

没水水平版における波力特性

九州大学工学部 学生員○浦川克樹 正会員 入江 功 日本国土開発(株) 中村哲也
九州共立大学工学部 学生員 五島大介 正会員 小島治幸

1. はじめに

現在、比較的大水深で広範囲の海域を静穏にするための消波構造物の一形式として、没水水平版が提案されている。この構造物の消波効果については多くの研究がなされており、有用な知見¹⁾が得られているが、その作用波力に関しては研究も少なく未知の点が多い。実際にそれを施工するときの設計のためには波力特性を正確に把握することが重要となる。本研究は、二次元水理実験により水平版に作用する波力と波圧分布の特性を明らかにすることを目的とする。この際、相対水深の変化や波の振幅の大小、砕波の有無、水平版の没水深および版厚が波力に及ぼす影響を調べる。

2. 実験方法と条件

実験は、長さ28m、幅0.3m、深さ0.5mの二次元造波水槽を用い、水深を $h=35\text{cm}$ に保ち造波板より約12mの位置に水平版を設置した。波力測定は、図-1(a)のような逆L字型の構造物を水平版に取り付け縦と横の剛材1本あたり4枚の歪みゲージをはり、それらの剛材が受ける曲げモーメントにより版に作用する水平波力と鉛直波力を測定した。さらに、図-1(b)のように圧力センサーにより版の上下面に働く波圧を求めた。入射波の条件としては、相対水深を $h/L=0.08\sim0.44$ 、振幅を $\zeta_0/h=0.03\sim0.10$ と変え、水平版の条件としては、版厚を $D/h=0.028, 0.100, 0.200$ 、版長を $B/h=2.0$ 、没水深を $h_s/h=0.05, 0.15, 0.25$ として実験を行った。

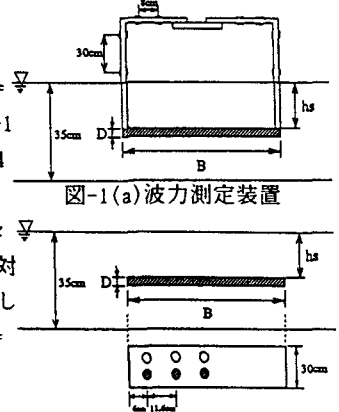


図-1(a)波力測定装置

3. 結果と考察

(1) 波高の影響 図-2は、上図に鉛直力を下図に水平力を示したもので、図-1(b)圧力センサーの位置縦軸はそれぞれ次に示す波力係数 $F_z=f_z/2\rho g\zeta_0 B$ と $F_x=f_x/2\rho g\zeta_0 D$ を、横軸は相対水深 h/L を取り、 $B/h=2.00$ 、 $D/h=0.028$ 、 $h_s/h=0.25$ のもとで入射波の振幅 ζ_0 をパラメータとしたものである。また、エネルギー損失を考慮したポテンシャル理論の値を図中の実線で示した。相対水深に対する波力特性は、鉛直力、水平力とも実験値と理論値とは同じような傾向を示し、それぞれの最大値もほぼ同じ相対水深 $h/L=0.12\sim0.13$ ($B/L=0.24\sim0.26$) 付近で現れる。この相対水深は通過率の最小値が現れる相対水深 $h/L=0.15$ よりも若干小さい。図-3は、同条件の下でいくつかの相対水深における波高の影響を調べたもので横軸に入射波の波形勾配を取っている。図-2と3より鉛直波力では、相対水深 $h/L=0.25$ ($B/L=0.5$) を境に、それよりも小さいところで入射波高が大きくなると波力は減少し、相対水深が大きいところで逆に波力は全般的に増大する傾向が見られる。特に、鉛直波力の最大値付近では入射波高が大きいほどその値は減少する。さらに図-3を詳しく見ると、ある特定の相対水深の間(ここでは、 $h/L=0.24\sim0.34$)で砕波限界波高(シンボルに斜線が引いてある点)付近で鉛直力が一つのピークとなる傾向が見られる。水平波力では、これらの傾向はそれほど顕著に現れていない。

(2) 没水深の影響 図-4は、 $B/h=2.00$ 、 $D/h=0.028$ 、 $\zeta_0/h=0.04$ の条件における没水深の影響を調べたものである。鉛直波力は、没水深が浅くなるほどピークを示す相対水深が小さい方へ移動し、相対水深の大きいところで没水深による違いが現れている。このときの版の上面(F_u)と下面(F_l)に作用する鉛直力を図-5に示す。上面にかかる力は $h/L<0.25$ のところで没水深が深いほど大きい、下面にかかる力はほとんどの相対水深に対して没水深が小さいほど大きくなる。全鉛直波力が最大となる $h/L=0.12\sim0.13$ 付近、つまり版長が入射波長の1/4程度のところで上面と下面にかかる力の方向がほぼ同じとなり、その値は上下面に働く力をたし合わせたものとなる。また、没水深が浅くなるほど全鉛直波力に対して版下面に作用する鉛直力が支配的となることがわかる。水平力については相対水深が小さいところでは没水深による違いは余り見られないが、 $h/L=0.2$ ($B/L=0.4$) より大きいところで没水深が浅い程、水平力が大きい値を示し、相対水深に対する波力が一樣になる傾向が見られる。鉛直力と水平力のこれらの傾向は入射波高が異なる場合も同じ傾向が見られた。

