

植物由来成分「リグニン」のアスファルト代替材料への適用性検討

大成ロテック（株）技術本部技術研究所 ○中尾 信之

同上

相川 宗

同上

青木 政樹

1. はじめに

国土交通省では、地球温暖化対策計画の基本的な政策の柱の一つとして、「道路のライフサイクル全体の低炭素化」を挙げており、その施策として低炭素材料の導入促進が行われている¹⁾。筆者らはこれに対応する技術として、アスファルトを植物由来の樹脂であるリグニンで代替する技術の実用化に取り組んでいる。

本稿では、アスファルトの一部をリグニンで代替したアスファルト混合物（アスコン）の車道への適用性および代替率を高めた場合の施工性などについて検証するため、舗装技術の長期耐久性実証フィールドである舗装評価路で試験施工した結果について報告する。

2. リグニンの概要

リグニンは木材の細胞壁を構成する成分の一つで、地球上でセルロースに次ぎ2番目に多量に存在する有機化合物であると言われている。リグニンは炭素が約60%含まれており、植物の光合成により固定されたCO₂由来であると考えることができる。近年では、リグニンの利用方法として、世界各国でアスファルトの一部をリグニンで代替した脱炭素舗装材料の研究が行われている²⁾。

3. リグニンによるCO₂排出量低減効果

図-1 に密粒度アスコン(13)のアスファルトをリグニンで代替した場合のCO₂排出量低減率を「舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック⁵⁾」に準拠して試算した例を示す。リグニンのCO₂固定分は全体のCO₂排出量から控除している。図からストアス60/80で質量の50%（50wt%）、ポリマー改質アスファルトII型（以下、改質II型）で60wt%を代替することで、CO₂固定量が排出量を上回り、カーボンネガティブなアスファルト舗装材料になると試算できる。

4. 試験施工について

(1) 舗装評価路の概要

図-2 に舗装評価路のイメージ図、図-3 に試験施工の舗装構成を示す。舗装評価路は1周909mの楕円形の走路を50m×18工区に分割し、5台の荷重車を昼夜連続走行させることで、複数の舗装材料および構造の耐久性を短期間で評価し、舗装技術の実用化までの期間を短縮できる施設である。

(2) 試験施工の概要

本試験施工では、図-3 の表層材料として、舗装評価路の標準表層用混合物である改質II型密粒度アスコン(20)のアスファルトの一部をリグニンで代替した混合物で各



写真-1 リグニンの外観

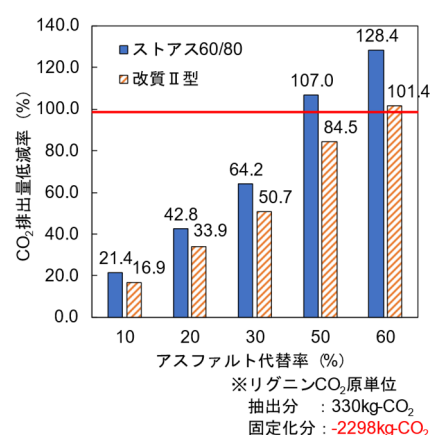


図-1 CO₂排出量低減効果



図-2 舗装評価路

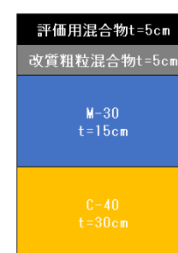


図-3 舗装構成

50mを施工した。リグニンのアスファルト代替率は、既往の研究から通常のアスコンと同程度の性能が確認できている 10wt%と代替率を高めた場合の施工性を検証するための 20wt%の 2 種類とした。なお、事前の検討からリグニンの代替率が高くなるほど締固めにくい傾向がみられたため、本試験施工では施工性改善型の改質II型および粘弾性調整系の中温化剤を用いてアスファルト代替率の向上を試みた。表-1 にアスファルトとリグニンおよび中温化剤の配合割合を示す。

表-1 使用アスファルト

代替率	0%	10wt%	20wt%
総As量(%)	5.3	5.3	5.5
As量(%)	5.3	4.63	4.27
リグニン(%)	—	0.53	1.1
中温化剤(%)	—	0.14	0.13

