

特性曲線法に基づく研浚帯における長周期波の伝達特性

愛媛大学大学院 学生員 高石 盛大
 愛媛大学工学部 正 員 柿沼 忠男
 愛媛大学工学部 正 員 伊福 誠

1. まえがき

近年、研浚帯内あるいは研浚帯外における長周期波の存在が、その発生機構が未だ不明にもかかわらず、沿岸付近の流れや漂砂の問題に密接に関連することが見出されている。

本研究では研浚帯における長周期波の特性を解明するために特性曲線法に基づいて伝達特性や海床の反射率について検討しようとしたものである。

2. 基礎方程式と解析手法

基礎方程式

図1のようなコントロール・ボリュームを考える。

Wylie-Streeter(1978)によると、運動方程式と連続方程式は次のようにあらわされる。

$$\rho g z + \tau / \rho R + g \sin \theta + u u_x + u_t = 0 \quad (1)$$

$$u z_x + z_t + A u_x = 0 \quad (2)$$

ここに、 A

は断面積、

g は重力の

加速度、 τ

は摩擦応力、

θ は底面の

勾配、 ρ は

流体の密度、

u は流速、

R は半径である。なお、添字の x 、 t は場所、時間に関する微分をあらわす。

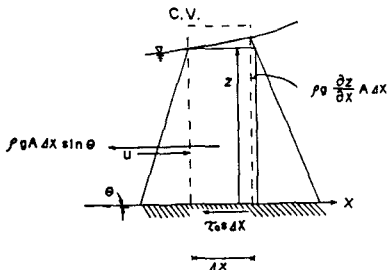


図1 コントロール・ボリューム

解析手法

解析には固定格子法を用い、 Δx を空間さび、 Δt を時間さびとして、Courantの条件 $\Delta t \leq \Delta x / (|u| + c)$ を満足するように選ぶ。

3. 初期条件および境界条件

初期条件

$$z(x_i, 0) = z_i \quad (i=1, \dots, N) \quad (3)$$

ここに、 z_i は仮想流量 Q_i を与えて不等流計算で求め

た各断面の水位、 N は断面の数である。

境界条件

$$\left. \begin{aligned} z(0, t) &= h_0 + \eta(t) \\ u(x_u, t) &= -Q_0 / z(x_u, t) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ここに、 h_0 は断面Dでの静水深、 $\eta(t) = H \cos(\sigma t) / 2$ 、 H は波高、 $\sigma = 2\pi / T$ (T : 周期)、 Q_0 は単位幅当りの仮想流量である。

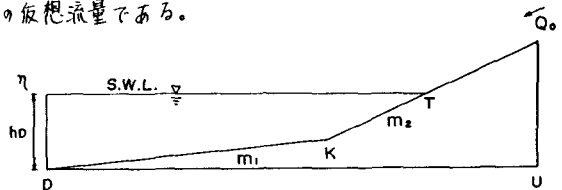


図2 海床モデル

4. 海床モデル

愛媛県中予海岸を想定し、図2のような海床モデルを設定した。沖側の断面Dから勾配の変わる断面Kまでの距離は、172.25m、断面Kから静水位時の汀線の断面Tまでの距離は16.25m、断面Tから岸側の断面Uまでは35.75mとし、断面Dから断面Uまでを277の断面に分割した。沖側の断面Dでの平均水深は6.5mとした。空間さびは0.8125m、時間さびは0.05sとする。波高は愛媛県中予海岸の平均水深6.5mの地点で得た圧力変動のスペクトル密度から算出した平均波高0.2m、周期は平均水深6.5mの地点で長波近似で成り立つ最小の周期20sと25sおよび30s、Manningの粗度係数は自然流路の大流路における値、0.085/m^{2/3}と現地海岸の汀線付近には玉石などが存在することとを考慮して0.065/m^{2/3}の場合、単位幅当りの仮想流量は10⁻⁴m³/s、あるいは3×10⁻⁴m³/sとして解析する。

5. 解析結果

図3は波高0.2m、周期20s、単位幅当りの仮想流量を10⁻⁴m³/s、Manningの粗度係数を0.085/m^{2/3}とした場合の水面変動量と岸沖方向流速の時間変化を示す。断面Kにおける (u) とみると水面変動量の波形は峰および谷の位相で尖がり、崩壊している。静水面から峰、谷までの振

