

千葉県試験舗装  
の長期的な追跡  
調査結果の報告





# 1. 試験舗装の長期的な追跡調査

千葉県は長年試験舗装を実施していますが、評価する期間は3年間となっています。しかし、耐久性の向上を目的とした技術に関する試験舗装は、3年間の調査でその性能を十分把握することは難しいと考えられました。このため、現存する試験舗装箇所について路面調査を実施し長期的な評価を試みました。

対象とする工法は遮水型排水性舗装工法、じょく層工法（薄層遮水工）、マイクロサーフェッシング工法とし、施工時期等に関する情報が得られた箇所について行いました。

長期的な試験舗装の評価では破損等により再施工されている箇所は除かれ、現存する箇所についての調査を行うこととなります。このため、特定の技術・工法に関する平均的な状態を表すとは言いえない点に注意が必要です。材料・工法の効果や信頼性を具体的かつ適正に把握するためには、再施工を行った箇所についてその理由や状態を把握する必要があるため、今後整理を進める所存です。

また、個々の材料・工法の特徴に応じた評価が必要と考えられることから、本報告ではこれらの課題についても併せて検討しました。

# 2. 調査方法について

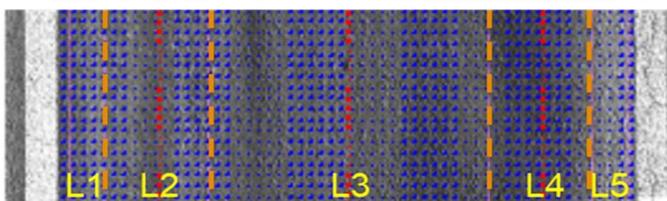
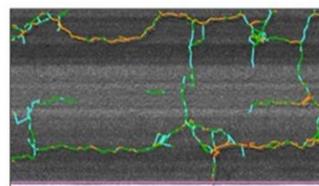
施工履歴が明らかな試験舗装箇所について路面性状自動測定車を用い、試験施工箇所の本線部（右左折車線は除く）について測定を行った。評価項目は以下の通りとした。

使用した路面性状自動測定車はレーザで路面の形状を高密度で測定することで各種指標を算出する仕様で、解析範囲を設定した後はすべてNETIS：KT-170103-VRの自動解析技術を用いて解析を行っている。ひび割れなどは検出ミス等が発生する可能性があるが、補正は行っていない。

きめ深さは路面の荒れ具合を評価する指標で各種の評価方法があるが、今回は下図に示すように横断方向の路面形状から車線を5分割して算定する方法とした。

評価は試験施工区間について20m毎に行った。

測定項目	備考
ひび割れ率(%)	自動抽出
わだち掘れ量(mm)	自動解析
IRI (mm/m)	OWP 位置縦断プロファイルより算定
きめ深さ(MPD)	横断プロファイルから5区分に分け評価

