

寒冷地域におけるフォームドアスファルト技術の適用

前田道路(株) 東北支店 ○奥村 晃司
松浦 悠貴
技術研究所 黒田 康熙

1. はじめに

近年、再生アスファルト混合物（以下、再生アスコン）は、全アスファルト混合物製造量の約7割を占め、再生骨材配合率（以下、再生率）も上昇傾向にあり、70%を超える高再生率で使用される地域もある。このような状況から、寒冷地域の冬季施工時における再生アスコンの施工性や締固め度などの品質の確保が問題となっており、今後の再生率の上昇に伴う品質確保はさらに厳しい状況にある。

これに対処する方法としては、中温化技術を適用し、通常温度で製造しつつ施工可能下限温度を広げ、冬季施工や長距離運搬の現場などの温度低下が予想される場合でも、品質を確保する方法があるが、製造コストが増大してしまうため普及には至っていない。

そこで筆者らは、中温化技術の中でも低コストで製造可能な機械式フォームドアスファルト（以下、フォームドAs）に着目し、高再生率の再生アスコンに対応するため、アスファルトを微細発泡（以下、改良フォームドAs）させることでフォームド効果を向上させ、さらにこの技術を再生用添加剤にも適用し、アスファルトと再生用添加剤の両方をフォームドし、効果の相乗を目的としたWフォームド方式を開発した。

本報は、改良フォームドAsならびにWフォームドの概要および効果、ならびに寒冷地域での適用事例について報告するものである。

2. 改良フォームドAs

2. 1. 改良フォームドAsの概念

フォームドAsは、アスファルトの容積が増加し見掛けの粘性が低下するため、製造時には混合性が向上する。施工時に容積は元に戻るが、残存する泡のベアリング効果によって締固め性が向上する。新アスファルト量の少ない再生アスコンにフォームドAsを適用するためには、フォームドAsのベアリング効果を高める必要がある。理想とするフォームドAsは、泡同士の結合・肥大化を抑制して微細泡化が図られ、噴射数秒後もアスファルトの発泡・膨張が継続し、転圧時においても微細泡が多く残存することで大きなベアリング効果を確保することが可能となるものである。

理想とするフォームドAsの概念図を図-1に示す。

2. 2. 微細泡フォームドアスファルト

上記の理想とするフォームドAsを実現するため、表-1に示すような発泡補助剤を添加する手法を開発した^{1)、2)}。この発泡補助剤を使用することにより、安定した微細泡の状態を保つことが可能となった。また、添加量はアスファルトに対し0.1%程度であり、As性状と混合物性状に変化がないこ

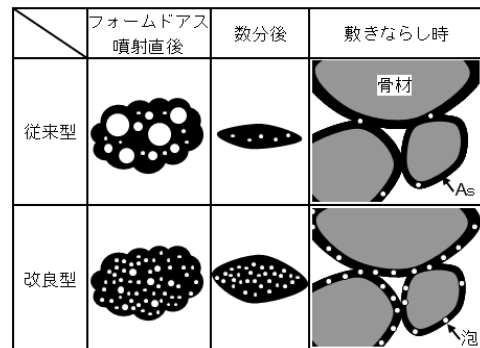


図-1 フォームドAsの概念図

表-1 発泡補助剤の性状

項目	性状値
形状	液体
動粘度(25℃) mm ² /s	100
密度(15℃) g/cm ³	0.97
引火点 ℃	315

とを確認している。

ストレートAs 60/80 を使用した密粒度アスコン(13)について、改良フォームドAsを使用したアスファルト混合物の締固め性を検証した。図-2 は通常のアスファルト、従来型のフォームドAs、改良型のフォームドAsを使用した時の締固め温度と締固め度の関係を示したものである。

この結果から、通常のアスファルトを使用した混合物に比べて、従来型のフォームドAsを使用した混合物は締固め性が高いことがわかる。また改良型のフォームドAsを使用した混合物は、従来型よりさらに効果が改善されている。製造温度低減効果は従来のフォームドAsでは約20℃であるのに対して、改良したフォームドAsでは約30℃と大きく改善されている。

