

TELEMAC の二重蛇行複断面流れへの適用性について

関西大学大学院 学生員 ○服部 和彦
ラフバラ大学 塩野 耕二

関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔
関西大学環境都市工学部 正会員 島田 広昭

1. はじめに

河道内の流れの構造や洪水時の氾濫水の広がり等を予測するために、数値解析がコンピュータの発展と共に行われるようになった。同時に、より良い河川整備を行うために、解析モデルの精度が求められるようになった。計画的な河川整備が進んできたとはいえ、河道及び河道周辺の地形形状は複雑であり、このような複雑な地形形状を持つ流域の数値解析においても、精度は求められる。本研究では、複雑な地形形状を持つ二重蛇行複断面流れに着目し研究を行っており、汎用 CFD(Computational Fluid Dynamics)である TELEMAC を用いて数値解析を行い、TELEMAC が複雑な地形形状を持つ二重蛇行複断面流れに適用できるかを検証することを目的とした。なお、著者ら¹⁾が昨年度行った水理実験の結果と比較することにより、TELEMAC の精度の妥当性を検討した。

2. 数値解析手法

a) TELEMAC について

TELEMACはLaboratoire National d'Hydraulique, Electricite de France(EDF)により開発された汎用 CFD である。使用した TELEMAC-2D は開水路流れに適用され、有限要素法を用いた平面二次元解析モデルである。基礎式は以下に示す。

〈連続式〉

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \vec{u} \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(h) + h \text{div}(\vec{u}) = 0$$

〈運動量方程式〉

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \vec{u} \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(u) = -g \frac{\partial Z}{\partial x} + S_x + \frac{1}{h} \text{div}[h v_i \overrightarrow{\text{grad}}(u)]$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \vec{u} \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(v) = -g \frac{\partial Z}{\partial y} + S_y + \frac{1}{h} \text{div}[h v_i \overrightarrow{\text{grad}}(v)]$$

ここで、 h は水深、 u, v は x, y 方向の流速成分、 Z は自由水面高さ、 ν_i は渦動粘性係数、 S_x, S_y は底面摩擦項を表す。なお、乱流モデルとして、渦動粘性モデルを用いた。

b) 解析条件

解析対象範囲を図-1 に示す。既報¹⁾で示したものと同様に、山地部の平面形状を想定した二重蛇行複断面水路である。水路内部を図-2 に示すように有限要素格子に分割した。流れの変化が激しい低水路に細かい格子、高水敷には粗い格子を設定した。表-1 に解析条件を示す。なお、水路勾配は 1/800、差分時間は 0.001 s である。また、上流端と下流端の境界条件は、流量と水深で与えている。

3. 解析結果および考察

測定部を図-3 に示すような計測断面に分割した。図-4 に相対水深 $Dr=0.17$ における水深の実験結果と解析結果を示す。縦軸は低水路水深、横軸は左岸からの距離を表す。Section No.4 は交差部、Section No.7

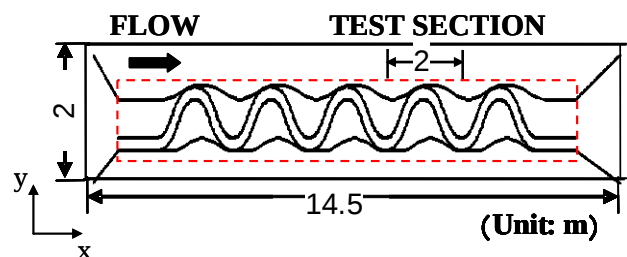


図-1 解析対象範囲

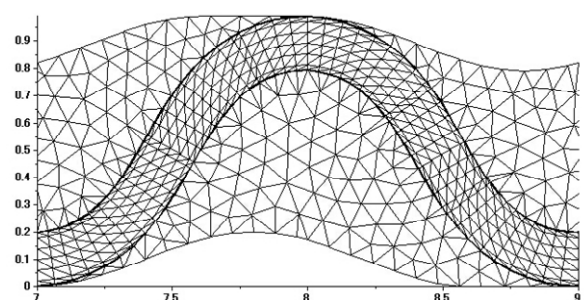


図-2 有限要素格子

表-1 解析条件

相対水深	流量(m ³ /s)	マンニングの粗度係数
Bankfull	0.001335	0.006
Dr=0.17	0.001140	0.017
Dr=0.31	0.002347	0.013
Dr=0.45	0.005996	0.011

キーワード：二重蛇行複断面流れ、数値解析、TELEMAC、山地部の水害、地形形状

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, TEL/FAX (06)6368-0857

は湾曲頂部を示す。計算結果が実験結果と同等の値を示しており、誤差は1%~8%である。なお、他の条件においても、大きな誤差は発生せず、実験結果と同等の結果が得ることができた。これより、水深及び水位の精度を要する数値解析では、TELEMACを使用することは妥当であると言える。図-5に流速の実験結果と解析結果を示す。なお、流速は低水路内のみで測定したため、計算結果の比較も低水路のみで行った。縦軸は流速、横軸は低水路左岸からの距離を表す。交差部で誤差が大きくなる。これは、高水敷上の流れが低水路を横断する時に、低水路内の流れと混合する事によって、三次元性の強い流れが生じたためである。一方で、湾曲頂部で誤差は小さい。これは、高水敷流れと低水路流れの混合は存在するが、混合による乱れは小さく、二次元性の強い流れとなったためである。この結果、二重蛇行複断面流れにおいて TELEMAC を用いる時は、三次元性の強い流れが存在する箇所、流速の誤差が大きくなる事を考慮しなければならない。

