

植生のある複断面水路の粗度係数に関する実験

山口大学大学院 学生会員○内田拓央
 山口大学大学院 正会員 朝位孝二
 山口大学工学部 正会員 河元信幸
 山口大学工学院 学生会員 下村静喜

1. 結論

複断面河道の高水敷には、連続した植生が繁茂している。これらの植生群は洪水時に、水面の上昇や局所的な洗掘など、治水安全上の問題を内在している。しかし近年では、治水安全の確保だけで植生の伐採を考えるのではなく、周辺の生態系や景観との調和などの面から、重要性が認められている。

本研究では、複断面水路の高水敷に模擬植生を設置することで樹木のある複断面河道を再現する。そして模擬植生の幅と配置が流れに与える抵抗について実験的に検討したものである。

2. 実験装置・実験条件・実験内容

図-1に実験水路を示す。実験に用いた水路は、長さ1000cm、幅60cm、勾配1/1000の亚克力製の開水路である。水路内には高水敷として幅17.5cm、高さ1.0cmの亚克力板を水路上流端から下流端まで設置し複断面河道を再現している。

実験条件は植生の横断方向の設置位置、幅、および流量を変化させた。模擬植生は、水路流下方向に水路上流端より200cm～900cmの位置に設置した。表-1に、各実験条件における模擬植生の設置位置と幅を示す。模擬植生として用いたものはプラスチックの繊維でできている土木工用資材（平均密度 0.079g/cm^3 、空隙率93.3%、透過係数 31.3cm/s ）である。水深の計測にはポイントゲージを用い、両側の高水敷中央における水深と、水路中央（低水路）の水深を、上流端から50cm間隔で計測した。

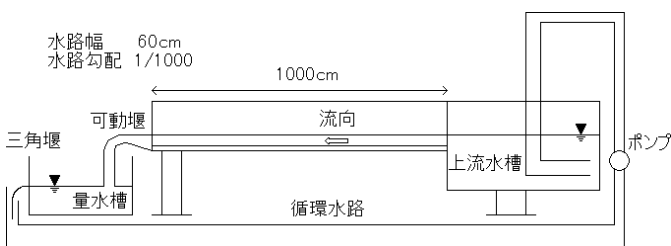
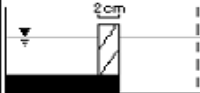
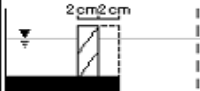
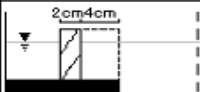
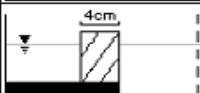
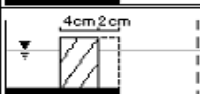
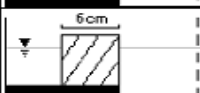


図-1 実験水路図

表-1 実験条件

case	模擬植生	設置位置・幅	流量(cm^3/s)
0	なし	-	2500
			4500
1	あり		2500
			4500
		2500	
		4500	
		2500	
		4500	
		2500	
		4500	
		2500	
		4500	
6			2500
			4500

3. 水深計測結果

図-2は流量 $4500\text{cm}^3/\text{s}$ 時の模擬植生の設置位置による水深の流下方向の変化を示す。植生を設置していないcase0では水深が変化しない等流流れであることが確認できる。一方、模擬植生がある各caseでは、植生による水深の増加が確認できる。しかし、模擬植生の設置位置の違いによる水深の変化は、ほとんど確認できない。

図-3は流量 $4500\text{cm}^3/\text{s}$ 時の模擬植生の幅による水深の流下方向の変化を示す。図-2と同様にcase0のものもあわせて描点している。模擬植生の設置位置は高水敷と低水路の境目とした。

その結果、設置幅が厚くなると上流区間に水深の増加が確認できる。しかし、下流になるとその増加量は確認できない。

4. 抵抗特性の関係

模擬植生が流水に与える抵抗特性を粗度係数の視点から考察を行う。

不等流の基礎方程式は、以下のように連続式、運動方程式で与えられる。

$$Q = AV \quad (1)$$

$$\frac{Q^2}{2gA_1^2} + h_1 + z_1 = \Delta x \overline{I_f} + \frac{Q^2}{2gA_2^2} + h_2 + z_2 \quad (2)$$

ここで、上流側の h_1 について解くと、(3)式のようになる (図-4 参照)。

$$h_1 = \Delta x \overline{I_f} + \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right) + h_2 + z_2 - z_1 \quad (3)$$

ここに、 I_f は、地点 1 と 2 の平均値であり、摩擦損失係数に対してマニングの抵抗則を仮定すると、(4)式のようになる。

$$I_f = \frac{n^2 Q^2}{2} \left[\frac{1}{A_1^2 R_1^{\frac{4}{3}}} + \frac{1}{A_2^2 R_2^{\frac{4}{3}}} \right] \quad (4)$$

