

Ⅱ-47

管内混相流壁面抵抗係数について

八戸工業大学 ○学生会員 渡辺 了介

八戸工業大学 正会員 佐々木 幹夫

八戸工業大学 正会員 竹内 貴弘

1. はじめに

本研究では雪混じり流れを研究の対象にしている。雪混じり流れにおいて雪だけの塊であれば比重は水中で0.96程度になり、雪塊に砂質土が入るとその雪塊は1より大きい比重の固体となる。本研究では1より大きい固体は砂混じりの雪、1より小さい固体は雪そのものとしている。雪混じり流れは流雪溝の中で見られる。

流雪溝は積雪寒冷都市における強力な除排雪施設であり、その施設により市民の人力による雪処理が行われ冬期でも無雪地区が維持される。本研究は流雪溝内の雪混じり流れに関する研究の一環として行っているものであり、管内混相流を扱っているのは、流雪溝の末端に管水路をつなぎ、街の中の雪を開水路と管水路を用いて河川まで排雪する除排雪システムを考えており、管内混相流の解明が必要だったからである。著者等は雪水混相流を研究の対象に、実験精度をあげるために、また、夏季でも実験ができることから固体粒子にはポリスチレン粒子を用いて実験を行う予定である。

2. 実験条件

本研究では、管径 $d = 49.7\text{mm}$ の円管を用い、流速 $v = 0.5 \sim 2.5\text{m/s}$ 、レイノルズ数 $Re = 25700 \sim 128500$ 、固体粒子比重 $S = 0.97$ 、固体粒子径 $d_s = 3.22\text{mm}$ 、固体濃度 $C_v = 0.03 \sim 0.34$ の条件で実験を行う予定である。

3. 実験装置

本研究では、図1に示すような装置を用いて実験を行う予定である。長さ13m、直径49.7mmの亚克力管が使用されており、管の一部が四角形のウォータージャケットを通っている。

また、実際の流雪溝においてもスラリーポンプにより、雪塊は砕かれはるかに小さなものとなる。つまり、雪と水の混相流はポリスチレンと水の混相流によく似ていると考えられる。

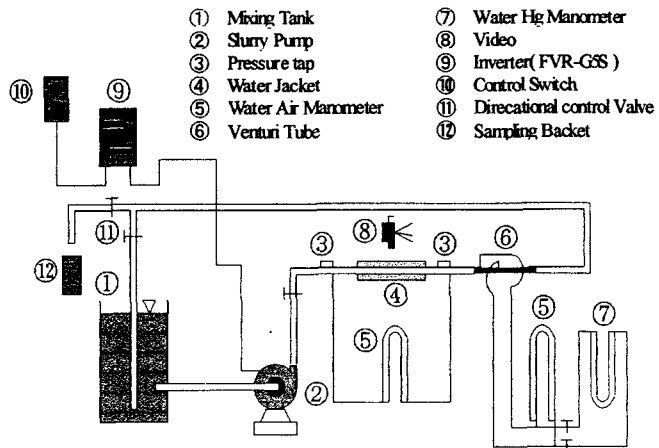


図-1 実験装置

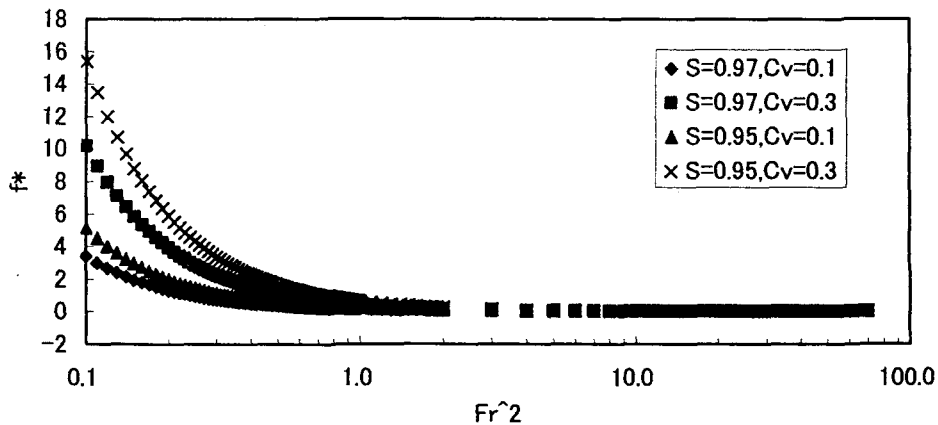


図-2 壁面摩擦係数とフルード数

4. 壁面摩擦係数

図. 2 は、理論式を用いて固体粒子比重 $S=0.97$ と $S=0.95$ のエネルギー損失の大きさを固体濃度 $Cv=0.1$ 、 0.3 ごとに相対壁面摩擦係数 f_* で示したものである。相対壁面摩擦係数は次式で与えられる。

$$f_* = ACvFr^{-B} \quad (1)$$

ここで式 (1) の A および B は固体粒子比重により決まる定数としている。 A は $S=1.0$ のとき f_* が 0 となることから $A=0$ と仮定できる。これを利用して、さらに、 A および B は $S=1.0$ を境にして対象となるものとする。ここで次式 (2) に示す比重関数 ϕ を定義する。

$$\phi = 1 - \frac{1}{S} \quad S < 1.0 \quad (2)$$

$$\phi = S - 1 \quad S > 1$$

また、佐々木等 (2003) によると式 (1) の A 、 B は次のようになる。

$$A = a_1 \{1 - \exp(-a_2 \phi)\} \quad (3)$$

$$a_1 = 4.06 \quad a_2 = \pm 13.86 \quad (4)$$

$$B = b_1 + b_2 \phi \quad b_1 = 274 \quad b_2 = \pm 0.569 \quad (5)$$

式 (3)、(4) および (5) より相対壁面摩擦係数は次の式 (6) のようになる。

$$f_* = a_1 \{1 - \exp(-a_2 \phi)\} Fr^{-(b_1 + b_2 \phi)} Cv \quad (6)$$

式 (6) は相対壁面摩擦係数を概算することができる。

今後実験を行い相対壁面摩擦係数、式 (6) の精度を確かめたい。

参考文献

- 1) M. Sasaki, and T. Takeuchi: FEDSM2003 ENERGY LOSS IN SNOW-WATER MIXTURE FLOW
- 2) 佐々木幹夫・竹内貴弘・高橋弘、混相流の壁面摩擦係数、年会講演論文集、日本混相流学会 (2001)。
- 3) 佐々木幹夫・竹内貴弘・高橋弘、輸送流体の比重に近い固体粒子混じり流れのエネルギー損失、年会講演論文集、日本混相流学会 (2002)。