

II-324

緩勾配流雪溝の流雪能力に関する検討

京都府 正会員 新谷武史
長岡技術科学大学 正会員 福嶋祐介
長岡技術科学大学 正会員 早川典生

1. はじめに

緩勾配地での流雪溝の適用を考え、流雪溝内に雪が完全に浮遊して流れる場合の最大流雪能力と水深増加量について、理論的検討と実験的検討を行った。

2. 理論的検討

図1のように、流雪溝内に雪が浮遊して流れる場合、上層部が雪水混合流体であり、下層部が水だけ流れることに着目し、雪水混相流がビンガム流体であると仮定した。得られた流速分布から、最大流雪量を求め、流雪能力の理論式を以下の式(1)のように求めた。

$$\frac{Q_s}{Q_w} = \frac{B_s h_s \bar{u}_s}{\bar{u}_s (B_s h_1 + 2bh + B_s h_0 \lambda) - \frac{1}{\kappa} (B_s h_1 + 3bh_1 + 2bh_0)} \quad (1)$$

ここで、 Q_s ：単位時間当たりの雪投入量(l/s)、 Q_w ：単位時間当たりの流水量(l/s)、 B_s ：雪層の幅、 b ：雪塊と水路壁面との間隔、 $\bar{u}_s$ ：無次元雪層の流速、 λ ：雪塊の間隙率、 h ：水深である。

また、同様の仮定と理論を用いて水深増加量は以下の式(2)のように導かれる。

$$h = \frac{\left[\frac{Q_w}{u_{*1}} - \left\{ \bar{u}_s B_s (1-\lambda) - \frac{1}{\kappa} (B_s + b) \right\} h_1 \right]}{\left\{ \bar{u}_s (B_s \lambda + 2b) - \frac{2}{\kappa} b \right\}} \quad (2)$$

ここで、 h ：投入後の水深である。

3. 流速分布の実験的検討

本理論では、流雪能力を求めるにあたって、雪水混相流がビンガム流体であると仮定した。本実験は、流雪溝内に雪が浮遊して輸送される場合の流速分布について実験を行い仮定の妥当性を検討した。実験は図2の水路Ⅰを水路床勾配 1/1000 に固定して使用した。ここで、雪の代わりに直径 2.6cm、密度 0.9g/cm³、材質プラスチックの擬似雪を使用し、流雪溝内の流速分布をおがくずを用いて可視化し、ビデオで撮影した。図3は縦軸に水路底面からの距離、横軸に流速をとり流速分布を示したものである。◆が実験値、実線が実験

