

剪断壁による波浪の傳達について

神戸大学工学部

正員

○ 杉本修一

明石工業高等専門学校

工修

西村益夫

防波堤が波浪を受けてその波力により変形する場合を考えてみる。この場合の変形は弾性的な変形と剪断による変形の二種類の変形が生じていると考えらる。この内弾性変形については、その基礎研究の上つとして我々は昨年「弾性壁による波浪の傳達について」(第22回土木学会年次学術講演会, 昭42.5.28)なる題目のもとに理論的考察を試みたものを発表し、理論値と実験値がよく一致する結果を得たことを報告した。我々が茲で「剪断壁」と稱するものは、剪断力のみによつて変形しその変形は剪断変形のみを生ずるような「壁」のことを稱する。

前回に報告した「弾性壁による波浪の傳達について」の考え方というものは「壁面に完全に固定された弾性壁が波のために撓むならば、入射波のエネルギーは、壁が撓むためにそれに要する歪エネルギーと、壁が撓む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るゝ、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つてくる」というのであつた。このようにして導かれた理論は前に述べた如く実験値とよく一致した。

そこで剪断壁の場合についても同様の考え方で理論を進めることにする。弾性壁の場合については「壁が撓むためにそれに要する歪エネルギー」を考えたが、剪断壁の場合には「壁の剪断力による剪断歪エネルギー」を考えた。次ぎに理論的考察を述べる。

右図の如く波が剪断壁に向つて入射してくるとき、壁は滑動しながら、一端は完全に固定で他端は自由な片持梁として、ただ剪断変形のみとするものと考えてゐる。台風時のような異常時ではなく通常の状態を考へれば、壁は入射波と同じ周期で運動するであろう。それゆゑ壁の向側にありても波の周期は恐らく壁と同周期となるであろう。従つて反射波、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。一方波高波においては

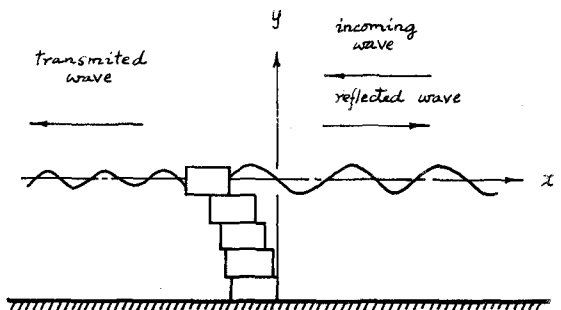
$$\eta/h = (gH^2/2\pi h) \tanh(2\pi h/L)$$

が成立する。ゆゑに h と H が等しくれば入射波、反射波および透過波の波長

は等しくなる。従つて入射波、反射波および透過波においては波高だけが違つてくることになる。いまそれらの半波高をそれぞれ a , b および c とすれば波形を表現する式は

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

茲に $k = 2\pi/L$, $\sigma = 2\pi/T$. 壁の前方にはける波形は $\eta_1 + \eta_2 = 2a \sin kx \cos \sigma t - (a-b) \sin(kx - \sigma t)$



でこれに対する速度ポテンシャル ϕ_{AB} および透過波 η_3 に対する速度ポテンシャル ϕ_c は

$$\phi_{AB} = -\frac{g(a-b)}{6} \frac{chkh(h+y)}{chkh} \cos(kx - \sigma t) + \frac{2ga}{6} \frac{chkh(h+y)}{chkh} \cos kx \cos \sigma t \quad (4)$$

$$\phi_c = g \frac{c}{6} \frac{chkh(h+y)}{chkh} \cos(kx - \sigma t) \quad (5)$$

である。壁に作用する波圧 p は前後両向に作用する波圧の差が作用する。従って

$$p = (a+b-c) \rho_w g \frac{chkh(h+y)}{chkh} \beta \sin \sigma t \quad \beta: \text{壁の幅} \quad (6)$$

入射波、反射波および透過波の1波長当りのエネルギーをそれぞれ W_A , W_B および W_C

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

とこれら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 は壁の歪エネルギー W_D より大きくなることはない。しかしそれは簡単の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 $\sigma t = \pi/2$ の時に生ずる。すなわち

$$p_{max} = (a+b-c) \rho_w g \frac{chkh(h+y)}{chkh} \beta = A \cdot chkh(h+y) \quad (9)$$

で与えられる。この波圧による壁の歪エネルギー W_D は

$$W_D = \frac{1}{2} \int \frac{Q^2}{Fg} dy \times 2$$

$$= \frac{A^2}{Fg} \frac{1}{k^3} \left[\frac{1}{2} (shkh \cdot chkh - kh) + 2shkh(chkh - 1) + khsh^2kh \right] \quad (10)$$

で与えられる。一方式(7)および(8)より

$$\frac{1}{2} (\rho_w g a^2 L \beta - \rho_w g b^2 L \beta) = \frac{1}{2} \rho_w g c^2 L \beta \times 2$$

$$1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2 = 2 \left(\frac{c}{a}\right)^2 \quad (11)$$

式(11)および(10)より

$$\frac{c}{a} = \left(1 + \frac{b}{a}\right) \frac{1}{1+J} \quad (12)$$

$$\frac{b}{a} = \frac{(1+J)^2 - 2}{(1+J)^2 + 2} \quad (13)$$

$$J = 2\pi chkh \sqrt{\frac{1}{2} \frac{1}{LN} \left(\frac{ktG}{2g} \right)} \quad t: \text{壁の厚さ} \quad (14)$$

$$N = \frac{1}{2} (shkh \cdot chkh - kh) + 2shkh(chkh - 1) + khsh^2kh. \quad (15)$$

を得る。