

II-6 埋立地設置により生じる反射波の影響範囲について(2報)

徳島大学工学部 正員 三井 宏
○ 徳島大学大学院 学生員 川村 勇二

1. まえがき

第1報では埋立地正面護岸沖における約10波長までの波高分布について報告したが、入射・反射領域境界線上の無限遠点において波高比 $K=1.5$ になるとの間違えた推論をした。本報告は埋立地正面護岸に代用できる一文字防波堤による十分遠方の反射波高分布を数値計算により求める。ここで、前の波高比を $K=1.0$ に訂正しておく。

2. 半無限防波堤における修正近似的回折散乱解

多くの埋立護岸の法線形状は、直線と隅角との組み合わせから成っている。これに波が入射すると、海面は反射領域、入射領域、回折領域に分れるが、反射波の様相を問題とすると、反射領域と入射領域とが対象になる。このように領域を限定すれば、各種の隅角をもつ凸型隅角部からの散乱波は図-1 のようになる。半無限防波堤による散乱波は隅角部によるものより少し大きい波高を示すが、波相(波峰線形状)はほとんど同一である。図-2 に示す半無限防波堤による散乱波を修正近似式で示すと次式で表わされる。

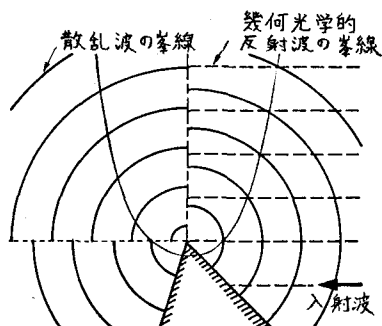


図-1 散乱波の様相

$$\chi = -\frac{\exp\{-i(\delta r + \frac{\pi}{4})\}}{2\sqrt{2\pi\epsilon}} \left\{ \frac{1}{\cos\frac{1}{2}(\theta-\alpha)} + \frac{1}{\cos\frac{1}{2}(\theta+\alpha) \pm \delta} \left\{ 1 - \frac{|\theta-(\pi-\alpha)|}{\cos^2(1-\frac{3}{8}\frac{1}{\epsilon})} \right\} \frac{\exp(-i\frac{\pi}{4})}{\sqrt{2\pi\epsilon}} \right\} \quad \text{---(1)}$$

ここに、 $\epsilon = \frac{2\pi}{\lambda}$ は波数、 δ は $1 - \frac{|\theta-(\pi-\alpha)|}{\cos^2(1-\frac{3}{8}\frac{1}{\epsilon})}$ が正のとき1、負なら0をとり、 $\pm$ は $\cos\frac{1}{2}(\theta+\alpha)$ の符号と同じである。上式と Sommerfeld の厳密解により得られるそれぞれの散乱波高を比較すると、全域において近似解の方が少し大きい波高を示すが、全般的によく一致し、 ϵ が大きくなると両者の差はほとんどなくなる。また、修正近似解による等位相線はほぼ円を示し、厳密解とよく一致する。これらのことより、従来の近似式の適用範囲外である放物線内部においても厳密解を用いず、修正近似解により散乱波高を求めることができる。

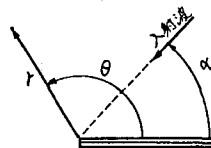


図-2 座標

3. 一文字防波堤による反射波高分布

前述のように隅角からの散乱波は半無限防波堤からそれとほぼ同じ性質があるので突堤状埋立地の正面護岸からの反射波は一文字防波堤からの反射波と類似している。従って、ここでは一文字防波堤からの反射波を取り上げるが、この結果は埋立地正面海岸からの反射波とほぼ同じと考えよう。一文字防波堤に対して、図-3 に示す座標を用い、 O または O' から発生した散乱波が O' または O に到達して生じる再散乱波を無視する。そうすれば法線 OO' 前面の波高は、 O から発生する散乱波と O' から発生する散乱波および OO' による反射波を重ね合わせるにより求められる。

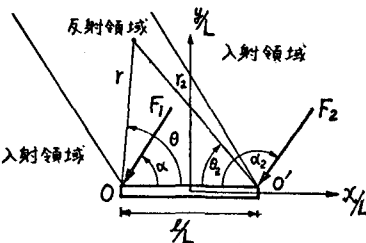


図-3 一文字防波堤における座標

$$\text{反射領域: } F = \exp\{i\epsilon r \cos(\theta+\alpha)\} + \chi + \chi' \quad \text{---(2)}$$

$$\text{入射領域: } F = \chi + \chi'$$

$$\chi' = -\frac{\exp\{-i(\delta r_2 + \frac{\pi}{4})\}}{2\sqrt{2\pi\epsilon}r_2} \left\{ \frac{1}{\cos\frac{1}{2}(\theta_2-\alpha_2)} + \frac{1}{\cos\frac{1}{2}(\theta_2+\alpha_2) \pm \delta_2} \left\{ 1 - \frac{|\theta_2-(\pi-\alpha_2)|}{\cos^2(1-\frac{3}{8}\frac{1}{\epsilon})} \right\} \frac{\exp(-i\frac{\pi}{4})}{\sqrt{2\pi\epsilon}r_2} \right\} \cdot \exp(i\epsilon r \cos\alpha) \quad \text{---(3)}$$

