

係留索の小型化を目的としたカタマラン船型ブイの開発と浮魚礁への適用検討



古賀 祐輝 ①
新里 英幸 ②
岡本 豊 ③
阿瀬 明彦 ④
林 泰嵩 ④

要旨

カナデビア株式会社は多様な浮体式構造物を扱っており、その一つに鋼製ブイがある。これは1本の係留索で海上に定点保持されて運用され、供用年数は一般に10年である。この係留索はチェーンやワイヤーケーブルで構成され、供用期間中に交換されること無く、その間に摩耗や腐食にさらされても破断しない設計としている。また、鋼製ブイにおいては、設置海域の水深が深くなるほど係留索は長大になり、その重量に応じた浮力を確保するために浮体も大きくなる。結果的に多くの鋼材が必要となるため、当社では係留索の小型・軽量化を検討してきた。そこで係留索を小型化するために、浮体に生じる流れや波による抗力を低減可能な鋼製ブイとしてカタマラン船型ブイを開発した。カタマラン船は双胴船の一種であり、二つの船胴をデッキで接続した構造で、船首方向からの抗力を低減でき、広いデッキ面を有するといったメリットがある。本報ではカタマラン船型ブイの開発内容の一部と、カタマラン船型ブイを浮魚礁に適用した場合の効果について紹介する。

キーワード

カタマラン船型ブイ、浮魚礁、数値解析、水槽実験

1. 緒言

カナデビア株式会社は多様な浮体式構造物を扱っており、浮魚礁やGPS波浪計といった鋼製ブイは代表的な製品の一つである。鋼製ブイは1本の係留索で海上に定点保持される。その供用年数は一般に10年であり、その間に浮体や係留索の交換は行われない。係留索にはチェーンやワイヤーケーブルが使用され、10年間腐食や摩耗にさらされても破断しない設計となっている。

鋼製ブイは200 m～1000 m以上の水深に設置され、水深が深いほど長大な係留索が必要となる。図1左側に示すように、係留索の重量を支えるためには浮力が必要であり、係留索が大きいと浮体も大きくなる。したがって係留索が長大になると製品全体の鋼材量が多くなる。また係留索は浮体が水平方向に力を受けて流された時に、破断しないように設計される。例えば、図1中央に示すように、ブイに生じる水平外力が大きいと係留索に生じる張力が大きくなり、それに耐える破断強度を持つ大きな係留索が必要となる。一方で、図1右側に示すように水平外力が小さいと、係留索に生じる張力は小さくなり、破断強度の小さな小型の係留索を使用できる。すなわち浮体に生じる水平外力を低減できれば係留索の小型化が可能となり、浮体の小型化と製品全体の鋼材量の低減が可能となる。

る水平外力を低減できれば係留索の小型化が可能となり、浮体の小型化と製品全体の鋼材量の低減が可能となる。



図1 係留索と水平外力の関係

ブイに生じる主な水平外力として、入射する流体の抗力（流体抵抗）がある。一方で従来の鋼製ブイは円筒型の浮体形状であり、これは特別に流体抵抗を低減できる形状では無い。例えばこれを船形とすれば船首方向から入射する流体の抵抗を低減できるが、船型の浮体は横揺れが大きい。また鋼製ブイは、その位置情報を確認するためのGPSや、その他機器類を搭載するために、定期的なメンテナンスが必要である。そのためデッキ面上での作業性の確保が必須である。

このような背景から、流体抵抗を低減し、かつメンテナンス性を確保できる鋼製ブイとして、図2に示すようなカタマラン船型ブイを開発した。カタマラン船とは双胴船の一種であり、2つの船胴がデッキで接続された構造を有する。その特徴として、船首方向から生じる流れや波に対する抗力が小さいこと、単胴の船型と比較して横揺れが小さ

① 機械事業本部 開発センター

② 機械事業本部 開発センター 博士(工学) 技術士(船舶・海洋部門)

③ 機械事業本部 開発センター 博士(工学)

④ 社会インフラ事業本部 橋梁・鉄構設計部

いこと、広いデッキ面積を確保できることが挙げられる。カタマラン船型ブイの開発では、Computational Fluid Dynamics (CFD)によるブイ周辺流れ場の解析にて、流れ場中の浮体に生じる抗力を求め、流体に対するカタマラン船型ブイの抗力低減効果を明らかにした。また回流水槽とカタマラン船型ブイの模型を用いて実験を行い、模型に対する流れの入射方向ごとに抗力係数を求めた。これにより、実験レベルにてカタマラン船型ブイの流体抵抗の低減効果を確認した。

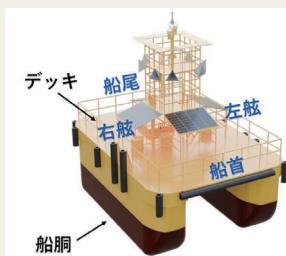


図2 カタマラン船型ブイのイメージ

次に、カタマラン船型ブイの適用先の一つとして表層型浮魚礁（以下、浮魚礁）を設定し、各種解析を行った。浮魚礁は魚類の鰯集を目的として沖合に設置される鋼製ブイで、従来円筒型の浮体が使用され設置水深は1000mを超える場合もある。そこで、カタマラン船型ブイの流体抵抗低減による係留索小型化の効果が高いことから、浮魚礁向けのカタマラン船型ブイ形状（以下、カタマラン浮魚礁）を定め検討の対象とした。なお従来の円筒型浮魚礁の設計で用いられる抗力係数 C_D は1.0であり、その50%以下を目指値として開発を進めた。ある浮魚礁において C_D を0.5として設計を行った場合、係留索の総重量を約30%低減できることが分かっている。

