

埋設ジョイントの基層に適した SMA の配合設計に関する研究

交通工学研究室 高石 学
指導教員 高橋 修

1. はじめに

本研究では、比較的大きな伸縮変位に対応し、運用実績が多い、格子パネルを用いた伸縮分散型埋設ジョイントを検討対象としている。この型式の基層用アスファルト混合物には、柔軟性と変形追従性に優れたグースアスファルト混合物（以下、グース）が標準仕様として使用されている。しかし、グースの原材料の入手や製造・施工において種々の困難を伴うことから、代替となる混合物が必要とされており、現時点においては砕石マトリクスアスファルト混合物（以下、SMA）が有望と考えられている。わが国で使用されている SMA は、最大骨材粒径が 13.2mm（以下、SMA13）が主であり、本研究で用いる格子パネルへの充填には、粒径が大きすぎるため、水密性と施工性の面から不適切であると指摘されている。

そこで本研究の目的は、最大骨材粒径を 9.5mm とした SMA（以下、SMA10）の配合設計について検討し、骨材粒度を選定するための設計パラメータに関する知見を得るとともに、その混合物が格子パネルのハニカム枠内を十分に充填して、水密性、変形追従性、耐久性等が十分であるかどうか評価し、グースに代わる混合物としての適用性を検討することである。検討方法として、格子パネルへの充填に最も適した配合を選定するため、3種類の SMA10 を設計し、粗骨材の骨格構造に着目した粒度設計法を導入して、骨材粒度と物理的性状を比較した。そして、これらの結果を SMA13 のものと比較することで SMA10 の充填性と施工性を評価し、埋設ジョイントの基層用混合物としての適用性を検討した。

2. SMA の配合設計

米国 AASHTO で推奨されている粒度範囲を参照し、SMA13 と SMA10 の骨材粒度として、図 1 と図 2 に示すように、それぞれ中央粒度、上方粒度、およびギャップ粒度とした 3 種類の骨材粒度を設計した。配合設計では、空隙率を 5% 以下となるように、わが国でも一般的な共通範囲法によって設計アスファルト量を決定した。パインダには改質アスファルト型を使用し、外添加で繊維質補強材を 0.3% 添加した。

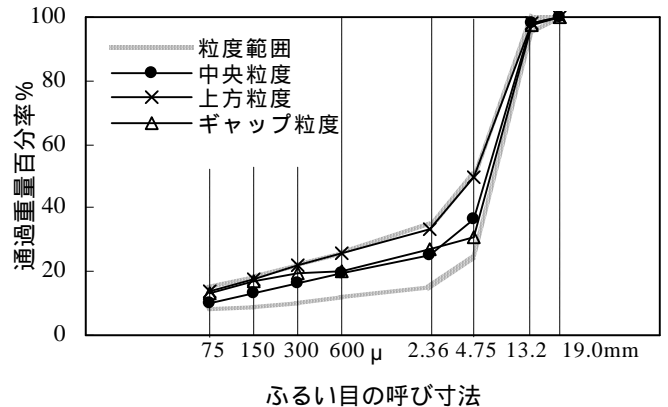


図 1 SMA13 の粒度曲線

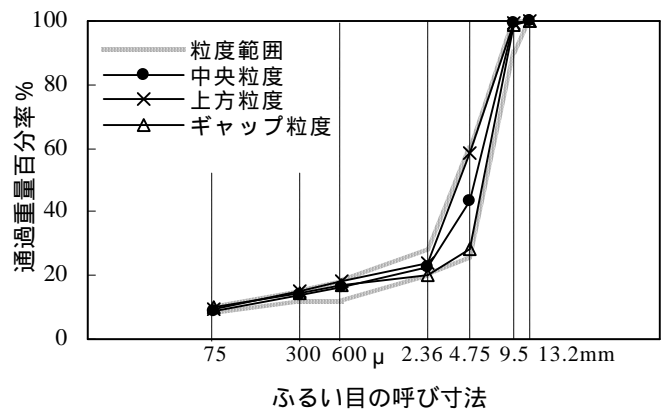


図 2 SMA10 の粒度曲線

3. SMA の粒度設計手法の検討結果および考察

SMA の優れた耐流動性は、粗骨材のかみ合い摩擦が大きいことに起因している。しかし、最大骨材粒径を小さくすると、耐流動性は損なわれることが一般的に知られている。そこで、粗骨材の骨格構造に着目し、粗骨材間隙率（以下、VCA）から得られるパラメータと動的安定度との関係を検討し、埋設ジョイントに適した基層用混合物の粒度設計方法の提案を行った。

VCA により、粗骨材のかみ合わせ効果、骨材相互の接触効果、および充填効果を定量化した結果、SMA10 でも SMA13 と同様の耐流動性を有していることが評価され、VCA と動的安定度の関係は図 3 に示すとおりで、VCA が 12.5% 以上あれば耐流動性に優れた SMA であることが確認される。VCA の値を求めることにより、配合設計の段階で混合物の耐流動性をある程度評価することが可能となり、より合理的な配合設計ができるものと考えられる。

4. SMA10の適用性の評価

埋設ジョイントに用いる基層用混合物として重要な、耐流動性および変形特性を、実際の舗装体と同じ二層構造の供試体（以下、複合体）を用いた評価試験を実施し確認した。各複合体におけるホイールトラッキング試験の結果を図4に示す。図中には、比較としてグースの結果、および格子パネルを含まない場合の結果も示している。また、動的安定度 6000 回/mm 以上の結果は有意でないことから 6000 回/mm を上限とした。その結果、SMA13 では中央粒度，SMA10 ではギャップ粒度が最も大きな値を示した。全体的に SMA はグースに比べて大きな動的安定度を有しており、各種 SMA の上方粒度以外は、目標の 3000 回/mm を上回る結果であったことから、耐流動性には問題ないことが確認できた。

