

II-18 流雪溝の流雪能力に関する実験的検討

長岡技術科学大学工学部建設系 福嶋祐介
 長岡技術科学大学工学部建設系 早川典生
 長岡市 西川 淳

1. はじめに 流雪溝は開水路において、水流の作用によって雪を流す除雪技術である。冬季に大量に雪の降る日本海側では、除排雪のために用いられている。これまで流雪溝の設置には急勾配の地形特性の条件が必要とされてきた。一方、流雪溝による除雪は、他の除排雪システムたとえば機械除雪、消雪パイプなどに比べて優れているために、長岡市などの比較的緩やかな地形でも流雪溝の設置が検討されている。本研究では、広い範囲の水路床勾配をもつ開水路で流雪能力について実験を行い、従来から提案されている流雪量公式の適用性を検討する。

2. 既往の流雪量公式(流量と流雪量の関係)

従来より、流雪溝における流雪量公式がいくつか提案されている。そのうち代表例としていくつかの公式を示す。

(a)「道路構造令の解説と運用」の流雪量式

$$Q_w = 2(1 - \gamma_s)Q_s \quad (1)$$

式(1)は雪の見かけの比重 γ_s が大きくなるほど流雪能力が大きくなり、水路勾配1/500より大きな勾配が適用範囲であるとされる。

(b)「国鉄流雪溝設計資料」の流雪量式

$$Q_w = 2Q_s \quad (2)$$

式(2)では雪をスムーズに流下させるためには、流雪量の2倍の流量が必要であるとされる。水路床勾配は、1/800より大きくすることが必要である。

(c)「建設省流雪溝設計運営要領」の流雪量式

$$Q_w = mQ_s^{0.6} \quad (3)$$

ここで、 m は水路床勾配と雪質による係数、 Q_s は投入雪量(t/s)、 Q_w は流量(m^3/s)である。この式は、実験用鉄製水路と現地の流雪溝で水路床勾配と雪質を変化させた実験結果から得られたものであり、水路床勾配1/50-1/500が適用範囲である。係数 m で雪質、水路床勾配を考慮できるとされる。

ここにあげた他いくつかの公式が提案されているが、他の式は3つの式で代表される。

3. 流雪能力についての実験

実験に用いた水路は可変勾配開水路であり、幅40cm、長さ11m、高さ40cmである。予備実験により、水路の抵抗を表すマンニングの粗度係数を測定したところ $n=0.011$ であった。実験方法は次の通りである。あらかじめ設定した流量、水路勾配に対して、あらかじめ体積と重さを測定しておいた雪を水路に投入し、雪が流れるかある

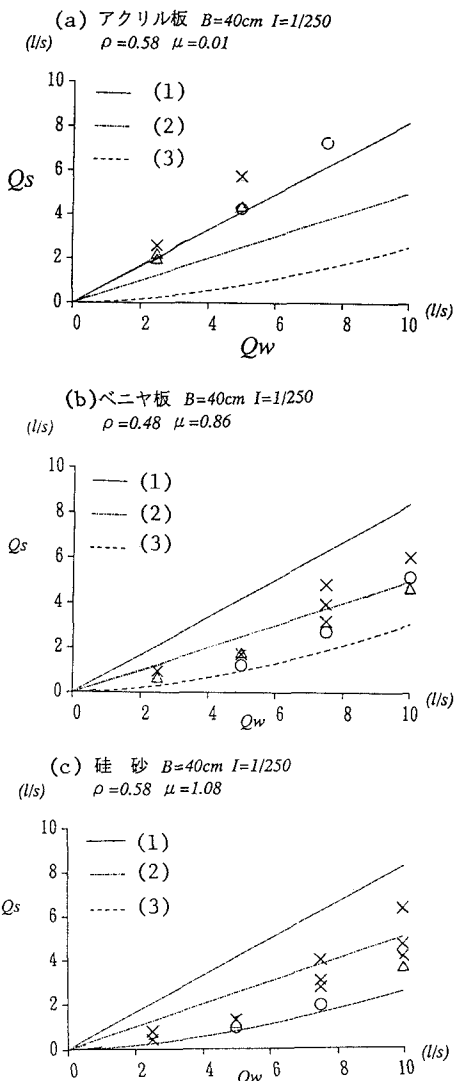


図1 各流雪能力式と実験値の比較

いは閉塞するかを調べ、流雪量を求めるものである。実験では、雪と底面との摩擦係数を変化させるため、水路の底板を三種類変えた。三種類とは、(a)アクリル板、(b)ベニヤ板、(c)珪砂を張り付けたベニヤ板である。これらと雪との静止摩擦係数を測定したところ、それぞれ、(a) $\mu=0.34$ 、(b) $\mu=0.86$ 、(c) $\mu=1.08$ であった。それぞれの底板について、水路床勾配は1/100、1/250、1/500、1/1000に設定し、投雪量を変化させて、投雪した雪が流れるかどうかの判定を行った。

