

磁力を用いた浮体構造物の係留方法に関する二、三の実験

日本大学理工学部 正会員 ○後藤浩・山田泰生・近藤健雄

はじめに 海洋空間を有効利用するために、海岸構造物として栈橋、防波堤、ドックなどが多数設置されている。その構造形式の一部は浮体構造を有しているものがある。また、農林水産分野において用いられている養殖筏や養殖生簀なども浮体構造物の一種である。

現在、浮体構造物はアンカーと係留索（ワイヤー、チェーン）を用いて係留するのが一般的である¹⁾。しかしながら、海上で卓越した波浪や流れが生じた場合、浮体構造物が破壊されたり、青潮や赤潮の発生により養殖生簀の水産物の死滅が生じたりしている。被害を回避するためには、安全な海域へ移動をすることが最も有効であると考えられるが、現在の係留方法の場合、浮体の移動時には係留索を開放する煩雑な作業を伴うため、浮体構造物を移動することができずそのまま破壊されてしまうことや水産物の死滅を待っている場合が多い。このような現状を打開するために、浮体構造物の係留にアンカーを用いず即座に移動できる手段を考案する必要があると考えられる。

従来、著者らは図1に示されるように、浮体構造物にマグネットを装着させ、海底にマグネット・鉄部材を設置し、磁力によって係留する特許技術（特許 2573660）を有している。本アイデアを用いることにより、マグネットの磁性をとけば容易に浮体を移動させることができリスク回避することが可能である。しかしながら、本技術はまだ十分に具体化されておらず、浮体がどのような挙動をするか、また目的に応じた働きができるかなど検討の余地がある。

ここでは、本技術を具体化の第一歩として、水理模型実験を実施し本技術の妥当性の確認のための二、三の実験を行った。

実験 実験は図2に示すような2次元水平造波水槽を用いて行った。この造波水槽は、長さ30m、幅60cmを有し、水路側壁はガラスとステンレス、実験区間の底面は塩化ビニールボードで構成されている。また、実験模型はプラスチック製で、その寸法の縮尺は1/20は図3に示す通りである（模型を想定している）。なお、実験条件は、表1に示す通りで6ケースであり、浮体の動きをビデオによって撮影・観察した。また、波浪が浮体に作用しても磁力による力で移動しない場合、どのくらいの波力が浮体に作用しているかを電子ばかりを用いて直接計測した（表1のCaseIV～VIについて測定）。図3に示されるように磁石は模型両端4カ所および位置を対応させて底面に4カ所に備え付けた。実験で用いた一対の磁石同士の磁氣的引力 P の大きさと磁石間距離 a との関係を図4に示す。図4に示すように、磁石の磁氣的引力は、接着時は約30N

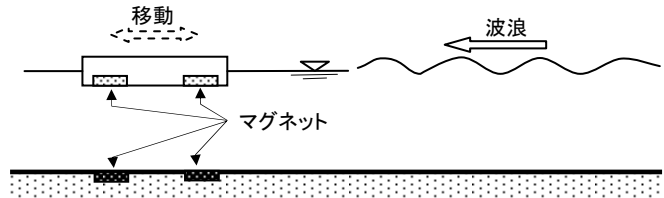


図1 基本構造

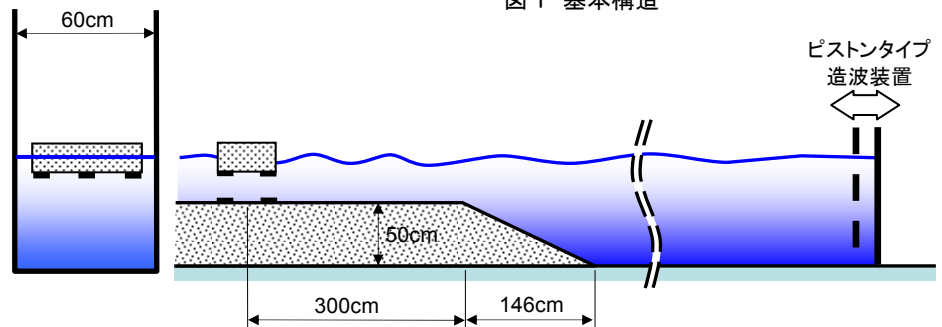


図2 実験水槽

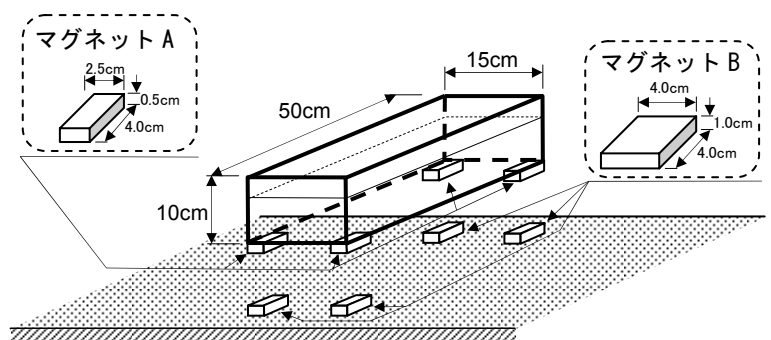


図3 模型と磁石の設置状況

キーワード：浮体、磁力、係留方法

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 FAX.03-3259-0554 e-mail gotoh@civil.cst.nihon-u.ac.jp

