NETIS KT-040084-V

Technical Information
技　術　資　料

遮水機能を付加し耐久性を向上させた

遮水型排水性舗装

ＰＯＳＭＡＣ

（Porous Surface Mastic Asphalt Course）

遮水型排水性舗装工法研究会

http://www.posmac-pave.com

目　　次

１．はじめに　……　1
２．ＰＯＳＭＡＣの特徴　……　2
３．ＰＯＳＭＡＣの適用条件　……　4
４．ＰＯＳＭＡＣに使用するアスファルトフィニッシャ　……　6
　４．１　乳剤散布機構　……　7
　４．２　強制分解機構　……　8
５．ＰＯＳＭＡＣに用いる舗装材料　……　10
　５．１　ポーラスアスファルト混合物　……　10
　５．２　高濃度改質アスファルト乳剤　……　10
　５．３　分解剤　……　11
６．ＰＯＳＭＡＣ混合物の性状　……　11
　６．１　遮水性能　……　11
　６．２　基層の耐水性向上　……　12
　６．３　基層の剥離抵抗性向上　……　13
　６．４　付着性能　……　14
　６．５　リフレクションクラック抑制効果　……　15
　６．６　塑性変形抵抗性　……　16
７．ＰＯＳＭＡＣの管理　……　17
８．ＰＯＳＭＡＣの施工フロー　……　18
９．施工事例　……　19
　９．１　国道 408 号試験施工　……　19
　９．２　国道 3 号 萩原地区上り線舗装修繕工事　……　20
　９．３　国道 2 号 平野橋外舗装修繕工事　……　21
　９．４　東関東自動車道 宮野木～潮来間舗装改良工事　……　22
　９．５　国道６号　向島電線共同溝舗装改良工事　……　23
　９．６　宮崎自動車道　都城管内舗装工事　……　23
　９．７　苫小牧環状線交付金 470（改築）工事（舗装補修）住吉工区　……　23
　９．８　社会資本総合整備（防災・安全）（国道）舗装工事　……　24

資料−１　既設基層の剥離抵抗性　評価方法例　……　25
資料−２　剥離抵抗性に関する報告例　……　27
資料−３　塑性変形抵抗性に関する報告例　……　28

１．はじめに

近年、排水性舗装において表・基層界面や基層での剥離が生じ、急速に脆弱化し舗装破壊に至る事例が多数報告されています。この問題に対処するため、排水性舗装を適用する舗装工事では不透水性の基層を設ける二層構築が必要とされていますが、施工時間の短縮や施工コストの削減が望まれている修繕工事では、一概に基層を含めた修繕を実施するのではなく、既設舗装の構造的な健全度に応じた効率的な工法の選定が望ましいと考えます。

これらの背景から、施工時間の短縮や経済性で優位な一層施工に着目し、ポーラスアスファルト混合物に遮水機能を付与することにより耐久性の向上を図りつつ、従来の排水性舗装の機能をも維持する工法を目的に遮水型排水性舗装（*ＰＯＳＭＡＣ*：Porous Surface Mastic Asphalt Course）を開発しました。

遮水型排水性舗装は、改良された乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャの使用と高濃度改質アスファルト乳剤の多量散布・即時分解の組合せにより、ポーラスアスファルト混合物の直下層に不透水性の層を特別に設けることなく遮水機能を付加した排水性舗装を一層で構築することができる費用対効果に優れた新工法です。

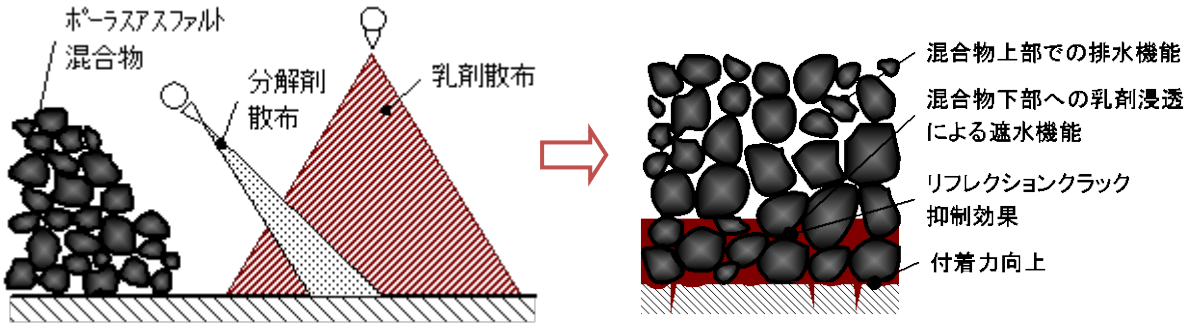
２．ＰＯＳＭＡＣの特徴

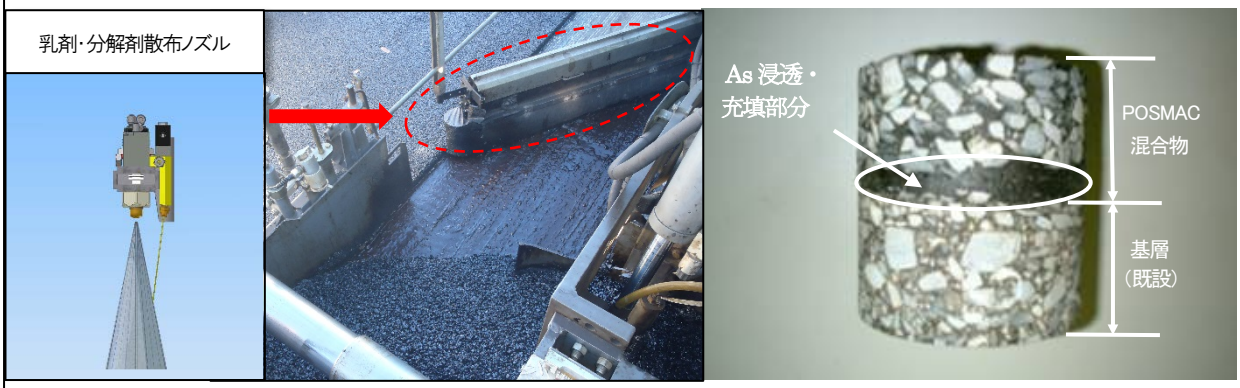
*ＰＯＳＭＡＣ*は、乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ（ＳＰＡＦ:Self-Priming Asphalt Finisher）を用いて高濃度改質アスファルト乳剤を多量（1.2ℓ/m²以上）に均一散布し、即時分解させると同時にポーラスアスファルト混合物を敷きならし、締め固めて構築する排水性舗装です。多量散布された乳剤は老化した既設路面の微細なクラックの処理や基層との接着といったタックコート本来の目的に加え、表層下部の空隙へも浸透・充填します。これにより、基層への遮水性能が向上し、舗装体としての耐久性が向上するといった新しい効果を持たせています。さらに、この部分は応力緩和層として働き、既設路面からのリフレクションクラックの抑制効果も期待できます。

このように、*ＰＯＳＭＡＣ*は従来の排水性舗装の排水機能等に加え、新たにポーラスアスファルト混合物直下への遮水機能という相反する機能を一層に持たせたものであり、コストの低減と耐久性の向上を同時に実現させた新しい発想の工法です。*ＰＯＳＭＡＣ*の主な特徴を以下に示します。

【性能に関する特徴】

- 通常の排水性舗装と同様な機能の確保
- 多量散布された乳剤の表層下部への浸透・充填による基層に対する遮水機能の増強
- 高濃度改質アスファルト乳剤の採用による基層との付着機能の改善
- 既設舗装路面からのリフレクションクラックの抑制効果

