

II-10 円管内氷水スラリーの流動

東北大学工学部 正会員○高 橋 弘
 八戸工業大学 正会員 佐々木 幹夫
 八戸工業大学 正会員 川 島 俊夫
 東北大学工学部 佐 藤 孝夫

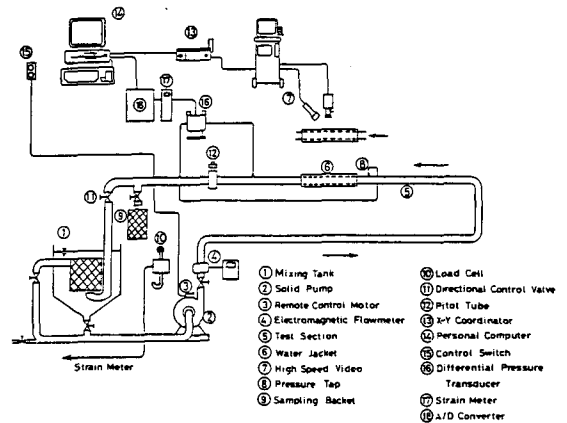
1. はじめに

豪雪都市での除排雪施設として流雪溝が注目されているが、勾配の不足等のため、流雪溝の設置が不可能な場合は、円管路を布設し、雪水混相流を二相流として流送する必要がある。著者らは、既に雪水二相流の流送を模擬するため、比重が雪氷粒子に近いポリスチレン粒子を用いて実験を行い、圧力損失および速度分布などについて報告している^{1)~4)}。本報においては、ざらめ雪を流送することを想定して行った氷水スラリーの流動に関する実験結果について報告する。

2. 実験装置

本実験に用いた装置の概略を図1に示した。混合槽中の氷粒子はポンプにより供試管に送られ、圧力損失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。管内のスラリーの平均流速は電磁流量計により流量を測定し、これを管断面積で除すことにより求めまた圧力損失は差圧変換器を用いて測定した。

実験に用いた氷粒子は砕氷粒子であり、球等価直径は $d_s=12\text{mm}$ であった。なお、密度としては 0°C の値($\rho_s=917\text{kg/m}^3$)を用いた。



3. 実験結果および考察

図2は、次式で示されるフルード数 Fr と圧力損失係数 ϕ との関係を示したものである。

$$Fr = V_m^2 / g \cdot D \quad (1) \quad \phi = (i - i_w) / (i_w \cdot C_v) \quad (2)$$

$$i_w = f_w \cdot V_m^2 / (2gD) \quad (3) \quad f_w = 0.3164 / Re^{0.25} \quad (4)$$

ただし、 V_m :平均流速、 i :水力勾配、 D :管径、 g :重力加速度、 f_w :管摩擦係数、 Re :レイノルズ数である。図に示されるように、圧力損失係数 ϕ の値はフルード数 Fr の値の増加、すなわち平均流速の増加とともに減少している。これは、平均流速が低い場合では氷粒子は管の上部に集中し、管壁を摺って流動するので、粒子群と管壁との摩擦が大きくなり、その結果、付加圧力損失が大きくなる。しかしながら、平均流速が増加すると、管の上部に集中していた氷粒子は、管の中央へ分散するようになり、その結果、管壁と粒子との摩擦が

図1

小さくなり、圧力損失係数は減少する。また、本実験の場合、フルード数 Fr が約5以上では $\phi < 0$ となっている。これは、氷水スラリーの圧力損失が清水流の圧力損失よりも小さくなる、いわゆる圧力損失低減が生じていることを意味する。この現象は、著者らが既に報告しているポリスチレン-水スラリーにおいても観察されている²⁾。この圧力損失低減の原因としては、氷粒子による乱れの抑制などが考えられるが詳細は不明であり、今後検討する予定である。

図3は、平均流速 V_m をパラメータとした場合の吐出体積濃度 C_v と水力勾配比 i/i_w との関係を示したものである。低流速の場合、 i/i_w は濃度 C_v の増加とともに増大しており、増大率は平均流速 V_m が小さいほど大きい。平均流速 V_m の増加とともに i/i_w の増加率は小さくなり、本実験の場合、 $V_m=1.5\text{m/s}$ では、 i/i_w は濃度 C_v の影響をほとんど受けず、さらに流速が増加すると、 i/i_w は1よりも小さくなっている。なお、この結果は、ポリスチレン-水スラリーの場合と同様である⁴⁾。昨年度報告したポリスチレン-水スラリーの圧力損失と氷水スラリーの圧力損失とを比較した結果、高流速の範囲では両者の圧力損失の値はほぼ一致したが、低流速の範囲では両者に差異が見られ、氷水スラリーの圧力損失の方が多少大きくなった。これは、氷粒子同志の付着による粒子塊の形成に起因すると考えられる。

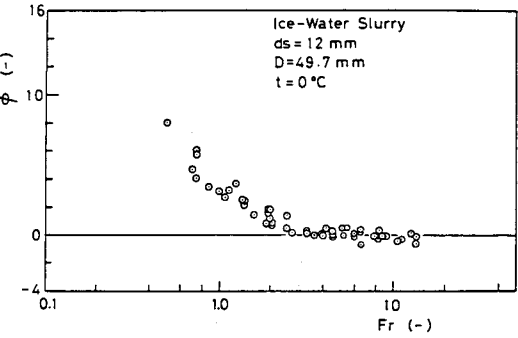


図2

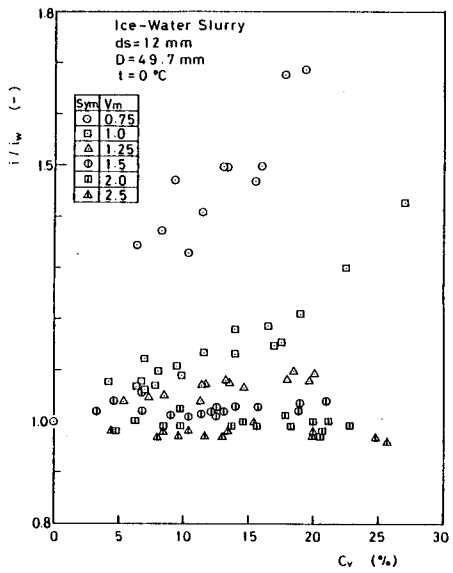


図3

4. むすび

氷水スラリーを用いて流送実験を行い、圧力損失を測定した。高流速域においてはポリスチレン-水スラリーの圧力損失とほぼ等しい値を示し、また圧力損失低減が見られた。低流速域においては多少大きな圧力損失を示したが、これは氷粒子同志の付着による粒子塊の形成に起因すると考えられる。

最後に、本研究は一部、八戸工業大学「特定研究費」によったことを付記し、謝意を表する。

<<参考文献>>

1. 川島 俊夫、高橋 弘、佐々木 幹夫：日本雪工学会誌、No.8、pp.3-11、1988
2. 高橋 弘、佐々木 幹夫、川島 俊夫：日本雪工学会誌、Vol.5、No.2、pp.2-17、1989
3. 高橋 弘、佐々木 幹夫、川島 俊夫：日本雪工学会誌、Vol.5、No.4、pp.3-15、1989
4. 高橋 弘、佐々木 幹夫、川島 俊夫：第6回日本雪工学シンポジウム講演論文集、pp.207-212、1989