

「再生可能な水素を併産する バイオマスベースの道路舗装材に関する技術開発研究」

1. 研究開発の背景・目的

カーボンニュートラルな世界では道路舗装材用の石油アスファルトを入手できない
→ 舗装道路の持続的な改修・新設が極めて困難

本研究: バイオマスベースのグリーンな道路舗装材を開発して問題の解決を目指す
… 再生可能な水素の製造にも貢献



バイオマス発電の副生タールを改質して舗装材用バインダーに利用



2. FSでの課題と研究開発の進捗

課題① 副生タール(ウッドピッチ)の改質

・成熟した工業技術である「**減圧蒸留**」によって、フェノール性化合物(改質時の重縮合阻害、施工時の悪臭発生)の除去と改質ピッチの試作を同時に達成。

※1:当初に想定した「アルカリ抽出」は複数の工程を要する複雑なプロセスのため経済的に不利。

※2:室内試験用改質ピッチを得るスケールアップ実験では、Entry8の条件で針入度が大きく低下。

… 研究期間を勘案し、室内試験への提供を強行。

・改質時の水分生成は少なく、十分な重縮合には至らず。

表 改質ピッチの試作結果

Entry	1	2	3	4	5	6	7	8	9	(60/80)*
蒸留条件										
温度[°C]	180	200	200	200	190	200	200	200	180	-
時間[h]	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.25	1.5	-
圧力[hPa]	50	50	30	50	30	70	30	50	30	-
改質ピッチ										
収率[%]	72.8	63.1	54.6	57.1	57	66.9	53.2	60.3	61.4	-
針入度[1/10mm]	測定不能	125	17	27	34	168	7	73	118	65
タフネス[N/m]	0.2	2.1	1.2	1.0	1.4	0.3	0.6	6.7	2.4	6.5
テナシティ[N/m]	0.2	0.2	0.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8

課題② 室内試験による改質ピッチの評価

(1) バインダー適合性試験

・軟化点はストレートアスファルトに近いが、伸度は測定不能(試験前養生中に検体が破断)。薄膜加熱後の針入度も大幅に低下。

… 針入度を合わせるために低粘度の改質ピッチを添加したことが原因。

表 バインダー適合性試験の結果

検体種	改質ピッチ	60/80*	標準的性状
針入度 (25°C)	[1/10mm]	63	60-80
軟化点	[°C]	43	44-52
伸度 (15°C)	[cm]	測定不能	100以上
トルエン可溶分	[%]	90.9	99以上
引火点	[°C]	206	260以上
薄膜加熱質量変化率	[wt%]	12.2	0
薄膜加熱後の針入度残留率	[%]	3	92
蒸発後の針入度比	[%]	89	97
密度 (15°C)	[g/cm3]	1.173	1.039

(2) 混合物性状試験

- ・安定度は標準性状に近いが、残留安定度は測定不能(試験前養生中に検体が崩壊)。
- ・低粘度の改質ピッチを混ぜなくても安定度は標準性状を満足(pen24の改質ピッチ②)。

表 混合物性状試験の結果

		改質ピッチ① (pen63)	改質ピッチ② (pen24)	60/80*	標準的性状
かさ密度	[g/cm ³]	2.346	2.33	2.36	-
空隙率	[%]	6.4	-	4.4	3~6
飽和度	[%]	64	-	75	70~85
安定度	[k/N]	4.6	6.7	9.7	4.90以上
フロー値	[1/100cm]	24	21	28	20~40
残留安定度	[%]	測定不能	-	100	75以上
動的安定度	[回/mm]	270	-	350	-

(3) 製造コストとカーボンニュートラル貢献度の試算

実証試験に必要な改質ピッチを手当てするための減圧蒸留外注試験の見積もり(単価:3500円/kg、CO₂原単位:921kg-CO₂/t)などから、舗装材用バインダーの製造コストと舗装材製造のCO₂原単位を試算した。

表 改質ピッチによる舗装材製造のCO₂原単位

A. バインダー製造コスト

5833円/kg(改質ピッチ)

⇔ 120円/kg(ストレートアスファルト)

