

積雪寒冷地域における簡易式路上表層再生工法「ヒートスティック」の 供用性評価と凍結抑制機能の付加

鹿島道路（株）技術研究所 ○好見 絵里
五伝木 一
岡部 俊幸

1. はじめに

ヒートスティック工法は、路上表層再生工法の路面ヒータ車を用いる簡易式路上表層再生工法である。このヒートスティック工法は、供用に伴う縦断方向の凹凸の悪化や、占用工事の部分的な補修箇所などの影響により、乗り心地が低下した舗装路面を回復させ、走行安全性、乗り心地の改善などを目的とした維持工法として適用している。

本報では、積雪寒冷地域における供用性の評価のほかに、積雪寒冷地域や山間部などを対象として新たに開発した凍結抑制効果を付加したヒートスティック工法について報告する。

2. ヒートスティック工法の概要

ヒートスティック工法は、従来の路上表層再生工法の機械編成を簡素化することで、市街地などの道路にも適用可能な工法である（図-1）。このヒートスティック工法は、既設舗装を路面ヒータ車で加熱し、掻きほぐした後に新規アスファルト混合物を 2～3cm 程度敷きならして締固めを行うリペーブ方式の維持工法であるため、舗装路面にひび割れが発生している場合、オーバーレイを行うよりも、リフレクションクラックの抑制効果が得られるという特長を有している（写真-1、図-2）。また、この他にも、パッチング跡や局部補修箇所などが解消されることで、走行安全性や乗り心地の改善等を図ることが可能であり、リペーブ方式の施工方法であるため、舗装発生材の抑制にもつながる。

本工法の適用条件は維持工法であるため、基本的に既設舗装が構造破損していないことが前提である。適用の目安はひび割れ率 20%程度以下、わだち掘れ量 30mm 程度以下、交通量区分 N₅以下を推奨している。

なお、既設舗装のわだち掘れ量が 20mm 程度以上発生している場合は、わだち掘れの凸部を予め除去する場合もある。

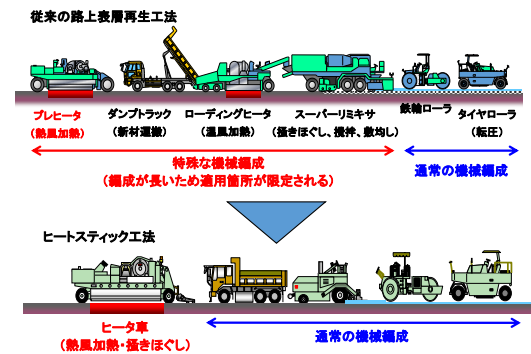


図-1 施工体制の比較



写真-1 加熱および掻きほぐしの状況

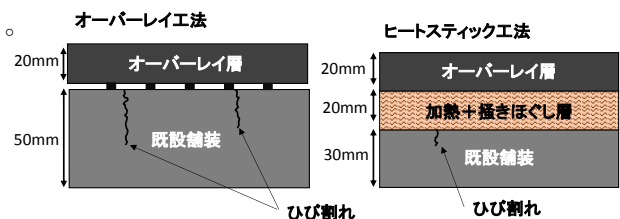


図-2 既設舗装上にオーバーレイする場合の一例

3. 積雪寒冷地域を対象とした供用性の評価

供用性の評価は、簡易型の路面性状測定車により、表-1 に示す条件の 10 路線を対象に、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性を測定した。結果を図-3 に示す。なお、測定結果は 10m 間隔で路面性

状値を整理しているため、路線ごとにデータ数は異なっている。

表-1 供用性の調査箇所一覧

路線 No.	施工時期	供用年数	交通量区分	施工延長 (m)
1	平成28年 7月	0.2	N ₄	297
2	平成26年12月	1.8	N ₄	860
3	平成25年10月	2.9	N ₄	1880
4	平成24年12月	3.8	N ₄	720
5	平成22年 7月	6.2	N ₃	2480
6	平成22年 5月	6.3	N ₃	640
7	平成21年10月	6.9	N ₃	620
8	平成20年 9月	8.0	N ₄	160
9	平成19年 9月	9.0	N ₃	2740
10	平成19年 7月	9.2	N ₄	1352

