

路盤材として再生砕石を使用したアスファルト舗装の LCCO₂

株式会社 黒姫 正会員 ○唐澤 明彦

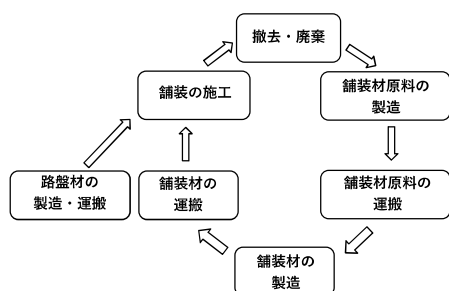
1. はじめに

道路建設分野から排出される CO₂ は、土木事業全体の内の 25.7% を占めるとされている。総延長 120 万 km に上る道路舗装の新規建設・維持・修繕が今後も継続して行われていくことから、舗装のライフサイクルでの CO₂ 排出量の総量である LCCO₂ を削減するための様々な技術開発・工法開発が進められている。

本文では、アスファルト舗装において路盤材として再生砕石を使用した場合と、天然砕石を使用した場合の LCCO₂ について、仮定条件を設けて定量的に試算し、比較した例について報告する。

2. LCCO₂ 試算の範囲

試算した工程の範囲を図-1 に示す。図中の「舗装材原料の製造」とは、ストレートアスファルトや骨材等の製造のことを指す。「舗装材の製造」とは、密粒度アスファルト混合物等の製造のことを指す。路盤材の製造・運搬は新規建設時および修繕時において試算した。

図-1 CO₂ 排出量を試算した工程

3. インベントリデータ

アスファルト舗装の施工方法・使用機械・使用材料などのデータを既往の研究成果¹⁾と併せて文献調査ならびに関係者へのヒアリング等によって収集し、図-1 に示した各工程に必要なインベントリデータを表-1 のとおり作成した。

4. 再生砕石における CO₂ の固定

再生砕石は、コンクリート構造物としての供用中およびコンクリート構造物の解体から中間処分場での破碎・分級ならびに中間処分場での保管に至る再資源化過程でコンクリートの中性化によって CO₂ を固定でき

表-1 試算に使用したインベントリデータ

	分類	単位	CO ₂ 排出量原単位 (kg-CO ₂ /単位)
エネルギー	A重油	L	2.77
	軽油	L	2.64
	電力	kWh	0.407
輸送	10 t ダンプトラック	t・km	0.117
	20 t ディーゼルトラック	t・km	0.0714
製造	ストレートアスファルト	t	234.3
	アスファルト乳剤	t	0.164
	石粉	t	1.21
	細砂	t	3.7
	粗砂	t	3.7
	再生砕石	t	4.27
	スクリーニングス	t	2.9
	5号砕石	t	2.9
	6号砕石	t	2.9
	7号砕石	t	2.9
	粒度調整砕石M-40	t	1.25
	クラッシュランC-40	t	1.25
	再生砕石：再生粒度調整砕石RM-40	t	4.27
	再生砕石：再生クラッシュランRC-40	t	1.25
	密粒度アスファルト混合物	t	46.98
施工	上層路盤および下層路盤の施工	100m ²	52.3
	ディストリビュータ	m ²	0.204
	アスファルトフィニッシャ	m ²	0.326
	マカダムローラ	h	15.76
撤去	タイヤローラ	h	18.5
	路面切削機	m ²	1.21
	路面清掃車	h	31.27
	バックホウ0.6m ³	t	7.9

ることが既往研究で報告されている²⁾。一般的な舗装の LCCO₂ 試算においては、各工程における CO₂ 排出量のみしか考慮されないが、本文では、路盤材による CO₂ 固定量を考慮した場合の LCCO₂ についても試算を行った。

本文の LCCO₂ 試算における RC-40 の CO₂ 固定量は、筆者が所属する企業グループにおける中間処分場から採取した RC-40 の TG-DTA 装置による測定結果の平均値から 8.69kg-CO₂/t に設定した。再生粒度調整砕石 (RM-40) については既往研究および筆者所属企業におけるデータの蓄積が十分でないため、RC-40 と同様に 8.69kg-CO₂/t に設定した。

5. 舗装の諸条件

設計交通区分は大型車 (最大輪荷重 49kN) が乗り入れる普通道路 N₅, N₄, N₃ とした。舗装の設計期間は 20 年とし、舗装の信頼 90% で舗装構造を設計した。舗装構造厚の決定は、路床の設計 CBR₆ と仮定し、CBR-T_A 法により行った。交通区分に応じた構造断面は、舗装設計施工指針を参考にして表-2 のとおり設定した。

キーワード アスファルト舗装, 再生砕石路盤, ライフサイクル, CO₂, LCCO₂

連絡先 〒123-0841 東京都足立区西新井 5 丁目 4 番 1 号 株式会社 黒姫 TEL 03-3896-7111

試算に使用した密粒度アスファルト混合物の配合は表-3に示すとおりとした。舗装現場は、東京都港区と仮定した。アスファルトプラントとコンクリート塊中間処分場（再生砕石製造工場）の所在地は、千葉県船橋市と仮定した。天然砕石の製造工場の所在地は栃木県栃木市と仮定した。これらの過程から、各運搬過程における運搬距離を表-4に示すとおり仮定した。舗装の修繕は、著者らの既往論文³⁾を参考にして新規建設後10年おきに行うと仮定した。修繕においては、密粒度アスファルト混合物と上層路盤をすべて撤去し、同厚で新しい密粒度アスファルト混合物と上層路盤を施工すると仮定した。LCCO₂の解析期間は、舗装の設計期間を超える十分に長い期間が必要と考えられるため、舗装設計期間の2倍の40年とした。

