

キーワード：アルミドロス，めっきスラッジ，テルミット反応，含有金属回収

アルミはリサイクルの優等生？

アルミの軽量性，加工の容易さ，価格など他の金属にない優れた特徴から，わが国では年々アルミの使用量が增大しており，年間約400万トンのアルミ地金を輸入，溶解して各種のアルミ製品を製造しています。使用済みのアルミは回収して再溶解後再び，ダイキャスト材などに使用されています（図1，図2参照）。

溶解するとき，アルミの一部が酸化されたり，空気中の窒素で窒化アルミが出来たりします。また，塗料や不純物も混入しますので，これらを分離しなければなりません。再利用できるのは金属アルミだけです。アルミと酸化アルミの比重差が少ないこと，アルミより酸化アルミの融点が高くなることなどの理由により完全にアルミを分離回収することが出来ず，酸化アルミなどに金属アルミが含まれた状態で処分しなければなりません。

回収後の残渣をアルミドロスと呼んでいますが，これは年間20万トン程度にもなります。これに水がかかると水素やアンモニアガスが発生し，爆発事故も起こっていますが，埋め立て等に頼らざるを得ないのが現状です。アルミリサイクルのためにはアルミドロスの無害化技術開発が必要です。

アルミドロス無害化技術

アルミドロス無害化の方法として現在，加水分解法と焼成法が検討されています。加水分解では長時間かけても完全に分解できず，発生した多量のガスの処理にコストがかかります。焼成による無害化は，アーク放電の高熱でアルミを酸化，無害化するのですが，多量の電力が必要で，現在のところ実用化は困難です。

テルミット反応を利用したアルミドロスの無害化

アルミ粉と酸化鉄を混合して着火，反応させると，アルミが酸化され酸化鉄は還元されて鉄になります。このとき3000℃の高温が得られ，以前は新幹線のレールの溶接にもこのテルミット反応が利用されていました。

一方，めっき排水中には重金属が溶けているので，中和沈殿させて，排水を捨てます。残ったスラッジ（沈殿物）には銅，ニッケル，クロムなどが含まれているのですが，資源として利用されずにセメントで固めて埋め立て処分しています。

アルミドロス中の金属アルミ分（10～30%程度）に注目して，めっきスラッジとテルミット反応を起こさせ，資源の回収と無害化ができないか実験を行いました。めっきスラッジを乾燥，500℃で焼成したものとアルミ分30%のアルミドロスを混合し，るつぼ中でテルミット反応させました。その結果2kgの試料で5分程度の時間で反応は終わり，めっきスラッジ中のクロム，ニッケルなど金属の回収が出来ること，また反応後の試料からの重金属の溶出もなく，アルミドロスとめっきスラッジの同時無害化が短時間に達成できることがわかりました。

めっきスラッジ中の含有金属の回収

アルミドロスを原料にした場合，純粋のアルミ粉を使用した場合と比較して，テルミット反応の温度はあまり上がらず，還元された金属と酸化物の分離が困難です。混合した原料をあらかじめ700℃程度に予熱してから反応させると，還元された金属の分離が容易になり，めっきスラッジ中に含まれている金属分の50%以上がニッケルやクロムの合金として回収できました（図3参照）。

連続処理のために

将来、多量のアルミドロスやめっきスラッジを安全に処理するためには、連続処理が必要で、そのための処理条件を確定しなければなりません。また、分離回収のためには原料の予熱が必要ですが、予熱中に突然反応が始まると危険ですので、テルミット反応の着火条件を熱分析で調べました。酸化鉄と金属アルミ粉を混合して熱分析を行い、1438 で発熱反応が始まることを見つけました。

アルミの表面は酸化アルミでおおわれており、内部のアルミの酸化を妨げていますが、1438 で酸化鉄とアルミ表面の酸化皮膜が反応してスピネル($FeO \cdot Al_2O_3$)を生成します。言い換えれば、表面の酸化皮膜がスピネルになると内部のアルミが酸化されるようになり着火、テルミット反応が起こることが分かりました。

アルミドロスやめっきスラッジには、多種類の酸化物が含まれているため、もっと低い温度で着火するものと思われませんが、1000 までは安全に予熱でき、連続テルミット反応によるアルミドロスとめっきスラッジの同時処理は可能と考えています。

まとめ

アルミドロスを原料にしたテルミット反応は、めっきスラッジの無害化と含有金属の回収に有効で、それ以外にも重金属を含んだ各種ダストなど産業廃棄物の無害化に応用できればより一層素晴らしいと考えています。

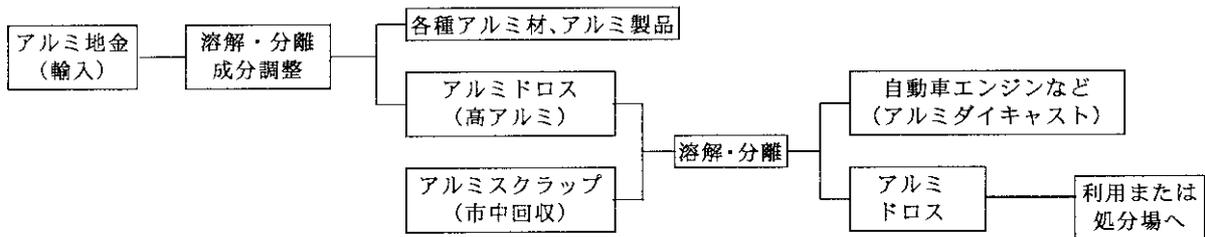


図1 アルミリサイクルの概要

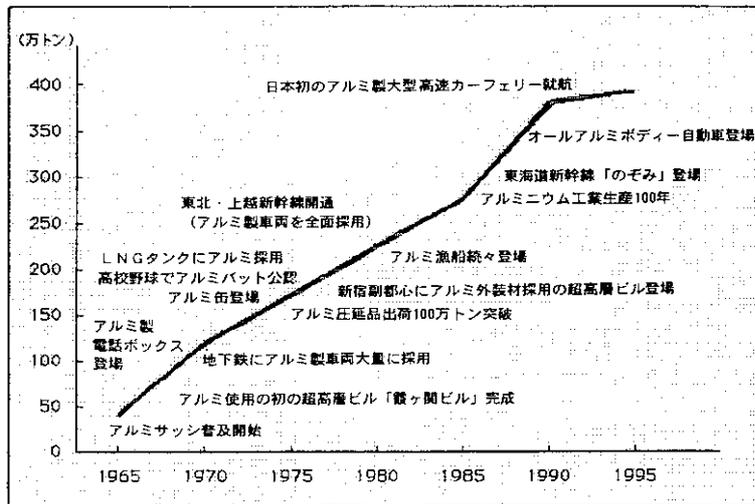


図2 アルミ需要の推移

(社)軽金属協会ホームページより



図3 めっきスラッジから回収した合金

作成者 評価技術部 環境科学グループ
 薦田俊策 Phone:0725-51-2723
 発行日 1998年10月14日