

初期型アルミ合金製通勤車両のリサイクル手法

1. はじめに

アルミニウムは「再生地金化するのに新地金を作る場合のわずか3%のエネルギー消費量ですむ」という優れたリサイクル性を有しており、再利用することで大きな省エネ効果を発揮する。そのため、アルミ合金製車両の廃車時にも、その特性を十分に発揮して製品から製品への循環を可能とすべく、これまで多くのリサイクル手法に関する基礎研究が実施されてきた。本稿では、その研究成果を踏まえ、当面の間多く廃車される初期型アルミ車両のリサイクル手法を確立すべく実車両で調査を実施したので、その内容を紹介する。

2. これまでの研究成果と課題

アルミ合金の品質は成分組成と割合で確保されているが、再生地金化する際にアルミ以外の合金元素を抽出する技術は商業的に確立されていない。そのため、初期型アルミ合金製車両のように、軽量化と高剛性を両立させるために強度の異なるアルミ合金 (= 成分組成が大きく異なる) を溶接して製造している車体をリサイクルする場合、再生用途に適した合金種別ごとに分別回収し、再生地金の成分を確認する必要がある。いっぽう、分別しない場合は、手間もコストも抑制できるが、低品質合金として利用範囲が限定されるか、あるいは純アルミを追加して全体を薄めて成分調整しなければならない。1993年には東京メトロ東西線5000系車両を解体して新造車両の部品にリサイクルしたが、異種合金へ再生するのに多くの純アルミを必要とした。そのため、1990年代後半以降のアルミ車体は、主構造を同一の合金で構成しモノアロイ化を図ってリサイクル性を向上させている。しかし、当面の間の廃車対象は、それ以前に製造された初期型アルミ車両であるため、今後それらを何にリサイクルするかが課題となった。

3. 今後の初期型アルミ合金製車両のリサイクル手法

車体から車体に戻すには、最終的に

6N01 (6005C) という押出型材に適したアルミ合金に戻さなければならないが、初期型アルミ車体に多く使用されている5083合金は、6N01合金と比較してMg量が多いため、純アルミで7倍程度薄めなければならない (Mg抽出は困難)。また、7N01というZnを多く含む合金も扱いづらい。しかし純アルミを多く使用するということは、それだけエネルギーを消費するため、本来のアルミの優れたリサイクル性を生かしきれない。そこで、型材に戻すことは断念し、消費量が多く、流通ルートも確立している鋳物自動車部品への再生を試みた。その方法を確立するため、廃車車両にて解体分別・溶解テストを行い再生合金の成分評価を行った。解体にあたり、車内設備品の撤去と塗装断熱材の除去をした後、合金種別が異なる側屋根部材と台枠部材とにプラズマカッタで図1 (a), (b) のように大別した。その後、ニブラにて裁断しながら電線等を引き抜いた後に、シュレツダ処理機にかけた。鉄道車両のアルミ車体には鋼製ねじ座やステンレス部品、床材や断熱材等が付着しているため、シュレツダ処理の過程で不純物除去率を高めることが重要となる。そのため粉碎・ダスト集塵・磁気選別・手選別等の処理能力の高い設備を選択する必要がある。これで得られたシュレツダスクラップの状況を図1 (c) に示す。得られたスクラップを回転炉にて溶解し、歩留りと合金成分を確認した結果を表1-1, 1-2に示す。鉄・ステンレスが4%含まれるが操業用溶解炉に直接投入可能と判断した。また、台枠再生合金は、亜鉛の含有量が高くなるためADC12等の一般汎用鋳物材として再生し、側屋根・内装材は適切に分別したことで亜鉛含有量を低くでき、AC2C等の中品質鋳物材として自動車エンジン周辺部品 (シリンダヘッド・インテークマニホールド等) に用いることが可能となった。

4. おわりに

上記の手法が確立されたことにより、現在、廃車された東京メトロの初

表 1-1 1両あたりの歩留

投入		発生		
材料名	数量 (kg)	内訳	数量 (kg)	歩留り (%)
シュレツダスクラップ	5 018	再生合金	4 326	86.2
		ドロス	455	9.1
		鉄・ステンレス	200	4.0
		空減	37	0.7

表 1-2 部位別アルミ合金成分

分類	Cu	Si	Fe	Zn	Mg	Mn
台枠	0.143	0.107	0.290	1.698	1.618	0.351
内装材	0.075	0.233	0.276	0.303	0.634	0.269
側屋根	0.090	0.169	0.218	0.453	2.660	0.430
平均	0.103	0.170	0.261	0.818	1.637	0.350



(a) 台枠



(b) 側屋根



(c) シュレツダスクラップ

図1 車体の解体作業

期型アルミ車体は自動車部品としてリサイクルするようになった。環境対策はコストがかかるというのが一般的であるが、適切に分別処理したことでスクラップ価値を高め、分別しないで廃物として売却する方法と比較しても収支上ほぼ同等とすることができた。

(原稿受付 2009年9月29日)

[留岡正男 東京地下鉄(株)]