

10.5 効率的な舗装の維持修繕手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：道路技術研究グループ（舗装）

研究担当者：久保和幸、寺田剛、渡邊一弘、
綾部孝之

【要旨】

道路構造物の効率的な管理が求められる中、舗装分野においても維持的工法を含めた適切な補修工法の選定によるライフサイクルコストの低減などを推進する必要がある。本研究については、維持工法も含めた効率的な維持修繕手法を提案することを目的としている。

平成 21 年度は、舗装走行実験場において各種の維持修繕工法として自然ひび割れを対象としたクラックシール材注入工法（以下、シール工法）、切削オーバーレイ工法および維持工法の耐久性の確認を行った。その結果、シール工法の施工は亀甲状ひび割れになる前が好ましいこと、クラックシール材の材料によって割れ、剥がれによる再発ひび割れの発生に差があることが分かった。また、シール工法、切削オーバーレイ工法および維持工法の荷重車 40 万輪走行時点での耐久性を比較した結果、切削オーバーレイ工法の状態が最も良好であることが分かったが、シールコート等の維持工法についても直ちに破損に至らず、軽交通道路の維持修繕工法としての適用可能性が示唆された。

キーワード：舗装、維持修繕、クラックシール、ひび割れ、切削オーバーレイ

1. はじめに

舗装の維持管理は、従来、比較的小さなひび割れなど軽度の損傷に対する応急的措置としての維持工事と、建設時の性能程度にまで復旧することを目的とした修繕工事を組み合わせて行われてきた。国土交通省では従来維持工事とされてきたシール工法や路面切削工法を舗装の延命を図る予防的修繕工法として位置づけ、舗装の維持修繕費用のさらなる削減を図ろうとしている¹⁾。

平成 21 年度は、維持修繕工事で適用されているシール工法、切削オーバーレイ工法および維持工法について舗装走行実験場で促進載荷試験を実施し、耐久性の確認を行った。

2. 試験概要

舗装走行実験場の密粒度舗装に発生したひび割れ箇所において、シール工法（4 種類）、切削オーバーレイ工法（4 種類）、維持工法（4 種類）による補修を行い、耐久性の確認を実施した。

なお、クラックシール材（以下、シール材）の耐久性については、平成 19～20 年度に、舗装走行実験場において、自然ひび割れ箇所がなかったためカッターにより

疑似ひび割れを作製し、各種シール材の耐久性試験を実施したが、平成 21 年度は自然に発生したひび割れを対象として検討した。



写真-1 荷重車走行状況

耐久性の試験は荷重車を 40 万輪走行（累積 49kN 換算： N_5 交通 4 年相当）して実施した。写真-1 に荷重車走行状況を示す。

2. 1. 各工法の施工

2.1.1 シール工法

シール材として、フィラー入りアスファルト、高弾性型目地材、低弾性型目地材およびクラックシール専用材の計 4 種類を施工し耐久性の比較を行った。表-1 に今回試験した各シール材の性状を示す。シール工法の目的は、既設舗装に発生したひび割れからの雨水の浸透を防

止することで、アスファルト混合物の剥離を遅延させるとともに路盤の支持力低下を抑制し、破壊に至る時間を延長することにある。その場合重要になる指標が剥がれ抵抗性と割れ抵抗性²⁾であり、表-1に示す物性試験からは、試料B>試料D>試料C>試料Aの順で優れていることが分かる。

表-1 クラックシールの物性

試験番号		A	B	C	D	
試験項目	分類	ファイバー入りアスファルト	目地材		クラックシール専用材	
			高弾性	低弾性		
針入度(円すい針)	mm	1.5	2.8	1.7	3.2	
軟化点	°C	100.5	115.5	115.5	124.5	
流動(60°C、5h)	mm	2	0.5	0	0	
フラース脆化点	°C	-20	-38以下	-28	-26	
曲げ試験	曲げ応力	Mpa	6.82	1.47	5.9	7.47
	曲げひずみ	mm	0.051	0.295	0.102	0.026
タフネス	N・m	0.44	5.23	22.15	9.74	
浸透深さ	試験器具温度20°C	mm	22.1	6.1	23.2	24.1
	試験器具温度0°C	mm	21.3	5	15.8	22.2
剥がれ疲労抵抗性	回	6,000	2,800,000	80,000	450,000	
割れ抵抗性	°C	-5	-31	-8	-15	

