

II - 8

鉛直管内の固液混相流の流動特性

八戸工業大学 学生員○鈴木 善仁 加納 義之
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、固液混相流鉛直管内の流動観測を昨年に引き続き行った。本研究では管径49.7mmと昨年は比重 $S=0.96, 1.04$ の固体粒子（ポリスチレン）を用いたのに対して、本年度は比重 $S=0.94, 1.06$ を用いて固体粒子特性値、固体粒子速度分布を明らかにする。比重が1に近い固体を用いているのは、比重1.06の粒子は雪塊に砂塵が混じった場合比重0.94は湿潤状態の雪塊比重に対応させているからである。一昨年までは水平管を用いて実験を行っていたが、輸送管は必ずしも水平な場所にはないので、今回の実験は鉛直管を用いてどのような流動現象の違いがあるかを昨年の結果で不明だった流動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94年 8月28～31日に東北大学工学部資源工学科にて行った。実験装置は管径49.7mmの鉛直管を使用し、上昇流・下降流の観測を行った。使用した粒子の比重は $S=0.94, 1.06$ の2種類である。方法および装置はこれまでと同じなので省略する。

3. 結果

3. 1 混相流の特性値

Fig. 1, 2 は、縦軸に管壁面摩擦係数 f 、横軸にレイノルズ数 $Re (= VmD/\nu_w, Vm=平均流速, D=管径, \nu_w=水の動粘性係数)$ を取り、94年の実験結果の下降流は◇、上昇流は△、また、95年の下降流は○、上昇流は□で示されている。

Fig. 1 は、水より軽い粒子（94年は $S=0.96$ ・95年は $S=0.94$ ）の場合の f を示したものである。下降流（◇、○印）では粒子が水より軽いため f が清水流（ $Cv=0$ ）よりも大きくなり、上昇流では清水流より小さい値となる傾向が見られる。また、 Re が大きくなるにつれて清水流に近い値になっていく傾向も見られる。これらの傾向は昨年と同じだが、今年は昨年より顕著に表れている。

Fig. 2 は、水より重い粒子（94年は $S=1.04$ ・95年は $S=1.06$ ）の場合の f を示したものである。本来ならば、上昇流では f_w より大きい f が出てても良いことになる。しかし、今回の実験でも昨年同様、そのような現象は見られなかった。むしろ比重の大きな粒子を使用した今年の実験の方が、昨年の実験結果よりも、 f_w より小さい f が多く現れていることが Fig. 2 より

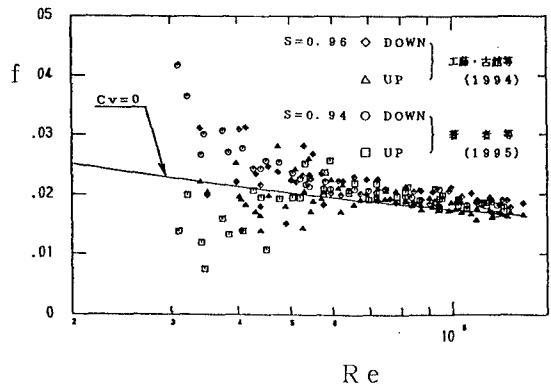


Fig. 1 管壁面摩擦係数 f と Re (比重が1より小)

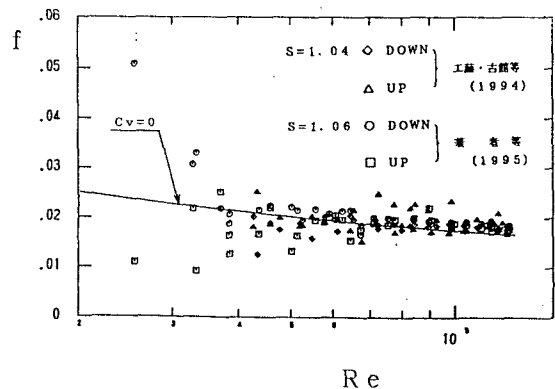


Fig. 2 管壁面摩擦係数 f と Re (比重が1より大)

