

積雪寒冷地におけるfogシール工法の 欠損進行抑制効果に関する検討

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○松本 第佑
上野 千草
丸山 記美雄

積雪寒冷地では、舗装に発生したひび割れへの水の浸入や凍結融解により、ひび割れ部の欠損が拡大しポットホールのような損傷に進展する。ひび割れ部にアスファルト乳剤を充填するfogシール工法は、ひび割れ部の欠損抑制効果が期待されている。本検討では、fogシール工法を施工した道内2箇所の国道において、50 cmメッシュのひび割れ部欠損マスを計上し、fogシール工法の欠損進行抑制効果を評価した結果を報告する。

キーワード：fogシール工法、予防的修繕工法、ポットホール

1. はじめに

積雪寒冷地では、2月下旬から3月にかけての融解期に、路肩に堆積した雪が溶け始め、舗装路面に発生したひび割れ部などから舗装体内へ水が供給される状態になる。ひび割れ部から舗装体内へ水が浸入すると、交通荷重との複合作用などによって、ひび割れ部付近のアスファルト混合物の欠損（角欠けやポットホール）などの損傷を拡大させる。特に、融解期は日中と夜間の気温変動により、舗装体内に浸入した水が凍結融解を繰り返すことで、ひび割れ部のさらなる欠損が生じる。融解期には、これらの作用が舗装体に繰り返し加わることで、春先にかけて北海道内においてもよく見られるポットホールのような損傷に進展する¹⁾。ポットホールのような損傷は、車両の走行安全性に大きく影響を与えるため、ひび割れが発生した段階で早期に水の浸入を防ぐことが舗装の延命化にとって重要である。

ひび割れ部からの水の浸入を防ぎ、ひび割れ部の欠損抑制が期待できる補修工法として、表面処理工法のひとつであるfogシール工法がある。fogシール工法は、アスファルト舗装路面の劣化を防ぐ目的で、アスファルト乳剤をひび割れ発生初期の軽微な段階で散布し、舗装機能の回復および延命効果が期待できる工法である²⁾

(図-1)。筆者らは、積雪寒冷地でのfogシール工法の活用として、既設のアスファルト舗装に発生したひび割れや空隙をアスファルト乳剤で封かんすることで、ひび割れ部の欠損進行を抑制する効果について検討している。これまでに、写真測量技術を用いてひび割れ部の角欠け状の欠損進行状況を定量的に評価する手法に関する検討を行っており、アスファルト乳剤散布後のひび割れを対象に、角欠け状の欠損の断面積や体積などの経年的

な変化に着目してfogシール工法の効果を評価してきた³⁾。

本検討では、ひび割れ部の角欠け状の欠損が進行してポットホール状の欠損が発生した路面を定量的に評価する手法を検討し、その手法を用いてfogシール工法によるひび割れ部の欠損進行抑制効果を評価した。具体的には、目視等の路面調査より舗装路面を50 cmメッシュに区切り、ひび割れ部にポットホール状の欠損が生じている50 cmメッシュのマスを数（以下、ひび割れ部欠損マ



図-1 fogシール工法のイメージ



図-2 試験施工箇所

ス数とする)を計上し、比較評価した。調査箇所は、図-2に示す北海道内の一般国道でfogシール工法による補修の試験施工が行われた箇所である。

2. 調査箇所の概要

fogシール工法の欠損進行抑制効果を検討する目的で、北海道内の一般国道において試験施工を過年度に実施した2箇所を対象に調査を行った。調査対象箇所における試験施工の概要を表-1に示す。試験施工では、既設の舗装路面に発生しているひび割れ状況が同程度の区間を選定し、fogシール工法による補修をした区間と無対策工区をそれぞれ設けた。fogシール工法の施工区間で散布した材料は、fogシール専用的高浸透性改質アスファルト乳剤（以下、fogシール用乳剤とする）を使用した。fogシール用乳剤は、エングラード3（25℃）以下の粘性の低いカチオン系乳剤で、水による希釈が不要なものを使用した。散布方法として、車線幅員全面に散布車で散布する方法と、ひび割れが発生している箇所に人力で局所的に散布した後、全面に散布車で散布する方法を実施した。また、ひび割れ深部へ散布材料を浸透させるために、写真-1に示すようにレーキ等によるひび割れ部への充填作業を実施した。充填作業は、レーキで舗装路面の散布材料をひび割れ内部に流し込むように実施した。レーキの代わりにブラシ状の道具を使用する場合は、ひび割れ内部に充填された乳剤をブラシの毛先で掻き出さないように施工した。

