

II - 2

屈曲部における流雪能力

東北大学大学院 学生員 ○上山 敦
 アジア工科大学 正 員 今村文彦
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

流雪溝は多雪地域における非常に有効な除排雪施設であるが、場所によっては雪詰まりが発生し易く、水上がりを生ずるという問題がある。最近では、流雪溝構造的欠陥の改善によって、閉塞を起こす事は少なくなってきている。本研究は、こうした改善のうちの屈曲部を対象として、開水路での実験を基に、その閉塞条件を解明し屈曲部での送雪能力を評価しようとするものである。

2. 水理実験

実験では、図-1に示すような屈曲部を持つ幅 10cm の透明アクリル製水路を屋外に設置して行った。屈曲部の角度は 30°, 45°, 60° のものを使用した。

また、条件を厳しくするために水路床勾配は零とした。雪は、道路上の雪や屋根雪をスコップなどでブロック状に投入しそれが屈曲部を通過できずに閉塞するという実状から、幅及び高さとも 10cm のブロック状に整形し長さ L_s を変化させたものを投入する。この雪塊を 1 個ずつ水路に流し、屈曲部での通過状況を見る。

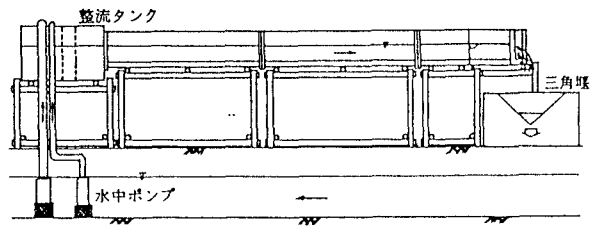


図-1 実験装置

3. 実験結果と考察

雪塊が屈曲部を通過する瞬間の破壊の様子を図-3に示す。斜線部は雪塊が通過する際の破壊の部分で、この斜線部の面積を幾何学的に求め、通過に必要な破壊体積 ΔV_0 を得る (式 (1))。

$$\Delta V_0 = H \times S = H \times \sqrt{2} \left\{ B \left(\cos \frac{\pi}{8} - 1 \right) + \frac{L}{2} \sin \frac{\pi}{8} \right\}^2 \dots \dots \dots (1)$$

実際に破壊される体積 ΔV は雪塊の持つ運動エネルギー E_k と何らかの関係がある。そこで、まず山本¹⁾ にならって関数 F_0 を用いて ΔV を次式のように表現する。

$$\Delta V \times F_0 = E_k (= \frac{1}{2} \rho_s V u_s^2) \rightarrow \Delta V = \frac{E_k}{F_0(\rho_s)} \dots \dots \dots (2)$$

この体積 ΔV が通過に必要な体積 ΔV_0 より大きければ通過となる。

次に実験結果を用いてこの関数 F_0 を決定するために、運動エネルギー E_k を破壊されるべき体積 ΔV_0 で割った値 F を求め、各角度ごとにまとめた (図-2)。通過・不通過の境界を与えるものが関数 $F_0(\rho_s)$ であり、これが閉塞条件を与える。しかし、屈曲角により関数 F_0 が異なり屈曲角毎にこの関数を求めなければならない。そこで、関数 F_0 が雪塊の密度だけでなく、屈曲角をパラメータとするような関数と仮定する。破壊に使われる運動エネルギーは、屈曲角が 0°つまり直線のとき 0 であり、屈曲角が 90°のとき全運動エネルギーであると考えられる。これを考慮し、流速の $\sin\theta$ 成分の運動エネルギーが破壊のエネルギーである、としてまとめたものが図-4である。この図から閉塞条件が次式のように与えられる。

$$F_0(\rho_s, \theta) = \frac{\sin^2\theta \times E_k}{\Delta V_0} = \frac{8}{3} \times \rho_s \dots \dots \dots (3)$$

4. 屈曲部の送雪能力

屈曲部の送雪能力を評価するためにまず、屈曲角 θ 、流水量 Q_w 、水路勾配 i 、水路幅 B_c を与える。次に、式 (3) から限界接近速度 u_{s0} を求める。この接近速度に達するために必要な距離を、著者らが開発した数値モデル²⁾ を使用して計算する (但し、溝内の流速は等流と仮定)。

