

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 —

岸田弘之* 曾根真理** 瀧本真理***

1. はじめに

近年、環境問題の中心は公害などから温室効果ガスの削減、廃棄物・資源など地球環境問題へ移ってきている。これらの問題に対応し、低炭素社会、循環型社会を目指すためには、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（図-1）。

社会資本の持続可能性を評価するためには、社会資本整備に関与するあらゆる参加者による環境への影響を評価することが必要である。そこで、社会資本へライフ・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ことで、持続可能性の評価が可能となる。また、LCAの導入によって、様々な参加者が実施した取組を社会資本整備全体として環境負荷削減効果を適切に評価できることから、技術開発や設計の工夫など知的生産技術の促進も期待できる。

社会資本整備における環境負荷は、施工段階において直接排出されるものに比べ、資材製造から排出されるものが大きい。土木・建築分野のCO₂排出量が国内の総排出量に占める割合は、建設現場での機械運転等の施工によるものは1%であるが、これに原料採掘から資材製造までを加えると18%程度となり、資材調達が環境負荷に影響している（図-2）。このことから、資材製造段階からの環境負荷を適切に評価する仕組みを作ることが、LCA全体の精度向上に繋がる。そのため、LCAのツールとして用いられる、建設資材の環境負荷量原単位を網羅的に整理したインベントリ・データ・ベース（*IDB）の構築が重要な課題である。

本稿では、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）」で検討を行っている、社会資本へ

のLCAの導入にあたり課題となっている建設資材のIDBの構築、それを用いたLCA計算手法の開発の状況及びLCAの活用方策を紹介する。

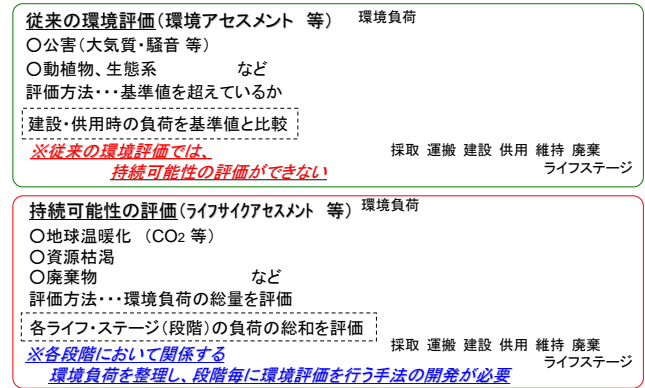


図-1 環境評価の発想転換

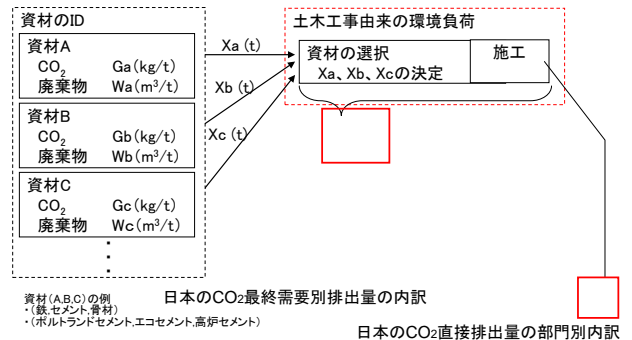


図-2 CO₂の直接排出量と資材製造を含んだ排出量の比較

2. 社会資本整備のLCAについて

2.1 社会資本整備のLCAの必要性

持続可能性のある社会づくりに対する認識は徐々に広がりつつある。工業製品分野では、一貫した考えの下でLCAが取り組まれており、ライフサイクルにおける環境負荷が公開されている。

しかし、社会資本整備においては、一貫した考えが確立しておらず、資材採取、資材製造、設計、施工、管理、施設使用等の各分野で評価方法が異なっているため、共通の評価手法を定めることが必要である。この評価手法は、①持続可能性という目標に向かっていること、②関係者の取組を適切に評価し低炭素社会・循環型社会へのインセンティブを関係者に与えること、③構造物全体～部材・資材まで含めた評価システムの整合がとれていること、④評価漏れのないことが求められる。

Introduction of LCA for Low-Carbon Society
 *土木用語解説：LCA、IDB

2.2 参加型取り組み、情報公開の必要性

社会資本整備には多様な参加者が関わり、それぞれの立場から対策に取り組んでいる。各参加者の取組が、社会全体の取組の中において適正に評価されるためには、ミクロからマクロまで一貫した基本的考えが必要である。

また、この考えに基づいた取組を全ての参加者が実施することによって、社会全体が低炭素社会・循環型社会といった目標達成に向かうものである。全ての参加者に取組を促すためには、社会資本LCAの基本的考え方、計算・評価手法を示し、情報公開することが必要である。

