

スカートサクシヨン基礎の高止まりメカニズム解明に向けた地盤の変形の可視化

名古屋工業大学
(株)大林組

学 〇村瀬 颯生 正 前田 健一 学 安部友規
正 小山 宏人

1. 概要

スカートサクシヨン基礎（以下、SS 基礎）は、基礎頂版より下方に伸びた円筒形の壁（スカート）を海底地盤中に貫入させて安定性を確保する新形式の海上基礎で、スカート内の水を排水して生じるスカート内外の水位差（サクシヨンと呼ぶ）を利用する。サクシヨンによる下向き荷重が生じるのに加え、スカート内側地盤に上向きの浸透流が発生することで有効応力が低減し、貫入抵抗が低減する特長を持つ(図-1)。しかし、サクシヨン作用による地盤の乱れを正確に把握して貫入予測することや高止まりした時の対応などに課題がある。貫入途中で高止まりを予測する手法はこれまで確立されていない。既往の研究¹⁾では、SS 基礎を模擬した円筒模型基礎を用い、基礎的な貫入挙動について整理した。本研究では、基礎貫入時における地盤の変状を可視化しながら、間隙水圧を測定し、高止まりメカニズム解明と、高止まりの予測手法の確立を目的としている。

2. 実験概要

実験で用いた装置の概略図を図-2に示す。実験は高さ 300mm、幅 200mm、奥行 200mm の土槽を用いた。水タンクは基礎模型とチューブで接続されており、手で操作できる昇降機上に設置した。土槽には随時水を注入することで土槽内の水位を一定とした。地盤材料は豊浦砂（平均粒径 $D_{50}=0.173\text{mm}$ 、透水係数 $k=2.21\times10^{-4}\text{ m/s}$ ）を用い、各実験ケースとも相対密度 D_r は 40% とした。実験模型（図-3）は半円筒形で基礎の下から 10cm は断面が C 型となっており、観察面との境界から水が浸入することを防ぎ、かつ摩擦を低減するために観察面との接地面には弾性のある両面テープと、その上に養生テープを貼っている。間隙

水圧の計測地点を図-4に示す。間隙水圧の計測地点は基礎中央部において、地表面から 30mm 深度間隔で細管により測定した。実験条件を表-1に示す。実験は 2 ケース行い、両ケースとも相対密度 40%、初期沈下量 25mm、水位降下 3mm/min としている。

3. 実験結果と考察

3.1. 沈下量の経時変化（Case1 と Case2 の比較）

図-5に Case1（貫入）と Case2（高止まり）の沈下量の経時変化を示す。両ケースとも実験開始 14 分後貫入が開始し、その後基礎内の水位低下に伴い、貫入が進行した。Case2 については実験開始 33 分以降、貫入量が 32mm の一定値となり貫入が停止した。両ケースとも若干の差はあるものの、Case2 の貫入停止時刻までは同じような時間-沈下量の応答を示し、沈下量の経時変化から高止まりを予測することは困難であり、高止まりは突如として始まると考えられる。

3.2. 盤ぶくれ量の経時変化（Case1 と Case2 の比較）

図-6に Case1（貫入）と Case2（高止まり）の盤ぶくれ量（基礎内地盤高さ）の経時変化を示す。両ケースともに基礎内の水位低下に伴い、盤ぶくれが発達した。Case2 は貫入が停止した 33 分以降、Case1 に比べて盤ぶくれ量が急増している。このことから盤ぶくれ量から高止まりの予測ができる可能性が考えられる。

表-1 実験条件

ケース	D_r (%)	初期根入量 (mm)	水位降下 (mm/min)	摩擦力 (N)
Case1	40	25	3	22.7
Case2	40	25	3	29.4

