

加熱混合物による薄層表面処理工法の開発

(株)NIPPO コーポレーション 技術開発部 杉本 憲治
(同) 佐々木 昌平
(同) 多賀 健太郎

1. はじめに

現在、我が国の国・地方を合わせた長期債務残高は、対 GDP(Gross National Product)比 150%超となる見込み(平成 18 年度末)である¹⁾。この縮減に向け、平成 19 年度予算においても歳出の抑制・見直しが行われている。このような背景のもと、道路分野では投資額減少の継続だけでなく、本来当該分野へ投資されるべき道路特定財源が一部一般財源化されることとなり、更なるコスト縮減が求められている。

道路舗装においては、舗装の延命化を図ることで修繕費用を削減する予防的維持工法が従来から採用されているが、今後多用されることが期待されている。なかでも施工が簡易で比較的低コストな乳剤系表面処理工法が注目されているが、骨材飛散や耐久性の欠如等の課題が指摘されている²⁾。

筆者らは、これらの課題を解決すべく開発に取り組み、耐久性があり、かつ経済性・施工性に優れた加熱混合物による薄層表面処理工法を実用化した。本文では、当該工法の開発経緯を述べるとともに、材料特性や施工結果などについて報告する。

2. 加熱混合物による薄層表面処理工法の概要

今回開発した加熱アスファルト混合物(以下、As 混合物)による薄層表面処理工法(以下、本工法)は、8%程度の空隙を有する最大粒径 5mm の密粒系 As 混合物を、乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ(以下、SPAF)で薄層(平均厚 15mm)に敷きならし、ローラ

で締め固めて仕上げるものである。工法の概要を図-1に示す。本工法は、表面処理工法のうち舗装施工便覧³⁾でいうカーペットコートの施工性、耐久性を改善した工法と位置付けることができる。

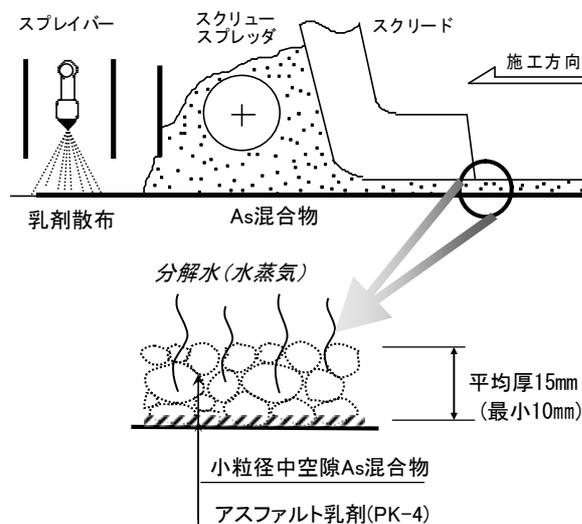


図-1 本工法の概要図

3. 工法の開発検討

3-1 開発コンセプト

本工法の開発に当たっては、我が国の道路の現状(図-2)を勘案して、適用箇所を大型車交通量のごく少ない道路に絞り、耐久性、経済性、汎用性に重点を置いて開発コンセプトを以下のように定めた。

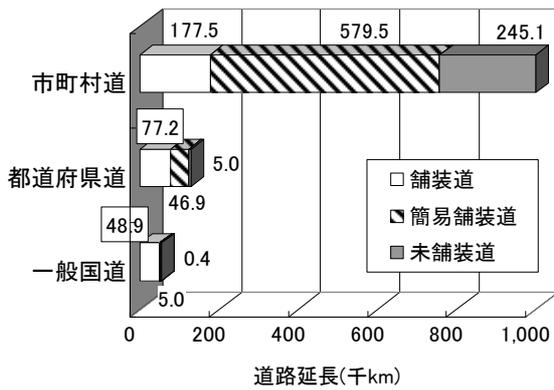


図-2 道路の種類と道路延長⁴⁾ (高速自動車道を除く)

