

外岸に緩傾斜河岸を有する湾曲水路における底面流速解析法の適用性

中央大学大学院 学生会員 ○笹木 拓真
中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二
中央大学研究開発機構 正会員 内田 龍彦

1.序論

これまで内田、福岡は、平面二次元の枠組みで流れの三次元性を考慮できる底面流速解析法¹⁾(以下 BVC 法)を開発し、それをを用いて現地河川での複雑な流況、河床変動を説明してきた¹⁾²⁾。しかし、湾曲部の外岸に緩傾斜河岸を有するような水路や外岸が洗掘される過程にある流路の適用性については、十分に検証されていない。本論文では、福岡、西村らの外岸に緩傾斜側岸を有する実験³⁾⁴⁾と福岡、山坂らによって行われた湾曲流路の側岸浸食実験⁵⁾に BVC 法を適用し、解析法の適用性と問題点を検証する。

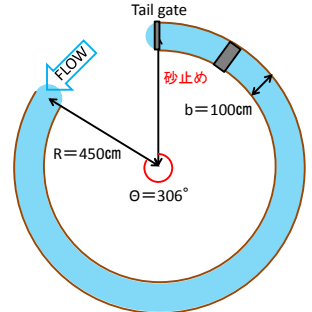


図-1 実験水路平面図

2.実験条件と解析方法

外岸に緩傾斜河岸を有する水路及び側岸浸食実験は、図-1に示すような一様湾曲水路で行われた。緩傾斜河岸水路(2割勾配, 4割勾配)と側岸浸食実験をそれぞれ Case1, Case2, Case3 と定義する。実験条件は表-1に示す通りであり、詳しくは文献³⁾⁴⁾⁵⁾を参照されたい。解析には BVC 法¹⁾を適用する。Case1, Case2 では、実験で得られた平衡状態に達した後の河床地形³⁾⁴⁾を縦断距離 0.25m 間隔で与え、固定床として計算を行い、緩傾斜河岸を有する水路での流況の再現性を検証する。Case3 の側岸浸食実験では底面と連続する斜面部では、斜面の底面流速が河床面と同様に精度よく計算出来るという考えに基づき、河岸は河床と連続する緩やかな底面として扱い、境界面の変動計算を行う。境界条件には上流端に実験流量、下流端に水位を与える。

表-1 実験諸元

項目	福岡・西村ら (Case1, Case2)	福岡・山坂ら (Case3)
流量	182(0.018m ³ /s)	22(0.002m ³ /s)
河床勾配	1/500	1/400
平均粒径	0.8mm	0.72mm
流路中心曲率半径	4.9m	4.35m
初期の側岸の角度	26.5度(2割勾配), 14度(4割勾配)	30度
本研究での河床条件	河床変動後の地形を用いて固定床	移動床

3.解析結果とその考察

図-2は、Case1, Case2 での水深平均流速分布の実験値と解析値の比較を示す。実験では、外岸斜面部の中央付近で流速が最大になり、そこから外岸側では、流速が大きく減少している。BVC 法では4割勾配で、外岸の流速分布が若干大きく評価されているものの、断面内の流速分布を概ね再現出来ている。図-3は無次元せん断力分布の実験値(断面分割面積法³⁾から算出)と解析値の比較を示す。実験結果から、緩勾配化することで外岸側でのせん断力の横断勾配が緩やかになっている。解析結果は、内岸側で無次元せん断力は表現できているが、側岸斜面付近の実験値より大きく計算されている。しかし、緩勾配化によるせん断力分布の横断勾配が緩やかになる傾向は、解析結果にも現れてい

