

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

日本道路（株）生産技術本部 技術研究所 ○立花 徳啓
 出光興産（株） 機能舗装材事業部 呉 悦樵
 出光興産（株） 石炭・環境研究所 寺前 剛

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行われている。国際エネルギー機関による試算では、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はなく、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、「CO₂の回収・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とセメント含有廃棄物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、本材料）石粉（フィラー）の代替材料とし、アスファルト混合物の性状を確認した結果について報告する。

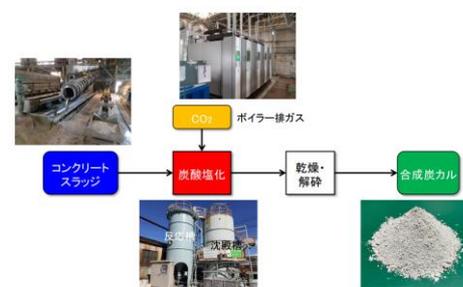


図-1 合成炭酸カルシウムの製造過程²⁾

2. 本材料の製造

本材料の製造過程を図-1に示す。本材料は、コンクリート製品製造過程などから排出されるセメント含有廃棄物にCO₂を反応させることによって製造される。本材料には、一定量の合成炭酸カルシウムが含まれる。本材料の外観を写真-1に示す。

3. 舗装材料への適用性検討

合成炭酸カルシウムを舗装材料である石粉の代替としての適用性を評価するため、室内評価を実施した。

3.1 本材料の性状試験

一般的に、石粉（フィラー）は石灰岩を粉砕したものとされている。一方、本材料はコンクリート製品製造過程などから排出されるセメント含有廃棄物にCO₂を反応させることによって製造される。そのため、本検討では、本材料を石粉代替材料として評価するため、日本道路協会「舗装施工便覧」に従い、表-1に示す試験を実施した。性状試験結果を表-2に示す。粒度規格と密度は概ね目標値を満足しているが、フロー値は147%程度と目標値である50%を大きく上回っている。一般的にフロー値が大きいほど多くのアスファルト量を必要とするため、次項において混合物性状の評価を実施した。



写真-1 本検討に用いた材料の外観

表-1 確認項目

項目	規格
密度	JIS A 5008
水分量	
粒度	
PI	舗装施工便覧
フロー	

表-2 本材料の性状結果

試験項目	測定値	目標値	
密度 (g/cm ³)	2.600	2.6以上	
水分 (%)	1.5	1.0以下	
粒度	ふるい通過質量百分率 (%)		
	0.6 mm	95.7	100
	0.3 mm	95.2	-
	0.15 mm	95.2	90-100
0.075 mm	95.2	70-100	
塑性指数 (PI)	NP	4以下	
フロー値 (%)	146.5	50以下	

3. 2 アスファルト混合物性状

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本材料に置換した。置換割合は100%、50%、25%の3点に変化させ、置換なしの性状と比較した。また、使用アスファルトはストレートアスファルト60/80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-2に示す。

配合設計の結果、本材料に置換しない混合物と比較し、100%置換で1.0%、50%置換で0.6%最適アスファルト量が増加しており、アスファルトの吸収性が高く、25%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。試験結果を表-3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。一方で、動的安定度は100%置換、50%置換では置換なしよりも100回/mm程度小さい値であり、25%置換では置換なしと同等の値を示した。これは、最適アスファルト量が増加した影響と考えられる。

4. CO₂排出量の試算

本材料を石粉の代替として使用することで、通常のアスファルト混合物の製造と比較し、どの程度CO₂排出量を低減可能か試算した。

試算結果を表-4に示す。試算は「舗装の環境負荷低減に関する算定ガイドブック」を参考とした。なお、本試算では、素材である石粉と本材料を置換し、原単位の違いによるCO₂排出量の比較を行った。通常のアスファルト混合物と比較した結果、

1t当たりのCO₂排出量は通常のアスファルト混合物が56.92kg-CO₂であるのに対し、本材料を石粉の25%置換とした混合物は54.46kg-CO₂であり、混合物1tあたり約4.3%削減できることがわかった。

5. まとめ

以上の結果より、コンクリート製品製造過程などから排出されるセメント含有廃棄物にCO₂を反応させることによって製造される合成炭酸カルシウムを含有する材料を石粉の代替として使用可能であるが、アスファルトの吸収性が大きいことため置換割合の適正量については検討が必要であることがわかった。今後、プラントでの製造と試験施工での施工性、供用性も含め検討していきたい。

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) 出光興産ホームページ https://www.idemitsu.com/jp/news/2023/230615_2.html

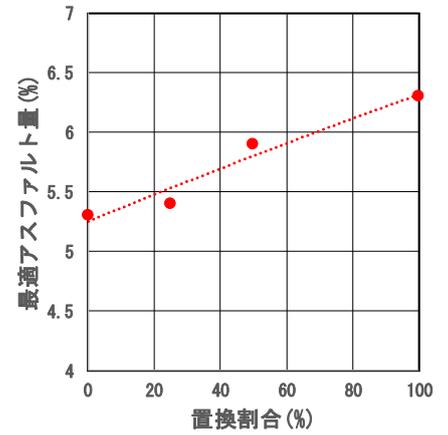


図-2 置換割合とアスファルト量

表-3 混合物性状確認試験結果

試験項目	100%置換	50%置換	25%置換	置換なし	目標値
最適アスファルト量 (%)	6.3	5.9	5.4	5.3	-
マーシャル安定度 (kN)	10.7	11.0	9.4	10.0	4.90以上
残留安定度 (%)	94.5	100.0	89.2	90.0	75以上
動的安定度 (回/mm)	303	306	482	447	-

表-4 CO₂排出量試算結果(800t 当たり)

名称	単位	原単位 (kg-CO ₂ / 単位)	通常		合成炭酸カルシウム使用		
			数量	排出量 (kg-CO ₂)	数量	排出量 (kg-CO ₂)	
素材	6号砕石	t	7.98	312	2489.76	312	2489.76
	7号砕石	t	7.98	168	1340.64	168	1340.64
	粗砂	t	11.54	248	2861.92	248	2861.92
	細砂	t	11.54	32	369.28	32	369.28
	石粉	t	5.41	40	216.40	30	162.30
	本材料	t	-200	0.00	0.00	10	-2000.00
輸送	アスファルト	t	107.56	42.40	4560.54	43.20	4646.59
	砕石輸送(軽油)	L	4.19	608.58	2549.95	608.58	2549.95
	砂輸送(軽油)	L	4.19	208.66	874.29	208.66	874.29
	石粉輸送(軽油)	L	4.19	52.16	218.55	26.08	109.28
	合成炭酸カルシウム輸送(軽油)	L	4.19	0	0.00	26.08	109.28
	アスファルト輸送(軽油)	L	4.19	359.04	1504.38	359.04	1504.38
製造	電力	kWh	0.46	8,000.00	3680.00	8000.00	3680.00
	A重油	L	2.91	6,165.00	17940.15	6165.00	17940.15
	軽油	L	2.95	256.00	755.20	256.00	755.20
その他	未集計等見込み値 (アスコン)	t	7.72	800.00	6176.00	800.00	6176.00
計					45537.06		43569.01
1tあたり					56.92		54.46