

II-87 河口附近の沿岸砂州の形成について

○名古屋大学 工学部 正 員 榎木 亨

名古屋大学 大学院 学生員 竹内 宏

1. 緒言

昨年度の年次講演会において著者の一人は河口閉塞機構の基礎資料として河口附近の波の変形について報告した。本研究はその継続研究であつて、浅海領域における沿岸砂州の形成に及ぼす流れと波の影響を移動床実験により明らかにしようとしたものである。さらに昨年度の流れが波長特性に与える変化式を用い、岩垣、野田両氏による流れがない場合の砂州発生限界値より、流れと波が共存する場合の砂州発生限界を求める一方法を提案した。

2. 沿岸砂州の形成

実験は $1/1000$ の勾配をもつ河川部と $1/5$ の勾配をもつ海浜部からなる移動床河口模型で行なつた。使用した砂は中央粒径 $d_{50} = 0.42 \text{ mm}$ であり、河口部水深は 5 cm に維持して一定とした。河川流量は底質移動限界流量以下として $0 \frac{1}{\text{sec}}$, $1 \frac{1}{\text{sec}}$ また以上として $2 \sim 4 \frac{1}{\text{sec}}$ とし、波は沖波波高 $H_0 = 8 \text{ cm}$ と一定にして沖波波形勾配を 0.02 , 0.03 , 0.04 と変えた。沿岸砂州の規模を砂州頂部水深と谷部水深により表わせば図-1 となる。著者らの結果は流れがない場合の二次元水槽実験での Keulegan

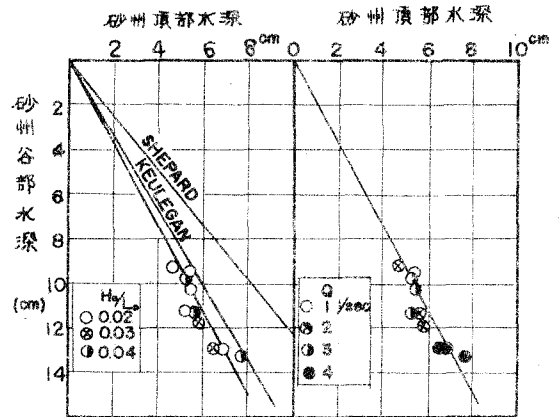
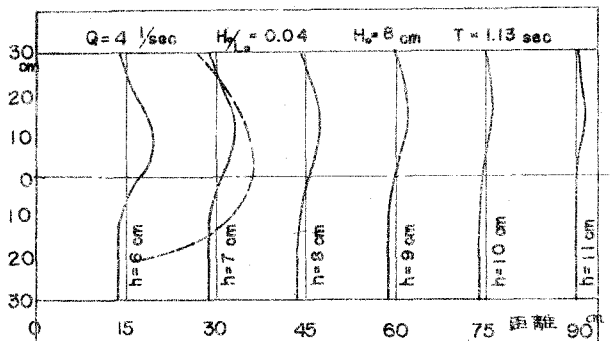


図-1 沿岸砂州の規模

の結果より大きく現れたが、これは流れの存在によるところが大きいと考えられる。

砂州の平面形状は砂州の頂部線を波線として図-2 に示した。図-2 には比較のため著者の一人が先に提案した流れにともなう屈折によって生じる

波の峰線の平面形状の変化が同時に示してある。これによれば砂州の形状も波の峰線形状もともに流れの方向に凹形を示し波の河口集中の結果として河口砂州が河口を中心とした凹形を示していくことがわかる。しかしその凹曲の度合いにはかなりの相違がある。これは峰線が段階的な近似計算によるためと海浜地形の変動による水深の変化を考慮していなかったためであり、実際



——— 砂州平面形状

図-2 計算による波の峰線形状の場所的変化と砂州平面形状

には凹形の沿岸砂州による水深の変化で峰線はその凹曲度を助長され砕波直前では沿岸砂州の形状に近いものになると考えられる。図-3 は同一経過時間後の中心線上での海浜地形の変化を静水時、底質輸送限界以下の流量、および限界以上の掃流流量別に示したものである。岩垣、野田による本研究の砂州発生限界波形勾配 0.03 以下の波形勾配 0.02 の波では、流量が 0 の時に形成されなかった砂

州でも、限界流量以下の微流量の存在により発生が認められた。これは昨年度の固定床実験から明らかにしたように、流れの存在により波形勾配は静水時の波形勾配よりも大きくなり砂州発生は限界波形勾配以上の波に変化することによって起ると考えられる。したがって流れが沿岸砂州の形成に及ぼす影響はかなり大きいと云えよう。

