

カーボンニュートラルを実現するバイオ炭アスファルト混合物の開発

日本道路（株）生産技術本部 技術研究所 ○立花 徳啓
日本道路（株）生産技術本部 技術研究所 平松 大銘
日本道路（株） 営業本部 総合企画部 川村 修

1. はじめに

2050年までに温室効果ガスの排出をゼロにするカーボンニュートラルの実現に向けて、脱炭素・低炭素技術の社会実装が望まれており、道路・建設業界も迅速な対応を迫られている。低炭素の実現に向け、アスファルト混合物に関しては、その製造温度を低下させた中温化技術などCO₂排出量を低減する舗装技術がこれまでに複数開発されている。しかしながら、アスファルト混合物自体のカーボンニュートラルやカーボンネガティブを実現できる技術は少ない。本検討では、高い炭素貯留効果を有し、カーボンニュートラルを実現可能とするバイオ炭アスファルト混合物の検討を行った。本報では、使用するバイオ炭の選定、バイオ炭アスファルト混合物の混合物特性、CO₂排出量の試算結果について報告する。

2. バイオ炭の概要と選定

2.1 バイオ炭の概要

バイオ炭は2019年改良 IPCC ガイドラインにおいて、「燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350°C超の温度でバイオマスを加熱して作られる固形物」と定義されている。また、バイオ炭に構成されている難分解性炭素は、炭化過程で有機物中の炭素が、通常の実条件下では分解しにくい形態に変化したものである。このようなバイオ炭の特性を利用し、国内のカーボンクレジット制度であるJ-クレジットでは、バイオ炭を農地土壌に施用することで、土壌への炭素貯留を認める方法論が策定されている。これは、炭素成分が長期間分解されずに地中に貯留するとの考えである²⁾。本検討では、バイオ炭をアスファルト混合物に用いた場合の適用性について評価を行った。

2.2 バイオ炭の選定

本検討では、オガ粉由来、松由来、発電用バイオマス由来の3種類のバイオ炭を選定し、「CO₂固定量」、「有害物質溶出の有無」、「安定供給の可否」の3項目について調査を行った。CO₂固定量は、図-1に示す「バイオ炭によるCO₂固定量の算出方法」から、バイオ炭に含まれる炭素含有率（難分解性炭素の質量比）、有害物質は、産廃由来スラグの品質管理項目としてJIS A 5031に規定されている有害物質の溶出試験を実施した。安定供給については、ヒアリングや製造能力等より評価を行った。

3種類のバイオ炭の評価結果を表-1に示す。発電用バイオマス由来のバイオ炭は最も難分解性炭素の質量比が大きく、有害物質の溶出がない材料であったものの、安定供給が難しかったことから不適と判断した。また、松由来のバイオ炭は、他の2種類のバイオ炭と比較して難分解性炭素の質量が小さく、一部有害物質の溶出も確認されたため、不適と判断した。一方、オガ粉由来のバイオ炭は、難分解性炭素の質量比も大きく、かつ有害物質の溶出も確認されず、安定供給も可能であったため、本検討ではオガ粉由来のバイオ炭を選定することとした。なお、選定したオガ粉由来のバイオ炭のCO₂固定量は1kgあたり約2.3kgを示し、大きなCO₂固定効果を有している。

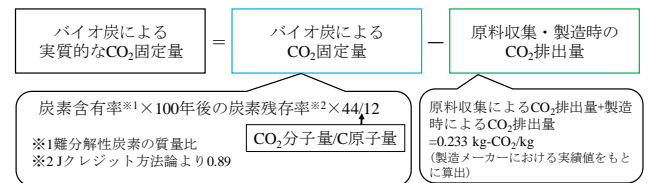


図-1 バイオ炭によるCO₂固定量の算出方法

表-1 バイオ炭の選定結果

項目	検討したバイオ炭		
	オガ粉由来	松由来	発電用バイオマス由来
難分解性炭素の質量比	0.921	0.759	0.957
有害物質溶出試験結果	溶出なし	一部溶出あり	溶出なし
安定供給の可否	○	△	×
選定結果	○	×	×

3. バイオ炭アスファルト混合物の混合物特性と現場適用

3.1 バイオ炭の性状

選定したバイオ炭の性状を表-2に示す。バイオ炭は多孔質であるため、密度は一般的な骨材よりも小さい数値を示している。また、粒度については、2.36 mmふるいを100%通過し、細骨材に近い粒度分布となっている。