2.3 社会資本整備のLCAの位置づけと課題

社会資本整備のLCAは、サステナブルな社会資本整備のあり方を導く指標となるものである。そうあるために、主に次のような課題に着目し研究を行っている。

- ①活用目的に応じた精度のマネジメント：政策の検討には（多少精度は荒くても）長期的・広範な分析が求められるが、技術の選択には（網羅性は欠けたとしても）詳細な分析が求められる。
- ②IDBの網羅性と一覧性：多種多様な社会資本を評価するためには、網羅性と一覧性を確保したIDBが求められる。
- ③使い勝手：使いやすいツールを提示すると同時に最新データへ更新が可能な機能が求められる。

3. 検討体制

本研究は土木学会に4つの委員会を設置し、社会資本整備へのLCA導入を検討している。さらに(社)コンクリート工学協会や(社)日本道路協会等の関係協会に働きかけてIDB作成のための情報収集を行っている（図-3）。

■LCA活用方策検討委員会

社会資本分野の学識者と行政担当者により構成され、社会資本整備分野におけるLCAのあり方、政策への活用方法を検討。

【委員】石田東生教授(座長・筑波大)、小澤一雅教授(東京大)、加藤博和准教授(名古屋大)、堺孝司教授(香川大)、辻本哲郎教授(名古屋大)、鶴巻峰夫教授(和歌山高専)、中村敏一本部長(土研)、奈良松範教授(諏訪東京理科大)、花木啓祐教授(東京大)、藤田壮教授(東洋大)、山本修司理事(沿岸技術研究センター)

【行政関係者委員】勢田昌功室長(大臣官房)、岸田弘之部長(国総研)、佐藤浩部長(国総研)、高橋宏直部長(国総研)、森望建設マネジメント研究官(国総研)

■LCA理論検討委員会

環境システム分野の学識者により構成され、社会資本整備LCAのIDB作成の理論構築、対象とする資材の決定方法等を検討している。

【委員】藤田壮教授(座長・東洋大)、荒巻俊也教授(東洋大)、加藤博和准教授(名古屋大)、栗島英明講師(芝浦工大)、鈴木武室長(国総研)、鶴巻峰夫教授(和歌山高専)、橋本征二主任研究員(国環研)、藤井実講師(名古屋大)、松本亨教授(北九州市立大)、曾根真理室長(国総研)

■インベントリ・データ(ID)作成手法検討委員会

資材分野の学識者により構成され、社会資本整備LCAに用いる主要資材について統一的な境界条件の設定、副産物の環境負荷の取扱い等を検討。

【委員】花木啓祐教授(座長・東京大)、岸田弘之部長(国総研)、久保和幸上席研究員(土研)、栗島英明講師(芝浦工大)、堺孝司教授(香川大)、白川直樹講師(筑波大)、鶴巻峰夫教授(和歌山高専)、野口貴文准教授(東京大)、橋本征二主任研究員(国環研)、藤田壮教授(東洋大)、松野泰也准教授(東京大)

■インベントリ・データ・ベース(IDB)作成委員会

ID手法委員会の委員と業界団体代表で構成され、多様な主体の間で一貫したIDBの構築を検討。

【委員】岸田弘之部長(座長・国総研)、久保和幸上席研究員(土研)、栗島英明講師(芝浦工大)、堺孝司教授(香川大)、白川直樹講師(筑波大)、鶴巻峰夫教授(和歌山高専)、野口貴文准教授(東京大)、橋本征二主任研究員(国環研)、花木啓祐教授(東京大)、藤田壮教授(東洋大)、松野泰也准教授(東京大)、セメント協会、全国生コンクリート工業組合連合会、鉄鋼スラグ協会、日本アスファルト合材協会、日本碎石協会、日本鉄鋼連盟

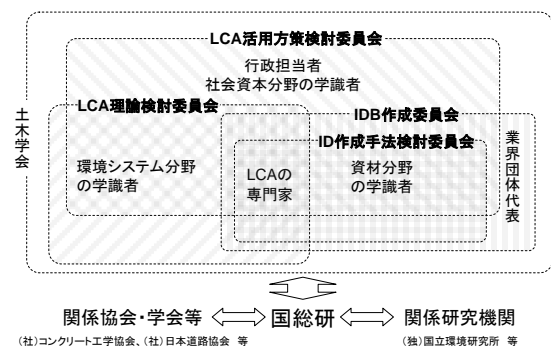


図-3 本研究の検討体制

4. 研究の概要

4.1 LCAによる環境負荷の計算方法

LCAによる環境負荷は、コスト計算と同様に、IDBに整理した各資材の環境負荷原単位と使用量から算出する(図-4)。本研究では、温室効果ガス(CO₂)排出量、廃棄物埋立量及び天然資源投入量の原単位を対象としている。