以上より本報では、カタマラン船型ブイの開発について次の内容を紹介する。

- ① CFDによるブイ周辺流れ場の解析結果
- ② 回流水槽を用いた模型実験結果
- ③ カタマラン船型ブイの浮魚礁への適用検討結果

2. CFDによるブイ周辺流れ場の解析

2.1 カタマラン船型ブイと円筒型ブイの比較

2.1.1 概要

先述のとおり従来の鋼製ブイでは、円筒型の浮体形状（以下、円筒型ブイ）が用いられてきた。そこでカタマラン船型ブイと円筒型ブイについてCFDによるブイ周辺流れ場の解析を行い、それぞれの抗力係数 C_D を算出・比較した。

2.1.2 解析モデル

図3にカタマラン船型ブイと円筒型ブイの解析モデルを示す。ここでは円筒型ブイについて、浮力体の下に尾筒と呼ばれる部位を有する尾筒型ブイを対象とした。また両解析モデルについて、着水時に同様の浮力が発生するように、両浮体の排水量を等しくした。

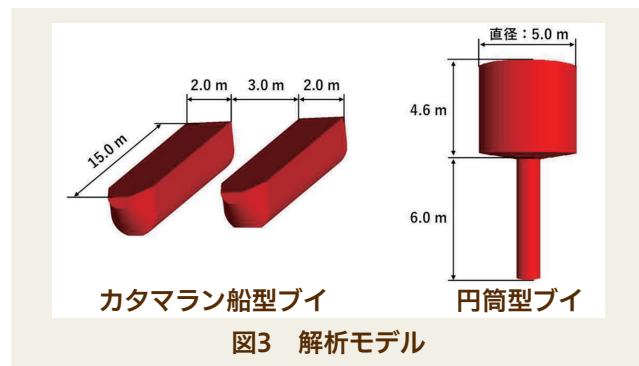


図3 解析モデル

2.1.3 解析条件

表1に解析条件を示す。流速については過去に円筒型ブイの設計で用いられた条件とし、カタマラン船型ブイにおいて流れは船首方向から入射させた。流体は常温の海水とし、動粘性係数を $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 、流体密度を 1025 kg/m^3 とした。

表1 解析条件

浮体形状	円筒型	カタマラン船型
流速 [m/s]	2.06	2.06
動粘性係数 [m^2/s]	1.0E-06	1.0E-06
流体密度 [kg/m^3]	1025	1025

2.1.4 解析結果

CFDによるブイ周辺流れ場の解析では、解析モデル周辺の圧力分布と速度分布を計算できる。圧力を物体周方向に積分することで解析モデルに生じる抗力 F を算出でき、これと式(1)を使って抗力係数 C_D を求められる。

$$C_D = \frac{2F}{\rho Av^2} \cdots (1)$$

ここで、 F は抗力[N]、 ρ は流体の密度[kg/m^3]、 A は投影面積[m^2]、 v は流速[m/s]を表す。

表2にそれぞれの解析モデルの C_D を、図4に各解析モデルの水線面における周辺流れ場の様子を示す。

表2 解析結果（抗力係数 C_D ）

抗力係数 C_D [-]	円筒型	カタマラン船型
	0.91	0.48

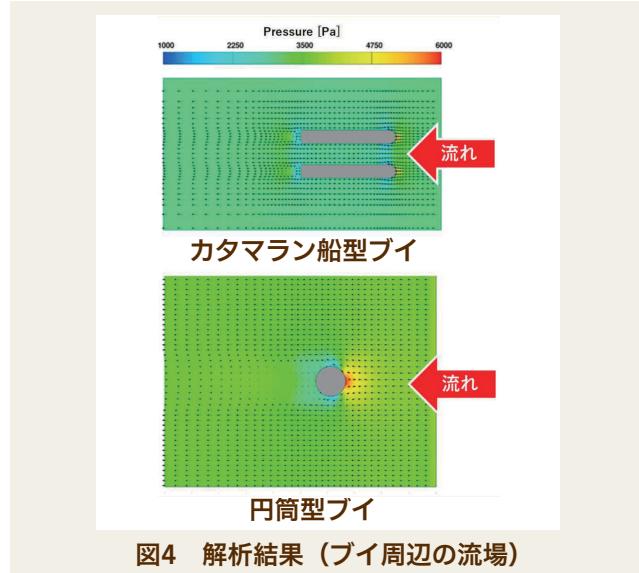


図4 解析結果（ブイ周辺の流場）

図4より円筒型ブイでは前方部の圧力が高く、ブイ後方の流速が低下している。一方、カタマラン船型ブイでは、ブイ前方の圧力は低く、ブイ後方の流速の低下が小さい。したがってカタマラン船型ブイでは、流体がブイ後方へ滑らかに流れており、これが C_D の違いに繋がったと考えられる。以上より、カタマラン船型ブイにおいて船首方向から流れが入射した場合、円筒型ブイよりも C_D が低減されることが確認された。

