

舗装の予防的修繕工法に関する調査報告

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○金子 雅之
熊谷 政行
丸山 記美雄

舗装の「予防的修繕工法」は、舗装の破損に対して延命化を図る工法として期待され、シーラ材の注入や路面切削など積極的に取り入れられている。しかし、その延命効果に関する検証が行われておらず、明確にする必要がある。

平成 18 年度に試験施工として、発生形態が異なるひび割れ箇所において、シーラ材の注入を行い追跡調査を行っている。切削工法に関しても、同年より追跡調査を行っている。また、平成 20 年度より、性状の異なる数種類のシーラ材を用いてひび割れに注入を行い、それらの効果や耐久性についても追跡調査を行っている。

本発表では、試験施工後の追跡調査結果を取りまとめ、その効果及び耐久性について報告するものである。

キーワード：予防的修繕、舗装修繕、ひび割れ、切削、シーラ材

1. はじめに

従来、舗装の修繕では、切削オーバーレイ、オーバーレイ、および表層・基層打換えが行われてきた。また、日常的に行われる維持では、シーラ材注入やパッチングが行われている。舗装の予防的修繕工法は、修繕と維持の中間的な位置付けの工法として注目され、国土交通省の取り組みとして行われている。それは、修繕候補区間において、舗装路面全体を修繕する切削オーバーレイ等の性能回復に代わり、ひび割れた箇所にシーラ材を注入したり、横断凹凸を削り取って平坦にすること（以下、切削）によって、性能の低下を防ぎ、構造的な破損を遅延させることによって、延命化させることを目的としている。しかし、シーラ材注入や切削に関する延命効果について、十分な検証が行われておらず、明確にする必要がある。

平成 18 年より予防的修繕工法が取り入れられ、直轄国道において試験施工が行われ、供用性能の調査を行っている。平成 19、20 年の技術研究発表会では、予防的修繕工法であるシーラ材注入工法および切削工法を用いた試験施工箇所について、施工前後および、経年変化後における供用性の現地調査結果について報告した。¹⁾²⁾ また、平成 20 年度より性状の異なるシーラ材を用いた新たな試験施工を行い、経年変化観測を行っている。

本発表では、その試験施工箇所の追跡調査を行った結果をまとめ、その耐久性および延命効果について考察を行ったので報告する。

2. 発生形態の異なるひび割れに対するシーラ材注入工法の評価について

平成 18 年度に施工した 2 箇所の試験施工箇所（以下、調査箇所 A および B）において、調査を行った。使用しているシーラ材の品質は、どちらの工区も高弾性タイプを使用している。調査箇所 A は、舗装表面から下層に向かって伸びる「トップダウンクラック」が発生している。また調査箇所 B は、舗装下面から上層に向かって伸びる「ボトムアップクラック」が発生している。

(1) シーラ材残存率調査結果

図-1 に経過月数におけるシーラ材の残存率の推移を示す。グラフより、施工後約 3 年経過後の残存率は、調査箇所 A は、約 78%であったのに対し、調査箇所 B は

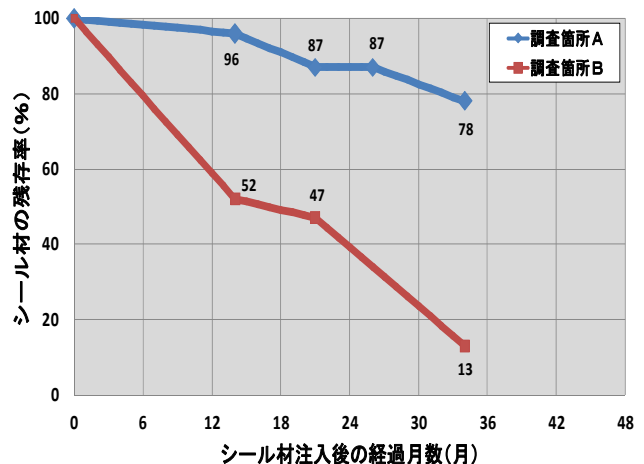


図-1 シーラ材の残存率推移結果



写真-1 調査箇所 A (2ヶ月経過)



写真-2 調査箇所 A (34ヶ月経過)



写真-3 調査箇所 B (2ヶ月経過)



写真-4 調査箇所 B (34ヶ月経過)

