

## II-185 開水路合流部の乱流特性について

岐阜大学工業短期大学部 正員 藤田 一郎  
 岐阜大学工学部 正員 河村 三郎  
 名古屋市 正員 関山 恭弘

## 1. まえがき

開水路合流部の流れは、支川からの流れがはく離して形成されるはく離せん断層と、合流する流れの境界に生じる自由せん断層的な流れ、及びそれらに伴って生じる二次流で特徴づけられる。本研究では、このうち、はく離せん断層に伴って生じる死水域（はく離泡）の非定常特性と合流点における二次流の特性に関して実験的検討を行った。

## 2. 実験装置と方法

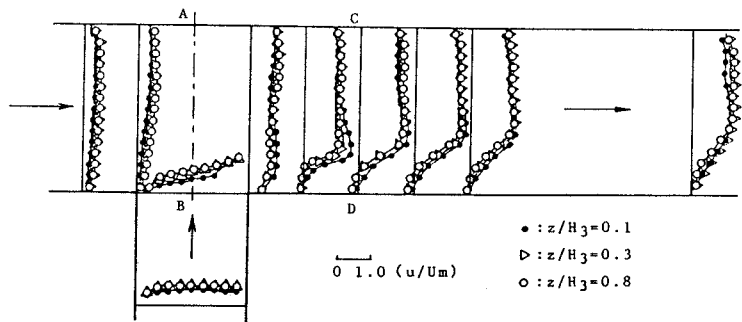
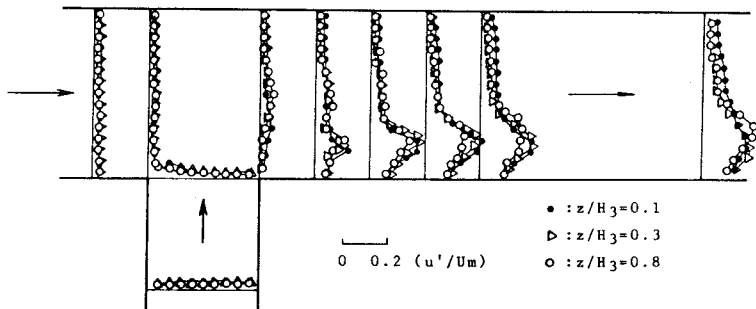
実験には本川長約10m、支川長約3m、本川水路幅 $B_3=30$ cm、支川水路幅 $B_2=20$ cmの循環式水路を用いた。合流角は $90^\circ$ 、水路の勾配は水平とした。逆流域を含む流れの測定には直径3ミリの超小型正逆プロペラ流速計を用いた。サンプリングは5Hzで行い、1000個のデータを用いて本川流下方向の平均流速、および、乱れ強度を算定した。二次流の測定は境界層型のホットフィルム流速計を用いて行った。サンプリング周波数は50Hzとし、2048個のデータを用いて各種の統計処理を行った。実験は合流後流量 $Q_3=5$ ( $l/s$ )、流量比（≡支川流量／合流後流量） $Qr=0.4$ 、合流後の流れのフルード数 $Fr_3=0.426$ の水理条件で行った。

## 3. 平均流速分布および乱れ強度分布

図-1に平均流速分布を示す。流速分布形状は、どの断面においても半水深程度までは、比較的相似性を保っているが、合流後の断面では底面付近において著しい流速の増大がみられる。死水域は、はく離せん断層による死水域からの流水の連行と本川下流からの逆流による流水の供給によってその形状を維持していると考えられる。

ところが、流れの構造を三次元的に考えると、死水域形状を維持するためには逆流による供給だけではバランスがとれず、下層からの流水の供給が行われ、その結果として底層付近の流速が加速されるものと思われる。さらに後述のように合流部では下降流が生じているため、その影響によっても底面流れが付加的に加速されると考えられる。

乱れ強度は平均流速の横断方向の勾配がほぼ最大となる位置で最大値をとる（図-2）。この位置は、はく離せん断層の

図-1 平均流速分布 ( $Qr=0.4$ )図-2 乱れ強度分布 ( $Qr=0.4$ )

外縁近傍の渦層の中心にはほぼ対応している。

正逆プロベラ流速計を用いて得られた逆流率  $I_r$  を図-3に示す。 $I_r = 0.5$  を平均的な逆流域とすれば、逆流域の長さは水深方向にほぼ一定であることがわかる。逆流域の幅は水面付近よりも中層部の方が若干大きく、底層部では著しく減少している。

