

1-18 長方形港湾における長周期波の制御について

徳島大学工業短期大学部 正 員 村上 仁士
 徳島大学大学院 学生員 〇越智 祐
 徳島大学大学院 学生員 島田富美男

1. まえがき; 港湾内に長周期波が侵入し、共振現象を生じると、湾内波高は侵入波高の数倍にも増幅されることが知られている。そこで、長方形港湾に長周期波が侵入したときの振動特性と実験的に詳細に調べ、港湾形状(防波堤開口幅、湾幅、湾長)を変化させることにより、この程度長周期波の制御が可能となるのかについて検討したものである。

2. 実験方法; 実験は、幅1m、深さ90cm、長さ30mの2次元造波水槽を用い、造波板から18.5mの位置に図-1に示す長方形湾模型を設置し、湾長 l を任意に変化させた。外海幅 B は1mであり、相対湾幅 b/B を0.1, 0.2, 0.5および0.5の4種類、それぞれの湾幅 b について開口比 c/b を0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0の5種類に変化させた。なお、実験に使用した波の周期 T は2.0sec、水深 h は外海および湾内ともに15cmである。波高は、電圧抵抗式波高計を湾口部および湾奥部に設置し、ペン書きオシログラフに記録して救波の平均値をとった。

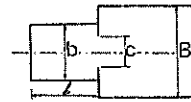


図-1 湾模型

3. 湾水の振動特性; 図-2(1)、(2)はそれぞれ相対湾幅 b/B が0.1および0.5について開口比 c/b を変化させたときの湾水の振動特性を示したものである。縦軸は波高増幅率 R (湾奥部の波高と開口部と閉じたときの防波堤前面での重複波高との比、以下、増幅率と呼ぶ)、横軸は湾長 l と波長 λ との比 l/L をとっている。両図から、相対湾幅が大きくなるほど、また開口比が小さくなるほど曲線は徐々に扁平になってゆき、共振時の増幅率(以下、共振増幅率と呼ぶ)は減少する。したがって、外海幅 B にくらべて湾幅 b が小さく、開口幅 c が大きい湾では湾長が変わるにともなう、増幅率は急激に変化し、特に、共振湾長に一致するうちは非常に大きい波高を生じることになる。これとは逆に、湾幅 b が比較的大きく、開口幅 c が小さくすると、増幅率の変化は緩慢であり、その値も小さく、共振時においても重複波高よりも若干大きい程度となる。

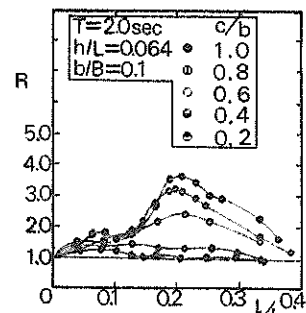


図-2(1) 湾水の振動特性

4. 共振湾長および共振増幅率の特性; 湾水が最悪の共振状態になると、湾形状による共振湾長 l_R および共振増幅率 R_R の変化について検討する。図-3は横軸に基本モードにおける共振湾長と波長との比 l_R/L 、横軸に開口比 c/b をとっている。一般に、全開($c/b=1.0$)の場合、 $l_R/L=0.25$ であるといわれているが、いづれの湾幅についても、それより小さく共振湾長は0.2波長程度となる。開口幅が変化するとともに、また湾幅が大きくなるにつれて、共振湾長は急激に短くなる。一方、IppenとGodaの理論による計算結果も併記してあるが、この理論では外海幅が無限大であるという仮定があり、湾幅が外海幅にくらべて比較的小さく、開口幅も大きい場合のみ共振湾長を推定しようと考えられる。

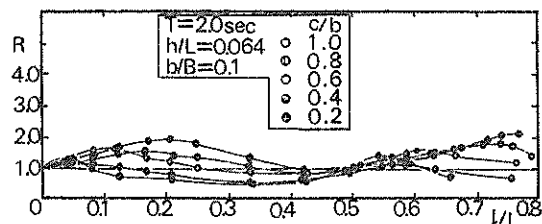


図-2(2) 湾水の振動特性

図-3は横軸に基本モードにおける共振湾長と波長との比 l_R/L 、横軸に開口比 c/b をとっている。一般に、全開($c/b=1.0$)の場合、 $l_R/L=0.25$ であるといわれているが、いづれの湾幅についても、それより小さく共振湾長は0.2波長程度となる。開口幅が変化するとともに、また湾幅が大きくなるにつれて、共振湾長は急激に短くなる。一方、IppenとGodaの理論による計算結果も併記してあるが、この理論では外海幅が無限大であるという仮定があり、湾幅が外海幅にくらべて比較的小さく、開口幅も大きい場合のみ共振湾長を推定しようと考えられる。