(1) 耐久性

乳剤系の表面処理では骨材の飛散・はく離が多々見られることから、As 混合物を用いこれと同程度の耐久性を目標とする。

(2) 経済性

使用材料を低減し、日施工量を増大することでコスト低減を図ることとし、最大粒径 5mm の As 混合物を SPAF にて薄層で舗設する。

(3) 汎用性

バインダは対象道路も加味し、原則としてストレートアスファルト (以下、ストアス) を、タックコートは PK-4 を、締固め機械は汎用ローラを使用する。

3-2 混合物の配合検討

SPAF では乳剤の散布と As 混合物の敷きならしとを同時に行うため、密粒系 As 混合物では分解水 (水蒸気) によるブリスタリングが懸念される。開粒系 As 混合物は連続空隙があるためその懸念はないが、ストアスによる最大粒径 5mm の開粒系 As 混合物では耐久性に難点がある。

そこで、ブリスタリングが発生せず、かつ適度な強度を有する As 混合物の配合検討を次のようにして行った。

(1) ブリスタリング発生を抑制する空隙率の検討

ブリスタリングが生じない As 混合物の空隙率を探るため、以下に示す強制ブリスタリング試験を実施した。試験は、既往文献⁵⁾を参考に図-3 に示すようにコンクリートベース (t=35mm) 上に、試験混合物 (t=15mm) を舗設した二層系供試体 (300mm×300mm) の中央部の上下層界面に、試験温度に応じた飽和蒸気圧相当の圧縮空気を送り込み、表面が隆起した場合をブリスタリングとみなして行った。試験温度は 45℃と 60℃との2水

準とし、空気圧はそれぞれ 9.8kPa、19.6kPa とした。試験は、各温度ごとに試験混合物の配合を変えることで空隙率を変化させ、表面の隆起高さをダイヤルゲージで測定した。その結果を図-4 に示す。これより、空隙率が 7%程度以上であればブリスタリングが発生しないことが確認できた。

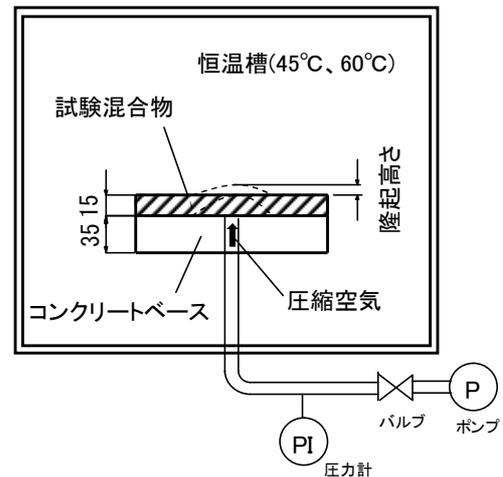


図-3 強制ブリスタリング試験の概要

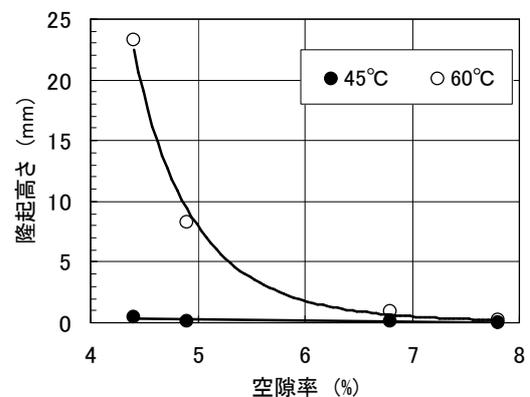


図-4 強制ブリスタリング試験結果

(2) 耐久性の評価

通常の As 混合物と同程度の耐久性を目標としていることから、評価指標としてマーシャル安定度と動的安定度を採用し、その基準値をそれぞれ 4.9kN、500回/mm とした。バインダはストアスとポリマー改質アスファルト II 型 (以下、改質 II 型) の 2 種類とし、空隙率を変えた配合でマーシャル安定度試験と、密粒度混合物 (t=35mm) 上に、試験混合物 (t=15mm) を舗設した二層系供試体 (300mm×300mm) でホイールトラッキング試験を行った。その結果を図-5、6 に示す。これより、期待する耐久性を確保するためには、ストアスでは