#### 4. はく離せん断層の非定常特性

はく離せん断層を含む横断面(図-1のCD断面)のパワースペクトルの空間分布を図-4に示す。これより、 $y/B_3 = 0.4$  の近傍でスペクトルがピークを示していることがわかる。卓越周波数は約  $1.0 \text{ Hz}$  である。この位置ははく離せん断層の外縁領域に対応しており、卓越周波数はせん断層の渦放出周波数に相当すると考えられる。一般に、段落ち流れなどで生じるはく離せん断流のもつ卓越周波数  $f$  は普遍的に  $0.6 U_\infty / x_R$  ( $U_\infty$ : 一様流速,  $x_R$ : はく離泡長さ) 程度であるといわれている<sup>1)</sup>。本研究では  $U_\infty = 40(\text{cm/s})$ ,  $x_R = 50\text{cm}$  程度であるから卓越周波数は  $0.5 \text{ Hz}$  程度となる。この値は実験値と比べると約  $1/2$  である。図-4には  $y/B_3 = 0.7$  の付近にもスペクトルのピークが現れているが、これは自由せん断層による影響と考えられる。

#### 5. 二次流の特性

図-1に示した断面ABにおける二次流の分布を図-5に示す。これより支川からの流れは合流部において下降流となり、支川対岸部付近の流れは上昇流に転じていることがわかる。ここに計測された下降流は合流部における局所洗掘の誘因とも考えられ、今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 谷一郎編: 流体力学の進歩 境界層, 丸善, 1984.

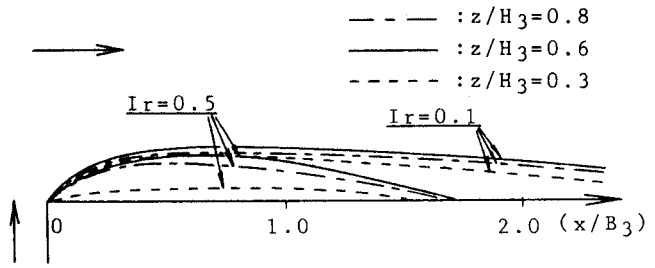


図-3 逆流率  $I_r$

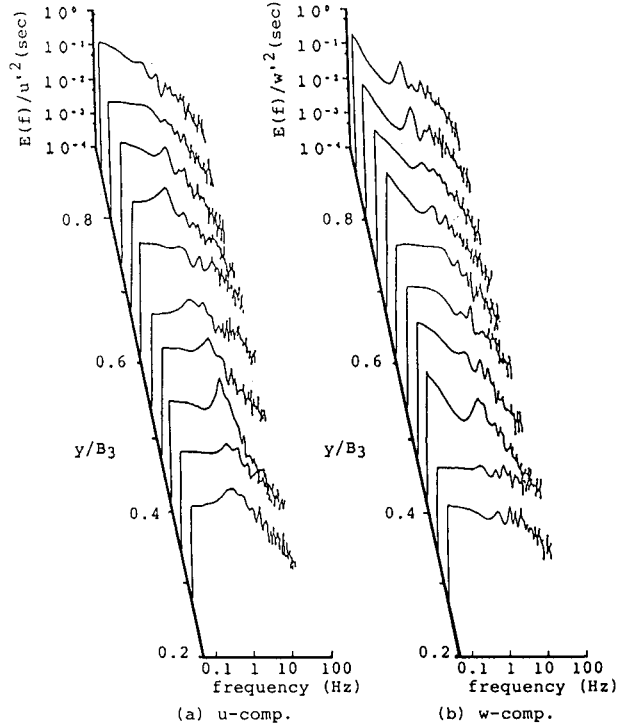


図-4 パワースペクトルの空間分布 ( $z/H_3 = 0.8$ )

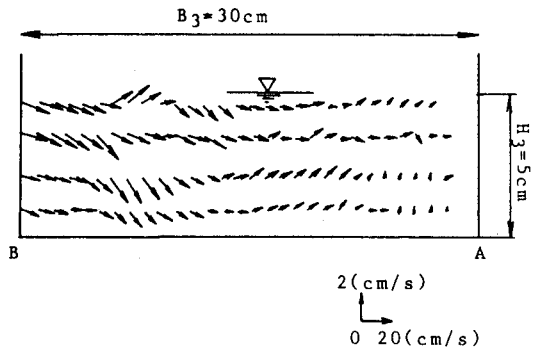


図-5 二次流分布 (AB断面)