各シール材の施工は自然ひび割れが入ったOWP（左側タイヤ走行位置）の位置に1工区あたり2m×1.3mの範囲で各シール材を注入した。比較工区を含め、工区設定を以下に、シール材の注入前後の状況を写真-2に示す。

- ①A工区：試料Aを注入
- ②B工区：試料Bを注入
- ③C工区：試料Cを注入
- ④D工区：試料Dを注入
- ⑤E工区：比較工区（自然ひび割れ残存）

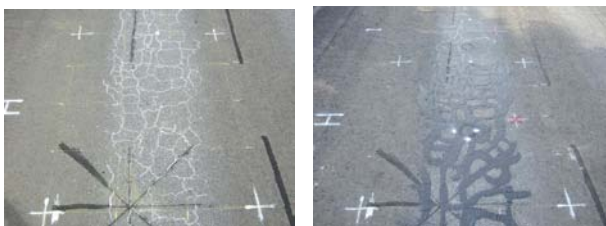


写真-2 シール材注入前後の状況

2.1.2 切削オーバーレイ工法

切削深さおよびひび割れが残存する切削面の下地処理の有無が耐久性にあたる影響を把握するため、以下に示す4種類の切削オーバーレイによる耐久性の比較を行った。表基層を切削オーバーレイした場合と、基層のひび割れを残したまま表層のみ切削オーバーレイした場合、およびその際の残存ひび割れに対する下地処理の有無が耐久性に与える影響を確認するものである。工区設定は

以下のとおりである。

- ①F工区：表層切削後、切削面になにも対策をせずに、アスファルト混合物でオーバーレイ
- ②G工区：表層切削後、切削面のクラックにクラックシール専用材を注入し、アスファルト混合物でオーバーレイ
- ③H工区：表層切削後、切削面のクラックにひび割れ抑制シートを貼り付け、アスファルト混合物でオーバーレイ
- ④I工区：表基層切削後、アスファルト混合物でオーバーレイ

施工は自然ひび割れが入ったOWP（左側タイヤ走行位置）の位置に1工区あたり4m×1.5mの範囲で切削オーバーレイを施工した。なお、全工区とも施工前の舗装面には表基層を貫通するひび割れが発生していたが、表層のみ切削のF～H工区では、切削面でのひび割れを発見するのが困難であったため、図-1に示すようにカッターにて切削面に基層を貫通する深さで作製し、下地処理（G、H工区のみ）及び表層オーバーレイを行った。

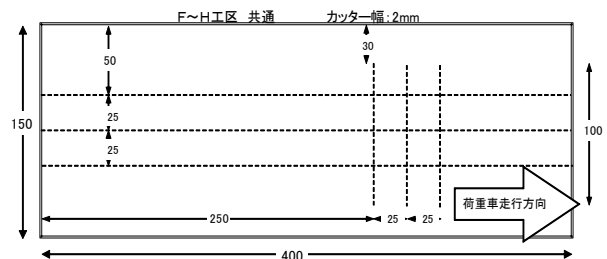


図-1 疑似クラック

2.1.3 維持工法

各種維持工法の耐久性を把握するため、以下の4種類の維持工法による耐久性の比較を行った。シールコート及びアーマールコートは、表面に散布したアスファルト乳剤の上に、骨材を被覆付着させる工法（写真-3）で、一層での施工がシールコート、二層での施工がアーマールコートである。これらは、既設舗装の上の薄く封かん層を設ける表面処理工法で、小さいひび割れをふさぎ耐久性を向上させることを目的としており、既設舗装の切削手間がないという利点を有する。また、パッチングについては、既存ひび割れに対する下地処理の有無が耐久性に与える影響も調べるものである。工区設定は以下のとおりである。

