

第Ⅱ部門

へり画像 PIV に基づく実河川洪水流の植生による影響に関する検討

神戸大学工学部 学生員 ○國田 洋平
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 藤田 一郎
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 椿 涼太

1. はじめに

現在、実河川における植生の流況への影響を数値計算を用いて検討を行う際には、観測所等における水位データをもとに再現モデルを作成することが多い。これに対し、本研究では増水時にヘリコプターからハイビジョン撮影された画像を LSPIV 法¹⁾で解析することにより表面流速を求め、その結果を基に再現モデルを作成し、植生の流況への影響を検討した。

2. PIV 解析概要

用いた画像は 2006 年 7 月 19 日 13 時～14 時にかけて淀川三川合流地域において上空約 300m よりハイビジョン撮影したものである。撮影当日は幸いなことに洪水ピークが昼に通過中であり、雨もなく、低水路満杯に近い状態であり、非常に貴重な映像データの取得に成功した。撮影には HDV カメラ (VICTOR ハイビジョンカメラ GR-HD 1280×780, 約 100 万画素) を用いた。淀川 33.6k における画像には植生間に波紋が流下方向に動いているのが見え、その画像を PIV 解析することにより、主流部と植生間における表面流速を求めた。PIV 解析に用いたパラメータを表-1 に示す。

表-1 解析に用いたパラメータ

植生間のテンプレートサイズ	51*81(pixel)
主流部のテンプレートサイズ	101*101(pixel)
ピクセルサイズ	0.199(m/pixel)
時間間隔	1.0(sec)

3. 数値計算

数値計算には非構造格子有限体積法による数値計算モデルを用いた。基礎方程式を式(1)に示す。

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial y} + S + \nu \left(\frac{\partial}{\partial x} h \frac{\partial G}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} h \frac{\partial G}{\partial y} \right) + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

ここで、 U を保存量ベクトル、 E と F をそれぞれ x , y 方向の流束ベクトル、 S を発生・消滅項ベクトル、第 5 項を粘性・渦動粘性項ベクトル、 $H \cdot I$ を水深平均レイノルズ応力、 h : 水深、 ν : 動粘性係数である。

植生の影響は式(2)に示す方法で考慮に入れた。

$$F_x = \begin{cases} C_d \frac{a}{2} (l/h) u h \sqrt{u^2 + v^2} & (h > l) \\ C_d \frac{a}{2} u h \sqrt{u^2 + v^2} & (h < l) \end{cases}, \quad F_y = \begin{cases} C_d \frac{a}{2} (l/h) v h \sqrt{u^2 + v^2} & (h > l) \\ C_d \frac{a}{2} v h \sqrt{u^2 + v^2} & (h < l) \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 l : 植生の高さ、 a : 樹木群密生度($=d \cdot N$)、 d : 胸高直径 (物体の投影幅) (m)、 N : 樹木密生度 (本/ m^2)、 C_d : 抵抗係数、 u , v : x , y 方向の流速、である。

比較するパラメータとして樹木群密生度 a を 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04 と変化させて計算を行った。また、計算範囲は淀川 33.0k～35.6k とし、桂川、宇治川、および木津川からの流入量は PIV 解析結果より予測される流量 1300, 900, 400 m^3/s 、計算時間は 2500(sec)とした。

