

表層用碎石マスチックアスファルトの配合設計に関する基礎的研究

建設工学課程 4 年 交通工学研究室 13102382 鍛治健伍

1. はじめに

近年、日本ではインフラのメンテナンス作業の負担が肥大化し、深刻な社会問題となっている。問題の是正を図るため、耐久性の優れた舗装が希求されている。ここで注目されたのが粗骨材のインターロッキング効果により、高い耐久性を備えた SMA (碎石マスチックアスファルト) 舗装である。しかし、施工時に締固めが不十分になり、期待された供用期間を満足しない問題や施工直後に骨材飛散が発生するといった問題が報告されている。

そこで本研究では、日本国内で代表的な北海道型 SMA と国内とは異なる指標を用いて配合設計が行われているアメリカの AASHTO SMA を比較することで、AASHTO SMA の配合設計に関する知見を得ることと北海道型 SMA の性能を改善するためのデータ収集を行うことを目的とした。供試体は各示方書に則り作製を行うが、使用材料は同一の素材を用いるため、双方の差異は作製方法によってのみ生じるものであると考える。

北海道型 SMA は配合設計を行う過程において基準となる値が 2 つに対し、AASHTO SMA では 4 つ定められている。AASHTO SMA にのみ定められている基準は VCA_{DRC} , VCA_{MIX} , VMA である。 VCA は 2 つで 1 つと考える。 VCA と VMA は双方、骨材の空隙や混合物の空隙に関する指標である。空隙を調整することで AASHTO は締固めの際の対策を行っている。AASHTO SMA と北海道型 SMA を比較した結果 AASHTO SMA が優れている場合は、これらの点が大きな要因となっていると考えられる。また、締固め器具は北海道型 SMA は垂直自由落下式締固めハンマー、AASHTO SMA は SGC(Superpave Gyrotory Compactor)を用いている。

2. 配合設計

性状試験の結果をもとに北海道型 SMA と AASHTO SMA の合成粒度を作成し、適宜各示方書の手順に沿ってアスコンの評価試験と設計を行った。

2.1 北海道型 SMA

2.1.1 北海道型 SMA のフロー

下記の図-1 に北海道型 SMA の作製フローを示す。なお、材料の選定は行わないため、骨材配合比の決定段階を北海道型 SMA 作製の原点とする。北海道型 SMA 作製の要点としてマーシャル安定度試験、ホイールトラッキング試験、きめ深さ試験が挙げられるが、本項目においてはマーシャル安定度試験のみ記載し、のちの比較試験において他の試験に関する記載を行う。

