河道湾曲形状の違いが氾濫流の流れ構造に与える影響

研究背景および目的

近年の日本では令和2年7月豪雨による球磨川の 洪水氾濫被害など,集中豪雨や大型台風により洪水 氾濫が頻発し,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方法

実験は、図-1 に示す CaseA と CaseB の 2 つの河道





図-1 河道形状

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		舩橋	良太

形状による木製模型を使用して行った. 接線角はい ずれのケースも $\theta = 60^\circ$,曲率半径は CaseA が R=90cm, CaseB がR=60cm 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) 越水状況について

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 防の越流発生状況については、CaseA では x=40cm 付 近から内岸が越流し、外岸側は x=10cm 付近から越流 が発生した. CaseB では x=40cm 付近から内岸が越流 し、外岸側は x=90cm から越流が発生した.

(2) 横断面における流速分布

図-2に, x=80cm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.いずれも最大流速で





無次元化している.両ケース共に遠心力効果により 二次流ベクトルは左岸方向に向かっている.主流速 は CaseA が河道中央の z/H=0.7 付近で最大となるの に対して, CaseB は y/B=0.3, z/H=0.5 付近で最大とな っている.

図-3 に, x=120cm 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,主流速は両ケース共に y/B=-0.2 付 近で最大となった.

x=80cm から x=120cm にかけて主流速が最大とな る位置に注目すると、CaseA では河道中央から外岸 側に緩やかに遷移しており、CaseB では内岸側から 外岸側に急激に遷移していることが確認できる.

(3) 横断面における乱れ特性

x=80cm の各横断面における乱れエネルギー分布 を図-4 に,横断方向におけるレイノルズ応力分布を 図-5 に示す.乱れエネルギーは次式により表す.

$$K = \frac{1}{2} \left(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2} \right)$$
(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. CaseB における乱れ エネルギーの最大値は, CaseA に比べ 3 倍程大きな 値を示しており, さらに CaseB では水面付近の乱れ エネルギーが大きく, CaseA と比較して乱れが発達 していることが確認できる.

レイノルズ応力に注目すると、両岸にてレイノル ズ応力は正負の極大値を示しているが、その値は CaseB にて大きな値を示している.また、CaseB 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、曲がりが急である影響が現れている.

4. おわりに

本研究では,異なる湾曲形状の堤防模型を用いて 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】

 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.