

国道8号福井市新保交差点における新たな雪氷対策の効果検証について

大野 正博*1、小川 貴*1、中地 章*1

1. はじめに

近年、積雪寒冷地の一般道、高速道の坂道、ランプ部およびジャンクション等での冬期交通障害として車両の登坂不能、いわゆるスタックが課題のひとつとなっている。

福井市内の国道8号では、従来から除雪作業と凍結対策を組み合わせた冬期路面管理が実施されている。具体的には、除雪車両と薬剤散布車との組み合わせによる効率的な冬期路面管理である。このような冬期路面管理においても、気象状況、車両の通行状況等の因子の組合せによっては、冬期シーズン中に車両の登坂不能などが発生していた。国道8号の福井市新保交差点でも過去にスタック車両が発生しており対策が望まれていた。更に本交差点は、北陸道の福井北ICとも近いことから非常に交通量が多く、スタック車両が発生した場合の影響も大きいことからその対策が課題となっていた。

このような状況の中、近年一般道や高速道での設置例が増えている酢酸系液状凍結防止剤の定置式自動散布装置を本交差点付近に設置し、雪氷対策としての有効性について検証した。昨年度はすべり摩擦測定と路面観察から検討を行った。今回は更に散布薬剤の有無による影響について検討を行ったので報告する。



図1 国道8号福井市新保交差点の周辺地図

2. 対策箇所と新しい雪氷対策の概要

雪氷対策は、新保交差点に向かって上り車線約230m、下り車線約200mの範囲である。対策範囲を図2に示した。

図3に新保交差点に設置した定置式散布装置のイメージを示した。定置式散布装置は、液状薬剤の噴射をコントロールする制御ボックス部、薬剤を貯留するタンク部、タンクの薬剤を噴射箇所へ送液するポンプボックス部、送液された薬剤を一時的に貯留する分離ボックス部、薬剤を路面に噴射させる2本のノズルを収納したノズルボックス部、

更に通行車両を検知するための車両センサーなどで構成されている。薬剤の噴射は、気温により制御されており、設定温度より1℃気温が下回ると噴射を開始し、設定温度に達すると噴射を停止する仕組みである。ノズルからの標準的な噴射量は1回当たり約50mlであり、2本のノズルで左右の轍部に薬剤を噴射している。その時間当りの噴射量は、噴射回数を設定する事で、コントロールする仕組みである。更に遠隔システムが搭載されており、出張所のパソコンにて定置式散布装置の監視、制御も可能となっている。



図2 新保交差点の雪氷対策範囲

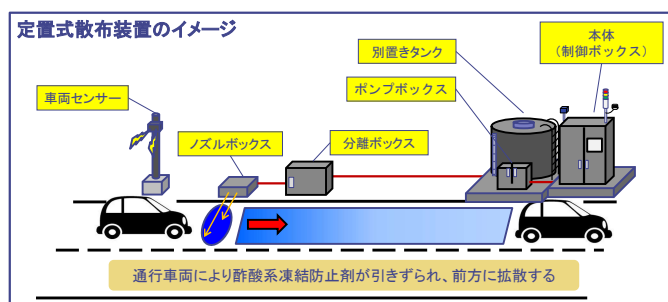


図3 新保交差点に設置した定置式散布装置のイメージ

使用する薬剤は、酢酸系液状凍結防止剤（以下、酢酸系薬剤）であり、酢酸カリウムと多価アルコールを主成分とする水溶液である。その特長は、第1に塩素を含まず、且つ生分解性の高い成分から構成されていることから塩害の心配がない事、第2に凝固点が-43℃と低いことから高い凍結防止効果を発揮する事、第3に拡散性、定着性を増大させる成分を添加しており、薬剤が広く拡散し定着する

