

II-100

利根川新川通における洪水流の平面構造

建設省大臣官房技術調査室
 広島大学工学部
 建設省土木研究所
 建設省利根川上流工事事務所

正 員 津森 貴行
 正 員 福岡 捷二
 正 員 渡辺 明英
 正 員 白井 勝二

1. はじめに

低水路河岸沿いに樹木群が繁茂している河川では、洪水時に樹木の存在に起因して大規模な水平混合が生じる^{1) 2)}。本研究では、利根川新川通における昭和56年8月洪水を対象として、観測された水理データと航空写真の解析から平面流況を明らかにする。次に、平面2次元解析法^{3) 4)}をこの流れ場に適用し、解析結果を航測データと比較することによって水平混合場における流れの構造について検討する。

2. 洪水流の状況

利根川新川通（133k～139k）は複断面形状をもつ直線河道である。図-1に河道内の植生の分布を示す。低水路河岸沿いに樹木、及び草本類がほぼ連続的に帯状に繁茂している。樹木の高さは約4～5m、草本類の高さは2m程度である。写真-1はこの区間で撮影された洪水時の平面流況の航空写真である。水平混合による平面的な流れの様子が浮遊土砂の濃淡として捉えられている。このとき水位は低水路河岸の樹木群の高さとはほぼ等しいが、ところどころでわずかに水没している。低水路河岸沿いの樹木群から高水敷上にかけて伸びている鬚状の筋が周期的に現れている。これは、樹木群付近に生じた大規模な平面渦により浮遊砂が連行されている状況を示している。この筋が途切れているのは、浮遊土砂の沈降・拡散により、表面濃度が薄くなり目視できなくなるからと考えられる。縦断的な筋と筋の間隔は左右ともにほぼ等しく350m～450mであり、波長400m程度の大きさを持つ平面渦が生じていることを示している。図-2に航空写真から得た表面流速ベクトルを示す。低水路河岸付近では縦断的に約400mごとに樹木を挟んで流れが蛇行している。このような流れの蛇行は樹木群が連続的に存在している河道における流れの大きな特徴であり、大規模平面渦が形成されていることを表すものである^{3) 4)}。写真-1にみられる鬚状の筋はこの蛇行流、すなわち渦の外縁に沿って生じる。写真-1、図-2から、平面渦は低水路の左右両岸で生じており、その位相にはわずかに差がついていると判断される。