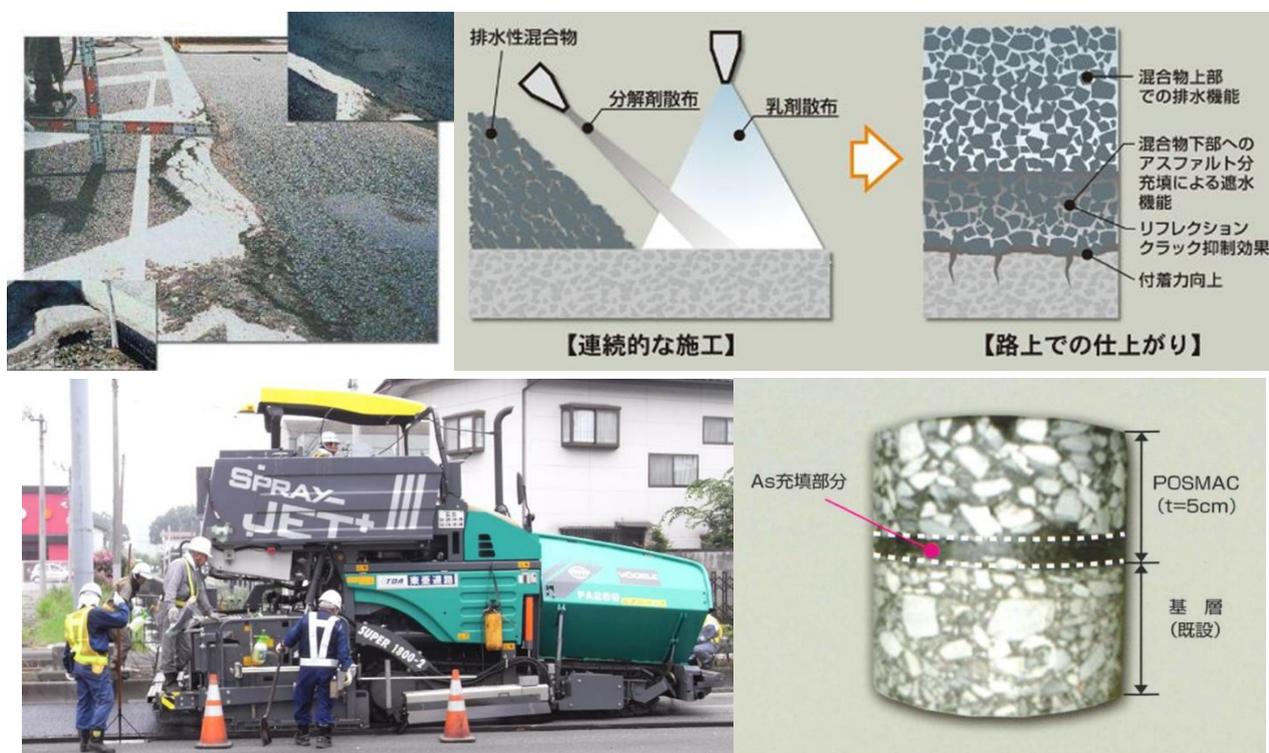


## 3. 工法の概要

### 3.1. POSMAC

排水性舗装は基層が雨水の影響を直接受け脆弱化しやすいため、修繕工事では2層の打換えが推奨されている。POSMACは乳剤散布装置付きアスファルトフィニッシャーで高濃度改質アスファルト乳剤を多量に(1.2ℓ/m<sup>2</sup>)散布しながらポーラスアスファルト混合物を舗設する工法で、散布したアスファルト乳剤が表層下部の混合物空隙に充填され遮水層を形成する。スペックは異なるが諸外国ではOGFC (Open-Graded Friction Courses) 工法として普及している。

既設基層が健全であれば1層の切削オーバーレイで対応が可能となる。表層施工時にタックコートの必要はなく、散布した乳剤が表・基層間の一体性を確実にするため、既設基層の空隙やひびわれ等に浸透し基層を保護するとともにリフレクションクラックの発生を抑制する効果が期待できる。

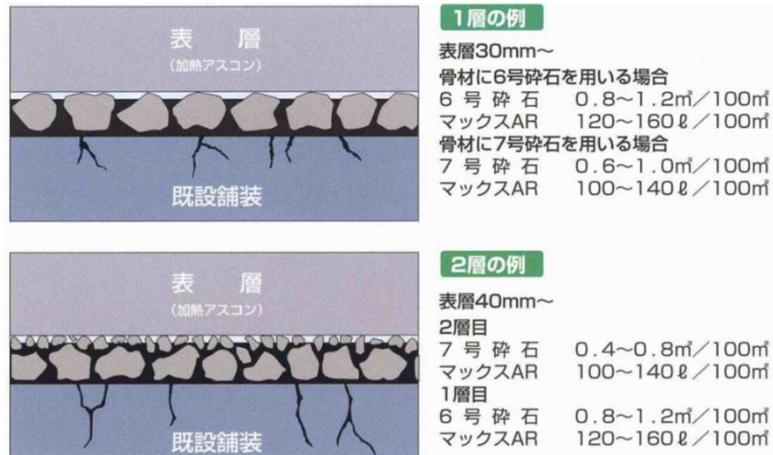


### 3.2. じょく層工法・応力緩和掃

舗装面に瀝青材を均一に散布しこれをプレコートチップ等の骨材で覆う工法で、単層(シールコート)もしくは複層(アーマーコート)で仕上げる工法である。瀝青材に加熱アスファルトを使用するものとアスファルト乳剤を使用するものがある。報告するものは瀝青材に加熱タイプを用いたものである。この工法は、一般には舗装表面の劣化・老化を防いで肌理を改良し、耐水性や耐摩耗性を持たせるために行う表面処理工法であるが、じょく層工法は既設舗装とオーバーレイ層間に施工し、既設舗装のひびわれに起因するリフレクションクラックを抑制するとともに浸透してくる水から既設舗装を保護する。

