アルミ棒積層地盤を用いたサクション基礎の偏心載荷実験

九州大学工学部　学　○小川　健太郎　　九州大学大学院　正　善　功企
九州大学大学院　正　陳　光斉　　九州大学大学院　正　笠間　清伸

1. はじめに

我々の研究グループでは、サクション基礎[1]を海洋基礎として利用することを目的とした研究を行っている。これまで、サクション基礎の鉛直支持力および引抜き抵抗力に関する実験的な研究を行い、基礎の中心位置に鉛直荷重が作用する場合の支持力算定方法については解明されてきている。本文では、偏心荷重を受けるサクション基礎の支持力特性、および周辺地盤の変形モードを解明することを目的として、アルミ棒積層地盤を模型地盤として用い、サクション基礎および中実基礎に関する偏心載荷実験を行った。また、中心軸載荷実験の結果[2]と本研究の結果を比較し考察した。

2. 実験概要

図-1 は、実験装置の概略図である。模型地盤は、二次元的な地盤の挙動を観察するために、アルミ棒積層地盤を用いた。アルミ棒は直径 1.0 ㎜と 1.6 ㎜を重量比で 3:2 に混合したものを用いた。アルミ棒積層地盤の間隙比は平均 0.262 となった。模型基礎は、直江津港の実証実験で用いられたプロトタイプの外径の 1/200 モデルであり、開口率$(r_{in}/r_{out})^2$=0 の中実基礎と、0.25、0.83 サクション基礎で、各々の根入れ幅比(D/B)=0.37、1.1 である合計 6 体を用いた。荷重の偏心量の影響を調べるために、正規化偏心量(e/B)=0.08、0.42 の 2 パターンについて実験を行った。

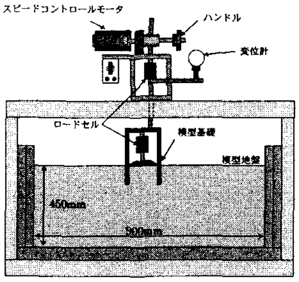

図-1　実験装置概略図

実験では、基礎を変位制御で鉛直方向に 50 ㎜沈下させ、基礎の全抵抗について測定した。また、アルミ棒積層地盤に 15 ㎜間隔のメッシュを書き、載荷中の模型地盤をビデオカメラで撮影し、ひずみ分布図を作成することによって、地盤の挙動とすべり線について考察した。

3.実験結果および考察

1)　極限支持力

図-2 は、根入れ幅比 1.1、0.37。正規化偏心量 0.42 における荷重-沈下曲線である。図-2 より分かるように、開口率 0、0.25、0.83 いずれの基礎においても、明確鉛直荷重のピーク値は見られなかった。ここでは、極限支持力を以下に示す方法で決定した。

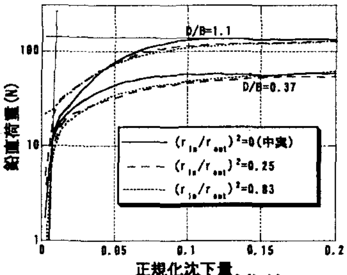

図-2　荷重-沈下曲線

① 荷重-沈下曲線の、荷重の軸を対数表示する。
② 荷重-沈下曲線の初期の勾配を直線で引く。
③ 荷重がほぼ一定となる、正規化沈下量が、0.1～0.3 部分に沿うような直線を引く。
④ ②、③で引いた直線の交点における荷重の値を極限支持力とする。

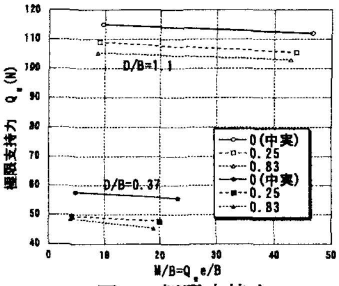

図-3　極限支持力

図-3 は、縦軸に極限支持力、横軸にモーメント荷重を基礎幅で除した値をとったグラフである。根入れ幅比 1.1 の基礎では、100～115N 程度の極限支持力を発揮している。一方、根入れ幅比 0.37 の基礎では、45～58N 程度と、根入れ幅比 1.1 の基礎と比較して、小さな極限支持力となっている。この理由は、根入れ効果の影響と考えられる。偏心に着目すると、正規化偏心量の小さい基礎の方が大きな極限支持力を発揮している。正規化偏心量が大きい程基礎が傾き、十分な閉塞効果を得られない為と考えられる。また、開口率の増加にともなって極限支持力は減少する。この理由は、基礎内部空間が大きい程、基礎内部地盤が閉塞するまでに

