

改質バイндаを用いたグースアスファルト混合物の開発

日本道路(株) 技術研究所 ○桃田 大晃
 同 徳光 克也
 国立研究開発法人 土木研究所 寺田 剛

1. はじめに

橋梁床版上の基層へ適用する舗装は、不透水性、たわみ追従性および耐久性が求められ、鋼床版では一般にグースアスファルト混合物（以下、グース混合物）が用いられる。グース混合物は使用バイндаとして、石油アスファルト 20~40 にトリニダッドレイクアスファルト（以下、TLA）を添加した硬質アスファルトを用いており、流動性に富み、流し込みによる施工が可能で転圧不要な混合物である。しかし、天然アスファルトである TLA は、将来的に安定供給の面で問題が生じる可能性があり、また、TLA 特有の臭気や煙により、周辺環境に影響を及ぼすおそれがある。加えて、大型車交通量の多い橋梁部、交差点の前後における渋滞等で車両が静止・徐行を繰り返す場合など過酷な条件に晒されるとわだち掘れの問題などが散見されている。こうした課題に加えて、橋梁部は代替路線の確保が困難であることから、補修サイクルを長期化する必要に迫られている。

本研究では、これらの課題に対応するため、平成 28 年度から国立研究開発法人土木研究所と共同研究により、新たなグース用改質バイндаを開発し、TLA を用いないグース混合物の検討を行った。室内検討で、開発した改質バイндаを用いたグース混合物（以下、開発グース混合物）の配合および性能を評価した。この結果をもとにプラントでの製造、クッカ車による混合性、施工性を確認するとともに、混合物の性能および供用性の評価を行うために土木研究所構内にある走行実験場で試験施工を行った。本文は、それらの検討結果について報告する。

表-1 開発バイндаの性状

項目	開発品	標準的性状
針入度 (25℃)	1/10mm 34	20~40
針入度 (60℃)	1/10mm 178	100~200
軟化点	℃ 102	80.0以上
伸度 (15℃)	cm 81	30以上
薄膜加熱質量変化率	% -0.06	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	% 88.2	65以上
引火点	℃ 337	260以上
粘度 (180℃)	mPa・s 298	—

2. 開発した改質バイнда

本検討では、特殊な改質剤を添加したバイндаを開発（以下、開発バイнда）した。開発バイндаの性状を表-1、グース混合物の材料構成を図-1に示す。

開発バイндаは、アスファルトタンクに貯蔵または、アスファルトローリー直結で供給できることから、通常のアスファルト混合物と同じ方法での製造が可能であり、特別な作業や設備を必要としない。施工においては、従来のグース混合物と同様の施工が可能であり、また、クッカ車排出温度を従来の 240℃から 30~60℃低減でき、製造・施工時の臭気・煙を大きく低減することができる。

開発グース混合物



従来グース混合物

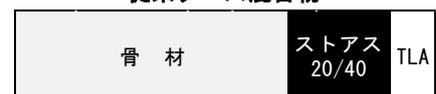


図-1 グース混合物の材料構成

3. 室内検討

3.1 配合

開発グース混合物の性能を確認するために、表-2、表-3 に示す配合および粒度で室内において 2 種類の開発グース混合物を作製した。配合②は、配合①に特殊添加剤を加えたもので、施工時での流動性の向上を目的とした。

表-2 開発グース混合物の配合割合

混合物名称	配合比 (%)					計	
	As量	粗骨材		細骨材	石粉		特殊添加剤
		6号	7号				
配合①	7.4	25.0	24.5	16.2	26.9	無し	100
配合②	7.4	25.0	24.5	16.2	26.9	0.37 (As量の5%)	100.37

表-3 合成粒度

ふるい目 (mm)	合成粒度	粒度範囲
19.0	100	100
13.2	98.8	95~100
4.75	72.4	65~85
2.36	51.5	45~62
0.6	42.4	35~50
0.3	35.1	28~42
0.15	28.9	25~34
0.075	22.6	20~27

3.2 室内評価項目

室内検討における評価項目、評価方法、目標値を表-4 に示す。目標値は、リュエル流動性・貫入量については、舗装施工便覧を参考とした。

動的安定度は従来のグース混合物の基準値 (300 回/mm) の2倍以上とし、動的安定度と同様、曲げ破断ひずみは、本州四国連絡高速道路(株)の目標値を参考とした。