*1 日本工機株式会社

ことで、その効果をさらにアップさせる事である。このような特性から、定置式散布装置の薬剤として特に優れた性能を発揮している。

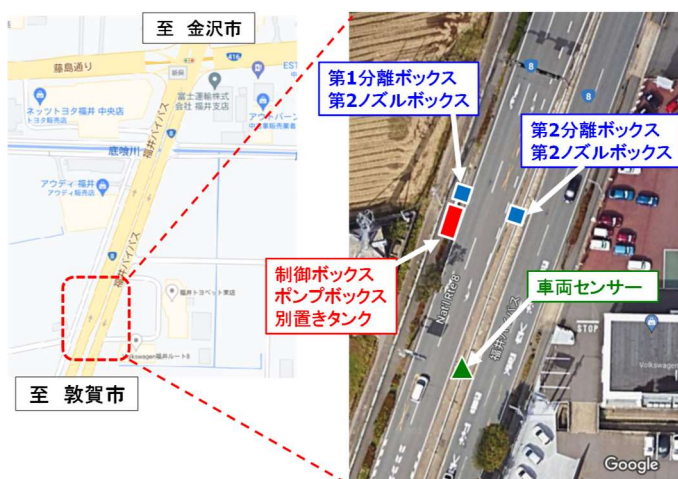


図4 上り線の設置位置



図5 上り線の定置式散布装置の設置状況

定置式散布装置の上り線の設置位置と設置状況を図4、図5に示した。歩道部に制御ボックス、タンク、ポンプボックスを設置、更に走行車線に薬剤を供給するための第1分離ボックスと第1ノズルボックスも設置。これらのユニットは、歩行者の往来に支障が無いように配置された。中央分離帯には、追越車線に薬剤を供給するための第2分離ボックスと第2ノズルボックス、及び車両センサーも設置している。下り線も上り線と同様に定置式散布装置を配置した。

3. 定置式散布装置の運用方法

定置式散布装置の運用は、遠隔システムを活用して行われた。気象予報により降雪が予想される場合でも降雪強度が弱い事が予想される場合は、定置式散布装置を稼働させず、通常の除雪作業と薬剤散布車両による薬剤（塩化ナトリウム）散布のみで対応した。一方、降雪強度が強い事が予想される場合のみ、遠隔システムにて定置式散布装置を自動運転で稼働させ、通常の雪氷対策（除雪と散布車両による薬剤散布）に加えて、酢酸系薬剤の散布を実施した。

4. 散布装置設置箇所での効果検証（2021年度実施）

定置式散布装置の導入箇所での効果検証を実施した。効

果検証にあたっては非接触式すべり摩擦測定器（VAISALA社製のDSC-111）を使用した。

2022年1月13日から14日の気象状況を図7に示した。13日の夜間から気温が低下し、降雪も確認された。

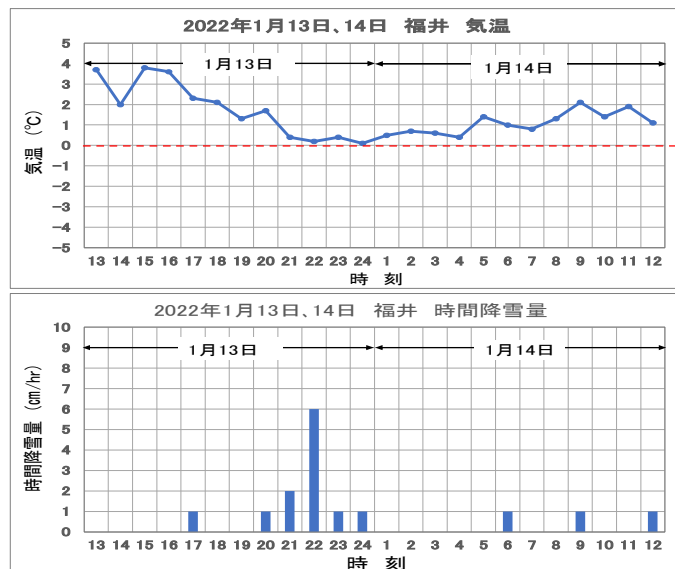


図7 2022年1月13、14日福井市の気象状況

路面観察は、図8に示した範囲で実施した。上り線の場合、消雪パイプの散水による融雪を実施している丸山高架橋があり、その次に開発（カイホツ）交差点、酢酸系薬剤の噴射箇所、新保交差点の順に並んでいる。

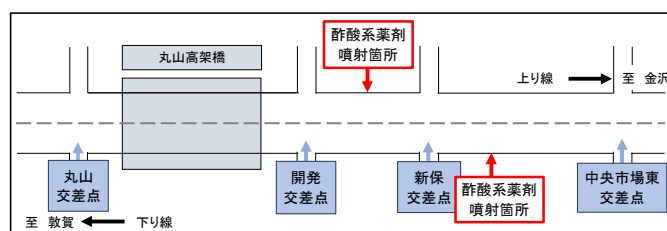


図8 路面状況の観察範囲

1月13日23時頃の路面状況を図9に示した。消雪区間の丸山高架橋では路面が露出、その後の開発交差点付近で路面状況が悪化、酢酸系薬剤噴射箇所付近で路面状況が改質されて新保交差点にまで至っている。

