

施工性改善型ポリマー改質アスファルトⅡ型の開発とその特徴

日進化成株式会社 技術研究所 ○金澤 裕貴
同上 浅井 和明
同上 深代 勝弘

1. はじめに

現在の舗装業界において、ポリマー改質アスファルトはユーザーの多様な要求に応えるべく、様々な製品展開をしている。その中でも、ポリマー改質アスファルトⅡ型は改質アスファルト全体の約71%を占めており最も使用されている改質アスファルトである。

加熱アスファルト混合物は特性上、温度低下により締固め性が低下しやすく、その結果、舗装に様々な影響を及ぼす。特に、冬期や夜間の低温下での施工時においては、たとえば、耐流動性や耐摩耗性を向上させるために、ポリマー改質アスファルトⅡ型を用いたとしても、所定の舗装の仕上がりに至らなければ、期待する性能が十分に得られないという結果になってしまう。

この課題を解決するために、ポリマー改質アスファルトⅡ型を用いたアスファルト混合物の施工可能温度範囲を広くする（施工性改善）手法に着目した。すなわち、合材温度が低下しやすい状況、環境においても、配合設計時と同等の締固めを施工現場にて再現でき、その結果、舗装の長寿命化につながることを考えた。これらの観点より、施工時の作業性を改善することには大きな意義がある。

そこで、これらの課題に取り組むべくポリマー改質アスファルトⅡ型の品質規格を満たしつつ、通常より合材温度が低下した場合でも、十分な施工性、締固め度を確保して、供用性を満足する改質アスファルトの開発を行った。本報文では開発品である施工性改善型ポリマー改質アスファルトⅡ型（エポックファルト D-EX）の各種性状とその特徴について報告する。

2. 施工性改善型ポリマー改質アスファルトについて

施工性改善型ポリマー改質アスファルトを開発するにあたり、通常のポリマー改質アスファルトⅡ型と比較して、施工時の合材温度を30℃低減しても、所定の締固め度を満たすことができること、加えて低温施工時での、レーキ等を用いた人力作業における合材の重量感を低減させることを目標とした。これらの問題の解決方法には、ポリマー改質アスファルトの持つ所定の強度を維持しつつ、その粘度を低下させる方法やアスファルト合材間の摩擦を低減させる方法などがある。これらの手法を用いることで、アスファルト混合物の施工可能温度範囲を低温側に広くとることが可能となり、施工の容易性と所定の締固め度を実現することができるようになる。

開発品であるエポックファルト D-EX（以下開発品、図中 D-EX）の代表的なバイнда性状を表-1に示す。バイнда性状は日本改質アスファルト協会の定めるポリマー改質アスファルトⅡ型の品質規格（JMAAS-01）を満足している。

表-1 エポックファルト D-EX の代表的な性状

試験項目	代表性状値	JMAAS-01 品質規格	
軟化点	℃	61.0	56.0以上
伸度 (15℃)	cm	100	30以上
タフネス (25℃)	N・m	22.8	8.0以上
テナシティ (25℃)	N・m	16.5	4.0以上
針入度 (25℃)	1/10mm	52	40以上
薄膜加熱質量変化率	%	+0.08	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率	%	82.7	65以上
引火点	℃	334	260以上
密度(15℃)	g/cm ³	1.030	—

3. 混合物性状評価による施工性改善効果の確認

3.1 ホイールトラッキング試験用供試体を用いた評価

開発品の施工性について検討するために、合材での評価を行った。室内試験で評価する方法として、転圧回数、締固め温度を変化させてホイールトラッキング（以下 WT）試験用供試体を作製した。混合物種類は密粒度アスファルト混合物（13）、[75]、アスファルト量は 5.2 % である。締固め温度は、室内配合における通常締固め温度範囲の中央値である 165℃ と、目標である合材が 30℃ 低下した場合の施工性を室内で確認するため 135℃ とした。

