

開発途上国の舗装工事における耐流動性向上に関する一考察

JICA 資金協力業務部 正会員 古木 守靖*
 JICA 資金協力業務部 正会員 藤原 明 **
 大林道路㈱ 正会員 ○古川 聡哉***

1. はじめに

開発途上国における無償資金協力事業では、気象条件や地質などの自然条件が日本と大きく異なるほか、材料の手配から工事完了までの一式を施工会社が実施するため、骨材の自社生産を行ったり、専門工事の現地企業への発注が困難であったりと施工環境も日本と大きく異なる。このため、品質管理の行き届かないプラントの操業、不良原材料の使用などに起因し、道路舗装が供用後の早い時期に破損する事例が見られた。

JICA では、2016 年に上記課題について解決策や注意事項を「舗装施工監理/管理ハンドブック」として取りまとめた。しかし、いくつかの課題について十分な解決策が提示されていなかったため、2019 年に改訂作業を行った。

本稿は、この度行われた改訂業務のうち、国内で実施された試験業務の結果をとりまとめ報告するものである。

2. 試験業務の目的

舗装の早期破損の主な形態である流動わだち掘れについて着目し、開発途上国の現地事情を鑑み、ストレートアスファルトを使用することを前提として、耐久性を確保しつつ、耐流動性向上を図るための配合手法を探ることを目的とする。

3. 試験概要

試験に用いたアスファルト混合物（以下混合物）の種類は、耐流動性に有利とされる最大粒径 20mm の密粒度混合物（75 回突き）とし、粒度は中央粒度、最適アスファルト量（以下 OAC）は、密粒度アスコンの各基準値を全て満たす共通範囲の中央値とした。空隙率等の計算には、理論最大密度ではなく、海外において主流である最大密度試験（舗装調査・試験法便覧 G027）を使用した。その場合、最大密度は小さくなる

傾向にあり、必要な空隙率を確保するためのアスファルト量が少なくなるため OAC は減少する。耐流動性は、ホイルトラッキング試験による動的安定度（以下 DS）により評価した。

4. 試験結果

4.-1 原材料の違いによる影響

アスコンに使用する各原材料を複数組み合わせる配合試験を行い、OAC におけるマーシャル安定度および DS について比較検討した。

- 1) 粗骨材：粒形の違いによる影響を比較するため、一次破碎（非売品）、三次破碎（標準品）、四次破碎（特注品）の 3 種類を使用した。
- 2) 細骨材：粒形の違いによる影響を比較するため、天然砂（川砂）、砕砂、混合砂（天然砂：砕砂＝50：50）の 3 種類を使用した。
- 3) フィラー：種類の違いによる影響を確認するため、石粉、セメント（普通ポルトランド）、回収ダストの 3 種類を使用した。
- 4) アスファルト：針入度の違いによる影響を確認するため、ストレートアスファルト 40/60、60/80、80/100 の 3 種類を使用した。

試験結果より、各パラメータが DS 値の増減に与える影響とその影響の度合いを示した表を表-1 に、針入度および細骨材比率と DS の関係を図-1 に示す。

4.-2 配合の違いによる影響

次に、代表的な材料を用いて配合試験を行い、DS について比較検討した。

- 1) アスファルト量：OAC を基準に±0.5%増減した 3 点について比較した。
- 2) 粒度：粒度は、中央粒度を基準とし、2.36 mm 通過量を±12%、±4%増減させた計 5 粒度について比較した。増減幅は、それぞれ国交省および NEXCO の管理基準を参考にした。

キーワード 海外舗装工事, 開発途上国, 耐流動性, 材料, 配合, SGC

連絡先

* 〒102-8012 東京都千代田区二番町 5-25 (独) 国際協力機構資金協力業務部 TEL 03-5226-9240
 ** 〒102-8012 東京都千代田区二番町 5-25 (独) 国際協力機構資金協力業務部 TEL 03-5226-9240
 *** 〒101-8228 東京都千代田区神田猿樂町 2-8-8 大林道路㈱ 技術部生産技術課 TEL 03-3295-8855

試験結果より、各パラメータと DS の関係を図-2 に示す。

表-1 各パラメータの影響度

パラメータ	DS			影響度
	小	↔	大	
粗骨材の粒形	丸い		角ばり	極小
	扁平		方形	極大
細骨材の種類	天然砂	混合砂	人工砂	大
フィラーの種類	ダスト	セメント	石粉	極大
アスファルト針入度	80/100	60/80	40/60	極大

