

社会資本整備のライフサイクルインベントリ 分析の有効性に関する検討

瀧本 真理¹・曾根 真理²・岸田 弘之³・鶴巻 峰夫⁴

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 企画部 企画課 調査係長

(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:do-kan@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 道路環境研究室 室長

³フェロー会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 研究総務官

⁴正会員 和歌山工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 (〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島77)

国土交通省国土技術政策総合研究所では、土木学会と協力して、社会資本整備へ適用できるLCA手法を研究している。同研究で構築したLCA手法において、一般品を対象とした社会資本用環境負荷原単位と個別品の環境負荷原単位の算定方法を開発した。また、社会資本整備に係る主要な資材の全てが同じシステム境界に基づいた原単位として整理されたことにより、資材、工法等の違いによる工種毎のCO₂排出量の比較に加えて、工事全体で発生するCO₂排出量の比較が可能となった。これらの社会資本LCAの理論、建設資材等の環境負荷原単位を用いて、道路構造物の建設に伴い発生する二酸化炭素について、ライフサイクルインベントリ (LCI) の試算を行った。その結果、工事全体で発生するCO₂排出量を評価することの重要性が明らかとなった。またLCI試算によって、従来二酸化炭素削減策と考えていなかった工法が実際には二酸化炭素削減に貢献していることも明らかとなった。

Key Words : infrastructure development, life cycle inventory analysis, life cycle assessment, environmental load units, system boundary, CO₂ emission

1. はじめに

地球温暖化は、近年極めて深刻な問題となっている。この問題に対処するためには、低炭素社会、循環型社会の実現を目指すことが重要であり、そのためには環境評価をインパクトからサステナビリティ (持続可能性) へ発想を転換することが必要になってきている。

持続可能性の評価を行うためには、社会資本にライフ・サイクル・アセスメント (LCA) を導入し、構想から解体、廃棄までの環境負荷を計算する必要がある。しかし、これまでのLCAには環境負荷の算定にあたり以下に示す課題があり、持続可能性の評価に当たって最も重要となる工事全体の環境負荷量の算定が出来なかった。

- ・ 環境負荷原単位の分類が粗く、工法等の比較で優劣を判断できるだけの環境負荷の差が出ない (図-1)。
- ・ 環境負荷量の計算範囲がまちまちであり、正しく評価出来ているかが分からない (図-2)。
- ・ CO₂削減対策を採用した場合と採用しない場合の工事全体のCO₂排出量の比較ができなかった。

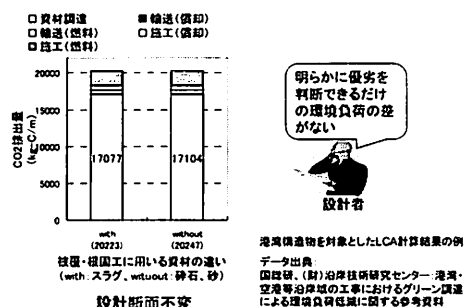


図-1 従来の LCA の課題 (原単位の分類の粗さ)

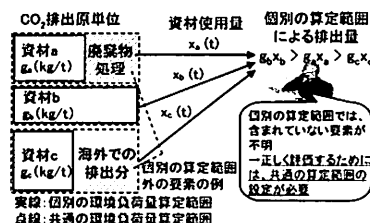


図-2 従来の LCA の課題 (計算範囲の不統一)

そのため、国土交通省国土技術政策総合研究所は、総合技術開発プロジェクト「社会資本のライフサイクルをととした環境評価技術の開発（H20-22）」において、土木学会と協力して社会資本ライフ・サイクル・アセスメントに関する研究を行った。この研究において、社会資本LCAの枠組み及び環境負荷量算出に用いる環境負荷原単位を整備した。また、社会資本整備のライフサイクルをととした環境負荷量（ライフサイクルインベントリ分析：LCI）の試算を行うとともに、社会資本整備へのLCAの実用性を検討した^{1) 2)}。

本稿では、主に道路構造物を対象として行ったLCI試算に基づいて、同LCI分析の有効性について記載する。本研究においてLCIの計算範囲は、構造物の整備（建設工事）に伴うCO₂排出量とし、構造物の利用に伴う排出量は計算範囲外とした。

2. LCI試算に用いた環境負荷原単位

LCI試算を行うにあたって、環境負荷原単位の大部分は、総合技術開発プロジェクト期間中に土木学会に設置された“LCA理論検討委員会”（座長：藤田壮東洋大学教授）の協力の下で作成した一般品を対象とした社会資本用環境負荷原単位（暫定版）を使用することとした。一方、社会資本用環境負荷原単位に存在しない資材や製造時のCO₂排出削減対策が実施されている等、社会資本用環境負荷原単位が使用出来ないと判断される場合には、必要に応じてヒアリング調査等を行い個別品の原単位を設定しなければならない。

