

スカートサクシヨン基礎の繰返し水平載荷時の挙動（その1：遠心模型実験）

(株)大林組 正会員 ○粕谷悠紀 山田祐樹 高橋真一
(株)大林組 正会員 栗本卓 佐藤伸 伊藤政人

1. はじめに

スカートサクシヨン基礎は、繰返し引抜き荷重を受けた場合に比較的透水性の高い砂質土地盤でもスカート内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¹⁾。また、隔壁の設置により受働サクシヨンが効果的に発生し、水平抵抗力や抵抗モーメントが増加することも確認しているものの²⁾、繰返し水平載荷時の挙動については未解明であった。本報では、隔壁構造を有するスカートサクシヨン基礎の繰返し水平載荷時の挙動を把握するために実施した、遠心模型実験結果について述べる。

2. 実験概要

実験の遠心加速度は40gとした。模型は、基礎内部に十字型で隔壁を設けた4室の基礎構造である。基礎模型の寸法は、直径φ356mm（14.2m）、根入れ長125mm（5.0m）とした（図-1）。なお、カッコ内の寸法は実物に換算した値である。基礎への載荷は油圧ジャッキを用いた。実験はまず単調載荷を変位速度1.0mm/secで行い、単調載荷実験結果からlogP-logS法により降伏荷重 P_y を推定した。次に、繰返し載荷は遠心場での相似則を考慮して周期1.0秒の荷重制御で行い、繰返し回数は暴風時の継続時間と波浪周期10秒を考慮して800波とした。実験パラメータは、荷重振幅が $1/3P_y$ 、 $2/3P_y$ 、 P_y の3ケースとした（表-1）。

地盤は硅砂7号を用い（表-2）、空中落下法により相対密度 $Dr=50\%$ の地盤を作製した。地盤作製後、土槽下部から粘性流体（メトロズ水溶液）を浸透させ飽和させた。なお、粘性流体は、モデル上での透水性が実物と等価となるように粘性を $0.04Pa \cdot s$ （20℃）に調整した。飽和後に模型を地表面に着底させ、自沈後に模型内から粘性流体を排水することにより所定の深度まで貫入させた。計測項目は、載荷点荷重、水平変位、鉛直変位（模型、地表面）、頂版上水圧、頂版直下水圧である（図-1）。なお、頂版直下には頂版と地盤の接触の有無を把握するため、土圧計とした。

3. 実験結果

実験結果はすべて実物換算して整理した。単調載荷実験の載荷荷重－載荷点変位について、logP-logS法により P_y を算定した結果、1,153kN（降伏変位=0.098m）であった。図-2に一例として荷重振幅が $2/3P_y$ の載荷荷重・載荷点変位一時間を示す。繰返し載荷中の変位量は繰返しによって増加するものの、繰返し回数の増大に伴い概ね収束した。なお、荷重振幅の実測は、 $1/3P_y$ で0.28 P_y 、 $2/3P_y$ で0.66 P_y 、 P_y で1.09 P_y であった（表-1）。

図-3に各ケースの載荷荷重－載荷点変位を示す。同図には降伏荷重も併記した。繰返し履歴中における除荷・再載荷の勾配は載荷点変位が増大しても概ね一定であることを確認した。また、 P_y に対して1/3および2/3の荷重振幅での残留変形は、繰返し水平載荷が作用しても比較的小さい範囲に収まることを確認した。荷重振幅が P_y での残留変形は、降伏変位を上回るものの降伏変位の2倍弱で収束する結果となった。

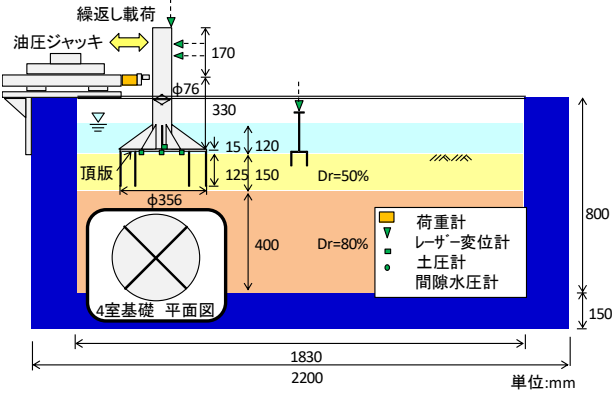


図-1 実験模型および計器配置図

表-1 実験ケース・実験条件

ケース名称	載荷条件	載荷速度 (mm/sec)	荷重振幅 実測
単調載荷	単調	1.0	-
1/3Py	繰返し	-	0.28Py
2/3Py	繰返し	-	0.66Py
Py	繰返し	-	1.09Py

