

水理模型実験による分水路を有する河道の水位変動と流況変化に関する考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○市山 誠
(東京工業大学大学院総合理工学研究科)

本論文は、実河道を対象とした水理実験模型を用いて、定流状態における河道分流部の水位と平面流速分布を連続的に計測し、水位変動特性と平面流況の関係について考察した結果を報告する。

1. はじめに

シミュレーション技術の発達に伴い、河川断面の計画や治水施設の計画が机上検討される場合が多くなっている。しかし、構造物周辺等の複雑な三次元流れが予想される場合には模型実験が流れや土砂移動の検討に実務で用いられている。著者は、実河川を対象とした分水路を有する模型実験によって、定流条件における分流地点周辺の平面流況の経時変化に着目し、サーボ式水位計とPIVによる流速計測を組み合わせることで水位変動と平面流況の関係について考察した。

2. 実験の概要

表-1 模型の諸元, 実験条件

基本量	模型縮尺	単位	水理量		備考
			原型値	模型値	
長さ	1/70	m	3,600	51.4	本川延長
水深	1/70	m	10	0.143	代表値
流速	1/70 ^{1/2}	m/s	5	0.598	〃
流量	1/70 ^{5/2}	m ³ /s	4,000	0.098	整備計画流量
粗度係数	1/70 ^{1/6}	s/m ^{1/3}	0.04	0.020	計画粗度

(1) 実験模型の概要と実験条件

模型実験は、一級河川S川の中流部約3.6kmを対象とした、縮尺1/60の水理模型であり、模型の延長は、約52mである。模型の中央部には、分水路があり河道蛇行部の上流側で分流し、河道蛇行部下流側で再び合流する。模型スケールで分水路の延長は約4.0m、分水路の底幅は約0.9mとなっている。模型本体は、コンクリートで作られており、河床表面はモルタルで現地の形状を再現している。実験模型の諸元および実験条件は表-1に示すとおりであり、一定流量を通水する定流実験を行った。

(2) 水位, 流速の計測方法

水位は、分水路の上流側と下流側それぞれ2箇所にてサーボ式水位計を設置し、20Hzのサンプリング間隔で水位を取得した。また、分水路脇に設置した高さ10mの観測足場からデジタルカメラによって、0.32秒毎の連続写真撮影を行った。水位の流速分布は、上流からトレーサーを投入し、デジタルカメラの連続写真画像をPIV解析して求めた。

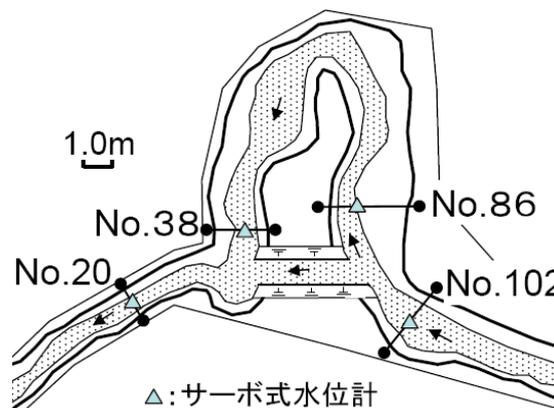


図-1 水位計測位置

3. 分流部における水位変動特性

(1) 水位変動のばらつき

図-2は、サンプリング間隔20Hzで30秒間計測した600個の水位データの発生頻度分布である。No. 20とNo. 38は、比較的平均水位付近に水位が集中しているが、No. 86とNo. 102は平均水位から離れた位置に発生頻度の高い水位が生じている。

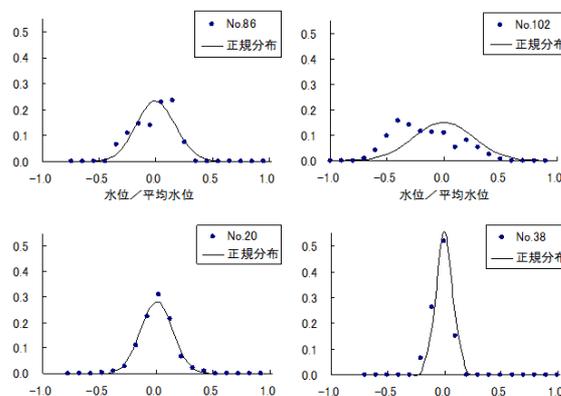


図-2 水位変動の頻度分布

(2) 水位変動の相互関係

4箇所にて計測された水位の周期性と相互関係を調べるために、水位変動の自己相関係数 $R(\tau)$ と相互相関係数 $R_{xy}(\tau)$ を算

キーワード 模型実験, PIV, 分水路, 水位変動, 平面流速分布, 相関係数

連絡先 〒300-4204 茨城県つくば市作谷 642-1 パシフィックコンサルタンツ(株) つくば技術研究センター TEL 029-869-1041

出した. 図-3 に示すように, 分水路分流地点より上流の No. 102 地点の水位変動には顕著な周期性は現れていない. 一方, 河道蛇行部の上流端と下流端に位置する No. 86 と No. 38 の水位変動には, 明瞭な周期性があり, 12~13 秒の周期である. No. 20 地点の水位変動も No. 86 や No. 38 程明瞭ではないが, 周期性がある.

図-4 の No. 86 と No. 38 の相互相関係数には, 13 秒程度で高い相関があり, 河道蛇行区間において周期的振動が生じていると考えられる. 本実験が対象としたような分水路と本川の分流地点と合流地点が近い場合には, 分合流地点の水位が周期的に変動し, それに伴い分流量も変動していると思われる.

