

種々の条件下における流雪溝の流動特性に関する室内実験

八戸工業大学 ○中野友輝
八戸工業大学 畑村大地
八戸工業大学 正会員 竹内貴弘

1. はじめに

流雪溝は、流水の力を効果的に用いた排泄工法である。長所としては、重機を使うより経費がかからず重機などでは入れない住宅密集地の除雪もできる反面、短所としては、流雪溝にコンクリートが使われており浸水性のために雪が付着しやすく特に投雪口や屈曲部に付着や閉塞が発生するなど、機能障害に関する課題もある。この閉塞や付着が発生することにより運搬性を低下させ、閉塞による溢水害が生じる。本研究では、機能障害に至る原因を追究するために、種々の条件下で開水路を用いた室内実験を行った。特に、水路勾配、気温、水温、流雪溝の表面材料などをパラメータとし、これらの影響を検討した。ここでは、流雪溝の水路勾配と表面材料の2つのパラメータについての結果を報告する。

2. 実験概要

図-1 の様な循環水路を製作し、2 室式低温室内で実験を行う。表-1 に実験条件となるパラメータ、図-2 に試験水路の寸法を示す。

表-1 実験条件

・水路勾配	1/500、 1/100、 1/50
・気温	(=投雪供試体の温度) -10℃ (旭川市 12～3 月平均参考) -6℃ (札幌市 12～3 月平均参考) -2℃ (青森市 12～3 月平均参考)
・水温	1℃ (北海道 石狩川 12～3 月平均参考) 3.5℃ (青森県 岩木川 12～3 月平均参考) 6℃ (新潟県 信濃川 12～3 月平均参考)
・流雪溝の表面材料	コンクリート (塗装 無・有)、ステンレス
・投雪供試体の密度	約 0.4g/cm ³
・投雪供試体の寸法	1 辺 7cm の立方体

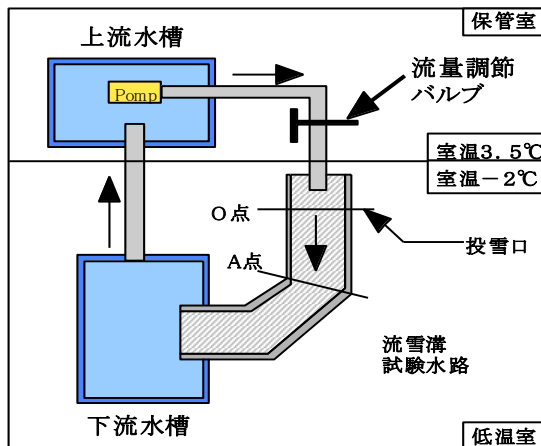


図-1 循環水路概略図

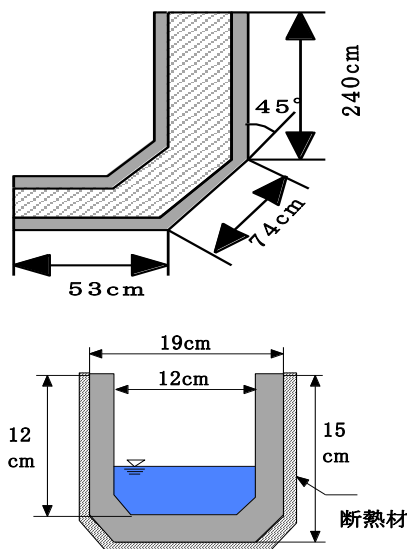


図-2 試験水路の寸法

流量は下記の式（経験式）から必要流量の 0.00031m³/s を算出し、これを参考に 40L/min (0.00067m³/s)、20L/min(0.00033 m³/s)、10L/min (0.000167m³/s) の3通りに設定した。

$$Q = m_1 (1 - \gamma) V \quad (\text{経験式})$$

Q : 流量 (m³/sec)
V : 雪塊の単位時間当たりの体積 (m³/sec)
γ : 投入雪の密度 (t / m³)
m₁ : 水路の状況による係数 (1.5 を用いた)

実験に当たっては、投雪供試体を1秒間に1個の間隔で60個投入し、特に雪の閉塞や付着が発生した場合にはそれ以降約20分間観察した。再現性を確認するために、同一条件では3回の実験を行なうことにした。

Keywords: 流雪溝、付着、閉塞、摩擦係数、付着強度

連絡先: 青森県八戸市妙大開 88-1 八戸工業大学、電話番号: 0178-25-8196、FAX: 0178-25-0722

3. 実験結果と考察

表-2 と図-3 に水路勾配をパラメータとしたときの実験結果、表-3 と図-4 に表面材料をパラメータとしたときの実験結果を示す。

表-2 水路勾配による影響

流量	10L/min	20L/min	40L/min
水路勾配			
1/500	× (I ₂)	× (I ₁)	△ (I ₁ ・II・III)
1/100	× (I ₂)	× (I ₁ ・III)	○ (II・IV)
1/50	× (I ₂)	○ (II)	○ (II)