社会資本用環境負荷原単位を作成する手法は産業連関表の特定品目を詳細化する方法であり、「IO-based hybrid」³⁾に属する。以下、簡単ではあるが、原単位算定方法及び個別の原単位の設定方法の概要を説明する。

(1) 社会資本用IO表作成

社会資本用環境負荷原単位は、社会資本用 IO 表を作成し、この IO 表の逆行列によって算出した。

社会資本用 IO 表は 2005 年産業連関表⁴⁾を基にして、金額ベースとなっている取引量データを物量ベースに置換することで作成した。先ず、2005 年産業連関表を 585 行×585 列として拡張する形で正方化し、このうち産業連関表付帯物量表が存在する 145 部門は金額から物量に置換した。

次に、社会資本で用いる主要品目については産業連関表付帯物量表の値ではなく、詳細な物量変換を行うことにした。ただし、産業連関表の全ての品目を詳細物量変換することは現状では困難であり、また効率的でもないと考えられる。そこで、道路関係公共事業の CO₂ 排出量

及び天然資源投入量の環境負荷原単位の弾力性を指標として、修正を行う対象品目をスクリーニングした⁵⁾。スクリーニングの結果、セメント・コンクリート、鉄鋼、舗装材料、自動車輸送、電力、骨材及び石油製品を主要品目として選定した。

(2) 対象品目ごとの ID の修正・詳細化の検討

(1)で選定した主要品目について、原単位の算定精度の向上のために、主要品目をより細かい区分に分割（表-1）し、区分毎に金額ベースの取引量データを物量ベースのデータへ変換した（図-3）⁶⁾。使用した物量ベースのデータは公表データ^{7) ~15)}を用いることとした。データの解釈や取り扱い方法については、社団法人セメント協会、社団法人日本鉄鋼連盟、社団法人日本アスファルト合材協会、社団法人日本砕石協会、全国生コンクリート工業組合連合会等の業界団体へのヒアリング調査を行い決定した。

表-1 品目の詳細化の例（セメント・コンクリート）

従来の産業連関表部門	詳細化した品目の区分	主な修正・区分化内容
セメント	セメント ☆ポルトランドセメント ☆フライアッシュセメント ☆高炉セメント ☆その他セメント	セメントの品目別に区分した。
生コンクリート	生コンクリート ☆生コンクリート (ポルトランドセメント) ☆高炉生コンクリート	使用するセメントの品目別に区分化した。
セメント製品	セメント製品	

注) ☆は、産業連関表の行部門よりも詳細な区分を示す。

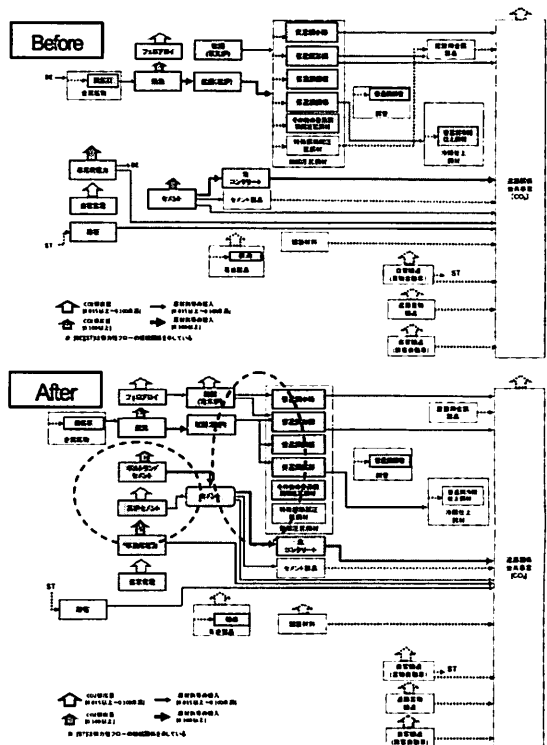


図-3 品目の修正・詳細化イメージ

(3) 修正産業連関法の ID 内訳

こうして作成した社会資本用 IO 表について、逆行列変換を行うことにより環境負荷量 (CO₂ 排出量、循環資源排出・投入・最終処分量、天然資源投入量) を算定し、これを社会資本用環境負荷原単位とした。各品目の ID は表-2 に示した原単位で構成されている。