表-2 MS 安定度試験結果

	目標値	0%	10wt%	20wt%
空隙率 (%)	3~6	3.2	4.9	5.7
飽和度 (%)	70~85	79.4	70.8	68.0
安定度 (kN)	7.35以上	13.45	15.07	13.53
フロー値 (1/100mm)	20~40	29	21	20
残留安定度 (%)	75以上	100.1	84.3	89.6

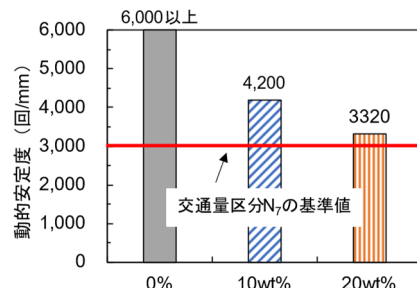


図-4 WT 試験結果

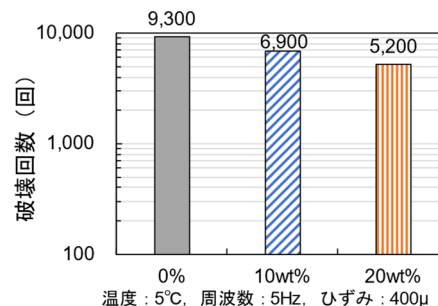


図-5 曲げ疲労試験結果



写真-2 施工後全景

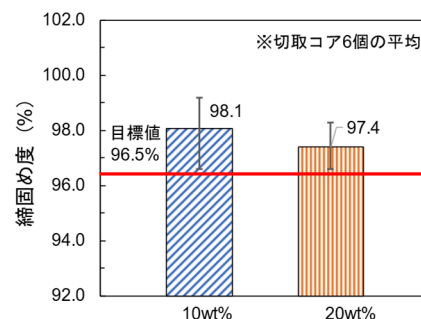


図-6 コア密度計測結果

5. 試験施工結果

(1) 出荷混合物の性状について

出荷時に採取した各混合物の性状を室内試験にて確認した。表-2 にマーシャル(MS)安定度試験結果、図-4 にホイールトラッキング(WT)試験結果、図-5 に曲げ疲労試験結果を示す。MS 安定度試験結果から 10wt%では目標値の範囲内で製造できていることを確認した。また、WT 試験においては、動的安定度が 3,000 回/mm 以上を満足し、重交通路線で適用できる可能性が確認できた。一方で、20wt%では飽和度が目標値を下回り、動的安定度や曲げ疲労試験の破壊回数は代替率が上がるほど各性状が低下する傾向がみられた。そのため、リグニンの代替率を高めて脱炭素効果の向上を図るためには、配合方法や使用材料の改良が課題となる。

(2) 試験施工結果

写真-2 に施工後の全景を示す。アスファルトフィニッシャによる混合物の引きずりや、転圧時のヘアクラックなどは見られず、良好な仕上がりの舗装が施工できた。施工後に採取した切取コアの締固め度は、6 個平均で 10wt%が 98.1%、20wt%が 97.4% (両混合物とも最低でも 96.6%) であり、国土交通省の共通仕様書の規格値 (3 個平均 96.5%) を満足した (図-6 参照)。このことから、一般的なアスファルト混合物と同様に、通常の施工体制で施工できることを確認した。耐久性については定期的に FWD 調査や路面性状などの追跡調査を実施し、評価していく予定である。

6. おわりに

今後は、舗装評価路での追跡調査によりリグニンによるアスファルト代替技術の車道への適用性を確認するとともに、リグニンの代替率の向上に向けた研究の継続、他の脱炭素材料や技術との組合せにより、カーボンニュートラルな社会の実現に貢献していきたい。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：道路分野の脱炭素化政策集, <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/utilization/datutannsoka/cn.html>, (参照 2025 年 6 月 12 日)
- 2) Gaudenzi, Elena, et al. "Performance assessment of asphalt mixtures produced with a bio-binder containing 30% of lignin." Materials and Structures 55.8 (2022)