- ①J工区：シールコート
- ②K工区：アーマールコート
- ③L工区：ひび割れ箇所にクラックシール専用材（試

料D)を注入後、アスファルト混合物でパッチング

④M工区：パッチングのみ

施工は自然ひび割れが入ったOWP（左側タイヤ走行位置）の位置に1工区あたり1.5m×1.3mの範囲で維持工法を施工した。



アスファルト乳剤散布

骨材散布

写真-3 シールコート、アーマーコートの施工状況

2.2 追跡調査

追跡調査は、荷重車走行開始前（0万輪）、20万輪走行後および40万輪走行後の3回実施した。調査項目を表-2に示す。

シール工法におけるひび割れ調査は、既設舗装との付着やシール材の割れ等を把握する必要があるため、ひび割れの延長を、再発ひび割れ延長と新規ひび割れ延長に分けて整理した。なお、再発ひび割れは、注入したシール材の剥がれや割れにより一度シールしたひび割れが再度確認されたひび割れとし、新規ひび割れは、シール材注入前には確認できなかったひび割れとした。

表-2 追跡調査項目

調査項目		ひび割れ調査	FWDたわみ量	現場透水量試験	透気試験
工法	シール	○	○	○	○
	切削オーバーレイ	○	○	-	-
	維持	○	○	-	-
試験方法		ひび割れの延長を計測	舗装調査・試験法便覧 S047 ³⁾	舗装調査・試験法便覧 D014T ³⁾	透気試験機により透気、不透気を測定

3. 試験結果

3.1 シール工法

(1) ひび割れ調査

図-2にひび割れ延長の推移を示す。ここでは、シール材残存部はカウントしていない。Aのひび割れ延長は20万輪走行時点で注入前よりもひび割れ延長が大きくなっているのに対し、B、C、Dについては注入前のひび割れ延長に対してひび割れの増加が少ないことが分かる。

図-3に再発ひび割れ延長の推移を示す。再発ひび割れは、注入したシール材の剥がれにより一度シールしたひび割れが再度確認されたものである。Aの再発ひび割れは、荷重車の走行によりほぼ全てが剥がれたため、20万輪走行時点ですでに注入前のひび割れに達している。B、C、Dについては、20万輪走行時点で再発ひび割れはなく、40万輪走行時点でも注入前のひび割れに対して大きく増加することは無かった。再発ひび割れが発生しにくいB、C、Dについてはシール材の本来の機能である止水効果を発揮しているものと考えられる。また、表-1に示した各材料の剥がれ抵抗性及び割れ抵抗性と同様の傾向を示しており、これらの指標の重要性が確認された。

図-4に新規ひび割れの推移を示す。新規ひび割れは、シール材注入前には確認できなかったひび割れで新規に発生したものである。全ての材料で20万輪走行後新規ひび割れが発生し、40万輪走行後にはさらにひび割れが増加している。新規ひび割れが増加したのは、注入前のひび割れが亀甲状のものであったこと及びA工区を除いて再発ひび割れが顕著でないことから、シール材による封かん部からの雨水の浸入によるアスファルト混合物の剝離もしくは路盤材の支持力低下ではなく、既設舗装の劣化及び荷重車による繰り返し荷重がひび割れの進展に対して支配的な要因であると考えられる。このため、シール工法を実施する際は、劣化が進行してひび割れが亀甲状になる前の早い段階で実施することが必要である。

