

フォームドアスファルトの改良による性能向上の検討

前田道路（株）技術研究所 正会員 ○齋藤 啓大

同上 非会員 高木 耕平

同上 正会員 江向 俊文

1. はじめに

わが国の中温化混合物の製造量は全合材製造量の0.1%に過ぎないが、米国においては13%と普及が進み今後も拡大傾向にある。また、その適用技術の大半はフォームドアスファルト（以下、フォームドアス）によるものであり、大量製造には機械方式が適していることやコストアップが少ないなどがその理由に挙げられる。フォームドアスは、フォームド発生装置で高温のアスファルトと水を混合することで生成され、混合物製造時はアスファルトの発泡による見かけの粘性の低下により混合性が向上し、施工時にはアスファルト中に残存する泡のベアリング効果により締固め性が向上するものである。筆者らは、わが国においても今後の中温化技術の普及や再生アスコンなどへの適用を考慮した場合、米国と同様にフォームドアスが適していると考え、従来のフォームドアスの性能をさらに向上させるために、発泡倍率の増大による混合性の向上と泡の微細化によるベアリング効果の向上について検討を行った。本論文では、これらフォームドアスの改良による効果について報告するものである。

2. フォームドアスファルトの改良

フォームドアスの改良は、新たに開発した専用フォームド発生装置と発泡改善剤の2手法を用いて行った。発生装置は、水とアスファルトの混合性を向上させ発泡量を増大させるもので、発泡改善剤はアスファルトの表面張力を調整し、泡同士の結合・肥大化を抑制し微細泡の状態で安定させるものである。また、改良フォームドアスの性能評価は、既往の研究¹⁾で実績のある式(1)で示すフォームインデックス（以下、FI）を用いて行った。

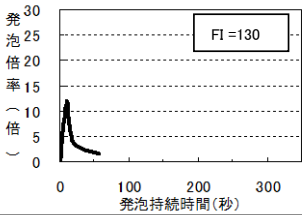
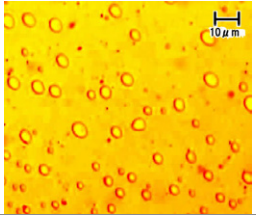
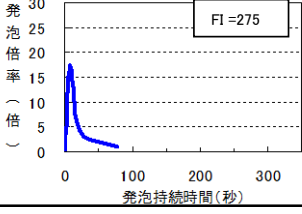
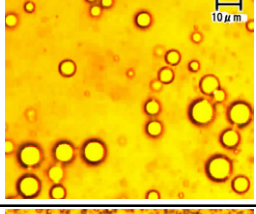
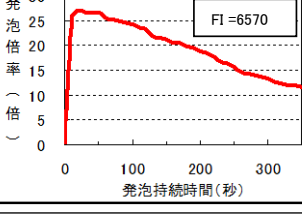
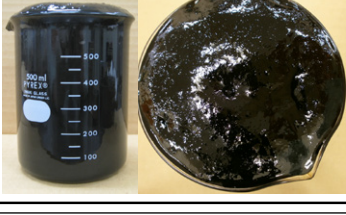
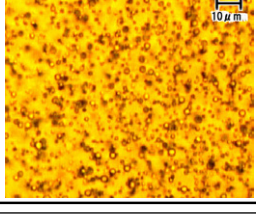
$$FI = \frac{-\tau_{1/2}}{\ln 2} \left(4 - ER_m - 4 \ln \left(\frac{4}{ER_m} \right) \right) + \left(\frac{1+c}{2c} \right) * ER_m * t_s \tag{1}$$

ここに、 $\tau_{1/2}$ ：半減期 ER_m ：発泡倍率

c ：膨張率補正係数

t_s ：フォームドアスファルト噴射時間

表-1 フォームドアスの発泡状況

	概要	発泡倍率と持続時間	発泡状況	マイクロスコープ画像
従来フォームドアス	① 装置：WIRTGEN WLB-10 As温度：160℃ 水添加量：2.5%			
	② 装置：WIRTGEN WLB-10 As温度：160℃ 水添加量：3.0%			
改良フォームドアス	③ 装置：開発品 As温度：160℃ 水添加量：3.0% 発泡改善剤 添加量：0.15%			

キーワード：フォームドアスファルト，フォームド発生装置，発泡改善剤，フォームインデックス，施工性評価試験機

連絡先：〒300-4111 茨城県土浦市大畑208 前田道路(株)技術研究所 TEL：029-833-4311 FAX：029-833-4312

表-1 は、ストレートアスファルト 60～80 を使用した各フォームドアスの発泡状況を示したものである。従来フォームドアスの①は、FI が低いため残存する泡の数が少ない。また水を増量した②は、発泡倍率が少し増大するものの泡同士が結合・肥大化し消滅するため、泡径も大きく残存する泡も少ない。これに対して③は、開発装置により発泡量が増大し、また発泡改善剤により泡同士の結合・肥大化を抑制しているため微細泡が多数残っている。この結果より、改良フォームドアスは施工時のベアリング効果の向上が期待できる。また、FI が大きくなると個々の泡の径が小さくなり、残存泡量が増える傾向になることも併せて確認できた。表-2 は、改良フォームドアスの性状を示したものであるが、通常アスと比較して針入度や伸度など劣化に関する性状について変化が見られないことから、水や発泡改善剤の使用による影響はないことが確認された。

