

軌道メンテナンスにおけるLCAの研究

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○松本 哲朗
 東日本旅客鉄道株式会社 三島潤一郎
 東京大学大学院工学系研究科 酒井 信介
 東京大学大学院工学系研究科 泉 聡志
 東京大学大学院工学系研究科 盧 偉哲
 東京大学大学院工学系研究科 岡田 幸順

1. はじめに

地球温暖化が社会問題となっている今、当社においても、CO₂削減に向けてエネルギー利用の効率化や発電効率の向上などさまざまな取組みを進めている。一方で、設備メンテナンスに伴うCO₂排出量については、個々の材料や作業内容ごとの詳細な分析がこれまで実施されていないため、あまり把握できていないのが現状である。

そこで、詳細なCO₂排出量を把握するため、設備部門のLCAを実施していくこととし、本研究では最も規模の大きい軌道メンテナンスについて評価を行った。

2. 本研究におけるLCA手法

LCAには、一般的に積上げ法と産業連関分析法の2つの手法がある。軌道メンテナンスのLCAを行うにあたり、レール等のリサイクル及びリユースを考慮する必要があるため、本研究では積上げ法をベースとした「摂動法を用いた感度分析手法」により評価を行うこととした。なお、本研究における「感度」とは、プロセスごとの材料等の変化量に対する環境負荷総量の変化量と定義する。

摂動法を用いた感度分析は、酒井¹⁾により開発された手法で、構造物等の解析に用いられる有限要素法をLCAに応用した手法である。この手法は、一連のプロセスを行列式により定式化²⁾することで、リサイクル率や複数の要素が変動する場合の感度評価を容易に行うことができるという特徴を有している。また、汎用ソフト「EMLCA」が開発されており、Excelベースでの分析が可能である。本研究は、この手法及びソフトを開発した東京大学との共同研究により実施した。

3. 評価手順

本研究では、国際規格ISO14040（ライフサイクルアセスメント - 原則及び枠組み）に基づき、以下の3項目を実施した。

- ・ 目的及び調査範囲の設定
- ・ インベントリ分析
- ・ 結果の解釈、感度分析

3.1 目的及び調査範囲の設定

本研究では、レール、まくらぎ、道床を中心とした軌道メンテナンスにおける年間CO₂排出量の評価に限定することとし、軌道施設建設時の環境負荷については考慮しないこととした。

また、2002～2004年度の線区別平均MTT施工周期を算出し、線路等級別の平均値に近い線区を代表線区として選定した。なお、1級線については、首都圏線区で導入が進められている省力化軌道によるCO₂削減効果を検証するため、列車頻度のほぼ同一な2線区を対象とし比較を行った（表1）。

表1 本研究における代表線区

線級	線名	区間	記事
1	山手線	品川～新宿～田端	省力化軌道
	中央本線	吉祥寺～高尾	
2	東北本線	石越～盛岡、八戸～青森	
3	羽越本線	新津～酒田	
4	水郡線	水戸～安積永盛	

3.2 インベントリ分析

インベントリ分析にあたっては、はじめにメンテナンスプロセスごとに作業、材料及びCO₂の出入りを特定し、それぞれの関係を結び付けたLCA分析フロー（図1）を作成した。

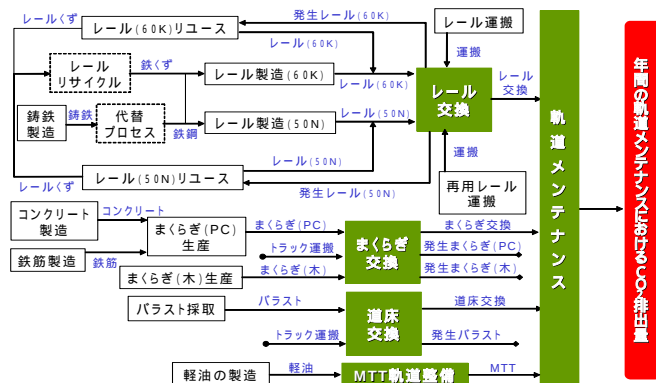


図1 LCA分析フロー

キーワード 鉄道 軌道メンテナンス CO₂ LCA 感度分析 EMLCA

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-0 JR東日本研究開発センター Tel:048-651-2308

次に、フローに必要なデータを収集した。鉄筋や軽油など基本材料のプロセス及び原単位については、産業環境管理協会のJ L C Aデータベースから、設備敷設数量等は、設備管理台帳から収集した。また、メンテナンス作業実績は2 0 0 2 ～ 2 0 0 4 年の3 年間の平均値を用いた。これらのデータをプロセスごとにE M L C Aソフトに入力し、計算を行うことで評価を行った。

4．評価結果

線区別の年間CO₂排出量は、メンテナンス作業量の多い1 級線から順にCO₂排出量が小さくなる結果となった。また、山手線と中央本線との比較から、省力化軌道敷設によりメンテナンス作業が削減されたため、CO₂排出量が削減されることが定量的に示された（図2）。