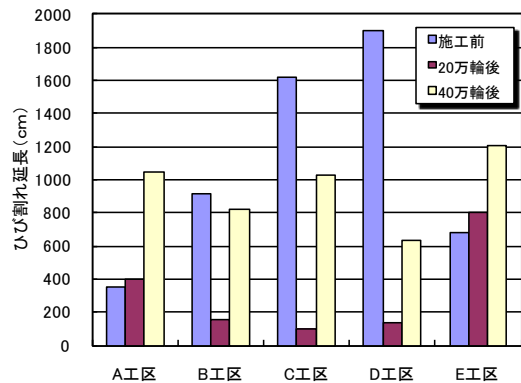


図-2 ひび割れ延長の推移

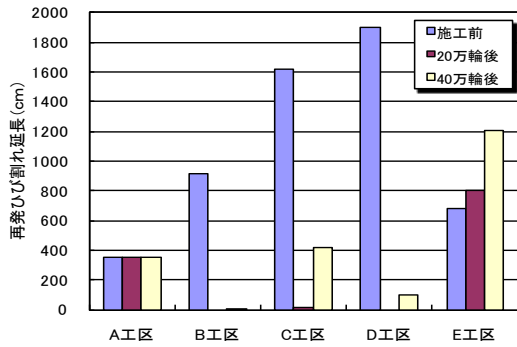


図-3 再発ひび割れ延長の推移

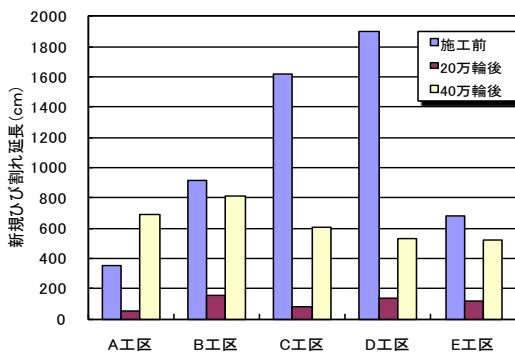


図-4 新規ひび割れ延長の推移

(2) FWD たわみ量

図-5に FWD による荷点直下のたわみ量 (以下、 D_0 たわみ量) の推移を示す。全ての箇所増加傾向であることが分かる。これは、既設舗装の劣化、新規ひび割れの増加およびひび割れからの雨水の浸入による雨水の浸入によるアスファルト混合物の剥離もしくは路盤材の支持力低下から増加したものと考えられる。

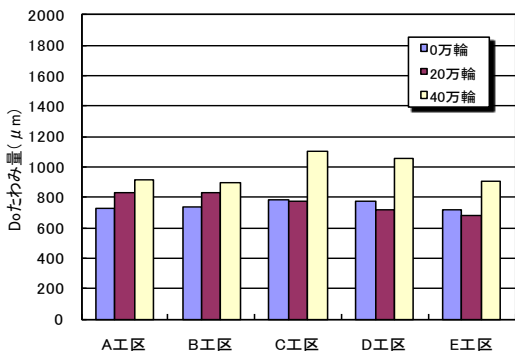


図-5 FWD たわみ量の推移

(3) 現場透水試験、透気試験

図-6に現場透水量試験結果の推移を示す。20万輪走行後からわずかではあるが、透水および透気が確認されており、40万輪走行後には透水の値が大きくなっている。また、透気試験結果については、20万輪走行時点で全ての工区で透気が認められた。A工区以外は(1)で述べた通り、目で再発ひび割れの発生がわずかであることから、透気が確認されたのは新規ひび割れによる影響であると考えられる。

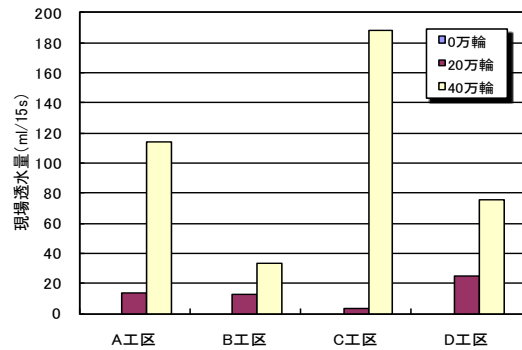


図-6 現場透水量の推移

3.2 切削オーバーレイ工法

(1) ひび割れ調査

ひび割れ延長の推移を図-7に示す。施工前のひび割れが多かったためか、I工区が他の工区と比較してひび割れが進行しているが、現時点ではひび割れがわずかであることから、明確な差とはいえない。平成22年度以降も継続調査が必要である。

