

II - 5

砂嘴を有する植生ワンドの水利特性に関する一考察

東北工業大学 正 員 相原 昭洋

東北工業大学 正 員 阿部 至雄

東北工業大学 学生員 及川 智宏

1. はじめに

ワンドは本川と異なり静穏な水域であるため水生生物にとって良好な環境を提供し、多種多様な水生生物の生息や種の保全を可能にしている。近年、このハビタット機能に着目したワンドの創出や保全が注目されている¹⁾。本研究では、自然の河道に繁茂する植生を利用した河川改修策の一環として、砂嘴型植生ワンドを有する河道部を対象に流速の点計測を実施し、植生ワンド周辺に生じる流れの構造と砂嘴長さがワンド内流速に及ぼす影響の観点から、植生ワンドの水利特性の把握を試みた。

2. 実験の概要

実験に用いた水路は、長さ 10m、幅 0.6m、河床勾配 1/1000 の勾配可変型 2 次元開水路である。その水路床に砂礫粒径の異なる粗度板を配置した模擬複断面河道部を作成した後、水路中央部左岸に砂嘴型植生ワンドモデル（開口部幅 $L_2=30\text{cm}$ 、奥行 $b_2=10\text{cm}$ 、植生帯長さ $L=90\text{cm}$ 、幅 $b_1=24\text{cm}$ 、高さ $K=1.5\text{cm}$ ）を設置した。座標の原点はワンド上流端植生帯と主流域の境界とし、その流れ場の模式図および座標系を図 1 に示した。実験は、砂嘴の長さを $L_s/L_2=0, 1/3, 1/2, 2/3$ に変化させ、表 1 に示す水力条件の基で実施した。流れは常流 ($Fr<1$)、植生は水没した状態 ($K/H<1$) であるが、水平せん断流が卓越する流れ場である。流速の測定には LDA (Laser Doppler Anemometer) と電磁流速計を併用した。

3. 実験結果及び考察

図 2 に、ワンド開口部中央で得られた主流方向流速成分 U の横断分布の比較を示した。図より、ワンド開口部境界 $z/B=0$ から主流域 $z/B=0.1$ に形成される平面せん断流の規模やワンド内に生じる流れ場の規模は、砂嘴長さ、砂嘴の有無による顕著な差異は見られず、主流域の一樣流場とせん断流場に僅かに差異が生じるだけで、ワンド開口部の平均流速に砂嘴が及ぼす影響は小さいものと思われる。

次に、ワンド内への土砂堆積やワンド内と主流域間の流水交換に関与する横断方向の流速成分 W をワンド開口部に沿って図 3 に示した。図によれば、開口部砂嘴先端から流程と共に流速は増大し開口部下流端でワンド内から主流域方向に生じる流れの強さは最大となる傾向が各ケースで認められる。また、砂嘴が長いほど砂嘴先端付近の流速は小さく、然もワ

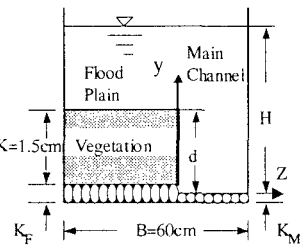
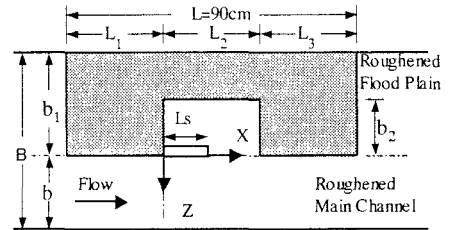


図1 流れ場の模式図および座標系

表 1 実験条件

Case	Q (cm^3/s)	K/H (cm)	b/B	Re	Fr	砂嘴長 L_s/L_2
C4A0	3700	0.48	0.6	6910	0.35	0
C4A1	3700	0.49	0.6	6680	0.37	1/3
C4A2	3700	0.48	0.6	7060	0.35	1/2
C4A3	3710	0.48	0.6	6910	0.35	2/3

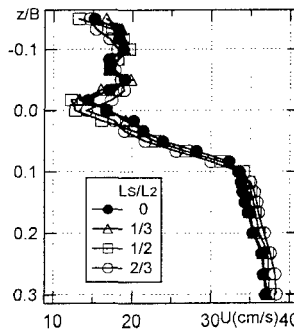


図2 開口部中央の時間平均流速 U
($y/d=1.0$, LDA)

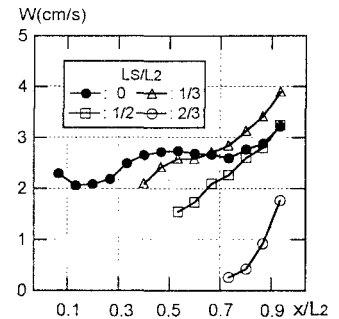


図3 ワンド開口部に沿う時間平均流速 W
($y/d=1.0$, 電磁流速計)

