

表面処理工法によるアスファルト舗装の延命効果の検証

佐々木 徹・新田弘之

1. はじめに

舗装路面に生じたひび割れ等の損傷を放置すると、雨水が浸透して路盤の支持力が低下し、舗装構造全体の損傷につながる。路盤が損傷すると、その対策は費用と期間とも増大し、社会的影響はさらに大きくなる。このため、舗装点検要領¹⁾が平成28年に策定され、路盤以下の構造健全性を重要視した維持管理が進められ、点検体系構築と、表層機能保持段階の措置が求められている。

舗装表層に損傷が発生した場合の措置としては、クラックシール（ひび割れの充填）やパッチング（脆弱部やポットホール等の修復）が行われている。これらの方法は、舗装全体の健全性が損なわれる前に実施する予防保全であるものの、表層破損の措置としてはひび割れ発生後の事後的な保全であり、ひび割れの発生後速やかに対応できなければ、その間に下層の損傷が進行してゆく。また、ひび割れ範囲の拡大や新たに生じるひび割れ等の変状には効果を期待できない場合もある。

一方で、舗装表面を薄層で保護する表面処理は表層の予防保全も兼ねた工法で、路面の平滑化による騒音や振動の低減、快適性向上や景観上の更新効果だけでなく、破損に対する面的な保全効果も得られる。しかし、どのような交通や環境条件、損傷段階で適用すれば延命につながるのかは明らかになっていない。本報では、これらの工法の適用方法の確立を目的として実施している、試験施工(写真-1)による効果の検証結果を報告する。

2. 舗装の予防的修繕

2.1 アスファルト舗装の損傷要因

アスファルトは結合材としては安価な材料で、快適な舗装路面を迅速に作る特徴を持つ一方、日照や雨水等の気象作用により劣化が進行する。材料劣化に伴い舗装表面でひび割れや骨材飛散等が一旦発生すると、水分が下層に浸透して進行拡大し構造的な破損につながる。

路盤以下の構造的破壊に到る前の表層機能保持が舗装点検要領の基本的な考え方である。舗装厚が薄い生活道路をはじめとした軽交通道路では、交通荷重による疲労等よりも気象作用による劣化が主因となることが多く、表層の維持管理がより重要になる。したがって、舗装表面のアスファルトの劣化予防や遮水性の向上による予防保全対策の有効性が高いと考えられる。

2.2 表面処理工法

舗装の表面処理工法は、既存の路面にひび割れ封止を兼ねた保護層を塗布するものであり、使用材料や骨材等により、フォグシール、チップシール、薄層表面処理などの様々な工法がある。舗装の表面機能の更新とともに、表層の延命を目的とする工法である。

(1) フォグシール

アスファルト乳剤を薄く散布する最も簡便で安価な表面処理工法で、小さいひび割れや表面の空隙を充填し、路面を若返らせることを期待する。

(2) チップシール

アスファルト乳剤で骨材を単層あるいは複層に仕上げる表面処理工法であり、1cm弱の厚さをもった保護層による予防的保全措置として用いる。

(3) 薄層表面処理

アスファルト乳剤等を用いたスラリー状の混合物を薄層で敷きならすもので、面荒れした表面のきめ深さの改善と、ひび割れの発生抑制をはかるものである。生活道路から重交通路線まで広く適用できるものとして平成10年代に開発された。



写真-1 試験施工による表面処理工法の評価検証の例

3. 試験施工による評価

3.1 試験施工箇所と既設舗装の状態

適用可能な交通条件の把握とともに、延命効果の検証を比較的短期間に行うために、軽交通から重交通路線までを対象に試験施工で評価を行った。既設舗装の損傷に関する適用範囲の調査として、ひび割れ状態や下層の健全性が異なる路線を含むように、つくば市内の道路舗装から試験箇所の選定を行った。試験箇所の概要を表-1に示す。

表-1 表面処理工法の試験施工箇所

No.	交通量	下層の状態	表層供用期間	ひび割れ率	テクスチャきめ深さ
①	重	損傷-大	<5年	2.2% (路盤から進行)	0.46mm
②	重	損傷-中		7.5 (路盤から進行)	粗い 0.88
③	重	損傷-中	15年<	14.2	0.54
④	中	損傷-小	15年<	2.8 (表面から進行)	粗い 0.72
⑤	軽	健全	10-15年	0.1	0.58
⑥	軽	健全	<5年	0.2	細かい 0.35