表-2 模型地盤諸元

項目	記号	単位	数値
土粒子密度	ρ_s	g/cm ³	2.687
最大密度	ρ_{dmax}	g/cm ³	1.647
最小密度	ρ_{dmin}	g/cm ³	1.295
平均粒径	D_{50}	mm	0.177
相対密度	Dr	%	50
飽和単位体積重量	ρ_{sat}	g/cm ³	1.938

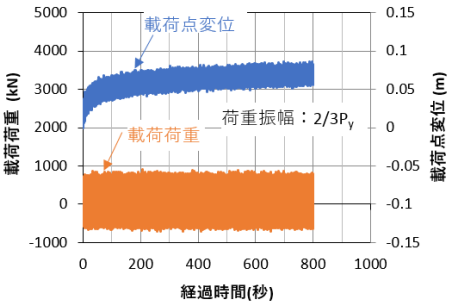


図-2 載荷荷重・載荷点変位一時間
（例：荷重振幅 2/3Py）

キーワード スカートサクシヨン基礎、繰返し水平載荷、遠心模型実験、サクシヨン

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 地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

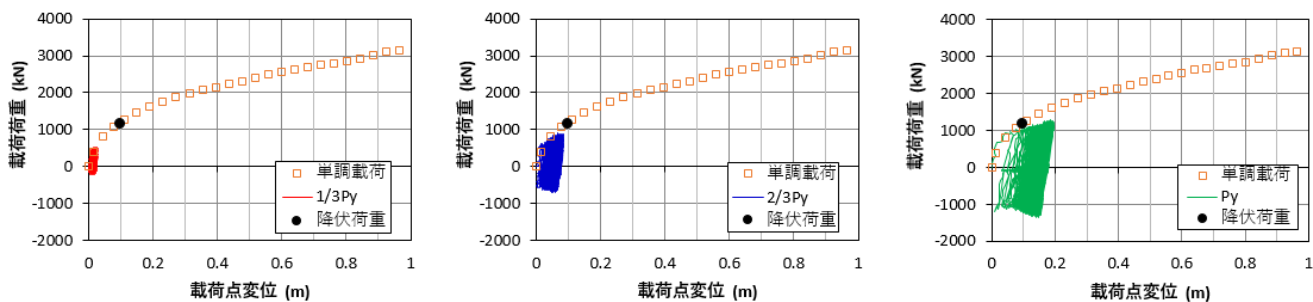


図-3 載荷荷重—載荷点変位

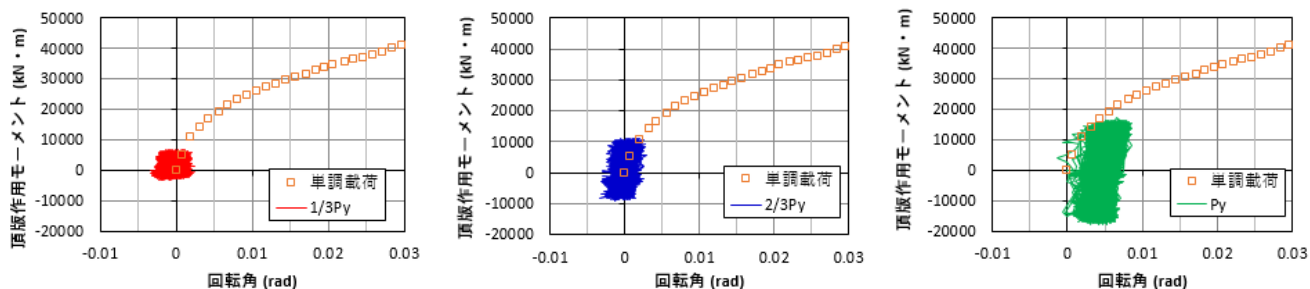


図-4 頂版作用モーメント—回転角

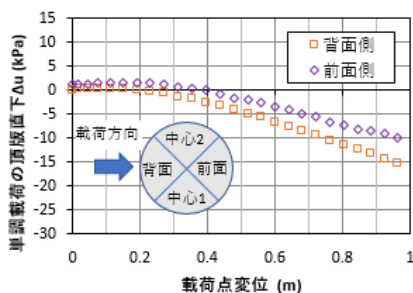
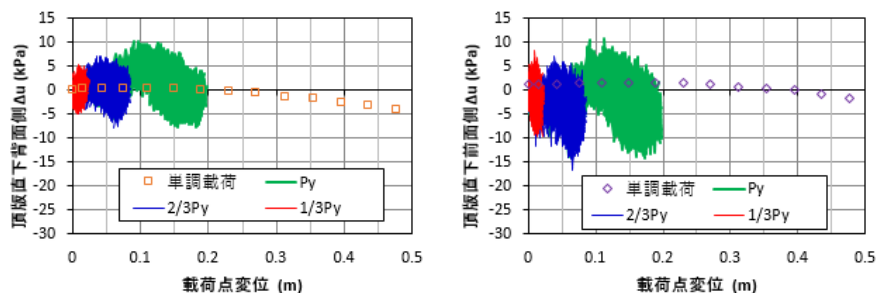
図-5 スカート内外水圧差—載荷点変位
(単調載荷の頂版直下)図-6 繰返し載荷を受ける頂版直下のスカート内外水圧差—載荷点変位
(左：背面側，右：前面側)

図-4 に頂版作用モーメント—回転角を示す。繰返し履歴中における除荷・再載荷の勾配は、回転角が増大しても概ね一定であることを確認した。1/3 P_y 時に比べて 2/3 P_y 時の頂版作用モーメントが 2 倍程度大きくなっても回転角はほとんど増大しないことから、弾性変形内では繰返しの影響は小さいと推察される。荷重振幅が P_y での回転角は、繰返し載荷初期で発生するものの履歴中の増分は小さいといえる。