13%の残存率となった。発生形態の異なるひび割れに対しシール材の注入を行った場合に、残存率の減少傾向に差が見られることが分かった。トップダウンクラックが発生している箇所（調査箇所 A）においては、緩やかに残存率が減少したが、ボトムアップクラックが発生している箇所（調査箇所 B）においては、1年経過後に半減し、3年経過後に90%程度減少したことが分かった。これらの結果より、トップダウンクラックに対して注入したシール材は、残存していることで、ひび割れ部分における骨材の飛散やアスファルトの剥離を予防し、ポットホール等に至ることを防止し、シール材としての機能を維持していると言える。しかし、ボトムアップクラックに対して注入したシール材は、これらの機能を維持されず剥離している。

（2）経年変化による路面状況の調査結果

写真-1, 2 に調査箇所 A における現地状況写真を示す。調査開始後 2 ヶ月および、34 ヶ月経過後の写真である。34 ヶ月後の現地は、ひび割れの伸長は認められたが、シール材が注入され残存している部分は、ひび割れの角欠けや幅の拡大が抑制されており、路面補修を行

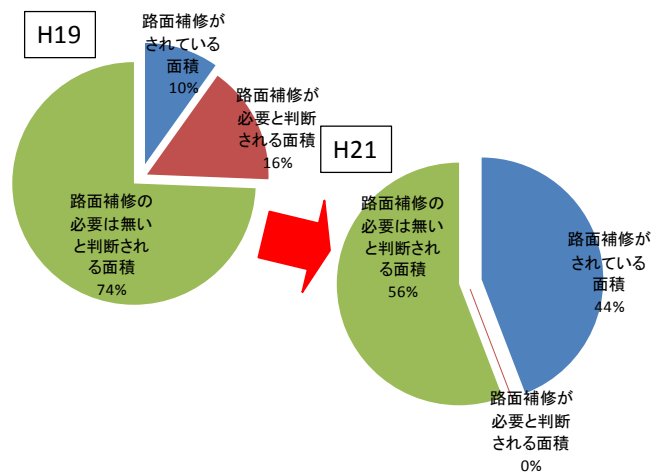


図-2 路面補修・破損状況割合（調査箇所 B）

うまで破損は進んでいない状況であった。

写真-3, 4 に調査箇所 B における現地状況写真を示す。34 ヶ月経過後、路面状況は破損が進み、パッチング等の路面補修が行われていた。図-2 に調査箇所 B における路面補修および破損状態を面積率に表した円グラフを示す。路面補修が行われている面積は、平成 19 年の測定時には、10%だったのに対し、平成 21 年の測定時

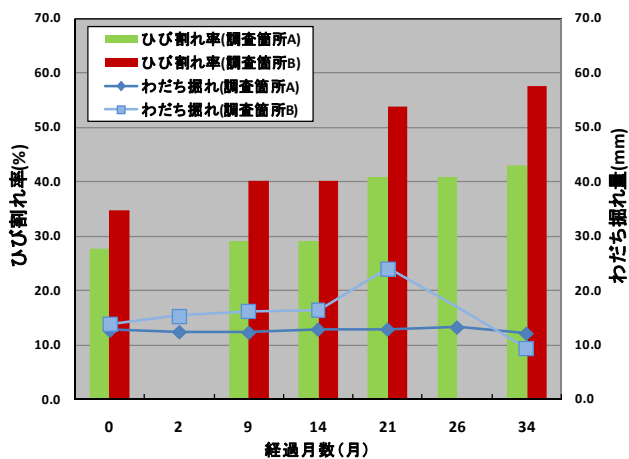


図-3 ひび割れ率、わだち掘れ量測定結果
(調査箇所 A, B)

には 44%まで増加した。ボトムアップクラック箇所でのシール材注入は、早期に剥離や飛散を生じ、ひび割れ幅の拡大や角欠けを抑制することができないだけでなく、ポットホールなどの路面の破損が進行し、路面補修が行われたためであると考えられる。

(3) ひび割れ率調査結果

図-3 に調査箇所 A, B のひび割れ率および、わだち掘れ量の測定結果を示す。ここで、シール材を注入されているひび割れも、ひび割れ率に含めて計測している。21ヶ月经過後のひび割れ率測定結果は、調査箇所 A が 41%、調査箇所 B が 54%であった。また、34ヶ月经過後の測定結果は、調査箇所 A が 43%、調査箇所 B が 58%であった。シール材が注入されたひび割れを含めたひび割れ率は、両工区共に経年変化による増加傾向を示しており、この増加分は、ひび割れの伸長や新たなひび割れの発生分である。ひび割れ率の増加傾向から、シール材注入によってひび割れの伸長を抑制することはできないと言える。