測定結果によると、わだち掘れ、平坦性は、供用に伴う顕著な悪化はみられないが、ひび割れに関しては、他の指標よりも供用年数に伴って悪化する傾向が認められた。したがって、今回対象としたヒートスティック工法適用箇所の破損は、ひび割れによるものが主であると考え、供用年数とひび割れ率との関係に着目して供用性を評価した。また、評価の際には、交通量の影響を排除することを目的として、10路線中6路線を占める交通量区分 N₄ の路線を対象とし、そのうち供用して間もない No.1 および延長が短くデータ数が少ない No.8 を除いた 4 路線を対象とした。

各路線のひび割れ率の累積確率分布の結果を図-4に示す。供用3年程度までは、線形に大きな変化は認められず、ひび割れ率も最大5%程度以下になっている。しかし、供用4年程度を過ぎると、線形の傾きに変化があり、分布が広がっている。今回対象とした路線の結果では、供用9年を超えた場合であっても、10m 間隔で評価したひび割れ率は、ほとんどが20%以下であり、積雪寒冷地域においてもヒートスティック工法の供用性は特に問題無いものと判断した。また、参考として、MCI の累積確率分布を図-5に示す。一般に、修繕を必要とする MCI4 以下が占める割合は、供用9年を超える路線においても極めて少ないことがわかる。

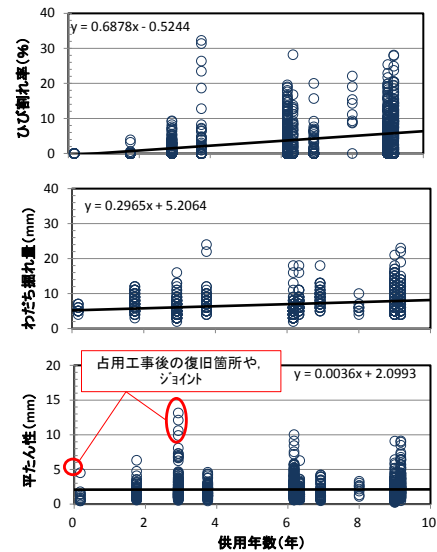


図-3 路面性状測定結果

図-6は4路線における供用年数とひび割れ率および MCI の変化の平均値を示したものである。このように、交通量や供用年数に着目して条件を整理し、累積確率分布を用いることで、将来の劣化予測にもつながるといえる。

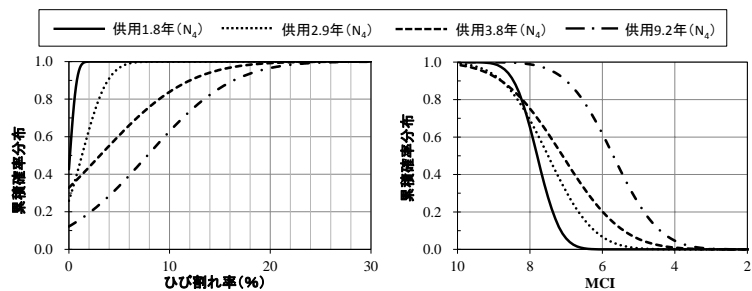


図-4 ひび割れ率の累積確率分布

図-5 MCI の累積確率分布

4. 凍結抑制機能を付加したヒートスティック工法

近年では、除雪作業に携わる方の高齢化や、限られた財源で効率的な維持管理を行う必要があることなどを踏まえ、通常の凍結抑制舗装よりも安価となるように、ヒートスティック工法に凍結抑制機能を付加した。今回は、図-7に示すような物理系の凍結抑制を採択した。この凍結抑制舗装はヒートスティック工法だけでなく、単独でも2~3cmの薄層の凍結抑制舗装として適用可能である。以降では、既設舗装との接着性に関する室内検討結果や、実路に適用した箇所の凍結抑制効果および路面性状について報告する。