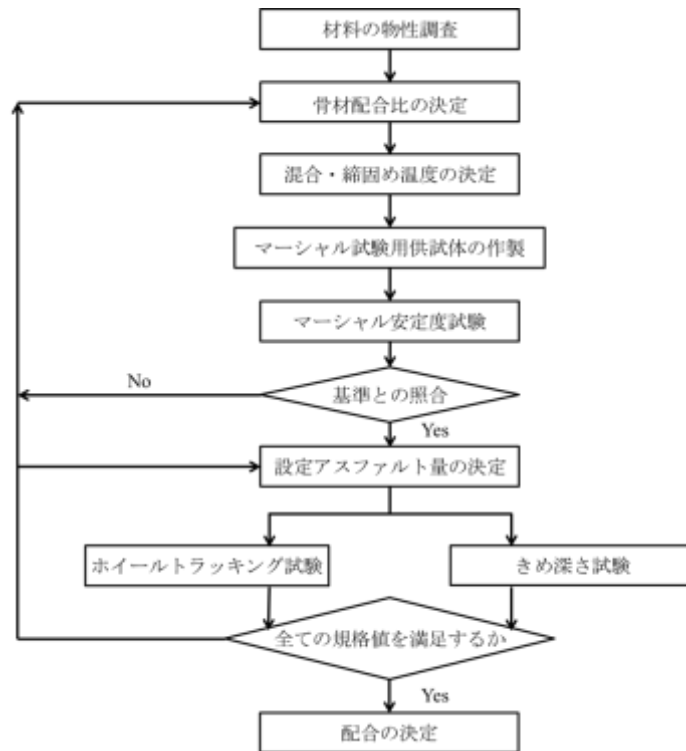


図-1 北海道型 SMA 作製のフロー

2.1.2 合成粒度

粒度範囲の中央を通るように合成粒度を作成した¹⁾。作成した合成粒度を図-2 に示す。

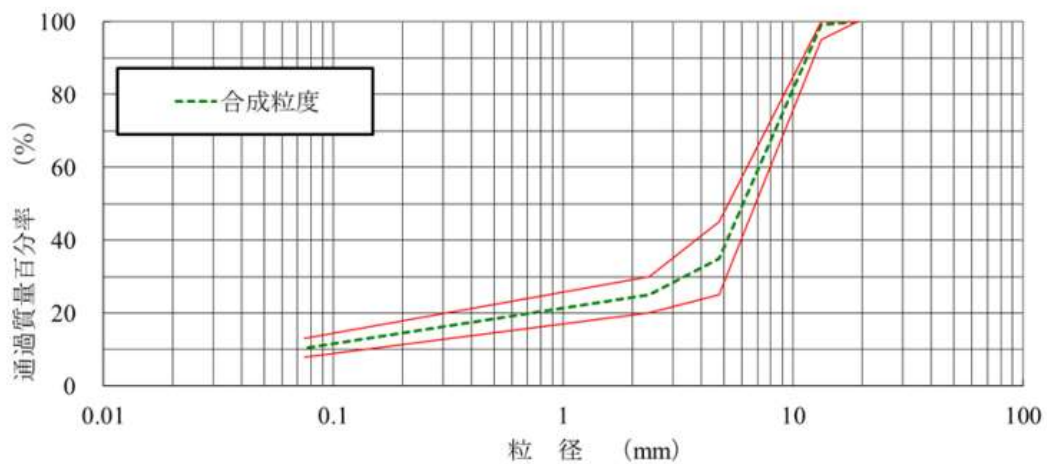


図-2 北海道型 SMA の合成粒度

2.1.3 マーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験は加熱アスファルト混合物における粗骨材や細骨材とアスファルトの配合割

合を圧縮破壊から得られた数値によって経験的に決定するための試験である。日本国内においてマーシャル安定度試験は数多く実績を残している。試験結果より北海道型 SMA の最適アスファルト量は 6.2% となった。

2.2 AASHTO SMA

2.2.1 北海道型 SMA のフロー

下記の図-3 に AASHTO SMA の作製フローを示す。なお、北海道型 SMA 同様、材料の選定は行わないため、骨材配合比の決定段階を作製の原点としている。AASHTO SMA 作製の要点として VMA と VCA の確認が挙げられる。

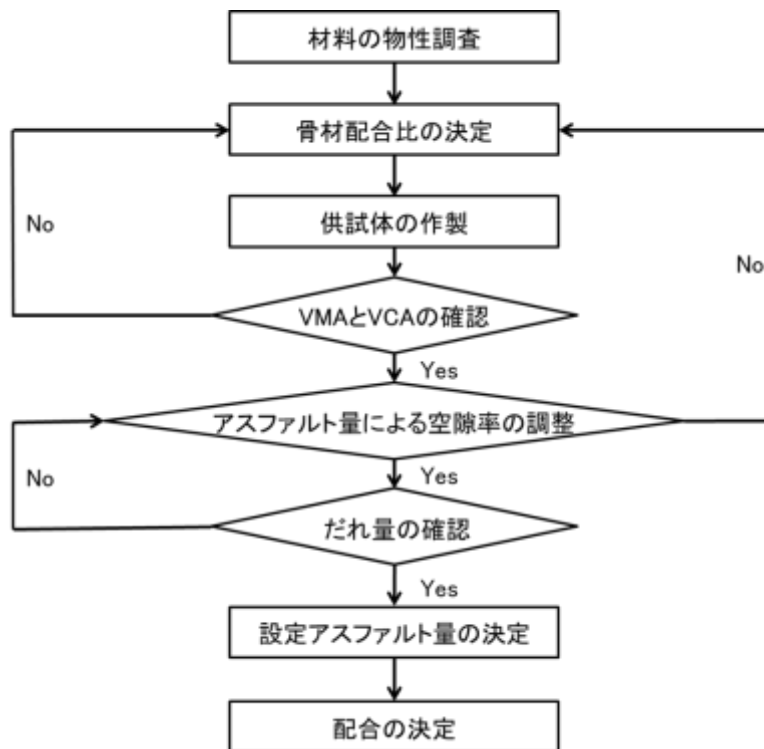


図-3 AASHTO SMA 作製のフロー

2.2.2 合成粒度

AASHTO の規定の粒度範囲から 3 種類の合成粒度を作成した²⁾。3 種類の合成粒度から配合設計の過程において値が最も適切なものを採用する。本研究では BLEND2 を採用した。合成粒度を図-4 に示す。AASHTO SMA の最適アスファルト量は 7.0% である。