ここに、 α は0からの散乱波を示し(1)式で表わされ、 α' は0からの散乱波で(3)式で表わされる。

(2)式を用いて、一字防波堤($\beta/L=3, 10$)に必す角度で入射してくる波高1の入射波による反射波の波高分布を求めると図-4(a),(b)のようになる。それぞれの図を比較して次のことがわかる。反射波は相当広範囲にわたって存在しつづけ、防波堤長が大きくなるほどこの存在範囲は広がって、反射波は速くまで影響することになる。防波堤付近の反射領域内において、散乱波の影響により波高 $K=1.2$ を生じる。また、防波堤を元によらず、 β が大きくなるにしたがい、波高は低減する傾向を示し、無限遠方では $K=0$ に収束すると考えられる。これは散乱波と幾何光学的反射波の位相が元々異なることにより、両散乱波が重なった散乱波高1と幾何光学的反射波高1が打ち消しあって反射波高が0に収束すると考えられる。ここでは $\beta=3$ の場合のみを示したが、入射角が90°の場合の計算結果と比較すると、90°の場合が影響範囲は広いことがわかってい。実際の海面での反射波は逆風になることが多く、このような場合には本計算波高よりも反射波は早く減衰するものと思われるが、斜め入射の場合には噴風となり、その反射が遠方の海岸に到達して厄いけな影響を与えることもある。

4. 結論

(1)従来の近似解では計算不可能であった放物線内の散乱波高を修正近似解により容易に求められ、修正近似解はほとんど厳密解と一致する。

(2)一字防波堤において、防波堤長が大きい、また入射角が大きほど反射波は沖合い遠方まで影響をおよぼす。無限遠方では入射波の波が存在するだけで反射波高は0である。

なお、本研究は数値計算結果を示したのであるが、今後さらに実験も所行して、よりいっそう研究を進めていく予定である。

最後に、本研究は文部省特別研究費(代表者 飯田渡孝 名古屋大学理学部名誉教授)によるものであることを付記する。

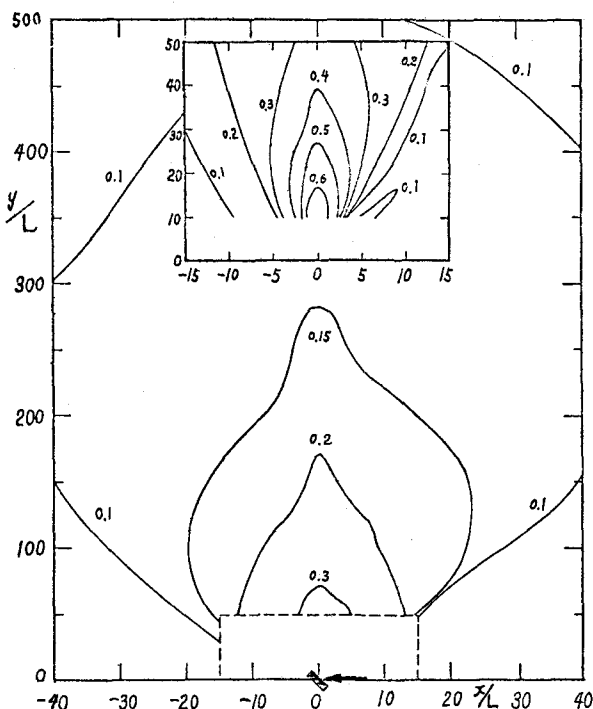


図-4(a) 一字防波堤における反射波高分布($\beta/L=3$)

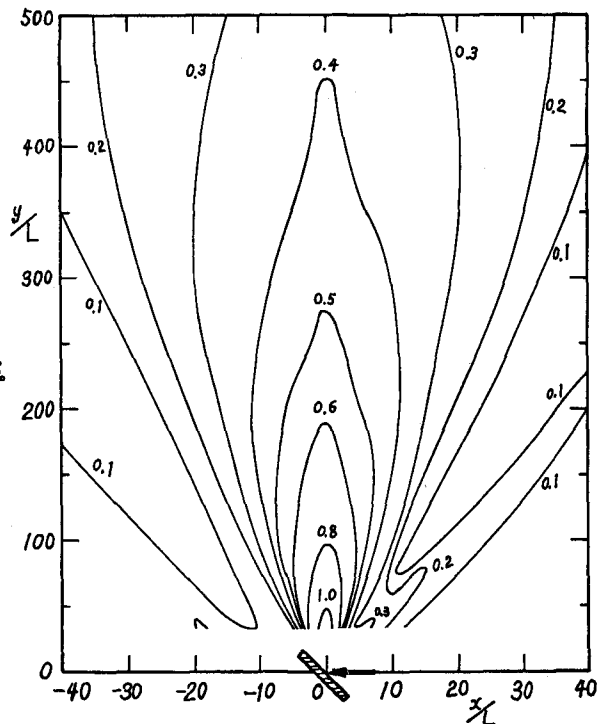


図-4(b) 一字防波堤における反射波高分布($\beta/L=10$)