

# 塩化ナトリウムに替わる新たな凍結防止剤の試行導入 —現場における施工性検討—その2—

松浦智典<sup>\*1</sup>、草野智之<sup>\*1</sup>、藤野友裕<sup>\*1</sup>、石川剛巳<sup>\*1</sup>、  
川上侑馬<sup>\*1</sup>、中島範行<sup>\*2</sup>、佐藤賢治<sup>\*3</sup>

## 1. はじめに

中日本高速道路株式会社 金沢支社（以下、「金沢支社」という）は、積雪寒冷地帯である北陸自動車道、東海北陸自動車道、舞鶴若狭自動車道の総延長約 340km を維持管理している。当区間は、日本海側ならではの季節風に影響を受けやすく、冬期になると積雪深が時に 2m を超え地域でもある。これより、金沢支社では 11 月から翌年春期までの雪氷対策期間中には、高速道路本線をご利用されるお客様の交通確保として路面凍結防止を目的とする塩化ナトリウム（以下、「塩ナト」）をはじめとした塩化物系凍結防止剤を年間約 16,000 トン以上散布している。（写真 1）

しかし、当塩化物系凍結防止剤は高速道路本線に設置されている標識や防護柵等設備の金属腐食・劣化に繋がり、加えて、鉄筋コンクリート構造物へは躯体中の塩化物イオン濃度の上昇の要因となることで鉄筋腐食からコンクリート剥離に繋がる原因となっており、金沢支社では凍結防止剤散布に起因する塩害被害への対応が過去より課題となっている。



写真 1. 凍結防止散布車（左）と散布状況（右）

これら、高速道路構造物の塩害に対する維持管理費の低減を目的に、構造物に負の影響を与える凍結防止剤に対して、平成 27 年度より富山県立大学と国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所及び中日本高速道路株式会社にて「構造物に負の影響を与えない凍結防止剤の研究」として塩ナトに替わる凍結防止剤として研究が行われているプロピオン酸ナトリウム（以下、「プロナト」）に着目し、構造物の長寿命化・変状発生から補修までのライフサイクルコストの低減に繋がるプロナトの仕様・導入方法の検討

及び試験散布を行っている。

本文は、プロナトの溶液製造と基地内での試験散布を既存の雪氷基地施設及び雪氷車両（湿塩散布車及び溶液散布車）にて実施した第 1 回試験（H28 年 7 月）及び第 2 回試験（H29 年 6 月）の結果を踏まえた試験（H30 年 3 月）と、試験にて製造したプロナトを東海北陸自動車道 五箇山 IC-白川郷 IC 本線間に試行導入した結果について報告するものである。

## 2. プロナトの概要

プロナトは、細菌や真菌の増殖を抑制する効果があるため、保存料として使用されている食品添加物の一つであり、外観は白色、形状は粉状が一般的である。（写真 2）

材料価格は、顆粒状として約 350 円/kg（10t 単位での取引数量における過去実績）であり、塩ナトの 17 円/kg（過去実績）と比較すると約 21 倍程度と高価である。また、プロナトの日本国内の年間使用量は約 36 t にとどまっており、その主な使用用途は食品用である。

凍結温度（凝固点）は、塩ナト 20%水溶液が $-19.1^{\circ}\text{C}$ に対し、プロナト 20%水溶液は $-16.4^{\circ}\text{C}$ 、塩ナトとプロナトの混合比（質量比）8:2 混合物の 20%水溶液は $-18.9^{\circ}\text{C}$ であり、凍結温度に大きな違いは見られない。よって、プロナトを使用した凍結防止は 塩ナトとの混合散布を含めて十分に可能であると考ええる。-



写真 2. プロピオン酸ナトリウム（顆粒状）

<sup>\*1</sup>中日本高速道路(株)

<sup>\*2</sup>富山県立大学

<sup>\*3</sup> (国研) 土木研究所寒地土木研究所

金属腐食性を評価する腐食減少量（mdd）の確認結果（表1）において、プロナト単体では蒸留水よりも腐食減少量が少なく、塩ナトに比べ75分の1程の腐食性を保有していることが分かる。また、塩ナトとプロナトの（質量比9:1）混合物でも蒸留水程度に腐食減少量が少ない結果が確認されている。

表1. 金属腐食性試験結果

材料	腐食減少量
蒸留水	8.6 mdd
特級試薬塩ナト*	22.5 mdd
プロナト	0.3 mdd
塩ナト+プロナト (8:2)	4.4 mdd
塩ナト+プロナト (9:1)	12.5 mdd