2.2 抗力係数 C_D を低減する浮体形状の検討

2.2.1 概要

カタマラン船型ブイの浮体形状が異なる場合に、 C_D がどのように変化するかCFDによる流れ場解析で評価した。

2.2.2 解析モデル

浮体形状の異なるカタマラン船型ブイとして図5に示す3種類の解析モデルを用いた。Case 1については2.1節で示した解析モデルと同様の船首と船尾の形状とし、全長を10 mとした。船首の形状については、浮体断面において底面側の形状がU字を呈する。Case 2については船首部の断面がCase 1と同様のU字を呈し、船尾側は断面がV字を呈する形状とし、全長は10 mとした。Case 3については船首と船尾ともに流線形とし、全長は12 mである。またどの解析モデルも船胴の幅を2 m、船胴間の距離を3 mとした。

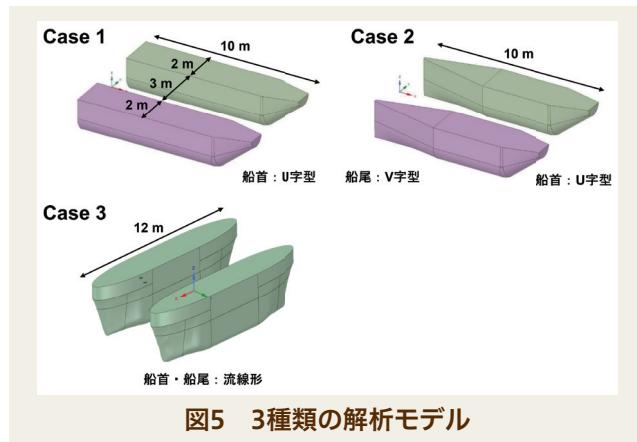


図5 3種類の解析モデル

2.2.3 解析条件

表3に解析条件を示す。各Caseでは流速と排水量を一定とした。ブイの設計のための解析においては、レイノルズ数 Re (式(2))を 1.0×10^6 程度に設定しているため、ここでは Re が 5.0×10^6 または 6.1×10^6 となる流速を設定した。また動粘性係数と流体密度については、流体を常温の海水として与えた。

$$Re = \frac{VL}{\nu} \quad \dots (2)$$

V ：代表速度[m/s]、 L ：代表長さ[m]、 ν ：動粘性係数[m²/s]

表3 解析条件

Case No.	1	2	3
流速 [m/s]	0.60	0.60	0.60
動粘性係数 [m ² /s]	1.2E-06	1.2E-06	1.2E-06
海水密度 [kg/m ³]	1025	1025	1025
レイノルズ数 Re [-]	5.0E+06	5.0E+06	6.1E+06

2.2.4 解析結果

表4に各Caseの C_D を示す。これらを比較するとCase 3の C_D が最も小さかった。また図6にCase 3における解析モデルの水線面における周辺の流れ場を示す。ブイ周辺における速度ベクトルの大きさの変化が少なく、これが C_D の低下に寄与したと考えられる。

表4 解析結果（抗力係数 C_D ）

Case No.	抗力係数 C_D [-]
1	0.37
2	0.25
3	0.16

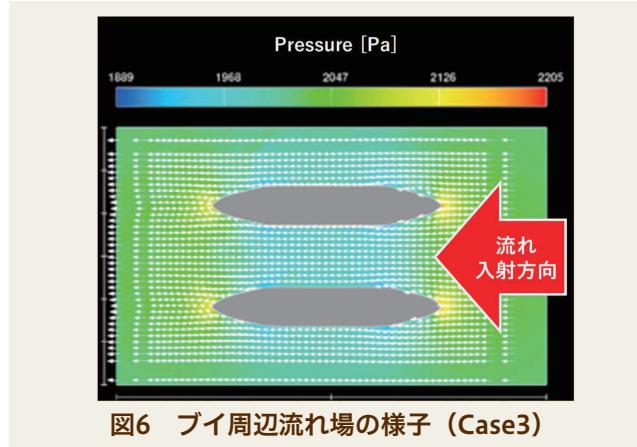


図6 ブイ周辺流れ場の様子 (Case3)

3. 回流水槽を用いた模型実験

3.1 概要

2章にて、カタマラン船型ブイが C_D を低減することを解析から明らかにし、実験でもカタマラン船型ブイの抗力低減効果を確認した。特に図5のCase 3の形状において C_D が最も小さかったため、これを模擬した供試模型を用いて水槽実験を行った。

3.2 供試模型

表5および図7に供試模型の寸法諸元を示す。形状については2.2節に示したCase 3と同様である。

表5 供試模型諸元

項目	供試模型 (1/25スケール)	実機相当
全長 [m]	0.48	12.0
全幅 [m]	0.28	7.0
浮体型深さ [m]	0.14	3.5
船胴幅 [m]	0.08	2.0
船胴間距離 [m]	0.12	3.0
喫水 [m]	0.08	2.0

