

舗装の維持工法パッチングの耐久性等に関する 一考察～10年間の継続調査より～

成田 健浩¹

¹元 関東地方整備局 関東技術事務所 品質調査課 (〒270-2218 千葉県松戸市五香西6-12-1)

現 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部道路交通研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

道路管理者は、日々の業務の中で舗装の損傷状況を把握し、交通に支障が生じないよう維持管理作業を実施している。直轄国道では、舗装の維持工法として、シール材注入工法（以下、シール）・切削工法（以下、切削）・パッチング工法（以下、パッチング）がよく実施されている。

シールについては、3年程度の耐久性および止水効果の持続が確認されているが、パッチングの耐久性については明確になっていない。また、パッチングによる舗装打ち継ぎ目や不陸による、車両の乗り心地へ与える影響も懸念される。本調査は、パッチング施工箇所を10年間継続調査し、耐久性や乗り心地への影響について報告するものである。

キーワード 舗装維持工法, 耐久性, 弾性係数, IRI, 舗装点検要領

1. はじめに

直轄国道における舗装のストックは約2万kmに達し、限られた予算で舗装修繕工事を実施している。現場の希望通りには舗装の打ち替えを実施できる状況ではなく、舗装修繕工事が実施できるまでは、維持工事によって、舗装の延命化を図り、交通に支障が生じないよう日々努力されていることと思われる。

近年策定された「舗装点検要領」に基づき、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」が作成された。本指針の中では、表-1のように診断区分が設定され、図-1のように劣化の進行が早い箇所に対して、使用目標年数まで延命できるよう維持作業を行うこととされている。

また、舗装の維持・修繕をどのような工法で行うかの目安としては、過去から「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)」(以下、手引き)が活用されてきた。図-2に示すように、ひび割れ率30%～40%ではシールを、わだち掘れ量30mm～40mmでは切削(コブ取り)を、ひび割れ率40%以上またはわだち掘れ量40mm以上に達したら修繕工事(切削オーバーレイ等)を実施するよう示されている。

パッチングは、上述の手引きでは記載されていないが、従来からひび割れ進行が増大した箇所、ポットホール発生箇所、段差発生箇所へ用いられており、主たる維持工法の一つである。パッチングの耐久性を把握することは、舗装の延命を計画的に実施する上で必要な要素である。

表-1 評価項目と診断区分の例¹⁾

評価項目	診断区分Ⅰ (健全)	診断区分Ⅱ (表層機能保持段階)	診断区分Ⅲ (修繕段階)
ひび割れ率 (%)	0～20程度	20～40程度	40程度以上
わだち掘れ量 (mm)	0～20程度	20～40程度	40程度以上
IRI (mm/m)	0～3程度	3～8程度	8程度以上

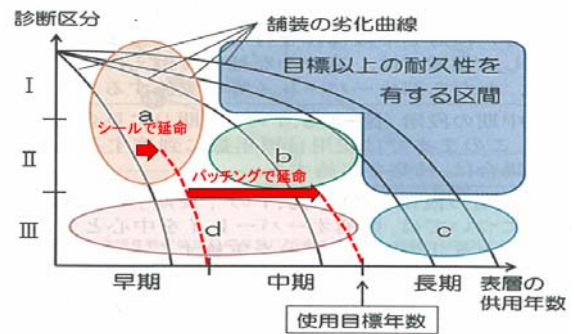


図-1 表層の供用年数と診断区分の関係¹⁾
と延命化イメージ

ひび割れ率	0mm以上 10mm未満	10mm以上 20mm未満	20mm以上 30mm未満	30mm以上 35mm未満	35mm以上 40mm未満	40mm以上
0%以上 10%未満						
10%以上 20%未満						
20%以上 30%未満						
30%以上 35%未満						
35%以上 40%未満						
40%以上						

(密粒度舗装)

① 修繕工法適用区間(切削オーバーレイ等)
② 修繕候補区間
③ シール材注入工法
④ シール材注入工法・切削工法
⑤ 予防的修繕工法適用区間

図-2 修繕候補区間における工法選定の目安²⁾

2. 調査概要

(1) 調査区間

本調査は宇都宮国道管内の新4号BPを使用させていただいた。交通量約55,000台/日、大型車交通量約22,000台/日の重交通量路線である。供用がH12～H17年度の箇所であり、各調査区間は延長100～200mとした。

