

舗装

3

2024
Vol.59
No.3

- 舗装考** 舗装材料と道路の存在意義
兵藤陽一郎… 1
- 報文** 車載カメラ撮影画像のゆがみ解析による
路面わだち掘れ評価
趙 博宇・長山 智則… 3
- 報文** 車載カメラ映像からのひび割れ検出と車両検出に
基づく路面損傷の可能性の線状評価
高橋 翔… 8
- 報文** 局部変状を考慮した利用者意識に基づく
路面平坦性評価
伊藤 将光・富山 和也・稲木 万玲…13
目黒 謙一・中村 太一・佐藤 正和
- 報文** 自動走行式散乱型 RI 密度計の検討
谷口 龍・古屋 弘・松崎 晃…17
石黒 健・平田 昌史・酒井 貴之

- 報文** 高循環型社会の構築に向けたコンクリート発生材を
使用したアスファルト混合物
藤井 洋志・木田 和伸…22
尾中 博之・篠崎 宏太
- 報文** 積雪寒冷地において供用20年が経過した
再生改質アスファルト混合物の供用性状
上野 千草・松本 第佑・丸山記美雄…28
- 報文** 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とLCC
唐澤 明彦…34
- VOICE**—読者、モニターの声— ……………41
- みち・まち・ひと**
JR 日田彦山線 BRT ひこぼしライン開業
～福岡県添田町・東峰村・大分県日田市～ ……………42
- 話題** ハイウェイテクノフェア2023の開催報告
～高速道路を支える最先端技術～ 吉村 孝弘…46
- 口絵** JR 日田彦山線 BRT ひこぼしライン開業

JR九州 日田彦山線 BRT ひこぼしライン開業（福岡県添田町・東峰村・大分県日田市）（口絵、本文42～44、48ページ参照）



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とLCC

からさわ あきひこ
唐澤 明彦*

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%を占めるとされており、総延長120万kmに上る道路舗装のライフサイクルにおける二酸化炭素排出量(LCCO₂)を削減するための技術開発・工法開発が進められている。

一方、道路建設分野では、道路事業計画の策定や設計にあたり、事業に必要な費用を初期建設費(初期コスト)だけでとらえるのではなく、計画・設計から工事そしてメンテナンスまでの全期間における費用をLCCとしてとらえ、そのうえで事業の経済性を検討し、事業全体のコストを削減しようとする考え方が重視されている。

本文では、筆者らの既往研究を基に、アスファルト舗装の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とLCC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紹介する。

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コスト、LCCO₂、LCC。

はじめに

2021年8月、気候変動に関する最新の研究成果を195の国と地域が評価する国際的な組織「気候変動に関する政府間パネル」が第6次評価報告書を公表した。この報告書では、気温上昇の要因は人為起源によるものであるという見解が示されると同時に、将来予測について、今後数十年間でCO₂およびその他の温室効果ガスの排出量を大幅に削減しない限り、世界の平均気温は21世紀中に1.5℃または2℃を超えて上昇することが示されている。

世界各国で地球温暖化対策の重要性が増す中、日本では2020年10月、菅前首相が「2050年カーボンニュートラル(温室効果ガス排出実質ゼロ)」を宣言し、2021年4月の気候変動サミットにおいて2030年に向けた温室効果ガスの排出削減目標を大幅に引き上げ、2013年度比で46%削減することを表明した。

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%を占めるとされており¹⁾、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、建設材料の製造・輸送・施工・廃棄・再利用までの段階(ライフサイクル)でのCO₂排出量の総量であるLCCO₂を削減するための技術開発・工法開発が進

められている。

一方、道路建設分野では、新規建設だけでなく老朽化した大量の道路ストックの修繕や、少子高齢化による社会保障費の増加とそれに伴う道路事業費の削減などの面から、道路舗装の新設・維持・修繕におけるコスト削減への動きが加速している。道路事業計画の策定や設計にあたり、事業に必要な費用を初期建設費(初期コスト)だけでとらえるのではなく、計画・設計から工事そしてメンテナンスまでの全期間における費用をLCCとしてとらえ、そのうえで事業の経済性を検討し、事業全体のコストを削減しようとする考え方が重視されている。

