

II-18 細谷の湾へ進入する不規則波について

舞鶴工業高等専門学校 正員 杉本 修一
明石工業高等専門学校 〇西村 益夫

長波(例えば津波)が湾口から湾奥へ進入してくる場合どのように波形が変化するかについては多くの人々によって論議されてきた。しかし、それらの論議の多くは一つの波が湾口から湾奥へ進入してきて、且湾の幅も水深も等しいと仮定した。しかし実際においては湾奥においては或る幅と、或る水深を用い、且湾奥へ進入してくる波も一種類の波ではなくて多くの波から成り立っている不規則波であるので、このような場合には湾奥へ進入不規則波がどのように変形してゆくのかどうか? という事について考えてみる一つの試みとして本報章のような計算を行った。

その考え方は、或る一つの周期を有する波に対して湾奥においても或る幅と水深を有する湾について解を求め周期と振幅の異なる波を重ね合わせるという方法である。

先づ初めに或る一つの周期を有する波に対して湾奥においても或る幅と水深を有する場合についての一つの解を求めることにする。いま、波高を η 、幅を b 、水深を h 、波の周期 T について $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 、湾奥を原点として距離を x 、湾奥より湾口までの距離を a として、 $\xi = \frac{x}{a}$ 、地球重力を g とすれば、波高 η についての方程式は

$$\frac{1}{b} \frac{d}{d\xi} (b h_0 \frac{d\eta}{d\xi}) + k^2 a^2 \eta = 0 \quad \text{ここに } k^2 = \frac{\omega^2}{g} \quad \text{--- (1)}$$

$\eta = Z$
とおくと

$$b = b_0 (1+\xi)^n, \quad h = h_0 (1+\xi)^m \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{d^2 Z}{d\xi^2} + \frac{m+n}{1+\xi} \frac{dZ}{d\xi} + \frac{k^2 a^2}{h_0 (1+\xi)^m} Z = 0 \quad \text{--- (3)}$$

更に $1+\xi = t, \quad xP = X$ とおくと --- (4)

$$\frac{d^2 Z}{dX^2} + \frac{P-1+m+n}{P t^P} \frac{dZ}{dX} + \frac{a^2 k^2}{P^2 h_0 t^{m+2(P-1)}} Z = 0$$

もし $m+2(P-1)=0$ とする(あるいは P を適当に選ぶ) --- (5)

$$\frac{d^2 Z}{dX^2} + \frac{P-1+m+n}{P X} \frac{dZ}{dX} + k^2 Z = 0 \quad \text{ここに } k^2 = \frac{a^2 k_0^2}{P^2 h_0}$$

更に $Z = X^p Y$ とおくと --- (6)

$$\frac{d^2 Y}{dX^2} + \frac{u+2p}{X} \frac{dY}{dX} + \left[k^2 + \frac{u^2 + u(8-1)}{X^2} \right] Y = 0$$

ここに $u = \frac{P-1+m+n}{P} = \frac{m+2n}{2-m}$

$$u+2p=1 \quad \text{ならば} \quad u^2 + u(8-1) = -8^2 \quad \text{--- (7)}$$

を得る。結局(3)は

$$\frac{d^2 Y}{dX^2} + \frac{1}{X} \frac{dY}{dX} + \left[k^2 - \frac{8^2}{X^2} \right] Y = 0 \quad \text{--- (8)}$$

この式(8)の解は A 及び B を或る定数として、 H_0 を 0 次の Hankel 関数とすれば

$$Y = [A H_0^{(1)}(kX) + B H_0^{(2)}(kX)] \quad \text{--- (9)}$$

と与えられる。而して

$$Z = X^p Y, \quad X = t^P, \quad t = 1+\xi$$

故に波形 η は

$$\eta = t^p Y e^{i\omega t}$$

$$= (1+\xi)^{Pq} [A H_q^{(1)} \{h'(1+\xi)^P\} + B H_q^{(2)} \{h'(1+\xi)^P\}] e^{i\omega t} \text{-----}(10)$$