表-4 室内評価項目

評価項目	評価方法	評価値	目標値
施工時の流動性	リュエル流動性試験	リュエル流動性	3~20秒 (15秒)
耐流動性	WT試験	動的安定度	600回/mm以上
高温時の安定性	貫入試験	貫入量	1~6mm
たわみ追従性	曲げ試験	曲げ破断ひずみ	8×10^{-3} 以上

3.3 室内評価結果

評価結果の一覧を表-5 に示す。

施工時の流動性を評価するためリュエル流動性試験を行い、配合①は 200℃で 16.9 秒、配合②は 185℃で 16.6 秒 (200℃換算値で 8.9 秒) で、ともに目標値を満足している。配合②では特殊添加剤を加えたことで、排出温度が低くても十分な流動性を確保できることが確認できた。また、動的安定度も目標値を大きく上回る結果であった。

表-5 室内評価結果一覧

試験項目	試験値	試験値		目標値
		配合①	配合②	
リュエル流動性 (200℃換算値) 秒		16.9	8.9	3~20
動的安定度 回/mm		829	1,541	600 以上
貫入量 mm		1.44	0.77	1~6
曲げ破断ひずみ $\times 10^{-3}$		10.44	9.22	8 以上

4. 試験施工

4.1 試験施工概要

グース混合物は一般的に鋼床版上に適用されるが、今回の試験施工はコンクリート版上で施工を行った。

土木研究所構内にある走行実験場にて、施工面積 75 m²の切削オーバーレイ (t=10cm) で、切削後に既設のコンクリート版の下地処理、接着剤を塗布した後、基層として開発グース混合物を、表層に密粒度 As 混合物 (改質 II 型) を施工した。舗装断面図を図-2 に示す。また、開発グース混合物の施工状況を写真-1、仕上がり面を写真-2 に示す。

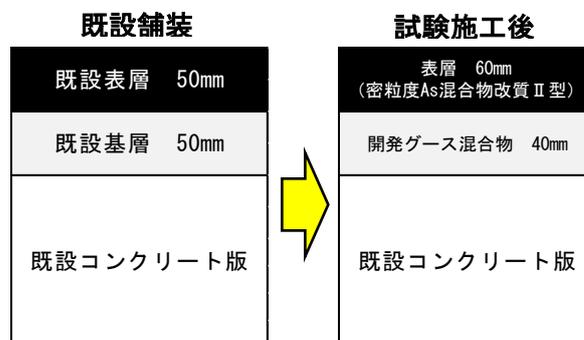


図-2 舗装断面図



写真-1 施工状況



写真-2 仕上がり面

4.2 混合物製造条件

製造条件を表-6に示す。室内試験の結果より、配合①ではクッカ車目標排出温度を210℃に設定したが、配合②では温度を下げても流動性を確保できることから、配合①よりも更に低い185℃を目標とした。また、目標クッキング時間は1時間とした。

表-6 製造条件

混合物名称	アスファルトプラント 出荷温度	目標 クッキング時間	クッカ車 目標排出温度	製造量	備考
配合①	170℃～180℃	1時間	210℃	5t	特殊添加剤無し
配合②			185℃		特殊添加剤有り

4.3 評価項目

評価は、室内評価項目（表-4）に加えて、表-7に示す項目についても実施した。

表-7 追加評価項目

評価項目	評価方法	目標値
臭気性	臭気試験器	—
付着強度	直接引張試験	1.0MPa以上
透気・防水性	透気試験	—
	加圧透水試験	—

4.4 試験施工結果

リュエル流動性試験の結果を表-8に示す。リュエル流動性は、配合①、②ともに目標値を十分に満足する値となった。配合②では室内同様、クッカ車排出温度を185℃としたが、十分な流動性を確保することができた。

表-8 リュエル流動性試験結果

混合物名称	リュエル流動性		
	混合物温度 (℃)	実測値 (秒)	200℃換算値 (秒)
配合①	211	4.7	7.5
配合②	185	16.0	8.5

表-9に、その他の試験結果を示す。

動的安定度は配合①で1,820回/mm、配合②で1,660回/mmと目標値を大きく上回る値となり、きわめて良好な耐流動性を有することが確認できた。曲げ破断ひずみは、配合①、②ともに目標値を満足し、良好なたわみ追従性を有していることがわかった。直接引張試験では配合①、②ともに目標値を満足し、コンクリート版と十分に付着していることが確認できた。透気・透水試験を現場と室内（切り取りコア）で実施したところ、現場・室内ともに良好な結果が得られ、防水性能は十分機能していることを確認した。

