

サクシヨン基礎の引抜きに対する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 平松 浩三

1. はじめに

サクシヨン基礎¹⁾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。

以上のことから本文では、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い、基礎周辺の応力分布や変形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

本解析は、新潟県直江津港のプロトタイプをもとに行った模型実験²⁾を対象とした解析を行った。そのため、材料定数などは模型実験から得られたデータや、解析上必要とされる物性値を換算式から求めたものを採用した。

図-2 に本解析で用いた解析メッシュを示す。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。その際、分布荷重は荷重制御で、 98kN/m^2 の段階載荷とした。

地盤は、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、 $E=732.7\text{kN/m}^2$ 、 $\nu=0.499$ 、 $c=3.49\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=0^\circ$ とした。ここで、 c については、バーンセン断試験の結果から求めた。また、模型実験との対応から、サクシヨン基礎の形状については、根入れ幅比 $D/B=1.1$ 、開口率 $(r_{\text{in}}/r_{\text{out}})^2=0.81$ と設定した。

2. 2 解析結果

引抜き量と分布荷重の関係を図-3 に示す。今回の解析では、分布荷重を、荷重制御で 98kN/m^2 の段階載荷として与えている。図-3 より、分布荷重が 784kN/m^2 付近になるまでは、引抜き量はほとんど変動していない。そして、分布荷重が 784kN/m^2 以降では、分布荷重が増加するにしたがって、引抜き量も増加している。つまり、分布荷重が 784kN/m^2 となったあたりで、地盤が破壊していることが示唆される。

サクシヨ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-4 に変形図、図-5 にベクトル図を示す。まず、図-4 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、そのさいの地盤は乱されていない。つまり、基礎内部の地盤

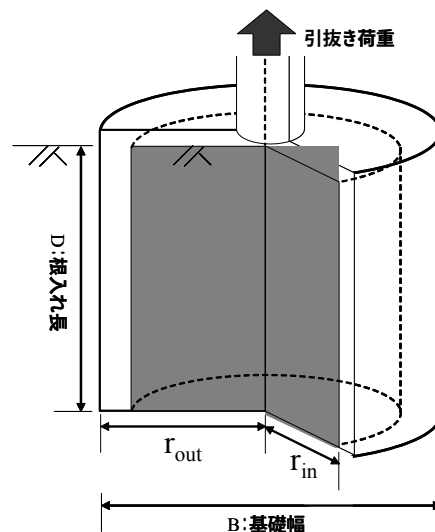


図-1 サクシヨン基礎概略図

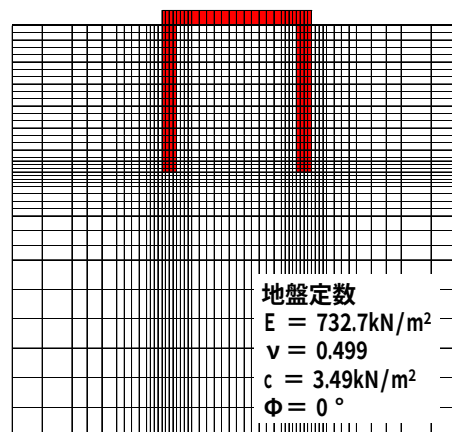


図-2 解析メッシュ図

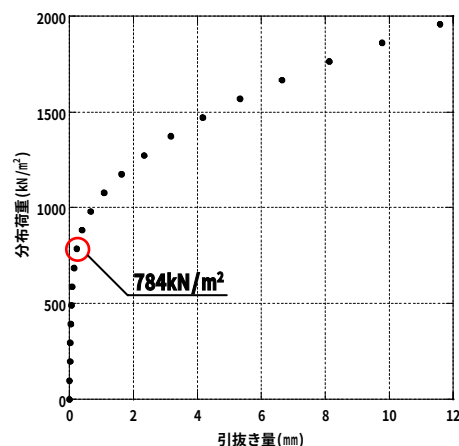


図-3 引抜き量と分布荷重の関係

も同時に抜け上がっていることが分かる。また、基礎の外周面に着目すると、地盤表面付近では、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、外周面の抵抗力による影響であると考えられる。さらに、基礎の底面部付近では、サクシヨン基礎の両端を点とした、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。