本文では、筆者らの既往研究^{2)~4)}を基に、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とLCC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紹介する。

1. LCCO₂の試算

1-1 試算の範囲

試算した工程の範囲を図-1に示す。図中の「舗装材料原料の製造」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試

* 黒姫グループ((株)黒姫、(株)青海、広域環境開発(株)、埼玉総業(株))代表取締役

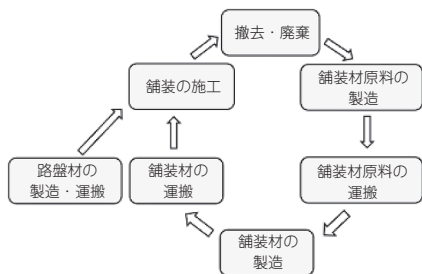


図-1 CO₂排出量を試算した工程

算した。

1-2 インベントリデータ

インベントリデータとは、単位量当たり特定の物質がどの排出源からどれだけ排出されるかを示すデータを指す。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結果⁵⁾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作成した^{6)~9)}。

本文での試算に使用したインベントリデータを表-1に示す。

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)	出典
エネルギー	A 重油	L	2.77	5)
	軽油	L	2.64	5)
	電力	kWh	0.407	5)
輸送	10 t ダンプトラック	t・km	0.117	5)
	20 t ディーゼルトラック	t・km	0.0714	5)
	ストレートアスファルト	t	234.3	7)
製造	アスファルト乳剤	t	0.164	7)
	石粉	t	1.21	7)
	細砂	t	3.7	5)
	粗砂	t	3.7	5)
	再生砕石	t	4.27	7)
	スクリーニングス	t	2.9	5)
	5号砕石	t	2.9	5)
	6号砕石	t	2.9	5)
	7号砕石	t	2.9	5)
	粒度調整砕石(M-40)	t	1.25	7)
	クラッシャーラン(C-40)	t	1.25	7)
	再生砕石：再生粒度調整砕石(RM-40)	t	4.27	7)
	再生砕石：再生クラッシャーラン(RC-40)	t	1.25	7)
	密粒度アスファルト混合物	t	46.98	7)
	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	9)
アスファルトフィニッシャー		m ²	0.326	9)
マカダムローラ		h	15.76	9)
撤去	タイヤローラ	h	18.5	9)
	路面切削機	m ²	1.21	9)
	路面清掃車	h	31.27	9)
	バックホウ0.6m ³	t	7.9	5)

1-3 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を解体した際に生じるコンクリート塊を産業廃棄物中間処分場に運搬し、保管した後に破碎・分級して路盤材の基準値や規格値に適合するよう再資源化されたものである。

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、表面に露出した未反応のセメント成分が大気中のCO₂と反応し、CaCO₃(炭酸カルシウム)が生成される現象すなわちコンクリートの中性化によってCO₂を固定できることが神田らの既往研究で報告されている¹⁰⁾。

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。しかしながら、路盤材として再生砕石を使用することにより大気中のCO₂を削減する効果があることについては、LCCO₂試算において考慮すべきとの考えはあってしかるべきであり、本文では、路盤材としての再生砕石の使用によるCO₂固定量を考慮した場合のLCCO₂についても試算を行った。

本文における試算では「コンクリート構造物を解体したコンクリート塊を中間処分場に運搬して保管する過程」・「中間処分場においてコンクリート塊を粉碎して分級し、再生砕石を製造する過程」・「再生砕石を中間処分場内の保管場に保管する過程」の3過程(以下、再資源化過程)におけるCO₂固定量を対象にした。「コンクリート構造物の供用期間」と「アスファルト舗装の路盤材としての供用期間」におけるCO₂固定量は対象としていない。

なお、天然砕石はCO₂を固定しないため、CO₂排出量だけを試算した。

1-4 熱重量示差熱分析によるCO₂固定量の算出

熱重量(TG)測定装置は、試料を一定速度で加熱しながら、その重量変化を連続的に測定する。一方、示差熱分析(DTA)装置は、基準物質とともに試料を加熱したときの両者の温度差の変化を測定する。熱重量示差熱分析(TG-DTA)装置は、二つの装置を組み合わせ、重量変化と温度差変化を同時に測ることによって試料の熱的变化を推定することができる。

