

II-120

ウロコ状河床上の流れの乱流構造について

京大防災研究所 正員 ○上野 鉄男・宇民 正

1. はじめに

著者らは、洪水流航空写真の画像解析により、阿賀野川の洪水流における並列らせん流の構造を検討した¹⁾。本研究では、同じ航空写真の画像解析から洪水流表面における二次元発散の分布特性を明かにし、その特性を実験室におけるウロコ状河床上の流れの特性と比較検討した。

2. 阿賀野川洪水における二次元発散分布特性

阿賀野川の1966年洪水の6.8 km 測線付近の洪水流航空写真の画像解析から、流速ベクトルを求め¹⁾、それを用いて水面における二次元発散の分布を計算した結果を図-1に示す。ただし、本図は、二次元発散の分布に280 m×100 mの範囲で二次元的に移動平均を施した結果が示されており、このスケールの乱流構造の性質の一端が現れていると考えられる。特に、二次元発散の絶対値の大きな領域が千鳥状に配列されており、その符号は交互に変化しているが、これは洪水時の河床形状の反映ではないかと推察される。このような特性を確かめるため、以下の実験的検討を行った。

3. 実験の方法と画像解析の方法

長さ12m、幅40cmの様な開水路にウロコ状の河床波(ウロコの長さ23.1cm、幅13.3cm、厚さ2.4mm)を木下²⁾と同じ方法で敷きつめた。水面近傍の厚さ3mmの水平断面をシート状の光りで照射し、その断面内の流況を水路上方から0.033秒の時間間隔で35mmムービーカメラで連続撮影した。トレーサーとして平均粒径0.4mmのポリスチレン粒子を用いた。ウロコ状河床の配置は図-2に示されている。流量は0.47 l/sec、平均水深1.2cm、水路勾配1/3700、水面勾配1/1640、水面での平均流速12.6 cm/sec、Re数940である。

連続した2枚の写真フィルムの濃度をCCDデジタルカメラで4096×4096 pixelの12bitデータに数値化した。画素間隔は約7μで、実長0.17 mmに相当する。流速ベクトルの計算は、航空写真の場合と同様に多段階相互相関法^{1),3)}によった。

4. 解析結果

図-2は得られた流速ベクトルであり、流下方向には1つおきに示されている。これより計算された流線を図-3に、絶対流速の分布を図-4に示す。

図-3から、河床を形成する各ウロコ床の段落ち部で流向が変化していること、とりわけ水路の側壁近傍で水流の蛇行が強くなっていることがわかる。また図-4から、ウロコの頂点を流下方向に結ぶ線上で流速が小さくなっていること、および水路の側壁近傍で流速が大きいことが注目される。

5cm×3cmの範囲で移動平均された二次元発散の分布が図-5に示されている。水面では負の発散は沈み込みを意味するが、強い沈み込み領域がウロコ床の段落ち部の直下流で島状に分布していることが注目される。また、発散の正の絶対値の大きな領域も島状に分布しており、全体として、ウロコ床に対応した斜め方向の線上に沈み込みと湧きあがりの強い領域が交互に発生している。

上記の発散の分布特性は阿賀野川の洪水と同様の特性を示しており、阿賀野川の洪水時にウロコ状の河床波が形成されていたことが推測される。また、洪水流の水面における二次元発散分布から、河床形状の概要を知ることができると言える。