図-5 に単調載荷における頂版直下のスカート内外水圧差 (Δu)—載荷点変位を示す。背面側は載荷点変位が 0.2m 以上になるとサクシオンが発生するのにに対し、前面側は載荷初期に正圧が発生し、載荷点変位が 0.4m 以上になるとサクシオンに移行した。これは、模型の繰返し水平載荷に伴い基礎が押込みによる沈下から浮上に移行するためと推察される。

図-6 に繰返し載荷を受ける頂版直下の Δu —載荷点変位を示す。図-6 より、前面側と背面側の Δu は振幅幅が多少異なるものの、変位の進行に伴いいずれも正圧からサクシオンに移行する傾向を示し、単調載荷の Δu と同様な挙動を示した。

4. まとめ

隔壁構造を有するスカートサクシオン基礎の遠心場での繰返し水平載荷実験結果を示した。その結果、①時間—水平変位関係より、水平変位は時間（繰返し回数）の増大に伴い収束する傾向がみられる、②降伏荷重に対して 1/3 および 2/3 の荷重振幅での残留変形は、繰返し水平載荷が作用しても比較的小さい範囲に収まる、③繰返し載荷を受ける頂版直下のスカート内外水圧差は、変位の進行に伴い正圧からサクシオンに移行する傾向を示し単調載荷とほぼ同様である、ことを確認した。

【参考文献】1) 粕谷悠紀，山田祐樹，高橋真一，伊藤政人，増井直樹，林秀郎：スカート・サクシオン基礎の繰返し引抜き抵抗に関する実験的検討，第 51 回地盤工学研究発表会，pp.1203-1204，2016.9. 2) 粕谷悠紀，山田祐樹，高橋真一，栗本卓：隔壁構造の違いに着目したスカートサクシオン基礎の水平載荷実験，第 53 回地盤工学研究発表会，（投稿中），2018.7.