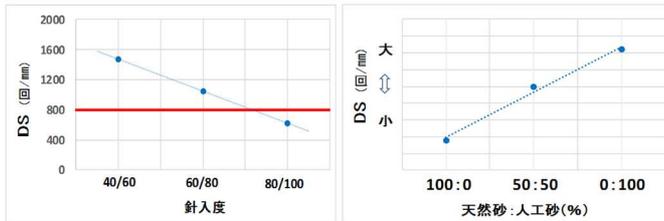


図-1 針入度、細骨材比率と DS の関係

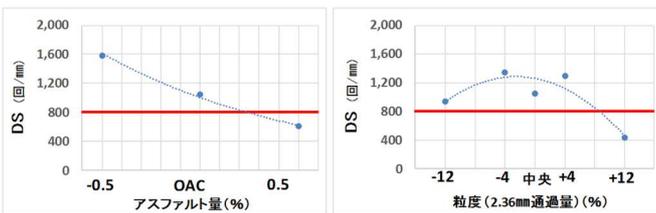


図-2 アスファルト量、粒度と DS の関係

4.-3 SGC (Superpave Gyrotory Compactor) による締固め試験

SGC は米国の Superpave 配合設計法に用いられている供試体締固め用の試験機である。施工時のローラ転圧のニーディング効果を再現するのに適しているとされている。回転数 N は、予定交通量によって N_{ini} (初期回転数)、 N_{des} (設計回転数)、 N_{max} (最終回転数) が定められる。 V_{ini} (初期空隙率) はワーカビリティや締固め易さの指標とされ、下限値が定められている。 V_{des} (設計空隙率) は設計 As 量を定めるものであり 4%とされている。 V_{max} (最終空隙率) は耐流動性の指標とされ、2%以上と定められている。 N_{max} 終了後の供試体の最終空隙率 V_{max} と DS の関係を図-3、図-4 に示す。

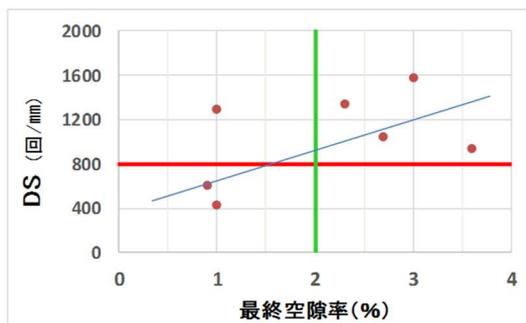


図-3 最終と DS の関係

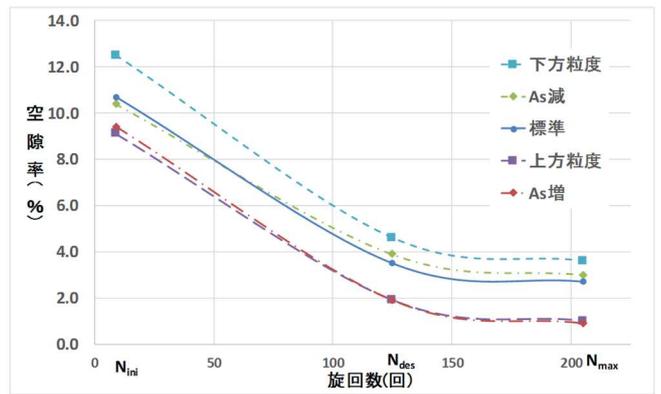


図-4 回転数と空隙率の関係

5. まとめ

耐流動性を向上させる方法として、下記の事項が有効であることが示された。

- ・理論最大密度ではなく、試験による最大密度を適用すると、OAC が小さくなり DS 値は向上する。
- ・粗骨材は、角張った扁平の少ないものを使用する。
- ・天然砂より人工砂の比率を上げる。
- ・フィラーは石粉を使用する。
- ・アスファルトの針入度グレードを下げる。
- ・アスファルト量を-0.5%の範囲で減じる。
- ・粒度は 2.36 mm通過量が±4%の範囲で調整するのはよいが、±12%では著しく低下する。
- ・SGC 締固め試験において、最終空隙率 2%以上確保すれば、DS 値も確保できる可能性が高い。
- ・下方粒度は、耐流動性の向上には寄与するものの、ワーカビリティに劣る混合物であると推測される。
- ・上方粒度は、ワーカビリティは良好であるが耐流動性に劣る混合物であると推測される。

6. おわりに

前述の留意点は、国内では一般論として広く知られている知見であるが、海外で問題となる骨材など素材の重要性を、定量的に再確認することができた。これらの結果は、JICA の基礎研究「開発途上国における道路舗装の耐流動性向上に係る調査分析」に反映され公開されることとなっている。

参考文献

- 1) Asphalt Institute : Superpave Mix Design, Superpave Series No.2
- 2) (社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧(H31 年版)
- 3) JICA ほか：舗装施工監理/管理ハンドブック(案)(H28 年 12 月)