

加振によるスカートサクシオン貫入性向上に関する実験的検討

(株)大林組 正会員 ○松岡義博 小山宏人 伊藤政人 栗本 卓
(株)大林組技術研究所 正会員 粕谷悠紀

1. はじめに

スカートサクシオンは、ポンプ排水によって貫入させるため (Fig. 1)、騒音振動がなく海洋環境に与える影響が少ないこと、また注水によって完全撤去が可能なことから、洋上風車などの海洋構造物基礎としての適用が期待されている。筆者らは、これまでに、港湾区域内¹⁾や実海域²⁾での大型試験体を用いた実証実験により、貫入抵抗の実測値と国内外の既往予測式は、概ね一致することを確認している。スカートサクシオンの貫入時には、浸透流を阻害する不透水層や予想を超える硬質層の出現により貫入不能となることも考えられ、その対策として、これまでにウォータージェット工法、自重バラストの追加、脈動排水などが知られている³⁾。一方で、杭などの打設時に用いられるパイプロハンマによる加振は急激かつ一時的に先端抵抗および周面摩擦力を低減できる⁴⁾がサクシオンによる貫入不能対策として有効かどうかは解明されていない。そこで、模型を用い実験的に検討を行った結果をここに報告する。

2. 実験概要

土槽は 500L ダイライト (1200mm×750mm×550mm) を使用した。下層に礫層を 50 mm 設置し、その上部に珪砂 7 号にて砂層 400mm を $Dr=90\%$ で作成した。スカートサクシオン模型は直径 508mm, スカート長 700mm, 板厚 9mm の鋼製で気中重量は 125.0kg (1.23kN) である (Photo 1)。計測項目は、スカート内外水圧、スカート先端水圧、頂板加速度、スカート先端加速度、スカート先端土圧、傾斜角である (Fig. 2)。加振には空気圧によって作動するボールパイブレータを 6 基 (最大加振力 12.7kN) スカートの上部側面に 60° 毎に設置した (Photo 1)。Photo 2 に実験状況の全景を示す。Table 1 に実験ケースを示す。貫入時のサクシオン条件として、サクシオン“なし/あり”の 2 条件を比較した。

3. 実験結果

Fig.3 に Case-5 (サクシオンなし) の加速度および貫入量の時刻歴結果を示す。横軸の時間は貫入開始を 0 とした時の時間である。貫入量 182mm で加振を開始したところ、開始前 1 分間平均貫入速度 0.0mm/sec が 2.6mm/sec に増加した。自重のみでは貫入が不能になった状況から、加振することで僅かではあるが

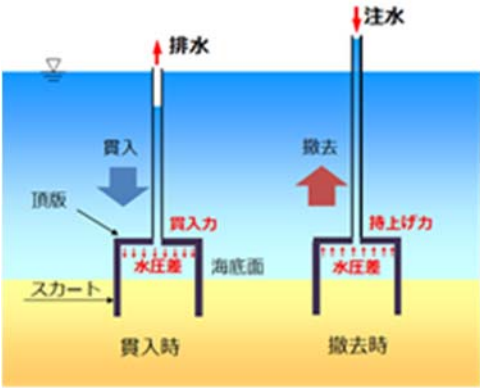


Fig. 1 スカートサクシオンの特徴

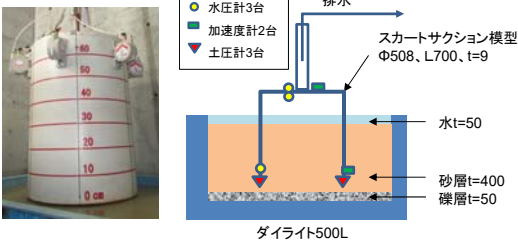


Photo 1 試験体全景 Fig. 2 計測器配置図

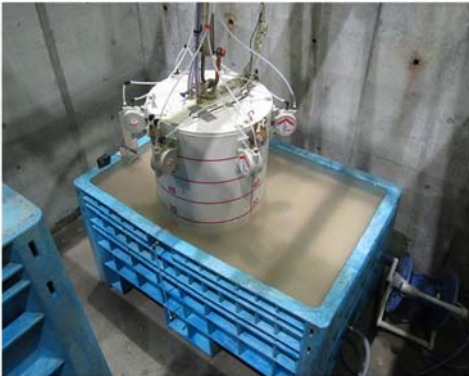


Photo 3 実験状況 全景

Table 1 実験ケース一覧表

case No.	サクシオン 条件	起振数 (台)	起振開始貫入深度 (mm)
case-1	サクシオン なし	2	57
case-2		2	95
case-3		2	103
case-4		2	178
case-5		4	182
case-6		4	186
case-7	サクシオン あり	2	206
case-8		2	225
case-9		2	232
case-10		2	262
case-11		2	298
case-12		4	337

キーワード スカートサクシオン基礎, サクシオン, 加振, 貫入不能, 貫入性向上
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株) 大林組 TEL 03-5769-1307

貫入を進行促進させることが出来た。この効果は、加振により過剰間隙水圧が上昇、土粒子間の有効応力が減少し、先端抵抗・周面摩擦力共に減少したと推測される。加振による加速度は頂板で 6 m/s^2 スカート下部で 0.6 m/s^2 であった。

