

Ⅲ - A231

防波堤基礎としてのサクシヨン基礎の安定性に関する検討

港湾技術研究所 正会員 山崎 浩之、善 功企、前田 健一、佐渡 篤史

1. まえがき

サクシヨン基礎はサクシヨンを利用して躯体を地盤内に根入れした新しいタイプの基礎である。同基礎は、根入れを有するので、転倒、滑動に対して有利となり、また、外力作用時に負圧を発生させ抵抗力が大きくなることが確認されている¹⁾。このような特徴を持つサクシヨン基礎は、水平荷重を受ける防波堤や岸壁の基礎としての利用が有力である。ここでは、混成堤式防波堤が建設された現場の条件を用いて、サクシヨン基礎を利用した場合の安定性について考察を行っている。

2. サクシヨン基礎を用いた防波堤断面と安定性の検討方法²⁾

図1はサクシヨン基礎を利用した防波堤断面である。図1に示すように、サクシヨン基礎を利用した防波堤構造には一体型と分離型の2種類が考えられ、一体型はサクシヨン基礎の根入れと同時に上部ケーソンの据付けを行うことができ、分離型は根入れ部とケーソン部の構造を変えることができる利点をそれぞれ有している。防波堤基礎の設計計算においては、転倒、滑動、支持力について検討するのが一般的で、以下ではこれら3つについて港湾施設の基準を基に検討を行う。

サクシヨン基礎部に作用する外力と反力を図2に示す。図2において F_{v0} 、 F_{h0} 、 M_{d0} は上部構造物からサクシヨン基礎上面に作用する鉛直荷重合力、水平荷重合力、回転モーメント、 p_b 、 p_m は防波堤前面の海底面およびサクシヨン基礎根入れ下端に作用する波圧、 W' はサクシヨン基礎内の土を含む基礎本体の有効重量である。 F_{v0} 、 F_{h0} 、 M_{d0} 、 p_b 、 W' の量は上部構造物とサクシヨン基礎の構造仕様および設計波から定まる。 p_m はマウンド内のケーソン下端の波圧を算定する場合と同様に求める。 E_a 、 E_p 、 R_h 、 p_1 、 p_2 は、それぞれ地盤内でサクシヨン基礎側面に働く主働土圧合力、受働土圧合力、サクシヨン基礎底面における摩擦抵抗、端し圧である。また、サクシヨン基礎底面には波圧による揚圧力が発生し、揚圧力は防波堤前面下で最大値 p_u の三角形分布となり、 p_u は p_m と等しくなる。 E_a 、 E_p はクーロンの土圧式で算定され、 R_h 、 p_1 、 p_2 は下式で算定される。

$$R_h = \mu \cdot V \quad (1)$$

$$p_1 = (1 + 6e/B)V/B, \quad p_2 = (1 - 6e/B)V/B \quad (e \leq B/6) \quad (2), (3)$$

$$p_1 = 2/3 \cdot V/(B/2 - e) \quad (e > B/6) \quad (4)$$

$$V = F_{v0} + W' - p_u \cdot B/2, \quad e = B/2 - (M_{d1} - M_r)/V \quad (5), (6)$$

$$M_{d1} = M_{d0} + F_{h0} \cdot D + p_u \cdot B^2/3 \quad (7)$$

$$M_r = (E_p - E_a) \cdot D/3 - (F_{v0} + W') \cdot B/2 \quad (8)$$

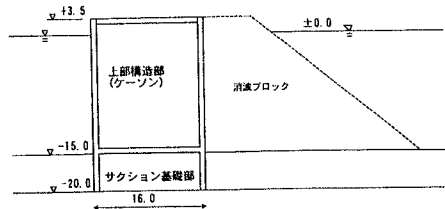


図1(a) サクシヨン基礎（一体型）

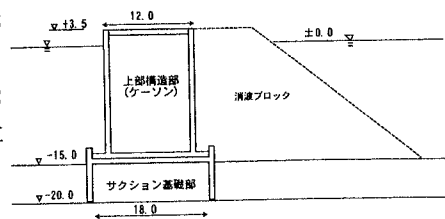


図1(b) サクシヨン基礎（分離型）

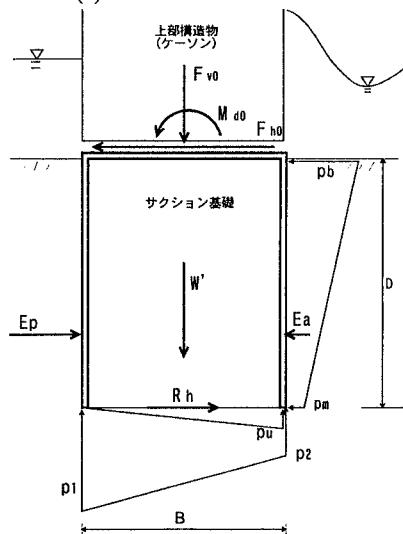


図2 サクシヨン基礎に作用する力

キーワード：サクシヨン、転倒、滑動、支持力、防波堤

〒239 横須賀市長瀬3-1-1、Tel.0.468-44-5022、Fax.0468-44-0618

ここで、 μ 、 D 、 B はそれぞれサクシヨン基礎の、底面の摩擦係数、根入れ長、基礎幅である。

上記の地盤反力 p_1 が許容支持力 q_a 以下で、転倒、滑動に対しては下記に示す安全率が所定の値以上でなければならない。

$$F = Mr/Md1 : \text{転倒}, \quad F = Rh/(Fho + (Ea - Ep)) : \text{滑動} \quad (9), (10)$$