下層状態とひび割れ方向は、たわみ量およびコア観察からの推定

3.2 表面処理工法と材料

試験施工に用いた表面処理工法とその使用材料を写真-2に示す。各工法の延長を10mとし、薄層表面処理工法では試験箇所①と②にて、クラックシールとの併用工区も設定した。

表-2 試験施工に用いた表面処理工法

工法名	主な結合材料	骨材	塗布量 kg/m ²
フォグシールA	改質アスファルト乳剤 (汎用グレード PKM-T)	—	0.6~1.0
フォグシールB	ポリマー改質アスファルト乳剤	—	0.4~0.8
チップシールA	高濃度改質アスファルト乳剤	砕石 7号	7.4
チップシールB	高濃度改質アスファルト乳剤	単粒砕石 5-8mm	10.3~10.8
薄層表面処理A	改質アスファルト乳剤	細骨材	1.8~2.3
薄層表面処理B	弾力性改質アスファルト乳剤	珪砂	0.6~0.9
薄層表面処理C	アスファルト乳剤およびセメント	細骨材	1.9~2.6

3.3 現道での試験施工と追跡調査

試験施工箇所における施工状況の例を図-2に示すように、施工性に問題はなく良好な仕上がりが

得られた。施工前と施工5日後以降に路面性状調査を行い、さらに供用期間に応じて追跡調査を継続して行っている。

調査項目は、基本的な路面性状としてのひび割れ率と形状、わだちと平坦性の評価としての縦横断の路面プロファイルのほか、舗装の構造劣化ならびに路面の機能性を評価している。構造評価については、下層の支持力変化をFWDによるたわみ量から調べているほか、その要因となる下層への水の浸透状況について、調査方法の提案を含めて検討している。また、すべり摩擦と表面きめ深さについて、機器による精密な測定とともに、簡易な方法の適用性について比較検討した。



写真-2 薄層表面処理の施工状況（薄層表面処理C）

3.4 舗装損傷と路面機能の調査結果

3.4.1 表層のひび割れ

表面処理工法の効果は、表層アスファルトの材料劣化防止によりひび割れを発生させないこと、ひび割れ等の変状箇所に遮水性を付与することによる表層を含めた舗装の保護の二つに大別できる。紫外線遮蔽による材料劣化については長期供用後の評価を待つ必要がある。ここでは、水の浸入抑制効果に直結するひび割れ封止と再劣化の調査結果を示す。

交通量が多く既設路面のひび割れが進んでいる試験箇所③での薄層表面処理Aを例に、施工及び供用におけるひび割れ状況の変化を図-1に示す。薄層表面処理の施工により路面は一新されるが、供用年数とともに既存ひび割れに沿ってひび割れが拡大することがわかる。0.5mます目で数値化したひび割れ率でこれらの結果を図示したのが図-2(a)である。交通量が多くひび割れが進行して

いる場合、 Fogシールではその損傷を修復することは困難で、薄層表面処理でもその効果は数年程度であるとみられる。

一方、交通量が多くない箇所の結果である図-2(b)ではこれとはやや異なり、施工前のひび割れ率が異なるため単純比較はできないものの、 Fogシールでは短期間であるが、チップシールや薄