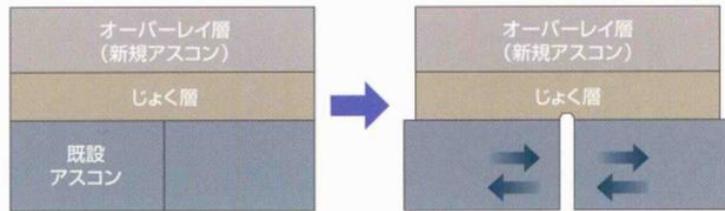
既設舗装とオーバーレイ層の一体性が向上することから、維持修繕工事の効率化や耐久性向上につながる。舗装の支持力や基層の状態によっては、表・基層打換え工事を、じょく層工法を併用した1層の切削オーバーレイ工事に変更することが可能で、工事の効率化につながる。

同工法は排水性舗装の基層保護工法（薄層遮水工）として適用されることもある。



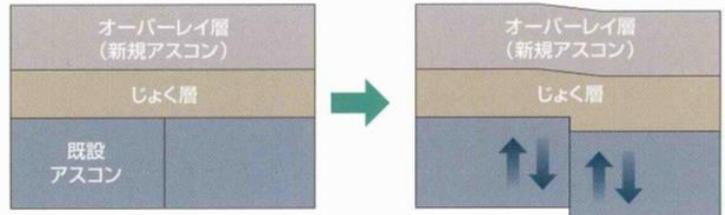
#### ■ 水平変形に対して

既設路面が膨張・収縮する際に、じょく層により応力が緩和され、その動きはオーバーレイ層に伝わりにくくなります。



#### ■ 垂直変形に対して

交通荷重によるせん断力が、じょく層により緩和され、オーバーレイ層でのひずみが小さくなります。



瀝青材散布



骨材散布



転圧

### 3.3. マイクロサーフェッシング

マイクロサーフェッシング工法（スラリーシール工法）は砂やアスファルト乳剤等を混合し製造したスラリー状の混合物を専用のペーバ等で舗装表面に薄く敷き均して緻密な層を形成する表面処理工法である。

千葉県の実験舗装で多くの実績があるが、現存しているものは1箇所しかなく、全国的にも貴重な施工事例であることから、現状の経過を把握する目的で調査を実施した。



## 4. 追跡調査箇所の概要

追跡調査箇所は施工箇所・時期が把握できた遮水型排水性舗装（POSMAC）3か所、じょく層（応力緩和層）3か所を選定した。全国的に施工実績が貴重なマイクロサーフェッシング（スラリーシール）施工箇所は1か所を除き再施工が行われている。昨今、再び予防工法が注目されてきていることから、経過観察を行い報告することとした。

近年施工箇所や SMA 施工箇所についても調査を実施しており、データの蓄積・分析ができた段階で詳細を報告する。

工法	No.	路線	場所	工期	経過年	施工延長	測定延長
遮水型排水性舗装	①	県道 158 号	君津市杵師	H27.12~H28.3	5	264	267
	②	県道 225 号	君津市中野	H26.12~H27.3	6	300	301
	③	国道 128 号	茂原市原田	H25.12~H26.3	7	220	222
じょく層・応力緩和層	①	国道 297 号	夷隅市大多喜町船子	H26.12~H27.3	6	210	209
	②	国道 297 号	夷隅市大多喜町八声	H20.10~H20.11	12	440	380
	③	国道 297 号	夷隅市大多喜町八声	H23.12~H24.3	9	128	125
マイクロサーフェッシング	-	国道 297 号	夷隅市大多喜町船子	H26.12~H27.3	6	155	155

## 5. 薄層排水性舗装（POSMAC）の追跡調査結果

### 5.1. 追跡調査箇所の概要と着目点

追跡調査箇所の概要は下記の通りである。施工後 5~7 年経過している。

冒頭述べたように排水性舗装は基層が雨水等の影響を強く受けるため、修繕時は表・基層 2 層を打換え、基層混合物に耐水性が優れたものを選定するのが基本である。

ポリマー改質 H 型を使用した排水性舗装用混合物は通常合材よりも耐久性に優れるが、雨水等の影響を強く受けた基層の剥離等により表・基層間の一体性が失われると、輪跡部の表層が主に横断方向の広い範囲で移動するような流動が発生し最終的にポットホールに発展しやすい。一般的な流動わだち掘れのように輪跡部の端部に盛り上がりを伴う形状とは異なる。

追跡調査を行った遮水型排水性舗装箇所は既設基層を残した 1 層の切削オーバーレイで施工されており、遮水型排水性舗装の基層保護効果による基層剥離に伴う局所的な流動の発生の有無や長期的な耐久性に着目する。

