

粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の性状と凍結抑制効果 (国道8号富山県魚津市での施工事例より)

山田宗明・寺田 剛・東本 崇

1. はじめに

冬期の道路における交通安全確保のために多種多様な凍結抑制舗装が開発されているが、路面凍結抑制や除雪補助または路面に付着した圧雪を剥がす効果等は限られた場所や条件でしか発揮されておらず、効果の持続性や耐久性にも課題がある。そこで、冬期路面对策や凍結抑制機能を効率的で効果的に発揮できる凍結抑制舗装を開発するため、(国研) 土木研究所と大林道路では、「凍結抑制舗装技術の開発に関する共同研究」を実施し、新たな凍結抑制舗装として「粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装¹⁾ (工法名：アイストッパーR)」を開発した。本工法は、粗面型碎石マスチック舗装 (以下「粗面型SMA」という。) にゴム粒子を混合するとともに舗装表面にもゴム粒子を散布・接着させた物理系凍結抑制舗装で、表面付近のテクスチャがポーラスアスファルト舗装または粗面型SMA と同等であり、それ以下は碎石マスチック舗装と同等に骨材間隙がアスファルトモルタルで充填された密実な構成を持つ舗装である。このような構造を持つ当該舗装は凍結抑制性能の発揮だけでなく、降雨時における路面の水膜発生を防止し走行安全性を確保するとともに、骨材の飛散抵抗性や耐水性の向上を図ったものであり、年間を通して走行安全性に配慮した舗装である。

本レポートでは、当該工法の概要及び基本性状を述べるとともに、国道8号富山県魚津市での施工事例と供用後4冬目までの冬期路面性状の調査結果について紹介する。

2. 粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の概要

2.1 特長

粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装 (以下「粗面型凍結抑制舗装」という。) の概念図を図-1に示す。本工法は、粗面型SMA 混合物にゴム粒子を

混合するとともに、舗装表面にもゴム粒子を散布接着させた物理系凍結抑制舗装であり、表面付近のテクスチャがポーラスアスファルト舗装と同等で、表面以下はSMA と同等に骨材間隙をアスファルトモルタルで充填された密実な構成を持つ舗装である。

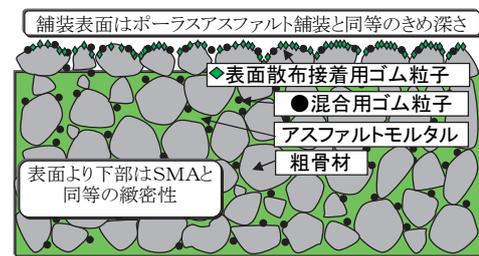


図-1 粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の概念図

粗面型凍結抑制舗装の特長を以下に示す。

(1) 冬期及び降雨時の走行安全性確保

舗装表面及び混合物中のゴム粒子が交通荷重によりたわむことで雪氷を破碎・除去し、路面露出を促進させる (凍結抑制性能)。また、舗装表面の凹部により凍結防止剤の残留効果を高められる。降雨時には舗装表面のきめ深さの確保により、路面の水膜発生防止で走行安全性を確保する。

(2) 耐久性向上

粗面型SMAと同様な骨材飛散抵抗性、耐流動性及び耐水性の向上が得られる。

(3) 騒音低減効果

舗装表面のきめ深さ及び舗装表面のゴム粒子により、タイヤ路面騒音を低減できる。

(4) 製造・施工の容易さ

混合物の製造・運搬は、ゴム粒子の混合以外は、通常のアスファルト舗装と同様である。また、専用のゴムチップスプレッダを使用する以外は、一般的な舗設機械で施工が可能である。

本工法は、積雪寒冷地などの凍結抑制性能及び雨天時の走行安全性が望まれる路線において、特に交通量が多い路線や除雪作業による骨材飛散が懸念される路線に適用できる。

2.2 凍結抑制性能

2.2.1 氷着引張強度試験²⁾及び氷板ホイールトラッキング試験³⁾

氷着引張強度試験結果の一例を図-2に、氷板ホイールトラッキング試験結果の一例を図-3に示す。併せて大林道路保有の他物理系凍結抑制舗装（ギャップ混合物型凍結抑制舗装、ポーラス混合物型凍結抑制舗装）と比較用通常混合物（密粒度アスコン、粗面型SMA）の結果も示す。図-2より、粗面型凍結抑制舗装は、密粒度アスコンと比較して氷着引張強度が小さく、雪氷がはがれやすいことが確認できる。図-3より、粗面型SMAの氷板・ひび割れはくり率は10%程度であるのに対し、粗面型凍結抑制舗装は85%程度であり、雪氷を破砕しやすいことが確認できる。

