

引抜きに対するサクシヨン基礎の支持力特性に関する理論的考察

九州大学大学院 学生会員 伊藤 達也 九州大学大学院 フェロー会員 善 功企  
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

サクシヨン基礎<sup>1)</sup>は、中空円筒状で根入れや開口率などの形状や発生するサクシヨンの利用という点で、中実基礎と比較して滑動、転倒、引抜きに対して高い安定性を示す。そのため、サクシヨン基礎は、波浪などの外力を受けたさいに、基礎内部にサクシヨンが発生し、大きな抵抗力を発現することが予想され、海外においてはアンカーとしての利用が行われている。

本文では、サクシヨン基礎の引抜き荷重に対する支持力特性を明らかにすることを目的とし、有限要素法を用いた数値解析を行った。得られた結果をもとに、基礎の形状と引抜き速度が、支持力特性に与える影響を評価した。また、基礎周辺の変形図や破壊領域図から支持力特性の理論的考察を行った。

2. 内容

2.1 解析概要

新潟県直江津港のプロトタイプを模擬した模型実験<sup>2)</sup>を対象に解析を行った。解析に必要な材料定数などは、模型実験や、換算式から決定した。

図-2 に、本解析で用いた解析メッシュの一例を示す。引抜き荷重は、基礎上部全体に鉛直方向に等分布荷重として与えた。地盤は、非排水条件を仮定した Mohr-Coulomb の破壊基準を適用した弾塑性解析を用い、地盤定数は、ヤング率  $E=732.7\text{kN/m}^2$ 、ポアソン比  $\nu=0.499$ 、せん断抵抗角  $\phi_u=0^\circ$  とし、粘着力  $c_u=1.1, 1.57, 3.49\text{kN/m}^2$ 、引抜き速度 25、50、200mm/s とした。また、サクシヨン基礎の形状は、根入れ幅比  $D/2r_{out}=0.37, 0.73, 1.1$ 、開口率  $(r_{in}/r_{out})^2=0, 0.25, 0.64, 0.81, 0.9$ 、と設定した。

2.2 解析結果

図-3 に、粘着力  $3.49\text{kN/m}^2$ 、根入れ幅比 1.1、開口率 0.81 のケースにおける引抜き抵抗力の推移を示した。引抜き抵抗力は、引抜き量の増加とともに、直線的に増加し、ピーク値を示した後、減少する。引抜き速度が大きくなるにしたがい、ピークに達する引抜き量は大きくなり、ピーク値も大きくなっている。また、最大値からの減少量も大きくなる傾向にある。以下では、ピーク時における最大値を、引抜き強度と定義して考察を行っている。このケースにおける引抜き強度は、引抜き速度 25、50、200mm/s のとき、それぞれ、25.6、34.2、46.6  $\text{kN/m}^2$  である。

図-4 に、粘着力  $1.57\text{kN/m}^2$ 、開口率 0.81 のケースにおける、根入れ幅比と引抜き強度の関係を示した。根入れ幅比が大きくなるにし