表-2 社会資本用 IO 表により算定した ID

原単位	原単位内訳	原単位の内容
CO ₂ 排出原単位	直接・誘発	下記全ての合計。
	生産	資材等の生産段階の燃料燃焼による直接排出量。
	直接・誘発	生産段階における直接排出量に国内及び海外で誘発する排出量を加えた原単位。
	国内	需要部門によらず一律の投入係数により投入係数表を国内と海外に分割した上で、直接排出量と国内誘発量を GHG インベントリの排出分野別に選別し計算して求めた原単位。 【内訳】エネルギー転換、産業・業務、運輸、廃棄物、非エネルギー
	海外	需要部門によらず一律の投入係数により分割した投入係数表を用いて選別された海外で誘発される排出量。(国内と同一の投入構造及び直接排出原単位を仮定。)
	出荷	出荷段階における排出量。内容は生産段階と同様。
	国内	
	海外	
	燃料使用	燃料として燃焼させた場合の直接排出量
循環資源原単位	排出	直接・誘発
	直接・誘発	循環資源(産業廃棄物及び有価物)の直接排出量。
	投入	直接・誘発
	直接・誘発	循環資源の直接投入量。ここでは、一般廃棄物の循環利用量も含む。
	直接・誘発	直接投入量に国内及び海外誘発排出量を加えた原単位(海外誘発も国内と同じと仮定して算定)。
	最終処分	直接・誘発
	直接・誘発	生産段階から直接に排出する循環資源のうち最終処分される量(直接埋立量と処理後埋立量の合計)。直接排出量に循環資源ごとの最終処分率(部門によらず一律)を乗じて算出した。
	直接・誘発	直接に排出する循環資源の最終処分量に、国内及び海外で誘発される循環資源の排出量が最終処分される量(海外誘発も国内と同じと仮定して算定)。
天然資源投入原単位	直接	直接日本に投入される天然資源量。(天然資源投入部門と設定した特定の部門における生産数量を重量に換算した値)
	直接・誘発	直接及び誘発される天然資源投入量。特定部門への直接・誘発生産数量(重量)の和(国内と同じと仮定し、海外からの輸入品の製造に用いられる天然資源投入量も含む)。

(4) 個別品の原単位の設定方法

個別品において社会資本用環境負荷原単位が使用出来ないと判断される場合には、新たに原単位を設定する必要がある。個別品の原単位は、対象資材別に定める主要部門、項目について CO₂ 排出量を積み上げ、その他の部門、項目については産業連関表に基づく CO₂ 排出量を付加することにより算出する¹⁶⁾ (図-4)。

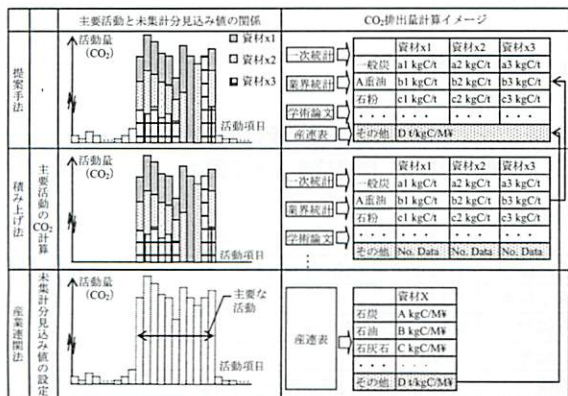


図-4 個別品の原単位の設定方法 (イメージ)

この方法により算定された原単位のシステム境界は、産業連関表で設定されているシステム境界と同じである。このことから、個別品の原単位と社会資本用環境負荷原単位とを同様に扱うことが可能となり、両者を直接比較することが出来るようになった。

3. 施工方法及び建設資材のLCI試算

土木学会に設置された“LCI試算検討ワーキング・グループ” (WG長鶴峯隆夫和歌山工業高等専門学校教授; 以下WG) においてLCIの試算を行った。試算の対象は、道路事業において主要な構造物である土工 (平面構造)、橋梁、トンネルとした。資材等の数量は、国土交通省が発注の際に用いる工事積算書の情報に基づいた。また、上記工事積算書に基づいた「標準技術」を用いた工事に対して、CO₂ 排出量を削減できると考えられる「提案技術」を用いた場合、どの程度CO₂ が削減するかについて比較を行った。提案技術の数量はWGメンバーから提出されたデータを使用した。なお、提案技術は、材料、工法及び構造の違いが明らかであることを条件とした。

(1) 土工 (平面構造)

a) 工事概要

盛土工、切土工を中心に施工される平面道路の設置の工事であり、工事概要を表-3、標準横断面図を図-5に示す。高速道路等では土工が一般的な道路構造である。

表-3 工事概要 (土工 (平面構造))

道路種別	自動車専用道路 (1種3級)
施工延長	469.4m
車線数	暫定2車線 (片側1車線)
全幅員	10.5m
代表工種	切盛土工、法面整形工、植生工、安定処理工、ブロック積工、床掘・埋戻、側溝工、排水工、管渠工、集水樹工、マンホール工 ※舗装工は含まれない

