

神戸大学工学部

。正員 杉本 修一

明石工業高等専門学校

。 西村 益夫

1. まえがき

漁港など小規模の港湾においてよく用いられる簡単な防波施設は施設が簡単であるために集積することばまねがたない。そのために防波効率は低下する。

このような問題に対する基礎的研究の一つとして吾々は昨年「弾性壁の波浪透過について」(第13回海岸工学講演会講演集, 1966・XII)なる題目のもとに計算したものを発表した。その考え方は「底面に完全に固定された弾性壁が波のためにたわむならば、入射波のエネルギーは壁が運動するための運動エネルギーと、壁がたわんだために壁の向側に生ずる透過波のためにエネルギーが費され、その残りのエネルギーを保有するような波が反射波として返ってくる」というのであった。このようにして導かれた理論は実際に実験を行うとみると、実験が進むにしたがって理論と実験が大変よく一致するときと、それほどよく一致しない場合のあることが判明してきた。

そこで吾々は種々検討してみた結果「壁が運動するための運動エネルギー」の代りに「壁がたわむためにそれに要する歪エネルギー」と考えて同様の計算を行った。そしてより結果を得た。

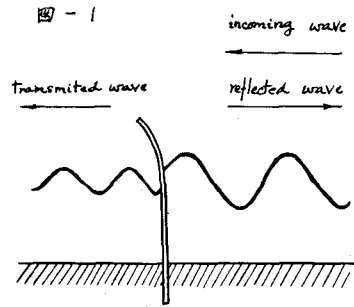
2. 理論的考察

図一の如く波が弾性壁に向って入射してくるとき、壁は滑動しないので、一端は完全固定で他端は自由の片持梁として、ただ弾性的にたわむものと考えれば、そして右図時のような異なり時ではなく通ずる状態を考えれば、壁は入射波と同じ周期で運動するのである。実際に実験水路において実験してみると入射波と弾性壁の周期は殆ど一致し、その時間のずれは認められなかった。それゆえ壁の向側において波は恐らく壁と同じ周期の波となるであろう。したがって反射波、透過波および壁の周期は入射波のそれと等しくなるであろう。一方浅海波において $L/h = (gT^2/2\pi h) \tanh(2\pi h/L)$ が成立する。故に h と T が等しければ入射波、反射波および透過波の波長は等しくなる。したがって入射波、反射波および透過波においては波高だけが違ってくることになる。いまそれらの半波高をそれぞれ a , b および c とすれば波形を表す式はそれぞれ

$$\eta_1 = a \sin(kx + \delta t), \quad \eta_2 = b \sin(kx - \delta t), \quad \eta_3 = c \sin(kx + \delta t). \quad (1), (2), (3)$$

こゝに $k = 2\pi/L$, $\delta = 2\pi/T$. 壁の前方における波形は $\eta_1 + \eta_2 = 2a \sin kx \cos \delta t - (a-b) \sin(kx - \delta t)$ である。これに対する速度ポテンシアル ϕ_{AB} および透過波 η_3 に対する速度ポテンシアル ϕ_3 はそれぞれ

$$\phi_{AB} = -\frac{g(a-b)}{\delta} \frac{ch k(h+y)}{ch kh} \cos(kx - \delta t) + \frac{2ga}{\delta} \frac{ch k(h+y)}{ch kh} \cos kx \cos \delta t. \quad (4)$$



$$\phi_c = g \frac{c}{\delta} \frac{ch k (h+y)}{ch kh} \cos(kx - \delta t). \quad (5)$$

したがって壁に作用する波圧 p は前後両面に作用する波圧の差が作用することになる。すなわち

$$p = (a+b-c) \rho_w g \frac{ch k (h+y)}{ch kh} \beta \sin \delta t. \quad \beta: \text{弾性壁の幅}. \quad (6)$$

入射波、反射波および透過波のエネルギーをそれぞれ W_A , W_B , および W_C とすると

$$W_A = \frac{1}{2} \rho_w g a^2 L \beta, \quad W_B = \frac{1}{2} \rho_w g b^2 L \beta, \quad W_C = \frac{1}{2} \rho_w g c^2 L \beta.$$

ところが入射波と反射波のエネルギーの差は透過波のエネルギーと壁の歪エネルギーとの和に等しい。

もし透過波は壁の振動によって生ずるのであるから W_C は W_D より大きくなることはない。しかし「簡単なため等しい」と仮定する。すなわち

$$W_A - W_B = W_C + W_D, \quad W_C = W_D \quad (7), (8)$$

壁に作用する波圧の最大値 $p_{\max}$ は式(6)において $\delta t = \pi/2$ のときに生じ

$$\begin{aligned} p_{\max} &= (a+b-c) \left(\frac{\rho_w g \beta}{ch kh} \right) = (a+b-c) K_1 \left\{ 1 + \frac{(kh)^2}{2} (1+\xi)^2 + \frac{(kh)^4}{2 \times 3 \times 4} (1+\xi)^4 + \dots \right\} \\ &\doteq A \left\{ 1 + \frac{(kh)^2}{2} (1+\xi)^2 \right\}. \end{aligned} \quad (9)$$

