

V型、Λ型棧粗度の効用

金沢大学工学部 正会員 辻本 哲郎
金沢大学大学院 学生員 ○宮垣 圭吾
金沢大学工学部 森田 優子

1. まえがき

河川工学や科学技術の発達により洪水の対策は相当なされてきたが、洪水疎通を第一に急いだ分、人々を水辺から引き離す結果となった。それが最近になって「親水」という言葉に代表されるように、街に占める水辺空間の役割が注目され始めてきた。街中での比較的小規模な水路は、しばしば上流端で流量調節が可能であるから、洪水に対する機能を直接担う実河川に較べ、より多彩な機能、例えば、効率的な流雪溝としての役割や流下物の排除等の高度化が期待される。以上の点に鑑み、流れに「螺旋流」を作り出すことによって、水面や底面近傍で望ましい横断方向流成分を誘起するなどの制御を行う目的で、棧粗度をV型、Λ型に配置した実験を行った。

2. V型、Λ型の配置による棧粗度上の螺旋流

棧の斜め配置により、底面で斜め棧に沿って流れ、側壁に沿って上昇、表面で反対方向に斜めに流れ、反対の側壁に沿って下降する螺旋流が形成される。同様にV型、Λ型の棧配置により、水路中央の鉛直軸に対称な2つの螺旋流が形成される。V型では、表面付近で側壁から水路中央に向かう横断方向流れが形成され、表面付近の流下物は水路中央に集中し、それを適用すれば、流雪溝内の雪塊を円滑に流せる。Λ型では、表面付近で水路中央から側壁に向かう横断方向流れとなり、横越流による流木等の排除が可能になる。螺旋流の形成は、図1のように棧頂部(y=0)面で形状抵抗と流下方向の重力成分の釣り合いによると

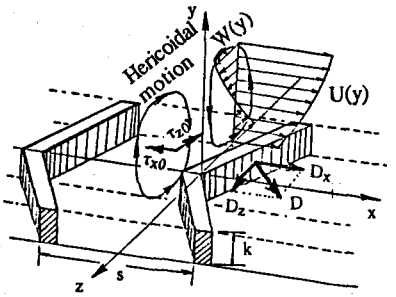


図1 概念図

想定した。又、流れに直角に棧を配置した場合、棧間隔と棧高さの比が10~20位では縦断方向に比較的均質な粗面乱流となることが知られており²⁾、ここでは、縦断方向に均質な粗面乱流が保たれる棧間隔と棧高さで棧を水路底面にV型、Λ型に配置し「螺旋流を伴う縦断方向に疑似的な等流状態の乱流」を想定して行った。形状抵抗との釣り合いから式(1)が、流下方向重力との釣り合いから式(2)が得られる。

$$\tau_{x0} = \frac{1}{2} C_D \rho U_0^2 \frac{k}{s} \sin \theta; \quad \tau_{z0} = \frac{1}{2} C_D \rho U_0^2 \frac{k}{s} \cos \theta \quad (1)$$

$$\tau_{x0} = \rho g h i_z (1 - \frac{y}{h}); \quad \tau_{z0} = \rho g h i_z (1 - \frac{y}{h}) \quad (2)$$

但し、 C_D :抗力係数、 ρ :水の密度、 U_0 :y=0の主流速度、 θ :棧と流路のなす角、 k :棧高さ、 s :棧間隔、 i_z :路床勾配、 i_z :誘起される水面横断勾配である。

3. 実験概要

実験は、金沢市浅野川系金浦用水の一部コンクリート矩形断面直線区間(幅1.5m、直線部約30m)に、一辺6cmのモルタル製角材を図2の様にV型、Λ型に配置し、L型プローブを有する小型電磁流速型(KENEKVM201)を用いて、流下方向と鉛直方向の流速(u,v)、横断方向と鉛直方向の流速(w,v)を二成分ずつ同時計測した。これらデータは20Hzサンプリ

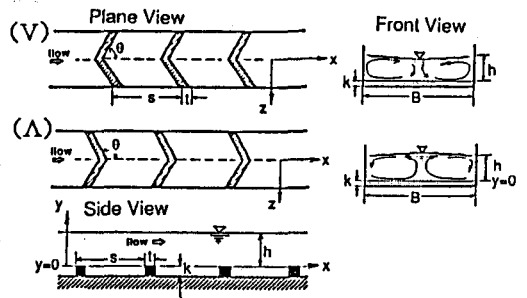


図2 V型、Λ型の棧配置

ング(データ数2048個)でデジタルレコーダー(TEAC DRF-1)でフロッピーに記録し、パソコンで統計処理した。

4. 実験結果

図3は、水路中央に沿った $U(y)$, $V(y)$ である。 $U(y)$ について、 Δ 型では速度勾配が大きく、 V 型では、底面付近と表面付近との差は小さく、むしろ表面付近が遅くなっている。 $V(y)$ では、 Δ 型では上昇流が認められる。これらは運動量を直接輸送するので、上昇流付近では底面近傍の遅い流体塊が、下降流付近では表面近傍の速い流体塊が輸送され、一般の二次元乱流の混合形態とは異なるセル全体規模の混合により、主流速分布は歪まされている。

