

## 植生繁茂条件の違いが開水路流れの抵抗に与える影響

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○田中 良尚  
 豊田工業高等専門学校 正会員 田中 貴幸

### 1. はじめに

近年多発する豪雨災害を受け、治水安全度上問題となる河道内植生の取り扱いに関してこれまで以上に議論が活発になされている。植生を有する開水路流れについては、植生の密度や植生の配置が流動機構に与える影響について多くの研究がなされてきた。しかし、それらは別々に論じられる傾向が強く、植生の管理手法は未だ確立されているとは言い難い。そこで、本研究では種々の植生繁茂状況における開水路流れの抵抗特性および流動機構について検討を行う。

### 2. 実験条件

実験は全長 4m, 幅 20cm, 高さ 25 cm からなる循環式可変勾配水路を用いて行った。実験条件を表-1 に示す。植生帯の模型にはプラスチック板に水流に追従して撓む 6.10 ナイロンブリュウスル (直径 0.242 mm, 曲げ剛性  $EI=1.45 \times 10^4 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ ) を 5.5 cm の高さに揃え貼り付けたものを使用した。模擬植生は水路の上流 20 cm から下流へ 360 cm に渡って配置した。配置パターンを図-1 に示す。P1 は水路全面配置を示し、各ケースの単位面積当たりの植生本数を表-1 のように設定した。流下方向、横断方向共に D2P1 と同じ植生本数に設定した水路両岸配置を D2P2, 水路片岸配置を D2P3, 水路中央配置を D2P4 とした。流量は  $Q=1.0 \text{ l/s} \sim 6.0 \text{ l/s}$  において 0.5 l/s 間隔で変化させ、水路勾配は  $I=1/500$  および  $1/1,000$  に設定し、擬似等流場を形成して実験を行った。水面変動の計測には超音波水位計を、流速の点計測は I, L 型電磁流速計を用いて計測した。

### 3. 流れの抵抗特性

図-2 に水路勾配  $I=1/500$  における流量と水深の関係を示す。流下方向および横断方向共に植生本数が同じである D2P1~D2P4 は片岸配置, 両岸配置, 水路中央配置および全面配置の順で流れの抵抗が大きくなるのが認められる。D3P1 においては,  $Q=3.0 \text{ l/s}$  を境に, 水路幅よりも狭い有限幅の植生を有するケースとの大小関係が変化することが確認できた。また, 有限幅の植生を有する配置に比べ, 植生帯全体の密度を小さくして

表-1 実験条件

Case	単位面積当たりの植生本数 $\lambda$ (本/cm <sup>2</sup> )	勾配 $I$		植生高 $H_v$ (cm)	植生直径 $d$ (mm)
		1/500	1/1,000		
D1P1	4.0				
D2P1	2.0				
D3P1	1.0	1.0~6.0	1.0~6.0	5.5	0.242
D4P1	0.5				
D2P2-D2P4	2.0				

