

# 凍結抑制舗装 [11 技術] に関する調査検討について

北陸地方整備局 北陸技術事務所 ○折橋 一禎  
松澤 嘉啓

## 1. はじめに

安全で円滑な冬期道路交通確保の一環として多種多様な凍結抑制舗装技術が開発されている。その効果は、降雪あるいは凍結初期に路面凍結を抑制する機能があり、登坂不能車の発生回避、走行時の安全性確保、凍結防止剤の散布量抑制及び圧雪処理時の除雪作業の効率化に資する技術として期待されている。北陸地方整備局では、凍結抑制舗装技術の活用の取組みとして、公共工事等における新技術活用システムのフィールド提供型を用いて、要求性能を満足する技術を公募・選定し試行工事を平成 26 年度実施した。施工後は、現地における凍結抑制効果やその持続性能について、現地観察・試験を行い、舗装技術や道路管理に精通する専門家からなる「凍結抑制舗装技術に関する調査検討委員会」を設け、意見・助言を受けながら調査を進めている。本報告は、冬期 3 シーズンを経過した観察・試験結果の中間報告である。

## 2. フィールド提供型による凍結抑制舗装技術の公募

### 2.1. 凍結抑制技術の公募

凍結抑制舗装は、物理系、化学系、物理・化学系など多様な技術が各メーカーによって開発され、新技術情報提供システム（以下「NETIS」という。）に登録されているが、各凍結抑制舗装に関する特性や性能は様々であり、どのような道路構造や地域特性に適するかを判断する指標が少なく、施工箇所に適した技術の選定に苦慮しているのが現状である。この課題に対し、北陸地方整備局が管理する供用中の国道を試験フィールドとして提供し、同一条件下において各凍結抑制舗装の特性を比較し、その工法選定の適用条件等を検証するために「凍結抑制舗装に関する新技術」を平成 26 年 5 月に公募したものである。

その結果、表-1 に示す 10 者 11 技術の応募があり、審査の結果、応募のあったすべてを選定した。公募時において要求する技術は、NETIS 登録されたアスファルト舗装及び半たわみ性舗装の凍結抑制舗装技術とし、選定時の要求性能は表-2 とした。

### 2.2. 試験フィールド

試験フィールドとして提供した箇所は、北陸地方整備局長岡国道事務所管内（以下、「長岡国道管内」

表-1 試行凍結抑制舗装技術

区間番号	技術名称	応募者	NETIS番号
①	ゴムバウダ型凍結抑制舗装 (塵ゴムのゴムバウダを利用した凍結抑制舗装)	(株)佐藤渡辺	HR-140009-VR
②	ザベック工法タイプG (ゴムチップ充填型 物理・化学系凍結抑制舗装)	世紀東急工業(株)北陸支店	KT-990566-V
③	グルーピングウレタン工法 (積雪地域のアスバーン(氷雪路面)抑制工法)	鹿島道路(株)北陸支店	TH-990010-A
④	アイストール (既設舗装対応型凍結抑制工法)	オサダ技研(株)	HR-140010-VR
⑤	アイスクラッシュベイブ (弾性体混入型物理系凍結抑制舗装)	大成ロテック(株) 技術研究所	KT-140058-VR
⑥	アメノウレタン舗装 (多機能型砕石マッシュク物理系(ウレタン樹脂充填)凍結抑制舗装)	日本道路(株)北信越支店	TH-990054-V
⑦	アイスインバケ (弾性モルタル型凍結抑制舗装)	福田道路(株)	HR-140001-VR
⑧	ゴムロード (弾性体圧入型物理系凍結抑制舗装)	(株)NIPPO北信越支店	KT-980121-V
⑨	ルビット舗装 (ゴム粒子入り凍結抑制舗装)	大林道路(株)北信越支店	KT-990006-V
⑩	アイストッパー (粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装)	大林道路(株)北信越支店	KT-140064-VR
⑪	フル・ファンクション・ペーブ (縦溝粗面型ハイブリッド舗装)	(株)ガイアートT・K	KT-130010-VR

注) NETIS 番号は選定時であり、現在は公表を終了した技術がある。

という。)でも屈指の豪雪地域である国道17号新潟県長岡市東川口地先(図-1参照)とした。

現地は、管轄する長岡国道管内でも毎年登坂不能車が発生している区間で、縦断勾配が約2~6%であり、下り車線(新潟市方向)に約1km強の登坂車線を設置している。現地試験フィールド区間は、下り線の走行車線とし、概略図を図-2に示す。なお、1技術当たりの舗装施工延長は100mとした。



