

環境改善に寄与する石油代替バイндаを用いた加熱混合物

日本道路（株）技術研究所 ○濱野 悠弥
同上 藤井 洋志
同上 遠藤 桂

1. はじめに

日本国内の石油需要は 1999 年を境に減少傾向にある。さらに、脱炭素社会の構築を目指した活動が進められ、原油の消費自体が抑制されていくことから、今後も石油アスファルトの製造量自体が少なくなることは必然である。このような状況下、交通網の構築および維持をしていくには、アスファルトの安定供給が必須であり、環境保全の観点からも調和し得る石油アスファルト代替材料の確保が喫緊の課題と言える。以上のような背景から、筆者らは天然および植物由来の石油代替バイнда（以下、脱炭素バイндаと称す）に着目した。本検討では、循環型社会への貢献を念頭に置き、国内の合材製造量の 7 割以上を占める再生混合物を対象に、脱炭素バイндаが石油アスファルト代替材料としての適用性について検討した。加えて、脱炭素バイндаがもたらす環境改善への寄与を試算した結果を報告する。

2. 脱炭素バイндаの概要

本研究で使用した脱炭素バイндаは、石油アスファルトを構成する「アスファルテン」に相当する成分（以下、アスファルテンと称す）を天然由来の原料から、そして「マルテン」に相当する成分（以下、マルテンと称す）を植物由来の原料から生成している。写真-1、2 に示すように常温状態において、アスファルテンは乾燥粉末状、マルテンは液体状で存在しており、両者を加熱した骨材等と混合することによってバイндаとしての性能を発揮する。アスファルテンとマルテンの配合比率を変えることで、針入度を調整することが可能である。



写真-1 アスファルテン

写真-2 マルテン

3. 加熱混合物への適用性の検討

3-1. 室内試験の検討概要

新バイндаにストレートアスファルト 80/100 を使用し、再生骨材混入率を 50%とした配合の再生密粒度アスファルト混合物 (13)（以下、再生混合物と称す）において、新バイндаを比較対象であるバイндаと同等の針入度 90 に調整した脱炭素バイндаに置き換え（以下、脱炭素混合物と称す）混合物性状を確認した。

3-2. 現場適用の検討概要

脱炭素混合物に対して、一般的な方法で製造および施工が可能かどうかを確認するため試験練りと試験施工を実施した。製造した混合物を用いて供試体を作製し、各種試験を実施するとともに、施工完了後の路面でいくつかの現場試験を実施した。

4. 加熱混合物への適用性の検討

4-1. 室内試験の検討結果

各種室内試験結果の例を表-1 に示す。脱炭素混合物の安定度試験の各種特性値は、いずれも基準値を満足した。ホイールトラッキング試験により得られた動的安定度およびハンバーグ・ホイール・トラッキング試験により得られた SIP（はく離変曲点）の結果から、脱炭素混合物は再生混合物よりも塑性変形抵抗性およびはく離抵抗性に優れることがわかった。

表-1 各種試験結果

	再生混合物	脱炭素混合物	基準値
密度(g/cm ³)	2.379	2.362	-
空隙率(%)	3.1	3.8	3~6
飽和度(%)	80.1	76.7	70~85
安定度(kN)	11.3	8.7	4.9以上
フロー値(1/100cm)	24	29	20~40
動的安定度(回/mm)	1,969	3,938	-
SIP(回)	1,685	1,886	-

4-2. 現場適用の検討結果

試験練りの結果、バインダの被膜は良好であり、再生混合物と違いはほとんどなかった。また、一般的なアスファルト舗装の施工機械および体制にて、脱炭素混合物は問題なく施工できた。比較工区として再生混合物も施工したが、脱炭素混合物の場合は、ダンプの荷台、フィニッシャのホッパやスコップのような金属類へのモルタルの付着が少なく、材料分離を起こしにくい特徴を確認した。表-2 に示した各種試験結果の例から、脱炭素混合物は、石油アスファルトを用いた再生混合物と同等またはそれ以上の性能を示すことがわかった。