また、34ヶ月经過したひび割れ率の値は、予防的修繕工法における、密粒度舗装の工法選定の目安³⁾に着目し比較すると、切削オーバーレイ等の修繕対象区間は、ひび割れ率 40%以上であることから、修繕工法適用区間と判断される値となっている。

(4) シール材注入工法の効果に関する評価

予防的修繕として実施しているシール材注入工法は、2～3年の延命効果を目標としている。それに対して、シール材残存率と路面状況の調査結果から評価すれば、トップダウンクラック箇所では、2～3年経過後もひび割れの幅の拡大や角欠けを抑制し、供用に支障が無いことから、目標とした延命効果は得られたと言える。ボトムアップクラック箇所では、2～3年の間にパッチングを要するほど破損しており、延命効果は認められない。



写真-5 調査箇所 C(平成 20 年 10 月)

表-1 調査箇所 C の概要

		調査箇所C	備考
測点		KP=39.60～39.80	
		KP=40.00～40.12	
延長		320m	
アスファルト舗装厚		36.5cm	
大型車交通量		4551台	H17センサス
補修前 路面性状値	ひび割れ率(%)	11.3%	H20.7実測
	わだち掘れ量(mm)	15.2mm	H20.7実測
	平坦性(mm)	2.32mm	H20.3予測

ひび割れ率調査結果から評価すれば、トップダウンクラック箇所もボトムアップクラック箇所も、シール材注入時のひび割れ率が 30%程度だったものが、約 2 年後には 40%を超える程度までひび割れが伸長しており、予防的修繕工法の基準に照らせば、切削オーバーレイ等の修繕対象となるため、延命効果は 2 年程度であったと評価することもできる。なお、シール材を注入したひび割れがひび割れ率に含めて計測したが、健全に残存し、ひび割れの幅の拡大や角欠けを抑制しているものまで、ひび割れ率として含めて評価するのが妥当かどうか、今後の課題である。

3. 種類の異なるシール材を注入した試験施工について

(1) 試験施工概要

新たな試験施工箇所(以下、調査箇所C)において、シール材の種類による効果の差を検討することを目的として、種類の異なるシール材を、同一区間内に連続的に注入し、追跡調査を行い各種シール材の性状や残存状態を比較検討することとした。試験施工箇所写真を写真-5に、表-1に本箇所の概要を示す。試験施工概要図を図-4に示す。本箇所は、予防的修繕工法のシール材注入箇所の適用区間である。現地には、トップダウンクラックが

表-2 シール材一覧表

シール材種類		種類
加熱注入型	高弾性タイプ	3
	低弾性タイプ	3
	ファイラー入りアスファルト	1
	その他	2
常温注入型	樹脂系	2
	瀝青系	1
合計		12

表-3 調査内容

	調査項目	試験条件
①	ひび割れ延長測定	目視による計測
②	シール材の残存率測定	目視による計測
③	ひび割れ図作成	目視・写真による計測
④	舗装路面のわだち掘れ量測定	舗装調査・試験法便覧による
⑤	舗装路面のひび割れ率測定	舗装調査・試験法便覧による

