

T. L. P. 式浮消波堤に作用する 流体力と動的挙動

九州工業大学 学生員 長田 浩

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、より水深の大きな海域での海洋構造物の建設が必要となってきたにも関わらず、従来浅海域で取られてきた着底式有脚構造物や重力式構造物等の工法では、水深が増すに伴い極端にコストが高くなって不経済になったり、技術的に製作が困難となるため深海域での海洋構造物の建設が避けられてきた。このような背景に対して深海域において海洋構造物を建設するための工法として考え出されたのが緊張係留式構造物 (T. L. P.) である。T. L. P. とは浮体をケーブルにより静的状態より下方へ引き込み、ケーブルに発生させる過剰張力により浮体を安定させる工法である。しかしながら、現段階においては耐震性・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ことや、製作が技術的に困難である等の欠点があることを否定できない。T. L. P. の応答特性を知る上で、実験的に応答特性の検討を行う場合、平面水槽、あるいは二次元水槽を用いるが、施設の製作面からの経済性、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検討がなされた例はこれまであまりない。そこで本研究では、浮体の動揺実験を二次元水槽内で行う場合、模型長をどの程度にすればよいのかとの観点に立って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。

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 $H=1.5\text{m}$ の水路で行った。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で製作しており、係留索に用いたのは直径 $d=0.5\text{mm}$ のステンレスワイヤーである。

模型は高さ $h=33.8\text{cm}$ 、幅 $b=28.0\text{cm}$ であり、長さは $\ell=40.0\text{cm}$ ($\ell/B=0.33$)、 60.0cm ($\ell/B=0.50$)、 91.0cm ($\ell/B=0.76$)、 111.0cm ($\ell/B=0.93$) の4種類を用意した。

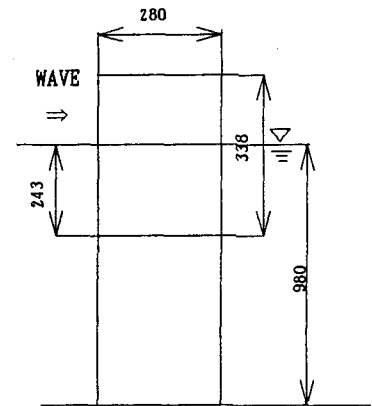


図1 T. L. P. : 単位 (mm)

表1 入射波条件

周期(sec)	ケース1		ケース2	
	波高(cm)	波長(cm)	波高(cm)	波長(cm)
0.79	0.96	99.25	2.78	103.34
0.93	1.05	124.01	3.08	126.68
1.02	1.07	159.76	3.15	162.04
1.14	0.89	219.28	2.73	213.69

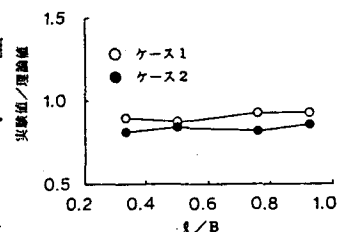


図2 各模型長における波高伝達率

浮体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10.64mと11.80mの2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った。

実験は、図1に示すように模型を設置した。水深は98.0cm、喫水は24.3cm（自由喫水3.5cm）である。表1に示す波長・波高の2ケース、周期0.79sec、0.93sec、1.02sec、1.14secの4ケースの計2×4=8ケースの入射波条件で4種類の浮体模型で行い。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秒間記録を行った。

3. 実験結果及び考察

（波高伝達率） 図2に波高伝達率（入射波高 a に対する伝達波高 a_t の比率）の結果を示す。どの模型長においてもほぼ一定の値を示している。波高伝達率においてはどの模型長においても二次元性は再現されていると考えられる。しかし、実験値に比べてケース1で10%、ケース1より波高が約3倍高いケース2で20%程度理論値が高い値を示している。また、図3には各周期ごとの実験値と理論値を示す。ケース1、ケース2ともにほぼ同様な応答を示しているが、周期に対する変動が大きくなっている。これによって模型長が波高伝達率に何らかの影響を与えていると考えられるが、各模型長の周期毎の変動は必ずしも一致していない、従って波高伝達率から二次元性が確保されているかどうかは判断できない。

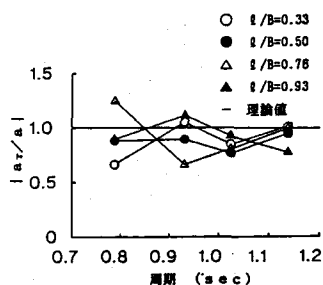
（水平変位） 図4は水平変位 ξ を入射波高 a で無次元化した結果である。 ξ/B が0.50~0.76程度の時に $|\xi/a|$ の値がほぼ一定になっている。しかし、実験値に比べてケース1で5%、ケース2で10%程度理論値が低い値を示している。また、図5には各周期ごとの実験値と理論値を示す。この場合にもケース1、ケース2ともにほぼ同様な応答を示し、図4が示すとおり $\xi/B=0.50, 0.76$ の場合は理論値に近い値を示しているが、周期が1.14(sec)の場合を除けばどの模型長においても実験値に理論値が近づいていることがわかる。また、理論式では波高伝達率が低い場合水平変位量が小さくなっているにも関わらず、波高伝達率が低い値を示す $\xi/B=0.33$ の周期0.79(sec)の場合と、 $\xi/B=0.76$ の周期0.93(sec)の場合では、水平変位量はそれほど小さくはなっていない応答を示している。これも模型長による影響と考えられる。従って、 ξ/B が0.50~0.76の時に二次元性は確保されていると考えられる。

4. まとめ

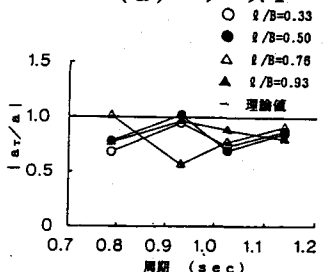
以上の実験的考察により、浮体の二次元動揺水槽実験においては、水路幅に対する模型長の比が応答の二次元性に影響をおよぼすため、実験で二次元性を確保するためには浮体幅を水路幅の50~76%程度とすべきであるとの結論を得た。

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



(a) ケース1



(b) ケース2

図3 各周期における波高伝達率

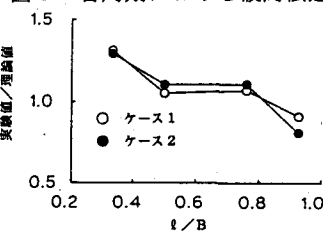
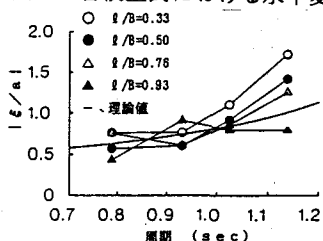
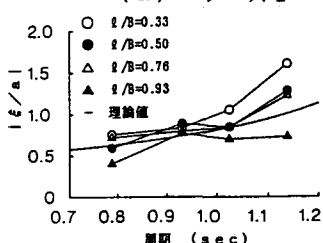


図4 各模型長における水平変位



(a) ケース1



(b) ケース2

図5 各周期における水平変位