

大阪大学工学部 正 員 村岡浩爾
同 大学院 学生員 ○ 三浦健志

1. はじめに 河川の合流点では、異なった濃度を有する河川水が混合するため、合流後の物質混合は一次元的に取り扱えない。この場合問題となるのは横断方向への物質の混合である。われわれは実験水路におけるトレーサー実験によって横断方向の拡散挙動の解明を試みたが、本報告では、研究の最初として最も単純化されたモデルとして合流角度0度の場合についてその成果をまとめた。

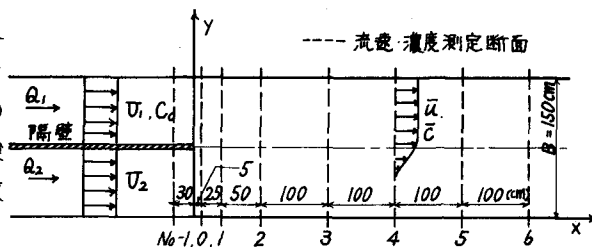


図-1 実験水路略図

2. 実験装置および実験方法 実験に用いた水路は、長さ14.6 m、幅(B)150 cm、高さ38 cmのもので上流端から7.4 mまで3/2の位置に隔壁(壁厚、1 cm)を設けてある。流速測定に際してはホットフィルム流速計(日本科学工業社製、プローブはTSI社製、MODEL 1233、V型)を使用した。今回使用した流速計は、検定用水槽と、ピトー管を使用して、流速—リニアライザー—出力電圧の直線性が確認されている。流速計からの出力は磁気テープに記録させ、自己相関器(ティアック社製、C-110型)によって乱れの強度を得た。またトレーサーとしてはフルオレセインナトリウムを使用し(その発光の強度を発光光度計(東京光電社製)で測定することによって濃度を測定した。採水は水路横断方向に、任意の高さで採水できる、14本のガラス管採水器が設置され、それらは真空ポンプによって横断方向で同時に採水が行なわれる。測定断面は図-1に示してあるように、合流点の上流側1断面、下流側7断面の計8断面で横断方向に7~14点、鉛直方向には底面より水深の6割の各点で測定した。実験条件は次のようである。

CASE 1: $Q_1 = 10 \text{ l/sec}$, $Q_2 = 10 \text{ l/sec}$ } ($Q_1 = Q_2$)
CASE 2: $Q_1 = 16 \text{ l/sec}$, $Q_2 = 16 \text{ l/sec}$ } ($Q_1 = Q_2$)
CASE 3: $Q_1 = 10 \text{ l/sec}$, $Q_2 = 0 \text{ l/sec}$ } ($Q_1 \neq Q_2$)
CASE 4: $Q_1 = 16 \text{ l/sec}$, $Q_2 = 0 \text{ l/sec}$ } ($Q_1 \neq Q_2$)

トレーサーは上流から定常的に断面に均一になるように注入し、合流後は、混合状態が十分定常になるのを待つて、各断面とも約30秒間で採水した。

3. 実験結果 平均流速の分布を図-2(a)(b)に、乱れの強さの分布を図-3に示す。図-2(a)を見るとかなりの下流距離まで隔壁の影響が流速分布におよぼしており6断面ではほぼ一様になっている。乱れの強さは、平均流速の速度勾配の大きいところで大きくなる傾向にあり、CASE 2

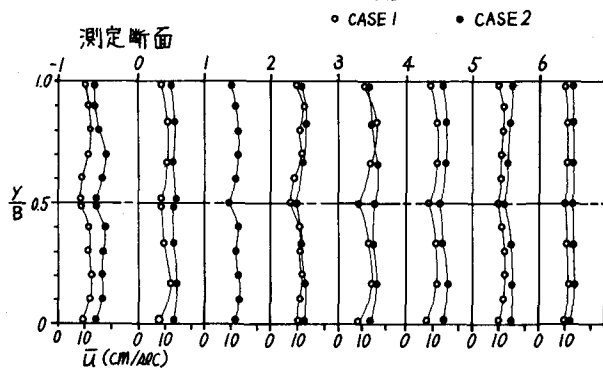


図-2(a) 流速分布 ($Q_1 = Q_2$)

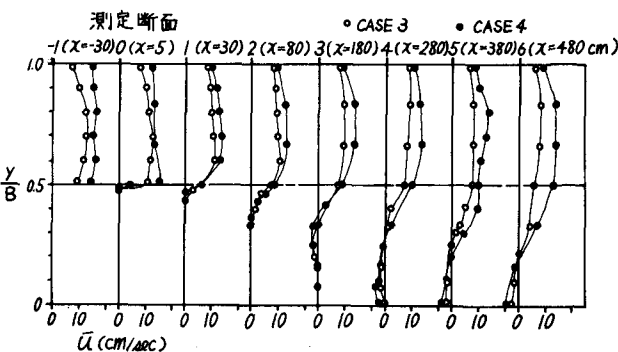
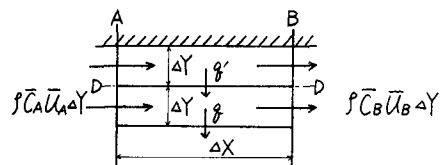


図-2(b) 流速分布 ($Q_1 \neq Q_2$)

の場合は壁面近傍、CASE 3、4 の場合は、水路中央部および壁面近傍が大きな値を示している。次にトレーサー実験による濃度分布を図-4に示す。流速分布、濃度分布から横断方向拡散係数を求めるにあたって、流れ方向に ΔX 、横断方向に ΔY の部分を考える。