ここでさらにここで、この波圧による壁の歪エネルギー W_D は

$$\begin{aligned} W_D &= \frac{1}{2} \int \frac{M^2}{EI} dy \times 2 = \frac{A^2 h^5}{EI} \left\{ \frac{1}{20} + \frac{71}{1260} a_1 + \frac{13}{810} a_1^2 \right\} \\ &= \frac{A^2 h^5}{EI} \cdot F(a_1). \quad M: \text{波圧による曲げモーメント} \end{aligned} \quad (10)$$

ここでさらに。一方式(7)および式(8)より

$$\frac{1}{2} \cdot (\rho_w g a^2 L \beta - \rho_w g b^2 L \beta) = \frac{1}{2} \cdot \rho_w g c^2 L \beta \times 2, \quad 1 - \left(\frac{b}{a} \right)^2 = 2 \left(\frac{c}{a} \right)^2 \quad (11)$$

$$\therefore \frac{c}{a} = \left(1 + \frac{b}{a} \right) \frac{J}{1+J} = \left(1 + \frac{b}{a} \right) m.$$

$$\frac{b}{a} = \frac{1 - 2m^2}{1 + 2m^2} \quad J = \sqrt{\frac{h^5}{L} \frac{2F(a_1) \rho_w g \beta}{EI (ch kh)^2}}, \quad m = \frac{J}{1+J} \quad (12), (13)$$

3. 実験結果に考察

実験水路は一面がガラス張り、他面および底面は鉄鋼板張り、幅1m、長さ25mを使用した。この水路を用いて水深50, 55, 60および70cmの四種類について、一端よりフラッター式起波機にて周期1.5, 2.0, 2.5, 3.0 secの四種類の波を送り、他端は波が反射しないようにアルミニウム箔の切りくずを金網で囲んで波が反射を防いだ。弾性壁としては鉄鋼板を用い、これを水路の長さの方向中央より1m波の進行方向等分にL型鋼を用いて水路底面に固定した。弾性壁に用いた鉄鋼板の寸法は幅は0.95m、高さ0.90m、厚さ1.6, 2.0, 3.2, 4.0, 5.0 mmの五種類を用いた。

実験方法は起波機にて起した波が弾性壁に到達するまでに波高を測定し、これを入射波の波高とした。透過波高は定波表に行つてから測定した。反射波高は反射波による合成波が複雑であるので測定を中止した。このようにして得られた実験値が図2~5の先印で、理論値とよく一致している。

