

Ⅱ－14

管内混相流の損失水頭に関する研究

八戸工業大学 学 ○畠山 博人 正 佐々木幹夫 正 竹内 貴弘

1. はじめに

流雪溝は、積雪寒冷地の都市における有力除排雪施設である。人力による雪処理が軽減されるため、流雪溝施設は年々増加傾向にある。流雪溝の末端に管水路をつなぎ、街中の雪を開水路と管水路を併用し、河川まで排雪する除排雪システムを以前より考えており管内混相流の解明が求められている。混相流とは、気相、流層、固層のうち少なくとも2種類以上、あるいは交じり合わない流相どうしの流れをいう。雪と水の二相流を管内に流すことにより、単層流にはない複雑な物理現象が生じる。本研究は、流雪溝内において雪混じりの流れに関する研究の一つとして、雪塊の代わりに固体粒子（ポリスチレン）を用いて実験を行った。

2. 実験条件

本研究では、管内 $d=49.7\text{mm}$ の円管を用い、固体粒子比重 $s=1.06$ 、固体粒子径 $d_s=2.65\text{mm}$ 、水温 14°C で実験を行った。Case1 は、 $v=0.688\text{m/s}$ 、濃度 $cv=0.04$ 、レイノルズ数 $Re=2.90 \times 10^4$ 。case2 は、 $v=1.130\text{m/s}$ 、濃度 $cv=0.04$ 、レイノルズ数 $Re=4.76 \times 10^4$ で行った。

3. 固体粒子の観測

固体粒子の動きをハイスピードカメラにより撮影した結果の例を写真 3.1、3.2 に示す。

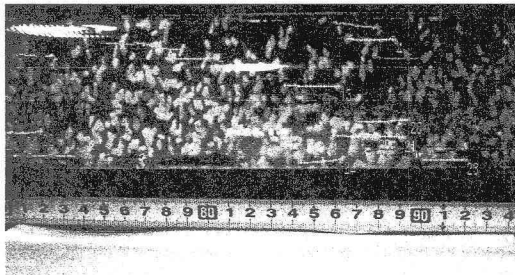


写真 3.1 case1 $v=0.688\text{m/s}$ 1000 コマ/秒

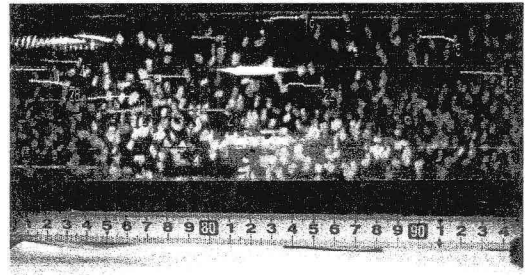


写真 3.2 case2 $v=1.130\text{m/s}$ 2000 コマ/秒

(1)固体粒子速度の変化

図 3.1 の(a).(b).(c)は、case1 の時に管を上層、中層、下層の三つに分けて、固体粒子速度を示したものである。図の横軸 x は管に沿う流れの方向にとった距離である。上層部と下層部の粒子では、壁面摩擦抵抗を受けているために固体粒子速度に比較的大きな速度の変動が多い。中層部の粒子は、管の中心近くを通過しているので壁面から離れているために比較的大きな速度の変動が少ない。

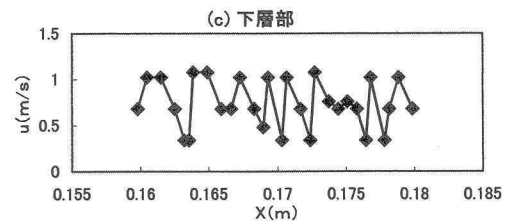
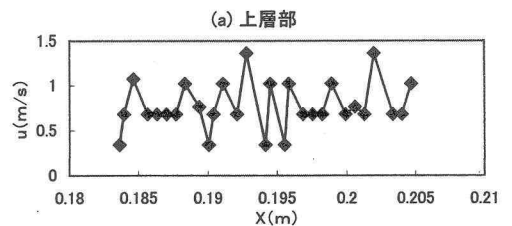
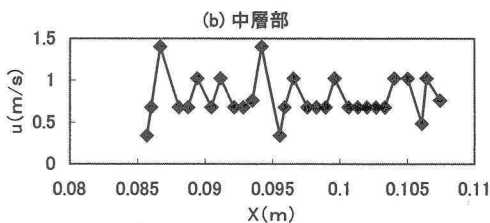