社会資本LCAの具体的な活用方法の一つとして、総合評価入札制度への反映を想定している。コストと同様に計算することにより、構造物の建設による環境負荷を算出できる。資材の組み合わせの選択や建設機械稼働の効率化など、設計者や施工者による環境負荷削減に対する取り組みの動機付けが期待できる。

	使用量	価格(p)	環境負荷原単位		
			温室効果ガス(g)	廃棄物埋立量(w)	天然資源投入量(地形改変)(n)
資材1	x1	p1	g1	w1	n1
資材2	x2	p2	g2	w2	n2
資材3	x3	p3	g3	w3	n3
....
合計		$\sum x_i \cdot p_i$	$\sum x_i \cdot g_i$	$\sum x_i \cdot w_i$	$\sum x_i \cdot n_i$

・インベントリ・データ: ID(=環境負荷原単位)は、温室効果ガス、廃棄物埋立量、天然資源投入を設定
 ・環境負荷も、コスト計算と同じように積算
 環境負荷: $E(g, w, n) = E(\sum x_i \cdot g_i, \sum x_i \cdot w_i, \sum x_i \cdot n_i)$

図-4 環境負荷の計算

4.2 社会資本整備に用いるIDB構築

社会資本に用いるIDB構築に求められる要件として、2.3に示したとおり、網羅性・一覧性の確保、最新データへの更新頻度を高めることが求められる。

既存のIDBの作成方法として、産業連関法、積上げ法がある。

産業連関法は、総務省統計局が取りまとめている産業連関表を利用する手法である。日本国内全体の生産活動に伴う環境負荷を配分し、対象とする資材の製造による環境負荷原単位を算出する。この手法によるIDBは、日本国内全体の生産活動の部門で構成されているため、網羅性・一覧性を保つことができる。しかし、産業連関表の更新頻度は5年に1回であり、新技術の開発や調達材料の変化などによる環境負荷原単位の変動を逐次反映することが困難である。また、産業連関表の部門ごとの環境負荷原単位しか設定できないため、より詳細な品目毎の評価ができない。

一方、積上げ法は、対象とする資材の製造において各過程で発生する環境負荷を積み上げ、環境負荷原単位を算出する手法である。この手法は、より詳細な品目について環境負荷原単位が作成でき、最新データによる更新も可能である。しかし、評価者によって環境負荷計算の境界条件(例えば、どの過程までを資材の製造から発生する環境負荷とするか)や計算根拠が異なりうる。これらを統

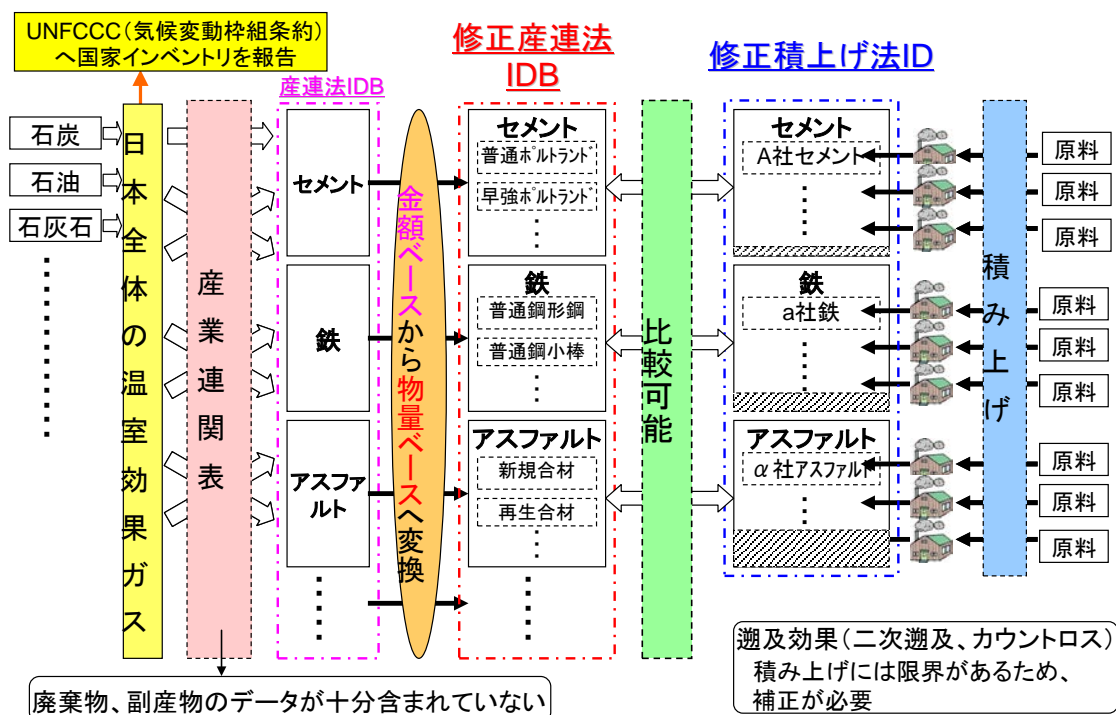


図-5 インベントリ・データ作成手法(産業連関法と積上法を組み合わせた手法)

