

CO₂を固定化した合成炭酸カルシウムのアスファルト混合物への適用

日本道路株式会社 技術研究所 正会員 ○立花 徳啓
出光興産株式会社 機能舗装材事業部 正会員 安藤 秀行
出光興産株式会社 石炭・環境事業部 非会員 汲田 章司

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、数多くの取り組みが加速している。国際エネルギー機関の試算では、76 億 t の CO₂ を回収する必要がある、カーボンニュートラル実現のためには CO₂ の排出量を減らすだけでなく、すでに大気中に排出された CO₂ を減らすことが求められている。近年では、カーボンニュートラル実現の鍵とされる「Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage (CCUS)」が注目され、「CO₂ を回収・貯留・有効利用」する技術として期待されている。このような状況下、道路舗装業界では、化石燃料由来のアスファルトの使用や製造時の骨材加熱乾燥過程で多くの CO₂ を排出しているのが現状であり、弊社では燃焼排ガス由来の CO₂ とコンクリートスラッジから生成される合成炭酸カルシウムをアスファルト混合物の一部として利用する検討を進めている。合成炭酸カルシウムを有効利用することで CO₂ を舗装中に固定化でき、道路舗装における CCUS の社会実装の可能性に寄与できると考えられる。以上のことから、本文では、合成炭酸カルシウムを含有する材料（以下、検討品）を石粉（フィラー）の代替材料としアスファルト混合物の室内性状と実機プラントで製造した際の性状結果について報告する。

2. 検討品の製造

検討品は、コンクリート製品製造過程などから排出されるコンクリートスラッジに CO₂ を水中で反応させることによって製造される。検討品には、一定量の合成炭酸カルシウムが含まれる。検討品の外観を写真-1 に示す。これまでの検討²⁾で、検討品は粒度規格と密度は概ね目標値を満足していることが確認できている。しかし、フロー値は 149%程度と目標値である 50%を大きく上回っていた。検討品の性状試験結果を表-1 に示す。



写真-1 検討品の外観

3. 検討品を用いたアスファルト混合物の性状

アスファルト混合物への適用性を評価するため、密粒度アスファルト混合物(13)に配合される石粉を検討品に置換した。なお、置換割合は 100%、50%、25%の 3 点とし、置換なしの性状と比較した。また、使用アスファルトはポリマー改質アスファルト II 型とし、それぞれの配合で配合設計を行い、最適アスファルト量を算出した。置換割合と最適アスファルト量の関係を図-1 に示す。

配合設計の結果、検討品に置換しない混合物と比較し、100%置換で最適アスファルト量が 0.6%増加しており、アスファルトの吸収性が高まっている。一方、50%以下の置換では置換なしと同等の最適アスファルト量であることが確認された。また、算出した最適アスファルト量にて供試体を作製し、マーシャル安定度試験およびホイールトラッキング試験により混合物性状を比較した結果を表-2 に示す。マーシャル安定度はいずれの配合においても置換なしと同等の値であり、目標値を満足した。残留安定度についてもいずれの配合でも置

表-1 検討品の性状結果

試験項目		測定値	目標値
密度 (g/cm ³)		2.611	2.6以上
水分 (%)		1.6	1.0以下
粒度	ふるい通過質量百分率 (%)		
	0.6 mm	98.3	100
	0.3 mm	97.0	-
	0.15 mm	97.0	90-100
	0.075 mm	95.9	70-100
塑性指数 (PI)		NP	4以下
フロー値 (%)		149.5	50以下

換なしと同等以上の値を示し、目標値を満足することを確認した。一方で、動的安定度は 100%置換では 3,000 回/mm を下回り動的安定度の低下が認められたが、25%, 50%置換では置換なしと同様の 6,000 回/mm 以上の値を示した。これは、最適アスファルト量の増加が影響したと考えられる。

4. 実機プラントでの混合性

検討品を石粉の代替として配合・使用した場合の、実機プラントにおける製造性・混合性を確認するために、試験練りを実施した。配合は密粒度アスファルト混合物(13)、検討品の置換割合は 30%とし、アスファルトはポリマー改質アスファルトⅡ型を使用した。

事前の配合設計結果から、最適アスファルト量は置き換えの有無にかかわらず 5.4%であった。試験練り時、検討品は写真-2 に示すようにプラントの粉体投入口よりドライミキシング時に手投入した。検討品を投入する時間を確保するために通常よりドライミキシング時間を 10 秒長い 15 秒、ウェットミキシング時間は通常と同様の 35 秒とした。

練落とされた混合物は、写真-3 に示すように As 被膜不良等は確認されず、良好な混合性を確認できた。

また、上記混合物で供試体を作製し、マーシャル安定度試験およびホイールトラッキング試験を行い、混合物性状を確認した。試験結果を表-3 に示す。マーシャル安定度は、置換なしと同等の値であり、目標値を満足した。残留安定度についても置換なしと同等の値を示し、目標値を満足することを確認した。動的安定度は、置換なしと比較しても十分な耐流動性を有していると判断することができる。

5. まとめ

以上の結果より、検討品を用いた混合物性状や実機プラントでの製造性や混合性ともに通常合材と同様に製造できることがわかった。

その他、舗装用フィラーの一部を燃焼排ガス由来の CO₂ を活用し製造した合成炭酸カルシウムに置き換えることにより CO₂ をアスファルト舗装中に固定化し舗装の低炭素化へとつながることを確認した。今後、試験施工を実施し、施工性や締固め性、供用性について検討していきたい。

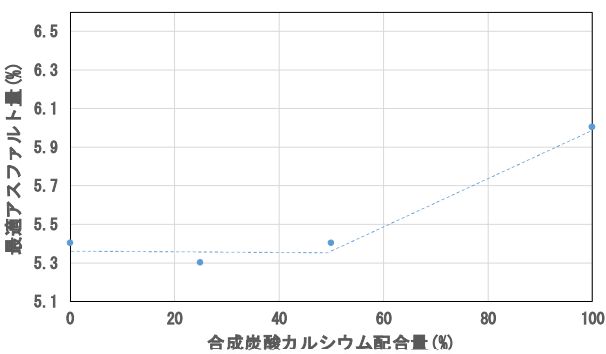


図-1 置換割合とアスファルト量
表-2 混合物性状確認試験結果

混合物性状	置換割合 (%)				目標値
	0	25	50	100	
マーシャル安定度 (kN)	12.1	12.5	14.5	14.0	4.9以上
残留安定度 (%)	81.0	91.7	86.8	94.6	75以上
動的安定度 (回/mm)	9,109	7,875	6,708	2,838	-



写真-2 検討品の投入状況 写真-3 混合物の外観

表-3 試験練り混合物性状

混合物性状	置換割合 (%)		目標値
	0	30	
マーシャル安定度 (kN)	15.8	15.2	4.9以上
残留安定度 (%)	98.7	98.9	75以上
動的安定度 (回/mm)	5,274	7,725	-

〈参考文献〉

- 1) 呉 悦樵 他: 比表面積を用いた配合設計方法による CO₂ を固定化した資材のアスファルト混合物への適用検討, 舗装, Vol. 58, No.3, pp.4-8, 2023.3
- 2) 立花 徳啓 他: CO₂ を固定化した合成炭酸カルシウムの舗装材料への適用, 第 35 回日本道路会議, 2023 年 11 月