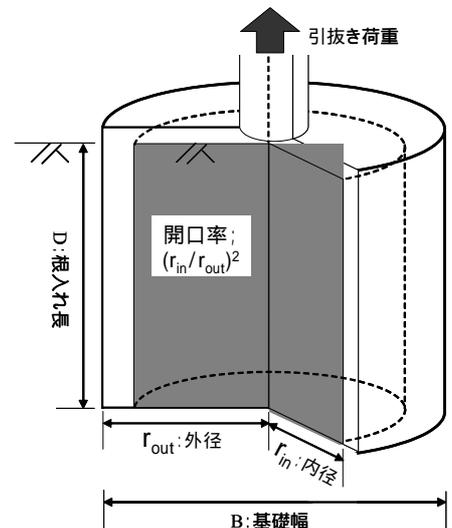


図-1 サクシヨン基礎概略図

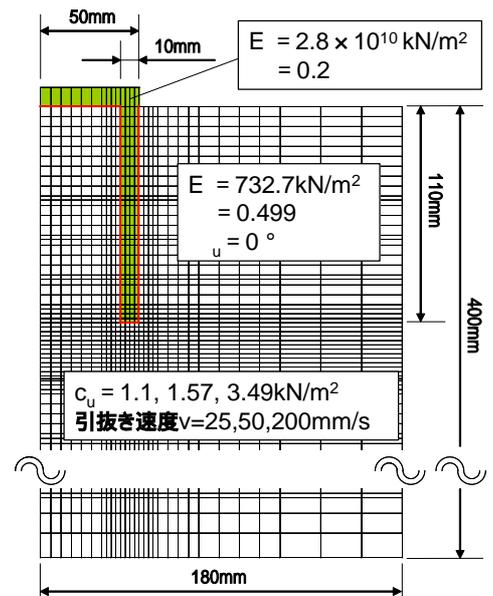


図-2 解析メッシュ概略図

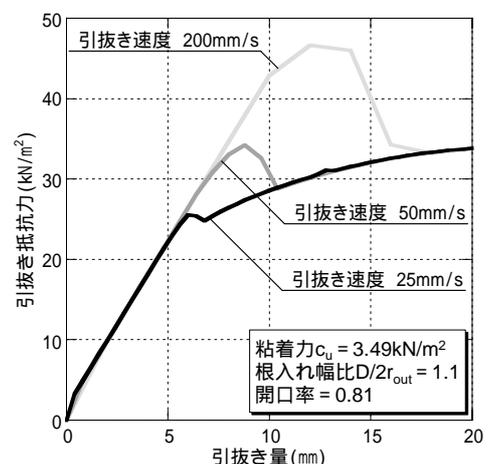


図-3 引抜き抵抗力の推移

たがい、引抜き強度は大きくなる傾向にある。これより、サクシオン基礎の根入れの効果が現れていることが確認された。引抜き速度が大きくなると、全体的に引抜き強度が大きくなり、引抜き強度の増加率も大きくなる傾向にある。また、引抜き速度 25mm/s のケースにおいて、中実基礎の結果と比較すると、サクシオン基礎の場合、大きな引抜き強度を示すことが明らかである。

図-5 に、根入れ幅比 1.1、引抜き速度 50mm/s のケースにおける、開口率と引抜き強度の関係を示した。開口率が約 0.6 以下のときは、開口率が大きくなるにしたがい、引抜き強度は増加する。しかし、開口率が 0.6 ~ 1.0 の間では、粘着力が異なると、引抜き強度が最大となる開口率は異なった。これより、引抜き強度が最大となる開口率が、それぞれの粘着力ごとに存在するのではないかと考えられる。中実基礎の結果と比較すると、粘着力 1.57、3.49 kN/m<sup>2</sup> の場合、すべての開口率で大きな引抜き強度が発現したが、粘着力 1.1 kN/m<sup>2</sup> の場合、開口率 0.9 付近で中実基礎よりも小さい引抜き強度となる。

サクシオン基礎を引抜いたさいの地盤の状況を考察するために、図-6 に変形図、図-7 に破壊領域図を示す。両図ともに、図-3 の引抜き速度 50mm/s のケースで、引抜き抵抗ピーク時の引抜き量 8mm のときの図である。図-6 より、基礎は地盤から鉛直に引抜かれているが、基礎内部の地盤も同時に抜け上がり、そのさいの基礎内部地盤には変形が生じていない。また、基礎外周面付近に着目すると、基礎が抜け上がるのと同時に地盤も浮き上がっている。これは、基礎外周面と周辺粘土地盤の摩擦の影響であると

考えられる。さらに、基礎の底面部付近では、サクシオン基礎の下端を点とした、逆三角形が形成されている。つまり、引抜き後の基礎先端に、くさび状の地盤が形成されるということを示している。図-7 より、基礎の底面においてくさび状の弾性領域が形成されている。つまり、サクシオン基礎の引抜き時においても、基礎直下に三角形の受働くさびが形成され、中実基礎と同様な破壊メカニズムが生じることが明らかである。なお、くさび状の角度は 43° である。

