

II - 4

流雪溝の構造的な原因による閉塞に関する現地調査

東北大学大学院 学○山本 潤

東北大学工学部 正 今村文彦

東北大学工学部 正 首藤伸夫

1. 概論

流雪溝は道路の路側等に設置した排雪運搬用の水路であり、豊富な水量と適当な流速を維持できる勾配がとれる場所では有効な除雪施設である⁽¹⁾。この流雪溝には、狭い住宅地内での除雪に適する、維持費が安い、運搬排雪機械が不要であるなどの利点があり、現在、北陸や東北の多くの都市で利用されている。しかし、水路が停滞雪塊により閉塞するため流雪溝の使用が不可能になり、その回復に多大な労力を強いられている例が各都市で見られる。しかも、断面が閉塞すると水上がりが生じ、床下浸水などの被害を受ける。流雪溝の停滞の原因は一般的に次の4つ⁽²⁾と言われている。

- (A) 溝の欠陥 : 溝の障害物、溝幅急変、勾配急変、曲がり
- (B) 新雪投入による断面閉塞 : 新雪塊は壁に付着し易く、溝幅を狭くする
- (C) 機械による急激な投入量の増加 : 流雪溝の寸法より大きな雪塊の大規模投入による
- (D) 流水の送雪能力の低下 : 流水中に混入された雪が壁面と接触し、流れに対して抵抗として働き、流水が減速して停滞する。

(B)、(C)の停滞は特定の作業箇所で見られ、雪の投入方法に注意することによって解消可能である。現在の流雪溝の送雪能力は本質的に(D)の型の停滞によって決定されると考えられており、その流雪溝の設計は直線部の送雪能力を用いて行なわれている。しかし、(D)の停滞は送雪能力を最大に見積ったものであり、流雪溝の中に一箇所でも(A)の原因により送雪能力が低下する場所があれば、そこでの送雪能力が流雪溝全体の送雪能力を決定することとなる。そこで、(A)の原因による閉塞に関して、現在流雪溝を使用している新潟県小千谷市、秋田県横手市、富山県八尾町において現地調査を行ない、その特徴、問題点（断面閉塞）を報告する。

2. 各地の流雪溝

(1) 新潟県小千谷市⁽³⁾ 小千谷市は信濃川河岸段丘上にあるため、地形は起伏に富み、信濃川よりポンプアップした水を自然流下させ、流雪溝を運用することが出来る。市内の流雪溝は延長が50mから200m程に区分され各系統ごとに通水時間が割り当てられる。雪投入は人力で行なわれ、スコップとスノーダンプと呼ばれる大型の投入器具が使用される。

(2) 秋田県横手市⁽⁴⁾ 横手市の流雪溝の歴史は古く、昭和16年に横手駅構内で利用されていた。それから、昭和48、49年にかけての豪雪で、道路が完全に閉鎖され、10日以上にわたって交通が麻痺するという事態が起った。市民から抜本的対策を講ずるよう強く要請され、これを契機に、市では流雪溝の先進地である小千谷市の研修を行ない、技術的な問題、財政上の問題等の検討を重ねた。まず、試験的に一部の路線に流雪溝を設置すると、その威力が十分に発揮されるようになり、市民からは設置して欲しいとの強い要望が出されるようになった。当初は路線の整備であったが、昭和56年に流雪溝面の整備事業計画書を策定し承認を得、現在に至っている。

(3) 富山県婦負郡八尾町⁽⁵⁾ 八尾町は表流水が比較的利用しやすく、どんな細い通りにも水路が張り巡らされている。この水路は昔から「えんなか」と呼ばれ、洗濯など町民の暮らしに深く結びついてきた。この地区では、雪を捨てることを雪を流すといい、住民自らの手による雪流しは80年の歴史を有し、冬期間の地域住民のコミュニティの最大の場として利用されていた。この「えんなか」は、道の両側にあり、その片方を改築したものが今日の流雪溝である。八尾町における流雪溝の整備は昭和55年から着手され、昭和63年度までに旧市街地での整備が完了して、整備延長が約1万2千メートルとなっている。

