

エポキシアスファルト混合物の性能改善に関する検討

(株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 正会員 〇志賀義伸
 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 正会員 安藤政浩

1. はじめに

近年、工場構内道路などの超重車両が通行する箇所では、一般的な流動わだち掘れ対策では解決できず、さらなる高強度の舗装を必要とする場合がある。また、工場内の荷物運搬車の走行部は、自動運転化に伴い、同一箇所を車輪が通過することで、車両が比較的軽量であっても、局部的なわだち掘れが生じる事例もある。高強度のアスファルト混合物としては、エポキシアスファルト混合物(以下、エポアス)が既に適用されているものの、強度発現が遅いことや可使時間の確保、安全性などの課題がある。そこで本検討では、これらの課題に鑑みて、エポアスの強度発現性について検討したものであり、新たに開発したエポアス(以下、開発品)の力学特性と施工性などについて示す。

2. 使用材料と評価項目

本検討で使用したアスファルト混合物(以下、混合物)およびエポキシ樹脂を表-1に示す。本検討では、開発品と従来のエポアスを比較・評価した。評価項目および試験方法を表-2に示す。強度発現性の評価方法としては、舗装調査・試験法便覧に示されるホイールトラッキング試験(以下、WT試験)を通常より高い温度とし、走行速度を低速とした高温低速WT試験で評価した。これにより従来の混合物よりも高い動的安定度をもつ混合物の評価を、少ない試験誤差で適切に評価することができる。次に、エポアスは、樹脂の反応が進むにつれて、粘性が増加するため、適切な可使時間を確保する必要がある。そこで、混合物の硬さをプッシュプルゲージで貫入抵抗値を測定し評価した。また、混合物の温度低下に伴う施工性を評価するため、フロー試験(写真-1)により混合物の温度を変化させて、混合物の流下時間を測定した。樹脂系材料は、温度低下に伴う収縮によってひびわれが発生する懸念がある。そこで、バインダー単体の温度収縮量(写真-2)を確認した。さらに混合物の耐久性としては、耐油性とすえ切り抵抗性に関して検討した。

3. エポアスの強度発現性

供試体の養生時間を変えた高温低速WT試験結果を図-1に示す。図中より、開発品Bは従来品CとDよりも初期強度が高く、従来品Dと比較して3倍程度強度が向上している。過去の実路状況では、高温低速動的安定度が3000回/mm以上ある場合に耐流動性に関するクレームが無いことから、開発品Bは初期わだち掘れの抑制に有効と考えられる。開発品Aは、開発品Bと同一の樹脂で添加量が半減した混合物であるが、最終強度は改質Ⅲ型より高い値が得られている。また、開発品Aは、改質Ⅲ型をアスファルトローリーで搬入する必要が無いため、小規模工事では経済的に有利な方法であり、エポキシ樹脂を合材工場で添加する方法

表-1 使用材料

アスファルト混合物	混合物種	密粒度アスファルト混合物13mm			
	アスファルト種	ポリマー改質Ⅱ型(ベースアスファルト)			
	アスファルト量	5.5%			
エポキシ樹脂	種類	A	B	C	D
		開発品		従来品	
	添加量	10%	20%	20%	20%
	主剤種	ビスフェノールA型			
	硬化剤種	飽和脂肪族アミン	脂肪族ポリアミン	オレイルアミン	

表-2 評価項目および試験方法

評価項目	試験方法	試験条件	目標値
強度発現性	高温低速WT試験	70℃ 走行速度21回/分 養生条件:作製1,3日後、60℃24h養生後(7日後相当)	-
可使時間	プッシュプルゲージによる貫入抵抗試験	混合後160℃養生 混合直後~4時間まで	貫入抵抗値 70以下
施工性	フロー試験	測定温度:160℃~110℃	110℃15秒以内
収縮性	サミットモールドによる収縮測定	180℃(流し込み)20℃(静置) 容積収縮率	収縮量9%以下 (改質Ⅱ型程度)
耐油性	油浸マーシャル安定度試験	60℃24h養生後 油浸20℃(48時間)安定度試験	強度残留率 75%以上
すえ切り抵抗性	繰り返し表面はく奪試験	60℃24h養生後 4mm変位時の旋回回数	-



写真-1 フロー試験状況 写真-2 収縮量測定供試体

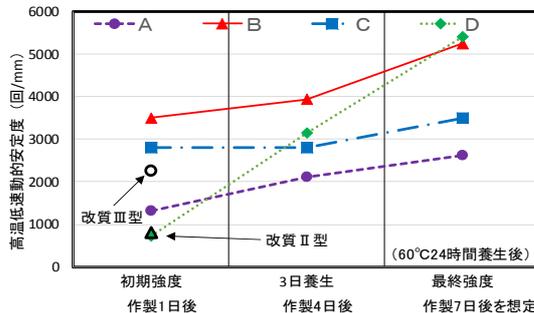


図-1 エポアスの強度発現性

キーワード：高強度,耐油,重荷重,エポキシアスファルト,強度発現,可使時間

連絡先：埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 電話：048(624)0755 FAX：084(624)0797

