

硬化機構に着目した全天候型常温混合物の開発

大林道路（株）技術研究所 正会員 ○上地 俊孝
同上 正会員 山原 詩織
同上 正会員 東本 崇

1. はじめに

常温混合物には、カットバックアスファルトをバインダとした経済性に優れるタイプ（以下、一般常温混合物）と、耐久性を向上して雨天でも使用できるように設計した全天候型常温混合物があり、後者は付加価値が高いことから各機関より特色ある種々の材料が開発されている。本報では、まず硬化機構に着目して常温混合物を分類した。更に有望と考えた硬化機構を採用して全天候型常温混合物を開発し（以下、開発品）、その性状を評価した。

2. 常温混合物の分類と開発品の硬化機構

硬化機構に着目した常温混合物の分類を表-1に示す。一般常温混合物は、主にカットバック材の揮発により硬化する。また、これを改質して耐久性を向上した改質常温は全天候型常温混合物に多く見られる。これらカットバック材の揮発による硬化機構は、貯蔵時の品質変化が小さく、施工現場で混合作業を必要としないため、多くの常温混合物に採用されている。しかし、通常のカットバック材は揮発に時間を要するため施工と供用でバインダの粘度が変わらず、作業性と耐久性の両方を確保するのが難しい。一方、樹脂系常温はバインダである樹脂が硬化するため加熱アスファルト混合物と遜色ない作業性と耐久性を有するが、高価となりやすく施工直前の混合が必要となる。また、最近の技術として、転圧時に水をかけるとバインダが中和反応して硬化する中和反応型常温がある。本技術は、水をかけるまで反応が始まらないため樹脂系常温とは違い施工現場での混合作業が不要である。更に反応によりバインダが液体から固体に変化するため作業性と耐久性の両方を確保し易い。このような中和反応型常温の特徴が常温混合物に適していると考え、開発品にも当該硬化機構を採用した。

表-1 硬化機構に着目した常温混合物の分類

常温混合物のバインダの種類	カットバック材の揮発による硬化		化学反応による硬化			乳剤の分解・合一による硬化		感圧硬化
	カットバックアスファルト	改質カットバックアスファルト	中和反応バインダ	樹脂入りマイクロカプセル(MC)含有バインダ	常温硬化性樹脂(エポキシ樹脂やMMA樹脂)	アスファルト乳剤+セメント	アスファルト乳剤	感圧性バインダ
略称	一般常温	改質常温	中和反応型常温	MC系常温	樹脂系常温	CA系常温	乳剤系常温	感圧型常温
常温化の機構	施工温度低減機構	アスファルトを鉱油、植物油や溶剤でカットバックすることで常温施工可能とする	アスファルトを中和反応バインダでカットバックすることで常温施工可能とする	アスファルトを鉱油、植物油や溶剤でカットバックすることで常温施工可能とする	液状の常温硬化性樹脂をバインダとして使用することで常温施工可能とする	アスファルト乳剤をバインダとして使用することで常温施工可能とする		感圧性バインダを使用することで常温施工可能とする
	硬化機構	カットバック材(鉱油、植物油や溶剤)が揮発することで硬化する	施工時、混合物に水をかけることで、バインダ中の成分がセメントと中和反応して硬化する	施工時、混合物を転圧することでマイクロカプセルが破包し、樹脂が反応して硬化する	液状の常温硬化性樹脂に硬化剤を混ぜることで反応して硬化する	アスファルト乳剤の分解・合一+セメントが水和反応することで硬化する	アスファルト乳剤が分解・合一することで硬化する	感圧性バインダが転圧により固着することで硬化する
現地混合の必要性	不要	不要	不要	不要	要	要	要	不要

3. 室内試験による評価方法

開発品と市販の全天候型常温混合物を室内試験により性状を評価した。評価混合物の概要を表-2に、評価項目を表-3に示す。全天候型常温混合物の性状として東京都土木材料仕様書の試験項目を、一週間供用後の性状として曲げ試験およびホイールトラッキング試験を実施した。また、試験者の感覚評価により作業性を相対比較した。

4. 室内試験による評価結果と考察

作業性の評価結果を表-4に示す。作業性は、改質 A が特に良好で改質 B は少し劣っていた。その他の混合物については特段問題ない程度であった。

表-2 評価混合物の概要

表記	分類	骨材粒度
開発品	中和反応型常温	細粒タイプ
中和A	中和反応型常温	細粒タイプ
改質A	改質常温	細粒タイプ
改質B	改質常温	開粒タイプ
感圧A	感圧型常温	細粒タイプ

表-3 評価項目

試験項目	試験方法	養生時間	養生温度	試験温度
作業性評価	-	-	20℃	20℃
常温ホイールトラッキング試験	東京都土木材料仕様書	作製直後	20℃	20℃
簡易ポットホール走行試験(水浸)		作製直後	20℃	20℃
一軸圧縮試験		7日間	60℃	20℃
ホイールトラッキング試験		7日間	20℃	60℃
曲げ試験	B003, B005	7日間	20℃	-10℃

キーワード 全天候型常温混合物, 硬化機構, 作業性,

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林道路（株）技術研究所 TEL 042-495-6800