以上の結果、脱炭素バインダは、石油アスファルトの代替バインダとして適用可能であると言える。

5. 脱炭素バインダによる環境負荷低減効果

5-1. 脱炭素バインダの製造温度

筆者らは、前述した脱炭素混合物の製造や施工中の観察結果から、製造や施工温度を低減できる可能性があることに気が付いた。そこで、本検討で用いた再生混合物の最適締固温度である 144°C における締固め度を基準とし、脱炭素混合物の締固め温度と締固め度の関係を求めた結果を図-1 に示す。ここでの締固め度はジャイレトリー試験により得られた結果について ESAL に準拠し定めた N_{design} での締固め度である。これより、114°C で締め固めた脱炭素混合物と 144°C で締め固めた再生混合物の締固め度が同等であり、脱炭素バインダを用いた場合、石油アスファルトよりも製造温度を 30°C 低減できることが示唆された。

表-2 各種試験結果

	再生混合物	脱炭素混合物
マーシャル安定度(kN)	12.3	16.6
動的安定度(回/mm)	1,050	6,300
路面きめ深さ(mm)	0.41	0.39
動的摩擦係数(μ_{60})	0.42	0.42

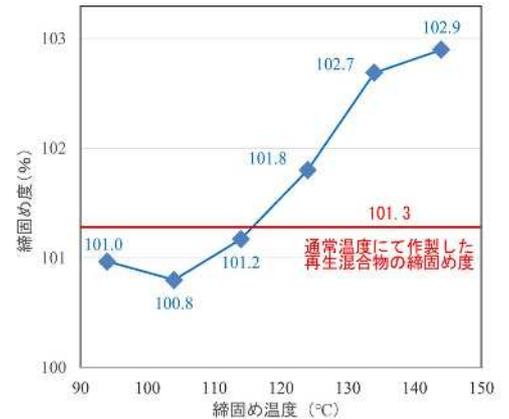


図-1 N_{design} における締固め度

5-2. CO₂削減量の試算

バインダの素材採取から加熱混合物を製造（以下、資材製造と称す）するまでの過程における再生混合物と脱炭素混合物の CO₂排出量および低減効果を試算^{1) 2)}した。ただし、脱炭素バインダは第三者機関の評価より、素材採取での CO₂排出量は石油アスファルトの 1/4 であることがわかっている。加えて、植物の成長過程で CO₂を吸収していることを勘案し、脱炭素バインダの原単位は 0 (kg-CO₂/t) とした。図-2 に示すように、バインダを脱炭素バインダに変更することで、脱炭素混合物は再生混合物に比べて 9.4% の CO₂排出量を低減するという結果を得た。さらに、既往の研究³⁾にある、中温化技術による CO₂削減効果を適用すると、脱炭素混合物は再生混合物に比べて、19.3% の CO₂排出量を低減できることがわかった。

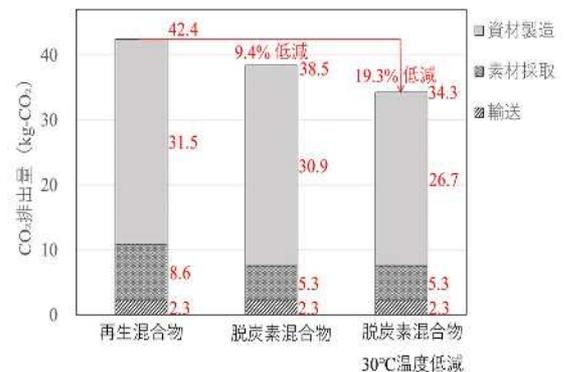


図-2 CO₂排出量および低減率

6. まとめ

本検討の結果、以下のことが明らかとなった。

- ・脱炭素バインダは、石油アスファルトと代替可能である。
- ・本検討にて採用した脱炭素バインダを用いて混合物を製造する場合、石油アスファルトに比べて CO₂ 排出量を 19.3%削減することがわかった。

【参考文献】

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック、平成 26 年
- 2) 環境省：算定方法・排出係数一覧、令和 2 年、電気事業者別排出係数一覧、令和 5 年
- 3) 川上篤史、他、：加熱アスファルト混合物製造に係る CO₂排出量とその影響要因について、舗装工学論文集、第 14 巻