

大阪大学工学部 正員 榎本 亨
大阪大学工学部 学生員 ○野口 恵司

1. 緒言 : 著者のひとり、昨年の工本学会年次学術講演会において、河口砂州の安定断面について論じ、河川流と波の共存場においても限界掃流力の概念から導かれた Lane の安定断面形が適用できることを明らかにした。さらに、波と流れが共存する場合に安定断面を維持するための沿岸漂砂量と河川流量との関係も推論した。今回の報告は前報の続報として、先に漂砂の連続式から導かれた河口断面積とエネルギー方程式から導かれた流水断面積とが等置できるという仮定について実験的な検証を加えるとともに、沿岸漂砂量に及ぼす流れの効果についても検討しようとしたものである。

2. 安定断面に関する理論的考察 : 河川からの流送土砂がないとき、河口断面積と漂砂に関する連続式は次式で与えられる。

$$\partial A / \partial t = (1/\lambda) \partial Q_x / \partial x \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 A : 河口断面積、 Q_x : 単位時間当りの沿岸漂砂量、 x : 河線方向、 λ : 底質の平均粒径である。式(1)を時間でも積分すると一定時間後に形成される河口断面積は式(2)で与えられる。

$$A = (1/\lambda) \int (\partial Q_x / \partial x) dt \quad \text{----- (2)}$$

一方、河川流のみを考慮し、砂州の上流側と下流側で摩擦損失を無視したエネルギー方程式から導かれる流水断面積はつぎのように表わせる。

$$A_B = (1/C) \{ 2g(h_A - h_B) / Q^2 + 1/A_A^2 \}^{-1/2} \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 A_B : 砂州によって縮小された河川の流水断面積、 A_A : 河川上流の流水断面積、 h_A 、 h_B : 上流および河口の水深、 Q : 河川流量、 C : 流量係数である。河川からの流送土砂がないものとするれば、式(2)と式(3)を等置し、つぎのように仮定できる。

$$\frac{1}{1-\lambda} \int \frac{\partial Q_x}{\partial x} dt = \frac{1}{C} \left\{ \frac{2g(h_A - h_B)}{Q^2} + \frac{1}{A_A^2} \right\}^{-1/2} \quad \text{----- (4)}$$

しかし、式(4)が成立するためには、沿岸漂砂量に及ぼす河川流の影響を検討し、河口断面積と波の強さとの関係を明らかにしたうえで、波と河川流の共存場における安定断面積が河川流のみによる流水断面積に等しいことを示す必要がある。

3. 漂砂量分布に及ぼす流れの影響について : 実験は河川用水路をもつた土木水槽で行い、河床材料が動かないような河川流量を4種類(初期 Froude 数: 0, 0.141, 0.247, 0.352)。これに対する入射波の沖波波高を3種類(波形勾配 $1/4 = 0.25$, 0.0407, 0.0465)選んだ。また、初期海底勾配は河川中心線上河口より2.5mまで $1/40$ 、他は $1/55$ であり、その他の実験条件は表-1に示すとおりである。図1は河線と平行な断面 ($Y/L = 0.892$, Y は河口から河川方向にとった距離)での漂砂量分布を示す。

初期河口水深	4.5cm (h_0)
初期河口巾	95cm
沖波周期	1.25sec (T)
沖波波長	1.72m (L)
沖波入射角	48.25°
底質の比重	2.65
中央粒径	0.26mm

表-1 実験条件

ここに、 Qx/ψ ：無次元漂砂量、 X ：汀線に沿って河口からとつた距離であり、パラメータとして河川流の効果と摩擦速度と底質の移動限界流速の比 $u_{*c}/(\sigma/\rho-1)gd$ で表わした。また、 Qx/ψ の計算は、波高、波峯線と汀線の下す角、海底勾配と変数として実験値から求めた。図-1から、漂砂方向に漂砂量は減衰し、河口に著しい砂州が発達することとがわかる。また、この沿岸漂砂量に及ぼす河川流の影響は $X/L=0.5$ の範囲内で顕著にあらわれ、右岸側、左岸側とも $X/L=0.5$ まででは流量が大きくなるにつれて漂砂量も大きくなっており、それ以外の範囲では流量による差は明らかでない。しかし、汀線から遠い断面($X/L=1.6$)では漂砂量がほとんど一定値を示す実験結果が得られた。したがって、河口閉塞をもたらす漂砂などの範囲の漂砂が十分判明しない現在では、この X 方向の漂砂量と河川流量との関係をもさらに検討しなければならぬ。

