



社会資本のライフ・サイクル・アセスメント（LCA）

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

主任研究官 そね しんり 曾根 真理



1. はじめに

近年、環境問題の中心が公害や自然破壊といった従来型の環境から、地球温暖化、リサイクルといった持続可能性へと移ってきています。従来型の環境に対しては環境影響評価（環境アセス）制度が実施され、これまでに一定の成果を収めてきました。これに対して、持続可能性に対する評価システムの一つとしてライフ・サイクル・アセスメント（LCA）が期待されています。本稿はこのLCAとはどのようなものであるかについて説明します。

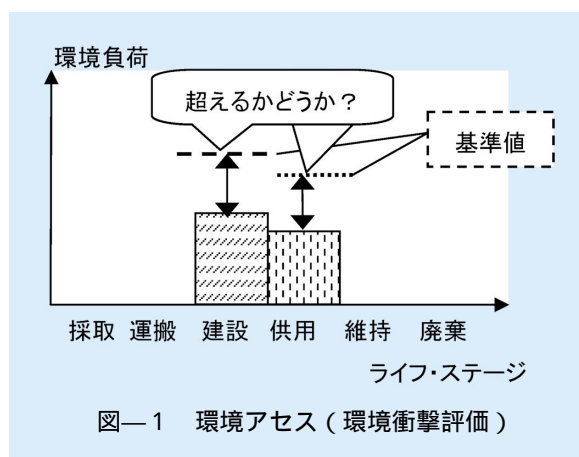
また、国土交通省は、総合技術開発プロジェクト研究（以下、「総プロ」という。平成20～22年度）でLCA手法の開発を行うことになっており、この開発の方向についても併せて説明します。

2. なぜLCAなのか

環境アセスの評価項目は、騒音、大気汚染など生活環境、健康被害関連と動植物・生態系の保全が主です。これに対して、LCAの評価項目は、温室効果ガス、廃棄物最終処分量などが評価対象になります。

(1) 環境影響評価と環境基準類

日本の環境影響評価（環境アセス）は、英語にするとEnvironmental Impact Assessment（EIA）となります。英語にすると分かりやすいのですが“Impact”には“影響”以外に“衝撃”という意味合いがあります。ライフ・サイクル・アセスメントとの比較を行う上では、“環境影響評価”と訳すよりは“環境衝撃評価”と訳した方が環境アセスのイメージに近くなります。環境アセスは“衝撃”が一定以下であるかが評価の基本であるからです（図—1）。



環境アセスの評価はライフ・ステージそれぞれの段階で基準値を超えないことが目的です。例えば、幹線道路沿道における自動車走行騒音の環境基準（供用時）は昼間70dB、夜間65dB以下となっています。夜間65dBという値は、この値以下

では睡眠妨害の被害者が少なく、この値を超えると被害者が多くなるという意味合いを持ちます。これらの基準値を超過した場合や満たしている場合であっても騒音が低い方が良いのは分かっていますが、“基準値を満たすか否か”以外に判定することができません。

こうした基準のあり方は、健康被害の場合を想定して病気になる状態を考えると、ある程度合理性を持ちます。ある状態より悪化すると病気になりますが、病気にならないければ多少状態が悪くても大丈夫ということです。

(2) LCAと環境負荷量

欧州などでは公害・自然破壊などの従来型の環境と地球温暖化・循環型社会などの持続可能性は別の概念としてとらえることが多く、この持続可能性を評価するためのツールとしてLCAが位置づけられています。LCAは総量が問題になるものに対して行われることが多く、この場合ライフ・ステージにおける負荷量の総量を計測して評価を行います。

環境アセス方式を用いるならば、地球温暖化であれば“建設段階における温室効果ガス排出量を〇〇トン以下とする”という基準を定めることになります。しかし、温室効果ガスの場合は基準値を超えるかどうかは問題ではなく、総量をどれだけ減らすかが問題になります。こうした場合には、ライフ・ステージ全体から発生する温室効果ガス（環境負荷）の総量を評価した方が合理的で

す（図—2）。

また、社会資本整備の目的は、経済、社会、環境など多方面にわたるものであり、環境だけで基準値を設定するのではなく他の要素と比較可能な形にすることが好ましいと考えています。このためには、温室効果ガス、廃棄物最終処分量などの発生量を費用・便益分析などの中に組み込んでいくことが必要であると考えています。

3. ライフ・サイクル・アセスメント（LCA）とは

例えば、社会資本のライフ・ステージを考えた場合、天然材を採取する段階、天然材から資材を製造する段階、資材を運搬する段階、現場で施工する段階、完成した構造物を利用する段階、維持補修する段階、廃棄する段階などさまざまな段階があります。それぞれの段階で発生する環境負荷の種類と量は異なっており、これらを合計することで環境負荷の総量が求められることができます。ところが総量を算出するに当たっていくつか定めなければならないことがあります。