図-1 施工位置図

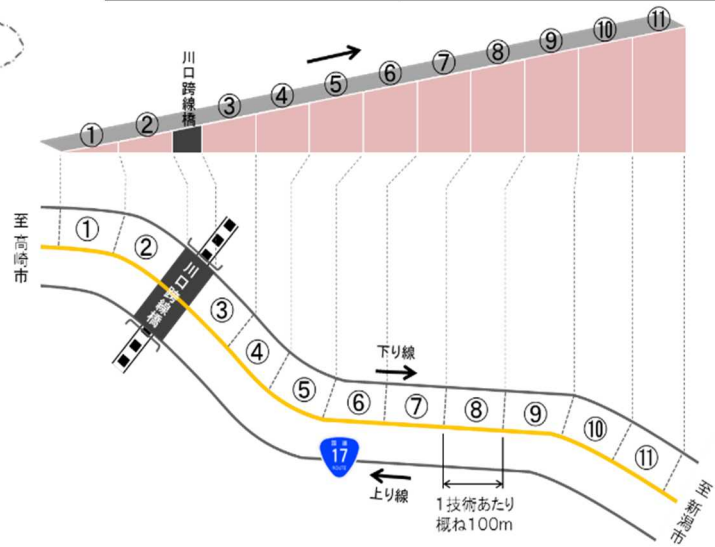


図-2 現地試験フィールド

表-2 凍結抑制舗装技術選定時の要求性能

試験名	要求性能
氷着引張強度試験	0.5MPa 以下
塑性変形輪数 動的安定度試験	1,500回/mm 以上
直接工事費 (表層 t=50mm 以下、 W=3.5m、材料費及び 舗設費を含む、切削 費を除く)	上限 概ね 12,000 円/m <sup>2</sup>

### 3. 調査・試験内容

追跡調査で把握すべき機能は、①凍結抑制効果、②凍結抑制効果の持続性、③舗装の耐久性の3項目として以下の調査・試験を行うこととした。

#### 3.1. 氷着引張強度試験

氷着引張強度試験は、「舗装性能評価法別冊(日本道路協会)1-5」に基づき、氷板の剥がれやすさを確認する指標として、公募時の性能要求として「0.5MPa 以下」を求めた試験である。試験は供試体の表面に引張治具を氷着させ、養生完了後に鋼球を10回落下させた後、建研式引張試験機により引張荷重を測定する。氷着引張強度試験の概要図を図-3に示す。

供用後の経年変化を把握するため、毎年秋に現地でコアを採取した供試体を用いて試験を実施した。供試体は、試験舗装区間(100m)内にコア採取範囲(図-4)を左右に設け、両側から2個ずつ採取することとした。試験は、年1回秋に実施し、5ヶ年継続する予定である(コア採取凍結抑制舗装:11区間、密粒度舗装:2区間)。

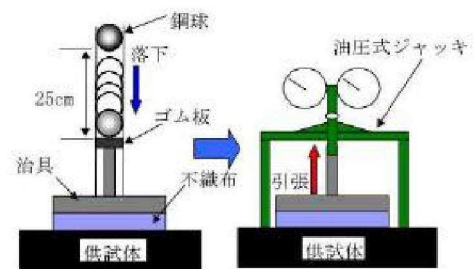
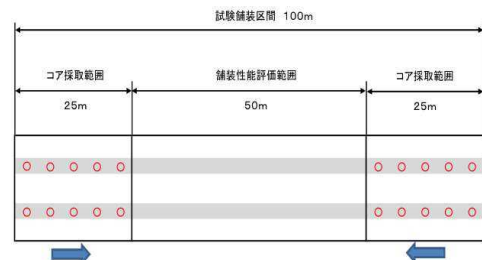


図-3 氷着引張試験概要図



○:コア採取位置  
1区間 3供試体+1=4供試体  
起終点の両側から2個ずつ採取

図-4 コア採取範囲

### 3.2. 路面すべり抵抗値

路面すべり抵抗値は、密粒度舗装に比べ路面凍結の遅れ、凍結の早期解消を摩擦係数の差で定量的に把握するため、国立研究開発法人土木研究所のすべり抵抗測定車を用いて「舗装調査・試験法便覧」に準じて測定（表-3）を行った。