その際のすべり摩擦測定結果を図10に示した。消雪区間の丸山高架橋ですべり摩擦は0.7前後と高い値を示し、その後、開発交差点付近で0.4前後に低下、酢酸系薬剤の噴射箇所付近で0.7以上に上昇して新保交差点以降までその高さが維持される状況であった。この状況は、路面観察結果とほぼ一致する傾向であった。

続いて2月16日、17日にも効果検証を実施した。2022年2月16日の午後から気温が低下し、降雪も確認された。その際のすべり摩擦測定結果を図11に示した。消雪区間の丸山高架橋ですべり摩擦は0.7以上と高い値を示し、その後、開発交差点付近で0.3前後に低下し、酢酸系薬剤の噴射箇所付近で0.7以上に上昇して新保交差点以降までその高さが維持される状況であった。この結果は、1月13日の結果

とほぼ一致する傾向であった。

路面状況：2022年1月13日(木)23:00頃【上り線】 走行車線



図9 2022年1月13日23時頃の上り線路面状況

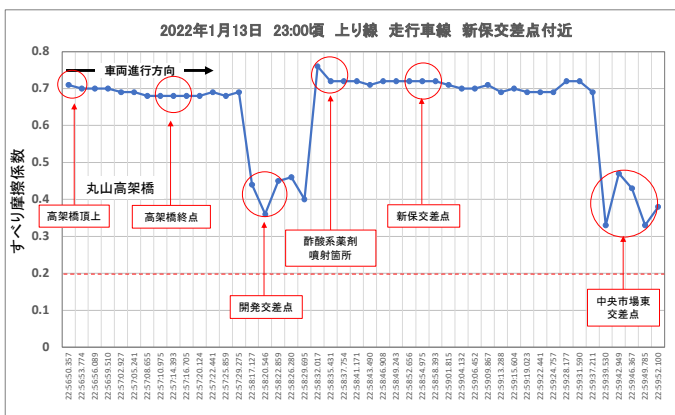


図10 2022年1月13日23時頃の上り線すべり摩擦測定

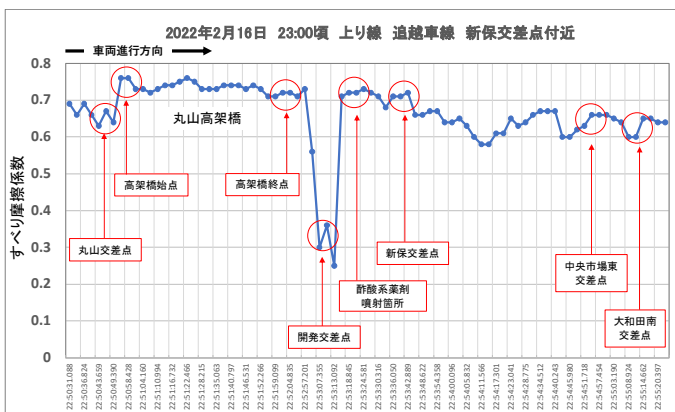


図11 2022年2月16日23時頃の上り線すべり摩擦測定

5. 散布装置設置箇所での効果検証（2023年度実施）

2021年度に実施した効果検証では、走行車線、追越車線とも、酢酸系薬剤の噴射箇所地点ですべり摩擦の大きな変化（上昇）が認められた。このすべり摩擦の変化（上昇）が酢酸系薬剤の効果によるものであることをより確実に実証するため、2023年度は以下の示すような操作を行った。2021年度は走行車線、追越車線ともに酢酸系薬剤の噴射を行ったが、2023年度は走行車線は酢酸系薬剤の噴射を実施、一方追越車線は酢酸系薬剤の噴射を止めた。すなわち、走行車線は、酢酸系薬剤の効果による変化を観察、一方追越車線は酢酸系薬剤の影響が無い状況での観察を実施し、酢酸系薬剤の有無による差を明確にすることを目的に効果検証を実施した。図12は、その際の効果検証の模式図である。

