

ミノコートのじょく層に関する検討結果

三野道路株式会社

1. はじめに

ミノコート（以下、MK）は、中温化剤、改質剤、植物繊維からなる特殊改質剤（ミノコートバインダ）を添加した、最大粒径 5mm のアスファルト混合物を平均厚 15mm 程度で敷均し、締固めを行う表面処理工法である。本工法の特長として、高いひび割れ抑制効果が期待できることから、切削オーバーレイ工事や打換え工事等におけるじょく層（リフレクションクラック抑制層）として適用が可能であれば、廃材の排出量や施工に関わるコスト低減等に大きく寄与できると考えられる。

以上のことを踏まえ、本検討では、MK 混合物をじょく層として用いた場合の適用性について室内評価試験を実施した。本書は、その検討結果を報告するものである。

2. 評価項目および内容

本検討では、表-1 に示す内容について性能評価試験を実施した。

表-1 評価項目および内容

評価項目	試験方法	評価指標	備考
強度特性	マーシャル安定度試験	マーシャル安定度 (kN)	
	水浸マーシャル安定度試験	残留安定度 (%)	
はく離抵抗性	水浸ホイールトラッキング試験	はく離状況 (目視)	
防水性	加圧透水試験	透水係数 (cm/s)	
たわみ性	曲げ強度試験	曲げ強度 (Mpa), 破断ひずみ	試験温度: -10°C, 20°C
疲労抵抗性	繰返し曲げ試験	疲労破壊回数 (回)	試験温度: 0°C, 20°C

(1) 強度特性

MK 混合物の強度特性および耐水性を評価するために、マーシャル安定度試験および水浸マーシャル安定度試験を実施した。なお、本試験では、比較混合物として密粒度アスファルト混合物 (13) についても評価を行った。

(2) はく離抵抗性

本試験では、MK 混合物のはく離抵抗性を評価するために、表-2 および図-1 に示す条件により水浸ホイールトラッキング試験を実施した。また、試験供試体の基層混合物と MK 混合物の層間の付着には、ゴム入り乳剤を使用し、MK 混合物の敷設後に MK 混合物をなじませるために 1hr のプレロードを実施した。なお、試験時の水位は、MK 混合物の上面とした。

また、本検討では、基層がコンクリート舗装の場合も想定し、粗面仕上げを施したコンクリート平板上に MK 混合物を敷設したものについても試験を実施した。

表-2 水浸ホイールトラッキング試験水準

試験項目	供試体種類	厚さ (mm)			枚数
		ポーラスAs	MK	粗粒	
水浸ホイールトラッキング試験	ポーラスAs+MK+粗粒	35	15	50	各2
	MK+粗粒	—	15	50	
	MK+Co平板	—	15	60	

※MK 敷設後に 1hr のプレロードを実施

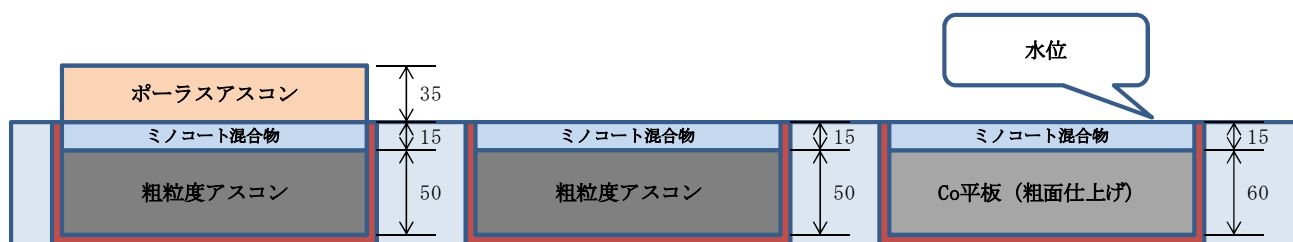


図-1 水浸ホイールトラッキング試験条件

(3) 防水性

MK 混合物の防水性を評価するために、表-3 示す水準により加圧透水試験を実施した。本試験では、供試体の作製方法による透水係数のばらつきを防ぐために、マーシャル供試体およびホイールトラッキング供試体からの抜き取りコアの両方により試験を実施した。また、基層混合物と MK 混合物との付着には、水浸ホイールトラッキング試験と同様に、ゴム入り乳剤を使用し、MK 混合物の敷設を行った。なお、MK 混合物の圧密による防水性能の違いについても評価を行うために、ホイールトラッキング供試体を使用したものについては、プレロードの有無による評価も実施した。

