

東洋大学 工学部 正員 橋井 吉孝
 “ “ 有賀 稔
 “ “ 清水 和宏

はじめに

以前より、我々は遊水部と有る周水路 (Fig. 1) の流れの挙動を実験により、こめてきている。その結果、領域 I, II 間の流れ (及び、浮遊掃流物質) の交換機構はどの三次元的複雑さの為に、解析的に解明する事の困難さを知った。とりわけ、遊水部後端縁、壁 (B-C) の存在が A 点より近く離れてきた流れの挙動に、更に、複雑さの因子を附加している事が判った。つまり、

領域 I, II 間の流れの交換の場所的、時間的変動をも更に助長しているのが後端縁、壁である。従って、後端縁、壁を下流に移動させる事によって、後端縁の影響をいくらかでも減少させる事ができ、I と II の領域間の流れの交換機構の把握が容易になるのではと考えた。後端縁、壁を下流側に下げた極限の状態である急流の場合の両域間の混合交換をみる事により研究を更に進めるべく実験を行なった。

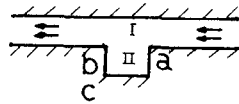


Fig. 1

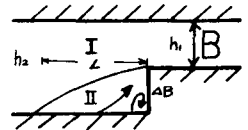


Fig. 2 急流水路

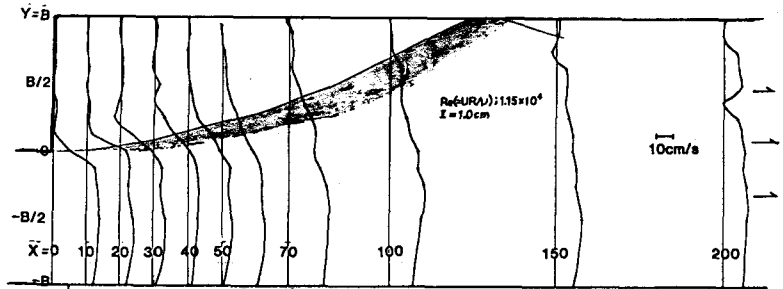


Fig. 3 流速分布

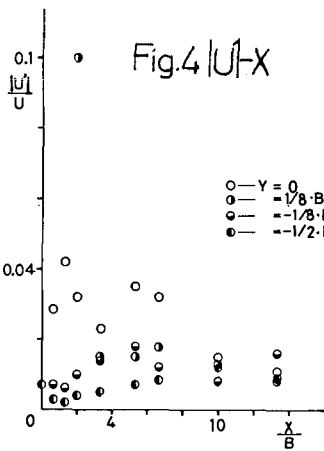


Fig. 4 $|U|/U$

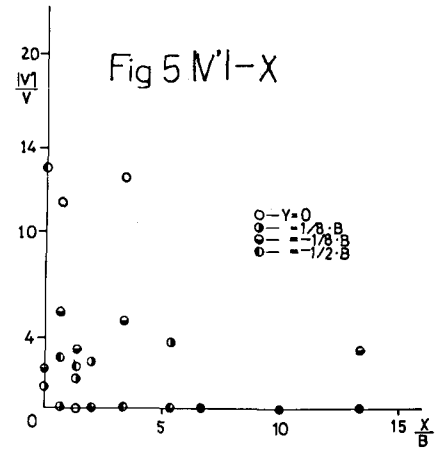


Fig. 5 $|V|/V$

1. 流況

急流部へ流入した流れは、急流に側方に広がる射流が、徐々に混ざり合いつつ下流へと流れる常流を呈する。常流の場合、噴流理論を使、この解析が行なわれてきている。即ち、Fig. 2 に於いて、

$$G(\eta') = d_1 e^{\eta'} + d_2 e^{\frac{\sqrt{3}}{2} \eta'} + d_3 e^{\frac{\sqrt{3}}{2} \eta'} \sin \frac{\sqrt{3}}{2} \eta' \quad \text{但し、} \eta' = \eta - \eta_0$$

により、適当な境界条件を与え、拡散係数を仮定することにより、主流の振がりについて知る事ができる。が、この種の水路形態に特有な逆流現象の表現は必ずしも充分でない。=領域間の混合・交換の理解の爲にも、この逆流域の正確な評価が必要とされる。