4. 結果比較

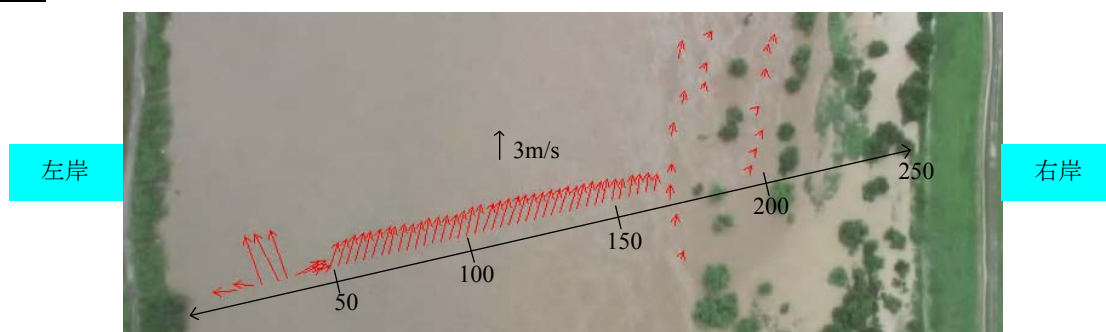


図-1 淀川 33.6k における流況

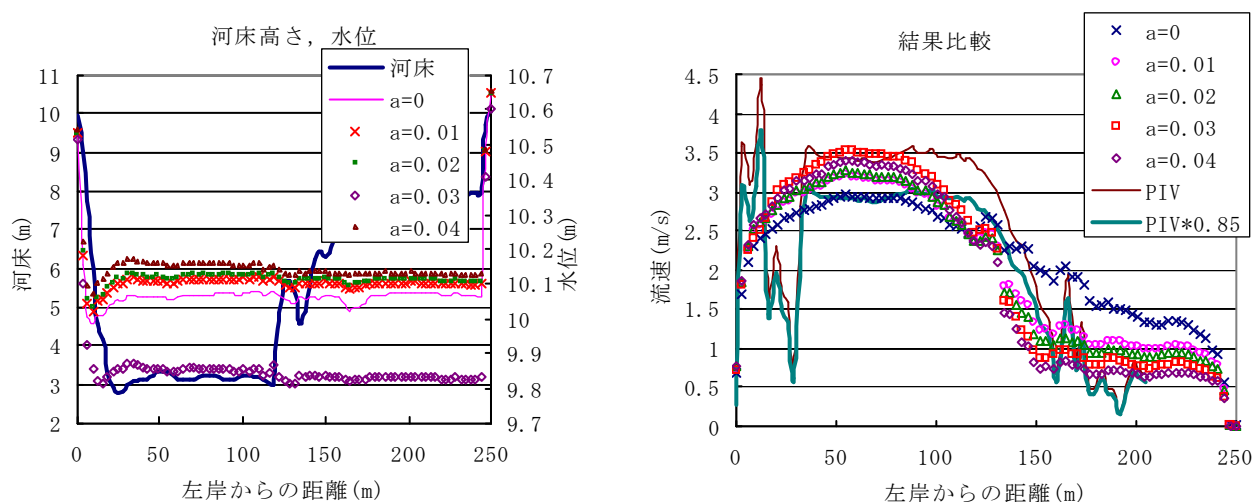


図-2 PIV 結果と計算結果の比較

図-1 に淀川 33.6k における流況，図-2 に PIV 結果と計算結果の比較を示す．PIV 解析結果としては表面流速と平均流速（表面流速 $\times 0.85$ ）を示す．左岸端から 50m における範囲では表面に波紋が見えておらず良好な結果が得られなかったため，その他の良好な結果が得られている範囲において結果比較を行った．図-2 に示されるように，PIV 結果においては主流部(50～160m)においては 3～3.5(m/s)，植生間(160～250m)においてはばらつきはあるものの 1m/s 未満となっていることがわかる．この PIV 結果に最も近い計算結果としては $a=0.02$ のケースであると考えられる．また，植生がない場合($a=0$)では流速分布の変化が緩やかになっており，植生がなくてももともとみお筋の存在する左岸側のほうが流速が速くなっていることがわかる．

5. おわりに

比較を行った範囲における植生の繁茂状況の数値計算上のパラメータがわかった．しかし，本研究では淀川の植生に関する詳しいデータがなかったため，植生の高さ，分布においては航空写真から判断したものを与えた．そのため，植生の繁茂状況について正確に再現できていなかった．今後は植生を正確に再現したモデルを用いてより精密な比較を行う予定である．

参考文献

- 1) 藤田一郎：PIV 技術の実河川表面流速への応用，河川技術論文集，Vol.4, pp.41-46, 1998.
- 2) 椿涼太：河川構造物を含む開水路流れの数値シミュレーション，修士論文，神戸大学大学院自然科学研究科博士課程前期課程建設学専攻，1997.