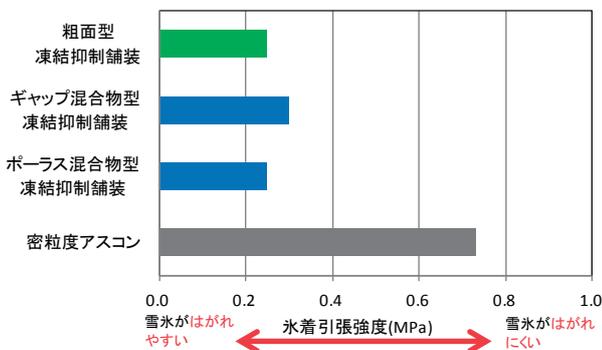


図-2 氷着引張強度試験結果

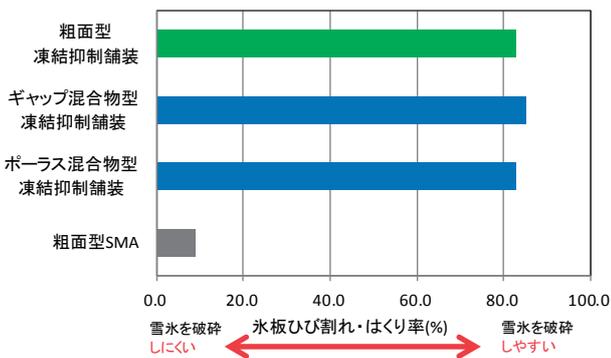


図-3 氷板ホイールトラッキング試験結果

2.2.2 回転ラベリング試験による評価⁴⁾

当該評価方法は、氷点下の恒温室内で回転ラベリング試験機を使用して、供試体上に作製した擬似積雪上に車輪を走行させ、任意の走行毎に雪氷のはがれ具合とすべり抵抗値 (BPN) を測定して凍結抑制性能を検証する方法である。回転ラベリング試験機はタイヤの蹴り出し効果があるため、実際の積雪路面における車両通過による路面状態を再現できるものと考えられる。試験状況を写真-1に、試験結果を

図-4に示す。

粗面型凍結抑制舗装は、1,500回走行時に路面が露出しはじめ、徐々にBPNが高くなり、



写真-1 回転ラベリング試験状況

3,000回走行後に写真-2に示すように車輪走行箇所の端部を除いてほぼ露出していることが確認できた。一方、比較用の粗面型SMAは走行回数の増加とともに表面の凹部分及び骨材上面に圧雪による氷板が形成しはじめ、3,000回走行時にも写真-2に示すように、それらの多くが残っていることが確認された。

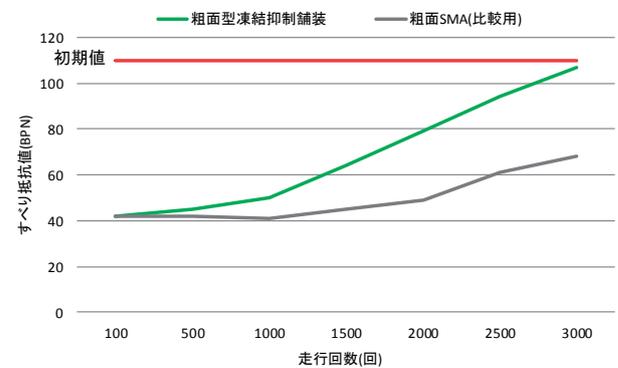


図-4 回転ラベリング試験結果

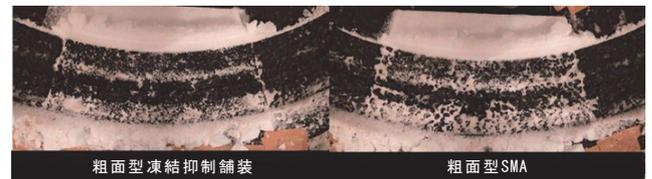


写真-2 3,000回走行後の供試体表面状況

2.3 混合物性状

凍結抑制性能以外の混合物性状を表-1に示す。動的安定度は10,500回/mm、ラベリング試験によるすり減り量は0.20cm²、カンタプロ損失率は4.8%であり、高い耐流動性、耐摩耗性及び骨材飛散抵抗性を有していることがわかる。また、CTメータによるきめ深さ (MPD) は1.3mmで、一般的なポーラスアスファルト舗装と同程度のきめ深さを有しているにもかかわらず、加圧透水試験による透水係数は1.0×10⁻⁷cm/sec以下である。

