

新規社会資本整備に伴う環境負荷のライフサイクル評価手法に関する検討

名古屋大学大学院 学生会員 ○ 大浦 雅幸

名古屋大学大学院 正会員 加藤 博和

名古屋大学大学院 フェロー 林 良嗣

1. はじめに

環境負荷を計測・評価するための方法論として ISO14000 シリーズでは LCA（Life Cycle Assessment）に基づくことが規定されている。LCA は①「内包環境負荷」と呼ばれる誘発的な環境負荷までを網羅した計測（Inventory Analysis）が可能、②分析対象の各段階での環境負荷の比較、あるいは代替案との比較評価（Interpretation）が可能な二つの点で優れた手法であるといえる。図.1 は実際に分析を行う際のフローである。

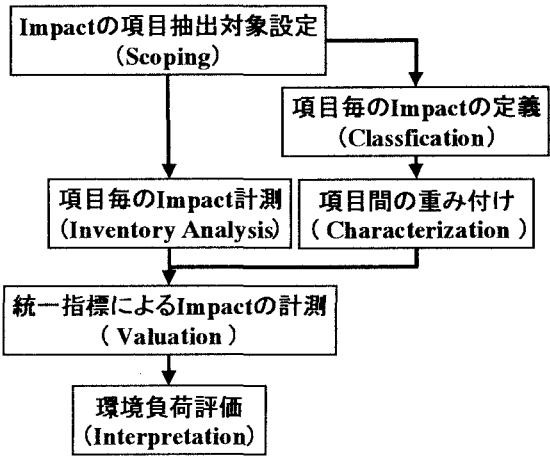


図.1 LCA の分析フロー

現在、土木建設分野で多く行われている「LCA」研究は二酸化炭素排出に焦点を絞った LCI（Life Cycle Inventory）研究であり、Interpretation の段階には至っていない。しかも、LCA は二酸化炭素を測るだけの手法でなく、あらゆる環境負荷について適用が可能である。したがって、二酸化炭素以外の負荷に関する分析を行うことが課題となっている。

そこで本研究では、新規社会資本整備を対象に LCA の考え方をを用いて多項目での環境負荷を評価する手法を開発することを目的とする。

2. インフラへの LCA 適用における考え方

—ELCEL 概念—

LCA は本来、工業製品を対象とした手法として発展してきたため、評価対象自体とその原材料、および製

造機械から発生する分のみを評価するのが一般的である。社会資本の特徴を考慮した場合、従来の方法では前章で述べた LCA の長所②が、十分生かしきれない。つまり、Interpretation では原材料や施工法の検討のみにとどまってしまう。

しかし実際には、供用段階において人間の行動に変化を与える波及効果が発生し、それによる環境負荷変化に対する考慮の方が遥かに重要な要素となる。

そこで著者らは、LCA のインフラへの適用にあたって、評価範囲をインフラ整備によって波及的に生じる環境負荷にまで拡張した「ELCEL(Extended Life Cycle Environmental Load: 拡張ライフサイクル環境負荷)」の考え方を提案し、新規地下鉄整備の環境負荷評価への適用を試みている¹⁾。これを式に表すと (1) 式ようになる。

$$\Delta E = E_{建設} + E_{維持} + \Delta E_{波及} \tag{1}$$

ΔE : ELCEL の変化

$E_{建設}$: 建設段階の内包環境負荷

$E_{維持}$: 維持段階の内包環境負荷

$\Delta E_{波及}$: 波及効果による環境負荷の変化分

ここで、 $E_{建設}$ および $E_{維持}$ については、投入物質とその物質投入が持つ内包環境負荷（物質の生産、あるいは輸送を行う段階での他産業への影響に伴う排出分を含んだ環境負荷）が大部分を占める。これを含めた環境負荷の計測は、インフラ LCI で一般的に用いられている「組み合わせ法」（投入物質毎に、産業連関分析より得られた環境負荷の項目毎の原単位を乗じ内包環境負荷を求め、それを積み上げる方法）で行う。

$$E_{建設}^{c}, E_{維持}^{c} = \sum M_i \times \varepsilon_{ci} \tag{2}$$

$E_{建設}^{c}, E_{維持}^{c}$: 建設（維持）時の

環境負荷項目 c の環境負荷

M_i : 物質 i の投入量

ε_{ci} : 物質 i の環境負荷項目 c の内包環境負荷

また、 $\Delta E_{波及}$ については分析対象となるインフラの性質によって大きく変化する部分であり、人間活動の変化をシミュレーションによって与えることも可能であるし、シナリオ分析を行うことも可能である。