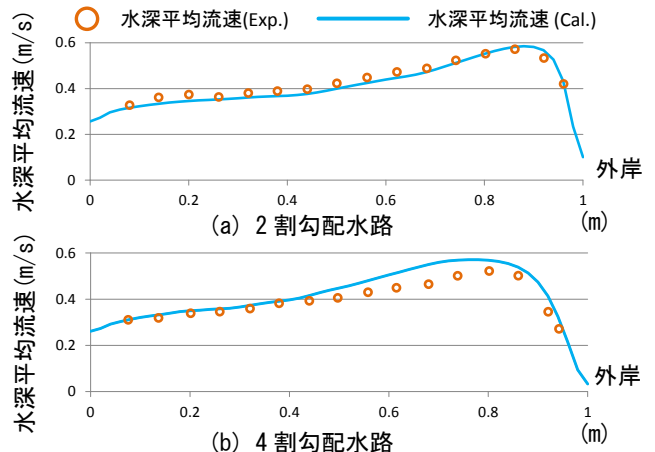


図-2 縦断水面形の比較

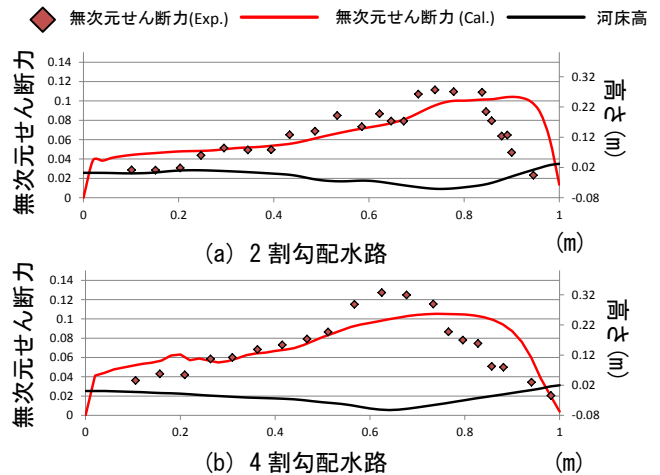


図-3 無次元せん断力分布

キーワード 準3次元洪水解析法, 緩傾斜河岸, 湾曲水路, 二次流, 側岸浸食
連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 中央大学研究開発機構 TEL 03-3817-1615

る。図-4 は外岸から、0.2m, 0.3m, 0.4m 地点での断面平均流速で無次元化した二次流分布の比較を示す。解析値は2割, 4割勾配とも実験値より二次流が大きく計算されている。そのため、二次流による運動量の輸送が過大に評価されたことにより、図-3 に示す外岸斜面付近の無次元せん断力が大きく評価されたと考えられる。そのため、湾曲部外岸に緩傾斜河岸を有する水路においては、二次流分布及び斜面部におけるせん断力分布について精度を検討する必要がある。次に側岸浸食実験に対するBVC法の再現性について考察する。図-5 は、Case3における水面形の解析結果と実験水位の比較を示す。拡幅の進行に伴って水位は上昇し、解析水位は実験値を概ね再現出来ている。図-6 は、通水開始位置から210°地点の横断面形の時間変化を示している。実験結果から、拡幅が進行するのに従って、浅く、幅の広い断面形へと変化していく様子が分かる。これは、外岸の浸食土砂が内岸方向へと輸送され、水路中央での河床上昇を引き起こすためである。解析結果は実験結果を概ね再現出来ている。しかし、時間が経過し浸食が進むほど、解析結果は実験結果より拡幅がやや大きく評価されている。これは、側岸の斜面が緩やかになることで、側岸斜面でのせん断力分布を再現できなくなることが考えられる。

4. 結論

本研究では、BVC法を緩傾斜河岸を有する湾曲部の流れの実験と側岸浸食実験に適用し、その適用性を検証した。その結果、斜面部での平均の流れ場は概ね再現出来ることを示した。しかし、二次流が実験値よりも大きく評価されている為、外岸での無次元せん断力は、十分には再現できないこと、側岸浸食実験の解析結果においても若干浸食量が大きくなること示された。

参考文献

1) 内田龍彦, 福岡捷二: 底面流速解法による連続する水没水制群を有する流れと河床変動の解析, 土木学会論文集B1, Vol67, No.1, pp16-29, 2011. 2) Fukuoka, S. and Uchida, T.: Toward Integrated Multi-Scale Simulations of Flow and Sediment Transport in Rivers, *Journal of Japan Society of Civil Engineering, Ser. B1(Hydraulic Engineering)*, Vol. 69, No.4, pp. II_1-II_10, 2013. 3) 福岡捷二, 西村達也, 三宮武, 藤原剛: 緩傾斜河岸を設置した河道湾曲部の流れと河床変動, 土木学会論文集, No.509, II-30, pp. 155-167, 1995. 4) 三宮武: 河岸の緩勾配化による流況改善に関する研究, 東京工業大学修士論文, 1992. 5) 福岡捷二, 山坂昌成, 竹内聡, 古屋晃, 永納栄一: 湾曲流路の側岸浸食, 第27回水理講演会論文集, pp721-726, 1983.