測定は試験工区内の舗装性能評価区間（図-5）で3データを取得し、平均値をその区間の摩擦係数とした。

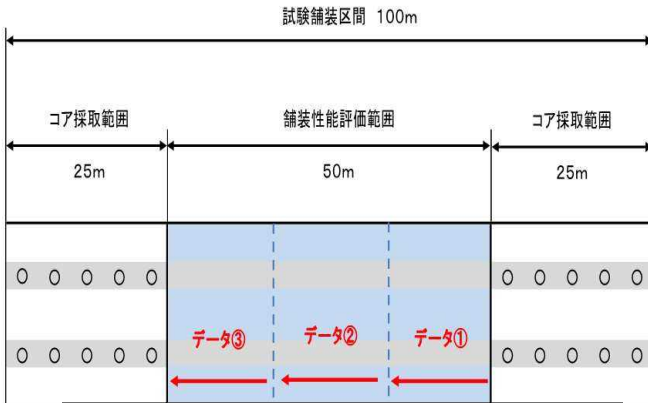


図-5 すべり抵抗値の測定位置

項目	測定条件
測定路面	湿潤・降雪～積雪～融雪
測定タイヤ	冬用タイヤ(スタッドレス)
すべり測定項目	縦すべり
測定速度	30km/h
測定位置	外側わだち部(OWP)
測定回数	1測定あたり3データ
その他項目	路面分類(車載カメラ)

表-3 すべり抵抗値の測定方法

### 3.3. 路面露出率の測定

路面露出率は、密粒度舗装に比べ路面凍結の遅れ、凍結の早期解消を露出率の差で定量的に把握するため、車載式ビデオカメラ及び固定式インターバルカメラで撮影した路面画像を用いて比較した。詳細な調査方法を以下に示す。

#### ① 車載式ビデオカメラによる測定

ビデオカメラを搭載した路面画像自動撮影車を走行させ、評価範囲 50mについて道路進行方向1区画5m毎（図-6）に撮影する。路面露出率は、5m毎に撮影した路面画像を画像処理ソフトウェアと目視により図-7の方法により算出した。

#### ② 固定式インターバルカメラによる測定

凍結抑制舗装区間及び密粒度舗装区間を対象に固定式カメラ（写真-1）をスノーポール等に設置し、12月から2月まで連続して5分毎に路面撮影を行った。試験舗装区間内20m（写真-1）で路面が露出している面積を目視により10%単位で判定して露出率とした。なお、露出の判定は、完全に舗装（黒舗装）が露出している状態のみ「露出」と判定し、薄い積雪、シャーベット等については「露出していない」と判定した。

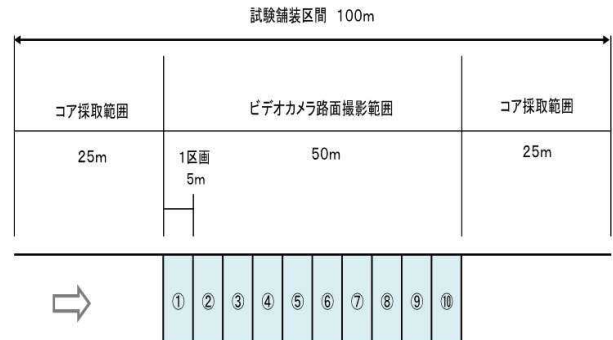


図-6 路面露出率の算出方法

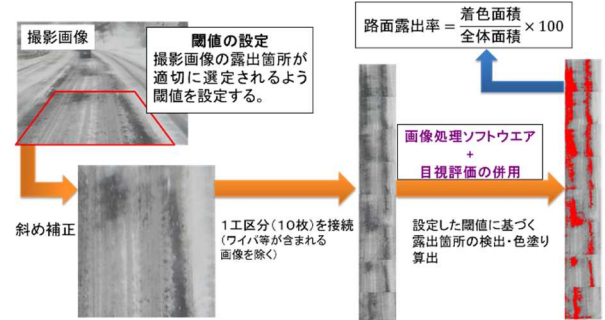


図-7 路面露出率の算出方法



写真-1 固定式インターバルカメラの設置状況

### 3.4. 路面性状調査

路面の耐久性を把握するため、融雪後（3月）と降雪前（10月）の年2回、路面性状測定車を用いて「舗装調査・試験法便覧」に基づき、ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性を試験舗装毎に延長20m間隔で整理する。

## 4. 調査結果（3か年の中間報告）

### 4.1. 氷着引張強度

図-8は、11技術の年毎に氷着引張強度をレンジで示したものである。11技術ともに、施工直後のH26年度は要求性能0.5Mpa以下を満たしているが、氷着引張強度平均値は、年々上昇傾向を示している。氷着引張強度試験は、路面上の氷板の剥がれやすさを確認するため、小さいほど、氷板が路面から剥がれやすと考えられるが、11技術全体としては、徐々に性能が低下している傾向が見受けられる（図-8）。

