

琉球大学理工学部 正会員 筒井茂明

1. 緒言

潜堤の天端が静水面近くに達する場合には、通過波に倍周波数成分波が発生し、このようなときに潜堤の波浪減殺効果が顕著であることがわかっている。^{(1), (2)} この特性を説明するための簡単なモデルとして越波モデルを仮定することができるが、⁽²⁾ ここでは潜堤直上での水粒子速度、特にその水平成分が重要な役割を担っている。ここでは、潜堤上での流速分布に関する実験を行ない、上述の越波モデルの妥当性について再検討を行なったので、その結果について報告する。

2. 実験および考察

1) 流速計の検定：潜堤高が大きい場合には、堤直上においては水平水粒子速度が卓越すると考えられるので、フロベラ式流速計による測定が可能である。本実験に用いたフロベラ式流速計（計測技研製 FA-403型）は、フロベラの直径が5mmであり、定常流に対する流速検定曲線は図-1に示すとおりである。振動流に対する流速検定は、流速計を台車に固定し振幅 a の周期運動をさせたときの速度 $U = (2\pi a/T) \cdot \cos(2\pi t/T)$ の関係を用いて行なった。図-2はこのときの実験波形の1例を示すものである。ここで、正方向とはフロベラの正規の回転方向に対するものをいい、負方向とは逆の場合に対するものである。さらに、縦軸にモーターの回転数より得られる周期、横軸には流速記録より得られる周期をとり、両者の関係を示すと図-3のようになる。これらの図からわかるように、位相の遅れもなく周波数応答特性は良好である。また、流速については、流れの方向が逆転するときに残留速度の存在が認められ、最大流速は正・負方向共に理論値よりやや小さくなっているが、波形そのものには変化は認められない。このようにして得られた最大流速検定曲線を図-4に示す。負方向の流速は正方向のそれよりやや小さい値となっているが、いずれの場合も直線性は良く、最大流速はそれぞれ次式で与えられる。

正方向： $U = 18.8E + 5.83$ ，負方向： $U = 20.5E + 5.19$ ，（ E : volt）

したがって、本実験のような流れの主流方向が定まっている場合の波動運動による最大流速に関する限り、フロベラ式流速計を用いることができる。

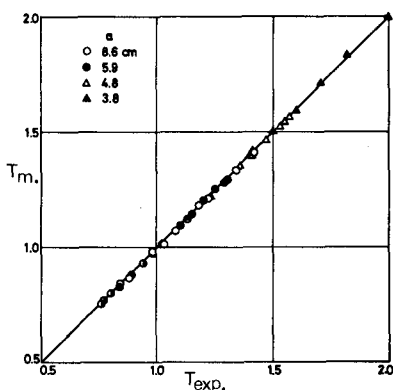
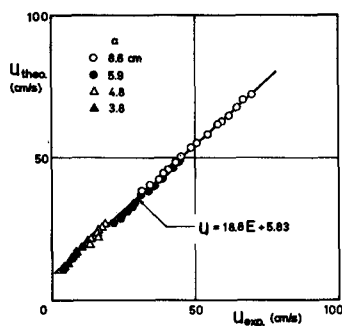
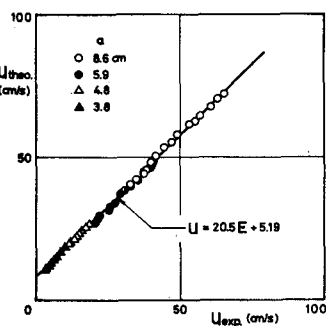


図-3 周波数応答特性



(1) 正方向



(2) 負方向

図-4 フロベラ式流速計の流速検定曲線（振動流）

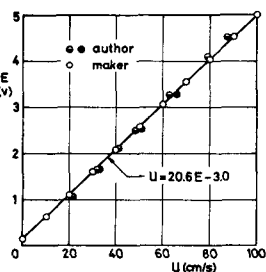


図-1 流速検定曲線（定常流）

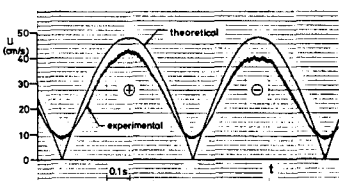


図-2 流速測定例（振動流）

2) 潜堤上での水平最大流速の鉛直分布: 実験に用いた水槽は、幅0.3m、深さ0.7m、長さ8mであり、実験水深は、24cm、26.8cmの2種類とし、造波板より約5mの地点にアクリル樹脂製(幅1cm)の潜堤模型が鉛直に設置されている。入射波の諸元は、波高2.1~5.2cm、周期0.79~1.2sec.である。波高計は、入射波および潜堤前面での部分重複波測定用の2台を用い、水槽の長さの関係で通過波は測定していない。さらに、突

