

CO₂を固定化した材料のアスファルト混合物への適用性に関する基礎検討

鹿島道路（株） 正会員 ○富田 凌平，好見 一馬，田口 翔大，横田 慎也
鹿島建設（株） 正会員 吉田 祐麻，森 香奈子，渡邊 賢三

1. はじめに

近年，様々な環境問題が取り上げられている中，二酸化炭素（以下，CO₂）排出量の増加による地球温暖化は深刻であり，舗装を含めた社会インフラ分野においても環境負荷低減技術を積極的に活用することが求められている．筆者らは，コンクリートを製造する過程で産出される建設副産物であるコンクリートスラッジ水に CO₂ を固定化させた粉末材料（以下，CO₂ 固定化材料）¹⁾をアスファルト（以下，As）混合物に適用することにより，CO₂ 排出量の削減に寄与する As 混合物の開発を目指している．本研究では，CO₂ 固定化材料の材料特性および CO₂ 固定化材料を用いた As 混合物の諸物性の確認など，As 混合物への適用性について基礎的な検討を行った．

2. 使用材料

本研究に使用した CO₂ 固定化材料の外観を写真-1 に示す．CO₂ 固定化材料は図-1 の概念図に示すように，コンクリートスラッジを水で希釈し，固液分離した水酸化カルシウム溶液に対し，CO₂ 濃度 10%のボイラー排ガスを吹き込むことで沈殿する軽質炭酸カルシウム生成物である．

3. 試験概要

本研究の研究フローを図-2 に示す．まず，CO₂ 固定化材料を As 混合物のフィラーとして活用することを目的に，材料試験を実施した．その後，As 混合物の配合試験を実施し，所定の混合物性状を確保できるか確認した．本研究では，CO₂ 固定化材料をストレート As.60/80 を用いた密粒度 As 混合物(13)（以下，St.As 密粒），改質 As II 型を用いた密粒度 As 混合物(13)（以下，改質密粒），改質 As H 型を用いたポーラス As 混合物(13)（以下，ポーラス）の 3 種類の混合物に対し，それぞれ石粉を CO₂ 固定化材料に置換して最適 As 量（以下，OAC）を算出した．配合試験は舗装施工便覧²⁾に準拠した．

4. 試験結果

4-1. 材料試験

材料試験結果を表-1 に示す．表-1 には比較として一般的に舗装用材料として使用している石灰岩石粉（以下，石粉）の試験結果も併記している．通過質量百分率は石粉と比べて 75 μ m 通過量が多く，細かい粒度であった．剥離抵抗性および塑性指数については，石粉と同等の結果であり，目標値を満足した．水分量，吸水膨張率，フローにおいては目標値を満足しなかった．これは，石粉と比べて多孔質であり吸水率が大きい材料であるためと考えられる³⁾．

4-2. 混合物試験結果

材料試験の結果，すべての目標値を満足していなかったものの，粒度範囲や剥離抵抗性は石粉と同等であることと，その他の材料性状については，配合の工夫によって As 混合物への適用は可能であると考え，As



写真-1 CO₂ 固定化材料の外観

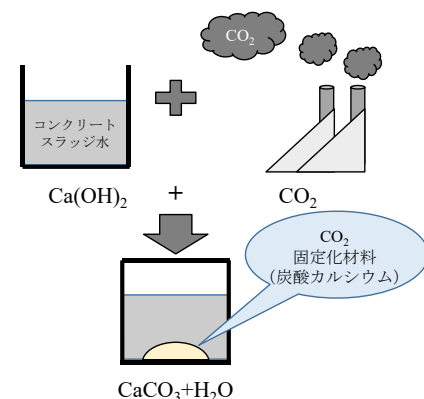


図-1 CO₂ 固定化材料の生成概念

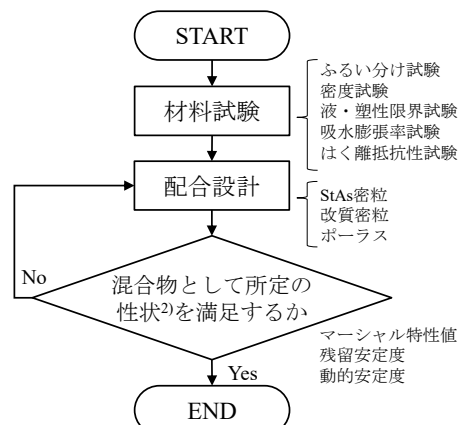


図-2 検討フロー

キーワード アスファルト混合物，CO₂固定化材料，建設副産物，軽質炭酸カルシウム，環境負荷低減効果，CO₂排出量削減

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路(株) TEL：042-483-0541

混合物の配合試験を実施することとした。各種混合物の配合試験結果を表-2に示す。いずれのAs混合物も、石粉からCO₂固定化材料への置換率が増えるにつれてOACが増加する傾向を示した。また、ホイールトラッキング試験結果を図-3に示す。動的安定度（以下、DS）は、St.As密粒において、CO₂固定化材料の置換率が増加するにつれて低下する傾向を示した。これは、CO₂固定化材料の置換率が増加するとともにOACが増加していることが要因として考えられる。改質密粒およびポーラスにおいては、置換率50%では基本配合に比べDSは低下することはないものの、置換率100%では基本配合より低下する傾向を示した。改質Asを用いたこれらの配合は、置換率50%では改質Asの効果からDSの低下は顕著に現れなかったのに対し、100%ではOACも比較的大きく増加していることから、耐流動性に影響を及ぼしたものと考えられる。ただし、置換率100%でもDSの著しい低下は認められなかったことから、As種別の選定や配合上の工夫により、石粉をCO₂固定化材料に置換したAs混合物の適用は十分に可能であると考えられる。