3. 流雪溝閉塞の状況と考察 流雪溝の閉塞しやすい箇所、及びその状況は次の通りである。

- ・ 曲がり : 雪塊が側壁に付着、また、大きな雪塊がカーブを曲がりきれず、水路を塞ぐ。
- ・ 合流 : 流速の小さい方を流れていた雪が合流点に入り込めずに停滞し、その雪どうしが互いに接着し、大きな雪塊になる。この雪塊はますます大きくなり水路を塞ぐ。
- ・ 勾配 緩→急 : 水だけが流れ、雪が残されてしまう。水深が浅くなり、雪塊が底面と接触する。
- ・ 勾配 急→緩 : 流速が急激に減少し、雪塊が側壁に付着する。
- ・ 断面 急縮 : 大きな雪塊が通過することが出来なくなり水路を塞ぐ。また、新雪が側壁に付着し易くなる。
- ・ 断面 急拡 : 水深が急に減少し、それまで流水中を浮いて流れていた雪塊が底面と接触し停滞する。
- ・ 分岐 : 流水量のみが減少し、送雪能力自体が急に減少。水深が減少し、急拡と同様になる。
- ・ 流末の処理 : 次々と流れてきた雪が速やかに流れ去らずに溜り、やがて水路を塞ぐ。
- ・ 障害物 : 断面急縮と同じである。

ただし、現実の閉塞場所では上記の原因が複合していることが多い。

以上のように流雪溝の閉塞場所を見てみると、単調な直線部での閉塞は無く、上で示された場所での閉塞がほとんどである。雪は直線の一定勾配、一定断面の水路を流れている時に比べて、水路の形状に何らかの変化があった場合にはつまり易いことが分かる。すなわち、流雪溝の構造こそが、閉塞するかどうかに関係し、送雪能力を支配している。

表-1には、3ヶ所での閉塞原因とその数をまとめた。勾配の大きい小千谷市、八尾町では合流や勾配による閉塞が多く、勾配の小さい横手市では曲がりによる閉塞が多いことが分かる。勾配が大きく流速が確保される場所では、水路中での流雪能力が高いため、水路途中に多少の曲がりや断面変化があっても閉塞には到らない。しかし、流速が大きいと勾配変化により流速や水深が大きく変わり易く、流速の違う水路の合流部が生じ易い、などにより閉塞に至ると考える。

4. 終わりに

今回調査した流雪溝の閉塞している箇所は以上の通りである。曲がりや勾配変化等は町域の形、流雪溝の配置形状、地形等によって定まり、どうしても避け難いものである。こうした弱点箇所が、全体の作業能率を落さない為に、どの様に設計されなくてはならないかは極めて重要な問題である。今回の論文では、閉塞の状況を定性的に述べたに過ぎない。今後定量的に検討する予定である。また、今回の調査で、八尾町と横手市では雪の質が異なり、しかも同じ地域でも一、二月と三月末で異なることがわかった。雪質が変わると閉塞状況も変わる。例えば、新雪は水を吸い、流水量が減少することが閉塞の一因となる。このような雪の質を考慮に入れることも必要である。

表-1 閉塞原因とその数

	小千谷市	横手市	八尾町
勾配	数%~10%	0.2%~0.3%	数%
流れの状態	Fr>1	Fr<1	Fr>1
水深	15cm程	15cm	15cm
幅	35から50cm	50cm程度	50から60cm
計画水位(投入後)		投入前の2倍	投入前の3倍
総延長	42.0km	25.3km	12km
閉塞の原因	曲がり	3ヶ所	1ヶ所
	合流、分岐	6	1
	勾配変化	3	2
	断面変化	1	1
	流末	1	
	障害物		2

参考文献、(1)日本建設機械化協会：防雪工学ハンドブック、P339、森北出版 (2)首藤：市街地道路の除排雪、都市の豪雪による災害とその対策、P150、S56.3 (3)小千谷市：小千谷市の流雪溝 (4)横手市：防雪の都市づくり、H2.2 (5)八尾町：流雪溝の整備、特集克雪、P13