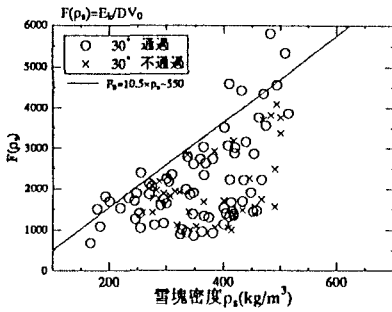
この距離が屈曲部間の最低距離 L_{cmin} となる。表-1 は、雪塊の大きさと L_{cmin} との関係である。これが、屈曲部の送雪能力である。

5. おわりに

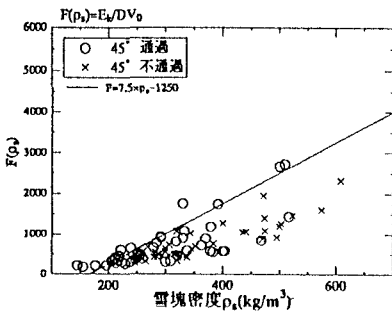
実験結果から任意の屈曲部の閉塞条件を求め、送雪能力を評価できた。この閉塞条件を用いて設計の際の指標を与えられた。

参考文献

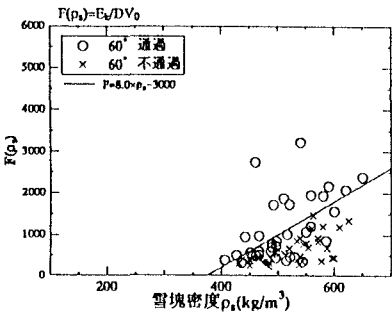
- 1) 山本潤・今村文彦：流雪溝屈曲部での閉塞条件と送雪能力に関する基礎研究，日本雪工学会誌 vol.8, No.4, pp. 3-11, 1992.
- 2) 上山敦・野路正浩・今村文彦：雪塊流下数値モデルの開発，年次学術講演会概要集第2部，pp.660-661, 1993.



(a) 屈曲角 30°



(b) 屈曲角 45°



(c) 屈曲角 60°

図-2 屈曲角毎の関数 $F(\rho_s)$

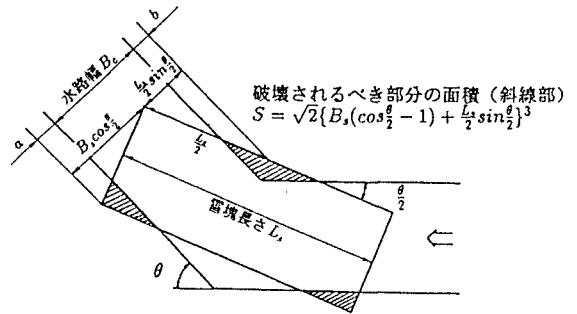


図-3 屈曲部での雪塊破壊の様子

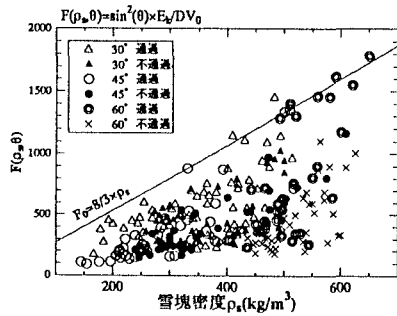


図-4 閉塞条件 (関数 $F(\rho_s, \theta)$)

表-1 45°屈曲部間の最低距離
($Q = 45\ell/s, B_c = 0.4m, I_c = 0.01$)

$L_s(m)$	$V_s(m^3)$	$L_{cmin}(m)$
0.40000	0.06400	0.02173
0.50000	0.08000	0.08559
0.60000	0.09600	0.27582
0.70000	0.11200	0.81941
0.80000	0.12800	2.68632
0.90000	0.14400	17.81786
1.00000		不通過