本文における再資源化過程における再生クラッ

シャラン(RC-40)(以下, RC-40)のCO₂固定量は, TG 曲線および DTA 曲線から, 540~770℃の温度範囲をCaCO₃の脱炭酸による減量と判断し, 式(1)よりCaCO₃量(CO₂固定量)を算出した。

$$\text{CaCO}_3\text{量}(\%) = \frac{\text{脱炭酸による減量}(\%) \times \frac{100.09}{44.01}}{1} \quad (1)$$

ここに, 100.09: CaCO₃の分子量
44.01: CO₂の分子量

本文のLCCO₂試算における再資源化過程での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。この設定値は, 神田らの既往研究¹⁰⁾における45都道府県46製造工場でのRC-40のTG-DTA装置による測定結果9.0kg-CO₂/tとほぼ同等である。再生粒度調整碎石(RM-40)については, RC-40に比べて碎石の表面積総量が大きく, CO₂固定量も多くなると予想されるものの, 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。

1-5 設計交通区分と舗装の設計期間

試算に使用した設計交通区分を表-2に示す。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, 舗装の信頼度(舗装が設定された設計期間を通して破壊しない確からしさ)90%で舗装構造を設計した。

表-2 設計交通区分(普通道路)

交通区分	大型車舗装計画交通量 (台/日・方向)	49kN 疲労破壊輪数	
		設計期間10年	設計期間20年
N ₅	250以上1,000未満	1,000,000	2,000,000
N ₄	100以上250未満	150,000	300,000
N ₃	40以上100未満	30,000	60,000

1-6 舗装構造

舗装構造を図-2に示す。舗装構造厚の決定は, 路床の設計CBRを6と仮定し, CBR-T_A法(路床の設計CBRと交通区分から舗装構造厚を設計する方法)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¹¹⁾を参考にして表-3のとおり設定した。

1-7 密粒度アスファルト混合物の配合

試算に使用した密粒度アスファルト混合物の配合を表-4に示す。



図-2 アスファルト舗装の舗装構造

表-3 舗装構造厚

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 粒度調整碎石(M-40) 再生粒度調整碎石(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-4 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	2,036	2.35

表-5 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)

1-8 運搬距離

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-5に示すとおり仮定した。

1-9 舗装修繕の条件

既往文献の現場調査結果³⁾を参考にして, アスファルト舗装の修繕は新規建設後10年おきに行くと仮定した。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。

1-10 LCCO₂の解析期間

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, 後述のLCC解析期間と同様に, 舗装設計期間の2倍の40

年を解析期間とした。

1-11 LCCO₂の試算結果

施工面積100m²当たりのCO₂排出量の試算結果を示す。

新規建設時に路盤材として天然碎石を使用した場合のCO₂排出量を図-3に示す。新規建設時に路盤材として再生碎石を使用した場合で、CO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮しない場合のCO₂排出量を図-4に、考慮した場合のCO₂排出量を図-5に示す。

修繕時に路盤材として天然碎石を使用した場合のCO₂排出量を図-6に示す。修繕時に路盤材として再生碎石を使用した場合で、CO₂固定量8.69kg-CO₂/tを考慮しない場合のCO₂排出量を図-7に、考慮した場合のCO₂排出量を図-8に示す。

さらに、これらの試算結果から、アスファルト舗装を設計期間の2倍に当たる「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-9に示す。

