

固液混相流固体粒子速度の観測

八戸工業大学 学生員○氏家 英樹 笠原 信也
正会員 川島 俊夫 佐々木幹夫
東北大学工学部 正会員 高橋 弘

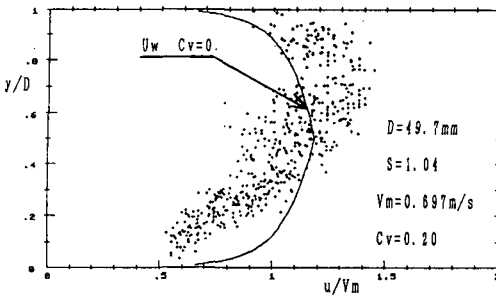
1. 研究の目的

流雪溝による除排雪システムに関する研究の一環として、円管内雪水二相流の流動観測を行った。本研究では管径49.7mmと比重 $S=1.04$ のポリスチレン粒子を用いて実験を行った。これまでも比重1以下のポリスチレン粒子を用いて同様の実験を行ってきたが、水平分布は上方向からの観測のみだった。本来は比重1以下のポリスチレン粒子の下部管壁面の摩擦の影響について観測する予定であったが実験装置の関係上、鏡を下部に取り付けることが困難である。そこで $S > 1$ と $S < 1$ の流動現象は上下反対ではあるが、同じ特性を持っていると定義した。この定義がはたして正しいと言えるかを今回明らかにする。鏡を上部に取り付け比重1以上にすることによって比重1以下の下部管壁面の摩擦の影響と同様の結果が得ることができる。この実験は、 $S=1.04$ の粒子を用いて、水平、鉛直方向から見た場合の速度分布特性を明らかにすることを目的とする。

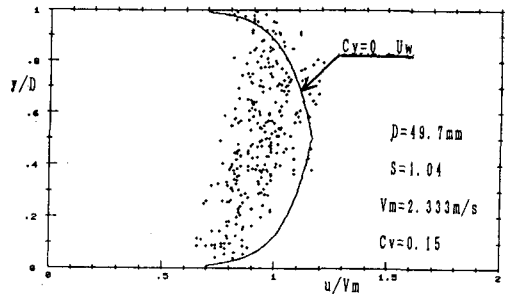
2. 観測方法

本実験は93年11月29日、東北大学工学部資源工学科にて行った。実験装置および方法はこれまでと同じなので省略する。ただし、実験装置において本年度は供試管の内径が49.7mmで使用した粒子の比重は $S=1.04$ である。