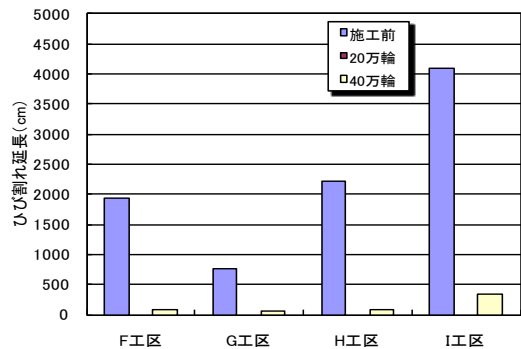


図-7 ひび割れ延長の推移

(2) FWD たわみ量

D_0 たわみ量の推移を図-8に示す。40万輪走行後においてもたわみ量の大きな増加が確認されておらず、舗装の支持力低下は発生していない。既設舗装(表層又は

表基層)を切削、撤去して新規にアスファルト混合物を敷設するので、シール工法のように劣化した既設舗装部のひび割れ進展等に伴うたわみ量の増大がないためと考えられる。

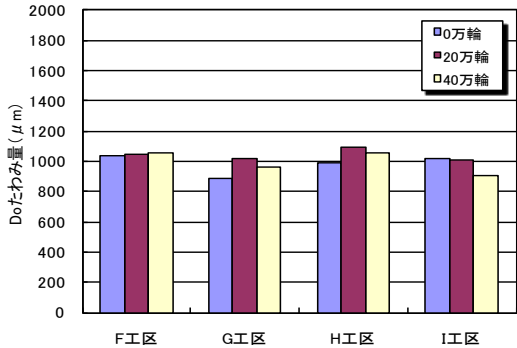


図-8 FWD たわみ量の推移

3.3 維持工法

(1) ひび割れ

図-9にひび割れ延長の推移を示す。20万輪走行後、J、L、M工区においてひび割れが確認されたが、いずれも施工前のひび割れ延長には達していない。また、40万輪走行後については全工区でひび割れが進行したが、進行度の大きい工区でも施工前のひび割れ延長と同等程度であり、「舗装の構造に関する技術基準」で舗装計画交通量の区分がN1~N4交通(旧A交通)の疲労破壊輪数は15万輪/10年以上と設定されている⁴⁾ことから、維持工法については軽交通道路の維持修繕工法としての適用可能性が示唆される。

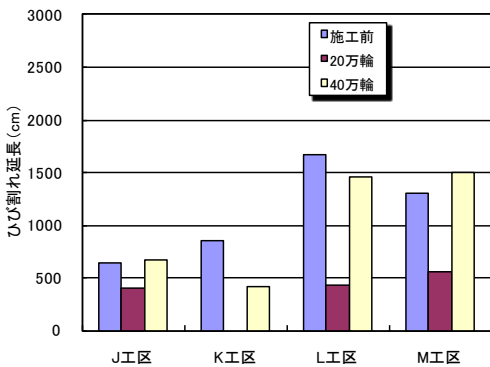


図-9 ひび割れ延長の推移

(2) FWD たわみ量

図-10にD₀たわみ量の推移を示す。全ての工区でたわみ量が増加傾向にあることが分かる。シール工法と同様、既設舗装は切削・撤去されておらず、既設舗装の劣化、ひび割れの増加およびひび割れからの雨水の浸入に

よる雨水の浸入によるアスファルト混合物の剥離もしくは路盤材の支持力低下から増加したものと考えられる。

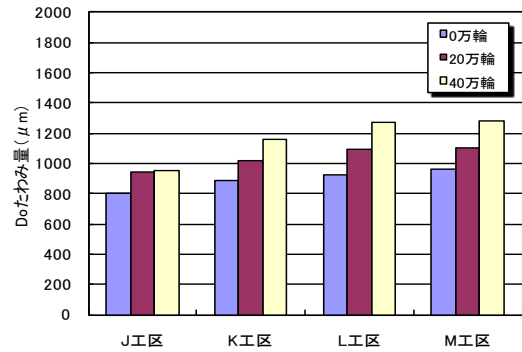


図-10 FWD たわみ量の推移

3.4 各種維持修繕工法の比較

シール工法、切削オーバーレイ工法および維持工法について、その耐久性を比較するため本年度実施した調査結果の中からひび割れ延長の推移について比較した。その結果を図-11に示す。3工法の中で最もひび割れの発生が少ないのは切削オーバーレイ工法であることが分かり、この中では最も耐久性に優れているものといえる。また、維持工法についても直ちに破損に至らず、20万輪走行後のひび割れ延長はいずれも施工前のそれ以下であり、表面を封かんするという施工特性からも、維持工法については軽交通道路の維持修繕工法としての適用可能性が示唆された。また、シール工法と維持工法については各工法によって効果が異なるため、優劣の判断はできないが、維持工法の中ではアーマーコートがひび割れの進行が遅くなっており、一定の耐久性があるものと考えられる。