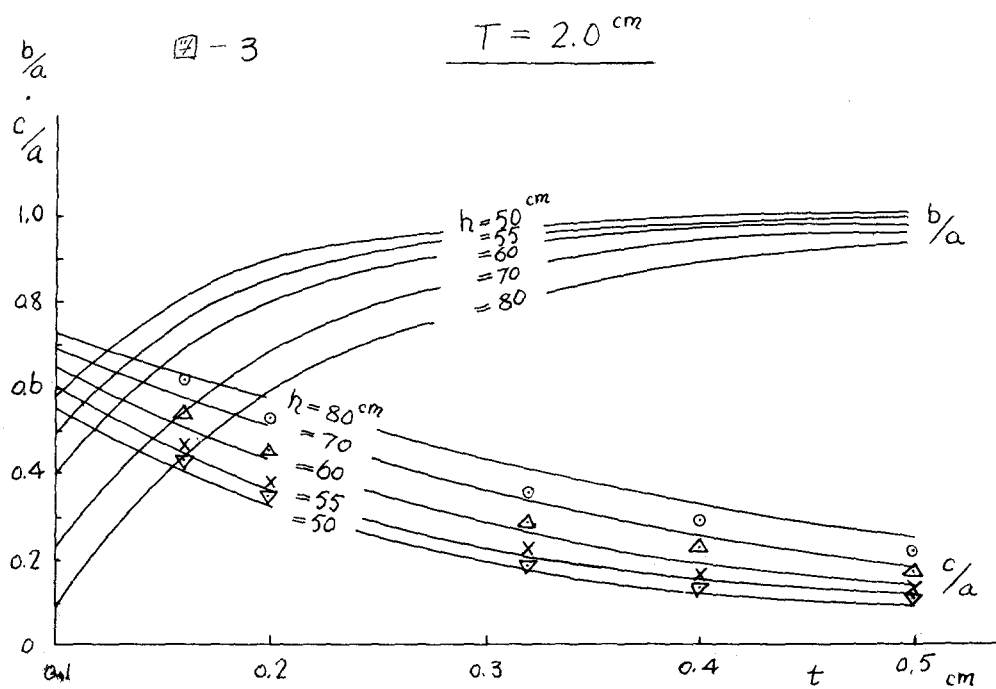
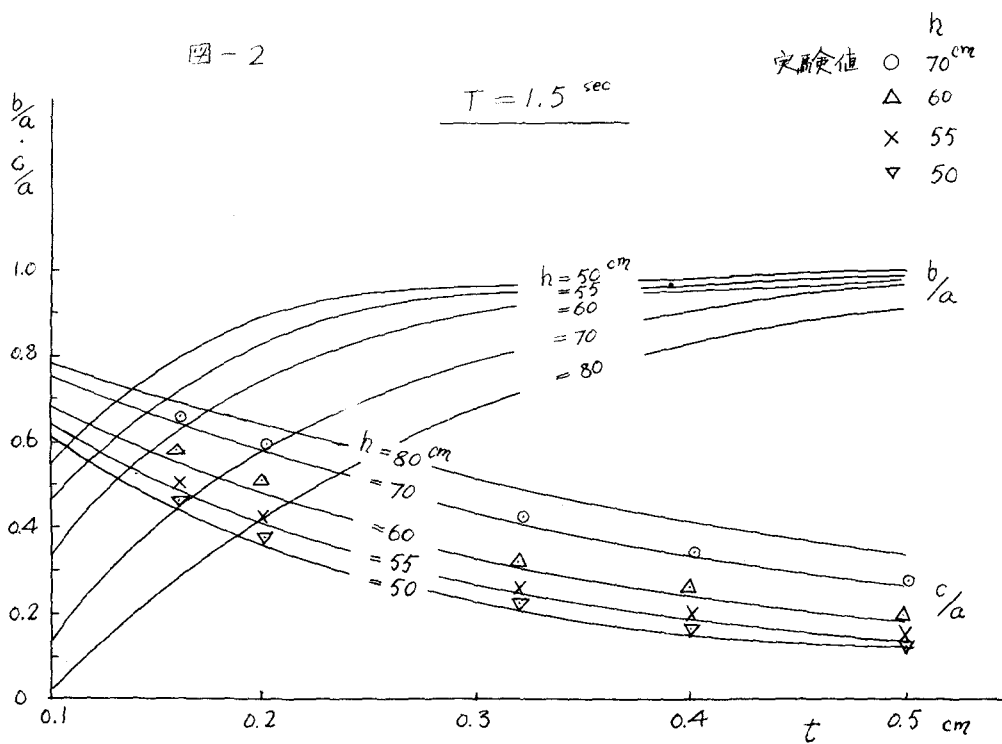


图-4

$T = 2.5 \text{ sec}$

实验值 h
 $\circ$ 70 cm
 $\triangle$ 60
 $\times$ 55
 ∇ 50

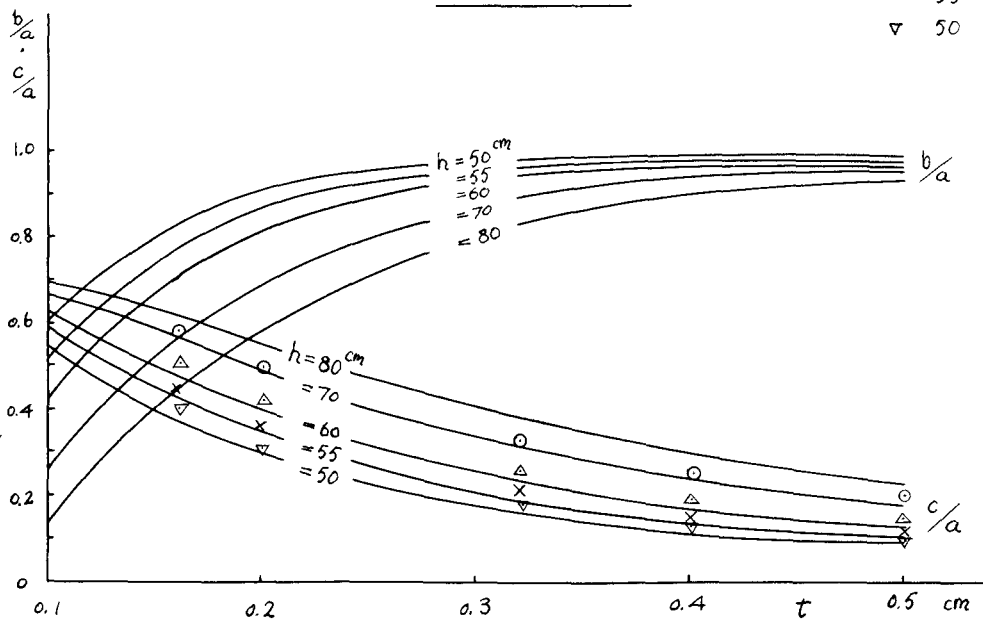


图-5

$T = 3.0 \text{ sec}$

