

浮体の水槽実験における二次元性について

九州工業大学 学生員 畠中真一
 九州工業大学 正会員 久保喜延
 九州工業大学 学生員 本多健二

1. まえがき

緊張係留式浮体の応答特性を実験的に検討する際には、平面水槽あるいは二次元水槽を用いるが、施設上の制約や実験の簡便さ等の理由により、二次元水槽を用いることが一般的である。しかしその場合、水路幅に対する模型長がどの程度であれば、二次元性が確保されることになるのかの明確な規定がなされていない。そのことは浮消波堤の応答特性を知る上で、防波堤としての役割の検討に主眼をおくとしても、浮体の動揺の二次元性を無視することはできない。

また、空気力を対象とした二次元断面の実験では、適当な大きさの端板を取り付けることにより、流体の回り込みを防ぎ、後流域の圧力の回復を抑えることが出来るという成果がある。このことを踏まえて、本研究では、浮体の動揺実験を二次元水槽で行う場合、端板を取り付けることによって、よりよい二次元実験環境を得るとの観点に立って固定浮体を用いた実験的考察を行っている。

2. 実験方法

ピストン式造波機を備えた長さ $L=20.0\text{m}$ 幅 $B=1.2\text{m}$ 、深さ $H=1.5\text{m}$ の二次元水槽で実験を行った。供試模型の設置状況を図1.に示す。使用した浮体の模型は板厚 10mm のアクリル板で製作しており、固定には $40\times 40\text{mm}$ の鋼アングル材を用いた。模型は高さ $h=31.0\text{cm}$ 、幅 $b=28.0\text{cm}$ で、長さを $\ell=60.0\text{cm}$ ($\ell/B=0.5$)、 $\ell=110.0\text{cm}$ ($\ell/B=0.92$) とした2体を用いた。また各々の模型には端板を取り付けられるようにしてある。今回の実験では $68\text{cm}\times 40\text{cm}$ の端板を $\ell/B=0.5$ の模型にのみ取り付け、水深は 100.0cm 、喫水は 15.0cm に固定した。

実験は表1.に示す周期・波高を変化させた9種の入射波条件で3種の固定浮体模型を用いて行い、圧力の測定は模型表面に設けた45~54点の測点で行った。波高及び圧力の測定には容量式波高計及び圧力変換器を用い、これらをデジタル動歪計を介してサンプリング間隔 20msec で20秒間の記録を行なった。なお、これらのデータ解析には反射波の影響を考慮して、発達した波の反射波が模型に戻ってくるまでの時間内のデータを用いた。

3. 実験結果及び考察

模型長方向の圧力分布について 図2.は周期 $T=1.21(\text{s})$ 、波高 $h=3.68\text{cm}$ の波を各模型に作用させたときの、前面側水深 10.5cm の点での圧力分布を模型長を2(中心=0)として示したものである。これによれば、模型長方向の圧力分布は一様な値を示しており、回り込みによる端部の圧力低下は測定範囲内ではほとんど見られないが、模型の相違による水平圧力の大きさに差があり、このことが二次元性による差と考えられる。揚圧力については模型間の差も見られないので、ここでは省略する。

水平圧力について 水平圧力は、前面側喫水(a) 5.5cm 、(b) 10.5cm 、後面側喫水(c) 5.5cm 、(d) 10.5cm の点で測定した。入射波の条件と測定値 P を $\sigma^2 h/g$ 、 $P/\rho ga$ で無次元化し各測点についてプロットしたものを図3.に、測定値と伊藤の近似理論(文献1)による解析値の差の自乗平均を表2.に示す。端板を取り付けない場合で比

