

# One-line theoryによる海波変形予測

鳥取大学大学院 学生員 清水康生  
鳥取大学工学部 正員 野田英明

1. まえがき 本研究は、近年、汀線変化予測によく用いられるOne-line theoryについて実用上の問題から種々検討しようとするものである。海波変形シミュレーション手法は浅海波の変形計算と地形変化計算に大別される。この研究では、その両者について実海岸への適用にあたり、その問題点を指摘するとともに、その解決法について若干の検討を加える。

2. 計算の手法 入力すべき波の資料は沖波の波高・周期及び波向の時間的変化が明らかなるものである。ところが、波高は、水深 $R=10\sim30m$ の位置で観測されるのが普通であるから、これを沖波の特性に変換する必要がある。一般に、 $R\geq 20m$ の水深における等深線図はほとんどないから、ここでは直線海岸における屈折計算を適用すれば、観測波高から沖波波高を逆算できることになる。つぎの問題は波向の入力である。これは、波浪推算（たとえばSMB法）によるしかない。図-1及び2は、対象とする海岸で元々れた実測波高と周期（沖波に変換）及び推算波向の時間変化を示すものであって、前者は典型的な台風、後者は冬冬季節風による波浪である。

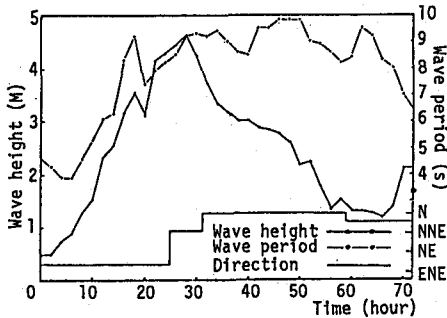


図-1 台風時波浪特性

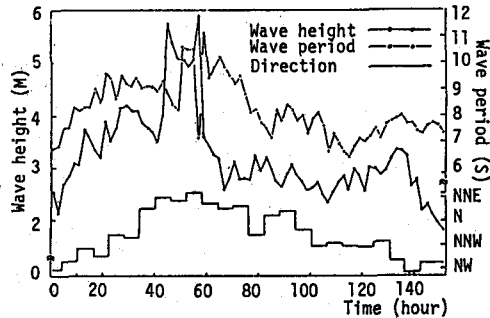


図-2 冬冬季節風時波浪特性

つぎに波の屈折計算について述べる。等深線図の最深線における波は大抵浅海波であるので、この線まで屈折は直線海岸における計算法を用い、この水深より以浅では、対象とする海域を図-3に示すような格子に反わり、次に示す波向線方程式と波向線間隔方程式

$$\frac{d\alpha}{ds} = \cos\alpha \frac{d\alpha}{dx} + \sin\alpha \frac{d\alpha}{dy} = \frac{1}{C} (\sin\alpha \frac{\partial C}{\partial x} - \cos\alpha \frac{\partial C}{\partial y}) \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{d^2b}{ds^2} - P(s) \frac{db}{ds} + Q(s)b = 0 \quad \text{----- (2)}$$

$$P(s) = \cos\alpha \left( \frac{1}{C} \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \sin\alpha \left( \frac{1}{C} \frac{\partial C}{\partial y} \right) \quad \text{----- (3)}$$

$$Q(s) = \sin^2\alpha \left( \frac{1}{C} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \right) - 2\sin\alpha \cos\alpha \left( \frac{1}{C} \frac{\partial^2 C}{\partial x \partial y} \right) + \cos^2\alpha \left( \frac{1}{C} \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) \quad \text{----- (4)}$$

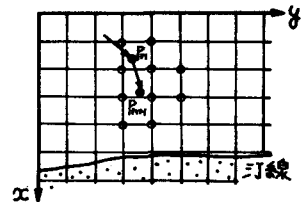


図-3 水深の計算

を用いる。ここに、 $\alpha$ : $y$ 軸と波の入射方向とのなす角度  $C$ :波速  $b$ :無次元波向線間隔  $S$ :波向線方向座標 である。そこで、図-3に示される位置に波が進行してきたと考える。 $P_0$ を経て $P_m$ に到達するとき、 $P_m$ の位置における水深 $R_m$ を算定する必要がある。この場合、図中に示された位置にある10個の水深データより2次放物面を仮定し $P_m$ における水深を算定する。この計算法により、複雑な海底地形における水深の算定精度がかなりよいことがわかった。