※建設物価2022年12月号

B. 舗装材製造のCO₂原単位

113kg-CO₂/t(改質ピッチ)

⇔ 58kg-CO₂/t(ストレートアスファルト)

※ストレートアスファルト製造のCO₂原単位は107kg-CO₂/t(国総研原単位2005)

【密粒度アスファルト混合物】の製造におけるCO₂原単位計算表

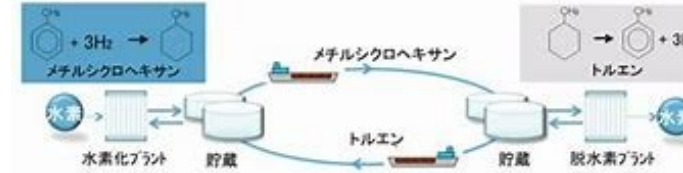
【入力説明】

- 任意の値を設定
- 材料標準配合
- 最新標準配合
- ラング、納付、ローラー、調整
- CO₂削減率(%)の標準値を標準値
- CO₂削減率(%)の最新値を標準値
- 標準値を必ず記入しておくこと

名称	混合物の配合 (内数100%)	標準計算量 (t)	運搬1回あたり 燃料消費量 (L/t・km)	輸送距離 (km)	単位	数量	原単位 (kg-CO ₂ /単位)	排出量 (kg-CO ₂)	数量経路	排出量(t)
石骨材	30.0				kg	271.20	7.50	2164.10	配合設計書	4.7
7角砕石	15.1				kg	129.80	7.50	963.50		2.1
砂	20.4				kg	211.20	7.50	1565.30		3.0
粗砂	0.5				kg	69.00	11.54	784.72		1.7
細砂	0.7				kg	45.90	11.54	520.22		1.1
石粉	4.7				kg	37.80	5.41	203.41		0.4
2H-1FZ7+H	0.7				kg	45.90	107.0	4905.50		10.6
軽油(1号)		600.30	0.0675	20.10	L	603.50	4.13	2495.51		6.3
軽油(1号)輸送		112.60	0.0675	20.00	L	130.54	4.13	547.30		1.2
軽油(1号)輸送		37.60	0.0675	20.00	L	43.24	4.13	181.16		0.4
軽油(177)輸送		45.00	0.0340	240.00	L	372.10	4.13	1550.10	3.4	
電力					kWh	6520.00	0.45	2939.20	アスファルト プラント 消費実績	9.5
入庫油					L	6948.00	2.51	19445.50	41.0	
軽油					L		2.50	0.00	0.0	
標準計算等見込み値					kg	800.00	7.72	6170.00	標準ガイドブック	13.3
計								65329.52		100.0
1tあたり								57.91		

課題③ 再生可能な水素の製造における改質副生物のリサイクル

- ・糖質(グルコース)と水の反応によって生成した水素が、その場で改質副生物を水素の輸送キャリアに変える触媒反応を促進する操作条件を検証した。
- ・水素輸送の状態にある生成物の割合は少なかった。



3. 今後の課題と見通し

① 製造技術

図 有機ヒドライド法による水素輸送

ストレートアスファルト並みの針入度に改質は可能。針入度が小さくてもバインダーとしての性状を部分的に満足。改質副生物のリサイクルも可能

- ・改質によって目標針入度に達した検体のバインダー性状評価(強度面改善の期待)
- ・重縮合の促進によるバインダー性状の改善を検討
- ・ストレートアスファルトの一部代替、代替グレードの幅を拡げることの検討
- ・有機ヒドライド法も念頭に入れた改質副生物リサイクルの実装性向上を検討

② 製造コストとカーボンニュートラルへの貢献度

「生産規模」の減圧蒸留では、コストとCO₂原単位が確実に改善

- ・減圧蒸留外注試験の結果に基づいた試算の見直し
- ・ウッドピッチ改質専用の簡素な減圧蒸留装置の検討

※ウッドピッチに対する「再生可能な原材料」としての評価は？

… ストレートアスファルトのCO₂排出係数=3116kg-CO₂/t(炭素含有率85%として)

