

Ⅱ－1 円管内氷水スラリーの圧力変動特性

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

1. はじめに

著者らは、昨年度、ざらめ雪を流送することを想定して氷水スラリーの流動に関する実験を行い、低流速域ではスラリーの圧力損失は清水流の圧力損失よりも大きくなるが、高流速域では圧力損失の低減が見られることを報告した¹⁾。しかしながら、圧力損失低減のメカニズムは未だ明らかではない。本報告では、比較的簡単に検出できる脈動量として圧力変動を取り上げ、その変動特性について検討し、圧力損失低減のメカニズムの解明のための一助とすることを目的としたものである。

2. 実験装置

本実験に用いた装置の概略を図1に示した。混合槽中の水粒子はポンプにより供試管に送られ、圧力変動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、また圧力変動は容量50kPaの圧力変換器を用いて測定した。サンプリング間隔は10msec、サンプリング数は2048とし、圧力変換器からの信号は、A/D変換器を介してパーソナルコンピュータに取り込んだ。

実験に用いた氷粒子は砕氷粒子であり、メジアン径 d_{50} は12.5mm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。

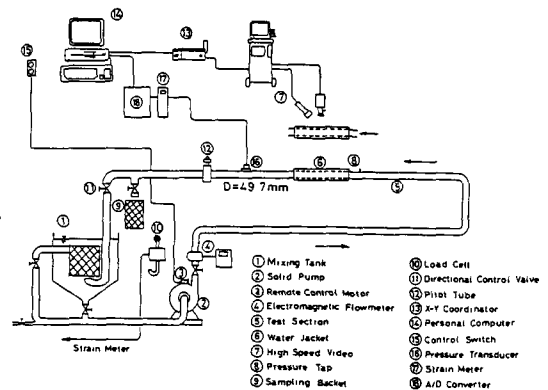


図1 実験装置の概略

3. 実験結果および考察

図2は、最大圧力変動量と氷粒子の吐出体積濃度（以下、単に濃度と記す）との関係を平均流速をパラメータとして示したものである。本研究では、従来の研究²⁾を考慮し、初めに得られたデータより確率分布関数PDIを求め、 $PDI=0.99$ および $PDI=0.01$ における圧力の値の差を最大圧力変動量と定義した。 $Cv=0$ における値は、清水流の最大圧力変動量を示している。最大圧力変動量は濃度の影響はあまり受けず、平均流速の増加とともに増大している。平均流速が1.5m/sおよび2.0m/sの場合は、スラリーの最大圧力変動量は清水流の値とほぼ等しい値となっているが、平均流速が2.5m/sになると清水流の最大圧力変動量よりもスラリーの値の

方が小さくなっている。ビデオ撮影により管内の流動状態を観察した結果、平均流速2.5m/sでは、氷粒子が管断面にほぼ均一に分散した擬均質流であった。管内における氷水スラリーの乱れ強さの測定例がないため断定的なことは言えないが、本実験結果より、このような擬均質流においては、氷粒子が流体の乱れを抑制し、乱れ強さを減少させていると推察される。また、この結果は、高流速域では圧力損失の値が清水流の値よりも小さくなる結果と対応していると考えられる。

図3は、圧力変動のデータより歪度SKおよび偏平度FLを求め、濃度との関係として図示したものである。変動が正規分布に従うような場合は、SK=0およびFL=3となる。図3は平均流速が1.5m/sの場合の結果を示しているが、本実験の範囲内では、いずれの流速においても実験点はSK=0およびFL=3の近傍に分布していることが確かめられた。これより氷水スラリーの圧力変動はほぼ正規分布に近似しうると考えられる。

4. むすび

本研究においては、比較的簡単に検出できる脈動量として圧力変動を取り上げ、圧力変動量について実験的に検討した。その結果、低流速域ではスラリーおよび清水流の圧力変動量はほぼ等しいが、高流速では清水流の圧力変動よりもスラリーの圧力変動は小さくなること、および圧力変動は平均流速にかかわらず、ほぼ正規分布に近似しうることが分かった。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金奨励研究(A)(課題番号：02750510)によったことを付記し、謝意を表す。

【参考文献】

- 1)高橋 弘ら：平成元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、pp.76-77、1990
- 2)高橋 弘ら：混相流、2[2]、pp.137-150、1988

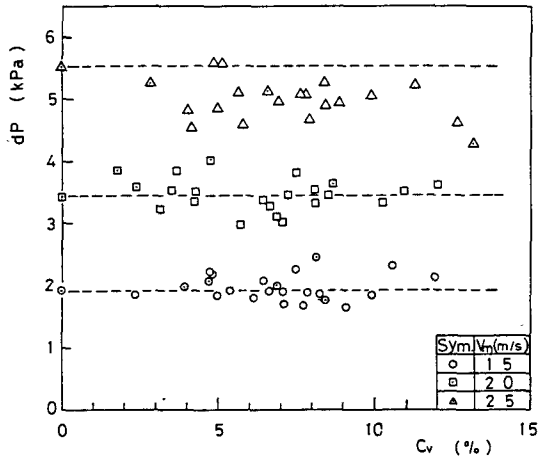


図2 濃度と最大圧力変動量との関係

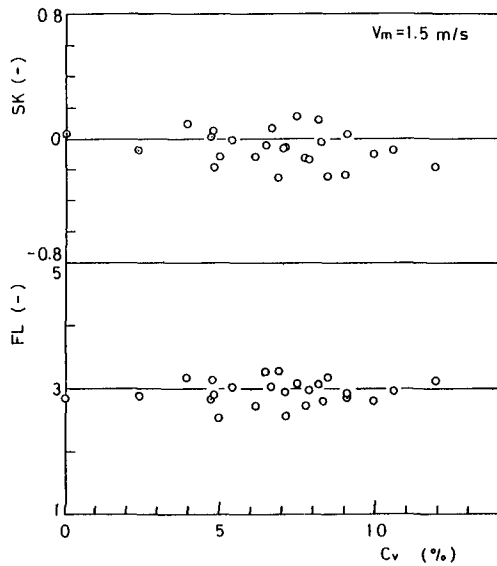


図3 濃度と歪度および偏平度との関係