

技術レポート

積雪寒冷地における中温化舗装技術の適用について



独立行政法人
土木研究所寒地土木研究所
寒地道路保全チーム 主任研究員
安倍隆二

1.はじめに

中温化舗装技術は、通常混合物に一定量の中温化剤を混合し、製造温度を低減することができる舗装技術です。中温化舗装技術を用いることで、通常期（平均外気温が5℃より高い気象条件）の舗装工事においては、通常の加熱アスファルト混合物（以下、通常混合物）よりも製造温度を30℃温度低減することによるCO2排出量削減効果が期待できます。また、中温化舗装技術を用いた加熱アスファルト混合物（以下、中温化混合物）の温度は通常混合物と比較し30℃低く、交通開放できる舗装表面温度の目安は50℃以下であることから、舗装工事による通行規制時間の短縮に寄与することが期待されています。

寒冷期施工（平均外気温5℃以下の気象条件）においては、中温化混合物の製造温度を低減しないで使用することにより、加熱アスファルト混合物（以下、As混合物）の施工時の温度が低下した場合でも、転圧可能な時間が長くなり、所定の品質が確保できることが期待されています。

本報告では、中温化舗装技術のCO2削減効果、品質管理、施工性等の効果を確認するため、試験施工通常期および寒冷期に実施し、中温化混合物の品質、施工性、およびCO2排出量削減効果の検証を行い、その結果の一部を紹介するものです。

2.中温化舗装技術とは

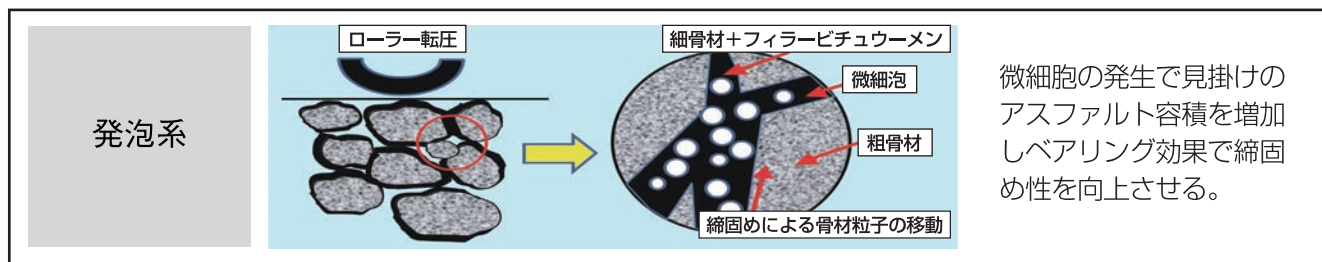
As混合物の混合温度を30℃程度低減させ、CO2の削減や交通解放時間の短縮を図る利用法が一般的です。また、As混合物の温度が低下しても転圧可能な温度領域が広い特長を利用し、寒冷期施工時の品質の確保を目的として用いられています。