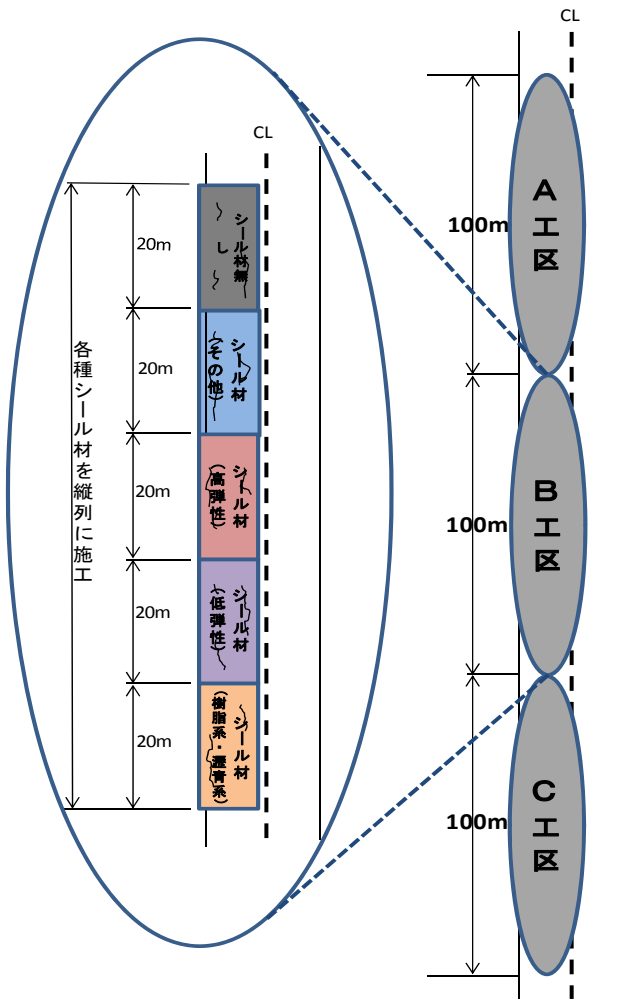


図-4 調査箇所C 試験施工箇所概要図

縦断的に連続に発生していた。試験施工は下り車線のみ行い、各種シール材を縦列に施工を行った。A工区、B工区および、C工区に図-4に示す拡大図のように各種シール材を注入した。

表-2にシール材の一覧表を示す。加熱注入型は、高弾性タイプ、低弾性タイプ、ファイラー入りアスファルト、およびその他の9種類を選定した。その他のシール材は、ひび割れに注入することを目的として市販されているシール材である。常温混合型は、樹脂系タイプを3種類を選定し、合計12種類のシール材を20m区間に注入し、

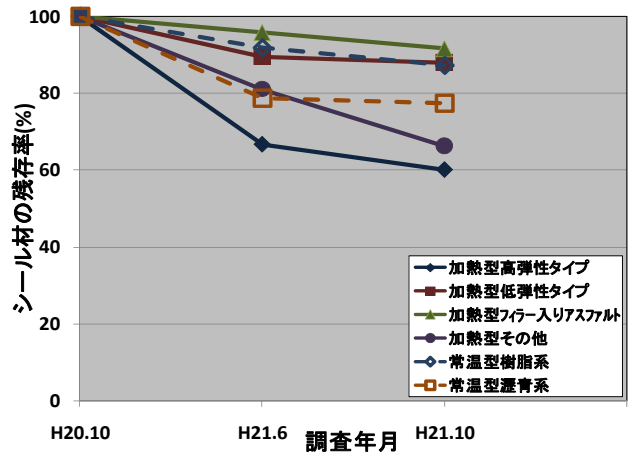


図-5 シール材残存率調査結果

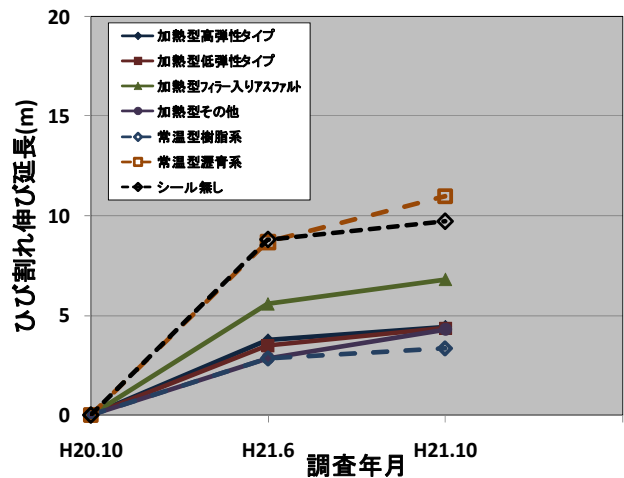


図-6 ひび割れ伸び延長量調査結果

比較することとした。施工は平成20年10月に行い、継続調査を行った。シール材注入工区とひび割れの伸長やひび割れ率の比較を行うために、シール材注入を行わない工区（以下、シール無し工区）も設定した。

(2) 調査概要

表-3に調査内容を示す。施工前にひび割れ延長を測定し、シール材注入後にシール材延長を測定した。今後、経年変化によるひび割れの増加伸長やシール材の残存率を測定する予定である。また、わだち掘れを測定し、路