8%以上、改質Ⅱ型では5%以上の空隙率を確保する必要
があることがわかる。

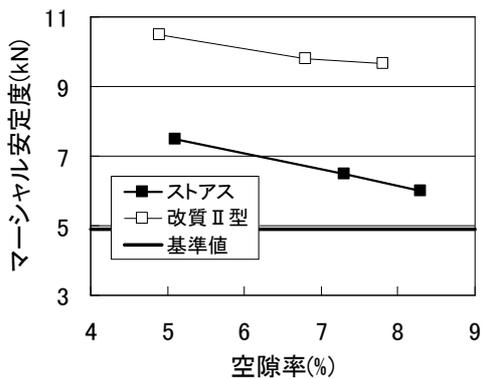


図-5 マーシャル安定度試験結果

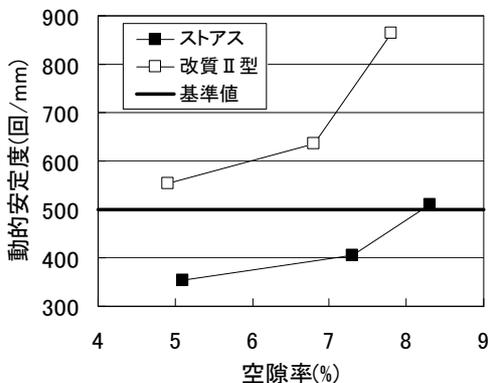


図-6 ホイールトラッキング試験結果

(3) 基準配合

以上より、本工法に用いる As 混合物の基準配合と品質基準は表-1 に示すとおりとした。

表-1 本工法用 As 混合物の基準配合と品質基準

粒度範囲	通過質量百分率 (%)	13.2mm	100
		4.75mm	85~100
		2.36mm	25~45
		300 μ m	7~15
		75 μ m	4~8
アスファルト量 (%)		5~7	
空隙率 (%)		7以上	
マーシャル安定度 (kN)		4.9以上	
動的安定度 (回/mm)		500以上	

4. 特性の確認

本工法で表面処理した路面の特性を確認するため、以下の試験を実施した。

4-1 実物大繰返し載荷試験機による促進試験

供用後の路面の変化を把握するため、密粒度 As 混合物による舗装上に本工法用 As 混合物を平均厚 15mm で舗装し、写真-1 に示す実物大の繰返し載荷試験機により促進試験を実施した。表-2 に試験条件を示すが、荷重条件は小型貨物自動車を想定して設定した。58,000 輪まで通過させたが、骨材の飛散やはく離は見られず良好な路面状態が継続した。車輪の通過に伴いモルタル分が上昇しキメが細くなる(写真-2)ものの、図-7 に示すように十分なすべり抵抗性を有していることが確認できた。



写真-1 実物大繰返し載荷試験機

表-2 試験条件

試験温度	室温(約35℃)
輪荷重	17kN
接地圧	0.36MPa



試験前 58,000 輪通過後
写真-2 試験前後の供試体表面のキメ

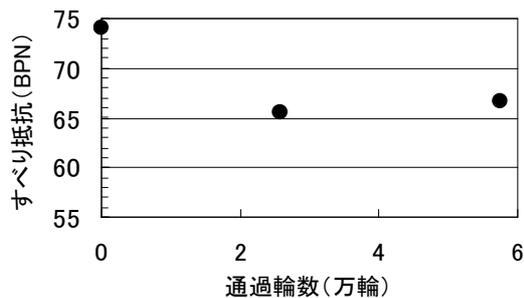


図-7 すべり抵抗値の変化
(振子式スキッドレジスタンステスタによる測定)

4-2 骨材飛散抵抗性試験

車輪のすえぎりなどによる骨材飛散に対する抵抗性を把握するため、すえぎり試験を実施した。比較のため開粒度 As 混合物についても行った。生活道路や駐車場等における普通自動車(車両重量 2t) によるすえぎりを想定した条件(表-3)で実施した。結果を図-8 に示す。これより、本工法のすえぎり抵抗性は、開粒度 As 混合物と比較し十分優れていることがわかる。