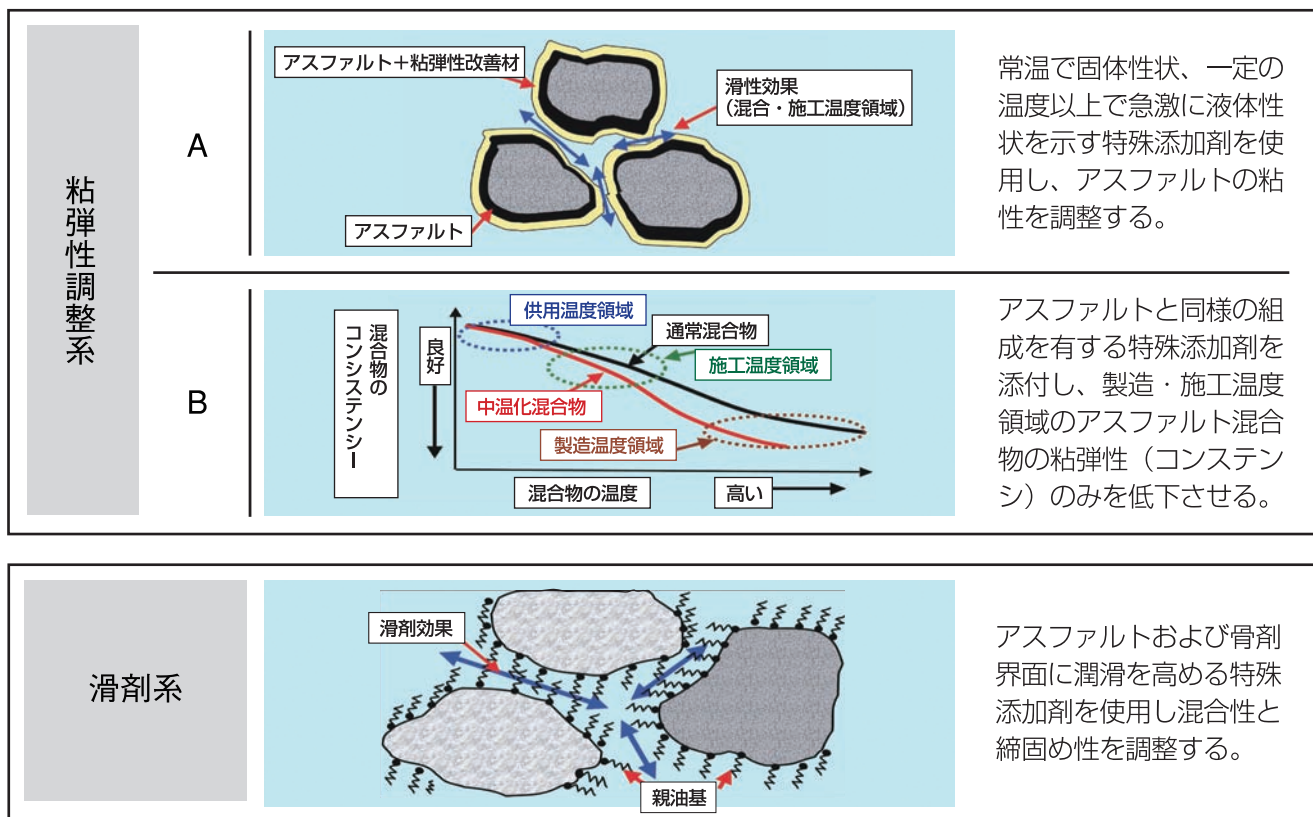
なお、中温化混合物は平成22年2月からグリーン購入法の特典調達品目に指定されており、舗装工事におけるCO2排出量削減策として期待されています。

中温化剤の種類を図1に示します。中温化剤は発泡系、粘弾性調整系、および滑剤系の3つの種類に分類されます。発泡系は微細な気泡によるベアリング効果により締固め性を向上させる中温化剤です。粘弾性調

整系は2つのタイプがあり、中温化剤Aは一定の温度以上になると固体から液体に変化しアスファルトの粘性を調整する材料です。中温化剤Bはオイル系の材料であり、製造・施工温度領域の粘弾性のみを調整する中温化剤です。滑剤系はアスファルトおよび骨材界面に潤滑を高める材料を使用し、As混合物の混合しやすさと作業性を調整する中温化剤です。

また、中温化混合物の製造方法は、中温化剤をアスファルトプラントにおいてミキサーに人力やポンプにより直接投入するプラントミックスタイプと、事前にアスファルトへ中温化剤を添加するプレミックスタイプがあります。



