

# 建設機械のリサイクルの現状と推進

松本 毅

## 1. はじめに

循環型社会形成推進基本法が施行され、家電・自動車など多くの品目にリサイクル率の数値目標が掲げられ、実行が求められています。地球環境への配慮・限りある資源の有効利用などを考え、建設機械業界でも対応する活動が進められています。

社団法人日本建設機械化協会では1999年から2年間行われたプロジェクト活動の成果として、2001年3月に「建設機械の環境負荷低減技術方針」が発行されたことは、既に9月号で紹介されたとおりです。これは建設機械の使用段階・廃棄段階で対応すべき問題点を明確にし、開発・改良の方向を示すものとしてまとめられたものです。

一方、社団法人日本建設機械工業会では、1997年「リサイクル促進のための製品設計段階における事前評価のガイドライン」を定めた他、ゴムクローラの廃棄処理など個々のテーマについても取り組んできました。このたび使用済み建設機械のリサイクルを製造業者の団体として総合的に推進するため、当工業会技術製造委員会内にプロジェクトチーム「建機リサイクル推進PT(project team)」を結成し、2000年10月より1年間の期間で活動を行ってきました。使用済み建設機械のリサイクルの現状と問題点、今後リサイクルを推進するための対応策を調査したうえで、2001年7月に「使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画」をまとめました。これは製造業者として取り組むリサイクル可能率を含む目標と、関係者全体で取り組むべきリサイクル率目標を掲げています。本報文は、その経緯をまとめたものです。

なお工業会での活動開始にあたっては、前出(社)日本建設機械化協会の活動チーム員に引続き参加してもらうことができ、活動推進につながりました。ご協力いただいた皆様に感謝いたします。

## 2. 使用済み建設機械の発生状況

我が国の建設機械の在籍台数は約126万台(1999年)であり、約7万8千台の新車が投入され、約9万8千台の中古車が発生しました。近年は中古車発生が新車投入台数を上回るようになってきています(図-1参照)。それらの機種別の内訳を見ますと、いずれも油圧ショベル・ミニ油圧ショベルが約80%を占めており我が国の

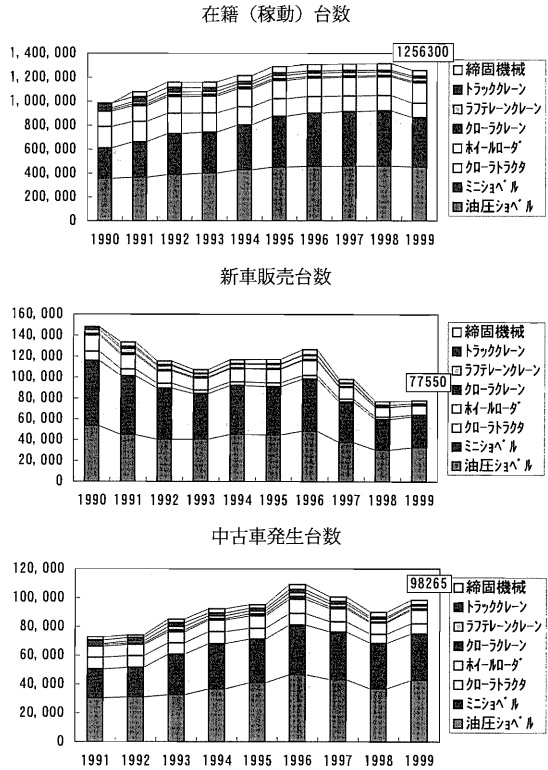


図-1 建設機械の在籍、新車、中古車の推移

表-1 中古建設機械の発生と流通状況(1999年)

機 種	中古建機 の発生	中古建機の流通			
		国内需要	海外需要	解体処理	在庫増減
油 圧 シ ョ ベ ル	42,500	15,400	24,300	2,640	160
ミニ シ ョ ベ ル	32,220	22,110	8,550	2,130	-570
クローラトラクタ	7,240	2,560	4,170	570	-60
ホイールローダ	9,430	4,740	4,110	630	-50
クローラクレーン	865	255	590	5	15
ラフテレンクレーン	2,060	1,170	1,020	30	-160
トラッククレーン	950	280	610	110	-50
締 固 機 械	3,000	955	2,010	150	-115
合 計	98,265	47,470	45,360	6,265	-830