排水性舗装の場合表層の混合物骨材飛散等による荒れが生じやすい特性がある。骨材飛散の程度を把握するため、路面のきめ深さを評価項目に加えている。

	路線名・住所	延長	経過年数
①	県道 158 号君津青堀線（君津市杵師）	264m 上下(4 車線)	5
②	県道 225 号君津停車場線（君津市中野）	300m 上下(4 車線)	6
③	国道 128 号（茂原市原田）	220m 上下(4 車線)	7



## 5.2. ① 県道 158 号君津青堀線（君津市空師）

当該路線は施工後 5 年経過した路線で、交差点等を含まない直線部に遮水型排水性舗装が施工されている。現状特に目立った路面損傷や変状は生じておらず、ほぼ施工直後の状態を維持している。わだち掘れ量が 7mm 程度になっているが、施工直後に発生する初期わだちの標準的な範囲であり、表・基層の流動によるものではない。

きめ深さ（MPD）も 1.6mm 程度であり骨材飛散は全く生じていない状態であると評価される。



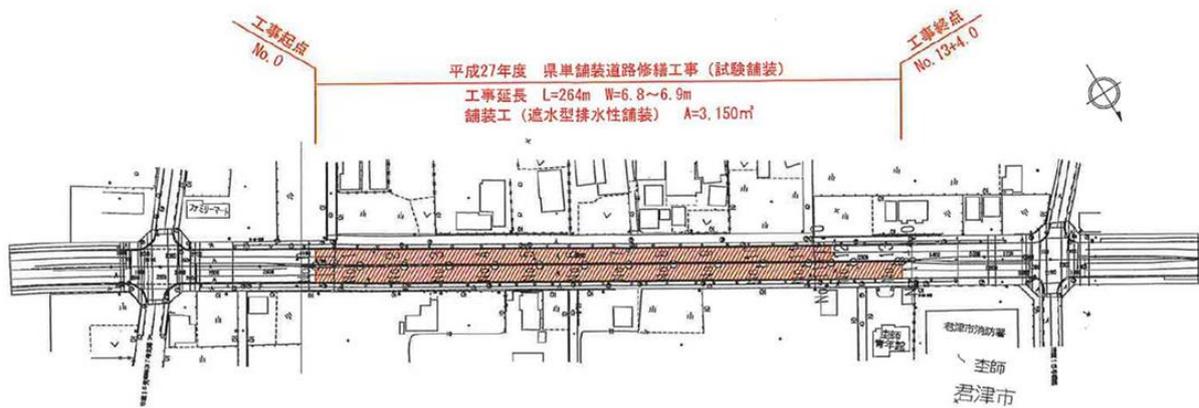
項目	上り		下り		平均値
	走行	追越	走行	追越	
ひび割れ率(%)	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1
わだち掘れ量(mm)	6.9	7.5	6.9	7.8	7.3
IRI (mm/m)	2.55	2.51	2.74	2.65	2.61
MPD(mm)	1.59	1.56	1.56	1.62	1.58



### 5.3. ②県道 225 号君津停車場線（君津市中野）

当該路線は施工後 6 年経過した路線で、交差点等を含まない直線部に遮水型排水性舗装が施工されている。現状特に目立った路面損傷や変状は生じていない。ひび割れ率が 0.6%となっている上り走行車線は、起点付近に横断ひび割れが入っている程度で、その他の箇所にひび割れは生じていない。

きめ深さも 1.4mm 程度であり骨材飛散は全く生じておらず、ほぼ施工直後の状態を維持していると評価される。

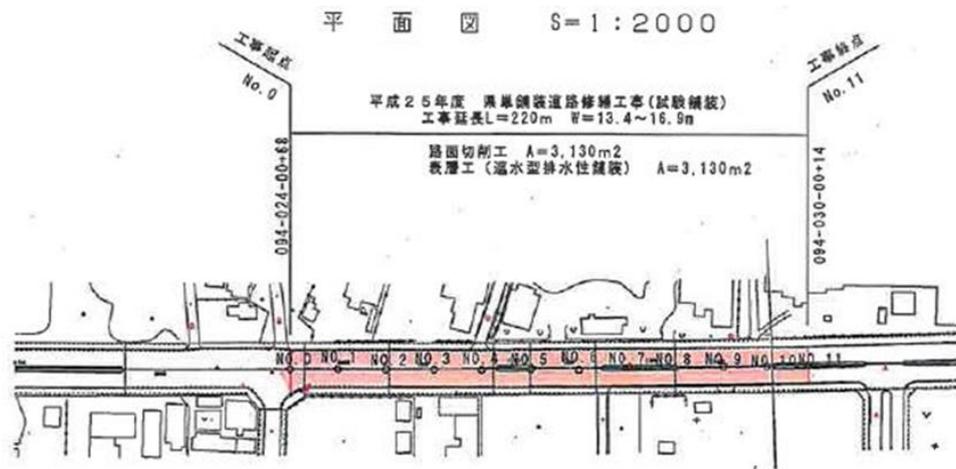


項目	上り		下り		平均値
	走行	追越	走行	追越	
ひび割れ率 (%)	0.6	0.1	0.0	0.1	0.2
わだち掘れ量 (mm)	5.4	4.2	4.5	5.3	4.9
IRI (mm/m)	2.67	2.30	2.48	2.27	2.43
MPD (mm)	1.36	1.38	1.38	1.41	1.38

