

常温施工型加熱アスファルト混合物と その施工機械の開発と実用化

菊地重徳・市岡孝夫

道路舗装部門における主要なCO₂排出源であるアスファルト混合物の製造に伴って発生するCO₂を削減するために、従来のアスファルト混合物よりも低い温度で製造可能なアスファルト混合物の開発に取り組んでいる。本論では、この新しいタイプの「水を添加することで固まるアスファルト混合物」を施工するために開発したアスファルトフィニッシャの概要について述べる。

キーワード：道路舗装，施工機械，アスファルトフィニッシャ，散水装置

1. はじめに

アスファルト混合物は、熱可塑性の材料であるため、一般に施工は160℃程度の高温で行っている。そのため、アスファルト混合物の製造に際して、使用する主材料の骨材（碎石，砂等）を180～200℃程度まで加熱する必要があり、これが、道路舗装部門におけるCO₂排出量の大半を占めている。

このような背景の中、筆者らは、骨材加熱温度を低減することにより、製造時のCO₂を大幅に削減でき、かつ可使用時間の長いアスファルト混合物の開発に取り組んでいる。

本報では、水と反応することにより硬化する新しいタイプのアスファルト混合物「常温施工型アスファルト混合物」について概説した後に、この特殊なアスファルト混合物の敷きならし用に新たに開発したアスファルトフィニッシャについて述べる。

2. 常温施工型加熱アスファルト混合物の概要

(1) 概要

常温施工型アスファルト混合物(以下、本混合物)は、加熱アスファルト混合物でありながら、常温での施工性を大幅に改善した新しいタイプのアスファルト混合物である。本混合物の反応概念図は、図-1に示すとおりである。図から、アスファルト被膜の表面を特殊潤滑油でコーティングすることで、常温での作業性を確保するとともに、敷きならし後（転圧前）に、水を散布することで、特殊潤滑油、反応補助材および水が化学反応を起こし固化的ため、所要の強度が得ら