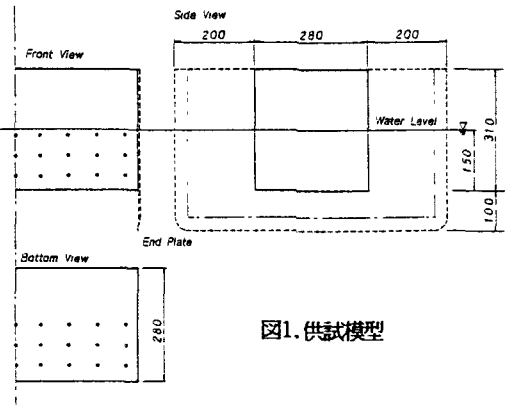


図1. 供試模型

表1. 入射波条件

周期(s)	波高(cm)			
1.04	2.68	4.02	4.82	
1.21	2.47	3.68	4.77	
1.48	3.08	4.45	5.65	

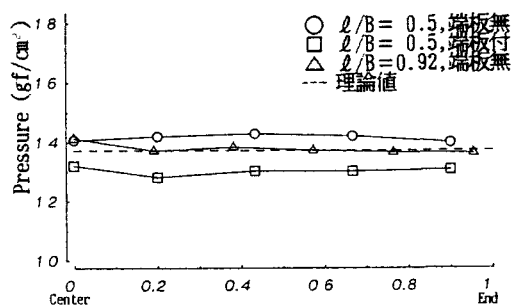
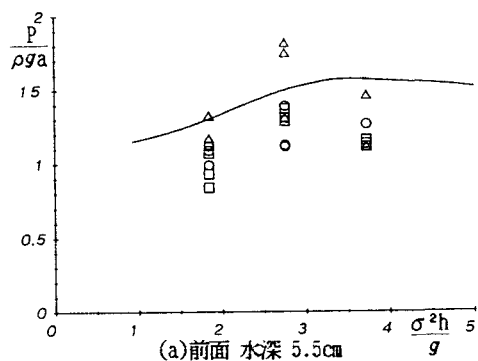


図2.水槽幅方向の圧力分布

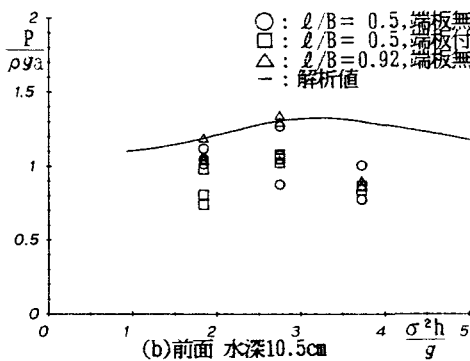
表2.解析値と測定値の差の自乗平均

l/B \ 水深(cm)	前面		後面	
	5.5	10.5	5.5	10.5
0.5, 端板無	8.20	8.32	7.09	4.35
0.5, 端板付	12.0	13.2	1.74	1.45
0.92, 端板無	5.56	7.29	2.75	3.72

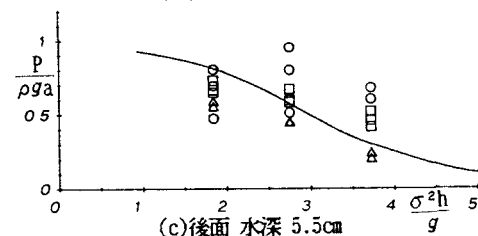
単位(%)



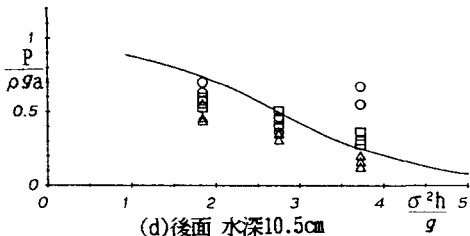
(a)前面 水深 5.5cm



(b)前面 水深 10.5cm



(c)後面 水深 5.5cm



(d)後面 水深 10.5cm

図3.固定浮体に作用する水平圧力

較すると、 $l/B=0.92$ の長い模型の方が解析値に近く、より二次元性が保たれていると言える。浮体の挙動を対象とした実験では、 $l/B=1$ なる模型は不可能であるが、単に固定浮体の二次元性の問題と考えた場合には $l/B=1$ が最も理想的な実験状態となる。

端板付きの模型については、後面の圧力が解析値に非常に近い値を示しているのに対し、前面の圧力は解析値と比較してかなり低い値を示している。この原因についてはさらに詳細な検討をする必要がある。

4. あとがき

係留式浮体の動揺実験に関する二次元性について検討を加えてきた。従来、端板を用いる方法は空気力の研究に関して行われているものであるが、係留式浮体の動揺実験の場合も流体力の二次元性という観点からすれば、端板を用いることによって二次元性を確保する必要があり、ここで報告したように端板の効果はかなり大きいと考えられる。このことについてはどの程度の大きさの端板が必要であるかということもあわせて、検討を加えて行く予定である。

(参考文献) 1) 伊藤・千葉：浮防波堤の水理に関する近似理論と応用，港湾技術研究所報告 第11巻2号

2) Y. KUBO: EFFECTS OF END PLATES AND BLOCKAGE OF STRUCTURAL MEMBERS ON DRAG FORCES

3) 椿東一郎：水理学II，森北出版基礎土木工学全書7