表.1 環境負荷項目毎の対象物質と重み付け係数²⁾

項目	物質	重み付け係数	
1. 地球温暖化	CO ₂	Global Warming Potential : GWP	1
2. エネルギー消費	原油	使用量/埋蔵量	
	天然ガス		
	ウラン鉱石		
3. 酸性雨	NO ₂	Acidification Potential:AP	0.70
	SO ₂		1
	NO		1.07
4. 水質汚濁	COD	Nutrification Potential : NP	0.022
	T-N		0.42
	T-P		3.06
5. 廃棄物処理	固形廃棄物	排出量/処理可能量	

3. 環境負荷の抽出 (Classification)

新規社会資本整備に伴う環境負荷の計測対象としては、特に表.1 に示す5つの項目が必須である。

これら各項目毎に対象とする物質を取り上げ、推計を行う。さらに、各対象物質に対し表.1 に示す値による重み付けを行い、各項目内の環境負荷をポテンシャル量で計測する。

ここまでの段階で得られる値は、科学的知見に基づいた客観的な値であり、「End Point」と呼ばれることがある。

表.2 評価指標対照表

	Physical End Point	Influential Point	End	Eco- Point	Monet- ary Term	Final Assess- ment
L C A	CO ₂	GWP				
	原油	使用量／埋蔵量				
	天然ガス					
	ウラン					
	NO ₂	AP				
	SO ₂					
	NO					
	COD	NP				
	T-N					
	T-P					
廃棄物	排出量／処理可能量					
E I A		アメニティ				
		生態系				
		景観				
		公害				
C B A						

4. 環境負荷項目の重み付け (Characterization)

さらに項目間の重み付けを行うためには、アンケー

トなどに基づいて環境に対する価値観を調査する必要があるが、海外や国内で多数の提案がなされており、本研究でも、それら既往研究事例を参考に重み付けを行い、結果を総合評価値(Eco-point)としてまとめる。

一方、LCA を実務に適用するためには、社会資本整備の評価手法として従来より利用されている EIA (環境アセスメント:局地環境評価)や CBA(Cost-Benefit Analysis : 費用便益評価) との統合評価についても考える必要がある。統合評価の方法として考えられるのは以下の3つである。

- i) 環境項目毎に基準を設け、制約条件とする
- ii) 環境負荷発生あたりに得られる便益 (Environmental Load Serviceability) で評価する
- iii) 環境を貨幣換算し、費用便益分析に組み込む

以上の評価指標は表.2 のようにまとめられる。

5. 分析対象とする施策

以上で構築した新規社会資本のライフサイクル評価手法を用いて、交通社会資本整備を対象としたケーススタディーを実施する。

しばしば、鉄道は低環境負荷型交通手段と言われるが、新規鉄道の整備を考えた場合、ある程度の区間交通需要と鉄道への転換がない限り環境負荷削減は保証されない。そこで以上について検討可能なモデルシステムを構築し⁴⁾、各代替手段間の環境負荷の比較分析を行う。比較対象とする代替交通手段は以下のように設定する。

- 1) 街路と地下鉄
- 2) 高速道路と新幹線
- 3) 街路とLRT

なお、分析結果については当日口頭で報告する。

参考文献

1) 加藤博和:交通整備による環境インパクト計測手法としてのライフ・サイクル・アセスメント、交通工学 Vol.33 No.3、pp.81-86、1998.

2) (株)サイエンスフォーラム: LCA—製品の環境ライフサイクルアセスメント— (翻訳:戦略LCA研究フォーラム)、1994

3) 永田勝也: LCA における環境指標統合化の試み土木学会第9回環境システムシンポジウム (1996.3)

4) 加藤博和・大浦雅幸: 新規鉄道整備による CO₂ 排出量変化のライフ・サイクル・アセスメント、土木計画学研究・講演集 Vol.22 No.2、pp.805-808、1999.