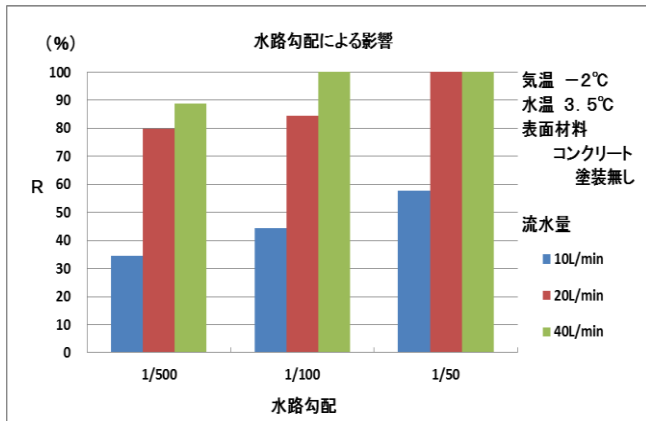


図-3 水路勾配による影響

表-3 表面材料による影響

流量	10L/min	20L/min	40L/min
表面材料			
塗装 (無)	× (I ₂)	× (I ₁ ・III)	○ (II・IV)
塗装 (有)	× (I ₁ ・III)	○ (II・IV)	○ (II・IV)
ステンレス	× (I ₁ ・III)	○ (II・IV)	○ (II)

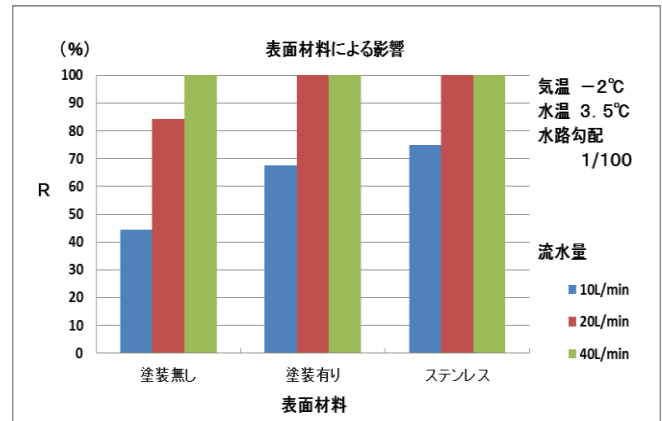


図-4 表面材料による影響

- 印は 3 回の実験で全て流れた場合
- △印は 3 回の実験で流れた回と流れなかった回があった場合
- ×印は 3 回の実験で全て流れなかった場合
- I₁は O 点(投雪口)で閉塞(図-5(a))した後、下層部に流れが生じたが、20 分間では流れなかった場合
- I₂は I₁に加え、付着(図-5(b))が発生した場合
- IIは O 点(投雪口)で閉塞した後、下層部に流れが生じ、20 分間で流れた場合
- IIIは A 点(屈曲部入口)で閉塞した後、下層部に流れが生じたが、20 分間では流れなかった場合
- IVは A 点(屈曲部入口)で閉塞した後、下層部に流れが生じ、20 分間で流れた場合

$$\text{※ } R = a/b \times 100 \text{ (\%)}$$

a: 3 回の実験で流れた投雪供試体の数

b: 3 回の実験で投入した投雪供試体の数

図-3 から、勾配が急になるほど雪が流れやすくなり、また流量が多いほど付着が発生しにくく流れやすい事が分かる。しかし勾配 1/500 の流量 40L/min のように、緩い勾配でも十分流れることが分かった。

図-4 から、水路表面が滑らかなほど流れやすい事が分かる。これらの結果から、流雪溝の材料であるコンクリートと雪との摩擦、即ち摩擦係数やそれらの付着強度(塗装無し 約 0.59MPa、塗装有り 約 0.23MPa、ステンレス 約 0.08MPa)の影響が重要と思われる。

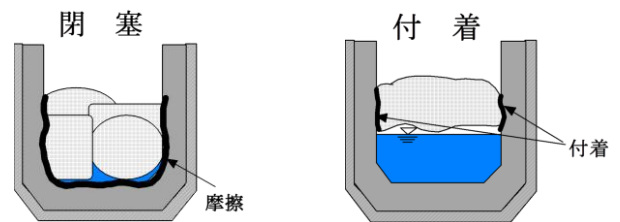


図-5(a) 閉塞の発生例

図-5(b) 付着の発生例

4. まとめ

本研究では、各種条件下における流雪溝の機能障害に至る原因について追究した。研究を進めていくうえで、コンクリートと雪との摩擦係数や付着強度も機能障害に関連している事が分かった。これらの結果をもとに対策を検討していくことが必要である。

参考文献

- 1)伊藤英男, 芦原幸一, 伊藤寛, 光武龍男, 寺垣正明, 大石孝義: 流雪溝のチタンライニング工法に関する一考察、第 5 回寒地技術シンポジウム論文集、pp.295-300、1998.
- 2)大塚成太郎, 大塚茂成, 中川京子, 田中邦人: ミゼロン塗装流雪溝の開発ー塗装による流雪溝の流雪能力の改善ー、第 8 回寒地技術シンポジウム論文集、pp.573-576、1992.
- 3)新編防雪工学ハンドブック、社団法人日本建設機械化協会編、森北出版株式会社、p.1-527、2000.
- 4)鈴木智一, 池田良太, 竹内貴弘、流雪溝の付着と閉塞の発生要因に関する研究、平成 21 年度土木学会東北支部技術研究発表会論文集、CDR (II-17)、2010.