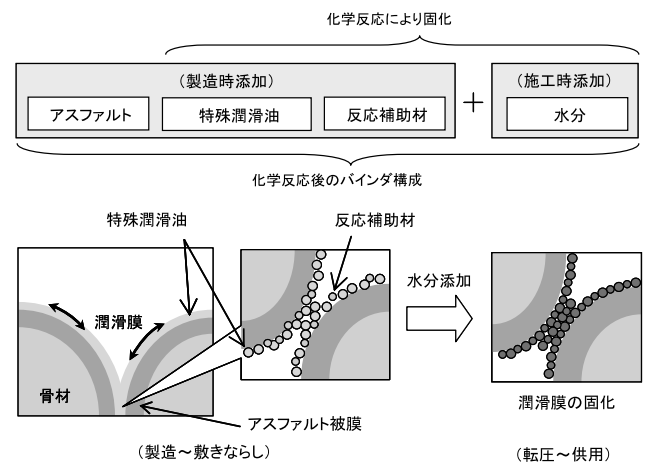


図-1 常温施工型アスファルト混合物の反応概念図



写真-1 常温施工型アスファルト混合物

れるものである。

なお、本混合物の外観は写真-1に示すとおりであり、施工時に規定量の水を加えること以外は、通常の加熱アスファルト混合物と同様に取り扱うことができる。

(2) 特長

本混合物の主な特長は、以下に示すとおりである。

①混合物の長時間運搬・施工が可能

早朝に出荷したアスファルト合材を、夜間に施工することが可能であり、また1台のダンプで数カ所の現場を施工することが可能。

②施工性改善

薄層施工，冬期施工，ダンプ進入不可現場，人力施工での施工性が向上する。

③環境負荷軽減

アスファルトの約3割を植物由来の材料に置き換えることができるため，環境負荷を軽減することができる。

④屋外での貯蔵が可能

あらかじめ施工現場に運搬しておくことが可能。

⑤熱中症対策

敷きならし温度を低く抑えることができるため，特に夏期における作業員環境を改善することができる。

⑥省エネルギー化・製造時のCO₂排出量低減

製造温度およびサイロでの貯蔵温度の低減が可能のため，省エネルギー化およびCO₂排出量の低減が図れる。

⑦その他

一般的なアスファルトプラントでの連続出荷および再生合材への適用も可能。

(3) 適用条件

本混合物が適用可能なアスファルト混合物の種類およびアスファルトの種類は、表-1および表-2に示すとおりである。

表-1 混合物の種類と適用性

混合物の種類	密粒度アスコン	細粒度アスコン	粗粒度アスコン	アス安定処理	再生混合物	開粒度アスコン	排水性混合物
適用性	○	○	○	○	○	○	△

表-2 アスファルトの種類と適用性

アスファルトの種類	ストレートアスファルト	ポリマー改質アスファルト II型	ポリマー改質アスファルト H型	脱色アスファルト
適用性	○	○	△	△

○:適用可能

△:適用注意(混合物性状が低下する可能性があるため)

(4) 使用材料

使用材料(粗骨材,細骨材,フィラー)の物理性状は、表-3および表-4に示すとおりである。使用材料は、通常のアスファルト混合物で使用している材料と同じものを使用する。

表-3 使用材料(粗骨材)

項目	6号砕石	7号砕石	規格値 ^{※)}
表乾密度(g/cm ³)	2.648	2.633	2.45以上
かさ密度(g/cm ³)	2.630	2.604	—
見掛密度(g/cm ³)	2.678	2.682	—
吸水率(%)	0.68	1.11	3.0以下
すり減り減量(%)	10.5	—	30以下

※)各規格値は、舗装設計施工指針に準拠した。

表-4 使用材料(細骨材,フィラー)

項目	粗砂	細砂	石粉
表乾密度(g/cm ³)	2.562	2.642	—
かさ密度(g/cm ³)	2.486	2.570	—
見掛密度(g/cm ³)	2.692	2.768	2.708
吸水率(%)	3.08	2.78	—
すり減り減量(%)	—	—	—

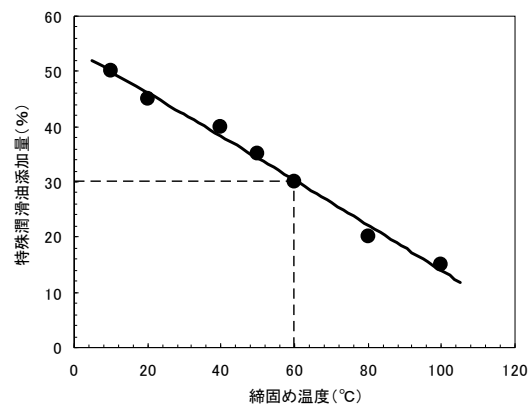
(5) 混合物配合

本混合物の代表的な混合物配合を表-5に示す。標準的な特殊潤滑油の添加割合は、アスファルトの内割で30%であり、反応補助材は特殊潤滑油に対して75%を石粉と置き換える。なお、図-2に示すように特殊潤滑油の添加割合を変化させることで、施工可能温度を変化させることができる。

ここでは例として、密粒度アスファルト混合物(13)、アスファルト量5.5%、締固め温度60℃の場合の配合を示す。

表-5 混合物配合例(密粒度アスコン)

項目	配合割合(%)				
	骨材(砕石,砂)	石粉	反応補助材	アスファルト	特殊潤滑油
通常混合物	89.5	5.0	—	5.5	—
本混合物	89.5	3.8	1.2	3.85	1.65
備考	—	—	特殊潤滑油の75%	—	アスファルトの30%