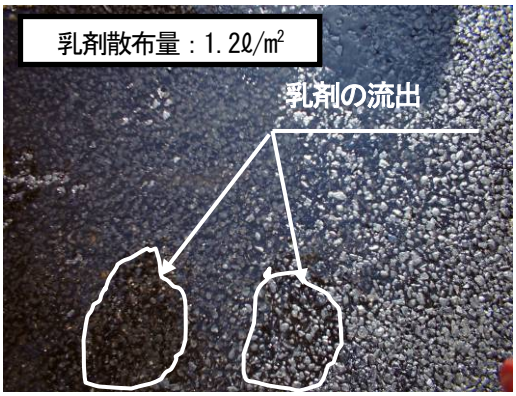




【　採取されたコア　】

【施工技術に関する特徴】

- 多量の乳剤を散布するために高精度で散布量をコントロールできるＳＰＡＦの使用
- 乳剤の流出防止のため、散布と同時に分解剤を散布する強制的な分解機構
- 通常のアスファルト舗装（排水性舗装）と変わらぬ良好な施工性
- 乳剤散布から敷きならしまでを一工程で実施

乳剤・分解剤同時散布での舗設直後	分解剤散布なしでの舗設直後
	

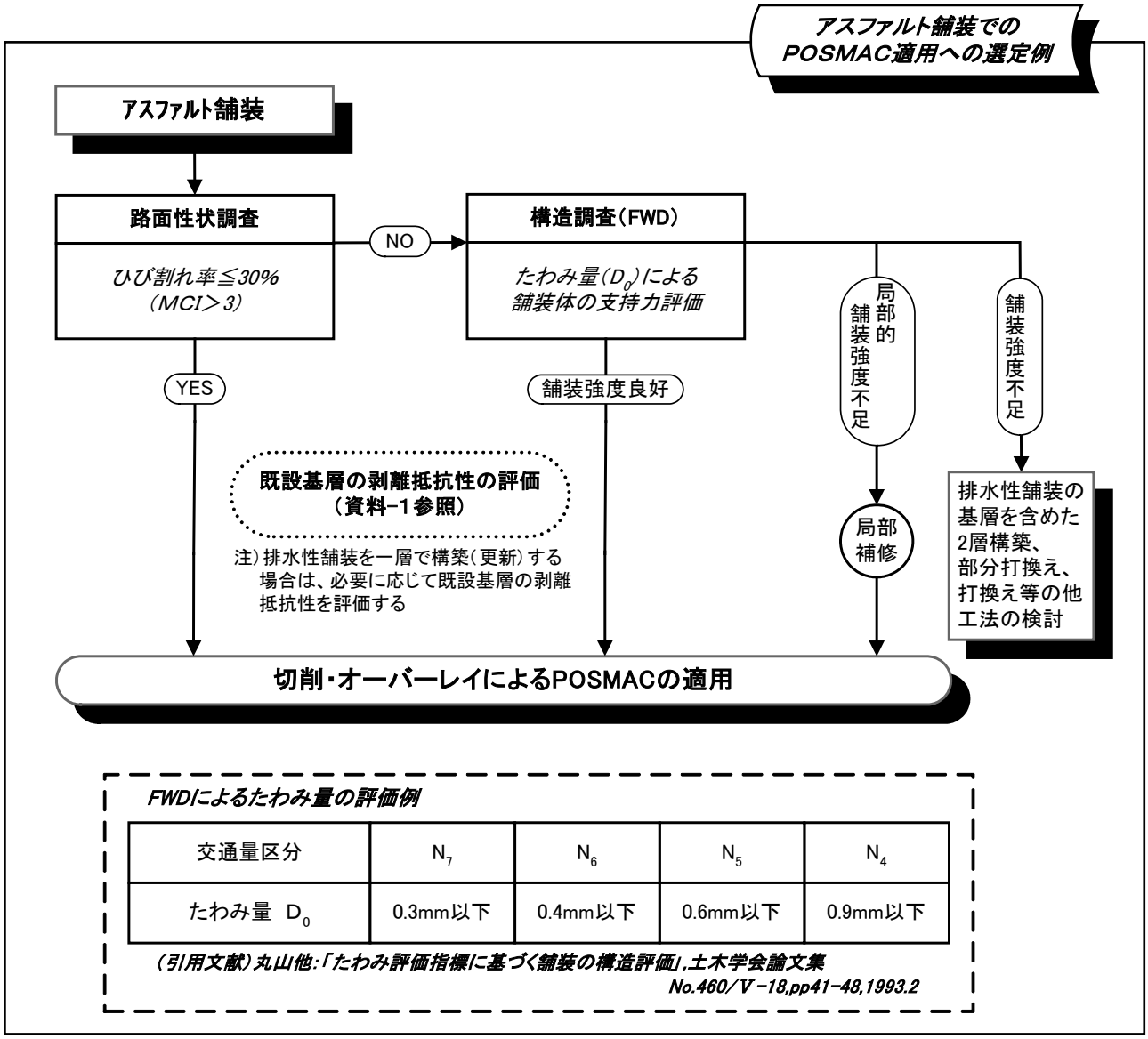
３．ＰＯＳＭＡＣの適用条件

*ＰＯＳＭＡＣ*は排水・遮水性能を両立した舗装であるため、オーバーレイや切削オーバーレイといった修繕工事において耐久性に優れた排水性舗装を一層で構築することができます。従って、排水性舗装を不透水性の基層を含めた二層で構築する場合に比べ、施工時間を大幅に削減することができ、舗装厚の低減等もあいまってコスト縮減にも寄与します。しかし、*ＰＯＳＭＡＣ*は一層で排水性舗装を構築する工法であるため、既設舗装が構造的に破損している箇所では適用効果が低減します。

そのため、*ＰＯＳＭＡＣ*を適用する場合では、十分な現況調査（事前調査）を行い、ひび割れの原因や舗装体支持力（ＦＷＤ測定など）を把握することが重要となります。

【アスファルト舗装箇所】

既設路面（切削路面）がアスファルト舗装の場合には、以下の調査手順に従い、*ＰＯＳＭＡＣ*適用の可否を判断します。なお、*ＰＯＳＭＡＣ*の適用路線に局部的な破損が認められる場合には、破損状況に応じた補修を実施後、*ＰＯＳＭＡＣ*を適用します。