直接引張試験から得られた目標ひずみ量 6000×10^{-6} におけるスティフネスを図5に示す。図中には従来の基層用混合物の結果も示してある。SMA10 のスティフネスは SMA13 よりも小さいものの、従来の基層用混合物と同等の結果が得られている。つまり、ひずみ分散における応力の伝達効果については、SMA10 は従来の基層用混合物と同等の性能を有していると評価される。

また、施工時における作業性を評価するため、ジャイレトリーコンパクタを用いて調べた。結果は表1に示すとおりである。配合によってばらつきが見られるが、相対密度 89%を得るための締固めエネルギーは、SMA13 よりも SMA10 のほうが全体的に少なかった。実際に各種 SMA を作製した感覚でも最大骨材粒径が小さい SMA10 のほうが作業性に優れていた。これらのことから、SMA10 のワーカビリティの高さが確認できた。

5. まとめ

以上の結果から、SMA10 は強制変位に対する柔軟性、および変形追従性を十分に有し、耐流動性についても問題ないことが確認された。さらに、施工性においても有効な結果が得られたことから、埋設ジョイントの基層用混合物としての適用性は高いといえる。また、SMA の骨格構造に着目した配合設計手法について有益な知見を得ることができ、その方向性を提案することができた。今後、最適なアスファルト量の選定方法についても検討し、VCA パラメータと動的安定度の関係について多くのデータを収集することにより、より合理的な配合設計ができるものと考えられる。

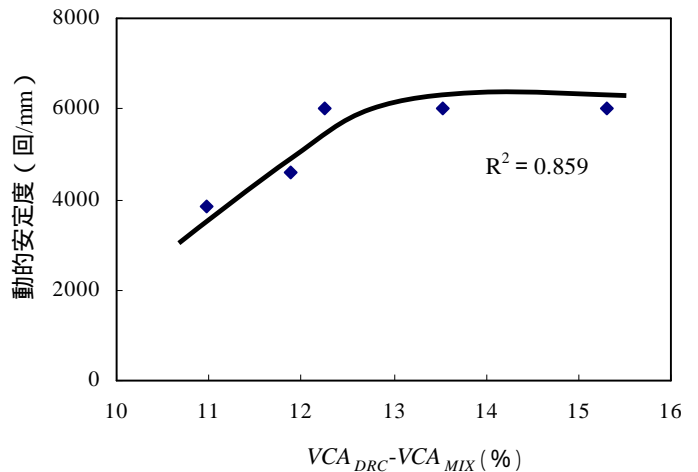


図3 VCAと動的安定度の関係

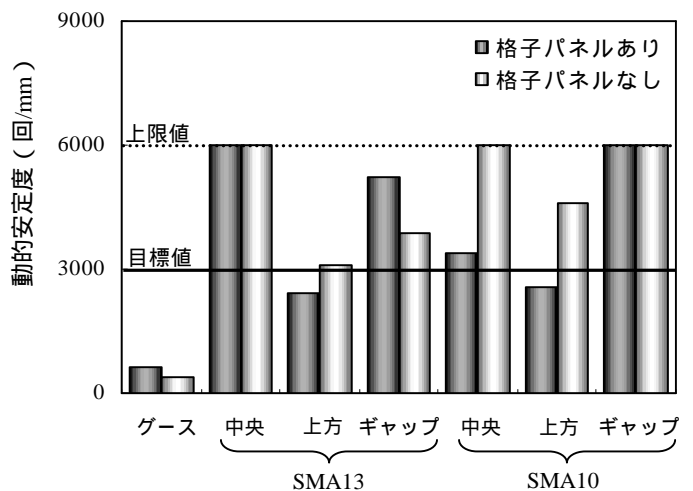


図4 ホイールトラッキング試験結果

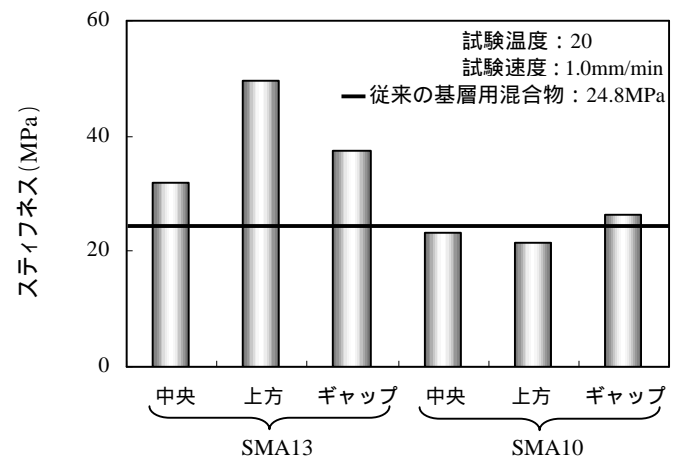


図5 ひずみ 6000×10^{-6} におけるスティフネスの比較

表1 施工時における作業性の評価

混合物	配合	89%相対密度の旋回数
SMA13	中央	12
	上方	4
	ギャップ	14
SMA10	中央	7
	上方	10
	ギャップ	8
SMA5	中央	10