Fig.4 に Case-12（サクシオンあり）の結果を示す。貫入量 337 mm で加振を開始したところ、開始前 1 分間平均貫入速度 2.7 mm/sec が 26.9 mm/sec に増加した。加振による加速度は頂板で 5 m/s^2 スカート下部で 0.5 m/s^2 とサクシオンなしの Case-5 よりもやや小さかったものの、加振による貫入促進効果は大きくなった。これは、サクシオンの作用により、サクシオンがない場合より、貫入力が大きく、浸透流により貫入抵抗が低減しているためと考えられる。

Fig.5 にスカート下部の加速度と加振後の貫入速度増分を示す。サクシオンがない場合よりもサクシオンがある場合は、同じ加速度でも貫入速度増加効果が大きいことが分かった。また、先端加速度が大きくなるほど効果が増大することが分かった。

4. 実施工への適用検討

今回の実験で4台のボールパイプレータの起振力は与えた空気圧から算定すると約 6.5 kN であった。実機の1基当たりのサクシオンバケットの重量を 450 t とすると、模型重量換算で起振力 250 t （現在市中流通レベル）のバイブロハンマを5基搭載することで貫入性向上効果が得られると推測される。

5. まとめ

本実験により、排水のみによる貫入が不能になった場合においても、サクシオンバケットを加振することで貫入が促進される効果を確認した。

実機レベルにおいても、現在用いられているバイブロハンマ数基で効果が得られることが分かった。

【参考文献】1)加藤一紀, 伊藤政人, 栗本卓, 粕谷悠紀, 樋口俊一: 基礎形状の違いに着目した砂質地盤におけるスカートサクシオン基礎の遠心模型実験, 第54回地盤工学研究発表会, pp1159-1160, 2019.7 2)松岡義博, 住永哲史, 伊藤政人, 栗本卓, 松元和久, 沼崎孝義: 洋上風力基礎スカートサクシオンの実海域実験（その1:実験概要）, 土木学会第77回年次学術講演会, III-236, 2022.9. 3) Sturm, Hendrik: Design Aspects of Suction Caissons for Offshore Wind Turbine Foundations, Proceedings of TC 209 workshop 19th ICSMGE - Seoul, 20 September 2017 4) 森安俊介: バイブロハンマ工法における杭の貫入現象と支持力に関する研究, 博士論文要旨, 13301甲第4923号, 2019.3.

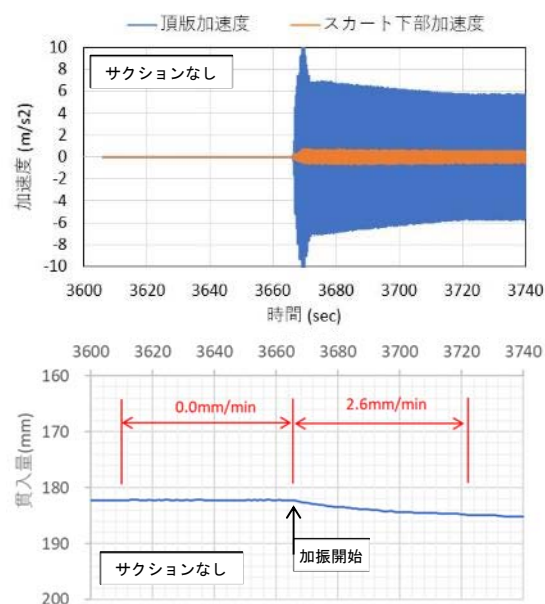


Fig.3 Case-5（上：加速度 下：沈下量）

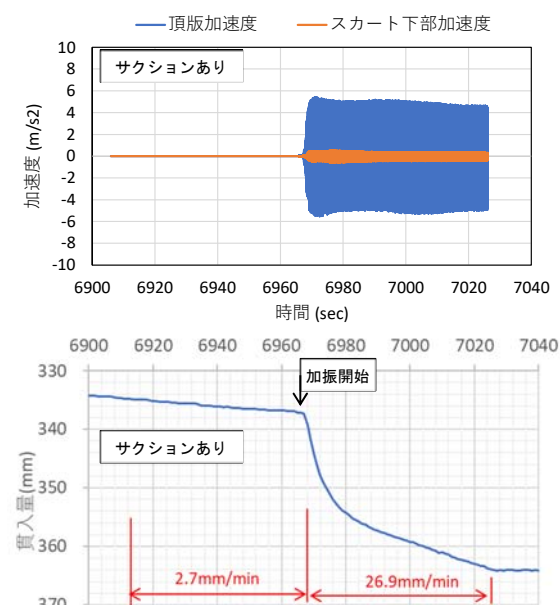


Fig.4 Case-12（上：加速度 下：沈下量）

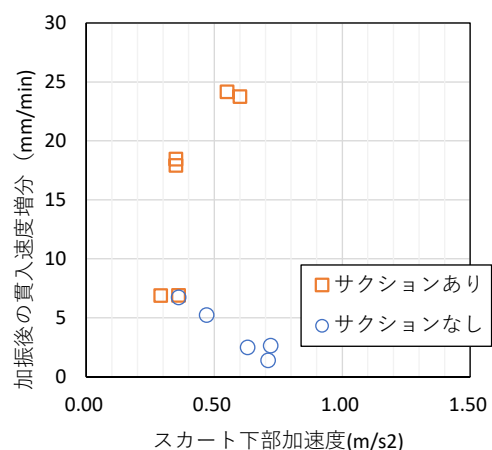


Fig.5 スカート下部加速度と加振後の貫入速度増分