当該箇所は写真-1に示すように、片側3車線であり、調査は第1走行車線で行った。路面損傷状況により、大きめにパッチングを行っているのが特徴である。

調査開始の2010年度時点で既にパッチングされている箇所もあるが、継続調査を行う中で、新たにパッチングが施工された箇所も数カ所あった。

舗装構成を図-3に示す。

(2) 調査項目

調査項目は、①弾性係数、②乗り心地指数(IRI)の2項目で検証した。

パッチングの耐久性を数値的に評価するために、たわみ量測定(FWD測定車⁴⁾)を実施し、「弾性係数」を解析・算出することで検証した。弾性係数は、物体の変形しやすさを示す数値であり、高いほど変形しにくい物体と評価される。舗装調査では健全性の評価に用いられ、アスコン層であれば数値が6,000Mps以上であれば健全、それ以下では不健全な可能性があるとして評価されることが一般的である。

また、パッチングの乗り心地へ与える影響を数値的に評価するために、平坦性を測定(路面性状測定車⁵⁾)し「乗り心地指数(IRI)」を算出することで検証した。IRIは、道路の進行方向に発生する舗装表面の凹凸を車両走行位置において評価する指数であり、数値が高いほど凹凸のある荒れた路面と評価される。舗装点検要領では直轄国道は8mm/m以下を暫定的な管理基準としている。

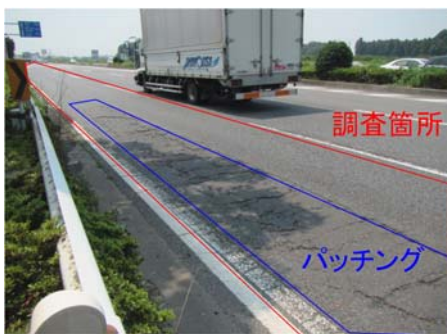


写真-1 調査区間の状況

表層	排水性As	5cm
基層1		5cm
基層2		5cm
上層路盤1	As安定処理	8cm
上層路盤2	粒度調整碎石	M-40、10～20cm 20cm
下層路盤	クラッシャーラン	RC-40、10～20cm
路床	設計CBR12%	—

図-3 調査区間の舗装構成

3. 調査結果

(1) 耐久性 (弾性係数)

a) 弾性係数の平均値

調査区間の弾性係数について、2017年度調査の平均値を表-2に示す。表の最下段が既設舗装(パッチング無しの箇所)かつ損傷のない箇所であり、表の上へいくに従い、損傷度が大きくなる。アスコン層と路盤層に着目すると、既設舗装に亀甲状クラックが生じるまで、弾性係数は低下している。

舗装損傷のメカニズムを図-4に示す。舗装体内に水が浸入し、走行車両による繰り返し過重によって、アスコン層や路盤層の損傷が進む。既設舗装に亀甲状クラックが生じるまではメカニズムどおりに弾性係数(=健全度)が低下していると考えられる。

しかし、パッチング後、アスコン層の弾性係数はパッチング前のひび割れ無しと同等程度に回復すると推測していたが、実際は回復していなかった。また、パッチング箇所の損傷が進むにつれアスコン層・路盤層の弾性係数は更に低下している。

路床については、パッチングの有無や損傷状況による差は確認できなかった。

表-2 弾性係数の平均値

パッチング	ひび割れ	弾性係数(Mps)			測定箇所数
		2017調査平均値			
		アスコン層	路盤層	路床	
有り	亀甲状	1,706	30	173	2
	線状	2,262	70	185	4
	無し	3,013	126	153	4
無し	亀甲状	3,561	179	191	7
	線状	5,107	621	173	8
	無し	4,367	450	159	15

※健全度の目安 アスコン層600Mps以上、路盤層300Mps以上、路床30Mps以上

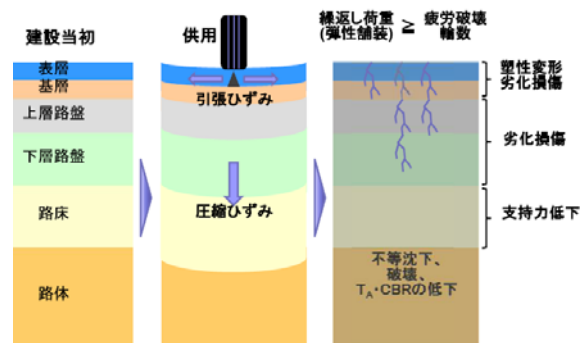


図-4 舗装損傷のメカニズム

b)弾性係数の経年変化

次にパッチングが行われた1箇所のみについて、弾性係数の経年変化を表-3に示す。パッチングされた2013年はアスコン層の弾性係数が一時的に回復している。これは、パッチングにより表層、基層部分が打ち替えられたためと考えられる。その後、翌年からは大きく低下しているが、現地舗装面には若干の線状クラックが生じているのみであり、維持管理上は経過観察で済むレベルであった。パッチング前とパッチング後6年目の現地写真を写真-2に示す。

