

不規則波の港内振動に関する実験

京都大学工学部 正員 岩垣雄一
 京都大学工学部 正員 〇村上仁士
 五洋建設 正員 陶里 操

1. まえがき： 従来、規則波を対象として港内振動に関する研究がなされ、かなりの成果があげられているが、実際には港湾内に侵入するうねりのような長周期の波浪と台風時のように短周期でしかも波高の大きい波が重なり、港内は非常に大きい水位変動を起すことが予想され、規則波だけでは港内振動の特性を十分説明しえない場合が少なくない。

本研究は連続スペクトルをもつ不規則波による港内振動現象を解明する手がかりとして、まず、2成分周期からなる合成波を用いて、港口が全開の長方形港湾の振動現象を実験的に調べ、単一波の振動特性と比較検討したものである。

2. 実験方法： 実験水槽は幅50cm、高さ70cm、長さ約30mの内面ガラス張りで、1端に逆波板が設置されている。逆波板より22.75mの位置に港湾の中心線と水槽の中心線が一致するようにアクリル製の港湾模型を設置し、湾長を自由に変化できるようにした。逆波板は8個のピストンからなり、各ピストンは周期の比が1:1.5の関係にある。実験を通じて水深は70cmとした。長周期波として $T_1=2.0\text{sec}$ 、短周期波として $T_2=0.707\text{sec}$ の波を選び、合成した際に T_1 の成分波数成分が T_2 の成分波と重ならないようにした。波高はそれぞれ約3mmおよび6mmである。長周期波の波高は入射波として2次波峯が発生しない程度のものである。実験は周期を一定にして、湾長を0~80cmまで変化させ、単一波および合成波について行った。波高の測定は電気抵抗線式波高計を用いてデータレコーダに記録し、フーリエ解析して各測定の波高を求めた。

3. 実験結果および考察： 湾奥の波高と港口を用いたときの港口の位置での波高（以下基準波高と呼ぶ）との比を波高増幅率 R と定義する。図-1は湾長 l の変化にともなう湾奥の波高変化を示したものであり、横軸に湾長 l と水深 h の比 l/h 、縦軸に R をとっている。図中の●印および○印はそれぞれ $T_1=2.0\text{sec}$ および $T_2=0.707\text{sec}$ の単一波に対する実験値であり、 T_1 の波による共振長さは $l/h=4.3$ ($l=43\text{cm}$)、 R は約3.3（入射波高の6.6倍）になる。一方、 T_2 の波による共振長さは $l/h=1.0, 4.1$ および7.2付近になり、 R はそれぞれ約3.2, 2.7および2.6になっている。一般に共振モードは図-2のように表わすことができ、 T_1 のモードは(A)に相当し、 T_2 のモードは(A)~(C)の範囲にわたり変化することになる。図-1の○印および●印は、

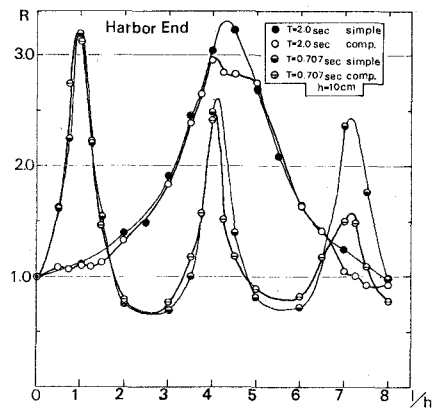


図-1 湾奥の振動特性

2成分合成波を各成分波に分解して上述と同様の手法でプロットしたものである。単一波の場合と比較して、 $T_1=20\text{sec}$ の波については、共振点近傍でまったく異なる様相を示し、 T_2 の第1および第3ピークにおける近傍も単一波の場合とわずかに異なる。一方、これらを除いた地点では全体的に単一波に比し、わずかに小さい値になっているが、比較的に一致している。これは短周期の共振点の影響を受けたい地点では、波も合成しても線型性が維持されることを意味している。 $T_2=0.70T_1$ の波については第2、第3ピークにはなつて減衰が著しくなる。

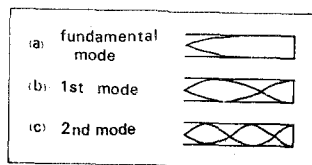


図-2 振動モード

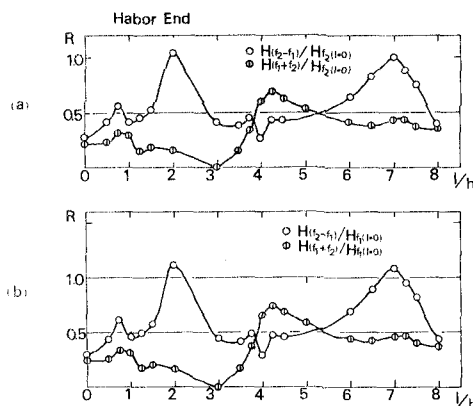


図-3 港長の变化に伴う拘束波の変化

4. 非線型効果の検討: 入射波が微小振幅波でも、港内が共振現象を起し波高が大きくなると有限振幅波になり、2成分合成波の場合には、各成分波数の和および差のところに拘束波と呼ばれる一定の振幅の波が現われる。図-3は港長の変化による拘束波の変化を示したものであり、○印および◇印はそれぞれ差の成分波および和の成分波を図-1と同縮尺で示し、横軸に V_h と、縦軸に拘束波高と基準波高の比 R をとっている。(a)および(b)図によれば、 T_1 および T_2 の共振点に相当するところに顕著なピークが現われている。差の成分は V_h が70近傍で基準波高と同程度であり、図-1で T_2 の R が単一波に比し極端に小さく、基本成分波のエネルギーが2次干渉へ移行したものと考えられる。 V_h が1.0および70付近では差の成分が和の成分より卓越し、 V_h が4.2~4.5付近では和の成分が卓越していることから、差の成分は短周期波に、和の成分は長周期波に影響を与えることがわかる。図-4は港長の変化による2倍周期数成分の効果と調べたものである。(a)および(b)図から、 T_1 および T_2 について、それぞれ V_h が4~5および10付近にのみピークが現われ、これらの点は共振点と一致しており、共振点付近では波高が大きく有限振幅の要素が入ってきて、入射波を微小振幅波に仮定しても、共振点付近では微小振幅波の理論が適用できないことを示唆している。短周期波については、湾奥に波が進行するにしたがい波高が減少し、第2次および第3次のピークが現われればかたまりと思われる。

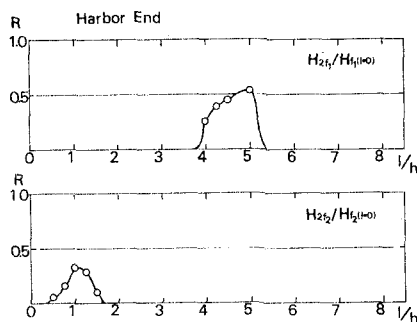


図-4 港長の変化に伴う2倍周期数成分波の変化

参考文献 1) 沢田勝一; 表面波の2次干渉, 第17回海岸工学講演会講演集, 昭.39.