

透過・不透過の側岸凹部を有する三次元的流れ構造

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○森 隆政
 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 学生会員 鈴木 綾子

1. はじめに

環境面に配慮した河川整備を行う工法の一つとして、河川側岸に凹部を設けた「わんど」がある。わんどの機能として生物の多様な生息環境の創出、健全な水環境の確保などが挙げられる。また、側岸凹部を形成する構造物を植生群落にて代替することで、河川環境をより向上することができる。その一方で近年台風や豪雨等の自然災害が多発しており、環境面だけでなく側岸凹部の治水安全上の評価を適切に行う必要がある。

そのため、田中ら¹⁾の研究により透過性・不透過性の側岸凹部流れの抵抗特性と流動機構については研究がなされているが、開水路内の三次元的な流れの検討はいまだ不十分といえる。そこで本研究では、開水路内の透過性・不透過性における流れを三次元的に解析することにより、側岸凹部流れにおける透過性・不透過性の違いが流動機構に与える影響について検討する。

2. 実験条件

実験は全長 10m、幅 $B=40\text{cm}$ 、高さ 35cm の側壁ガラス、底面ステンレスからなる循環式可変勾配水路を用いて行った。実験条件を表-1 に示す。不透過性の側岸凹部流れは、水路左岸側にアクリル板を設置し側岸凹部を形成した。透過性である植生帯のモデルにはプラスチック板に水流に従って撓む 6.10 ナイロンブリュスル（直径 0.242mm、曲げ剛性 $EI=1.45 \times 10^{-4} \text{g} \cdot \text{cm}^2$ ）を 5.5cm の高さに揃え、0.5cm 間隔で張り付けたものを使

用した。本実験では図-1 のように透過性の植生帯模型および不透過性の遮断物を水路上流端から 100cm～960cm にわたり設置した。水路長さが有限であるため、下流端の影響を考慮し堰を上げ疑似等流場を形成したのち、ポイントゲージで水深を測定した。

座標軸は凹部上流端における水路中央底面を原点とし、流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直方向に z 軸をとり右手系とする。またそれぞれの流速成分を u 、 v 、 w 、平均値を U 、 V 、 W とし、流速を計測する断面を $a(x=0\text{cm})$ 、 $b(x=5\text{cm})$ 、 $c(x=10\text{cm})$ 、 $d(x=25\text{cm})$ と設定した。流速の計測には I 型および L 型電磁流速計を用い、データのサンプリング数は 4,096、サンプリング周波数は 100Hz とした。

3. 抵抗特性

図-2 に凹部のアスペクト比の変化に伴う水深変化を示す。 $L_e/B_e=4.0$ よりもアスペクト比が小さい状態においては不透過性の側岸凹部に比べ透過性の側岸凹部流れの抵抗が大きくなることが認められる。一方、アスペクト比が $L_e/B_e=4.0$ を越えるとその関係が逆転し、不透過性の側岸凹部流れの抵抗特性が大きくなることが認められた。また、 $L_e/B_e=1.0$ においては透過性と不透過性の側岸凹部流れの抵抗特性はほぼ等しくなることが確認された。このことから、透過性である植生および不透過性である遮断物を有する側岸凹部流れの流動機構の違いについて把握するため、流量 $Q=6\text{l/s}$ の下、

表-1 実験条件

流量 Q (l/s)	6
遮断物・植生帯幅 B_e (cm)	10
遮断物・植生帯 流下方向長さ L_v (cm)	30
凹部幅 B_e (cm)	10
アスペクト比 L_e/B_e	0～5.0
遮断物・植生高さ H_v (cm)	5.5
勾配 I	1/500

