

植生工周辺の水交換に及ぼす設置間隔の影響

東北工業大学大学院 学生員 ○菅原景一
東北工業大学 正会員 阿部至雄

1. はじめに

水制工の周辺には多様な流れ場が形成されていることから、水制工の付加的機能である環境形成機能が注目されている。本研究では植生を有する水制工やワンドを植生工と考え、その開口部長さが植生工周辺の水交換に及ぼす影響について植生抵抗を考慮した k - ε 乱流モデルを用いて検討を行う。

2. 植生抵抗の評価

本研究において植生抵抗は次式で評価した。

$$F_v = C_v u_i \sqrt{u_i^2 + u_j^2} \quad (1)$$

ここに、 C_v は植生抵抗係数で従来の抗力係数 C_d と面積密度 λ の積に相当するものであるが、ここでは植生抵抗係数を植生密集度 C の関数と考え、 C は写真計測に基づいて植生の遮蔽率より求めた¹⁾。図中の実線は、植生帯内を疑似等流($C_v=2g_i/u_v^2$)とみなした時の近似曲線である。

3. 解析対象流れ場とその再現性

解析対象流れ場: 図2に本研究で対象とした植生工を有する流れ場の模式図を示した。ここに、減速域長さ L_a とは水制工によって減速された流速が水制工の影響の無い上流側での断面平均流速に回復する点までの距離、偏向点距離 L_d とは主流域と減速領域の境界線上で水路幅方向流速 w が減速領域側に偏向する点までの距離と定義した。

流れ場の再現性: 図3(a)に本研究で使用した解析モデルによって得られた水制背後での主流方向流速 u の水平分布を、同図(b)に水制域境界に沿う水路幅方向流速 w の縦断分布をそれぞれ実験結果と共に示した。同図に示した計算値と実験値の対応は概ね首肯し得るものであり、本モデルによって植生を有する流れ場を再現し得ると言える。

計算条件: 図4に単独で設置した植生工に対して得られた減速域長さおよび偏向点距離と植生工長さ l_g との関係²⁾を示した。植生工の設置間隔 S は各植生工長さに対して同図に示した結果を基に L_a , $(L_a+L_d)/2$, L_d , $L_d/2$ とし、表1に示した条件で解析を行った。

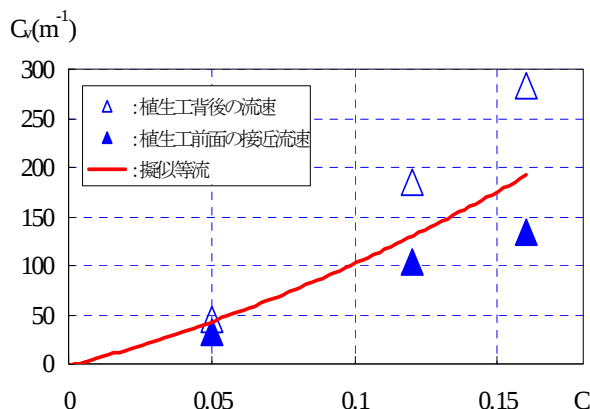


図1 植生抵抗係数と植生密集度の関係
(多孔質体モデル: 幹、枝、葉を考慮、 $b_g/l_g=0.25$)

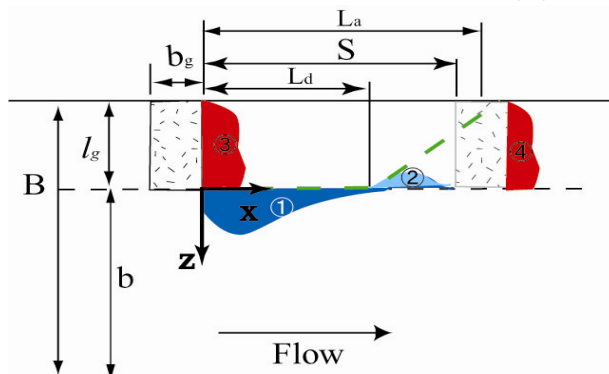
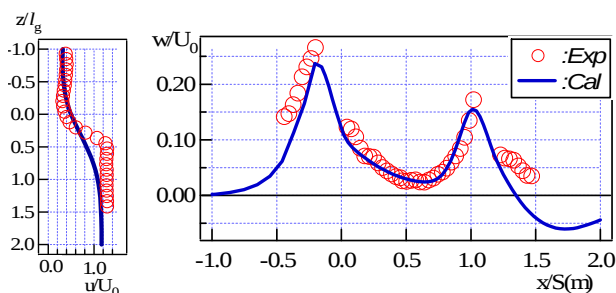


図2 流れ場の模式図



(a) u の水平分布 (b) 水制域境界に沿う w の縦断分布

図3 本解析モデルによる流れ場の再現性

キーワード: 植生水制工, 植生抵抗, 河川環境, 河川改修工, k - ε 乱流モデル

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

4. 植生工周辺の水交換

植生工開口部境界面からの流出入量: 植生工開口部からの流出入量 q_s を次式で定義した。

$$q_s = \int_0^{l_g} \int_0^h w \, dx dy \quad (2)$$

ここに、 w :水路幅方向流速、 h :水深である。図5に式(2)により算出した開口部からの流出入量 q_s と設置間隔 S との関係を植生工長さをパラメータにして示した。同図によれば、今回解析の対象とした全ての植生工長さ l_g に対して、設置間隔を L_d にした場合に開口部からの流出流量が最大になっている。開口部からの流出流は、ワンド内への物質の流入の軽減、更にはワンド内の水質維持に寄与すると考えられることから、植生ワンドの機能維持には設置間隔を L_d にすることが望ましい。
透過流量差: 植生工背後の透過流量差 Δq_g は次式で定義した。

$$\Delta q_g = \int_0^{l_g} \int_0^h u_{g1} \, dz dx - \int_0^{l_g} \int_0^h u_{g2} \, dz dx \quad (3)$$