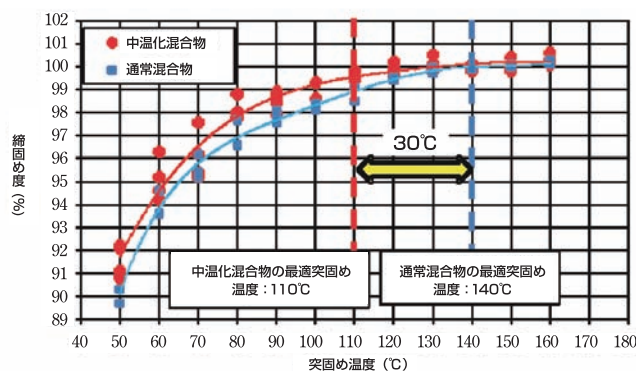


▲図1 中温化剤の種類

3.室内試験

中温化混合物の混合温度は通常混合物と比較し、30℃温度低減可能とされていますが、転圧温度の設定方法は定められていません。そのため、室内試験により突固め温度を変化させた供試体を作製し、締固め度と突固め温度の関係を確認しました。図2にストレートアスファルトを用いた密粒度アスコン13Fに発泡系の中温化剤を用いた試験結果を示します。ストレートアスファルトとは、改質剤を用いていない一般的なアスファルトです。中温化混合物は110℃程度以上の突固め温度を確保することができれば、100%程度の締固め度を得られることを確認しました。そのため、現地の施工では、初期転圧の目標温度は110℃以上を目安としました。

粘弾性調整系や滑剤系の中温化剤についても同様の室内試験を実施しましたが、同様な結果を得ることができました。写真1はビーカの中でストレートアスファルトと発泡系の中温化剤を混合した状況です。中温化剤によりアスファルトが発泡し、表面に泡が多数発生している状況が確認できます。



▲図2 中温化混合物と通常混合物の突固め温度と締固め度の比較 (ストアス・発泡系)



▲写真1 発泡系の中温化剤をアスファルトと混合した状況

4.試験施工

試験施工は通常期と寒冷期に分けて、全道で20箇所（通常期7箇所、寒冷期13箇所）実施しました。中温化混合物の出荷温度は、通常期・寒冷期ともに通常混合物と比較し30℃程度温度低減することを目標に出荷し、アスファルトプラントで使用するA重油の使用量を削減することによるCO₂排出量の削減を目指しました。

中温化混合物と通常混合物の転圧回数や運搬時の保温対策は同じ方法で行い、施工方法は同一条件としました。通常混合物と中温化混合物は基本的に同じ車線で施工し、各工区L=100m以上の施工延長を目標とし、CO₂排出量の精度を向上させるため、As混合物の重量を多く出荷することを考慮しました。

(1) 試験施工の調査項目

試験施工の調査項目を表-1に示します。調査項目は、①プラント出荷時における混合温度、②運搬時におけるAs混合物の温度低下、③敷均し温度、④As混合物の締固め度、⑤CO₂削減量、⑥供用性状の把握で、これらに着目し現地調査を実施しました。

本報告では、主に④As混合物の締固め度、⑤CO₂削減量の2項目に着目し報告します。

締固め度の調査については、中温化混合物工区および通常混合物工区の路肩部から均等間隔で各10個のコアを採取し（以下、定点箇所）、締固め度を比較しました。また、品質の低下しやすい温度の低い箇所の影響を比較するため、サーモグラフィーにより敷均し時点で周辺部と比較し温度が低下した箇所（以下、温度低下箇所）を見つけ、その箇所からコアを採取し、締固め度を比較しました。

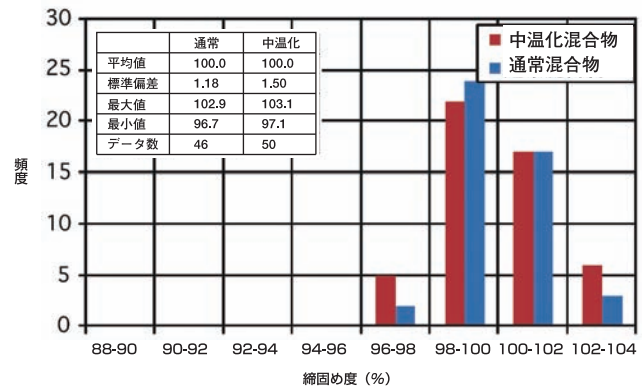
CO₂排出量はアスファルトプラントにおいて骨材を加熱するドライヤーのA重油使用量を流量計により計測し、算出しました。