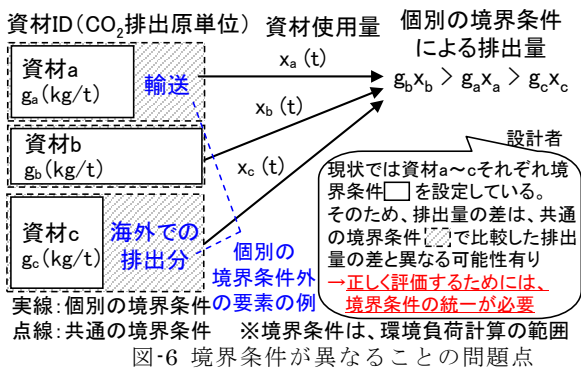
一的に設定し、カウントロスなどの補正を行うことで、産業連関法の環境負荷原単位と比較可能、つまり代替可能となる。

本研究では、産業連関法の「網羅性・一覧性」と積上げ法の「品目の詳細化、データ更新機能」を組み合わせた手法によるIDBの構築を検討している(図-5)。

4.3 境界条件の設定

LCAの概念は、「対象のライフ・サイクル全体」を境界条件と設定し、対象に関わるあらゆる環境負荷を扱うことである。しかし、実際のLCAで評価できる範囲は限定されるため、その目的設定と、それに合わせた精度・境界の設定が重要である。

資材間の環境負荷原単位の比較をする場合、現状では、各資材によって境界条件が異なることもあり得る。境界条件が異なると、資材間のIDの比較はできない。同一の精度、境界条件の下で比較を行うことがLCAの原則である(図-6)。



5. 研究成果の活用方策

本研究は、社会資本整備に用いる資材のIDBを構築し、「誰でも使え、各事業段階から社会資本整備全体まで整合性のある評価ができるLCAツールを開発・普及させること」によって、社会資本整備への参加者が、環境負荷削減に取り組める仕組みを整えることが目的である。

また、社会資本LCAの活用方策は、グリーン調達の評価基準の提案や総合評価入札制度への環境負荷の評価導入など、まずは設計、施工段階に用いていくことを考えている(図-7)。

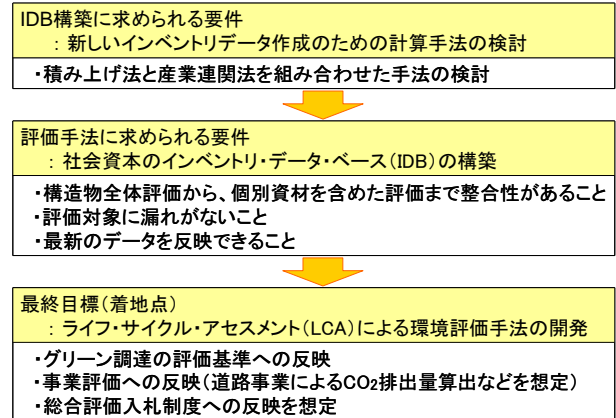


図-7 研究の目標

6. まとめ

本稿では社会資本整備のLCA導入に向けて、研究の背景・動機や検討状況について紹介した。

今後、本研究を進めていくにあたり、適用する方策ごとに必要な精度と簡便さ(手間、費用)のバランスの確保、再生材の環境負荷の取り扱いなどの課題がある。社会全体が低炭素社会・循環型社会へ向かうよう、より分かりやすく、使いやすい社会資本整備のLCAの開発に鋭意取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 曾根真理、下田潤一、並河良治、岸田弘之: 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について、土木学会第64回年次学術講演会講演概要集、2009
- 2) Shinri SONE, Junichi SHIMODA, Yoshiharu NAMIKAWA, Hiroyuki KISHIDA: Development of Inventory Data-base for Infrastructure LCA, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集、2009

岸田弘之*



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部長
Hiroyuki KISHIDA

曾根真理**



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部道
路環境研究室長
Shinri SONE

瀧本真理***



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 研究官
Masamichi TAKIMOTO