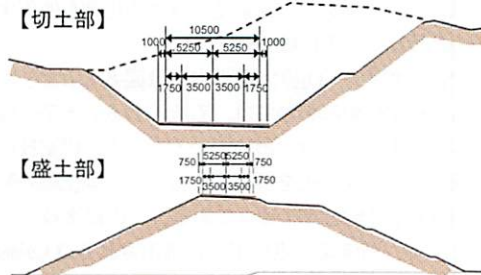


図-5 標準横断面図 (土工 (平面構造))

b) LCI 試算結果（標準技術）

土工（平面構造）によるCO₂排出量は約740(t-CO₂)であり、その内訳は、資材32%、運搬16%、機械稼働36%、機械減耗15%であった。掘削、盛土等が工事の大部分であるため、建設機械に係るCO₂排出量の比率が大きいことが特徴的である（図-6）。

工種別CO₂排出量では、掘削及び掘削土の運搬が多い掘削工からの排出量が顕著に大きく、工事全体の約45%を占めている（図-7）。

掘削工は、該当箇所の岩質に応じて使用する建設機械及び稼働時間が異なるため、それに伴いコスト、CO₂排出量とも変動する。本工事積算書では軟岩を想定しているが、異なる岩質であった場合にはCO₂排出量が変動することになる。また、切土と盛土の土量はバランスがとれるよう検討するため、土を場外へ搬出することは一般的にはなくなる。本工事での運搬費は建設機械の運搬のものでありCO₂排出量は少ない。

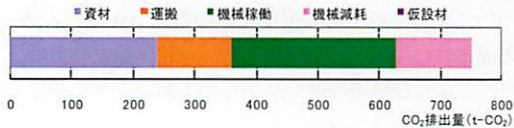


図-6 工事全体のCO₂排出量

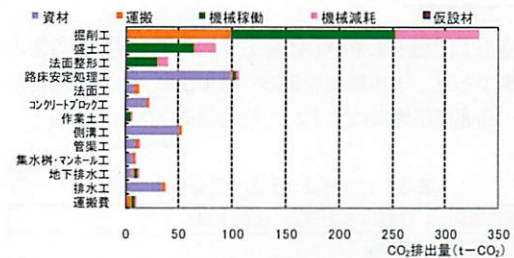


図-7 工種別CO₂排出量

c) 標準技術と提案技術の比較

建設工事から発生する汚泥は様々な処理方法により再生利用される¹⁷⁾。土工における「路床安定処理工」について、b) の標準技術による試算結果と、提案技術として製紙スラッジ焼却灰から製造された固化剤を使用する工法の試算結果との比較を行った。

路床安定処理工のCO₂排出量の内訳は図-8に示すとおりである。標準技術においては、石灰・セメント系の固化剤からの排出が大部分を占めている。一方、提案技術では製紙スラッジ焼却灰を再利用するため、固化剤の製造段階のCO₂排出量はほぼゼロである。この提案技術を用いることで、路床安定処理工から排出されるCO₂が約87%減少する。

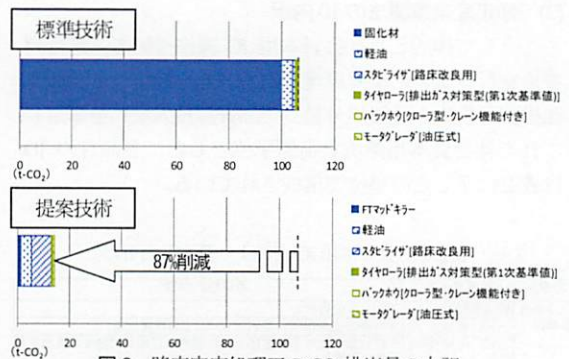


図-8 路床安定処理工のCO₂排出量の内訳

工種毎のCO₂排出量における標準技術及び提案技術の比較を図-9、工事全体におけるCO₂排出の削減量を図-10に示す。路床安定処理工のCO₂排出量は工事全体の約14%を占めており、提案技術によるCO₂の削減量は工事全体の約12%に相当する。

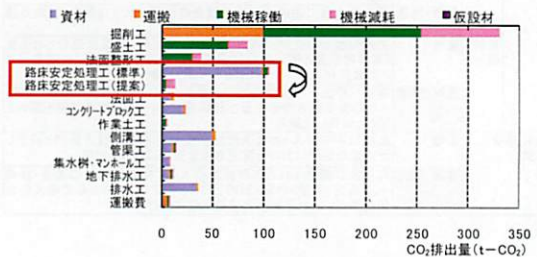


図-9 工種別CO₂排出量（標準・提案）

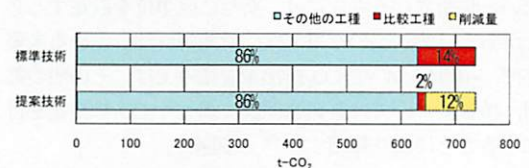


図-10 工事全体のCO₂排出量（標準・提案）

(2) 橋梁（下部）

a) 工事概要

鋼橋を架設するための基礎、橋脚を設置する工事である。工事概要を表-4、標準横断面図を図-11に示す。

表-4 工事概要（橋梁（下部））

道路種別	自動車専用道路（1種2級）
施工延長	371.5m
車線数	4車線（片側2車線）
全幅員	23.5m
橋種	鋼橋（10径間連続非合成鋼桁橋）
代表工種	場所打杭工、橋脚躯体工、作業土工、橋梁付属物工、工事用道路工、土留・仮締切工 等

