

II-283

少水量タイプ流雪こう対策について

東日本旅客鉄道（株）

正会員 長谷川 祐二

同 上

堀井 一郎

同 上

下村 力

1. はじめに

東日本旅客鉄道株式会社管内には、我が国有数の豪雪地域が広がり、毎年多大な雪害対策費を支出してきた。雪害対策の長期計画としては、国鉄時代より防除雪設備、除雪車両、除雪機械の充実などを主体に行われてきたが、近代化・合理化によるCTC区間の増大、動力車基地の集約化、除雪労働力の質的・量的低下、沿線環境の変化に応じて、その都度内容の見直しが図られてきた。

特に停車場構内の流雪こうは、投雪量が従来の人力作業から、除雪機械の導入と性能向上に伴って大幅な増加が見られること、取水量が水源周辺の変化によって低下している等内外の取りまく変化が大きくなっている。

ここでは、この環境変化によって、少ない水量での除雪を余儀なくされている、流雪こうの機能向上のために行なった対策の数例について報告する。

2. JR流雪こうの問題点

一般に流水を利用して除雪効果をあげることは、古くから行われてきたが、急勾配の側溝で流水利用による除雪を試みたのは昭和2年頃で、本格的に平坦な操車場等に設けられたのは、昭和10年頃である。その後数々の検討が加えられ、現在の構造は以下に示す通りである。

(1) 流雪こうの構造

①流雪こうの幅員寸法は表-1に示す通りである。これは線路の軌道中心間隔の制限もさることながら、人力作業を優先した「人が跨げる程度」が基準となっている。

②断面形状は長方形、深さは投雪前水深の2.5倍以上とする

③流量は投雪水潤量の2倍を標準とする

④勾配は原則として2/1,000以上とする

⑤投雪前水深は原則として30cm以上とする

⑥屈曲部の曲線半径は原則として1.5m以上とする

⑦コンクリート造とし、蓋は金網式を標準とし、敷設延長は流雪こう延長の1/2以上とする

表-1 流雪こうの幅員寸法

除雪の主体	流雪こう幅員	備 考
人 力	60 cm	
除 雪 機 械	80~120 cm	人力補助
除 雪 車 両	150 cm	

(2) 流雪こう実態調査と問題点

以上の構造条件に対し調査を行ったところ、流量、水深、屈曲部の半径について満足していない設備が多く、何れも多量の人力補助を必要としていること。最近の除雪機械MR（モーターラッセル）の性能向上により、特に屈曲部では除雪後の閉塞のため、雪を長時間攪拌して雪を流下させる人力作業に頼っていることがわかった。この人力作業を通称「ダボン」作業といい、これを省略して放置すると、線路上に溢水し運転保安上の障害となりがねないことが確認された。また地元の水利権や地形的な問題から、これ以上の水源の確保は難しくなっている。

3. 対策

①消融雪こうの応用 ----- 既存の流雪こうに消網板と呼ばれる網を置き、流水を止水板で堰止め、長い時間をかけて流水の僅かな熱エネルギーで融雪する。流水は消網板の下側を流れるため、溢水することなく、東北地域の道路消雪に実績がある。

上越線石打駅構内の下り1番～2番の流雪こうにL=100mを施工した。

消網板は「グレーチング」とし、上流方50mは開口率66.0%、下流方50mは66.8%を使用した。

止水板は木製とし、h=400～500mmとした。（図-1参照）

②流雪材の塗布 ----- 流雪こうの壁面に特殊な「リカル樹脂塗料」を塗り、粗度係数を低減することにより、流速を高めて流水が雪に及ぼす力を高める。

塗布材の厚さは側壁に1.5mm、底面に2mmを目安として吹付けた。

上越線石打駅構内L=50m、五日町駅構内L=100m、小出駅構内L=80mを施工した。

（図-2参照）

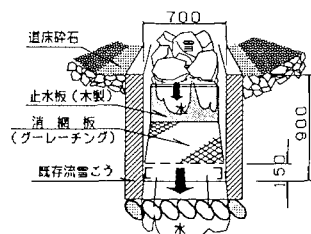


図-1 消融雪こう

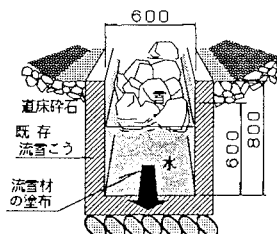


図-2 流雪材の塗布

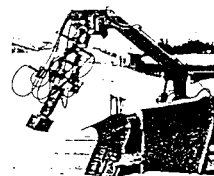


図-3 モーターラッセル攪拌装置

- ③モーター・カラット[®]攪拌装置 ---- 従来の人力補助による攪拌作業の機械化と能率向上を図り、モーター・カラット[®](以下MRという)に既存作業アームの油圧動力を利用した攪拌装置を取り付けた。
(図-3参照)

