

# 阪神高速道路における高耐久グースアスファルト混合物の 性能規定化に関する検討と試験施工の実施

阪神高速道路（株） 技術部技術推進室 ○角 裕介  
元（一財）阪神高速先進技術研究所 調査研究部 齋藤 佑太  
（一財）阪神高速先進技術研究所 調査研究部 森 重和

## 1. 目的

阪神高速道路における鋼床版上舗装の基層には、たわみ追従性が高く、流し込みで施工でき、床版上の凹凸部へ容易に充填できるグースアスファルト混合物を従来から使用している。近年、道路舗装各社では、TLAを配合した従来のグースアスファルト混合物（以下、TLAグース）と比較して高耐久で低臭気なグースアスファルト混合物（以下、高耐久グース）が開発されている。本稿では、鋼床版上舗装の長寿命化を目指し、高耐久グースの性能規定化を目的に、鋼床版上舗装の基層に求める性能を照査する各種試験を実施し、得られた知見を報告する。

## 2. 性能照査試験の概要

高耐久グースのアスファルト材料を公募し、応募のあった6社5種類（材料A～材料E）を対象とした。比較としてTLAグースのアスファルト（St. As. 20/40+TLA（配合比75:25）：材料F）を用いた。骨材は阪神高速に出荷実績のあるプラント3社（AP1, AP2, AP3）を選定した。各アスファルトの性状を表-1に、各骨材の材質および配合割合を表-2に示す。現場で施工が可能な混合物性状を評価するため、各材料の推奨温度でリュエル流動性が15秒となる最適アスファルト量を設定した（表-3）。また、骨材性状の違いが混合物性状に与える影響を調べるため、No.7, No.8はNo.1と同じアスファルト（材料A）を使用し、骨材を変えた配合とした。要求性能に基づく試験方法と結果の比較を表-4に示す。

表-1 各アスファルトの主な性状

項目	材料A	材料B	材料C	材料D	材料E	材料F
針入度 (1/100 mm)	31	19	38	7	33	24
軟化点 (°C)	104.0	96.5	90.0	115.5	107.5	60.0
伸度 (cm)	70	70	70	2	53	7
曲げ仕事量 ( $\times 10^{-3}$ MPa)	1813	180	1861	65	1324	57
曲げスティフネス (MPa)	47	213	62	654	39	363

表-2 骨材の材質および配合割合

項目	AP1		AP2		AP3	
	材質	割合 (%)	材質	割合 (%)	材質	割合 (%)
6号砕石	硬質砂岩	24.0	硬質砂岩	25.0	硬質砂岩	23.0
7号砕石	硬質砂岩	22.5	安山岩	25.0	硬質砂岩	26.0
細骨材	砕砂	27.5	海砂	25.0	海砂	27.0
石粉	石灰岩	26.0	石灰岩	25.0	石灰岩	24.0

表-3 各配合の最適アスファルト量

配合	As種別	骨材 (AP) 種別	推奨温度 (°C)	最適As量 (%)
No.1	材料A	AP1	180	10.2
No.2	材料B	AP1	240	8.3
No.3	材料C	AP1	220	8.0
No.4	材料D	AP1	240	9.0
No.5	材料E	AP1	200	8.4
No.6	材料F	AP1	240	8.3
No.7	材料A	AP2	180	9.4
No.8	材料A	AP3	180	9.4

表-4 要求性能に基づく試験方法と結果の比較

要求性能項目	試験方法 (評価指標)	試験法	試験条件	結果の比較*
不透水性	加圧透水試験 (透水係数)	B017T	加圧: 150 kPa, 側圧: 200 kPa (24h後: 250kPa)	○
耐流動性	WT試験 (動的安定度)	B003	温度: 60°C, 試験時間: 60 min, 試験荷重: 686 N 接地圧: 0.63 MPa, 走行速度: 42回/min	◎
	貫入量試験 (貫入量)	C001	温度: 40°C, 60°C	○
たわみ追従性	曲げ試験 (曲げ破断ひずみ)	B005	温度: -10°C, 0°C, 10°C, 23°C, 載荷速度: 50 mm/min	◎
ひび割れ抵抗性	圧裂試験 (圧裂強度)	B006	温度: -10°C, 23°C, 60°C, 載荷速度: 50 mm/min	○
	曲げ疲労試験 (破壊回数)	B018T	設定ひずみ (-10°C): 400 $\mu$ , 600 $\mu$ , 800 $\mu$ 設定ひずみ (0°C): 900 $\mu$	◎
はく離抵抗性	静的剥離試験 (剥離面積率)	A017	温度: 80°C	○
付着性	引張接着試験 (引張接着強度)	C007	温度: -10°C, 23°C, 載荷速度: 60 mm/min	○
	せん断試験 (せん断接着強度)	EU式	温度: 23°C, 載荷速度: 1 mm/min	○
施工性	リュエル流動性試験 (リュエル流動性)	C002	各材料の推奨温度に対して+10°C, $\pm$ 0°C, -10°C, -20°C, -30°C	○
	臭気計測 (臭気)	-	各材料の推奨温度に対して+10°C, $\pm$ 0°C, -10°C, -20°C, -30°C	◎

