

II-280 T. L. P. 式浮消波堤の二次元実験における 模型長に関する基礎的考察

五洋建設(株) 正会員 長田 浩
(当時九州工業大学大学院生)
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

近年、海洋開発の進展に伴い、水深20m以上の場所にも防波堤の建設が必要となってきたにもかかわらず、従来の工法では、経済的および技術的に問題となっている。そのためそのような海域においても防波堤を建設するために考案されたものが、緊張係留(T. L. P.)式の浮消波堤である。しかしながら現段階においてはT. L. P.自身が耐震性・機動性等に優れた利点を持つ反面その応答特性が十分に把握されていない。T. L. P.式浮消波堤の応答特性を実験的に検討を行う場合、平面水槽、あるいは二次元水槽を用いるが、施設の経済性、および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。

しかも、現在さかに行われているT. L. P.式浮消波堤の二次元応答実験では、その二次元性を確保するための水路幅に対する模型長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決して望ましいことではない。そこで本研究では二次元水槽においてT. L. P.式浮消波堤の動揺実験を行う場合における水路幅に対する模型長の最適な値を決定するための基礎的研究として、断面一定で模型長を変化させた模型の水平変位量を中心とした実験的考察を行った。また、その場合、ポテンシャル理論から導かれた近似理論値¹⁾との比較を行うことによって、近似理論値の精度の検討も併行して行った。

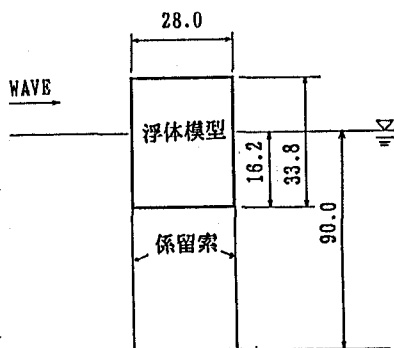


図1 浮体の係留図 (単位cm)

2. 実験方法

実験は九州工業大学建設工学教室付属の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 $H=1.5\text{m}$ の二次元水槽で行った。また、使用した浮体の模型は底板が防水ベニヤ板である以外はウッドラック(発泡スチロール)で製作しており、係留索として、4本の直径 $d=0.5\text{mm}$ のステンレスワイヤーを用いた。

模型は高さ $h=33.8\text{cm}$ 、幅 $b=28.0\text{cm}$ であり、長さは 40.0cm ($l/B=0.33$)、 60.0cm ($l/B=0.50$)、 91.0cm ($l/B=0.76$)、 110.0cm ($l/B=0.92$)の4種類を用意した。

浮体背後の波高伝達率の測定には、容量式波高計を用い、水路の中心軸上で、造波機の振幅中心から 3.38m 、 10.64m 、 11.80m の3カ所に設置した。また、水平変位は光学式変位計で測定を行い、4本の係留索には張力計を取り付けることにより張力変動も計測した。

模型の設置状況を図1に示す。水深は 90.0cm 、喫水は 16.2cm (自由喫水 3.5cm)である。実験は表1に

表1 入射波条件

周期(sec)	ケース1		ケース2		ケース3	
	波高(cm)	波長(cm)	波高(cm)	波長(cm)	波高(cm)	波長(cm)
0.81	0.99	90.66	2.04	91.45	2.78	93.62
0.86	1.07	99.80	2.18	100.44	3.06	104.63
0.91	1.07	114.62	2.12	113.53	3.14	118.11
0.97	0.93	129.77	1.88	130.34	2.70	132.02
1.03	1.08	144.10	2.18	145.20	3.11	147.81
1.10	1.02	167.02	1.96	163.82	2.99	167.02
1.21	0.96	200.98	1.81	196.09	2.62	200.50

示す。波長・波高の3ケース、周期は0.81sec~1.21secの7ケースの計 $3 \times 7 = 21$ ケースの入射波条件で4種類の浮体模型を用いて行い。また、データの測定はデジタル動歪計を介してサンプリング間隔10msecで20秒間の記録を行った。また、実験結果は全て実験値をスペクトル解析することにより求めた卓越周波数のピーク値で示している。

