

河川屈曲部に設置されたわんど内流れに及ぼす植生の影響について

関西大学大学院 学生員 ○米倉 翔
 関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔

1. はじめに

近年、多自然型川づくりなどの取り組みが積極的に行われており、水生生物の生息域や避難域としての役割を果たすわんどは、人工的に整備される事例も多い。一方で、主流域との水交換不足や土砂堆積が顕著になるといった課題を抱えており、最悪の場合、わんど消失によってその機能が失われる恐れがある。これまで、わんどに関する数々の研究が行われてきたが、蛇行河川や植生といった組み合わせによる研究はあまり行われてこなかった。そこで本研究では、洪水流を対象とし、河川屈曲部の外岸乗上げ部に設置したわんどとその周辺に存在する植生の影響を流速や土砂堆積といった視点から考察した。

2. 実験装置および方法

(1) 実験水路およびわんど模型

実験水路の平面図を図-1に示す。実験に用いた水路は、長さ14m、幅0.5mの長方形断面勾配可変型直線水路であり、水路勾配を1/1000に設定した。水路上流右岸側および下流左岸側に幅35cmのラワン合板を設置し高さ $h=8.2\text{cm}$ の高水敷を設けると同時に、中流部に交差部を設け、屈曲部を有した複断面水路とした。屈曲部は、蛇行長84cm、蛇行波長76cm、蛇行度(蛇行長/蛇行波長)を1.10に設定した。また、低水路幅15cm、高水敷幅35cmとした。わんどは、複断面水路の屈曲部外岸乗上げ部に設置した。開口幅30cm、奥行15cmとし、アスペクト比(=開口幅/奥行)においては2とした。わんど側壁および底面は強化ガラス製で可視化観察が可能になっている。わんどと主流域境界に高さ6.0cm、厚み0.3cmのガラス板を設置し、頭部水制とした。

(2) 植生模型

植生の配置図を図-2に示す。配置条件としては、わんど上流側高水敷上に配置した。配置間隔においては s/d (s :間隔、 d :植生直径)といった指標を用いて定義し、 $s/d=9$ ($s=27\text{mm}$, $d=3\text{mm}$)と設定した。また、植生模型には、鉄道模型に使用される樹木模型(直径0.3cm、高さ6cm)を使用し、非水没の条件で実験を行った。

(3) 実験条件

実験条件を表-1に示す。水深条件はOverbank流れでの相対水深($Dr = (H-h)/H$)を用いて決定し、 $Dr=0.42$ とした。実験開始前にポイントゲージを用いて、一定間隔で高水敷設置区間での水深を計測し、等流状態であることを確認した。

(4) 実験方法

流れを可視化するためにグリーンレーザーをロッドレンズによって厚さ3mmのシート状にしたものを照射した。市販のビデオカメラを用いてフレームレート30Hzで3分間撮影を行い、5400枚の粒子画像(1920×1080画素)を得た。

トレーサについては、粒径0.08mm、比重1.5の塩化ビニル粒子を使用し、湿潤状態にしたトレーサを貯水槽に入れポンプにより循環させた。PIV計測にはFlowExpert2D(カトウ光研社製)を用い、相互相関法により画像解析した。水平断面の照射位置を $z/h=0.08$ (h :高水敷高さ)とし、縦断面においては $y/B_w=0.5$ (B_w :わんど奥行)とした結果のみを示す。

表-1 実験条件

Case	Dr	s/d	Q (l/s)	H ₀ (m)	U _{mean} (m/s)
1	0.42	-	12.4	0.141	0.297
2	0.42	9	12.4	0.141	0.297

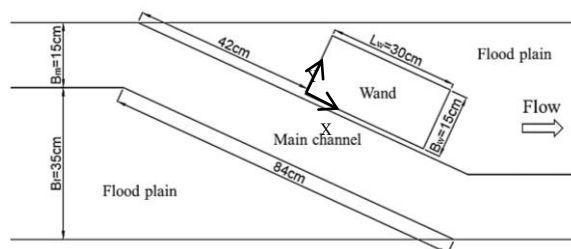


図-1 実験水路平面図

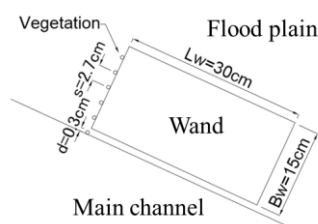


図-2 植生配置図

キーワード わんど、複断面開水路、3次元流況、土砂堆積、PIV、LLS

連絡先 〒564-0073 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号 関西大学 TEL 06-6368-0901

