

アルミ製土木製品におけるエビデンスデータを用いたライフサイクルアナリシス

名古屋大学大学院 学生会員 金子恵介
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤義人

1. はじめに

ライフサイクルアナリシス(LCA)とは製作から廃棄までのライフサイクルにおいて環境への影響やコストを調査するものであり、目的としては調査対象が同一機能を有していることを前提として、より環境負荷またはコストの少ない資材や工法などを検討・評価し意思決定に反映させることである¹⁾。現在、車両用防護柵など、土木製品において鋼製と同時にアルミ製でも供用されている例が多く見られるものの、その意思決定において明確な基準はなく、本研究はその意思決定の選択肢として LCA を考慮するための検討を行う。鋼製とアルミ製の LCA で差が最も顕著に表れる段階は維持管理であり、既往の研究ではメンテナンスとして再塗装を扱いその頻度のある周期で仮定して LCA 評価しているが、一方でメンテナンスは自然環境や自治体など管理者の財政状況に大きく依存する。本研究では精度の高い LCA 評価を行うことが意思決定への反映につながることであり、鋼製・アルミ製の両製品について設置環境に関する情報を含んだ LCA 手法を提案する。

2. LCA 評価方法

2.1 維持管理における LCA の階層化

鋼製・アルミ製の LCA 評価においてその精度を向上させるためには、維持管理時(供用時)におけるメンテナンスを適切に評価することが重要である。本研究では図 1 に示されるように各メンテナンスを別々に扱い、そのメンテナンス回数をパラメータとして LCA 評価を行う。すなわち、LCA 対象が各メンテナンスに対し、どのような LCA 特性を有しているかを定量的に見極め、また各メンテナンス間で比較する。

2.2 エビデンスデータの利用

鋼製とアルミ製の両製品における LCA 評価については腐食環境や交通状況などの設置環境に関する情報(以下、エビデンスデータと称す)が含まれることが望ましい。本研究では、期待される供用期間(LCA 評価期間)において 2.1 で別々に評価した各メンテナンスがどの程度行われるかを、設置場所において以前の供用時に得られたデータまたはその周囲の構造物におけるデータより LCA 評価に含めることを考える。

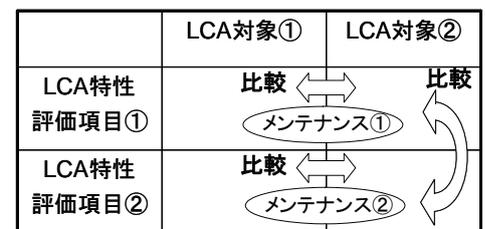


図 1 LCA の階層化

3. LCA 特性の検討とその適用

3.1 対象製品と評価条件の設定

検討対象として、本研究では車両用防護柵を考える。同一機能を有する製品を選択することとし、橋梁用防護柵 A 種, 3 本ビーム, 高さ 850mm とした。

LCA を行う際には評価項目およびその各項目の重要度を定める必要がある。本研究ではライフサイクルにおけるコスト(LCC)および二酸化炭素排出量(LCCO₂)を評価項目とし、維持管理時のメンテナンスとして「腐食劣化に伴う再塗装または取替え」と「事故補修に伴う部分補修」に階層化して考える。解析の範囲としては製品管理者の意思決定に LCA を評価項目として加えることを目的とするため、社会資本の一部であるが、ここではユーザーコストなどの社会的影響は考慮せず、あくまで管理者が負担する範囲(建設, 維持管理, 撤去・廃棄)とした。また、アルミ製の腐食劣化については既往の報告書より高い耐食性が報告されているのでメンテナンスフリーと仮定した²⁾。ここで、LCA 評価期間におけるコスト C_Tは腐食劣化に伴う再塗装, 腐食劣化に伴う取替え, および事故補修に伴う部分補修はそれぞれ式(1), 式(2), 式(3)で与えられる。なお、添え字の T は評価対象期間全体, C は建設段階, M は維持管理段階, そして R は撤去・廃棄段階を示している。

$$C_T = C_C + \sum_n C_M + C_R \quad (n: \text{再塗装回数}) \quad (1)$$

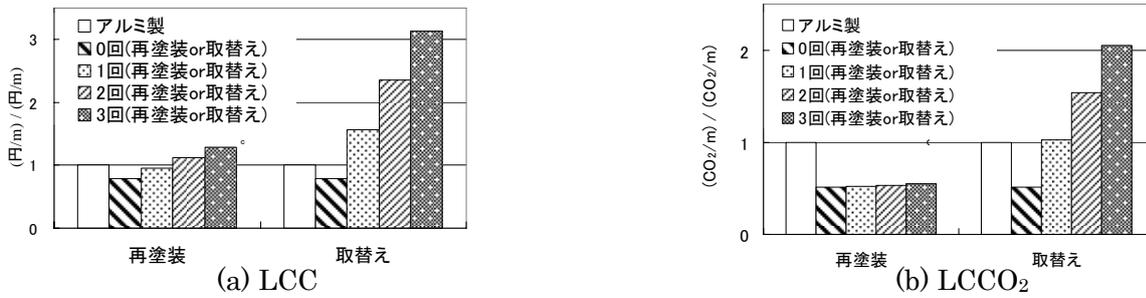


図2 腐食劣化に関する LCA 結果(鋼製/アルミ製)

