

三次元海洋構造物の動的応答特性に関する基礎的研究

鹿児島大学工学部 学生員 〇野田直人 神 智幸
鹿児島大学工学部 正会員 河野健二 愛甲頼和

まえがき

海洋に構造物を構築する場合、陸上の構造物と比べて、構造物の置かれる環境があらゆる面で異なっている。海洋構造物が潮流や波力を受ける場合、構造物は三次元的な挙動を示す可能性があるので、四脚の立体骨組み構造物を用いた実験と三次元解析との両方の観点から、海洋環境下での構造物の応答特性について検討を加えた。

実験モデル

回流水槽の実験に使用した変断面脚柱のモデルを図-1に示す。モデルには硬質塩化ビニル管（JIS-K-6741-874057）を使用する。全長を110cmとし、底面より47.5cmから72.5cmまでの部分を変断面にする。変断面脚柱の概要は表1に示す。こうして出来た脚柱モデルを四本用いて正方に並べたモデルを実験モデルとして用いる。実験モデルのデッキ上部には付加質量を載荷させ、モデルの振動数を調整する。ひずみを測定するために最下部から4cmと30cmの位置に、流れ方向と流れに直交する方向にひずみゲージを計四枚貼り付ける。また、最上部の加速度を測定するために、流れ方向と流れに直交する方向に加速度計を計2基設置する。以上の実験モデルの固有周期及び減衰定数は表2に示すとおりである。ここで、ケース1は脚柱の間隔が狭い場合であり（ $L2/L1=0.5$ ）、ケース2はそれが高い場合（ $L2/L1=1.0$ ）をそれぞれ示している。

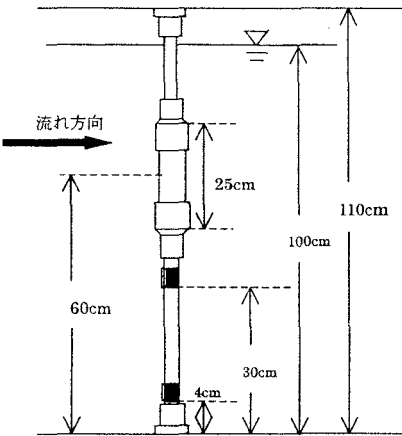


図-1 変断面脚柱モデル

表1 変断面脚柱の概要

実験モデル		(mm)
上部・下部 VP20	外径	26
	内径	21
中部 VP40	外径	48
	内径	40

実験モデルを図-2のように並べ、パターンごとにモデルの間隔を変えて動的応答特性を調べた。流速を流れに対して構造物の方向を変えとともに0から0.05m/sec刻みで1.0m/secまで上げる。データは流速ごとに0.02秒刻みで60秒間（3001個）計測する。この実験は鹿児島大学の回流水槽（全長5.0m、水深1.0m、幅2.0m）を利用して行った。

実験結果と考察

図-3、図-4は流れ方向にモデルの間隔を変化させたときの、換算流速に対する応力比の推移である。X軸は換算流速〔 $V_r=V/fd$ （ V ：流速、 f ：モデルの固有振動数、 d ：脚柱の直径）〕Y軸は応力比（揚力/抗力）をとっている。図-3、図-4とも換算流速が6程度のときに応力比が最

表2 固有周期と減衰定数

ケース	空中自由振動		水中自由振動	
	固有振動数(hz)	減衰定数 (%)	固有振動数(hz)	減衰定数 (%)
1	1.025	0.62	0.977	0.63
2	1.025	0.62	1.025	0.81

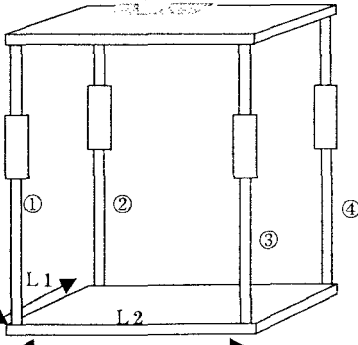


図-2 実験モデルの設置

大になっており、これは構造物の固有振動数と渦による振動数が一致したことで共振現象が起こったのだと思われる。また、全体的に脚柱①よりも脚柱③のほうの応力比が大きい。これは脚柱①による渦振動の影響を脚柱③が受けたからだと思われる。図-3と図-4とを比較すると、特に共振域においてケース2のほうが脚柱③に与える影響が強いことが分かる。これは、構造物が横揺れではなく、ねじれるような運動をしたためだと思われる。

