

吹付け表面処理タイプの凍結抑制舗装

前田道路(株) 技術研究所 ○宮澤 哲
同上 針ヶ谷風花
前田道路(株) 北海道支店 佐藤 瑞穂

1. はじめに

化学系凍結抑制舗装は、舗装内の凍結抑制材が表面にしみだすことで路面の凍結を抑制するものであるが、添加される凍結抑制材の量によっておのずと持続性には限界がある。従来の化学系凍結抑制舗装は、施工時に既設舗装の撤去が必要であり、高コストの割には凍結抑制効果が長続きしないことが課題であった。そこで筆者らは、優れた耐久性を有する当社製品に凍結抑制材を混合し、既設路面に直接施工できる凍結抑制機能を有した表面処理材を開発した。以下では、室内評価結果および北海道の道東地域（釧路～中標津間）における試験施工結果を報告する。

2. 開発品の特長

開発品は、セメント・骨材・凍結抑制材から成る骨材部を樹脂エマルジョンに混合したスラリー状の混合物である。これを既設舗装表面にリシガンで吹き付けることにより凍結抑制機能を有した表面処理層を構築する。超薄層施工(2mm以下)のため凍結抑制材の溶出が早く凍結抑制効果の持続性が課題であったが、凍結抑制材を被覆材で保護して溶出速度を調整することにより持続性を付与した。凍結抑制効果発現の概念を図-1に、路面状況を写真-1に示す。開発品の液部には水系材料を使用しているため揮発物質による中毒の危険は無く、引火性が無いため取扱い時の安全性が高い。凍結抑制材は非塩化物系であり金属腐食性が低いため、従来から使用されている塩化物系凍結抑制材に比べると溶出による塩害等を抑えられる。

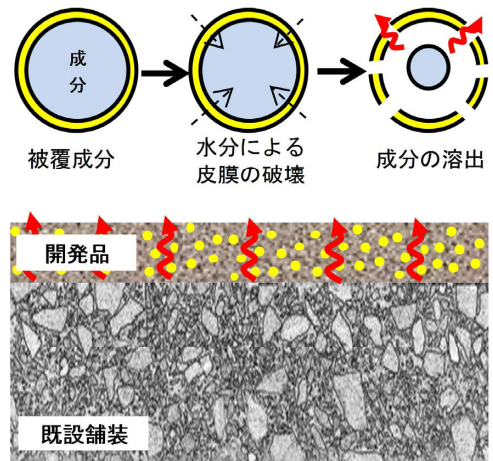


図-1 概念図

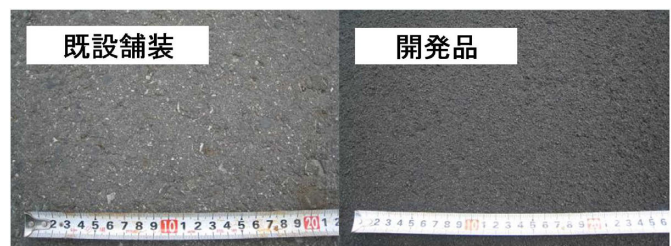


写真-1 路面状況

3. 凍結抑制効果の室内評価

3.1. 氷着引張強度

凍結抑制効果および持続性を評価するため、氷着引張試験「舗装性能評価法別冊平成20年3月」(図-2)を繰り返し、開発品と密粒度アスファルト混合物の比較を行った。試験温度は-5℃とし、繰り返しの手順としては、試験後の供試体表面の水分を拭き取り、室内において12時間以上静置してから再度試験を行い、これを10回繰り返した。図-3に示した試験結果から、開発品の氷着引張強度は凍結抑制舗装の要求性能とされる0.5MPa以下を満足しており、密粒度アスファルト混合物よりも雪氷が剥がれやすいことがわかる。また、開発品は10回の試験を通じて低い氷着引張強度を維持していることから凍結抑制効果の持続性が確認された。

