

II - 7

固液混相流の流動観測

八戸工業大学 学生会員 ○明堂 健 細越 英憲 正会員 佐々木 幹夫

1. 研究の目的

本研究は、固液混相流の流動観測を行い、固体粒子の回転状態を観測する事を目的としている。流雪構内において、雪混じりの流れに関する研究のひとつとして、雪塊の代わりに固体粒子（ポリスチレン）を用いて実験を行い、夏季でも実験できることから固体粒子にはポリスチレン粒子を用いて行った。

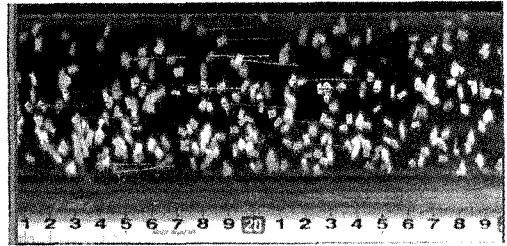
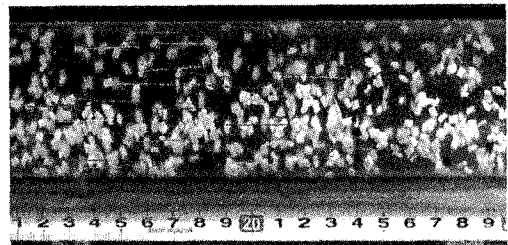
2. 実験条件

本研究では、管内に水と固体粒子を同時に流した。管に対して水平方向からハイスピードカメラで固体粒子の動きを観測した。実験条件は、管内 $d=49.7\text{mm}$ の円管を使い、固体粒子比重 $s=1.06$ 、固体粒子体積 $v=6\text{mm}^3$ 、水温 9°C で実験を行った。濃度2.5%の流速 0.6m/s 、 1.0m/s 、 1.5m/s 、 2.0m/s 、 2.5m/s までの5ケースと、濃度5.0%流速 $0.6\sim 2.5\text{m/s}$ の5ケース、計10ケース行な

った。中でも特徴のあるケースの、画像解析を行った。

3. 観測結果及び考察

図1は、20個の固体粒子、濃度2.5%の軌跡を追った図である。図2は、20個の固体粒子、濃度5%の軌跡を追った図である。中央部は軌跡が長いので流速が速いと言える。また、軌跡は、粒子を0.032秒毎に80回追尾し、プロットしたものである。

図1 Case7 $v=2.0\text{m/s}$, $cv=2.5\%$ 2500 コマ図2 case8 $v=2.0\text{m/s}$, $cv=5\%$ 2500 コマ

(1) 固体粒子速度変化

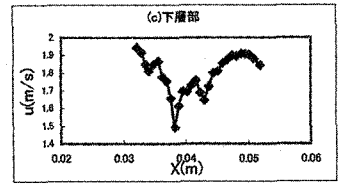
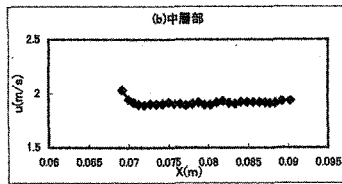
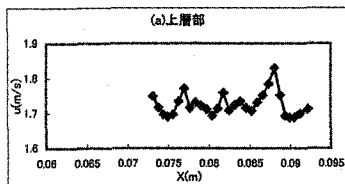
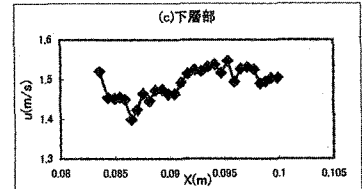
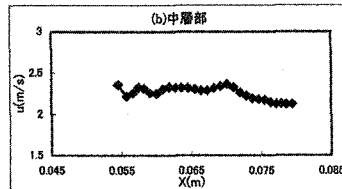
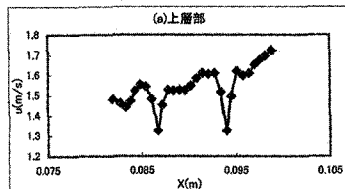
①case7 1.968m/s 2.5%②case8 1.968m/s 5%

図1、図2を参照に①、②の流速が分かる。①の中層部の粒子は、流速変動が少ない事が言える。上層部、下層部の粒子は、壁面摩擦抵抗を受けているため変動が大きいと言える。②も同様に中層部の粒子は変動が少ない事がわかる。上層部、下層部の粒子は、壁面摩擦抵抗を受けているため変動が大きいと言える。また、表1は、粒子濃度が高いほど差圧が低くなると言える。