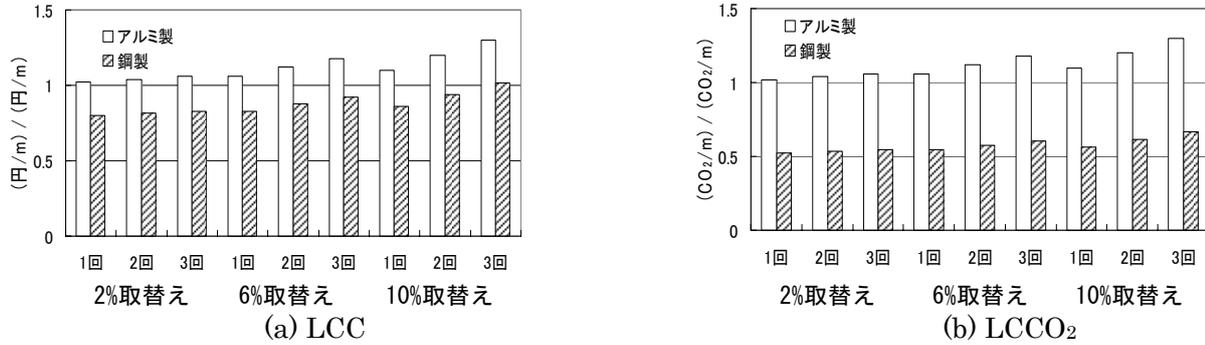


図3 事故補修に関する LCA 結果(鋼製/アルミ製)

$$C_T = C_C + \sum_n (C_C + C_R) + C_R \quad (n: \text{取替え回数}) \tag{2}$$

$$C_T = C_C + x \cdot \sum_n (C_C + C_R) + C_R \quad (n: \text{取替え回数}, x: \text{部分取替え割合}) \tag{3}$$

また、二酸化炭素排出量についても同様に算出することとし、割引率については0%として算出することとする。

3.2 LCA 結果

図2, 図3に腐食劣化を考慮した場合と事故補修を考慮した場合におけるLCCおよびLCCO₂結果を、アルミ製の建設および撤去・廃棄段階の和(C_C+C_R)で無次元化して示す。LCCに着目すると、腐食劣化に対してアルミ製はメンテナンスフリーと見なせるため維持管理が必要な鋼製より有利になるものの、事故補修については初期コストが大きいために不利に働くため、設置場所の腐食環境および交通状況にその特性が大きく依存することが分かる。一方、LCCO₂に着目すると、アルミ製は鋼製に比べCO₂原単位が大きいため、その差が顕著に表れる結果となった。ここでエビデンスデータとして、事故によりどの程度の補修(補修割合)がどの程度の頻度で行われているかを入手し、LCA 評価期間における事故補修計画を立てる。その後、同様にエビデンスデータから得た腐食劣化に伴う再塗装または取替え頻度を事前に作成された事故補修頻度も考慮しつつ定めることにより維持管理時の全メンテナンスを考慮した維持管理計画を作成する。最後に、維持管理計画に基づきLCA 評価を行うことで精度の高い評価を行うことができると考えられる。

4. まとめ

本研究ではアルミ製品のLCA 特性について、その精度を向上させるために評価方法としてLCAの階層化とエビデンスデータの利用を提案し、車両用防護柵を例にとりそのLCA 評価を行った。車両用防護柵のLCA 特性については、LCAの階層化として腐食劣化に伴う再塗装・取替え、事故補修に伴う部分取替えに分けて評価を行い、そのLCA 特性からエビデンスデータを用いることの重要性を示した。

参考文献

- 1) 井村秀文:建設のLCA, pp.34-35,2001.
- 2) 社団法人日本アルミニウム協会: アルミニウム合金製土木製品における耐久性調査結果, 2008.
- 3) 伊藤義人, 鈴木達: 橋梁用防護柵の性能照査型統合設計システム, 土木学会論文集, No.731, pp.353-366, 2003