これらCO₂排出量の試算結果を以下にまとめる。

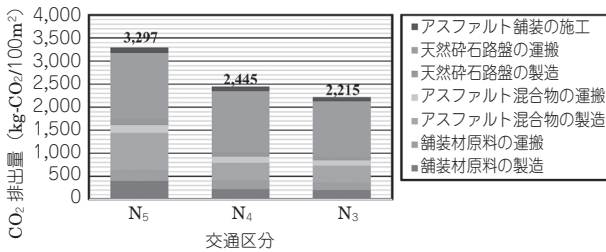


図-3 新規建設時のCO₂排出量（路盤材：天然碎石）

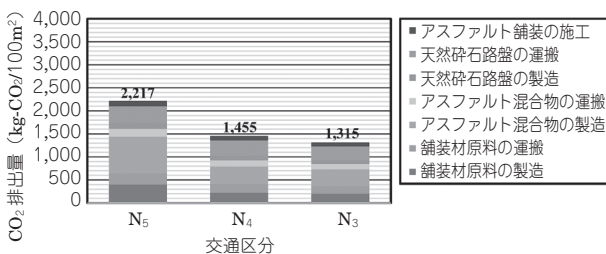


図-4 新規建設時のCO₂排出量（路盤材：再生碎石）
（CO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮しない場合）

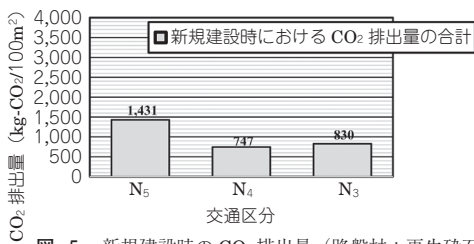


図-5 新規建設時のCO₂排出量（路盤材：再生碎石）
（CO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮した場合）

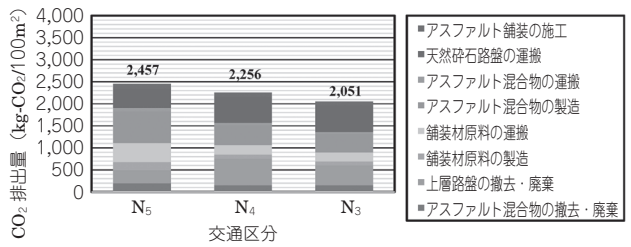


図-6 修繕時のCO₂排出量（路盤材：天然碎石）

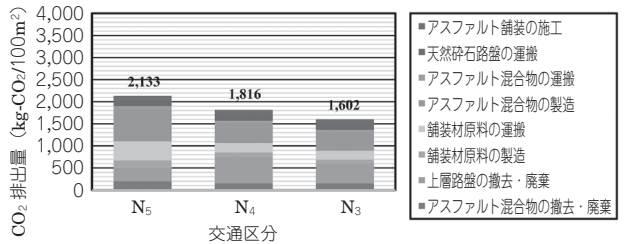


図-7 修繕時のCO₂排出量（路盤材：再生碎石）
（CO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮しない場合）

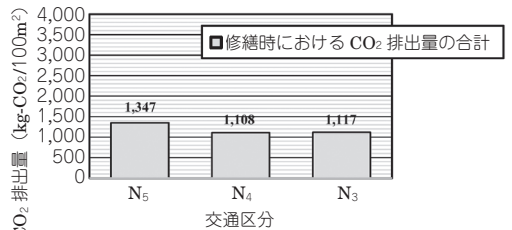


図-8 修繕時のCO₂排出量（路盤材：再生碎石）
（CO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮した場合）

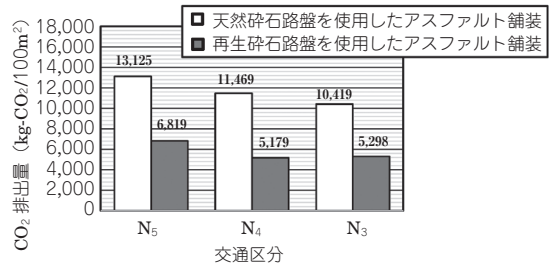


図-9 新規建設後40年間のLCCO₂
（再生碎石のCO₂固定量8.69 kg-CO₂/tを考慮した場合）

・新規建設時のCO₂排出量で再生碎石のCO₂固定量を考慮しない場合、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は天然碎石を使用した場合に比べて33～40% CO₂排出量を削減できる結果であった。これは、路盤材の運搬距離が天然碎石では120kmであるのに対して、再生碎石は30kmであることに起因している。

・新規建設時のCO₂排出量で再生碎石のCO₂固定量を考慮した場合、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は、天然碎石を使用した