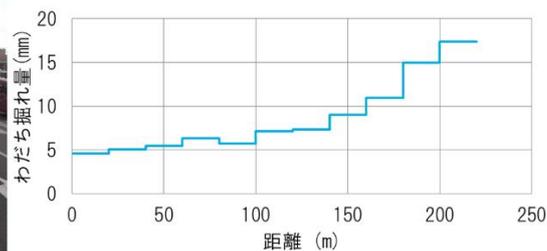


### 5.4. ③国道 128 号（茂原市原田）

当該路線は施工後 7 年経過した路線で、交差点等を含む直線部に遮水型排水性舗装が施工されている。現状特に目立った路面損傷は生じていないが、下り線の追越車線のわだち掘れ量が大きくなっている箇所がある。わだち掘れの大きい箇所の形状は典型的な流動わだちであり、基層以下の状態に起因するものではないと判断される。きめ深さは 1.6mm 程度であり骨材飛散は全く生じていない。



項目	上り		下り		平均値
	走行	追越	走行	追越	
ひび割れ率(%)	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2
わだち掘れ量(mm)	7.7	7.0	7.9	8.5	7.8
IRI (mm/m)	2.23	2.21	2.17	2.42	2.26
MPD(mm)	1.57	1.50	1.56	1.61	1.56



## 5.5. 遮水型排水性舗装追跡調査結果について

- ひび割れ  
僅かなひび割れの発生がみられるが、これらは施工ジョイントの開きや下層のひび割れの影響を受けたもので、表層の老化・疲労に起因するひび割れや基層の剥離等に起因し発生する流動に伴い生じるひび割れは認められなかった。
- わだち掘れ  
平均的に 5~8mm 程度のわだち掘れが発生している。5.4.③国道 128 号では交差点部で流動によるわだち掘れが発生している箇所も見受けられる。5 年以上経過しているにもかかわらず、基層以下の剥離等に起因する局所的な流動の発生は見られないことから、遮水型排水性舗装の遮水機能が確実に基層を保護している状態が持続していると評価される。
- MPD（きめ深さ）  
どの箇所も 1.5 程度を維持しており、骨材飛散による荒れや空隙つぶれの発生は見受けられず、施工直後の路面状態を概ね維持していると評価される。

排水性舗装の修繕は、長期的な耐久性の観点から 2 層の切削オーバーレイが推奨されるが、遮水型排水性舗装で 1 層の切削オーバーレイで対応したデメリットは現状見られない。

遮水型排水性舗装は標準工法と比較し工程や使用材料を大幅に削減できる工法で、同等程度の耐久性が期待できる場合は、十分な費用対効果が見込める ECO 方法である。

今後も表・基層間の一体性や基層の保護効果に着目した長期的な追跡調査を行い、その効果を把握していく。

### 参考:1 層切削オーバーレイによる排水性舗装の補修箇所の早期破損例

施工後 1 年程度で 25mm 程度の局所的なわだち掘れと亀甲ひび割れが発生している。降雨後に路面が白くなることから、基層以下のはく離が進行し（アスファルトの剥離により細骨材が遊離）、表・基層間の一体性が失われたことが原因と判断される。

このまま放置するとどんどん流動が進行し、温暖な時期の降雨時に大きく深いポットホールが突然発生することがある。



## 6. じょく層・応力緩和層の追跡調査結果

### 6.1. 追跡調査箇所の概要と着目点

追跡調査箇所の概要は下記の通りである。施工後 6~12 年経過している。

一般にアスファルト舗装は維持修繕時にひび割れ等の損傷が及んだ範囲を打ち換えるのが基本であるが、じょく層工法はオーバーレイを行う既設層にひび割れを残した状態でオーバーレイする場合、既設層上に柔軟で緻密な層を構築する工法である。

その応力緩和効果で下層のひび割れに起因するリフレクションクラックの発生を抑制・遅延するとともに、既設層とオーバーレイ層の一体性を高め、既設層への水の浸透を抑制することで舗装の耐久性を高める効果が期待できる。

