

連結した円形浮体構造物における動揺に関する一考察

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂
鳥取大学工学部 正会員 池内 智行
鳥取大学大学院 学生会員 ○三加 崇

1. はじめに

浮体構造物は大水深域、軟弱地盤であるところでは有利である。現在、様々な浮体構造物の研究が進められている。本研究では、複数の円形断面浮体が連結されて係留されている場合の動揺量および係留力を、浮体間の相互干渉を考慮し、特異点分布法によって検討した結果を報告する。

2. 円形断面浮体の形状および条件

図-1 に示すような連結した円形浮体構造物を考えるが、まず、図-2 に示す計算モデル 1 を考える。ここでは、Surge 方向のみの 1 自由度における動揺量の算定を行う。表-1 に円形断面浮体構造物の諸元を示すが、浮体 1 および浮体 2 については同一とする。

連結部および係留部に線形バネを用いるとして、表-2 にその諸元を示す。表-3 は水深条件および波浪条件である。

3. 波力および流体力係数

特異点分布法は、流体中の物体表面を要素分割してグリーン関数を用いて要素内の湧き出し（要素内一定）を計算することにより流場の速度ポテンシャルを求め物体表面の圧力を計算し、流体力および波力を求めるものである。付加質量および減衰係数は、浮体に伴う造波抵抗力から求める。このときの要素分割方法を図-3 に示す。円形浮体の 1 自由度における付加質量係数、造波減衰係数および波強制力についてそれぞれ、図-4～図-6 に示す。

4. 動揺量の算定

連結円形浮体の運動方程式を次のように考える。

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} + [B]\{x\} = \{F\}$$

基礎式の外力項 $\{F\}$ は波強制力である。また、 $[M]$ は質量マトリックスおよび付加質量マトリックスの和、 $[C]$ は造波減衰係数マトリックス、 $[B]$ は静水圧による復元力マトリックス、 $[K]$ は連結部および係留部における剛性マトリックスである。 $\{x\}$ は浮体ごとの Surge 方向の動揺量を示す。これを、ウィルソン-θ 法に基づいて動揺シミュレーションを行った。

動揺計算の結果を、規則波の波周期を 6s、12s、18s の正弦波について 1 自由度の場合の動揺量を図-7～図-9 に示す。

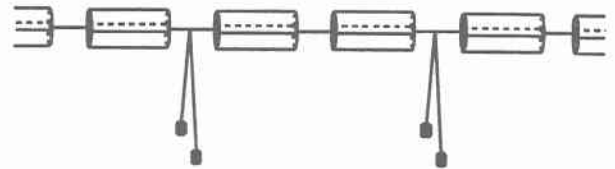


図-1 連結した円形断面浮体構造物の形状

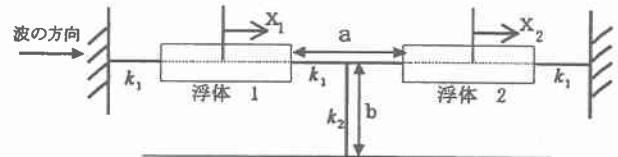


図-2 計算モデル 1

表-1 円形断面浮体構造物の諸元

	浮体 1	浮体 2
長さ(L) (m)	20.000	20.000
半径(r) (m)	0.350	0.350
重量 (tf)	3.964	3.964
吃水 (m)	0.350	0.350

表-2 連結部および係留部の諸元

	連結部	係留部
長さ (m)	a= 10.0	b= 20.0
ばね係数 (tf/m)	k1= 1.0	k2= 1.0

表-3 水深条件および波浪条件

水深 (m)	20.0
波高 (m)	1.0
波周期 (s)	6,12,18
波向き (°)	0

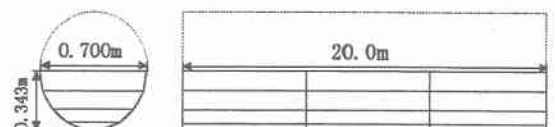


図-3 円形断面浮体構造物の要素分割

5. 動揺量の検討

まず、Surge 方向の流体力係数および波向き 0° における波強制力の算定を行った。円形断面浮体での付加質量係数は、0.03～0.04 である。対象とした円形浮体では Surge の付加質量は小さい。次に造波減衰係数については、周期が 4s において、2.8kgf/s であったが長周期波に対してはかなり小さいことがわかる。波強制力については周期 5s～6s で大きい長周期波に対しては減少する。

波向き 0° のときの円形断面浮体の Surge の動揺量は、波周期が 6s のとき、浮体 1 では 4.6cm、浮体 2 では 4.5cm である。波周期が 12s のときは、浮体 1 が 16.5cm、浮体 2 が 17.0cm である。波周期が 18s のときでは、浮体 1 が 35.8cm、浮体 2 が 41.0cm である。すなわち長周期波に対して動揺量が増加する。

