

様々な河道湾曲形状における洪水氾濫挙動解析

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○狭間 俊哉
 豊田工業高等専門学校 正会員 田中 貴幸
 豊田工業高等専門学校 炭竈 大輔

1. 研究背景および目的

近年の日本では令和元年台風19号による洪水氾濫被害など、毎年のように大型台風や集中豪雨による洪水氾濫が発生し、全国各地で甚大な被害を受けている。特に河川の湾曲部では、河川流量の増水時に外岸側が水衝部となるため越水や破堤が発生しやすい状況となる。湾曲部を有する流れに関しては、有光ら¹⁾により河床変動も含め検討がなされているが、洪水氾濫を伴う流れの検討は未だ不十分である。

そこで本研究では、異なる湾曲形状を有する河道を対象に、越流発生時の洪水流の挙動を実験により明らかにし、流動機構の比較検討を行う。

2. 実験装置および実験・解析方法

実験は、図-1に示すCaseAとCaseBの2つの河道形状による木製模型を使用して行った。曲率半径は

表-1 実験条件

川幅 B (cm)	堤防高 h_e (cm)	水路勾配 I	流量 Q (L/s)	堤防幅 b (cm)
20	10	1/1000	2	5

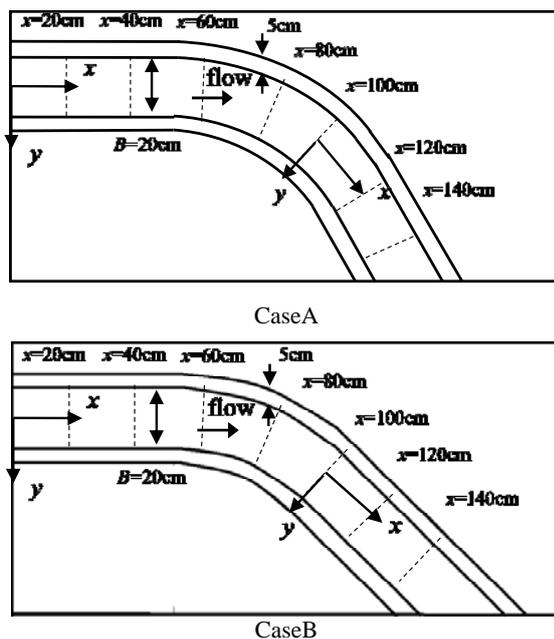


図-1 河道形状

いずれのケースも $R=60\text{cm}$ 、接線角は CaseA が $\theta=60^\circ$ 、CaseB が $\theta=45^\circ$ である。実験条件を表-1に示す。

流速の点計測にはI型およびL型の電磁流速計を用い、サンプリング周波数は100Hz、サンプリングデータ数は4,100とした。

3. 流動機構

(1) 越流状態について

いずれのケースにおいても堤防を越水する状態となるよう下流端せきを操作し、今回はせき高さを9cmと同一のせき高さに設定して実験を行った。堤防の越流状態に関しては、CaseAでは湾曲部上流の $x=40\text{cm}$ では内岸側のみ越流し、外岸側は $x=90\text{cm}$ から越流が発生した。CaseBでは $x=70\text{cm}$ の内岸から越流が見られ、外岸側からの越流は $x=100\text{cm}$ からみられる状況となった。