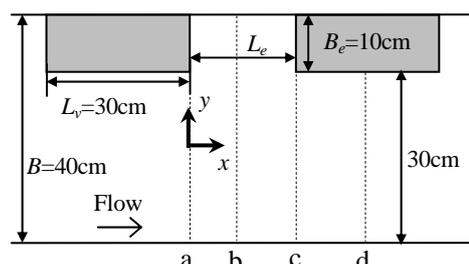


図-1 実験水路概要

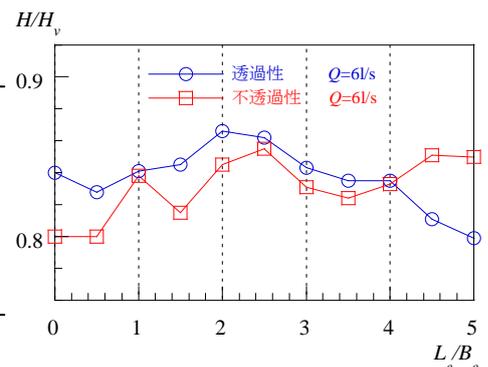


図-2 凹部のアスペクト比と水深変化

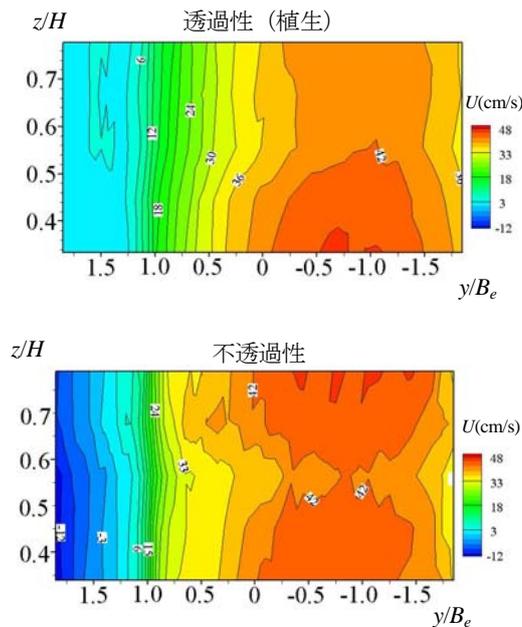


図-3 b断面における主流速の等値線

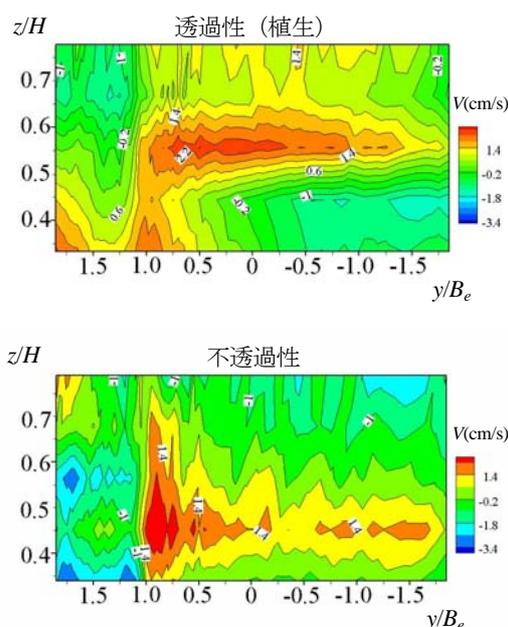


図-4 b断面における横断方向流速の等値線

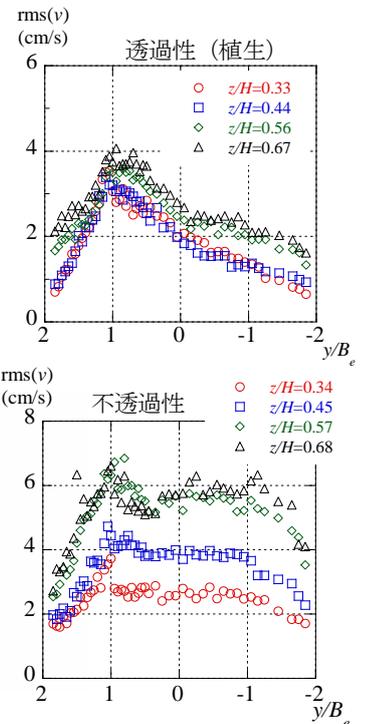


図-5 b断面における横断方向流速の乱れ強さ

$L_e/B_e=1.0$ に関して流動機構の検討を行った。

4. 流動機構

(1) 横断面における主流速および横断流速の等値線

図-3 に $L_e/B_e=1.0$ の b 断面における主流速の等値線を示す。透過性および不透過性のいずれにおいても凹部と主流部の境界付近において流速が急激に変化しており、その影響は不透過性において顕著にみられる。いずれにおいても比較的二次元的な流れがみられるものの、透過性では最大流速は主流部の底面付近に認められ、不透過性では主流部の水面付近にて確認できる。これは透過性では植生の揺動の影響が現れるためだと考えられる。

図-4 に b 断面における横断方向流速の等値線を示す。凹部内に注目すると、透過性においては、およそ $z/H=0.55$ 以上において凹部内から主流部へ向かう流れが発生し、不透過性では主に $z/H=0.6$ 以下において凹部内から主流部へ向かう流れが発生している様子が見て取れる。このように、凹部内においては透過性と不透過性では横断方向流速が異なる分布を示すことが明らかになった。凹部境界付近においては透過性、不透過性のいずれも主流部から凹部へ向かう流れが発生している様子が見て取れる。主流部に注目すると、いずれも半水深付近において主流部から凹部へ向かう流れが発生しており、透過性に比べ不透過性ではその流れが

低い位置で現れている様子が見て取れる。

(2) 横断面における横断流速の乱れ強さ

図-5 に b 断面における横断方向流速の乱れ強さを示す。ここで、鉛直方向流速においては水深方向に類似の分布傾向をとったため、横断方向流速に注目することとした。いずれにおいても横断方向流速の乱れ強さは水面に向かうにつれ大きくなっている様子が見て取れる。その中で、透過性に比べ不透過性においては水深方向に乱れ強さが大きく変化する傾向が見られる。また、各位置における乱れ強さは透過性に比べ不透過性において大きくなる様子が認められる。これは不透過性では遮断物に流水が衝突するために横断方向に乱れが強くなる影響が現れていると考えられる。

5. おわりに

本研究では透過・不透過の連続的側岸凹部を有する開水路流れに関して、類似の抵抗特性を示すアスペクト比における横断面の三次元的流れ構造について検討した。その結果、透過性と不透過性では特に凹部内で横断方向流速の挙動が異なる様子が認められた。

【参考文献】

- 1) 田中貴幸, 大本照憲: 透過性および不透過性の側岸凹部流れにおける抵抗特性と流動機構, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 68, No.4, pp.I_805-I_810, 2012.