\*凡例 ◎: 従来グースより高い性能, ○: 従来グースと同様の性能, ×: 従来グースより低い性能

### 3. 性能照査試験の結果

実施した性能照査試験結果では、高耐久グースは TLA グース以上の性能を有することを確認し、本稿では特に性能の向上が見られた耐流動性とひび割れ抵抗性の結果について示す。

#### 3.1 耐流動性

ホイールトラッキング試験結果(図-1)より、現在の基準値「500 回/mm 以上」を全ての配合で満たすことを確認した。ただし、同一アスファルトを用いた No.7 と No.8 の動的安定度は No.1 より小さく、No.1 では砕砂、No.7 と No.8 は海砂を用いており、細骨材形状の違いによる噛み合わせ効果の差に因るものと推察する。

#### 3.2 ひび割れ抵抗性

首都高速道路の基準を参考に、曲げ疲労試験を実施したが、No.4 (材料 D) と No.6 (TLA グース) は開始直後に供試体が破壊したため、追加で設定ひずみ 300 μ の試験を実施した。試験結果を図-2 に示す。No.4 を除く高耐久グースは、TLA グースに対して優位性が認められた。また No.1 に比べて、同一アスファルトを使用した No.7 と No.8 の疲労破壊回数は小さく、アスファルト量の違いに因るものと考えられる。

### 4. 高耐久グースに関する性能規定値の検討

TLA グースに比べて、動的安定度が向上され、LCC の観点から現在の 2 倍となる「1,000 回/mm 以上」を規定値とした。また、低温域におけるひび割れ抵抗性の向上を確認できたが、曲げ疲労試験は試験労力と時間を要し、試験機が広く普及していないため、本検討では簡易的な代替評価手法として、図-3 に示す、曲げ疲労試験 (0°C) と相関性のあった曲げ仕事量 (0°C) を評価指標として新たに追加し、TLA グースの 3 倍程度となる「7.0 N/mm 以上」を性能規定値とした。なお、曲げ仕事量は次式により求める。

$$(\text{曲げ仕事量}) = (\text{破断時の変位}) \times (\text{曲げ強度}) / 2$$

たわみ追従性の規定値は、現在の曲げ破断ひずみ (-10°C) 「 $8.0 \times 10^{-3}$ 」とした。なお、高耐久グースは TLA グースと異なり、その性質上、メーカーごとに製造方法や性状が様々であることから、高耐久グースを広く普及させることを念頭に、現時点では混合物性状を優先して性能規定値を定めた。

### 5. 試験施工の実施

整理した性能規定値に基づき、2022 年 11 月および 2023 年 5 月に高耐久グースの試験施工を実施した。材料や施工での問題点は見られず、到着温度が約 190°C ~ 210°C で、TLA グース (約 240°C) に比べて製造時のエネルギー使用量を低減でき、また改質アスファルトと同程度の臭気であるなど、適用によるメリットが多い。今後は、標準材料として適用するべく、基準類を整理する。

表-5 性能規定値のまとめ

項目	舗装調査・試験法便覧	単位	高耐久グース規定値	TLA グース規定値 (参考)
動的安定度 (60°C)	B003	回/mm	1,000 以上	500 以上
曲げ仕事量 (0°C)	B005	N/mm	7.0 以上 (補正あり)	-
曲げ破断ひずみ (-10°C)	B005	$\times 10^{-3}$	8.0 以上 (補正なし)	8.0 以上 (補正なし)
リュエル流動性	C002	秒	3 - 20 (推奨温度)	3 - 20 (240°C)

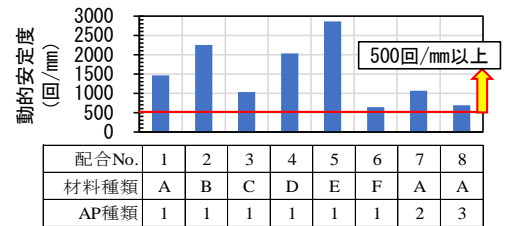


図-1 ホイールトラッキング試験結果

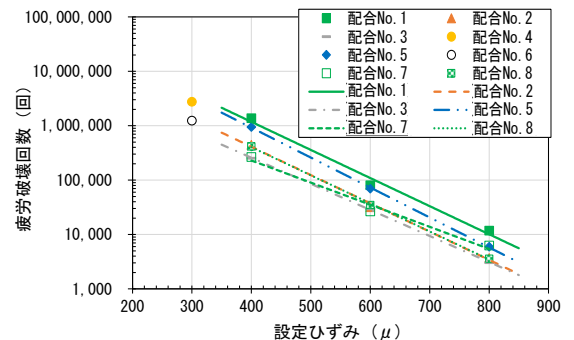


図-2 0°C曲げ疲労試験結果

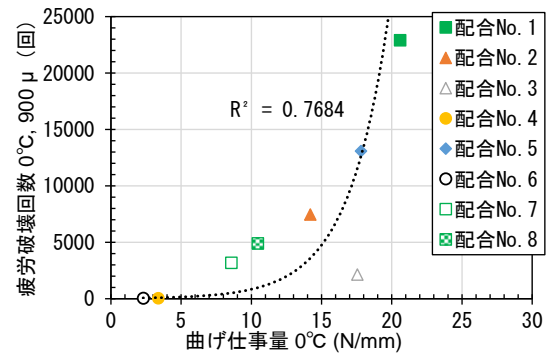


図-3 疲労破壊回数 (0°C, 900 μ) と曲げ仕事量 (0°C) の関係