

意思決定段階に応じた社会資本整備 LCA の不確実性分析

Uncertainty Analysis of Life Cycle Assessment for Infrastructure Development According to the Decision Making Stage

○益田悠貴*¹⁾、森本涼子¹⁾、柴原尚希¹⁾、加藤博和¹⁾

Yuki MASUDA, Ryoko MORIMOTO, Naoki SHIBAHARA, Hirokazu KATO

1) 名古屋大学

* ymasuda@urban.env.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

意思決定一般において、用いる情報がはらむ不確実性を考慮することは重要であり、社会資本整備においても例外ではない。社会資本整備は、構想、設計、施工といった段階毎に、複数の計画案の中から選択がなされる。選択の意思決定は、全体的な概略計画から、工事実施に必要となる個別の具体的事項へと順に詳細になる。段階によって得られる情報や取り得る選択肢が異なるため、それぞれの段階に応じた不確実性を考慮する必要がある。近年では、社会資本整備に伴うCO₂等の環境負荷排出量変化を意思決定材料の一つとして用いることの必要性が増してきている。これを実施するためには、各意思決定段階に適した情報が必要となる。本研究では、交通社会資本整備の具体的事例を挙げ、各意思決定段階におけるライフサイクルCO₂排出量推計結果の不確実性分析を行う。

2. 各意思決定段階における不確実性

本研究では、既存路線バスによる輸送を鉄軌道による輸送に代替する計画を対象とする。交通機関のライフサイクルのうち建設時と供用時を対象に、それぞれについて環境負荷排出量推計とその不確実性分析を行う。

社会資本整備の資料¹⁾を参考に、以下のように意思決定段階を設定する。

- 1) 構想段階：事業の概略計画を行う段階。整備する交通社会資本の機能、基本構造等を決定する。
- 2) 設計段階：構造形式、構造諸元を検討する段階。概略の材料や工種別数量などを決定する。
- 3) 施工段階：施工方法や使用資材などを決定し、社会資本を建設する段階。

各意思決定段階における不確実性の所在を表1のように設定し、段階毎に不確実性分析を行う。

3. 不確実性分析手法

本研究ではLCAのうち、環境負荷量を推計するインベントリ分析の段階での不確実性を検討する。推計には大量の確率分布データを取り扱うため、モンテカ

表1 各意思決定段階における不確実性の所在

	建設	供用
構想段階	<ul style="list-style-type: none"> 資材量、原単位の測定誤差 使用する資材・工法の種類 整備する交通社会資本の種類 	<ul style="list-style-type: none"> 関係式と実測データ間の誤差 交通量・燃料の誤差 整備する交通社会資本による車線数の変化
設計段階	<ul style="list-style-type: none"> 資材量、原単位の測定誤差 使用する資材・工法の種類 	<ul style="list-style-type: none"> 関係式と実測データ間の誤差 交通量・燃料の誤差
施工段階	<ul style="list-style-type: none"> 資材量、原単位の測定誤差 	<ul style="list-style-type: none"> 関係式と実測データ間の誤差 交通量・燃料の誤差

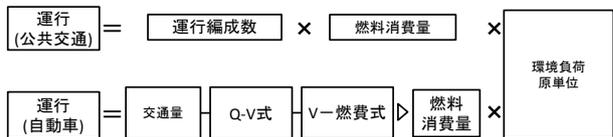


図1 供用時排出量推計式の概略図

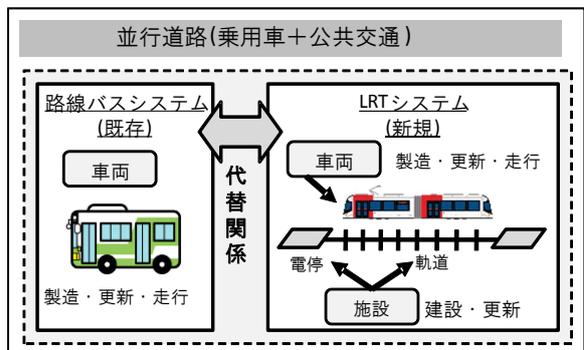


図2 ケーススタディの概要

ルロシミュレーションを用いて、結果のバラツキの分布を求める。試行回数を1,000回とする。

(ア) 建設時における不確実性分析

- 1) 構想段階：積み上げた各交通社会資本整備事業の排出量データの中から実施する事業1つをランダムに選択する。
- 2) 設計段階：データベース上に存在する資材の原単位データの中から使用する資材1種類をランダムに選択する。資材投入量、原単位の測定誤差は施工段階と同様の分析を行う。
- 3) 施工段階：LCAデータベースを参照し、積上げ法を基本とする著者ら²⁾の手法を用いて推計を行う。

(イ) 供用時における不確実性分析

供用時の公共交通及び自動車の走行時排出量推計は、

森本ら³⁾を参考に行う。推計式の概略を図1に示す。公共交通は燃料原単位の測定誤差を、自動車は燃料原単位、交通量の誤差、関係式と実測データ間の誤差を不確実性として与え、分析を行う。