3. 結論

引抜き抵抗力は、引抜き速度ごとに異なるピーク値をもつ。

サクシオン基礎の引抜き強度は、粘着力、根入れ幅比および引抜き速度が大きくなると大きくなる。

サクシオン基礎を引抜いた場合、基礎内部の地盤は基礎と一体となって変位する。これより、引抜きに対する支持力は、中実基礎と同じ破壊モードが形成される。

<参考文献>

- 1) 善功企：棄却された新形式海洋基礎 - サクシオン基礎 - の復活に関する研究、平成 11 年度～平成 13 年度 科学技術研究補助金 ( 基盤研究(B)(2) ) 研究成果報告書、2002
- 2) 善功企・陳光齊・笠間清伸・伊藤達也：過圧密地盤中のサクシオン基礎の引抜き時の破壊モード、第 39 回地盤工学研究発表会、2004

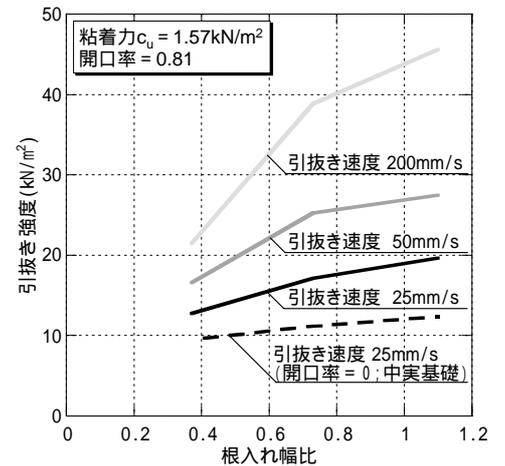


図-4 根入れ幅比と引抜き強度の関係

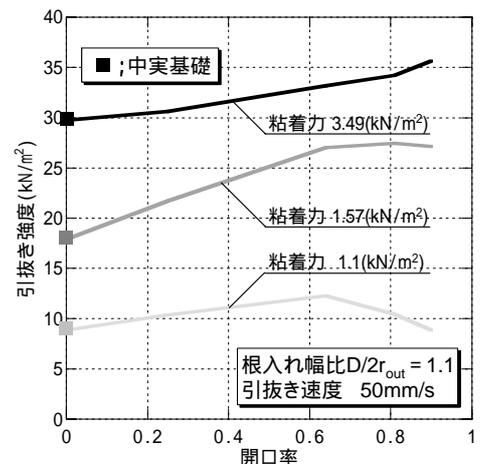


図-5 開口率と引抜き強度の関係

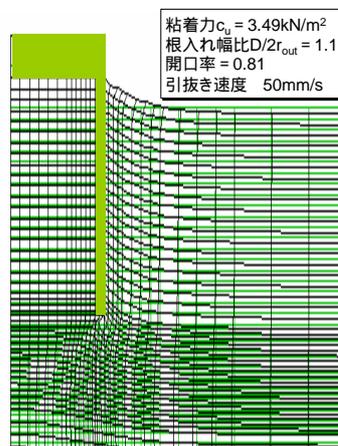


図-6 変形図

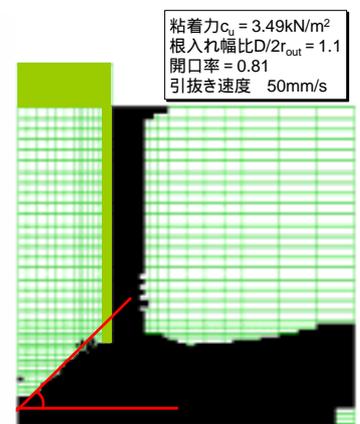


図-7 破壊領域図