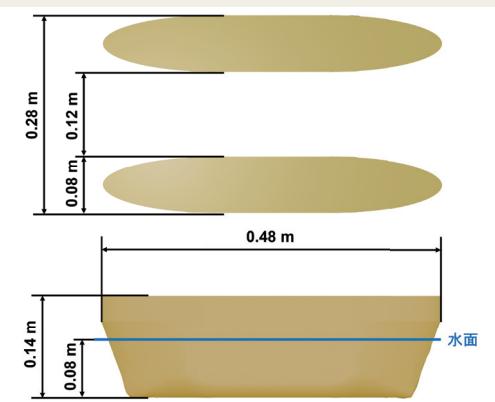


図7 供試模型寸法 (Case 3)

3.3 実験装置

図8に実験装置の概要を、図9に実験の様子を示す。水槽に固定した三分力計に供試模型を固定し、供試模型に流れを与えることで、そこに発生する抗力を計測した。また流速については電磁流速計を用いて計測した。

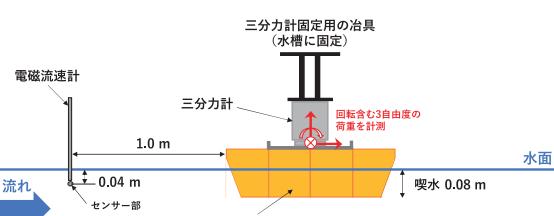


図8 実験装置

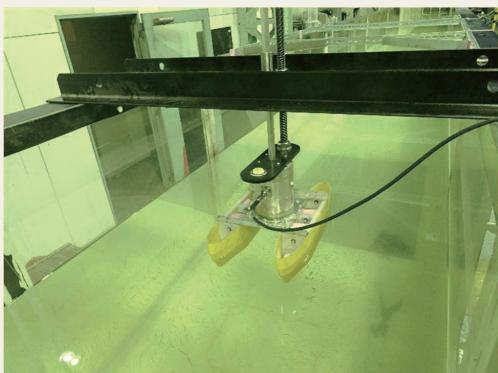


図9 実験の様子

3.4 実験条件

海洋構造物の模型実験においては、フルードの相似則が成り立つとするのが一般的である。そこで本実験の条件もこれに従い設定した。

流速については回流水槽で安定して発生できる流速の最大値として、 0.10 m/s （実機相当で 0.50 m/s ）を船首方向から与えた。この時レイノルズ数は実機相当で 6.0×10^6 であり、乱流域であると想定し実験を行った。

3.5 実験結果

表6に流速の実測値、および抗力係数 C_D を示す。

表4のCase No. 3と同程度の値となり、実験からもカタマラン船型ブイの抗力低減効果を確認できた。

表6 実験結果

項目	供試模型 (1/25スケール)	実機相当
流速(実測値) [m/s]	0.11	0.53
抗力係数 C_D [-]	0.13	0.13

4. カタマラン船型ブイの浮魚礁への適用検討

4.1 概要

3章までの解析と実験にて、カタマラン船型ブイが流体抵抗を低減可能なことが確認された。そこで実製品へ適用すべく、浮魚礁をターゲットとして各種検討を行った。

浮魚礁については設置海域が大水深であるため、長大な係留索と大きな浮体が必要であり、製品全体の鋼材量が多い。一方、従来は円筒型の浮体形状が用いられてきたため、浮体に生じる流体抵抗の低減により、係留索の小型化および軽量化が可能なカタマラン船型ブイの適用は効果的である。ただし浮魚礁については設計、製作、設置までが一括工事として発注されるため製品納期が定められており、ブイの構造等について一部が予め仕様で定められている。そのため、浮魚礁向けのカタマラン船型ブイは、これらの要求を満足する必要がある。

本章では上記の要求を満たす浮魚礁形状を検討するとともに、その形状に対してCFDによる流れ場解析を行い、抗力係数を求めた。またカタマラン浮魚礁に対して時刻歴応答解析を行い係留索に生じる最大荷重（以下、最大係留力）とブイの運動応答変位量を求め、従来の円筒型浮魚礁と比較した。

4.2 浮魚礁への適用に向けた浮体形状

浮魚礁の製作・設置においては、要する時間や客先から提示される製品仕様も考慮しなければならない。例えば仕様として浮体全長が 10 m 以下であることや、二重船殻構造（浮体内部を隔壁で仕切り、外壁の一部が損傷した場合に浮体全体が水没しない構造）である必要が挙げられる。また浮体の製作に要する期間は5ヶ月程度である。これらを2章で示したCase 3の形状で達成するのは、全長が長いことや、船首と船尾の形状が複雑で製作に時間を要すること、隔壁を設置しにくいことから、難しい。

そこで図10に示すカタマラン浮魚礁を提案した。この形状の要点は、上面視における船胴の断面形状を、円弧と直線のみで構成される単純なものとしたことである。カタマラン船型ブイに関わるこれまでの検証から、本形状でも円筒型浮魚礁より十分に抗力を低減できることが予想されたため、この形状を採用した。

これにより浮体の製作を容易にしつつ二重船殻構造とでき、また同様の喫水と排水量であれば、2章のCase 3

のような流線形浮体よりもコンパクトにもできる。

さらに浮体に流れが入射した場合に、浮体がその入射方向に正対しやすいよう、図11のとおり係留索の接続部を船首寄りに配置した。ブイは係留索の接続部を中心に水平面内の回転を呈する。よって浮体が流れの入射方向に正対していない場合、図12のように流れによる抗力で係留索接続部まわりのモーメントが発生し、浮体は入射方向に正対する。ただし、これだけでは係留索の重量により浮体が船首方向に傾斜するため、船尾部にバラストを配置した。

