

## 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)

(株)大林組技術研究所 正会員 ○粕谷悠紀 山田祐樹 高橋真一  
(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・サクシヨン基礎の建設事例は欧米海域において多数存在するが、大半が粘性土地盤であり、押込み(支持力)および引抜き(抵抗)に関する検討も粘性土地盤のみ行われているのが現状である。一方、日本周辺海域では砂質土地盤が主体である。そのため、国内では主に砂質土地盤の押込み時の貫入抵抗および沈下予測の研究<sup>1)</sup>が行われており、地震時・暴風時の引抜き抵抗に関する研究はほとんどなされていない。本報では、既報<sup>2)</sup>に引続き、載荷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とサクシヨン圧を把握するために実施した大型土槽実験結果について述べる。

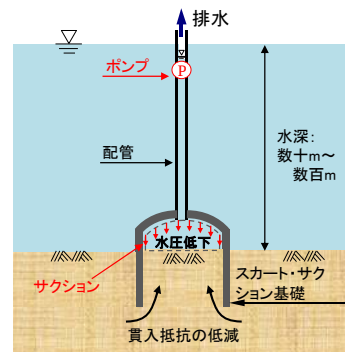


Fig.1 貫入メカニズム

Table 1 引抜き実験ケース

| 実験ケース | スカート模型                             | 頂版排水条件 | 引抜き速度      |
|-------|------------------------------------|--------|------------|
| Case0 | 塩ビ製<br>φ267mm<br>L800mm<br>t12.7mm | 排水     | 1.5 N/sec  |
| Case1 |                                    | 非排水    | 1.5 N/sec  |
| Case2 |                                    | 非排水    | 15 N/sec   |
| Case3 |                                    | 非排水    | 160 N/sec  |
| Case4 |                                    | 非排水    | 3700 N/sec |

## 2. スカート・サクシヨン基礎

スカート・サクシヨン基礎は、頂版より下方に伸びたコンクリート製、または鋼製の筒状の壁(スカート)を海底地盤中に貫入して安定性を確保する基礎である。スカート・サクシヨン基礎の海底への貫入は、スカートの自重、バラスト調整およびスカート内の排水による「サクシヨン(負圧)」によって行われる。Fig.1に示すように、サクシヨンは、①スカート内外の水圧差(サクシヨン圧)が下向き荷重として作用する効果と、②スカート内側に発生する上向きの浸透流によるスカート先端の貫入抵抗が大幅に減少する効果を有している。なお、スカート・サクシヨン基礎に急速な引抜き荷重が作用するときは、スカート内に受働サクシヨンが発生し、大きな引抜き抵抗が期待できる<sup>3)</sup>。

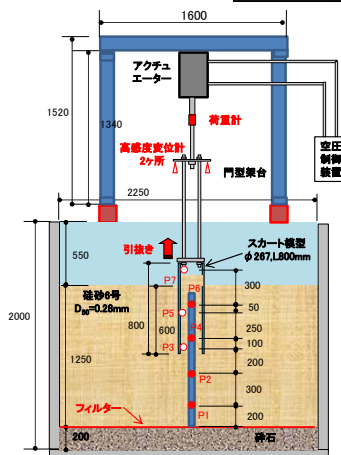


Fig.2 引抜き実験概要図



Photo 1 スカート模型 (φ267)

## 3. 大型土槽実験

## 3.1 実験概要

砂質土地盤における載荷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とサクシヨン圧を把握するため、大型土槽実験を実施した。Table 1に実験ケースを示す。実験は、土槽底部からのボーリングによる均一な砂地盤( $D_r=40\%$ 程度)を作製するため、幅 $2.25\text{m} \times 2.25\text{m}$ 、高さ $2.0\text{m}$ の水締め土槽で実施した(Fig.2)。地盤材料は珪砂6号( $D_{50}=0.28\text{mm}$ )を使用し、 $D_r=40\%$ における $k=3.2 \times 10^{-2}\text{cm/sec}$ 、 $c=0.0\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=31.9^\circ$ である。なお、各ケースの実験前に4か所コーン貫入試験を実施し、各深度の平均コーン指数はばらつきが小さいことを確認している(Fig.3)。スカート模型は、塩ビ製で実物の約 $1/19$ とし、外径 $267\text{mm}$ 、長さ $800\text{mm}$ 、厚さ $12.7\text{mm}$ である(Photo 1)。なお、Case0は模型天端のゴム栓を全て撤去した排水条件下で実施した。