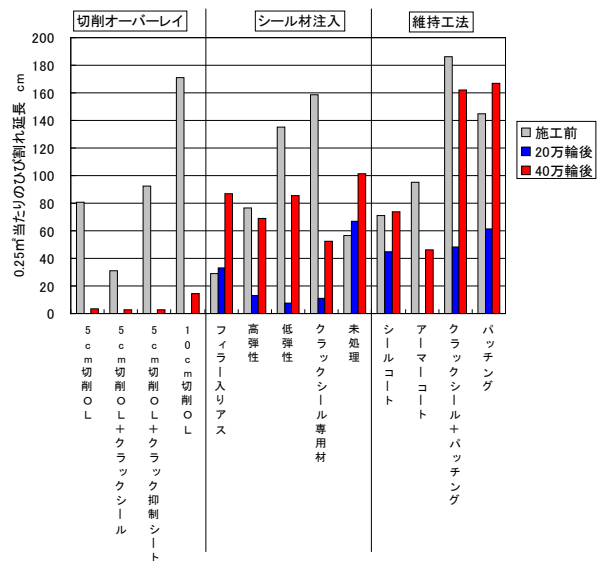


図-11 ひび割れ延長の比較

4. まとめ

4.1 シール材の耐久性

(1) 高弾性、低弾性、専用材については40万輪走行後も再発クラックの発生はわずかであり、当該箇所においても一定の止水効果が認められる。

(2) 高弾性、低弾性、専用材の再発ひび割れの発生が少ないにも拘わらず、新規ひび割れが増加した。これは、施工前のひび割れがすでに亀甲状にまで発達し既設舗装の劣化が進行していることが原因であると考えられ、シール工法での措置を実施する際は、ひび割れが亀甲状になる前の早い段階で実施することが必要である。

4.2 切削オーバーレイ工法の耐久性

(1) FWD たわみ量の測定結果から、40万輪走行時点では大きな増加等は確認されていない。

(2) ひび割れ調査の結果から、全箇所ではひび割れが確認されたが、現時点ではわずかな量であるため工法の差は明確とはなっていない。

平成22年度も追跡調査を計測し各工法の耐久性を明らかにする必要がある。

4.3 維持工法の耐久性

(1) FWD たわみ量の測定結果から、走行回数を増すことでたわみ量が増加する傾向にある。

(2) ひび割れ調査の結果から、工法C、Dのひび割れの増加が比較的大きい。

平成22年度も追跡調査を計測し各工法の耐久性を明らかにする必要がある。

4.4 各種維持修繕工法の比較

(1) シール工法、切削オーバーレイ工法および維持工法のうち、40万輪走行終了時点で最も耐久性に優れているのは切削オーバーレイ工法である。

(2) 維持工法についても直ちに破損に至らず、表面を封かんするという施工特性からも、軽交通道路の維持修繕工法としての適用可能性が示唆された。

(3) 維持工法については、アーマーコートが一定の耐久性を有しているものと考えられるが、現時点では断定できないため、平成22年度以降も追跡調査が必要である。

性試験結果、第28回日本道路会議、32077、2009.10
 3) 社団法人日本道路協会：舗装調査試験法便覧、2007.6
 4) 社団法人日本道路協会：舗装の構造に関する技術基準・同解説、2001.7

参考文献

- 1) 国土交通省道路局国道・防災課：直轄国道の舗装における「予防的修繕」工法の導入について、道路8月号、pp.36-39、2006.8
- 2) 渡邊一弘、寺田剛、久保和幸：ひび割れ注入材の耐久

A STUDY ON MAINTENANCE MENDEING TECHNIQUE OF EFFICIENT PAVEMENT

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2006-2011

Research Team : Road Technology Research Group
(Pavement)

Author : KUBO Kazuyuki

TERADA Masaru

WATANABE Kazuhiro

AYABE Takayuki

Abstract : The investigation about the durability of several repair methods was carried out in the pavement test field. As a result, there was found to be a difference in its performance of each crack sealing material. Also there was found to be a difference in its performance of each repair method, and was recommended to use cut and overlay for heavy traffic roads and repair methods using asphalt emulsion would be used for light traffic roads.

Key words : pavement, maintenance mending, crack seal, cracking, cut and overlay