

II-67 河口による波の散乱について

徳島大学工学部 正員 工修 三井 宏

1. はじめに

昭和34年の伊勢湾災害における海岸堤防の被害調査¹⁾によると、河口部や干拓地のように堤防法線が折れ曲がった地帯から少し離れた所で發堤したものが多いようである。このような現象が起る原因の1つは、いわゆる波の散乱により生じた海面上の波高分布の相異によるものと思われる。河口附近の波の散乱による波高の最大値の位置およびその値を求めて、堤防有効高設計の参考に供するのがこの研究の目的である。

2. 実験

模型は波が河口に直角に入射する場合を対象としたので、中心線より半分の部分だけとした。堤防の模型は木製鉛直壁とし、図1に示すような配置で、河口幅の半分 $B/2$ は 1.0, 2.0, 2.8m の3種類、周期 T は 0.8, 1.2 sec の2種類、水深は一様に 30cm としたから、河口幅 B と水深 30cm における波長 L との比 B/L の範囲は 1.1 ~ 5.0 であった。測定したのは入射波の諸元、壁面 AB, CD, DE 沿りの波高である。規則的な平面波を起すことが困難なことから、水槽幅の関係で海岸堤防 DE の延長が不足したこと、および E 点における消波工の効果が十分でなかったことにより、実験精度はあまり良好ではなかった。すなわち、 D 点で発生した擾乱波が E 点で反射され、 DE 壁面に沿ってかなりの副振動を生じた。この現象は実験目的外であるが、このような形状の河道中で波が進行する場合には、異常に大きい波高が発生することを暗示するものである。

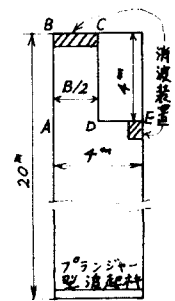


図1 実験装置

3. 解析方針

河口堤防の隅角部で生じた散乱波がもう1つの隅角部で発生する散乱波に与える影響の程度に河口幅が大きい場合は、4半分平面を囲む堤防に対する散乱波を重ね合わせることににより、海面および河道内の波高分布を近似的に求めることができると考えられる。このような境界条件に於ける散乱波の位相を調べることは今後の研究課題である。河口幅が狭くなり、両隅角部に於ける散乱波が互いに強く影響し、その結果、河道内で波高や流速など波の諸元が一様になった場合には、つまりような近似解法が適用でき、ある程度、散乱の位相をつかむことができる。これは合田、Ippen²⁾が港内振動を求めるのに用いた手法と同じように、ヘルムホルツの式を、河道内にありて波の諸元は一様、堤防壁面に直角方向の流速は0、海上無限遠まで擾乱波の波高は0という境界条件下に解いたものである。すなわち、座標軸を図2のようにとり、入射波高を1とし、時間因子 $e^{i\omega t}$ を落して考え、 $k = 2\pi/L$ とすると海面上の波は、

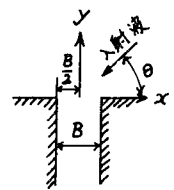


図2 座標

$$f = \exp\{ik(x \cos \theta + y \sin \theta)\} + \exp\{ik(x \cos \theta - y \sin \theta)\} + f'(x, y) \quad (1)$$

河道内の波は、

$$f = C \exp\{i(k_2 y + \omega)\} \quad (2)$$

で与えられる。ここに、 $f'(x, y)$ は散乱波の修正項で、

$$f'(x, y) = \frac{2kC}{\pi} \cdot e^{i\omega} \left\{ -i \int_0^\infty \frac{e^{-y\sqrt{k^2 - u^2}}}{u\sqrt{k^2 - u^2}} \cdot \sin \frac{uB}{2} \cdot \cos ux \cdot du - \int_0^k \frac{e^{-y\sqrt{k^2 - u^2}}}{u\sqrt{k^2 - u^2}} \cdot \sin \frac{uB}{2} \cdot \cos ux \cdot du \right\} \quad (3)$$

$$C \text{ は河道内の波高で, } C = \pi/k \cdot \sqrt{I_1^2 + (I_2 + \frac{\pi}{2k})^2} \quad (4)$$

ω は河道内の波と入射波との位相差で、

$$\tan \omega = \frac{-I_1 + \tan(kx \cos \theta) \cdot (x/2k + I_2)}{\pi/2k + I_1 \tan(kx \cos \theta) + I_2} \quad (5)$$

$$I_1 = \int_0^\infty \frac{2 \sin^2(uB/2)}{B u^4 / (k^2 - u^2)} du, \quad I_2 = \int_0^k \frac{2 \sin^2(uB/2)}{B u^4 / (k^2 - u^2)} du \quad (6)$$

(1) 式および(2)式の絶対値は波高を与え、偏角は位相を与える。

(4) および(5)式の数値計算結果は図3に示し、 $y=0$, $|x| > \frac{B}{2}$,

$\theta = \pi/2$ すなわち、波が海岸線に直角に入射するときの海岸堤防沿いの波高を与える。(1)式の計算結果は図4に示す。図3によれば、河口幅が小さくなるにつれて河道内の波高は入射波高の2倍に近付き、 $B/L > 0.4$ では入射波高とほぼひとしくなることがわかる。また、位相差 ω は負の値をもつから、河道内の波の位相は入射波のそれよりもおくれしていることを示している。図4の縦軸 K' は堤防前面波高と入射波高と之比で、河口部から離れるにしたがって、完全重複波の $K'=2$ に近接している。この計算結果によれば、河口部による散乱波の影響で、堤防隅角部から約 $\frac{1}{3}$ 波長離れた地点で第1次の波高最大値があらわれ、河口幅によつて完全重複波高より2割ほどの波高増大が認められるようである。

参考文献

- 1) 竹内、福岡、細井、吉川、木下、土屋、富永、三井：伊勢湾台風による高潮と被害の特性、建設省土木研究所報告、110の2、昭36.2
- 2) 合田：長方形および扇形の港内の副振動について、第10回海岸工学講演会講演集、昭38
- 3) Penny and Price: the Diffraction Theory of Sea Waves and the Shelter afforded by Breakwaters, Philo. trans. of Roy. Soc. of London, A-248, 1951~1952.

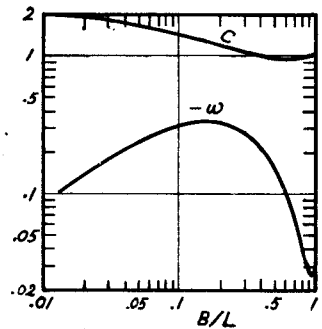


図3 河道内波高と位相差

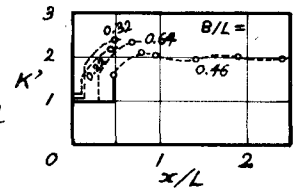


図4 堤防前面波高