

Ⅲ-B43

サクシヨン基礎の海底地盤中への沈設に関する事例解析

運輸省港湾技術研究所 正会員 善 功企

同 上 山崎浩之

同 上 前田健一

1. まえがき

サクシヨン基礎は、既に我が国をはじめとして、これまでいくつかの適用例がある¹⁾。今後、耐震強化岸壁、防波堤、アンカーなど多様な適用が考えられている。しかし、施工実績が少ないこともあって、沈設のメカニズムや理論的解釈については未解明な点も多い。このような背景から、本研究では、円筒形基礎を対象に、基礎の海底地盤中への貫入長(根入れ長)とサクシヨンの大きさの関係について理論的考察を加え、沈設に必要なサクシヨンに関する理論式を誘導した。さらに、我が国で実施された現地における沈設例を対象に事例解析を行い誘導した式の妥当性を調べた。

2. 沈設に必要なサクシヨンに関する理論的考察

サクシヨン基礎の沈設中の水圧分布および基礎に作用する鉛直方向の外力を図-1に示す。基礎内部の水を排水することによって内部の水圧は静水圧よりも小さくなるが、この水圧減少分がいわゆるサクシヨンとなる。力の釣り合いから、基礎の沈設に必要なサクシヨン p_s は次式で与えられる²⁾。

$$p_s = F_s(p_{fo}A_{fo} + p_{fi}A_{fi} + q_t A_t) / A_s \quad (1)$$

また、定常浸透状態を仮定すると、

$$p_s = h_s \gamma_w - p_v = 2d \cdot i \gamma_w - p_v \quad (2)$$

となる。ここに、 p_{fo} 、 p_{fi} ：それぞれ外周面および内周面に作用する単位面積当たりの付着力と摩擦力、

q_t ：先端抵抗(極限支持力)、 A_{fo} 、 A_{fi} ：それぞれ、地盤中の基礎の外周面および内周面の面積、 A_t ：基礎先端部の断面積、 A_s ：基礎上端部の内部面積、 F_s ：基礎沈設に対する安全率、 h_s ：基礎内外の水頭差、 γ_w ：海水の単位体積重量、 p_v ：ゲージ圧を基準にした負の圧力、 d ：貫入長、 i ：動水勾配である。地盤中の浸透力およびサイロ作用を考慮したそれぞれ基礎内外の深さ z における有効土被り圧 σ'_{vi} 、 σ'_{vo} は、

$$\sigma'_{vi} = (B/A) \{ \exp(Az) - 1 \} \quad (3)$$

$$\sigma'_{vo} = (\gamma' + i \gamma_w) z \quad (4)$$

となる。ここに、 $A = 2\mu K/r_i$ 、 $B = 2(c_h/r_i) + (\gamma' - i \gamma_w)$ 、 μ ：摩擦係数(= $\tan^2 \phi/3$ 、 ϕ ：せん断抵抗角)、 K ：土圧係数(基礎内外で一定、0.5と仮定した)、 c_h ：付着力(= $r c$ 、 c ：正規圧密粘土の粘着力、 r ：基礎貫入による乱れの補正のための付着力係数)、 r_i ：円筒基礎の内半径、 γ' ：土の水中単位体積重量である。式(3)、(4)を用いて単位面積当たりの周面抵抗、先端抵抗を求めると、

$$p_{fo} = \mu K (\gamma' + i \gamma_w) z + c_h \quad (5)$$

$$p_{fi} = \mu K (B/A) \{ \exp(Az) - 1 \} + c_h \quad (6)$$

$$q_t = s_c c N_c + s_q \sigma'_{vi} N_q + s_\gamma \gamma'_2 (t/2) N_\gamma \quad (7)$$

となる。ここに、 N_c 、 N_q 、 N_γ ：Terzaghiの支持力係数(全般せん断破壊、粗な底面)、 s_c 、 s_q 、 s_γ ：形状係数、 c ：粘着力、 γ'_2 ：基礎先端底面下の土の水中単位体積重量、 t ：基礎の厚さである。なお、式(7)では、有効土被り圧の小さい基礎内部の値 σ'_{vi} を、基礎幅として基礎の厚さ t を用いている。粘着力が深さに比例

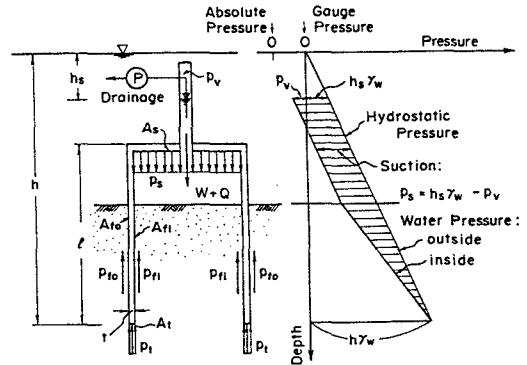


図-1 サクシヨン基礎に作用する力

して増加する粘土地盤を対象にした極限支持力は、

$$q_t = cN'_c + \sigma'v; \quad (8)$$

となり²⁾、支持力係数 N'_c は図で与えられる。式(5)～(8)を式(1)に代入するとサクシオンが求められるが、両辺とも動水勾配の関数であるから、各深度（根入れ長）ごとに繰り返し計算を行って限界のサクシオンを決定する。