表-1 混合物性状

試験項目	試験値	目標値
動的安定度 (回/mm)	10,500	3,000以上
すり減り量 (cm ²)	0.20	0.7以下
カンタプロ損失率(-20°C) (%)	4.8	20以下
きめ深さ(MPD) (mm)	1.3	1.2以上
透水係数 (cm/sec)	不透水	1×10 ⁻⁷ 以下

3. 国道8号での施工事例

3.1 施工

国道8号は北陸地方の主要都市を結ぶ幹線道路である。当該工事は国道8号魚津市出地区下り第一走行車線230.155KP～230.400KPに、冬期ばかりではなく通常期の走行安全性を確保する目的で粗面型凍結抑制舗装を施工したものである。施工概要を表-2に、施工機械編成を図-5に、施工状況を写真-3～6に示す。表面散布接着用ゴム粒子は、アスファルトフィニッシャにて混合物の敷きならし後、フィニッシャ後部に取り付けたチップスプレッダにて散布した。締固めは、初期転圧にタンデムローラ（4t級）、二次転圧に水平振動ローラ（8t級）、仕上げ転圧にタイヤローラ（8～12t級）を使用した。施工完了後の舗装表面の仕上がりを写真-7に、舗装全景を写真-8に示す。

表-2 施工概要

項目	内容
施工箇所	国道8号魚津市出地区 下り第一走行車線 230.155KP～230.400KP
施工内容	表層5cm・切削オーバーレイ
施工面積	882m ²

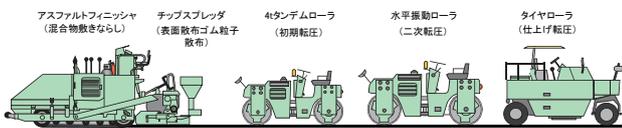


図-5 施工機械編成



写真-3 敷きならし



写真-4 表面ゴム散布



写真-5 初期転圧・二次転圧



写真-6 仕上げ転圧



写真-7 舗装表面



写真-8 舗装全景

3.2 路面性状

施工直後及び供用1年後の路面性状測定結果を表-3に示す。なお、タイヤ路面騒音の測定は、RAC車によるものではなく、「舗装調査・試験法便覧S027-1T普通タイヤによるタイヤ路面騒音測定方法」に準拠して実施した。

表-3 路面性状測定結果

項目		施工直後	供用1年後
耐久性	平たん性σ(mm)	1.05	1.09
	わだち掘れ量(mm)	0	2
	ひび割れ率(%)	0	0
機能性	すべり抵抗値(動的摩擦係数μ)	0.38	0.41
	きめ深さMPD(mm)	1.3	1.1
	タイヤ路面騒音値(dB)	粗面型凍結抑制舗装 隣接密粒舗装	89.9 92.8

平たん性は、施工直後で1.05mm、供用1年後で1.09mmであり、平たん性の出来形基準値(2.4mm以下)からみても値自体は小さく、良好な平たん性を保っている。

わだち掘れ量は供用1年後で2mmであった。文献⁵⁾によると、北陸地方における密粒度アスファルト混合物の路面性状調査データによるわだち掘れ量は、供用1年後で5～7mm程度であることから、粗面型凍結抑制舗装のわだち掘れに関する供用性は良好であると言える。また、供用1年後においてもひび割れは発生していなかった。

すべり抵抗値は、施工直後で0.38、供用1年後で0.41であった。道路維持修繕要綱における維持修繕要否判断の目標値である0.25以上を満足しており、十分なすべり抵抗性を確保している。

路面のきめ深さは、施工直後で1.3mm、供用1年後で1.1mmであり、供用1年後においても路面の凹形状は保たれている。

タイヤ路面騒音値は、施工直後で89.9dB、供用1年後で90.3dBであった。隣接する密粒舗装と比較すると、施工直後では2.9dB、供用1年後では1.3dBの低減効果であった。

降雨時の路面状況を写真-9に示す。隣接する第二走行車線は路面に水膜が発生しているのに対し、第一走行車線の粗面型凍結抑制舗装は、舗装表面のきめ深さにより、水膜発生を防止していることが確認できる。



写真-9 降雨時の路面状況

4. 供用時の凍結抑制効果

供用後1冬目、2冬目及び4冬目の冬期路面状況を写真-10～12に示す。写真より、1冬目、2冬目及び4冬目とも隣接の通常舗装区間は雪氷が洗濯板状に形成し根付いた状況であったが、粗面型凍結抑制舗装区間は黒路面が露出しており凍結抑制効果が確認できる。このことから、粗面型凍結抑制舗装は、施工直後だけでなく4冬目（供用後3年）においても凍結抑制性能を持続していることが確認された。

