

サクシヨン基礎の引抜き抵抗力の支持力公式

九州大学大学院 学生会員 ○伊藤 達也 正会員 善 功企
正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

1. 目的

サクシヨン基礎は、中空円筒状で根入れや開口率などの形状やサクシヨンの発生という点で、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、波浪などの外力を受けた際に、基礎内部にサクシヨンが発生し、大きな引抜き抵抗力が発現することが予想され、海外においてアンカーとしての利用が行なわれている。

本研究では、サクシヨン基礎の形状(根入れ幅比、開口率)、実験時の引抜き速度及び粘土地盤の含水比を変化させた引抜き実験を行った。また、引抜き時の地盤の破壊モードと引抜き強度の関連について検討し、支持力公式を導出した。導出した支持力公式における理論値と実験値との比較を行った。

2. 内容

2.1 実験概要

模型粘土層は、直径 400 mm、高さ 400 mm とし、宇部港粘土を用いて実験を行った。基礎の模型は、根入れ幅比と開口率の異なる 6 種類のサクシヨン基礎と、根入れ幅比の異なる 2 種類の中実基礎を用いた。試験時は、模型基礎を定速度で引上げ、引抜き抵抗、変位量及び間隙水圧を測定した。間隙水圧は、基礎の内側と外側及び底面の計 7 箇所を測定した。また、引抜き後、模型基礎周辺の地盤の破壊状況を観察し、引抜き時の破壊モードを調べた。

実験ケースは、開口率 0、0.25、0.64、0.994 と、根入れ幅比 0.37、図-1 の模型基礎を用いて行った。また、引抜き速度は 25、50、200(mm/s)、粘土地盤の含水比は 100% または 130% に調整し、今回は未圧密状態で実験を行った。

2.2 実験結果及び考察

含水比 130%、根入れ幅比 1.1、開口率 0.64、引抜き速度 50 mm/s のケースにおける、引抜き抵抗及びサクシヨンの推移を図-1 に示した。横軸は、引抜き量の変位を、基礎幅で割って正規化している。引抜き直後、引抜き抵抗が急激に増加し、正規化引抜き量約 0.5 でピークに達した。サクシヨンも急激に増加し、あるピークに達したが、その時の正規化引抜き量は計測位置によって異なった。そして、サクシヨンは、外周面に比べ内周面において大きく発生した。基礎の内側・外側においては、底面に近い箇所ほど比較的大きいサクシヨンが発生した。

図-2 に、根入れ幅比 1.1 のケースにおける引抜き速度と引抜き抵抗関係を示した。引抜き強度は、引抜き速度が大きくなると大きくなる。これは、引抜き速度が大きくなると、排水時間が短くなりサクシヨン基礎内外に発生する水圧の消散が小さく、大きなサクシヨンが発生するためだと考えられる。また、開口率 0.64 のケースに着目すると、含水比 130% のケースは、100% のケースに比べ増加の勾配が大きくなった。

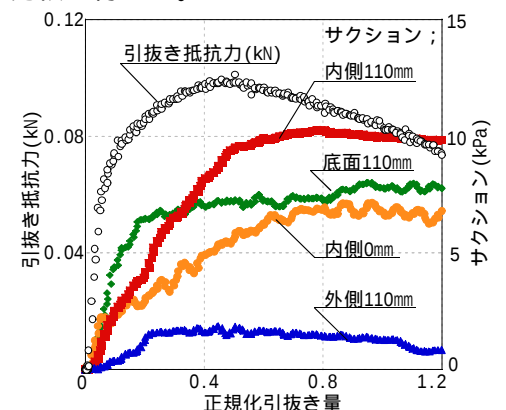


図-1 引抜き抵抗及びサクシヨンの推移

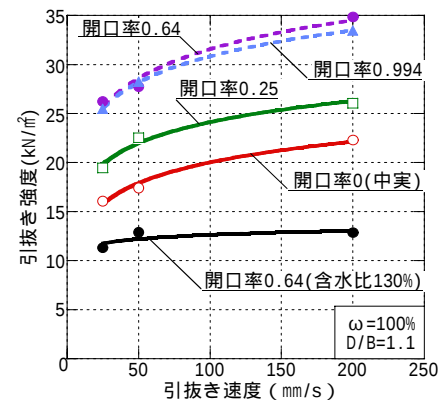


図-2 引抜き速度と引抜き強度

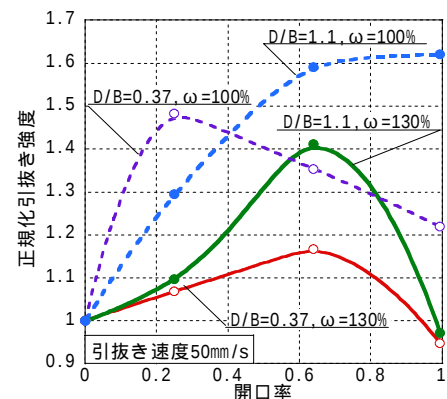


図-3 開口率と引抜き強度

キーワード 基礎，サクシヨン，引抜き試験，支持力公式，破壊モード

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 防災地盤工学研究室 TEL 092-642-4399

図-3 に、開口率と引抜き強度の関係を示した。それぞれ、引抜き強度のピークが現れる開口率は異なっている。つまり、含水比、根入れ幅比などの条件の違いにより、引抜き強度が最も大きくなる開口率が存在することがいえる。また、本文には示してはいないが、引抜き速度が速くなるほどピーク地は大きくなる傾向がある。

