

不規則断面水路における縦分散について

京都大学 防災研究所
大学院正員 村本 嘉雄
学生員 ○伊丹 正紀

1. まえがき

開水路流れの縦分散に関する従来の研究は、主に流下方向に一様な水路で、断面内の流速分布の影響、貯留効果、沈降性粒子の影響などに重点が置かれており、流下方向に断面形状が変化する場合の縦分散の特性については明らかにな、ていない。

本研究では、河川模型水路において塩水の縦分散の実験を行ない、濃度-時間曲線、秒流速度、分散係数に対する流れの流下方向変化の影響について考察するとともに、縦分散係数に関するこれまでの推定法の適用性について検討する。

2. 実験の概要

実験に用いた水路は、大戸川(滋賀県)下流部4 Kmの $1/100$ 模型(全長40 m)であって、図-1に平面図及び水路断面図を示す。

塩水の投入は、 $x=0$ において瞬間線源とし、濃度測定は、断面I, II, III, IV ($x=16, 20, 24, 28$ m)の水路中央部に電導度計を設置して行なった。実験条件は表-1に示す通りであって、各実験ケースで濃度測定を2~3回繰り返した。

3. 実験結果とその考察

図-2に流水断面積 A の流下方向(x)の変化を、図-3にはExp.3について主流速の横断方向(y)の分布を示したが、水路幅の変化及び蛇行の影響を受けているため x 方向、 y 方向ともに流況の変化が大きい。

Exp.1, 3 の場合の濃度-時間曲線を示すと図-4のようになる。 $f(t)$ は正規化された濃度である。これを見ると、Iの断面では、Gauss分布に近い形状を示しており、各測定断面はTaylor域にはいるものと思われる。なお全長にわたる平均水理量を用いて、 $L = 0.30 \frac{U L^2}{R U_*}$ よりTaylor域にはいる限界の長さを求めると、 $L \approx 15$ (m) となる。

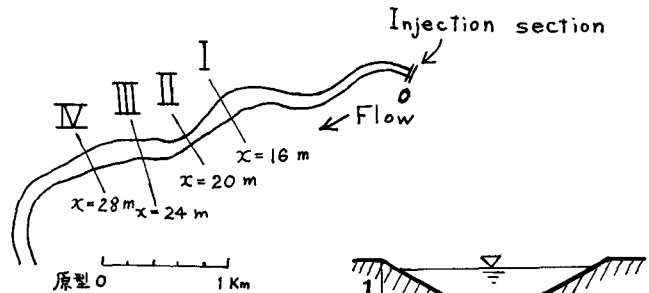


図-1 実験水路図

Exp.No.	Q (l/s)	U (cm/s)	U_* (cm/s)	R (cm)
Exp.1	5	41.87	2.92	1.93
Exp.2	10	54.62	3.59	2.84
Exp.3	15	64.98	3.92	3.55

表-1 実験条件

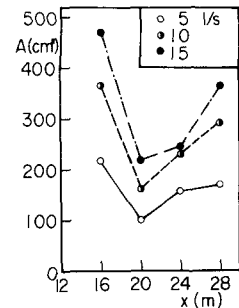


図-2 断面後の縦断変化

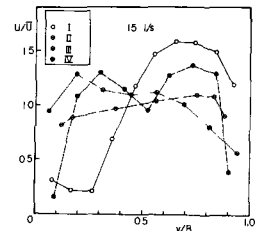
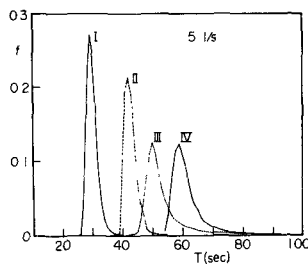
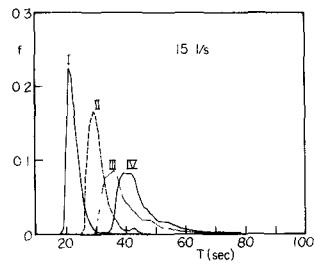


図-3 主流速の横断方向変化

図-5, 図-6に f の一次及び二次のモーメント $\bar{t}$, σ_t^2 の流下方向変化を示した。 $\bar{t}$ は各実験ケースとも直線に近似できるが, σ_t^2 は断面Ⅱ～Ⅲの間でその値が急激に増加している。これは, 断面Ⅱ→Ⅲが振幅部に相当し, はくり及び跳水現象が生じているため, 塩水の



Exp. 1 図-4 濃度時間曲線 Exp. 3



貯留が大きくなり, 図-4に示したように断面ⅢⅣで濃度-時間曲線が尾をひいている現象と対応している。 $\bar{t}$ より終流速度を求めると Exp. 1, 2, 3 についてそれぞれ 40.0, 45.1, 61.0 cm/sec となりこの値は流速分布より求めた平均流速より小さく, 貯留を伴う分散現象が顕著であることがわかる。

次に分散係数に関して断面ⅠとⅣに着目し, 図-6よりモーメント法により求めた実測の値 D_0 とつぎの2つの推定式による計算値 D_{C1} , D_{C2} とを比較した。

(1) 死水域モデルによる推定式⁽¹⁾

$$D_{C1} = \frac{1}{2} \frac{d\sigma_t^2}{dt} = \frac{1}{1+\varepsilon} (D_a + \frac{\varepsilon U_a^2}{K})$$

ただし

A_a は流水断面積 A の平均値, A_d は $|A - A_a|$ の平均値と

なり, B_d も水路幅について A_d と同様な方法で求めた。

(2) Time scale に基づく推定式⁽²⁾ $D_{C2} = 0.30 \frac{U^2}{R u_*}$

u は断面平均流速からの偏差, u_* は最大流速点と側岸との最大距離である。

各実験ケースについて D_0 , D_{C1} , D_{C2} の値を示すと表-2のようになる。死水域モデルによる推定値は Time scale によるそれより実測値に近いが, 20～50% の差がある。死水域のとり方及び定数 K の求め方に任意性があるので, この方法の適用性については, さらに濃度の横断分布を精製して検討する必要がある。

4. むすび

以上, 河川模型水路における縦分散の特性について検討を行なったが, 本実験の測定区間では, 水路幅変化部及び蛇行部の数が少なく, はくり, 跳水などの流れの局所性の影響が支配的と思われる。今後, さらに長区間にわたる不規則水路の平均的な縦分散の性状と, 跳水現象が縦分散に与える影響について検討したいと考える。(参考文献)

(1) 村本, 道上, 中川; 土木学会 第21回年講 第2部, 昭和41

(2) Fisher, H.B; Proc. ASCE, HY6, 1967

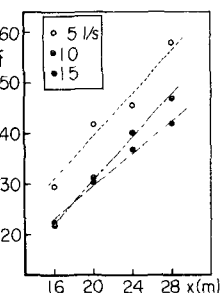


図-5 $\bar{t} - x$

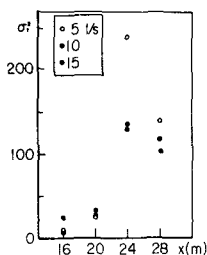


図-6 $\sigma_t^2 - x$

Exp. No.	$\frac{D_0}{U_* R}$	$\frac{D_{C1}}{U_* R}$	$\frac{D_{C2}}{U_* R}$
Exp. 1	1014	1283	1528
Exp. 2	316	642	2001
Exp. 3	817	1017	1352

表-2 分散係数