(2) 中温化混合物の締固め度

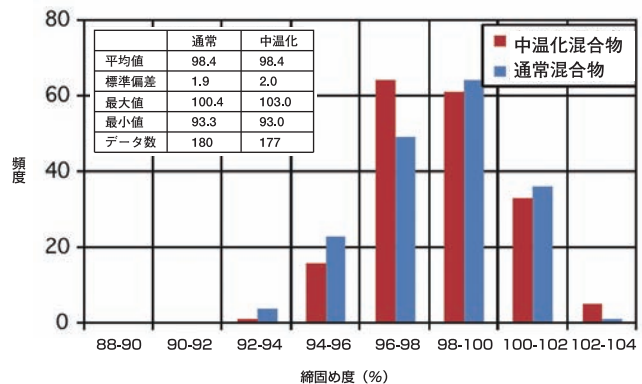
通常期および寒冷期施工箇所から採取したコアを用い、中温化混合物と通常混合物の締固め度を比較しました。図3に通常期施工におけるストレートアスファルトを用いた中温化混合物と通常混合物の比較を示し

	調査項目	調査目的	調査時期	調査方法
1	プラント出荷温度の測定	プラント出荷時の温度の変動幅の把握	プラント出荷時	・ダンプトラックの荷台上で温度計測を行う。表面から2cm、15cmの位置において、棒状温度計を用い、5点計測を行う。 ・出荷時の温度の変動幅や運搬時の温度低下の程度を把握する。
2	現場到着温度の測定	運搬時の温度低下の把握	現場到着時	
3	敷均し温度の測定	敷き均し温度の変動幅の把握	敷き均し時	・敷均し温度の変動幅を把握する。中温化化合物工区および通常混合物工区の各18箇所を測定する。 ・サーモグラフィーにより、温度の均一性を測定する。
4	締固め度の測定	締固め度の把握	施工完了後	・サーモグラフィーにより確認された温度低下箇所からコアを採取し密度を測定する。 ・舗装の端部から各工区10本のコアを採取し、密度を測定する。
5	重油使用量の測定	CO ₂ 削減量の把握	混合物の製造時	・流量計により、重油使用量を計測する。 ・骨材の温度、含水比、骨材加熱温度、およびバグフィルターの廃気熱温度等の計測を行う。
6	共用性の測定	共用性状の把握	施工完了後	・施工終了後、横断凹凸および平坦性調査等の共用状を把握する。

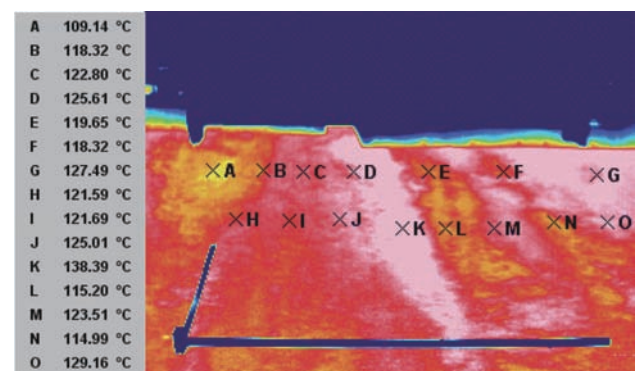
▲表1 試験施工の調査項目（通常期・寒冷期）



▲図3 締固め度（定点箇所・通常期）



▲図4 締固め度（定点箇所・寒冷期）



▲図5 サーモグラフィーにより確認された温度ムラ（寒冷期）

ます。中温化混合物の締固め度の平均値は、100%の締固め度を示し、通常混合物と同程度の締固め度を確保することができました。

図4に寒冷期施工におけるストレートアスファルトを用いた中温化混合物と通常混合物の締固め度（定点箇所）の比較を示します。中温化混合物は通常混合物と同程度の締固め度を確保することができました。しかし、寒冷期はサーモグラフィーにより確認された数均し温度のムラ（図5）が通常期施工と比較し多く見られました。中温化混合物工区と通常混合物工区の定点箇所と温度低下箇所からコアを採取し、締固め度を測定した試験結果を図6に示します。寒冷期は運搬時や施工時のAs混合物の温度低下が早く、温度ムラが多くなります。通常混合物と比較し30℃温度低減した中温化混合物を使用しても、110℃以下の転圧温度箇所においては、仕様書の下限規格値94%以下のコアも見られました。