物質の連続条件より、単位幅あたり

$$\delta = \rho(\bar{C}_A \bar{U}_A - \bar{C}_B \bar{U}_B) \Delta Y / \Delta X + \delta' \quad (1)$$

が得られる。この δ はD-D断面を通過する平均的な物質移動量であり、ゆえに(2)式が成り立つ。

$$\delta = -\rho E_y \frac{\partial \bar{C}}{\partial y} \quad (2)$$

ここに ρ :水の密度、 E_y :横断方向拡散係数、 ΔX に測定断面間距離($\Delta X=100\text{cm}$)、 ΔY に水路幅の $1/6$ の値($\Delta Y=25\text{cm}$)を代入し、 $\bar{C}$ 、 $\bar{U}$ に実験による諸量を代入して、計算可能な断面での E_y を求めたのが図-5である。各CASEごとにまたCASE 1と2、CASE 3と4、全CASEを平均して得られる E_y の値を E_1 、 E_{3+4}

のように表わすと、 $E_1=109$ 、 $E_2=128$ 、 $E_3=91$ 、 $E_4=25$ 、 $E_{1+2}=119$ 、 $E_{3+4}=58$ 、 $E_{1+2+3+4}=88\text{ (cm}^2/\text{sec)}$ となり、この実験にかぎると、 $Q_1=Q_2$ の場合の方が大きな値を示した。

次に横断方向拡散係数と流下方向分散係数(E_x)とのオーダーの比較として、ElderとFischerの E_x 算出の式を用いて E_y/E_x の値を求めた。この場合横断方向流速分布が関係するのでCASE 1、CASE 2に限った。Elderの場合はCASE 1の時 $E_y/E_x=2.6$ 、CASE 2の時 $E_y/E_x=1.9$ という大きな値を示し($E_y > E_x$)という結果になった。またFischer

の方法によると、CASE 1では $E_y/E_x=0.18$ 、CASE 2では $E_y/E_x=0.71$ という値を示し横方向流速分布まで考慮すると E_x は大きな値を示す結果になった。ただしFischerによる E_x 算出において特性長は $B/2$ の値をとった。また実際河川での例では淀川では $E_y=0.05\sim0.4\text{ m}^2/\text{sec}$ 、寝屋川では $E_x=0.3\text{ m}^2/\text{sec}$ の値が報告されている。

4. おわりに 合流後の物質混合の挙動は、流入流量の差異のほか合流角度、断面形状等の影響を受ける複雑な現象である。ここではその緒端についてまとめたが、今後は乱れ特性の観点からの論議や、実際河川での実測も必要と考えられる。終りに本研究に適切な助言を賜った本学室田明教授に謝意を表する次第である。

参考文献 1)山田・伊南^他:大河川中流部における自浄・拡散特性について、昭48.6 関西支部年講

2)寝屋川分散係数は近畿地建の調査による(「寝屋川水質汚濁解析」43年5月参照)

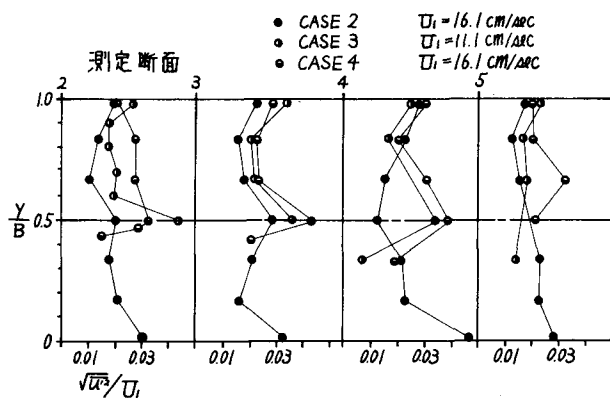


図-3 乱れ強さ分布

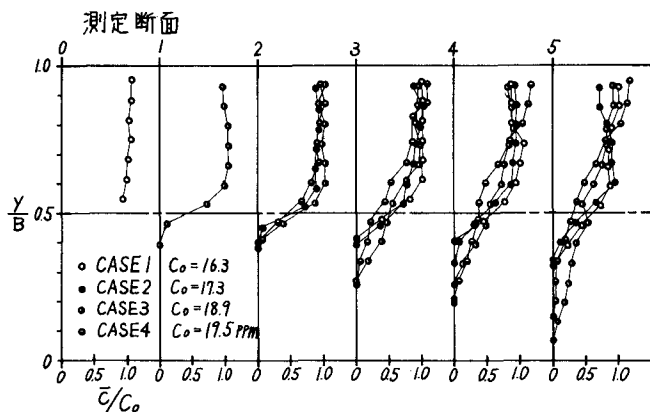


図-4 濃度分布

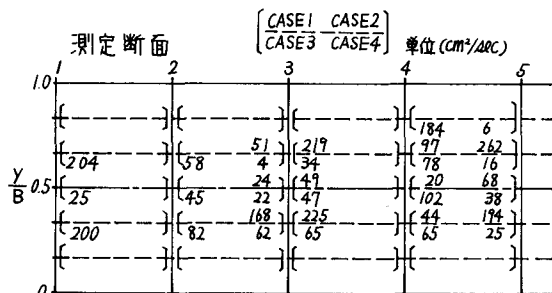


図-5 横断方向拡散係数(E_y)