

下水道事業へのLCAの適用



下水道研究部 下水処理研究室 主任研究官 川嶋 幸徳

1. はじめに

1997年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3) において「京都議定書」が採択され、温室効果ガスの排出削減量の数値目標が示されたところであるが、この他にも酸性雨や資源の枯渇など、従来の地域的な環境対策の枠を超えた地球規模の環境問題が顕在化している。

社会基盤施設を進めるに当たっては、従来から環境影響を極力小さくする努力が払われてきたが、このような背景から、事業にともなう直接的な影響だけでなく、原材料の採取、資材の製造、輸送等の段階をも含む広範な影響まで考慮することが求められるようになってきている。

ライフサイクルアセスメント (Life-Cycle Assessment: LCA) は、環境への影響を、間接的な影響も含め、対象とするもののライフサイクル全般にわたって評価する手法であり、各分野への適用が検討されている。

2. 社会基盤施設における LCA

LCAは、もともと製品の環境負荷を、原料の採取から輸送、製造、使用、リサイクル、廃棄というライフサイクル全体にわたって評価するために開発されたもので、1969年に米国で行われた飲料容器に関する事例が最も先駆的

な例と言われている。その後、この分野に関するLCAの概念や手順についての検討は、環境毒性協会 (Society of Environmental Toxicology and Chemistry: SETAC) や国際標準化機構 (International Standard Organization: ISO) で行われてきており、企業等の環境マネジメント (Environmental Management System: EMS) に関する規格であるISO14000シリーズの中にまとめられつつある。一方、社会基盤施設の場合、完成した施設は50年、100年といった長期間にわたって使用されるのが一般的で、その構成要素の数も膨大である。このため、製品の場合に比較して分析は困難で、その手法は未だ研究段階にあるというのが現状である。

また、利用形態においても製品の場合と社会基盤施設には違いがある。表-1は、製品におけるLCA (Product LCA: PLCA) と社会基盤施設におけるLCA (Infrastructure LCA: ILCA) の特性を比較したものである。PLCAは、製品の製造プロセスの改善検討や市場における製品情報として利用され、消費者が環境負荷の小さな製品を選択することで企業の負荷低減の努力を促すという意義を持つものに対し、ILCAは政策決定や市民への説明責任のために用いられるツール (環境情報) としての意義が大きい。

従来、社会基盤施設における環境影響は、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) により、その事業が地域環境にもたらす影響を評価するという手法が用いられてきた。また、社会基盤施設の評価のもう一つの視点である経済性については、いわゆる費用効果分析が行われてきた。これらにLCAの手法を加えることで、より総合的な評価が出来るようになり、政策決定のプロセスにおいて有用な情報を提供することが期待される。

3. LCAの技術的課題

図-1は、ISO14040 (1997) に示されたLCAの検討フローである。この中で環境負荷項目を整理し積み上げる作業、すなわちライフサイクルインベントリー分析 (Life-Cycle Inventory: LCI) は、LCAの最も重要なプロセスの一つである。その算定に当たっては、図-2に示すように構成要素を素材のレベル、例えば砂利、砂、セメントのレベルにまで分解し、それぞれの要素ごとの原単位と掛け合わせ、これを合計する。しかしながら社会基盤施設を対象

表-1 PLIAとILCAの比較

分類	PLIA	ILCA
対象	製品	社会基盤施設
構成要素	一般に要素の数は限定される。ただし、原材料の製造段階まで考慮する必要がある場合、構成要素の数は指数的に大きくなる。	様々な製品、工種から構成され、システムに含まれる構成要素の数は一般に膨大である。
データの入手	製造プロセスに直接投入される原材料やエネルギーに関するデータの入手は比較的容易である。	個々の製品等の原材料から積み上げを行うことは、事実上困難である。
製品等の寿命	一般に数年以内	数十年以上
目的	システムの改善検討 購入者への情報提供	政策支援および市民への説明のためのツール
実施者	製造者	事業者
利用者	製造者/購入者	事業者/政策決定権者/市民