3. 事例解析の結果および考察

事例解析には、鹿島港における砂地盤における沈設実験¹⁾（事例Ⅰ）と神戸港における粘土地盤における沈設施工³⁾（事例Ⅱ）による計測データを用いた。表-1に解析に用いた基礎の寸法と地盤特性を示す。解析では、式(1)の安全率 F_s を1.0とした。事例Ⅰの条件で、動水勾配を変化させ、各深度における押込力と抵抗力が同じになる限界のサクシオンを求め貫入深度に対して描き実測値と比較した結果が図-2である。図-2にはTerzaghiによる局所せん断破壊を仮定して先端抵抗を計算した結果もあわせて描いている。理論値と実測値はほぼよい対応を示しているが、全般せん断破壊を仮定した結果の方が安全側となる。図-3は、事例Ⅱにおける実測値と理論値の比較である。計算では貫入に伴う粘土地盤の乱れの影響を補正するための付着力係数として0.5と0.6を仮定した。深度-8.8m以深のシルト質砂の部分は砂分が徐々に増加することを考慮して、層境界の粘着力と深さに比例して増加するせん断抵抗角を仮定した。強度の設定には割り切った点もあるが実測値と理論値は良く一致している。

4. あとがき

本研究では、サクシオン基礎の海底地盤中への沈設について、いくつかの仮定を設けた上で理論的検討を加え、実際の沈設記録をもとに事例解析を行った。その結果、サクシオン基礎の沈設に関する提案式は、適切に入力条件を設定することにより実用的に適用可能であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 善功企ほか：サクシオン基礎の海底地盤中への沈設実験，第39回土質工学シンポジウム発表論文集，土質工学会，pp. 65-72，1994。
- 2) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，1989。
- 3) 大島 実：真空沈設工法によるP C管式防波堤，土木施工，第3巻，第5号，pp. 13-19，1962。

表-1 解析の入力条件

項	目	事 例 Ⅰ	事 例 Ⅱ
基 礎	外径 (m)	0.818	15.5
	内径 (m)	0.800	15.2
	厚さ (mm)	9	150
	長さ (m)	2	22.5
	水中重量 (kN)	3.9	2136.8
地 盤	水中重量 (kN)	0	425.7 (圧入用鋼製蓋)
	単位体積重量 (kN/m ³)	9.81	2.94 z ¹⁾ (DL-11.0m～-19.5m) 25.0 (DL-19.5m～-20.0m) 0 (DL-11.0m～-19.5m) 70 z ¹⁾ (DL-19.5m～-20.0m) 4.41 (DL-11.0m～-19.5m) 9.81 (DL-19.5m～-20.0m)
水 深 DL(m)		-5.0	-11.0

注1) z, z'：それぞれ，海底面(DL-11.0m)および土層境界(DL-19.5m)からの深さ(m)

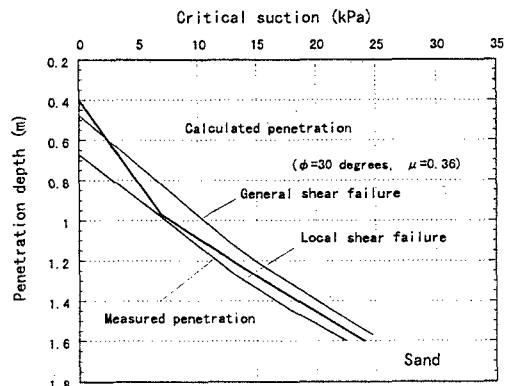


図-2 貫入長と限界のサクシオン(事例Ⅰ)

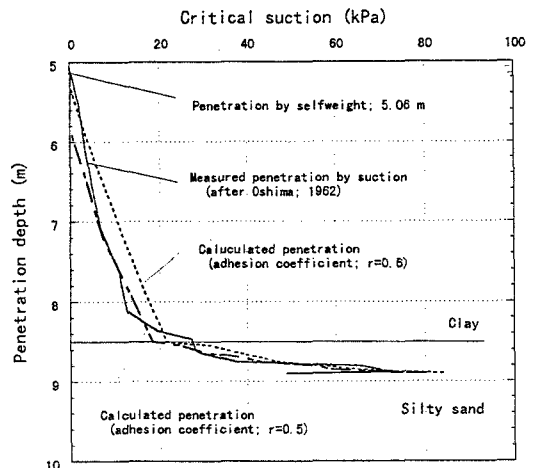


図-3 貫入長と限界のサクシオン(事例Ⅱ)