

複合型中温化剤を用いた更なる製造温度低減化技術の検討

(株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 ○岩間 将彦

中日本高速道路(株) 環境・技術部 山田 浩之

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京(株) 土木技術部 伏見 恵介

1. はじめに

昨今、気候変動に代表される地球温暖化問題は世界各国で深刻化し、環境への取り組みは全産業で喫緊の課題である。舗装分野でも、平成22年2月に通常より製造温度を30℃下げる中温化アスファルト混合物がグリーン購入法に基づく特定調達品目に追加され、環境負荷軽減に向けた今後の活用が期待されている。

そこで、アスファルトプラントにおけるCO₂の排出抑制をより一層図ることを目的に、新たに複合型中温化剤を用いた更なる製造温度低減化技術について、高速道路で施工される基層用混合物を対象に検討を実施した。本論文は、その検討結果について報告する。

2. 検討混合物

表-1は、本検討で使用した基層用混合物の配合である。本検討では、バインダーとしてポリマー改質II型アスファルトを使用し、標準および中温化の条件で混合物を製造した。中温化の製造条件では、製造温度120℃、締固め温度100℃を目標とし、混合物性状を検討した。

表-1 基層用混合物の配合

| 項目 | 基層用混合物 | | |
|------------|------------------|-----------|-------|
| | 標準 | 中温化 | |
| 配合割合 (%) | 5号砕石 | 20.5 | |
| | 6号砕石 (13 - 10mm) | 7.5 | |
| | 6号砕石 (10 - 5mm) | 18.0 | |
| | 7号砕石 | 12.5 | |
| | スクリーニングス | 7.0 | |
| | 粗砂 | 31.5 | |
| | 石粉 | 3.0 | |
| | アスファルト量 (%) | 5.1 | |
| | アスファルト種 | ポリマー改質II型 | |
| | 混合温度 (°C) | 178±3 | 120±3 |
| 締固め温度 (°C) | 163±3 | 100±3 | |

3. 室内試験による検討

(1) 複合型中温化剤の概要

図-1は、使用した中温化剤の概要である。本検討では、更なる製造温度低減化に向け、微細泡系中温化剤(100℃以上で発泡)と粘度低減剤を組み合わせた複合型中温化剤を使用した。主に、微細泡系中温化剤には製造温度低減時のアスファルトと骨材の混合性を、粘度低減剤には施工時の作業性と締固め性の向上を期待した。



(2) 残留水分を想定したはく離防止検討

製造温度をさらに低減した場合、骨材中の残留水分によるはく離の発生が懸念される。そこで本検討では、複合型中温化剤を使用して、骨材表面にアスファルトの皮膜形成を行った場合はく離抵抗性を評価するために、乾燥および含水させた粗骨材を使用し、はく離試験¹⁾を行った。ここでは、より厳しい条件で試験するために、温水水浸時間を30分と2時間の2通りとし検討を実施した。試験結果を図-2に示す。

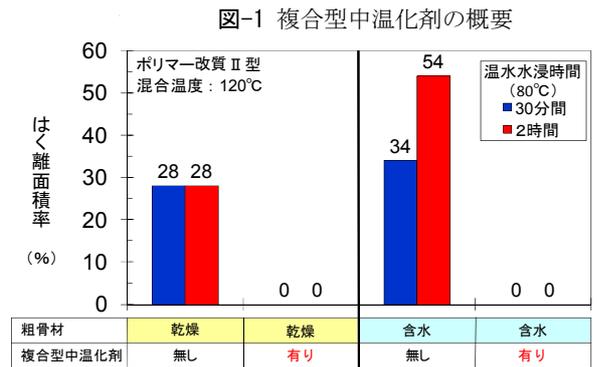


図-2 はく離試験結果

結果より、複合型中温化剤を添加した場合には、無添加のものより、はく離抵抗性が大幅に改善されることが確認された。これは複合型中温化剤に含まれる成分により、アスファルトと骨材の親油性と親水性が改善されたためと推察する。