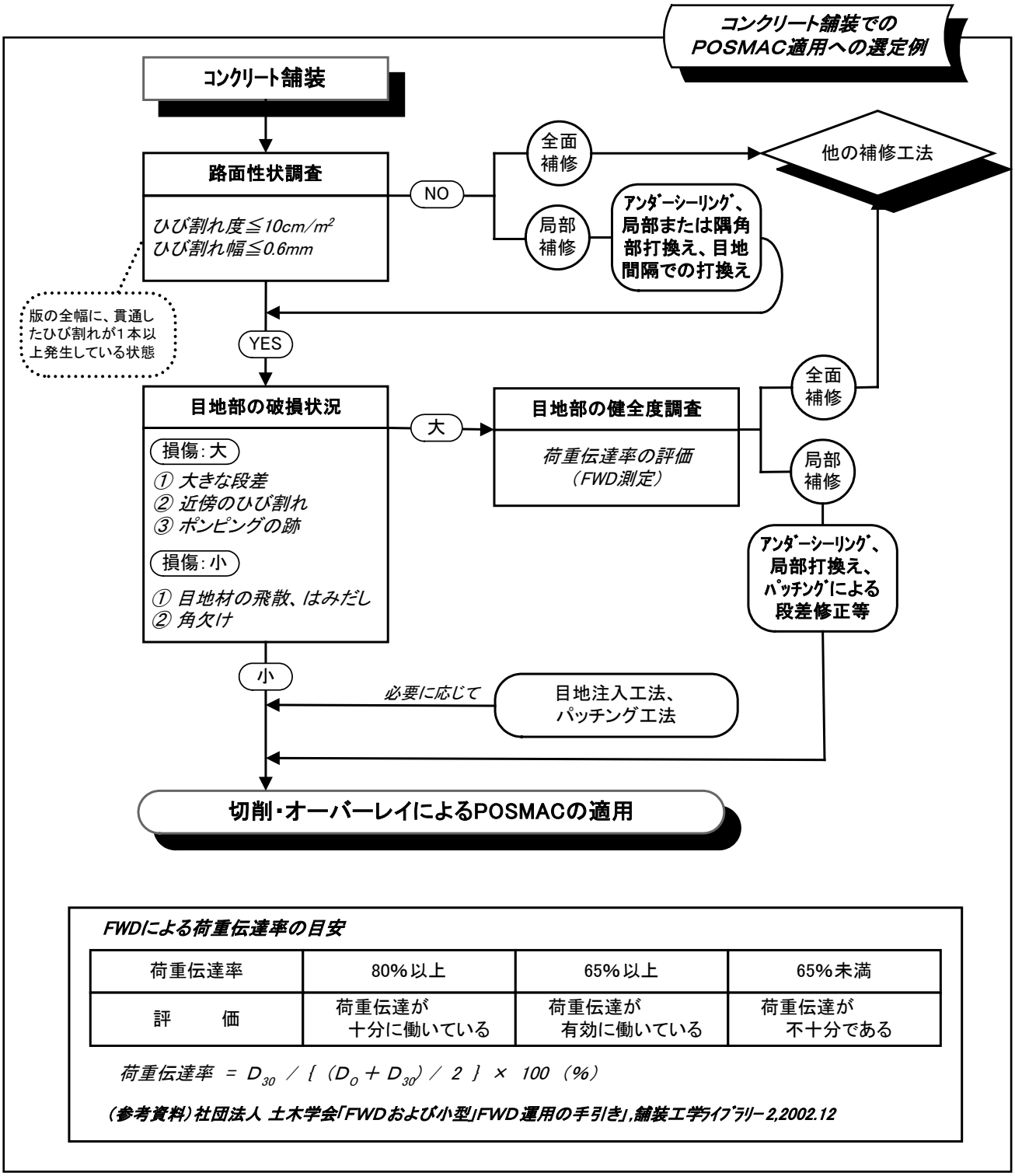
FWDによるたわみ量の評価例

交通量区分	N_7	N_6	N_5	N_4
たわみ量　D_0	0.3mm以下	0.4mm以下	0.6mm以下	0.9mm以下

（引用文献）丸山他:「たわみ評価指標に基づく舗装の構造評価」,土木学会論文集 No.460/Ⅴ-18,pp41-48,1993.2

【コンクリート舗装箇所】

既設路面（切削路面）がコンクリート舗装の場合には、以下の調査手順に従い、ＰＯＳＭＡＣ適用の可否を判断します。コンクリート舗装が破損している場合は、必要とされる補修を実施後、ＰＯＳＭＡＣを適用することが重要です。



FWDによる荷重伝達率の目安

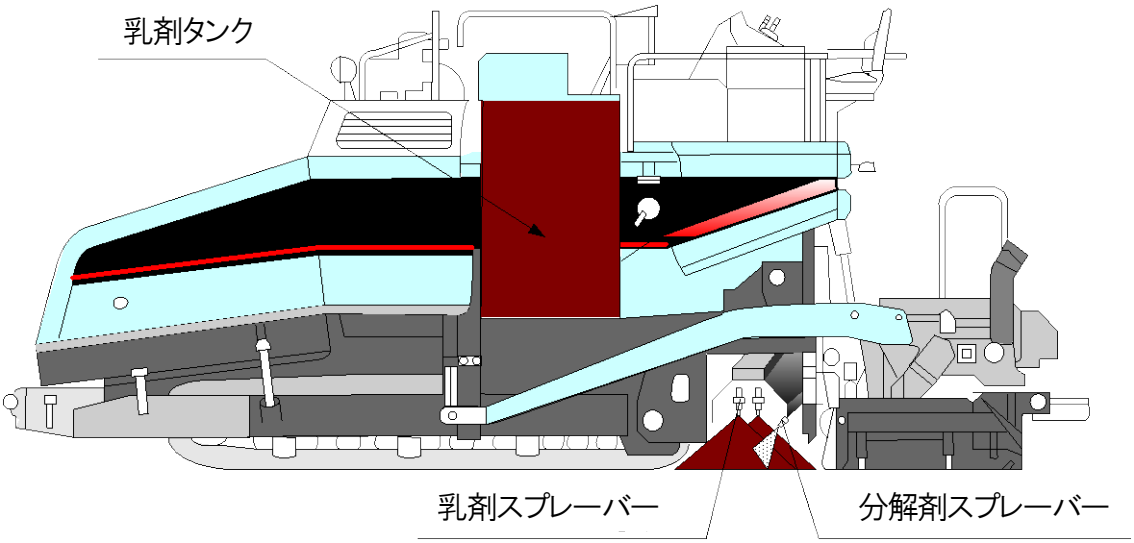
荷重伝達率	80%以上	65%以上	65%未満
評　　価	荷重伝達が十分に働いている	荷重伝達が有効に働いている	荷重伝達が不十分である

荷重伝達率 ＝ D_{30} ／ {（D_0 ＋ D_{30}）／ 2 } × 100（%）

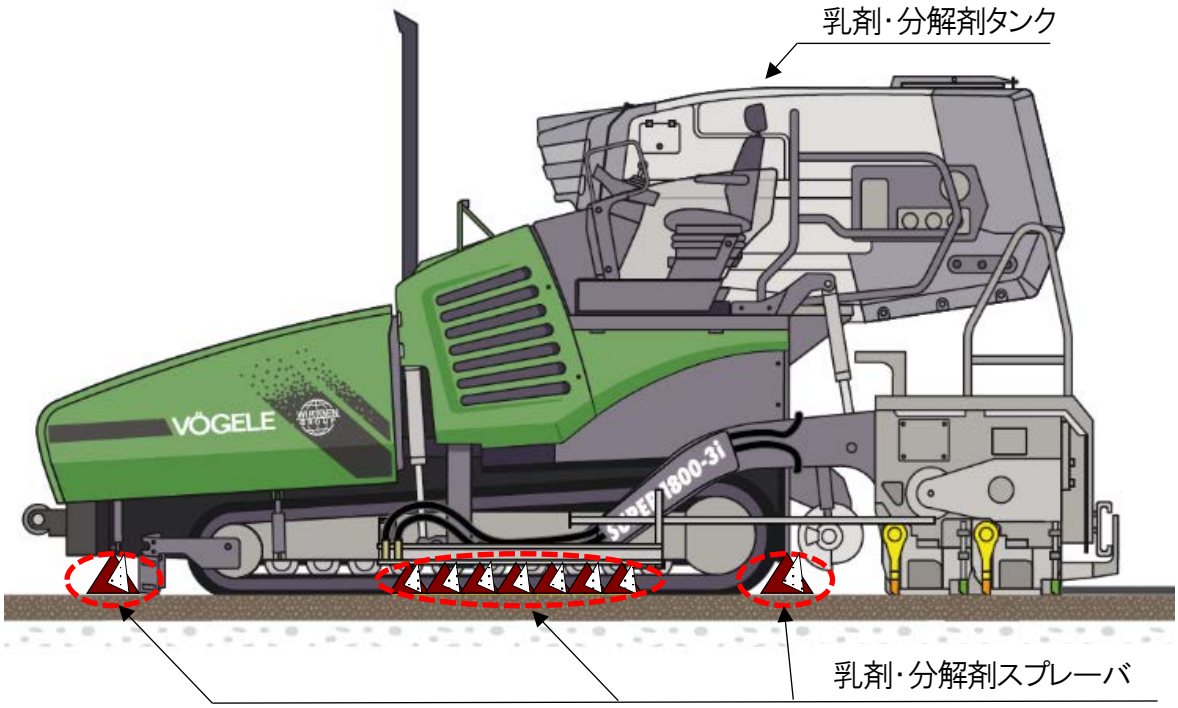
（参考資料）社団法人 土木学会「FWDおよび小型FWD運用の手引き」,舗装工学ﾗｲﾌﾞﾗﾘｰ2,2002.12

４．ＰＯＳＭＡＣに使用するアスファルトフィニッシャ

*ＰＯＳＭＡＣ*では通常の排水性舗装と同等の機械編成としながらも、使用するアスファルトフィニッシャには所定の乳剤を散布した直後にアスファルト混合物を敷きならし・締固める機構を有するＳＰＡＦを採用します。さらに、ＳＰＡＦには改良を加えて、多量に散布される乳剤を即時分解させるための分解剤散布機構を装備しています。こうした乳剤・分解剤同時散布機構により、舗設した表層に対して所定の性能を確保することが可能となります。*ＰＯＳＭＡＣ*に使用するアスファルトフィニッシャを示します。



