

論文・解説

34

樹脂リサイクルのライフサイクルアセスメント - 使用済み自動車のバンパ - Life Cycle Assessment of Plastic Recycles - ELV Bumper Materials -

森口 義久*1
Yoshihisa Moriguchi

新田 茂樹*2
Shigeki Nitta

中野 隆裕*3
Takahiro Nakano

要約

マツダは、技術開発の長期ビジョン「サステナブル “Zoom-Zoom” 宣言」にて、マツダ車をご購入いただいたすべてのお客さまに「走る歓び」と「優れた環境・安全性能」を提供することを宣言している。このビジョンの下、燃費向上などの地球温暖化抑制とともに、資源循環にも積極的に取り組んでいる。

マツダは廃棄処分された使用済み自動車のバンパ（廃車バンパ）を新車バンパの材料としてリサイクルする技術を世界で初めて実用化した（2011年8月現在マツダ調べ）⁽¹⁾。

本稿では、廃車バンパについてシュレッダ処理後の、樹脂が含まれた自動車シュレッダダスト（以下ASR）を熱回収する場合と、バンパ取り外し後、新車バンパへマテリアル・リサイクルする場合について、複数のシナリオでライフサイクルアセスメント（LCA）を実施し、環境負荷を定量的に比較評価した。従来 ASR 化後の埋立てを想定した LCA を実施した例はあるが、今回、ASR 化後の熱回収の実測データを収集することにより熱回収を考慮した評価を行った。また、マテリアル・リサイクルの大きな影響要因となる輸送距離や輸送手段による、環境負荷の違いを定量的に明確化した。

Summary

Mazda announced the Sustainable Zoom-Zoom long-term vision for technology development to provide all customers who purchase Mazda vehicles with driving pleasure and outstanding environmental safety performance. Based on this vision, Mazda has been making active efforts to reduce global warming, such as improving the fuel economy, and also working on cyclical use of resources.

Mazda developed and put into practical use the world's first technology to recycle scrapped bumpers from end-of-life vehicles (ELVs) into a raw material for new vehicle bumpers (As of August 2011; Mazda data).

Regarding ELV bumpers, the environmental burden of thermal recovery from automobile shredder residue (ASR) that contains plastics after shredded and of material recycling after dismantled was shown by the Life Cycle Assessment (LCA) in several scenarios. So far, there was an LCA example of ASR landfilling, and at this time, the data of thermal recovery was collected and the result of LCA was shown. Regarding distance and means of transport that can influence on a result, the difference of environmental burden was clarified.

1. はじめに

マツダは、サステナブル “Zoom-Zoom” 宣言の下、さまざまな環境保全活動を行っている。その中で、限りある

資源を有効に活用するため徹底した再資源化に取り組んでいる。取り組みのひとつとして、系列ディーラから回収した損傷バンパを新車バンパへリサイクルすることを業界に

*1~3 技術企画部
Technology Planning Dept.

先駆けて推進してきた。更に、この損傷バンパのリサイクルで培った技術を廃車バンパに応用し新車バンパの材料としてリサイクルすることを行っている。

本稿では、廃車バンパを熱回収する場合と新車バンパの材料としてマテリアル・リサイクルすることについて、LCA で環境負荷を定量的に比較評価した。

2. 手法

2.1 概要

循環型の製品設計には、ライフサイクルシナリオが重要であり、このシナリオと整合させた製品の構造や形状を設計することが不可欠であると、福重⁽²⁾らは述べている。使用済み自動車の場合、製品の回収後に、事前解体によって部品を回収・リサイクルを行うシナリオと、シュレッダによる粉砕後の ASR から、素材を分別することによってリサイクルを行うシナリオや熱回収するシナリオなどが考えられる。⁽³⁾

当社では、熱回収より望ましい樹脂マテリアル・リサイクルに取り組んでおり、具体的には、廃車バンパから新車バンパへのマテリアル・リサイクルシナリオを描きライフサイクル設計を実施し、2011 年、本社工場での廃車バンパから新車バンパへのマテリアル・リサイクルを開始した。(Fig. 1, 2)

