

一様流中での沈降性粒子噴流

九州工大 ○(学) 緒方 仁伸

九州工大 (正) 藤崎 一裕

1. はじめに

水平一様流中に沈降性粒子を含む噴流を鉛直下方に噴出した現象について調べた。筆者らはこれまでにこの種の現象について検討し、粒子沈降の影響が少ない場合には、現象の解析に沈降性のない物質に関する一様流中への密度噴流の取り扱いが応用できることを示した¹⁾。今回はその延長として、室内実験により噴流の流下がさらに進んだ領域の現象を調べた。

2. 実験装置及び方法

実験装置は長さ5m、深さ1.5mの水槽を幅0.5mの点で仕切って水路を設けたもので、水深を1.35mとして水槽内の水を循環させ、一様流(4.05~4.5cm/s)の場を作った。使用した粒子は市販の標準砂をフルイで整粒したもので、その比重は2.65である。実験は、流速計と濁度計を用いて流速分布と粒子濃度分布を測定する方法で行った。実験条件の詳細は、表1に示されている。

表1 実験条件

RUN	U_0 (cm/s)	C_0 (%)	l_b (cm)	F_{dc}^2 ($\times 10^{-2}$)	$\bar{W}_0$	記号
1	4.70	1.28	9.10	8.70	0.31	♂
2	81.8	4.49	60.3	1.28	0.31	♂
3	39.9	1.61	10.7	6.10	0.31	♂
4	41.3	0.73	5.60	24.8	0.31	♂
5	25.0	1.61	4.30	22.2	0.31	♀
6	51.4	2.07	12.7	4.80	0.57	♀
7	21.4	0.42	1.13	267	0.57	△
8	90.6	1.06	11.3	10.5	0.82	△
9	99.9	1.13	13.3	8.40	0.82	△
10	19.5	4.89	50.7	5.49	0.37	△
11	18.3	5.23	38.9	6.63	0.34	△
12	14.9	8.42	65.1	3.75	0.36	△

3. 実験結果と考察

図1にプリュームの最大流速の軌跡、図2に最大濁度の軌跡を示す。横軸の $\bar{X}$ 軸は流下方向距離、縦軸の $\bar{Z}$ 軸は鉛直方向座標(下向きを正)である。図によると $\bar{X} > 7$ 程度では、粒子は沈降速度と横流れのみでその軌跡が決まり、ほぼ $\bar{X}$ 比例となる。図3に最大流速の減少を示す。粒子の沈降の影響が少ない場合、最大流速は $\bar{X}$ の-1/3乗で減少するが、図によると流下に伴い減少の割合が大きくなっている。図4に最大濁度の減少を示す。図によると、

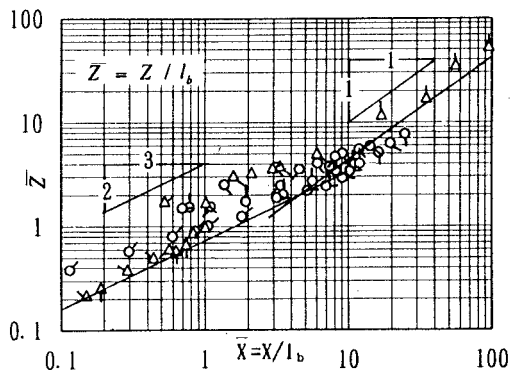
 U_0 : 噴出口流速 C_0 : 噴出口濁度 $\bar{W}_0$: 無次元沈降速度 $l_b = qg/U_0^3$ q : 噴出粒子量 U_0 : 一様流速 $F_{dc} = U_0 / \sqrt{(\rho_s - \rho_0) \rho_0 / C_0 g l_b}$ 