ンド開口部から主流域に向かう流れは相対的に弱いのがわかる。

図4は主流域流速の流程による変化を示したものである。図中の U_M は主流域側の各断面での流速値を、 $U_{M\infty}$ は植生帯の影響が及ばない植生帯前面主流域側の流速値を示し、代表値として一様流場の流速を使用した。なお、図に示す↓印は砂嘴先端位置を表している。図によれば、砂嘴の有無によって、主流域流速の流程による変化の仕方は異なる。砂嘴が無い場合では、ワンド上流端($x/L_2=0$)から中央部($x/L_2=0.5$)で主流域流速は一定を保つが、砂嘴を設置した場合では、砂嘴に沿って流程と共に流速は増加している。また、ワンド下流(流程 $x/L_2=1.0\sim 2.0$)の流速は、砂嘴が長いほど流速値は大きく、砂嘴長さが主流域流速の増加に関与している。しかし、砂嘴設置によって生じる主流域流速の増加割合は思いのほか小さい。

砂嘴長さがワンド内流速に及ぼす影響を検討するため、図5にワンド内流速の流程による変化を示した。図の U_i はワンド内中心($z/B=-0.1$)の流速を使用し、 $U_{F\infty}$ は植生帯前面の高水敷上($x/L=-1.2, z/B=-0.1$)の流速を代表値として使用した。同図より $L_s/L_2=0$ の砂嘴が無い場合では、ワンド上流 $x/L=-1.5$ の点を除けば $U_{F\infty}$ の約0.9倍程度とワンド内の流速は植生前面の流速より小さい。一方、砂嘴を設置すると、砂嘴の短い $L_s/L_2=1/3$ の場合では砂嘴先端の流速は $U_{F\infty}$ より小さいが、砂嘴先端より下流の流速は $U_{F\infty}$ より大きい値を示している。これより砂嘴の長い $L_s/L_2=1/2, 2/3$ の流速は、 $U_{F\infty}$ に比べ1.1~1.2程度に加速されている。これらの結果は、植生帯が水没していることに起因しており、植生帯上層の流れがワンド内に流入し、流入した流れは砂嘴に沿って流下するため、砂嘴が無い場合に比べワンド内の流速は加速されるものと考えられる。

図6にワンド開口部中央のワンド内($z/B=-0.1$)と主流域($z/B=0.3$)の流速比を示した。図は植生天端高さ($y/d=1.0$)と植生高さ中間($y/d=0.5$)で得られた流速比をそれぞれ示した。図によれば、 $y/d=1.0$ の流速比は、砂嘴長さ $L_s/L_2=0\sim 1/2$ まではほぼ同じであることから、砂嘴設置が流速比に及ぼす影響は小さいと考えられるが、砂嘴長さが長いほど流速比は小さくなる傾向を示し、砂嘴長さの影響を受けている事が分かる。一方、植生高さ中間 $y/d=0.5$ では砂嘴が導流堤と同様な働きをするため、砂嘴のない場合に比べ流速比は増大するが、その流速比は砂嘴長さに依存せずほぼ一定の値である事が分かり、ワンド内の流速はワンド前面主流域の0.45倍程度に減速する。また、図中に示した計算値(修正 $k-\varepsilon$ 乱流モデル²⁾)は、砂嘴が短い場合の実験値との対応は比較的良好だが、砂嘴が長い場合にはモデルの修正が更に必要である。

4. おわりに

植生ワンド周辺の流れ場に及ぼす砂嘴の影響について検討した結果によれば、水没植生ワンドであるためワンド内の天端付近の流速は砂嘴が無い場合より増大する。しかし、ワンド内の流速は前面主流域の流速に比べほぼ半減する。最後に、本実験に際し本学学部生の今泉真樹君、蛭名紀仁君、天間大敬君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 中川、川原、玉井(1995)、ワンド内の流れの水理特性に関する実験的研究、水工学論文集、Vol.139, pp.595-600.
- 2) T.Abe, A.Aihara, Z.L.Zhu(2000), "A Study on velocity in a vegetative embayment", the 12th of APD-LAHR Vol.1, pp.289~299.

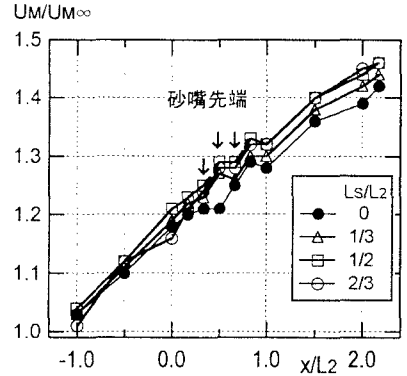


図4 主流域流速の流程による変化
($z/B=0.3, y/d=1.0, LDA$)

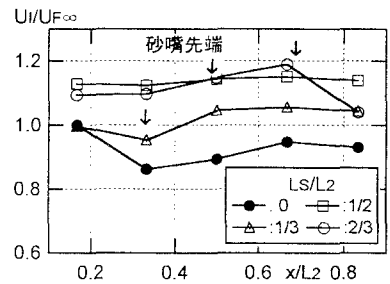


図5 ワンド内流速の流程による変化
($z/B=0.1, y/d=1.0$, 電磁流速計)

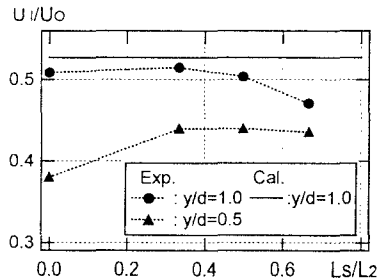


図6 ワンド内と主流域の流速比
[$x/L_2 = \{(L_2 - L_s)/2\} / L_s$]