

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○塩見聡
株式会社間組 正会員 村上真一
関西大学工業技術研究所 正会員 中野加都子
関西大学大学院工学研究科 正会員 和田安彦

1. 序論

近年、廃棄物処理場の不足や資源枯渇等の問題から、廃棄物をリサイクルするための法整備や技術開発等が行なわれ、循環型社会システムの構築が進みつつある。しかし、私的交通手段として消費者が使用している自転車においては、未だ廃棄される自転車の台数が年々増加の一途をたどっている。そのため、廃棄自転車をリサイクル、リユースする必要性が指摘されている¹⁾。本研究は自転車再生システムに注目して、自転車の再生による環境負荷削減効果の評価を行なったものである。

2. 評価範囲(図-1)

CASE-1 は自転車再生システムであり、CASE-2 は今までの処理のように破碎処理して埋立処分した後、新車を製造する新車製造システムである。ここで、CASE-1 ではバージン材製造プロセスを追加することにより、CASE-2 の再生鉄、再生アルミ製造と評価範囲を同等とした。また、製造されるものの質に関しても同等として評価した。この両ケースを比較することで、自転車再生システムの環境負荷削減量の定量化を行なった。

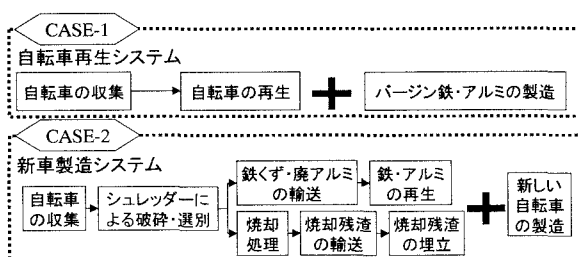


図-1 本研究の評価範囲

対象とした環境負荷項目はエネルギー消費量、CO₂排出量、NO_x排出量、SO_x排出量である。なお、自転車の年間の製造台数は、自転車再生工場のヒアリング調査で得た1年間の製造台数である286台とした。

3. 人の労働による環境負荷の考え方(図-2)

自転車再生工程では手作業が重要なプロセスの1つである。そのため本研究では、人の労働も環境負荷として定量化に組み込んだ。

(1)労働によるエネルギー消費量の考え方

厚生省の簡易算出式(生活活動強度Ⅲ)を用いて、人の労働によるエネルギー消費量を算出した。簡易算出式は、1人1日あたりのエネルギー摂取量を算出するものであるが、1日のエネルギー摂取量は、その日の生活により消費されるものと想定して、1人1日あたりのエネルギー消費量を算出した。

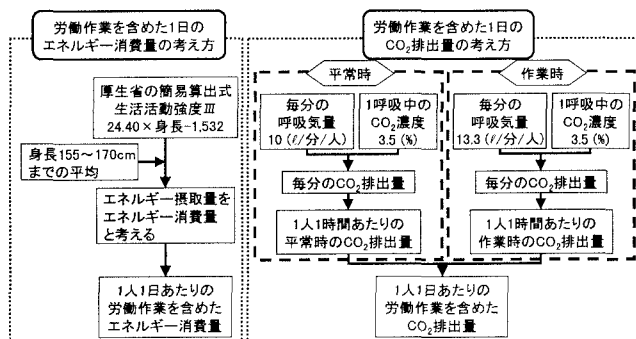


図-2 人の労働による環境負荷算出フロー

なお、生活活動強度Ⅲとは、6時間座り、6時間立っての生活・作業、1時間の肉体労働、3時間歩く、8時間睡眠する時の1日のエネルギー摂取量を求めるものであり、これが、自転車再生工場での労働者の1日の生活形態に類似していると想定して使用した。また、新車製造システムでは、電力については待機電力もエネルギー消費量として考慮したため、人の労働作業時間外についてもエネルギー消費量を考慮した。

(2)労働によるCO₂排出量の考え方

人の労働によるCO₂排出量は、労働者の平常時と作業時に分けて、1人1時間あたりのCO₂排出量を算出

Satoshi SHIOMI, Shinichi MURAKAMI, Kazuko NAKANO and Yasuhiko WADA

した。ここで、エネルギー消費量と同様、人の労働作業時間外についても CO₂ 排出量を考慮したため、平常時の CO₂ 排出量も考慮した。本研究では、平常時の毎分の呼吸気量は 10ℓ/分/人^{2),3)}とした。また、作業時の毎分の呼吸気量は、平常時に比べ呼吸気量が多くなると想定した。ここで、労働作業を含めた 1 日のエネルギー摂取量が 2,433kcal/日/人であり、労働作業を行わない 1 日のエネルギー摂取量の 1,824kcal/日/人と比べて、1 日のエネルギー摂取量が 1.33 倍になるので、作業時の毎分の呼吸気量も平常時に比べて 1.33 倍とした。なお、1 呼吸中の CO₂ 濃度は平常時、作業時とも 3.5%^{2),3)}とした。これらから、1 人 1 日あたりの CO₂ 排出量を算出した。