図-5は脚柱①と脚柱③について、流れ方向から30度の位置にモデルを置いたときの応力比を比較している。このときの応力比は、それぞれの力に対して、流れ方向にモデルを置いたときの抗力で割っている。共振域においては、脚柱①と比べて脚柱③のほうが応力比の値が大きい。これは、共振域での脚柱①の渦振動の影響が大きい為に、脚柱③にかかる応力が普段より余計にかかったのだと思われる。また、流速が大きくなると渦の影響が小さくなり、応力比における脚柱①と脚柱③の違いは見られないようである。換算流速が12のとき、応力比が下がっているのは構造物のねじれの影響によるものと思われる。

次に、今回の実験モデルをデータとして与えて三次元解析を行った。図-6、図-7の縦軸は、流れと直角方向の最大振幅を流れ方向の最大振幅で割った値を比として扱っている。解析した結果、ケース1では実験値より小さめに、ケース2では実験値よりやや大きめの値になっている。また、構造物が共振するときの換算流速が実験のときより小さめである。これより、脚柱の間隔の違いで、共振域が大きく変わることが分かる。実験では、換算流速が14を超えるあたりで2次振動が起こり、抗力が換算流速に比例して大きくなるにもかかわらず、比が大きくなる。解析では渦振動による脚柱の応答に位相差を与えていない為、実験のときのような2次振動は見られない。

あとがき

モデルを実験と解析の両者から比べてみたが、比率に若干の違いは見られたものの、実験値と解析値との結果はだいたい類似した傾向を示していることが分かる。今後は、流れ方向が構造物に対して任意方向になる場合等についても、さらに検討する必要がある。

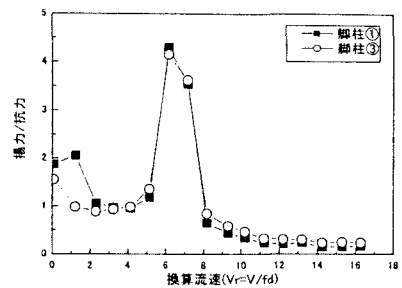


図-3 流れ方向での応力比 (ケース1)

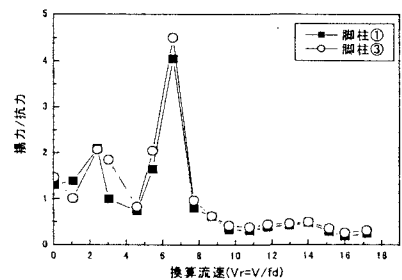


図-4 流れ方向での応力比 (ケース2)

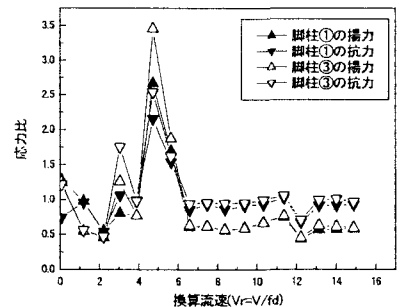


図-5 流れ方向を変えたときの応力比

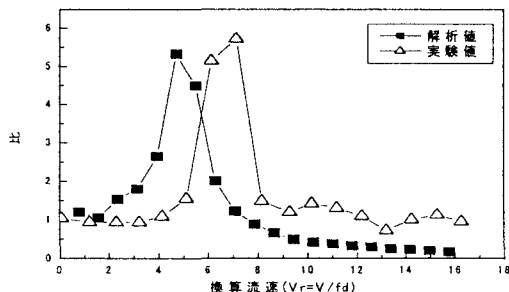


図-6 流れ方向での脚柱①の最大振幅の比較 (ケース1)

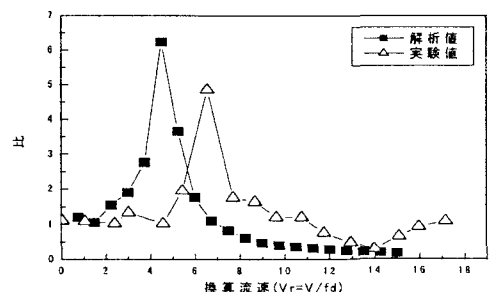


図-7 流れ方向での脚柱①の最大振幅の比較(ケース2)