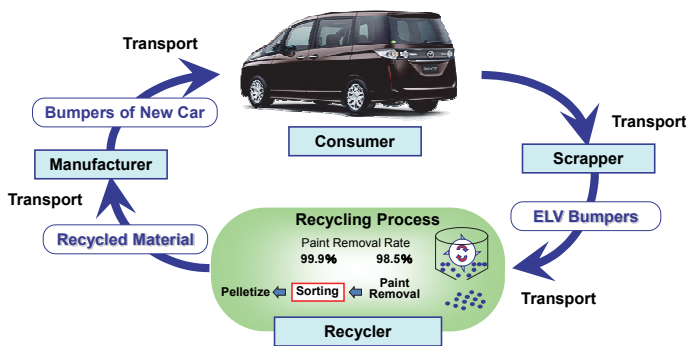


Fig. 1 Bumper Recycling System ⁽⁴⁾

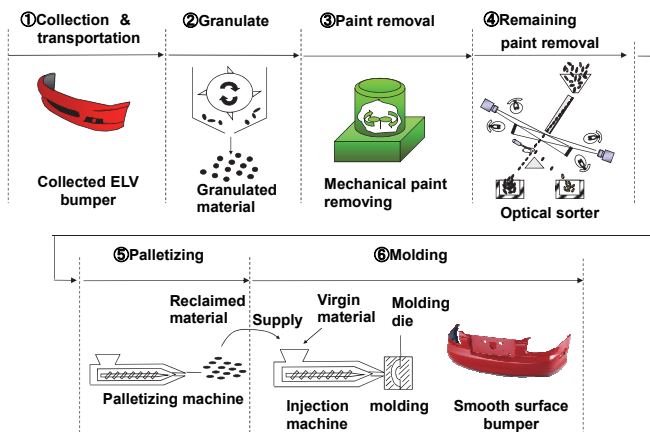


Fig. 2 Bumper Recycling Process ⁽⁵⁾

現在、シュレッダによる粉砕後の ASR からは素材分別後、大部分熱回収されている。本稿では、当社で実施中の廃車バンパのマテリアル・リサイクルと、熱回収のうち、最も効果的なリサイクルである廃棄物発電について、LCA 評価を行った。

なお、マテリアル・リサイクルでは、今後の全国への拡大を想定し、回収した廃車バンパの粉砕、再生拠点を北海道～九州で 5 ヶ所設定し、輸送距離、輸送手段を変化させた。また、比較対象の熱回収では、再資源化処理方法について、ガス化改質炉⁽⁶⁾⁽⁷⁾、熱分解ガス化灰溶融プラント⁽⁸⁾、RDF 化・還流ガス化プロセス⁽⁹⁾の 3 方式で算出を行った。

2.2 LCA 実施手法

(1) 目的

使用済み自動車(廃車)のバンパは、現状、再資源化施設で廃車の一部として熱回収される。また、廃車のバンパは、マテリアル・リサイクルする技術が確立されており、今後実用が拡大していくオポチュニティがある。今回、熱回収する場合とマテリアル・リサイクルでの環境負荷を確認することを目的とした。

(2) 製品特徴

バンパは車体の前後にフロント・バンパ、リヤ・バンパが 1 本ずつ取り付けられている。当社で平均的なバンパの仕様は、PP (ポリプロピレン) 材、質量 3kg/本であり、そのうちの 1 本を評価対象とした。

(3) 機能単位

廃車バンパ 1 本 (=3kg) を機能単位とした。

(4) システム境界

システム境界を Fig. 3 に示す。システム境界は、バンパ製造から最終処分あるいはリサイクルされるまでとした。廃車として排出され、熱回収の場合は、解体処理工程にて破砕され、バンパは分離回収されずに ASR に含まれ、熱回収される。生成されたスラグは、路盤材等に活用されるが、本来の評価目的ではないためシステム境界外とした。マテリアル・リサイクルを行う場合は、解体処理工程にて廃車からバンパを取り外し、粉砕、再生処理ののちペレットとして再びバンパとして水平リサイクルされる。なお、いずれの場合もバンパの使用段階はシステム境界に含まれない。