図4は、 Δ 型と V 型の水路中央で、 Δ 型に平行な断面で計測した $U(y)$, $V(y)$, $W(y)$ の横断方向変化である。 $U(y)$ は、流速分布が歪み横断方向に変化している。又、 $V(y)$ は、 V 型では下降流から上昇流へ、 Δ 型ではその逆の変化を示し、 $W(y)$ の分布と併せて螺旋流が認められる。

図5は、 $V(y)$ と $W(y)$ のベクトル断面図であり、セル中心は上昇流付近に存在する。これは、 Δ 型により直接的に上昇流が生じた後、二次的に下降流が起こるので、上昇流の方が大きな流速を持ち、セル全体で連続式を満足するため上昇流領域が狭くなって、セル中心が上昇流付近へ偏るものと考えられる。セル中心では $U(y)$ と $W(y)$ の二次元で扱った流速分布¹⁾がほぼ適用できるので、 V 型、 Δ 型、 Δ 型粗度の二次流の強さも、斜め Δ 型粗度上の流れの簡単な解析モデルによって近似的には容易に推定できる。

表1 実験条件

RUN	k (cm)	s (cm)	h (cm)	θ (degree)	Type	Note
FV	6.0	110	40.0	60	V	field
FA	6.0	110	36.0	120	Δ	field

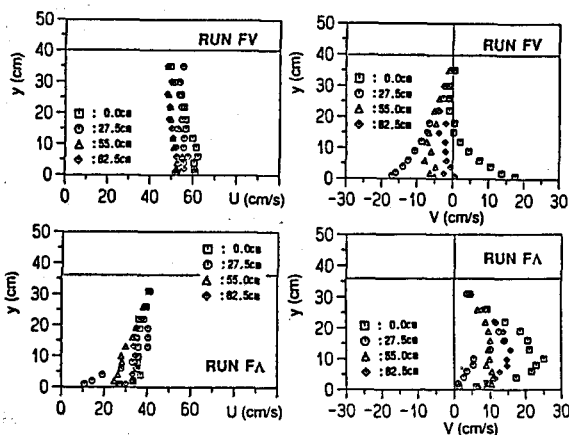


図3 水路中央での $U(y)$, $V(y)$

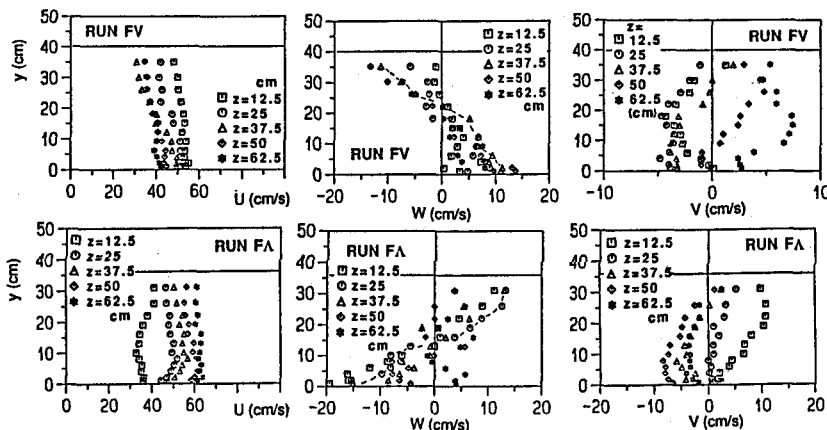


図4 $U(y)$, $V(y)$, $W(y)$ の横断方向変化

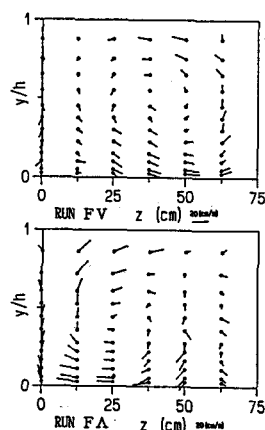


図5 ベクトル図

5. あとがき

本実験で、 V 型、 Δ 型の Δ 型配置により螺旋流が形成され、 V 型で水路中央へ、 Δ 型で両岸へと向かう表面流が確認された。一方、 Δ 型に流下物が溜るなどの問題はありますが、この様な流れの制御を実用化するように努めてゆきたい。

参考文献 1) 辻本・宮垣・森田：斜めに配置された Δ 型粗度上の流れ，土木学会中部支部年次発表会，1992。

2) 足立：開水路における Δ 型人口粗度の実験的研究，京都大学防災研究所年報，第3号，1959。