(3) 室内混合物性状

表-2は、標準および中温化基層用混合物の室内性状結果である。結果より、複合型中温化剤を用いた基層用混合物は基準値を満足し、標準とほぼ同等の品質であることを確認した。

表-2 室内混合物性状

| 項目 | 標準 | 中温化 | 基準値 | |
|---------|------------------------|-------|-------|---------|
| 製造条件 | 混合温度 (°C) | 178±3 | 120±3 | - |
| | 締固め温度 (°C) | 163±3 | 100±3 | - |
| マーシャル試験 | 締固め度 ²⁾ (%) | - | 99.5 | - |
| | マーシャル安定度 (kN) | 14.4 | 12.6 | 6 以上 |
| | フロー値 (1/100 cm) | 27 | 36 | 15 ~ 40 |
| | 残留安定度 (%) | 93.2 | 104.6 | 75 以上 |
| WT試験 | 動的安定度 (回/mm) | 9100 | 6700 | 3000 以上 |
| 水浸WT試験 | はく離面積率 (%) | 0 | 0 | 5.0 以下 |

注) 締固め度は、標準基層用混合物の密度を基準とし算出した。

4. 試験施工による検討

複合型中温化剤を用いた基層用混合物の、①プラントでの混合性、②現場での施工性と品質を確認するため、標準工区と中温化工区を設け(各工区:幅員3m,延長20m,厚さ60mm),構内で試験施工を実施した。施工時の外気温は22℃であった。

図-3は、敷均し時の状況と表面温度のサーモグラフィ画像である。中温化基層用混合物は目標通り120±3℃で出荷され、施工では95℃で初期転圧、82℃で二次転圧を開始した。その結果、混合性と施工性は良好であった。また、表-3に示すように、出荷混合物の品質も基準値を満足し、施工時の締固めも切り取りコアで問題ないことが確認された。

5. 回転式舗装試験機による検討

高速道路上の交通・環境条件下における、中温化基層用混合物の品質を評価するため、(株)高速道路総合技術研究所所有の回転式舗装試験機で耐久性検証を実施した。試験では、実際の高速道路と同様の舗装構成とし、標準と中温化基層用混合物を表層(高性能I型混合物厚さ40mm)の下に、どちらも厚さ60mmで舗装し、表-4の条件で走行試験を実施した。

図-4は、95万輪通過後までの標準工区および中温化工区の最大わだち掘れ量である。結果より、どちらの工区もわだち掘れ量に大きな違いはないことがわかる。このため、検討した複合型中温化剤を用いた中温化基層用混合物は、標準混合物と同等の耐久性が期待できるといえる。

6. CO₂排出量の削減効果

図-5は、舗装性能評価法別冊²⁾に準拠して、試験施工における製造温度条件で(標準180℃,中温化120℃),800t製造した場合の標準混合物と中温化混合物のCO₂排出量を試算した結果である。これより、検討した複合型中温化剤により製造温度を60℃下げられることで、標準より製造時のCO₂排出量を約25%削減できることが確認された。

7. まとめ

本検討より、複合型中温化剤を用いて製造温度を120℃まで低減させても、標準基層用混合物と遜色のない品質と耐久性が得られ、従来より製造時のCO₂排出量を大幅に削減できることが確認できた。今後は、今回得られた知見に基づき、中温化技術の更なる確立を図っていきたい。なお、本検討は中日本高速道路(株)、中日本ハウエイ・エンジニアリング東京(株)、(株)NIPPOとの共同研究として実施したものである。

〈参考文献〉1)(株)高速道路総合技術研究所:NEXCO 試験法 第2編 アスファルト舗装関係試験方法 アスファルト被膜のはく離試験方法, 2012. 2)(社)日本道路協会:舗装性能評価法 別冊 第2章 性能指標別評価法 CO₂排出量低減値, 2008.

