

II-253

管内雪水二相流の観測

八戸工業大学 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. はじめに

本研究は管内固液二相流の流動観測により、固体の体積濃度と混相流のエネルギー損失量との関係を明らかにすることを目的としている。実験は雪塊による流動実験を行っているが、高精度の観測をするためにポリスチレン粒子を用いて実験を補充している。

2. 観測方法

混合槽中の固体粒子はポンプにより供試管に送られ、圧力変動の測定、ビデオ撮影による固体粒子速度の測定が行われた後、再び混合槽に戻るようになっている。ビデオ撮影はウォータージャケット内の流れをとらえている。

3. 雪水二相流の流動観測

Fig. 1は雪塊の流送実験によって得られた結果を示したもので、縦軸の i' は摩擦損失水頭を水の水頭で表したもので、横軸 Fr^2 は $Fr^2 = v^2 d^2 / g d$ で定義される修正フルード数である。図の C_v は容積濃度で、吐出体積濃度を C_v としている。雪塊の比重 S が0.4程度（投雪前の平均比重 $S=0.418$ ）のものを管内で流送して、吐出時の密度を測定したら湿潤状態の比重として0.827（平均値）が得られたので、実験はこの値を用いて整理されている。Fig. 1より i' と Fr^2 は比例関係にあるように見えるが、その傾きは $f/2$ 、ここに f は壁面摩擦係数である。今回の実験では C_v が5%前後の場合が多かったが実験値は上限と下限がある範囲の中におさまっているようにみえる。 C_v の変化によって、エネルギー損失がどのように変化するかをみるためポリスチレン粒子（相当粒径 $d_s=3.22\text{mm}$ 、 $S=0.96$ ）による実験を行ってみた。Fig. 2はその結果である。図の○印が最も高い濃度の場合であるが、図より明らかなように C_v が大きい程 i' も大きくなることがわかる。Fig. 3は同様に管径を変えて行ってみるもので、傾向は同じである。