面性状の変化を追跡調査する。

(3) シール材残存率調査結果

図-5シール材注入延長の残存率調査結果を示す。平成21年10月の調査において、加熱注入型のシール材の低弾性タイプ、フィラー入りアスファルトは、88%~92%の残存率となった。高弾性タイプ、その他は、60%~66%となった。また、常温注入型は、樹脂系が87%、瀝青系が66%の残存率となった。この結果より、各種類のシール材を比較すると、低弾性タイプ、フィラー入りアスファルトおよび常温型樹脂系は、高弾性、その他のタイプより残存率がやや優れる値となったが、供用後13ヶ月の観測であることから今後、経過観測し評価する必要がある。

(4) ひび割れ伸び延長量調査結果

図-6 にひび割れ伸び延長の増加量の調査結果を示す。H21年6月の調査結果は、シール無しおよび、常温型瀝青系工区が、約9mの伸び延長であった。また、常温型瀝青系以外のシール材注入工区は、3~4mであった。平成21年10月の調査結果は、シール無しおよび常温型瀝青系工区が、10~11mの伸び延長であり、前回調査値から約2m伸長していた。また、常温型瀝青系以外のシール材注入工区は4~6mであり、前回調査値から約2mの伸長があった。これらの結果から、ひび割れ延長の増加は、平成21年6月から平成21年度10月までより、平成20年10月から平成21年度6月までの伸び延長のほうが大きい。また、平成21年6月から平成21年10月までの増加量は、どの工区も同程度である。これらより、夏期間より冬期間にひび割れが伸びていると言える。また、シール材注入を行った場合は、シール材注入を行わない場合よりも、ひび割れ伸び量を抑制できる傾向にある結果を得た。今後、経過観測を行って、シール材の種類によるひび割れの抑制効果を検証していく。

4. 切削工法の評価について

平成18年10月に施工した1箇所の試験施工箇所（以下、調査箇所D）において、追跡調査を行った。表-4に本箇所の概要を示す。本箇所は、予防的修繕工法の切削工法適用区間であり、切削工法のみを行っている区間と比較のための切削オーバーレイを行っている工区を設定している。交通量区分はN₇であり、舗装厚が厚い路線である。表-5に調査内容を示す。施工直前よりわだち掘れ量や縦断凹凸量および、FWDによるたわみ量を測定し追跡調査を行った。

図-7にわだち掘れ量の調査結果を示す。両工区共にわだち掘れ量の経年変化に差は無い結果を得た。図-8にFWDによるD0たわみ量を示す。切削区間、および切削オーバーレイ区間とも同等のたわみ量であり、両区間

表-4 調査箇所Dの概要

路線	調査箇所D	
測点	KP=141,620~141,720	
	KP=141,740~141,840	
延長	200m	
アスファルト舗装厚	35cm	
大型車交通量	5,392台	
補修前 路面性状値	ひび割れ率(%)	0.60%
	わだち掘れ量(mm)	28mm
	平坦性(mm)	3.9mm

表-5 調査内容

	調査項目	試験条件
①	舗装路面のわだち掘れ量測定	舗装調査・試験法便覧による
②	舗装路面の平坦性測定	舗装調査・試験法便覧による
③	FWDによるたわみ量測定	舗装調査・試験法便覧による