3. 水平断面 (わんど内底面) におけるわんど内の流況特性

わんど内底面 ($z/h=0.08$) における水平断面流速ベクトルを図-3に示す。植生配置なしの Case1 では、底面上流側で流速の遅い領域が形成されているが、注目したいのは上流側において時計回りの循環流が生じていることである。これは、わんど上方から流入した流下方向の流れが、屈曲したわんど内左岸側の側壁に衝突することによってわんど内下流方向への流れを生じさせ、時計回り循環流を形成したと考えられる。一方、下流側ではわんど下流端から上流方向に向かって速い流れが生じている。これは、わんど下流端で生じる下降流が底面に衝突し、逆流を発生させていると考えられる。このように、底面付近で鉛直方向の流れが作用し、かつ流速の速い領域では洗掘作用が強まることが示唆される。植生配置ありの Case2 では、植生なしの Case1 と比較すると上流側で反時計回りの循環流が発生していると同時に下流側において流速が最大で2倍近くまで増加していることがわかる。これは、植生が配置されたことによって流水抵抗が生じ、わんど上流側からの水の流入が弱まり、頭部水制上からの水の流入がわんど内流れに及ぼす影響を大きくしたためと考えられる。また、わんど中心部左岸側において流速の速い領域が存在することから、反時計回りの循環流がわんど底面の流れに影響を及ぼしていると考えられる。また、下流側において Case1 に比べ流速が速く、植生を配置することによってわんど底面での流速を増加させ、洗掘領域を拡大させる可能性があることが示唆される。

4. 縦断面 (わんど内中心部) におけるわんど内の流況特性

わんど内中心部 ($y/B_w=0.5$) における縦断面流速ベクトルを図-4に示す。Case1 では、わんど下流側上部から下流端にかけて比較的流速の速い下降流が確認できる。また、わんど中心部から下流側では鉛直渦が形成されていると同時に底面付近では逆流が生じている。わんど下流端から中心部の底面にかけて流速が比較的速く、このような領域では洗掘現象が顕著であると考えられる。また、中心部から上流側にかけて上昇流が発生している。上流側では緩やかに上昇しながら水を流出させると同時に、比重の重たい土砂が堆積すると思われる。Case2 では、Case1 と比較すると類似の流れが形成されているが、流入域が拡大していることがわかる。また、わんど底面付近においては流速が増加しており、植生を配置することによってわんど底面での洗掘領域を拡大させる可能性がある。

5. おわりに

以上から植生を配置することによりわんど内流速が増加する傾向にあることがわかった。これより、屈曲部外岸乗上げ部に位置するわんどでは、低水路内の比較的流速の速い水をいかにわんど内に流入させ、底面での攪乱作用を増加させるかがわんど内の土砂対策を考えるうえで非常に重要となることが指摘できる。

参考文献

- 1) 近藤晴紀, 武藤裕則, 石垣泰輔: わんどにおける頭部水制の機能に関する実験的研究, 水工学論文集, 第54巻, pp.943-948, 2010.

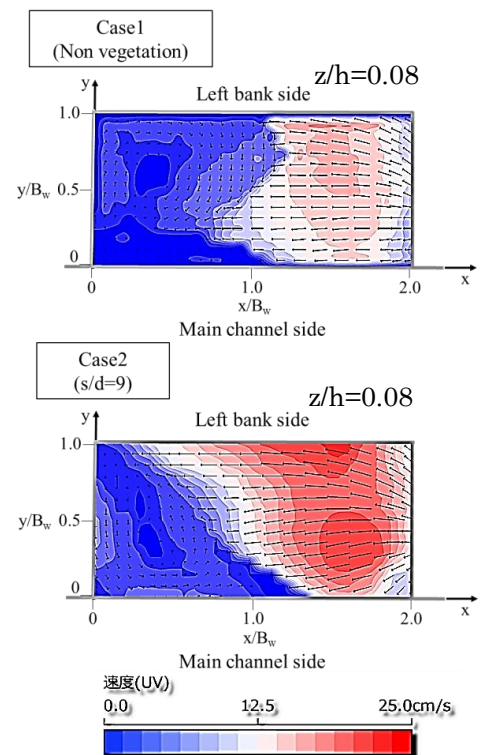


図-3 わんど内底面 ($z/h=0.08$) での水平断面流速ベクトル

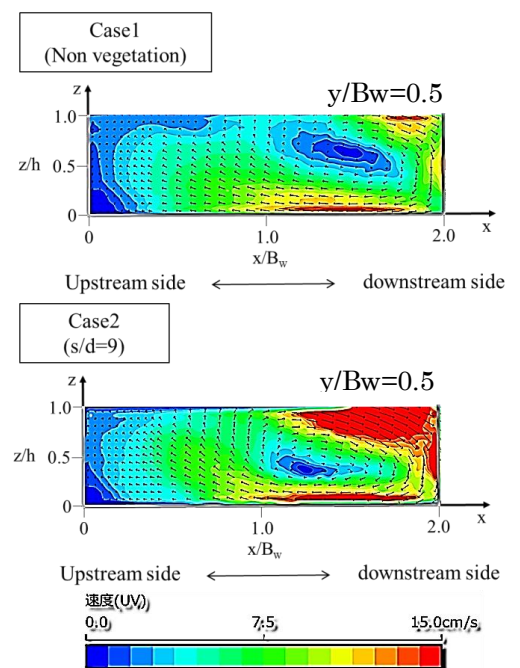


図-4 わんど内中央部 ($y/B_w=0.5$) での縦断面流速ベクトル