表-9 試験施工結果一覧

試験項目	試験値		目標値	
	配合①	配合②		
動的安定度	回/mm	1,820	1,660	600以上
貫入量	mm	0.79	0.61	1～6
曲げ破断ひずみ	$\times 10^{-3}$	16.2	14.7	8.0以上
直接引張試験	MPa	2.06	1.71	1.0以上
透気試験（現場）	$\times 10^{-16} \text{m}^2$	0	0	—
加圧透水試験（室内）	cm/s	0	0	—

臭気測定結果を表-10に示す。開発グース混合物では現場（3箇所）と室内で評価を行い、比較対象として、従来のTLAを用いたグース混合物で室内において比較した。

臭気レベルが、従来のグース混合物では456だったのに対して、開発グース混合物では現場・室内ともに110～170程度と従来の40%以下であり、臭気を大幅に低減できることがわかった。

表-10 臭気測定結果

測定条件		臭気レベル	混合物種類
現場	クッカ車 積込前	118	開発グース混合物
	クッカ車 積込後	121	
	AF 施工時	143	
室内	クッキング後	165	従来のグース混合物
	クッキング後	456	

5. 追跡調査

追跡調査として、荷重走行車通過後の路面形状変化をMRPで測定した。測定は施工直後、荷重走行車が49kN換算輪数で10,000、40,000輪走行後に実施し、結果を図-3、表-11に示す。

40,000輪走行後まで、大きな変化は見られず、良好な状態を保持している。また、目視観察の結果、懸念されたブリスタリングによる変形やひび割れもみられない。今後も引き続き追跡調査を実施する予定である。

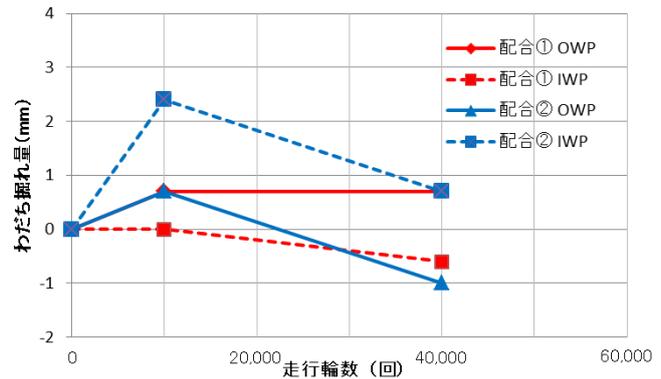


図-3 横断形状変化

表-11 MRP 横断形状測定結果

	混合物名称	測定箇所	走行輪数 (回)		
			0	10,000	40,000
わだち掘れ量 (mm)	配合①	OWP	0.0 (5.3)	0.7 (6.0)	0.7 (6.0)
		IWP	0.0 (4.3)	0.0 (4.3)	-0.6 (3.7)
	配合②	OWP	0.0 (7.0)	0.7 (7.7)	-1.0 (6.0)
		IWP	0.0 (1.3)	2.4 (3.7)	0.7 (2.0)

6. まとめ

室内試験および試験施工の結果より、開発バイндаを使用したグース混合物は、良好な施工性、たわみ追従性を有し、耐流動性についてはきわめて優れていることが確認できた。防水性能についても良好な結果が得られ、コンクリート版との付着も問題ないことから、防水層としての役割を十分に果たすことができると考えられる。追跡調査においても、49kN換算輪数で40,000輪走行後の現状ではほとんど変形は見られず、供用性についても良好である。

クッキング温度は200℃（特殊添加剤を用いた場合は185℃）程度で製造および施工が可能であり、TLAを用いた従来のグース混合物のクッキング温度（約240℃）を大幅に低下させることができるため、CO₂排出量低減や作業員への負担軽減等が期待できる。また、TLAを使用しないことでグース混合物特有の臭気・煙が発生せず、周辺環境への影響も少ない。加えて、将来的な安定供給の面での問題も解消することができる。

今後は、引き続き追跡調査を行っていくとともに、実用化につなげていく予定である。

【参考文献】

立花徳啓、徳光克也、寺田剛 他：未利用アスファルト材料を用いたグースアスファルト混合物の開発、第32回日本道路会議（2017.11）