

スカートサクシヨン基礎の引抜き抵抗に関する実海域実験（その2：引抜き結果）

(株)大林組 正会員 ○粕谷悠紀 山本 彰 松田 隆

(株)大林組 正会員 伊藤政人 増井直樹 林 秀郎

1. はじめに

スカートサクシヨン基礎の引抜き抵抗は、排水条件に大きく影響を受け、引抜き速度、透水係数、スカートの径・貫入等に依存する¹⁾。これは、引抜き荷重が作用した際にスカート外側からの水の流入が遅いため、スカート内側に負の過剰間隙水圧「サクシヨン」が発生し、引抜き抵抗が増加するためである。これまで著者らは、比較的透水性の高い砂地盤を用いた室内模型実験²⁾でもサクシヨンによる引抜き抵抗の増大を確認している。本報告（その2）では、実海域において実物大模型を用いた引抜き実験結果について述べる。

2. 引抜き実験概要

試験体は、Fig.1に示すようなスカート径D/スカート長H（貫入深さL=H-1.0）の異なる2体（スカート1：D1.8m, H4.6m, L3.6m, スカート2：D2.3m, H3.0m, L2.0m）を用いた^{前報3)}。当該海域の海底面付近の砂をサンプリングし室内土質試験を行った。砂の粒度特性は、砂分：シルト分・粘土分=70%：30%程度、強度特性は $c=4.6\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=36.6^\circ$ 、透水係数 $k=1.60 \times 10^{-2}\text{cm/sec}$ であった。

Table 1に実験ケースを示す。Photo 1に引抜き実験時の全景を、Photo

2に実験で使用した荷重計を示す。実験パラメータは、頂版の排水条件および引抜き速度とした。緩速および中速の引抜きは油圧ジャッキ（Photo 3）を用いて行い、急速および最急速の引抜きは台船上のクレーンを用いて行った。また、サクシヨンの影響を把握するため、緩速の頂版排水条件のケースも実施した。なお、試験体の吊りおろし～貫入～引抜きの一連の座標（x, y, z）は、防波堤に設置したトータルステーションと360°プリズム（Photo 4）を用いて計測した。

3. 引抜き実験結果

Fig.2に引抜き荷重P-引抜き変位zの関係を示す。図中には降伏荷重も併記した。降伏荷重は、 $\log P - \log z$ 曲線の折れ点から求めた。引抜き速度の増大に伴い、引抜き抵抗が大きくなることが実海域規模で確認できた。暴風時を想定した引抜き速度（2.5～25mm/sec）では、自重＋周面摩擦抵抗（80～100kN）の2～5倍の引抜き抵抗（220～475kN）が確認された。また、スカート形状で比較すると、同一引抜き速度における引抜き抵抗はスカート1より

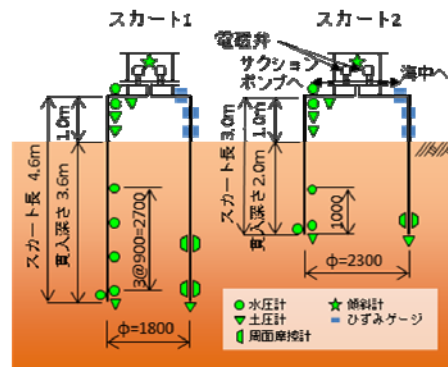


Fig.1 試験体および計器配置図

Table 1 引抜き実験ケース

実験ケース	スカート	頂版排水条件	引抜き速度	変位速度 (mm/sec)	載荷方法
case1-0	スカート1 (D1.8×L3.6)	排水	緩速	0.35	ジャッキ
case1-1		非排水	緩速	0.3	ジャッキ
case1-2			中速	2.5	ジャッキ
case1-3			急速	9	クレーン
case1-4			最急速	25	クレーン
case2-0	スカート2 (D2.3×L2.0)	排水	緩速	0.25	ジャッキ
case2-1		非排水	緩速	0.45	ジャッキ
case2-2			中速	2.5	ジャッキ
case2-3			急速	7	クレーン