(3) 版厚の影響 図-6は、 $B/h=2.00$, $h_s/h=0.25$, $\zeta_o/h=0.04$ の条件における版厚の影響を調べたものである。図より明らかに版厚が大きいほど鉛直波力は大きく、水平波力は逆に小さくなる傾向がある。特に、鉛直波力のピーク付近で版厚の影響による波力の増大が顕著である。ポテンシャル理論によると、このピーク付近で版厚が大きくなるにつれ通過率が最も顕著に増大し、ポテンシャル値も大きくなる。これにともない版が薄いときと比べると版の上面と下面の波圧及び波力は大きくなる。従って、このピーク付近では上面と下面に作用する波力の位相がほぼ等しいので版が厚くなるほど全鉛直力は増大することになる。ここには示していないが、版が厚くなることによるこの上下面に働く波圧と鉛直力の増大は実験値としても得られている。

4. あとがき

二次元水理実験により水平版に作用する波力特性を明らかにした。それによると、鉛直と水平波力の相対水深に対する特性は、ある特定の相対水深(相対版長)で波力が最大となり、相対水深(相対版長)がそれより小さくともまた大きくともその値は急激に減少する。この最大値の相対水深は $h/L=0.12\sim0.13$ (相対版長 $B/L=0.24\sim0.26$)付近で、没水深が浅くなると鉛直力に関しては小さい方へ若干移動するが、水平力に関してはほとんど変化がない。鉛直力の最大値は入射波高が大きくなるほど減少する。また、版厚が大きいほど鉛直力は大きく水平力は逆に小さくなる。

参考文献

1)大菅 健ら(1991): 没水水平版防波堤による碎波の特性, 土木学会西部支部研究発表会, pp.154~155

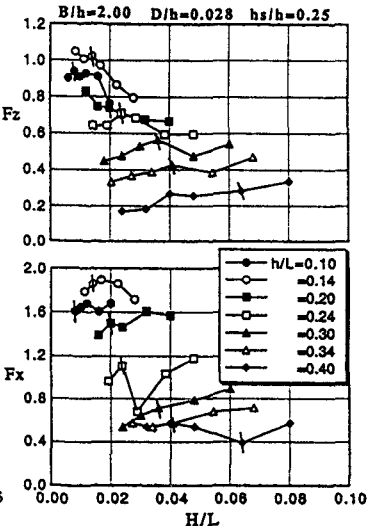
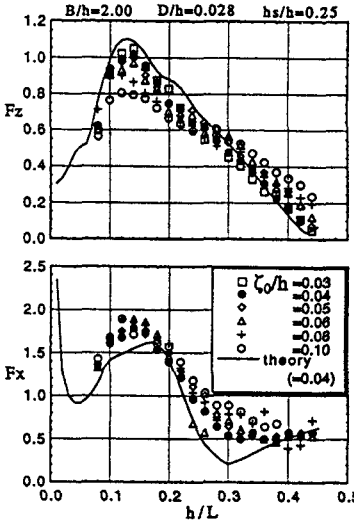


図-2 波力に対する入射波高の影響

図-3 波形勾配に対する波力変化

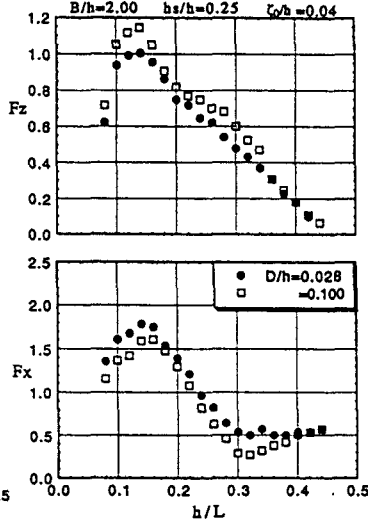
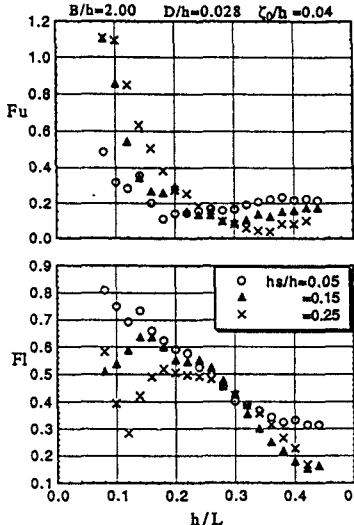
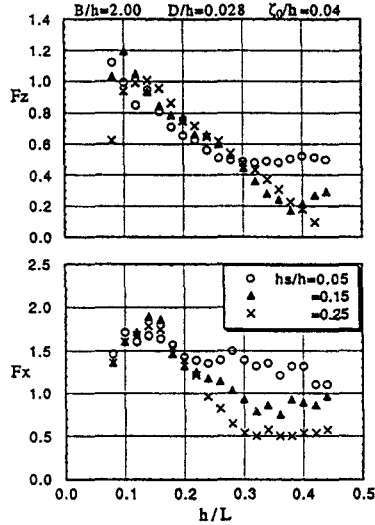


図-4 波力に対する没水深の影響

図-5 版の上面と下面の鉛直波力

図-6 波力に対する版厚の影響