

直線河道に設置された淵内の流れ構造

名古屋工業大学 学生会員 ○橋本直彦 名古屋工業大学 島田譲治
 名古屋工業大学 学生会員 松本大三 名古屋工業大学 正会員 富永晃宏

1. はじめに

近年、河道の多様性が河川生態環境に果たす役割の大きさが再認識され、山地河川や多くの都市河川において瀬・淵構造の保全または創出に関する検討が行われている。このような瀬・淵構造の保全・創出にあたっては、瀬や淵の流れ構造と維持機構との関係についての確に把握することが必要である。本研究では瀬・淵構造における特に淵の流れ特性に着目し、実験水路に淵を造成し流速計測を行い、実験的に淵の流れの一般的特性と淵の維持機構について検討した。

2. 実験方法

実験水路は、全長 13m、幅 $B=59.3\text{cm}$ 、高さ 30cm の勾配可変型長方形断面開水路を用いた。実験水路に造成した実験淵の概形と座標系を図-1に示す。淵は砂河床を掘り下げて造形しセメントで固めることによって作成した。実験淵は幅 59.3cm、全長 160cm で、水路左岸側を淵底面の平面部とし、右岸側に全長 40cm、斜面勾配 1/10 の斜面を設けた。淵底面への流れ込みを促すよう淵上流部、下流部ともに流下方向と 45° の角度を保たせつつ斜面を設け、淵最深部の深さは 4cm とした。水路勾配は 1/900 とした。本実験では固定床条件において平水時・中小出水時・大規模出水時を想定した 3 ケースの流量において 3 次元流速計測を行い、異なる流量における淵を有する河道の流れ構造を比較するとともに、淵の維持機構について検討した。水理条件を表-1に示す。流量 Q については各断面で流速分布を積分したものを平均することにより求め、流量 Q 以外の条件については淵上流端から 30cm 上流の断面平均値である。流速計測には I 型および L 型の 2 成分電磁流速計を用い、同一点で 2 回計測することにより、主流速成分(u)、横断流速成分(v)、および鉛直流速成分(w)を計測した。淵上流端を $x=0\text{cm}$ とし、座標系は水路中央線に沿う方向を x 軸、これに直角な水平方向を y 軸、鉛直方向を z 軸とした。

3. 実験結果と考察

図-2に示すように、淵内 $y=40\text{cm}\sim 59.3\text{cm}$ の淵平面部に流入する流量を Q_p とし、淵平面部への流入

表-1 水理条件

Case	流量 $Q(\text{lit/s})$	水深 $H(\text{cm})$	平均流速 $U_m(\text{cm/s})$	レイノルズ数 Re	フルード数 Fr
TL	1.59	1.5	18.2	2727	0.474
TM	3.57	2.4	25.2	6048	0.520
TH	7.17	3.8	31.8	12084	0.521

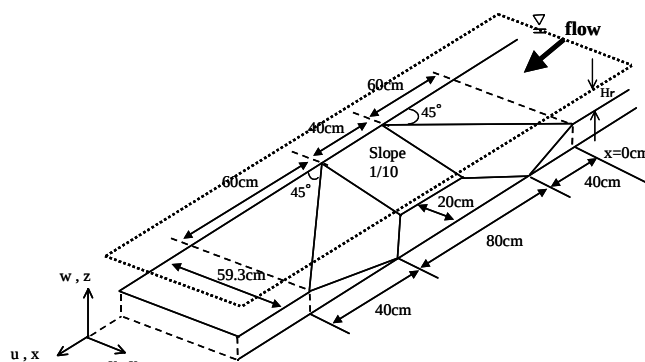


図-1 淵の概形と座標系

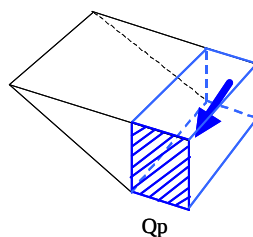


表-2 淵平面部内への流入流量の比

Case	$Q_p(\text{lit/s})$	Q_p/Q	V_p/V
TL	0.978	0.615	1.219
TM	2.033	0.570	1.133
TH	3.608	0.504	0.999