作製した供試体の動的安定度を測定したところ、今回設定したいかなる条件下においても開発品と通常品に差異は見られなかった。ところが、二次転圧の回数と圧密変形量 (d_0) の関係には特徴的な挙動が見られることを見出した。一般的に d_0 は初期わだち掘れの発生と関係があると言われる値である。図-1 に二次転圧回数と d_0 の関係を示す。この結果によれば、開発品は通常のポリマー改質アスファルト II 型（以下通常品、図中 ED）と比較すると d_0 の値が二次転圧回数を変化させた場合でもほぼ一定となっていることがわかる。これは、一次転圧の段階で初期の圧密が発生しない程度にまで緻密な舗装面が得られていると考えられる。この傾向は、合材温度が低温（135℃）になっても変わらないことが見て取れる。これらのことより、厳しい施工条件下であっても、一定品質以上の仕上りの舗装が得られると言える。

3.2 マーシャル供試体を用いた評価

開発品の締固め性を評価するにあたり、マーシャル（以下 MT）供試体を、締固め温度を変化させて作製した。その結果を図-2 に示す。この結果によれば、開発品は締固め温度を目標である 30℃ 低減させた場合においても十分な締固め性能を有していることが分かった。そこで、WT 試験における d_0 の挙動を勘案し、突固め回数を変化させて MT 供試体を作製し、その飽和度の変化を観察することにした。図-3 に突固め回数を変化させて開発品 135℃、通常品 165℃ で作製した MT 供試体の飽和度を示す。開発品は、通常品両面 75 回突固めに相当する飽和度を約 50 回の突固めで達していた。これは、開発品は少ない突き固め回数、すなわち少ないエネルギーで、骨材間隙中にバインダが充填されている状態であることがわかる。このことより、開発品は二次転圧回数を変化させた場合でも圧密変形量がほぼ変化せず、一次転圧の段階で初期の圧密が発生しない程度にまで緻密な舗装面が得られていると考察する。

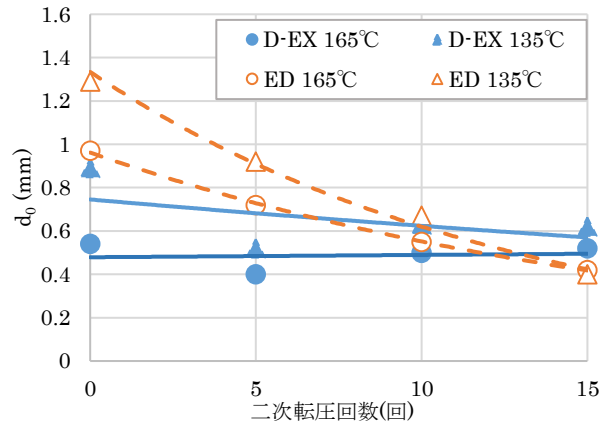


図-1 二次転圧回数と圧密変形量

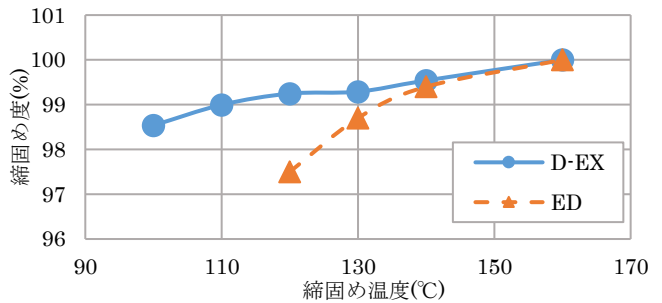


図-2 締固め温度と締固め度の変化

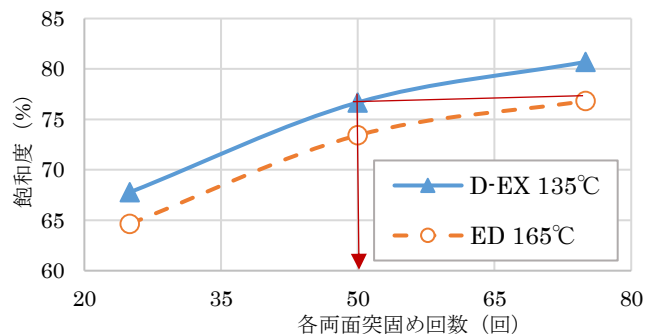


図-3 突固め回数と飽和度

3.3 スランプ試験を用いた合材の施工性評価

施工性の評価において、MT 供試体や WT 試験用供試体を作製せず、より簡単な手法でアスファルト合材の作業性を評価することが可能か検討した。そこでコンクリートの流動性を示す試験である、スランプ試験に着目し、アスファルト合材に適する方法を検討した。

