

## 外岸に緩斜面を有する湾曲流路における一般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、流れの三次元性を考慮できる一般底面流速解析法<sup>1)</sup>(以下一般 BVC 法)を開発し、それを用いて実験水路及び現地河川での様々な流況、河床変動を説明してきた<sup>1)2)</sup>。しかし、湾曲部の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、山坂らによって行われた湾曲流路の側岸浸食実験<sup>3)</sup>と福岡、西村らの緩傾斜側岸を有する実験<sup>4)</sup>に一般 BVC 法を適用し、解析法の問題点を明らかにする。

### 2. 実験条件と解析方法

側岸浸食及び緩傾斜側岸を有する流路の実験は、図-1 に示すような一様湾曲水路で行われた。側岸浸食実験と緩傾斜河岸流路の実験(2割勾配, 4割勾配)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<sup>3)4)</sup>を参照されたい。解析には一般 BVC 法<sup>1)</sup>を適用する。一般 BVC 法では、Case1 の河岸浸食に対し河岸浸食式を用いずに、河岸は河床と連続する緩やかな底面として扱い、河床変動計算を行う。一般 BVC 法は、底面と連続する斜面部の底面流速を精度よく計算出来ることから、河岸浸食も解析できるという考えに基づいている。Case2, Case3 は、実験で得られた外岸に斜面を有する平衡河床地形を固め、この湾曲流路に通水し、流況の再現性を検証する。境界条件には上流端に流量、下流端に水位を与え、河床材料は、平均粒径を一様砂として用いた。

### 3. 解析結果

図-2 は、Case1 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-3 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

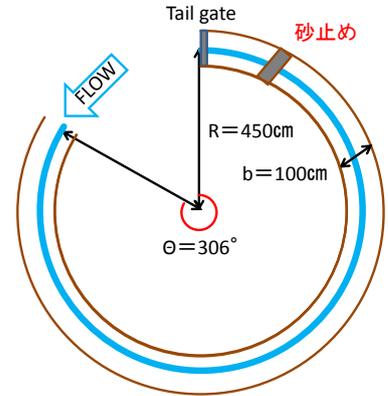


図-1 実験水路

表-1 実験諸量<sup>3)4)</sup>

項目	福岡・山坂ら (Case1)	福岡・西村ら (Case2, Case3)
流量	2ℓ(0.0002m <sup>3</sup> /s)	18ℓ(0.0018m <sup>3</sup> /s)
河床勾配	1/400	1/500
平均粒径	0.72mm	0.8mm
流路中心曲率半径	4.35m	4.5m
初期の側岸の角度	30度	26.5度(2割勾配), 14度(4割勾配) 外岸のみ
本研究での河床条件	移動床	河床変動後の地形を用いて固定床

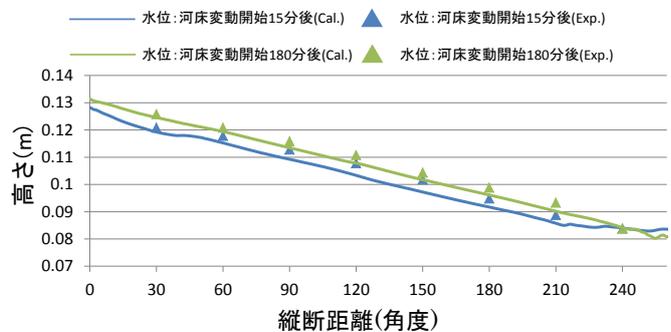


図-2 解析水面形と観測水位の比較

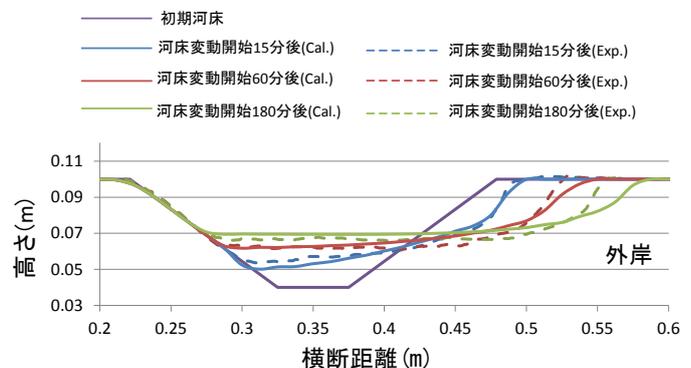


図-3 断面形の時間変化

キーワード 準三次元洪水流解析法 緩傾斜河岸 河岸浸食 湾曲流路 河床変動

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31214 号室 中央大学研究開発機構 TEL. 03-3817-1615

