

## スカート基礎の沈下抑制効果に関する遠心模型実験

(株)大林組 正会員 伊藤 政人 正会員 崎本 純治  
 (株)大林組 正会員 増井 直樹 フェロー 上野 孝之

### 1. はじめに

スカート基礎は、G B S (Gravity Base Structures) と呼ばれる主として重力によって安定を確保する大型の海洋コンクリート構造物の基礎であり、これまで海底油田開発のコンクリートプラットフォームや防波堤などの基礎として実績がある。この基礎を橋梁基礎等の海洋構造物に適用するため、設計・施工技術に関する研究開発をこれまで行っており<sup>1)</sup>、今回このスカート基礎を橋梁構造物の基礎として適用した際の完成後の沈下抑制に関する遠心模型実験を行ったのでここに報告する。

### 2. スカート基礎におけるプレロード効果

スカート基礎は、波浪荷重や地震荷重などの作用時間の短い荷重に対して、スカート下端深さを基礎底面とした直接基礎として設計される<sup>2)</sup>。これはスカート内部の地盤が非排水状態でスカートと一体となって挙動するため、スカートに囲まれた地盤は構造物とみなすことができるためである。一方、長期作用荷重に対しては、スカート内部の地盤は排水状態となるため、最終的にほとんどの荷重をスカートの周面と先端で分担することとなり、この状態での沈下の検討が必要となる。特に橋梁基礎にスカート基礎を用いる場合は、基礎の貫入後に構築される下部工・上部工の死荷重による沈下が上部構造物に対して有害とならないように設計される必要がある。

スカート基礎の海底地盤への貫入には、基礎の自重およびバラスト重量の他、スカート内の水圧を下げることによる水圧差（サクシオンと呼ぶ）を用いる（図-1）。このサクシオンを用いて完成時荷重以上の荷重を貫入時に作用させれば、サクシオン荷重は水圧の回復とともに除荷されるので、完成時荷重が載荷されたときには再載荷過程となり沈下は非常に小さくなる（プレロード効果）と考えられる（図-2）。しかしサクシオン荷重は、外力ではなくスカート基礎と海底地盤を一つの系としたときの内力であること、サクシオンにより海底地盤の有効応力が一時的に低下することなどが

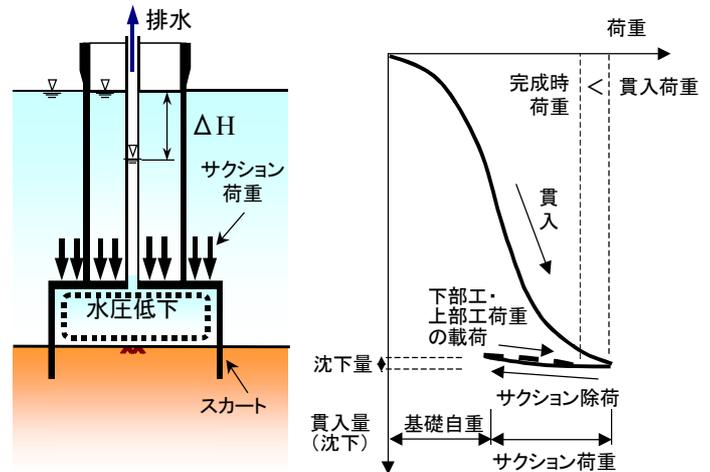


図-1 サクシオン荷重 図-2 サクシオンによるプレロード効果

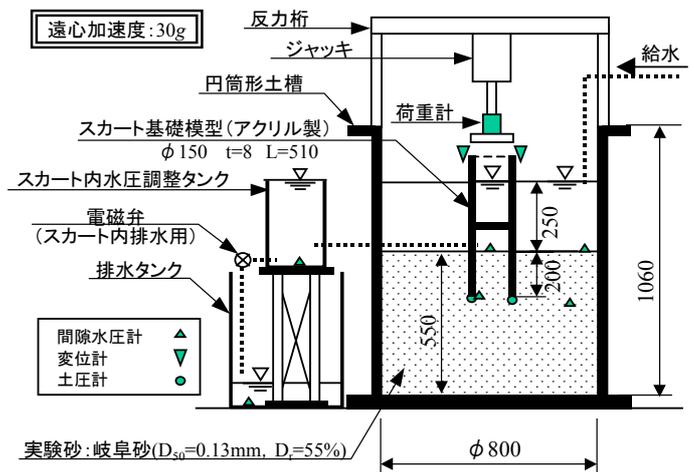


図-3 実験装置

ら、そのプレロード効果の有効性は未解明である。そこで、このサクシオンによるプレロード効果を検証するため遠心模型実験装置を用いて基礎的な実験を行ったので以下にその概要と結果を示す。

### 3. 実験概要

実験に用いた大林組技術研究所の遠心模型実験装置は、回転半径7.0m、バケットテーブル寸法2.2m×2.2m、最大遠心加速度120g、最大搭載容量700t・gの性能を有するものである。

図-3に実験装置を示す。800mmの円形土槽の中に実験砂を空中落下させた後、飽和させ厚さ550mm水深250mmの模型地盤を作成した。スカート基礎模型は、

キーワード スカート基礎、沈下、プレロード、サクシオン

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組技術研究所土木基礎研究室 TEL: 0424-95-0936

150mm, t8mm のアクリルパイプを用い, 1g 場において予め 200mm 地盤に貫入させておき, 所定の遠心加速度到達後貫入を行った (貫入速度 = 1.3mm/min). スカート内と土槽外に設けたスカート内水圧調整タンクは連通しており, 同タンク内の水を電磁弁より排水することで, スカート内の水圧を低下しサクシオン荷重を作用できるようにした. 実験は, 貫入に際してサクシオンを用いる場合と用いない場合の2ケース (表-1) とし, どちらのケースも 30g 場で行った.

