

第 部門 急勾配の中小都市河川の流況景観の創生に関する基礎研究

神戸大学大学院	学生員	西浦 彰洋
神戸大学大学院	正会員	藤田 一郎

1. はじめに

神戸市の表六甲河川群に見られるように、比較的勾配の急な中小都市河川の多くはたび重なる洪水、氾濫に対処するために三面張り化され今日に至っている。河川のこのような改変は治水面では有効に機能し、河道の被害の軽減に寄与してきている一方で、環境面や景観面では必ずしも好ましい状況を呈しているとはいえない。即ち、河床底面の凹凸を平坦に固定化した結果、河道の縦横断方向の多様な変化がなくなり、生態環境的視点からは生物の生息環境を奪うことになった。景観的視点ではコンクリート張りの単調な風景が出現した結果、市民の川への関心を喪失させることになった。河川の三面張り化が招いたこのような好ましくない側面のうち、本研究では特に流況の改善という景観的観点に焦点を絞って検討を行った。

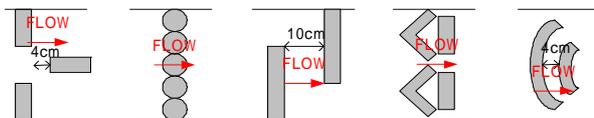
2. 流況景観の創出のための河川構造物

神戸市内には 24 の表六甲河川群があるが、その下流部はほぼ全てが三面張り化されている。感潮区間を除けば、平水時の流量はわずかで水深が浅く、水面も平面的な状況となっている。最近の河川整備計画の中では遊歩道を設置し、河床に変化を加えるなどの工夫も加えられるようになってきたが、流況的には平坦な流れ場となっている河道区間が大部分である。そこで本研究ではわずかな工夫で単調な流れ場に変化を与えることのできる河川構造物とその配置に関する基礎的な検討を進めた。通常の河川構造物は水制や堰に代表されるように治水や利水の目的で構築されるが、ここで考えるものはこれらと異なり、局所的な流況景観を創出するためのものである。ただしこのような新たな構造物の設置は河川本来の治水・利水機能を損なわない範囲で行う必要がある。即ち、流況景観創出構造物はその設置前後において、例えば水位変化を与えないなどの拘束条件が課されるべきである。そのため本研究では、構造物設置前の等流状態の水位と比べて大きな変化が生じないように高さの低い構造物を用いて様々な検討を行った。

3. 流況景観創出の要素流れ

一様な流れ場に変化を与えて生じる流れの種類は非常に多様であるが、ここでは以下の 4 つの要素で整理することにした。即ち、

(1) 衝撃波：流れ幅を局所的に狭くすることで射流を発生させ、その流れを直下流に設置した構造物に衝突させる。



(2) 渦：流れ場に単一あるいは複数の物体を設置し、その背後にカルマン渦などを発生させる。

(3) 循環流：流れ場に垂直方向に構造物を設置し、流向を大きく変化させることで大規模な循環流を発生させる。

(4) 落水衝突：流れ場に低い堰を置き、越流後の落水流れをその直下流に設置した構造物に衝突させる。

これらの要素流れを模型水路上で発生させるための配置を図-1 に示す。模型水路は幅 30cm、勾配 1/500 のスタイロフォーム製の自作水路で、各構造物も発砲スチロールを切り出して作った。各構造物はピンで河床面に簡単に止めることができるため、様々な要素流れを調べることができる。厚さは初期水深とほぼ等しい 2cm とした。

今回創出した要素流れのうち、興味深い流れ場が発生した衝撃波と落水衝突のケースを図-2 に示す。図-2(a)の衝撃波のケースでは両側から突堤を張り出させ、流れを中央に集中させたものを、流れ方向に中央に配置した

Akihiro NISHIURA, Ichiro FUJITA

ifujita@kobe-u.ac.jp

突堤に衝突させている．流れは局所的に射流となるために突堤部では弱い跳水が発生するとともに，突堤に乗り上げた流れが両サイドに落ちる際に波状の水面形が現れる．図-2(b)の落水衝突のケースでは L 字型にした構造物に接近流を集中させる効果があり，その流れを直下流の突堤に衝突させることで，局所的に上昇流が発生し，複雑な流況が生じている．

以上の 2 例では，流れに横断的に構造物を配置するために若干の水位のせきあげが生じるがその高さは初期の浅い水深と同程度であり，洪水時に大きな抵抗要因になるとは考えられない．