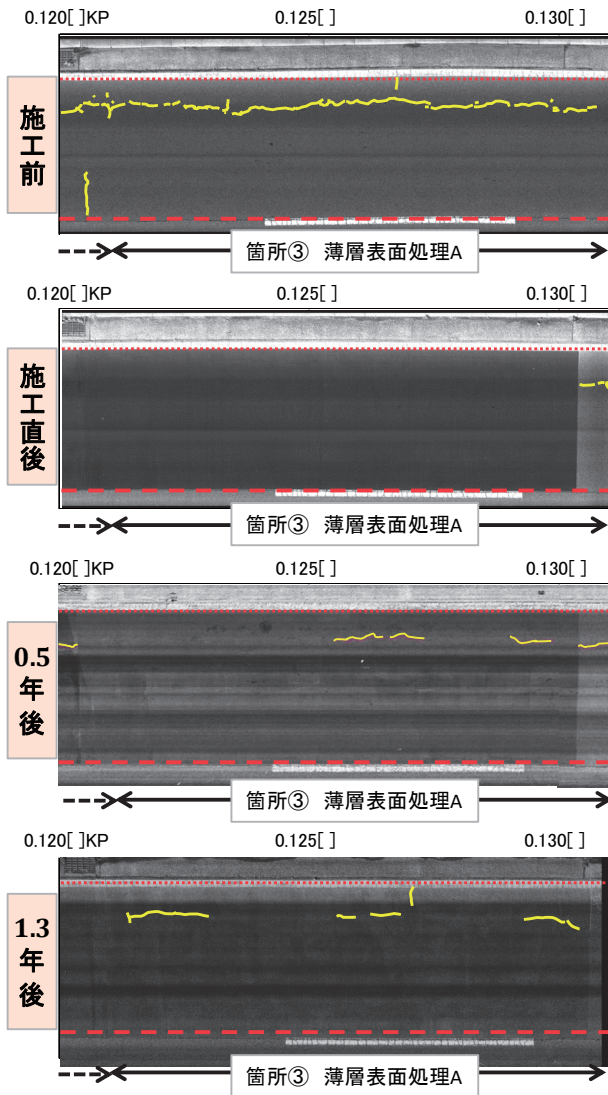


図-1 表面処理施工前後のひび割れ状況の変化(箇所③)

層表面処理ではひび割れ率は低く維持できている。下層の状態が比較的健全で交通量が多くなければ適用性があることが示唆される。図-2(c)、(d)は、重交通区間でクラックシールと薄層表面処理を併用した場合の結果であるが、ひび割れが一年以内に再発するか否かが両箇所で大きく異なる。その理由として、下層が損傷し表層のたわみ量が大きくなると、ひび割れ開閉の動きが拡大することなどが考えられる。

施工前と供用後のひび割れ率に着目すると、無処理の比較工区や Fogシールでわかるように、供用期間を経るとひび割れ率は上昇している。その中で、表面処理工法によりひび割れを一定期間抑制できることは舗装の延命に有効であることが示唆されるが、ライフサイクルを通じた適用効果を検討し判断することが求められる。なお、表面処理されている場合には、路面上にひび割れが見られていても塗布材料がひび割れ内部に浸透し遮水効果を有している可能性もあることから、実際の遮水性を面的に評価する必要がある。

3.4.2 遮水性評価の試行

ひび割れや締固め不良箇所等があると、それが微細なものであっても雨水が下層に浸透し舗装全体の破損につながる。表面処理の遮水性の評価として、ひび割れ部からの水の浸透状況の評価を試みた。図-3の例に示す測点で透水試験を行って水分浸透の有無を調べた。図中の薄層表面処理Aでは、供用2.5年後に塗膜の消耗やひび割れの再発があっても、水が浸透しなかった。その一方、隣接した無処理の比較工区では、ひび割れ箇所から数L/hr以上の水の浸透が観察された。今後、定量的な調査方法を定め、調査結果を重ねて遮水による延命効果を把握する必要がある。