（3）中温化混合物のCO₂削減効果

中温化混合物のCO₂削減効果については、骨材加熱時に使用するドライヤーのA重油使用量を流量計で計測することで、CO₂排出量を算出し比較しました。図7に通常期施工におけるCO₂削減効果を示します。通常期施工では、中温化混合物の温度低減幅24～30℃程度の条件において、16～19%程度のCO₂削減効果が確認されました。日本道路建設業界協会を示している15%と比較し、同程度以上のCO₂削減効果が確認されました。

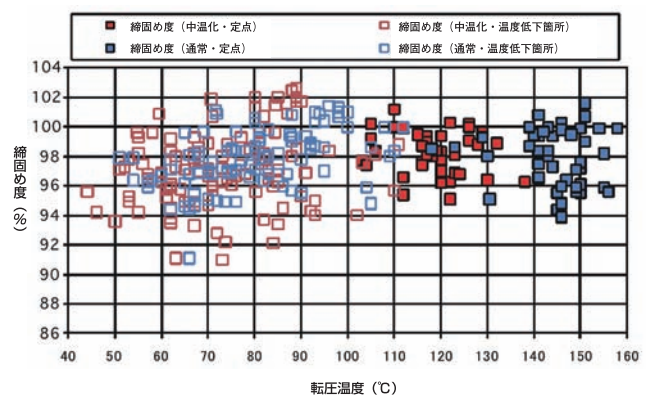
図8に寒冷期施工におけるCO₂削減効果を示します。中温化混合物の温度低減幅25～36℃程度の条件において、11～22%程度のCO₂削減効果が確認されました。温度低減幅25～30℃程度の条件であれば、11～16%程度のCO₂削減効果があり、通常期よりはやや低いものの概ね10%以上のCO₂削減効果が期待できる結果となりました。

5.まとめと今後の予定

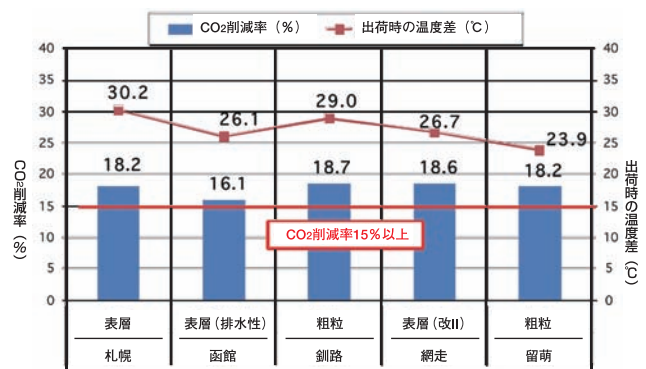
通常期施工において30℃温度低減した中温化混合物は、CO₂削減効果が15%以上期待でき、品質も良好な結果を得ることができました。一方、寒冷期施工で実施した30℃温度低減したAs混合物の品質は、概

ね同程度の締固め度を確保することができましたが、温度低下した箇所においては、仕様書の規格値を下回るものも確認されました。そのため、寒冷期の適用方法としては、混合温度を低減せずに中温化混合物を使用し、品質確保を目的とした使用方法が望ましいと考えられます。

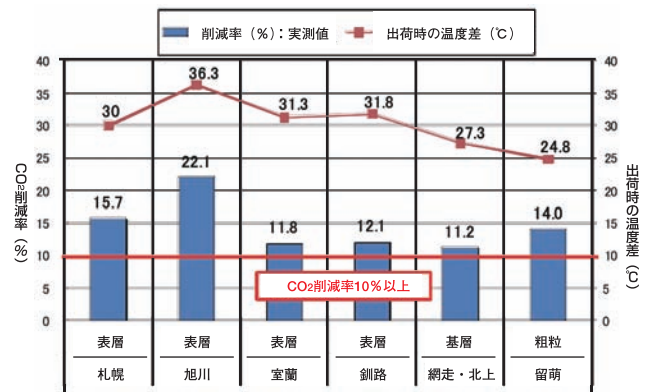
今後は、これらの結果をとりまとめた積雪寒冷地における中温化混合物の適用方法に関する技術資料を作成する予定です。



▲図6 締固め度（温度低下箇所・寒冷期）



▲図7 CO₂削減効果（通常期）



▲図8 CO₂削減効果（寒冷期）