表-3 加圧透水試験水準

試験項目	供試体種類	厚さ (mm)	供試体作製方法	本数
加圧透水試験	粗粒単体	50	WT	各3
	MK単体	20	WT	
			マーシャル	
	MK+粗粒	MK20 + 粗粒50	WT	
MK (プレロード) + 粗粒	マーシャル			
			WT	

※プレロードは 1hr 実施

(4) たわみ性

MK 混合物のたわみ性を評価するために、曲げ強度試験を実施した。なお、本試験では、試験温度を-10℃および 20℃の 2 水準で実施した。

(5) 疲労抵抗性

MK 混合物の疲労抵抗性を評価するために、繰返し曲げ試験を実施した。試験水準を表-4 に示す。本試験は 0℃および 20℃で実施し、繰返し载荷を受けた場合の疲労抵抗性の評価を行った。なお、本試験では、比較混合物として密粒度アスファルト混合物(13)についても併せて実施した。

表-4 繰返し曲げ試験水準

試験項目	混合物の種類	試験温度 (°C)	载荷周波数 (Hz)	与ひずみ (μm)	本数
繰返し曲げ試験	MK	0℃, 20℃	5	500	各3
	密粒度(13)				

3. 実施配合

本評価に使用した混合物の実施配合を表-5 に、合成粒度を図-2 に示す。なお、MK 混合物以外については、標準的な中央粒度のものを使用した。

表-5 実施配合

混合物の種類	5号碎石	6号碎石	7号碎石	砕砂	細砂	石粉	計	O. A. C.	添加剤
MK	—	—	17.0	62.0	14.0	7.0	100.0	7.1	0.4
粗粒度	25.0	30.0	16.0	17.0	7.0	5.0	100.0	5.0	—
ポーラス(13)	—	84.0	0.0	5.0	5.0	6.0	100.0	4.9	—
密粒度(13)	—	39.0	16.0	28.0	11.0	6.0	100.0	5.3	—

※MK 混合物の添加剤は、混合物を 100 とした場合の外割添加量

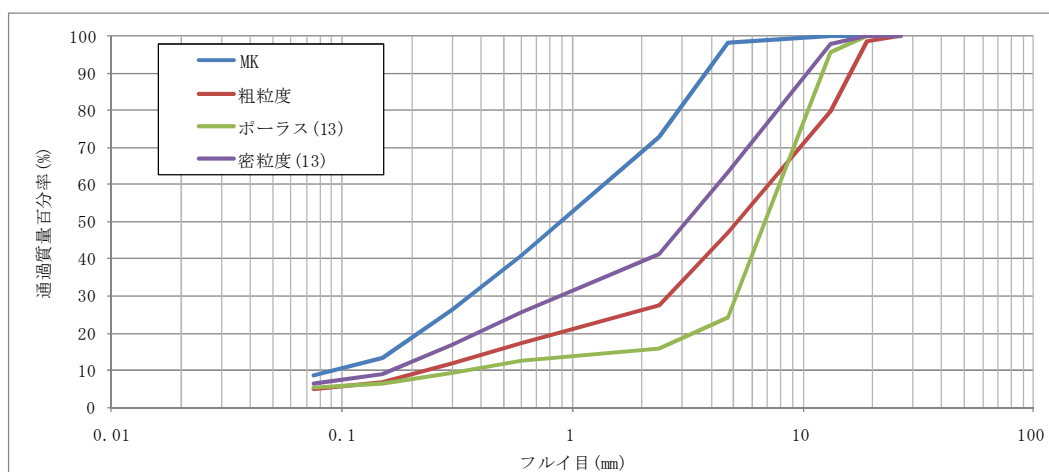


図-2 合成粒度

4. 試験結果

室内評価試験結果から、以下のことが確認された。

(1) 強度特性

マーシャル安定度試験および水浸マーシャル安定度試験結果を表-6 および図-3 に示す。試験結果から、MK 混合物の安定度は密粒度(13)と比較して小さいものの、残留安定度は 96.1%と高い値を示しており、MK 混合物が耐水性に優れていることが確認された。