4. 実験結果

実験の結果得られた流雪量を流水量に対して示したものが図1(a)、(b)、(c)である。これらの図で水路床勾配は等しく1/250のものである。図中では、式(1)を二点鎖線で、式(2)を一点鎖線で、式(3)を破線で表している。また、図中、○印は雪が「流下する」ことを、△印は雪が「停滞するが流下する」ことを、×印は雪が「閉塞する」ことを示している。流雪量、流水量の単位はいずれも (l/s) である。

図1(a)から(c)を見ると、底面の粗度が小さく摩擦係数が小さいほど、同じ流水量に対する流雪量が大きくなることがわかる。特に図1(a)のアクリル板では、式(1)-(3)のいずれよりも流水量が大きい。ベニヤ板、珪砂板では、式(2)、(3)が実験値と近い値を与えることがわかる。

実験より水路床勾配を変化させると雪塊の輸送形態が変わることが明らかになった。そこで、縦軸に投雪量と流水量の比をとり、横軸に水路床勾配を対数で表示した図が図2(a)から(c)である。(a)がアクリル板、(b)がベニヤ板、(c)が珪砂板である。結果はかなりのばらつきがあるが、次のように見ることができよう。流水量と流水量の比は、底面が滑らかになるほど大きい。すなわち、珪砂板、ベニヤ板、アクリル板の順で大きくなっている。また、水路床勾配については、1/100がもっとも大きく、1/1000がこれについて大きく、1/250、1/500は小さい。流雪量と流水量の比が1/1000が1/250、1/500より大きいのは、次の理由による。勾配が1/1000のように小さくなると同一の流水量の急勾配水路に対して水深が大きくなり、雪は水面に浮いた状態になる。このため、同じ流水量で比較すると、勾配が1/250、1/500の条件より流雪量より大きくなる。一方、急勾配水路 (1/100) では、流水による流体力が大きくなるので流雪量が大きくなるのである。

5. おわりに 底面の粗滑と水路床勾配を変化させ、流雪能力がどうなるのかについて実験を行った。その結果を従来より提案されている流雪量公式と比較した。流雪量は、底面の粗滑によって大きく変化し、水路床勾配によっても複雑に変化する。流雪量の変化は、従来の流雪量公式では十分には表現できない。

参考文献 1)建設省北陸地方建設局、流雪溝設計運営要領、1983.9. 2)福岡祐介、吉永一義、早川典生、岡村康一、雪氷、第53巻、4号、1991、297-307. 3)岡村康一、福岡祐介、早川典生、村上正人、水工学論文集、第36巻、1992.2、287-292.

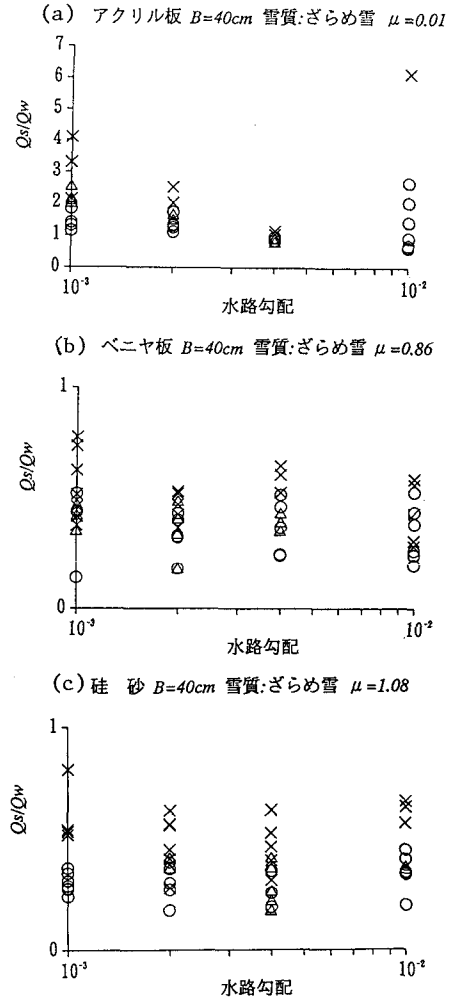


図2 流雪量/流水量と水路床勾配