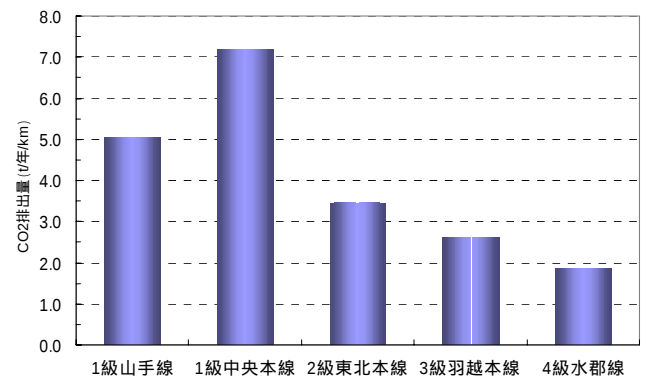


図2 単位軌道延長あたり年間CO₂排出量

さらに、それぞれプロセスごとの内訳を見てみると、レール製造のほか、MTT軌道整備に関して排出量が大きくなっており、軌道メンテナンスにおけるCO₂排出量削減のためには、レール交換やMTT軌道整備作業などを減少させる方策が有効であると言える（図3）。

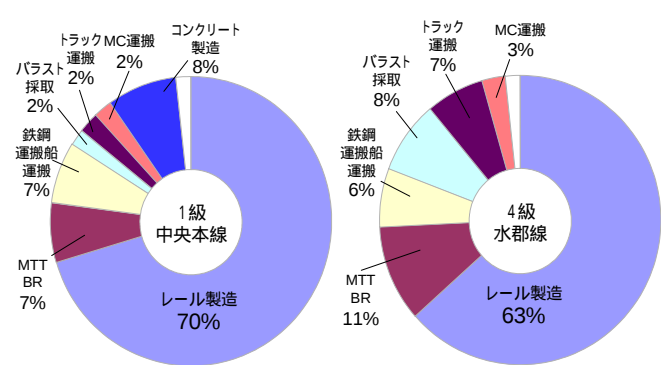


図3 プロセス別CO₂排出量構成比率（1 級線・4 級線の例）

また、本研究での評価結果を基に当社の軌道メンテナンスにおける総排出量を試算した結果、年間CO₂排出量は約4 万4 千t になることが示された。この値は、1 世帯あたりの年間CO₂排出量の約8 千世帯分に相当するものの、当社の事業活動に伴うCO₂総排出量の1 %程度に相当する量である（表2）。

表2 軌道メンテナンス総排出量の試算

種別	線級代表値 (t / 年・km)	線級総軌道延長 (km)	CO2排出量 (万t / 年)	記事
新幹線	5.03	1,956	0.98	山手線の値を準用
在来線	1	7.19	1,965	中央本線の値を使用
	2	3.46	2,474	
	3	2.60	2,462	
	4	1.86	2,729	
合 計			4.40	

5．感度の検証

本研究で使用したE M L C Aソフトは、感度などさまざまな検証が容易であるという特徴を有している。今回、各プロセスの削減量に対するCO₂排出量の割合を検証した結果、レール交換が他のプロセスに比べてCO₂排出量への寄与度が大きいことが示された（図4）。CO₂排出量の低減に向けては、排出量の絶対量だけでなく、感度などについても考慮することが必要である。

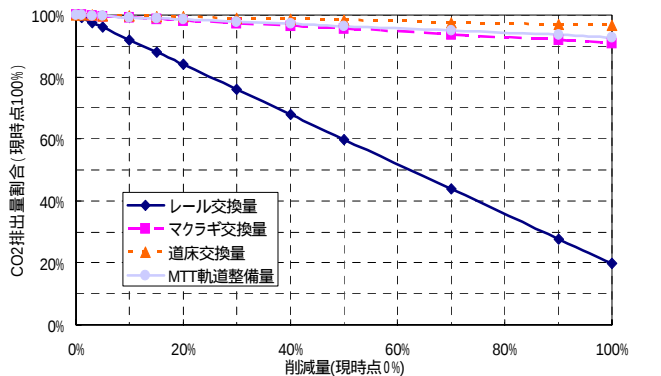


図4 各プロセスの削減量に対するCO₂排出量割合の検証

6．おわりに

本研究により、軌道メンテナンスにおける詳細なCO₂排出量を把握することができた。今後は、他の設備分野にも展開し、各分野で詳細なCO₂排出量が把握できる体制とすることが必要である。また、L C Aの結果から環境負荷の大きいプロセスを特定し、環境負荷の軽減が期待できる新たな設備・装置などの研究開発の一助としていきたい。

参考文献

1) 酒井信介、機械製品の環境負荷評価への感度解析技術の応用、機械の研究、2000 年
2) 酒井信介、感度分析ソフト EMLCA の技術的背景、1 3 ページ、2005 年、社会法人未踏科学技術協会 エコマテリアル研究会
MTT：マルチプルタイタンパー。道床をつき固めることにより軌道の変位を修正する機械のこと。