図-4 に、引抜き時の地盤の破壊モード概念図を示した。図-4 に示すように、基礎本体のみが抜け上がる場合(モード A)、基礎内部の粘土も同時に抜け上がる場合(モード B)、基礎先端にくさび状の粘土が形成される場合(モード C)の3つの破壊モードが考えられる。引抜き試験後の観察結果による、破壊モードの判定を図-5 に示した。ただし、実際の実験では、モード B で引抜き力がピークとなり、ピーク後に粘土が脱落した可能性も考えられる。したがって、引抜き後、基礎内に粘土が詰まっていない場合はどちらとも判断できない。根入れ幅比 1.1 のケースすべてにおいて、基礎内に粘土が詰まっていたので、モード B で引抜かれたと判断できる。根入れ幅比 0.37 のケースでは、基礎内に粘土が詰まっていない場合も出現し、含水比 100%と 130%とで違いが生じている。また、今回の実験では、モード C は現れなかった。これは未圧密地盤を用いたことも一因と推定される。

破壊モードと引抜き強度の関連について検討すると、モード B と判断されたケースの引抜き強度は、比較的大きく発生していた。しかし、開口率 0.994 のケースにおいては、モード B と判断されたが引抜き強度は小さかった。また、モード A と判断されたケースの引抜き強度は、含水比 100%と 130%とで違いが生じており、含水比が破壊モードに影響を及ぼしていると考えられる。

破壊モード A、B について、図-5 をもとに、サクシヨン基礎の引抜き抵抗力の支持力公式が導出されている¹⁾。

$$F_{RA} = p_{su} \cdot A_u + p_{sd} \cdot A_t + c \cdot 2\pi \cdot r_{out} \cdot D + c \cdot 2\pi \cdot r_{in} \cdot D + W' \quad (\text{式-1})$$

$$F_{RB} = p_{sd} \cdot A_b + p_{sd} \cdot A_t + c \cdot 2\pi \cdot r_{out} \cdot D + W' + W'_s \quad (\text{式-2})$$

ここで、サクシヨン p の値は、解析的に求めるのは困難であるため、模型試験での計測結果を用いた。そして、モード A での引抜き抵抗力 F_{RA} とモード B での引抜き抵抗力 F_{RB} を比較して、小さい方をサクシヨン基礎の引抜き抵抗力とした。

図-6 に、実験値と支持力公式の計算結果により得られた理論値の比較を示した。含水比 100%、根入れ幅比 1.1 のケースにおいて多少ばらつきが見られたが、その他のケースにおいては、ほぼ 1:1 となった。よって、上記の支持力公式によって、実験結果をよく説明できるものと考えられる。

3. 結論

引抜き抵抗力とサクシヨンのピークにおける正規化引抜き量には、ずれが生じた。また、サクシヨンは主に基礎の内側で大きく発生し、内側でも、基礎の底面付近で大きく発生した。

サクシヨン基礎の引抜き強度は、引抜き速度が大きくなると大きくなり、この特性は含水比が小さいほど顕著である。

サクシヨン基礎には、含水比、根入れ幅比の条件ごとに、引抜き強度が最も大きくなる開口率が存在した。破壊モードは、引抜き強度に影響を及ぼし、モード B のとき、比較的大きな引抜き強度が発生した。

サクシヨンを考慮した支持力公式により、実験結果をよく説明することができた。

<参考文献> 1) 山崎浩之・善功企・館下徹：サクシヨン基礎の引抜き抵抗のメカニズムに関する研究、

第 39 回土質工学シンポジウム論文集、pp.73～80、1994

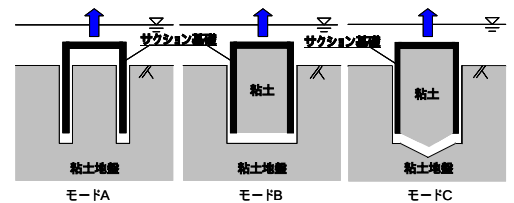


図-4 破壊モード概念図

表-1 引抜き時の破壊モード

含水比100%				含水比130%			
開口率	25	50	200	開口率	25	50	200
0.25	B	B	B	0.25	A	A	A
0.64	A	B	B	0.64	B	B	B
0.994	B	B	B	0.994	B	B	B

上段のものが $D/B = 1.1$ 、下段のものが $D/B = 0.37$

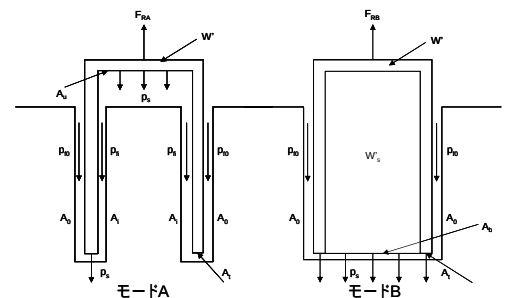


図-5 支持力公式概念図

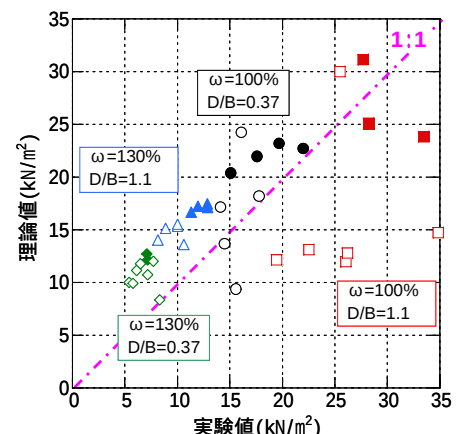


図-6 実験値と理論値の比較