

樹木群を有する複断面蛇行流れへの準二次元解析法の適用性

広島大学大学院 学生会員 ○岡部博一
 京都府 正会員 平林由希子
 広島大学工学部 フェロー会員 福岡捷二

1.はじめに

我が国の河川では、その中、下流域において低水路と高水敷からなる複断面形状を持つことが一般的である。また、その低水路河岸には植生が繁茂していることが多く、これらは洪水水位上昇の原因となる。¹⁾²⁾³⁾著者らはすでに、樹木群を有した複断面河道における水理現象を準二次元的に取り扱い、水位、流速分布を実用上有効な精度で解析できる方法を提示している。²⁾³⁾しかし、実河川では低水路が蛇行しているところも多く、蛇行の影響を受ける場合についての本解析法の検討が不十分である。本研究では蛇行低水路沿いに樹木群を有する複断面水路の流れについて、準二次元解析法を適用しその適用限界を検討する。

2.大型水路実験

実験条件を表-1、実験水路を図-2 にそれぞれ示す。高水敷は人工芝によって粗度付けを行っており、低水路河岸沿いに樹木群模型を配置している。低水路の蛇行度が小さい場合(実験 1)¹⁾、大きい場合(実験 2)²⁾について、流速、水位を計測している。

但し、実験 2 については平均河床高を用いて矩形に近似して解析を行っている。

3.準二次元解析法

図-2 のように断面を分割し、各々について樹木群境界、底面に作用するせん断力を考慮した力の釣り合い式と、連続式より各断面ごとの流速分布を求める、次に求めた横断流速分布を用いて縦断方向に運動量原理を用いることにより、縦断水位を計算する。³⁾⁴⁾ ①②③④は各分割断面、 S_j は分割断面の境界に働くせん断力 τ の作用する潤辺を示している。ここで分割断面の境界に作用するせん断力は境界混合係数 f を用いて $\tau = \rho f \Delta u^2$ と与えられ、 Δu はせん断面を挟んだ 2 つの流れの流速差を示す。

4.準二次元解析法の適用

低水路河岸沿いに樹木群が存在する場合にも、低水路への高水敷流れの流入と流れの遠心力のために低水路内の流速分布は直線水路のそれと著しく異なる。¹⁾

準二次元解析がこのような流れにもどの程度適用可能かを検討する。図-2 のように各低水路断面は二分分割、高水敷はそれぞれ一断面として考える。樹木群境界の左右岸で f を変化させ検討する。

低水路断面内を流れる流量、平均流速をもっとも近似できる f を採用することにする。表-2 には、用いた f を示す。図-1 には、点線で計算上設定した低水路の領域分割を示している。減速領域では樹木群境界に働くせん断力は

表-1 実験条件

	蛇行度小(実験 1)	蛇行度大(実験 2)
蛇行度	1.02	1.17
勾配	1/600	1/500
相対水深	0.40	0.45
樹木模型幅	3cm	5cm
流量	15l/s	68.8l/s
高水敷粗度	0.03	0.02
低水路状態	平坦固定床	平衡固定床

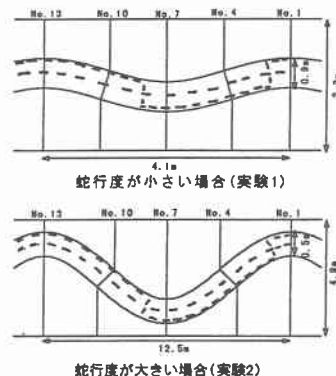


図-1 実験水路

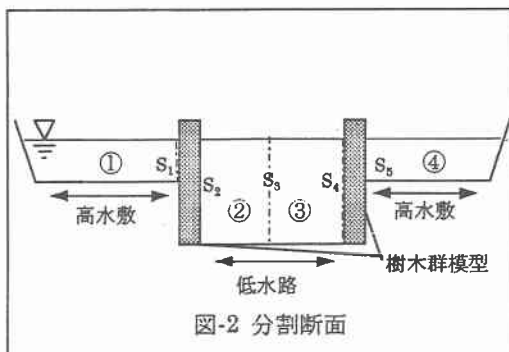


図-2 分割断面

表-2 境界混合係数

せん断力の作用面		蛇行度小 (実験1)	蛇行度大 (実験2)
高水敷側	樹木境界	0.3	0.3
低水路側	高流速側の樹木 境界	0.01	0.02
	低流速側の樹木 境界	0.07	0.5
	分割断面間	0.17	0.17

