

2次元浮体まわりの渦と作用波力について

愛媛大学工学部 正員 中村 草卒
 日立造船(株) 正員 横本 太司
 数値解析研究所 所長 正員 石本 浩司

1. おえがき：浮体まわりの渦を含む流体現象並びに形成渦の流体力に及ぼす影響は、従来十分な解説が行われておらず作用流体力の算定における大きな不確定要素の一つになっている。事実、浮体構造物の波浪応答を求める上で、非ポテンシャル的な流体現象に起因する減衰力を正確に算定することは重要な研究課題となる。しかしながら、このような流体減衰力を発生させる機構が十分明らかにされていないことから、従来経験的に減衰係数を仮定して波浪応答を検討するのが通例となっている。そこで本研究は、浮体の応答に及ぼす渦の効果に関する解説の第1歩として、水表面に固定された2次元浮体を用いて浮体まわりの流れ並びに作用波力の実態について究明しようとするものである。このため測定波力ヒストリック理論による算定波力との比較を行って非ポテンシャル的な波力の特性を明らかにすると共に波力と渦パターンとの関連性について検討したものである。

2. 実験装置及び実験方法：本実験で用いた木槽は、愛媛大学海洋工学科の長さ28mの2次元造波水槽で、一端にフラップタイプの造波機があり、他端に消波のための砂利よりなるV字形勾配の傾斜底が設けてある。用いた浮体モデルは図1に示すような円形、矩形、三角形断面の3種類を採用した。また用いた波力計はL字型の片持継形式で、モーメント法により水平力、鉛直力の同時測定を可能ならしめている。さらに水深は、円形断面の浮体を用いた実験の場合70cmに、また矩形及び三角形断面の浮体を用いた実験の場合70cmとした。そして作用せしめた波は、波高H=10cm一定に保ち、周期T=1.2~2.6secと変化させたものである。そして本実験では渦形成に関連すると考えられていけるK-C数は0.54~4.04の範囲となっている。なお浮体まわりの流れの可視化は、トレーサー法により行った。

3. 実験結果とその考察：i) 波力ピーク値の変動特性：(1)水平力；各浮体に作用する水平力 F_H の $k_0 r_B$ による変動特性を示すのが図2～4である。図中には中村らの解析法に基づいて浮体まわりの越上高の効果を考慮できるように修正したポテンシャル理論による算定結果も付記してある。

これらの図より、各浮体に作用する F_H の実測値は $k_0 r_B$ が増大する傾向にあり、理論値の変動特性に一致している。しかししながら、円形断面の浮体の場合 $k_0 r_B$ の小さな領域の実測値と理論値はほぼ定量的に一致するのに反して、矩形及び三角形断面の浮体の場合は実測値が

理論値を上まわるようになる傾向

図3 水平方向波力のピーク値(矩形)

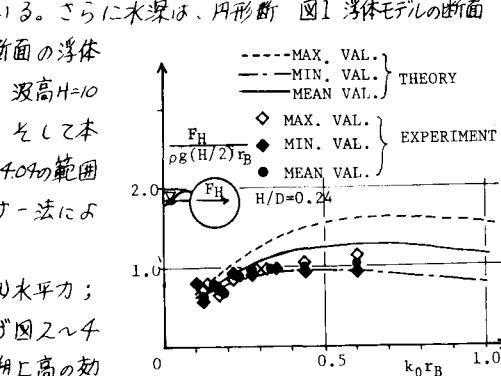
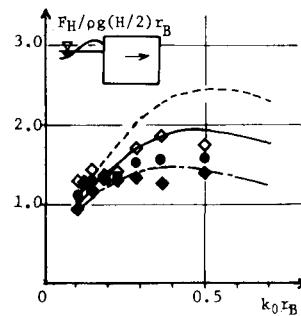


図2 水平方向波力のピーク値(円形)

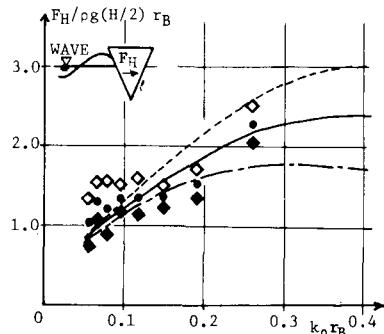


図4 水平方向波力のピーク値(三角形)

