

水位変化が砂嘴型植生ワンド内の流れ場に及ぼす影響

東北工業大学大学院 学生員 ○及川智宏

東北工業大学 正 員 阿部至雄・相原昭洋

1. はじめに

ワンドは静穏な水域であり、水生生物のハビタットとしての機能を有しているため、河川の環境形成機能の面で注目されている¹⁾。自然の河道に繁茂する樹木群を用いたワンドの創出と保全を目的とし、植生ワンドを有する流れ場の水理特性について検討を行ってきた。その結果、砂嘴設置や植生密集度を局所的に変化させることによって、植生ワンド内に生じる流速の予測や制御がある程度可能になってきている^{2)~4)}。本研究では、流速の点計測に基づき、非水没および水没の場合の植生ワンド内に生じる流速場の水理特性について検討を行った。

2. 水理実験の概要

実験は、長さ 10m、幅 0.6m、河床勾配 $i = 1/1000$ の勾配可変型開水路に模擬複断面河道部を設置した後、その水路中央部左岸模擬高水敷上に、図 1 に示すように、プラスチック多孔質体 (KK 田中製、不織布 P-5-400) で作成した砂嘴型植生ワンドモデル (全長 $L=90\text{cm}$ 、開口部長さ $L_2=30\text{cm}$ 、奥行き $b_2=10\text{cm}$ 、砂嘴長さ $L_s=15.0\text{cm}$ 、砂嘴幅 $b_s=2.0\text{cm}$ 、高さ $K=6.0\text{cm}$) を設置して、表 1 に示す実験条件の基で実施した。座標は流下方向に x 軸、水路右岸方向に z 軸、 y 軸は水路床から上方に取った。流速計測には I 型電磁流速計を使用し、サンプリング周波数 20Hz、各点で 1200 個の流速時系列データを得た。

3. 結果と考察

流速ベクトル: 図 2 および図 3 にワンド内の流速ベクトルを示した。図中の白抜きの部分は砂嘴である。図によれば、ワンド内に生じる流れ場は非水没植生 (C3A1L) の方が水没植生 (C3A1H) より速い流速場が広範囲に形成されている。また、植生を用いた透過型ワンドであるため、植生の水没、非水没に拘らず、上流植生帯左岸側からワンド内への流入が認められ、その流れは砂嘴に沿って流下し、左岸側植生帯から流入する流れと砂嘴先端付近で合流する。その結果、ワンド内流速は徐々に速くなり、砂嘴先端付近で流れの速い領域が形成される。即ち、砂嘴が導流堤と同様に働き、特に、植生が水没している場合には、その働きが顕著となる。

開口部に沿う流れ場の特性: 図 4 に、主流域とワンド内の流水交換に関与する横断方向時間平均流速 W の鉛直分布を、水没植生 (C3A1H) の場合について示した。なお、流速はワンド内から主流域に生じる流れを正とした。図によれば、水深が植生高さ $y/d=0.7$ 付近を境として、上層と下層では流れの方向が異なっている。上層においては、流速が正でワンド内から主流域へ流出する流れであるのに対し、逆に、下層では流れは主流域からワンド内に流入している。この様に、植生

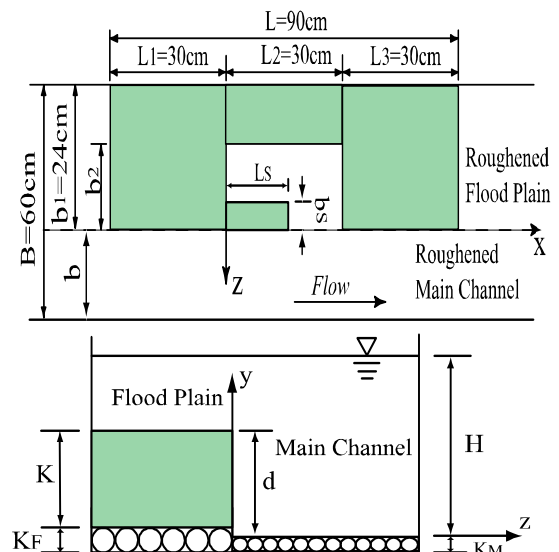
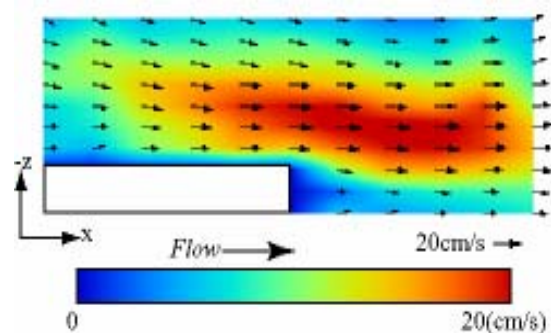


図1 流れ場の模式図および座標系

表1 実験条件

Case	Q (cm^3/s)	H (cm)	K/H	Fr	L_s/L_2
C3A1L	7074	4.9	1.2	0.35	1/2
C3A1H	15884	8.6	0.70	0.33	1/2

$U_0 = Q/(BH)$; $Re = U_0 H / \nu$; $Fr = U_0 / \sqrt{gH}$; $U_* = \sqrt{gHi}$

図2 流速ベクトル(C3A1L) $y/H=0.4$

キーワード：植生ワンド、河川環境、河川改修

連絡先：〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL：022-229-1151 FAX：022-229-8393