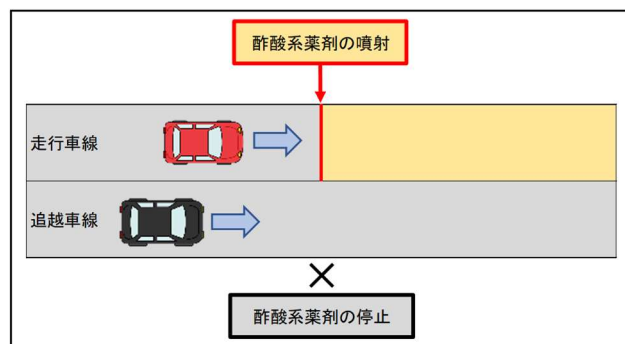


図12 2023年度効果検証の模式図

2024年1月23日から25日の気象状況を図13に示した。23日の夜間から気温が低下し、降雪も確認された。定置式散布装置による酢酸系薬剤の噴射は、前述の様に走行車線で噴射、追越車線では停止させた。

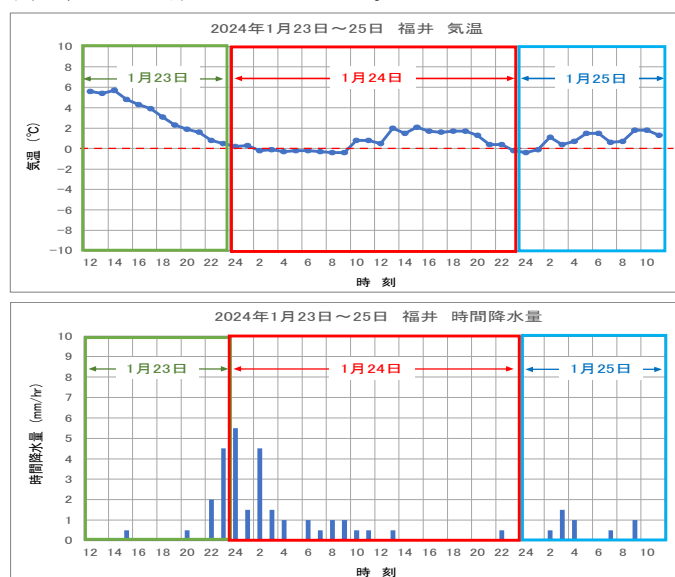


図13 2024年1月23、24、25日福井市の気象状況

1月24日22時頃の追越車線（酢酸系薬剤の噴射停止車線）の路面状況を図14に示した。同日時の走行車線（酢酸系薬剤の噴射実施車線）の路面状況を図16に示した。路面観察においては、酢酸系薬剤の噴射の有無による明確な差は認められない状況であった。

次に、路面観察を行った際の追越車線のすべり摩擦測定結果を図16に、走行車線のすべり摩擦測定結果を図17に示した。図16に示すように酢酸系薬剤の噴射を停止した路線では、散水消雪区間の丸山高架橋付近から開発交差点付近までは高いすべり摩擦であるが、開発交差点付近以降からすべり摩擦が低下し、途中若干のばらつきはあるものの中央市場東交差点付近まですべり摩擦は低い値のままであった。一方、図17に示すように酢酸系薬剤を噴射した路線では、散水消雪区間の丸山高架橋付近から開発交差点付近までは、酢酸系薬剤の噴射を停止した路線と同様に高いすべり摩擦維持した後、開発交差点以降ですべり摩擦が急激に低下した。但し、酢酸系薬剤を噴射箇所からすべり摩擦が回復し高い値を維持し中央市場東交差点付近まで高い値が

維持される状況であった。酢酸系薬剤の噴射の有無によってすべり摩擦に大きな差が生じる結果となった。



図14 2024年1月24日の追越車線の路面状況



図15 2024年1月24日の走行車線の路面状況

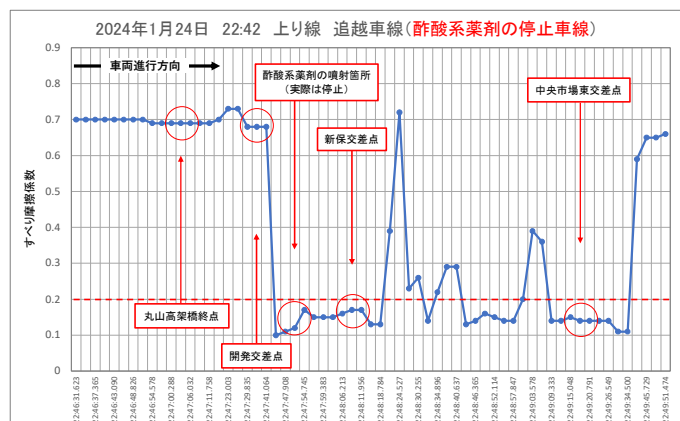


図16 追越車線(酢酸系薬剤の噴射停止)すべり摩擦測定
6. まとめ

酢酸系薬剤が無い場合、開発交差点付近からすべり摩擦が低下する状況が作られ、酢酸系薬剤の散布によってそれが改善している事が判明したことから、新保交差点付近での雪氷モデルを考案した。図18に雪氷路面の推定モデルを示した。丸山高架橋での消雪水が引きずられ(図中では、ひき水と表現)、そこに降雪による積雪が加わると仮定する。ひき水の影響が多き範囲では融雪促進ゾーンとなり、逆にひき水の影響が小さくなる範囲では凍結促進ゾーンになり、その境界が開発交差点付近であると考えられる。