ここで、転倒、滑動についての安全率は1.2が用いられる。

許容支持力 q_a は下式の浅い基礎の支持力式で得られる。

$$q_a = (\beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D \cdot N_q) / (F + \gamma_2 \cdot D) : \text{砂質地盤} \quad (11)$$

$$q_a = N_c \cdot c_0 / (F + \gamma_2 \cdot D) : \text{粘性土地盤} \quad (12)$$

ここで、 β は基礎面の形状係数で連続形の場合には $\beta = 0.5$ である。 γ_1 は基礎底面より下、 γ_2 は基礎底面より上の土の有効単位体積重量で、 c_0 は基礎底面の粘着力である。 N_r 、 N_q 、 N_c は支持力係数である。安全率 F は重要な構造物については $F = 2.5$ 、一般の構造物については $F = 1.5$ を用いる。

3. 計算結果および考察

表1に設計条件、図3に地盤条件を示す。安定計算では、サクシヨン基礎および上部のケーソンの断面を変えながら検討を行い、また、サクシヨン基礎底面の摩擦係数は $\mu = 0.7$ 、式(11)中の安全率は $F = 1.5$ を採用した。図4が計算結果で、転倒と滑動については安全率、支持力については許容支持力と地盤反力 p_1 の比を、それぞれ基礎幅と根入れ長の関係について示している。図4から、この事例に対しては支持力が支配的になることがわかる。また、最適断面は図1に示す通りとなった。支持力が支配的となった原因は、標高-20mまでは土層のせん断抵抗角 ϕ が小さいため許容支持力が大きく変化したことによる。また、別途、均質な地盤で岸壁の計算を行ったところ、滑動は根入れ長が大きくなるほど有利になるが、転倒、支持力は根入れ下端でのモーメントが大きくなり不利となる結果を得た。このようなことから、サクシヨン基礎の安定計算では、転倒、支持力が大きな影響を持ち、特に支持力が支配的になるといえる。

4. あとがき

本検討例では支持力が安定性に関して支配的になることが示された。また、従来からの基礎の検討法を準用したが、今後はこの方法が有効であるかを確認する必要がある³⁾。最後に、ご協力頂いた第1港湾建設局の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 山崎、善、館下：サクシヨン基礎の引抜き抵抗のメカニズムに関する研究、第39回土質工学シンポジウム、1994
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説改訂版、pp.333~337、1989
- 3) 佐渡、善、山崎、前田：サクシヨン基礎の支持力に関する模型実験、第32回地盤工学研究発表会、1997

表1 設計条件

設計波高	H1/3=7.9m、Hmax=12.9m
設計周期	T1/3=13.0s
入射角	$\beta = 54^\circ$
設計潮位	H.W.L.=0.5m、L.W.L.=0.0m
設計水深	h=15.0m
海底勾配	i=1/90

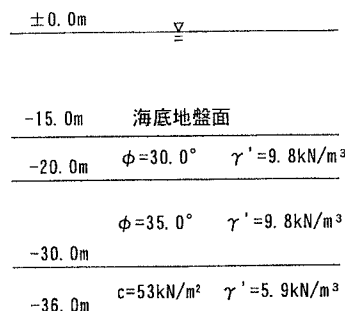


図3 地盤条件

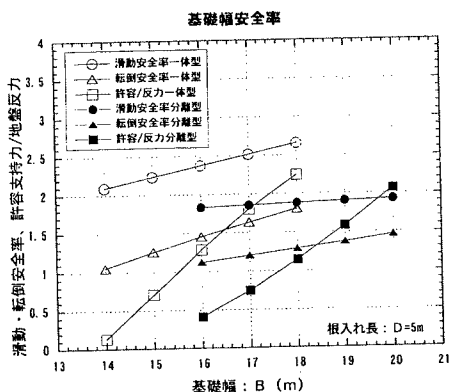


図4(a) サクシヨン基礎基礎幅の影響

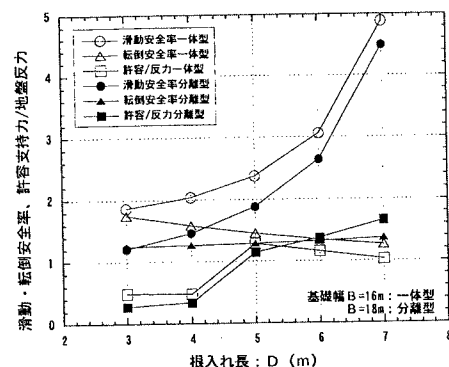


図4(b) サクシヨン基礎根入れ長の影響