

京都大学工学部 正員 岩垣雄一
京都大学工学部 正員 〇村エ仁士

1. まえがき： 港湾内の波のエネルギーの授受は防波堤開口部を通して行はれるために、海水振動も取扱うときには、防波堤開口部でどの程度、侵入波のエネルギーが透散されるかあらかじめ知っておく必要がある。本研究は比較的単純なモデルを考え、湾奥が広く、すなわち開口部を通過して波が無限に進行する場合について、開口部で失われる波のエネルギーを実験的に求めるものである。

2. 実験方法： 実験は京都大学工学部工不工学教室地下実験室の造波水槽（幅50 cm、高さ70 cm、長さ30 m）を用いて行はれた。造波機は水槽の一端に設置された合成波発生機による単一波発生装置も使用し、他端には消波工を設けて波の反射を防いだ。図-1に示したような開口部模型を、造波板から17.5 mの位置に置き、開口幅Dを5 cmおよび10 cmの2種類、港湾幅bをそれぞれ50 cmおよび10 cmに変化させ、波の周期は1.8, 2.0, 2.55 および2.83 secの4種類、波高をそれぞれ3種類変えた。水深はすべて10 cmとした。波高の測定は電気抵抗線式波高計を用いて行ない、入射波高および反射波高はHealyの方法により求めた。一方透過波高は開口部から岸側2.0 mの位置で測定した。

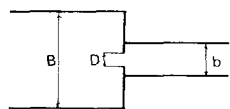
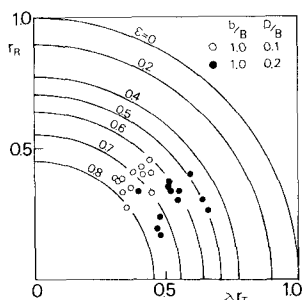
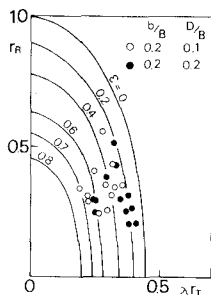


図-1. 防波堤開口部



(1) $\lambda = 1.0$ の場合



(2) $\lambda = 0.2$ の場合

図-2. 反射率、透過率およびエネルギー透散率の関係

3. 内部粘性、底面および水槽壁面の摩擦による波のエネルギー損失： 散乱振幅理論によると単位時間、単位面積あたりの内部粘性による波高減衰は次式で示される¹⁾。

$$H/H_1 = \exp(-\alpha_i x/L), \quad \alpha_i = [4\pi^2/(BL)(\sinh 2kh + 2kh)](2k/3) \cdot \sinh 2kh, \quad B = \{ \pi / (\nu T) \}^{1/2} \quad (1)$$

ここに、 x ：波の進行方向の距離、 H_1 ： $x=0$ における波高、 L ：波長、 $k=2\pi/L$ 、 T ：周期、 h ：水深、 ν ：動粘性係数、である。いま、 $x=5.5$ m、 $T=1.8 \sim 2.83$ sec、 $h=10$ cm として計算し、入射波のエネルギーに対する内部粘性によるエネルギー損失を求めると、にかだか0.02%で、この効果は無視しうることがわかった。一方、底面および水槽壁面の摩擦による波高減衰は

$$H/H_1 = \exp(-\alpha(b+\nu) x/L), \quad \alpha(b+\nu) = (1+\nu)\alpha_b, \quad \alpha_b = 4\pi^2/[BL(\sinh 2kh + 2kh)] \quad (2)$$