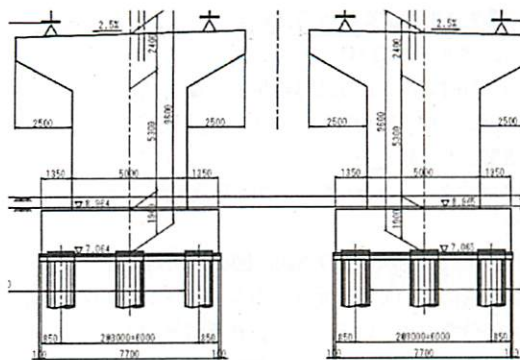


図-11 標準横断面図（橋梁（下部））

b) LCI 試算結果（標準技術）

橋梁（下部）によるCO₂排出量は約830(t-CO₂)であった。その内訳は、資材83%、運搬5%、機械稼働5%、機械減耗4%、仮設材4%であった。コンクリートによる資材に係るCO₂排出量の比率が大きいことが特徴である（図-12）。

工種別CO₂排出量では、コンクリートの使用量が多い場所打杭工、橋脚躯体工が顕著に大きく、工事全体の約91%を占めている（図-13）。

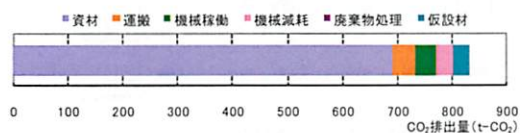


図-12 工事全体のCO₂排出量

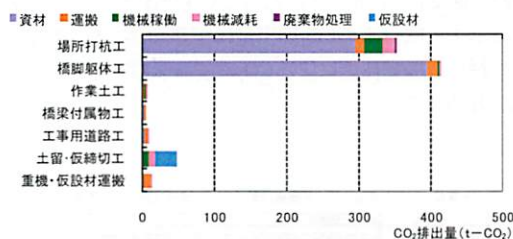


図-13 工種別CO₂排出量

c) 標準技術と提案技術の比較

橋梁（下部）における「橋脚躯体工」について、b)の標準技術による試算結果と、提案技術として橋脚躯体工で自己充填型高強度高耐久コンクリート（S.Q.C.）を使用する工法の試算結果との比較を行った。S.Q.C.とは、打設時の締め固め作業が不要な自己充填性と高強度、高耐久性を併せ持つコンクリートである¹⁸⁾。

橋脚躯体工のCO₂排出量の内訳は図-14に示すとおりである。標準技術においては、生コンクリートと鉄筋からの排出が大部分を占めている。一方、S.Q.C.は製造段階

のCO₂排出量は標準技術に使用する普通コンクリートとほぼ同じであるが、建設段階においてはコンクリート量、鉄筋量、機械稼働時間を削減することができ、これらに伴いCO₂排出量が約21%減少する。

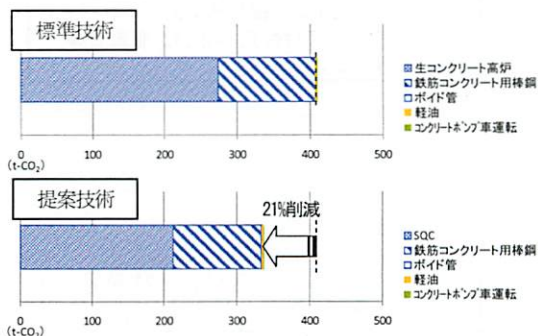


図-14 橋脚躯体工のCO₂排出量の内訳

工種毎のCO₂排出量における標準技術及び提案技術の比較を図-15、工事全体におけるCO₂排出の削減量を図-16に示す。橋脚躯体工のCO₂排出量は工事全体の約49%を占めており、提案技術によるCO₂の削減量は工事全体の約10%に相当する。