り明らかである。このような現象の原因としては、管内に粒子が適度に散らばっているため、渦粘性の乱れを抑制しているからだと考える。

また、Fig. 1, 2から共通していえることは、 Re が大きくなるにつれて f_w に近い値となっていく傾向があることであり、昨年より顕著に表れている。その他に、 Re が小さくなるにつれて、下降流は f が大きくなり、上昇流は f が小さくなっていくともいえる。

3. 2 混相流の固体粒子速度

Fig. 3, 4は一例として、水より重い粒子の固体粒子速度の測定結果を示したものであり、平均値 U_{sm} は管断面を10分割したときのそれぞれの分割断面内における平均値であり、 U_w は清水流の値である。Fig. 3は、平均流速0.849m/sの低速域の下降流を示したもので、Fig. 4は、平均流速2.431m/sの高速域の下降流を示したものである。

水平管の場合は、流速が速ければ清水流に近い分布形を示し平均流速より大きくなり、流速が速くなれば $u/V_m=0.9$ 付近で直線に近い分布形を示す。一方、鉛直管の場合は、流速が速ければ清水流に近い分布形を示すが、 $u/V_m=0.9$ 付近で直線に近い分布形を示すことはなかった。

3. 3 混相流のスリップ速度

Fig. 5は、横軸に平均流速 V_m 、縦軸にスリップ速度 $U_d=U_{wm}-U_{sm}$ を取り、水より軽い粒子($S=0.94$)下降流は○印、上昇流は□印で、水より重い粒子($S=1.06$)下降流は△印、上昇流は◇印で示したものである。ここに、 U_{wm} および U_{sm} は管断面全体にわたる平均値である。Fig. 5から、比重だけで比較すると、水より軽い $S=0.94$ 粒子の方は平均流速 V_m が速くなるにつれて水粒子より固体粒子の方が速い現象から水粒子の方が速い現象に移行している。また、水より重い $S=1.06$ 粒子の方は $U_d=0$ の線付近に集まっていることがわかる。

4. 結論

昨年に引き続き、固液混相鉛直流を観測した結果、①高速域ではエネルギー損失が比重および上昇流・下降流に関係なく清水流に近い値となり、②スリップ速度では水粒子よりも固体粒子の方が速い現象が見られた。

参考文献 工藤、古館等：固液混相鉛直流の観測，東北支部技術研究発表会講演概要，pp60-61, 1995

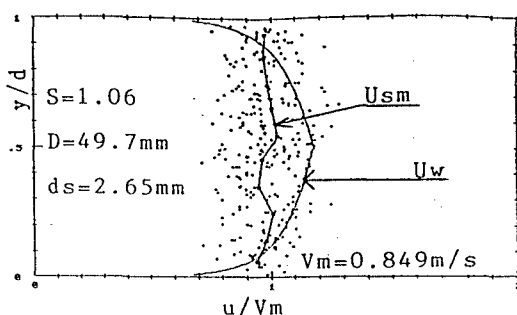


Fig. 3 低速域（下降流）の固体粒子速度

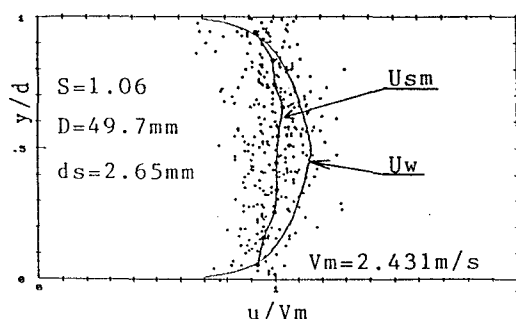


Fig. 4 高速域（下降流）の固体粒子速度

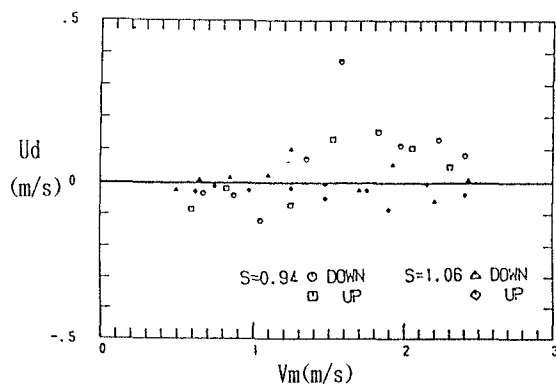


Fig. 5 スリップ速度