で表われ、上述の例を用いて入射波のエネルギーに対する摩擦損失を求めると5%に満たないことがわかった。

4. 防波堤開口部に生ずる渦、乱れその他によるエネルギー損失：

写真-1は防波堤開口部に生ずる渦の状態を示したものの1例で、こ

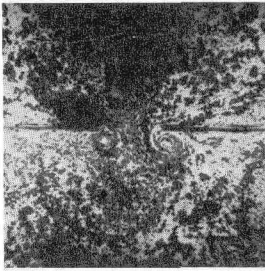


写真-1 防波堤
開口部に生ずる渦

のように開口部で発生して渦および乱れが、開口部から侵入する波のエネルギーを消散させる重要な要素であると思われる。

入射波のエネルギーに対して、開口部で失われる波のエネルギー-消散率をとおめると次式のようになる。

$$\varepsilon = 1 - r_r^2 - \lambda r_t^2, \quad \lambda = b/B \quad (3)$$

ここに、 r_r 、 r_t はそれぞれ反射率および透過率

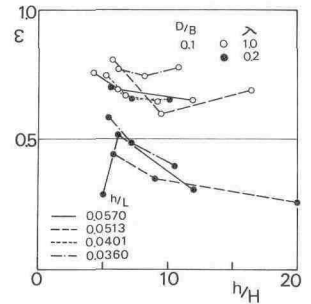
である。図-2(1) および (2) はそれぞれ b/B (以下 λ と略ぶ) が 1.0 および 0.2 の場合についてエネルギー-消散率を、透過率と反射率の関数として示したもので、(3)式で示される相互の関係も併記している。 λ が 1.0 の場合には、エネルギー-損失がなければ r_r 、 λr_t と ε の関係は半径 1.0 の 1/4 円を描き、 λ が 0.2 の場合には、長径 1.0、短径 1/5 の楕円を描く。しかし実験値は λ が 1.0 の場合、 D/B が 0.1 では ε が 0.6~0.8、 D/B が 0.2 では 0.5~0.75 にわたって点散しており開口部で失われる波のエネルギーがいかに大きいかかわかる。 λ が 0.2 の場合、 D/B が 0.1 では ε が 0.2~0.7、 D/B が 0.2 では ε が 0.1~0.6 になる。つまり開口幅が一定で港湾幅が異なる場合あるいは港湾幅が一定で開口幅が異なる場合に、開口部で失われる波のエネルギー-の差異を考察する。図-3 (1) および (2) は、それぞれ D/B が 0.1 および 0.2 の場合について λ を 1.0 および 0.2 に変化させたときの h/H と ε との関係を示したものである。両図とも λ が大きい方が ε が大きくなるこがわかる。すなわち開口幅が一定の場合には、港湾幅が大きい方がエネルギー-消散率は大きい。図-4 (1) および (2) はそれぞれ λ が 1.0 および 0.2 の場合について D/B を 0.1 および 0.2 に変化させたときの h/H と ε との関係を示している。両図から、港湾幅が一定の場合、開口幅が小さいほどエネルギー-消散率は大きく、しかも港湾幅が大きいほどその程度も大きくなるこがわかる。

5. おまけ； 内訳別注、底面および水槽壁面で失われる波のエネルギーは、入射波のエネルギー-の 5% に満たず防波堤開口部で失われるエネルギー-は最大 80% にのぼることがわかった。

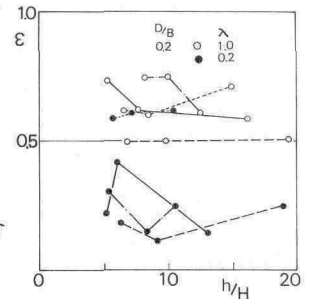
最後に本研究は文部省科学研究費による研究の一部であることを付記するとともに、実験に協力して頂いた、鶴岡増由君に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 若垣雄一：波の変形論，1967年度水工学に関する夏期研究会講義集，工学会水理学委員会，PP.09-1-09-24，1967

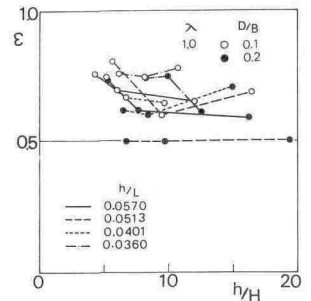


(1) $D/B = 0.1$ の場合

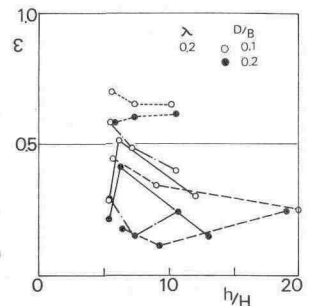


(2) $D/B = 0.2$ の場合

図-3 λ の相違によるエネルギー-消散率の比較



(1) $\lambda = 1.0$ の場合



(2) $\lambda = 0.2$ の場合

図-4 D/B の相違によるエネルギー-消散率の比較