

徳島大学工業短期大学部

正員

○村上 仁士

阿南工業高等専門学校

正員

葛田 嘉美男

1. まえがき； 2つの開口部をもつ港に長周期の波が侵入する場合、開口部の位置によって共振特性は変化するが予想される。ここでは、まず図-1に示すような防波堤の開口幅がその合計で等しくなるような3種の長方形港湾について共振特

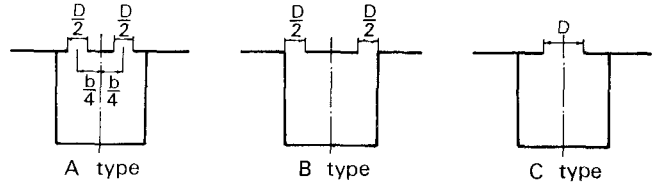


図-1 港湾モデル

性に関する理論的考察を行う。さらに、開口部の位置によって防波堤による波のエネルギー分散形態も異なると考えられるので、著者が従来から研究している外海が有限幅をもつ長方形港湾で得られた若干の実験値にもとづいて共振特性を考察するとともに、今後検討すべき問題点を指摘した。

2. 理論解； 港内外の水深は一定で、図-2に示すような座標系をとり、Ippen-Godaと同様の手法を用いて、港奥(0, -l)における波高増幅率R(入射波高の2倍に相当する港奥の波高)を求めると次のようになる。

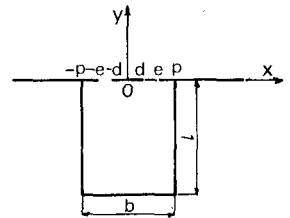


図-2 座標系

$$R = \frac{1}{\sqrt{[\cos kl - (S_1 + \frac{P}{e-d} \psi_2') \sin kl]^2 + [\frac{P}{e-d} \psi_1' \sin kl]^2}} \quad (1)$$

ここで、

$$S_1 = \frac{8p^2}{\pi^2(e-d)^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[\sin(n\pi e/2p) - \sin(n\pi d/2p)]^2}{n^2 B_n \tanh B_n kl} \cos^2(n\pi/2) \quad (2), \quad S_2 = \frac{4P \sin kl}{\pi(e-d)} \times$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{[\sin(n\pi e/2p) - \sin(n\pi d/2p)]}{n^2 B_n \tanh B_n kl} \cos^2(n\pi/2) \quad (3), \quad \psi_i' = \frac{e}{e-d} \psi_i(kl) + \frac{d}{e-d} \psi_i(ke)$$

$$- \frac{e+d}{e-d} \psi_i(k \frac{e-d}{2}) + \psi_i(k \frac{e-d}{2}), \quad i=1, 2 \quad (4), \quad \text{ただし, } \psi_i(kx) = \frac{2}{\pi} kx \int_0^{\pi/2} \frac{\sin^2 \alpha}{d^2/(kx)^2 - \alpha^2} d\alpha,$$

$$\psi_2(kx) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} \frac{\sin^2 \alpha}{d^2/(kx)^2 - \alpha^2} d\alpha \quad (5), \quad B_n = \sqrt{(n\pi/2kp)^2 - 1} \quad (6), \quad k \text{ は波数である。}$$

3. 開口部の位置の変化による共振特性； 図-3は、開口幅D/2および港深bを一定として、図-2のdを0からp-D/2まで変化させたときの共振時にける波高増幅率R_Rの変化を実線で示している。d=0の場合が図-1のC型に相当し、中央の一点鎖線の位置がA型、横軸の右端の通がB型に相当する。図中には、外海が有限(幅1m)の場合で得られた実験結果も○印で併記しているが、R_Rが最小となるのはA型であるといえる。よってここからわかる。よ、実験値は外海条件が理論の仮定とは異なっているが、実験値のように波のエネルギー損失がある場合でもA型はR_Rが最小になると考えてもよいであろう。以下では、A型、B型およびC型についてのみ考察を行う。

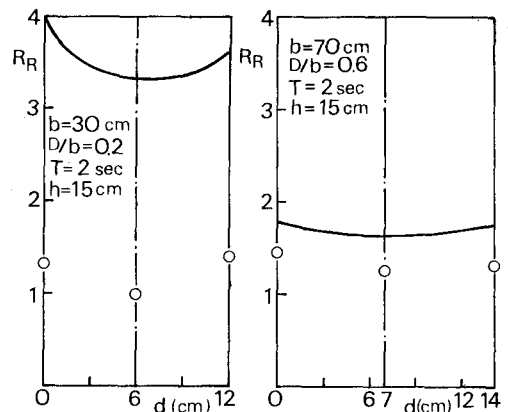
図-3 中央防波堤の長さdとR_Rとの関係

図-4は、開口幅の変化に伴うR_Rの変化を示したもので、A型がいずれのR_Rの値も小さくなるが、B型およびC型と比較すると港深幅がある程度以下であればB型の方がR_Rは小さく、港深幅が大きくなるにつれて逆にC型