(1) 一般国道235号 勇払郡厚真町

勇払郡厚真町でのfogシール工法の試験施工は、2019年に実施し、約5年が経過している。交通量区分はN₅相当である。片側1車線の道路の上り車線において、ひび割れの発生状況が同程度の区間でfogシール用乳剤を散布した工区と無対策工区を設けた。施工前の路面状況を写真-2に示す。本試験施工箇所では、ひび割れ部へのfogシール用乳剤の定着を強める工夫として、fogシール用乳剤を幅員全面にわたって散布する全面散布（散布量0.4 L/m²）を2回実施した工区と、主に車輪走行位置に発生したひび割れ部に局所的に散布（散布量



写真-1 ひび割れ部への充填作業



写真-2 施工前の路面状況（勇払郡厚真町）

0.6 L/m²）した後、全面散布（散布量0.4 L/m²）した工区をそれぞれ50 mずつ設けた。いずれの工区も散布後には、ひび割れ内部への材料の浸透をよくするために、レーキ等によるひび割れ部への充填作業を実施した。

(2) 一般国道36号 苫小牧市錦岡

苫小牧市錦岡でのfogシール工法の試験施工は、2020年に実施し、約4年が経過している。交通量区分はN₅相当である。片側2車線の下り追越車線において、ひび割れの発生状況が同程度の区間でfogシール用乳剤を散布した工区と無対策工区を設けた。施工前の路面状況を写真-3に示す。本試験施工箇所では、既設の舗装路面全体にひび割れが顕著に発生しており、ひび割れ部へのfogシール用乳剤の浸透を良くするために、fog

表-1 試験施工の概要

施工箇所	施工年	工区名	工区種別	散布方法・散布量		ひび割れ部への 充填作業	延長	施工前の ひび割れ率
				局所散布	全面散布			
一般国道235号勇払郡厚真町 上り片側1車線 (N ₅ 交通量区分相当)	2019年	235_1工区	fogシール用乳剤 (全面2回)	—	2回 (0.4 L/m ²)	○	50 m	約35%
		235_2工区	fogシール用乳剤 (局所+全面)	1回 (0.6 L/m ²)	1回 (0.4 L/m ²)	○	50 m	
		235_3工区	無対策	—	—	—	50 m	
一般国道36号苫小牧市錦岡 下り走行車線 (N ₅ 交通量区分相当)	2020年	36_1工区	fogシール用乳剤 (全面2回)	—	2回 (0.8 L/m ² ・0.4 L/m ²)	○	50 m	約48%
		36_2工区	fogシール用乳剤 (局所+全面)	1回 (0.8 L/m ²)	1回 (0.4 L/m ²)	○	50 m	
		36_3工区	無対策	—	—	—	50 m	



写真-3 施工前の路面状況（苫小牧市錦岡）

シール用乳剤の散布量を厚真町での試験施工よりも増やして散布した。フォグシール用乳剤を幅員全面にわたって散布する全面散布を2回（散布量 0.8 L/m^2 、次いで 0.4 L/m^2 ）実施した工区と、ひび割れ部に局所的に散布（散布量 0.8 L/m^2 ）した後、全面散布（散布量 0.4 L/m^2 ）した工区をそれぞれ50 mずつ設けた。いずれも散布後には、ひび割れ内部への材料の浸透をよくするために、レーキ等によるひび割れ部への充填作業を実施した。

3. 調査方法

前述した試験施工後には、毎年度春期もしくは秋期に工区全体にわたって舗装路面の状態を目視調査や写真撮影により把握しているが、2023年度まではひび割れ部の角欠けが主な損傷形態であった。2024年度に各工区の舗装路面を写真で記録するとともに現地での目視調査を実施したところ、ひび割れ部の角欠け状の欠損が進行しポットホール状の欠損が生じている部分が多くみられるようになったため、撮影された画像および目視調査の結果から、写真-4に示すようなポットホール状の欠損をひび割れ部の欠損として把握することとした。

ひび割れ部欠損マス数は、路面調査において撮影された舗装路面の画像を用いて、舗装路面を50 cmメッシュに区切り、ひび割れ部の欠損が含まれる50 cmメッシュのマス数を計上した。ひび割れ部の欠損と50 cmメッシュの一例を写真-5および写真-6に示す。本検討では、写真-4に示したように表層の混合物が飛散およびはく離し、下層の基層混合物層が露出しているようなポットホール状の欠損を舗装の欠損とし、これらの欠損が含まれる50 cmメッシュのマス数をひび割れ部欠損マスとして整理した。なお、ポットホール状の欠損が生じた後にパッチングによって欠損が補修されたと推定される部分もひび割れ部欠損マスとして計上した。また、写真-6の赤枠部に示したように、ひび割れ幅の開きが概ね1 cm以上で基層混合物層が見えるような欠損も、ポットホール状の