4. まとめ

本研究では、二重蛇行複断面流れの数値解析に TELEMAC を用いた。その結果、水深は実験結果と同等の結果が得られた。しかし、流速に関しては、三次元性の強い流れが存在する箇所、流速の誤差が生じた。この結果、流速の誤差が特定の箇所、発生する事を考慮しなくてはならないが、解析の目的に応じて TELEMAC-2D が複雑な地形形状を持つ流れに対しても、適用可能であると言える。今後は、三次元解析を行い、更に詳細な解析を行っていくと同時に、流域解析を行い、過去に発生した水害と比較検討することにより、河川への適用の可能性を検討していく。

なお、本研究の一部は、「平成 19 年度私立大学等経常費補助金特別補助大学院の基盤整備・拠点重点化支援研究科特別経費・研究科分」において、研究課題「都市における水災害被害の軽減法と水辺空間の環境保全法に関する研究」として研究費を受けたものの成果として公表するものである。

参考文献：

- 1) 服部和彦・石垣泰輔・上野鉄男：山地部蛇行河川の洪水流に及ぼす地形形状の影響について、水工学論文集 第 52 巻, pp799-804,2008

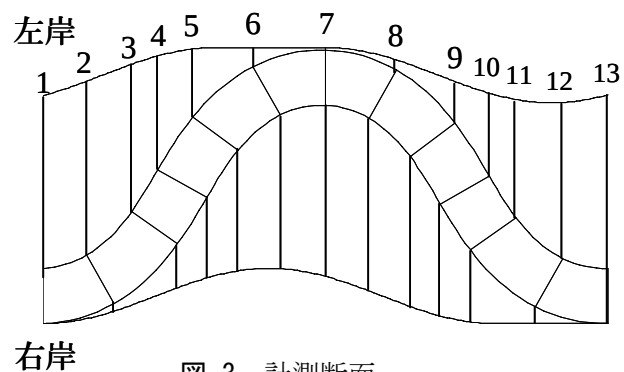


図-3 計測断面

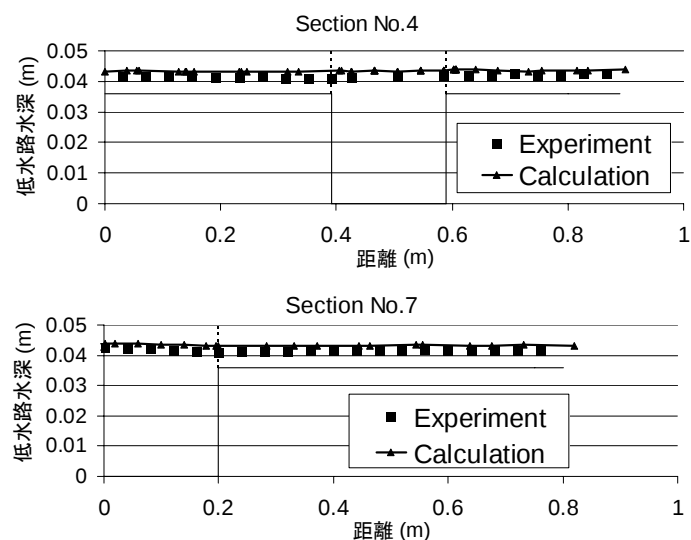


図-4 水深の比較

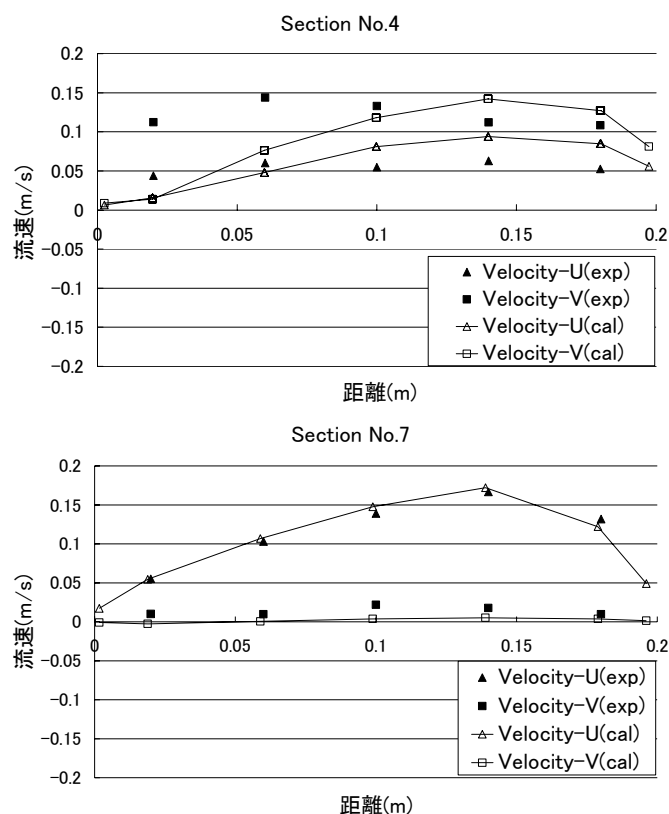


図-5 流速の比較