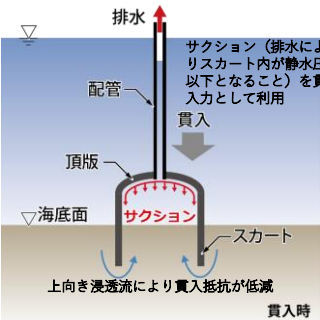


図-1 SS 基礎の貫入の原理

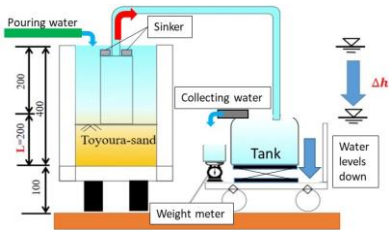


図-2 実験装置概略図

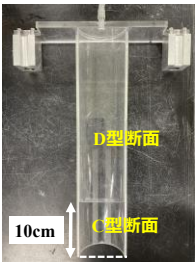


図-3 半円筒基礎模型

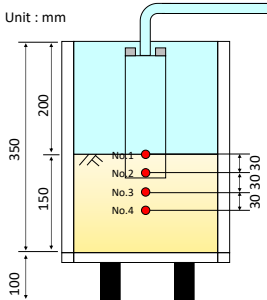


図-4 間隙水圧の測定箇所

キーワード SS 基礎 浸透流 サクシヨン

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

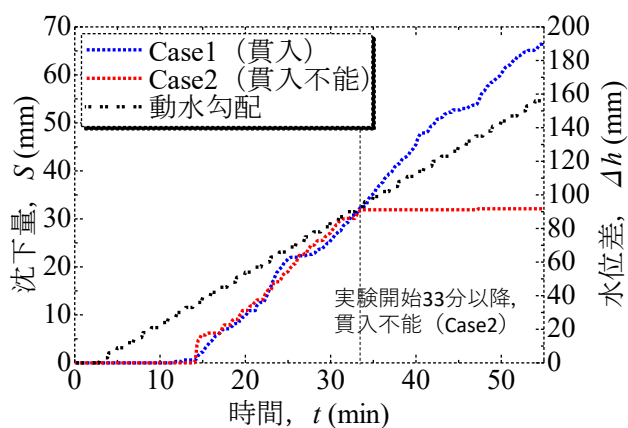


図-5 Case1 (貫入) と Case2 (貫入不能) の
時間-沈下量の結果の比較

また、Case1 は貫入開始前 (実験開始 14 分後) から盤ぶくれが 5mm 程度発達していたのに対し、Case2 は貫入開始前において盤ぶくれは発達していない。このことから基礎が安定的に貫入する際には、貫入開始前に盤ぶくれが発達することが考えられる。一方、貫入開始前に盤ぶくれが発達していないと大きな動水勾配が作用し、不安定な貫入 (大きな貫入量で貫入が開始する) となることが考えられる。

3.3. 間隙水圧の経時変化 (Case1 と Case2 の比較)

図-7 に Case1 (貫入) と Case2 (高止まり) の間隙水圧の経時変化を示す。Case1 については、水位降下 3mm/min を与え続けているため、間隙水圧は低下し続けた。一方、Case2 については、実験開始 33 分以降、間隙水圧が一定もしくは微増となっている。Case2 は実験開始 45 分後に、基礎外側の地盤が 15mm 低下していることが観察された。これは Case1 では観察されなかったため、貫入不能と関係性があると考えられる。既往の研究¹⁾により、局所的な水みちが発生すると、貫入が困難となること

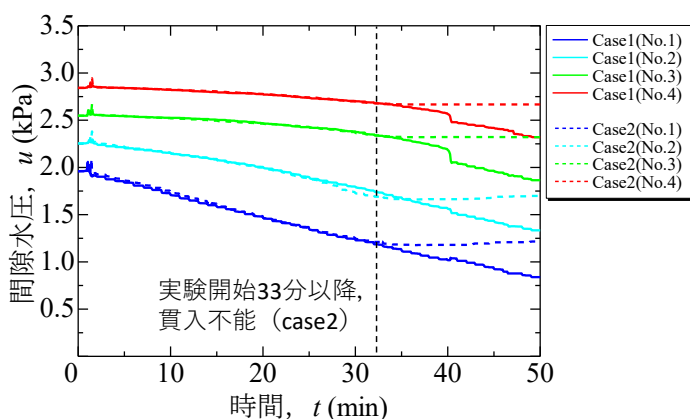


図-7 Case1 (貫入) と Case2 (貫入不能) の
時間-間隙水圧の結果の比較

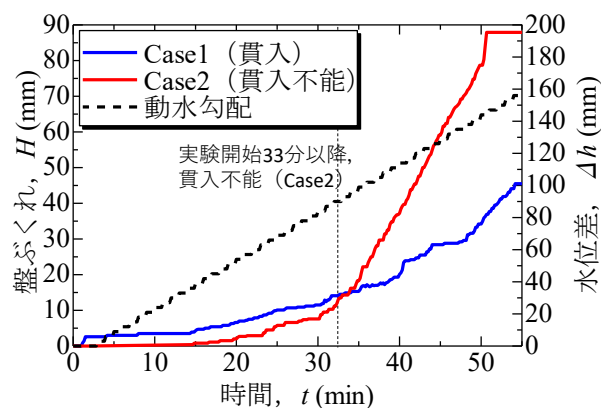


図-6 Case1 (貫入) と Case2 (貫入不能) の
時間-盤ぶくれ量の結果の比較

が分かっている。そのため、Case2 では貫入不能となる前から観察面から観察できない位置 (基礎の裏側) で局所的な水みちが形成されていたことが考えられる。これにより、基礎外側の土粒子が大きく内部に流動し、盤ぶくれ量が大きくなることで、水圧計測地点での等ポテンシャル線の値が大きくなり、Case1 よりも相対的に間隙水圧が大きくなったものと考えられる。すなわち、基礎内の圧力勾配が緩くなり、動水勾配が小さくなることで基礎内地盤の有効応力低下の効果が小さくなり、貫入が困難になることが考えられる。

4. 結言

SS 基礎の高止まりメカニズム解明に向け、地盤の変状を可視化しながら間隙水圧を計測する実験を実施し、以下の知見が得られた。

- 1) 同外力下では、貫入・貫入不能に関わらず、貫入停止時刻までは同じような時間-沈下量の応答を示し、貫入不能は突如として始まると考えられる。
- 2) 貫入開始前に、盤ぶくれが発達していないと大きな貫入量で貫入が開始し、貫入不能の兆しとなると考えられる。
- 3) 貫入に伴い、基礎内の間隙水圧は低下する。貫入不能になると間隙水圧の低下率が小さくなる。
- 4) 貫入不能となるケースは、盤ぶくれが大きく発達しており、土中での浸透経路長が長くなることが考えられる。
- 5) 基礎内部の上向き動水勾配が小さくなることで、地盤の有効重量低下の効果が小さくなり、ますます貫入が困難になることが考えられる。

参考文献

- 1) 小山宏人ら, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.76, No.2, I_883-I_888, 2020.