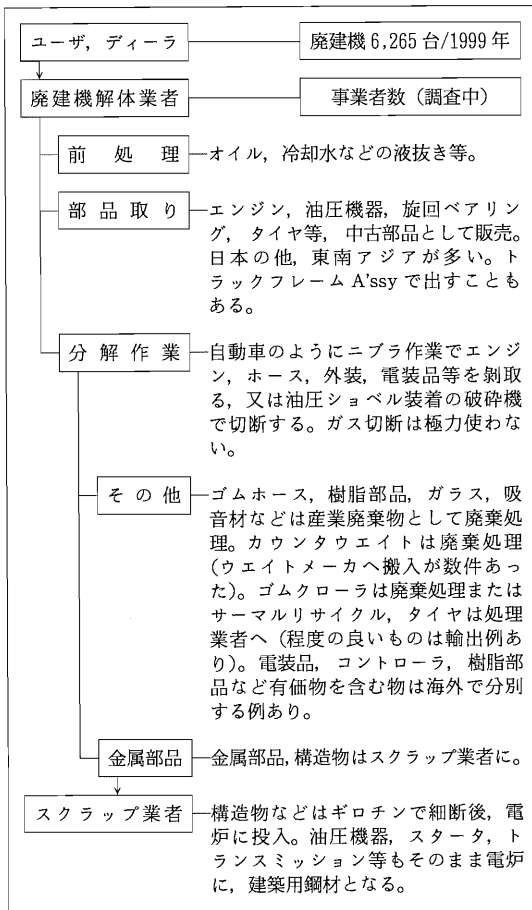
建設機械構成の特徴を示しています。中古車発生と流通の内訳を見ますと(表-1参照)、国内で中古車として再使用された物は約4万7千台(約48%)、海外に輸出された物は4万5千台(約46%)、使用済み建設機械として解体された物は約6千台(約6%)となっており、ほとんどが中古建機として再使用されているのが現状です。

### 3. 使用済み建設機械のリサイクルの現状

当プロジェクトチームでは、建設機械のリサイクルの現状や関係業界の状況を把握するため、建設機械の解体業者、スクラップ業者、電炉業者、自動車メーカ、自動車の解体業者、シュレツダ業者、タイヤリサイクル業者、タイヤリサイクル協会、カウンタウエイト製造業者、樹脂リサイクル業者、(財)日本自動車研究所、家電リサイクル業者など関係事業者を訪問し問題点と対応策について検討してきました。訪問に際し各事業者の方々には多大なご協力をしていただいたことに感謝いたします。以下その概要を記します。

#### (1) 建設機械の解体業者

使用済み建設機械は一般にユーザ又はディーラから発生し、建設機械の解体業者に持込まれます。解体業者は建設機械専門に扱う業者と、自動車、産業機械なども同時に扱う業者に分かれていますが、使用済み建設機械の排出



図一 建設機械の解体処理方法

台数が少ないことから専門業者は極少数に限られています。建設機械の解体処理方法は一般に図一のようになっています。

解体業者では、まずオイル、冷却水などを抜去した後、中古部品として再使用可能なものを取ります。エンジン、ラジエータ、油圧ポンプ、油圧モータ、油圧バルブ、油圧シリンダ、走行減速機、旋回減速機、旋回ベアリング、トルクコンバータ、トランスミッション、トラックローラ、トラックシュー、ゴムシュー、大型タイヤ、スタータモータ、オルタネータなどの部品のうち、再使用可能なレベルの物はすべて対象になります。

取外された部品は自社保管され、ユーザの要求に応じて再販売されますが、自社で整備して販売する業者と、そのままの状態の販売する業者が有ります。販売先は日本国内の他、東南アジアへ出荷される例が多くあり、トラックフレームについては下転輪、遊動輪、走行減速機等を組込んだアセンブリで出荷され、農業機械の部品として再使用されるなど、海外での中古部品の需要は相当高いようです。

部品はほとんどアセンブリ単位で保管され、部品識別を容易にするためブラケット付き、ホース付きで、また錆びを防止するためタップ穴にはボルトを付けたままで保管するなど各業者独自の工夫を凝らしています。解体業者としてはどれくらいの部品が中古部品として再使用可能か、どれくらいの価格で再販売できるかが採算上重要なポイントとなっており、今後リサイクルを推進する上で重要な項目になると思われます。

部品取りされた後の車体は、鉄部品、プラスチック、ゴムなどに分解されます。分解は油圧ショベルに取付けた破碎機などで切断、剥取りを行い、コストの高いガス切断を最小限にしています。ブーム、アームなどの鉄部品は運搬可能な大きさに切断され、鉄スクラップとして再使用するため、スクラップ業者に運ばれます。アルミニウム、銅等は高価に販売できるため、容易に分解できる物は解体業者で分解されていますが、電線・計器など手のかかる物は海外へ輸出され手作業で分解する例も有るようです。