図-2 流入流量イメージ図

流量の比較を行なった。その結果を表-2に示す。淵平面部への流入流量割合 Q_p/Q を比較すると、淵平面部への流入流量割合は Case-TL が最も大きく、流量の大きいケースになるほどその割合は小さくなっている。このことから、流量が少ない平水時の場合は淵内部へ偏って流れが集まるが、流量が多くなるほど断面を広がって流れる特徴があるといえる。図-3は Case-TL, TM, TH のそれぞれ $z=4\text{cm}$, 5cm , 6cm における主流速平面コンターである。すべてのケースにおいて主流速は淵に入ることによって減速され、淵から出るとまた加速される一般的特徴を示す。また淵の上流側と下流側に 45° の角度を設けたことにより流れが淵内平面部へと偏向している様子がよく分かる。Case-TL では左岸側壁近傍まで高速流が入り込んでい

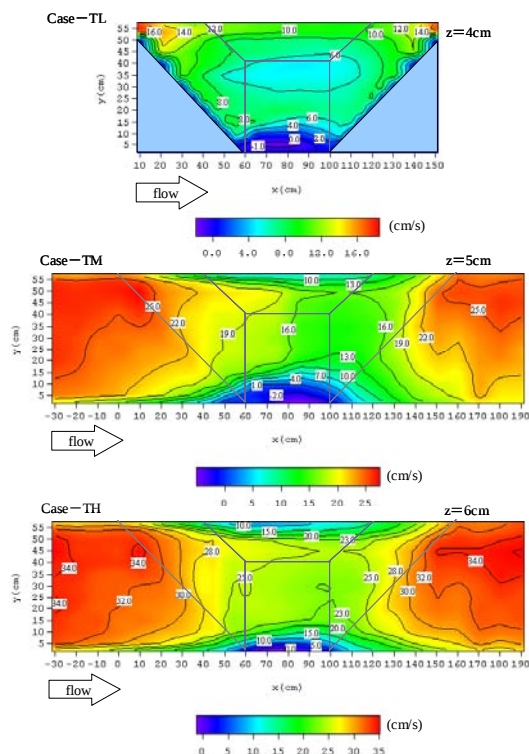


図-3 主流速平面コンター

るが Case-TM, TH については淵内の兩岸壁付近が減速されている。また Case-TL では淵平面部右側に減速域の広がりが見られる。次に図-4 は各ケースの淵上流 $x=-30\text{cm}$ における断面平均流速 U_m によって無次元化された水深平均流速分布である。それぞれの横断面分布と、Case-TM についてのみ縦断面分布を示した。全ケースの淵内部において2つの流心が発達していることが分かる。Case-TL では淵内で $U/U_m=0.2$ 近くまで減速が見られるが左岸壁付近では淵内でも値が上昇する。Case-TM, TH では淵内において $U/U_m=0.6\sim0.7$ 以下まで減速する。Case-TH では Case-TM よりも淵の右岸側に高速域が広がる。Case-TM の縦断面分布をみると、淵平面内の減速効果がよくわかる。出水時においても淵最深部の左岸近傍では淵上流の平均流速の6割以下の減速効果が確保されるものと考えられる。図-5 に底面流速コンター($z=1\text{cm}$)を示す。Case-TL について他のケースと異なり2次元的な変化となる。Case-TM, Case-TH では淵平面部後方に行くほど底面流速は増加し Case-TH ではその速度勾配も大きくなる。このことから、出水時においては淵平面部後方および淵尻にかけて底面せん断応力の増大が推測される。

