

一様流中での沈降性粒子噴流

九州工大 (正) 藤崎 一裕
九州工大 (学) ○緒方 仁伸
九州共立大 (正) 栗谷 陽一

1. はじめに

水平一様流中に沈降性粒子噴流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, 2)}。今回はその延長として、室内実験によりブリュームの軌跡、広がり幅などについて、現象をより詳細に調べた。

2. 実験装置及び方法

実験は長さ5m、深さ1.5mの水槽内に幅0.5mの仕切板を入れて水槽内の水を循環させ、一様流の場を作った。水深は1.35m、一様流速は4.05cm/sとした。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、平均沈降速度は1.28cm/sである。実験は、流速計や濁度計を用いて、流速分布と粒子濃度分布を直接測定する方法と、水路正面及び上面から粒子群の広がり幅や軌跡を写真、ビデオ撮影により直接測定する方法の2つの方法で行った。実験条件の詳細は表1に示されている。

3. 実験結果と考察

図1に粒子ブリュームの濃度の広がり幅の中心の軌跡を示す。横軸のX軸は流下方向距離、縦軸のZ軸は鉛直方向座標(下向きを正)である。なお無次元化に用いた l_b は(1)式で与えられる。

q は噴出粒子量、 U_0 は一様流速である。沈降流速 $W_0=0$ のときには粒子の中心は X の2/3で降下することが知られているが、図1によると X の増大とともに、このべきよりも早く降下する傾向が認められる。図2、3にはそれぞれ水面及び側面から見たブリュームの濃度の広がり幅の増大の様子を示す。図2、3を比較すると、 B と w では大きな差は認められない。この種のブリュームの断面は円形ではなく、中央(上)部に低濃度部を有する分布を示す場合が多いが、側面からのビデオなどによる測定ではこのような断面の複雑な形状は検出されていない。

図4にはRUN9の場合の断面内の流速分布と濃度分布を示した。それぞれの断面の測定箇所は図1、2に示されている。これらの図によると、流下につれて渦対の作用により二つのブリュームに分岐していく様子がわかる。また、またブリュームの広がりについては、流速より濃度の方がやや大きい。図6、7はブリュームが2つのブリュームに分かれている状況を調べたもので片側のブリュームの大きさ(図6)、ブリュームの広がり角度(図7)を示す。今後は、このような現象について粒子濃度と流速の測定を詳細に行い、より現象の細部に立ち入った考察を進める予定である。

$$l_b = q g / U_0^3 \quad (1)$$

表1. 実験条件

RUN	U_0 (cm/s)	C_0 (%)	l_b (cm)	F_{dc} ($\times 10^{-2}$)	記号
1	44.1	2.13	59.8	8.90	●
2	17.7	5.30	62.2	5.50	○
3	20.0	1.70	22.7	16.0	▲
4	36.3	0.94	21.9	22.0	△
5	21.8	1.30	18.6	20.5	●
6	22.0	4.90	70.6	5.40	○
7	48.6	2.10	64.8	8.60	▲
8	32.6	5.40	113	4.10	△
9	26.2	2.60	44.2	9.40	⊙
10	3.78	2.90	9.10	20.0	◇
11	15.5	0.51	5.30	61.0	▲
12	15.7	1.18	12.4	26.4	●
13	14.2	0.63	6.04	51.6	○
14	14.1	0.45	4.28	72.6	▲
15	14.4	0.07	0.68	461	△
16	45.5	1.65	47.8	11.3	●
17	44.5	0.38	10.8	49.8	○
18	44.5	0.42	11.9	45.0	●
19	44.6	0.21	5.96	90.0	◇