必要となる沈下量が増えるためと考えられる。

図-4 は、中実基礎に対するサクション基礎の極限支持力の割合と、開口率の関係を示した図である。中実基礎に対するサクション基礎の極限支持力の割合は、開口率が大きくなるにつれて、減少している。正規化偏心量 0 の鉛直載荷実験では、根入れ幅比が小さい基礎において、開口率の影響は小さく、最小でも中実基礎の 98%程度の極限支持力を発揮している。一方、根入れ幅比が大きい基礎では、開口率の増加とともに、極限支持力の割合は 92%程度にまで減少していた。しかし、本実験では、根入れ幅比 1.1 の基礎では中心軸載荷と同程度に開口率 0.83 で 92%程度の極限支持力を発揮しているのに対し、根入れ幅比 0.37 の基礎では、中実基礎の 82～85%の極限支持力しか発揮しなかった。この理由として、偏心によってモーメント荷重が加わることで基礎が傾き、基礎が回転することで、基礎下の地盤がきれいな主働くさびを形成できないために、極限支持力の減少の割合が大きくなったのではないかと考えられる。この結果については、以下のひずみ分布図からも考察を行う。

2) ひずみ分布図

周辺地盤の破壊モードおよびすべり線を比較するために、正規化偏心量 0.42 で、基礎が 50 ㎜沈下したときの、せん断ひずみ分布図を図-5 に示した。(a)、(b)、(c)、いずれの図からも見て分かるように、基礎の回転方向の側壁付近に大きなひずみが発生している。主働くさびに着目すると、基礎の回転方向と同じ方向にくさびが現れている。(a)、(b)のひずみ分布を比較すると、(a)の開口率 0 の基礎では、深さ 30cm 程度まで、ひずみが現れている。一方、(b)の開口率 0.83 の基礎では、深さ 26～27cm 程度までしかひずみが現れていない。このことから、すべり線が深い位置に影響する程大きな極限支持力を発揮する。(b)、(c)を比較すると、(b)の根入れ幅比 1.1 の基礎では、回転方向の側壁付近に大きなひずみが発生している。一方、(c)の根入れ幅比 0.37 の基礎では、側壁付近にあまり大きなひずみは発生していない。また、発生した主働くさびを比較すると、(b)で発生した主働くさびの面積の方が(c)に比べて大きくなっている。基礎の傾きに着目すると、(b)の基礎に比べると(c)の基礎の傾きの方が大きくなっている。このことも、根入幅比が小さい基礎の方が極限支持力の減少が大きくなった理由として考えられる。

4.結論

1) サクション基礎の極限支持力は、正規化偏心量が増加するほど小さくなる。
2) 偏心載荷において、中実基礎に対するサクション基礎の極限支持力の割合は、根入れ幅比の大きな基礎では、中心軸載荷と同程度で 92%まで減少する。一方、根入れ幅比の小さい基礎では 82～85%と、中心軸載荷より大きな減少傾向を見せる。

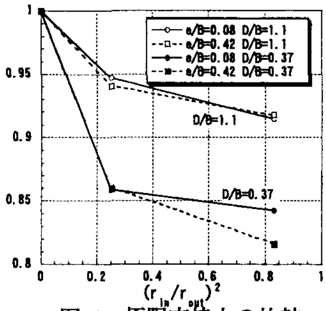

図-4 極限支持力の比較

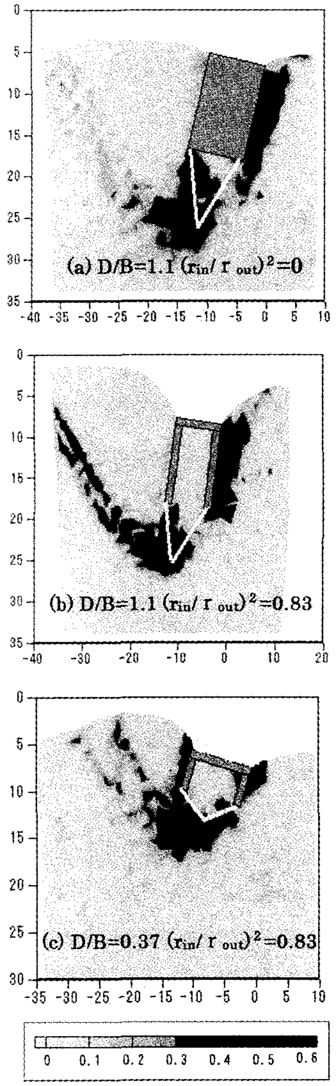

図-5 ひずみ分布図

《参考文献》 1) 善功企：棄却された新形式海洋基礎-サクション基礎-の復活に関する研究、pp12-14、2002.9 2) 出口信太郎・善功企・陳光斉・笠間清伸：サクション基礎の周辺地盤の密度の違いに着目した支持力特性と破壊モード、第 58 回土木学会年次学術講演会講演概要集、pp545-546、2003