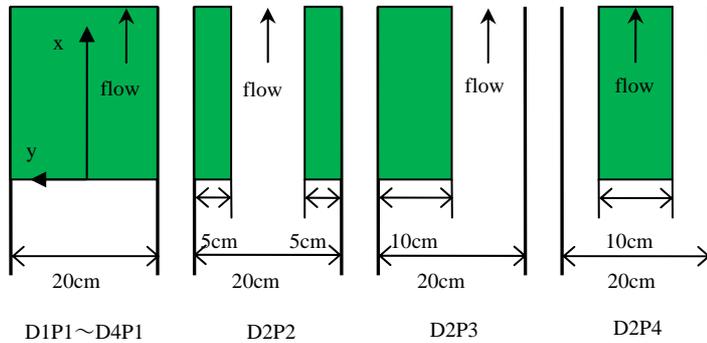


図-1 水路実験概要

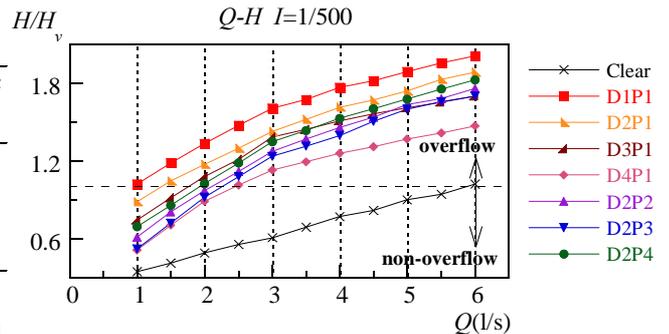


図-2 流量と水深の関係

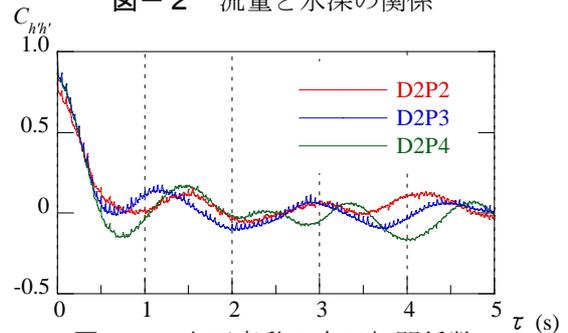


図-3 水面変動の自己相関係数

キーワード 植生, 流動抵抗, 開水路乱流, 運動量輸送, 水面変動

連絡先 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町 2-1 TEL 0565-36-5881

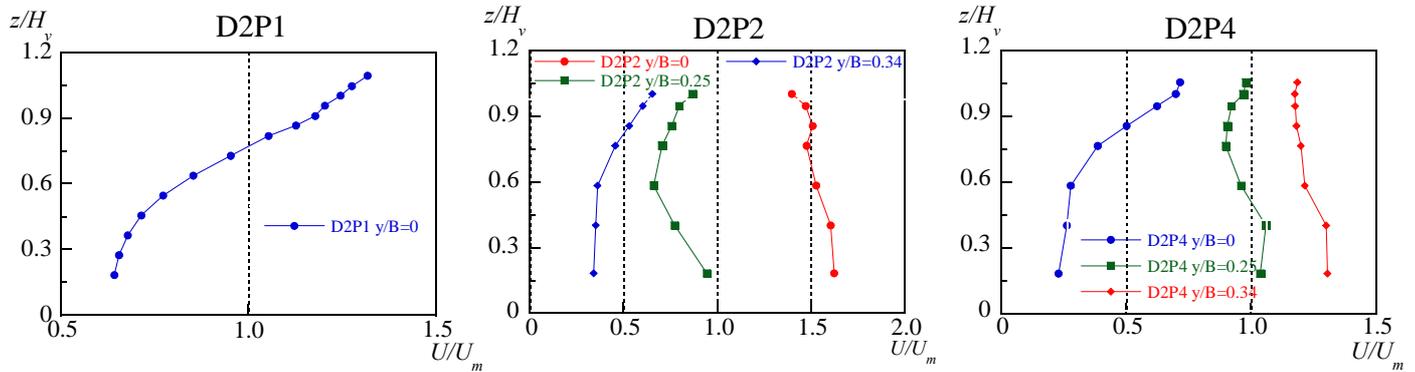


図-4 主流速  $U$  の鉛直方向分布

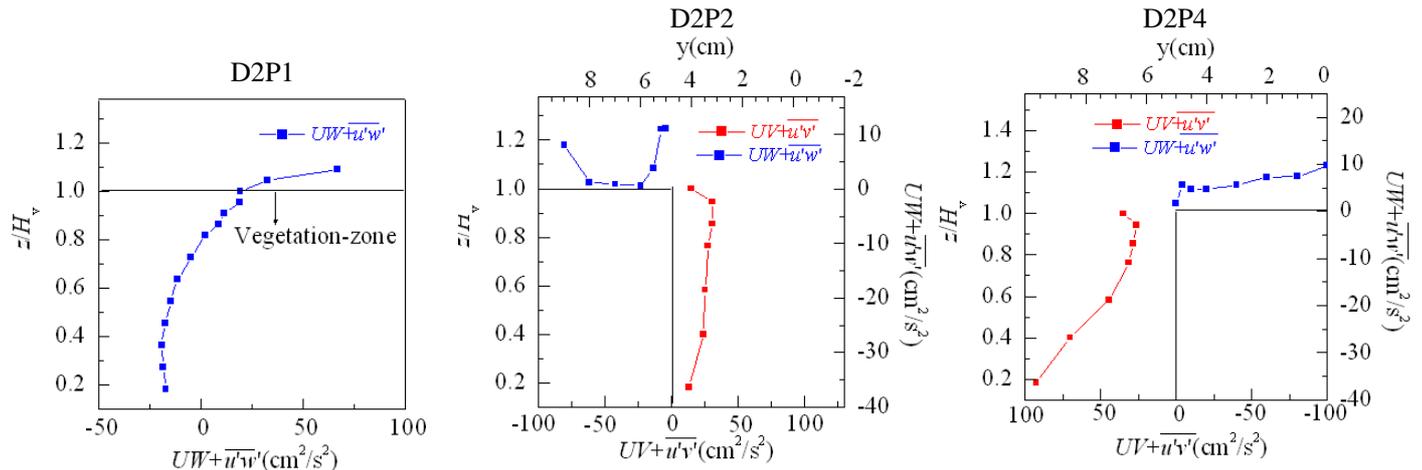


図-5 全運動量輸送量

いくとある密度から流れの抵抗が小さくなることが確認された。

#### 4. 流動機構

図-3に流量  $Q=2.5$  l/s における水面変動の自己相関係数を示す。いずれも植生帯および主流部との境界において計測を行った。いずれのケースにおいても相関係数は大きな値を示しておらず、水面変動が活発となる非越流状態に比べ相関性は低いことが伺える。しかしながら D2P4 においては相関係数が負の値においても同程度を示すことから、その他のケースに比べ周期性は高いと考えられる。セカンドピークに注目すると、D2P2 および D2P4 は約 1.5s と流れの抵抗が小さい D2P3 に比べ長周期となっていることが認められる。