4. 分流部の流況変化

No. 86 地点の右岸側, 即ち河道蛇行部の内岸で主流から外れた部分において水位の上流側への遡上と下流への後退が生じている. この部分は, 複数の大規模な平面渦が発生している循環領域となっていることが, 流況撮影の観察と PIV 解析から解った. 図-5 は, 分流地点より下流 (No. 86) の本川水位が下がった時の流速分布である. 分流地点右岸側は, 殆ど流速の無い死水域となっており, その範囲は図-6 に比べて下流側に移動している. 図-6 は, 分流地点より下流 (No. 86) の本川水位が上昇した時の流速分布である. 右岸死水域の上流縁が図-5 に比べて上流側に移動している. また, 主流と死水域のセン断により大規模な平面渦が 2 箇所に分れて発生している. 本川蛇行部からの水位の堰上げによって主流部とのセン断流れが図-5 の状態よりも強くなった結果発生した渦と考えられる.

5. まとめ

分水路を有する河道の水位変動と平面流速分布の関係について, 研究目的では行われることが少ない大型水理模型実験を用いて考察した. その結果, 以下の知見が得られた.

- 1) 分流地点付近の水位変動は, バラツキが大きく, 時間平均水位から外れた水位に生起する.
- 2) 分水路延長が短く, 本川又は分水路の水面勾配が緩い場合には, 分水路上下流部の水位が相互に影響しあって周期的な水位変動が発生する.
- 3) デジタルカメラの連続画像を用いた PIV 解析による流速分布の把握を行い, 大型水理実験では難しい広範囲の流速分布と水位変動の関係を把握した.
- 4) 死水域, 平面渦, 水位変動は分流部における河道や分水路の流下能力に影響するため, 適切な分流を行うためにはこれらの把握が重要であり, 今後は, 水位の空間的な分布と流況変化について研究を行う予定である.

参考文献

- ・実体視と相関解析の併用による洪水航空写真解析の効率化: 水工学論文集 Vol. 51: 箕浦靖久 等

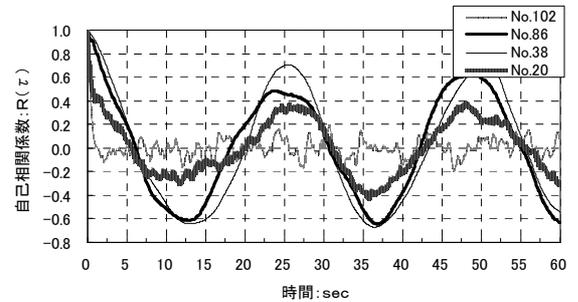


図-3 計測水位の自己相関係数

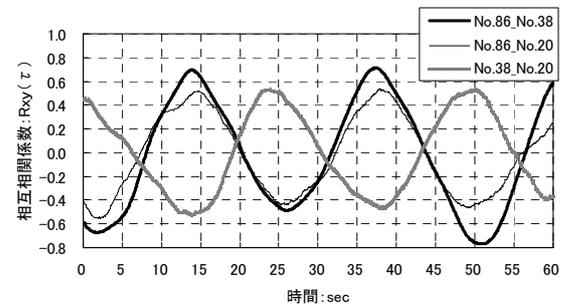


図-4 計測水位の相互相関係数

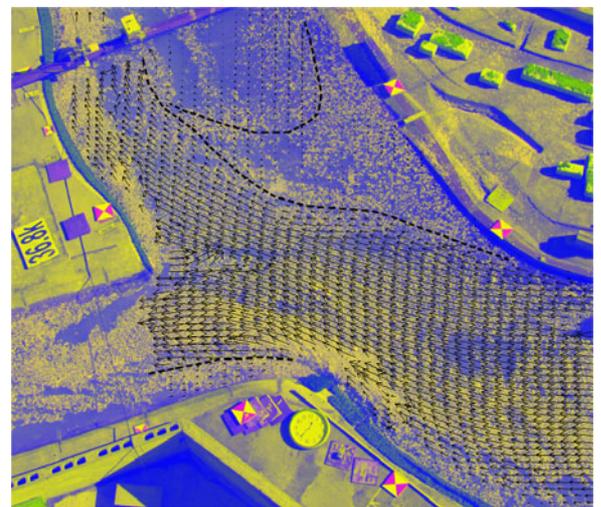


図-5 No.86 地点水位低下時の流況

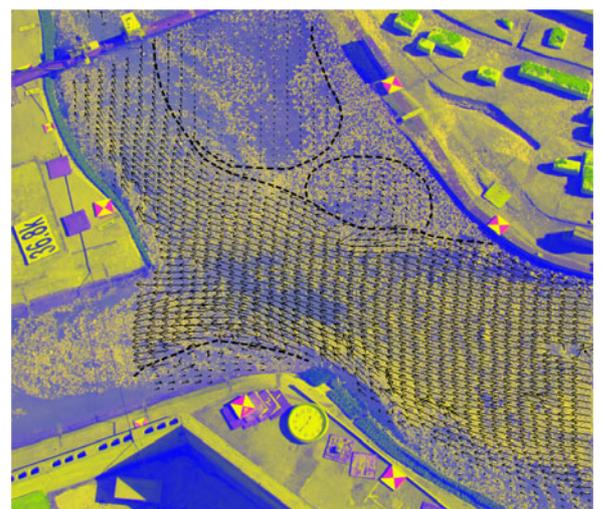


図-6 No.86 地点水位上昇時の流況