

スカートサクシヨン基礎の実海域実験 (その2: 撤去実験)

(株)大林組 正会員 ○粕谷悠紀 濱地克也 上條宏明
 (株)大林組 正会員 伊藤政人 栗本 卓 松元和久

1. はじめに

スカートサクシヨン基礎は、頂版より下方に伸びた鉄筋コンクリート製、または鋼製の筒状の壁 (スカート) を海底地盤中に貫入して安定性を確保する基礎である。スカートサクシヨン基礎は、スカート内を注水により「正圧」状態とすることで、無騒音・無振動での撤去が可能であるという特徴を有する¹⁾。本報告 (その2) では、RC製実物大模型を用いた撤去実験結果について述べる。

2. 撤去実験概要

試験体はRCスカート部 (外径 5.0m, スカート長 8.0m, スカート厚 0.25m) と鋼製タワー部 (外径 2.0m, 高さ 10.9m) からなる (Photo 1)。RCスカート直上に 8inch 水中ポンプを 1 台設置し、スカート内への注水を行えるようにした。注水配管は、鋼製タワー部の外側および内側に固定し、スカート内のポンプ室に接続した。

Fig.1 に撤去時の力のつり合い条件を示す。撤去実験は、貫入完了から一定の時間放置した後、注水ポンプを用いて海水をスカート内へ注水し、スカート内の圧力を上げることで試験体を持ち上げた。RC スカート部の根入れが 1m 程度になるまで試験体を持ち上げた後、クレーンにより完全に持ち上げて撤去を完了した。なお、試験体の撤去実験には、貫入時に使用したウォータージェット (以下 WJ) やバキュームポンプは使用していない。

Table 1 に撤去実験ケースを示す。撤去実験は放置時間をパラメータとして行い、case1 と case2 では貫入直後、case3 では貫入後から 9 日、水平載荷実験から 2 日放置した後に実施した。case2 と case3 はクレーンにて一定の上向き荷重を与えた。計測項目は、スカート内外の間隙水圧、試験体の傾斜角および変位、クレーン吊り荷重である。試験体の吊りおろし～貫入～注水撤去の一連の座標 (x, y, z) および傾斜角は、防波堤に設置したトータルステーション、鋼製タワー上部に設置した 360° プリズム (Photo 2)、および傾斜計 (Photo 3) を用いて計測した。

3. 撤去実験結果

Table 1 に撤去実験条件を付記した。クレーンによる上向き荷重について、case2 では 300～500kN で、case3 では 500～800kN で実施した。なお、case1 では、クレーンなしでも撤去可能であることが実証できたが、計測システムの不具合によりデータが連続的に取得できなかったため、本報告では省略する。

Fig.2 に撤去深度-時間を示す。貫入直後に注水を行った case2 の撤去速度は 0.19m/min で、撤去完了まで約 15 分

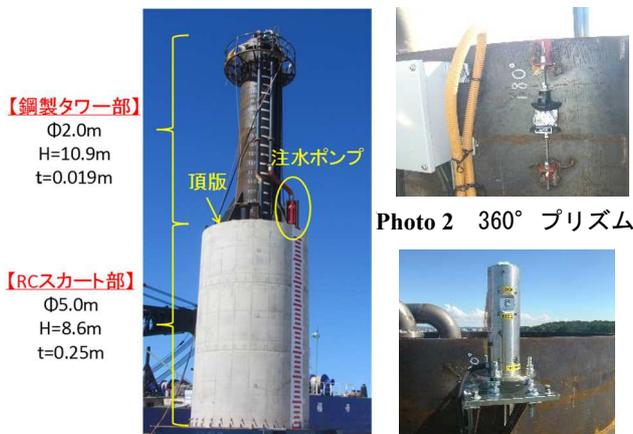


Photo 1 試験体

Photo 3 傾斜計

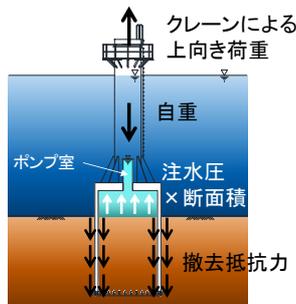


Fig.1 撤去時の力のつり合い条件

Table 1 撤去実験ケースおよび実験条件

	case1	case2	case3
貫入後の放置期間	貫入直後	貫入直後	9日 (水平載荷試験後2日)
撤去実験前の傾斜角	x:-1.1° y:3.1°	x:-0.6° y:1.0°	x:3.2° y:1.8°
クレーンによる上向き荷重	なし	300～500kN	500～800kN

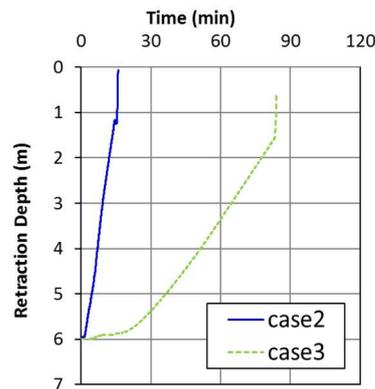


Fig.2 撤去深度-時間

程度であった。放置期間が長い case3 においても撤去速度 0.06m/min, 約 84 分で撤去完了した。この結果より, 貫入後から 9 日経過し, 地盤の強度が回復した後でも撤去が可能であることを確認した。