式(3)の右辺において、流水断面積 A_1 および摩擦勾配 I_f は水深 h_1 の関係であり未知なので、逐次計算法により h_1 を順次求めて粗度係数を算出した。

得られた粗度係数を図-5 に示す。横軸に流量、縦軸に粗度係数をそれぞれ示している。

図から、case0 はアクリル水路の粗度係数であり、流量による変化はなく一定である。模擬植生を設置した case は、case0 に比べて粗度係数が大きく算出されている。各 case の描点から、設置位置の違いよりも幅の違いによる影響を受けることが確認できる。また、流量の影響を強く受けていることが確認できる。

5. 結論

模擬植生の幅と配置を変えて、水深の変化を実験的に調べた。その結果、模擬植生の設置位置よりも幅による水面の変化が大きいことが確認できた。また、水面の変化から粗度係数を算出した結果でも同様の結果が得られた。

今後は植生と流体間のせん断力を評価する混合係数を用いた準 2 次元的手法で抵抗特性の評価を行う予定である。

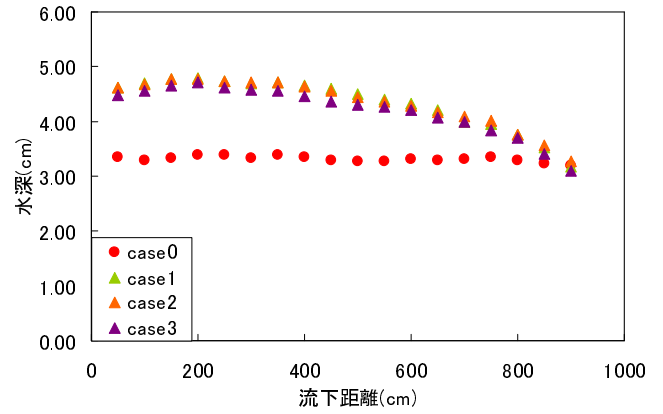


図-2 水深と流下距離の関係

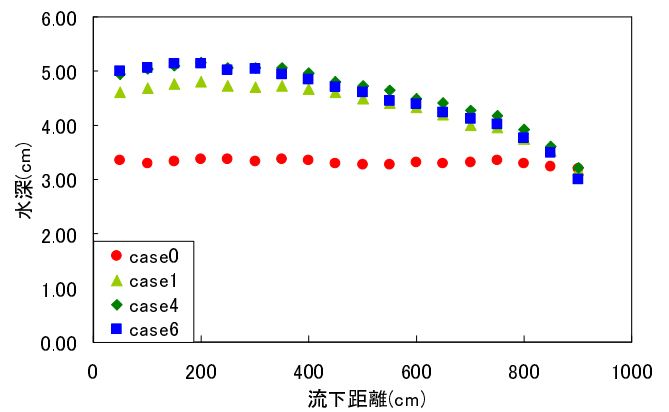


図-3 水深と流下距離の関係
エネルギー線

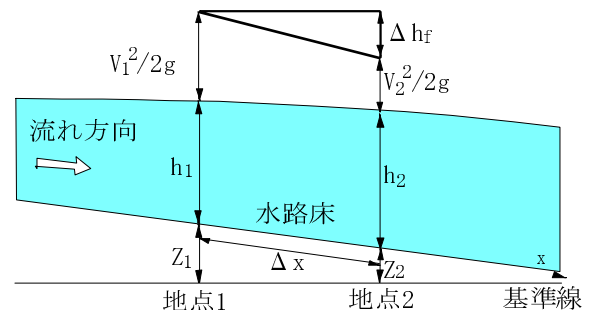


図-4 不等流の模式図

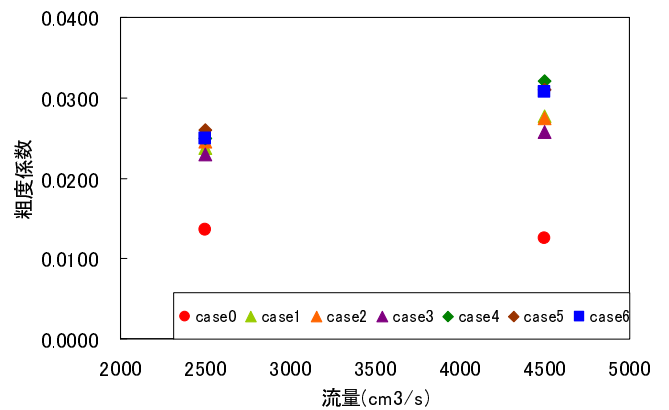


図-5 流量と粗度係数の関係