図 3.1 case1 固体粒子速度結果

(2) 固体粒子の上下動

図 3.2 の(a).(b).(c)は、case1 の固体粒子の上下動を示したものである。図の縦軸 y は管底からの相対位置である。 Y は管内での粒子の位置、 d は管径である。の上層部と下層部の粒子は、上下動している粒子が比較的多かった。中層部の粒子は、上下動している粒子が比較の少なかった。しかし、粒子によっては、上層、中層、下層部に限らず不規則な動きをしている。

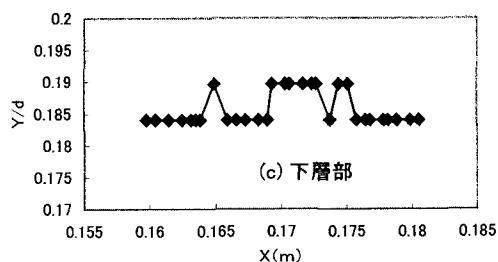
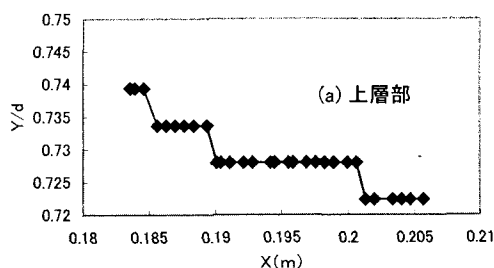
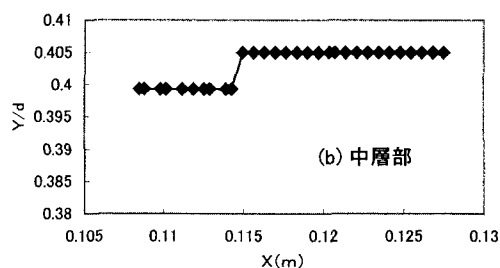


図 3.2 case1 固体粒子の(a)上層部 (b)中層部 (c)下層部の上下動結果

(3) 管内固体粒子速度分布

図 3.3 の(a).(b)は、一つ一つの固体粒子の平均速度結果を示したものである。どちらの図も管の横から観測したものである。粒子速度は管の壁面近くで遅く、中心近くでは早いことより、水に粘性があるため壁面摩擦により壁面近くの流速が低下していると考えられる。

管の中心近くで粒子速度が遅い部分がある。これは、手前の壁面近くを通っている粒子の平均速度である。円管を平面で観測しているためにこのようになったと考えられる。

4. 結論

本研究により以下の点が明らかになった。

- (1) 壁面に近い固体粒子は壁面により、粒子速度は大きく変動する。
- (2) 管内では固体粒子は上下に動きながら進むが、壁面近くでは壁面により上下動が大きくなる。
- (3) 壁面摩擦により、壁面に近づいている粒子ほど粒子速度が遅くなる。管の壁面から中心に向かって、粒子速度は大きくなる。

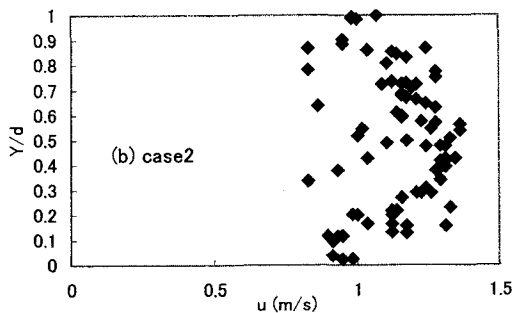
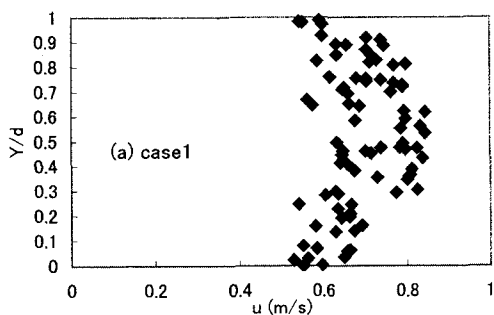


図 3.3 固体粒子速度分布結果