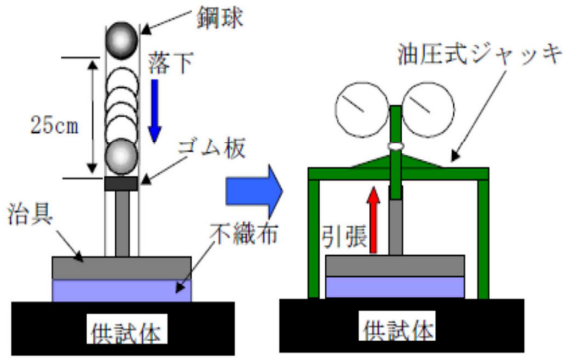


図-2 氷着引張試験

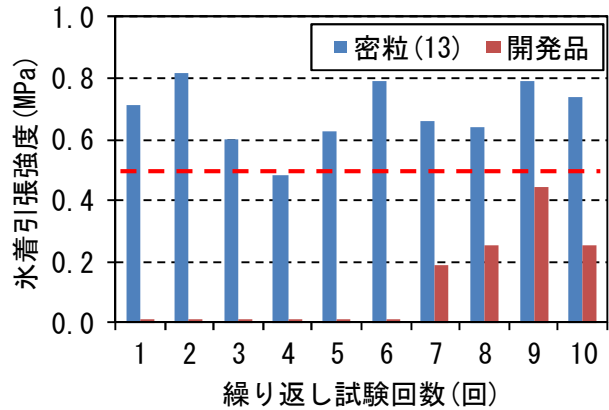


図-3 氷着引張試験結果

3.2. 凍結抑制材の被覆保護

開発品は凍結抑制材の表面を被覆材で保護して溶出速度を調整することを特徴としている。凍結抑制材に対する被覆材の添加割合を変化させて氷着引張試験を繰り返し行い、氷着引張強度の変化から最適な添加割合を求めた。繰り返しの手順は「3.1. 氷着引張強度」で実施した方法と同様である。得られた結果を図-4に示す。添加割合15%の結果に着目すると、引張強度は徐々に上昇するものの試験10回目に至っても0.5MPa以下を示しており良好な傾向を示した。添加割合が低いと溶出が早いために効果の持続性が得られず、添加割合が多くても溶出が抑制されて効果の持続性が得られない傾向が得られた。

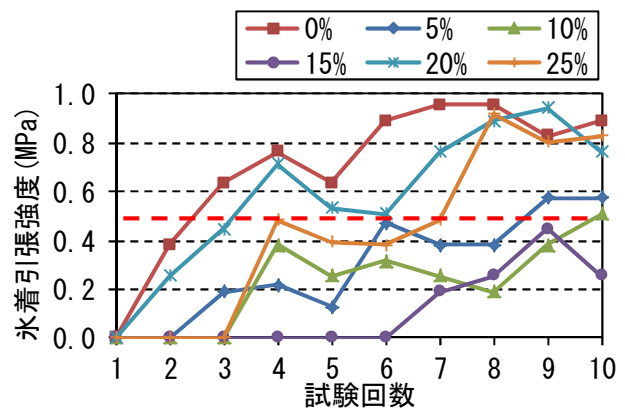


図-4 試験回数と氷着引張強度の関係

4. 各性状の室内評価

4.1. 可使および硬化時間

開発品は材料混合を終えると次第に増粘し、その速度は温度の影響を大きく受ける。そこで、室内において気温と可使および硬化時間の関係を把握するための実験を行った。実験方法は、まず所定の温度に設定した恒温室内で材料を5時間養生し、スターラーで材料を1kg混合する。材料混合を終えた時点から測定を開始し、増粘によりリシガンでの吹き付けが困難となるまでの時間を可使時間とし、次いでコヒージョン試験 (ISSA TB-139 and ASTM D3910) により測定したトルク値が1.2Nm (最終強度におけるトルク値の80%に設定) に達するまでの時間を硬化時間とした。図-5に示した結果から、25℃では可使時間が5分を下回ることから作業性の確保が難しく、0℃では300分経過しても十分な強度が得られないことを確認した。このため、施工は気温5℃～20℃の範囲で実施することで、良好な可使および硬化バランスを得ることができると考える。