大きくなるため f は大きくなる。また、蛇行度が大きい実験 2 のほうが高水敷流れによる減速を受けやすいため、用いた f は大きくなっている。低水路分割断面間の f に低水路と高水敷の境界に用いられる値³⁾を用い、高水敷側樹木群境界の f は低水路と高水敷の流量比を再現するように設定している。

5. 準二次元解析法の適用性の検討

縦断水位、横断流速分布を図-3、図-4 に示す。表-2 の f でそれぞれの縦断水位は良好に再現されている。また、実験 1 で各分割断面内の平均流速は低水路の高流速域を除く領域ではほぼ表現されている。しかし、実験 2 では低水路、高水敷ともに流速分布の再現性が低い。

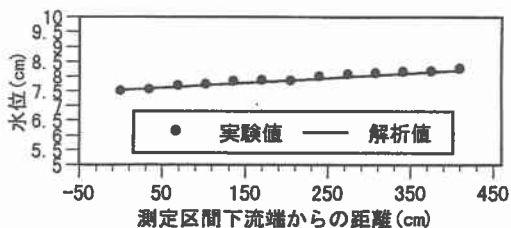
流速分布の再現性は断面分割の仕方および分割断面間の f が適切に評価されていないことによる。この場合の f には横断方向の運動量交換と低水路の蛇行に伴うせん断力の影響が含まれることになる。

また、蛇行度が大きい場合、高水敷流れは高水敷幅の変化に大きく依存している。低水路蛇行振幅内の高水敷では樹木群からの遅い流れによって低流速域が生じており、低水路内の減速域と同様に高水敷も適当に分割し、適切な f によって樹木群に作用するせん断力として表現する必要がある。

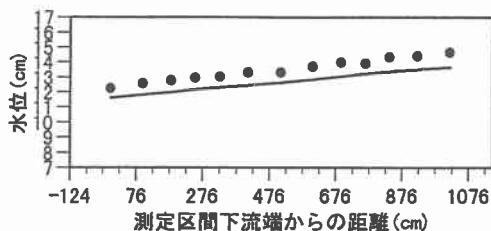
また、高水敷幅が狭くなる領域では水面勾配が大きくなり、高流速が発生している。本解析法では、水深、水面勾配は断面内一定で与え、断面全体で縦断方向の運動量保存を満たすように流速を求めている。

現在のところ複断面蛇行流れの境界混合係数 f の決め方に一般性はない。流れ場の理解に立脚した断面分割と f の合理的な決め方によって、準二次元解析法が蛇行低水路を持つ複断面流れをどの程度表現できるか、さらに検討が必要である。

参考文献 1) 福岡, 川岡, 平林, 水工学論文集第 42 巻, pp967-972 2) 福岡, 宮崎, 大串, 加村, 水工学論文集, 第 40 巻, pp.941-946, 1996 3) 福岡, 藤田, 新井田, 土木学会論文集 No.447/II-19, pp17-24, 1992 4) 福岡, 藤田, 土木研究所報告第 180 号の 3, 1990

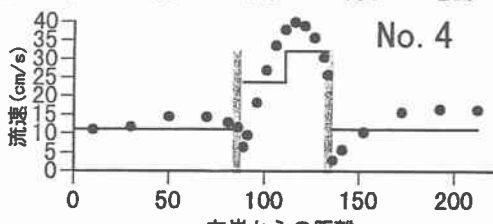
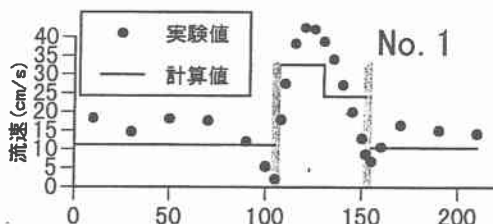


蛇行度が小さい場合(実験1)

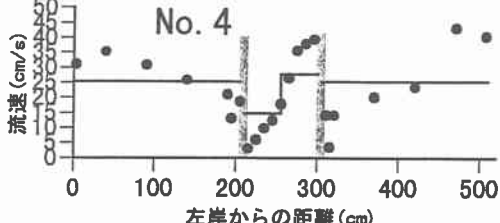
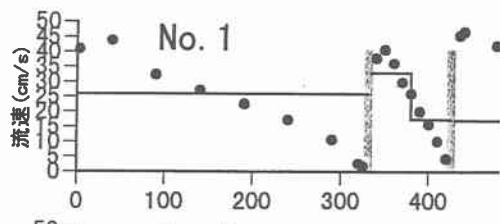


蛇行度が大きい場合(実験2)

図-3 縦断水位



蛇行度が小さい場合(実験1)



蛇行度が大きい場合(実験2)

図-4 流速分布