表-2 バイオ炭の性状

項目	試験値	
密度 (g/cm ³)	1.702	
通過質量百分率 (%)	2.36 mm	100
	0.6 mm	70.5
	0.3 mm	50.8
	0.15 mm	27.3
	0.075 mm	17.7

3.2 バイオ炭アスファルト混合物の性状

密粒度アスファルト混合物(13)に配合される細骨材の一部をバイオ炭で置換し、アスファルト混合物への適用性を評価した。なお、バイオ炭の配合割合は全骨材量に対して2%、3%、4%の3水準とし、配合なし(0%)の性状と比較した。バインダはストレートアスファルト 60/80 (以下、ストアス) およびポリマー改質アスファルト II 型(以下、改質 II 型) とし、それぞれの配合割合で配合設計を実施した。

(1) 最適アスファルト量

バイオ炭配合量の増加に伴い、最適アスファルト量も増加傾向にあり、バイオ炭 4%配合の場合で、「配合なし」と比較して、ストアスで0.9%、改質 II 型で0.5%の増加が確認された。これは、バイオ炭が多孔質な構造を有している影響で、アスファルトの吸収が高くなるためと推察される。一方で、配合割合 2%までは、バイオ炭による影響は受けず、「配合なし」と同一の最適アスファルト量を示した。

(2) 混合物特性

マーシャル安定度および残留安定度の結果を図-2に示す。ストアス、改質 II 型ともにすべての配合で「配合なし」と同等以上の値を示し、目標値を満足した。また、動的安定度の結果を図-3に示す。ストアスの場合で、バイオ炭配合による動的安定度に大きな変化は認められないが、改質 II 型の場合、バイオ炭配合による動的安定度の増加が認められた。一方で、バイオ炭配合量による差は見られなかった。

3.3 バイオ炭アスファルト混合物の CO₂ 排出量試算結果

ストアスおよび改質 II 型それぞれのバイオ炭アスファルト混合物の CO₂ 排出量を試算した。カーボンニュートラルが達成できるバイオ炭の配合量は、ストアスでは2.4%、改質 II 型では3.4%となり、本材料の適用により脱炭素に大きく期待できると考えられる。

3.4 バイオ炭アスファルト混合物の現場適用

2024年11月に物流施設構内の車両通行道路にて、改質 II 型を用いたバイオ炭アスファルト混合物を施工した。3%の配合であったが、施工性に問題はなく、舗装の仕上がりについても通常の密粒度舗装と同程度の舗装表面であることを確認した(写真-1)。

4. まとめ

以上より、カーボンニュートラルを実現できる環境配慮型のアスファルト混合物を開発することができた。今後、現場適用を推進し、2050年のカーボンニュートラルの実現に貢献していきたい。

参考文献

- (公社)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1月
- 立花徳啓 他：汎用技術で製造可能な環境配慮型アスファルト混合物の開発，第16回北陸道路舗装会議，2025

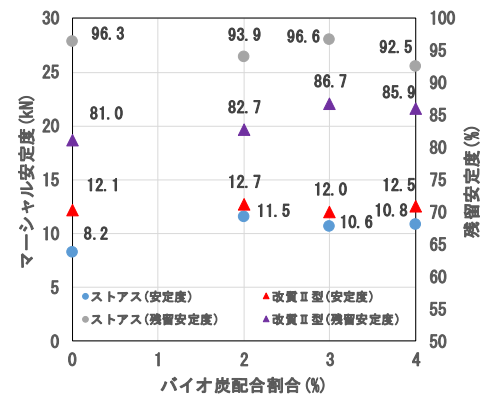


図-2 マーシャル安定度および残留安定度

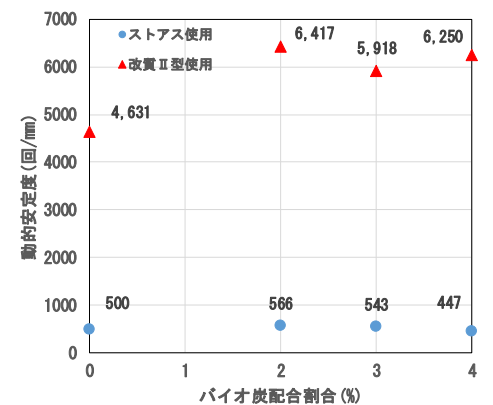


図-3 動的安定度



写真-1 施工完了状況