写真-4 ひび割れ部のポットホール状の欠損の例

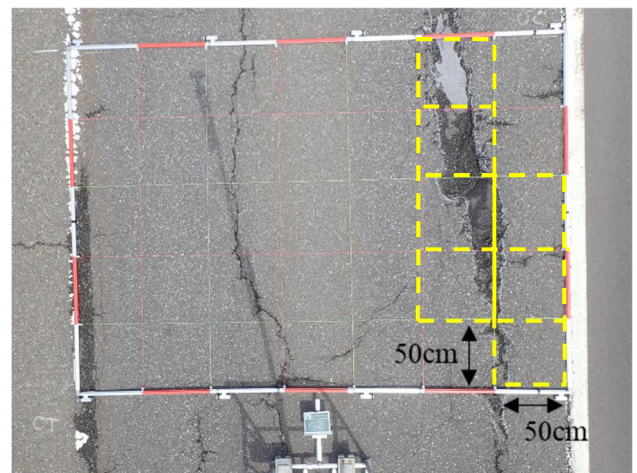


写真-5 ひび割れ部欠損マスの例

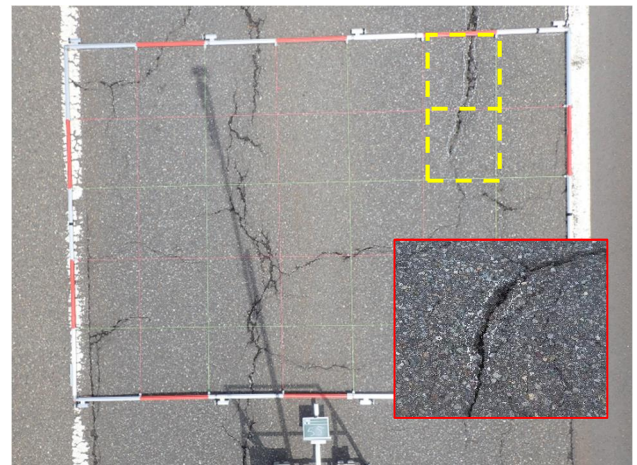


写真-6 ひび割れ幅の開きが大きいひび割れ部欠損マスの例

欠損としてひび割れ部欠損マスの数を計上した。

4. 調査結果

ひび割れ部欠損マス数の調査結果について、試験施工

箇所毎に以下に示す。

(1) 一般国道235号 勇払郡厚真町

供用5年目の2024年度におけるひび割れ部欠損マス数を図-3に示す。また、各工区のひび割れ部欠損マス数の整理結果を表-2に示す。表-2には、ひび割れ部欠損マスの面積を1マス当たり0.25 m²としたときの各工区の全体の面積（車線幅員3.5m×延長50m=175m²）に対する欠損部の面積比を併記している。

無対策工区におけるひび割れ部欠損マス数は、供用5年目時点で、 Fogシール用乳剤を散布した他の工区よりも多い結果であった。一方で、Fogシール用乳剤を散布した工区では、ひび割れ部欠損マス数は無対策工区の3分の1以下の個数であった。ひび割れ部欠損の面積比についても、無対策工区が4.7%であるのに対し、Fogシール用乳剤を散布した工区はそれよりも低い値であった。

また、Fogシール用乳剤の散布方法が異なる1工区と2工区のひび割れ部欠損マス数を比較すると、全面散布を2回実施した1工区の方が少ない結果であった。

(2) 一般国道36号 苫小牧市錦岡

ひび割れ部欠損マス数の推移を図-4に示す。また、ひび割れ部欠損マス数の整理結果を表-3に示す。表-3には、各工区の全体の面積に対する欠損部の面積比を併記している。

無対策工区におけるひび割れ部欠損マス数は、供用4年目時点で、Fogシール用乳剤を散布した工区よりも多い結果であった。一方で、Fogシール用乳剤を散布した工区では、ひび割れ部欠損マス数は供用4年目時点で無対策工区の半分以下であった。ひび割れ部欠損の面積比についても、無対策工区が1.6%であるのに対し、Fogシール用乳剤を散布した工区はそれよりも低い値であった。

また、Fogシール用乳剤の散布方法が異なる1工区と2工区のひび割れ部欠損マス数を比較すると、全面散布を2回実施した1工区の方が少ない結果であった。

5. Fogシール工法の欠損進行抑制効果

(1) Fogシール用乳剤による効果

勇払郡厚真町と苫小牧市錦岡では、Fogシール用乳剤を散布した工区のひび割れ部欠損マス数は、無対策工区と比較して少なく、ひび割れ部の欠損を抑制できている結果であった。ひび割れ部欠損の面積比についても、無対策工区よりもFogシール用乳剤を散布した工区は低い値であった。