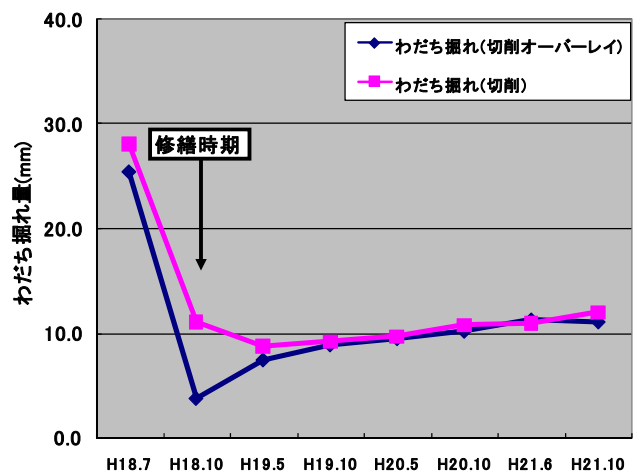


図-7 わだち掘れ量調査結果

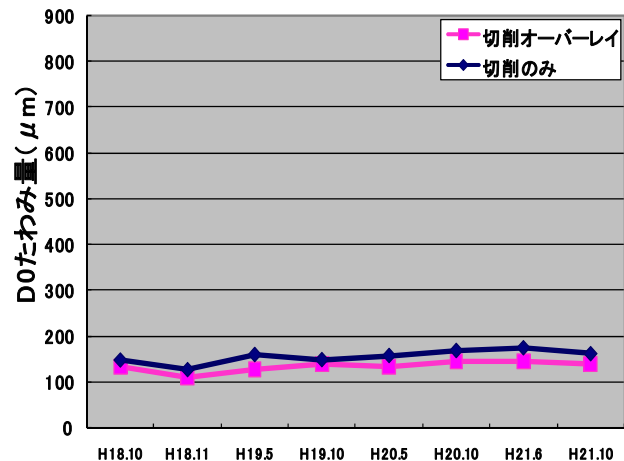


図-8 FWDによるD0たわみ量調査結果

とも舗装の支持力として、たわみ量が200μm以下なので問題のない値を示していると評価できる。

切削工法は、交通区分N₇のようにアスファルト混合

物層が 35cm と厚い場合、切削に伴いアスファルト混合物層が部分的に薄くなっても、舗装体に与える影響は小さいと判断される結果であり、切削工法の適用は許容できるものと考えられる。

5. まとめ

予防的修繕工法について、現地調査を行った結果、以下のことが分かったので報告する。

(1) 発生形態の異なるひび割れに対して行ったシール材注入工法に関して、シール材の残存率の減少傾向に差が見られた。トップダウンクラック箇所において、残存率は緩やかに減少し、残存しているシール材は、シール材としての機能を維持し、ひび割れの角欠けや、ひび割れ幅の拡大を抑制することで、路面補修を必要としない路面状態を保持している。ボトムアップクラック箇所において、シール材の機能を維持されず剥離している。ひび割れ率の経年変化量は、ひび割れの伸長や新たなひび割れの発生により増加している。

(2) シール材注入工法の効果に関しては、シール材残存率と路面状況から評価すれば、トップダウンクラックに対してはシール材注入による破損の進行を抑制する効果が認められ、2～3 年程度の延命効果が得られた。ボトムアップクラックに対する延命効果は得られていない。

一方、ひび割れ率から評価すれば、両工区共にシール材注入によりひび割れの伸長を完全に抑制することはできておらず、予防的修繕工法の基準に照らせば切削オーバーレイ等の修繕対象となるため、延命効果は2年程度と評価することができる。しかし、シール材が健全に残存し、ひび割れ幅の拡大や角欠けを抑制している部分を、ひび割れ率に計上するか否かで評価が異なる。

(3) 種類の違うシール材を注入し調査を行った結果、加熱注入型の低弾性タイプ、フィラー入りアスファルトおよび、常温注入型の樹脂系の残存率は、90%前後の値を示したの対し、加熱注入型の高弾性タイプおよび、その他は、60%台の値を示し、供用後の剥離に対する抵抗性に差が確認された。このことから、加熱注入型の低弾性、フィラー入りアスファルト、常温注入型の樹脂系は、加熱注入型の高弾性、その他と比較して、供用後の剥離に対する抵抗性に若干、優位であると推察される。今後とも継続して調査を行う必要がある。

(4) 切削工法については、交通量区分 N_7 において切削オーバーレイ工法と比べて、わだち掘れ量とたわみ量に大きな差が無いことが確認された。交通区分 N_7 のように、アスファルト混合物層が 35cm と厚い場合、切削に伴いアスファルト混合物層が部分的に薄くなっても、舗装体に与える影響は小さいと判断される結果であり、切削工法の適用は許容できるものと考えられる。

6. さいごに

積雪寒冷地における予防的修繕工法の耐久性や延命効果について報告することができた。今後さらに追跡調査や室内試験を行い、予防的修繕工法の適用基準を確立していきたい。

参考文献

- 1) 金子雅之・田高淳・丸山記美雄：舗装における予防的修繕工法に関する調査検討、第 51 回(平成 19 年度)北海道開発局技術研究発表会 2008. 2
- 2) 金子雅之・田高淳・丸山記美雄：舗装における予防的修繕工法に関する調査検討、第 52 回(平成 20 年度)北海道開発局技術研究発表会 2009. 2
- 3) 国土交通省道路局国道防災課：修繕候補区間の選定と同区間における工法選定の手引き(案) p5、2006. 3