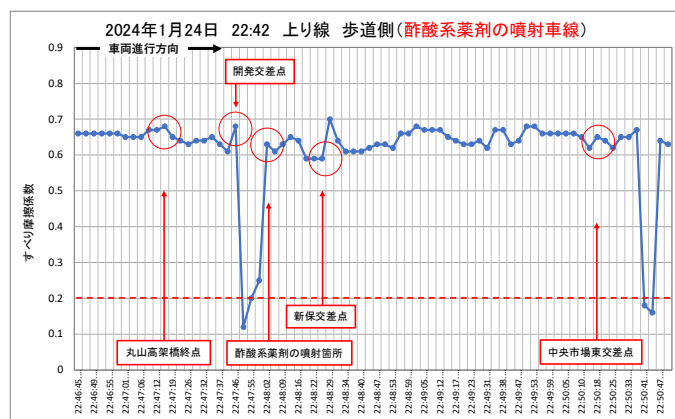


図17 走行車線(酢酸系薬剤の噴射)すべり摩擦測定

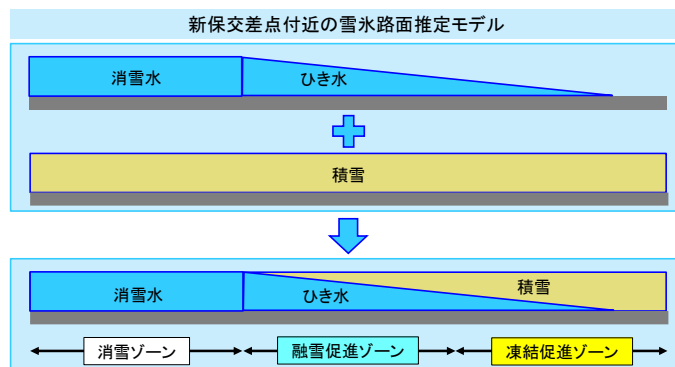


図18 雪氷路面の推定モデル

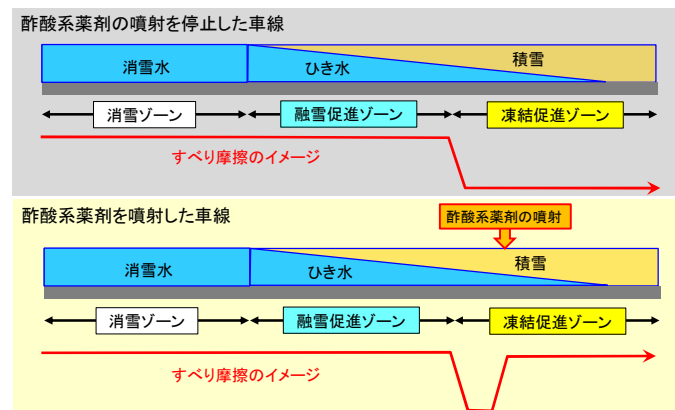


図19 酢酸系薬剤の有無による雪氷路面の推定モデル

このモデルに酢酸系薬剤の有無の因子を加えた推定モデルが図19となる。図に示すように酢酸系薬剤が無い状況では、融雪促進ゾーンと凍結促進ゾーンの境界付近(開発交差点付近)からすべり摩擦が低下すると推定されます。一方酢酸系薬剤を噴射した場合は、噴射した地点から雪氷路面が改質され、すべり摩擦が回復したと考えられる。

今回、走行車線と追越車線で酢酸系薬剤の有無という差を設けた事で、酢酸系薬剤の効果を明確にすることができた。今後は、本薬剤と散布装置がこのような消雪水が影響する雪氷路面での対策に効果を発揮することを期待する。

最後に本報告をまとめるにあたり、国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所様、並びに福井国道維持出張所様には、大変お世話になりました。この場をお借りしてお礼申し上げます。