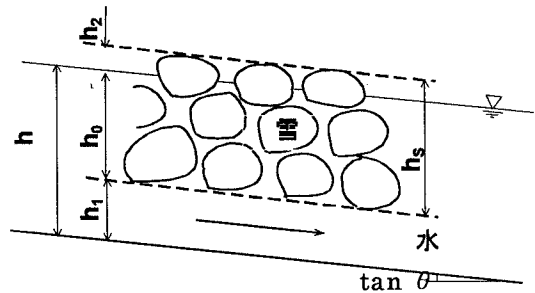


図1 流雪溝の側面の概念図と記号

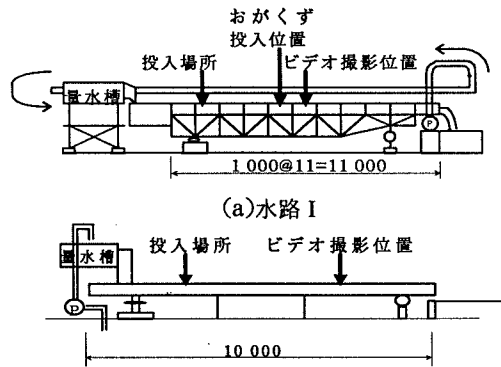


図2 実験装置

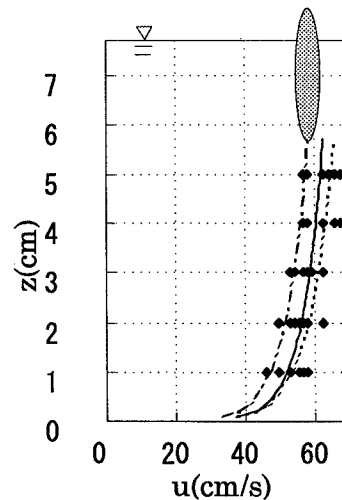
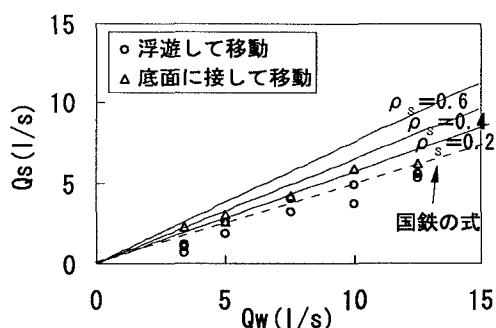
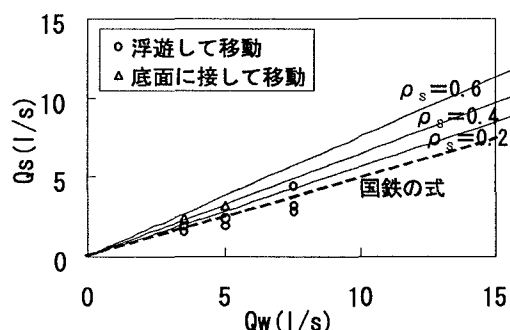


図3 流速分布に関する実験

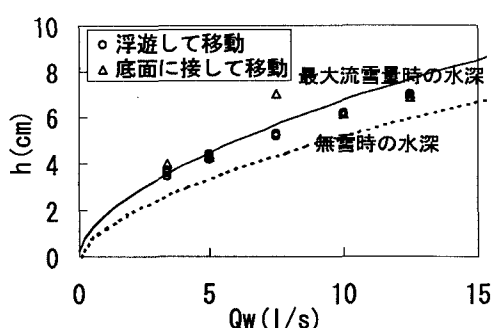


(a) $\rho_s = 0.2 \text{ g/cm}^3$

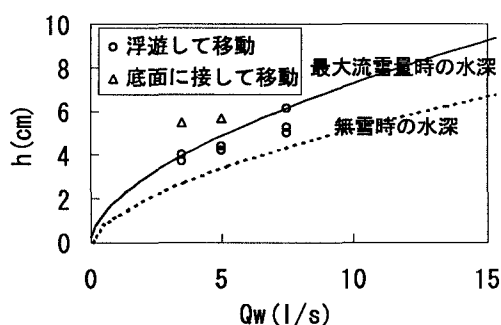


(b) $\rho_s = 0.4 \text{ g/cm}^3$

図4 流雪量 Q_s と流水量 Q_w の関係



(a) $\rho_s = 0.2 \text{ g/cm}^3$



(b) $\rho_s = 0.4 \text{ g/cm}^3$

図5 雪投入に伴う水深の増加

値の近似曲線、一点鎖線が理論値、楕円の位置が擬似雪の位置、頂点が擬似雪の流速である。実験結果より、流速分布が水層部では対数状になることを分かった。また、擬似雪の流速が水層の流速よりも遅くなっている。これは、水路側面よりビデオ撮影を行ったため水路壁面の影響を受けたものと考えられる。

4. 最大流雪能力と水深増加の実験的検討

実験は、図2の水路Ⅱを水路床勾配 1/1000 に固定して使用した。ここで、一定量の雪をベルトコンベアを用いて連続的に一定時間投入し、時間当たりの投雪量の変化による流雪状況を調べた。また、同時に雪投入による水深の増加をビデオ撮影した。また、実験では、雪質を新雪、しまり雪の2種類に変化させて行った。図4は、縦軸に流雪量、横軸に流水量をとり雪の流下状況を示したグラフである。○が浮遊して流れた場合、△が水路底面に接して流れた場合、実線は理論式、波線は国鉄の式で $Q_w = 2 Q_s$ である。(a)が雪の密度 $\rho_s = 0.2 \text{ g/cm}^3$ 、(b)が雪の密度 $\rho_s = 0.4 \text{ g/cm}^3$ である。本図より、理論式が実験値と一致することが

示され、異なる密度に対しても本理論が対応できることを示した。図5は、縦軸に水深、横軸に流水量をとり雪の流下状況を示したグラフである。実線は、理論式で、最大流雪能力時の水深を示している。本図より、理論式が実験値と一致することが示された。この実験結果から、雪を浮遊させて流すことにより、1/1000 のような緩勾配水路においても充分な流雪量を確保できることが示された。

5. 結論

- 1) 実験結果から理論式の妥当性が示された。
- 2) 雪を浮遊して流すことにより、従来の急勾配流雪溝と同等の流雪量を確保することができる。

参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局監修、流雪溝設計運営要領、北陸建設弘済会、1983
- 2) 福岡祐介、流雪溝中で完全に浮遊する雪塊の最大流雪量の検討、雪氷、57巻4号 pp339-348、1995