

II-34

非水没植生ワンドの砂嘴長さが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るため、水生生物のハビタット機能を有し、河川の環境形成機能の面で注目されている。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、水没植生ワンドを有する流れ場の水理特性をハビタット機能の観点から検討を行ってきており^{1), 2)}、植生密集度を局所的に変化させることによって、ワンド内の流速場を制御、予測することがある程度可能になってきている。本研究では、非水没植生ワンド周辺に生じる流速の点計測を実施し、砂嘴の有無および砂嘴長さ L_s がワンド開口部周辺の流れ場に及ぼす影響について検討を行った。

2. 水理実験の概要

図1に流れ場の模式図を示した。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を設置した後、その水路左岸模擬高水敷上にプラスチック多孔質体（KK 田中製、不織布 P-5-400）で作成した非水没砂嘴型植生ワンドモデル（植生帯長さ $L=90\text{cm}$ 、開口部幅 $L_2=30\text{cm}$ 、奥行 $b_2=10\text{cm}$ 、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。座標の原点は、ワンド上流端の主流域と開口部境界水路床上とした。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。流速測定には電磁流速計を使用し、サンプリング周波数 20Hz、各計測点で各々1200個の流速時系列データを得た。

3. 結果と考察

平均流れ場の特性：図2は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ものである。図中の $L_s/L_2=0$ は砂嘴が無い場合の結果であり、また、流速値は断面平均流速 U_0 で無次元化して示してある。図によれば、開口部境界 ($z/B=0$) の流速は砂嘴が長いほど遅く、主流域側に発生するせん断流の規模は拡大していることが分かる。更に、砂嘴長さが主流域内一様流速場に及ぼす影響は小さいが、砂嘴設置によって主流域流速は砂嘴の無い場合よりも増大している。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流速成分 W をワンド開口部に沿って図3に示した。ここで、 $(x-L_s)/L_2=0$ は砂嘴先端を表している。既往の研究結果によれば、研究対象の流れ場には上流側植生帯に沿って発生する平面渦の存在が知られている³⁾。砂嘴の無い $L_s/L_2=0$ の場合、その平面渦の作用を受け、主流域からワンド内に向かう流れは、下流植生帯に近づくまで流程と共に強くなる。しかし、砂嘴を設置すると、平面渦の自由な運動は砂嘴の存在によって抑制されるため、主流域からワンド内に向かう流れは弱くなっている。この結果は、砂嘴設置によって浮遊砂のワンド

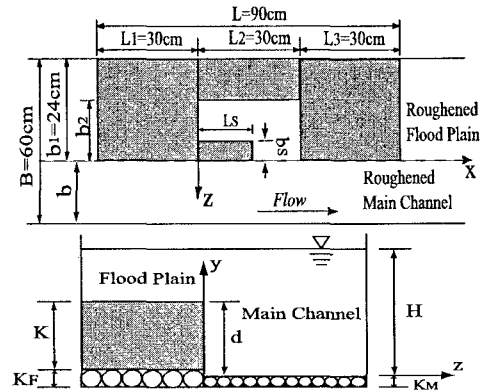


図1 流れ場の模式図および座標系

表1 実験条件

Case	Q (cm ³ /s)	H (cm)	K/H	Re	Fr	砂嘴長 L_s/L_2
C1A1	8620	5.5	1.1	16100	0.36	0
C2A1	8310	5.5	1.1	15800	0.35	1/3
C3A1	7210	4.9	1.2	13800	0.35	1/2
C4A1	7650	5.1	1.2	12300	0.35	2/3