キャタピラージャパン社製 SP61



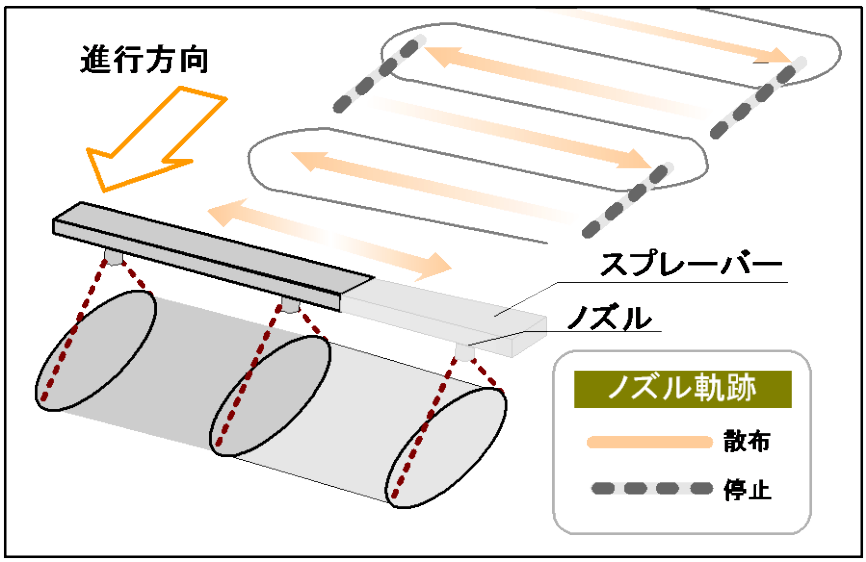
Voegele SUPER 1800 SPRAY JET+

４．１　乳剤散布機構

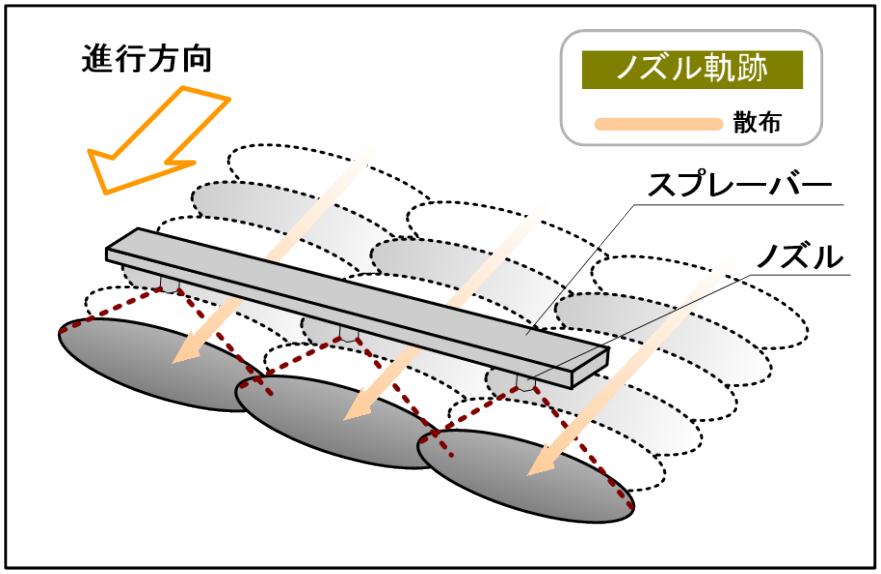
ＳＰＡＦは 1996 年頃から主に排水性舗装用アスファルトフィニッシャとして活用されはじめ、既に国内では汎用的な機械となっています。ＳＰＡＦの使用により、タックコートの養生時間の削減だけでなく、施工機械のタイヤへの付着によるタックコート面の剥脱防止に寄与します。

乳剤散布装置は、乳剤タンク、乳剤ポンプ及びスプレーバーと呼ばれる散布ノズルから構成され、乳剤タンクに貯蔵された乳剤はポンプによりスプレーバーに送られ路面に散布されます。

*ＰＯＳＭＡＣ*では乳剤・分解剤同時散布機構の装備が可能なＳＰＡＦを使用しており、乳剤散布機構はトラバース方式、パルススプレー方式といった間欠散布方式となります。両方式とも一定の周期で散布と停止を繰り返すことで乳剤散布量を制御します。



【トラバース方式】キャタピラージャパン社製 SP61



【パルススプレー方式 】Voegele SUPER 1800-2 SPRAY JET+

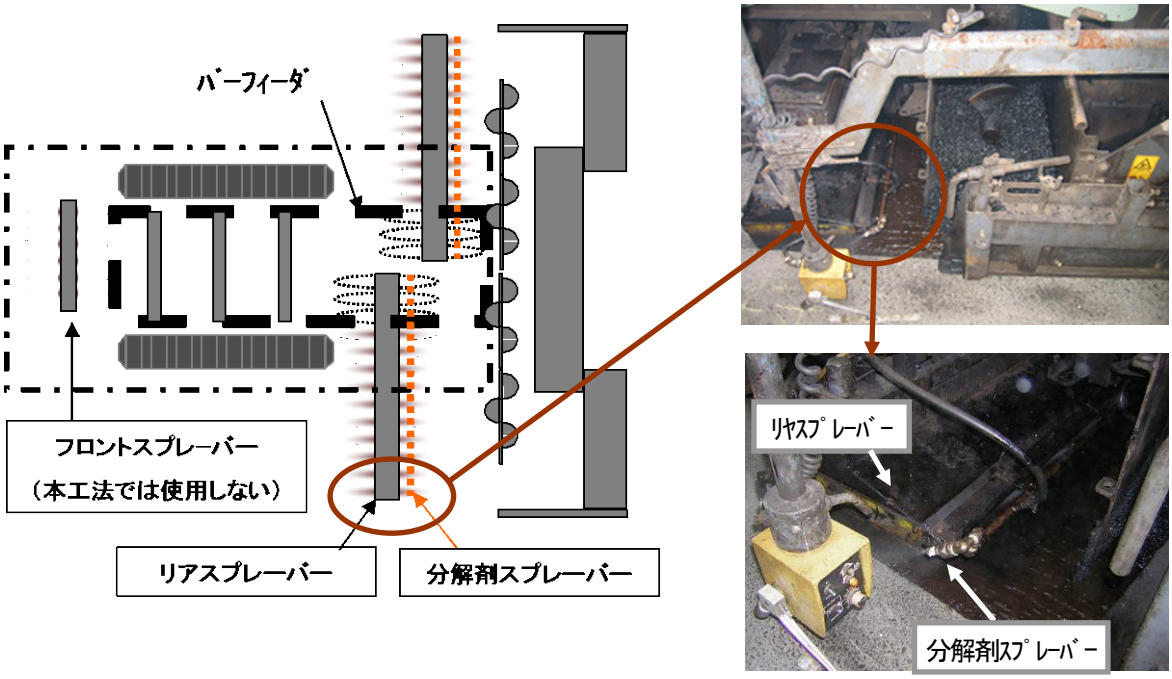
４．２　強制分解機構

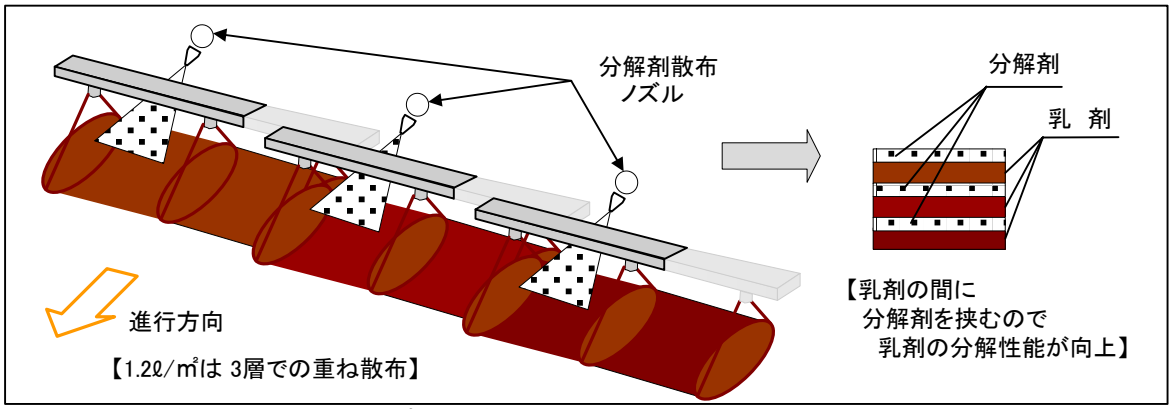
本工法では乳剤を多量散布するため、舗設中の乳剤の膜厚を一定にすることや、舗設後の降雨による流出を回避する必要があります。そのため、乳剤を早期に分解させることが要求されます。