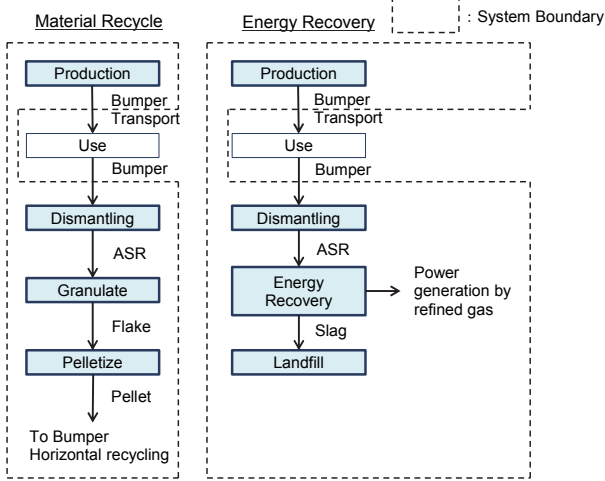


Fig. 3 System Boundaries

(5) 分析シナリオ

マテリアル・リサイクルについて 5 ケース、熱回収について 3 ケースのシナリオで算出した。マテリアル・リサイクルでは、回収・粉砕拠点の違いにより輸送区間や輸送方法が異なる。熱回収では、再資源化処理方法が異なる。

1) マテリアル・リサイクル

全国 5 ヶ所で回収・粉砕したものをいずれも広島地区へ輸送し再生する。回収・粉砕拠点について、case1：広島地区、case2：九州地区、case3：中京地区、case4：東北地区、case5：北海道地区とした。輸送区間は、case1：広島地区内、case2：九州地区～広島地区、case3：中京地区～広島地区、case4：東北地区～広島地区、case5：北海道地区～広島地区。また、輸送手段については、case1～case4：トラック、case5：トラック及び船とした。

2) 熱回収

再資源化処理方法について、case1：ガス化改質炉、case2：熱分解ガス化灰溶融プラント、case3：RDF化・還流ガス化プロセスとした。

(6) 算出方法

バンパの成形、粉砕、再生工程、ガス化改質炉の情報は、工場の実績値を使用した。材料製造、電力等の供給エネルギー、輸送は、LCA ソフトウェア GaBi6 (PE International 社) のデータベースを採用した。これらのデータから GaBi6 を用いて、積み上げ法により温室効果ガス (GHG : Greenhouse Gas) 排出量を算出した。

3. 結果と考察

各プロセスにおけるインベントリ分析結果を Fig. 4 に示す。グラフの縦軸は廃車バンパ 1 本当たりの温室効果ガス：GHG 排出量 (kg-CO₂ eq./unit) をあらわし、正の値が環境負荷、負の値が回避効果である。

Production にはバンパ材料の PP 新材の製造および成形、Processing には廃車バンパの粉砕や再生など、Transport には廃車バンパや粉砕材の輸送、Recovery には PP 再生材利用による PP 新材製造の回避分をあらわす。Over All は、環境負荷から回避効果を差し引いた GHG 排出量である。Over All でみていくと、マテリアル・リサイクルでは、case1 (広島地区内)、case2 (広島～九州)、case3 (広島～中京)、case4 (広島～東北)、case5 (広島～北海道) の順に GHG 排出量の少ない結果となった。最も少ない case1 (8.9 kg-CO₂ eq./unit) に対し、最も多い case5 (11.7 kg-CO₂ eq./unit) では、約 1.3 倍の GHG 排出量となった。これは、粉砕拠点、再生拠点より輸送距離や輸送手段の違いによるものである。

熱回収では GHG 排出量の少ない順に case1 (ガス化改質炉)、case2(熱分解ガス化灰溶融プラント)、case3 (RDF 化、還流ガス化プロセス) となった。最も少ない case1 (10.9 kg-CO₂ eq./unit) に対し、最も多い case3 (14.7 kg-CO₂ eq./unit) では、約 1.3 倍の GHG 排出量であった。これは、再資源化プロセスの違いによるものである。