表-3 試験条件

試験温度	60℃
輪荷重	4.9kN
接地圧	0.1MPa

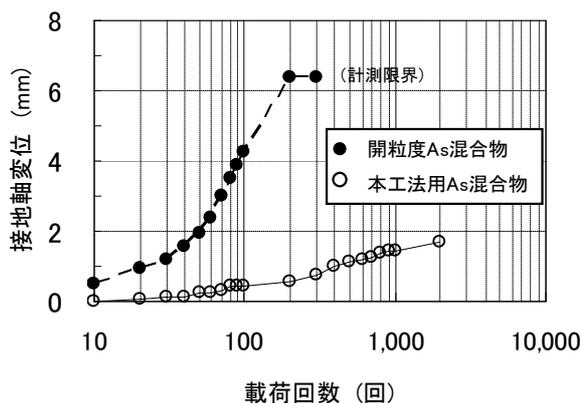


図-8 すえぎり試験結果

5. 試験施工

本工法の実路での適用箇所を想定し、路面が老化し、一部横断方向に凹凸の見られる構内道路において試験施工を実施した。施工状況を写真-3 に示す。試験では施工性の確認は勿論、薄層ゆえ混合物の急激な温度低下が

予想される寒冷期対策を検討すべく、敷きならし後の As 混合物の温度変化を測定した。また、ブリスタリングの発生の有無を目視および横断プロファイルメータで確認した。



写真-3 試験施工状況

(1) 試験施工概要

- ・施工面積；210 m² (延長 60m×幅員 3.5m)
- ・処理厚さ；平均 15mm (最小厚 10mm)
- ・混合物；小粒径中空隙 As 混合物 (最大粒径 5mm、ストアス)
- ・タックコート；PK-4 (散布量 0.3 l/m²)
- ・使用機械；SPAF、タンデムローラ (7t)、タイヤローラ (20t)

(2) 施工性

施工は通常の舗装と同様の方法で行い、舗設厚さは As 混合物敷きならし時に引きずりが生じないように、最小厚さが 10mm となるように設定して施工した。懸念した引きずりも起こらず施工性に問題はなかったが、後述のように混合物の温度低下が早い為、初期転圧は敷きならし後すぐに行う必要があることを確認した。

(3) 路面性状

施工完了後、路面のすべり抵抗を振子式スキッドレジスタンステスタおよび DF テスタにて測定した。結果を表-4 に示すが、十分なすべり抵抗性を有していると言える。

表-4 路面のすべり抵抗値

すべり抵抗(BPN)		71
動的摩擦係数	μ_{40}^*	0.54
	μ_{60}^*	0.48

* $\mu_{\#}$ は DF テスタによる $\#$ (km/時)のときの動的摩擦係数

(4) 寒冷期対策

敷きならし後の As 混合物の表面および下面（既設舗装との界面）の温度を測定した結果を図-9 に示す。施工時の外気温は 7℃、既設路面温度は 10℃であったが、このような条件下では敷きならし後 3 分程度以内に初期転圧を完了させることが望ましいと言える。また、厳寒期など気象条件のより厳しい場合には、中温化技術の適用などの対策を講じることが必要と考えられる。

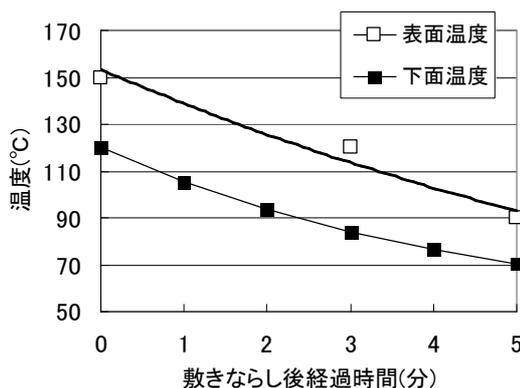


図-9 敷きならし後の混合物温度の経時変化

(5) ブリスタリングの確認

舗設後にブリスタリングが発生するか否かを確認するため、施工直後、1 時間後、2 時間後に目視観察したが、発生は見られなかった。また、舗設翌日に写真-4 に示すように、夏期を想定して路面ヒータにて既設舗装との界面が 60℃超まで加熱して目視観察するとともに、横断プロフィールメータで測定し、路面形状を施工直後と比較したが、変状は見受けられなかった。



