

移流分散機構の三次元的考察

京都大学工学部 正 員 岩佐 義朗
 京都大学大学院 学生員 ○細田 尚
 京都大学大学院 学生員 野口 好夫

1. はじめに； 開水路流れの移流分散機構は、流速場・濃度場の三次元性のパラメーターである形状比によって、その特性が変化すると考えられる。そこで、本研究では、形状比を3通りに変化させた分散実験より、濃度分布特性を検討する。

2. 実験の概要； 実験は、全長10m、幅10cm、こう配1/500の水路で行なった。トレーサーとしては、アルコールで比重1.0に調整した食塩水を用い、水路上流端より1.0mの地点で瞬間面源として投入した。濃度の測定は、導電率計を用い、Run 1は、水深方向・水路幅方向ともに、また、Run 2・Run 3は、水深の1/2の点で水路幅方向にのみ同時多点測定され、解析は、同一

		Run 1	Run 2	Run 3
Depth	h(cm)	5.02	3.12	2.05
Mean Velocity	$\bar{u}$ (cm/s)	44.05	32.18	27.44
Shear Velocity	u_* (cm/s)	2.21	1.94	1.69
Aspect Ratio	B/h	1.99	3.21	4.88
Fr. No.		0.63	0.58	0.61
Re. No.		19380	9560	4700

表-1 水理諸量

測点で数回行なわれたものより、2~3回平均したものをを用いた。

表-1に水理諸量を、図-1に水路の座標系を示した。

3. 実験結果とその考察； まず、水深方向、水路幅方向ともに多点測定されたRun 1を用いて、濃度分布特性を検討する。図-2(a),(b)に、濃度-時間曲線を示す。これをみると、Run 1のように形状比が小さいとき、水深方向にも、水路幅方向と同程度の濃度偏差がみられ、濃度の断面内混合において卓越した方向は存在しない。しかし、形状比が大きくなるにしたがい、水路幅方向の濃度偏差が、水深方向に比べて大きくなると考えられる。

次に、断面平均濃度-時間曲線

の特性を検討する。分布形

量として、主に、分散 σ^2 、ひずみ度 St 、

規格化濃度のピーク値 F_p を考え、比較のため、移流分散方程式、

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \bar{c}}{\partial x^2} \quad (1)$$

の、瞬間面源下における $\bar{c}$ の σ^2 、 St 、 F_p も示す。ここに、 $\bar{c}$ ；断面平均濃度、 $\bar{u}$ ；断面平均流速、 D ；移流分散係数。瞬間面源下の(1)式の解の σ^2 、 St は次のようになる。

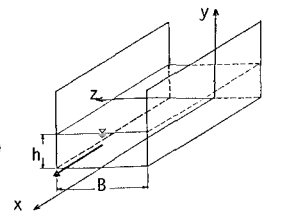


図-1 水路の座標系

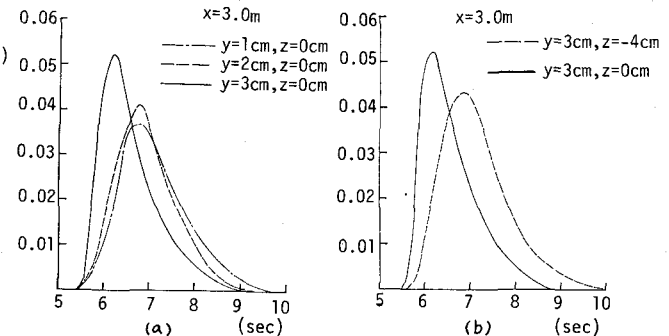


図-2 濃度-時間曲線

$$\sigma_t^2 = \frac{2D}{\bar{u}^3} x + \frac{8D^2}{\bar{u}^4} \doteq \frac{2D}{\bar{u}^3} x \quad (2)$$

$$St \doteq 3\sqrt{2} \sqrt{\frac{D}{\bar{u}x}} \quad (3)$$

また、規格化濃度のピーク値は、近似的に次式で表わせる。

$$F_p \doteq \frac{\bar{u}}{2\sqrt{\pi D t_p}} \quad (4)$$

となる。ここに、 t_p ；ピークの生起時刻。

まず、 σ_t^2 を無次元化した $u^4 \sigma_t^2 / D^2$ を無次元化距離 $\bar{u}x/D$ に対して示したのが図-3である。これには(2)式も示してある。Dはピークの減衰の方法⁽¹⁾によって求めたものを用いた。これをみると、無次元化距離の増加とともに、実験値は(2)式に漸近している。また、無次元化分散 $u^4 \sigma_t^2 / D^2$ の成長過程において、形状比による相違は明確でない。