じょく層工法施工箇所の施工前の状態は写真に示すようにわだち割れが多数発生し、ひび割れから細粒分の染み出しがみられ、通常であれば表・基層を切削してオーバーレイする補修を計画する状態であったが、試験舗装では既設基層を残した 1 層の切削オーバーレイとじょく層工法を組み合わせで施工している。

表層は密粒度アスファルト混合物で施工されているが、アスファルトの劣化等によりモルタルが剥がれることにより発生する荒れの程度を把握するため、排水性舗装と同様に路面のきめ深さを評価項目に加えた。

調査箇所の一部が再補修されている場合があったが、補修理由等について十分な調査ができていないため、現存している範囲の調査結果について機械的にとりまとめることとした。

	路線名・住所	延長	経過年数
①	国道 297 号（夷隅市大多喜町横山）	210m 上下	6
②	国道 297 号（夷隅市大多喜町八声）	380m 上下	12
③	国道 297 号（夷隅市大多喜町八声）	125m 上下	9



## 6.2. ①国道 297 号（夷隅市大多喜町横山）

当該路線は施工後 6 年経過した路線で、大きな交差点等を含まない直線部に施工されている。上下線ともに 2%程度のひび割れが生じており、20m 区間で最大 9%程度となっているところもあるが、現状特に深刻な路面損傷に発達しているところはなく、下層のリフレクションクラックかどうかも判別できなかった。

わだち掘れ量は 5mm 程度で安定しており、基層以下の剥離等に起因する流動や路面変状は発生していない。

きめ深さ（MPD）は 0.7mm 程度となっている。目視観察からある程度路面の老化が進行していると判断されるものの、モルタルの剥がれは軽微で良い状態の舗装が維持できていると評価される。



項目	上り	下り	平均値
ひび割れ率(%)	2.7	1.2	1.9
わだち掘れ量(mm)	4.8	4.8	4.8
IRI (mm/m)	2.30	2.22	2.26
MPD (mm)	0.73	0.75	0.74

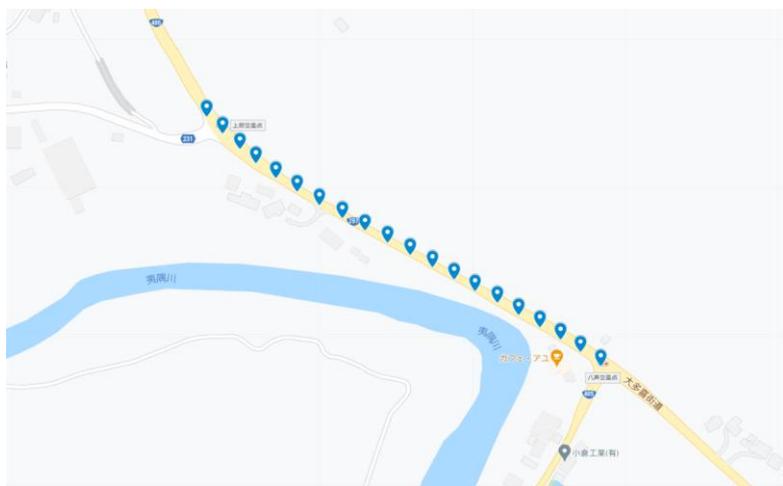


## ②国道 297 号（夷隅市大多喜町八声）

当該路線は施工後 12 年経過した路線で信号交差点間に施工されている。表層の劣化・老化が進んで上下線ともにある程度ひび割れが生じている。一部 10%を超える区間があるものの、全体的には 3%程度のひび割れ率に収まっており、現状深刻なりフレクションクラック等の路面損傷は見られず、長期間にわたり非常に良い状態を維持できていると評価される。

一方、わだち掘れ量は 10mm 程度発生しているが、とりわけ大きなわだち掘れが発生している区間はなく、基層以下の剥離等に起因する路面変状も発生していない。12 年間供用していることを考慮すると、この程度のわだち掘れの発生は致し方なく、基層以下の保護機能や基層との一体性も維持されていると判断されることから、じょく層が舗装の長寿命化に大いに寄与しているといえる。

きめ深さ（MPD）は 0.8mm 程度であり、路面の老化の進行うかがえるものの、モルタルの剥がれも比較的軽微に抑えられており、良い状態の舗装が維持できていると評価される。



項目	上り	下り	平均
ひび割れ率(%)	3.1	2.7	2.9
わだち掘れ量(mm)	8.6	10.4	9.5
IRI (mm/m)	2.37	2.62	2.50
MPD(mm)	0.82	0.71	0.77