向を示す。また、この傾向は矩形より三角形へと edge が鋭くなる程顕著にならしくなることがわかる。そして、これは、円形断面の浮体の場合ほぼ渦なしの流れにならしくなるのにに対して、矩形及び三角形断面の浮体の場合渦の形成があり、波が長周期になれば渦の大きさも増大していることから、浮体まわりに形成される渦によるものと考えられる。

ii) 鉛直力；各浮体に作用する鉛直力 F_v を F_H と同様に示すのが図5～7である。これらの図より、円形断面の浮体の場合の $k_0 r_B$ の小さな領域を除いて、各浮体に作用する F_v の実測値は $k_0 r_B$ の増加と共に減少する傾向を示し、理論値の変動特性に一致している。そして、 F_H の場合と同様に、浮体の edge が鋭くなる程 F_v の理論値と実測値との差は大きくなっている。これは前述したように edge により発生する渦のためであると考えられる。

iii) 波力時間波形の特性：円形並びに三角形断面の浮体に作用する波力の時間波形の一例を示すのが図8,9である。図中には浮体真横における水位変動 η も付記してある。さらに図9中には形成渦の中心の位置の時間的変化も示してある。これらの図より、円形断面の場合、 F_H , F_v 共に理論曲線と実測曲線はよく一致しているものの、三角形断面の浮体の場合、 F_H の実測曲線のピークの出現位相が理論曲線のそれよりかなり遅れるようになることが認められる。そして、渦中心位置と波力との関連性を見ると、浮体が渦の存在する方向に強くひかれている傾向が見られ、波力に対して形成された渦が強く影響していると考えられる。また、浮体が渦の存在する方向にひかれる傾向は、矩形断面の浮体の場合にも確認されている。

4. 結語

以上固定された各浮体まわりの渦と作用波力について検討してきた。そして、作用波力の実測値は、浮体の edge が鋭くなり渦の大きさが増大するにつれ、ポテンシャル理論による理論値を上回るようになり、従来のポテンシャル理論による波力算定では危険側となることなどが見い出された。また、発生渦の影響は、特に水平力に対して顕著であり、水平力はピークの出現位相がおくれてくることなどが明らかとなつた。今後理論的な検討を含めて、波力に及ぼす渦の効果について解明をはかっていくたい。

[参考文献] 1) 中村孝幸他，“わき出し分布法を用いた2次元物体まわりの波変形と流体力の解析法”，第29回海岸工学講演会論文集，1982, pp.462~466

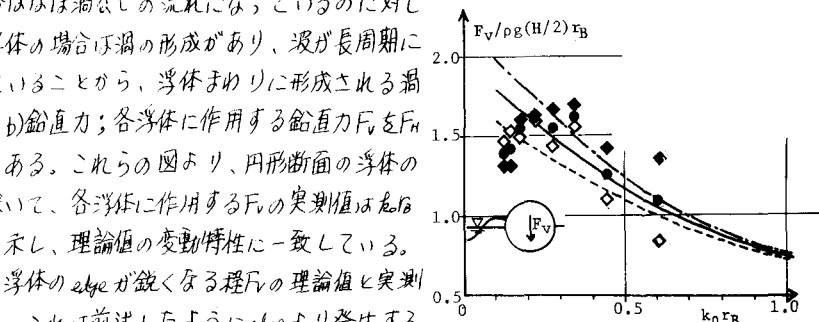


図5 鉛直方向波力のピーク値(円形)

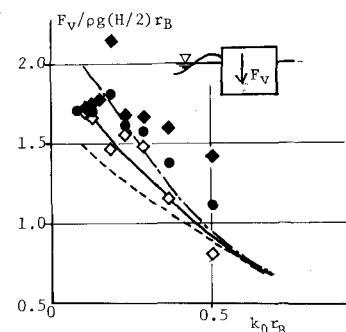


図6 鉛直方向波力のピーク値(矩形)

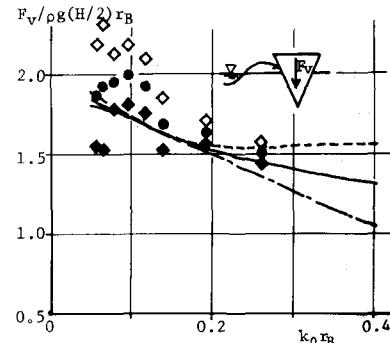


図7 鉛直方向波力のピーク値(三角形)

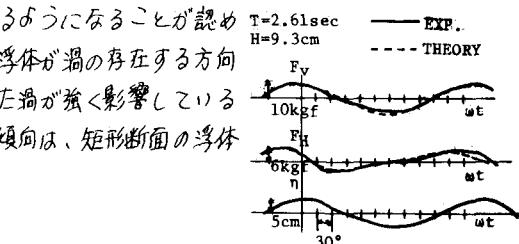


図8 波力の時間波形(円形)

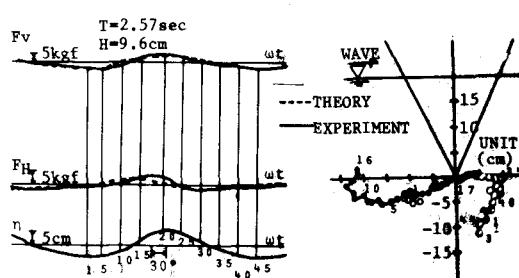


図9 波力の時間波形及び渦中心の時間的変化(三角形)