

## 36. 積雪寒冷地の冬期歩道における雪氷路面処理技術について

(独) 土木研究所寒地土木研究所  
(独) 土木研究所寒地土木研究所  
(独) 土木研究所寒地土木研究所

○ 三浦 豪  
牧野 正敏  
井谷 雅司

### 1. はじめに

積雪寒冷地の冬期歩道路面(写真-1)では、積雪や路面の凍結により歩行者転倒事故が多発しており、特に高齢者が除雪の不十分な歩道を避けて車道を歩くことによる交通事故の危険性や、冬期の外出を控えがちになる等の問題も発生している。

特にバリアフリーの観点からも高齢者・移動制約者等に対して歩道空間を改善する路面管理手法及び対策が求められている。

歩道のすべりやすい雪氷路面(つるつる路面)対策として、すべり止め材が使用されているが、散布効果が定量的に把握された例は少なく、また、大量の散布は、春先の堆積土処理量増加の要因にもなる。



写真-1 歩道に形成されたすべりやすい雪氷路面

### 2. 冬期歩道の雪氷路面処理技術の検討

道路利用者が安全に安心して歩ける快適な歩行空間を確保するため、冬期の雪氷路面对策については様々な取り組みが行われている。

佐藤、工藤<sup>1)</sup>は小形除雪車に粗面形成装置(レーキタイプ)を取り付け、歩道で調査を実施した。その結果、粗面形成装置で雪氷路面に溝を付けて、すべり抵抗を増加させることで、雪氷路面のすべり止

め効果における装置の有効性を明らかにした。

この粗面形成装置は、雪氷路面の表面に粗面を形成することが可能であるが、形成された粗面は降雪や融解等により長時間のすべり止め効果の持続が困難である。

そこで、寒地土木研究所では、冬期歩道の雪氷路面処理方法として機械的処理に着目し、構造が単純で特別な動力を必要とせず、雪氷破碎により、すべり止め効果の持続が期待できる装置を試作して、冬期歩道部における当該技術の適応性について試験を行った。

### 3. 雪氷路面処理装置の概要

雪氷路面処理装置(以下、「装置」という)は北海道の歩道除雪で使用している小形除雪車に装着し(写真-2)、歩道部に形成された雪氷路面を破碎処理するもので、破碎部と排雪部で構成される(図-1)。

装置は平成23年度から試験を行い、これまで2度の改良を行っている。

なお、装置の寸法は作業幅を考慮し、小形除雪車の全幅に近い1.52mとした。



写真-2 装置の全景(小形除雪車装着)

#### 3.1 破碎部

先端を斜めに切断した丸鋼をドラム状の回転体の表面に装着し、装置の自重(約1,300kg)により路

面に押し付け、車両の走行により自然回転させることで雪氷路面の破砕を行う(写真-3)。

破砕部を回転させるための油圧等の動力が不要であることが特徴である。

### 3.2 排雪部

破砕部によって発生した破砕雪氷片を歩行路面の左右に排除する(写真-4)。

当初は車両の後部へ装着していたが、過年度の試験で、破砕部近傍での排雪作業が、不陸追従性や機械の操向性の向上に効果があることを確認したため、排雪部を破砕部近傍に装着し、リンク機構で路面への追従を可能とした。なお、押し付けは排雪部の自重により行う。

また、不陸追従性を維持しつつ、排雪施工により発生する破砕雪氷片を左右へ流すため、進行方向に対して推進角  $90^\circ$  の高さ  $80\text{mm}$  の網状の鋼板と中心から左右に各  $74^\circ$  の推進角を付けたブレードを組み合わせた。

