

分散係数の測定法について

京都大学工学部 正 員 岩佐 義朗
 水資源開発公団 正 員 藤田 乾一
 京都大学大学院 学生員 森田 義則

1. はじめに：河川や水路における物質輸送特性を把握するために、実験水路におけるトレーサー実験や、河川に直接トレーサーを投入して野外観測を行ない、移流分散係数を算出することが広く行なわれている。本研究では、このようにして得られた観測資料から、移流分散係数を算出することによってのデータ処理の問題点について検討するとともに、種々の分散係数の算出法によって得られる分散係数値について検討を行なったものである。

2. 使用したデータおよび水理量：解析に使用したデータは、筆者らの実験値(DATA 1)および、Fischerの行なった実験値⁴⁾(DATA 2~5)であり、それぞれ Series 2400, 2600, 3100, 3400)である。主な水理量を表1に示す。

	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5
Discharge (cm ³ /s)	562				
Width (cm)	10.0	110	110	31.7- 38.7	19.1- 23.3
Depth (cm)	2.05	9.4	6.9	3.5	2.1
Mean velocity (cm/s)	27.44	21.2	26.9	44.4	46.1
Shear velocity (cm/s)	1.69	3.08	1.36	3.48	3.88
Froude No.	0.613	0.221	0.327	0.758	1.017
Reynolds No.	4703	17024	16489	13142	7837

表 1

す。いずれも直線の実験水路におけるものであり、流れは等流である。トレーサーとしては、すべて食塩水が用いられており、水路の上流部において、瞬間面源として投入されたトレーサーの分散過程を下流側の各断面で同時多点測定により、測定されている。

3. 測定値の断面代表性について：①断面内の濃度分布を各断面における各測点の濃度～時間曲線として、図1(a),(b)に示す。これらの図より、濃度分布の特性は、投入後時間が経過するとあまりかわらず、断面中央値は、断面内の最大濃度を示すことが多く、ピーク通過後、最小濃度を示すことかわる。

②断面内における濃度の偏差を示す指標として、次式で示される相対偏差 $\alpha = (C_{max} - C_{min}) / \bar{C}$ (4)

($\bar{C}$:断面平均濃度)で、図2に示す。 α の波形は、濃度

波形の前縁部で大きく、ピーク濃度付近で最小値を示し、その後、上昇し、しばらくの間、一定値を示すが、後端部でまた、大きな値を示すことになる。また、流下が進むにつれて、 α の値は全体的に小さくなり、また、後縁部の一定の領域が長くなる傾向にある。これらのことより、 α の大きくなる濃度波形の前縁、後縁部では、断面平均値としての、

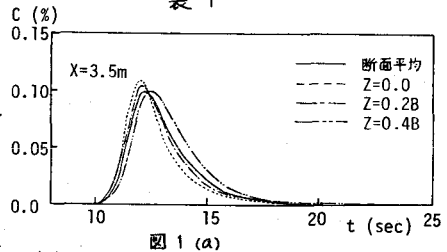


図 1 (a)

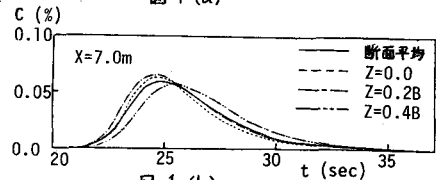


図 1 (b)

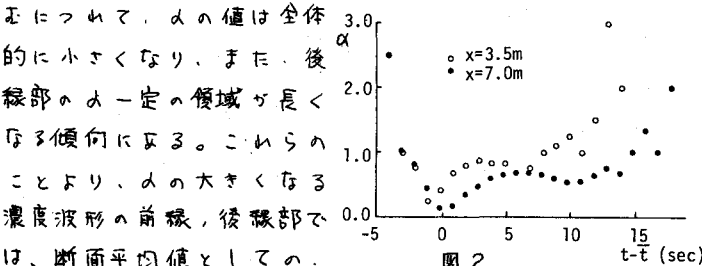


図 2

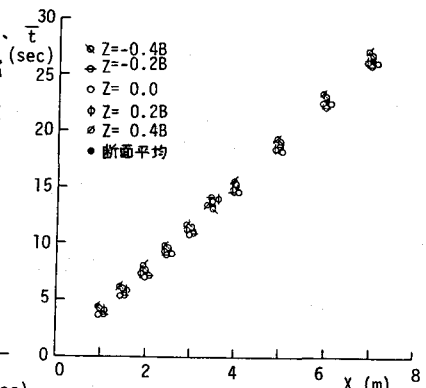


図 3

取り扱い、適切ではないと考えらる。

③各測点における平均到達時間 $\bar{t} = \int_0^\infty ct dt / \int_0^\infty c dt \dots (2)$ を (sec) 図3に示す。分散雲の平均到達時間は断面内の位置によって異なるが、 $\bar{t} \sim x$ の関係は線形であるといっておく、その勾配は、ほぼ同じであり断面平均流速で伝播しているとみてよい。