図-7 に示す波周期が 6s では浮体 1 と浮体 2 の動揺方向が反対であるがこれは位相差によるものである。図-8 および図-9 の波周期 12s、18s では位相差が見られない。

浮体間の連結部の張力は浮体の相対変位が小さい。各波周期に対し、それぞれ最大で 0.03tf、0.09tf、0.16tf 程度である。

図-10 は波周期 18s のときの連結部の張力である。

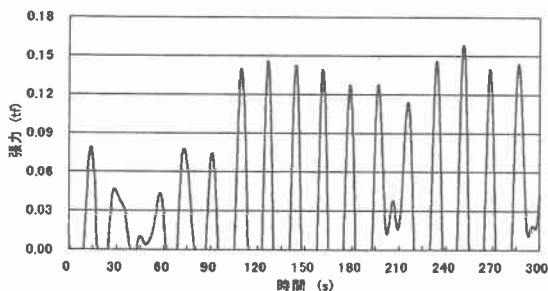


図-10 波周期18sによる連結部の張力 波向き 0° (Surge)

6. おわりに

本考察では、波向きが 0° のときの係留浮体の動揺解析を行った。今後は多数の連結浮体の 6 自由度の動揺解析を進める予定である。

参考文献

- 1) 木原 力、北谷 高雄、轟 正彦
：円形断面緊張繫留浮体の防波効果と繫留力
：港湾技術研究所報告 第 14 巻 第 2 号 (1975. 6)

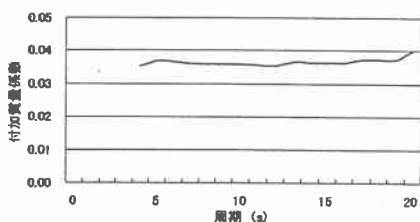


図-4 円形断面浮体の付加質量係数 (Surge)

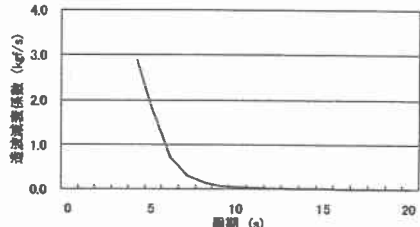


図-5 円形断面浮体の造波減衰係数 (Surge)

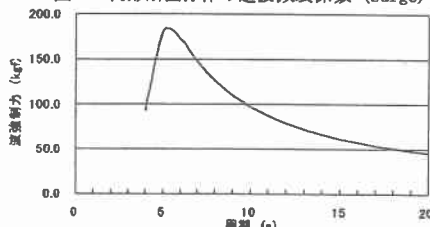


図-6 円形断面浮体の波強制力 波向き 0° (Surge)
——浮体 1 ——浮体 2

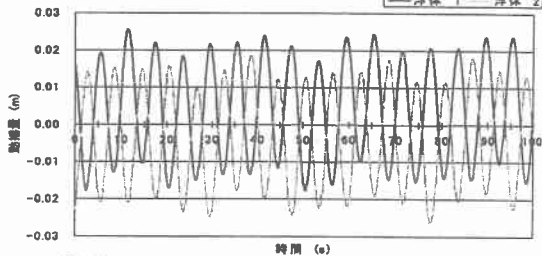


図-7 波周期6sによる動揺量 波向き 0° (Surge)
——浮体 1 ——浮体 2

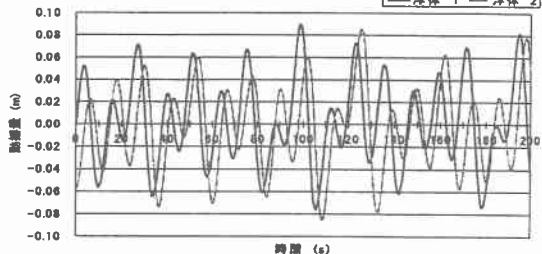


図-8 波周期12sによる動揺量 波向き 0° (Surge)
——浮体 1 ——浮体 2

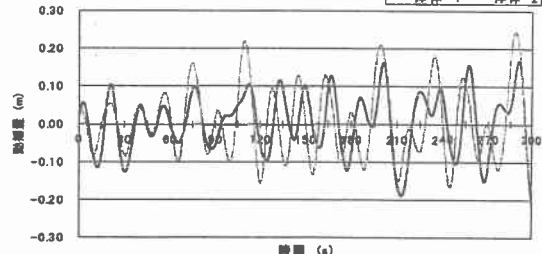


図-9 波周期18sによる動揺量 波向き 0° (Surge)