

II-519

分割・緊張係留式没水平板の係留基本特性の把握

鹿島建設技術研究所 正員○南 誠信・今井貫爾・秋山義信
海洋科学技術センター 工藤君明

1. はじめに

クレセント（三日月）型没水平板は、波高の小さい波は屈折現象を利用して波を集め、波高の大きな波は平板上で強制的に砕波させ波を消す機能を有する波浪制御構造物である¹⁾。今回、大水深海域で没水平板を経済的に設置することを考え、クレセント形状を48個（ブロック）の正方形の平面形状を持つ分割浮体で製作することを考えた。なお、平板の分割は、浮体ブロック間に間隙を設けることにより揚圧力の低減を期待したものである。また、設置の容易さを考え、最小単位（ユニット）は静定な構造系とし3ブロックの浮体を強緊張（テンションレグ式）3点係留で設置するものとした。したがって、クレセント型没水平板は16ユニット48ブロックの構成となる。本報では、新形式の設置方法である分割・緊張係留方式の実用性を把握するために、上記した1ユニットの浮体模型に荒天時波浪に相当する波高（現地波高約7m）を作用させ、係留索の張力と浮体の動揺特性の把握を行った。合わせて、係留索にスナップ張力が作用するかな否かにも留意した。ここでスナップ張力とは、係留浮体の上昇力（＝浮力－重量）を上回る下向き鉛直波力が作用し一旦張力がゼロになり、それが復元する時に発生するもので、間欠的な時間波形を持ち、大きな張力となるものである。

2. 実験方法

長さ60m、幅2m、高さ2mの2次元大型水路を用い模型縮尺は1/14として実験を行った。実験水深は1.43m、没水深度は0.29m（2割水深）である。また、係留浮体模型は、3ブロックの浮体を相互に間隙を設けて剛結し係留は、3本のワイヤーを用いて強緊張方式で実施した（図-1、表-1）。計測項目は、入射波・二次元動揺量・索張力である。入射波の計測には容量式波高計を、二次元動揺量の計測には画像処理と写真測定の原理を利用した非接触式変位計測装置ビデオトラッカーを、索張力の計測には小型のロードセル型張力計を用いて行った。索張力は3ヶ所の浮体側着鎖点で計測を行い、沖側の係留索の張力を沖側索張力、岸側の2本の係留索の張力をそれぞれ岸右側索張力、岸左側索張力と呼ぶ。実験条件を表-2に示す。なお、水平方向の固有周期は、強制振動試験により1.6秒となった。

3. 実験結果

周期応答実験と波高応答実験の2種類の実験を行った。周期応答実験では係留浮体の索張力と動揺量（sway）の周期応答性（共振特性）を求め、波高応答実験では、周期応答実験で得られた索張力と動揺量の共振周期で、波高を変化させて実験を行い、スナップ荷重の発生の有無の把握を行った。

周期応答実験の結果を図-2に示す。図-2は、周期変化に伴う2本（岸右側、沖側）の索張力の片振幅の変化を示し、縦軸は索張力の片振幅、横軸は波周期である。図には、計測された索張力と

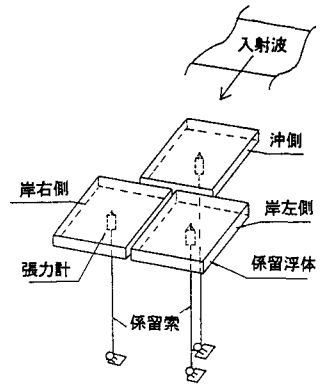


図-1 分割・緊張係留式没水平板

表-1 1ブロックの係留浮体諸元

項 目	模 型 (1/14)
幾 形 何 状	幅 B (m)
	長さ L (m)
	高さ H (m)
重 量 W (kg)	3.669
浮 力 F _b (kg)	21.306
上昇力 F _u ' (kg)	17.637

* 上昇力 F_u = 浮力 F_b - W

表-2 実験条件

実験	水深 h (m)	没水 深 d (m)	周期 T (s)	波高 H (m)
周期 応答	1.43	0.29	1.0 ～ 3.0	0.10
波高 応答	1.43	0.29	1.6 2.0	0.025 ～ 0.580

