

II-17 雪水二相流の固体粒子速度の観測

八戸工業大学 正会員 川島 俊夫 佐々木幹夫
 ○高島 幸典
 東北大学工学部 正会員 高橋 弘

1. はじめに

本研究は真横からと真上からのビデオ撮影により、固液混相流内の固体粒子運動を2次的に観測し、その流動特性を明らかにしようとするものである。本研究では雪の代わりにポリスチレン粒子を用いて、固体粒子速度の観測をしている。これは、雪を用いた実験では、固体の識別が困難であり、そのために、精度の良いデータ取得が期待できないことによるもので、ポリスチレン粒子を用いることにより、高精度の固体粒子速度が容易に得られる。スラリーポンプを始めの方に設置すると雪塊は小さく破碎され、雪水二相流はポリスチレン粒子の固液混相流と似た挙動を示す。

2. 観測方法

本実験は1991年 8月26～28日、東北大学工学部資源工学科にて行った。Fig. 1に固体粒子速度の観測方法を示した。管内の混相流を従来のように横からビデオ撮影する際に、ウォータージャケットの上部に鏡を45°傾けて取り付け、真上からの画像がカメラの上半分に入るようにした。これにより、同時に水平と鉛直の両方向からの固体粒子速度の測定が可能となった。他の実験装置およびデータ処理方法は昨年までと同じなので省略する。

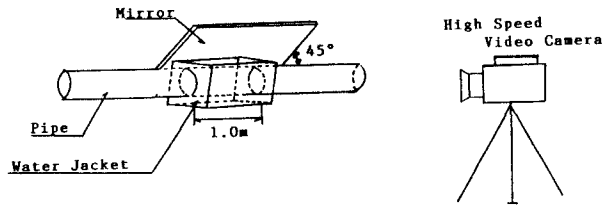


Fig. 1 固体粒子速度の観測方法

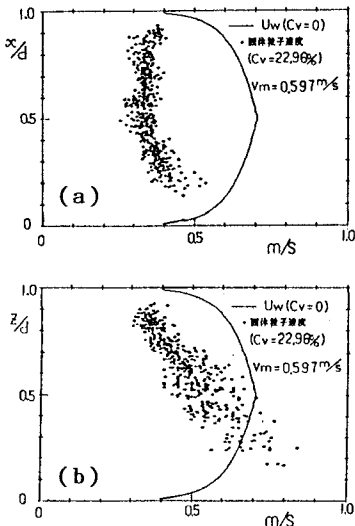


Fig. 2 固体粒子速度（低速域）
 (a) 鉛直分布 (b) 水平分布

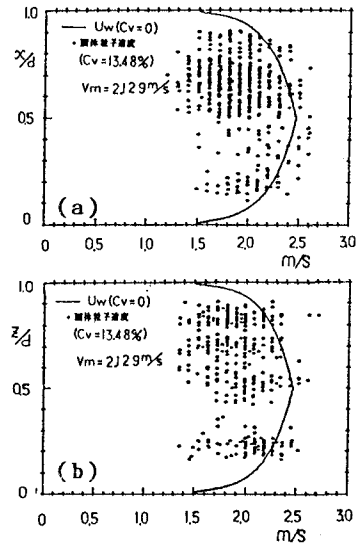


Fig. 3 固体粒子速度（高速域）
 (a) 鉛直分布 (b) 水平分布

Fig. 2, 3は前述2.で述べた観測方法により得られた固体粒子の速度分布で、下側(b)が従来と同じ横からの撮影によるもので鉛直分布を示し、上側(a)図は今回新たに得られた管内固体粒子の水平分布である。図の縦軸の x, z は管の中心を通る水平および鉛直座標であり、 d は管径である。Fig. 2は低速域、Fig. 3は高速域の代表的な速度分布を示している。図の実線は清流時の水粒子速度(滑面乱流)を示したもので、Fig. 2より低速域では浮遊粒子の集積により、速度分布形が大きく変形することがわかる。Fig. 3より高速域になると鉛直分布も水平分布も同じであるが、固体粒子速度は水粒子速度よりも遅くっており、このスリップ速度が固体粒子を管全体に広がらせている原因と考えられる。低速域(Fig. 2)になると水平分布はほぼ様な分布となるが(Fig. 2(a))、鉛直方向の速度分布を見ると(Fig. 2(b))、上層ほど浮遊集積層のため欠速度が大きくなっている。しかし、Fig. 2(a)より管内の流れは水平方向にはほぼ様な流れとなっていることがわかる。

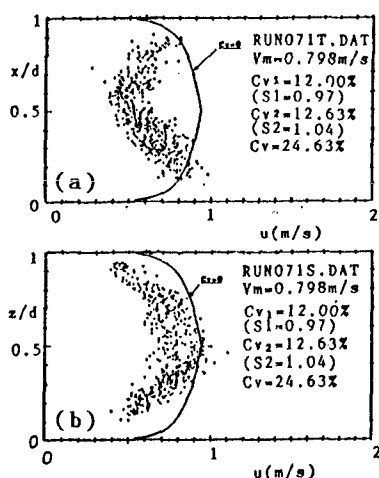


Fig. 4 比重の異なる粒子群の固体粒子速度
(低速域) (a) 水平分布 (b) 鉛直分布

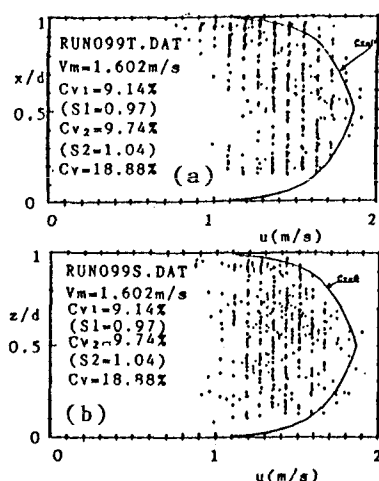


Fig. 5 比重の異なる粒子群の固体粒子速度
(高速域) (a) 水平分布 (b) 鉛直分布

Fig. 4, 5は固体粒子速度を測定した結果で、Fig. 4は低速域、Fig. 5は高速域の流動現象である。Fig. 4および5の上段が管の上から捕らえた固体粒子速度で、下段の図が横からビデオ撮影により得られた速度である。Fig. 4(b)の鉛直分布より、水より軽い粒子は上層に浮遊集積し、重い粒子は低層に沈降集積するために、上下両端で速度が大きく落ちており、これが低速域でエネルギー損失を増大させる要因となっている。Fig. 4(a)の水平分布をみると中央部が大きく欠速しており、(b)図上端の速度に対応していることがわかる。平均流速が大きくなると上下両端への集積がなくなり、管断面全体へ粒子が広がり流下していく。Fig. 5より、低速域でみられるような速度分布の歪みはなくなる。全般的に、水流の速度よりは低めになるが、それに近い分布形となる。高速域になると水流のエネルギー損失と同じ程度になるのはこのような速度分布形となっているためと考えられる。

4. 結論

固体粒子運動の2次元的な観測を行い、低速域から高速域にかけての管内の固体粒子速度の鉛直および水平分布を明らかにすることができた。

本研究は文部省科学研究費補助金(重点領域研究(2))、課題番号03201137、代表佐々木幹夫)により行われたものである。