表-6 マーシャル安定度試験結果

混合物の種類	As量 (%)	かさ密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	安定度 (kN)		残留安定度 (%)	フロー値 (1/10mm)	
					標準	水浸		標準	水浸
MK	7.1	2.272	2.394	5.1	5.96	5.73	96.1	36	33
密粒度 (13)	5.3	2.399	2.485	3.5	8.30	7.23	87.1	24	27

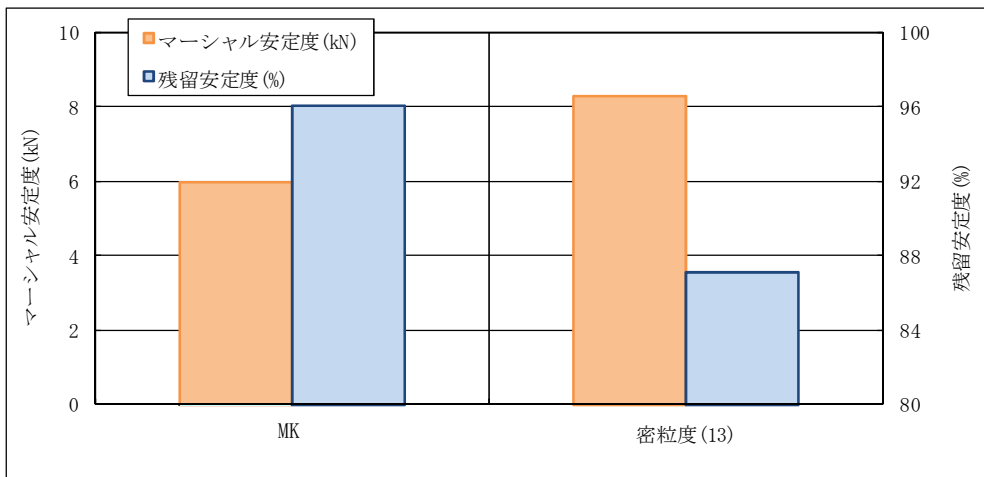


図-3 マーシャル安定度試験結果

(2) はく離抵抗性

水浸ホイールトラッキング試験結果を表-7 に示す。試験結果から、MK+粗粒度の組合せでは、トラバースの繰返しにより MK 混合物が流動して基層（粗粒）面が露出し、基層部での骨材のはく離が生じている。一方で、表層にポーラスアスコンを用いた供試体では、MK 混合物の流動は生じず、基層部のはく離や流動は見られずに、良好な結果を示している。このことから、MK 混合物をじょく層として適用した場合の混合物の耐久性は、特に問題ないと判断できる。

なお、MK 混合物は高温で塑性変形を起こしやすい材料であるが、Co 平版上に敷設した場合の試験結果では、剥がれや骨材のはく離は見られず、良好な状態を維持している。

表-7 水浸ホイールトラッキング試験結果

	ポーラス+MK+粗粒度	MK+粗粒度	MK+コンクリート平板
試験断面			
試験後の供試体断面			
試験後の供試体表面			
備考	<p>ポーラスアスコンの表面は若干の空隙づまりを生じているが、骨材のはく離や供試体の沈下（MK、粗粒ともに）は見られない。</p>	<p>MKは中央部付近の骨材が完全に飛散して下部の粗粒度アスコンが露出しており、粗粒度アスコンの骨材がはく離している。</p>	<p>MKは中央部付近が試験前より0.5cm程度沈下しているが、骨材のはく離は見られない。</p>