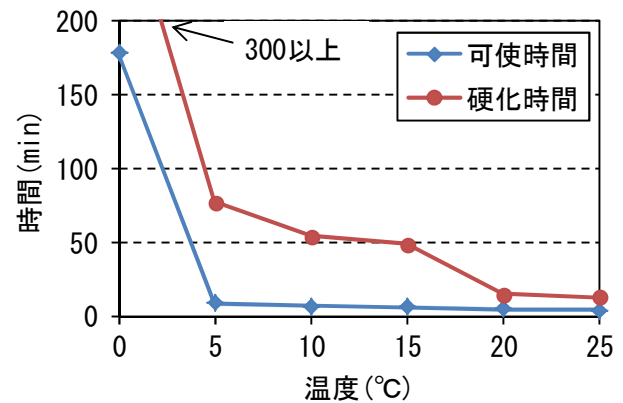


図-5 可使および硬化時間

4.2. 耐摩耗性の評価

ウェットトラック摩耗試験「JEAAT-1」は、ゴムによる摩耗量から混合物の湿潤時におけるすり減りに対する抵抗性を評価するものであり、マイクロサーフェシング工法について(社)日本アスファルト

表-1 ウェットトラック摩耗試験結果

養生条件	摩耗時間	試験値	基準値
25°C、1時間水浸	6分45秒 機種(A-120)	152g/m ²	540g/m ² 以下
25°C、6日間水浸		132g/m ²	810g/m ² 以下

ト乳剤協会が摩耗量の基準値を定めている¹⁾。開発品はアスファルト乳剤系表面処理に該当しないが、超薄層工法であるため本試験による耐摩耗性の評価が適していると考えた。表-1に示した結果から開発品の摩耗量は基準値を満足しており一定の耐摩耗性を有していることを確認した。

4.3. すべり抵抗性の評価

すべり抵抗性の評価は、振り子式スキッドレジスタンステストによるすべり抵抗測定方法で行った。当社技術研究所構内の大型車両が出入りする箇所を選定し、既設の密粒路面に開発品を吹き付け、供用3ヶ月までのBPN値を測定した結果を図-6に示す。測定結果から、開発品のBPN値は比較密粒工区と同等となり、供用3ヶ月後にはタイヤ走行部の摩耗が多少見られたものの、BPN値は低下していないことを確認した。

5. 金属腐食性試験

5.1. 試験の概要

開発品に混合する凍結抑制材(以下、A材)の金属腐食性を確認するために、地方独立行政法人北海道立総合研究機構が定める方法²⁾³⁾で試験を実施した。

5.2. 試験方法

i)A材、塩化ナトリウム(以下、塩ナト)、および塩化カルシウム(以下、塩カル)を蒸留水100ccに対して3g溶解し水溶液を作る。ii)それぞれの

水溶液に亜鉛メッキを除去した鉄片を1枚入れ、24時間浸漬した後、取り出して24時間放置する。iii)ii)を7日間行い、8日目に取り出す。iv)鉄片の錆を完全に取り、試験前と後で鉄片の重量の変化をみる。

5.3. 試験結果

本試験の結果を表-2に示す。金属腐食性は腐食減少量(mdd)で評価し、この値が大きいほど腐食量が多いことを表す。A材の腐食減少量は3.72mddであり、塩ナトと塩カルに比べて金属腐食性が低いことが確認された。