※1) 混合温度は、いずれも120℃とした。

※2) 各締固め温度における特殊潤滑油の添加量は、各締固め温度において締固め度が100%となる添加量とした。

図-2 締固め温度と特殊潤滑油添加量の関係

(6) 混合物性状

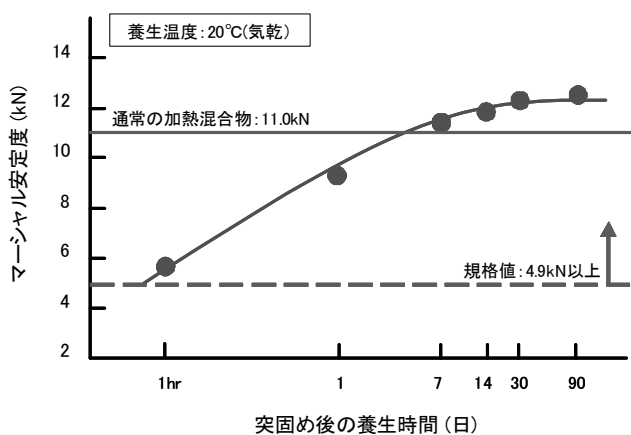
本混合物の混合物性状は、表—6に示すとおりである。表から、本混合物は、締固め温度を50℃とした場合でも、通常の加熱混合物と同等の性状を有していることが分かる。

また、マーシャル供試体の養生時間と安定度の関係を図—3に示す。図から、本混合物は、時間の経過とともに安定度が増加していき、養生開始1時間で規格値(4.9kN)を満足し、養生開始7日後には、通常の加熱アスファルト混合物の値を超えることが分かる。

表—6 代表的な混合物性状

項目	本混合物	加熱混合物	基準値	備考
製造温度(℃)	120	160	—	—
締固め温度(℃)	50	140	—	—
マーシャル安定度(kN)	1時間	5.8	4.9以上	20℃(気乾)で養生
	1日	9.2		
	7日	11.2		
残留安定度(%)	84.7	81.3	75以上	水浸マーシャル
動的安定度 DS(回/mm)	6,000+	520	500以上	
ねじり骨材飛散率(%)	0.7	18.7	—	Bタイプ
曲げ破断ひずみ(×10 ⁻³)	2.3	2.3	—	試験温度-10℃
BPN	65	62	60以上	試験施工ヤード
締固め度(%)	99.7	99.2	94以上	抜取コア密度
D ₀ たわみ量(μm)	450	480	600以下	FWD測定

※1) 各混合物試験の試験実施までの養生時間は、1週間とした
 ※2) BPN, 締固め度およびD₀たわみ量は、構内試験施工実施時に採取した値



図—3 養生時間とマーシャル安定度の関係

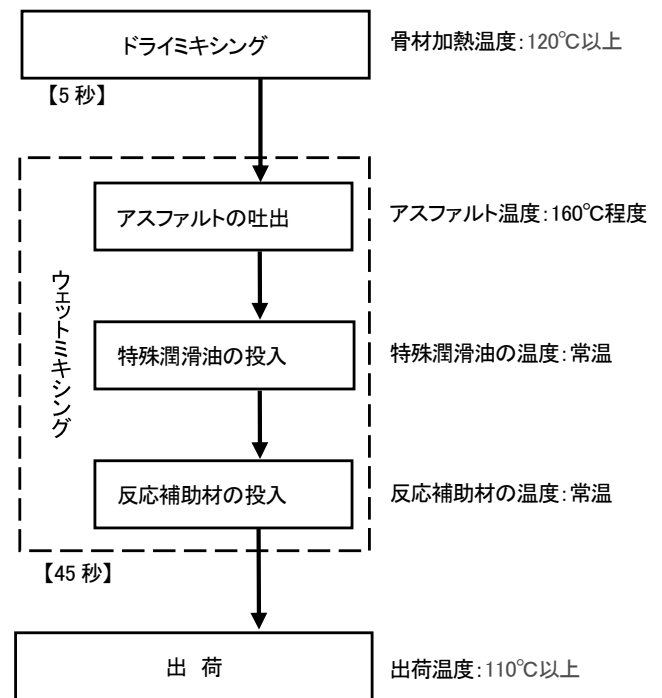
(7) 製造方法

本混合物は、特殊な製造設備を設けることなく、一般的なアスファルトプラントで製造できるが、水分により硬化が促進されるため混合物中に水分が残存すると、練落とし後数分で反応が開始し、作業性が著しく