網状の鋼板は線圧を大きくして施工後の路面に傷をつけ、すべり止め効果を高める目的で装着した。

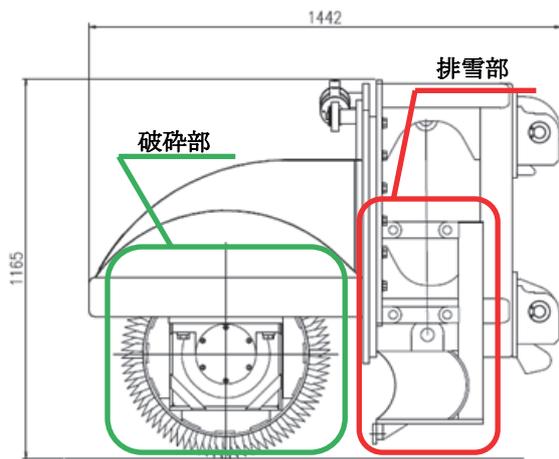


図-1 雪氷路面処理装置の全体図

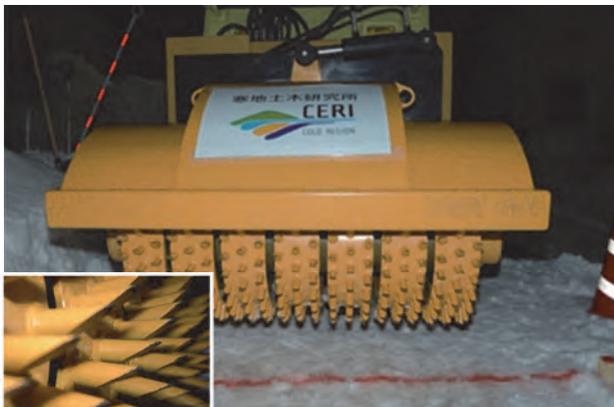


写真-3 雪氷路面処理装置の破砕部



写真-4 雪氷路面処理装置の排雪部

## 4. 調査試験

装置の能力や特性、及び現場適応性について把握するため、現道歩道及び作製した雪氷路面で試験を行った。

### 4.1 現道歩道施工試験

北海道開発局札幌開発建設部札幌道路事務所管轄の国道 274 号(札幌市厚別区上野幌)の歩道で試験を行った(写真-5)。

試験では気温、路面温度、雪氷の密度及び硬度の計測を行い、装置の施工性、路面追従性、路面処理能力及び施工後の路面状況を確認した。

また、すべり止め対策効果の差異を検証するため、装置及び3種類のすべり止め対策条件(無対策、塩化ナトリウム、砕石:最大粒径  $2.5\sim 5.0\text{mm}$ )による被験者の主観評価を行った。

散布量は道路管理者による実際の散布量を参考に、砕石 ( $30, 60, 100\text{g}/\text{m}^2$ )、塩化ナトリウム ( $10, 20, 30\text{g}/\text{m}^2$ ) とし、靴の違いによる影響を排除するために同一の靴(写真-6)を装着した健常者 20 名(男女)が歩行を行った。また、高齢者による歩行を再現するための高齢者疑似ツールを使用した歩行も行った。

なお、試験路面の基礎データを表-1 に示す。



写真-5 現道歩道の施工状況



写真-6 試験に使用した靴

表-1 現道歩道路面基礎データ

試験月日	気温平均 (°C)	路温平均 (°C)	雪氷路面			路面 状態	装置 試験	歩行 試験
			硬度(kg/cm <sup>2</sup> )	密度(kg/m <sup>3</sup> )	厚さ(mm)			
2月6日	-13.7	-14.3	20.6~157.7	540~730	75~97	圧雪	○	○
2月12日	-10.0	-10.0	24.9~124.6	600~690	64~133	圧雪	○	-

試験の結果、現道歩道での雪氷破碎が可能であり、排雪部についても自重により破碎部とは独立して可動することで不陸路面に追従し、破碎雪氷片の取りこぼしもほとんどなく排雪できることを確認した。

