

複合材料製品の LCA の事例研究

日大生産工(院) ○宅間早苗

日大生産工 伊藤邦夫

1. はじめに

現在の複合材料の中で大きな柱の一つが繊維強化プラスチック (FRP : Fiberglass Reinforced Plastics) である。FRP は軽量で、優れた耐食性・耐候性を持っており、生活のあらゆる面で利用されている。

本研究では、FRP 製大型構造物をライフサイクルアセスメント(LCA)手法により比較評価し、考察する。そして、使用段階を考慮した設計が長寿命 FRP 製品にとって重要であることを示した。

2. 目的

FRP 製の化学薬品貯蔵タンクと汚水浄化槽の LCA を行い、前者の様な使用段階でエネルギーを使用しない製品と、後者の様な多くのエネルギーを使用する製品について、それぞれ従来型製品と軽量型製品を比較した。

3. インベントリ分析

化学薬品貯蔵タンク、汚水浄化槽の機能単位は次の通りである。貯蔵タンクは寿命 10 年、容量 70 立方メートルの直立タンクである。ここでは JIS 規格に従った従来型(タンク A)と、自社規格により壁を薄くした軽量型(タンク B)を比較する。汚水浄化槽は放出する BOD が 20mg/l のもので、使用人数 100 人の従来型(浄化槽 A)と、自社規格の軽量型(浄化槽 B)。浄化槽 B の 5 人タイプ(浄化槽 C)である。浄化槽 A は建設省告示に対応したものである。浄化槽 C のインベントリデータは値を

20 倍することにより浄化槽 A と比較した。

分析方法は基本的に景山¹⁾に採用されているものと同じである。ライフサイクルステージは、単純に生産、使用、廃棄の 3 つの段階に分けた。インベントリ分析は、エネルギー、CO₂、NO_x、SO_x のみを考慮した。

生産段階のインプットは、ガラス繊維、樹脂、電力、鋼のような半製品で、それらのインベントリデータは既にまとめられているものを使用した。化学薬品貯蔵タンク、汚水浄化槽の廃棄方法は全て埋め立てとした。インベントリ分析の結果を表 1 に示した。

表 1 インベントリ分析結果

	エネルギー(MJ)	CO ₂ (kg)	SO _x (kg)	NO _x (kg)
タンクA(3445kg)	2.33E+05	1.49E+04	1.74E+01	5.65E+01
タンクB(2760kg)	1.91E+05	1.22E+04	1.42E+01	4.52E+01
浄化槽A(3600kg)	3.57E+06	1.48E+05	1.79E+02	4.29E+02
浄化槽B(1960kg)	3.95E+06	1.59E+05	2.03E+02	5.27E+02
浄化槽C(4000kg)	4.37E+06	2.03E+05	2.53E+02	4.74E+02

* 括弧の中は製品の重量

4. データ出所

基本的な入力・出力データは FRP 関連の製品を製造する生産者から提供されたものを使用した。インベントリデータは航空宇宙工業会²⁾のデータを景山が修正・追加したものを使用した。下記のデータについては 3EID³⁾の産業連関表を使用し近似した。括弧中が近似物；ナフテン酸コバルト (その他有機化学工業製品)、ビニルエステル樹脂 (熱硬化性樹脂)、炭酸カルシウム (その他窯業土石製品)、塩化ビニル (脂肪族中間物)。

5.インパクト分析

分析方法としては、LCA 日本フォーラム⁴⁾のデータベースの統合化係数リストを用いて計算した。Ver.1ではコンジョイント分析を利用して、評価結果は社会的費用として Yen で表される。Ver.2ではコンジョイント分析を利用して、評価結果は無次元の指標として表される。Ver.3ではAHPを利用して評価結果は無次元の指標として表される。関連するカテゴリーは、温室効果ガス、酸性化寄与物質、都市域大気汚染寄与物質であるが、今回は都市域大気汚染寄与物質とその他の影響物質については、考慮の対象外とした。影響物質のCO₂とSO₂はそれぞれCOとSO_xとした。NO_xについては同じカテゴリーにあるものは平均しNO、NO₂、N₂Oの値を加えた。インパクト分析結果を表2に示した。

表2 インパクト分析結果

		Ver.1	Ver.2	Ver.3
タンクA (3445kg)	製造	5.51E+04	3.20E+04	2.88E+04
	廃棄	2.96E+02	1.72E+02	1.52E+02
	合計	5.54E+04	3.22E+04	2.90E+04
タンクB (2760kg)	製造	4.45E+04	2.59E+04	2.33E+04
	廃棄	2.94E+02	1.71E+02	1.50E+02
	合計	4.48E+04	2.60E+04	2.34E+04
タンクB/タンクA		0.81	0.81	0.81
浄化槽A (3600kg)	製造	3.99E+04	2.32E+04	2.09E+04
	使用	4.39E+05	2.55E+05	2.30E+05
	廃棄	2.97E+02	1.72E+02	1.52E+02
	合計	4.79E+05	2.79E+05	2.51E+05
浄化槽B (1960kg)	製造	2.55E+04	1.48E+04	1.34E+04
	使用	5.26E+05	3.06E+05	2.75E+05
	廃棄	2.91E+02	1.69E+02	1.49E+02
	合計	5.51E+05	3.21E+05	2.88E+05
浄化槽B/浄化槽A		1.15	1.15	1.15
浄化槽C (4000kg)	製造	4.17E+04	2.43E+04	2.16E+04
	使用	5.50E+05	3.20E+05	2.89E+05
	廃棄	5.71E+03	3.32E+03	2.92E+03
	合計	5.98E+05	3.47E+05	3.13E+05
浄化槽C/浄化槽A		1.25	1.25	1.25

*括弧の中は製品の重量

6.結果

貯蔵タンクの場合では、使用段階でのエネルギー消費がないため、製品の重量が環境負荷に直接影響する。浄化槽の場合では、製造段階では、浄化槽Aに対する浄化槽Bの環境

影響の割合が0.64であった。しかし、使用段階での電力消費や、汚泥の発生のために多くの環境負荷が発生したため、生産段階で使用段階の環境影響を加えると、その割合は最大で1.15となった。浄化槽Cについては、Ver.1での製造段階を除いた全ての場合で浄化槽Aを上回った。

このことから、薬品貯蔵タンクのような使用段階で電力などを使用しない製品では、製造段階での製品デザインが重要である。汚水浄化槽のような使用段階での電力消費や、保守・点検を必要とする製品では、使用段階での環境負荷を少なくするような製品デザインが重要である。従って長寿命で環境負荷の少ないFRP製品の設計では、使用段階での製品デザインが重要である。

6.今後の課題

今後の研究課題としては、①景山のデータ後のデータでの計算結果の差異、②今回データを近似したものについて、他文献によるデータの有無、③今回は考慮に入れなかった項目(浄化槽の排水など)の考慮などがある。

<参考文献>

- 1) 景山和郎、「複合材料のLCA事例と解析ソフト」、(2001)
- 2) 日本航空宇宙工業会、「複合材料のインベントリデータ構築に関する調査報告書」、(1999)
- 3) 南齋規介他、「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)-LCAのインベントリデータとして-」、(2002)
- 4) 産業環境管理協会、LCAデータベース
<https://lcadb.jemai.or.jp/lca/servlet/Default>
- 5) Kunio I., Goichi B., "Influence of Design Specifications on LCA of Large Structures Made of GFRP", (2004)