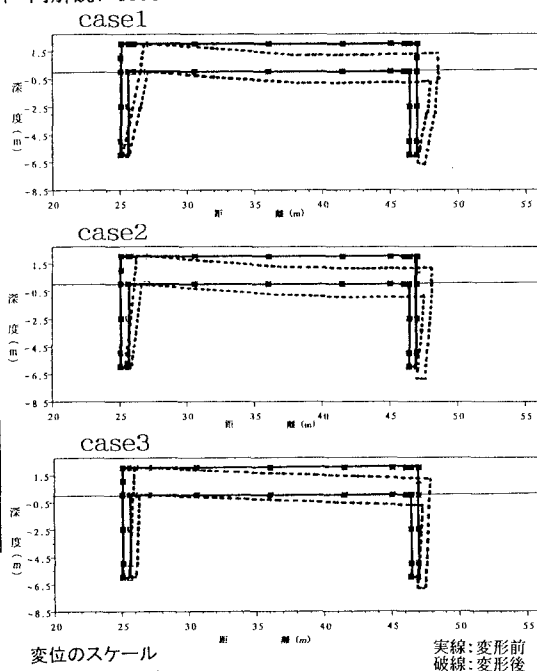


図-3 基礎の変位図

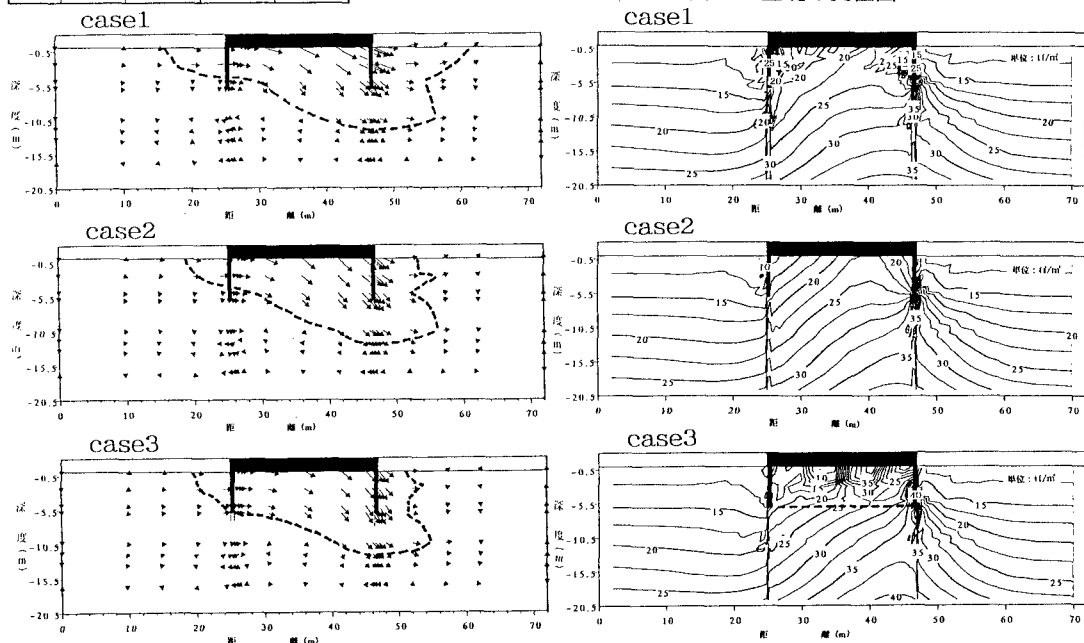


図-2 地盤の変位ベクトル図

ベクトルのスケール
1m

図-4 σ_y のコンター図