また、破碎雪氷片を推進角のついたブレードで左右に排雪することで、施工時の負荷が少なく、施工中の車両運転に支障がないことをオペレータからの聞き取り調査で確認した。

被験者による主観評価は、乾燥路面を10点とした場合の「歩きやすさ」「すべりにくさ」「総合評価」として実施した。

結果、すべり止め材(砕石、塩化ナトリウム)の散布量が増すごとに評価値が増加する傾向であり(図-2)、高齢者疑似についても数値の差はあるが、同様の結果であった。また、装置施工後の路面凹凸により「すべりにくさ」に対し高い評価が得られた。

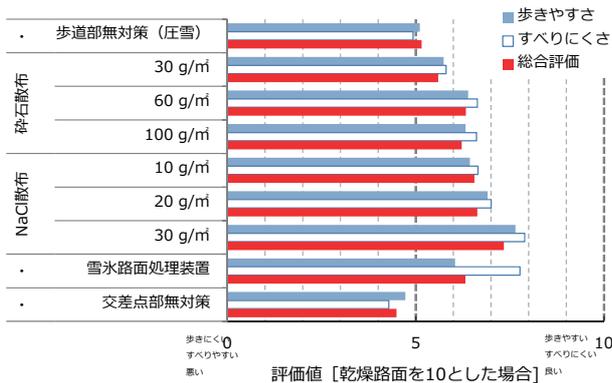


図-2 各種対策の評価値

#### 4.2 雪氷路面施工試験

寒地土木研究所構内に装置施工用雪氷路面(35m×2m)及び横断勾配2%(道路構造令に準拠)、縦断勾配0%、5%の被験者用雪氷路面(10m×1m)を作製し、試験を行った。

装置施工用雪氷路面については、氷板(密度750kg/m<sup>3</sup>以上、硬度90~300kg/cm<sup>2</sup>)<sup>2)</sup>を目標に作製した(写真-7)。

雪氷路面施工試験についても現道歩道施工試験と同様に気温、路面温度、雪氷の密度及び硬度の計測を行い、装置の施工性、路面追従性、路面処理能力及び施工後の路面状況を確認した。

また、被験者による主観評価についても、現道歩道施工試験と同様の方法で行った(写真-9)。

なお、試験路面の基礎データを表-2に示す。



写真-7 作製した装置施工用雪氷路面(氷板)



写真-8 雪氷路面での施工状況



写真-9 高齢模倣者による勾配部の歩行状況

表-2 試験コース路面基礎データ

試験月日	気温平均(°C)	路温平均(°C)	雪氷路面			路面状態	装置試験	歩行試験
			硬度(kg/cm <sup>2</sup> )	密度(kg/m <sup>3</sup> )	厚さ(mm)			
2月20日	-5.6	-5.7	41.6~82.5	600~750	128~153	圧雪	○	-
2月21日	-4.4	-0.6	65.8~186.7	590~760	117~143	圧雪	○	-
2月24日	-3.3	-3.7	59.1~167.5	650~870	87~140	圧雪 ~氷板	○	-
2月25日	1.4	-0.1	70.8~156.5	620~960	129~163	圧雪	○	○
2月28日	-2.0	-1.4	55.8~196.7	670~840	126~167	圧雪	○	-
3月4日	-4.0	-2.9	133.0~270.1	490~830	120~165	圧雪 ~氷板	○	-

試験の結果、現道歩道と同様、装置による雪氷破砕及び排雪が可能であった。しかし、平均雪氷硬度が 200kg/cm<sup>2</sup> 程度以上の硬い氷板の場合は、1回の施工では表面のすべりやすい平面部が残ることがわかり、合計 4 回の施工を行った結果、すべりにくい路面状態にするには 2 回以上の施工が必要であることを確認した(写真-10, 11)。



写真-10 残ったすべりやすい平面部(1回施工)