係留索は図13に示すような構成とした。従来の円筒型浮魚礁では係留索が1本で構成されるが、カタマラン浮魚礁では浮体下部でY字型を呈するものとした。これには浮体底面に係留索の接続部を配置する目的がある。なお上部チェーンが2本となるが、1本あたりに生じる係留力は上部チェーンが1本のみの場合と比較して小さくなる。よってチェーンは小さくなり、上部チェーンが1本のみの場合と比較して重量は大きく変わらない。

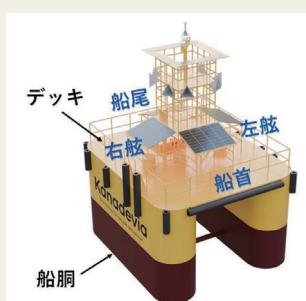


図10 カタマラン浮魚礁のイメージ

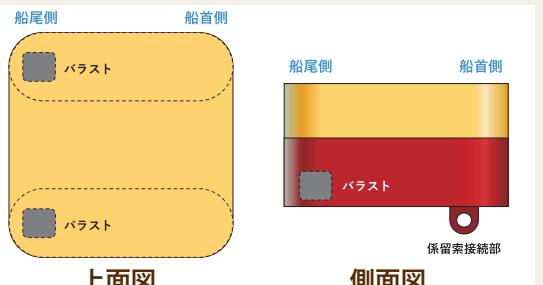


図11 係留索接続部とバラスト

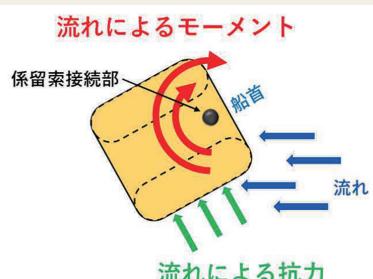


図12 係留索接続部まわりのモーメントのイメージ

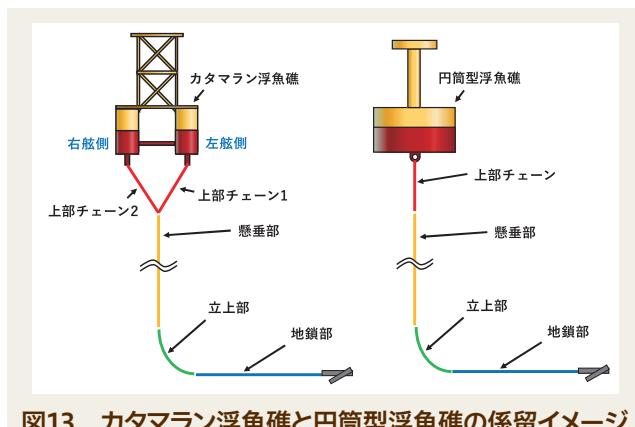


図13 カタマラン浮魚礁と円筒型浮魚礁の係留イメージ

4.3 CFDによるブイ周辺流れ場の解析

カタマラン浮魚礁では、3章までと比較して浮体形状を単純化したため、改めてCFDによるブイ周辺流れ場の解析を行った。

4.3.1 解析モデルと解析条件

図14に解析用の3Dモデルの概観を、表7に解析条件を示す。流れは船首方向から入射させ、流速については過去の浮魚礁の設計で用いた値とした。また動粘性係数と流体密度については、流体を常温の海水として与えた。

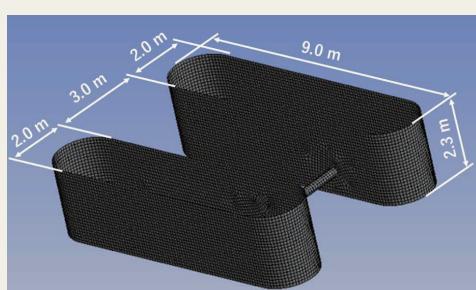


図14 解析モデル

表7 解析条件

流速 [m/s]	1.5
動粘性係数 [m^2/s]	1.0E-06
流体密度 [kg/m^3]	1025

4.3.2 解析結果

解析よりカタマラン浮魚礁の C_D は0.41であった。従来の円筒型浮魚礁はディスクス型と呼ばれる単純な円盤状の浮体形状であり、その C_D は1.0である。つまり、船首方向から流れが入射した場合において、カタマラン浮魚礁は円筒型浮魚礁よりも流体抵抗を50 %以上低減できることが確認された。

4.4 時刻歴応答解析

時刻歴応答解析では係留された浮体の6自由度運動変位、および係留力の時系列を算出できる。ここでは同様の環境条件でカタマラン浮魚礁および円筒型浮魚礁について時刻歴応答解析を行い、その結果を比較した。