ポリマー改質アスファルト使用時についても同様の傾向を示しており、製造温度低減効果を確認している。

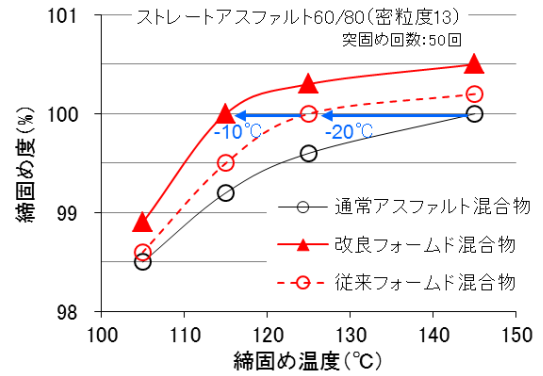


図-2 締固め温度と締固め度の関係

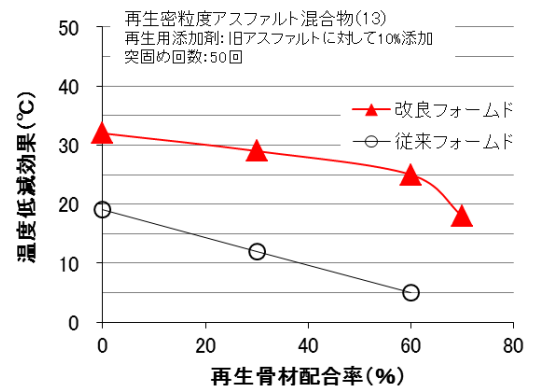


図-3 再生骨材配合率と温度低減効果

3. 再生アスファルト混合物への適用

フォームドAsの再生アスコンへの適用を検討した。

図-3 は再生率を変化させた時の製造温度低減効果を示している。改良型のフォームドAsを使用した混合物は従来型のフォームドAsを使用した混合物よりも、製造温度低減効果は高い。従来型のフォームド混合物は再生率が60%の時の製造温度低減効果が5℃程度しかないのに対して、改良型のフォームド混合物は25℃程度の低減効果がある。したがって、改良型のフォームドAsは再生アスコンでも十分な効果が確認された。

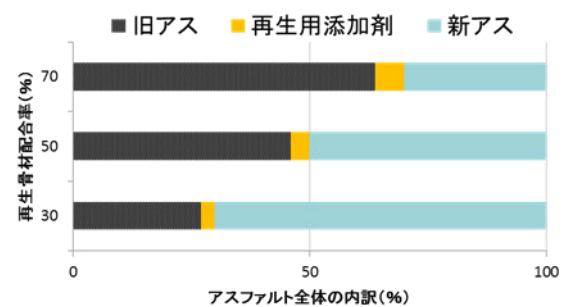


図-4 再生アスファルトの内訳 (一例)

4. フォームド技術の再生用添加剤への適用

再生アスコンにおける再生率は今後さらに上昇していくことが予想される。そこで、フォームド技術を活用して高再生率の再生アスコンについて、締固め性を改善する方法について検討を行った。

再生アスコン中の再生アスファルトの内訳の一例を図-4 に示す。再生率の上昇に伴い新アスファルト量は減少するが再生用添加剤の量は増加することが分かる。そこで、再生用添加剤も発泡することにより締固め性が改善 (温度低減効果を増加) および再生骨材の品質回復を効果的に図ることができなにか検討を行うこととした。

4. 1. フォームド再生用添加剤の締固め温度低減効果

再生用添加剤を発泡し添加すること (以下、発泡添加) による、再生アスコンの締固め性の改善効果について検証を行った。アスファルトは①通常のアスファルト②アスファルトのみをフォームドするシングルフォームド (以下、Sフォームド) ③アスファルトと再生用添加剤をともにフォームドするダブルフォームド (以下、Wフォームド) で比較した結果を図-5 に示す。Wフォームドすること

