

IV-52 道路の消流雪における地表水利用の調査・研究(その1)  
 ~ 流雪溝 (第二報) ~

新潟大学工学部 正員 ○細川 亨司 勝  
 新潟大学工学部 正員 大熊 孝  
 新潟大学大学院 学生員 米内 弘明

1. はじめに

流雪溝は、開水路における流水の力を利用して雪を運搬・融雪する除雪施設であり、市街地の除雪コストの面で現在これに優るものは無い。本調査研究は、こうした流雪溝の設置条件を具体化し、短所<sup>1)</sup>を克服すること、すなわち流雪溝に関する工学的指針を確立することに目的がある。しかし我々の調査・研究はまだ2年足らずであり、十分目的を達成できず、ここにその到達点を報告するにとどまる。

2. 調査結果の概要

①流雪溝の断面は、矩形断面で幅は40~70cm深さは60~100cmが適当と考えられる。<sup>1)</sup>②機械投入の实例は、米沢市の国道沿いの例のみであり、その投入方法は、図1の如くである。投入方向について明確な理由はないが、破碎された雪と塊状の雪の相異により、摩擦とダムアップに原因があると考えられる。人力投入は、屋根雪を一旦道路上に落してから流雪溝に入れる場合(この投入雪量はスノーデンアによる700g時であった)と屋根雪を直接流雪溝に投入する場合がある。それぞれに利点・欠点がある。③屈曲を設ける場合は、曲率Rが5~2mを付け流雪溝の幅を前後の幅より1~2cm広くする(国鉄

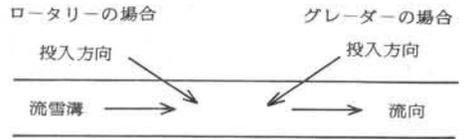


図1 機械投入における流向と投入方向

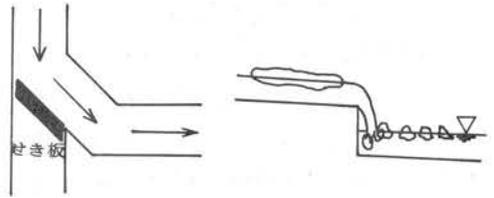


図2 分流点の構造

図3 段差による雪塊破碎

からの間を込み)。分流点は、時間により給水制限を行う場合に造られるが、図2の如き構造にする。合流点では、合流する流速を均等にし、合流の角度を小さくし、下流の流下能力を高くすべきである。落差があるならば図3の如き段差を設け付着した雪どうしを破碎し、流下させやすくする。④溢水・水害の最大の要因は、投入雪量に対し流雪溝の流量が少ないことである。しばしば溢水の発生する流雪溝では、流量を増大させ投入量を規制する。また小流量、流量変動の激しい流雪溝では写真1の如く溢水防止の方法がある。⑤流末処理方法は、流末河川の流量が少ないと堆雪・閉塞を起こすので写真2の如く流雪溝末端を延長し流身に直接排雪する。また流雪を流し去る流量が少ない場合は機械力などにより流雪溝の閉塞を発生させない方法を採用する。

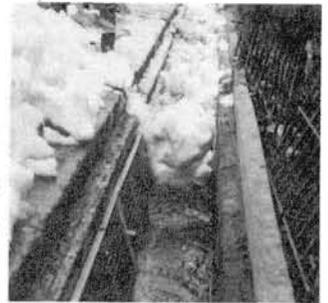


写真1 いっ水防止法  
 (網を流雪溝内にそう入し、いっ水を防止する 東北流雪研究所)

3. 流雪能力に関する実験

流雪溝について、一定流量に対して、どれくらいまでの雪量を流し得るかという流雪能力を求めておく必要がある。しかし、流雪能力は、単に流量のみの関数ではなく気温、水温、雪質、勾配、幅、屈曲、分合流等に影響される。ここでは、流雪溝の屈曲・分合流に重要な要素であるが、一般化への足掛りとして、直線水路に関する流雪能力を実験する。

<実験装置及び実験方法> 鉄筋コンクリートU字溝(上幅18cm)水路において、又勾配について流量を3通りに変化させ流雪能力を測定した。流水は、循環式で供し、水温を0℃に保ち、フローセル流量計で



写真2 流末処理方法の一例(国鉄)

流量測定した。気温は室内の、為5~10℃の範囲であった。投入雪質は、新潟市における降雪が少なかった為に集めてきたしほり雪を枠(10×10×9cm)に入れた、 $\rho_s=0.92$ の一通りしか行えなかった。毎秒当りの投入個数から投入雪量を求め、一定流量、一定勾配に対し流下し得る雪量を判別した。