また、当社の廃車での ASR 処理量が最も多く (2011 年実績)、実測データを収集して算出した熱回収の case1 とマテリアル・リサイクルの各シナリオとを比較すると、マテリアル・リサイクルの case5 を除き、マテリアル・リサイクルの方が GHG 排出量は少ない。すなわち、case5 のように北海道地区で回収・粉砕を行い広島地区まで輸送し再生を行うシナリオでは輸送距離が長い為、輸送にかかる GHG 排出量の増加により環境負荷が高い結果となったが、北海道地区を除くと、各地区で回収・粉砕を行い広島地区まで輸送し再生を行うシナリオにおいて、マテリアル・リサイクルの方が、環境負荷から回避効果を差し引いた GHG 排出量が少ない結果となることが分かった。

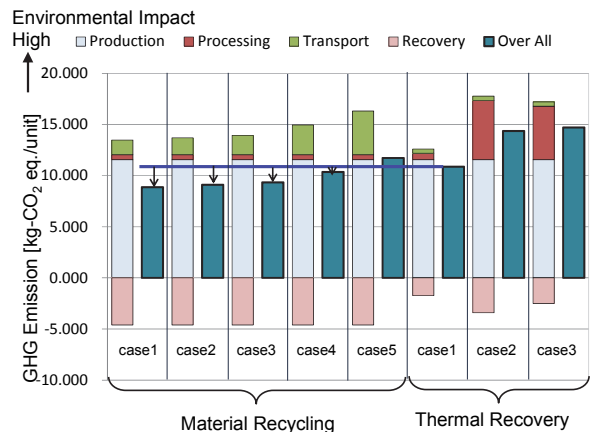


Fig. 4 Results of GHG Emissions between Energy Recovery and Material Recycling

4. 結論

本稿では、当社が世界で初めて実用化した廃車バンパを新車バンパとしてマテリアル・リサイクルする場合と、廃車バンパを熱回収する場合について、複数のシナリオで LCA による環境性を比較評価した。その結果、北海道地区を除き、各拠点で回収・粉碎し広島地区まで輸送し再生するシナリオにおいて、マテリアル・リサイクルの方が熱回収する場合より環境負荷低減効果があることが分かった。

5. おわりに

今後、さまざまな新技術や新製造工程においても、ライフサイクル全体での環境負荷を低減するための車づくりが重要になると考える。引き続き、ライフサイクルを通じた環境負荷低減効果を定量的に評価し、リサイクルをはじめ当社のさまざまな戦略立案における意思決定をサポートしていく。

参考文献

- (1) マツダ (株) ニュースリリース, マツダ, 廃車バンパーから新車バンパーへのリサイクルを世界で初めて実現 (2011.8.24)
- (2) 福重真一ほか: ライフサイクルシナリオに基づく製品設計のための統合支援環境の提案, 精密工学会誌, Vol. 78, No. 2, pp.143-148
- (3) 中野隆裕ほか: 自動車のライフサイクル設計, 自動車技術, Vol.66, 11, p.13 (2012)
- (4) Nitta S. et al.: "A Study on Innovation of Material Recycles: World's First Implementation to Use ELV Bumper Materials for New Car Bumpers", SAE Technical Paper 2013-01-0831, 2013, doi: 10.4271/2013-01-0831
- (5) 新田茂樹ほか: 世界初の廃車バンパから新車バンパへのマテリアル・リサイクル, マツダ技報, 30号, pp.229-233 (2012)
- (6) 藤原善治ほか: サーモセレクト方式ガス化改質炉制御システム, JFE 技報, No.15, 2007 年 2 月, pp.43-46
- (7) 経済産業省資源エネルギー庁, 第 13 回基本問題委員会配布資料, 資料 7, p17
- (8) 船崎ほか: 使用済み自動車の LCA, 自動車技術, vol.56, No.7, pp.57-63 (2002)
- (9) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 16 年度報告書 「二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業/製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発/製品等に係る LCA 及び静脈系に係る LCA の研究開発」, (社) 産業環境管理協会, p.322

■ 著 者 ■



森口 義久



新田 茂樹



中野 隆裕