表-3 弾性係数（1箇所の経年変化）

調査年度	弾性係数 (Mps)			パッチング	ひび割れ
	アスコン層	路盤層	路床		
2011	1,719	35	279	無し	線状
2012	1,488	67	249	〃	〃
2013	回復 5,001	77	246	有り	〃
2014	3,252	50	236	〃	〃
2017	2,382	52	264	〃	〃
2019	3,059	37	294	〃	〃



写真-2 路面状況（1箇所の経年変化）

(2)乗り心地指数(IRI)

車両走行時の乗り心地を評価する指標に、IRI(International Roughness Index)という世界銀行から提案された指数があり、路面状況の評価に用いられている。IRIの値と路面評価の関係について図-5に示す。調査区間のIRIについて、2019年度までの経年変化をを図-6に示す。

各調査区間とも供用10年以上経過しているため、徐々にIRIの悪化が進行している。調査区間No5におい

ては維持管理基準値であるIRI=8を越えた。

IRIとパッチング数の関係を図-7に示す。各調査区間において、最大で4個のパッチングが確認されており、パッチング数が増えるに従い、IRIも悪化している。IRIが維持管理基準値である8以下であれば、パッチング1個につきIRIが約0.25上昇している。

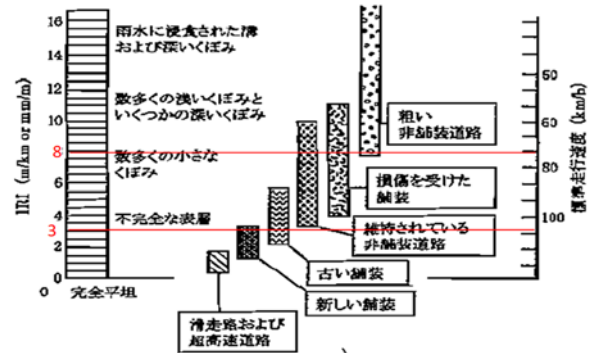


図-5 IRIと路面状況⁴⁾

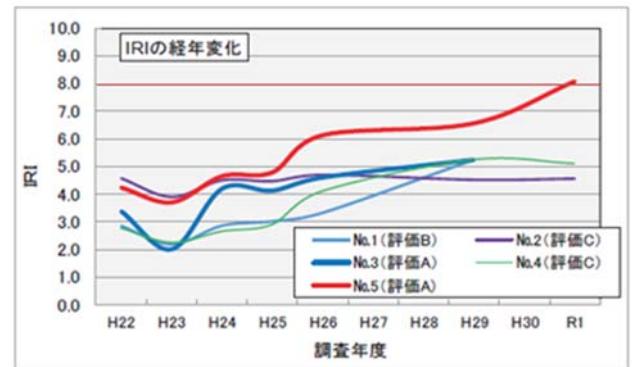


図-6 IRIの経年変化

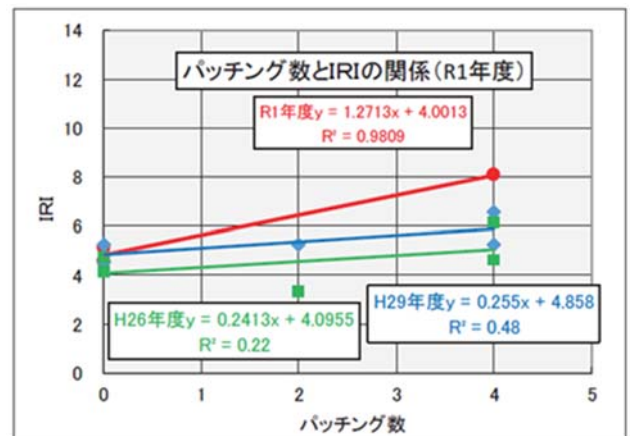


図-7 パッチング数とIRIの関係

(3) コア採取調査

調査10年目である2019年の調査において、舗装体の損傷状況及び滞水状況を確認するため、パッチング箇所のコア採取を行い目視調査を行った。コア採取位置図及び目視確認結果を図-8に、コア採取箇所の水の浸透状況を写真-3に示す。コア採取はφ200mmで行い、パッチング部と既設舗装の両方にまたがるよう実施した。なお、コア採取前日は小雨（降水量1.5mm）であったが、コア採取当日の路面は乾燥状態であった。