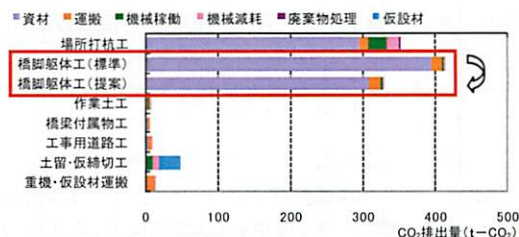


図-15 工種別CO₂排出量（標準・提案）

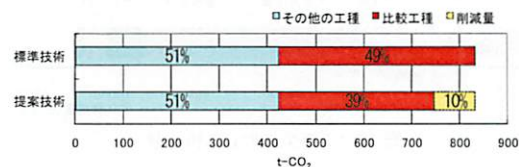


図-16 工事全体のCO₂排出量（標準・提案）

(3) トンネル（NATM）

a) 工事概要

NATM工法によるトンネル掘削の工事である。工事概要を表-5、標準横断面図を図-17に示す。都市部のトンネルにおいては開削工法やシールド工法が多いが、山岳部のトンネルにおいてはNATM工法が一般的である。

表-5 工事概要（トンネル（NATM））

道路種別	自動車専用道路（1種3級）
施工延長	2,270m
車線数	2車線（片側1車線）
全幅員	10.5m
代表工種	掘削工、支保工、掘削補助工、インバート工、覆工、坑内付帯工、坑門工、仮設工等 ※舗装工は含まれない

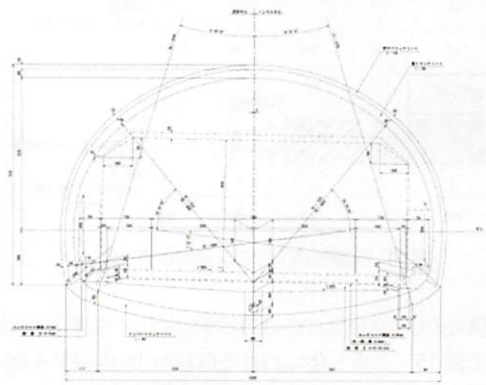


図-17 標準横断面図（トンネル（NATM））

b) LCI 試算結果（標準技術）

トンネル（NATM）によるCO₂排出量は約10,840(t-CO₂)であり、その内訳は、資材77%、運搬8%、機械稼働9%、機械減耗5%、仮設材2%であった。鉄やコンクリートによる資材に係るCO₂排出量の比率が大きいことが特徴である（図-18）。

工種別CO₂排出量では、コンクリートを使用する吹付工、掘削補助工、トンネル底面のインバート工、トンネル内面を固める覆工、鋼材を多く使用する鋼製支保工からの排出量が大きく、工事全体の約76%を占めている（図-19）。

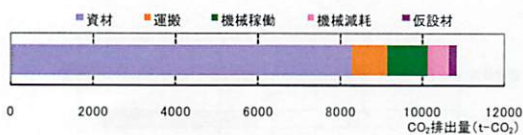


図-18 工事全体の CO₂ 排出量

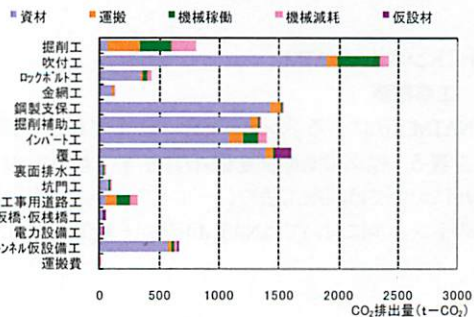


図-19 工種別 CO₂ 排出量

c) 標準技術と提案技術の比較

トンネル（NATM）における「吹付工」について、b)の標準技術による試算結果と、提案技術としてフライアッシュ混入吹付けコンクリートを使用する工法の試算結果との比較を行った。なお、フライアッシュ混入吹付けコンクリートの原単位は既存文献¹⁹⁾を参考に設定した。

吹付工のCO₂排出量の内訳は図-20に示すとおりである。標準技術においては、ポルトランドセメントからの排出が大部分を占めている。一方、提案技術はフライアッシュを混合することによって一般吹付けコンクリートに比べてセメント使用量を低減できることにより、CO₂が約15%減少した。

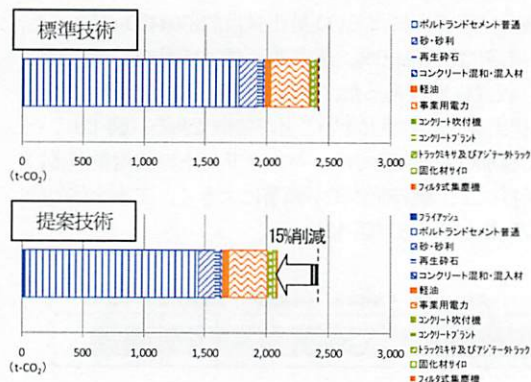


図-20 吹付工の CO₂ 排出量の内訳

工種毎のCO₂排出量における標準技術及び提案技術の比較を図-21、工事全体におけるCO₂排出の削減量を図-22に示す。吹付工のCO₂排出量は工事全体の約22%を占めており、提案技術によるCO₂の削減量は工事全体の約3%に相当する。