3. 改良フォームドアスの混合物性状

密粒度アスコン(13)の混合物性状試験結果を以下に示す。

(1) 締固め性

マーシャルランマの突固めによる締固め性を図-1 に示す。改良フォームドアスは通常アスと比較して同一温度では高い締固め度を示し、140℃の通常アスと同等の締固め度になるのは 104℃ (36℃低減) であり、従来フォームドアスより低減効果が 15℃程度高いことが確認できた。

(2) 施工性

施工性については、施工性評価試験機²⁾を用いて検証を行った。図-2 は、混合物温度と撈拌トルク値の関係を示したものである。これより、改良フォームドアスは通常アスと比較して同一温度では低いトルク値を示し、150℃のアスと同トルク値になるのは 119℃ (31℃低減) であり、従来フォームドアスより低減効果が 10℃程度高いことが確認できた。

(3) 混合物の基本性状

改良フォームドアスを使用し、混合物温度を下げて締固めた時の混合物性状を表-3 に示す。なお、改良フォームドアスの締固め温度は、図-1 の結果を踏まえ 104℃とした。これより、通常アスより締固め温度を低減させても混合物性状の低下は見られなかった。また改良フォームドアスは水と発泡改善剤の使用によるはく離抵抗性の低下が懸念されたが、低下は見られなかった。

4. まとめ

本検討により、改良フォームドアスを適用したアスコンは、従来フォームドアスより製造温度低減や施工性改善などの性能が向上していることを確認した。今後は、フォームドアス発生装置の簡素化によるコストダウン・汎用化を進め、改良フォームドアスの製造システムの構築を進めていく予定である。

【参考文献】

1) KJ Jenkins : CHARACTERISATION OF FOAMED BITUMEN, 7th CONFERENCE ON ASPHALT PAVEMENTS FOR SOUTHERN AFRICA, 1999.9
2) 真壁, 高, 村田 : アスファルト混合物の作業性評価手法の提案, 第29回日本道路会議論文集(CD-ROM)論文番号3017, 2011.1

表-2 フォームドアスの性状

項目	通常アス	従来フォームドアス	改良フォームドアス
針入度 (25℃) (1/10mm)	71	71	72
軟化点 (℃)	47.5	47.3	47.6
伸度 (15℃) (cm)	100+	100+	100+
密度 (15℃) (g/cm ³)	1.039	1.037	1.039

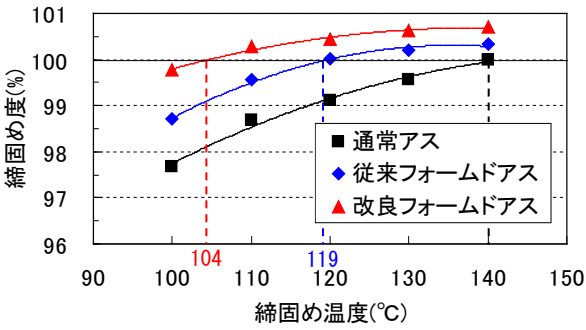


図-1 締固め温度と締固め度の関係

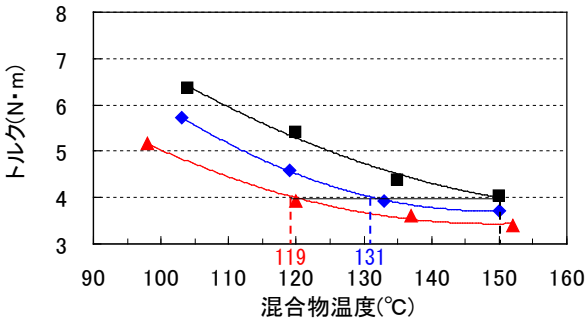


図-2 混合物温度と撈拌トルク値の関係

表-3 混合物性状試験結果

項目	通常アス	改良フォームドアス
供試体作製温度 (℃)	140	104
マーシャル安定度 (kN)	11.5	11.4
フロー値 (1/100cm)	34	33
残留安定度 (%)	93.9	93.7
動的安定度 (回/mm)	630	620
動的はく離率 (%)	3.2	3.1
曲げ強度 (-10℃) (MPa)	6.7	6.7
曲げひずみ (×10 ⁻³)	2.5	2.6
曲げスティフネス (10 ³ MPa)	2.6	2.6