表-2 構造断面

交通区分	舗装厚 (cm)		
	密粒度アスファルト混合物 (表層+基層)	上層路盤 粒度調整砕石 (M-40) 再生粒度調整砕石 (RM-40)	下層路盤 クラッシュラン (C-40) 再生クラッシュラン (RC-40)
N ₅	10	15	35
N ₄	5	20	25
N ₃	5	15	15

表-3 密粒度アスファルト混合物の配合

ストレートアスファルト	単位量 (kg/m ³)				単位容積 質量 (t/m ³)
	石粉	細砂	粗砂	粗骨材	
52	53	71	142	2036	2.36

表-4 運搬距離

運搬過程		運搬距離 (km)	地域の仮定
原材料	密粒度アスファルト混合物原料の運搬	120	栃木県栃木市天然砕石製造工場 ⇒千葉県船橋市アスファルトプラント
	密粒度アスファルト混合物の運搬	30	千葉県船橋市アスファルトプラント ⇒東京都港区舗装施工現場
舗装施工 舗装修繕	路盤材の運搬	天然砕石	栃木県栃木市天然砕石製造工場 ⇒東京都港区舗装施工現場
		再生砕石	千葉県船橋市再生砕石製造工場 ⇒東京都港区舗装施工現場
	廃棄物の運搬	30	東京都港区舗装施工現場 ⇒千葉県船橋市コンクリート塊中間処分場 (再生砕石製造工場)

6. LCCO₂ 試算の結果

施工面積100m²当たりのCO₂排出量の試算結果を表-5に示す。新規建設時に再生砕石のCO₂固定量を考慮した場合、上層路盤に再生砕石を使用したアスファルト舗装は、天然砕石を使用した場合に比べて57~70% CO₂排出量を削減できる結果であった。修繕時に再生砕石のCO₂固定量を考慮した場合、上層路盤に再生砕石を使用したアスファルト舗装は、天然砕石を使用した場合に比べて46~51%のCO₂排出量を削減できる結果であった。

表-5 CO₂排出量の試算結果

		CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /100m ²)			
		交通区分			
		N ₅	N ₄	N ₃	
新規建設時	天然砕石	3,297	2,445	2,215	
	再生砕石	CO ₂ 固定を考慮しない場合	2,217	1,445	1,315
		考慮した場合	1,431	747	830
補修時	天然砕石	2,457	2,256	2,051	
	再生砕石	CO ₂ 固定を考慮しない場合	2,133	1,816	1,602
		考慮した場合	1,347	1,108	1,117

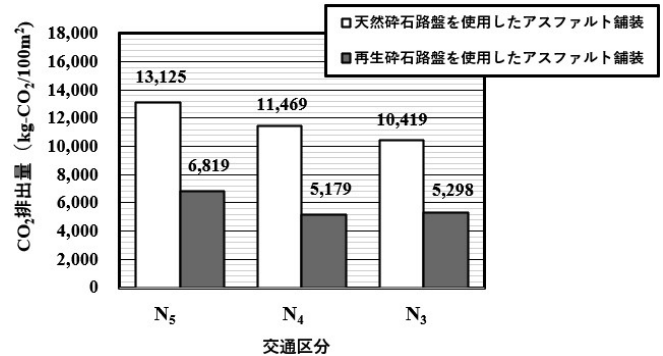


図-2 新規建設後40年間のLCCO₂ (再生砕石のCO₂固定を考慮した場合)

この試算結果から、アスファルト舗装を新設時から40年後まで修繕しながら供用した場合のLCCO₂の試算結果を図-2に示す。再生砕石のCO₂固定量を考慮した場合、上層路盤に再生砕石を使用したアスファルト舗装は、天然砕石を使用した場合に比べて解析期間40年間で48~55%のCO₂排出量を削減できる結果であった。

7. おわりに

今回仮定した条件において、アスファルト舗装の路盤材として再生砕石を使用することにより、天然砕石を使用した場合に比べてLCCO₂を削減でき、路盤材によるCO₂固定量を考慮した場合には削減率がより大きくなる試算結果が得られた。今後もコンクリート構造物の供用や再資源化におけるセメント水和物によるCO₂固定に関する知見を蓄積し、様々な仮定条件において各種舗装のLCCO₂についての試算を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ62, コンクリートの環境負荷評価(その2)(2004.9)
- 2) 神田太郎, 曾根真理, 岸田弘之：コンクリートの供用および再資源化による二酸化炭素の固定に関する全国調査, コンクリート工学, Vol. 49, No. 8, pp.9~16 (2011.8)
- 3) 唐澤明彦, 田中秀和, 鳥居南康一, 柳沼宏始, 畑実：車道におけるインターロッキングブロック舗装の長期供用性調査とライフサイクルコスト試算, 土木学会舗装工学論文集, 第14巻, pp.221~228 (2009.12)