の方が R_R は小さくなるという現象が生ずる。もちろん、本解析ではエネルギー損失を無視しているため、harbor paradox が成立しており、理論的妥当的傾向をそのまゝ実験現象に打ち合わせることは多少無理がある。

図-5 に、外海が有限幅 (1m) とした場合の実験値を参考のために載せておいた。これらの図から、A型は此の場合に比べ、

R_R が最小となっているが、B型とC型の R_R に対する大小の比較は、図-4 で示した傾向と必ずしも一致しない。

図-6 は、各型について、共振点 l_R/L と開口比 D/b との関係を示したもので、 b/L が大きくなるほど l_R/L は小さくなり、その値はいずれも 0.25 よりもはるかに小さくなる。各場合に

ついてみると、開口比を1つ

つC型が最も小さく、A型およびB型に関する l_R/L の値の大小は論じられないうである。なお、外海が有限とした場合に得られた実験値も同様のことが言えることを付記しておく。

4. あとがき； ここで、2つの開口比をもつ港湾の実験特性について考察したが、開口比の位置が共振特性に大きく影響することを理論的に示すとともに、若干の実験的考察もつけ加えた。しかし、開口比の位置が変化すると伴って防波堤で失われる波のエネルギーの量が量れることは明らかであり、それを定量化すること、さらに、それらをどのように理論に組み入れるのが重要となることはいうまでもない。

最後に、本研究を行うにあたり、御助言を頂いた京都大学 岩垣雄一教授、徳島大学 三井 彦教授、1次元波数水槽における実験の御協力を頂いた旭技研 下田和美氏 (当時学生)、ヘルシンキ大学 研究生 岡崎敏介氏 をはじめとする衛生研究所の諸氏に感謝の意を表するとともに、本研究は文部省科学研究費 自然災害特別研究 (代表者：岩垣雄一教授) による研究の一環であることを付記する。

参考文献

Innen, A.T. and Y. Goda : Wave induced oscillations in harbors, Hydrodynamics Lab., MIT, Rep. No. 49., July, 1963.

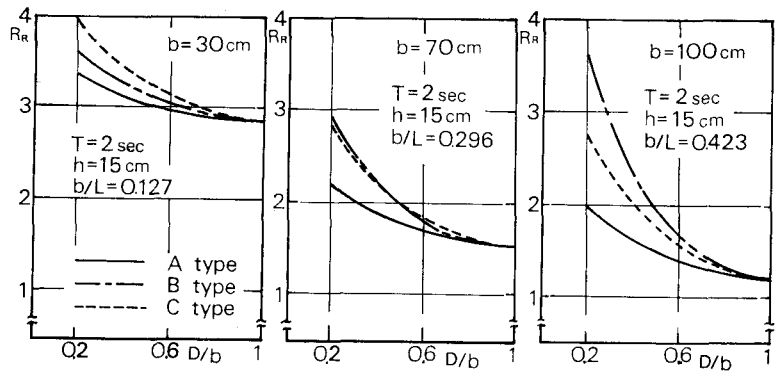


図-4 R_R と D/b との関係

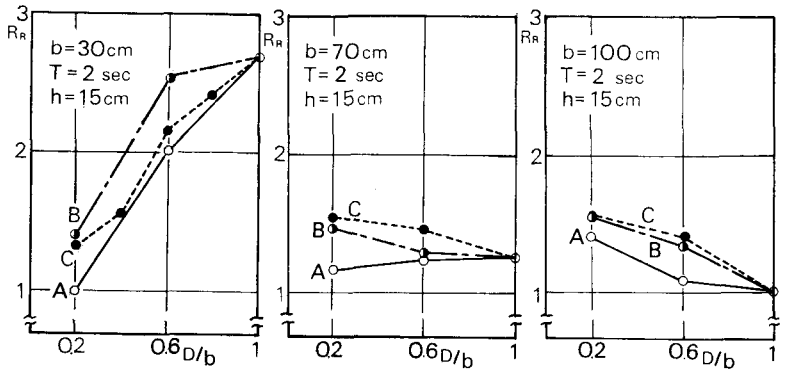


図-5 R_R と D/b との関係 (外海が有限幅 $B=1m$ の場合)

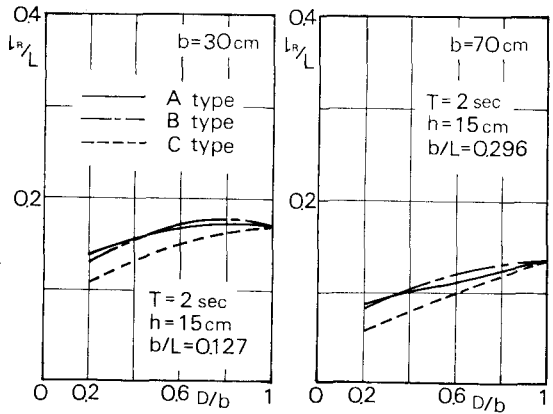


図-6 l_R/L と D/b との関係