低下する。

そのため、骨材加熱温度は必ず120℃以上とし、混合物の練落とし温度を110℃以上とする必要がある。また、製造温度の上限については、通常混合物の上限温度以下であれば問題ないことを確認している。図—4に本混合物の製造フローを示す。

本混合物は、特殊潤滑油の添加量を調整することにより、雨水などに曝されることがなければ、練落とし後24時間程度までは、作業性が低下することなく施工することができるものである。



図—4 製造フロー

(8) 施工方法

本混合物の人力による施工方法および施工上の留意点は、以下に示すとおりである。

(a) 敷きならし

本混合物の敷きならしは、通常のアスファルト混合物と同様に行うことができる(写真—2参照)。なお、運搬、屋外での貯蔵および施工時などにおいて、雨などの水分の供給により硬化が開始する恐れがあるので、天気が不安定なときなどはシート養生を十分に行う必要がある。

(b) 散水

強度発現を促進するためには、敷きならし後(転圧前)に水の散布が必要で、散水量の目安は施工厚さが5cmの場合の、1~2L/m²である(写真—3参照)。このとき、散水量が不足すると強度発現が遅れる。また、ホースやバケツなどで直接散水すると散水が不均一になるため、必ずジョウロなどで均一に散水する必



写真一2 敷きならし状況 (敷きならし温度：50°C)



写真一3 散水状況

要がある。

(c) 転圧

本混合物は、散水すると硬化反応が始まるので、散水後は速やか（5分程度以内）にビブロプレートもしくはローラで十分に締め固める必要がある（写真一4参照）。

ここで、施工可能温度を大幅に下回って施工する場合には、作業性が悪化し、十分な締め固めが得られなくなり、また、逆に施工可能温度よりも大幅に高い場合には、散水した水により舗装表面に細粒分が浮き上がり、不安定な状態になることがあるため、適切な施工温度で転圧する必要がある。



写真一4 転圧状況

(d) 交通開放

転圧完了後1時間程度で交通開放が可能である。

3. 施工機械の開発

(1) 専用ペーバの開発

前章で概説したとおり、本混合物は常温での施工性を大幅に改善した新しいタイプのアスファルト合材である。しかしながら、人力での施工ではその施工量に限界があるため、水分で硬化する材料特性を生かした施工を効率的に行うことを目的に、敷きならしと同時に表面に自動散水する機能を備えたアスファルトフィニッシャを開発した（写真一5参照）。



写真一5 専用ペーバ全景

(2) 開発背景

試験施工を重ね、本混合物を有効に施工するための装置を検討した結果、以下の課題を解決する必要があった。

- ①本混合物は水分と反応して硬化する材料特性を有するため、従来のアスファルトフィニッシャに散水装置を設置しなければならない。
- ②散水装置の位置は、バイブレータのON、OFFに関わらず、スクリード後方では水分が有効に浸透しないため、スクリード前方に設置する必要がある。
- ③スクリード前方に滞留した混合物に水を散布すると硬化してしまうため、スクリュウとスクリードの間にスペースを設け、混合物を所定の厚さに粗ならしすることのできる装置を備え、その後方で水を散布する必要がある。
- ④スクリードに混合物の抱えがなくなるとスクリードに浮力が発生しないため、粗ならし装置は上下機構を有し、スクリード前方の滞留量を調整できなければならない。

(3) 専用ペーバの仕様

アスファルトフィニッシャは、HA45C-7を使用し、散水量 $1.0 \sim 2.0 \text{ L/m}^2$ を満足することのできるウォーターポンプ、スプレーノズルを選定した。HA45C-7は、伸縮スクリード部に材料の抱え量を一定に保つための伸縮式モールドボードを標準で備えている。

このモールドボードは上下機構により伸縮スクリードへの混合物溜まり量の調整が可能であることから、左右伸縮部への散水は、この伸縮式モールドボード通過直後で行うこととした。また、散水ノズルの取り付けは、施工幅員の変化に対応できるように、前後左右、上下に調整可能な構造とし、回送時には取り外すことなく本体幅に収まる構造とした（写真一六参照）。