Fig.3 に撤去深度-スカート内外水圧差を示す。case2 では貫入時に WJ を作動させた影響により, 注水圧が最大で 50kPa 程度と比較的小さな値でも撤去可能であった。case3 では注水開始直後に注水圧が最大 120kPa 程度発生した。その後, 試験体の上昇に伴い注水圧は低下し, 深度 2.0m 程度でゼロとなった。

Fig.4 に撤去深度-撤去抵抗力を示す。なお, 図中には撤去抵抗力の検討結果を併せて示した。撤去抵抗力は, 正圧荷重(スカート内外圧力差×スカート内面積)+クレーンによる上向き荷重-自重(750kN)として算定した。貫入直後に撤去した case2 の撤去抵抗力は最大で 600kN 程度であるのに対し, 放置期間が長い case3 の撤去抵抗力は最大で 1800kN 程度となり, case3 は case2 の約 3 倍となった。これは, 地盤のセットアップ効果によるものと考えられる。式(1)に算定式を示す。

$$R_r = U_i \times L \times f_i + U_o \times L \times f_o \tag{1}$$

ここに, R_r : 撤去抵抗力 (kN), U_i : スカート内側の周長 (m), L : 貫入長 (m), f_i : スカート内側の周面摩擦力度 (kN/m²), U_o : スカート外側の周長 (m), f_o : スカート外側の周面摩擦力度 (kN/m²) である。砂質土におけるスカート外側の周面摩擦力度は, 道路橋示方書IV²⁾のケーソン基礎の設計を参考に 1N とした場合と港湾基準³⁾の杭基礎の設計を参考に 2N とした場合を示し, スカート内側の周面摩擦力度は 1N とした。N 値は, 実験後に実施した地盤調査結果を用いた (GL±0m~3m は N 値 1 の砂地盤, GL-3m~6m は N 値 20 の砂地盤)。case3 の撤去抵抗力はケーソン基礎の周面摩擦力度を用いた場合とおおむね合致しており, 検討手法の妥当性を確認するとともに, 撤去抵抗力を予測可能であることがわかった。一方, 杭基礎の周面摩擦力度を用いた場合と比較して小さな値を示したが, これはセットアップ期間が不足していたことや水平載荷実験実施後 2 日で撤去したことによる地盤の乱れの影響等が考えられる。

Fig.5 に撤去深度-傾斜角を示す。case2, case3 とも撤去中に 0~2° 程度の傾斜がみられるものの, クレーンを併用することで大きく傾斜することなく試験体を撤去できることが確認された。

4. まとめ

スカートサクシオン基礎における実海域大型模型実験の撤去実験結果を示した。その結果, ①貫入後から 9 日経過してもスカート内へ注水することで撤去可能である, ②地盤のセットアップ効果により撤去抵抗力は異なり, 放置期間 9 日の case3 は, 貫入直後の case2 に比べて約 3 倍程度大きくなる, ③クレーンを併用することで傾斜を制御できる, ④撤去抵抗力の検討手法はおおむね妥当であり予測可能であることから, 注水設備の選定に利用することが出来る, ことを確認した。

【参考文献】1) Peter Broughton and Einar Andenaes.; Refloat of maureen alpha platform, Offshore technology conference, OTC14226, 2002.5. 2) 公益社団法人日本道路協会: 道路橋示方書・同解説IV下部構造編, pp.322-376, 2012.3. 3) 公益社団法人日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の記述・同解説 (下巻), pp.567-666, 2007.7.

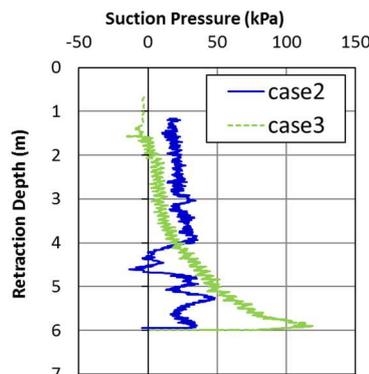


Fig.3 撤去深度-スカート内外圧力差

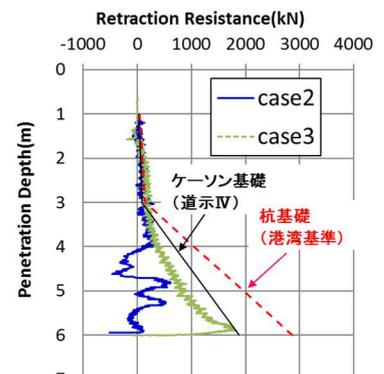


Fig.4 撤去深度-撤去抵抗力

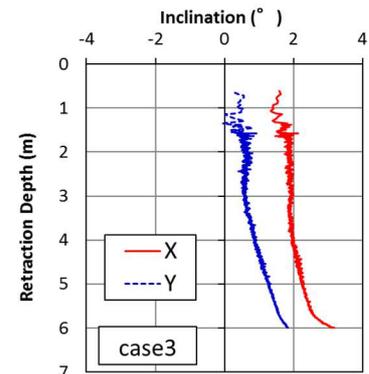
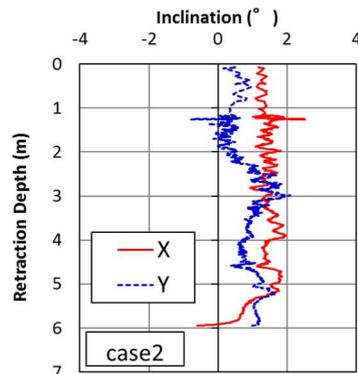


Fig.5 撤去深度-傾斜角