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若干大きく評価されている。図-4(a), (b)は、通水から 115 分後の横断面内の主流速分布の比較を示す。一般 BVC 法では、二次流による運動量の輸送が考慮されているため、外岸への主流の偏りを表現している。しかし、解析結果は実験値よりも最大流速の発生位置が外岸側に寄っている。そのため、外岸における浸食が実験結果よりも大きく評価されていると考えられる。次に、更に緩やかな斜面を有する流路 (Case2, Case3) について考察する。図-5 は、Case2, Case3 における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、外岸を緩勾配化することで外岸付近の流速は小さくなり、最大流速は水路中央に寄っている。解析結果は Case2 の外岸が 2 割勾配の断面内の流速分布を概ね再現出来ている。しかし、Case3 の 4 割勾配では、流速分布の外岸への偏倚が大きくなり、実測の流速分布を十分に再現できていない。図-6 は無次元せん断力分布の実験値(断面分割面積法<sup>4)</sup>から算出)と解析値の比較を示しており、側岸斜面付近の無次元せん断力も実験値より大きく計算されている。これらの原因として、側岸の緩勾配化により潤辺の長さが増大し、斜面による影響が大きくなったことが考えられる。そのため、外岸に緩斜面を有する流路では、一般 BVC 法の緩斜面部における流速分布について精度を検討する必要がある。

4. 結論

本研究では、一般 BVC 法を側岸浸食実験と緩傾斜河岸を有する実験水路に適用し、その適合性を検証した。その結果、側岸浸食実験は概ね再現出来ることを示した。しかし、Case3 のような緩やかな長い斜面長を有する湾曲流路の流速分布は、十分には再現できないことが明らかになった。その原因については、今後の検討課題である。

参考文献

1) 内田龍彦, 福岡捷二: 浅水流の仮定を用いない水深積分モデルによる底面流速の解析法, 水工学論文集, Vol.56, I\_1225-1230, 2012. 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, 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. 4)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.

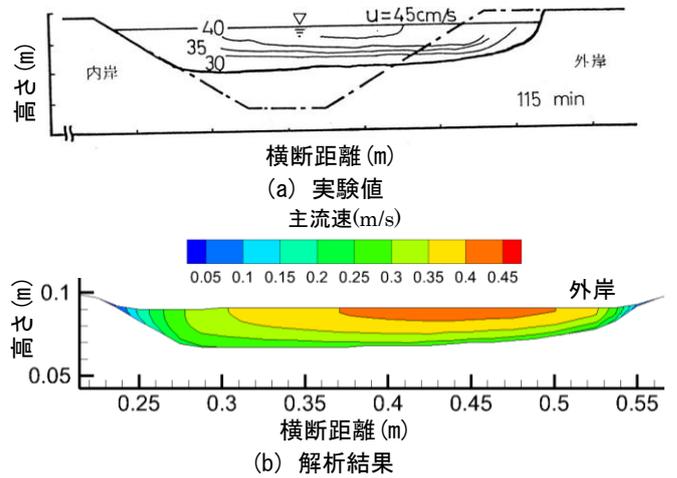
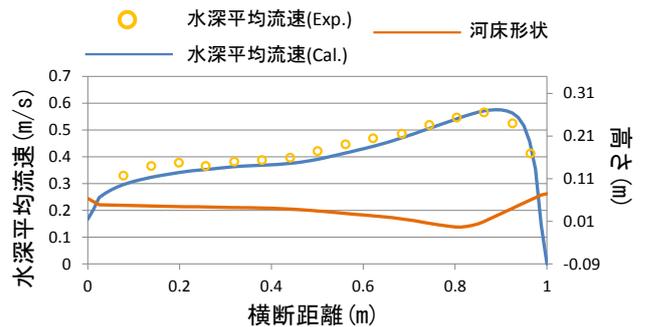
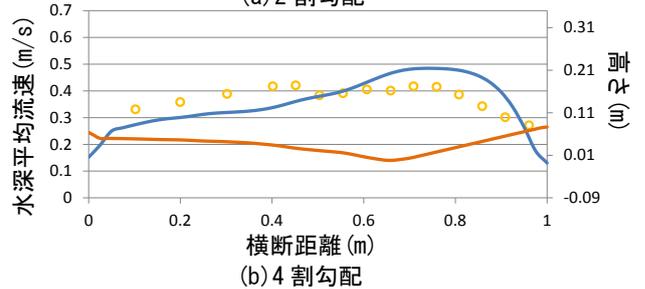


図-4 横断面内主流速分布(通水 115 分後)

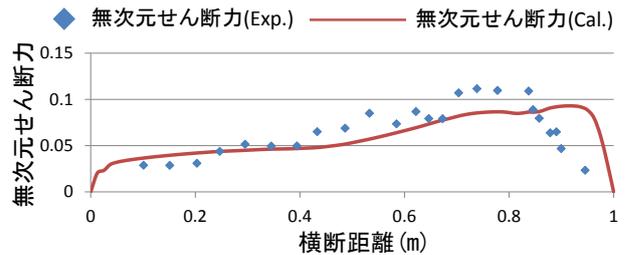


(a) 2 割勾配

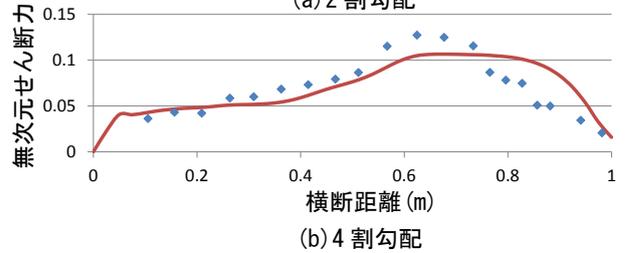


(b) 4 割勾配

図-5 平均流速分布



(a) 2 割勾配



(b) 4 割勾配

図-6 無次元せん断力分布