ここに、 u_{g1} :上流側植生工背後の主流速、 u_{g2} :下流側植生工背後の主流速である。図6は式(3)で求めた透過流量差 Δq_g と植生工設置間隔 S との関係を示したものである。同図によれば、設置間隔の増加に伴って透過流量差 Δq_g は減少する傾向にある。これは、設置間隔が長くなると主流域からの流入量が大きくなり、2基目の水制前面で流量が回復してしまうためである。また、 $l_g/B = 0.1, 0.2$ については、設置間隔が $S = (L_a + L_d)/2$ を超えると二基目背後の流量が一基目背後よりも大きくなっており、設置間隔をこれ以上上げると植生水制群(植生ワンド)としての効果は期待できなくなる。以上のことより、偏向点距離 L_d はワンド等多様な流れ場の創出に資する植生工の設置間隔であると考えられる。

5. おわりに

植生の流水抵抗を考慮した $k-\varepsilon$ 乱流モデルを用いて植生工の設置間隔がワンド内の水交換機能に及ぼす影響について検討を行った。その結果、植生工の設置間隔を偏向点距離 L_d にすることで治水機能を維持しつつ付加的機能である環境形成機能も有効に機能させ得ることが示された。

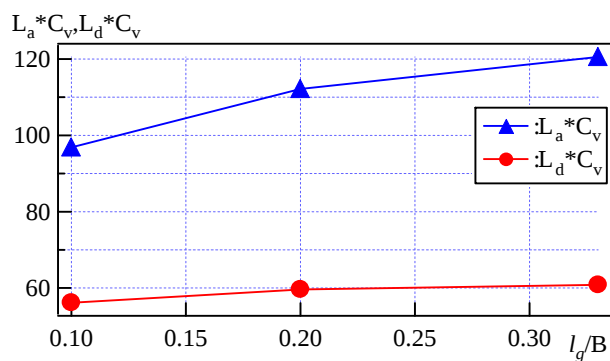


図4 植生工長さと減速域長さ、偏向点距離の関係

表1 設置間隔および水理条件

l_g (m)	S(m)				備考
	L_a	$(L_a + L_d)/2$	L_d	$L_d/2$	
0.06	1.39	1.10	0.81	0.41	$b_g: 0.05(m)$ $h: 0.048(m)$ $C_v: 69.7(m^{-1})$ $U_0: 0.24(m/s)$ $Q = BhU_0$ $Fr: 0.35$ $(= U_0 / \sqrt{g \cdot h})$
0.12	1.61	1.24	0.86	0.43	
0.20	1.73	1.30	0.87	0.44	

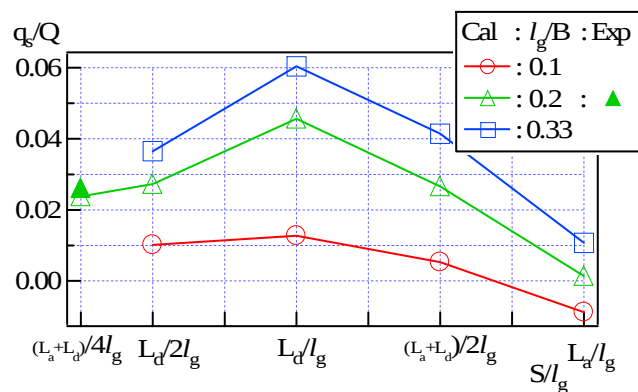


図5 境界面からの流出量 q_s と設置間隔 S の関係

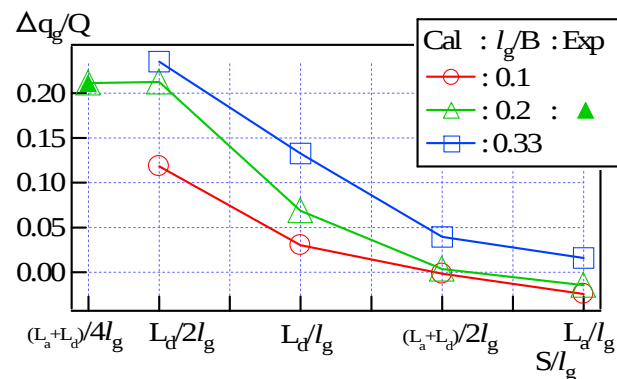


図6 透過流量差 Δq_g と設置間隔 S の関係

参考文献

- 1) 荒木ら(2007), “植生密集度に基づく植生抵抗係数の評価について”, 平成18年度土木学会東北支部技術研究発表会, II-32.
- 2) K.Sugawara, et al.. (2006), “A study on the Control System of a Flow-Field behind Groin Works by Its Aspect Ratio and Vegetative Compactness”, The 15th APD-IAHR Congress, Vol.1, pp.103-110.