場合に比べて57～70% CO₂排出量を削減できる結果であった。

- ・修繕時の CO₂排出量で再生碎石の CO₂固定量を考慮しない場合、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は天然碎石を使用した場合に比べて14～22%の CO₂排出量を削減できる結果であった。これは、新規建設時同様に、路盤材の運搬距離が天然碎石では120kmであるのに対して、再生碎石は30kmであることに起因している。
- ・修繕時の CO₂排出量で再生碎石の CO₂固定量を考慮した場合、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は、天然碎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。
- ・新規建設時から10年おきに修繕を行い、40年後までアスファルト舗装を供用した場合の LCCO₂を再生碎石の CO₂固定量を考慮した場合でみると、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は、天然碎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。

2. LCC の試算

2-1 舗装の設計条件および構造

試算に用いた舗装の設計条件と構造を表-6に示す。本文の LCC 試算では、施工時の交通規制に伴う迂回や渋滞等の発生の影響によるコストは考慮せず、道路管理者費用にのみ着目して LCC を試算した。舗装設計期間は20年、設計交通量区分は普通道路 N₃とした。舗装の信頼度は90%で設計した。舗

表-6 舗装の設計条件および構造

舗装種別	アスファルト舗装	
設計期間	20年	
設計交通区分	普通道路 N ₃ 大型車舗装計画交通量： 40 ≦ T < 100 (台/日・方向)	
舗装規模	延長200m × 幅員7m (片側1車線3.5m) = 施工面積1,400m ²	
舗装の信頼度	90%	
構造断面	表層	密粒度アスファルト混合物 50mm
	上層路盤	粒度調整碎石 (M-40) 再生粒度調整碎石 (RM-40) 140mm
	下層路盤	クラッシュラン (C-40) 再生クラッシュラン (RC-40) 150mm
	合計厚	- 340mm
設計 CBR	6	
T _A '	13.7	
必要等値換算厚 T _A	13.0	

装の構造断面は、舗装設計施工指針¹¹⁾を参考にして決定した。

2-2 修繕の条件

LCCO₂の試算における修繕条件と同様に、既往文献の現場調査結果³⁾を参考にして、アスファルト舗装の修繕は新規建設後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。

2-3 新規建設と修繕の費用

試算に用いたアスファルト舗装の新規建設と修繕の費用を表-7に示す。単価は、土木施工単価¹²⁾および積算資料¹³⁾の東京17区(台東、墨田、江東、荒川、葛飾、江戸川区以外の区)の単価を参考に、実勢価格も考慮して設定した。

表-7 アスファルト舗装の新規建設と修繕の費用

工種	施工厚 (mm)	単価 (円/m ²)	新規建設		修繕	
			天然碎石路盤	再生碎石路盤	天然碎石路盤	再生碎石路盤
現地土掘削・掘削・運搬 処分	340	7,550	○	○	-	-
密粒度アスファルト混合物	材工	50	3,500	○	○	○
粒度調整碎石路盤 (M-40)	材工	140	1,400	○	-	○
再生粒度調整碎石路盤 (RM-40)	材工	140	870	-	○	-
クラッシュラン (C-40)	材工	150	1,430	○	-	-
再生クラッシュラン (RC-40)	材工	150	870	-	○	-
路床工	工事	-	400	○	○	-
密粒度アスファルト混合物 掘削・運搬 処分	掘削・運搬 処分	50	4,520	-	-	○
粒度調整碎石路盤 掘削・運搬 処分	掘削・運搬 処分	140	5,460	-	-	○
合計 (円/m ²)			14,280	13,190	14,880	14,350

2-4 LCC の解析期間

LCC 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されており、設計期間の2倍を設定する事例が多いことから、本試算では解析期間を40年(初年度を0年目とし、最終年度は39年目)とした。

2-5 残存価値

解析期間終了年において舗装の性能が管理上の目標値まで低下した状態になると仮定し、残存価値は設定しなかった。

2-6 試算手法

試算では、各年度の費用を現在価値に換算する方

法である現価法を用いて、現在価値に換算した場合のLCC解析期間40年にかかる総費用を計算した。

2-7 LCCの試算結果

LCCの試算結果を表-8に示す。

これら試算結果の概要を以下にまとめる。

- ・新規建設時において、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は天然碎石を使用した場合に比べて7.6%コストを削減できる結果であった。
- ・解析期間40年において、上層路盤に再生碎石を使用したアスファルト舗装は天然碎石を使用した場合に比べてLCCを4.3%削減できる結果であった。

