

59. ツララ処理装置の開発

建設省北陸技術事務所：上村 弘・前田 孝司
*池上 則明

1. まえがき

冬期間の積雪寒冷地域ではトンネルや洞門天井面にツララが発生し、気温上昇と共に落下することがあり、そのため通行車輛への危険性が大きく、早急にこれら进行处理する必要がある。

このツララ処理方法は従来、人力作業（写真-1）に頼っており、長く連なる洞門での作業に多くの労力を要するばかりでなく、上をむいて高い位置のツララを棒で落とすため、作業員の疲労と落としたツララが体に接触する危険性などが大きいことから作業を機械化し、作業の安全性、効率の向上が要望されていた。

そこで、作業員の安全性を確保し、作業性を向上する目的でツララを自動的に掻き落とす装置を装備した、除雪トラックの開発を行ったものである。



写真-1 人力によるツララ処理作業



写真-2 ツララ処理装置

2. ツララ処理装置の仕様

2.1 基本構想

ツララに接触する部分を天井面に沿わせ、走行しながら処理することを基本に、車輛に架装した板状のスクレーパ装置をツララに接触させて落とし、同車輛内に受け集める方式とした。写真-2にツララ処理装置の外観を示す。

2.2 ツララ処理装置

ツララ処理部には、天井面の勾配変化に追従させるため、天井面とツララ処理装置先端のすき間を、超音波センサにより90~130 mmの間隔に保つ自動追従制御機構を備えた。図-1に制御機構を示す。

また、天井面等への接触に対処するため、図-2に示す白弾ゴム（Hs40）及び回避用スプリングに

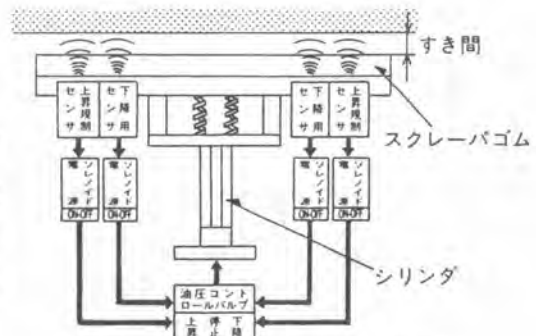


図-1 自動追従制御機構の構成図

よる回避や、リミットスイッチの検出でツララ処理装置を自動下降させる回避機構を持たせた。

その他本装置には、巾広い作業を行うため手動操作によるスライド機構を設け、ツララ処理装置全体を中央線側 700mm、路肩側 300mmスライドして最大幅 3.4mを作業できる機能がある。

写真-3にツララ処理装置付除雪トラックの外観を示し、図-3にツララ処理装置の構成を、表-1にツララ処理装置の仕様を示す。

表-1 ツララ処理装置の仕様

最大作業高さ	5.4m	スクレーバ装置	白弾ゴム(Hs40)
作業幅	2.4m	ツララ回収装置	鋼板溶接構造及びビニール
装置スライド範囲	左側300mm/右側700mm	自動制御装置	上昇規制用超音波センサ (設定値90mm) 2個
最大作業速度	15Km/h		下降用超音波センサ (設定値130mm) 2個
スクレーバ回避範囲	40mm未満		回避下降用リミットスイッチ 2個
スプリング回避範囲	75mm未満		
リミットスイッチ作動値	100mm		

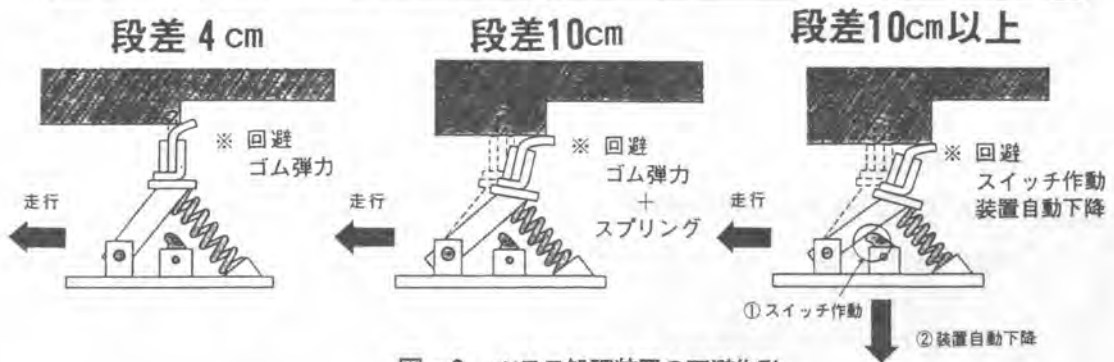


図-2 ツララ処理装置の回避動作



写真-3 ツララ処理装置付
除雪トラックの外観

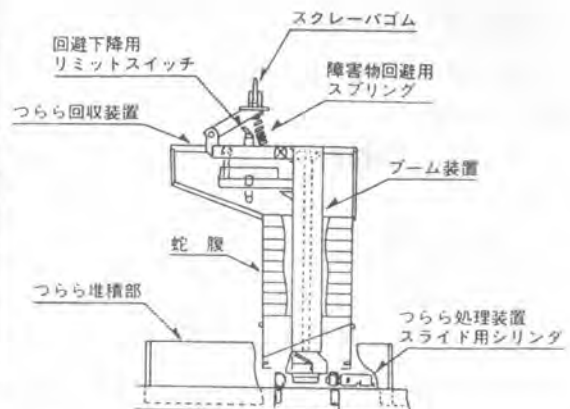


図-3 ツララ処理装置の構成

処理装置の下部にある回収装置は、処理したツララを車輻外へ落とさないよう受け止め、車輻の堆積部に集める装置である。構造は底の部分にツララ処理装置を上下させる伸縮ブーム装置が取り付けられており、またツララを回収装置から堆積部に落下させる際、散乱を防ぐためビニール製の蛇腹を取り付けてある。