図-2 (a)衝撃波 (b)落水衝突

4.二次元シミュレーション

以上のような要素流れを数値シミュレーションでも確認するために非構造格子に基づく 2 次元浅水流モデルによる解析を行った．計算領域は 30cm×180cm であり，三角メッシュサイズを 1cm として，12564 個の要素を用いた解析を行った．構造物の高さは該当する部分のメッシュの高さを局所的に増すことで表現した．図-4 に流量 $960\text{ cm}^3/\text{s}$ としたケース（等流水深約 2.0cm）における結果を示す．それぞれ絶対流速，水位，およびフルード数の分布を示している．これらより配置した各々の構造物により流れ場が複雑に変化していることがわかる．これらの中からどの要素の流れが流況景観創出の点で効果的なかを判断することは容易ではないが，例えば落水衝突のケースでは，河川中央に流速や水位変化の大きな流れが発生し，下流側への影響範囲も比較的小さいため，局所的な流況景観として興味深い流れと考える．これらの点を定量的に評価する 1 つの指標として空間的な水面勾配の変動強度 $(H_{xy})_{rms}$ を図-4 に示した．図より落水衝突-1 が最もこの値が大きく，流況景観の多様性があることが示唆される．

5. おわりに

本研究では単調な三面張り河川の流れに多様性を与え，それを流況景観の創出ととらえる試みを行った．今回，提案したのは 4 つの要素流れであるが，著者らの主観を交えた観察では，流れ場全体を大きく変化させるよりも局所的に集中させた流れを何らかの構造物に衝突させる組み合わせの方がより興味深い流れを発生することができたように思えた．ただ，今回の組み合わせはケースも少なく，限られた水理条件のもとでのみ行っているため，一般的な議論はまだできていない．今後は更にユニークな組み合わせや様々な水理条件下での検討を進めていく予定である．

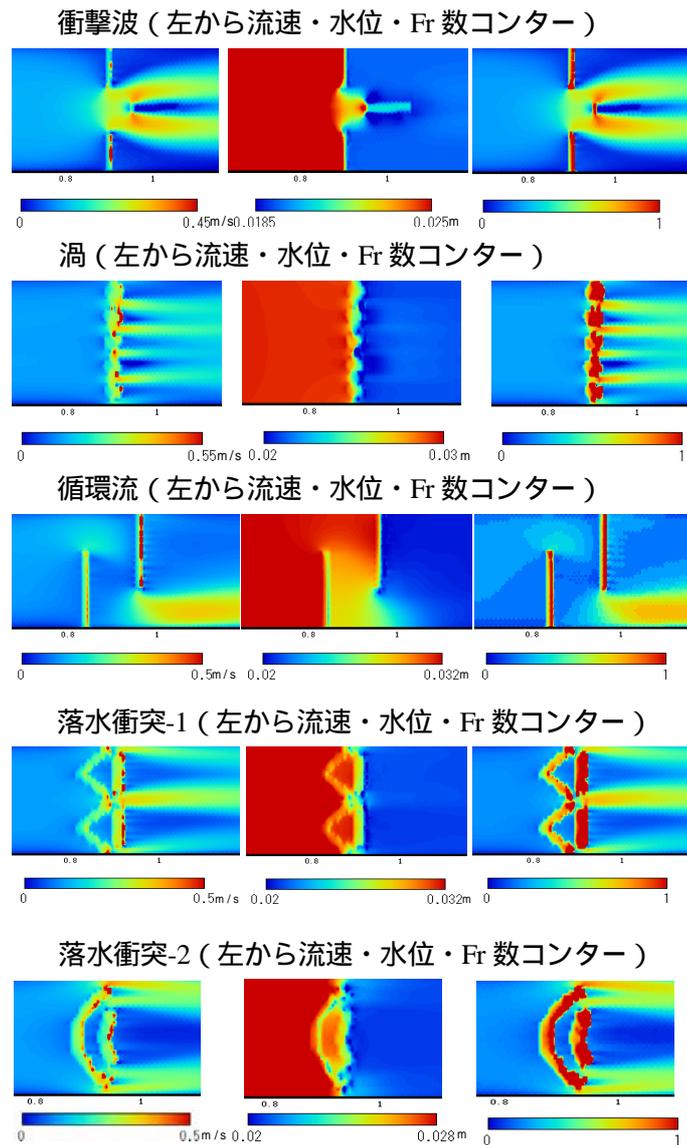


図-3 各要素流れの絶対流速・水位・Fr 数分布図

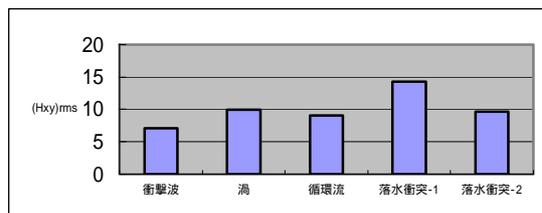


図-4 ケース毎の勾配の rms 値