4. 対策の効果

(1) 消融雪こうの応用

- ①気温 2.5°C 、雪密度で投雪前で 0.09 、投雪後で 0.35 となり、MR投雪後約12時間でレール面上 20cm の雪が溶けた。また気温 $6\sim 7^{\circ}\text{C}$ 、雪密度で投雪前で $0.2\sim 0.3$ 、投雪後で $0.5\sim 0.6$ の条件では、流雪こうに満杯の雪がやはり12時間で溶けた。水深は流量 $50\sim 60\text{l/s}$ となるよう $h=10\text{cm}$ にた保ち、水温は何れも止水板上流で $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 、流末で 1°C であった。
- ②消網板を底部 12cm に設置したが、流雪こうが溢水することはなかった。
- ③人力による補助作業(「ダボン」作業)は必要なかった。

(2) 流雪材の塗布

- ①塗装部分の流速は、勾配 $3/1,000$ で 1.10m/s となり、無塗装部分の 0.94m/s に対して 1.17 倍の流速効果が得られた。
- ②塗装部分と無塗装部分で、投雪直後から流れるまでの時間の比較は 1.67 倍となった。
- ③通常の構内除雪の際に、一時的に水の流れが止まるが、すぐに流れ出す。ダボン作業の必要性がなくなった。

(3) MR攪拌装置

- ①攪拌装置の動作は、作業アーム先端の攪拌部による上下運動で行われた。
- ②既存の作業アームの油圧のキャパシティにより、上下運動はストローク 60cm で毎分10回、ストローク 30cm で毎分20回となった。
- ③満杯にした流雪こう 20m 区間に対し、15分かけて流雪こう中央部を攪拌作業して様子を見たと、投雪後約30分で流れた。

5. 考察

昭和38年豪雪後の線路設備強化にあたり、投資規模その他設備のあり方を統一して標準化する必要が生じ、計画の対象とする降雪量、積雪深は10年確率を採用することになった。これは上級線区(1級線70年、2級線30年)に対する過大投資、および雪害の多い下級線区(4級線2年)に対する過小投資を避けるためである。この考え方で当該地域の24時間10年確率の降雪量を求めると、 $100\sim 110\text{cm}$ となる。しかし、レール面上の積雪深は短い列車間合いのため、連続して降り積もることはなく、MRの出動基準はレール面上 $20\sim 30\text{cm}$ が目安となっている。

(1) 消融雪こうの応用

従来の流雪こうとして機能するためには、投雪水潤量の2倍の流量が必要とされていたが、既存の設備に消網板(グレーン)と止水板を敷設するという簡単な改良で、 $50\sim 80\text{l/s}$ の流量が確保でき、現在のMRの出動基準のレール面上 $20\sim 30\text{cm}$ の雪を、人力による補助作業なしで処理できることがわかった。

(2) 流雪材の塗布

流雪こう内で流水が雪に及ぼす力は、ほぼ流速の2乗に比例すると考えられる。流速効果としての 1.17 倍がそのまま雪を押し流す力に反映したとすると、 1.37 倍の力が働いたことになるが、実際雪が流れ出すまでの時間の比較は 1.67 倍であった。また人力による補助作業が省略できたという報告もあり、十分な効果が確認できた。

(3) MR攪拌装置

攪拌効果としては、投雪前の密度が $0.3\sim 0.4$ の雪を用いたため、レール面上に降り積もった新雪での確認ができなかった。攪拌は壁面損傷を防ぐため、流雪こう中央付近しか行えず、壁面両側に雪が残った。

また既存の作業アームの油圧動力を利用したため、動作が緩慢である。この対策としては、油圧シリンダーの径 50mm を細くすることで、攪拌の上下運動の回数を毎分 $50\sim 60$ 回まで引き上げ可能なことがわかった。

6. 結論

従来は、人力補助による攪拌作業を必要としながら、夜間と早朝の1日2回の除雪を行っていた。今回の現場試験では、既存の流雪こうを改良した「消融雪こうの応用」で時間をかけて雪を溶かす除雪方法でも、1日2～3回の除雪処理が人力補助なしで可能となり、十分な効果が確認できた。またこの改良費は、流雪材塗装単価の約半額程度で可能である。このため対象地域の各駅構内には、改良による「消融雪こうの応用」を主体としながら、流雪こうの延長、屈曲部数等の異なる条件に応じて、割高な流雪材塗布の一部併用が図られることで、雪の処理能力はさらに高まることが考えられる。