\*日本工業規格（JIS）の塩ナト

### 3. 試験条件

プロナトは管内にて使用している塩ナトに比べ、材料価格が高価であることに加え、現在、国内にて使用されている量が少ないことから、プロナト単体を凍結防止剤として使用することは経済面かつ物理的納入面として現実的では無い。そこで、蒸留水程度に金属腐食を抑えることが出来る塩ナトとプロナトの混合比（質量比）9:1とし、試験を実施することとした。

尚、既存の雪氷基地施設には2種類の固形剤を混合する施設が無いことから、塩ナト固形剤に25%のプロナト溶液を質量比9:1となるように調整して湿塩散布を実施するものとする。

### 4. 溶液製造試験の概要

#### (1) 実施日

平成30年3月16日（金）

#### (2) 場所

東海北陸自動車道 五箇山IC（写真3）

#### (3) 試験内容

過去の試験にて最適であるとしたプロナトの粒径及び納入梱包材種類を使用し、本線試行導入に向けたプロナト溶液製造の作業工程、所要時間の確認を行うもの。

#### (4) 製造溶液

溶液が25%濃度溶液となる様にプロナト1.0tに対して水3.0tを混合するもの。

#### (5) プロナト形状及び梱包材種類

顆粒状 1mm プロナト（内装無 1.0t フレコンバッグ）



写真3. プロナト（顆粒状）の納入状況



写真4. 溶解槽への投入状況

### 5. 溶液製造試験の結果

五箇山での溶液製造においては過去に実施した2回の試験（表2、3）と同様に問題なく実施することが出来たが、溶解槽へのプロナト投入から必要濃度25%に達するまでの所要時間は通常の約3倍かかる結果となった。（表4）これは、五箇山基地の溶解槽に設置されている攪拌用のブロワ数が過去に実施した黒部基地に比べて少なかったためと考えられる。

五箇山の設備ではブロワによる攪拌60分だけでは溶解せず、ポンプを使用した循環方法を加えて30分行うことで要求数値まで達することができた。

表2. 過去に実施したプロナト投入に要した所要時間（黒部基地）

プロナト投入開始～完了時間	所要時間
顆粒状プロナト投入時間 1t フレコンバッグ（1.0t）	約7分

表3. 過去に実施したプロナト攪拌から完了までの所要時間（黒部基地）

プロナト攪拌開始～完了時間	所要時間
粉末状プロナト 1t 攪拌時間	約35分
顆粒状プロナト 1t 攪拌時間	約24分
塩ナト 1t 攪拌時間（平均目安）	約60分

表4. プロナト投入及び攪拌完了までの所要時間  
(五箇山基地)

顆粒状プロナト投入	所要時間
顆粒状プロナト投入 1t フレコンバッグ (1.0t)	4分
顆粒状プロナト 1t 攪拌時間*	約 90分

\*設置ブロワを使用した攪拌時間とポンプを使用した循環方法に切り替えた攪拌時間の合計



写真5. 溶液製造状況 (左) と濃度確認状況 (右)

## 6. 本線試行導入の概要

### (1) 実施日

平成30年3月20日 (火) ~平成30年4月12日 (水)

### (2) 場所

東海北陸自動車道 五箇山 I C-白川郷 I C (図1)

### (3) 試験内容

溶液製造試験にて製造したプロナト溶液を塩ナト固形剤と混合させ、本線への湿塩散布作業を実施。散布作業実施日に五箇山 I C-白川郷 I C本線及び散布車等 (表5、写真7) に設置した金属試験片 (写真6) の2日後の腐食状況を調査した。

また、五箇山基地にてプロナト溶液を製造した作業員へ、塩ナト溶液製造と比較した5段階でのアンケートも合わせて行った。

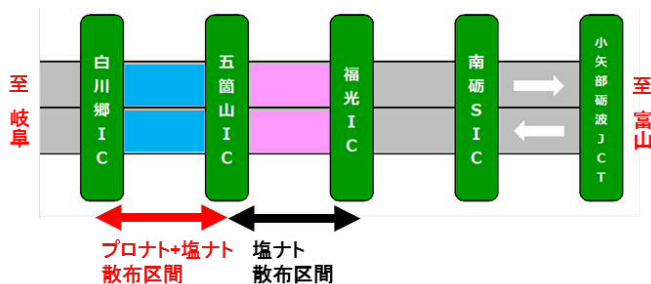


図1. 本線試行導入範囲 概略図



写真6. 金属試験片 (67×10×0.3mm)



(スノーポール)

(散布車側面)

