

水生植物群落を伴う開水路乱流の特性

熊本大学大学院 学生員 ○北野 直哉
 熊本大学工学部 正会員 大本 照憲
 熊本大学大学院 学生員 矢嶋 由紀
 熊本大学工学部 学生員 岡本 孝之

1.はじめに

現在の河川では、「多自然型工法」にそった河川整備が実施されている。植生には水質浄化能力、親しみやすい水辺空間の醸成といったプラス面があるが、洪水時の疎通阻害といったマイナス面も有している。そこで植生が流れ場に対してどのように影響しているかを詳細に把握する必要がある。本研究では曲げ剛性の異なる2つの模擬植生を用いて、植生密度を均一にしたときの植生の揺動による水面振動と流速の相関についての比較検討を行った。

2.実験装置および方法

実験は幅40cm、高さ20cmの亚克力樹脂からなる循環式可変勾配水路を用いて行った。植生帯の模型には5cm×30cm×0.3cmのプラスチック板に高さ5.5cmの模擬植生を5mm間隔で貼り付けたものを使用した。模擬植生は水流の変化に追従したわむ柔軟性を有するものとして6.10ナイロンブリュスルを用い、水流の変化に対して全く挙動を示さないものとしてステンレス線を用いた。表-1に実験条件を示す。実験は流速変動と水面振動の同時計測、水位の4点同時計測を行った。流速変動と水面振動の同時計測には電磁流速計と超音波水位計を用い、水位の4点同時計測には4つの超音波水位計を使用した。電磁流速計と超音波水位計の出力信号はサンプリング周波数100HzでAD変換した後、1測点4096個のデータに関して統計処理が施された。

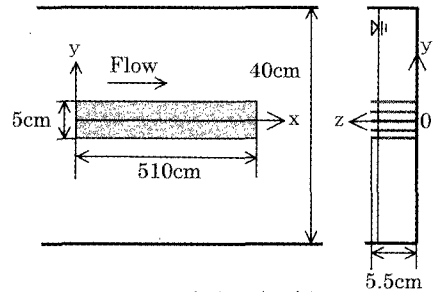


図-1 実験水路の概要

表-1 実験条件

	Run1	Run2
流量 Q (l/sec)	6.5	6.5
下流端水深 h (cm)	5.0	5.0
断面平均流速 U_m (cm/sec)	30.0	30.0
水路勾配 I	1/1000	1/1000
植生材料	ナイロン糸	ステンレス線
植生直径 d (mm)	0.242	0.250
測定位置 x (cm)	320.0	320.0

3.水面振動の性質

図-2は水面振動の4点同時計測時の時系列データである。Run1での $y=-2.5$ cm、 -10.0 cmでは横断方向に同位相を示しており、形や大きさを変えずに伝播していく様子が分かる。植生帯境界域である $y=2.5$ cm、 2.5 cmでは逆位相になっており、周期性が高いことが確認できた。また、 $y=0.0$ cmでの振動も大きく、横断方向での水面振動が大きいことが分かる。Run2をみてみると、植生帯境界域での振幅はRun1に比べて小さい。 $y=-10.0$ cmでの振幅が極値を示している。 $y=-10.0$ cm、 -2.5 cmではRun1ほど明確ではないが同位相を示している。植生帯境界域である $y=2.5$ cm、 -2.5 cmでは逆位相になっており、周期性が高い。0.0cmはほとんど振動していないことがわかる。

次に図-3の自己相関を見てみると、Run1では4点ともセカンドピークがほぼ1.6secと一致していることから横断方向での周期性が高いことが分かる。Run2においては、植生帯境界域である $y=2.5$ cm、 -2.5 cmでのセカンドピークが約1.4sec、 $y=0.0$ cm、 -10.0 cmでは約1.6secであり、若干ずれているもののRun1ほどではないが周期性が高いことが確認できる。

図-4は水面変動の4点同時計測時の相互相関を示している。Run1では $y=2.5$ cm、 -2.5 cmにおいてピークが約0.7~0.8secとなっており半周期で最も相関性が高いことから植生帯両境界域で逆位相になっていることがわかり、時系列における結果と一致する。 $y=2.5$ cm、 -10.0 cmにおいても同様である。Run2においては、振幅はRun1に比べて小さいことが分かる。 $y=2.5$ cm、 -2.5 cmにおいてはピークが明確ではないが、約0.8~1.0secとなってお