舗設後に分解剤を散布して乳剤の分解を図る方法もありますが、混合物の連続空隙等の問題から乳剤表面まで均一に浸透しないことや、未分解の乳剤が長時間残存することなど問題が多く、混合物の敷きならし直前で、かつ乳剤散布と同時に分解剤を散布する強制分解機構をＳＰＡＦに装着しています。

(1) トラバース方式の分解剤散布装置を装備した例

距離センサーにより乳剤を均一に散布できるだけでなく、乳剤の多量（1.2ℓ/m²）散布時では３層での散布となるため、分解剤同時散布による分解性能がさらに向上します。

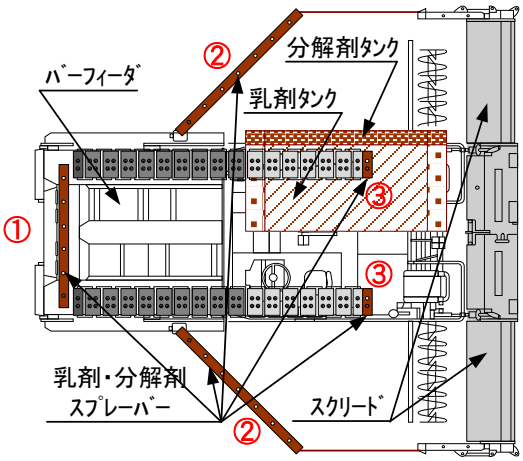


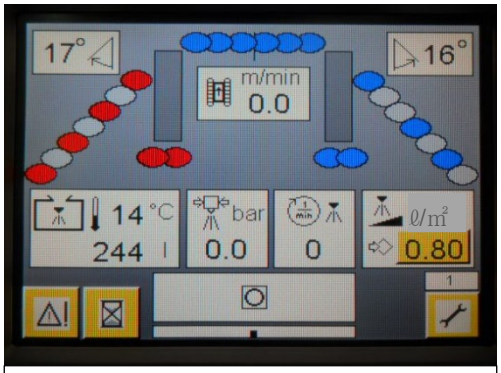


トラバース方式のキャタピラージャパン社製 SP61 に分解剤散布機構を装着した例

(2)【パルススプレー方式 】Voegele SUPER 1800 SPRAY JET+の分解剤散布装置を装備した例

乳剤・分解剤スプレーバーはプッシュローラ下部、左右スクリード前部、左右クローラ後部の合計 5 本(ノズル計 24 個)で構成されます。なお、左右のスクリード前部に配置される乳剤・分解剤スプレーバーは、スクリードの伸縮に連動し、施工幅員に応じて散布するノズル数が制御・管理され、乳剤散布装置付 AF の最も前方に設置された乳剤スプレーバー（プッシュローラ下部）が、散布を開始・停止した位置を記憶し、他の乳剤スプレーバーも同位置で散布・停止も自動制御されます。また、ノズルモニタリングシステムを装備し、乳剤散布ノズル内のジェットバルブスプール位置を検出することで、施工中に乳剤が散布されていることを自動感知し、乳剤を散布していないノズルはパネル上で赤く表示されます。



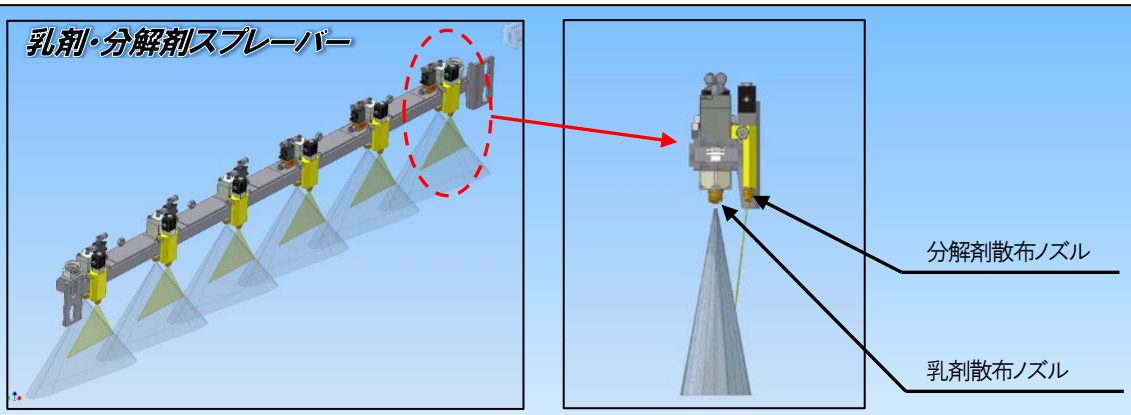


ノズルモニタリングシステム

① 乳剤・分解剤スプレーバー（プッシュローラ下部）

② 乳剤・分解剤スプレーバー（左右スクリード前部）

③ 乳剤・分解剤スプレーバー（左右クローラ後部）

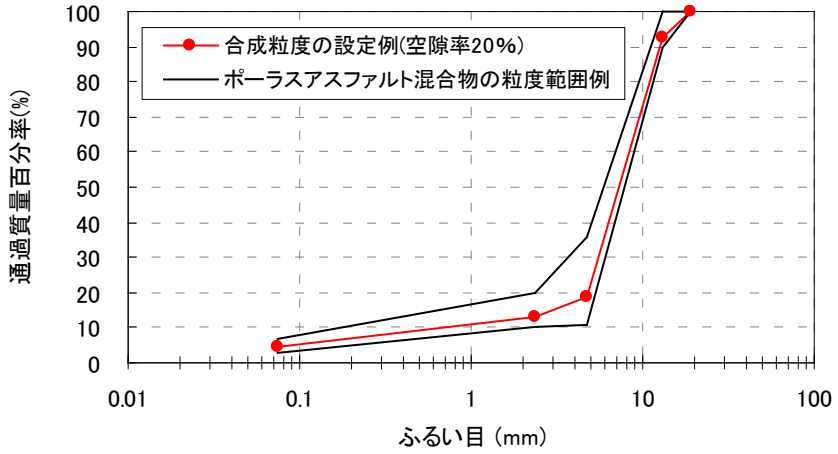


パルススプレー方式により、乳剤散布ノズルと個々に対をなして分解剤散布ノズルが作動します。分解剤の噴射開始時間は乳剤噴射の 0.1 秒遅れに設定されているため、確実に分解剤を乳剤にぶつけることができ、散布される乳剤の分解促進が行えます。

５．ＰＯＳＭＡＣに用いる舗装材料

５．１　ポーラスアスファルト混合物

母体となるポーラスアスファルト混合物は通常の排水性舗装に用いられるものと同じで、地域や交通量等より異なる各要求性能に応じて空隙率、最大粒径、バインダの種類を選定することが可能です。



５．２　高濃度改質アスファルト乳剤

高濃度改質アスファルト乳剤の品質規格を下表に示します。この乳剤は遮水性能及び分解性能を向上させるため蒸発残留分を 65%以上の高濃度としており、さらに均一な散布を可能にするため機械安定性に優れたものとなっています。