評価方法を図-4 のように定め実験を行った。試験の結果を表-2、写真-1 および図-5 に示す。スランプの高さは全ての温度において開発品が通常品を下回ったことより、開発品は通常品よりも合材に流動性を付与しているという傾向が見られた。しかし、スランプ高さ、幅は温度毎の差が明確に表れないなどの課題も見られた。



写真-1 スランプ測定の様子

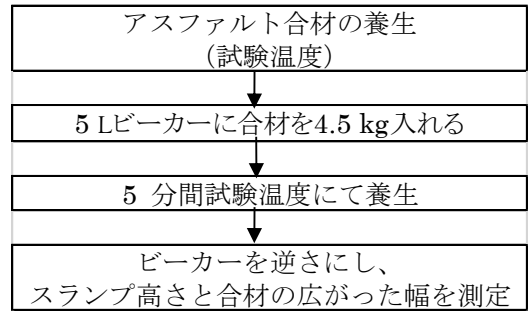


図-4 スランプ測定方法

表-2 スランプ高さ(棒の長さ)と幅

合材温度	105°C		135°C		165°C	
	D-EX	ED	D-EX	ED	D-EX	ED
高さ	9.0	10.5	8.5	10.0	9.0	9.0
幅1	38.0	36.0	35.0	42.0	36.0	35.0
幅2	36.5	40.0	34.0	36.0	35.0	42.0

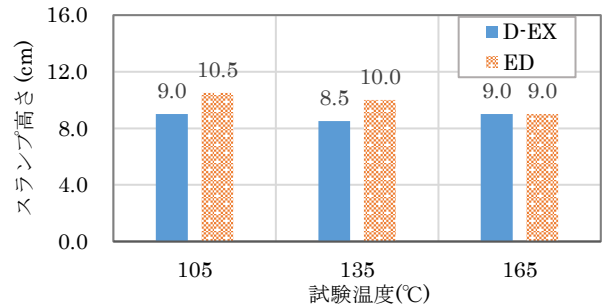


図-5 試験温度とスランプ高さ

4. バインダの性状評価

4.1 バインダの粘度測定

図-6 に開発品と通常品の温度-粘度曲線を示す。開発品の粘度は 170-180°C で通常品とほぼ同等であるが、それ未満の温度領域では、通常品より粘度が低いことがわかる。

4.2 動的粘弾性測定

施工温度が低下した条件下でのバインダ特性をより明確にするために、動的粘弾性の測定を行った。測定を行うにあたり、合材の施工性評価により近づけるために、バインダ単体ではなく、バインダと石粉を 1:1 の割合で混合したアスファルトモルタルを作製し、測定を行った。表-3 に測定条件、図-7 に温度-位相角の測定結果を示す。開発品は 90°C 付近から 165°C の領域にかけて通常品よりも位相角が小さい傾向が見られた。これは、開発品は通常品と比較すると 90-165°C の領域で、より粘性の低い性質を持っているといえる。アスファルトモルタルの状態に

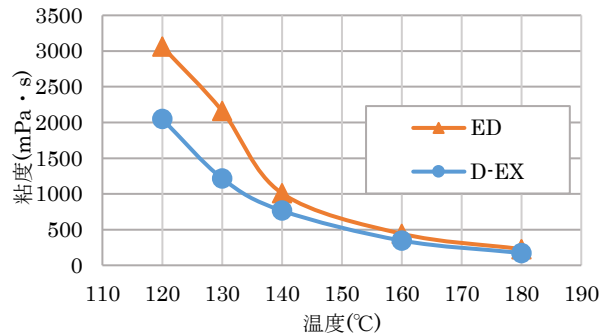


図-6 温度-粘度曲線

表-3 測定条件

測定機器	TA インストルメンツ社 DHR HR-2
測定温度	60-165°C
測定周波数	1 rad/s
歪み	10 %
プレート径	25 mm

においてこの傾向が得られたということは、開発品は通常品と比較し、石粉間の摩擦が潤滑効果により低減しているのではないかと推測される。アスファルト合材の施工温度範囲でこの特性が顕著に示されていることは、開発品には施工性を改善する効果があるといえる。