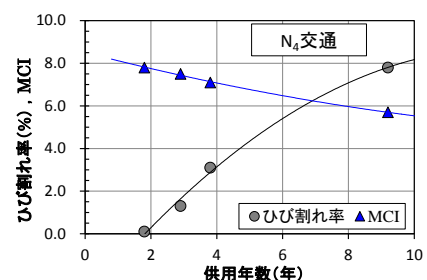


図-6 供用年数に対するひび割れ率および MCI

4. 1 既設舗装との接着性に関する検討結果

ゴムチップを用いた物理系の凍結抑制混合物の適用にあたっては、通常、オーバーレイ工法に用いている密粒度混合物に比べて弾性に富む混合物であるため、基盤の混合物との接着性が懸念されることから、室内で検証することとした。検証内容は、ヒートスティック工法に適用する場合と、既設舗装上に薄層オーバーレイとして適用する場合の2ケースを想定し、比較試験としてせん断試験とホイールトラッキング疲労試験で評価した。

供試体の作製方法として、まず、ヒートスティック工法を模擬した供試体は、既設舗装を模擬した基盤供試体の上面を掻きほぐし、オーバーレイ混合物を打ち継いだ。薄層オーバーレイを模擬した供試体については、基盤供試体に乳剤を塗布した後にオーバーレイ混合物を打ち継いだ。

せん断試験結果を図-8に示す。ヒートスティック工法を模擬した掻きほぐしの場合、凍結抑制混合物は密粒度混合物の強度と比較してやや劣る結果となったが、一般的な乳剤を塗布した密粒度混合物と同等の値を示しており、接着性に問題はないと考えられる。オーバーレイ工法による乳剤の違いをみると、密粒度混合物に比べて、いずれの乳剤も強度が低下した。検討した乳剤の中ではPKM-Tの強度が最も高いことから、凍結抑制混合物に適用する場合はPKM-Tの使用が望ましいといえる。

次にホイールトラッキング疲労試験結果の一例を図-9に示す。本試験では、接着界面にずれが生じるかどうか、水平変位の測定および試験後に目視確認を行い評価した。掻きほぐした場合、凍結抑制混合物は密粒度混合物の変位よりも大きく、最大でも1.7mmの変形であったが、試験後供試体を確認する限り目立ったずれ等の破損は認められなかった。乳剤の場合も、試験後供試体の界面のずれ等は認められないものの、密粒度混合物と比較して、いずれの乳剤も変位が大きい結果となった。検討した乳剤の中では、PKR-TおよびPKM-Tの変位量が小さいことから、PKR-TもしくはPKM-Tが適していると考えられる。

以上のことから、凍結抑制混合物はヒートスティック工法に適用可能であり、薄層オーバーレイの場合には、PKM-Tを使用することが望ましいといえる。

4. 2 実路における供用性評価

実路における供用性評価は、交通量区分N₄の路線において、延長50m×幅員3.2m×厚さ2cmの工区規模とし、比較対象として隣接する箇所に、実績のある密粒度混合物を用いたヒートスティック舗装の工区を設けた。これら2つの工区で、凍結抑制効果を含む供用性の評価を行った。

(1) 施工前の現況

ヒートスティック施工前の路面性状を写真-2、表-2に示す。施工前の路面性状は、パッチングによる補修箇所のほか、ひび割れが点在しており、乗り心地が低下していた。また、わだち掘れ量に関しては、ヒートスティック工法の表層厚20mmを超えている箇所も含まれたため、事前に既設舗装の

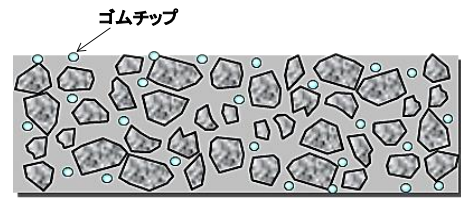


図-7 凍結抑制舗装のイメージ (物理系)