高濃度改質ｱｽﾌｧﾙﾄ乳剤の品質規格

項　　目			品質基準	備　考
エングラー度(25℃)			15以下	JIS K 2208準拠
ふるい残留分(1.18mm)		%	0.3以下	JIS K 2208準拠
粒子の電荷			陽(+)	JIS K 2208準拠
蒸発残留分		%	65以上	JIS K 2208準拠
蒸発残留物	針入度(25℃)	1/10mm	60～100	JIS K 2208準拠
	軟化点	℃	48以上	JIS K 2207準拠
	タフネス(25℃)	N･m	4.0以上	JEAAS準拠
	テナシティー(25℃)	N･m	2.0以上	JEAAS準拠
貯蔵安定度(24h)		%	1.0以下	JIS K 2208準拠

(参考)機械安定性を評価する室内試験(マーロン安定度試験)で5.0%以下

５．３　分解剤

分解剤には食品添加物にも用いられる材料（$NaHCO_3$を主成分）を用いた水溶液を使用しており、環境負荷のない無害な材料となっています。また、分解剤の散布量は乳剤散布量に対して 10%程度を標準とします。

６．ＰＯＳＭＡＣ混合物の性状

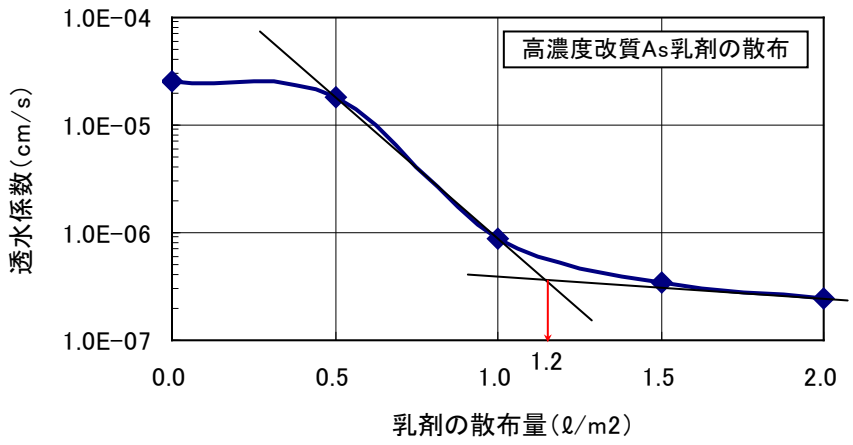
*ＰＯＳＭＡＣ*混合物の主な性状を示します。なお、*ＰＯＳＭＡＣ*混合物は、高濃度改質アスファルト乳剤を多量散布（1.2ℓ/㎡以上）し、即時分解させると同時にポーラスアスファルト混合物を敷きならし、締め固めて仕上げた混合物を言います。

６．１　遮水性能

遮水性能とは、基層以下の耐水性能の有無に係らず不透水性を常に確保する働きを意味するのではなく、既設基層の耐水性能を向上させる働きを指します。ここでは、遮水性能の代表的な指標である透水係数の改善効果を示しますが、透水係数の改善値は対象とする既設基層の性状により異なってきます。また、既設基層の耐水性向上を評価するといった点では、後節で述べる基層の耐水性向上、基層の剥離抵抗性向上についても遮水性能の検証と言えます。

*ＰＯＳＭＡＣ*混合物と粗粒度アスファルト混合物の二層構造とした供試体を用い、乳剤散布量に対する加圧透水試験*を行った結果を下図に示します。

高濃度改質アスファルト乳剤を多量散布（1.2ℓ/㎡ 以上）することで、通常のタックコートでの散布量（0.4ℓ/㎡）に比べ透水係数が 10^{-1}～10^{-2}（cm/ｓ）程度小さくなり、遮水性能の大幅な改善が見込めます。また、遮水性能の改善効果がほぼ安定する散布量として 1.2ℓ/㎡を標準とします。



＊試験条件

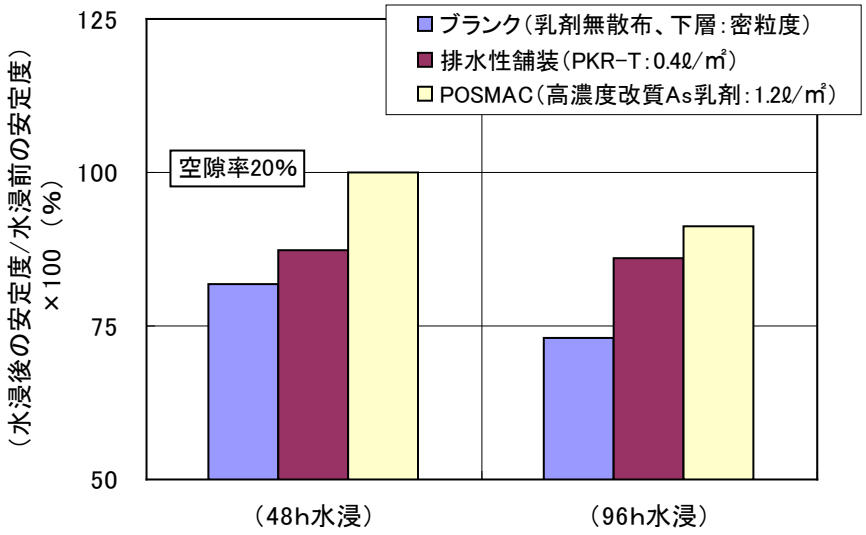
透水係数は 24 時間加圧（150kPa）後の 10 分間での透水量で算出

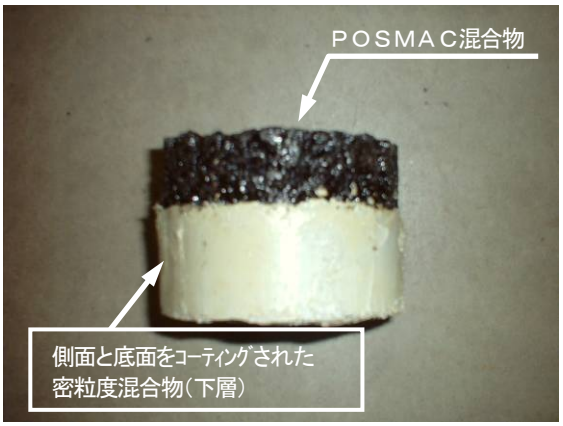
透水が確認できない場合はさらに 24 時間加圧（500kPa）で実施

６．２　基層の耐水性向上

*POSMAC*混合物と密粒度アスファルト混合物の二層構造とした供試体を用い、水浸（60℃）前後の基層のマーシャル安定度を測定して基層の耐水性の評価を行った結果を下図に示します。なお、供試体は基層部分の側・底面をコーティングし、基層に作用する水を表層と基層の界面に限定しています。

POSMAC（高濃度改質アスファルト乳剤：1.2ℓ/m²）は通常の排水性舗装（PKR-T：0.4ℓ/m²）に比べ、基層の水浸前後でのマーシャル安定度の比率が大きく、基層混合物の脆弱化を遅延し、耐久性を持続させる効果があります。





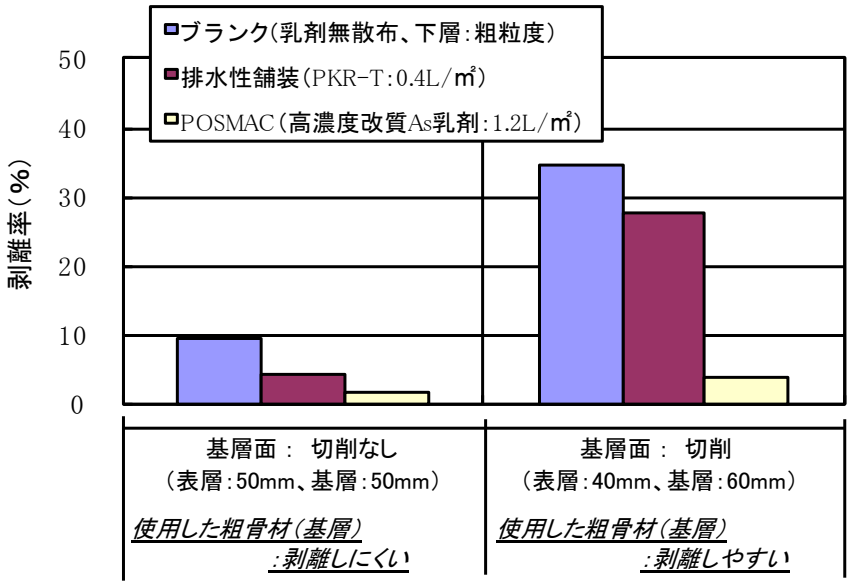
（水浸時での供試体）

（水浸後での供試体）

６．３　基層の剥離抵抗性向上

*ＰＯＳＭＡＣ*混合物と粗粒度アスファルト混合物の二層構造とした供試体（長さ 300×幅 300×厚さ 100㎜）を用い、水浸ホイールトラッキング試験*を行った結果を下図に示します。