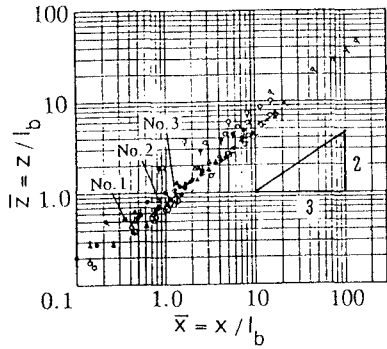


図1 粒子群の軌跡

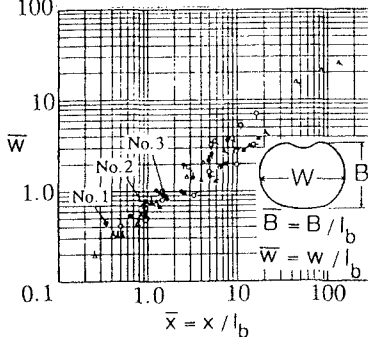


図2 粒子の広がり幅 (上面から)

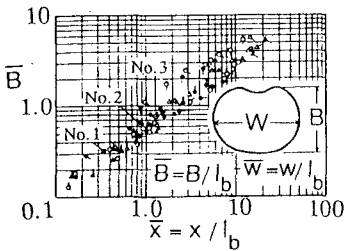


図3 粒子の広がり幅 (側面から)

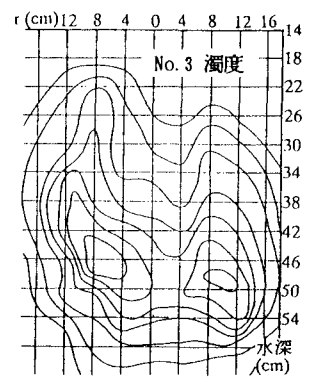
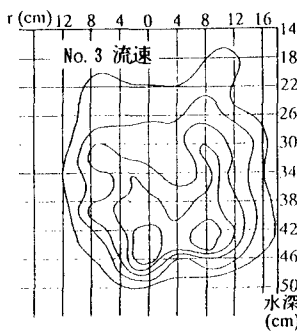
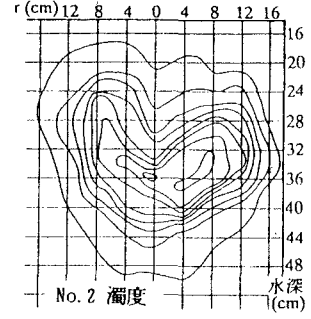
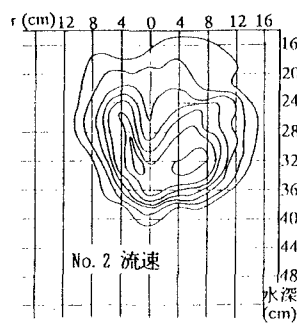
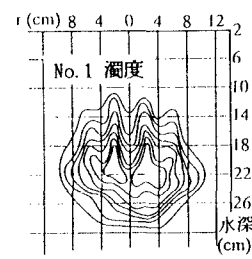
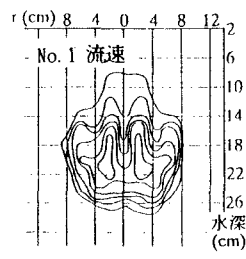


図4 ブリューム断面内の流速及び濁度分布

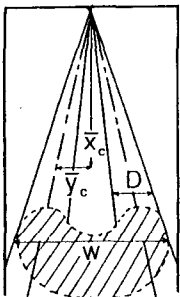


図5 座標系

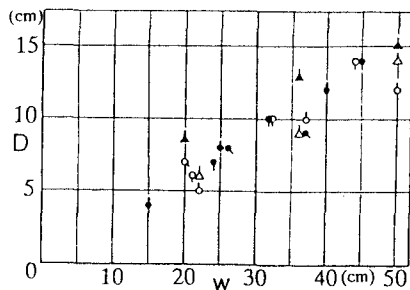


図6 渦対の大きさ

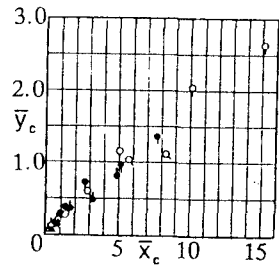


図7 ブリュームの広がり角度

終りに本研究に協力された九州工業大学4年次生の下田憲治君に感謝する。

参考文献 1) 伊藤、藤崎、栗谷:49回年講、1994、p.436-437、2) 藤崎、緒方、栗谷:水工論文集、1996