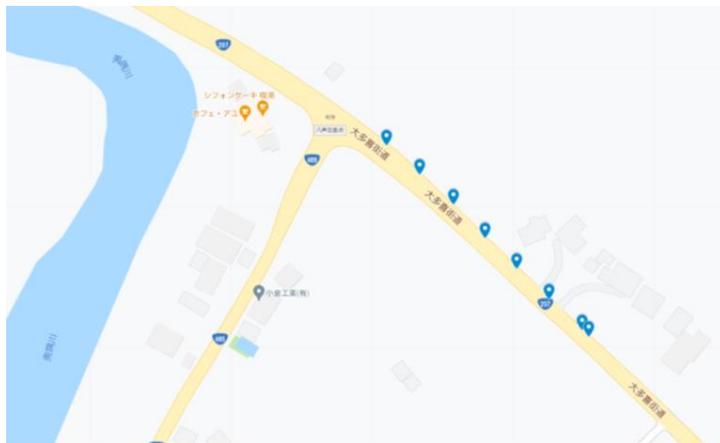


### ③国道 297 号（夷隅市大多喜町八声）

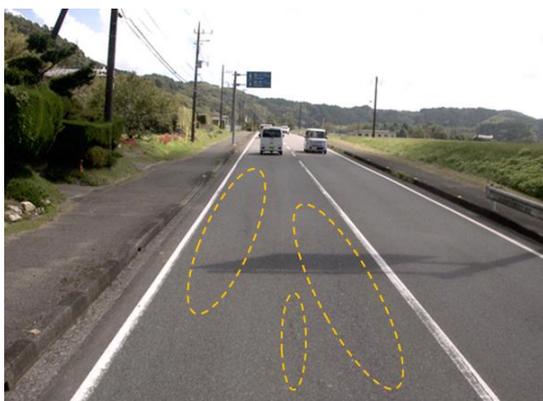
当該路線は②に引き続く箇所の一部再補修が行われているが、調査箇所は 9 年間供用されている。表層の劣化・老化が進み上下線ともに 10%以上のひび割れが生じており、一部 25%を超える区間がある。ひび割れは多数発生しているが、現状深刻な路面損傷には発達しておらず、比較的長期間にわたり舗装の状態を適切に維持できていると評価される。

一方、わだち掘れ量は 7mm 程度発生しており、下り線の一部で 10mm 程度のわだち掘れが発生している箇所がある。特に大きなわだち掘れが発生している区間はなく、局所的な路面の変状等も見当たらない。9 年間供用していることを考慮すると、わだち掘れの発生は小さい部類と判断され、基層以下の保護機能や基層との一体性も維持されていると判断される。

きめ深さ（MPD）は 0.8mm 程度であり、路面の老化が進行しモルタルの剥がれも見られるが、良い状態の路面状態が維持できていると評価される。



項目	上り	下り	平均
ひび割れ率 (%)	15.4	7.8	11.6
わだち掘れ量 (mm)	5.3	7.8	6.5
IRI (mm/m)	2.71	2.13	2.42
MPD (mm)	0.80	0.78	0.79



### 6.3. じょく層工法追跡調査結果について

3か所調査を行ったじょく層工法施工箇所は表層の経過年数に応じた損傷が発生している状況であるが、1層の切削オーバーレイ工法で施工時に基層以下まで達したひび割れが除去されずに残っていることを勘案すると、じょく層の効果により表層が良好な状態に保持されていると評価できる。

現状発生しているひび割れがリフレクションクラックか表層の表面に生じたひび割れかは判断できないが、深刻なひび割れに発達した箇所はなく、局所的なわだち掘れ等の変状も認められないことから、表層と既設舗装の一体性や基層以下への水の浸透を遮水する機能は長期にわたり失われていないと判断される。

今後も追跡を継続するが、上記の通りじょく層工法の効果は長期にわたり継続することが確認され、優れた費用対効果が見込めるECO工法であると判断される。

一方、供用年数と現状の状態が必ずしも一致しない傾向も認められることから、じょく層工法の効果は適用した箇所の状態に左右される面があると考えられる。

最も長期供用している②大多喜町八声（12年目）は事前にFWDによる支持力調査が行われており、支持力不足はなかったことが確認されていることから、じょく層工法の効果は舗装の支持力等と緊密な関連がある可能性がある。

じょく層工法をより効果的に活用するため、路面調査だけではなく顕著な変状等が認められた箇所については支持力確認やコア採取などの調査を実施するなどして知見の蓄積を行っていきたい。