表-8 LCCの試算結果

時期	LCC(円/m ²)		削減率(%)
	天然碎石使用	再生碎石使用	
新規建設時	14,280	13,190	7.6
10年後修繕時	29,160	27,540	5.6
20年後修繕時	44,040	41,890	4.9
30年後修繕時	58,920	56,240	4.5
40年後	73,800	70,590	4.3

3. LCCO₂とLCCの試算における課題

本文でのLCCO₂とLCCの試算には、多くの仮定が含まれている。その一つには、アスファルト舗装の修繕の頻度とボリューム・修繕の工法がある。これらの実態は、道路工事発注者の種別や舗装の施工規模、地域等によりケースバイケースであり、定量的には把握しづらい。LCCO₂とLCCの精度を高めるためには、これらの実態をデータとして蓄積していくことが不可欠である。また、本文でのもう一つの仮定に、LCCO₂試算上のアスファルト舗装のインベントリデータがある。試算に使用したインベントリデータ以外にもアスファルト舗装に関しては、いくつかのインベントリデータが文献等で提示されている¹⁴⁾、¹⁵⁾。いずれの数値を用いるかによって、結果は大きく異なってくる。試算を公平に、客観性をもって行うためには、妥当性のある統一化されたインベントリデータが不可欠である。さらに、本文では再資源化過程におけるRC-40やRM-40のCO₂固定量として、既往研究の結果も参考にして筆者が所属する企業グループにおける分析値を用いている。LCCO₂の精度を高めるためには、さらに多くのデータを蓄積していくことが不可欠である。

本文でのLCCO₂とLCCの試算は、上記のことを認識したうえでのものであり、また、このような

試算結果を示していくことで、より精度の高いLCCO₂とLCCの評価が議論されていくことを期待してのものであることをご理解いただきたい。

おわりに

2015年9月の国連サミットにおいて全会一致で採択された「持続可能な開発目標SDGs(Sustainable Development Goals)」の2030年までを期限とする目標達成に向け、日本そして世界各国で様々な取り組みがなされている。

コンクリートは、社会基盤を構成する主要な建設資材として利用されて国民生活を支えているばかりでなく、その生産、再資源化を通じて我が国の循環型社会の形成に重要な役割を果たしている。セメント製造においては、セメント1tにつき約400kg超の副産物・廃棄物を受け入れ、天然資源の代替原料や燃料などとして利用している。また、コンクリートは建築・土木の社会基盤として国民生活を支えた後も、ほとんど全量が再生碎石などに再資源化され、路盤材などに再利用されている。「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」の公布以降、コンクリート塊の再資源化率は97%を超える高い水準を維持している¹⁶⁾。

このようにコンクリートの利用は、循環型社会に大きく貢献している一方で、低炭素社会に逆行するものであると指摘されることがある。これはセメントの焼成工程に大量の熱エネルギーが必要であることのほか、石灰石の脱炭酸を伴うことなどからCO₂排出量が多大であるとの指摘である。

この指摘に対して、近年、コンクリート構造物が供用や再資源化を通して炭酸化により固定する大気中のCO₂量が無視できないとの報告が国内外でなされている。コンクリートの供用や再資源化の際の炭酸化によるCO₂固定量が無視できないのであれば、コンクリートに関する従来のCO₂排出原単位は、構造物のライフサイクルを通じた評価においては過大評価であると言える。CO₂排出量削減に対する社会的要請が極めて強く、多種多様な意思決定場面で評価が求められつつある状況を鑑みれば、意思決定をミスリードしないために、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固定に関する知見の蓄積が急がれる。

本文における筆者所属企業グループの RC-40での TG-DTA 装置による測定結果では CO₂固定量が 8.69 kg-CO₂/t であり、神田らの既往研究における 45 都道府県 46 製造工場での TG-DTA 装置による測定結果で示される 9.0 kg-CO₂/t⁽¹⁰⁾ とほぼ同等の結果であった。そして、RC-40 の CO₂ 固定量を考慮してアスファルト舗装の LCCO₂ を解析期間 40 年で試算した結果、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 42～48% の CO₂ 排出量を抑制できる結果であった。