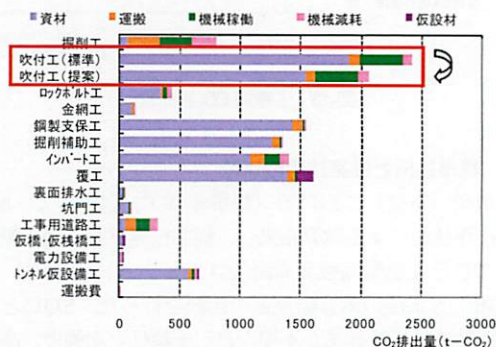


図-21 工種別 CO₂ 排出量（標準・提案）

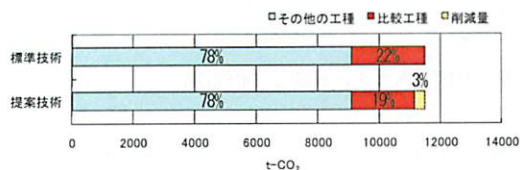


図-22 工事全体のCO₂排出量 (標準・提案)

4. 考察とまとめ

(1) LCIの課題の解決

これまで、環境負荷原単位の分類が粗いこと、環境負荷量の計算範囲がまちまちであることが課題であった。そのため、多くの資材等を用いる工事全体のCO₂排出量についてシステム境界を統一し、各資材等に適切な環境負荷原単位を当てはめて計算することは不可能であったことから、CO₂削減効果を評価することが出来なかった。しかし、本研究により、統一性を持ったシステム境界等の設定及びそれに基づくきめ細かい環境負荷原単位の整備を行ったことから、工事全体におけるCO₂排出量削減効果が評価可能になった(表-6)。

表-6 提案技術によるCO₂削減効果の例

工事名	提案技術	CO ₂ 削減率	
		工種単体	工事全体
土工(平面構造)	製紙スラッジ焼却灰の固化剤の使用(路床安定処理工)	87%	12%
橋梁(下部)	自己充填型高強度高耐久コンクリート(SQ.C)の使用(橋脚躯体工)	21%	10%
トンネル(NATM)	フライアッシュ混入吹付けコンクリートの使用(コンクリート吹付工)	15%	3%

本試算において、提案技術は、材料、工法及び構造の違いが明らかであることを条件に事例を選択した。この結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 材料の数量によるCO₂排出量の比較は有意である。このことから、コスト削減、リデュース、リユースを目的とした工法はCO₂排出量削減につながる可能性が高い。
- ・ 一般的と考えられる技術が複数ある場合、どの技術を比較対象に設定するかによって、CO₂排出量削減効果の算定結果が大きく異なるケースが存在する。このため、比較対象の選定根拠を明らかにすることが必要である。
- ・ 化学的特性によってCO₂削減を見込む場合には、検証が困難であることが多い。
- ・ 使用実績のない新技術は性能や資材の数量等が適切

かどうかの検証が出来ていないため、CO₂削減効果を見込むことは困難である。しかし、実証データを蓄積することで今後削減効果を見込むことができるものがある。

- ・ 運搬距離等、LCI試算者が任意に設定できる値が環境負荷削減量の根拠となる場合には、それに伴う削減量も任意に設定できてしまうことになるため、その値の妥当性には十分注意する必要がある。

ただし、本試算のようなCO₂排出量の評価は、構造物の環境性能の項目の1つにすぎない。構造物の性能はCO₂排出量だけで評価を行うものではなく、環境性能の他に耐久性能、構造性能を併せて評価することが必要である。

(2) LCIの意義

これまで、CO₂排出量の評価を実施する手法が開発されていなかったが、本稿の試算に用いたLCI手法を開発したことによってCO₂排出量の評価を行うことが可能となった。

本稿においてCO₂削減技術とした事例は、元来CO₂削減を目的としたものではなかった。3.(1)は製紙スラッジ焼却灰のリサイクル、3.(2)の橋脚躯体工のS.Q.C.は施工性・耐久性の向上、3.(3)の吹付けコンクリートはコスト削減を主な目的としていた技術である。

本研究で開発したLCI手法により評価を行った結果、技術、工法によっては、元来の目的に加えてCO₂排出量削減効果もあることが確認できた。今後、本LCI手法が普及することによって、CO₂排出量を削減する工法が多く見つかることが期待できる。

謝辞：本研究は多くの方々の御協力によって為されたものでありこの場を借りて御礼申し上げます。

<土木学会 LCA 理論検討委員会>

藤田壮国立環境研究所環境技術評価システム研究室長(座長)、荒巻俊也東洋大学教授、加藤博和名古屋大学大学院准教授、栗島英明芝浦工業大学准教授、鈴木武国土技術政策総合研究所部長、齋藤峰夫和歌山工業高等専門学校教授、橋本征二国立環境研究所主任研究員、藤井実国立環境研究所研究員、松本亨北九州市立大学教授(所属・役職は平成22年2月時点)