# 7. マイクロサーフェッシング工法の追跡調査結果

## 7.1. 追跡調査箇所の概要と着目点

追跡調査は東陽市大多喜町横山に施工された箇所について行った。施工後6年経過している。この路線では同工法の試験舗装が多数行われてきたが、再補修が進み現存している唯一の試験舗装箇所である。

この工法は既設路面上にスラリー状の混合物を薄層で施工する表面処理工法であり、路面機能の回復と既設舗装の保護することで長寿命化を図る工法である。

現在、橋梁等の構造物と同様に舗装についても予防保全による長寿命化が求められるようになってきており、路面保護による既設舗装の保護効果を検証可能な大変貴重な試験舗装である。

表面処理による路面保護効果の検証は、路面状態の推移を観察することに加え、既設舗装の劣化・老化をどの程度遅延できたかに着目していく必要がある。

このためには、既設舗装からコア等を採取しアスファルトを回収し各種試験を行って確認する必要があり、今後様々な試験を行って知見の蓄積を行っていきたい。

## 7.2. 国道 297 号（東陽市大多喜町横山）

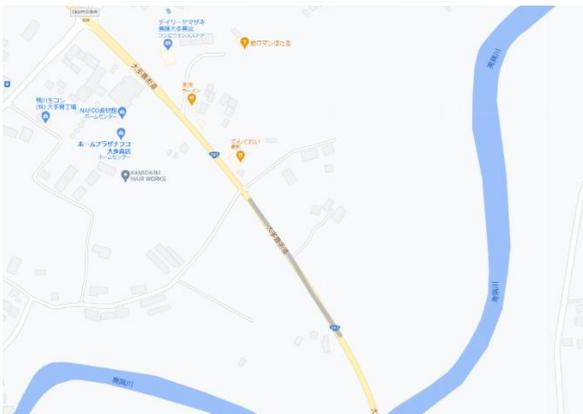
路面調査の結果よりわだち掘れはある程度発生しているものの、目立った損傷は発生しておらず、路面のきめ深さは 0.2mm 程度と非常に良好な状態を維持している。

現状既設舗装の保護機能は完全に維持されていると評価できる。

わだち掘れの進行が若干早い傾向が認められるが、これは路面の保護機能により既設舗装の劣化・老化が進行しないことと関連があると考えられる。



項目	上り線	下り線	平均値
ひび割れ率(%)	0.5	0.3	0.4
わだち掘れ量(mm)	11.7	10.1	10.9
IRI (mm/m)	2.16	2.43	2.30
MPD (mm)	0.20	0.17	0.19



## 8. 試験舗装及び追跡調査に関する提言

現在、追跡調査の期間は3年であり、試験舗装の計画や調査項目については各事務所や施工業者が適宜判断して行っている状況である。

千葉県が実施している試験舗装は非常に有意義な制度であり、大きな成果を上げてきているが、今後は舗装についても、長寿命化、予防保全など様々な取り組みを加速していくことが求められるようになってきていることから、現在のニーズに適切に対応し、試験舗装の意義をより高めるため、制度を再検討する時期に来ていると考えられる。

- 試験舗装はその効果が把握しやすいように計画する

試験舗装を計画するにあたり、標準的な工法等による比較工区を設けるなどして、試験舗装で採用した材料・工法等の効果をより具体的に把握できるようにする。

- 試験舗装の効果の把握方法を予め規定しておく

耐久性を評価するための路面調査や支持力調査が行われている例が多いが、採用した技術の効果をより把握できるような調査・試験方法等について、発注時に計画し提示しておくことが望ましい。耐久性の向上や長寿命を目的とした舗装の場合は、発注時に調査の期間や調査を継続する条件・役割分担等について規定しておくことが望ましい。

- 試験舗装の再補修時

再補修時は採用した技術の効果を具体的に把握できる絶好の機会である。試験舗装を再補修する場合、その際のルールや連絡体系を整理・整備しておくことが望ましい。

## 補足

現在、舗装についても予防的な管理が求められるようになってきているが、本報告で評価した技術は代表的な予防工法である表面処理工法として開発された技術を応用したものである。

- POSMAC ⇒ Open-Graded Friction Courses（開粒度摩擦層）
- じょく層 ⇒ シールコート・アーマーコート（チップシール）

両技術とも、水の影響から既設舗装を保護するとともに既設舗装とオーバーレイ層の一体化を確実にすることで舗装の長寿命化を図る技術である。

既設舗装を保護する機能は本来気象作用の影響を強く受ける表層に適用するとより効果的で、予防的舗装管理をによって舗装の長寿命化を図ることが推奨されている現在、改めて活用を検討すべき工法の一つである。