(3) 防水性

加圧透水試験結果を表-8 および図-4、図-5 に示す。試験結果から、MK 混合物は不透水 (1.0×10^{-7} (cm/s) 以下) とはならないものの、基層（粗粒）上に MK 混合物を敷設することで透水係数を低下させることができ、じょく層として適用した場合には、基層の保護層として期待できることが確認された。また、プレロードを実施したものについては透水係数がさらに低下傾向にあることから、現場において MK 混合物の圧密が進行することで、止水効果が高まると考えられる。なお、供試体の作製方法（マーシャル供試体、WT 供試体）による透水係数に大きな差は見られない。

表-8 加圧透水試験結果

供試体種類	作製方法	厚さ (mm)	密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	透水係数 (cm/s)	備考
粗粒単体	WT	50	2.359	2.501	5.7	1.0E-04	
MK 単体	WT	20	2.271	2.394	5.1	3.9E-05	
	マーシャル		2.268		5.3	1.5E-05	
MK + 粗粒	WT	MK 20 + 粗粒 50	—	—	—	1.6E-05	
	マーシャル		—	—	—	1.1E-05	
MK + 粗粒 (プレロード)	WT	粗粒 50	—	—	—	4.4E-07	
MK (プレロード)	WT	20	2.322	2.394	3.0	—	密度測定用

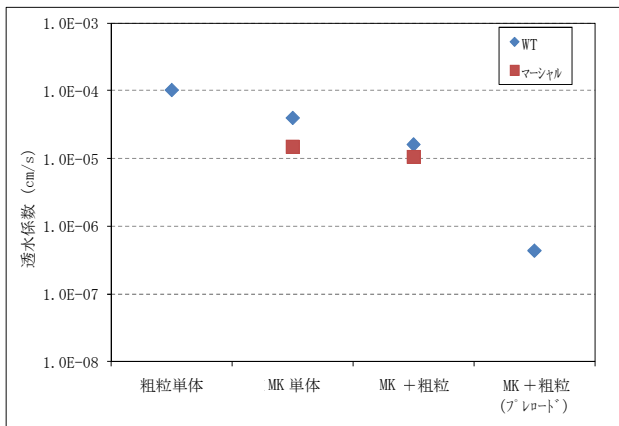


図-4 加圧透水試験結果

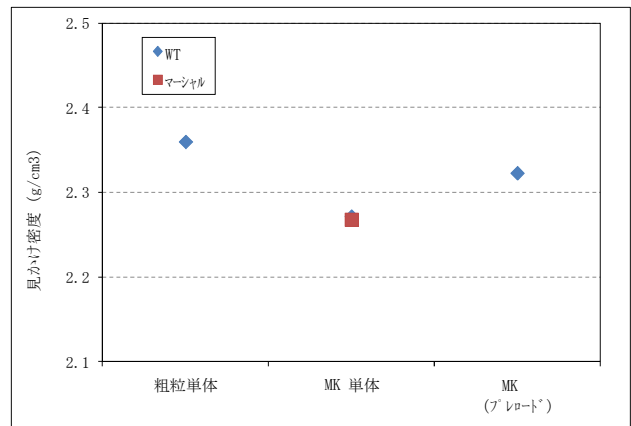


図-5 供試体作製方法と密度の関係



写真-1 加圧透水試験状況



写真-2 試験供試体 (MK)



写真-3 試験供試体 (粗粒度)

(4) たわみ性

曲げ強度試験結果を表-9 および図-6 に示す。また、参考として、各種アスファルト混合物の曲げ破断ひずみの比較を図-7 に示す。試験結果から、低温時 (-10°C) における MK 混合物の曲げ破断ひずみは $\epsilon = 9.42E-03$ となっており、鋼床版の基層として適用されているグースアスファルトと比較するとやや小さいものの、密粒度(13)と比較すると約 4 倍、たわみ追従性の優れている SMA と比較しても大きな破断ひずみを有していることが確認された。これは、本四高速で鋼床版舗装の破断ひずみの基準値¹⁾である $\epsilon = 6.0E-03$ も十分に満足している結果であり、MK 混合物が優れたたわみ性を有していることを示すものである。このことから、MK 混合物の優れたたわみ性が、じょく層として適用した場合のリフレクションクラックの抑制に寄与できるものと判断される。