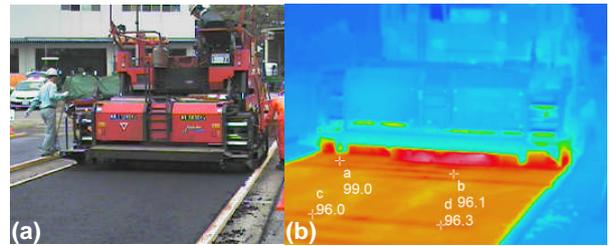


図-3 試験施工状況 (a)元画像, (b)サーモグラフィ画像

表-3 試験施工における混合物性状結果

| 項目 | 標準 | 中温化 | 基準値 |
|-------------------------------|-------|-------|---------|
| 製造条件 | | | |
| 混合温度 (°C) | 178±3 | 120±3 | - |
| 締固め温度 (°C) | 163±3 | 100±3 | - |
| 締固め度 ^{注)} (%) | - | 100.4 | - |
| マーシャル安定度 (kN) | 14.9 | 11.8 | 6 以上 |
| フロー値 (1/100 cm) | 29 | 39 | 15 ~ 40 |
| 残留安定度 (%) | 82.7 | 95.3 | 75 以上 |
| WT試験 動的安定度 (回/mm) | 6300 | 5300 | 3000 以上 |
| 水浸WT試験 はく離面積率 (%) | 0.6 | 1.1 | 5.0 以下 |
| 切り取りコアの締固め度 ^{注)} (%) | 100.8 | 99.0 | 96 以上 |

注)締固め度は、標準基層用混合物の密度を基準として算出した。

表-4 回転式舗装試験機の走行条件

| 項目 | 走行条件 | |
|--------------------|----------|----|
| | ① | ② |
| タイヤ種 | ラジアルシングル | |
| 載荷重 (t) | 2.5 | |
| 速度 (km/h) | 80 | |
| 試験温度 (2.5cm下) (°C) | 40 ~ 50 | |
| 散水条件 | 有り | 無し |
| 通過輪数 (万輪) | 46 | 49 |
| 累計通過輪数 (万輪) | 95 | |

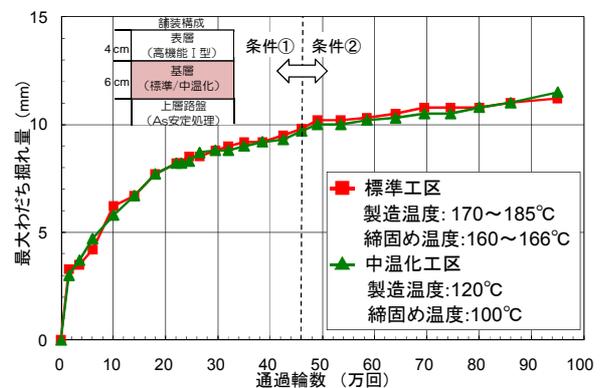


図-4 回転式舗装試験機による最大わだち掘れ量の結果

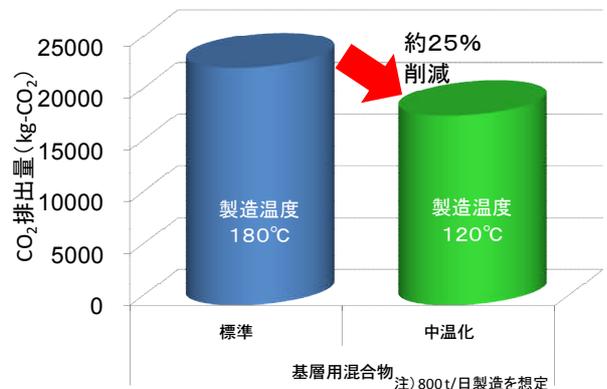


図-5 CO₂排出量の削減効果