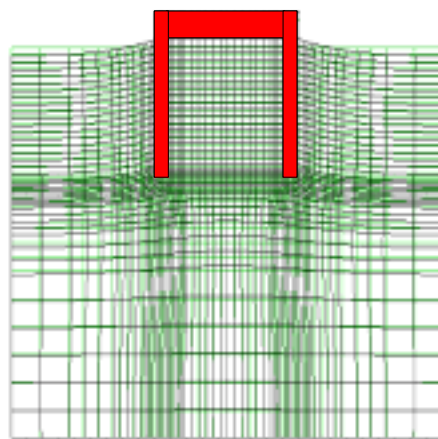


図-4 変形図

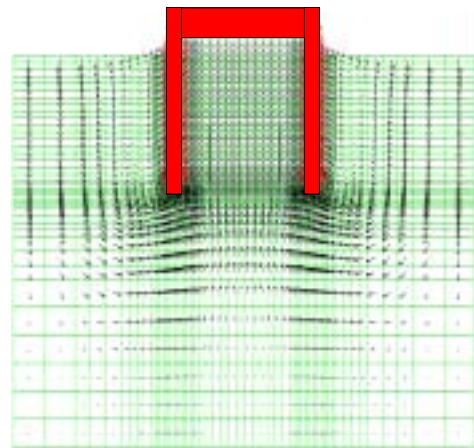


図-5 ベクトル図

また、図-5 より、基礎の内部では基礎が抜け上がるのと同時に、内部の地盤も上昇していることが分かる。また、基礎の外周面でも基礎が抜け上がるのと同時に上昇していることが分かる。さらに、基礎の底面部付近に着目すると、サクシヨン基礎の両端を点とした、逆三角形の部分はまっすぐ鉛直方向に上昇しているが、三角形より外側の部分では中心方向に向かっている。また、さらに外側では円を描くように中心に向かっている。

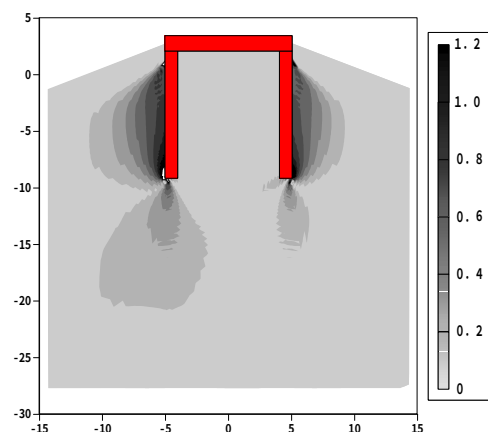


図-6 ひずみ分布図

図-6 に、ひずみ分布図を示す。基礎の内部ではひずみは発生しなかった。つまり、基礎の内部の地盤は、乱されることなく、基礎と一体となって変位することが確認された。また、基礎の外周面にて大きくひずみが発生していることが分かる。特に、基礎の外周面の表面付近にて最も大きくひずみが発生した。これは、基礎の外周面と地盤との間の抵抗が、影響を及ぼしているのではないかと考えられる。

図-7 に、破壊領域図より地盤が破壊したと判断された、 784kN/m^2 時の破壊領域図を示す。黒く示した部分は降伏している部分を示している。これより、基礎の底面においてくさび状の弾性領域が形成された。つまり、このケースにおいてサクシヨン基礎を引抜いた場合、引抜き後、基礎先端にくさび状の地盤が形成されることが予想される。これは、先に行った模型実験の結果と一致している。さらに、くさび状の地盤の角度は 35° であった。

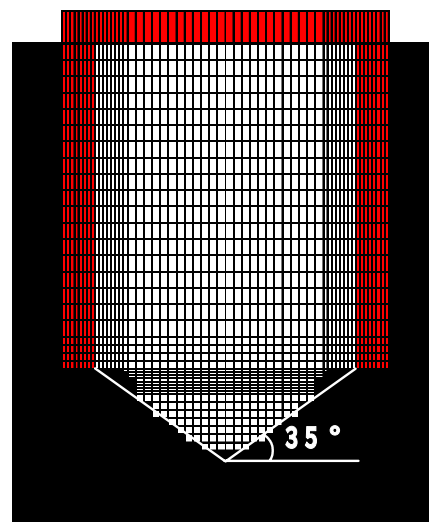


図-7 破壊領域図（破壊時）

3. 結論

- ①段階载荷をした場合、引抜き量は、降伏に達するまではほとんど変化しない。
- ②サクシヨ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、基礎の外周面における周面抵抗および底面における先端抵抗で担われている。

<参考文献>

- 1) 善功企：棄却された新形式海洋基礎—サクシヨン基礎—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・陳光斉・笠間清伸・伊藤達也：過圧密地盤中のサクシヨ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