1) 本州四国連絡橋橋面舗装基準(案)

表-9 曲げ強度試験結果

混合物の種類	試験温度 (°C)	曲げ強度 (Mpa)	破断時のひずみ
MK	-10	9.45	9.42E-03
	20	1.62	1.08E-01

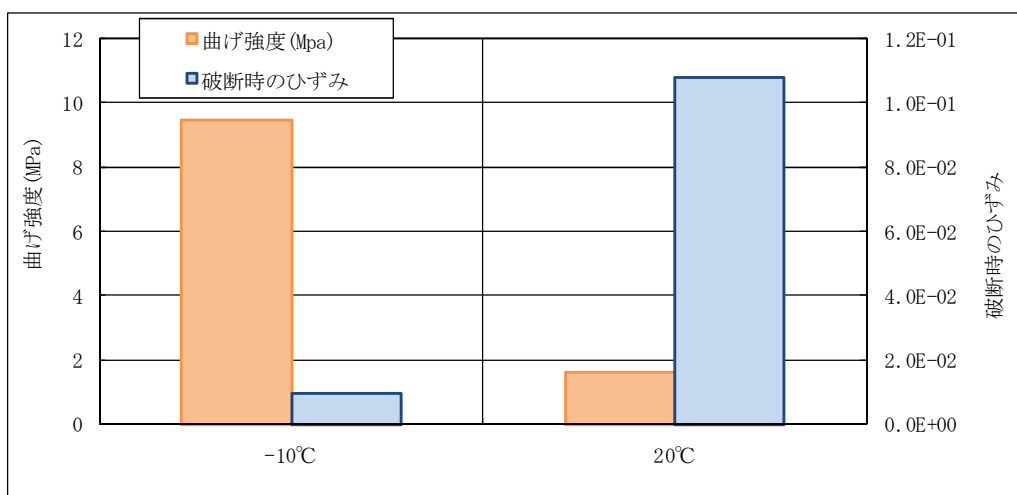
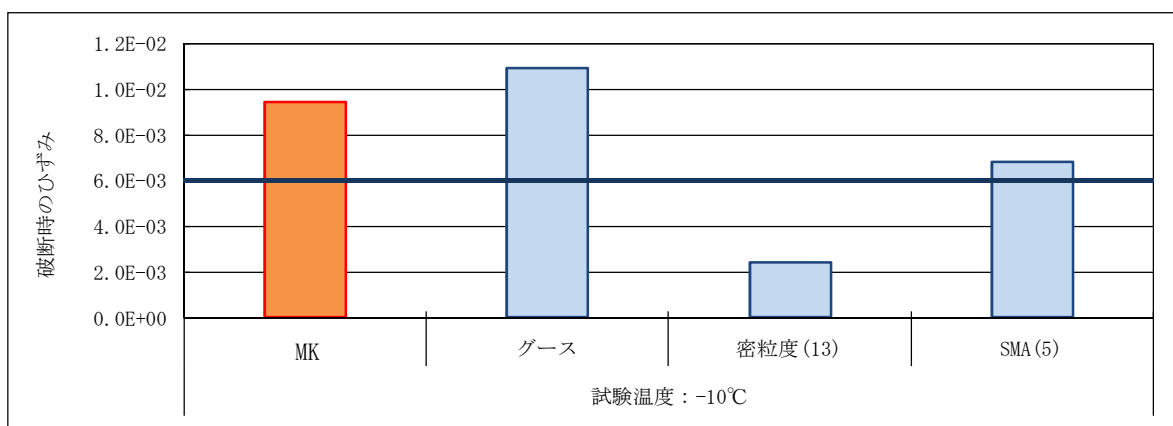


図-6 曲げ強度試験結果



※MK 以外は参考値

図-7 各種アスファルト混合物の曲げ破断ひずみの比較(-10°C)