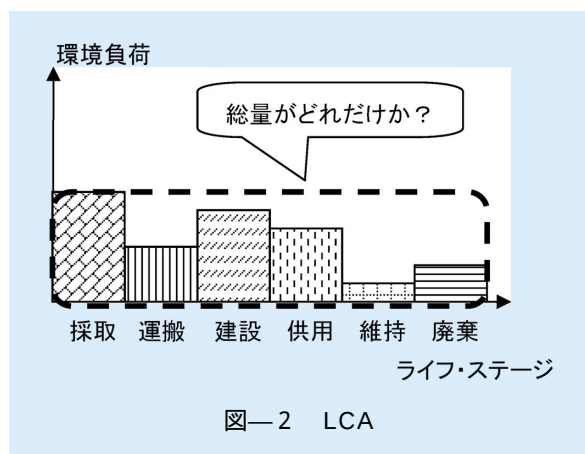
(1) 境界条件

LCAは基本的にすべてのライフ・ステージの環境負荷を扱わなければならないのですが、すべてとは際限がないということでもあります。対象とする環境負荷の範囲を決めないと計算できなくなってしまいます。この環境負荷の範囲を境界条件と呼んでいます。LCAの結果は境界条件をどのように設定するかで変わってきます。

例えば、道路を例にとっても以下のように環境負荷の対象はさまざまに変わってきます。

① 道路の構造物を対象とする場合

材料製造にかかわる環境負荷、現場施工に伴う環境負荷、維持管理に伴う環境負荷などを対象にします。「ある道路を建設するときに構造を変化させることで二酸化炭素発生量を最小にするためにどうすればよいか」というような検討を行う場合に使います。



図—2 LCA

② 路線を対象とする場合

①の場合に加えて、対象路線を利用する車両から発生する環境負荷を対象にします。「渋滞解消による二酸化炭素削減量と道路工事による二酸化炭素発生量を合計するとどうなるか」のような場合に使います。

③ 工事を対象とする場合

①の場合に加えて、営業所、設計等から発生する環境負荷を対象にします。「道路投資1兆円によって発生する二酸化炭素量はどれだけか」という検討を行う場合に使います。

このように、一口にLCAといっても算出方法によって対象となる環境負荷が変わってきます。どの環境負荷を計算対象とするかが“境界条件”と呼ばれます。境界条件の違うLCAの値を比較しても、そもそも扱っている対象が違うのであまり意味はありません。LCAを用いて比較評価を行う際にはこの点に注意しなければなりません。

総プロでは今のところ①の場合を主たる開発対象にしています。

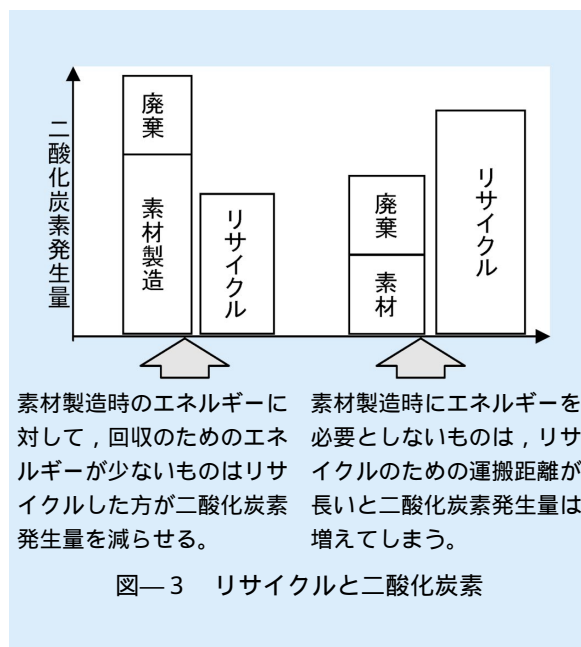
(2) 対象となる環境負荷

LCAといった場合、直ちに対象は二酸化炭素を思い浮かべる方もいるかと思いますが、持続可能性の要素は二酸化炭素による地球温暖化だけではなく、天然資源の枯渇、廃棄物最終処分場の逼迫なども持続可能性の要素として忘れてはなりません。他の産業と社会資本整備を持続可能性という観点で比較した場合に、特徴的なことは使用する物質の移動量がきわめて大きいということです。当研究所が行った試算¹⁾では日本の物質移動量の約半数が建設関連となっています。