流量(L/s)	流速(m/s)	粒子濃度(%)	差圧(1m間)
3.77	2.00	0.00%	0.79
3.77	2.00	0.25%	0.78
3.77	2.00	0.50%	0.76

表1 case7,8 差圧表

(2) 管内固体粒子速度分布

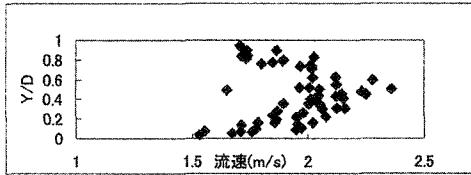


図 3 case7 2.0m/s 2.5% の速度分布

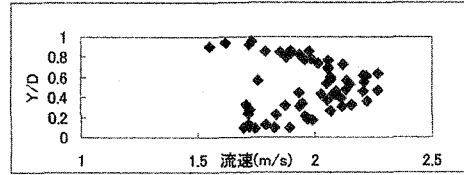


図 4 case8 2.0m/s 5% の速度分布

図3、4は、case7,8 の固体粒子の平均速度結果を表したものである。粒子速度は管の中央部が速く、中央部から徐々に離れて行けば、粒子速度が遅くなっていることがグラフからわかる。これは水に粘性があるために壁面摩擦が起こり、壁面に近い粒子が遅くなっていると言える。また、稀に中央部でも粒子速度が遅い部分がある。これは、管の手前の壁面摩擦を受けたものだと分かる。

(3) 粒子の回転角度の測定

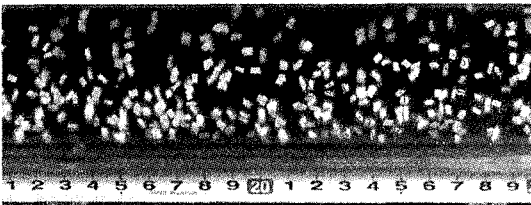


図 5 case7-1

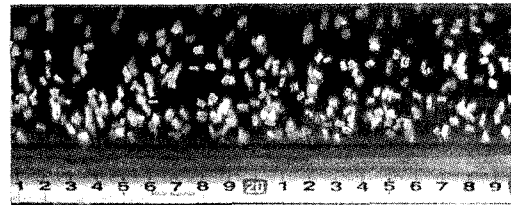


図 6 case7-2

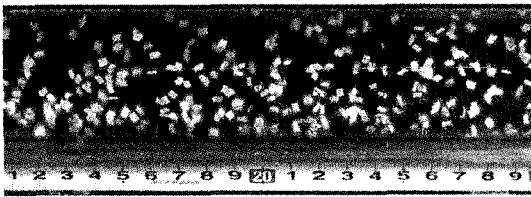


図 7 case7-3

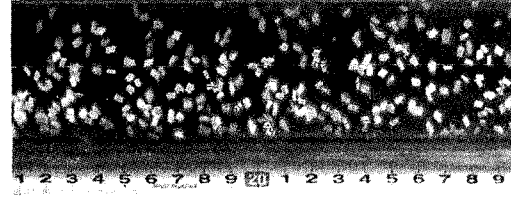


図 8 case7-4

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
角度	200	0	-100	0	30	-10	-10	-20	20	-5	0	-30	0	100	30	10	0	5	0	5

表2 回転角度表

図5～図8はcase7を0.008秒毎に撮影した図である。表2は計20の粒子を追った回転角度表である。管の側面から見て縦方向の回転のみを測定した。反時計回り方向を+、時計回り方向を-と仮定し、回転角度を測定した。表2は固体粒子1～20を図5～図8までの0.032秒間解析した結果の回転角度である。表3は、X軸を回転角度とし、Y軸を粒子の座標値(Y)/管径(D)として、管における回転角度を分布にして表したものである。

結果としては、表3からわかるように管における回転角度には、規則性がなく角度回転は、Y/Dに関係がないことがわかった。

7. 結論

- (1) 管の中心に近い程、壁面摩擦が小さくなるため、粒子の変動にばらつきがなくなり安定することがわかった。
- (2) 速度分布より、管の中層部の中心は壁面摩擦が小さいので、上層部、下層部に比べ、流速は速くなる事がわかった。
- (3) 粒子の回転角度は、管の各層に関係がなく、粒子の回転角度にばらつきがみられる事がわかった。

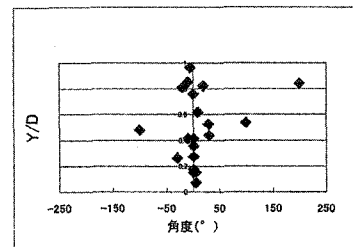


表3 回転角度分布表