ＰＯＳＭＡＣ（高濃度改質アスファルト乳剤：1.2ℓ/㎡）は通常の排水性舗装（PKR-T：0.4ℓ/㎡）に比べ、基層の剥離率が小さく、直接雨水等が作用する基層に対して剥離抵抗性を大幅に改善し、耐久性を向上させます。また、（社）日本アスファルト乳剤協会と旧 JH 試験研究所との共同研究結果においても、*ＰＯＳＭＡＣ*混合物が良好な剥離抵抗性を有しているとの結果（資料-２参照）が得られています。



＊試験条件

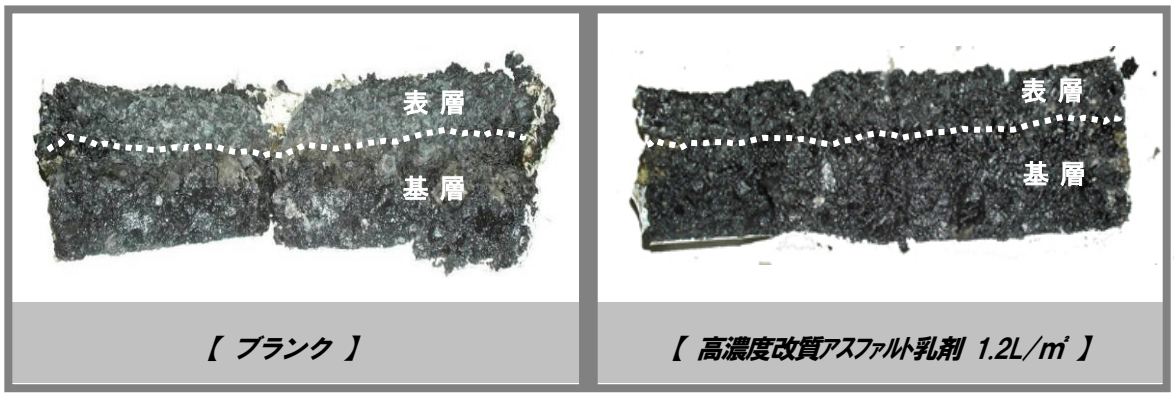
「舗装調査・試験法便覧」で示される試験条件とは以下の点で異なる

① 下層供試体にはポーラスコンクリート版でなくアスファルト混合物を使用

② 表層からの浸水のみを想定し、供試体（二層構造）の底側面をシール

③ 型枠の底板には無孔板を使用

④ 試験水位は供試体上面より 1cm 上に設定



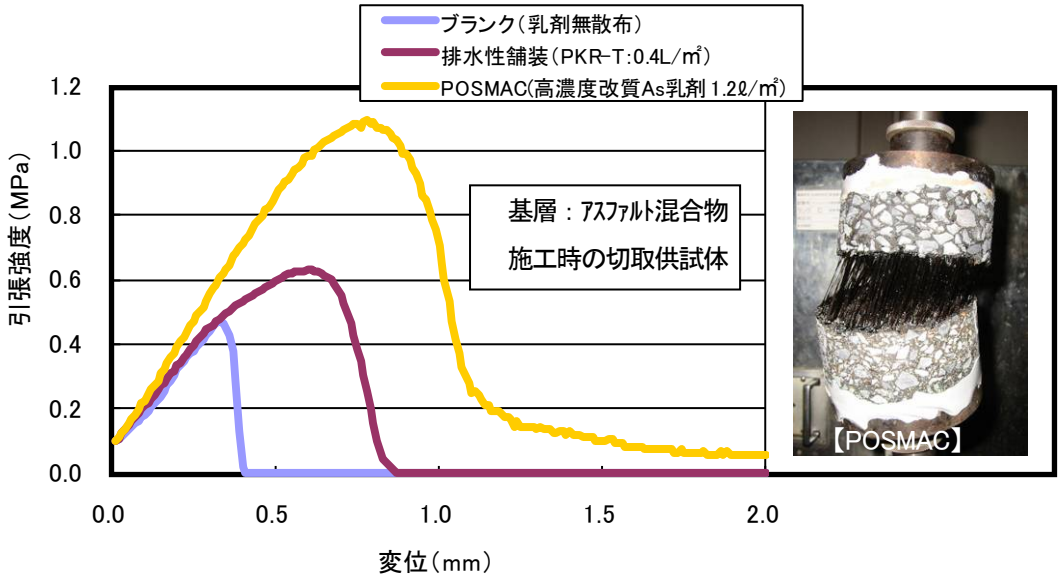
【 ブランク 】　　【 高濃度改質アスファルト乳剤 1.2L/㎡ 】

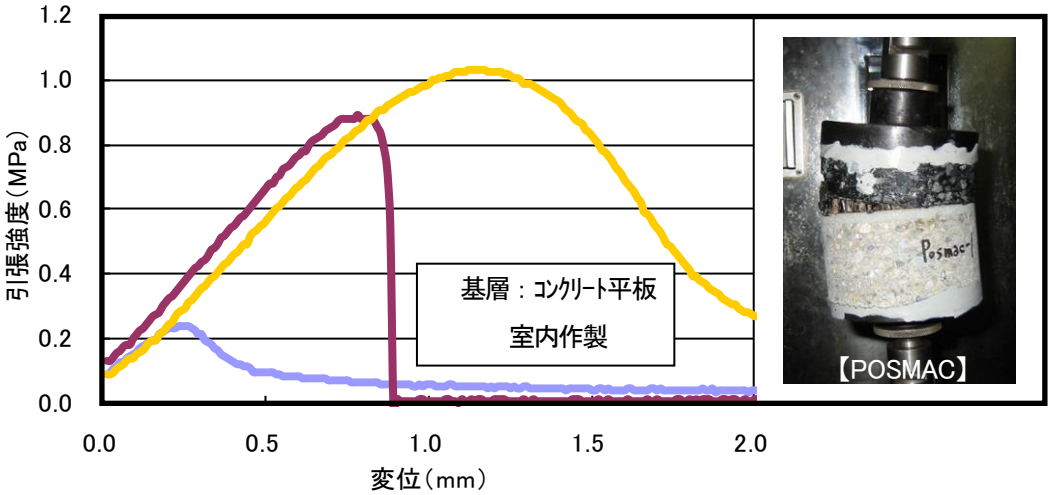
表層:ﾎﾟｰﾗｽｱｽﾌｧﾙﾄ混合物(4cm)、基層:粗粒度ｱｽﾌｧﾙﾄ混合物(6cm)

６．４　付着性能

*POSMAC*混合物と密粒度アスファルト混合物の二層構造とした供試体、および*POSMAC*混合物とコンクリート平板の二層構造とした供試体を用い、引張試験*（JEAAT-5 に準拠）を行った結果を下図に示します。

POSMAC（高濃度改質アスファルト乳剤：1.2ℓ/m²）は通常の排水性舗装（PKR-T：0.4ℓ/m²）に比べ、既設舗装面との付着性能が向上します。さらに、高濃度改質アスファルト乳剤を多量散布（1.2ℓ/m²）することで、引張強度と共に付着エネルギーに大きな効果が確認され、付着性能において優位性があることが分かります。