4.4.1 解析モデルと解析条件

表8および図15に円筒型およびカタマラン浮魚礁の浮体諸元を示す。これらについては着水時に同様の浮力が発生するように、排水量を等しくした。さらに係留索の諸元は表9に示すとおりであり、カタマラン浮魚礁の方がチェーン呼び径が小さい。なおこれらの呼び径については、係留索のカテナリー計算より決定した。ここで係留索のカテナリー計算とは、図16のように、係留索を質量と長さを持つセグメントの集合とし、最上端に水平外力（=ブイに生じる波・流れ・風による外力）を作用させた場合にセグメントごとの力のつり合いを最下端から順番に計算するものである。セグメントの集合はカテナリー曲線を描き、最上端のセグメント位置をブイの係留索接続部に一致させると、各セグメントに生じる係留力を計算できる。

ただしこれは静的な計算であるため、時刻歴応答解析にて時々刻々と変化する波・流れ・風の影響を確認する。浮体諸元および係留索の構成を反映させたカタマラン浮魚礁の解析モデルの概観が図17である。

表8 浮体の諸元

カタマラン浮魚礁			
排水量 [t]	80.4	全高 [m]	9.0
浮体全長 [m]	9.0	浮体型深さ [m]	3.5
浮体全幅 [m]	7.0	喫水 [m]	2.3
船胴幅 [m]	2.0	船胴間距離 [m]	3.0
重心位置 [m]	x 0.00	y 0.00	z 1.16
慣動半径 [m]	kx 2.57	ky 3.10	kz 2.83
円筒型浮魚礁			
排水量 [t]	80.4	全高 [m]	8.0
浮体直径 [m]	7.0	浮体型深さ [m]	3.6
喫水 [m]	2.1		
重心位置 [m]	x 0.00	y 0.00	z 0.66
慣動半径 [m]	kx 2.00	ky 2.10	kz 2.83

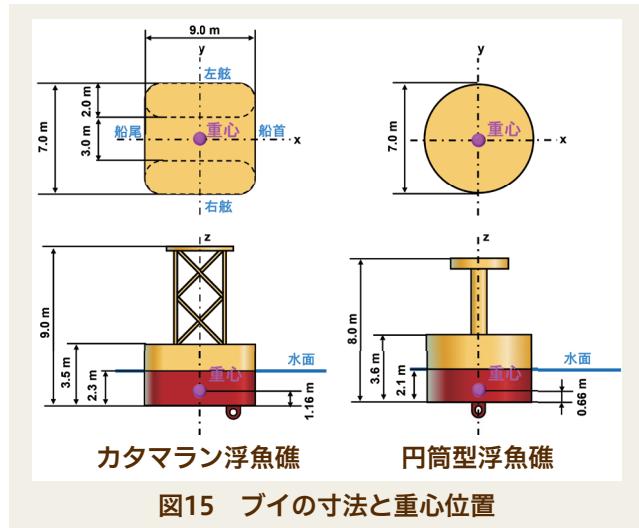


表9 係留索の構成

カタマラン浮魚礁			
係留索	チェーン呼び径 [mm]	長さ [m]	破断荷重 [kN]
上部チェーン1	ø 48	25	1420
上部チェーン2	ø 48	25	1420
懸垂部	ø 64	175	2588
立上部	ø 97	72	2353
地鎖部	ø 68	200	2982

円筒型浮魚礁			
係留索	チェーン呼び径 [mm]	長さ [m]	破断荷重 [kN]
上部チェーン	ø 76	25	3738
懸垂部	ø 81	175	3610
立上部	ø 105	72	3134
地鎖部	ø 68	200	2982

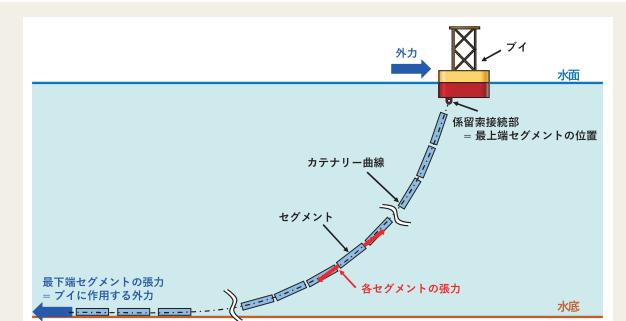


図16 係留索のカテナリー曲線のイメージ

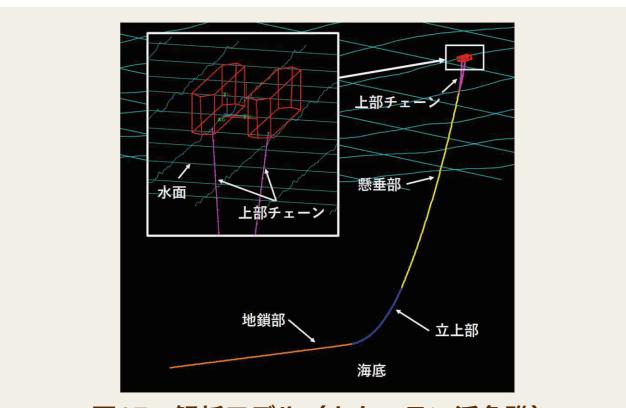


図17 解析モデル（カタマラン浮魚礁）

なお本解析におけるブイの運動に関わる座標の定義は図18に示すとおりで、ブイの重心を原点OとしたO-XYZ座標系で表される。このうち、X軸はブイの船首と船尾を結ぶ方向で船首方向を正に、Y軸はブイの左舷と右舷を結ぶ方向で左舷方向を正に、Z軸は鉛直上向きを正とし、右手系に準じる。X軸方向の並進運動をSurge、Y軸方向の並進運動をSway、Z軸方向の並進運動をHeaveとする。一方で回転運動に関しては、XYZ軸に対し右ねじの法則が成立とする。X軸周りの回転運動をRoll、Y軸周りの回転運動をPitch、Z軸周りの運動をYawとする。