これら以外の部品は、ほとんどすべてが廃却処分されているのが現状です。特に製缶製カウンタウエイト(コンクリート内蔵)、ゴムクローラ、大型タイヤは重量が大きく処置に困っている部品です。

#### (2) スクラップ業者、電炉業者

我が国の鉄鋼の生産量は年間約1億トンであり、そのうち約70%が高炉(原料は鉄鉱石)、30%が電炉(原料はスクラップ鉄)です。国内には構造物などのインフラストラクチャに約12億トンの鉄鋼が使用されており、これが今後スクラップとして徐々に流通していくと思わ

れます。米国では既にスクラップの増加が始まっており高炉55%、電炉45%となっており、我が国も必然的に米国の後を追う事になると思われれます。高炉でも転炉の段階でスクラップ鉄の投入による製鋼効率の向上を図っていますが、スクラップ鉄価格の低下が投入を可能にしているようです。

スクラップ業者は建築構造物、機械類、プレス切断、ガス切断の廃材などを電炉に投入可能な大きさに切断加工する業者です。電炉業者は生産する鉄鋼製品の品質を考慮しながら、品位の異なる各種スクラップを配合して溶解します。即ち一般の建築用鋼材と、ベアリングなど高級鋼ではスクラップ鉄の配合割合は異なります。銅、クロム、アルミニウムなどの非鉄金属は高級鋼用では嫌われますが、建築鋼材用としては全体量で薄める事により投入可能です。クロムめっきしたピストンロッド、銅めっきした部品、圧入された銅ブシュ、トランスミッション、油圧ポンプなども量にもよりますがそのまま投入可能です。しかし、スクラップ鉄としての価値を考えると、単体金属に容易に分解できる構造、クロム、銅等に代る代替え材の検討が今後の課題となります。塗料や付着した油脂はそのまま投入しても問題ないようです。

使用済みの建設機械はスクラップとしては大型なため、取扱いが困難です。一般に切断はギロチンシャーを使用し、ガス切断は高価なため最小限になるよう工夫しています。ブーム、アームなどはギロチンで切断可能ですが、トラックフレームなど寸法の大きい物はギロチンに入る大きさにガス切断することが必要です。鑄鉄部品は靱性が低いためプレスで圧碎します。鑄鉄性のカウンタウエイトが代表例ですが、肉厚が厚いとプレスの能力を超え圧碎できません。このような場合はガス切断でスリットを入れた後プレスで圧碎しますが、鑄鉄のガス切断は非常に困難です。圧碎処理が容易なように薄肉構造にするか、大きな塊、厚肉部分にはあらかじめ圧碎用のスリットを入れておくなど設計上の配慮が必要です。

### (3) 自動車の解体業者

使用済み自動車は年間約500万台発生し、解体業者は約5,000社あるといわれています。建設機械はキャビン、運転席周り、電装品、外装品の一部は自動車と類似しており、リサイクルの面で参考にするべき点は多くあります。自動車の一般的な解体は、まずオイル、冷却水等の液抜き、中古部品として使用可能な物を取外します。主な中古部品はエンジン、タイヤ、ラジエータ等のほか、ドア、フード、バンパなど外装部品です。ドアなどは新品の1/10の価格で販売されている例もあり、外装部品が対象になっているのが建設機械と異なる点です。また、メーカ系のディーラーで修理用に中古部品を使用するなど（従来は新品しか扱わなかった）中古部品の流通は

かなり組織的に進んでおり、今後建設機械の中古部品の流通を促進するための参考になると考えられます。

部品取りされた後の車体は、自動車解体用の油圧ショベル（10～20トンクラスの油圧ショベルのトラックフレームに自動車を押さえつけるための足とアーム先端に解体用に破碎機をつけたもの）で、エンジン、サスペンション、プロペラシャフト、排ガス浄化用の触媒、外部から見える電線を剥取ります。剥取った部品は各々リサイクルされます。残った車体は「自動車から」と称され、輸送効率を高めるためプレスで圧縮されシュレッダ業者に運ばれてシュレッダ処理されます。自動車の場合、シート、内装類、電装類、バンパ、ガラス等はまとめてシュレッダ処理されているのが現状であり、これを部品毎に分解し、マテリアルリサイクルの研究が続けられています。