により、さらにSフォームドより締固め性が改善され、本検討では約8℃の温度低減効果が得られた。

4. 2. フォームド再生用添加剤の性状回復効果

再生骨材の旧アスファルトの回復状況を評価するために、圧裂試験を行い効果を確認した。ただし、本検討では効果を明確にするため再生骨材のみを使用した。再生用添加剤は石油系潤滑油を旧アスファルト比で10%添加した。試験結果を図-6に示す。圧裂係数は密度に影響を受けるため、密度と圧裂係数の傾向線で比較した。通常添加では時間経過後の傾向に違いがある。これに対して発泡添加では、時間経過後について、ばらつきはあるものの同様の傾向がみられる。また、発泡添加の1時間後と通常添加の5時間後は、同様な傾向がみられる。このことから、発泡添加は旧アスファルトと馴染み（浸潤）しやすいことがわかる。今後はアスファルト合材工場で、試験を重ねて効果を検証していく予定である。

5. アスファルト合材工場における検証

アスファルトプラントにアスファルトと再生用添加剤のフォームド発生装置をそれぞれ設置し、混合物のフォームド効果の持続性を検証した。

5. 1. サイロ貯蔵試験

サイロ貯蔵による試験結果を図-7に示す。混合物をサイロに貯蔵後、6時間ごとに出荷およびサンプリングを行い、マーシャル供試体を作製した。

締固め温度は145℃と125℃としたが、Wフォームドについて30時間経過後も製造直後と同等な締固め度が確保されている。

5. 2. ダンプ運搬試験

ダンプ運搬による試験結果を図-8に示す。混合物をダンプに積載後、1時間ごとに混合物のサンプリングを行い、マーシャル供試体の作製を行った。

締固め温度は145℃と115℃としたが、Wフォームドについて、5時間経過後も製造直後と同等な締固め度を確保できていることが分かる。

以上の2つの実験結果より、フォームドの効果は時間が経過しても持続していることが確認できた。

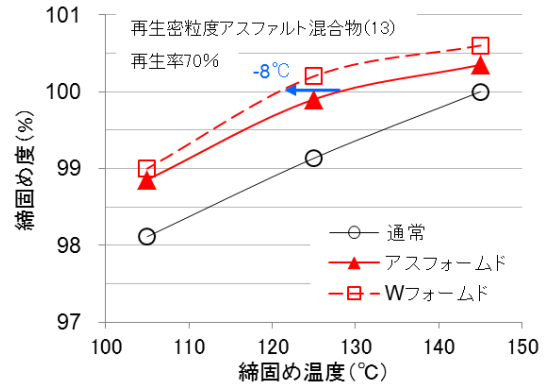


図-5 締固め度試験結果（フォームド効果）

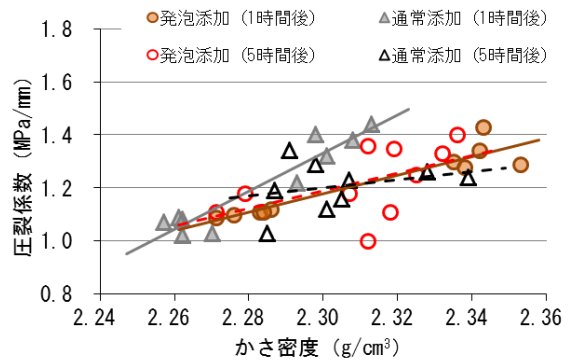


図-6 密度と圧裂係数（再生骨材のみ使用）

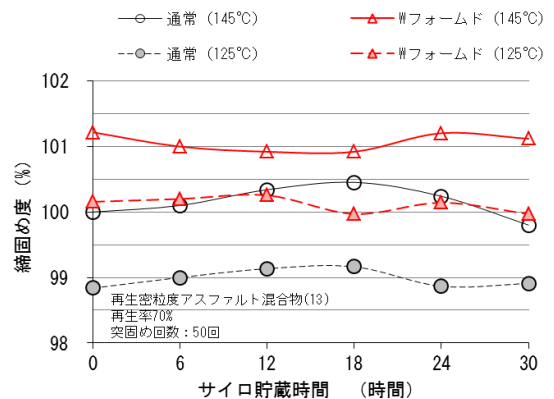


図-7 サイロ貯蔵試験結果

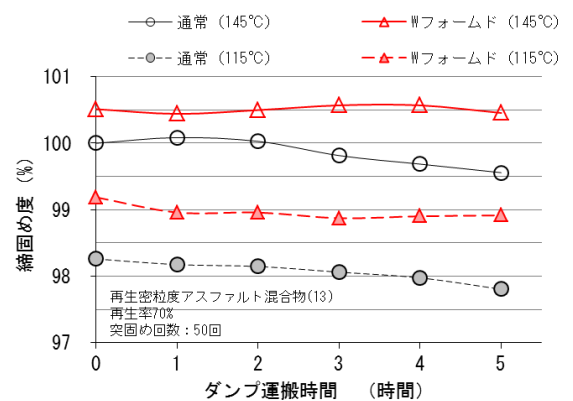


図-8 ダンプ運搬試験結果

6. 寒冷地域における適用状況

フォームドAs技術は、低温度領域での締固め効果が向上することから、寒冷地域においては特に有用な技術であると言える。そこで、現状での当社東北地区プラントにおける活用状況を以下に示す。

6. 1. フォームド発生装置の設置状況

