

東京大学土木工学科 正 員 玉井 信行
 東京大学土木工学科 正 員 浅枝 隆
 東京大学 大学院 学生員 池田 裕一

1. は じ め に 複断面の流れでは低水路と高水敷の境界部において、間欠的な斜昇流、瞬間壁面せん断力、あるいは大規模な水面渦などに周期性が見られる^{1),2),3)}。前報⁴⁾では、この水面渦が横断方向の流速分布によって生ずることを推定した。今回は、横断方向に同様な流速分布を持ち、より2次元性の強い管水路(図1)を用いて、流れの可視化や周期性について検討を行なった。

2. 実験装置及び方法 全長3.5m、幅2d=7cm、高さB=18.5cmの矩形断面管水路の中央に、図2に示すような補助壁(b=8cm)を取りつけた。流速分布は、補助壁面より5mmの位置に設置した白金線①にパルス電圧を加え、タイムラインを写真から読み取って求めた。補助壁面上の白金線②には直流電圧を加えて、補助壁先端部の流れを可視化した。尚、実験流体にはグリセリンを使用した。

3. 実験結果及び考察 図3は横断方向の平均流速分布の一例である。流速は、補助壁の存在する領域では遅く、ない領域では速くなっている。その境界部では著しい速度勾配が生じており、せん断層を形成している。せん断層の運動量厚さ θ を

$$\theta = \int_{U=U_2}^{U=U_1} \frac{V}{\Delta U} \left(1 - \frac{V}{\Delta U}\right) dy$$