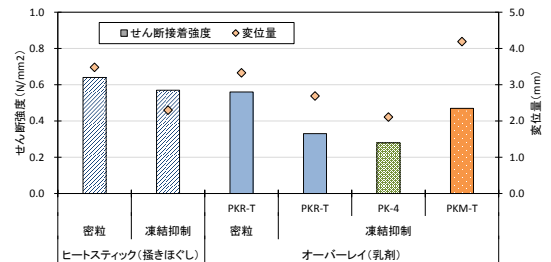


図-8 せん断試験結果

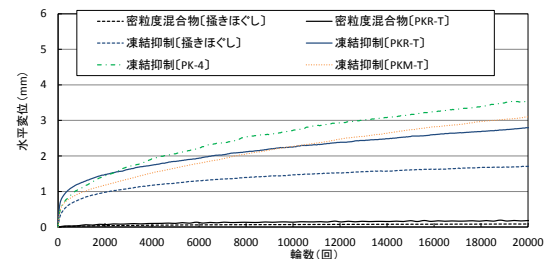


図-9 ホイールトラッキング疲労試験結果

わだち部の凸部除去を目的として平均 20mm で切削した。

(2) 施工および追跡調査結果

施工は、前述したように、予め切削した路面を対象として、ヒータ車で加熱した後に 20mm 掻きほぐし、新規アスファルト混合物を 20mm オーバーレイした。施工状況を写真-3 に示す。特殊機械はヒータ車のみであり、その他は一般的な施工機械である。

凍結抑制効果の一例を写真-4 に示す。凍結抑制工区は、隣接している比較対象の密粒工区と比べ、路面の露出が顕著であり、凍結抑制機能が備わっているものといえる。また、当該工区において、冬期の凍結抑制効果の確認の他に、通年で舗装の供用性についても確認を行っている。その結果の一部を写真-5、表-3 に示す。凍結抑制工区の路面性状は、供用期間が短いものの、実績のある密粒工区と大きな差異はなく、一冬二夏経過した時点であっても特に問題のない供用性を持つことが確認できている。



写真-2 施工前の路面状況

表-2 施工前の路面性状

評価項目	舗装種別	特性値
ひび割れ率 (%)	密粒(比較)	11.0
	凍結抑制	14.2
わだち掘れ量 (mm)	密粒(比較)	27
	凍結抑制	19
平坦性 (mm)	密粒(比較)	3.45
	凍結抑制	3.51



写真-3 施工状況

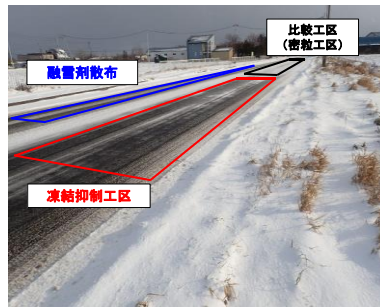


写真-4 凍結抑制効果

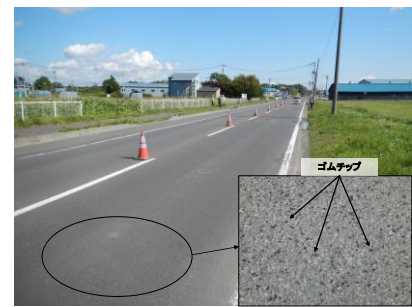


写真-5 凍結抑制舗装
(供用 420 日後)

5. おわりに

舗装の適切な維持修繕が重要視される現在において、ヒートスティック工法は、既設舗装の走行安全性や乗り心地の改善および延命措置などを図る 1 つの工法として有効であると考えられる。また、供用性に関しては、交通量や供用年数に着目して累積確率分布を用いることで、簡便に将来的なおよその劣化予測が可能となることが示唆された。

さらに、新たに開発し、付加した凍結抑制機能は、凍結抑制効果が確認され、近隣住民や道路利用者の環境保全対策にも有効であるといえる。

今後は、供用性および凍結抑制効果に着目し評価を継続していくとともに、既設舗装の維持・修繕に有効な工法の開発に努めたい。

表-3 施工後の路面性状

評価項目	舗装種別	施工直後	供用420日後*
ひび割れ率 (%)	密粒(比較)	0	0.2
	凍結抑制	0	0.2
わだち掘れ量 (mm)	密粒(比較)	0	2
	凍結抑制	0	2
平坦性 (mm)	密粒(比較)	1.06	1.38
	凍結抑制	1.17	1.22