＊試験条件

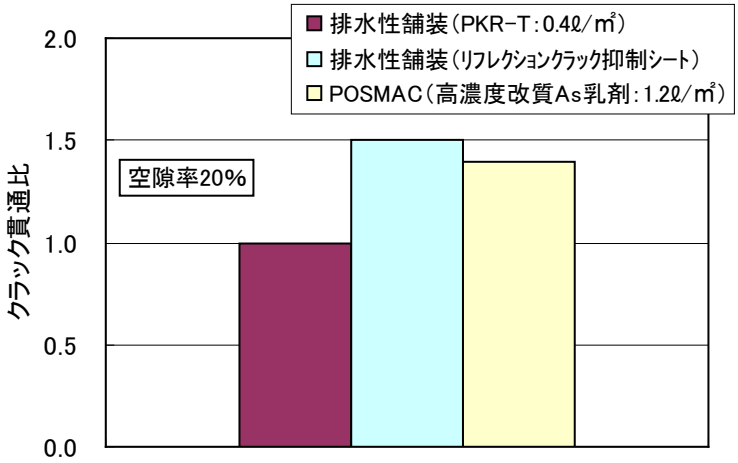
① 引張速度:60mm/min

② 試験温度:20℃

６．５　リフレクションクラック抑制効果

*POSMAC*混合物と密粒度アスファルト混合物の二層構造とした供試体(長さ290×幅100×厚さ90㎜)を用い、繰返し載荷試験を行った結果を下図に示します。この試験はホイールトラッキング試験機を使用して行ったクラック抑制舗装評価試験*であり、下層混合物（t=5cm）にはクラックを想定した3㎜幅のカッター目地を入れて表層上部にクラックが貫通するまでの車輪通過回数を計測しています。クラック貫通比は通常の排水性舗装（PKR-T：0.4ℓ/㎡）を想定した場合でのクラックが貫通するまでの車輪通過回数を基準に比で示したものです。

*POSMAC*は表基層界面にリフレクションクラック抑制シートを敷設した場合と同程度のリフレクションクラック抑制効果が期待できます。



＊試験条件

① 載荷荷重:1,079N　② 試験温度:20℃

（引用文献）

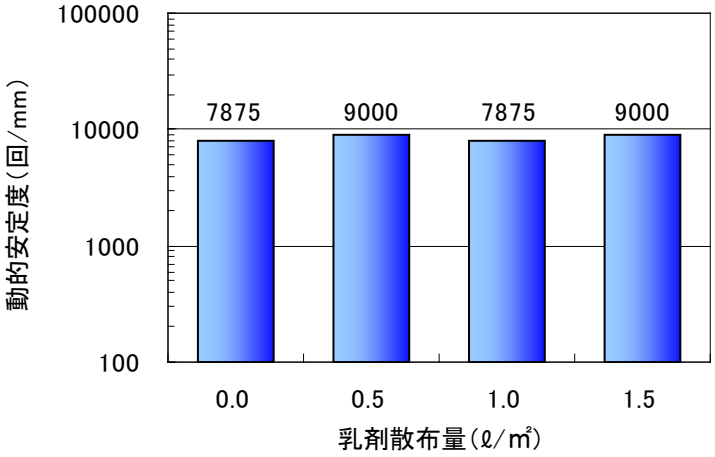
池田拓哉:「室内試験によるひび割れ防止材の評価方法 ー試験方法を定めるまでの過程ー」,道路建設 No.487, pp.61-67, 1988.8

（繰返し載荷試験状況）

６．６　塑性変形抵抗性

*POSMAC*混合物の塑性変形抵抗性を確認するため、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量を変えてホイールトラッキング試験*を行った結果を下図に示します。

乳剤散布量に関係なく動的安定度（ＤＳ）は一定の値で推移しており、乳剤を多量散布することによるＤＳへの影響はありません。また、(社) 日本アスファルト乳剤協会と旧 JH 試験研究所との共同研究結果においても、*POSMAC*混合物（高濃度改質アスファルト乳剤：1.2ℓ/㎡）が良好な塑性変形抵抗性を有しているとの結果（資料-３参照）が得られています。



*試験条件：「舗装調査・試験法便覧」参照

使用ｱｽﾌｧﾙﾄ	ﾎﾟﾘﾏｰ改質ｱｽﾌｧﾙﾄH型
ｱｽﾌｧﾙﾄ量	4.8%
最大粒径	13mm
空隙	20%
厚さ	5cm
乳剤散布	型枠に塗布

７．ＰＯＳＭＡＣの管理（出来形・品質）

*POSMAC*での管理（出来形・品質）は発注者の示す共通仕様書に準拠します。また、標準的な管理限界例を下表に示します。

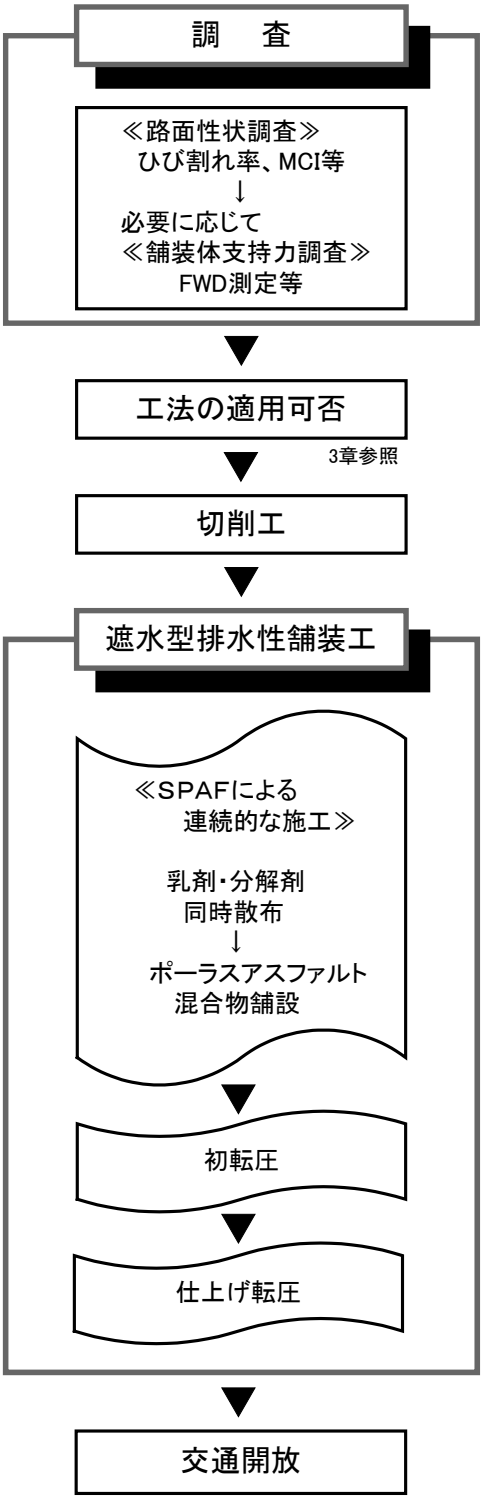
POSMACの管理項目と管理限界の参考例

項　　目	頻度	管理限界	備　考
厚さ	1,000m^{2}ごと	－0.7cm以上	
幅	100mごと	－2.5cm以上	
平たん性	車線ごと全延長	2.4mm以下	
締固め度	1,000m^{2}に1個	基準密度の94％以上	切取り供試体による
浸透水量	1,000m^{2}ごと	1000mℓ/15s以上	現場透水試験による
乳剤散布量	1回/工事	1.2ℓ/m^{2}以上	事前にｷｬﾘﾌﾞﾚｰｼｮﾝ
乳剤の材料検収	1回/工事	設計数量以上	使用数量の確認[注1)]

注1）乳剤の材料検収は、SPAFへの乳剤供給量を示す伝票を累積し、最終的にSPAFに残った乳剤量を減じて、総使用数量を算出する

８．ＰＯＳＭＡＣの施工フロー

*ＰＯＳＭＡＣ*における施工フローを下図に示します。*ＰＯＳＭＡＣ*を施工するにあたり、事前に路面調査や必要に応じて支持力調査による構造面からの十分な検討が必要となります。施工面に関しては通常のアスファルト舗装と変わらぬ良好な施工が可能であり、ＳＰＡＦを使用することで、乳剤散布から敷きならしまでの工程が連続施工となります。



≪路面性状調査≫

≪舗装体支持力調査≫

≪路面切削状況≫

≪舗設状況≫

≪乳剤・分解剤同時散布≫

≪転圧状況≫