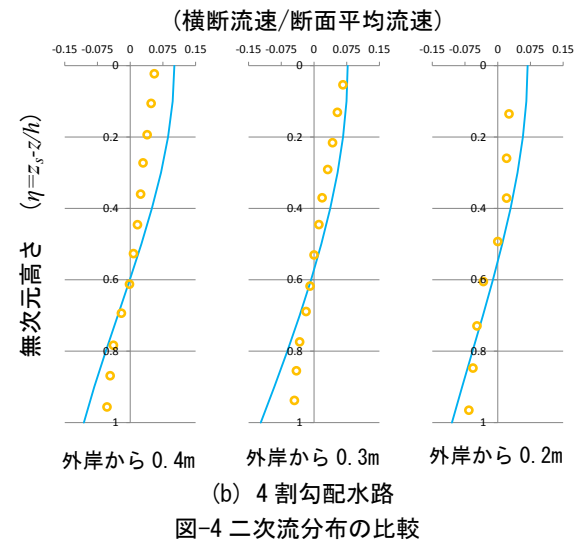
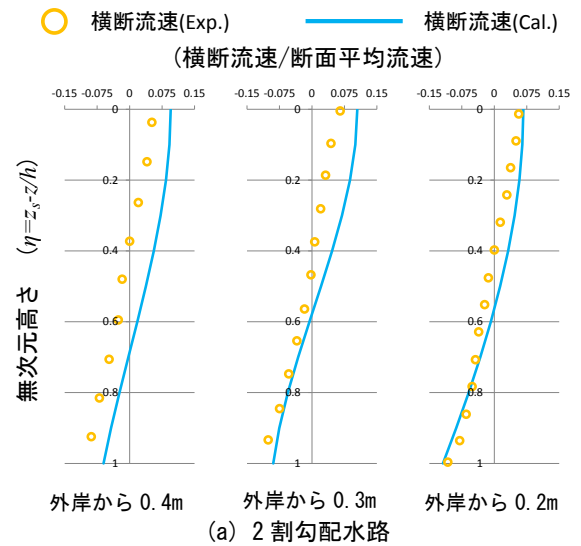


図-4 二次流分布の比較

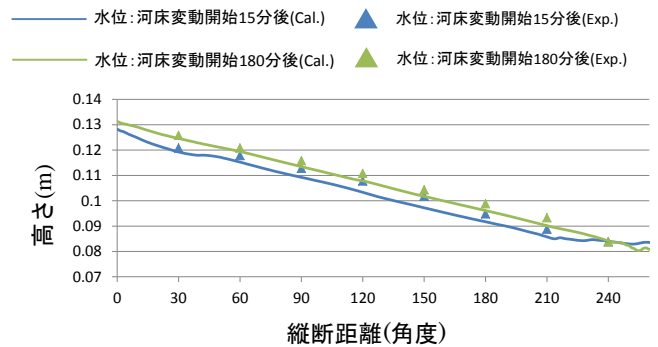


図-5 解析水面形と観測水位の比較

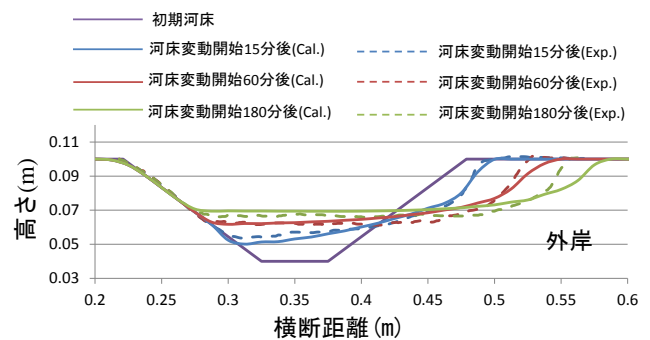


図-6 断面形の時間変化