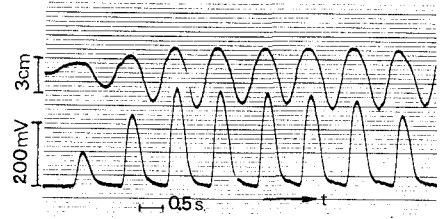


図-5 波形と流速の測定例

験波として造波開始後3~5波目の波を対象とするため、造波開始時の造波板の位相を一定ならしめるようにして実験を行なった。流速計は、ホイットゲージにより水槽の中心線上で潜堤直上に固定し、設置水深を順次変化させて繰り返し測定を行なう方法を採用した。図-5は測定例を示したもので、上段は潜堤直上での部分重複波の時間波形、下段は流速を表わしている。このように周波数応答特性は良好であることがわかる。

以上のようにして得られた部分重複波の空間波形と水平最大流速の鉛直分布を、比堤高 $h_c/h = 1, 0.9$ の場合について図-6に示す。ここに、越波モデルに対する理論曲線は次式で与えられる。

空間波形: $\eta/H = (1/2)(1+r) \cos kx$, 最大流速: $U^2/(2gH) = (1/2)(1+r) + K(1-r)^2 \coth^2 kh - Z/H$
ただし、 H : 入射波高、 r : 反射率、 k : 波数、 T : 周期および $K = \pi^2 H / (2gT^2)$ である。

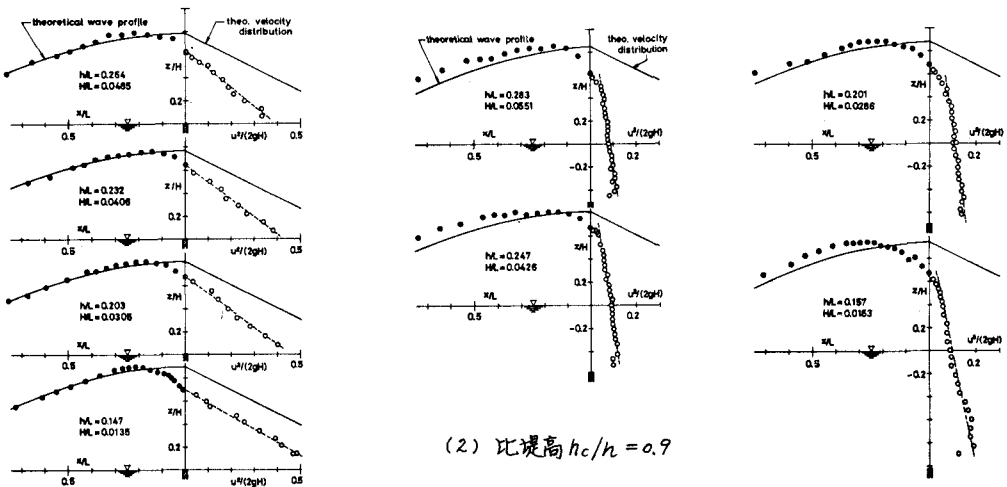
比堤高 $h_c/h = 1$ のときの波形については、潜堤直上における水位低下部分を除いて、理論値と実験値とは良く一致する。また、流速については、値が小さく、勾配も理論と異なるが、上式で示される直線関係が成立することからわかる。次に、 $h_c/h = 0.9$ の場合には、波形は実験値が若干過大となっているが、これは最大波高の発生地点が潜堤前方へ移動することもある一因であろう。流速については波頂部を除いて全体的に直線変化する。

3. 結 言

以上のように、潜堤の波浪減殺効果が期待できる比堤高の大きい場合には、越波モデルによる解析が可能であり、その理論の基礎である潜堤上の水平最大流速はほぼ放物線分布で近似される。

最後に、本研究は、昭和51年度文部省科学研究費(奨励A)による研究の一部であることを付記し、謝意を表するものである。

参考文献: 1) 岩垣雄一・石田啓・他; 空気防波堤に関する研究(第2報)―潜堤との併用効果―、第23回海講演文集、1976, pp.158~163 2) 筒井茂明・河野二夫; 潜堤の越波機構と波高伝達率について、同上, pp.140~145



(1) 比堤高 $h_c/h = 1$

(2) 比堤高 $h_c/h = 0.9$

図-6 越波時の波形と水平最大流速分布