2004年度施行を目指して策定中の「自動車リサイクル法（仮称）」では、シュレッダダスト（ASD; automobile Shredder dust）、エアバッグ、フロンガスの3部品について自動車メーカに引取り義務を課すことが決まっております。建設機械のリサイクルを考える時その処理費用の取扱いも含めて大いに参考になると思います。

### (4) シュレッダ業者

シュレッダ業者は約140社有り、自動車ガラのほか廃家電、自動販売機、事務機器等もシュレッダ処理されています。シュレッダマシンの回転ドラムの中に自由に動くハンマが多数取り付けられており、このハンマで対象物をたたき剥取って破碎します。自動車1台は1分弱で処理できます。シュレッダで破碎されたものは、磁力、渦電流などを利用して、鉄・ミックスメタル（銅、アルミニウムなどの非鉄金属）、シュレッダダストに分類されます。

鉄はスクラップ鉄として溶解再利用、ミックスメタルは選別されて銅、アルミニウムなどの原料に高価で販売されますが、電線などは十分に分離されない場合が有るので海外へ輸出され、手作業で分別する例もあるようです。シュレッダダストは焼却処理又は産業廃棄物として埋立て処分（管理型）されていますが、処分場不足からサーマルリサイクル、マテリアルリサイクルの研究がなされています。

シュレッダ作業は一般に残留ガソリンなどによる爆発防止、シュレッダ作業の抵抗を少なくするため300PSクラスのプレシュレッダマシンの低速シュレッダされた後、2,500PSクラスのシュレッダマシンの高速で破碎されます。能力は5mm厚の鉄板（小さいものなら9mmくらいまで可）、オルタネータ、スタータなどもそのまま投入可能です。

### (5) タイヤリサイクル業者

タイヤは既に指定産業廃棄物、指定一般廃棄物に指定されており、流通・処理ともにルートが確立しています。1999年には廃タイヤは約1億本(97万2千トン)発生し(タイヤ交換時に約80%、廃車時に約20%)、約88%がリサイクルされています。約56%がセメント焼成、製鉄所、ボイラ等で熱利用、32%が輸出、更正、再生等の原型または加工用として再使用されました。熱利用のためには、破碎機でチップに裁断して納入します。

建設機械用の大型タイヤもこのルートで処理する事が可能であり、一部で実施されています。

## 4. 使用済み建設機械のリサイクル方法と対応

建設機械は自動車・家電製品に比べて、リサイクル困難な樹脂部品等の使用割合が少なく、技術的にリサイクル可能かどうかを示す指標であるリサイクル可能率は現状でも高い値であります(表-2参照)。

表-2 リサイクル可能率試算結果例

(単位: mass%)

機 種	可 能 率	可能率(注1)	備 考
油 圧 シ ョ ー ベ ル	97	78	20トンクラス
ミニ シ ョ ー ベ ル	97	86	3トンクラス
クローラトラクタ	98	—	20トンクラス
ホイールローダ	97	92	16トンクラス
ミニホイールローダ	97	92	2.5トンクラス
ラフテレーンクレーン	97	95	25トンクラス
グ レ ー ダ	98	94	13.4トンクラス
不 整 地 運 搬 車	97	81	2トンクラス

注1: 製缶製カウンタウエイト、ゴムクローラ、タイヤをリサイクル不可としたとき。

使用済み建設機械をリサイクルする場合、主に板金で構成された大物構造物、電装、運転席まわり等自動車と類似部品、カウンタウエイトなど建設機械独自のリサイクル困難な物の3つに分類されます。これらについて現状の処理状況と問題点、対応方策について検討した結果を記します。

### (1) ブーム、アーム等大物板金構造物などの金属部品

現状は解体業者で分解後、スクラップ業者で切断・破碎が行われ、スクラップ鉄として再利用されています。今後も、この方法でリサイクルが推進されると予想されますので、スクラップ加工の容易化、スクラップ品質を高めるための設計面での改善を行っていく必要があります。

### (2) キャビンの内装、電装、エアコン、樹脂製の外装部品など自動車と類似した部品

自動車と類似した部品は建設機械用として独自に処理

するためには数が少ないので、自動車の処理ルート、施設を活用するのが適切であります。そのためには自動車の処理ルートに乗せられるよう、今後自動車で開発されたリサイクルを向上させる技術や材料などを建設機械にも応用していく必要があります。

### (3) カウンタウエイト、ゴムクローラ、大型タイヤなど建設機械特有の部品

建設機械では、特にこの3部品が処理困難で、リサイクル寄与率が大いにかかわらず、リサイクルが進んでいないのが現状です。今後この3部品について重点的にリサイクルを推進していく必要があります。以下この3部品についてリサイクルの進め方について記します。