写真-4 路面加熱状況

6. 適用事例

実際の道路への適用に先立ち、構内道路に適用した事例の概要を紹介する。

施工は、既設路面上に延長 50m（幅員 4m）に渡り、前述の試験施工と同様の材料および施工編成で行った（写真-5）。なお、既設路面の横断形状が図-10 に示すように、横断勾配がセンターだけでなく端部付近でも変化しており、片側の外側スクリーンを調整することで対応した。

施工性に問題はなく、施工後の路面性状も表-5 に示すように良好な結果が得られた。当該区間の供用期間が 5 ヶ月程度であることや限られた車両のみの供用で交通量がごく少ないことから、追跡調査は実施していないが、目視観察において路面性状に問題は生じていない。



写真-5 施工状況

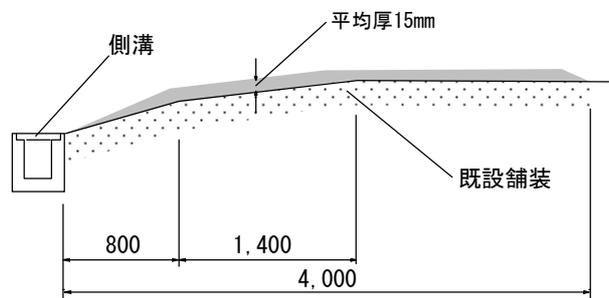


図-10 施工箇所の横断形状

表-5 路面のすべり抵抗値

すべり抵抗 (BPN)		73
動的摩擦係数	μ_{40} ※	0.49
	μ_{60} ※	0.48

※ $\mu_{##}$ は DF テスタによる##(km/時)のときの動的摩擦係数

7. まとめ

道路補修の予算削減への対応策の一つとして、コストパフォーマンスに優れた加熱混合物による薄層表面処理工法の開発を行ってきた。今後、実道に適用するに当たり、次のような効果が期待できる。

①耐久性

As 混合物を使用する工法であり、従来の乳剤系の表面処理工法に比べ耐久性が格段に向上し、舗装の延命化につながる。

②経済性

薄層にすることで使用材料を低減するとともに、SPAF で施工効率を向上させることでコストを大幅に削減することができる。施工規模や施工条件によるが、通常のオーバーレイ工法の 50%程度にコストを抑えることも可能となる。

③汎用性

SPAF の運転技術に特殊性はあるものの、他には特殊資機材、特殊技術を必要とせず適用地域が限定されない。

④交通規制時間の短縮

タックコート工が省略できることや舗設後の温度低下が早いこと、さらには乳剤混合物のような養生時間が不要なことから交通規制時間を短縮できる。

⑤7号砕石の有効利用

6号砕石を主体とした排水性舗装の需要拡大で生産過多となっている7号砕石を有効活用することができる。

⑥管理の軽減

本工法の目的は路面性能の回復であって舗装の構造強化ではないので、出来形管理において厚さ管理は行わず、As 混合物の使用量管理としており管理の軽減が図れる。

8. おわりに

本工法は、主に地方自治体等で管理する生活道路や軽交通道路を対象とした、経済的かつ耐久性のある表面処理工法としての利用が期待できる。さらに、既設舗装の延命化による地球環境への負荷低減、すべり抵抗性改善による道路利用者の安全性向上などを図ることもできる。つまり、少ない建設投資で優れた舗装路面を、地域社会や道路利用者に提供できる工法といえる。

今後さらに少子高齢化が進むと予想され、公共工事不要論さえ論じられる中、いかに社会資本ストックを有効利用し、機能を維持していくかが大きな課題である。施工者として、次世代へ安心安全な社会資本を引き継ぐために、更なる技術開発を進めていく所存である。

<参考文献>

- 1) 財務省資料
- 2) 成田：散布式表面処理について、アスファルト Vol.41・No.197 (1998)
- 3) 社団法人日本道路協会：舗装施工便覧 (平成 18 年版)、平成 18 年 2 月
- 4) 全国道路利用者会議：道路統計年報 2006 年度版、平成 18 年 8 月
- 5) 上島、菅原：プリスタリング現象に関する一考察、第 10 回日本道路会議論文 No.325 (1971)