碎波波高は、孤立波理論による

$$\frac{H_b}{R_b} = 0.78 \text{ ----- (5)}$$

を用いる。ここに、添字 $b$ は碎波点での値を意味している。

地形変化の計算では、まず、沿岸漂砂量を計算する必要がある。これは、碎波諸元を用いて

$$Q = \frac{\beta}{\rho g} E_b C_b \sin \theta_b \cos \theta_b \text{ ----- (6)}$$

のように表わされる。ここに、 $E_b = \frac{1}{8} \rho g H_b^2$  --- (7)  $C_b = \sqrt{g R_b}$  --- (8)  $\theta_b = \alpha_b - \tan^{-1} \left( \frac{\partial x_b}{\partial y} \right)$  --- (9)

であり、 $Q$ ：沿岸漂砂量  $\beta$ ：無次元係数である。本研究では、 $\beta$ の値として Komar の提案した 0.77 を採用している。つぎに、漂砂の連続式を用いて、基準線から汀線までの距離 $x$ は

$$\frac{\partial x_0}{\partial t} + \frac{1}{R_i(1-\lambda)} \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \text{ ----- (10)}$$

と表わされる。ここに、 $Q_y = \int_{x_0}^{x_0+B} Q dx$  --- (11) であり、さらに、 $R_i$ ：漂砂の移動限界水深  $B$ ：漂砂帯幅  $\lambda$ ：空隙率である。沿岸漂砂量は、 $y$ 軸方向に格子点とその中間位置において算定するため、上述の式より得られた値を線型内挿して用いる。式(10)を差分化する場合、地形変化計算の時間間隔 $\Delta t$ は、次の条件を満足する必要がある。すなわち

$$\Delta t \leq \frac{(1-\lambda) R_i}{2Q} (\Delta x)^2 \text{ ----- (12)}$$

ここに、 $\Delta x$ は、海浜変形計算を行なう位置の間隔である。

3. 境界条件 図-4に示されるように突堤を設置した場合の境界条件は、A点における沿岸漂砂量 $Q_{yA}$ に対して

$$Q_{yA} = \frac{R_2}{R_1} P Q_y \text{ ----- (13)}$$

と仮定する。ここに、 $Q_{yA}$ ：突堤を考慮したA点での漂砂量

$R_1$ ：汀線位置から碎波点までの距離  $R_2$ ：突堤先端から碎波点までの距離  $P$  ( $0 \leq P < 1$ )：突堤の透過性を表わす係数  $Q_y$ ：内挿によって求められたA点での沿岸漂砂量である。この境界条件により透過性をも考慮した任意の長さの突堤を計算に組み込むことが可能である。

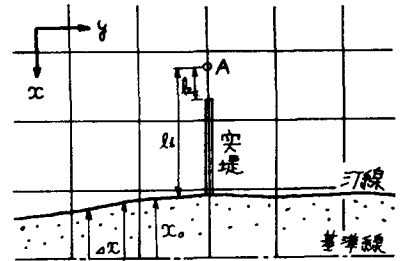


図-4 境界条件の設定

4. 計算結果 以上の計算方法を、前述した台風と冬季季節風時の波浪特性を用いて計算した結果を、図-5及び図-6に示す。この計算では、 $\Delta x = 25m$ に対して、 $\Delta t = 0.1 R_t$ の場合式(12)の条件が満足されている。なお、波の屈折計算では、 $\Delta x = 50m$ として計算を進めた。詳細については講演時に述べる。

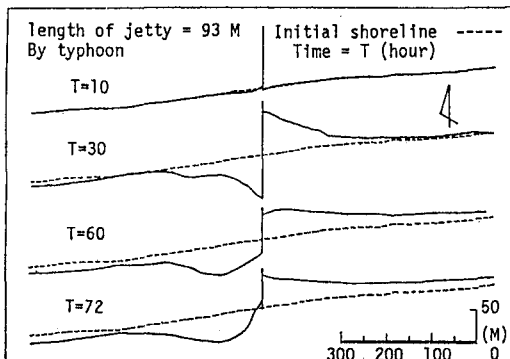


図-5 台風時の海浜変形

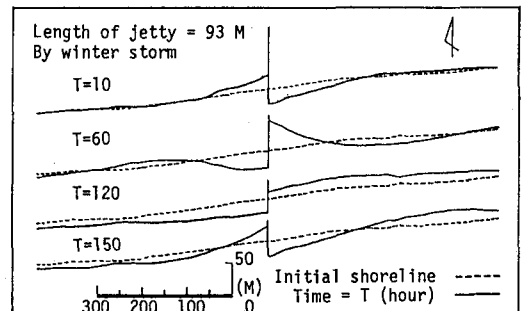


図-6 冬季季節風時の海浜変形