

①はじめに

移動床河床における抵抗則・流砂量・河床形状ならびに流れの構造は相互に対応関係をもっており、それらのうちの1つの解明は他の1つの解明に結びつくものと考えられる。ここでは小規模河床形態の中でもとりわけ三次元性の強い砂漣上の流れの構造について観察した結果を示す。

著者らは、砂漣を砂堆から現象論的に区別するものは、斜らせん流が流砂機構の中で支配的であるか否かであることを先に指摘した。ここでは斜らせん流の挙動に注目して現象理解を進めようとする。

②斜らせん流の定義とその役割

砂漣の形状は丸くて深い洗掘孔で特徴づけられる。この局所的な洗掘孔は、主流とある傾きをなす軸をもつらせん流による洗掘作用で形成される。このらせん流を斜らせん流と呼ぶことにする。砂漣の場合、この斜らせん流が土砂をまき上げ下流側にまき散らすことにより主として土砂が流送される。局所洗掘孔はこのような土砂流送にともなってらせん流の回転軸方向に上流へかつ主流流下方向へ移動して行く。

③斜らせん流と河床波形状

河床波の形状はその周辺の斜らせん流の相互の位置関係によりまたその強さにより変化するが、典型的な場合として、強さの等しい斜らせん流が横方向に二つ並んだ時のその直下流の河床形状は図-1のようになる。図で流線が発散している所では洗掘、集中している所は堆積が生じる。(a)の条件下で生じる河床波はスリッパの様な形をしており、(b)の条件下での河床形はたてすじとも呼べるような形をしている。

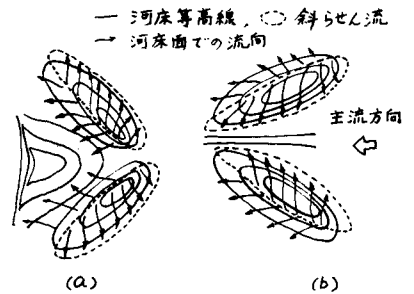


図-1 斜らせん流と河床波形状

④固定された移動床上的流れの観察

平均砂粒径 0.29 mm 、水路幅 40 cm 、流量 6 l/sec 、水深 6.9 cm 、こう配 $1/500$ なる水理条件の下で生じた砂漣をセメントで固定し、その上の流況を可視化法によって観察した。河床波形状の平面図ならびに河床面上の流況の概要は図-2のようである。本図で矢印は河床面における流向の概要、黒く塗った部分は河床波前縁の斜面、点を施した部分は死水域をそれぞれ示している。 $Y = 1.7\text{ cm}$ 、 6.4 cm 、および 13.4 cm の各縦断面を幅 4 cm のスリット光で照明し、そこでの流況を側面から写真撮影した。撮影は1秒毎に連続流し撮りするの方法を用いた。カメラの移動速度は主流流下方向に 16.7 cm/sec である。撮影結果のうち代表的なものを写真1~3に示す。

(a) $Y = 1.7\text{ cm}$ 断面の流況； 図-2の流況と対応させると明らかなように、本写真の $X = 5\text{ cm}$ の所の局所洗掘孔は斜らせん流の始まり（上流端）の状況を示している。ここでは斜らせん流にまきこまれる流線が強い下降流を形成していることが認められる。一方 $X = 20\text{ cm}$ あたりの洗掘孔は斜らせん流の下流端部分に相当し、小さな渦運動の断面が観察される。

