

名古屋大学 学生会員 柴原 尚希
名古屋大学大学院 正会員 加藤 博和

1. はじめに

交通システムに対する各種政策によって、CO₂をはじめとした環境負荷がどのように変化するかを包括的に把握する手法の1つとして、評価対象のライフサイクルにわたる環境負荷を、その原材料や建設機械のライフサイクルにまでさかのぼって評価する、「LCA (Life Cycle Assessment)」の考え方に基づいた方法が近年行われるようになっている。

交通システムへの LCA 適用事例は、①自動車や鉄道車両といった輸送機械を対象とするもの、②交通インフラ施設を対象とするものに分かれる。しかし、そのほとんどが、ある特定の対象(車両<輸送機械>やインフラ)を設定した事例研究にとどまっており、各種代替案に対して一般的に適用することを想定した方法論としては整備されていないのが現状である。

そこで本研究では、公共交通整備を対象に、その計画段階において、LCA の考え方に基づいた、標準化された環境負荷推計のための方法論を構築することを目的とする。

2. 交通システムに対する LCA 適用の考え方

2.1 ELCEL 概念

公共交通整備に伴う環境負荷変化を LCA 的に推計するためには、①鉄軌道の建設や維持管理、車両新造に伴って生じる環境負荷の考慮、②運行効率による環境負荷原単位の違いが必要である。そのために、入力変数として、区間での総交通需要と公共交通機関への転換率をシナリオ的に与えて分析を行うことで、それを輸送するために必要な車両、インフラの量についても概算することができ、それらすべてから生じるライフサイクル環境負荷を包括的に推計することができる。このアプローチが、加藤らの ELCEL (Extended Life Cycle Environmental Load) 概念であり、インフラ整備によって波及的に

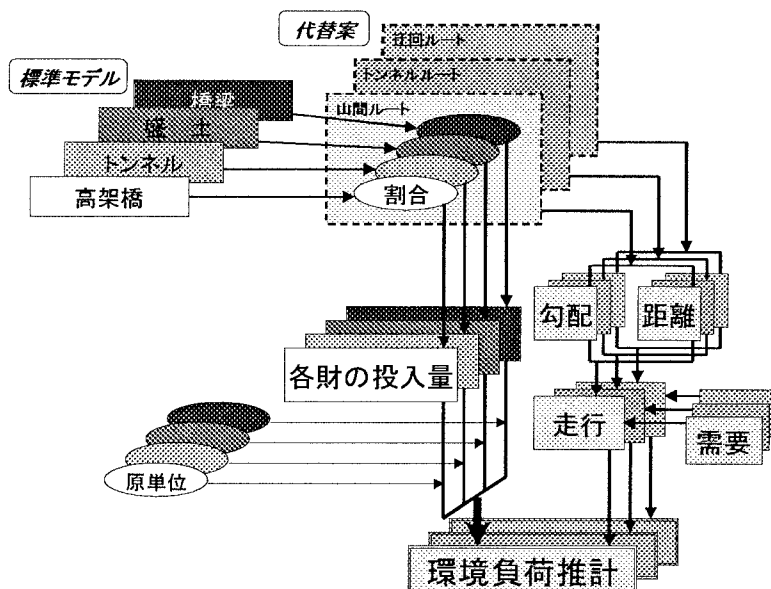


図1 本研究で構築する環境負荷推計手法

生じる環境負荷も含めた考慮ができ、公共交通整備の計画段階における評価にとって非常に有効である。

2.2 構成要素の標準化

本来の LCA では、対象についてのすべての設計図と施工手順を考えて推計を行う必要がある。しかし、本研究では、それが存在しない計画段階であることから、鉄道模型のような標準的なモデル形式を設定し、それらに関してあらかじめ LCA を実施しておくことにより、簡便化した方法で ELCEL の概略値を算出する方式(図1)を採用する。

例えば、ある区間において、山間ルート、トンネルルート、迂回ルートが考えられているとする。トンネルルートだと、大規模なインフラ建設が必要だが、勾配は小さく、距離も短くてすむ。山間ルートだと、勾配はきつくなり、迂回ルートだと距離が長くなるが、インフラの建設は少なくてすむ。このような代替案との比較が、標準モデル形成の設定をあらかじめ行うことで、詳しい設計図がない段階でも概算できるようにする。その結果、ケーススタディとして現在整備中の区間を取り上げ、評価することが可能となる。

3. 推計モデル

3. 1 LCI プロセスツリーの構築による標準化

図2は、LCAにおけるインベントリ分析を行うために、鉄道システムのライフサイクルプロセスをツリー状に表したものである。プロセスとして、インフラ建設、車両製造、運行、維持・補修、廃棄を考え、各段階においての具体的なモデルケースを設定する。