写真7. 試験片設置状況

表5. 金属試験片設置位置と設置日

試験片設置位置		設置日
五箇山-白川郷 (プロナト+塩ナト 散布区間)	本線グレーチング 1箇所	(3/12)*1、3/20
	本線スノーポール 3箇所	(3/12)*1、3/20
	散布車 6箇所	(3/12)*1、3/20 3/27、4/3、4/10
福光-五箇山*2 (塩ナト散布区間)	本線スノーポール 2箇所	3/12、3/20
五箇山基地 薬剤庫	溶液槽内 2箇所	(3/12)*1、3/20 3/27、4/3、4/10
五箇山基地 基地構内	バックグラウンド	(3/12)*1、3/20 3/27、4/3、4/10

※1. プロナト散布期間外に設置し、塩ナト散布期間との比較を行うもの

※2. プロナト散布範囲外に設置し、塩ナト散布範囲との比較を行うもの

## 7. 本線試行導入の結果

### (1) 金属腐食結果

塩ナト単独散布区間 (福光 IC-五箇山 IC) に設置した金属片における腐食減少量が平均約 30.9 (mdd) であったのに対し、塩ナト+プロナト混合散布区間 (五箇山 IC-白川郷 IC) に設置した金属片の腐食減少量は平均約 3.4 (mdd) 程度であり、プロナト混合物散布による金属腐食効果が約 1/9 に抑えられることが分かった。(金属腐食状況を写真8に示す)

しかし、別日に回収した金属片の調査結果では、塩ナト散布本線区間であっても腐食減少量が最大 2.0 (mdd) しか発生していない結果となった。(図2)

この差は金属片の現地設置から回収までの降雨の有無の差であり、降雨 (水分) が塩化ナトリウムのイオン化を促進させ、金属の腐食を強めたものと考えられる。



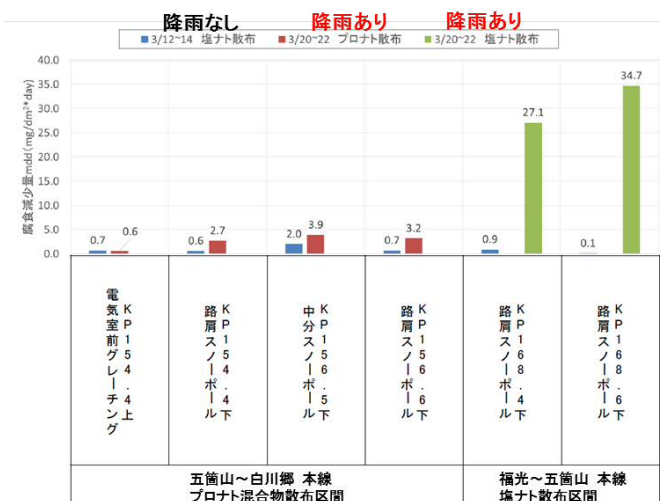
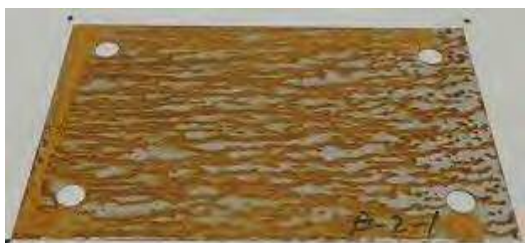


図 2. 金属腐食結果 (スノーポール・グレーチング)



プロナト混合散布本線区間



塩ナト散布本線区間

写真 8. 同日にスノーポールに設置・回収した金属試験

## (2) 作業員へのアンケート結果

五箇山基地にてプロナト溶液製造を行った作業員へ塩ナトと比較したアンケートを実施した結果、納入時の 1t フレコンバッグの積み上げにくさや、剤が付着したグレーチング面で若干すべる事象、プロナト投入時に発生する臭いについての意見があったものの、溶液の製造し易さや濃度管理、溶解時間について変わらず作業が可能であるという意見を収集することができた。

## 8. 結果の考察と今後の課題

過去の試験で判明した課題に対し、プロナトの粒径を大きくすることや梱包材の変更を行うことで塩ナト

と同様に効果的な作業が可能であると分かった。

本線への試行導入にて、プロナトと塩ナトによる混合物の湿塩散布は塩ナトのみ散布した場合の 1/9 に金属腐食を抑える事ができた。

これより、プロナトを現場に導入するための条件や効果が明確となりつつあるが、既存の攪拌設備に対する溶解課題や実際に導入拡大を行った場合のプロナト調達可能数量が懸念される事や、溶液製造時の臭気対策及び測定方法等については今後も継続して考察する必要がある。

## 9. まとめ

プロナトを使用した凍結防止剤の供用道路への散布拡大に向け、プロナト自体の特徴、凍結防止剤としての施工性の確認を試験及び本線への試行導入を通して実施することができた。

今後も継続して構造物の長寿命化・ライフサイクルコストの低減に繋がる凍結防止剤としてプロナトの仕様・施工方法の検討を進めてゆく。