3. 実験結果及び考察

図2に入射波条件のケース2における波高伝達率（伝達波高 a_T を入射波高 a で無次元化した値）を示す。図2より周期が0.97sec~1.21secの間においては ℓ/B の比に関係なくほぼ同様な傾向を示している反面、周期が0.81sec~0.97secの間においては ℓ/B の比が増大することによって、波高伝達率は小さくなる傾向があることが分かる。これは模型長の増大に伴い、浮体前面から浮体端部を回って流下する波を遮断するためと考えられる。このことから、 ℓ/B の比をできるだけ大きくすることによって、浮消波堤の消波性能は向上することになる。

一方、同じ入射波の条件においての水平変位量（水平変位 ξ を入射波高 a で無次元化した値）を図3に示す。この場合においても ℓ/B の比が増大することによって水平変位は減少する傾向にある。しかし、二次元実験を行っているにもかかわらず、 ℓ/B を変化させることによって $\ell/B=0.33$ の場合と0.92の場合との差は周期が増加するにしたがっておおきくなり、最大約25%にも達することになる。また、同時に理論値に比べてもかなり小さな値となるため、波高伝達率の場合と異なり、 ℓ/B をできるだけ大きくすることが必ずしも、浮消波堤の二次元的な動揺に関して良いこととは言えなくなる。これは水槽壁面からの摩擦が上述の浮体端部を回って流下する波を介して浮体端部より運動を拘束することが考えられる。

なお、図4には入射波条件ケース2における浮体の単位長さ当たりの張力変動（張力変動 T を $\rho g d a$ で無次元化した値、 d は喫水）を示すが、 ℓ/B には関係なく、いずれの実験ケースもほぼ同様な値となっているため、この張力変動をもとに最適模型長を決定することには無理がある。

4. まとめ

以上の実験的考察により、浮体の二次元動揺水槽実験においては、水路幅に対する模型長の比を増加することによって水平変位量を小さくする傾向にあることが分かった。その原因としてはその比を大きく取りすぎることによって、水槽壁面からの影響により浮体端部より拘束を受けることが考えられる。そのため、二次元実験であっても、水路幅と模型長の比は無視できない。今後、詳細な実験等を行うことによって最適な模型長を決定する必要がある。

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 1972

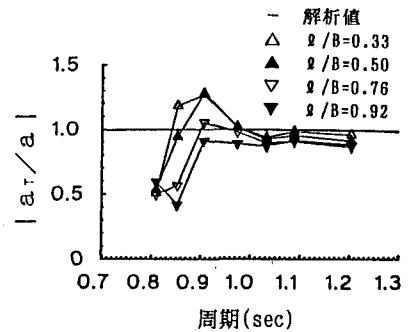


図2 周期と波高伝達率の関係 (ケース2)

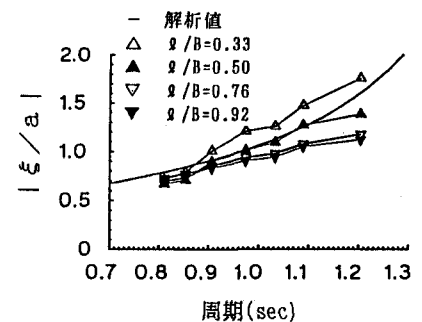
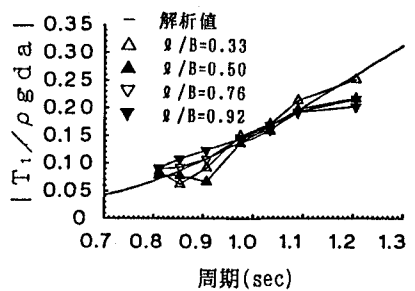
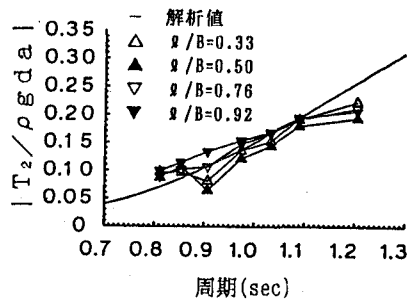


図3 周期と水平変位の関係 (ケース2)



(a) 前部張力



(b) 後部張力

図4 周期と張力変動の関係 (ケース2)