インフラについては、①橋梁・高架橋、②トンネル、③土構造物および付帯構造物を基本カテゴリーとし、それぞれ構造物の標準的な形式、構造、形状を設定する。

なお、図2は概略のみを示しており、実際のLCI (Life Cycle Inventory) ではより詳細なプロセスの検討が必要である。例えば、橋梁・高架橋には、PC 構造、RC 構造、鋼構造の3つの標準形式が考えられ、さらにそれぞれが資材消費、運搬、施工というライフサイクルプロセスをもつといったようにみていく必要がある。このようにして、原材料や機材投入までさかのぼり、その投入量と原単位を用いて、環境負荷量、エネルギー消費量を推計し積み上げる。なお、本研究においては、原単位として土木学会推奨値を用いる。プロセスツリーの詳細については、発表時に報告する。

3. 2 環境負荷・エネルギー消費量の試算

表1は、57m4径間のRC壁式高架橋を標準構造物として抽出し、先に述べた原単位と構成部材・材料数量を加味して環境負荷量(CO₂排出量)を試算したものである。全CO₂排出量116.2[t-C]のうち、大半は下部工から排出され、地中梁・スラブのコンクリートが大きなウェイトを占めていることがわかる。

同様に、施工機械・運搬機械の稼働時に発生する環境負荷量と減価償却割合を用いて施工機械の製造に係る環境負荷の当該工事関係分も算出し、すべて足しあわせてやれば、標準モデルとして設定した高架橋(RC構造)の環境負荷量が推計できる。

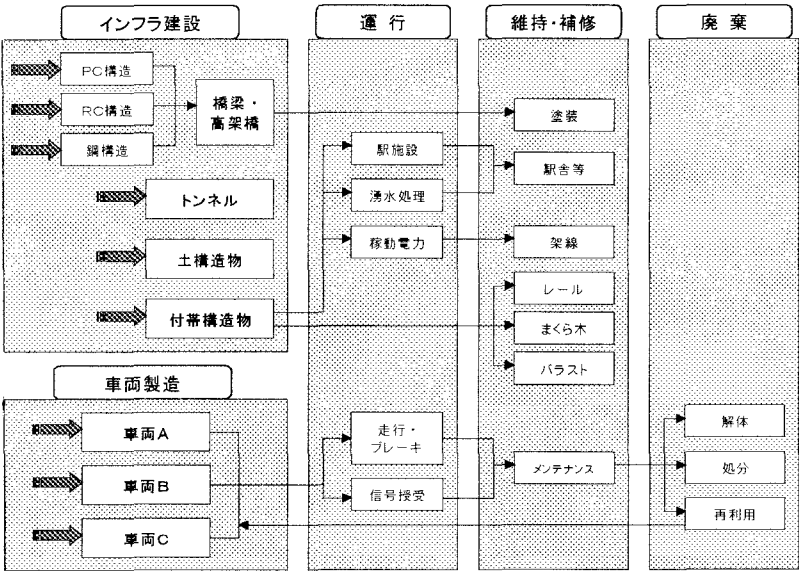


図2 鉄道システムのLCIプロセスツリーの概略

表1 高架橋(RC構造)の部材別CO₂排出量の試算

構造形式等	構成部材	材料	数量	CO ₂ 排出原単位	CO ₂	シェア
			[t] [m ³]	[kg-C/t] [kg-C/ m ³]	排出量 [t-C]	
高架橋	下部工	基礎杭	鉄筋	22.6 128 (電気製棒鋼)	2.9	2.5
			コンクリート	183.3 84.9 (生コンクリート)	15.6	13.4
		地中梁	鉄筋	32.6 128 (電気製棒鋼)	4.2	3.6
			コンクリート (柱部分含)	417.4 84.9 (生コンクリート)	35.4	30.5
			均しコンクリート	17 84.9 (生コンクリート)	1.4	1.2
			基礎栗石	33.9 1.54 (砂利・採石)	0.1	0.1
		小 計			59.3	51.2
		柱	鉄筋 (スラブ部分含)	117.3 128 (電気製棒鋼)	15	12.9
			スラブコンクリート	389.9 84.9 (生コンクリート)	33.1	28.5
		小 計			107.7	92.7
	上部工	桁	鉄筋	12.9 128 (電気製棒鋼)	1.7	1.4
			RC桁コンクリート	81.3 84.9 (生コンクリート)	6.9	5.9
		小 計			8.6	7.3
	※単位は、鉄筋・栗石 [t]、コンクリート [m ³]				合計	116.2

このような試算を、前節のプロセスツリーに従って、すべてのモデルケースについて実施することで、システム全体のELCELを算出することができる。

4. おわりに

以上で構築したモデルを用いて、公共交通整備を対象としたケーススタディを実施する。比較対象とする交通手段として、「都市近郊鉄道と高速道路」を設定する。分析結果は、当日発表する。

謝辞

データ収集に関して、日本鉄道建設公団「環境からみた鉄道整備効果に関する調査」研究会の委員の方々に、多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

井村秀文 編著：建設のLCA、オーム社、2001.6