#### ① カウンタウエイト

カウンタウエイトは板金製の容器にコンクリート等を充填した製缶製と全体を鋳物で作った鋳鉄製に分類されます。製缶製カウンタウエイトは破碎後、製缶部分はスクラップ鉄として、コンクリート類は破碎後カウンタウエイトの骨材として再使用する事を検討しています。

当チームではカウンタウエイト製造業者、スクラップ業者の協力を得て合計約100トンのカウンタウエイトに

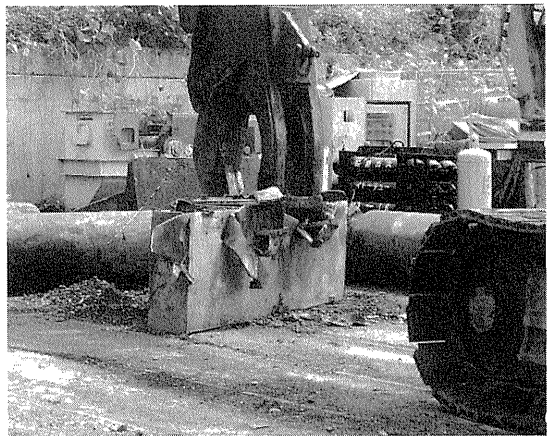


写真-1 ラバンティシャによるカウンタウエイトの破碎状況



写真-2 自走式破碎機による内容物の破碎状況

ついてリサイクルの実証テストを行いました。テストは40トンクラスの油圧ショベルに装着した破碎機(ラバンティシャ)でカウンタウエイトを破碎分解し(写真—1参照)、分解した内容物は30トンクラスの自走式クラッシャーで破碎(写真—2参照)、再度カウンタウエイトとして使用できることを確認しました。カウンタウエイトのリサイクルはこの方法で行うのが適当と思われ、今後処理ルートの確立、処理費用の試算などを行い、リサイクル実行のための提案を行っていきます。

鋳鉄製のカウンタウエイトはすでにスクラップ鉄として再利用されていますが、前述したように破碎を容易にするための設計上の配慮が必要です。

## ② ゴムクローラ

ゴムクローラは当工業会流通サービス委員会で電炉投入のテストを行ってきました。電炉投入可能な大きさに切断後、電炉に投入しますが、鉄部分は鉄原料として、ゴム部分は熱エネルギー源として再利用可能なことを確認しています。今後、適用電炉業者の拡大と、処理ルートの確立を推進します。

## ③ 大型タイヤ

自動車用のタイヤは指定一般廃棄物、指定産業廃棄物に指定されており、主にセメント、製鉄用の熱エネルギー源としてリサイクルされています。建設機械用の大型タイヤもこの処理ルートで処理することが可能であり、今後この方法で推進する事が適当と思います。

## 5. 建設機械のリサイクル推進方策について

使用済み建設機械のリサイクルを推進するためには、リサイクルしやすい機械を作るという製造事業者の責任

はもちろんですが、部品製造事業者、ユーザ、処理事業者、政府を含む全ての関係者がそれぞれの役割を果たすことが不可欠です。これまでの活動により、リサイクルの現状、問題点、対応すべき事項などが明確になり、これらを推進するために「使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画」を策定し発行しました。本行動計画では製造事業者として取組む目標(リサイクル可能率97%以上)と、関係者全体で取組む目標(2010年までにリサイクル率をリサイクル可能率に近づける)をそれぞれ掲げています。当工業会では今後この行動計画に基づいて、製造事業者として取組む事項としてリサイクル可能率の維持、向上とリサイクルしやすい構造、材料の工夫などリサイクルが容易な設計・製造上の配慮をすると共に、関係者全体で取組む事項としてリサイクル実行方法の提案と推進・部品コンポーネントの再使用促進、リサイクル推進に関する情報の提供、リサイクル率の評価方法とフィードバック方法の確立を行います。関係各部門におかれましては、本趣旨ご理解のうえリサイクル推進にご協力をお願いいたします。

「使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画」は当工業会のホームページに記載されていますので参照してください(<http://www.cema.or.jp>)。

### 〔筆者紹介〕

松本 毅(まつもと たけし)  
社団法人日本建設機械工業会  
技術製造委員会  
建機リサイクル推進PT  
株式会社小松製作所開発本部  
商品企画室  
担当部長