と定義すると、 $\theta/B=0.02\sim0.05$ 程度であった。

境界部せん断層では開水路の場合と同様に、大規模な渦の発生が見られた(写真1)。その間隔 λ は各ケースごとにほぼ一定で

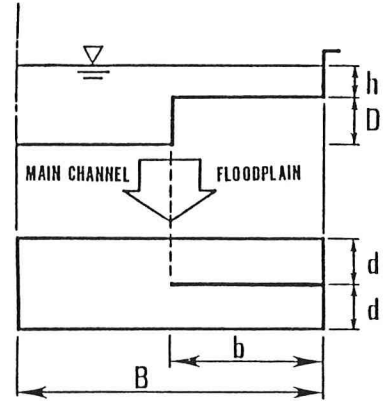


図1 開水路との対応

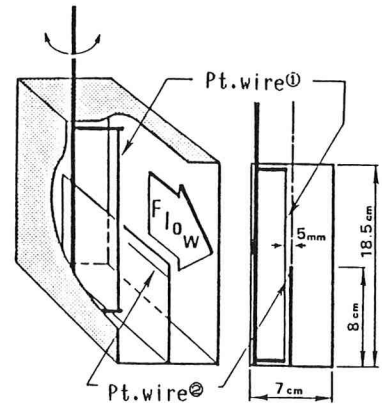


図2 実験装置

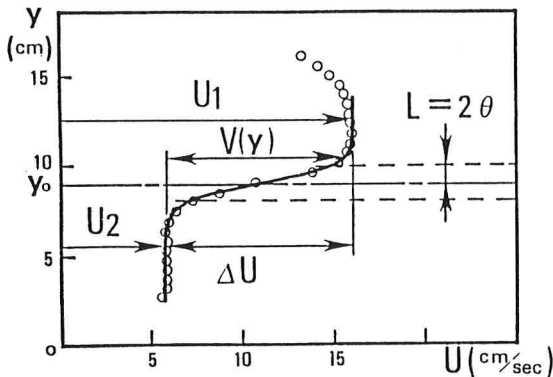


図3 横断方向の流速分布

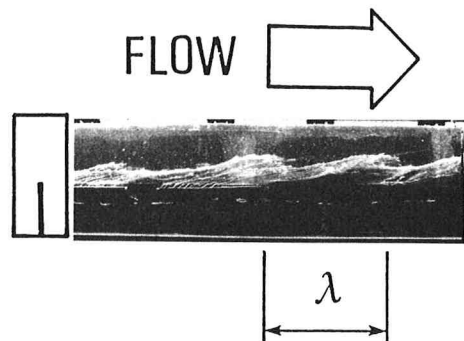
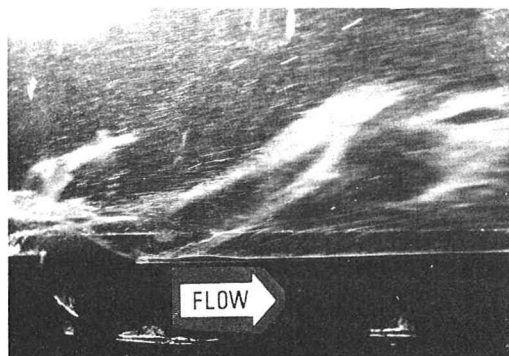
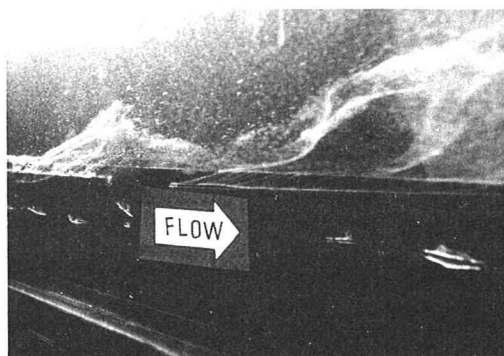


写真1 境界部の大規模な渦



(a) 側面から



(b) 斜め前方から

写真2 補助壁先端付近の流れ

あり、 $\lambda/B=1.00\sim 2.55$ のオーダーであった。写真2は補助壁先端付近の流れを、連続撮影したもの的一部分である。斜めに軸を持つ渦管が、高速部や低速部に引きずられながら、平面的な大規模渦に巻き込まれてゆくのがわかる。

さて、せん断層の流速分布は、図4に示されるように、

$$\hat{U}=0.5(1+\tanh \hat{y})$$

と近似できる。Michalkeは、2次元の自由せん断流について安定計算を行い、この流速分布では非粘性($Re\rightarrow\infty$)の場合、波数 $\alpha=0.46$ 付近の攪乱が最もよく発達することを示している⁵⁾。図5は、大規模渦の波数 α とレイノルズ数 Re との関係を、開水路のものと共に示したものである。ただし、開水路の場合は表面流速を用いた値である。今回(管水路)の実験値は、開水路と同様な傾向を示し、Michalkeの計算値に近づいている。

以上より、複断面流れの境界部における周期性は、横断方向に形成されるせん断層がその支配的要因になっており、2次元流の安定理論によって説明し得ることがわかった。

[参考文献]

- 1) 今本、石垣(1985) 第29回水講 pp.833
- 2) 福井、今本(1984) 第39回水講 pp.475
- 3) 玉井、河原(1981) 第25回水講 pp.113
- 4) 玉井、池田(1984) 第39回水講 pp.589
- 5) Michalke, A. (1964) J.F.M., 19, pp.543

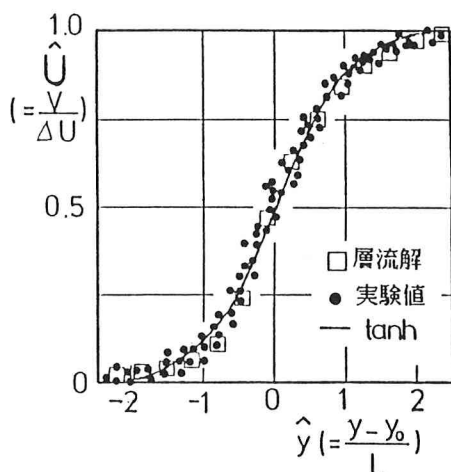


図4 せん断層内の流速分布

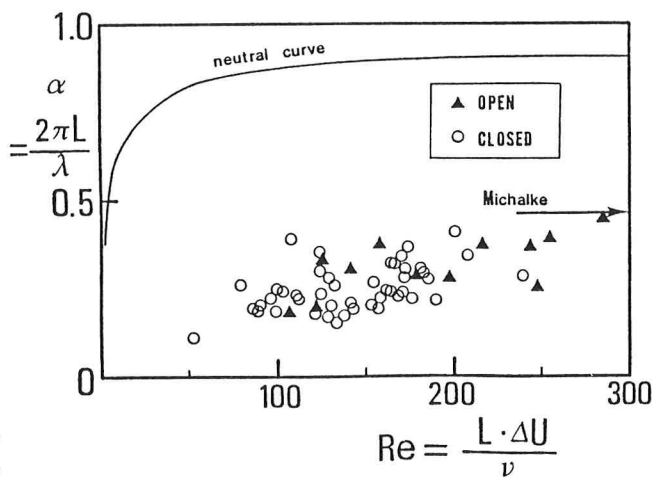


図5 大規模な渦の波数とレイノルズ数との関係