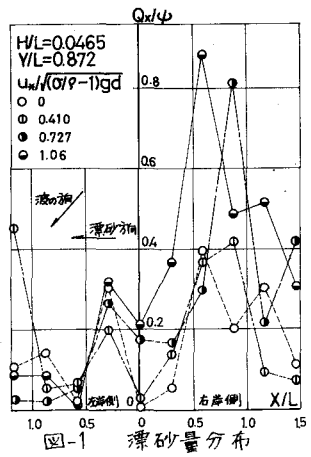


図-1 漂砂量分布

図-2は、(a)河川中心線から左岸側 $X/L=0.29$ 、(b)河川中心線、(c)右岸側 $X/L=0.29$ の縦断面であり、漂砂の方向に対応して左岸側に堆積の傾向を示している。

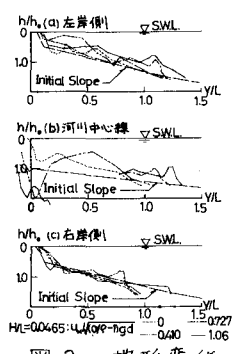


図-2 地形変化

4. 安定断面積：図-3は、3種類の沖波と4種類の河川流量のそれぞれに対して河口付近の等深線を測定し、流水断面積を求めたものであり、30分ごとの最小流水断面積をその断面の最大水深で無次元化した Ax を縦軸に、実験開始からの時間を沖波周期で除した t/T を横軸にとり、実験値と計算値を比較したものである。計算値は式(3)の h_A 、 h_B に実験値を代入したものである。 $u_{*c}/(\sigma/\rho-1)gd=1.06$ の実験値の変動を除けば $t/T > 5000$ で Ax は定常となり、実験値が $F < -1$ 一致している。すなわち、先の理論的考察での河川流のみからの断面積と漂砂による断面積とを等置できるという仮定が十分満足できていることを示している。図-4は、波と河川流の共存場における安定断面積と波の強さの関係を示し、縦軸は河口断面が安定したときの Ax 、横軸は初期地形に対する沖波長近傍の Qx/ψ であり、漂砂量がある程度以上大きくなって断面積は一定値を保ち、流れの強さでそれが左右されることを示している。これは図-3で述べたことと一致する事実であって、定常に付した場合の漂砂量と河川流の関係が式(4)によって一義的に定まることを示している。すなわち、今後この定常に付る境界の漂砂量について検討を加えていく。

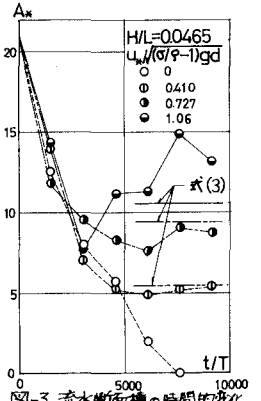


図-3 流水断面積の時間的変化

5. 結語：以上述べたように河川流が支配的な河口では、その断面積は式(3)の A_B によって規定される。しかし、先に述べたように沿岸漂砂量に及ぼす流れの影響はまだ不明な点が多く、とくに汀線付近の漂砂の特性を今後さらに検討していく考えである。

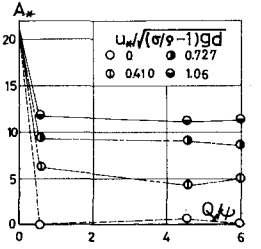


図-4 沿岸漂砂量と安定断面積