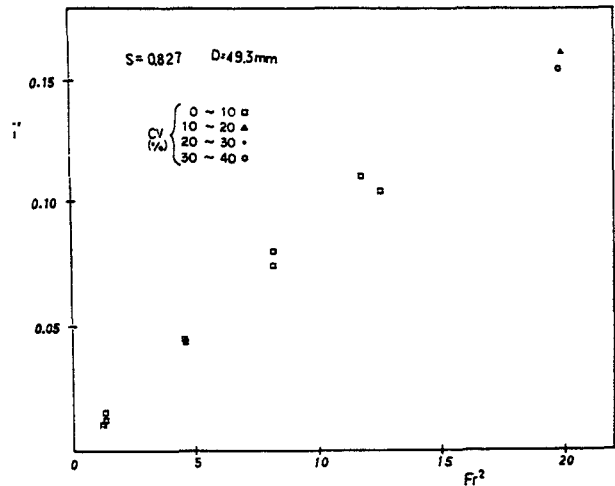


Fig. 1 雪水二相流のエネルギー損失

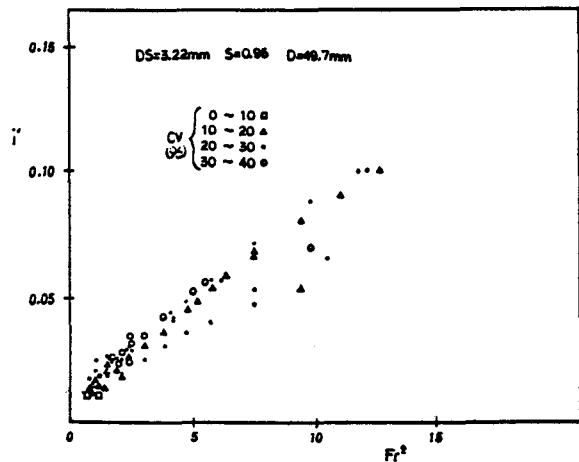
Fig. 2 C_v とエネルギー損失

Fig. 4は f と Re の関係を $C_v=10\%$ と 25% の場合について示したもので、高速域では清水時（ $C_v=0$ ）に近く、 C_v の影響はないが、低速域になると C_v が大きくなるほど f が大きくなり、エネルギー損失量が大きくなっていることがわかる。高速域で C_v による影響がほとんどみられないのは、固体粒子が断面全体に広がり流下しており、速度分布形は変化しないからである（図示省略）。低速域では、比重 S が1より小さい場合には上層（ $S>1$ なる場合は下層）に浮遊（沈降）集積層が形成されるため、水粒子速度とのスリップ速度が上層で大きくなり、速度分布形は大きく変形する。Fig. 5は固体粒子速度の測定例であり、Fig. 6は断面を10分割してその中の固体粒子速度の平均値を示したもので、 $C_v=0$ は清水時の滑面乱流の水粒子速度である。Fig. 6（a）（b）（c）より、 C_v が大きくなると上層のスリップ速度が大きくなることがわかる。

4. おわりに

固体混入率 C_v が大きくなると、低速域ではエネルギー損失量がそれだけ大きくなり速度分布形は大きく変形するが、高速域ではほとんど変化はみられない。

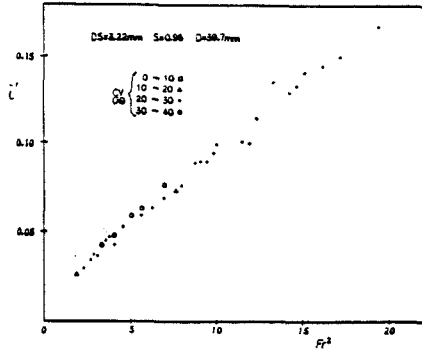


Fig. 3 管径の影響

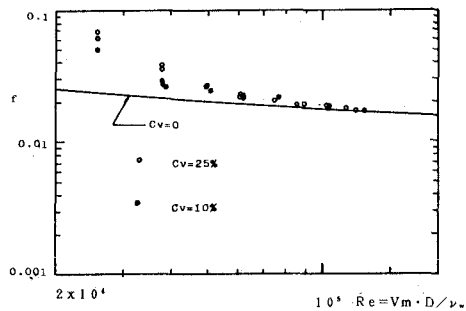


Fig. 4 C_v と f の関係

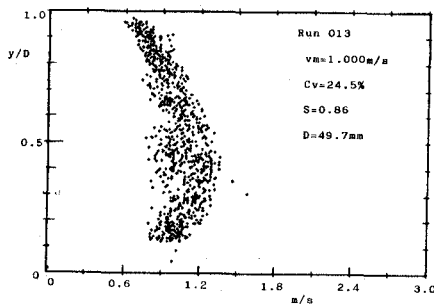


Fig. 5 固体粒子速度の観測

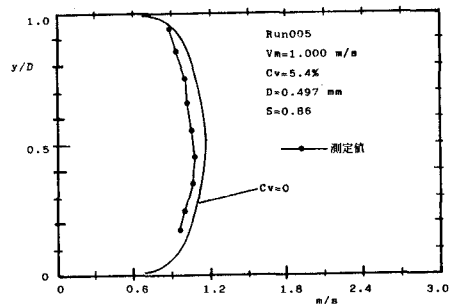


Fig. 6 (a)

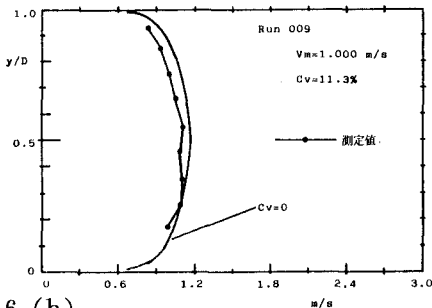


Fig. 6 (b)

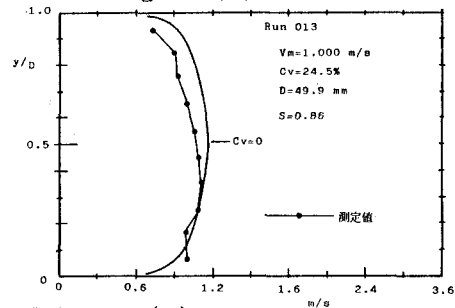


Fig. 6 (c)

Fig. 6 体積濃度 C_v とスリップ速度

(a) $C_v=5.4\%$ (b) $C_v=11.3\%$ (c) $C_v=24.5\%$