をとるエポアスは、費用対効果に優れる工法といえる。

4. エポアスの可使用時間

可視時間の評価は、160℃に保温した混合物を時間経過ごとに写真-3に示す貫入抵抗試験で評価した。その結果は図-2に示すとおりであり、従来品Cは約2時間で貫入抵抗値が作業性限界の目安となる70Nに達するのに対して、開発品A、Bと従来品Dは、作業性（可使用時間）が3時間以上確保されていることがわかる。なお、作業性確保の目安値は、スcoopによる密粒度混合物の人力作業を被験者が実施し、感応評価を行った結果に基づくものである。

5. エポアスの施工性

フロー試験による施工性の評価結果を図-3に示す。図中に示す流下時間の目標値は、可使用時間の評価と同様に、適切な品質の確保を目的に定めた上限値である。図中より、従来品Dが最も施工性に優れ、従来品Cが劣る結果となっていることがわかる。開発品Bは、110℃においてほぼ目標値を満足しており、施工できる温度域が広い。ただし改質II型と比較すると、検討したエポアスは全般的に、130℃より低い温度域では、施工性が低下する傾向が伺えるため、130℃以上の施工が望ましい。

6. 収縮性・耐油性・すえ切り抵抗性の評価

収縮性、耐油性、すえ切り抵抗性試験結果を表-3に示す。バインダーの収縮量は、改質II型と比較し、従来品Cは11%と高く、温度収縮によるひび割れが懸念されるが、その他の収縮量は改質II型と同程度である。このことから開発品の収縮に伴うひび割れの懸念は小さいものと考えられる。耐油性は、改質II型の強度残留率が約20%まで低下しているのに対して、開発品Bや従来品Cは、油に浸漬しても約80%の強度が残留しており、優れた耐油性を有していることがわかる。また、すえ切り抵抗性は、繰り返し表面剥奪試験ですえ切り抵抗性を評価した。その結果は、開発品Bが最も優れており、改質II型の約5倍のすえ切り抵抗性があることを示している。

7. まとめ

本検討で得られた結果を製造時の安全性や取扱いの容易さを含めてまとめたものを表-4に示す。安全性に関しては、エポキシ樹脂の硬化剤の多くが、皮膚に触れると炎症を起こすため注意を必要とする。このため、風袋の破損時を考慮すると、液体より固体の方が安全性に優れると判断される。なお、従来品Cの硬化剤は融点が低く、夏期に液化して、漏出する課題があったが、開発品Bは融点を高めることで解消している。

取扱いの容易さは、従来品Dの硬化剤は、袋を溶かしやすいため計量作業を製造直前で行う必要があり、取扱いに課題があったが、開発品は、溶けにくい袋に改良し、事前に計量作業ができるため取扱いが容易といえる。

上述のことから、本検討では、可使用時間や施工性を確保しながら、従来のエポアスの課題であった強度発現性などの力学特性を改善し、且つ、製造時の安全性や取り扱いの容易さに関しても改善できたと思慮する。

今後は、ベースアスファルトの違いによる力学特性の確認や疲労耐久性に関しても検証を行うとともに、実路施工を行い、施工性や供用性などについても検証を実施する予定である。

【参考文献】 松井伸頼他：ホイールトラッキング試験条件が動的安定度の与える影響 第71回土木学会年次学術講演集



写真-3 貫入抵抗試験状況

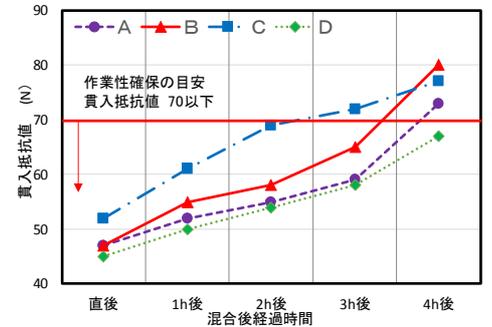


図-2 エポアスの可使用時間

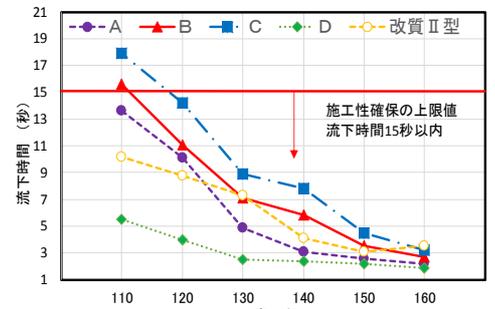


図-3 エポアスの施工性

表-3 収縮性、耐油性、すえ切り抵抗性の評価

評価項目	比較		エポアス			
	改質II型	改質III型	開発品 固体	B	C	D
収縮性(収縮量)	8.6%	8.8%	-	8.9%	11.1%	8.5%
耐油性(残留強度率)	21%	-	54.1%	81.6%	86.3%	58.8%
すえ切り抵抗性 (4mm変化時の回数)	300回	400回	400回	1500回	920回	600回

表-4 開発品と従来品の比較表

項目	開発品 A	開発品 B	従来品 C	従来品 D
	添加剤の形状	主剤: 固体 硬化剤: 固体	同左	同左
力学特性	初期強度	△	○	×
	最終強度	×	○	△
性能	施工性	○	△	○
	収縮量	○	○	×
	耐油性	△	○	○
製造	すえ切り抵抗性	×	○	△
	安全性	○	○	△
取扱いの容易さ	○	○	○	△