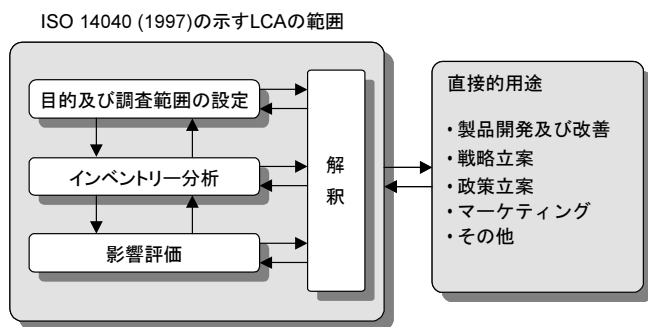


図-1 LCAの検討フロー

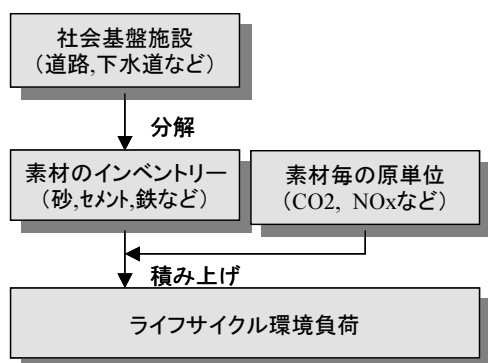


図-2 インベントリーにおける負荷量算定フロー

とした場合、その構成要素は膨大な数である。また、社会基盤施設におけるLCAは、基本構想や計画の段階あるいは初期の設計段階で実施されることが多く、入手可能なデータの数や精度には制限がある。このため、すべてを素材レベルから積み上げる手法は、社会基盤施設においては困難であり、例えばポンプ設備、水処理設備といった単位ごとに対象とする施設をまとめ、それぞれの単位に対応した、単位重量当たりあるいは単位能力当たりの原単位を用意するという方法が現時点における現実的な方法である。

なお、対象とする施設をどのようなインベントリー（「目録」の意）に分解するかは、それぞれの施設の特性やLCAを行う目的によって異なり、これを整理することが重要な課題となる。また、LCAを事業評価制度の手法として定着させるためには、結果に含まれる誤差や不確実性を考慮しながら、再現性を確保し、かつ分析手法の簡素化を図ることも重要である。

4. 下水道事業へのLCAの適用

道路や港湾と比較した場合の下水道の特徴は、管渠と処理場という全く性格の異なる施設から構成され、特に処理場施設はポンプ類、送風機類など多くの機器で構成されており、これらの機器で多くの電力が消費される点が上げられる。また、処理場の建設は下水道の普及に並行

して段階的に進められ、その間に発生する環境負荷は施設整備の手法や運転管理の方法に大きく影響される。このため、下水道事業にLCAを適用するためには、その目的、対象を明確にし、これに合った算定方法を採用することがとりわけ重要となる。さらに下水道の場合、生活排水等の汚濁負荷の削減という環境保全の重要な機能を果たしており、汚泥の有効利用や熱エネルギーの回収という形でも資源やエネルギーの保全に寄与しており、これらのメリットをどのようにLCAの上に反映するかも重要となる。

現在、当所で進めている研究は、下水道事業の事業評価や計画・設計の段階においてLCAを実施することを想定し、入手可能なデータの制約の中でライフサイクルインベントリー分析に求められる精度や再現性を確保し、かつその作業を簡素化することを目的としたものである。平成10～12年度は下水道システムの詳細な分析を行い、どのようなインベントリーを構築すべきかを、それに対応した原単位の算出方法を含めて検討した。また、平成13年度からは汚濁負荷削減や汚泥の有効利用、熱エネルギーの回収を含めた解析手法の開発に向けた検討を行っているところである。

図-3は、これまでの成果の一例として処理場の機械・電気設備のLC-CO₂（ライフサイクルで発生する二酸化炭素の総量）の試算結果を示したものである。これを見ると、処理場設備の場合、運転時の負荷がほとんどで、その大部分は電力の消費にともなうものである。このことから、ポンプや送風機の容量や運転台数を適切に設定すること、インバーターを用いた回転数制御を行うことなどの対策がCO₂の削減に対しては有効であるということがわかる。

ただし、ここに示した例はLC-CO₂についてのものであるが、例えば酸性雨の原因物質であるSO_xやNO_xという指標でみた場合は異なる評価結果となることも考えられる。しかし、現時点では環境負荷量データベースの精度などの問題があり、今後残された課題となっている。

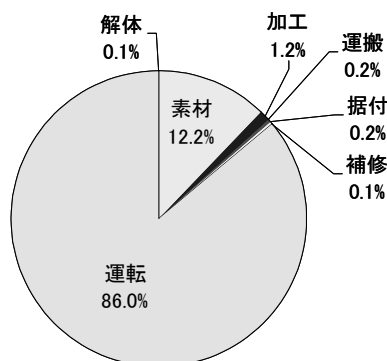


図-3 処理場設備のLC-CO₂の試算例
(標準活性汚泥法：日最大処理能力33,450m³/日)