(b) $Y = 6.4\text{ cm}$ 断面の流況； 側壁面近くの河床波に妨げられて見えにくくはあるが、河床面近くに斜らせん流の断面を示す大規模な渦運

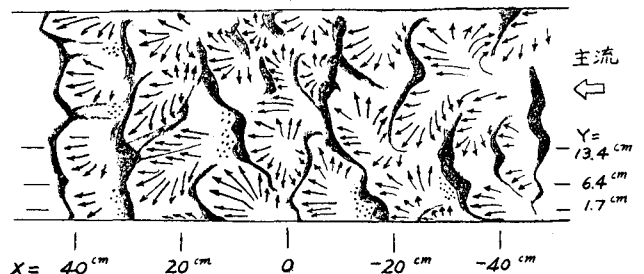


図-2 固定された河床波形状とその上の流況の概要

動が見られる。斜らせん流によるはくり領域の再付着点で、 $X = -20$ cmの所に見られるような局所的な上昇流がたまに観察される。

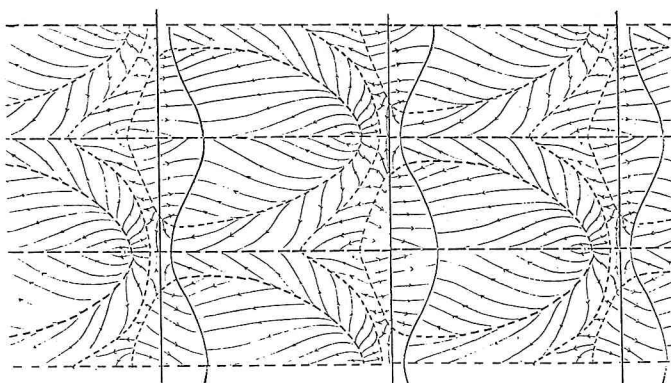
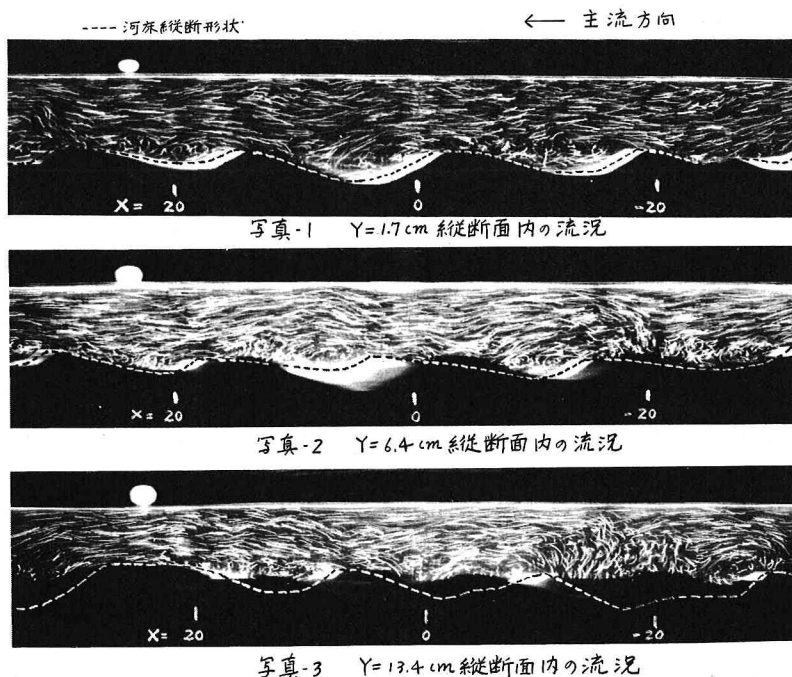
(c) $Y = 13.4$ cm断面の流況； $X = -20$ cm から -10 cm にかけての範囲にわたる上昇流はほとんど断えることなく生じており、図-1 (b) のたて筋上の上昇流に相当している。これは $Y = 6.4$ cm断面で認められた局所的な上昇流とは発生機構を異にするものと思われる。

5 砂連上の流れのモデル化

以上の観察に基づいて砂連上の流れの三次元的な構造をモデル化すると図-3のようになる。流れの構造の前提となる河床波の形状については、それは流下方向および横断方向に周期的に配列されていると仮定した。(a) 図は平面図で太い実線が河床波の形状を、細い実線が河床面での流向を示している。(c) 図の大規模な渦運動が斜らせん流を表わしており、これは(b) 図の中程の小さな渦運動に連なっている。

本図のように規則的に配列された河床波上の流れの場合には、(b) 図で示される断面では流れは全体的に上昇流である。このような流況は写真-3 の中に部分的に見出すことができる。一方(c) 図で示される断面では流れは全体的に下降流であり、それは斜らせん流の中に吸い込まれて行く。このような流況は写真-1 の中に見出すことができる。

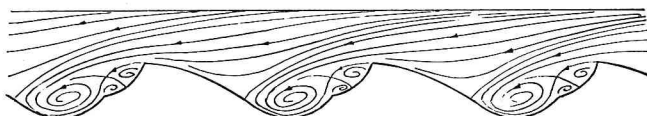
- 1) 上野・宇氏・南本；京大防災研年報，1979。
- 2) Itakura・Kishi；Int. Symp. Stoch. Hyd., 1980。
- 3) 木下良作；石狩川開発建設部，1977。



(a) 平面図，河床面での流線パターン



(b) (a) 図の破線に沿う縦断面内の流況



(c) (a) 図の石波線と石波線の間の縦断面内の流況

図-3 砂連上の流れの構造のモデル化