Photo 1 引抜き実験時の全景



Photo 2 荷重計



Photo 3 油圧ジャッキ



Photo 4 360°プリズム

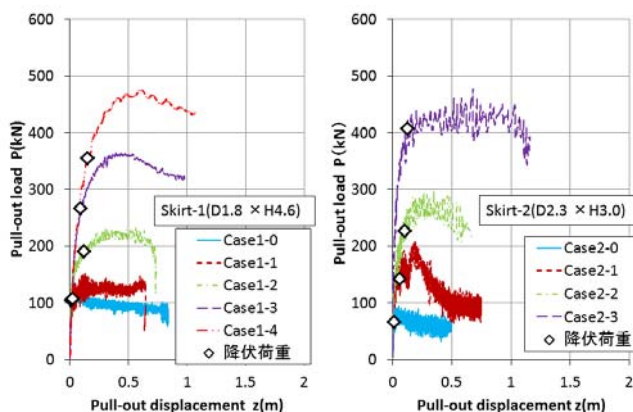


Fig.2 引抜き荷重-引抜き変位

キーワード スカートサクシヨン基礎、引抜き速度、サクシヨン、引抜き抵抗、引抜き実験

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

リスカート 2 のほうが大きくなった。サクシヨンによる引抜き抵抗は、発生サクシヨンとスカート内断面積の積で推定できるため、スカートの径を大きくすることで、その根入れを短くすることが可能となる。

Fig.3 に頂版付近のサクシヨン P_s —引抜き変位 z の関係を示す。サクシヨンは微小な引抜き変位で急増し、その後スカート模型が引抜かれ始めても漸増する傾向がみられた。引抜き変位の進行に伴うサクシヨンと引抜き抵抗の変化は相関性が高いことから、サクシヨンの増大が引抜き抵抗の増大に大きく寄与すると考えられる。なお、各スカートの頂版排水条件では、サクシヨンはほぼ発生しなかったため、自重と周面摩擦抵抗によって引抜きに抵抗することが確認された。

Fig.4 に引抜き荷重—引抜き速度の関係を示す。引抜き速度の増大に伴い、降伏荷重および最大荷重はおおむね線形的に増加する傾向がみられた。

Fig.5 に頂版付近のサクシヨン—引抜き速度の関係を示す。引抜き速度の増大に伴い降伏荷重時および最大荷重時のサクシヨンはおおむね線形的に増加する傾向がみられた。

Fig.6 に降伏荷重時におけるサクシヨンの深度分布を示す。いずれのスカートおよびケースにおいて、先端付近のサクシヨンは頂版付近のそれに比べてやや小さいもののサクシヨンが発生する傾向がみられた。この結果より、サクシヨンによって内部土全体が持ち上げられているものと予想される。また、引抜き速度の増大に伴いサクシヨンは増大し、その深度分布は左側にシフトする結果となった。

4. まとめ

頂版排水条件および引抜き速度の違いによるスカートサクシヨン基礎の引抜き抵抗を把握するため、実海域引抜き実験を実施した。その結果、引抜き速度の増大に伴い微小な引抜き変位でもサクシヨンが大きく発生し、引抜き抵抗も大きく増大することが実海域規模で確認された。また、暴風時を想定した引抜き速度では、自重+周面摩擦抵抗の 2~5 倍の引抜き抵抗が確認された。

[参考文献] 1) Martin Achmus et al.; Numerical Simulation of the Tensile Resistance of Suction Buckets in Sand, Journal of Ocean and Wind Energy, Vol. 1, No. 4, November 2014, pp. 231- 239. 2) 粕谷悠紀、伊藤政人ら：スカート・サクシヨン基礎の引抜き抵抗に及ぼす載荷速度の影響（その

1：大型土槽実験、その 2：FEM 解析），土木学会第 70 回年次学術講演会概要集，pp.805-808，2015. 3)伊藤政人ら：スカートサクシヨン基礎の引抜き抵抗に関する実海域実験（その 1：概要および貫入結果），土木学会第 71 回年次学術講演会概要集（投稿中），2016.