燃料原単位の測定誤差は、データベースの原単位データに搭載されている確率分布を用いる。交通量の誤差は、計画値⁴⁾と実測値⁵⁾の差を確率分布として表す。Q-V式、V-燃費式は実測データ^{5),6)}より求め、実測データ間の誤差は、パラメータの分散を基に確率分布を与えることにより表す。このとき、並行道路の車線数が決定している設計・施工段階における誤差は、決定していない構想段階に比べ小さくなると考えられる。

4. 不確実性分析結果

本稿では、構想段階においてLRT整備を決定した後の設計・施工段階における不確実性分析をケーススタディとする。評価範囲は森本ら³⁾を参考に、公共交通のシステム全体に加え、並行する道路の自動車交通量も含めたものとする。設定した評価範囲を図2に示す。ライフタイムは、インフラは60年、車両は20年とする。

不確実性を考慮しない代表値に基づいたCO₂排出量推計の結果を図3に示す。不確実性を考慮しない場合、路線バスをLRTに代替することで53.9ktのCO₂を削減できるという結果となった。

設計段階におけるLRT整備後のライフサイクルCO₂排出削減量の不確実性分析結果を図4に示す。削減量が負の部分は、整備後のCO₂排出量が整備前を上回り、ライフサイクルCO₂の削減とならないことを表している。LRT整備によるCO₂の削減確率は84.2%であり、15.8%の確率でCO₂削減とならない結果となった。

削減確率が十分確保できない場合、それを上げる対策を行う必要がある。本稿では、排出量が小さい建設資材・工法を選択することで施工段階における削減確率の向上を図ることを考える。建設時の設計・施工段階における不確実性分析結果を図5に示す。設計段階に比べ、資材・工法が決定された施工段階のバラツキが減少していることが分かる。また、排出量の小さい資材・工法を選択しているため総排出量も削減されている。上記の施工段階におけるライフサイクルCO₂排出削減量の分析結果を図6に示す。設計段階に比べ、変動係数が小さくなっていることが分かる。また、削減確率も上昇していることが分かる。

5. まとめ

交通社会資本整備における具体的な事例を挙げ、各意思決定段階におけるライフサイクルCO₂排出量推計

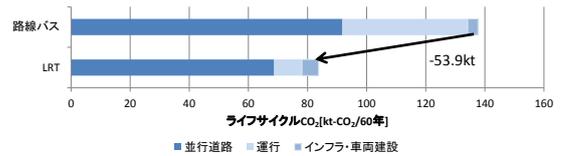


図3 代表値に基づいたCO₂排出量推計結果

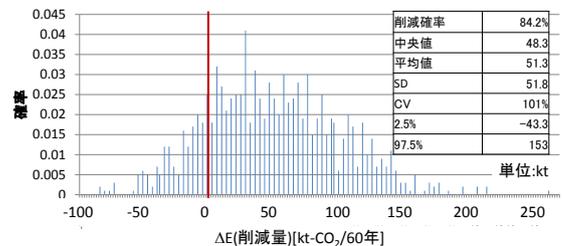


図4 設計段階における不確実性分析結果

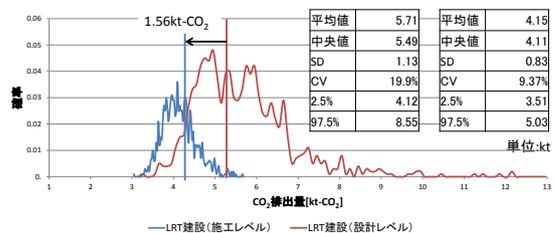


図5 建設時の各段階における不確実性分析結果

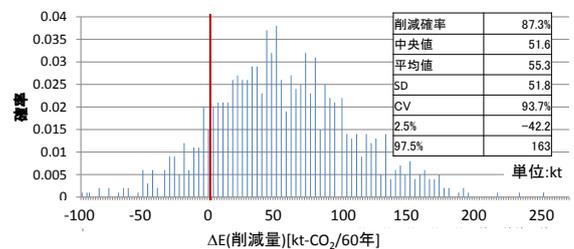


図6 施工段階における不確実性分析結果

結果の不確実性分析を行った。その結果、不確実性を考慮することによって、代替案の優劣が逆転する可能性があること、適切な対策を行うことで逆転可能性の減少が可能となることを明らかにした。

引用文献

- 1) 国土技術政策総合研究所：社会資本のライフサイクルを通じた環境評価技術の開発に関する報告，(2012)，pp.1-24
- 2) 益田悠貴ほか：第48回土木計画学研究講演要旨集，Vol.48，CD-ROM(125)，(2013)
- 3) 森本涼子ほか：日本LCA学会誌，Vol.7 No.4，(2011)，pp.333-334
- 4) 国土交通省：“道路IRサイト個別道路事業の評価”(オンライン)，入手先<<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/ir-hyouka.html>> (参照2014-01-06)
- 5) 国土交通省：“平成22年度道路交通センサス”(オンライン)，入手先<<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>>(参照2014-01-06)
- 6) 土肥学ほか：国土技術政策総合研究所資料，671，(2012)，pp.8(11)-8(29)