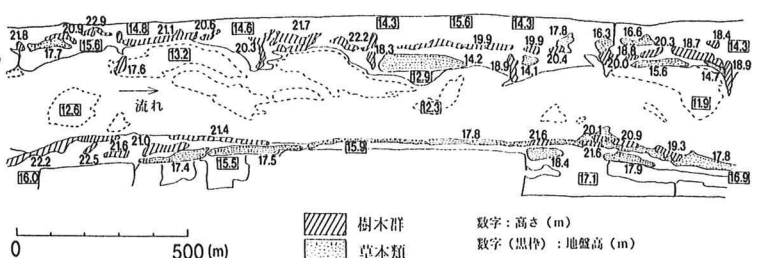


図-1 河道内の植生分布

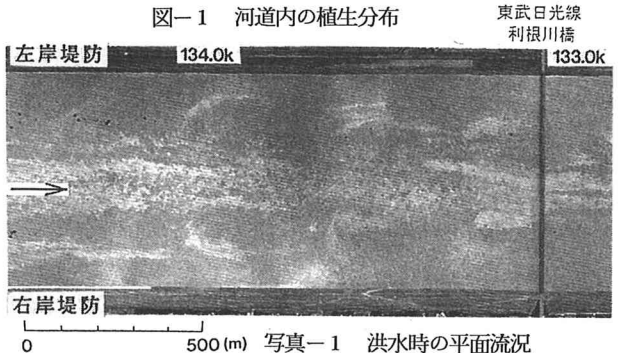


写真-1 洪水時の平面流況

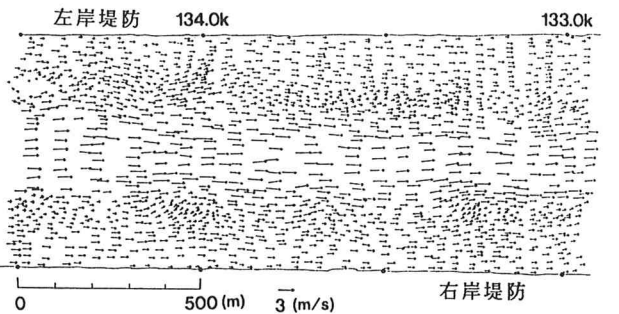


図-2 航測写真から求めた表面流速ベクトル

3. 解析

平面2次元浅水流の基礎方程式を用いた解析により流れの構造を明らかにする。計算に用いた断面形状及

び水理条件を図-3及び表-1に示す。樹木群の透過係数 K は、写真-1の航測写真から樹木のある領域での平均流速をよみとり、 $K = U_w / I_e^{1/2}$ (K :透過係数、 U_w :樹木群内部の平均流速、 I_e :エネルギー勾配)^{1) 2)}を用いて算出した平均的な値である。図-4に水深平均の流速分布を示す。解析結果は航測で得られた流速分布を概ね表している。樹木のあるところでは速度分布が欠損し、水平混合により欠損域が河道の中央付近にまで及んでいることがわかる。解析から得た流速ベクトルを図-5に示す。低水路内の左右の樹木境界付近に大規模な平面渦が生じており、これが流れの蛇行として捉えられている。このとき渦の波長は400mであり、写真-1に示されている状況に対応している。図-6は航空写真との比較を行うため、解析で得られた流れ場にマーカーを乗せ、流れを可視化したものである。航空写真に示されている鬚状の筋の様子をよく表している。解析では左岸側と右岸側の筋には約 $1/2\pi$ の位相差が認められる。解析結果と実測の差は、実際の流れ場では樹木の分布のばらつきや断面形状の不均質性が水平混合の発達過程に影響を与えるからである。低水路内に左右2列で形成される平面渦は左右で互いに接触するほどの大きさまで発達すると相互に干渉を始め、やがて互い違いの平面構造をとる³⁾。この波長400mの平面渦を伴う流れ場は、平面渦が相互干渉を開始した状態にあたる。解析ではこの状態に達するまでに約3kmの流下距離を要した。大規模な平面渦が十分に発達するためには長い距離にわたって樹木群が連続的に存在することが必要である。

4. おわりに

樹木群を有する実河川の洪水流において、航空写真の解析により鬚状の筋に特徴づけられるような大規模な平面渦を伴う水平混合が生じていることが示された。このような実河川の洪水流況を求めるには平面2次元解析法が有効であることが確認された。

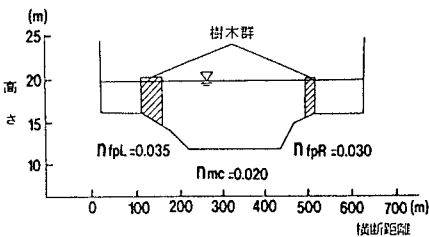


図-3 計算に用いた断面形状

表-1 計算に用いた水理条件

流量 Q (m^3/s)	水面勾配 I	透過係数 K (m/s)
7,800	1/3700	18

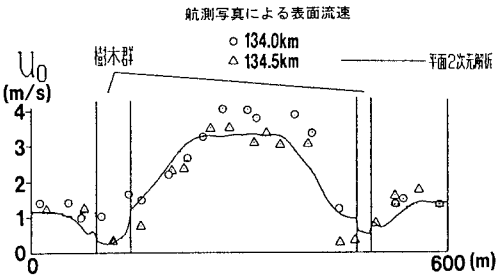


図-4 水深平均流速分布

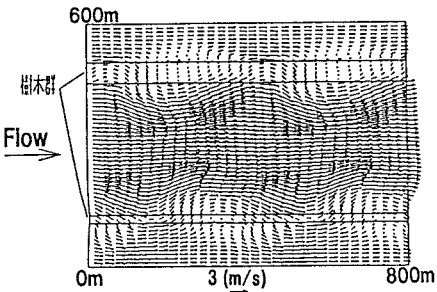


図-5 流速ベクトル(計算結果:L=400m)

参考文献 1)福岡、藤田：土木研究所報告No.180、1990。
2)藤田、福岡：土木学会論文集、No.429/II-15、1991。
3)福岡、渡辺、津森：東京工業大学土木工学科研究報告、No.48、1993。
4)福岡、渡辺、津森：樹木群を有する開水路における平面せん断流の構造とその解析、土木学会論文集、1994。

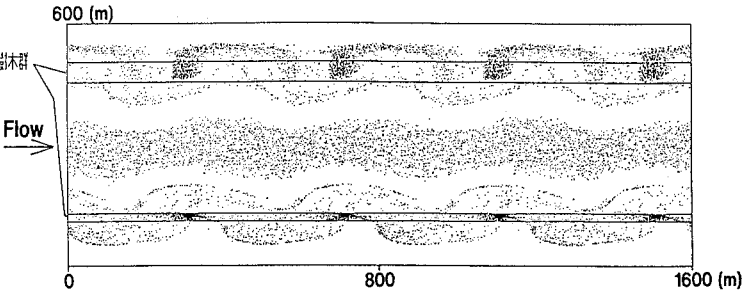


図-6 解析解によるマーカー分布