### 4.2. すべり摩擦係数率

平成26～28年度の調査時において、路面が圧雪状態から除雪後のすべり摩擦係数の回復動向を確認した。凍結抑制舗装は、密粒度舗装よりすべり摩擦係数の回復が大きく、気温0℃未満では、より回復が大きい（図-9）。

### 4.3. 路面露出率

凍結抑制舗装と密粒度舗装の路面状況の比較から気温に関係なく凍結抑制舗装の路面露出率は概ね大きい傾向であった。

### 4.4. 路面性状

ひび割れ率・わだち掘れとともに、凍結抑制舗装の全工区において、新設舗装時長期保証型の5年後の指標値（ひび割れ率：11%、わだち掘れ：12mm）を満足しており、良好な状態を維持している。

## 5. おわりに

試験フィールドの観察もあと1冬となり、舗装体のはがれや溝の摩耗も見受けられるようになってきたが、まだまだ凍結抑制効果が示されている。自然現象である降雪相手に、観察も見えないほどの降雪もあり状況把握も容易ではないが、平成30年度の最終年に向けて、凍結抑制舗装技術の有効な活用方法の提案につなげていきたい。

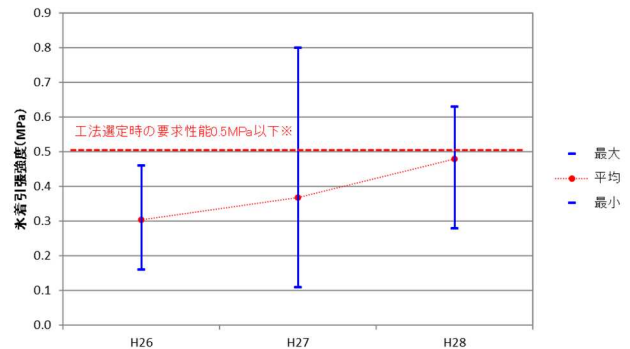


図-8 氷着引張強度の経年変化

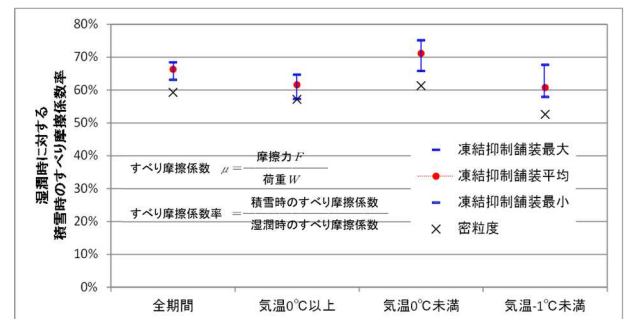


図-9 気温別すべり摩擦係数率(H26～H28)

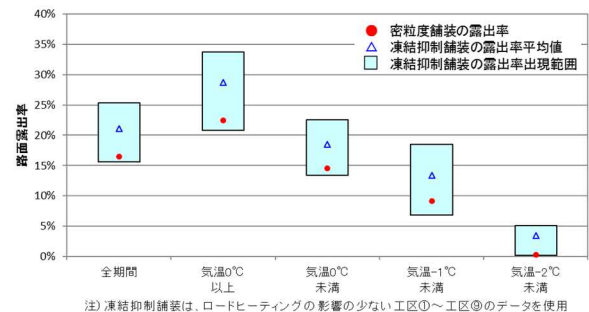


図-10 気温別路面露出率（車載式）

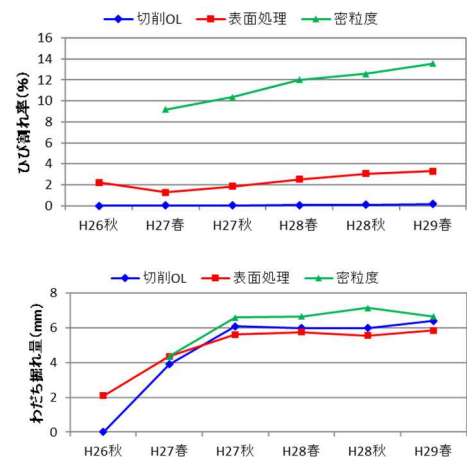


図-11 路面性状（上：ひびわれ率、下：わだち掘れ）