となり、磁石間距離 a の 2 乗に反比例して減少するものの、磁石間距離が 15cm 弱まで、磁氣的引力の作用が認められる。

表 1 実験条件

Case	周期	波高	水深	磁石間距離	喫水
I	1.5	2.0	8.0	4.5	6.5
II			13.0	5.0	
III			18.0	10.0	
IV		3.0	13.8	5.8	
V			16.8	8.8	
VI			19.8	11.8	

磁石で係留された浮体の動き

表 1 に示される実験のいずれのケースにおいても、磁力によって浮体は移動することがなく元の位置に留まっていた。Case I の水深が小さい場合の浮体の挙動の一例を図 5 に示す。Case I の場合、図 5 に示されるように、浮体は大きく動き、水面の波形に連動してサージング、ヒービング、ピッチングの運動を行う。特に、波の山部では磁力から解放され下流に流されそうになるが、波の谷部で磁力によって引きつけられるため下流に流されることはない状態が繰り返され、磁力が効いていることが観察から認められる。一方、水深が大きくなった場合にも、磁力による引力が小さくなるものの浮体は移動しなかった。これは、水深が大きくなるに伴って水面付近の水粒子の水平方向の移動速度が小さくなるため、浮体の運動も小さくなり、磁力が僅かでも動かなかったものと考えられる。

浮体に作用する波力の大きさ Case IV～VI において浮体に作用する波力の大きさを整理したものを表 2 に示す。また、表 2 には縮尺 1/20 程度の浮体構造物を想定し、フルードの相似則により実際の構造物に作用する値として計算した波力と磁力も併記してある。表 2 に示されるように、実験模型が 1/20 の縮尺とすると、原型に作用する波力は 40kN～65kN 程度と計算される。図 4 に示される実験に用いた磁力から、原型の場合に換算すると 0.18kN～1.5kN 程の磁力で係留できていることが示

される。すなわち、この場合、波力に対して 1/20～1/170 程度の磁力で係留されていることが理解される。

結論 磁力を用いて浮体を係留する手法について、基礎的検討を行った結果、基本構造としては妥当であることが確認することができた。また、実験模型を 1/20 の縮尺で考えた場合の原型に作用する波力に対して、1/40～1/200 程度の磁力で係留できる可能性があることを示した。

本技術は、実験の状況から、マリーナなどの暫定係留施設、港内静穏度を保つための港口に暫定的に設置する浮き防波堤などへの適用が期待された。また、ピッチングの運動が生じることから、腕時計に用いられている自動巻発電を浮体内部に設置することにより新しいタイプの洋上発電にも使用が可能であり、さらに同時に浮体にソーラーパネルを装着させることにより環境に優しい構造物になると考えられる。

参考文献

1) 水産庁監修、“漁港・漁場の施設の設計の手引き（2003 年度版）”、社団法人全国漁港漁場協会。

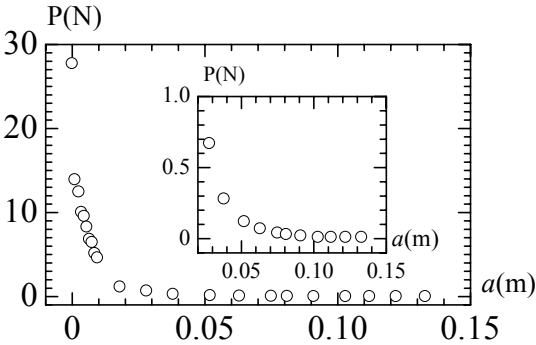


図 4 実験に用いた磁石一对の磁氣的引力の大きさ

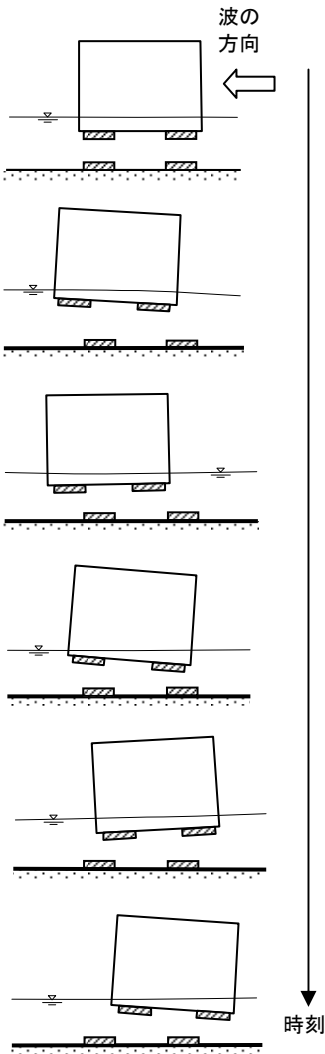


図 5 浮体の動きの一例