逆流の主原因は、主流と逆流領域間でのレイノルズ応力、 $\tau = -\rho \overline{u'v'}$ 、つまり、摩擦力と思われる。

流速、 u 、 v の変動成分 u' , v' について、実験結果をみながら以下に述べて行く。実験は $B=15\text{cm}$ の水路で行った。Fig. 1 に表わしたケースは $Q=4.0\text{ l/s}$ の場合である。

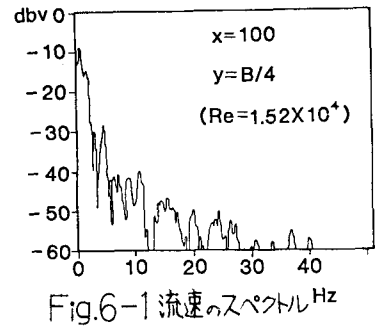


Fig.6-1 流速のスペクトル Hz

2 実験

- Fig. 3 は、流速分布の一例であるが、側方への曲りは、上層に比して、下層の事が大きい。(黒く塗った領域が、上層の分離線である。)
- 逆流域の壁面に沿、この逆流流速は主流の中心線上 ($y=-\frac{B}{2}$) の流速に対して $1/10$ 位である。
- 逆流域内では x , z 方向とも乱れが大きい、不規則な動きを示している。
- 従って主流と逆流域との間での水の出入りは、平面的にも水深方向にも一様でない。
- Fig. 4, 5 は u' , v' の流下方向の変化を、境界面附近でみたものであり、=領域間の混合の場所的な強弱を表わしている。 u' も v' も、境界面附近で u' が大きい。即ち、混合がより起きている事を示している。 $\frac{u'}{U}$ の方が $\frac{v'}{U}$ より大きくなっているが、 ∇ のものが $1/10$ の位で、実際、混合に寄与するのは v' の変動分であろう。
- Fig. 6-1, 2, 3 は分離線のアタシラメント近くでの流速のスペクトルである。逆流域に種々周波数成分が現われているが判る。 ξ = どの程度の揺動が浮発である事がうかがえる。

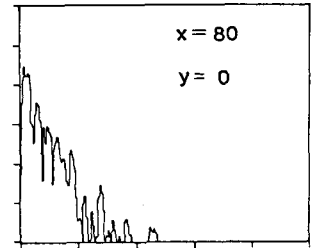


Fig.6-2

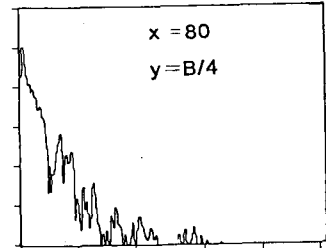


Fig.6-3

3. まとめ

結局、流れをみても、 x , y , z 方向に規則的に動く事を示し、逆流領域と生ずる様子を、この種の流れと定実に表現するのは容易でない。ごあるから、解析モデルも着目点を絞る必要があり、例えば工、 Π を分離して、その間の送る交換係数の様なものを適当に選ぶ事はできるのであろう。今、詳細まで踏み込まず、容易に得られる平均量から、この領域に於ける運動を評価しようとするなら、 ΔB の部分に働いた圧力でのエネルギー損失と、境界面に働く剪断力との釣り合いを考慮するのが簡潔である。 $P_{0B} = \rho g \Delta B \frac{h^2}{2}$ とし、 $\int_0^L \int_0^L \tau dx dz = P$ とおき、 $\tau = \rho L^2 \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 = \rho k^2 \delta^2 \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2$ を使い、 $\frac{\partial u}{\partial y} \approx \frac{U}{\delta}$ とすると、 $L = \delta \Delta B$ とおく事により $\tau L k = \rho g \Delta B \frac{h^2}{2}$ 、 $\tau = \rho g \frac{\Delta B}{L} \cdot \frac{h^2}{2} = 0.063 \rho \frac{U^2}{k^2} \frac{h^2}{L}$ とする事になる。

更に、この現象に最適なモデルの選定と、併せ上式の様な簡潔な式の評価を進めて行くつもりである。