2.3 操作キャビン

作業員の安全性を確保するため操作キャビンを設けた。操作キャビン内は手動操作用の操作盤及び、車輛運転手と作業上の確認をしながら、連係作業を行えるよう通話装置を備えてある。

3. 調査結果

3.1 強度調査

スクレーパゴムには適度な弾力性と耐摩耗性、耐寒性が必要とされるため、この性質を備えた白弾ゴム（Hs40）及び天然ゴム（Hs65）を用いて比較調査をした。その結果、摩耗状況はどちらも少々摩耗した程度で、回避能力については白弾ゴムの平均たわみ量が25mm、天然ゴムは平均10mmであり弾力性の面で白弾ゴムが優れていた。

回避用スプリングは、最大荷重によるたわみ量が75mm以上を必要とするため、線径 8.0mm、自由高さ 250mmのスプリングを使用した。

また、これらを取り付けたツララ処理装置を、洞門の天井面に押し付けて調査した結果、装置自体の強度は十分耐えられることを確認した。

3.2 自動追従制御調査

走行速度による天井面への追従性を調査した結果、速度15km/h未満は良好に超音波センサが作動しており天井面に追従した。写真-4に調査状況を示す。

しかし、15km/hから徐々に速度を上げたところ、超音波センサ反応後の装置作動時間の関係より、超音波センサが感知した時点から、ツララ処理装置の作動時点まで空走距離が長くなり追従の遅れがみられた。

よって作業速度は15km/hが限界であり、通常の作業速度では10km/hまでが適当と思われる。

3.3 障害物回避調査

洞門内の段差高さ100mmの箇所ですら処理装置を作業状態にして、速度10km/h以下での回避状況を確認したところ、スクレーパゴムと回避用スプリングの弾力により良好に回避した。

また、段差高さ130mmの箇所では速度10、15km/hで走行し、いずれも回避用スプリングで回避状態になった直後に回避下降用リミットスイッチが作動し、ツララ処理装置を自動下降させて安全に通過することを確認した。



写真-4 自動追従制御の調査状況

3.4 現場作業調査

除雪作業中にツララが発生した数日間の中で、2回の作業出勤からツララの発生状況や処理状況、及び作業性などを取りまとめた。写真-5にツララの発生状況を示し、写真-6にツララ処理状況を示す。

(1) ツララ処理状況

ツララ処理装置の通過した部分のツララは全て処理し回収でき、当初の構想通りにツララを処理できることを確認した。

しかし、ツララは横断方向に均一に発生せず、路側部分のツララについては、装置が側壁や対向車に接触する危険性を感じたことから、ツララ処理装置をスライドさせて全範囲を処理しておらず、機能を完全に使いこなせなかったため、ツララの全発生量を処理するまでに至らなかった。

作業速度については、初めての機械作業であることや手動操作でも行ったため、慎重に確認しながらの作業となり、5 Km/h程度の微速作業であった。

(2) 手動操作による施工性

機器類の操作方法については問題はなかったが、洞門内が暗くツララ処理装置の作業位置により、天井部の確認が困難な状態であること、また車輛等の騒音により通話装置での連絡が不良となることなどの改善点が上げられた。

4. まとめ

今回開発したツララ処理装置で構想通りに走行しながら処理することができ、各装置や機構なども正常に作動したことを確認し、その性能は当初の構想を満足するものであった。その結果、冬期、気象条件の厳しい中、人力で直接処理していた危険な作業を機械処理することで苦渋作業の解消が可能となり、ツララ処理作業を容易にし、安全性、施工性を向上することができた。

また、現場作業より改善点や要望が上げられ、今後これらを取り入れることで、更に現場に合った装置になるものと思われる。

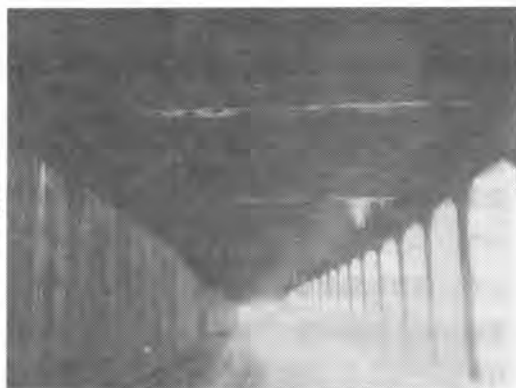


写真-5 洞門内ツララ発生状況



写真-6 ツララ処理状況