本文の結果からも、コンクリート塊の再資源化は都市緑化等の CO₂ 固定効果と比較しても無視できない CO₂ 固定効果を発揮していると言える。そして、コンクリート塊の再生砕石等への再資源化は、気候変動サミットにおいて 2030 年に向けた温室効果ガスの排出削減目標を 2013 年度比で 46% 削減することについての世界的コンセンサスの一助になることも明らかであろう。すなわち、コンクリート塊の再生砕石等への再資源化は、循環型社会と低炭素社会の両立に資すると言える。

また、再資源化方法の工夫次第では、CO₂ 固定量をさらに高めることは技術的に可能であり、そのため研究開発が盛んに行われている。すなわち、コンクリート塊の再生砕石等への再資源化による CO₂ 固定は、低炭素化への更なる貢献が期待される対策であると言える。

さらに、道路事業計画の策定や設計にあたり、事業に必要な費用を初期コストだけでとらえるのではなく、計画・設計から工事そしてメンテナンスまでの全期間における費用を LCC としてとらえ、そのうえで事業の経済性を検討し、事業全体のコストを縮減しようとする考え方が重視されていることからしても、コンクリート塊の再生砕石等への再資源化は、LCC の観点からも理にかなう対策であると言える。

本文では、コンクリート塊を路盤材として再資源化し、アスファルト舗装の上層路盤に使用した場合の LCCO₂ と LCC について、仮定条件を設けたうえで定量的に試算し、比較した例について紹介した。

筆者が所属する企業グループでは、今後も継続的にコンクリート塊の再生砕石等への再資源化に関する研究開発を行い、その結果を公表していく予定である。そして、このことが循環型社会と低炭素社会の両立の一助となれば幸いである。

〔参考文献〕

- 1) 建設省土木研究所：資源・エネルギー消費、環境負荷の算定手法の開発と実態調査報告書(その1)、土木研究所資料第 3167 号(1993.2)
- 2) 河合研至：舗装の LCCO₂、コンクリート工学、Vol.48, No.9, pp.47～50(2010.9)
- 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)
- 4) 河合研至、岩谷祐太、青木雄祐：道路舗装に関する CO₂ 排出量の検討、第 61 回平成 21 年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集(2009.5)
- 5) 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)
- 6) 岩谷祐太、青木雄祐、藤木昭宏、河合研至：各種舗装材料を用いた道路舗装の環境負荷、コンクリート工学年次論文集、Vol.31, No.2, pp.1597～1602(2009.7)
- 7) (社)日本道路協会：舗装性能評価法、別冊－必要に応じて定める性能指標の評価法編－(2008)
- 8) 広島大学：プレキャストコンクリート製品製造プラント(即脱小型製品製造)への燃料使用量ヒアリング調査結果(2008)
- 9) (社)日本建設機械化協会：建設機械等損料表(2007)
- 10) 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)
- 11) (社)日本道路協会：舗装設計施工指針(2006.2)
- 12) (一財)経済調査会：土木施工単価(2024.1)
- 13) (一財)経済調査会：積算資料(2024.1)
- 14) 天野耕二、牧田和也：舗装発生材のリサイクルによる二酸化炭素排出と建設コストの低減効果について、環境システム研究、No.26, pp.391～396(1998)
- 15) 新田弘之、西崎到：舗装資材の環境負荷原単位に関する検討、土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集、第 V 部門、pp.127～128(2008.9)
- 16) 国土交通省：平成 30 年度建設副産物実態調査結果(確定値)参考資料、https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11/pdf/fukusanbutsu/jittachousa/H30sensuskekka_sankou2.pdf(2024 年 1 月閲覧)

問い合わせ先

〒123-0841 東京都足立区西新井 5 丁目 4-1

黒姫グループ 代表取締役 唐澤 明彦

((株)黒姫、(株)青海、広域環境開発(株)、埼玉総業(株))

TEL : 03-3896-7111 FAX : 03-3896-7115

E-mail : karasawa@kurohime.co.jp