## 3.2 実験方法

貫入方法は、自沈によりスカート模型を $5\text{cm}$ 貫入させ、真空ポンプを用いてスカート内の水を排水して $60\text{cm}$ 貫入させる。貫入時のサクシヨンによるスカート内部土の盛り上がりは、平均で約 $10\text{cm}$ であった。引抜き実験は荷重制御で行った。

キーワード スカート・サクシヨン基礎、引抜き荷重、載荷速度、サクシヨン圧、大型土槽実験

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

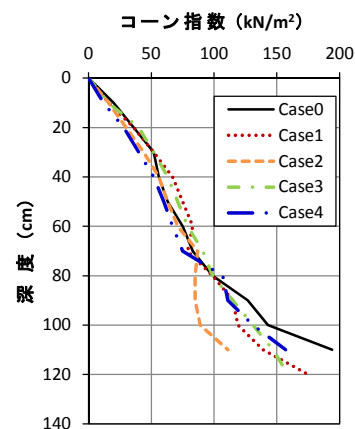


Fig.3 コーン貫入試験結果

### 3.3 実験結果

(1) 引抜き荷重と鉛直変位の関係：Fig.4 に各ケースにおける引抜き荷重と鉛直変位の関係を示す。図中には降伏荷重と最大荷重も併記した。降伏荷重とは、Fig.5 に示すように、荷重－変位曲線の勾配が急激に変化する時の引抜き荷重と定義する。引抜き荷重は1 mm 以内の鉛直変位で急増し、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る。一方、Case0 では、降伏荷重到達後すぐに荷重が低下しており、軟化現象がみられる。

(2) 引抜き荷重と載荷速度の関係：Fig.6 に各ケースにおける引抜き荷重と載荷速度の関係を示す。載荷速度の増大に伴い降伏荷重および最大荷重は増加する傾向がみられる。

(3) サクション圧と鉛直変位の関係：Fig.7 に各ケースにおける頂版付近 (P7) のサクション圧と鉛直変位の関係を示す。サクション圧は極わずかな鉛直変位で急増し、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る。鉛直変位の進行に伴うサクション圧と引抜き荷重の変化は相関性が高いことから、サクション圧の増大が引抜き荷重の増大に大きく寄与すると考えられる。なお、Case0 では、サクション圧がほぼ発生しないことを確認している。

(4) サクション圧と載荷速度の関係：Fig.8 に各ケースにおける頂版付近 (P7) のサクション圧と載荷速度の関係を示す。載荷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ョン圧は概ね線形的に増加する傾向がみられる。また、Case0 の降伏荷重時のサクション圧はほぼゼロであった。

(5) サクション圧の深度分布：Fig.9 に各ケースにおけるサクション圧の深度分布を示す。降伏荷重時のサクション圧の深度分布は三角形分布であるのに対し、最大荷重時は台形分布となった。これは引抜き荷重の進行に伴い模型の下方までサクション圧が伝達されたためと考えられる。また、降伏荷重時では、模型の頂版付近  $z=+0.2\text{m}$  に比べて底部付近  $z=-0.6\text{m}$  のサクション圧は、載荷速度の増大に伴う増分が小さいのに対し、最大荷重時ではその増分が概ね同等であることから、最大荷重に至るまでスカート模型が引抜かれず砂地盤では底部付近までサクション圧が発生しないことがわかった。

### 4. まとめ

砂地盤における載荷速度の違いによるスカート・サクション基礎の引抜き抵抗とサクション圧を把握するため、大型土槽実験を実施した。その結果、載荷速度の増大に伴い微小変位でサクション圧が大きく発生し、降伏時の引抜き荷重が大きくなることが確認できた。  
[参考文献] 1)伊藤政人ら：スカート・サクション基礎の実証工事にに基づく貫入抵抗予測式の評価，土木学会論文集 No.757, III-66, pp.113-126, 2004.3. 2)粕谷悠紀ら：スカート・サクション基礎の引抜き抵抗に関する基礎的検討，土木学会第 69 回年次学術講演会概要集, pp.117-118, 2014. 3) 海洋架橋・橋梁調査委員会：スカート・サクション基礎の設計・施工マニュアル, pp.19-23, 2005.6.