(2) 横断面における流速分布

図-2に、 $x=40\text{cm}$ の横断面における主流速の等値線および二次流ベクトルを示す。CaseAでは右岸側に

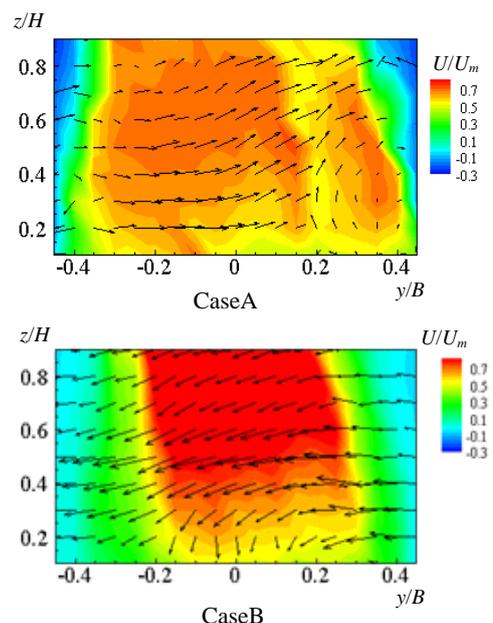


図-2 横断面 ($x=40\text{cm}$)における主流速の等値線および二次流ベクトル分布

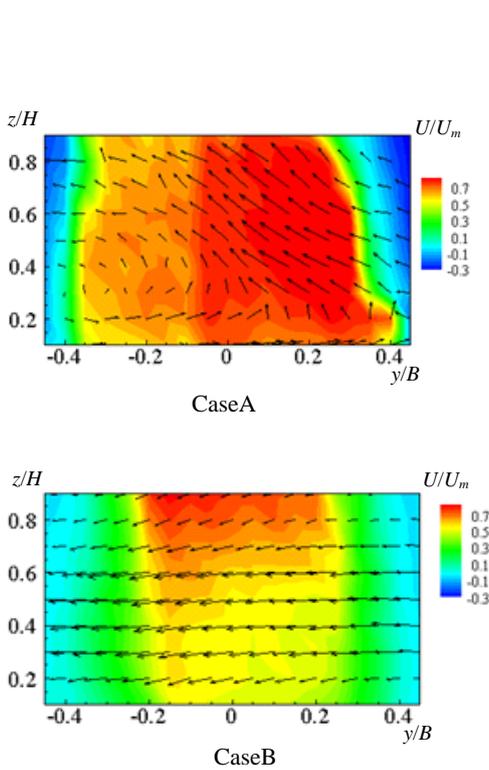


図-3 横断面(x=80cm)における主流速の等値線 および二次流ベクトル分布

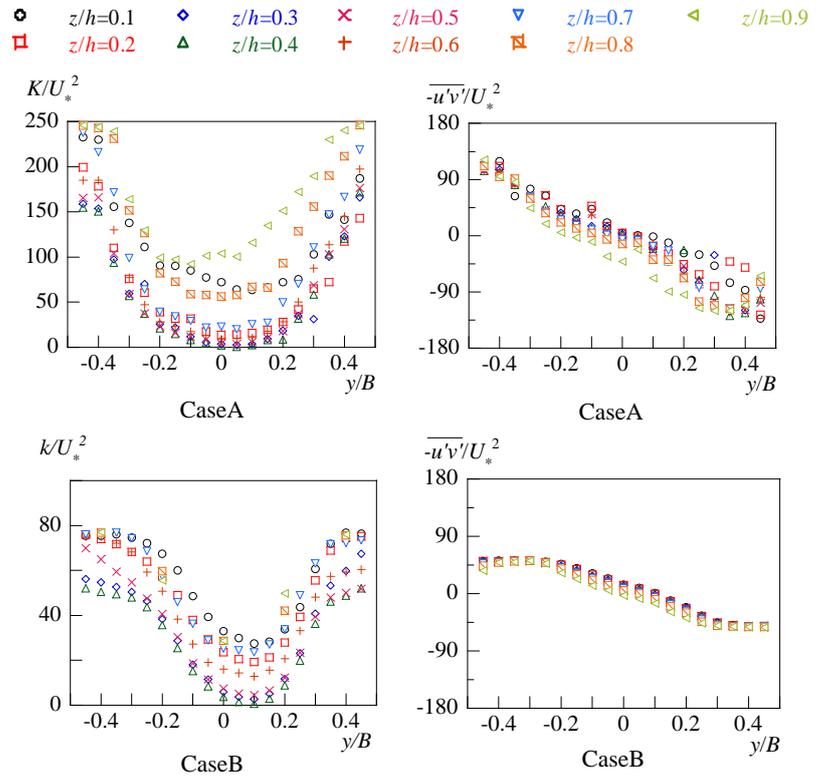


図-4 乱れエネルギーの横断方向分布

図-5 レイノルズ応力の横断方向分布

て越流が発生しているため、二次流は越流箇所に向かう流れを示す。CaseB では越流が発生していないため、遠心力効果により二次流ベクトルは左岸方向に向かっている。また、主流速は CaseB にて CaseA に比べ最大値は大きな値を示しており、接線角が小さいことから直線開水路の主流速分布に近い状態となることが確認できる。

図-3 に、x=80cm における主流速の等値線および二次流ベクトルを示す。いずれのケースにおいても、遠心力効により二次流ベクトルは左岸方向に向かっている。また、主流速は CaseB に比べて CaseA の内岸側で大きな値を示している。

(3) 横断面における乱れ特性

x=80cm における各横断面における乱れエネルギーを図 4 に、横断方向におけるレイノルズ応力を図-5 に示す。乱れエネルギーは次式により表す。

$$K = \frac{1}{2}(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2}) \quad (1)$$

いずれの断面においても乱れエネルギーは壁面付近にて大きな値を示している。CaseA における乱れエネルギーの最大値は、CaseB に比べ 3 倍程大きな値を示しており、さらに水深方向にばらつきが大きい

ことから、湾曲度の違いによる影響が顕著に出ていることが認められる。

レイノルズ応力に注目すると、兩岸にてレイノルズ応力は正負の極大値を示しているが、その値は CaseA にて大きな値を示している。また、CaseA では右岸側で水深方向にレイノルズ応力にばらつきが生じており、湾曲度が大きい影響が見取れる。

4. まとめ

本研究では、異なる湾曲形状の木製堤防模型を用いて越流発生時の河道湾曲部の流れ構造について解析した。これにより、河道湾曲形状の違いにより流速分布や乱れ構造が変化することを明らかにした。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 JP16K16380 及び JP19K04958 の助成を受けたものです。

【参考文献】

1) 有光剛, 大江一也, 出口 恭, 森山陽一, 藤田一郎 : 急勾配河川湾曲部における流れと側岸浸食に関する実験的研究, 水工学論文集, 第 53 巻, 2009.