以上より、既設の舗装路面のひび割れ発生状況が各工

MATSUMOTO Daisuke, UENO Chigusa, MARUYAMA Kimio

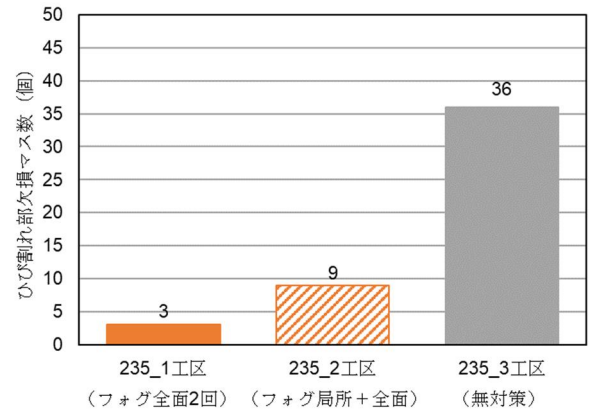


図-3 ひび割れ部欠損マス数 (勇払郡厚真町)

表-2 ひび割れ部欠損マスの整理結果 (勇払郡厚真町)

箇所名	工区名	ひび割れ部欠損マス数(個) (供用5年目)	面積比 (%)
一般国道235号 勇払郡厚真町	235_1工区	3	0.4
	235_2工区	9	1.3
	235_3工区	36	4.7

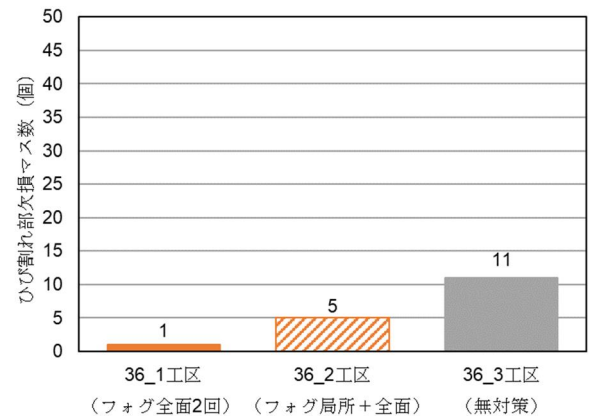


図-4 ひび割れ部欠損マス数 (苫小牧市錦岡)

表-3 ひび割れ部欠損マスの整理結果 (苫小牧市錦岡)

箇所名	工区名	ひび割れ部欠損マス数(個) (供用4年目)	面積比 (%)
一般国道36号 苫小牧市錦岡	36_1工区	1	0.1
	36_2工区	5	0.7
	36_3工区	11	1.6

区で同程度の箇所を選定していることから、Fogシール用乳剤を散布することで、ひび割れ部の欠損進行抑制効果が期待できると判断される。

(2) 乳剤の散布方法の違いについて

勇払郡厚真町と苫小牧市錦岡の結果より、散布車による全面散布を2回実施した1工区と、人力での局所散布と散布車での全面散布を併用した散布を実施した2工区を比較すると、全面散布を2回実施した1工区の方がひび割れ部欠損マス数が少ない結果であった。試験施工では、

ひび割れ部への局所的な散布と全面散布を併用し Fog シール用乳剤を丁寧に散布することで、より効果的なひび割れ部の欠損進行抑制効果を想定していたが、本検討の調査内では、散布車によって効率的に全面散布を2回実施する方法のみでもひび割れ部の欠損進行抑制効果が得られることがわかった。

6. まとめ

本検討では、ひび割れ部の欠損が進行したポットホール状の欠損を捉えたひび割れ部欠損マス数に着目して、Fog シール工法によるひび割れ部の欠損進行抑制効果について評価した。その結果、Fog シール用乳剤を用いて Fog シール工法を施工した工区のひび割れ部欠損マス数は、無対策工区と比較して少なかった。このことから、Fog シール工法を施工した区間のひび割れ部欠損マス数を捉えることで、Fog シール工法の欠損進行抑制効果を評価できることが示唆された。本検討では、

ひび割れ部のポットホール状の欠損マスを主に現地での目視調査によって抽出した。そのため、今後は写真測量技術を用いたひび割れ部のポットホール状の欠損の定量的な抽出手法や、ひび割れ部の角欠け状の欠損断面積や体積なども含めた欠損部の定量的な指標を検討し、Fog シール工法の欠損進行抑制効果の評価手法の構築を目指していく予定である。

謝辞：試験施工にあたり、北海道開発局の釧路開発建設部および室蘭開発建設部には現場フィールドの提供にご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 丸山記美雄, 安倍隆二, 熊谷政行: 融雪期に発生する舗装のポットホールの実態と発生メカニズムの検討, 寒地土木研究所月報, No.730, pp.2-13, 2014.3.
- 2) 日本道路協会: 舗装の維持修繕ガイドブック 2013, p.103, 2013.
- 3) 松本第佑, 丸山記美雄, 星卓見: 写真測量技術を用いた舗装ひび割れ部欠損量の定量的評価手法に関する検討, 寒地土木研究所月報, No.852, pp.17-22, 2024.1.