東北地区においてフォームド発生装置が設置されている工場を表-2に示す。宮城県を中心に計4工場で設置されており、より高い効果を得るため、全ての工場でWフォームドを採用している。これらの装置は現状の機械に比較的簡易な改造をすることで設置が可能であるため、普及拡大が見込めるものである。

6. 2. アスファルト混合物事前審査認定状況

表-3にアスファルト混合物事前審査の認定混合物と出荷状況を示す。使用頻度の高いポリマー改質アスコンと再生率60%の再生アスコンの認定を取得しており、平成29年度末までの出荷数量は約35,000tとなっている。

6. 3. 舗設現場における使用状況

Wフォームドは、冬季の気温の低い日や長距離運搬の現場などの温度低下が予想される場合において適用し、通常温度で製造しつつ施工可能下限温度を広げることで施工性ならびに締固め度を確保している。

なお、これまで舗設現場における不具合は発生せず、良好な施工性と供用性を確認している。

7. おわりに

本技術は機械方式により混合物の締固め性を改善するため、イニシャルコストは必要となるが製造時の手間や材料のコストアップがほとんど発生しない。また、施工性改善により品質確保が可能なことから寒冷地域である東北地区において本技術を広めていくことは非常に有効である。しかしながら、現段階では十分に普及した技術とは言い難い。そこで、利用拡大の一環として古川および仙台工場では宮城県グリーン製品の認定を取得するなど積極的な活用を呼びかけている。

今後、更に設置工場を拡大し製造体制の強化を図るほか、引き続き発注者および施工者に対し本技術の普及活動を行い、汎用化を目指していく予定である。

<参考文献>

- 1) 齋藤ほか；フォームドアスファルトの改良による性能向上の検討、土木学会第68回年次学術講演会 V -425、pp. 849-850、2013. 9
- 2) 齋藤ほか；微細泡化したフォームドアスファルトを用いた中温化再生アスファルト混合物の開発、第30回日本道路会議論文集、No. 3024、2013. 10
- 3) 越ほか；高再生率アスファルト混合物の品質確保と安定供給、土木学会論文集 E1(舗装工学)、Vol. 73, No. 3 (舗装工学論文集第22巻)、I_147-I_154、2017

表-2 フォームド発生装置設置工場

地域	工場名	設置年
宮城県	古川合材工場	2015年2月
	仙台合材工場	2016年4月
	気仙沼合材工場	2018年1月
岩手県	一関合材工場	2017年4月

表-3 主な認定混合物と出荷状況

混合物	出荷数量
密粒度アスファルト混合物(20) 改質II型 [フォームド]	約14,000 t
再生密粒度アスファルト混合物(20F) [Wフォームド]	約6,000 t
再生密粒度アスファルト混合物(20F) [Wフォームド]	約15,000 t



写真-1 施工状況