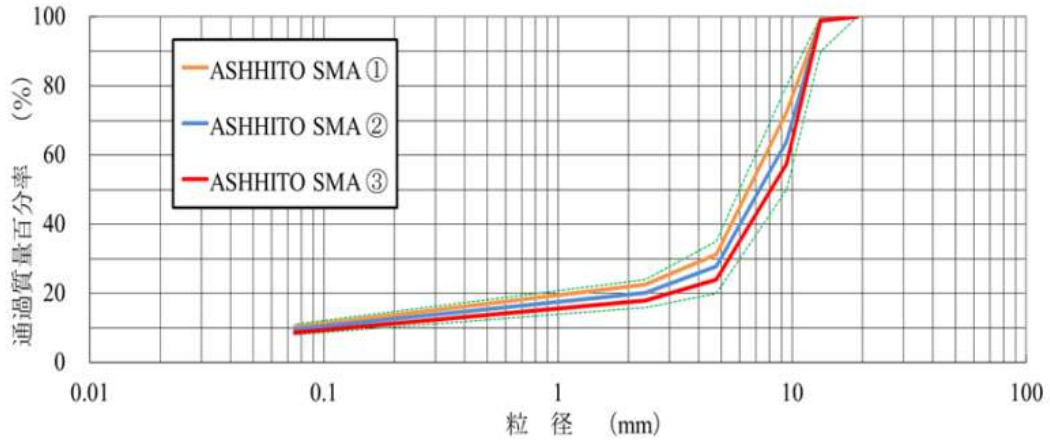


図-4 AASHTO SMA の合成粒度

2.2.3 VCA, VMA

AASHTO の基準 VCA_{DRC} , VCA_{MIX} , VMA が存在する. これらの値から適切な合成粒度の決定を行う.

[$VCA_{DRC} > VCA_{MIX}$]

VCA は締固め時の粗骨材以外の体積である. VCA_{DRC} は粗骨材の締固め時の空隙であり, VCA_{MIX} は混合物の締固め時の粗骨材以外の体積である. 簡略化したものを図-5 に示す.

[$VMA > 17\%$]

VMA は混合物の総骨材以外の体積である. 簡略化したものを図-6 に示す.



図-5 VCA_{DRC} (左), VCA_{MIX} (右) 図解

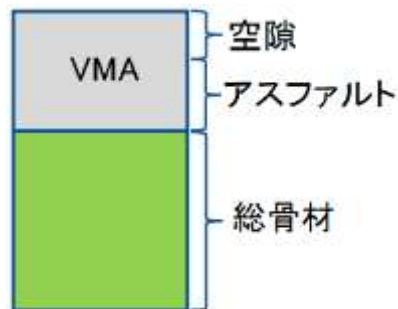


図-6 VMA 図解

3. 性能比較

作製した SMA の性能を比較し、各指標における影響を考察する。本研究では比較試験にホイールトラッキング試験、きめ深さ測定試験、曲げ試験、動的摩擦係数測定試験を採用している。

3.1 ホイールトラッキング試験

動的安定度を求める試験である。規格値が改質アスファルトの値のため、本試験にのみ改質アスファルトII型を用いる。試験結果を図-7に示す。本試験における北海道型 SMA の規格値は 3000 (回/mm) である。また 6000 (回/mm) を超えた場合、有意差は認められない。ゆえに双方の供試体に有意差はない。