が水没すると、底面近傍領域と植生天端付近の流れの方向が異なり、開口部では3次元性の強い流れが生じていることがわかる。次に、開口部に沿うレイノルズ応力の縦断分布を図5に示した。図によれば、水没植生（C3A1H）の場合、レイノルズ応力は流程と共に増大する傾向にあるが、非水没植生（C3A1L）の場合では開口部中央（ $x/L_2=0.75$ ）から流程と共にレイノルズ応力は減少し、下流端では負のレイノルズ応力が出現している。これらの結果は、開口部に生じる流れ場が水没植生の場合では3次元性であるのに対し、非水没植生では2次元性の強い流れ場であることに起因していると思われる。

ワンド内流速の流程による変化：図6にワンド内の流速分布より求めた平均流速 U_1 を断面平均流速 U_0 で無次元化して流程と共に示した。水没植生の場合では、ワンド内の流速は殆ど変化せず、ほぼ一定の流速を保っている。しかし、非水没植生においては、ワンド内の流速は流程と共に増加し、砂嘴先端付近で流速のピークを迎えた後、下流植生帯まで緩やかに減少する。

水位による流速比の変化：図7にワンド内流速 U_1 と主流域流速 U_M の比 U_1/U_M と植生高-水深比 K/H の関係を示した。なお、 U_M は主流域の一様流速の代表値である。また、 $L_5/2$ は砂嘴中央（ $x/L_2=0.25$ ）、 L_5 は砂嘴先端（ $x/L_2=0.5$ ）、 $L_5+(L_2-L_5)/2$ はワンド開口部中央（ $x/L_2=0.75$ ）の結果である。図より、砂嘴先端における流速比は、砂嘴中央および開口部中央より大きい値を示しているが、その差異は僅かで流程による変化は殆んど生じていない。しかし、水位の変化には敏感で、流速比は非水没植生で0.35程度、水没植生の場合では約0.15であり、非水没植生に比べ水没植生の流速比は20%程度小さくなる。

4. おわりに

水位が変化する砂嘴型植生ワンド河道部の流れ場について点計測結果に基づき検討した。本研究結果によれば、平面せん断流れが卓越する水理条件（ $K/H=0.7$ ）にも拘らず、水没植生の場合では、ワンド開口部に生じる流れ場は3次元性の強い複雑な流れが形成される。また、砂嘴が導流堤と同様に機能し、その働きが非水没植生の場合により顕著となることが分かった。

最後に、本実験に際して、本学学生、小林陽歩、佐々木貴史、佐藤昌平君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 中川、河原、玉井(1995)：ワンド内流れの水理特性に関する実験的研究、水工学論文集、第39巻、pp.595-600
- 2) 及川、阿部、相原(2003)：非水没植生ワンドの砂嘴長さが流れ場に及ぼす影響、平成14年度東北支部技術研究発表会、pp.96-97
- 3) Z.L.Zhu, A. Aihara, T. Abe and A. Numata (1998)：Characteristics of Turbulent shear flows near the vegetated zone with an embayment, Hydraulic Research for Sustainable Development, Vol.2, pp.547-556, 11th Cong. Of APD-IAHR
- 4) T. Abe, A. Numata & Z.L. Zhu (2000)：A Study on the Reproduction of Embayment Made of Vegetation, Proc. of 8th ISSH, pp.515-524

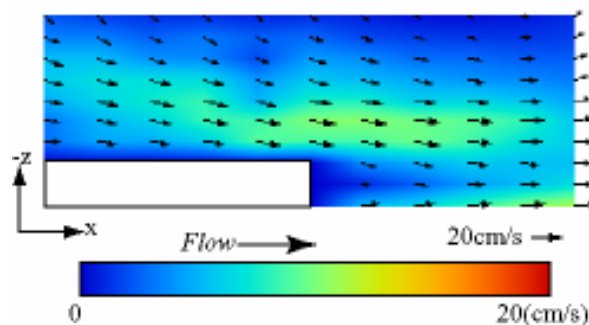


図3 流速ベクトル(C3A1H) $y/H=0.4$

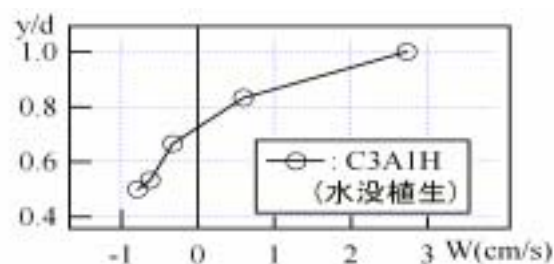


図4 横断方向流速 W の鉛直方向分布 ($x/L_2=0.75$)

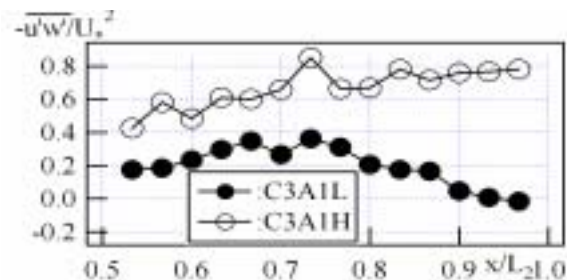


図5 開口部に沿うレイノルズ応力 ($y/H=0.4, z/B=0$)

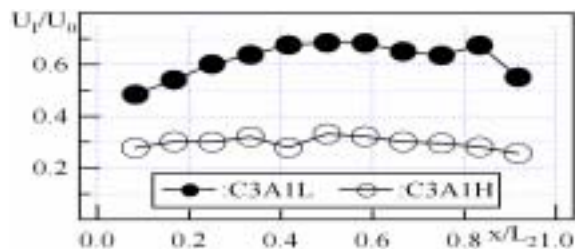


図6 ワンド内流速の流程による変化 ($y/H=0.4, z/B=0$)



図7 ワンド内流速の水位変化による影響