

II-80

固液混相流に関する研究－管径の影響－

戸工業大学 学生員○阿部 洋之 和田 祥
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。これまでの研究では管径が50mm未満のものが多く使用されてきたが、本研究では管径が80.2mmと105.1mmの2つの供試管を使用し、雪塊に砂塵等が混入した場合を想定した比重1.04のポリスチレン粒子を用いて実験を行なった。これまでにない太い管路を使用しての実験により管径の変化によってどのような流動現象の違いがあるか明らかにすることを目的とする。

2. 観測方法

本実験は92年8月3～5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が鉄の管であり、内径が80.2mm, 105.1mmと2種類用意され、実験の際に交互に使い分けて行った。使用された粒子及び比重はそれぞれ $d_s=3.09\text{mm}$, $S=1.04$ である。

3. 観測結果

3.1 混相流のエネルギー損失

Fig.1 は混相流のエネルギー損失量をレイノルズ数 $Re=V \cdot D/\nu$ で表したもので、縦軸に動水勾配 $i=(\Delta P/L)/mg$ を取っている。図中 $C_v=0$ すなわち活面乱流の場合の i の計算値を実線で示した。図より清水流から見ると、 Re 数が小さくなるにつれてエネルギー損失は大きくなっていく。管径の細い80.2mm管の方がエネルギー損失が大きいことが分かる。また図の値から活面乱流ではないことが分かる。この原因として、供試管は鉄の管であり管の接合部や内壁が凹凸に歪んでいるため、これが流速の欠損を招く要因であると思われる正確な値が得られなかったと考えられる。

Fig.2 に平均流速 V と圧力損失 dp/L との関係を示した。図より、高流速になるにつれて両管径とも圧力損失は大きくなることが分かる。また両管径を比較して見ると、管径の細い80.2mm管の方が圧力損失は大きく、高流速になるにつれてその差は開いていく傾向が見られる。

Fig.3 に管壁面摩擦係数 f とレイノルズ数 Re との関係を示した。 f は $i=f \cdot Fr^2/2$ で定義したもの

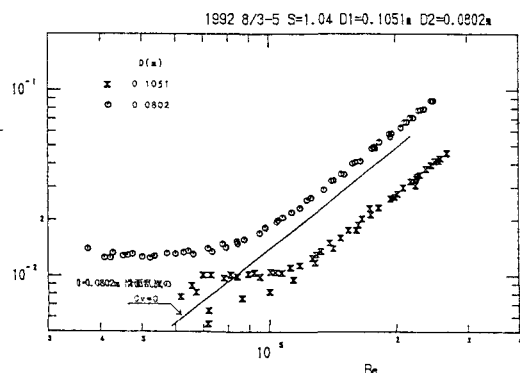


Fig. 1 動水勾配 i と数 Re の関係

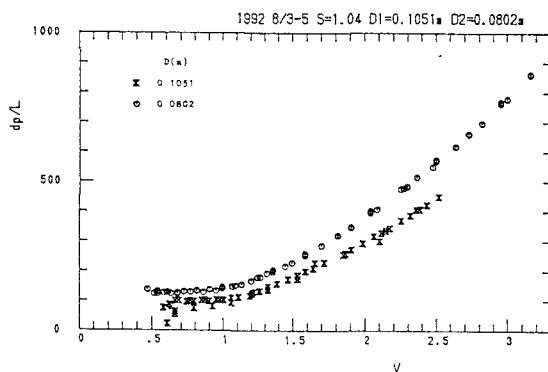


Fig. 2 圧力損失 dp/L と平均流速 V

で、図からRe数が 1×10^5 よりも大きくなるにつれて、清水流の管摩擦係数に対し等しくなっていく傾向が見られる。Re数が 1×10^5 以下では清水流よりも大きくなっているが、これは粒子が下部管壁を擦っているためである。管径の変化で得られた結果は、両管径とも同じ傾向になることが明らかとなった。ただし、管径が大きくなるにつれて低速での粒子の沈降集積は著しく、固体を輸送する際には注意を要することになる。

3. 2 混相流の固体粒子速度

Fig. 4.5 は固体粒子速度を測定した結果でFig. 4 は80.2mm管の低速域と高速域、Fig. 5 は105.1mm 管の低速域と高速域の流動現象である。Fig. 4(a), Fig. 5(a)から、低速域では粒子が低層に沈降集積するために流速の欠損が大きくなり、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(b), Fig. 5(b)から、高速域では低速域で見られるような低層への集積はなくなり、粒子は断面全体に広がりを見せ管中心に対称的な分布が形成されるようになることが分かる。全体的に粒子速度は、水流の流速よりも低めにはなるがそれに近い分布となる。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いるためである。管径による速度分布の違いはあまり見られず、粒子はどちらも平均流速が約1.0 m/s あたりから管断面全体に拡散した。

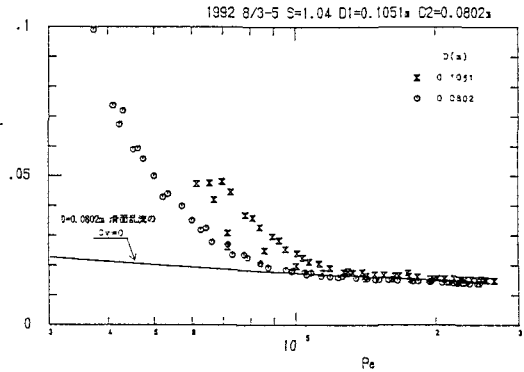


Fig. 3 壁面摩擦係数 f と Re

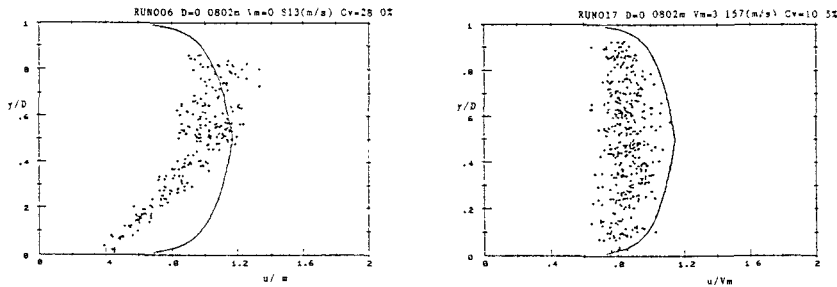


Fig. 4 管径0.0802m (a) 低速域 (b) 高速域

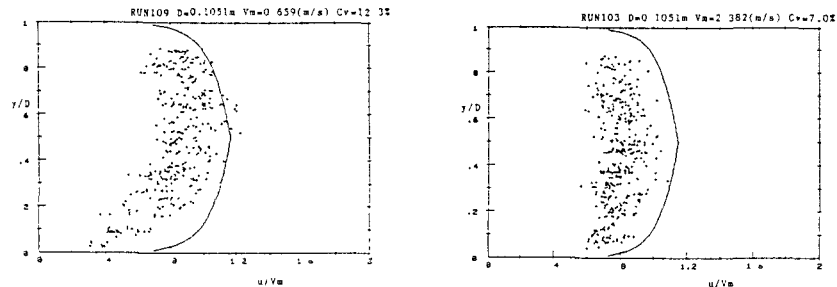


Fig. 5 管径0.1051m (a) 低速域 (b) 高速域

4. 結論

以上により管径の異なる混相流のエネルギー損失特性と固体粒子速度分布形が明らかとなった。