東京都土木材料仕様書の試験結果を表-5 に示す。硬化機構別にみると、中和反応型常温は常温ホイールトラッキング試験結果が高水準なのに対し、簡易ポットホール走行試験結果が低水準となる傾向が見られた。両試験共に供試体作製直後に走行を開始するが、中和反応型常温は試験中も硬化反応が進むため、3mm 沈下までには反応時間が足りず強度が得られないが、20mm 沈下までには一定の強度が得られたものと推察する。残留ひずみ率は常温混合物の耐久性と関係があるとされている¹⁾。残留ひずみ率は改質 B に対して改質 A は少し劣っていた。作業性評価結果と残留ひずみ率から、作業性と耐久性のバランスで、改質 A は作業性に比重を置いた材料、改質 B は耐久性に比重を置いた材料に設計されていると推察する。中和反応型常温および感圧型常温は作業性、耐久性共に良好であった。

ホイールトラッキング試験結果を図-1 に示す。中和反応型常温は加熱アスファルト混合物に準ずる動的安定度であり、改質常温および感圧型常温は試験開始直後に変位が 20mm に達した。

曲げ試験結果を図-2 に示す。中和反応型常温以外は 20℃では軟らかく試験用供試体に成形できなかったため-10℃で成形した。中和反応型常温の曲げひずみは加熱アスファルト混合物と同程度以上であり、改質常温および感圧型常温の曲げひずみは、加熱アスファルト混合物の 5 倍以上であった。

ホイールトラッキング試験、曲げ試験の結果から、中和反応型常温は施工後 1 週間で加熱アスファルト混合物に準ずる性状となるのに対し、改質常温および感圧型常温は加熱アスファルト混合物と比べると非常に軟らかい性状であると言える。

4. 実道における耐久性の検証

交通量区分 N₇ の国道で耐久性を検証した。同路線上のタイヤ通過箇所に発生したポットホールを、開発品と、室内評価の性状が良好だった感圧 A で 10 箇所程度ずつ補修し、経過を観察した。経過観察中に破損した場合は再補修し、延べ破損数を補修箇所数で除した破損率で評価した。検証結果を図-3 に示す。補修後 50 日までの間に感圧 A は再破損を繰り返したのに対し、開発品はほとんど破損せず、恒久的な補修材と成り得る可能性を示した。これは、室内評価の養生 1 週間における性状の差が表れたと考える。

5. おわりに

常温混合物を硬化機構に着目して分類し、優れた硬化機構と判断した中和反応型常温を採用して全天候型常温混合物を開発した。次いで室内評価で中和反応型常温が優れた性状を有していることを確認した。更に、同じく優れた性状を有していた感圧型常温と実道で耐久性を比較検証し、より優れた耐久性を確認した。今後は冬季の作業性や袋詰め後の貯蔵安定性についても評価し、作業性と耐久性に優れた常温混合物の更なる検討開発を続ける所存である。

参考文献

- 1) 萩原浩他：湿潤時作業可能な舗装補修材料に関する研究報告書、日本アスファルト協会、1974

表-4 作業性の評価結果

常温混合物の種類	開封時の 常温混合物の状態	スコップのささり易さ (20℃)
開発品	小さい塊がある	○
中和A	小さい塊がある	○
改質A	塊がない	◎
改質B	大きい塊がある	△
感圧A	大きい塊がある	○

表-5 全天候型常温混合物としての性状

常温混合物の種類	常温ホイール トラッキング試験 20mm沈下時の 走行回数(回)	簡易ポットホール 走行試験 3mm沈下時の 走行回数(回)	一軸圧縮試験 残留ひずみ率 (%)
開発品	2,520以上	75	1.9
中和A	526	36	3.0
改質A	177	462	1.1
改質B	222	555	2.2
感圧A	2,520以上	375	1.5
規格値	50回以上	30回以上	1.0%以上

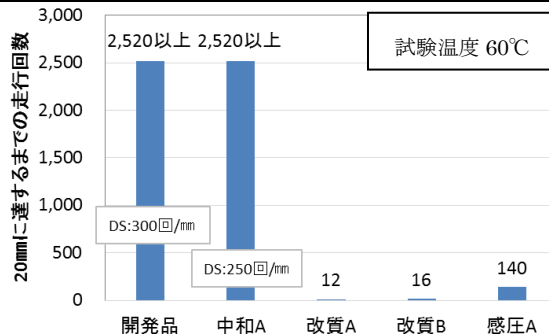


図-1 ホイールトラッキング試験結果

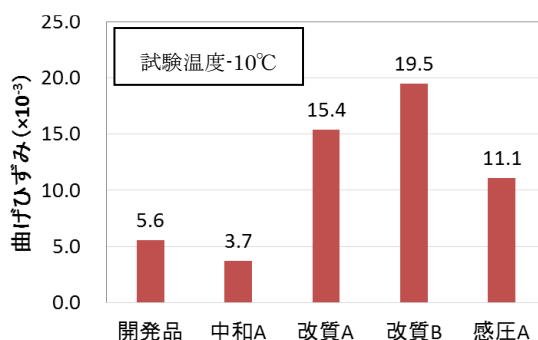


図-2 曲げ試験結果

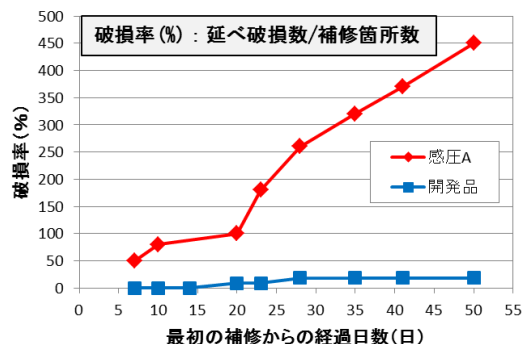


図-3 実道における耐久性検証結果