

湾水の共振特性におよぼす *damping factor* の効果について

徳島大学工業短期大学部 正 員 〇村上仁士
 徳島大学大学院 学生員 越智 裕
 東レエンジニアリング 板東 政明

1. まえがき： 外海が有限幅の場合、港湾内水位の共振モードは港湾幅が広くなるにつれて、2次以上のモードが閉領域の自由振動モードとほぼ等しくなる。この事実を利用して、共振特性におよぼす底面摩擦の効果、防波堤開口部存在の効果を調べた。

2. 実験方法： 幅1m、深さ90cm、長さ30mの水槽の造波板から18.5mの位置に港湾模型を設置し、水深は15cm、周期Tは2secに一定し、予備実験から共振湾長を求めた。港湾幅 b を10cmから各10cmごとく50cmまで、各港湾幅について開口比(c/b)を0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5になるように変化させた。減衰波高の測定は湾奥および湾口の2点で行ない減衰波形の包絡線から時間変化を求めた。なお後述する閉領域の減衰波高は湾奥のみで測定している。

3. 開口部からの湾水の流出による波高減衰： 1) 基本モードの場合： 図-1は波高減衰曲線の一例で、縦軸に減衰波高 H と初期共振波高 H_0 との比、横軸は時間である。図から開口比 c/b が大きくなると波高減衰は速くなることとわかる。この傾向は港湾幅 b に関係なくいえるが、 b が大きくなるにつれて、 c/b の影響は顕著でなくなり、減衰時間長くなるようである。2) 第2次モードの場合： 図-2に一例を示したが、この場合に限り、 c/b が大きくなるほど波高減衰が遅くなる。換言すれば、防波堤のない場合が共振波高は最も減衰しにくくなるという基本モードの場合と全く傾向が逆になる。この原因の一つは、第2次モードはほぼ閉領域の振動モードと相似であるため、開口部を小さくするほど流速が速くなり¹⁾、開口部から流出する湾水の流量が大きくなるためであろう。

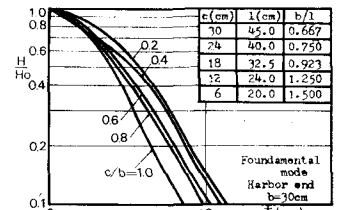


図-1 開口部からの湾水の流出による波高減衰(基本モード)

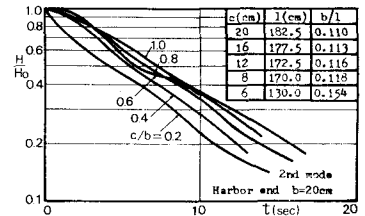


図-2 開口部からの湾水の流出による波高減衰(2次モード)

4. 底面摩擦による波高減衰： 第2次モードでは、閉領域の振動モードと相似であることはすでに述べた。したがって、若干の誤差を許せば、開口部を閉じてる振動モードが変換することはないと考えてもよく、この場合、閉領域の波高減衰、すなわち底面および水槽壁面の摩擦による波高減衰が主となる。Keulegan²⁾は重複波の波高減衰について研究しているが、ここではBretschneider³⁾が進行波に対する波高減衰を求めたと同様に考え方にちとづき、次式を誘

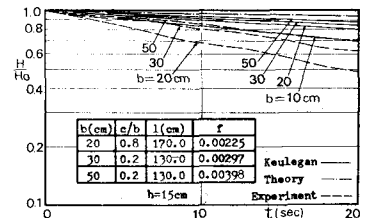


図-3 底面摩擦による波高減衰(2次モード)

導し、若干の考察を加えることとする。

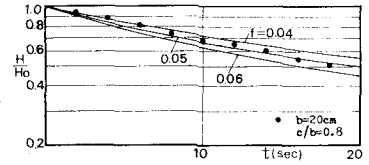
$$\frac{H}{H_0} = \left[1 + \frac{128}{9} f \frac{H_0}{L_0} \frac{1}{F(R/L_0)} \frac{t}{T} \right]^{-1} \quad (1)$$