〈実験結果及び考察〉 判定基準 $\Delta$ と $\circ$ の間を一つの目安として、流下可能限界を求めた一例を図4に示す。これら室内実験の結果を、現実の流雪溝、幅50cmに適用し得るようにフルードの相似則により、変換しまとめた結果が図5である。ほぼ比較のために従来の必要流量算定式(i)・(ii)・(iii)も表示した。この図から明らかになるように(i)式は、流量が少ない場合と勾配が緩い場合で流雪能力を過大評価している。(ii)式は、勾配が急で流量が少ない場合以外は安全側の値を示す。特に勾配が $1/1048$ の場合、今回の実験とはほぼ一致しており、比較的勾配の緩い、鉄道構内で得られた(ii)式の有用性を示している。また流雪能力は、流量80%程度までは勾配 $1/600 \sim 1/200$ で最大となり、勾配が $1/1000$ 以下になると激減する。すなわち、 $1/600$ 以上では、雪塊が浮く水深に達するまでは流速より水深の方が流雪能力に対して支配的であり、その水深を越えれば流速の方が支配的であることを示す。防災センター新庄支所の実験結果<sup>2)</sup>を体積単位に変換して整理したところ上述の議論と同様のことが言える。即ち、新雪では比重が軽く浮きやすくかつ側壁に付着しやすい傾向から水表面積が広いほど流れやすく、ざらめ雪は比重が重く沈みがちであることから水深の深いほうが流れやすいということである。ところで、小出町でU字溝の流雪溝で現場実験を行った。流量は、我々の開路したU字溝の平均流速公式に水深・勾配を与えて求めた。投入雪量は、雪の単位体積重量から体積を求め、毎秒当りの投入雪量を確定した。この結果を図6に示してあり、おおむね図5で説明できよう。

又、今後の課題

上述の如く種々の結果が得られたが、我々の実験は、気温が高いこと、相似則変換したこと等により明確な言及はできない。したがって今後、現場において様々な気温、水温、雪質、水路幅、投入方法において多数の実験を行う必要がある。そして分・合流、段差などが流雪能力に及ぼす影響、2の顔値結果の構造にした時としない時の流雪能力の数量的把握、及び流雪溝の材質による流雪能力の差異なども、重要な研究課題であろう。また地域住民の流雪溝の自主管理方法についても十分検討する必要がある。

参考文献 1)斎藤・小出・細川、第36回年講。

2)東浦将夫(国立防災科学技術センター新庄支所)「流雪溝の運用と問題点」(除雪研究会資料、昭和46年1月)

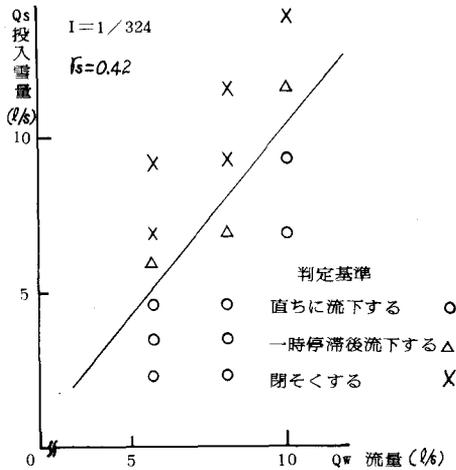


図4 流雪能力図

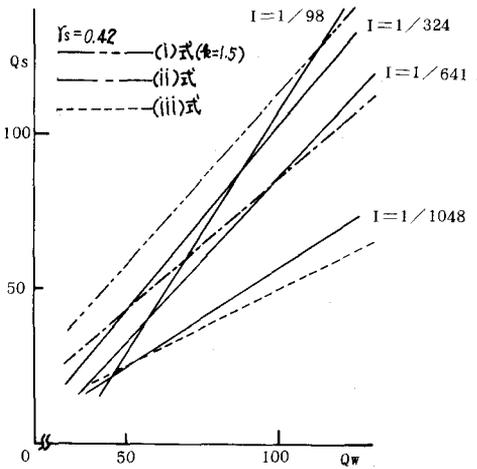


図5 勾配-流雪能力図

必要流量算定式と必要勾配

(i)  $Q_w = f_e (1 - f_s / P_w) \cdot Q_s \quad I \geq 1/500 \quad f_e = 1, 1.5$   
(新防雪工学ハンドブック)

(ii)  $Q_w = 2 (1 - f_s / P_w) \cdot Q_s \quad I \geq 1/500$  (道路構造令)

(iii)  $Q_w = 2 \cdot Q_s \quad I \geq 1/800$  (国鉄)

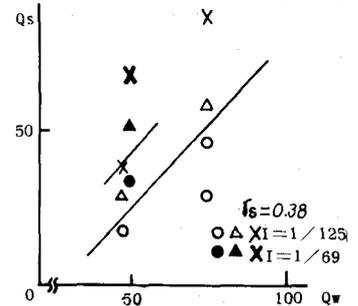


図6 現場流雪能力図