写真一六 散水状況

スクリード本体部前方での混合物粗ならし、散水スペースを設けるため、スクリードアーム延長部材を製作し、スクリードを従来の位置より 300 mm 後退させた。これに伴い、重量バランスを見直した結果、270 kg のフロントウェイトを取り付けることとした。

スクリード本体部前方で混合物を粗ならしする装置として、既存の本体モールドボードと一体構造とした追加のモールドボードをスクリード本体前方に取り付け、混合物溜まり量を調整できる上下調整機構を設けた。また、この上下調整機構は左右 2 分割とし、それぞれのハンドルにより左右ゲートの高さを調整できる構造とした。この既存モールドボードと追加のモールドボードの間につくられたスペースに水配管、散水ノズルを設置し、スクリード本体部へ散水できる構造とした。また、これらの装置は全て組み替え式で標準仕様に変更可能な構造とした（写真一七参照）。

(4) 施工性の確認

①散水能力

散水用のノズル数は、スクリード本体部分 3 個、スクリード伸縮部左右各 1 個配置し、ノズル 1 個当り



写真一七 追加モールドボードと散水装置

の散水量は実測で 2.4 L/min となり、施工速度 $1.0 \sim 3.0 \text{ m/min}$ 、施工幅員 $2.0 \sim 4.5 \text{ m}$ において液体散布量 $1.0 \sim 2.0 \text{ L/m}^2$ を満足できる仕様となった。また、アスファルトフィニッシャに積載できるタンク容量には限りがあるため、水タンクは 300 L とし、連続施工で 25 min もしくは 200 m^2 毎の補充が必要となる。

②施工性

スクリード前方に設置したモールドボードにより粗ならしした混合物に散水することで、混合物下部まで水分を確実に浸透させることができた。また、スクリード前方に滞留する混合物の量を調整することで、混合物の硬化による仕上がり面への悪影響も見られなかった。

また、スクリードアームを延長したことによる機械の重量バランス、混合物抱え込み量増加に伴う必要牽引力、ステアリング性能への影響も問題ないことが確認できた。

4. 今後の展開

本混合物は通常の加熱合材のように材料を貯蔵するホットサイロが不要で、作り置くことができる。このため、フレコンパックのような形で長距離運搬すれば近くに合材工場がない地域でも施工が可能である。

そこで今回、写真一八に示すようなフレコンパックカッターを製作し、ホップ部に装着したが、材料供給のたびにフィニッシャが停止しなければならない状態となった。今後、フレコンパック等を用いて長距離運搬した場合の施工方法をさらに検討していきたい。

5. おわりに

本報「常温施工型アスファルト混合物」は当社で製品名「マイルドミックス」として商品化しており、今



写真—8 フレコンバック貯蔵合材の施工状況

後大いに販売実績をあげていこうと考えている。

また、本報常温施工型アスファルト混合物専用ペーパーは製品名をマイルドミックスペーパーとして商品化した。

最後になりますが、本報マイルドミックスペーパーの開発に多大の協力を頂いた住友建機(株)殿に深く感謝申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 畠山ほか：中低温度域で施工可能な超薄層オーバーレイ工法の開発、道路建設、平成21年9月、p.28～34
- 2) 畠山ほか：水分添加により強度発現する常温施工型アスファルト混合物に関する一検討、第64回土木学会年次学術講演会、論文番号V-028、平成21年9月
- 3) 畠山ほか：常温施工型アスファルト混合物の超薄層オーバーレイ工法への適用について、第28回日本道路会議、論文番号320013、平成21年10月

【筆者紹介】

菊地 重徳 (きくち しげのり)
前田道路(株)
製品事業本部 機械部
係長



市岡 孝夫 (いちおか たかお)
前田道路(株)
技術本部 技術部
課長代理



平成22年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■B5判 約720ページ

- 一般価格 7,700円（本体7,334円）
- 会員価格（官公庁・学校関係含） 6,600円（本体6,286円）
- 送料（単価） 600円（但し沖縄県を除く日本国内）
注1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。
注2）沖縄県の方は(株)沖縄建設弘済会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>