4. おわりに

モデル化した淵を実験水路に造成し、3 ケースの異なる流量においてその3次元流速計測を行い淵の流れ

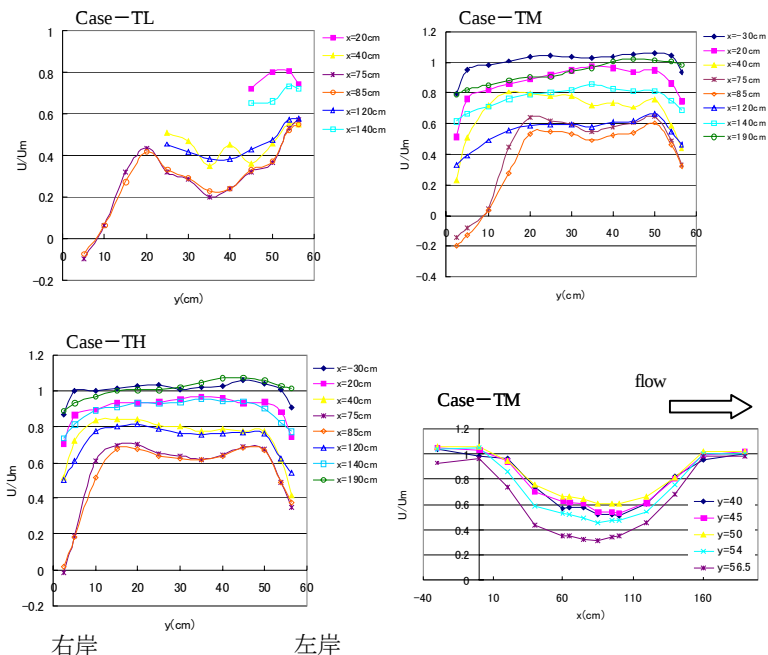
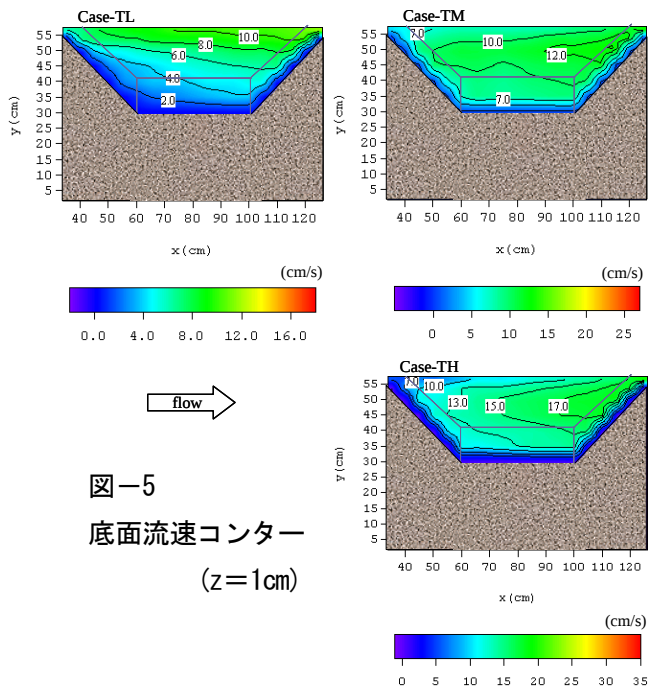


図-4 水深平均流速分布

図-5
底面流速コンター
($z=1\text{cm}$)

構造と維持機構について検討した。異なる流量における流れの特性を把握するとともに、出水時を想定した流量においては淵最深部の左岸近傍で流速の減速効果が確保できること、また淵内後方で土砂の洗堀が促される可能性があることがわかった。

【参考文献】

- 1) 島田・富永：淵を有する河道の流れ特性について、土木学会中部支部 2006, pp.147-148
- 2) J.F.Rodriguez, C.M.Garcia: Three dimensional hydrodynamics of pool-riffle sequences for urban stream restoration, River Flow 2004, pp.1297-1304, 2004