注：波は規則波を作用させた。

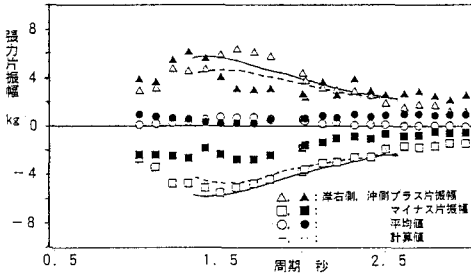


図-2 周期応答実験(岸右側・沖側張力)

鉛直波力の計算結果(線形回析波理論による三次元特異点分布法)を示す。図より、実験値と計算値は概ね一致し、索張力の最大は岸右側係留索で、周期1.6秒で発生する。また、周期の増加につれて張力は減少する傾向にある。これは共振周期から離れること、また、波が長波に近づき作用する鉛直波力が減少するためと考えられる。また、周期の短い範囲では岸側索張力と沖側索張力との差が大きく、周期の長い範囲では、ほとんど同じになる。これは、周期の増加につれて、鉛直波力の分布形状が台形分布から矩形分布になるため、モーメント波力が小さくなる結果として、roll成分の動揺量が低減するためと考える。なお、動揺量swayは周期2.0秒で共振した。

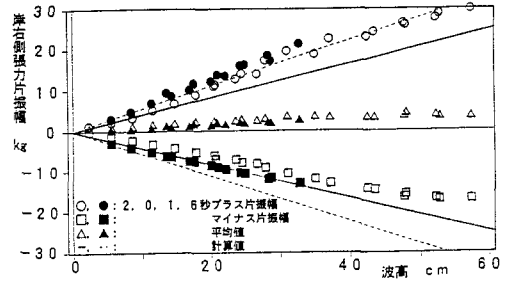


図-3 波高応答実験(岸右側張力)

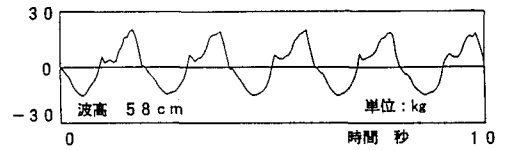


図-4 波高応答実験(岸右側張力時系列)

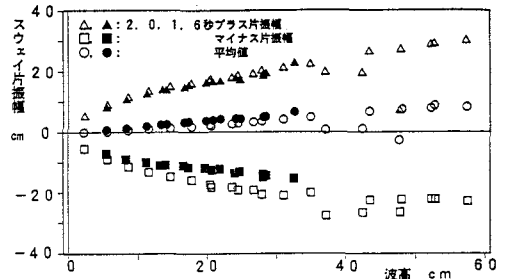


図-5 波高応答実験(sway)

波高応答実験の結果を図-3に示す。図-3は索張力の共振周期1.6秒と動揺量の共振周期2.0秒に関して波高変化に伴う岸右側の索張力の片振幅の変化を示す。縦軸は索張力の片振幅、横軸は波高である。また、

図-4に最大波高が作用した時の時系列波形を示す。波高の増加につれて計測された索張力と鉛直波力の計算結果の一致度が減少している。これは、波高の増加につれて波の非線形性が強くなり線形の計算結果と一致しなくなるためと考えられる。スナップ張力が発生する限界波高は上昇力と下向き鉛直波力の大きさが等しくなる波高と考えられる。しかしながら、計算結果から示されるスナップ張力発生領域においても、実験値ではスナップ張力の発生は見られなかった。これは、ブロック間に間隙を有するため圧抜き効果により鉛直波力が低減しているためと考える。図-5は、共振周期2.0秒に関して波高変化に伴うswayの片振幅の変化を示し、縦軸はswayの片振幅、横軸は波高である。図-5から波の非線形性によらず波高とswayの片振幅は概ね比例関係にある。

4. おわりに

本実験から分割・緊張係留式没水平板の係留基本特性に関し以下の知見が得られた。

- ・ 今回の実験範囲では、計算でスナップ荷重が発生する波高においても係留索に衝撃的なスナップ荷重は発生せず構造上有利であることが確認された。これは、3つの分割ブロック間の隙間が鉛直波力に対し圧抜きの役割をしたためと考える。
- ・ 波高の増加につれて係留浮体の二次元動揺量の増加が見られ、現地換算でswayの両振幅は、常時波浪(現地波高約1m)で約2.8mである。よって、複数設置する場合、係留浮体間の接触・衝突に対して構造的な検討および別途対策が必要と考える。

参考文献: 1) 今井ら, クレセント型没水平板の集波効果に関する研究, 海講34回, 1987.