製造業の持続可能性に関しては二酸化炭素排出量が検討の中心になりますが、社会資本整備の場合には物質移動の結果生じる廃棄物最終処分量を考慮することが必要になります。このため、総プロでは、社会資本整備のLCAとして二酸化炭素発生量に加えて廃棄物最終処分量を要素に加える方向で検討を進めています。

(3) 二酸化炭素とリサイクル

リサイクルと二酸化炭素発生量の関係は難しい問題です。リサイクルを推進することで二酸化炭素発生量を削減できることもあれば、逆に二酸化炭素発生量を増やすこともあります（図—3）。



図—3 リサイクルと二酸化炭素

① 二酸化炭素発生量を減らすリサイクル

例えば、アルミ缶のようにそもそも素材のアルミを製造するためのエネルギーに対してリサイクルのためのエネルギーが少ないものは、リサイクルを進めることで二酸化炭素発生量を少なくすることができます。

② 二酸化炭素発生量を増やすリサイクル

社会資本整備分野では骨材リサイクルが進んでいます。骨材リサイクルの場合、現場から中間処分場までの運搬距離が長くなりすぎると、リサイクルを行うことで二酸化炭素発生量が増えてしまうことがあります。この場合には、リサイクルの社会的意義と二酸化炭素増の社会的損失を比較する必要があります。この比較を行うためには統合化と呼ばれる作業を行う必要があります。

(4) 統合化と貨幣換算

リサイクルと二酸化炭素で述べたような異なる環境要素の間のトレードオフの関係を解決するた

めには、統合化と呼ばれる作業を行う必要があります。統合化とは、例えば二酸化炭素削減量と採取処分量削減量を同一の指標に変換してトレードオフの関係を整理するというような措置のことです。統合化のための同一の指標として最も一般的なのは貨幣価値です。

① 廃棄物

廃棄物最終処分量を貨幣換算するためには、最終処分場の処理費を用いることが一般的と考えられます。処理費以外も廃棄物処分場跡地の利用価値などの問題を考慮する必要がありますが、当面は処理費を使用することが妥当であると考えています。

② 二酸化炭素

二酸化炭素排出量については、現在さまざまな値が提案されています。これらの中からどの値を採用すべきかは判断の難しいところですが、現在のところ、国土交通省に設置された“公共事業評価手法に関する検討会”（座長：山内弘隆 一橋大学大学院商学 研究科 科長）で代表的な値として採用された数値が今のところ妥当な値であると考えています。

(5) トレードオフの解決

トレードオフの解決について、総プロで土木学会に依頼してLCA手法検討会（座長：藤田荘独立行政法人国立環境研究所環境技術評価システム研究室長）の下で検討を行っています。この検討会では以上の換算値などを前提にして議論を行っていますが、「現在のところ貨幣換算値はトレードオフ解決のための今のところ参考値にとどまる」との見解です。しかし、総プロ終了までには何らかの形で結論を出したいと考えています。

4. 総プロの課題

社会資本整備へのLCAの導入については、さまざまな課題がありますが、国土交通省では平成20年度からの3カ年で総合技術開発プロジェクト

としてLCA手法の開発を行うことになっていきます。総プロで行う予定となっているのは次のとおりです。

(1) インベントリ・データの整備

構造物の建設・維持管理から生じる環境負荷を計算するためには資材ごとの環境負荷量原単位が分からなければなりません。この資材原単位に使用量を掛け合わせたものに、建設機械の稼働などの環境負荷を足し合わせることで構造物の環境負荷を求めることができます。

これまでに資材ごと原単位は存在していましたが、データが古かったり社会資本整備用として利用するためには分類が粗すぎたりしていました。総プロではこれを社会資本整備用に整備し直すことにします。

(2) 構想段階における検討ツール

今年度、国土交通省は“公共工事の構想段階における計画策定ガイドライン”を作成しました。構想段階において、持続可能性の検討を可能にすることが望ましいのですが、現在のところ有力な計算方法はありません。総プロでは道路事業を対象にして、構想段階における検討のためのツール開発を行います。

(3) グリーン調達制度への適用

総プロで開発されたLCA手法を、グリーン調達制度の特定調達品目選定に用いることにしています。土木学会に設置された公共工事のグリーン調達に関する運用方針検討委員会（座長：小澤一雅 東京大学工学系大学院教授）により定性的LCAを評価基手法として用いていました。総プロで開発するLCAツールはこの定性的LCAを発展させるために利用します。

【参考文献】

- 1) 曽根真理, 政近圭介, 市村靖光, 木村恵子, 並河良治: 公共事業におけるグリーン購入と循環型社会形成について, 土木学会建設マネジメント研究論文集, Vol.14, H19.11, 土木学会 建設マネジメント委員会