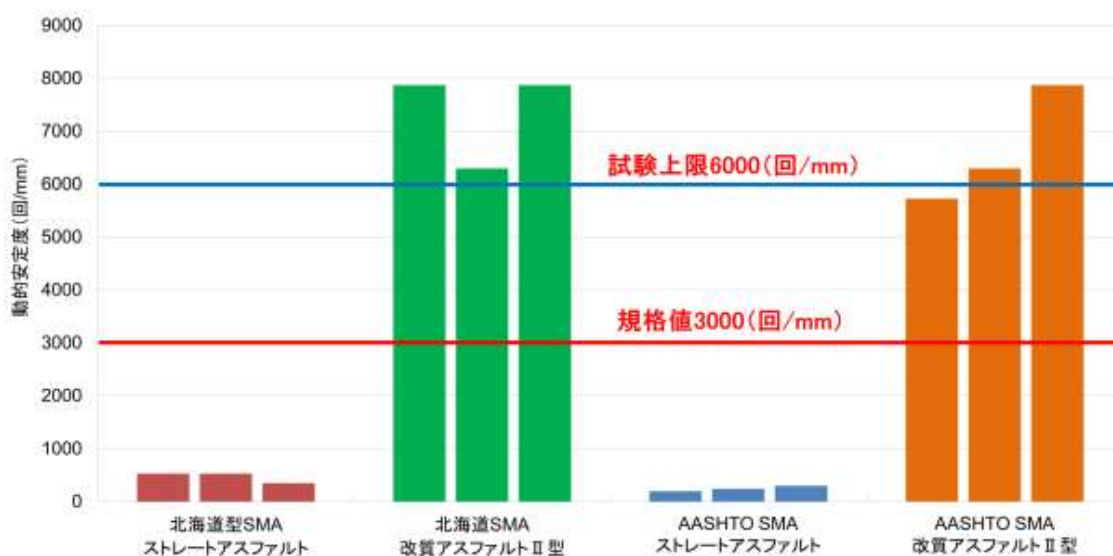


図-7 ホイールトラッキング試験結果

3.2 きめ深さ測定試験

きめ深さを求める試験である。試験結果を図-8に示す。AASHTO SMA に明確な有意性が存在する。

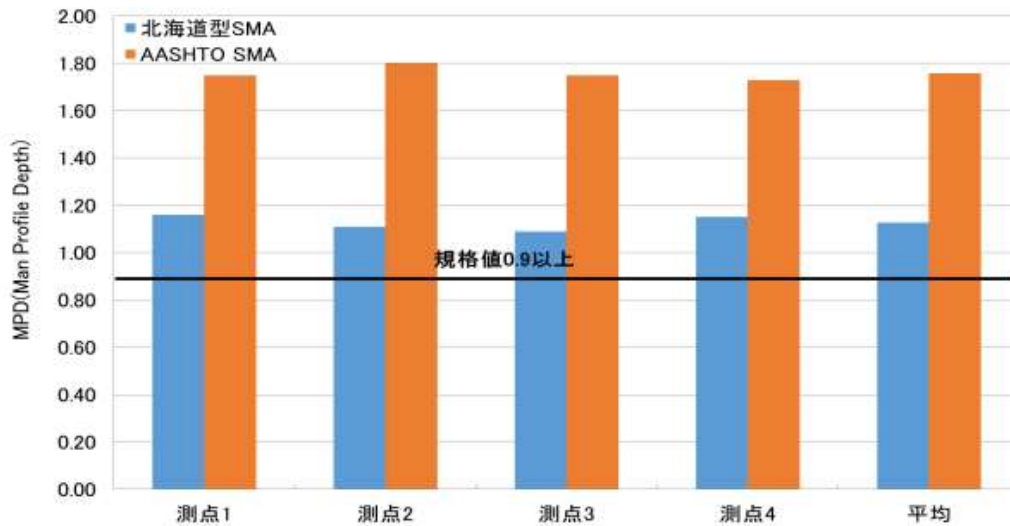


図-8 きめ深さ測定試験結果

3.3 曲げ試験

曲げ強度および破断時のひずみを求める試験である。試験結果を表-1 に示す。双方の供試体に有意差は存在しない。

表-1 きめ深さ測定試験結果

	北海道型SMA		AASHTO SMA	
破壊時の曲げ強度 σ	8.1819	7.1640	6.3718	7.6727
破壊時の曲げ強度平均	7.6729		7.0222	
破壊時のひずみ ϵ	0.0061	0.0051	0.0063	0.0061
破壊時のひずみ平均	0.0056		0.0062	

3.4 動的摩擦係数測定試験

動的摩擦係数（すべり摩擦係数）を求める試験である。試験結果を表-2 に示す。双方の供試体に有意差は存在しないが、同様の傾向が見られた。

表-2 動的摩擦係数測定試験結果

試料番号	車線	横方向位置	路面温度(°C)	速度(km/h)	すべり摩擦係数： μ (V)			
					②	③	④	平均値
AASHTO SMA				40	0.40	0.42	0.43	0.42
				60	0.36	0.37	0.38	0.37
				80	0.36	0.38	0.38	0.37
北海道型 SMA				40	0.44	0.44	0.47	0.45
				60	0.39	0.39	0.43	0.40
				80	0.38	0.40	0.43	0.40

4. 結論

本研究では、北海道型 SMA の機能性を向上させることを目的として、北海道型 SMA と AASHTO SMA の性能を比較した。本研究で得られた知見及び考察を以下に示す。

各種試験によって性能を比較した結果、北海道型 SMA と AASHTO SMA の強度に明確な差異は見られず、きめ深さ試験においてのみ有意差が見られた。このことから、SMA 供試体の強度は使用する骨材やアスファルトバインダーに大きく依存し、骨材配合比による影響は少ないと考える。

また、配合設計の結果として最適アスファルト量が AASHTO SMA が多いことから以下の点が考察できる。

1. AASHTO SMA は北海道型 SMA に比べて骨材飛散を減少させることができると考える。
2. AASHTO SMA は北海道型 SMA に比べてワーカビリティが高いと考える。

これらの差異をもたらす要因として、AASHTO SMA の配合設計における、粒度範囲の 9.5 (mm) 以上と以下に基準が設けられていること、VCA と VMA の確認を行って粗骨材のインターロッキング効果を調整していることが大きいと考えられる。

参考文献

- 1) 積雪寒冷地における舗装技術委員会：「北海道 SMA の施工の手引き（案）平成 28 年 3 月改訂版」 pp1-26
- 2) AASHTO：「Standard Specification for Stone Matrix Asphalt (SMA)」 M 325-1-M 325-5