(5) 疲労抵抗性

繰返し曲げ試験結果を表-10 および図-8 に示す。試験結果から、比較の密粒度(13)に対して繰返し載荷による高い疲労抵抗性を有していることが確認された。このことから、曲げ試験結果と同様に、MK 混合物の持つ高い疲労抵抗性が、じょく層として適用した場合のリフレクションクラック抑制に寄与できるものと判断される。

表-10 繰返し曲げ試験結果

混合物の種類	与ひずみ (μm)	载荷周波数 (Hz)	破壊回数 (回)	
			0°C	20°C
MK	500	5	13,000	69,000
密粒度(13)			4,300	11,000

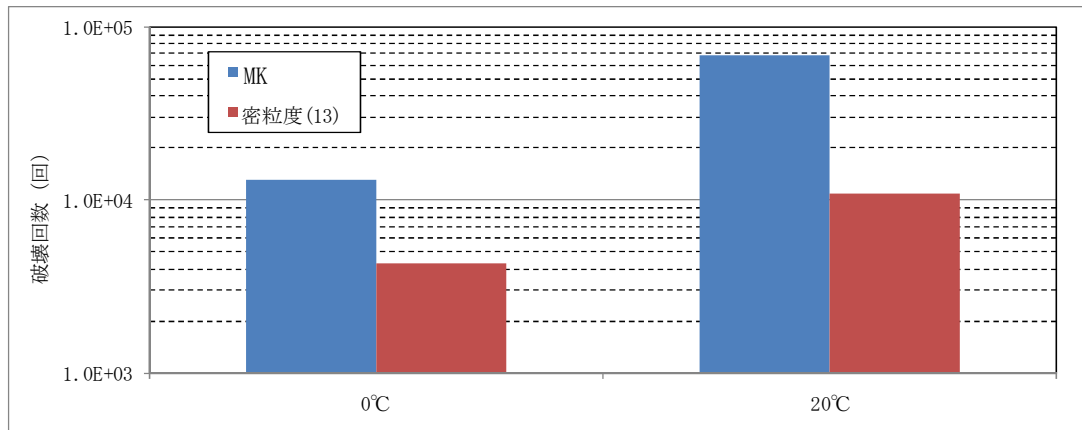


図-8 繰返し曲げ試験結果

5. まとめ

以上の検討結果をまとめると、以下のようなものである。

- マーシャル安定度試験結果および水浸マーシャル安定度試験結果から、MK 混合物の残留安定度は密粒度(13)と比較して高い値を示している。
→MK 混合物が耐水性に優れていることが確認された。
- 水浸ホイールトラッキング試験結果から、MK+粗粒度の組合せでは、MK 混合物の流動により粗粒度の骨材のはく離が生じているが、ポーラス+MK+粗粒度の組合せでは、良好な結果を示している。
→MK 混合物をじょく層として適用した場合の混合物の耐久性は特に問題ないと判断できる。
- 加圧透水試験結果から、MK 混合物は不透水とはならないものの、基層上に MK 混合物を敷設することで透水係数を低下させることが可能である。
→基層の保護に効果があることが確認された。
- 加圧透水試験結果から、プレロードを実施したものについては透水係数が低下傾向にある。
→現場において MK 混合物の圧密が進行することで、止水効果が高まると考えられる。
- 曲げ強度試験結果から、低温時 (-10°C) における MK 混合物の曲げ破断ひずみは、密粒度(13)と比較すると約 4 倍、たわみ追従性の優れている SMA と比較しても大きな破断ひずみを有している。
→優れたたわみ性を有する混合物であることが確認され、じょく層として適用した場合のリフレクションクラック抑制に寄与できると判断される。
- 繰返し曲げ試験結果から、繰返し载荷による高い疲労抵抗性を有していることが確認された。
→曲げ強度試験結果同様に、MK 混合物の持つ高い疲労抵抗性により、じょく層として適用した場合のリフレクションクラック抑制に寄与できると判断される。

以上