

II-3

混相流の渦粘性係数の評価

八戸工業大学 学生員 石塚 雄一
正会員 佐々木幹夫

1. 研究の目的

本研究は、流雪溝による除排雪システムに関するものである。流雪溝は近年、豪雪都市での除排雪システムとして注目されているが、十分な水量が場所的、時間的に得ることの出来ない所や、適当な流速を確保するための縦断勾配が得られない所などでは、流雪溝と管水路をスラリーポンプで結んだ除排雪システムが考えられる。本研究では、過去に管水路に雪を想定したポリスチレン粒子と氷を流した時の混相流の固体粒子速度分布を明らかにした。そこで、本研究では、過去8年間に渡る固体粒子速度分布から、渦粘性係数を求めることにより、数値モデルを確立し混相乱流の数値シミュレーションによって管内の混相流特性を解明することを目的としている。

2. 混相流の固体粒子速度分布

Fig. 1 (a)、(b)は過去の混相流の固体粒子速度の測定結果を示したものである。図中の折線は管断面を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、曲線は清水流の値である。この図より、粒子速度は管の壁面近くで遅く、管の中心部では速いことがわかる。これは壁面摩擦により壁面近くの流速が低下するためである。

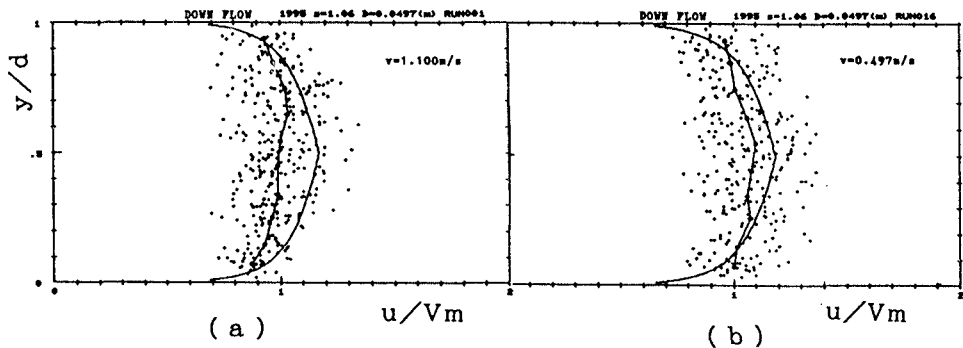


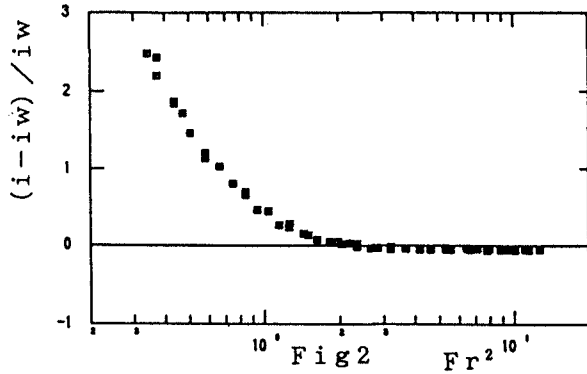
Fig. 1

u : 固体粒子速度 V_m : 平均流速

y : 管内の上端から下端までの距離 d : 管の直径

3. 混相流の動水勾配

混相流の運動において重要な要素としてフルード数 Fr と動水勾配 i が上げられる。また、動水勾配 i は渦動粘性係数を求めるのに必要な値となる。Fig. 2は過去の実験で観測した動水勾配とフルード数の関係を示した1例である。図は清水流と比較した場合の、混相流のエネルギー損失の割合を示している。図より Fr^2 の値が2以上では、動水勾配は清水流と同じになるが、それより小さいと混相流のエネルギー損失が大きくなって行くことがわかる。



$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad D: \text{距離} \quad V: \text{平均流速}$$

i : 動水勾配 iw : 清水時の滑面乱流の動水勾配

4. 混相流の渦粘性係数

Fig 4. (a) (b) の横軸 ν_t^* は無次元渦動粘性係数、下のグラフの横軸 ν_t / ν_w は水の動粘性係数 ν_w で ν_t を割ったものである。これらの図より、管の中心部付近では動粘性係数 ν_t^* は小さくなっているのがわかる。これは固体粒子速度分布が管の中心付近で大きくなっているからである。また、管の下層では渦粘性が特に大きくなっている。これは、固体粒子の比重が水より重いので下層に集積し、下層の流速が低下したためである。

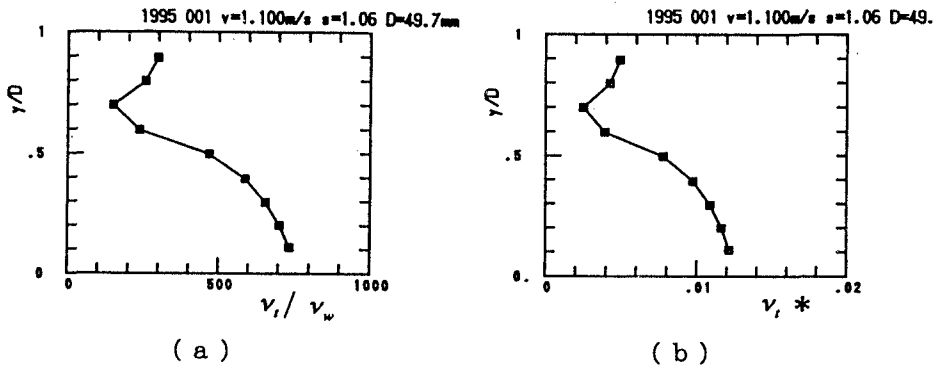


Fig. 3

$$\nu_t^* = \frac{\nu_t}{DV} \quad D: \text{距離} \quad V: \text{平均流速} \quad \nu_t: \text{渦動粘性係数} \quad \nu_w: \text{水の動粘性係数}$$

5. 結論

混相流の渦粘性係数は実験で得られる速度分布と動水勾配で表せることを利用して、グラフを描いたが、その結果、渦粘性係数は管中心部で小さく、管の底部近くでは、特に大きくなるのがわかった。よって、粒子の集積が問題になるであろう。今後は、管壁面付近の渦粘性係数をより詳しく説明していきます。

参考文献 佐々木他：固液混相流の渦粘性係数の実験的評価、混相流シンポジウム97 講演論文集、pp.305-306,1997