サクション基礎の動的傾斜角および動的変位に関する振動台模型実験

港湾空港技術研究所(研修生) 港湾空港技術研究所 正会員 〇出野雅和

正会員 山﨑浩之, 森川嘉之, 小池二三勝

1. はじめに

サクション基礎は滑動,転倒,引抜きに対して高い安定性を持つ基礎であり,近年では,岸壁や防波堤への適用も検討されている.しかし,サクション基礎の設計法は確立されていない.このため,本研究では振動台実験 ¹⁾を行い,サクション基礎を用いた岸壁の地震時安定性について検討した.

2. 実験概要

振動台実験の用いた模型岸壁を示す. 模型の縮尺は 1/30 である. サクション基礎の根入れ長は 15cm, 25cm とした.

模型地盤は相馬 6 号砂(Gs=2.651g/cm3, e_{max} =1.303, e_{min} =0.840) を用いて、相対密度が約 60%となるように作製した. 地盤の作製は、湿潤状態の試料を投入し、層厚 10cm ごとに足踏みで締固めて行った. なお、最後に地盤中にセットしたパイプから注水している. 基礎の据え付けにあたっては、まずサクション基礎の円筒部分のみを地盤上に設置し、円筒上端まで地盤を作製した. その後、サクション基礎上板を円筒部分に固定し、ケーソンを設置した. 本実験では分離型の構造を想定しており、上部構造物(ケーソン)とサクション基礎は連結されていない. このため、サクション基礎の上盤にはケーソンの滑動を抑制する突起物(せん断キー)を設けている.

また、実験では兵庫県南部地震においてポートアイランドで 観測された神戸波(28mNS 成分)を用いて段階加振している. 段 階加振は 500Gal まで 50Gal ずつ、それ以降は 100Gal ずつ 1000Gal まで台加速度を増加させて行っている.

3. 地震時安定計算

上述したように、サクション基礎を用いた岸壁の設計法は確立されていない.このため、鋼板セル式係船岸の設計法²⁾を援用している.地震時安定計算においては、図-2に示す外力と反力を作用させる.地震時の滑動、転倒の安全率は以下の式を用いて求める.

1)滑動安全率

$$F_1 = \mu_b(F_v + W_1' + W_2')/Q \quad \cdots \qquad (1)$$

2)転倒安全率

$$F_2 = M_r / M_d \qquad (2)$$

ここで、 μ 。はサクション基礎底面の摩擦係数、Q は基礎底面の

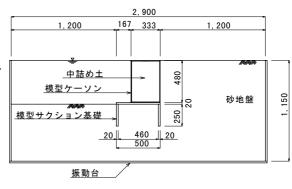


図-1(a) 模型振動台試験断面図(根入れ 25cm)

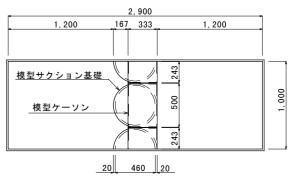


図-1 (b) 模型振動台試験平面図 (根入れ 25cm)

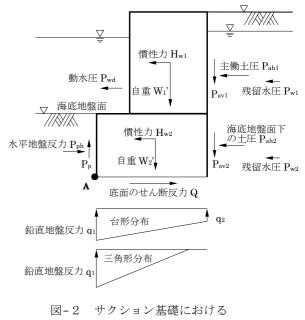


図-2 サクション基礎における 地震時外力・反力

キーワード: サクション,基礎,振動台実験,根入れ長,動的応答

連絡先:港湾空港技術研究所 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1, TEL:0468-44-5054, FAX:0468-44-0618

せん断力, F_v はケーソン,サクション基礎に作用する鉛直荷重 (P_{av}, P_{pv}) の合力であり, W_l ', W_2 'はそれぞれ上部ケーソン,サクション基礎の自重である。 M_r は鉛直方向外力の, M_d は水平方向外力の A 点回りのモーメントである。

4. 実験結果と考察

ここでは、振動台実験結果と前項で述べた地震時の各安全率 との関係を調べた、安全率を求める際に用いた各パラメータを 表-1 に示す、

4.1 動的最大傾斜角

図-3 に各加振段階でのサクション基礎の最大傾斜角を示す. ただし、横軸はケーソン上部で計測された最大加速度である. 図-3 から根入れ長の大きい方が、動的最大傾斜角が小さくなることが確認できる. 図-4 に各加振段階でのケーソン基礎の動的最大傾斜角と構造全体の転倒安全率の関係を示す. 図-4 を見ると、根入れ長が 12.5cm の場合で安全率 = 1.2、25cm の場合で安全率 = 1.0 より小さくなると動的最大傾斜角が増加する傾向にある.

4.2 動的最大水平変位

図-5 に各加振段階でのサクション基礎の根入れ部先端の動的最大水平変位と構造全体の転倒安全率の関係を示す. ただし、横軸はケーソン上部で計測された最大加速度である. 図-5 から根入れ長の大きい方が、動的最大水平変位が小さくなることが確認できる. 図-6 に各加振段階でのケーソン基礎の動的最大水平変位と構造全体の滑動安全率の関係を示す. 図-6 を見ると、根入れ長が12.5cm の場合で安全率≒1.0、25cm の場合で安全率≒1.2 より小さくなると動的最大水平変位が増加する傾向にある.

5. おわりに

サクション基礎を用いた岸壁の振動台実験を行って,サクション基礎の動的応答特性を調べた.その結果,構造全体の転倒,滑動に関する安全率が1.0~1.2より小さくなると,動的最大傾斜角,動的最大変位が大きくなることが分かった.

本研究は、港湾空港技術研究所、九州大学、沿岸開発技術研究センターおよび民間 20 社で構成されるサクション基礎を活用した構造物に関する共同研究の成果である. ご協力をいただいた関係各位に、末筆ながら感謝の意を表します.

参考文献

1)日本港湾協会:港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻), pp.702-721, 1999.

2)山﨑浩之・森川嘉之・小池二三勝: サクション基礎を用いた 岸壁の地震時安定性に関する振動台試験,第 35 回地盤工学研 究発表会,pp.2043-2044,2000.

表-1 安定計算におけるパラメータ

ケース	A10	A11-2
根入れ (cm)	12.5	25
D/ϕ	0.25	0.5
飽和密度(tf/m³)	1.821	1.842
せん断抵抗角(°)	38	38

** D/ϕ = (基礎根入れ長)/(基礎直径)

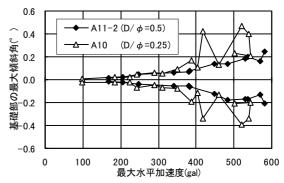


図-3 基礎の動的最大傾斜角と 最大水平加速度の関係

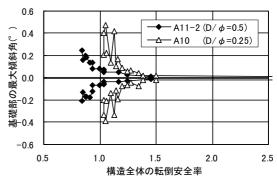


図-4 基礎の動的最大傾斜角と 転倒安全率の関係

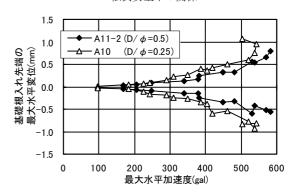


図-5 基礎根入れ先端の動的最大水平変位と 最大水平加速度の関係

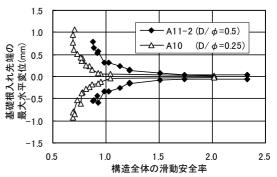


図-6 基礎根入れ先端の動的最大水平変位と 滑動安全率の関係