3. 流れがある場合の砂州の発生限界
河川よりの砂の移動限界以下の微流量の存在により砂州が発生しやすくなるこ

とが実験で認められたのでこれについて検討を加える。

移動床での河口流出流の速度分布は図-4の実験値で示され、昨年発表した固定床の結果(図-4の破線)に比して potential core の領域が小さくなることを除けば流速状況は一致し、移動床で流れが波に及ぼす影響は昨年度の固定床での理論を用いてよいと考えられる。

流速 u の流れが存在する場合にも波が或周期の性質を有するとして

$$T = L_s / C_s = L_s / (c + u) \quad \text{すなわち} \quad L_s / L_s = C_s / C_s + u / C_s \quad \text{----- (1)}$$

とおける。ここに添字 s は静水時を表す。静水時の冲波波形勾配 H_{s0}/L_{s0} と水深 h での H/L との間には表を微小振幅波とすれば次の関係がある。

$$H_s/L_s = \sqrt{\frac{1}{2n} X^{-3}} \left(\frac{H_{s0}}{L_{s0}} \right) \quad \text{----- (2)} \quad \text{ここに} \quad X = \tanh 2\pi h/L_s$$

流れの存在により水深 h での波形勾配 H/L が H_s/L_s に変化すると考えて エネルギー保存則より H/L が求まる。すなわち $H/L_s = \sqrt{\frac{n_s}{n} \frac{C_s}{C_s + u / C_s}} \quad \text{----- (3)} \quad \text{ここに} \quad n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{4\pi i \sqrt{L_s} (\frac{C_s}{C_s + u / C_s})^{-1}}{\sinh 4\pi i \sqrt{L_s} (\frac{C_s}{C_s + u / C_s})^{-1}} \right]$

(1), (2), (3) 式より u/C_s , h/L_s , H_s/L_{s0} を与えると流れがある場合の水深 h における H/L が求められる。

いま水深 h で H/L となるような静水時の冲波波形勾配 H_{s0}^*/L_{s0} (相当冲波波形勾配と呼ぶ) を想像すると $H/L_{s0}^* = \sqrt{\frac{1}{2n} Y^{-3}} \quad \text{ここに} \quad Y = \tanh 2\pi h/L$

の関係と式 (1), (2) の関係を用いて H_{s0}^*/L_{s0} は

$$\frac{H_{s0}^*}{L_{s0}^*} = \sqrt{n \left(\frac{Y}{X} \right)^3 \left(\frac{C_s}{C_s + u / C_s} \right)^{-1} \left(\frac{C_s}{C_s} \right)^{-1} \left(\frac{H_{s0}}{L_{s0}} \right)} \quad \text{----- (4)}$$

で求められる。一方岩垣、野田による砂州発生限界は $H_s/L_{s0} = f(H_{s0}^*/L_{s0}) \quad \text{----- (5)}$

と与えられるから (5) 式の H_s/L_{s0} が H_{s0}^*/L_{s0} に等しいと考えると (4), (5) 式より H_{s0}^*/L_{s0} および H_{s0}^*/L_{s0} の値に対応した砂州発生限界の流速を求めることができる。

図-5は $H_{s0}^*/L_{s0} = 1.91 \times 10^{-2}$, 水深 h を静水時の碎波水深にとって、この関係を表わしたものである。

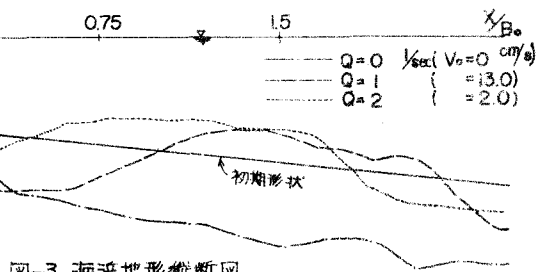


図-3 海岸地形横断面

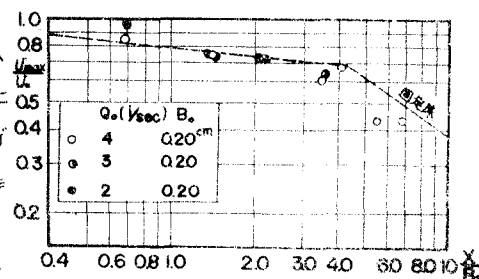


図-4 河口からの距離変化にともなう u_{max} の変化

図-5 流れと波による砂州の発生限界