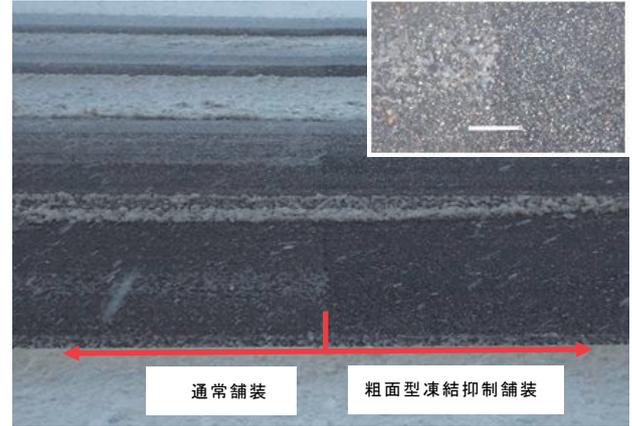


写真-12 4冬目の路面状況

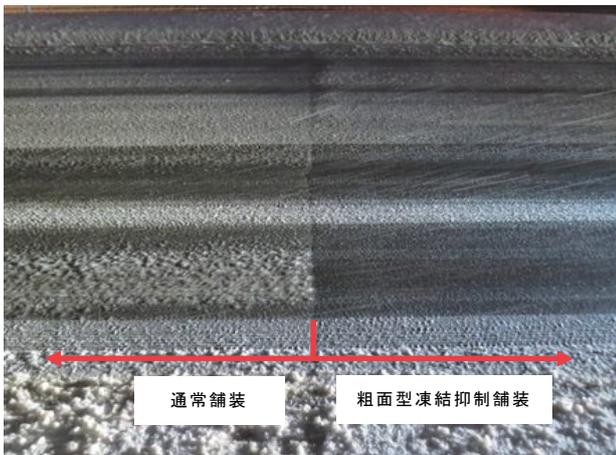


写真-10 1冬目の路面状況

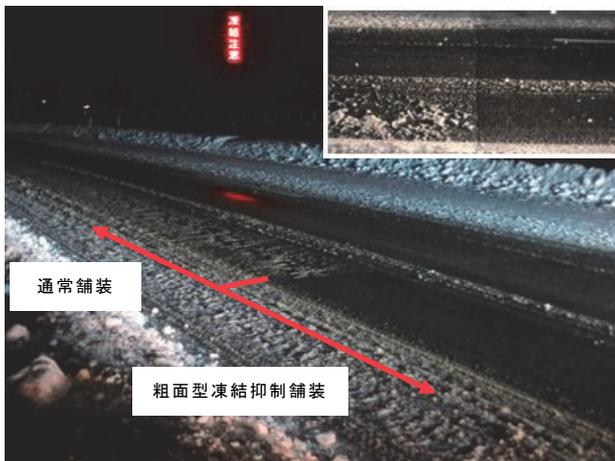


写真-11 2冬目の路面状況

5. おわりに

本レポートでは、国道8号富山県魚津市で施工した粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の概要、供用後4冬目までの冬期路面性状の調査結果について紹介した。当該施工箇所は、現時点で供用後4年経過しているが良好な供用状態であり、道路利用者の安全性確保の一助を担っていると考える。

今後も利用者に安全で快適な道路を提供していく所存である。

参考文献

- 1) 東本崇、鈴木徹、寺田剛、久保和幸：薄層型および粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の開発、第25回ゆきみらい研究発表会論文集(CD)、2013
- 2) (社)日本道路協会：舗装性能評価法 別冊、2008
- 3) 鈴木徹、東本崇、稲葉行則、岡田茂彦、吉田健一、徳橋良幸：排水性舗装における凍結抑制技術の向上と凍結抑制性能評価方法に関する検討、第17回舗装技術に関する懸賞論、(社)日本道路建設業協会HP、2012
- 4) 上地俊孝、東本崇、鈴木徹：粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装の凍結抑制性能の検証、第69回年次学術講演会講演概要集(CD)、2014
- 5) 梅本博文、吉田健一、谷俊秀、牧田匡史：北陸における長期保証型舗装の運用について、平成25年度北陸地方整備局事業研究発表会、2013

山田宗明



国土交通省北陸地方整備局富山河川
国道事務所 管理第二課長
Muneaki YAMADA

寺田 剛



土木研究所道路技術研究グループ
舗装チーム 総括主任研究員
Masaru TERADA

東本 崇



大林道路(株)技術研究所材料研究室長
Takashi TOMOTO