次に、ひずみ度を $\bar{u}x/D$ に対して示したのが図-4である。これには(3)式も示してある。これをみると、 St はどの実験値も(3)式と大きく相違し大きな値をとっている。また、実験値は、形状比による相違が明確に表われ、形状比の大きなものほど大きなひずみ度をもち、よりひずんだ濃度分布をもつことがわかる。

規格化濃度のピーク値を無次元化した $D F_p / \bar{u}^2$ を、無次元化時間 $\bar{u}^2 t_p / D$ に対して示したのが図-5である。(4)式も示してあるが、実験値は、投入点近くでは(4)式と大きく相違するが、時間の増加とともに(4)式に漸近していくのがわかる。また、ピーク値には、形状比による相違はみられない。

$\bar{c}-t$ 曲線の重心 $\bar{t}$ と t_p の差を、 $\bar{u}x/D$ に対して示したのが図-6である。これをみると、重心よりピークの致達の方が早く、その差は、トレーサの流下とともに一定値に漸近するものと思われる。

4. おわりに； 以上、濃度分布特性について検討してきたが、今後、より大きな形状比での実験を行ない、特に投入点近傍の特性について調べて行きたい。

参考文献；(1) 岩佐 綾 藤田 細田 京大防災研究所年報第22号 B-2 (1979)

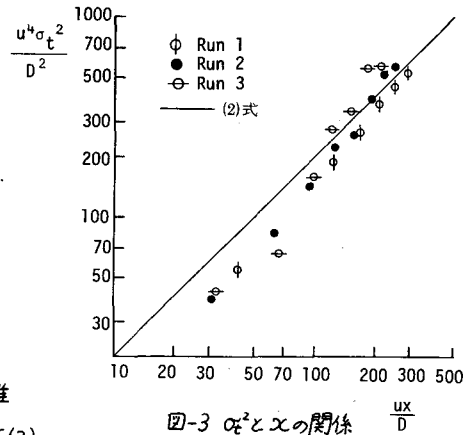


図-3 σ_t^2 と x の関係

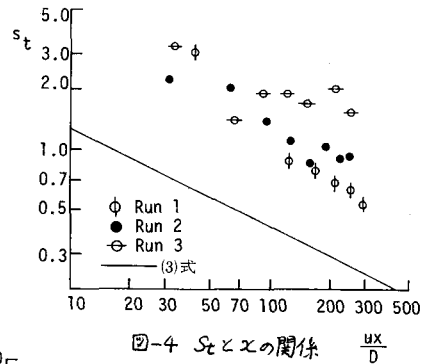


図-4 St と x の関係

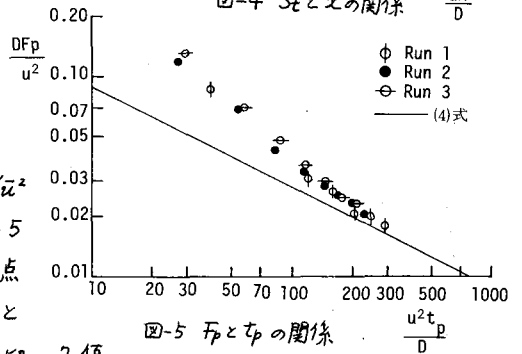


図-5 F_p と t_p の関係

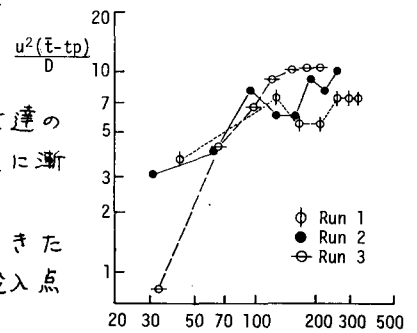


図-6 $(\bar{t}-t_p)$ と x の関係