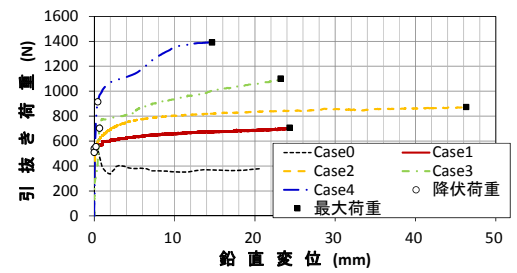


Fig.4 引抜き荷重と鉛直変位の関係

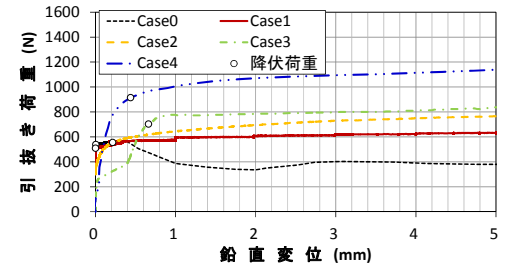


Fig.5 引抜き荷重と鉛直変位(拡大)の関係

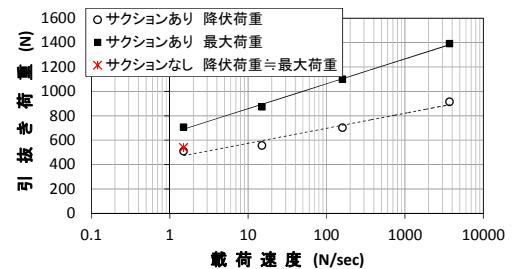


Fig.6 引抜き荷重と載荷速度の関係

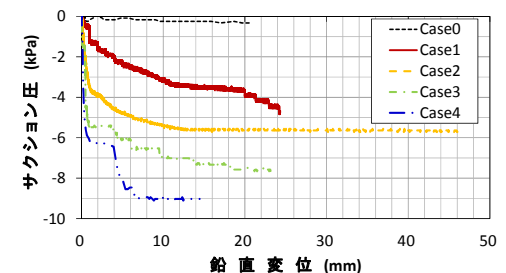


Fig.7 サクション圧 (P7) と鉛直変位の関係

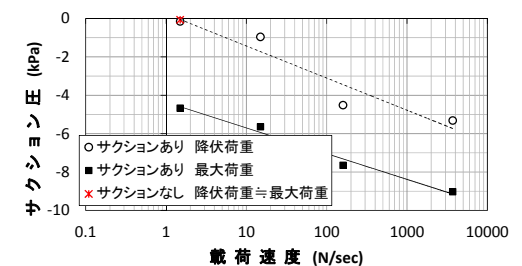


Fig.8 サクション圧 (P7) と載荷速度の関係

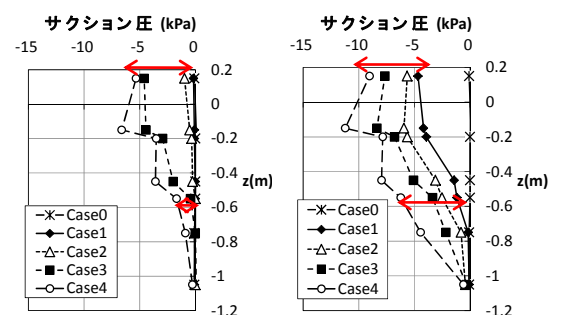


Fig.9 サクション圧の深度分布