5. 環境負荷低減効果の試算

CO₂固定化材料をAs混合物に適用した際の環境負荷低減効果について、本検討で確認した3種の混合物を1t製造するための材料の製造に係るCO₂排出量を表-3に示す材料条件のもと試算した⁴⁾。なお、CO₂固定化材料は1t使用することで390kgのCO₂削減効果を有するものとして試算した¹⁾。CO₂排出量試算結果を図-4に示す。CO₂固定化材料を適用したAs混合物は、いずれも基本配合に比べ、As量が増加しているものの、CO₂排出量を30%以上削減できることを確認した。

6. まとめと今後の予定

本研究により、CO₂固定化材料のAs混合物への適用性を検討した。その結果、As混合物として所定の性状を確保することができ、フィラーの代替材料として適用できる可能性があることを確認した。また、各種As混合物において、CO₂固定化材料を用いることで基本配合よりCO₂排出量を削減でき、環境負荷低減効果も期待できる。今後は実用化に向けて施工性や耐久性等を評価していく予定である。

【参考文献】

- 1)佐々木猛，八木利之：CO₂を原料とした環境にやさしい軽質炭酸カルシウム，土木施工，pp87-90，2021.11.
- 2)（公社）日本道路協会：舗装施工便覧（平成18年度版），2006.
- 3)八木利之ほか：コンクリートスラッジから生成した軽質炭酸カルシウム微粉末の諸物性，土木学会全国大会第77回年次学術講演会，V-520，2022.
- 4)（公社）日本道路協会：舗装性能評価法別冊（平成20年度版），2008.

表-1 材料試験結果

		CO ₂ 固定化材料	石粉	目標値
水分量(%)		2.1	0.06	1.0以下
密度(g/cm ³)		2.545	2.716	-
通過質量百分率(%)	600μm	99.5	100	100
	150μm	98.6	96.5	90~100
	75μm	98.0	84.8	70~100
塑性指数		NP	NP	4以下
吸水膨張率(%)		3.1	0.9	3以下
剥離抵抗性(%)		5	5	1/4(25%)以下
フロー(%)		69.8	28.4	50以下

表-2 配合試験結果

		St.As密粒			改質密粒			ポーラス		
置換率(%)		0	50	100	0	50	100	0	50	100
骨材配合比(%)	6号砕石	36.5			36.5			86.0		
	7号砕石	20.0			20.0			0.0		
	砕砂	22.5			22.5			0.0		
	細砂	15.0			15.0			8.0		
	石粉	6.0	3.0	0.0	6.0	3.0	0.0	6.0	3.0	0
	CO ₂ 固定化材料	0.0	3.0	6.0	0.0	3.0	6.0	0.0	3.0	6.0
	OAC(%)	5.8	6.0	6.4	5.7	5.8	6.4	4.7	4.9	6.4
密度(g/cm ³)		2.361	2.358	2.345	2.380	2.358	2.325	1.960	2.005	2.032
空隙率(%)		4.3	4.0	3.8	3.6	4.1	4.5	21.5	19.2	16.1
安定度(kN)		10.0	11.4	11.1	12.6	14.7	14.0	4.0	4.7	5.0
残留安定度(%)		95.7	83.7	84.4	92.0	87.0	89.4	98.3	86.4	88.3

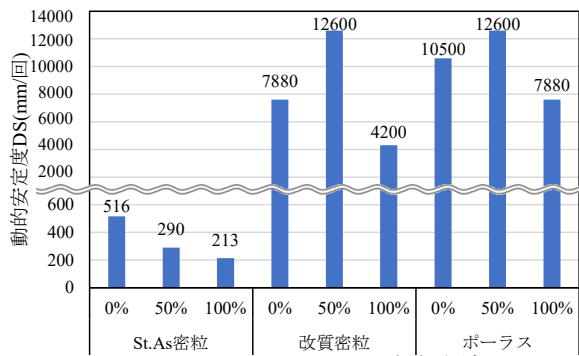


図-3 ホイールトラッキング試験結果

表-3 CO₂排出量試算条件

	骨材					アスファルト		
	6号砕石	7号砕石	砕石細砂	石粉	CO ₂ 固定化材料	St.As	改質II型	改質H型
1tあたりのCO ₂ 排出量(kg)	1.25	1.25	3.56	1.21	-	234.3	451.3	589.1
1tあたりのCO ₂ 削減量(kg)	-	-	-	-	390	-	-	-

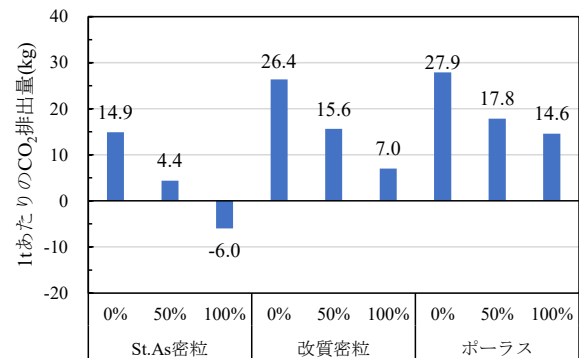


図-4 材料製造におけるCO₂排出量試算結果