ここで、 $F(R/L_0) = 1/\sinh^3(2\pi/L)$ 、 f ：摩擦係数、 R ：水深、 L_0 ：深海波長である。図-3は Keulegan の理論、および(1)式から求められる波高減衰と実験値(破線)を比較したもので、 b が小さいほど波高減衰が大きいことがわかる。しかし、実験値は理論計算結果よりもはるかに大きい。なお、同図に示した f の値は層流境界層理論より求められる Reynolds 数との関係から求めたものである。図-4(1)、(2)は f の大きさを調べるため、(1)式の f を仮定して実験値と比較した一例で、他の場合も総合すれば f は0.02~0.10程度になると思われる。

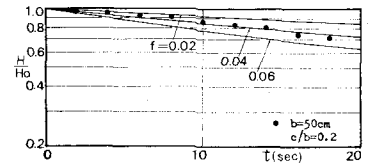
5. 共振特性におよぼす底面摩擦の効果： 共振時の全逸散エネルギーに対する底面摩擦による波のエネルギー逸散の割合を調べる。図-5に示すように、閉鎖域の波高減衰曲線と開口部からの流出によるそれを同時に描き、各時間における K_b と K_{b+e} との比を縦軸に、横軸に開口比 c/b をとって示したものが図-6(1)、(2)である。図から c/b が0.8の場合がいずれも底面摩擦の効果が極大値に達しているが、原因については今後調べる必要がある。4.で述べたように港湾幅 b が小さい方が底面摩擦の効果が大きくなる。しかし、 b が30cmの場合で、 K_b/K_{b+e} が最大0.45程度であるからそのエネルギーは初期共振波のエネルギーの20%程度で、その他の場合はいずれも数%程度である。また b が50cmの場合は、 c/b が0.8より大きくなると時間的に K_b/K_{b+e} の割合にかなりの変動がみられるが、時間がたつにつれて底面摩擦の効果は減少している。 c/b が0.6以下では底面摩擦の全逸散エネルギーに対する割合は数%程度であり、防波堤開口部を小さくすると、ほとんど底面摩擦の効果は無視してよいであろう。

6. あとがき： 共振特性におよぼす底面摩擦の効果は明らかになったが、今後、防波堤開口部による波のエネルギー逸散量の定量化がめざされる。最後に本研究にあたり、有益な御助言、御指導を頂いた、京都大学岩垣雄一教授に深謝の意を表するとともに、本研究は文部省科学研究費による研究の一部であることを付記する。

- 参考文献 1) 岩垣村上：共振時における港内波浪の諸特性について、第20回海議、1973
2) Keulegan : Energy dissipation in standing waves in rectangular basins, J. Fluid Mech, 1959
3) Bretschneider & Reid : Modification of wave height due to bottom friction, percolation and refraction, B.E.B, 1958



(1)



(2)

図-4 f を仮定した場合の底面摩擦による波高減衰(2次元モデル)

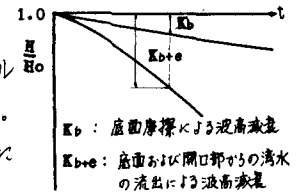
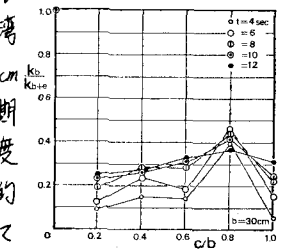
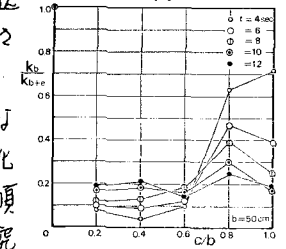


図-5 底面摩擦の効果と求めるための模式図



(1)



(2)

図-6 底面摩擦の効果