3. 混相流の固体粒子速度の観測結果

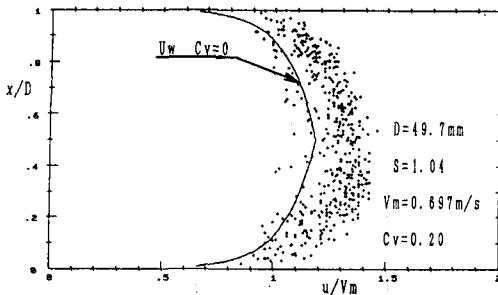


(a) 低速域

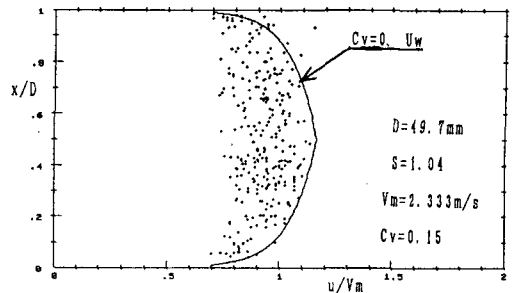


(b) 高速域

Fig. 1 固体粒子速度の鉛直分布



(a) 低速域

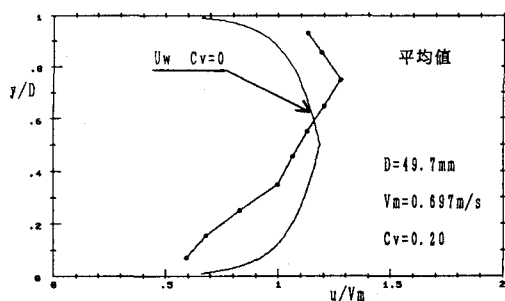


(b) 高速域

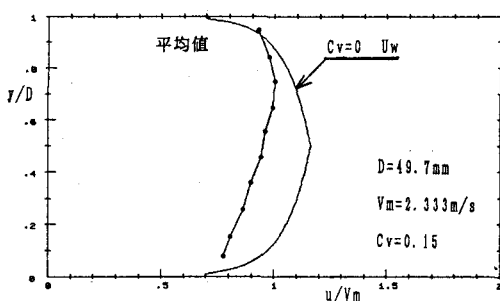
Fig. 2 固体粒子速度の水平分布

Fig. 1, 2 は固体粒子速度を測定した結果をグラフによって表したものである。Fig. 1 は管を横から見た場合の低速域と高速域、Fig. 2 は管を上から見た場合の低速域と高速域の速度分布図である。Fig. 1(a)は流速が遅いため下部層に粒子が沈降集積して流速の欠損が大きくなっていることがわかる。Fig. 1(b)の高速域では低速域で見られるような下部層への沈降集積層が少なくなり、粒子は断面全体に広がりを見せているがまだ少し上層部が下層部より速くなっていることがわかる。全体的に粒子速度は清水流の滑面乱流よりも低めになっているが、低速域と比べるとそれに近い分布になっている。高流速でのエネルギー損失が、清水流だけの場合と同じ程度になるのは、このような速度分布になってきているためである。Fig. 2(a)で、両サイドの値が管中心より遅くなっている。これは円筒形の管を真上から見たので、中央から離れるにしたがって下層の粒子群を見ていることになり、中央の上層部よりも移動の遅い粒子群を捕らえているためである。Fig. 2(b)から、高速域の粒子速度はどの位置でもほぼ一定であり、粒子が拡散していることがわかる。

Fig. 3, 4 はFig. 1, 2 の管径を十分割し平均化した点を実線で繋いだものである。Fig. 3(a)において上層部の粒子速度が清水流の滑面乱流より大きくなっている。これは前述のように、下層部での沈降集積が著しく上層部の固体粒子が高速化されているためである。この高速化はFig. 4(a)の平均値が清水流の滑面乱流より大きくなっていることからわかる。Fig. 3(b)は、これまでは流速2.0m/s以上では管中心に対称な分布が形成されていたが、今回はまだ沈降集積の傾向がみられる。この理由として比重がこれまでより重いため、速度を増せば均等なグラフになると考えられる。Fig. 4(b)は平均値が直線に近づいていることから両サイドと中心部の速度差がなくなっていることがわかる。以下のことから $S < 1$ の時、鉛直分布は上下反対になり、水平分布が同じになることがわかった。

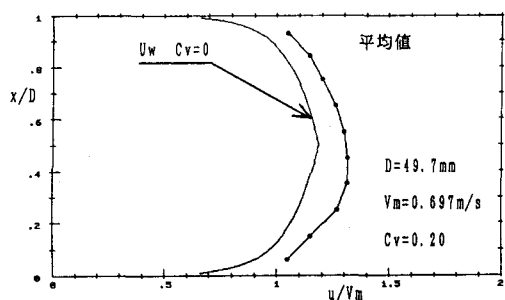


(a) 低速域

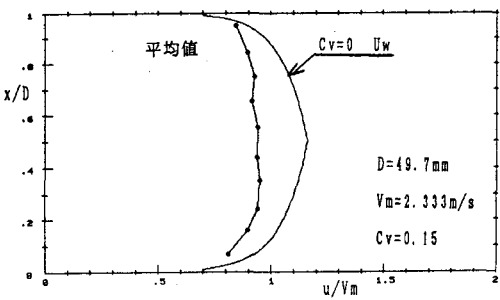


(b) 高速域

Fig. 3 固体粒子速度の鉛直分布の平均図



(a) 低速域



(b) 高速域

Fig. 4 固体粒子速度の水平分布の平均図

4. 結論

以上により、固体粒子速度の管内断面分布を観測した。比重が1より小さい固体混じり流れの速度分布とほぼ同様の傾向が見られたが、 $S = 1.04$ の場合には流速が2.0m/s付近ではまだ沈降の影響がみられた。