図1 放出水の経路

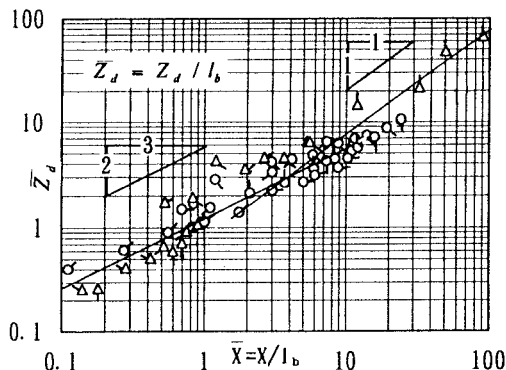


図2 放出粒子の経路

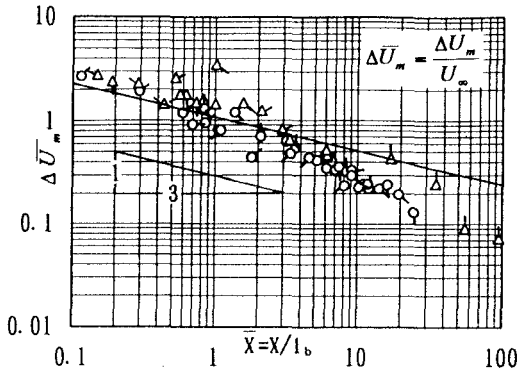


図3 軸上流速の減少

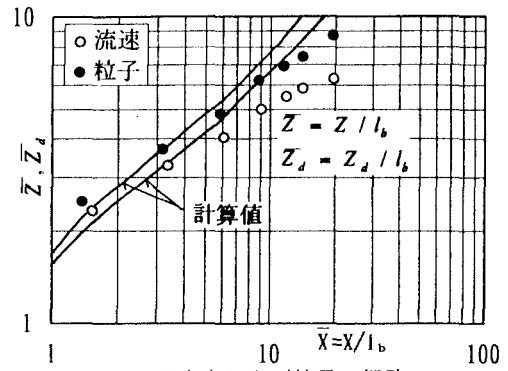


図6 放出水および粒子の経路

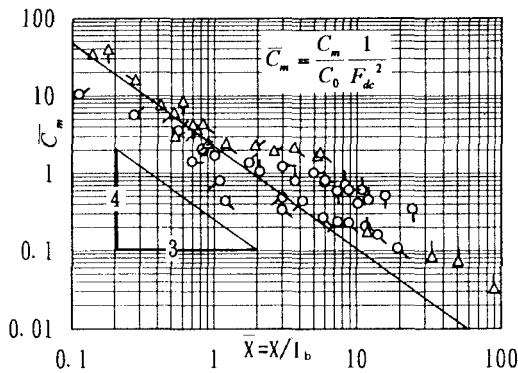


図4 軸上濃度の減少

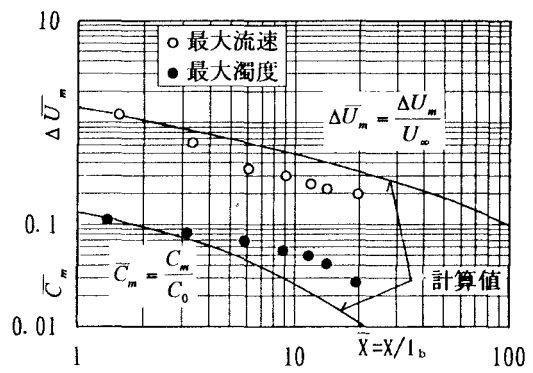


図7 軸上流速および濃度の減少

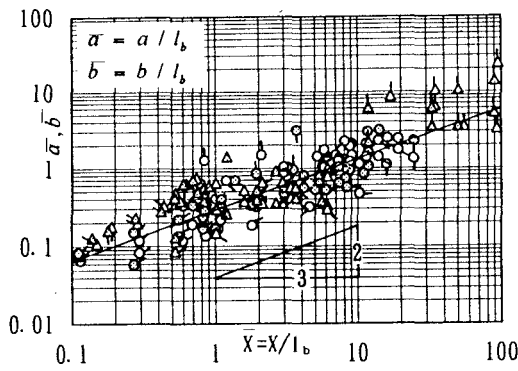


図5 噴流の広がり幅

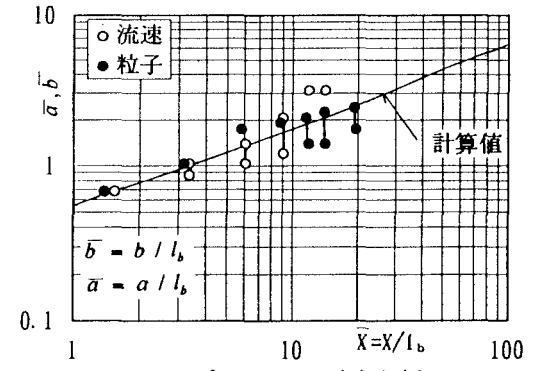


図8 プリュームの広がり幅

流下に伴い減少を表すグラフの傾きが $-4/3$ 乗より緩やかになっている。図5に広がり幅の推移を示す。粒子の沈降がない場合、広がり幅は $\bar{X}$ の $2/3$ 乗に比例するが、流下が進んだ領域でも現象の変化は少ない。以上の図から、軸上最大流速が徐々に減少して粒子の沈降速度とあまり変わらなくなったあたり($\Delta \bar{U}_m = \bar{W}_0$)でプリューム領域からsettling領域へ移り変わると考えると、図3からそのときの $\bar{X}$ の値は3~8である。それをもとに他のグラフを見てみると同様の傾向が出ていることがわかる。また図6から図8に理論解(解析方法は文献(1)参照)と実験結果(RUN4)を比較したものを示す。流下が進み粒子沈降の影響が大きくなると、理論解の実験値に対するずれは大きくなるが、ある程度は再現できているといえる。

終わりに本研究に協力された九州工業大学の寺下治記君に感謝する。

参考文献 1) 藤崎、緒方、栗谷：水工学論文集、代40巻(1996)、p625~630