(3)人の労働による環境負荷原単位

以上の方法を用いて算出した人の労働による環境負荷原単位を表-1 に示した。

4．評価結果(図-3)

(1)エネルギー消費量

エネルギー消費量は、CASE-2 に比べて CASE-1 は 63% 少ない。これは、CASE-2 の新車製造によるエネルギー消費量が 431GJ/年であるのに対して、CASE-1 の自転車再生によるエネルギー消費量が 22.2GJ/年と 95%の削減量となることによるものである。なお、自転車再生によるエネルギー消費量の中で、人の労働によるエネルギー消費量は 5.82GJ/年となり、自転車再生によるエネルギー消費量全体での占める割合は 26%である。

(2)大気への排出量

CO₂ 排出量は、エネルギー消費量と同様に CASE-2 に比べて CASE-1 は 60%少ない。これは、エネルギー消費量と同様、CASE-2 の新車製造による CO₂ 排出量が 9,130kg-C/年であるのに対して、CASE-1 の自転車再生による CO₂ 排出量が 540kg-C/年と 94%の削減量となることによるものである。なお、自転車再生による CO₂ 排出量の中で、人の労働による CO₂ 排出量は 110kg-C/年となり、自転車再生による CO₂ 排出量全体の占める割合は 20%である。

以下、NO_x 排出量、SO_x 排出量もエネルギー消費量、CO₂ 排出量と同様の結果が得られ、NO_x 排出量では CASE-2 に比べて CASE-1 は 84%少なく、SO_x 排出量も CASE-2 に比べて CASE-1 は 85%少ない。

5．結論

以上のことから、自転車再生システムは、新車製造システムと比較して、環境負荷が約 15%～39%ですむことを示した。今後、自転車においても循環型社会システムを推進することが、廃棄物減量化とともに環境負荷削減に大きな役割を果たす。このためには、再生自転車の需要を増大することが必要であり、消費者が再生自転車を購入しやすくするためのルートを形成していくことが重要である。

【参考文献】

1) 村山長・大場史憲：リサイクルの容易性評価のための分解順序の生成、自転車技術情報、No57、財団法人自転車産業振興協会、1993。
2) 本川弘一・和田正男：生理学講義(上巻)、南山堂、p.242、1970。
3) 坪井実・市河三太・井川幸雄・松田誠：生理学、講談社、p.235、1977。

表-1 人の労働による環境負荷原単位

プロセス	投入物	排出物
人の労働	エネルギー消費量	CO ₂ (平常時) 41.4 (g-CO ₂ /時間/人)
	2,433 (kcal/日/人)	CO ₂ (作業時) 55.2 (g-CO ₂ /時間/人)

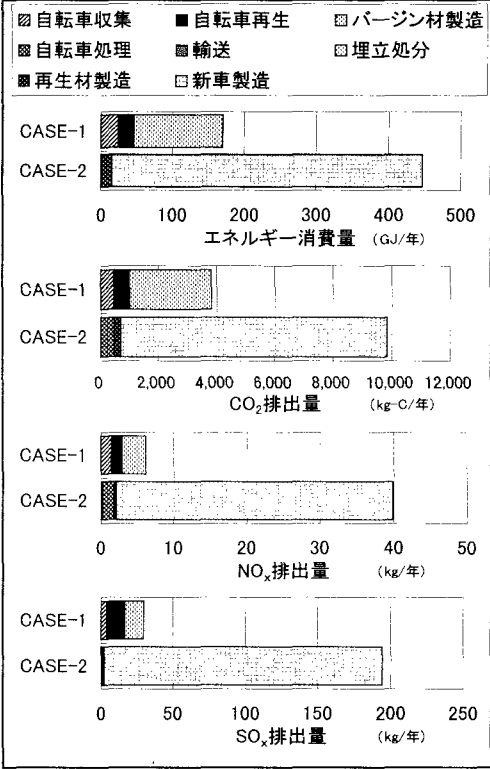


図-3 環境負荷算出結果