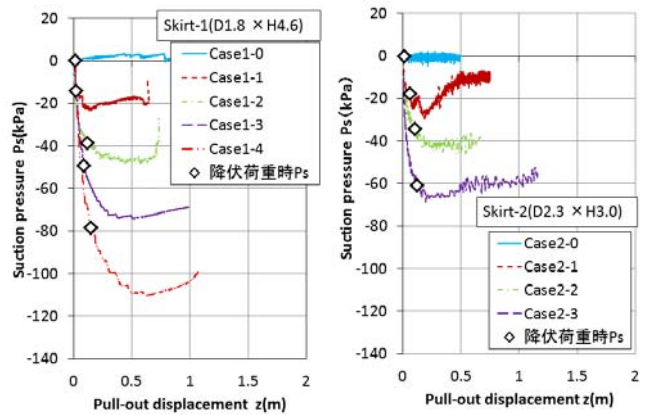


Fig.3 頂版付近のサクシヨン—引抜き変位

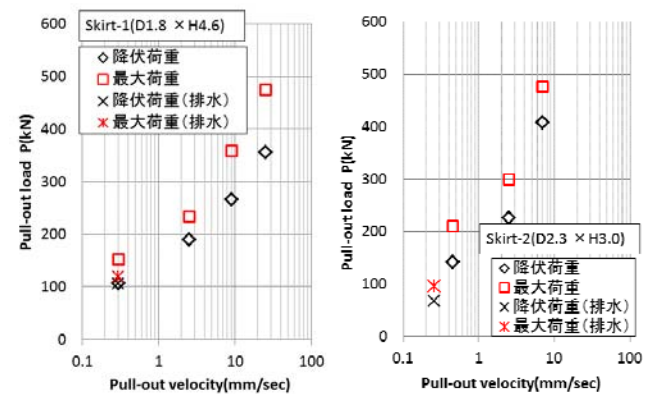


Fig.4 引抜き荷重—引抜き速度

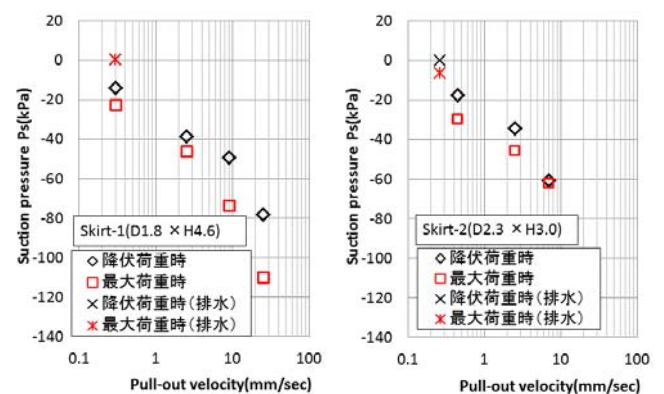


Fig.5 頂版付近のサクシヨン—引抜き速度

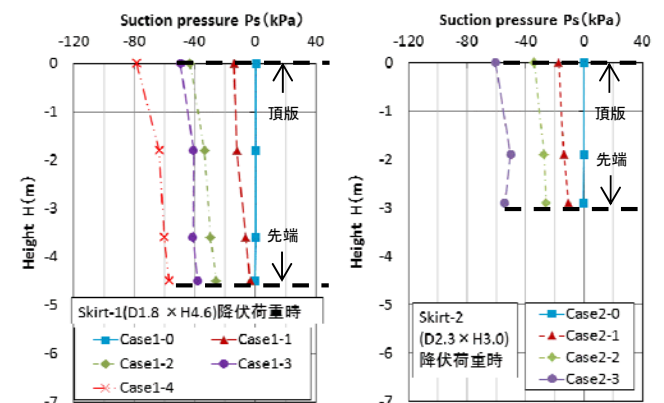


Fig.6 降伏荷重時におけるサクシヨンの深度分布