

名古屋大学工学部 学生員 滑川 伸彦
同 正員 足立 昭平

1. まえがき

海岸不連続構造物前面の波高分布については、三井博士の研究¹⁾があるが、理論解の難解さのためか具体的な数値計算例は数少ないように思われる。しかし、現存する海岸構造物には、構造的にも、材質的にも不連続なものが多く、その付近の波高分布の特性は、船舶の航路計画や不連続部付近の波の打ち上げにもなる、構造物の設計高の決定に際して、基本事項の一つとなるものである。筆者らは、三井の導いた理論式を用いて、実際に数値計算をおこなひ、波高分布図(回折図)を求めた。そして、その結果を、完全重複波、ならびに半無限堤付近の波高分布と比較してみた。

2. 理論式

三井は、無限直線状構造物延長の半分に、消波ブロック、残りの半分に、完全反射壁を配置した場合について、次のように取り扱っている。ブロック前面の反射波高は完全反射による反射波高より小さく(反射率 ν)、若干の位相のずれを生ずることを、簡単のため、反射率の相違のみによる波高分布と、位相の相違のみによる波高分布の理論式を提示している。位相のずれに関しては、筆者の実験結果(図-1)、(消波ブロックを設置しても、しなくとも、位相変化はそれほどない)から、無視することにした。

それで、筆者らは、反射率の相違のみによる理論式を用いた。以下にその理論式の求方を示す。図-2のように、入射方向は、壁の直角方向として、左側部分に消波ブロックを置き、右側部分は完全反射壁とする。

時間因子と x に関する項を落した速度ポテンシャル $F(x, y)$ は次のHelmholtz方程式を満足する。

$$\Delta F(x, y) + k^2 F(x, y) = 0 \quad (1)$$

完全反射壁に沿う流速は、零、つまり、

$\frac{\partial F}{\partial y} = 0$ 、そして、無限遠で散乱波は消失す

図-1

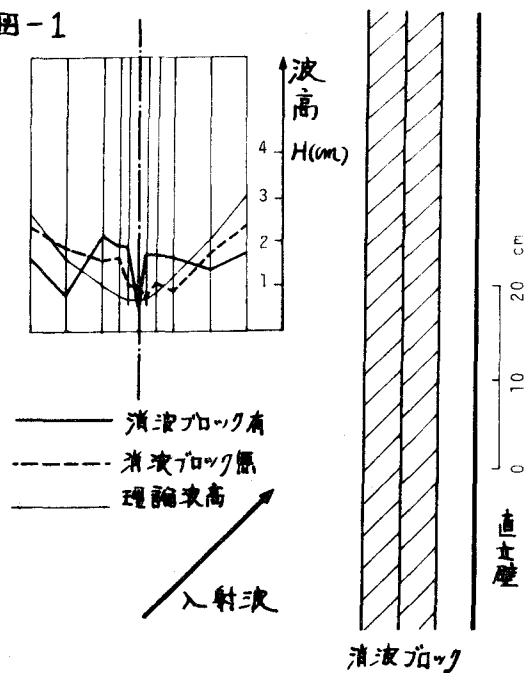
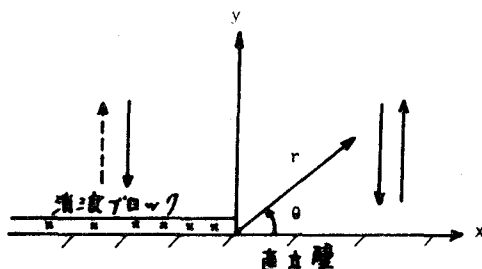


図-2



る。つまり、 $y=0$ 、 $x \rightarrow -\infty$ で、 $F \rightarrow e^{i\theta} + r e^{i\theta}$ という2つの境界条件で、方程式を解くと、

$$F = e^{i\theta} \left\{ \frac{1+r'}{2} + \frac{(1-r')(1+i)}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{u_1} e^{-i\alpha^2} d\alpha \right\} + e^{i\theta} \left\{ \frac{1+r'}{2} + \frac{(1-r')(1+i)}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{u_2} e^{-i\alpha^2} d\alpha \right\} \quad (2)$$

ここに、 $u_1 = \sqrt{2Rr} \ln\left(\frac{x}{L} + \frac{\pi}{4}\right)$ 、 $u_2 = -\sqrt{2Rr} \ln\left(\frac{x}{L} - \frac{\pi}{4}\right)$ である。

3. 数値計算例

反射率 $r=0.5$ の場合について、 $\theta=15^\circ$ 間隔に、 $r \in 0.05L$ ごとに計算してみた。

$\theta=0^\circ$ と $\theta=180^\circ$ のケースについては図-3、 $\theta=30^\circ$ と $\theta=150^\circ$ については図-4に示した。図-3によれば、 $\theta=180^\circ$ の場合、回折率 $K=1.5$ と一定になり、 $\theta=0^\circ$ の場合、完全重複波の場合にみられる $K=2.0$ (一定)の現象はみられず、若干起伏のみみられる。極大波高は $R=0.35L$ の地点で、 $K=2.17$ と定まっている。

図-4の場合は、 $\theta=30^\circ$ は、 $\theta=0^\circ$ 、 $\theta=150^\circ$ は $\theta=180^\circ$ に似た傾向を示している。

$\theta=30^\circ$ の場合は、 $K=0.0 \sim 2.0$ の値、つまり完全重複波に似た現象を示し、 $\theta=150^\circ$ の場合は、 $K=0.5 \sim 1.5$ と不完全反射の値を示している。断面の形状で今回は回折図は割愛させて頂く。

4. あとがき

現在、反射率 r の異なる数種類の数値計算とそのケースにおける実験的な系統中であるが、上記の計算例によれば、ここに用いた理論式は、境界条件として、反射率の変化だけをとりあげたが、実際には、反射率のほか、省略した位相の変化はもちろし、また、通過率の変化の要因も考えられ、さらに数多くの計算例を重ねて実用的な波高分布の基本図を得たいと考えている。

(1) 三井 宏 海岸構造物不連続部の波高分布について

海岸工学講演会集 (13, 14, 15, 16)

図-3

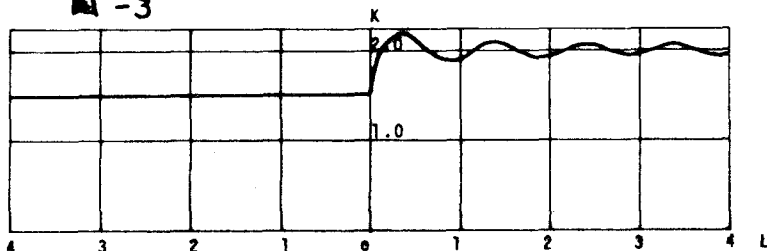


図-4