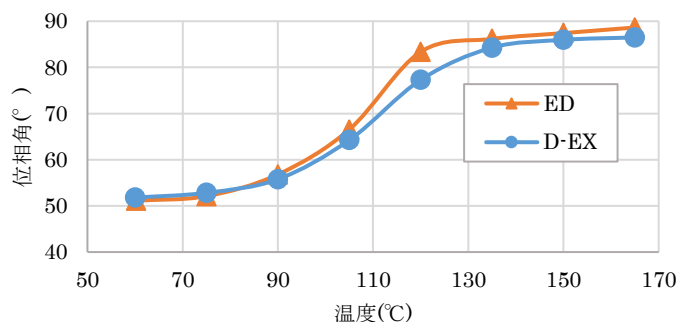


図-7 温度と位相角の関係

表-4 試験施工時の合材温度

混合物種	D-EX		ED	
	高機能舗装Ⅱ型用混合物	表層混合物タイプB	高機能舗装Ⅱ型用混合物	表層混合物タイプB
気温	-2°C	1°C	-2°C	1°C
合材到着温度	175°C	175°C	170°C	181°C
敷き均し温度	130°C	134°C	125°C	140°C
1次転圧温度	110°C	116°C	62°C	106°C
2次転圧温度	62°C	63°C	41°C	63°C
仕上げ転圧温度	52°C	55°C	-	-

5. 試験施工

開発品の実施工における性能を評価するために、冬季の試験施工にて低温条件下での施工性の確認を行った。試験施工時の合材温度測定結果を表-4に、サーモグラムを図-8、9に示す。降雪中における施工で、合材温度が急速に低下する非常に厳しい条件下であったが、開発品はダンプ、フィニッシャーへの合材付着は見られなかった。さらに、合材塊は少なく小さいことが確認でき、採取コアの締固め度は通常品より高い結果が得られた。また、合材の温度低下は開発品の方が遅い傾向が見られた。これは開発品が転圧時における合材の締固め具合、舗装面の緻密具合が高いため、冷気や水に晒される面積が少なくなり、舗装面から奪われる熱が少なくなったと推測できる。また、人力で敷き均す作業において、レーキへの合材付着、重量感、引きずりなどは開発品の方が良好であった。

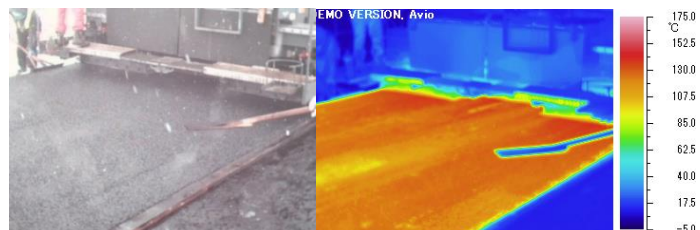


図-8 フィニッシャーでの敷き均し(開発品)

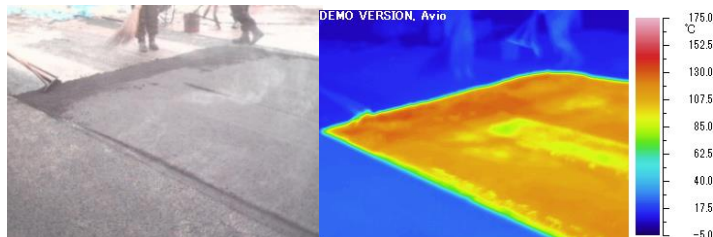


図-9 人力での敷き均し(開発品)

6. まとめ

施工性改善型ポリマー改質アスファルトⅡ型を開発し、そのバインダ性状と施工性評価方法について検討した。開発品は、バインダ、混合物および現場での評価も良好であり、通常品と比較して、施工温度を30°C低減した場合においても、所定の締固め度を満たすことができるという目標を達成した。

7. おわりに

本報告では施工性改善型ポリマー改質アスファルトの開発にあたり、独自の評価方法を採用しながら性能付与を行い、一定の成果が得られたことを述べた。しかし、施工性評価の方法は現在、舗装業界では確立されているとは言えないとも感じた。そこで今後は、室内試験においても簡易的に施工性の評価をすることができるよう、本検討を基に更に検討を進めてゆきたい。また、施工性改善型ポリマー改質アスファルトが世の中に普及することで、舗装品質の向上に寄与し、その結果、舗装の長寿命化に繋がってゆけば幸いである。