パッチング部では、表層下面または基層下面で剥離が生じていた。また、横断排水勾配により最も滞水しやすいと考えられる縦断方向中央箇所のNo.2では、表層下面、基層下面ともに剥離が生じていた。

既設舗装では、ポーラスアスコン（既設表層）と基層間の剥離は見られず、基層への水の浸透も見られなかったが、基層下面での剥離及び水の浸透が確認された。

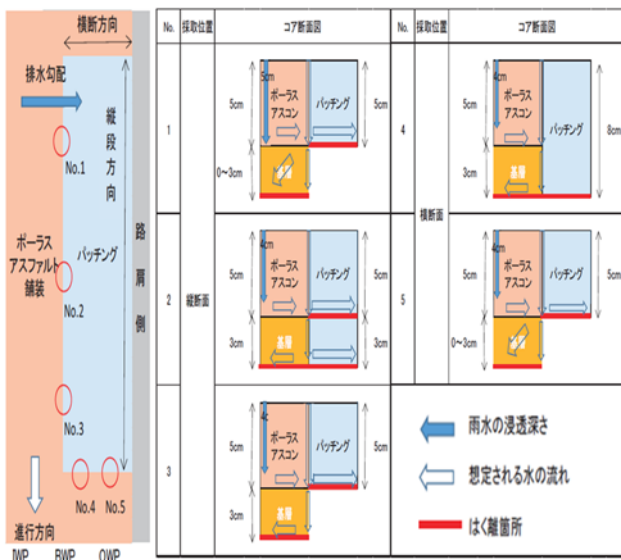


図-8 コア採取位置と目視調査結果（模式図）



写真-3 水の浸透状況

4. まとめ

(1) 耐久性（弾性係数）

当該調査区間は、アスコン層と路盤層の弾性係数が損傷度に応じて低下している。パッチングによるアスコン層における弾性係数の回復は一時的であり、長期間継続しないことが確認された。

また、数値上は不健全であるが、路面状況は5年以上、大きな損傷が発生していない。これは、路盤層や路床の強度により交通荷重を分散させ、アスファルト層の損傷を防いだものと推測される。

(2) 乗り心地指数(IRI)

パッチング数の増加によりIRIが悪化することが確認された。パッチングにより、車両の乗り心地が著しく悪化するわけではないが、関係性があるものと推測される。

(3) コア採取調査

パッチング部、既設舗装ともに基層下面での剥離及び水の浸透が確認された。既設舗装の基層には亀裂が無く、水の浸透もないことから、パッチングの継ぎ目から基層下面へ水が浸透したものと推測される。

5. 今後の課題等

本調査により、パッチングの耐久性と乗り心地への影響は、概ね感覚を裏付ける結果となった。しかしながら、調査区間は1出張所管内のみであり、パッチング箇所数も10箇所と少ないデータである。

今後は、諸条件（交通量区分、地形、路床CBR値等）を変えて調査数を増やし、諸条件毎にパッチングの耐久性を把握することが、計画的な舗装の維持管理を実施する上で必要と考える。

謝辞：

本調査に関しまして、フィールド提供にご協力いただきました宇都宮国道事務所関係者の皆様、過年度に本調査へ携わった関係部署の方々には、厚く御礼を申し上げ感謝の意を表します。

参考文献、注釈

- 1) 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針 2018年9月 (社)日本道路協会
 - 2) 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) 2006年3月 国土交通省道路局国道・防災課
 - 3) 舗装の維持修繕ガイドブック 2013年11月 (社)日本道路協会
 - 4) 国際ラフネス指数の算出方法に関する研究 舗装 34-5 1999年
- *1 FWD 測定車とは、おもりを落下させた衝撃荷重を載荷板を介して舗装表面に伝えたときに生じる舗装のたわみ量を測定する機械である。
- *2 路面性状測定車とは、ひび割れ率・わだち掘れ量・縦断方向の平坦性を走行しながら測定する機械である。