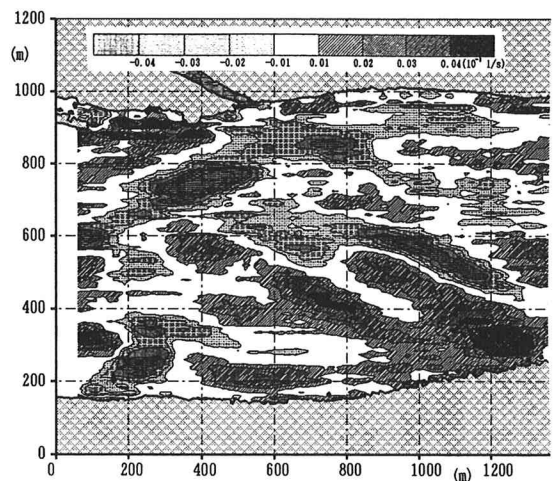


図-1 阿賀野川洪水流の二次元発散の分布

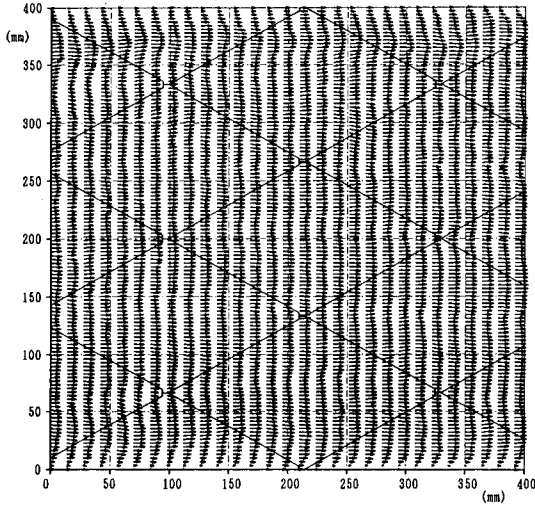


図-2 流速ベクトル

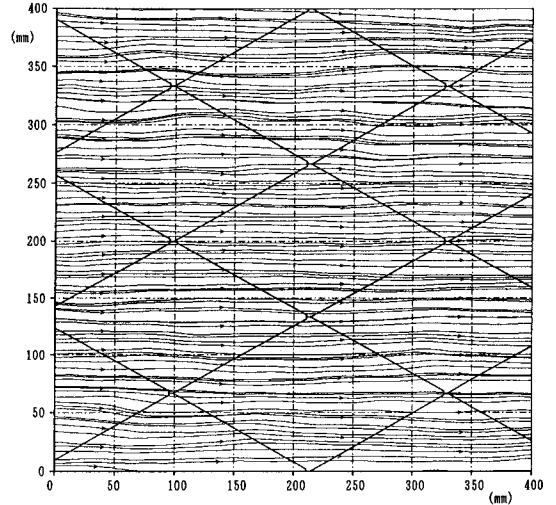


図-3 流線

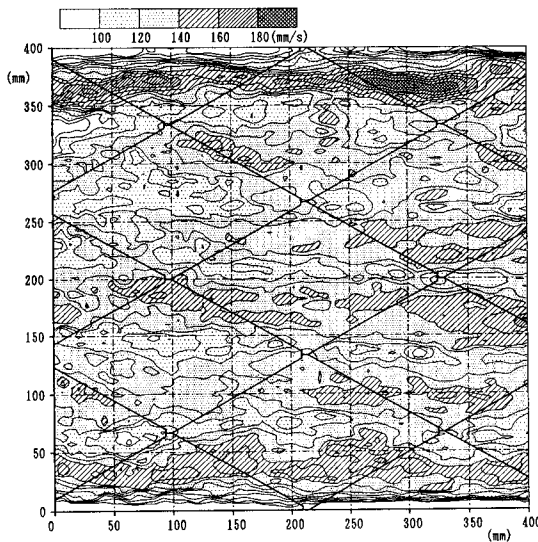


図-4 絶対流速の分布

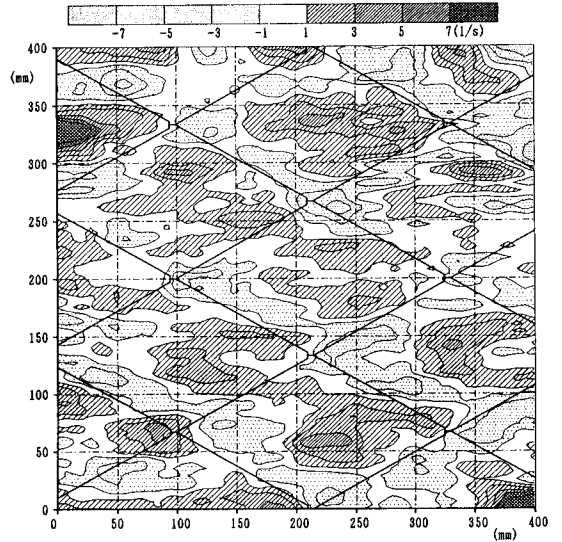


図-5 二次元発散の分布

5. おわりに

以上の検討から、洪水流航空写真の画像解析から、洪水時河床形状の概況を把握できる展望が得られた。

末筆ながら、本研究を進めるにあたり、貴重な御助言をいただいた木下良作博士、ならびに35mmムービーカメラを製作していただいた京大防災研究所の北川吉男技官に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 木下・宇民・上野;画像処理による洪水流解析, 水工学論文集, 第36巻, 1992, pp.181-186.
- 2) 木下良作;並列らせん流に関する実験的研究, 石狩川開発建設部, 1977.
- 3) 木下・宇民・上野;洪水流航空写真の画像解析, 写真測量とリモートセンシング, Vol.29, No.6, 1990, pp.4-17.