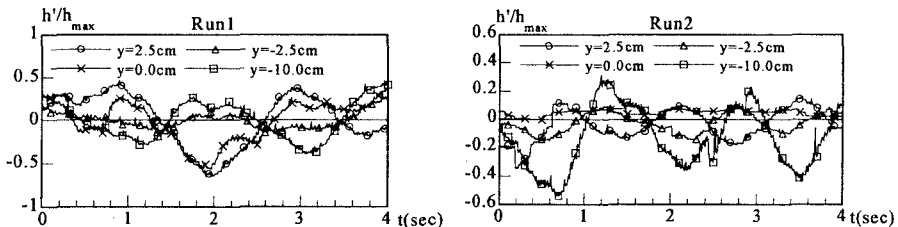


図-2 水面振動時系列

り、ほぼ半周期で相関性が高いことから植生帯両境界域で逆位相になっていることがわかり、時系列における結果と一致する。

4. 水面振動と流速の相関

図-5は流速と水面振動との同時計測を行ったときの時系列データである。h'は正弦波で近似化した。Run1についてみてみると植生帯境界域ではu'とv'は逆位相を示しており、周期性が高いことが分かる。次にh'をみてみると、h'が極大値から極小値へ遷移するとき、h'が極大値ではu'、v'は0に近い値をとる。h'が0地点を通るとき、u'は極大値をとりv'は極小値を示す。h'が極小値をとるとき、再びu'、v'は0に近い値をとる。逆にh'が極小値から極大値へ遷移するときは、h'が極小値でu'、v'は0に近い値をとり、h'が0地点を通るとき、u'は極小値をとりv'は極大値を示す。h'が極大値をとるとき、再びu'、v'は0に近い値をとる。Run2においてもh'はRun1に比べ振幅は小さいが、全く同様の挙動を示すことが確認された。

5. まとめ

得られた結果を図-6に示す。h'が下降期においては、Run1、Run2とも流れは植生帯内に流入する形態をとり、h'が0地点を通るときu'、v'とも極値をとる。逆にh'が上昇期では植生帯外へ流出する形態をとり、h'が0地点を通るとき同じようにu'、v'は極値をとることが確認された。

【参考文献】

大本照憲・福井洋幸・林 俊一郎・水生植物を伴う流れの三次元構造について、水工学論文集,第42巻,pp427-432,1998

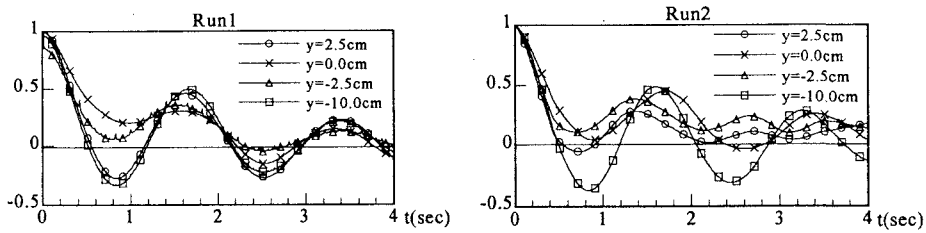


図-3 水面振動自己相関

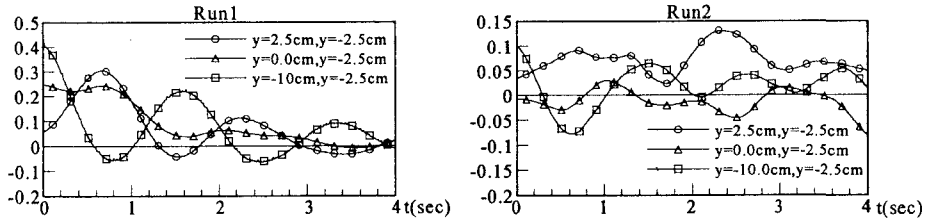


図-4 水面振動相互相関

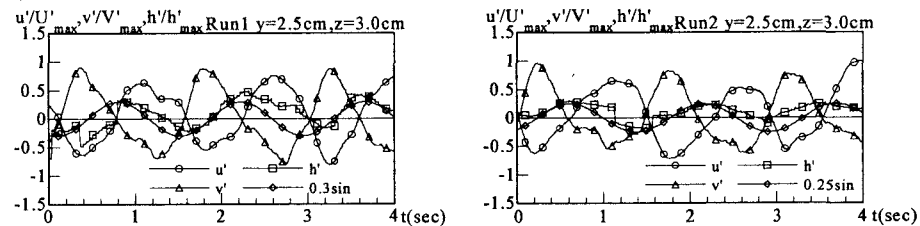


図-5 時系列(流速、水面振動同時計測)

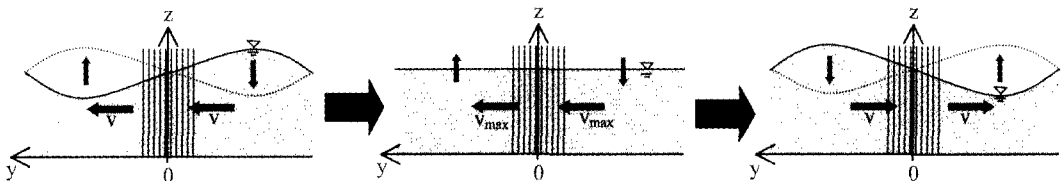


図-6 水面振動と横断方向流速変化