またブイの運動応答の固有周期付近において、ブイの運動変位量のピーク値の大きさに影響を与える粘性減衰係数を以下の方法で算出し入力した。

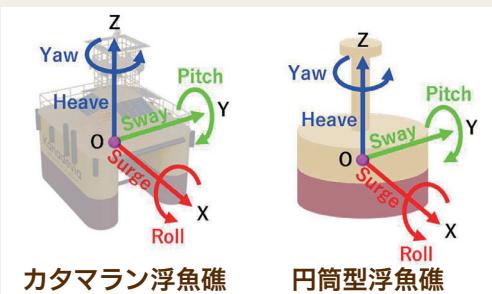


図18 運動に関する座標系の定義

Surge、SwayとHeave方向については、それぞれ船首、船側、船底から流れが生じた場合の抗力係数を用いて算出した。RollとPitch方向については浮体橋のポンツーンの粘性減衰係数を求める方法¹⁾から、Yaw方向については等価線形化法を用いて算出した。また円筒型浮魚礁については上面視で1軸対象の断面であるため、水平面内でのブイの向きが計算結果に影響しない。したがってYaw方向の粘性減衰係数は与えなかった。

さらに、表10に解析で入力に用いた環境条件を示す。ここで波・流れ・風については、全て船首方向から入射させた。

表10 環境条件

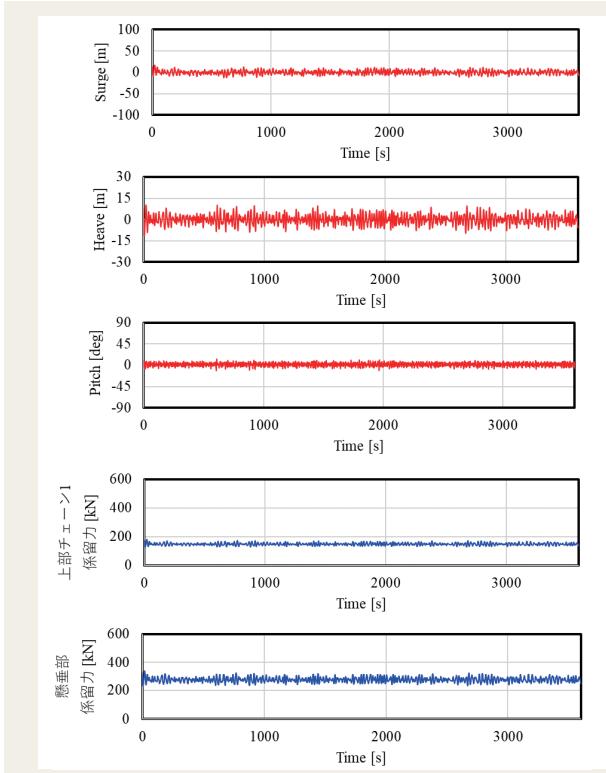
水深[m]	231
有義波高[m]	12.6
有義波周期[s]	25.0
流速[m/s]	1.50
風速[m/s]	60.0

4.4.2 解析結果

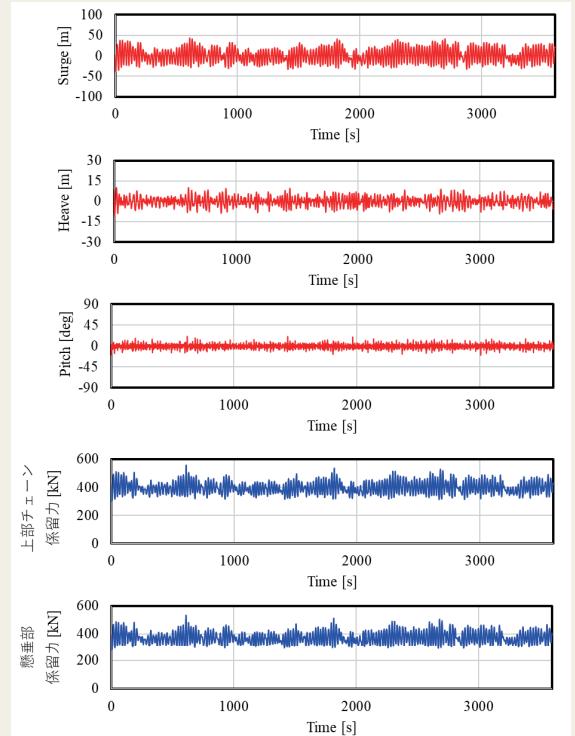
図19にカタマラン浮魚礁および円筒型浮魚礁の運動変位および係留力の時系列を示す。ここで上からSurge方向運動変位、Heave方向運動変位、Pitch方向運動変位を赤線で示し、上部チェーン（カタマラン浮魚礁は上部チェーン1）および懸垂部の係留力を青線で示す。