4. 実験結果と考察

図-4 に CASE-1 の荷重 - 貫入量関係を示す. 貫入量は, 初期貫入量(200mm)を加えた貫入量をプロトタイプ換算で示してある. CASE-1 では, 貫入量 6.3m および 7.3m で除荷・再載荷を行った. それぞれの再載荷過程において, 履歴荷重内での貫入量は非常に小さく, 履歴荷重を越えると再び貫入量が増大している.

図-5 に CASE-2 の荷重 - 貫入量関係を示す. CASE-2 では, 貫入量 6.3m になるまでジャッキ荷重のみで貫入を行い, その後スカート内の水圧を低下させてサクシオン荷重を作用させた. 作用させたサクシオン圧と貫入量の関係を図-6 に示す. サクシオンを作用させると今回のような砂地盤ではスカート内に上向きの浸透流が発生し, これによりボイリングが生じる恐れがある. そのためサクシオン量は, ボイリングの安全率  $F_s$  が 1.2 を下回らないように管理した.

図-5 には全荷重 (ジャッキ荷重 + サクシオン荷重) とサクシオン荷重を示してある. サクシオン荷重は最大でも 0.7kN (ジャッキ荷重の約 1/6) と小さいものの, サクシオン荷重を作用させている間は, 5kN 程度の貫入荷重で貫入量が増加しており, CASE-1 と比べて貫入抵抗が低減していることがわかる. これはスカート内の上向きの浸透流によりスカート内地盤の有効応力が低減したためである.

貫入量が 6.8m を越えた時点で水圧を回復させ (サクシオン荷重の除荷), その後ジャッキ荷重を除荷し, ジャッキ荷重だけによる再載荷を行った. 再載荷過程における沈下量は, CASE-1 同様, 履歴荷重 (ジャッキ荷重とサクシオン荷重の合計荷重) までは非常に小さかった. これによりサクシオン荷重を作用させて貫入した際もプレロード効果が期待できることが明らかになった.

履歴荷重を越えた後の挙動は, 有効応力が回復しているため除荷前の延長線上より大きな貫入荷重を示すものの, 有効応力が回復しているにも関わらずサクシ

表-1 実験ケース

CASE No.	貫入過程	再載荷過程
CASE-1	ジャッキ荷重	ジャッキ荷重
CASE-2	ジャッキ荷重 + サクシオン荷重	ジャッキ荷重

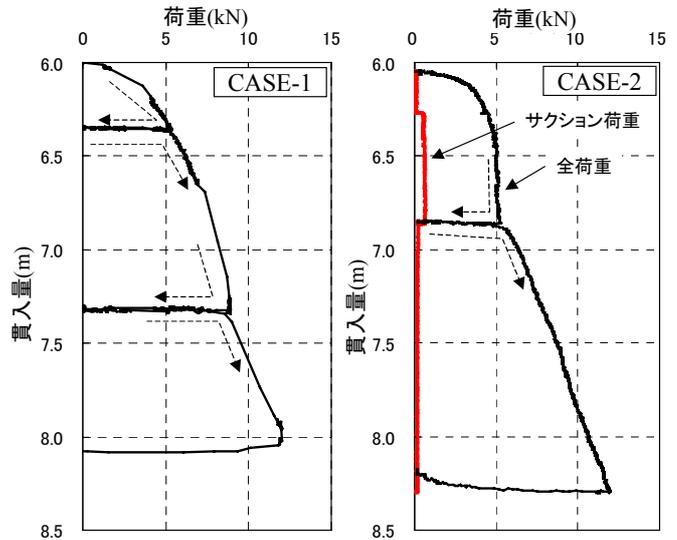


図-4 荷重 - 貫入量(CASE-1) 図-5 荷重 - 貫入量(CASE-2)

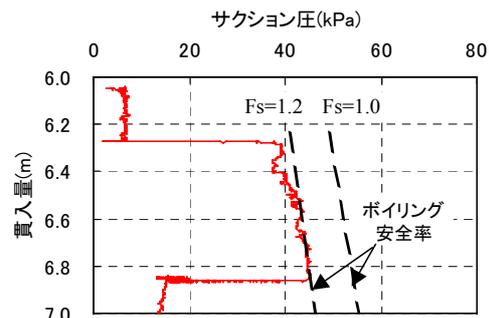


図-6 サクシオン圧 - 貫入量(CASE-2)

オンを作用させない場合と同程度の貫入荷重が発揮されるまでにはさらに約 0.5m (スカート厚の2倍程度) の貫入量が必要となった. このことは, スカートの貫入抵抗はスカート内地盤の有効応力だけでなく, 貫入履歴にも依存することを示唆するものである.

5. まとめ

スカート基礎の長期荷重に対する沈下抑制対策としてサクシオン荷重によるプレロード効果の有効性を検証するため, 基礎的な実験を遠心模型実験により行った. その結果, サクシオン荷重を作用させた場合も通常の外力と同様のプレロード効果が確認できた. 今後は, サクシオン荷重が貫入荷重に支配的となるケースや長期的な沈下特性に関する検討も行っていきたい.

参考文献

1)伊藤, 崎本, 上野, 後藤, 増井, 太田: 新形式海洋構造物基礎の開発, 大林組技術研究所報, No.60, pp67-72, 2000  
 2)Lauritzsen, Schjetne: Stability Calculation for Offshore Gravity Structures, Proc.8th OTC, Vol.1, pp.75 ~ 82, 1976