④各測点における濃度～時間曲線より得られる分散値

$\sigma^2 = \int_0^\infty c(t - \bar{t})^2 dt / \int_0^\infty c dt \dots (3)$ と距離の関係を図4に示す。この例では、各測点について直線をあてはめることも不可能ではないが、それぞれの測点における直線の勾配は、かなり異なることになる。しかし断面平均値の分散と中央測点の分散の成長率は、かなり一致していることがわかる。

⑤つぎに、各測点における規格化濃度 $F = C / \int_0^\infty c dt$ のピーク値 F_p とその生起時刻 t_p について、 $F_p \sim t_p$ の関係を示したものが図5である。この例では、 $t_p > 3$ ではほぼ直線関係にあることが示されている。断面平均値より求められる F_p と、中央測点の測定値より得られる F_p とを比較すると、値そのものは、断面平均値より得られるもののほうが大きい、その勾配はほぼ同一とみてよい。

4. 打ち切り値の影響！データ処理の際、ピーク濃度の数%以下の値も切り捨て、解析対象の濃度波形とすることが多いが、打ち切り値の0, 1, 2次モーメントに及ぼす影響を調べた。0次モーメントは、2%では打ち切りなしの場合に比較して、90~95%の値となり、1次モーメント(平均到達時間)はほとんどかわらず、 $\bar{t} \sim x$ の勾配は、打ち切り値の影響を受けないとみてよい。(図6) 2次モーメントについて、 $\sigma^2 \sim x$ の関係を見ると図7のようであり、打ち切りなしの場合は線形関係からいざらつきが大きいのに対し、1%程度の打ち切り値を用いることによってばらつきはなくなり、またその勾配もさほどかわらない。

5. 分散係数の算出！ルーチン法、モーメント法、および $F_p \sim t_p$ の関係²⁾ より分散係数を求めると、表2のようになり、分散係数は、算定法によってかなりばらつく。

6. おまじき！今後、より長い無次元時間を持つものについて検討し、上述の諸特性と無次元時間との関係で、明らかにしたい。

参考文献 1) Fischer, H. B.: Report No. KH-R-12, C.I.T., 1966.

2) 岩佐 隆 小門：防衛研究所年報 Z1号-B, 昭和53年4月

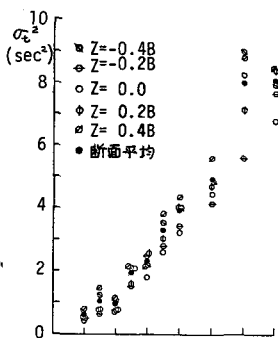


図4

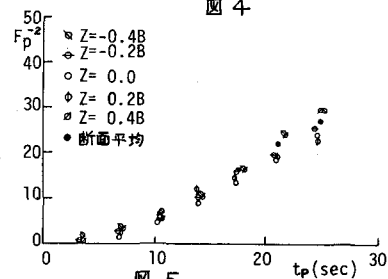


図5

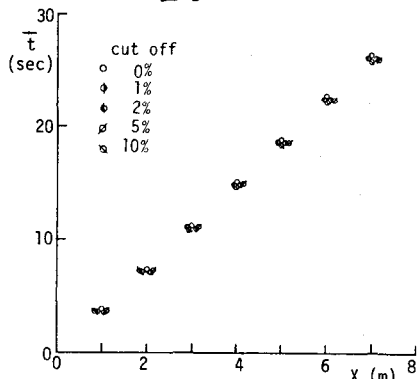


図6

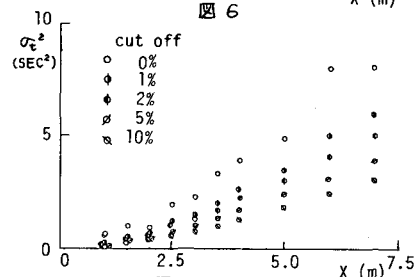


図7

	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5	Reference
Routing	45	430	95	2500	2000	Cut off 0
Change of	156.68	460.39	113.91	4110	2493.48	
Moment Method	117.08	433.89	97.12	4100	2414.97	1%
	98.14	426.15	91.36	3900	2321.75	2%
	72.31	379.53	79.48	3510	1776.85	5%
Peak to Time	90.56	462.04	106.07	5599	2567.06	

表2