また表11に係留索の部位ごとの最大係留力、およびブイの運動変位の平均値を示す。なお今回の解析では船首方向からのみ波・流れ・風を入射させており、Sway・Roll・Yaw方向運動は呈さないため、Surge、Heave、Pitch方向運動変位のみを示す。

表11と、表9の係留索の破断荷重とを合わせて確認すると、係留索のいずれの部位においても最大係留力は破断荷重を下回った。したがって、今回の解析の条件では、カタマラン浮魚礁では円筒型浮魚礁よりも小さな呼び径の係留索を採用可能と言える。またブイの運動変位については、円筒型浮魚礁と比較してカタマラン浮魚礁のSurge方向運動変位が減少した。カタマラン浮魚礁は船首方向から入射する波・流れによる抗力を低減できるため、ブイの水平移動量の減少に寄与したと考えられる。またHeave方向およびPitch方向運動変位についてはカタマラン浮魚礁と円筒型浮魚礁で大きな差は無かった。



カタマラン浮魚礁



円筒型浮魚礁

図19 ブイ運動変位と係留力の時間変化

5. 結 言

本報で紹介したカタマラン船型ブイの開発で以下の知見を得た。

- CFDによるブイ周辺流れ場の解析より、カタマラン船型ブイは円筒型ブイよりも、船首方向からの流れに対する抗力係数 C_D を低減できることを確認した。また形状による C_D の違いを評価するため3

表11 最大係留力およびブイの運動変位量

カタマラン浮魚礁			
係留索	最大係留力 [kN]		
上部チェーン1	181.2		
上部チェーン2	181.2		
懸垂部	341.1		
立上り部	177.9		
地鎖部	89.86		
ブイ運動変位	Surge方向 平均値 [m]	Heave方向 平均値 [m]	Pitch方向 平均値 [deg]
	5.43	3.96	3.90
円筒型浮魚礁			
係留索	最大係留力 [kN]		
上部チェーン	558.5		
懸垂部	534.1		
立上り部	343.2		
地鎖部	257.4		
ブイ運動変位	Surge方向 平均値 [m]	Heave方向 平均値 [m]	Pitch方向 平均値 [deg]
	21.7	3.82	4.84

種類のカタマラン船型形状の C_D を比較したところ、浮体全長が12 mで、船首と船尾がともに流線形であるCase 3で C_D が最小になった。そこで、この浮体形状の1/25スケール模型と、回流水槽を用いて模型に生じる抗力を計測した。その結果、解析と実験にて同程度の C_D が得られ、解析の結果が妥当であることが確認された。

- 浮魚礁向けのカタマラン船型形状（カタマラン浮魚礁）を提案した。これは浮魚礁設置工事における

る制約を満たす浮体形状としつつ、係留索の接続部を船首寄りに配置したものである。これによりブイが流れの入射方向に正対しない場合に回頭モーメントが発生し、船首が流れに正対するため、流体抵抗を小さく保てる。そして船首方向からの流れに対して C_D が0.41となり、従来の円筒型浮魚礁の設計で用いられる1.0に対して59 %低減された。またこのカタマラン浮魚礁に対して時刻歴応答解析を行った結果、船首方向から波・流れ・風による外力が作用する場合に、円筒型浮魚礁よりも係留索の呼び径を小さくできることが確認された。

以上のことから、カタマラン船型ブイは船首方向からの流れに対し C_D を低減させることができ、係留索の小型化と、それに伴う鋼材量の低減が可能であることが示された。また浮魚礁に適用することで従来の円筒型浮魚礁よりも係留索を小型化できる可能性が示された。今後はこの成果をもとに実製品への適用を目指す。

参考文献

- 1) 麓興一郎, 宇都宮智昭, 新里英幸, 田中洋, 渡邊英一: 風・波を同時に受ける浮体橋の動的応答シミュレーションプログラムの開発, 土木学会論文集A, 2006, 62巻4号, 729-739.

文責者

カナデビア株式会社 機械事業本部
開発センター 水力応用グループ
古賀祐輝
E-mail : hitzgiho001@kanadevia.com

Development of Catamaran-Type Buoys for Miniaturization of Mooring Lines and Considerations of Their Application to Floating Fish Reefs

Abstract

Kanadevia Corporation handles a range of different floating structures, one of which is steel buoys. These buoys are moored in fixed positions at sea with a single mooring line, and their service life is generally ten years. This mooring line is made of chains or wire cables, which, while they are not replaced during the buoy's service life, are designed to not break even when exposed to wear and corrosion. With these steel buoys, however, greater water depths require longer mooring lines, which increases weight and requires larger floating structures. This requires larger amounts of steel, so Kanadevia has been exploring ways to reduce mooring line size and weight. Consequently, we have developed a catamaran-type buoy that reduces drag from currents and waves on the float, allowing for smaller mooring lines. A catamaran is a type of twin-hulled boat connected by a deck, offering benefits such as reduced drag force from the bow direction and a wide deck area. This report presents some of the development details of these catamaran-type buoys and discusses the effects of using catamaran-type buoys as floating fish reefs.

Authors

Yuki Koga (Kanadevia Corporation, E-mail : hitzgiho001@kanadevia.com)
Hideyuki Niizato Yutaka Okamoto Akihiko Ase Yasutaka Hayashi