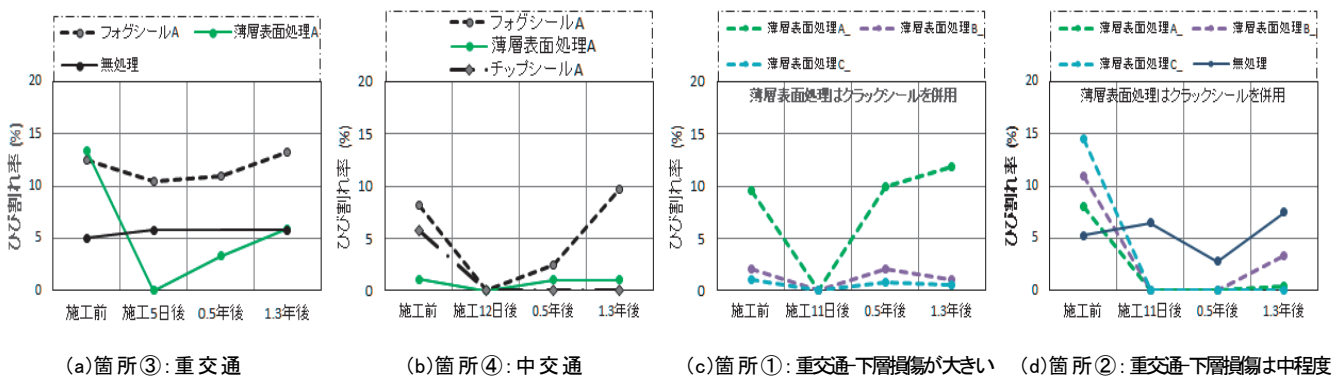


図-2 表面処理工法施工前後のひび割れ率の推移



図-3 ひび割れ部から下層への浸透水調査測点の例

3.4.3 路面機能と表面処理工法による改善効果

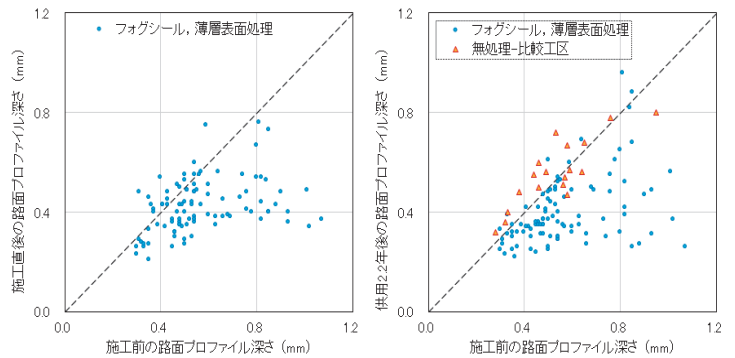
舗装表面の粗さ（テクスチャ）が変化すると、走行車両による振動や騒音、すべり抵抗等が変化する。損傷が進みつつある既設舗装の耐久性向上とともに、路面粗さをはじめとした表面機能の回復は、表面処理工法の主目的の一つである。

レーザセンサ(CTメータ)による路面粗さの調査結果を図-4に示す。図-4(a)からわかるように、表面処理の施工により路面のきめ深さは平滑化し、適度なテクスチャとなっている。とくに、既存路面が荒れきめが深くなっていた場合の改善効果ははっきりとわかる。図-4(b)に示す無処理の比較工区の供用前後の変化では、きめ深さ0.5mm以下の現状路面を継続使用した箇所の全てで面荒れが進行していることがわかる。一方、表面処理すると、施工直後の路面状態を供用後もおおむね維持している。これは、塗布した処理材が既存路面の谷部に残り機能を発揮しているためと考えられ、図-3からも路面の状態が異なることがわかる。ひび割れ部や谷部の処理材は容易に劣化や脱落するものではなく、ひび割れが進展した場合には交通荷重等により再充填されるとも推測され、前述の遮水性を含めて改善効果を検証する予定である。

4. まとめ

舗装の劣化損傷に対する最適な措置技術の確立として、表層機能保持のための研究を行っている。予防保全が可能となる表面処理工法に着目した試験施工調査の結果をまとめると次の通りとなる。

- ・ひび割れ率が数%以内または交通量が多くなければ、下層の損傷程度に応じてひび割れの再発



(a)施工直後/施工前

(b)供用2.2年後/施工前

図-4 舗装表面処理工による路面粗さの変化

が防止できる

- ・表面処理による平滑な路面は数年後も維持され、さらに遮水効果も保持している可能性が高い
- ひび割れ抑制をはじめとした損傷防止による舗装の延命効果を定量的に把握し、ライフサイクルを分析して大規模修繕にいたる前の表面機能の維持管理方法として集約整理する必要がある。また、遮水性やアスファルト劣化防止の効果について、試験評価法と判定指標をあわせて策定することにより、これら工法の適用の目安を示すため、引き続き、試験調査を続けていく予定である。

謝 辞

試験施工による検証は日本アスファルト乳剤協会との共同研究の一部として実施しており、茨城県土浦土木事務所ならびにつくば市役所道路維持課をはじめ多くの方々にご便宜ご協力を頂いていることに感謝いたします。

参考文献

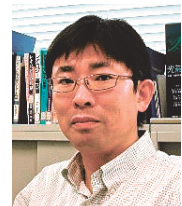
- 1) 国土交通省道路局：舗装点検要領、平成28年10月

佐々木 巖



土木研究所先端材料資源研究センター材料資源研究グループ 主任研究員、博士(工学)
Dr. SASAKI Iwao

新田弘之



土木研究所先端材料資源研究センター材料資源研究グループ 上席研究員、博士(工学)
Dr. NITTA Hiroyuki