$U_0=Q/(BH)$ $Re=U_0H/\nu$ $Fr=U_0/(gH)^{1/2}$

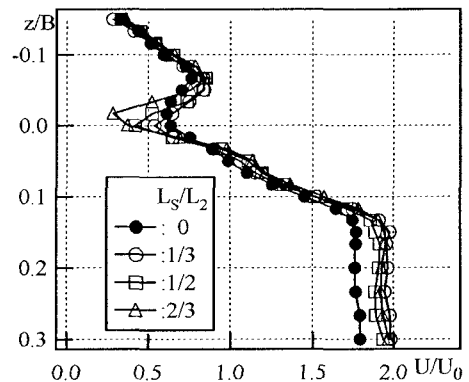


図2 ワンド開口部中央の時間平均流速 U

内への流入を抑えることができることを示唆するものであり、ワンド維持の観点からは有効である。

変動流れ場の特性：図4に開口部中央の乱れ強度 u' ($\equiv \sqrt{u'^2}$)の横断分布を示した。図より、開口部付近($z/B = -0.1 \sim 0.1$)に見られる乱れ強度の増大は、主として平面渦に起因するものであり、砂嘴が長いほど乱れ強度は大きくなっていることから、開口部幅が狭いほど乱れエネルギーは開口部に集中するものと思われる。次に、レイノルズ応力の横断分布の比較を図5に示した。図中のレイノルズ応力は摩擦速度 $U_* = (gHi)^{1/2}$ の2乗で無次元化して示してある。図によれば、ワンド開口部境界付近($z/B=0$)に発生するせん断流によって、ワンド内では負のレイノルズ応力、主流域側では正のレイノルズ応力が発生している。この開口部境界付近に発生するレイノルズ応力は砂嘴が長くなるほど増大する傾向を示し、特に、砂嘴の長い $L_s/L_2=2/3$ の場合、レイノルズ応力の発生が著しい。また、主流域付近($z/B=1.0$)に生じるレイノルズ応力は、主流域の一樣流とせん断流の境界付近と位置的に対応しており、平面渦によって誘起されたものと推測される。この様に砂嘴が無い場合は主流域でレイノルズ応力の発生が卓越し、砂嘴が長くなるほど開口部境界でのレイノルズ応力の発生が顕著となる。

ワンド内流速の流程による変化：図6にワンド内平均流速の流程による変化を示した。図の U_1 はワンド内の流速分布より求めた平均流速を示している。図によれば、砂嘴を設置するとワンド内の流速は砂嘴の無い場合よりも速くなる。更に、砂嘴が導流堤と同様の働きをすると考えられ、砂嘴が存在するとワンド内の流速は流程と共に増大し、砂嘴先端付近で流速が最大となり、流速の増加割合も砂嘴が長いほど大きくなる。しかし、砂嘴長さが $L_s/L_2=1/2$ より長くなると砂嘴長さの影響が小さくなる事が分かる。

4. おわりに

非水没植生ワンドを対象に流れ場に及ぼす砂嘴の影響について検討した。その結果、砂嘴を有する非水没植生ワンド内の流速は、砂嘴が無い場合に比較して速くなる。しかし、砂嘴の存在が平面渦の運動を抑止させ、主流域側からワンド域内への流水の流入を抑える効果があることなどが分かった。

最後に、本実験に際し、本学学生、大貫友也君、小泉享央君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1)相原、阿部、及川(2002):砂嘴を有する植生ワンドの水理特性に関する一考察,平成13年度東北支部技術研究発表会, pp.96-97
- 2)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
- 3) 相原、阿部、猪岡 (2001): PTV 可視化計測に基づく植生ワンド河道部に生じる流速変動の時系列解析, 可視化情報 Vol.21. No.1, pp.79-82

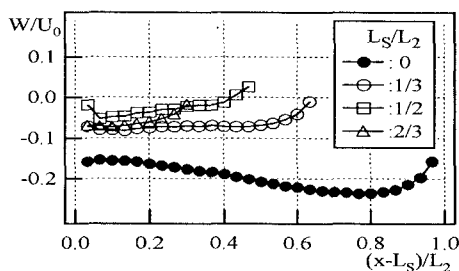


図3 ワンド開口部に沿う時間平均流速 W

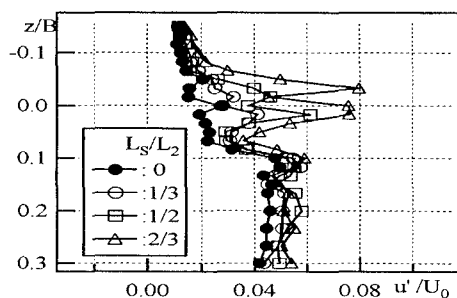


図4 ワンド開口部中央の乱れ強度 u'

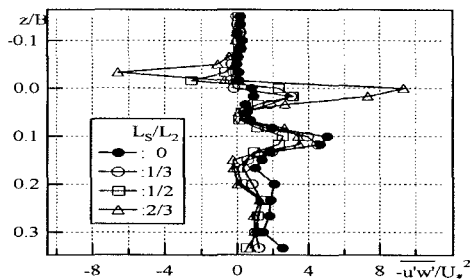


図5 ワンド開口部中央のレイノルズ応力

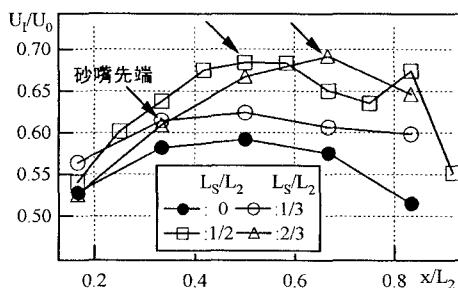


図6 ワンド内平均流速の流程による変化