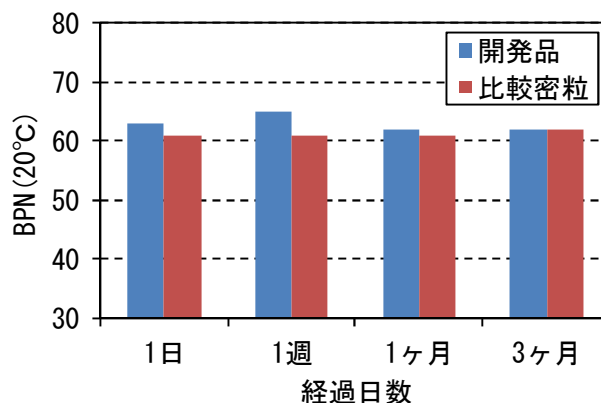


図-6 BPN値の比較

表-2 金属腐食性試験結果

試料	腐食減少量 (mdd)
蒸留水	2.02
A材	3.72
塩ナト	7.46
塩カル	9.67

6. 積雪寒冷地における試験施工

6.1. 試験施工の概要

開発品の凍結抑制効果と供用性を確認するために試験施工を実施した。施工は平成29年11月に北海道の道東地域(釧路～中標津間)において実施した。試験道路は釧路から中標津に向かって上り坂で

表-3 施工条件

施工日	平成29年11月8日
天候	晴れ
気温(°C)	12~15
路面温度(°C)	13~14
路面状態	乾燥
既設路面	密粒度アスファルト混合物

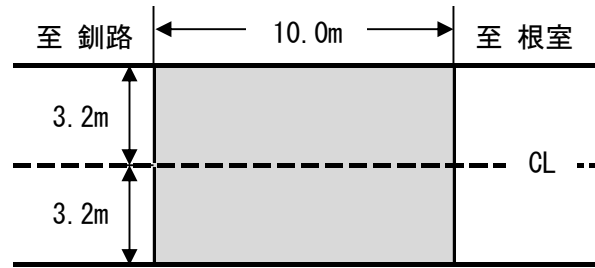


図-7 試験施工のレイアウト(平面図)

あり、密粒度アスファルト舗装区間の直線部であった。施工条件は表-3に示したとおりである。試験施工のレイアウトを図-7に示す。開発品の吹き付け量は $1.5\text{kg}/\text{m}^2$ に設定し、 6kg /バッチで材料を混合して吹き付け作業を行った。吹き付け作業の完了から養生終了までには90分を要した。吹き付け状況を写真-2に示す。

6.2. 調査結果

施工から3週間以上経過した12月5日の路面状況を写真-3に示す。この間、気象庁の気象データによれば降雪日数は9日、降雪日数は2日あり、その後に凍結抑制効果が確認できたことから降雪シーズン初期については効果の持続性を確認することができた。また、供用2週間後におけるタイヤ走行部のBPN値は63であり、一定のすべり抵抗性を有していることを確認した。



写真-2 吹き付け状況

7. まとめ

開発品は、スラリー状の表面処理材を既設路面に吹き付け施工する新しいタイプの表面処理である。含有する凍結抑制材は溶出速度を調整するため被覆材で保護し、凍結抑制効果持続性の向上を図った。耐摩耗性やすべり抵抗性は一定の水準を満足しており、金属腐食性の低い凍結抑制材を使用するため塩化物系凍結抑制材に比べると溶出による塩害等を抑えられる。施工時の可使および硬化時間は気温などの影響を受け、室内実験結果から気温 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ が適した施工条件であることを確認した。平成29年11月8日に試験施工を実施した工区では、施工から約3週間後の凍結抑制効果が確認でき、降雪シーズン初期については一定の持続性を有していることが確認できた。



写真-3 開発品の冬期路面状況

現在、試験施工箇所において凍結抑制効果の持続性を検証している。凍結抑制効果を維持するためには次の降雪シーズンの前に再度施工する必要があり、これを想定した実験を行う予定である。

<参考文献>

- 1) (一社)日本アスファルト乳剤協会：アスファルト乳剤，平成27年2月1日改定版，p86，2012
- 2) 片山直樹：(地独)北海道立総合研究機構の分析依頼試験，表面技術，64(9)，pp.474-476，2013
- 3) 佐藤ら：新たな非塩化物系凍結防止剤の開発に関する研究，北海道の雪氷，No.34，pp119-122，2015