で与えられる。また

$$H_q^{(1)} = \int_0^{\pi/2} (h'X) + i Y_q(h'X), \quad H_q^{(2)} = \int_0^{\pi/2} (h'X) - i Y_q(h'X)$$

であることも考へて

$$\psi = A (1+\xi)^{Pq} \int_0^{\pi/2} \{h'(1+\xi)^P\} e^{i\omega t} \text{-----}(11)$$

のみを考へることにする。

次に不規則波の分布であるが、舞鶴海洋気象台が昭和50年1月18日1.40~1.55 pmに若狭湾において測定した結果を最大波高を1に書き直した図-1であるが、これを引用することにする。この図で見ると最大波高はT=9 secの奥にありわれている。この奥における最大波高を100cmとしてこの図よりT=5, 6, 7 secより14, 15, 16 secまでの12の周期に対する波高をそれぞれ図-1より読みとると次表の如くなる。

T,	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
H,	0.125	0.250	0.435	0.720	1.00	0.830	0.645	0.480	0.345	0.240	0.160	0.105

例として

$$\frac{a h_0}{P \sqrt{h_0}} = \frac{h'}{T} = 4236.88 \frac{1}{T}$$

$a = 5000 \text{ m}$, $h_0 = 10 \text{ m}$, $m=n = \frac{1}{2}$, $P = \frac{3}{4}$, $\theta = 0$, $\frac{2\pi T}{\sqrt{g}} = \frac{201}{T}$

の場合について数値計算を行つて、それらの波を合成したものが図-2である。

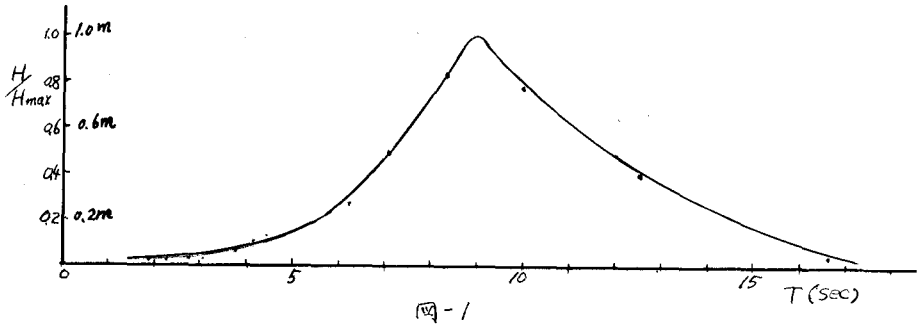


図-1

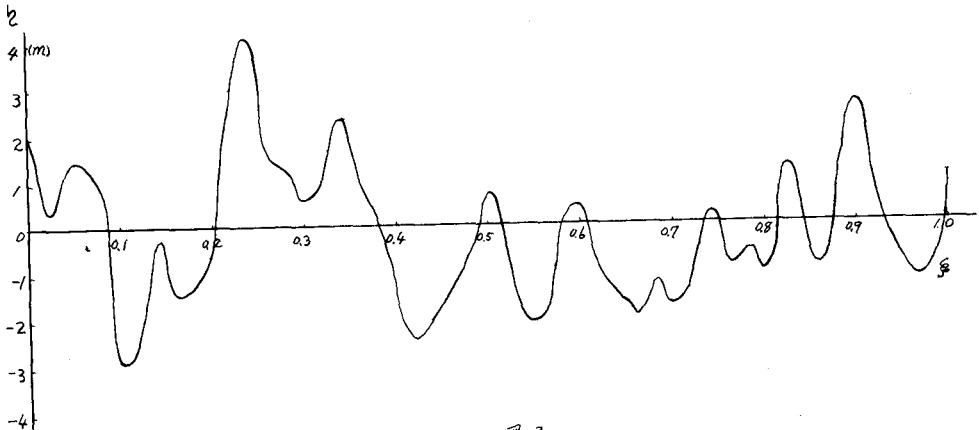


図-2