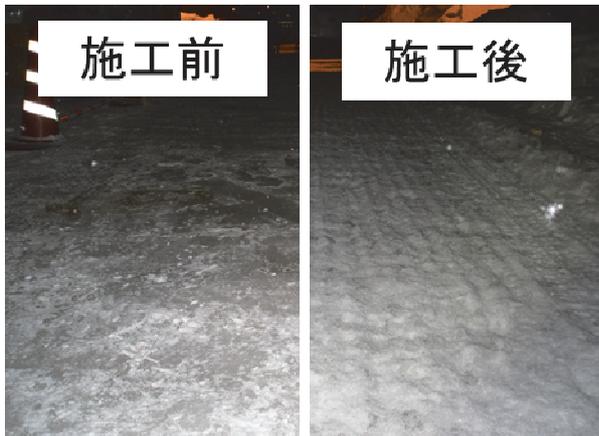


写真-11 施工前と施工後の雪氷路面

被験者の高齢者疑似による主観評価について、縦断勾配の違いによる歩行実験の結果を図-3、横断勾配 2%(平坦部)の結果を図-4 に示す。

縦断勾配 0%, 5%では、高齢者疑似においては、歩行に関する差異はみられなかった。

また、横断勾配 2%(平坦部)では、碎石散布および塩化ナトリウム散布により、評価値は改善し、散布量が増すほど、評価値が大きくなる傾向であ

る。また、雪氷路面処理装置についても評価値がすべり止め材と同程度に改善することがわかった。

このことより、雪氷路面処理装置による処理の有効性を確認した。ただし、これらの評価値は対策直後のものであり、長期的な効果の持続性についてはさらなる検証が必要と考える。

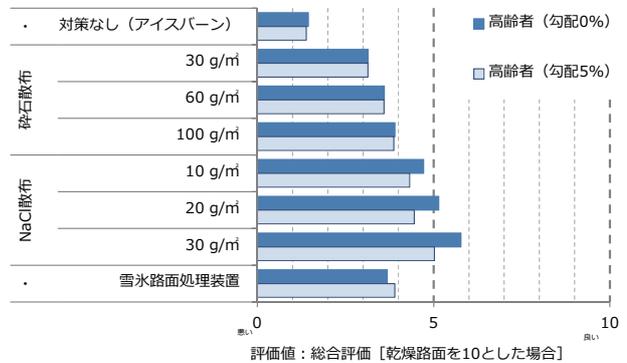


図-3 縦断勾配の違いと評価値の関係

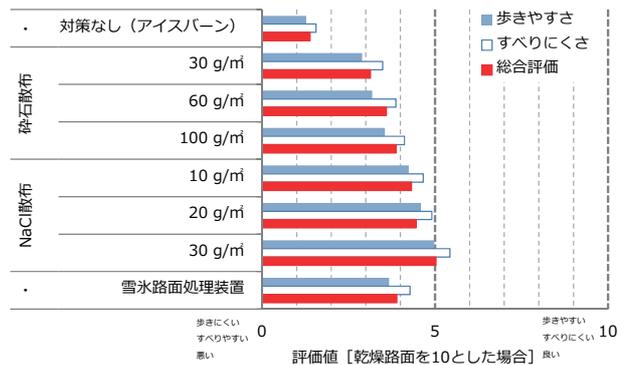


図-4 各種対策の評価値(高齢者疑似)

## 5. まとめ

本装置の施工により、破砕部が歩道部に形成された雪氷路面を破砕処理し、排雪部で破砕雪氷片を除去できるが、硬い氷板路面においては複数回の施工が必要であることを確認した。

また、被験者の主観評価により、碎石や塩化ナトリウムと同等もしくはそれ以上の対策効果が得られることがわかった。

今後、雪氷の硬度や厚さなど路面状態の違いによる必要性能の検証、及び効果の持続性の検証などを行っていく予定である。

## 参考文献

- 1) 佐藤健一・工藤秀一：凍結路面对策用粗面形成装置の開発、北海道開発局建設機械工作所機械技術管理業務報告書、pp182~184, 1997
- 2) (社)日本建設機械課協会・(社)雪センター：2004:2005 除雪・防雪ハンドブック(防雪編)、pp.33, 2004