<土木学会 LCI 試算 WG>

齋藤峰夫和歌山工業専門学校教授(WG 長)、奈良松範諏訪東京理科大学教授、河合研至広島大学大学院教授、(社)建設コンサルタンツ協会野本克己氏、馬場正敏氏、館山晋哉氏、原文宏氏、畑中克好氏、熊谷忠輝氏、

(社)日本建設業団体連合会柳雅之氏, 大川英一氏, 湯田坂貞利氏, 加畑敏明氏, 斉藤栄一氏, 宇田川義夫氏, 大竹利幸氏, 天野邦彦国土技術政策総合研究所河川環境研究室長, 菅野基活国土技術政策総合研究所港湾施工システム課長, 笛田俊治国土技術政策総合研究所建設マネジメント技術研究室長, 高橋丞二北海道開発局技術管理企画官 (所属・役職は平成22年2月時点)

参考文献

- 1) 曾根真理: 社会資本のライフ・サイクル・アセスメント (LCA), 建設マネジメント技術, 2008年7月号, pp.22-25, 2008.
- 2) 岸田弘之, 曾根真理, 瀧本真理: 低炭素社会に向けたLCAの導入-次世代の社会資本整備に向けて-, 土木技術資料, Vol.52, pp.8-11, 2010.
- 3) Sangwon Suh, et al.: Boundary Selection in Life - Cycle Inventories Using Hybrid Approaches, *Environ. Sci. Technol.*, 38(3), pp.657-664, 2004.
- 4) 総務省統計局: “平成17年産業連関表”, <http://www.stat.go.jp/data/riochiran.htm>
- 5) 瀧本真理, 曾根真理, 岸田弘之, 藤田壮: 社会資本LCAに用いるインベントリ・データ・ベースの対象品目のスクリーニングに関する検討, 環境システム研究論文集, Vol.38, pp.203-211, 2010.
- 6) 曾根真理, 瀧本真理, 岸田弘之, 藤田壮: 社会資本LCAに用いるインベントリ・データ・ベースの開発, 第65回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2010.
- 7) 日本建設機械化協会: 建設機械等損耗表 平成22年度版, 2010.
- 8) 経済産業省経済産業政策局調査統計部: 平成17年工業統計.
- 9) 社団法人セメント協会: 平成17年度セメントハンドブック.
- 10) 社団法人セメント協会: セメントのLCIの概要, 2010.
- 11) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業資材課: 平成17年生コンクリート統計年報.
- 12) 社団法人アスファルト合材協会: アスファルト合材統計 平成17年度年報.
- 13) 経済産業省経済産業政策局調査統計部: 平成17年窯業・石油等消費動態統計年報.
- 14) 経済産業省産業政策局住宅産業窯業建材課: 平成17年採石等統計年報.
- 15) 社団法人日本鉄鋼連盟: 平成17年度生産統計.
- 16) 神田太朗, 瀧本真理, 曾根真理, 岸田弘之, 花木啓祐, 藤田壮: 建設資材の二酸化炭素排出量計算手法の共通化に関する検討, 土木学会環境システム委員会論文集投稿中.
- 17) 独立行政法人土木研究所: 建設汚泥再生利用マニュアル, 2008.
- 18) 社団法人土木学会コンクリート委員会: コンクリートライブラリー105 自己充てん型高度強度高耐久コンクリート構造物設計・施工指針 (案), 2001.
- 19) 土木学会コンクリート委員会コンクリートの環境負荷評価研究小委員会編: コンクリート技術シリーズ62 コンクリートの環境負荷 (その2), 社団法人土木学会, 2004.

(2011.8.8 受付)

STUDY ON AVAILABILITY OF LCI ANALYSIS OF INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT

Masamichi TAKIMOTO, Shinri SONE, Hiroyuki KISHIDA and Mineo TSURUMAKI

The National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM), Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is developing life cycle inventory (LCI) analysis of infrastructure development in cooperation with the Japan Society of Civil Engineers (JSCE). We developed the environmental load units of infrastructure development for general materials and the computational method of the environmental load units of individual materials. Because we collected the environmental load units of infrastructure development based on a common system boundary, the assessment of the amounts of CO₂ emission generated by the entire construction and the comparison of the amounts of CO₂ emission by all sorts of materials and methods of construction became possible. We provisionally calculated the LCI generated by the construction of the infrastructure development by using the theory of life cycle assessment (LCA) in this research. As a result of these calculations, the importance of the evaluation of the amount of CO₂ emission generated by the entire construction became clear. It also became clear that methods of construction which thought to have no CO₂ reduction actually contributed to CO₂ emission reduction.