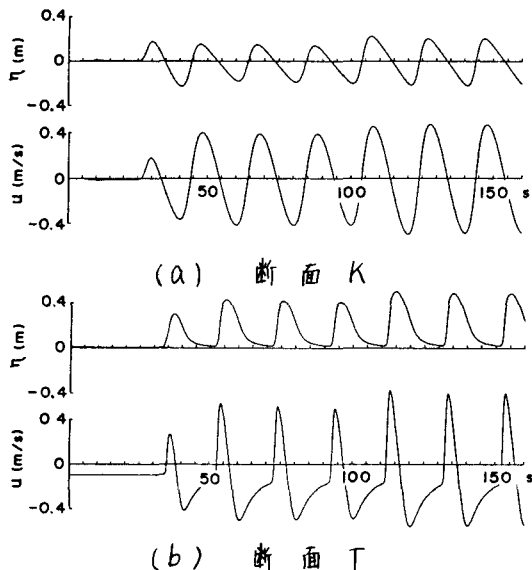


図3 水面変動量と岸沖方向流速の時間変化

幅はほぼ同じである。岸向き(正)と沖向き(負)の流速はほぼ同じ大きさであり、それぞれの最大となる位相は水面変動量の峯や谷の位相より1s程度遅い。断面Tにおける(b)では、水面変動量の波形は(a)と比較するとかなり変形が度合いが大きい。また、水面変動量の波形において急激に勾配が大きくなる位相と流速が沖向き(負)から岸向き(正)に変わる位相とはほぼ同じである。

図4は波高0.2m、周期20s、単位幅当りの仮想流量 $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 、Manningの粗度係数 $0.08 \text{ S/m}^{1/3}$ の場合の勾配の変わる断面K付近から静水位時の汀線の断面T付近までの水面変動量の時間変化を示したものである。断面Kから岸側約6m付近の地点までの波高はほぼ同一であるが、それより岸側では波高は徐々に増大し、断面Kより約10m岸側の地点で波高は最大となり、約0.4mとなる。この地点から岸側では波高は徐々に小さくなる。最大潮上地点は $t/T = 7$ の時で静水位時の汀線から約4.8m岸側である。

図5は波高0.2m、周期20s、単位幅当りの仮想流量 $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 、Manningの粗度係数 $0.08 \text{ S/m}^{1/3}$ の場合の波高分布を示したものである。斜面上では部分重複波が形成されていることがわかる。最大波高と最小波高の生ずる間隔は岸に近づくにつれて小さくなり、これらの間隔は水平床上での部分重複波の最大波高

と最小波高の発生間隔 $L/4$ (L :波長)より小さい。

図6は反射率と沖側の断面Dにおける波形勾配との関係を示す(単位幅当りの仮想流量: $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, Manningの粗度係数: $0.08 \text{ S/m}^{1/3}$)。反射率はGuzra (1984)の方法とHealy (1983)の方法によって求めたが、図中にそれぞれ黒丸と白丸で示す。両方法によって求めた反射率は波形勾配が大きくなるほど小さくなり、その傾向は非常に良く似ている。

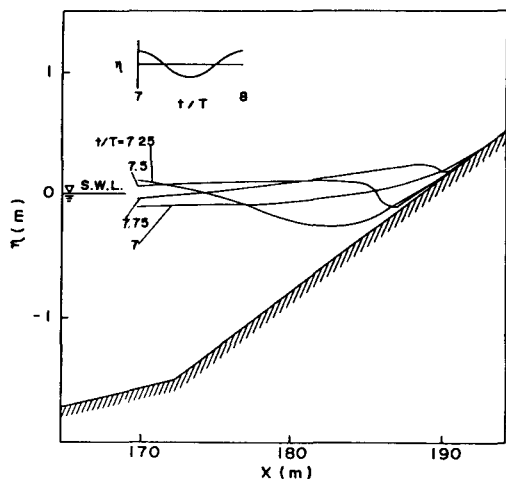


図4 断面K付近から断面T付近の水面変動量の時間変化

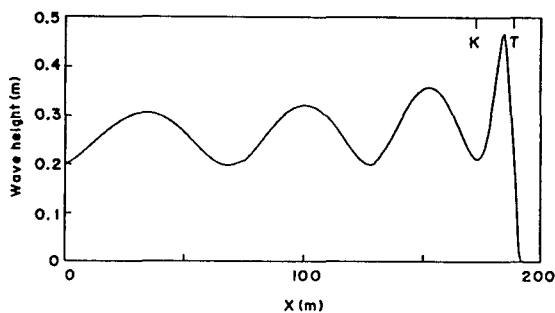


図5 波高分布

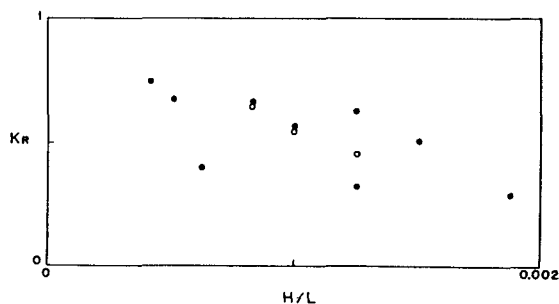


図6 反射率と断面Dでの波形勾配との関係