図-4 は港内幅および開口幅の変化による共振増幅率 R_R の変化を示すものである。同図より相対港内幅が大きくなるほど、開口比が小さくなるほど共振増幅率は小さくなり、Miles と Munk により指摘された開口幅が小さくなるにつれて共振増幅率が大くなるという“harbor paradox”は成立しないことがわかる。また、著者の一人によるエネルギー-逸散量を考慮した理論でエネルギー-逸散率 ϵ_2 が 0.5 の場合の計算結果を併記した。開口部におけるエネルギー-逸散が適切に与えられると共振増幅率についての推定がとれるものと思われる。(したがって防波堤により開口幅を

小さくし、開口部におけるエネルギー-逸散が大きくなるようにすれば、仮に港内に波高がなり小さくしうることができるとあろう。しかし、エネルギー-逸散は開口部等の港内形状および入射波の特性により変化するものであり、エネルギー-逸散の定量的評価におお

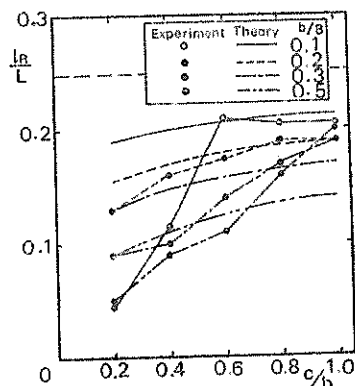


図-3 共振長と開口比との関係

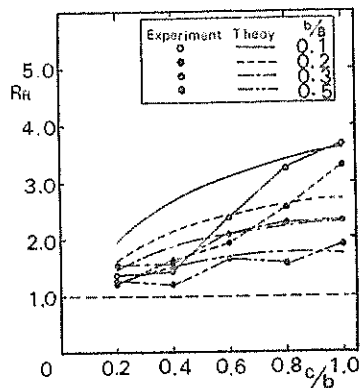


図-4 共振増幅率と開口比との関係

5. 開口部の変化のみによる長周期波の制御; 防波堤がない場合に共振も起す港長の港で、開口部に防波堤を設置することによって、港水の共振を防止し、この程度長周期波を制御しようかについて検討したものが図-5 である。図中の破線は表-1 に 161~164 で示した諸元を持つ港内において、開口幅を変化させたときの港

表-1 港内の諸元 奥における増幅率の変化を表わしている。開口幅を小さくするにつれて増幅率は急激に小さくなり、重複波高程度となることがこの図からわかる。図中の破線は表-1 で 165, 166 に示す増幅率が最小となるような港長の場合である。開口幅を小さくすることによって、若干増幅率は減少し、侵入波高 ($R=0.5$) 程度となる。すなわち、比較的波高の

No.	c/b	b/B	l/L
1	1.0	0.1	0.206
2	1.0	0.2	0.190
3	1.0	0.3	0.190
4	1.0	0.5	0.200
5	1.0	0.2	0.425
6	1.0	0.5	0.425

大きい長周期波が港内に侵入する場合でも、卓越周期が推定できるならば港長を適切な長と決定し、共振港長に一致させないようにして、開口幅をできるだけ小さくすることにより、港内での増幅波高と侵入波高を制御することができると考えられる。

最後に、本研究にあたり有益な御助言をいただいた京都大学岩垣雄一教授、徳島大学三井宏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) Ippen, A.T. and Y. Goda; "Wave induced oscillation in harbors" Rep. 16.59, Hydrodynamics Lab. M.I.T., July, 1963.
- 2) 村上仁士; 波のエネルギー-損失を考慮した港水振動の一解法, 第26回中四学会講演概要, 昭48, 5, 土木学会.

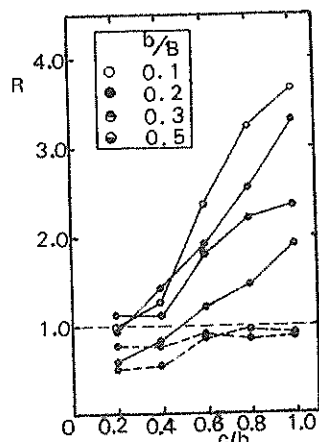


図-5 港長と一定としたときの増幅率と開口比との関係