図-4に D2P1, D2P2 および D2P4 における主流速の鉛直方向分布を示す。計測位置は図中に示すとおりであり、いずれも植生帯境界や主流部中央などを選定している。  $z/H_v=0.9$  付近で主流速が変曲点を有するケースが見られるが、これは流水により植生が撓むことで植生高さよりも低い位置でせん断不安定による乱れが発生しているためだと推察される。また、D2P2 および D2P4 においては植生帯境界および主流部中央において水面付近に比べ底面付近の主流速が大きくなっており、二次流の影響が伺える。

図-5に各ケースにおける全運動量輸送量を示す。D2P1 は水路中央、D2P2 および D2P4 は水路中央より左岸の植生帯境界における値を示している。D2P2 および D2P4 に注目すると、鉛直方向に比べ横断方向の運動量輸送量が卓越している様子が伺える。そのため、横断方向の運動量輸送量が卓越する D2P4 において流れの抵抗が大きくなることが示唆される。D2P1 については植生帯境界付近において運動量輸送量は大きな値を示しており、横断方向に類似の分布傾向を示すと仮定すると、その他のケースに比べ運動量輸送量は最も卓越することが予想される。このため、D2P1 の流れの抵抗特性が最も大きくなると考えられる。

#### 5. おわりに

本研究では種々の植生繁茂条件における開水路流の抵抗特性および流動機構について検討した。今後は植生密度と植生配置の違いが流れに与える影響についてより詳細に検討していく。