

グリーン水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究	
題目	アルミドロスの不純物予備処理技術の開発(タスク I-2) (選択粉碎と静電選別の組合せによるアルミドロス中の金属アルミの濃縮)
著者	早稲田大学 大和田秀二、源河悠輔、前田英律 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL:03-5286-3319

1. はじめに

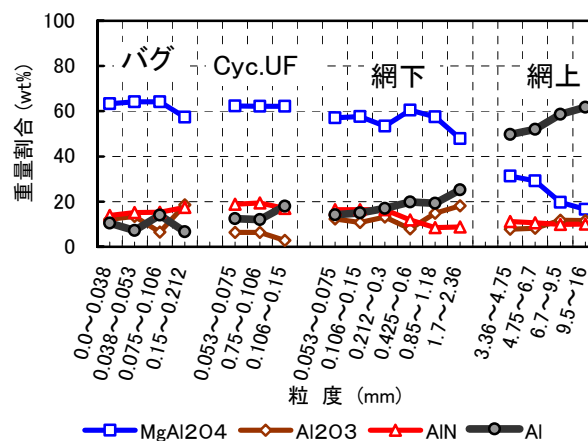
早稲田大学環境総合研究センターにおいて、2004年度より環境省の委託を受け、「本庄・早稲田地域での G(グリーン)水素モデル社会の構築」に関するプロジェクトが開始された。このプロジェクトにおける重要課題の一つは、アルミ廃棄物を NaOH 水溶液に投入して高純度水素を製造することであるが、本研究では、その資源としてアルミドロスに注目し、それからの金属アルミの濃縮を目的としている。前報¹⁾では、振動ミルによる選択粉碎が金属アルミの濃縮に有効であることを示したが、本報では、アルミドロスの粒度によって振動ミルと静電選別を適宜組み合わせ、5000系アルミ合金熔解時に発生するアルミドロスを試料として検討を行った。

2. 対象試料

昨年度と同様、5000系アルミ合金熔解時に発生する1番搾りアルミドロス(アルミ地金熔解工程から発生する生ドロスをMRMなる搾り機にて金属Alを搾った残渣)である「網上産物」、「網下産物」、「サイクロンアンダーフロー」、「バグフィルタ集塵灰」について、粒度分布、化学組成、鉍物組成を把握し、その結果から比較的粗粒で金属アルミ含有率の高い網上産物(+3.35mm)を選択粉碎の対象に、細粒の網下産物(0.106~3.35mm)を静電選別の対象と考えた。しかし、網下産物中の1.7~3.35mmの粒群は大きすぎて静電選別には不適であったので、今回は処理を行っていない。この粒群では渦電流選別などの適用が必要と思われる。

3. 各成分の粒度依存性

各試料の含有鉍物をXRDにて、化学組成をXRFおよび酸素窒素同時微量元素分析装置にて測定し、ノルム計算を行って粒群ごとに各鉍物の含有率を求めた。その結果を図1に示した。同図より、金属アルミは特に3mm以上の粗粒群に、スピネル(MgAl₂O₄)や窒化アルミ(AlN)は細粒群に濃集していることが分かる。



本研究は、平成 17 年度環境省地球温暖化対策技術開発事業「グリーン水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究」の研究資金によって行われました

図1 アルミドross中に存在する鉱物割合と粒度の関係

4. 振動ミルによる選択粉砕

振動ミル(シーエムティー製、TI-100型)を用いて「網上産物」中の+3.35mm粒群を時間(30、60、120、240、480s)ごとに粉砕し、それぞれの産物をふるい分けて各粒群の成分分析を行った。

この場合の金属アルミと他成分との分離効率から最適粉砕時間を30sと定めた。図2は30s粉砕時の金属アルミ品位と回収率(ふるい分け後の粗粒部を産物とする)、金属アルミと他成分および窒化アルミとの分離効率を、分離粒度との関係として示したものである。同図より、粉砕による金属アルミの濃縮が確認され、特に窒化アルミとの分離性が高いことが分かる。窒化アルミは水に触れるとアンモニアを発生し、水素の純度を低下させるため、特に事前除去の必要性の高い成分である。

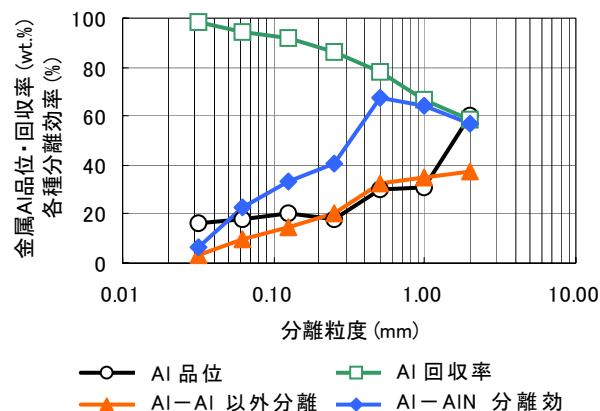


図2 振動ミル30s粉砕時の金属アルミの品位・回収率
および金属アルミと他成分・窒化アルミとの分離効率

5. 静電選別による金属アルミの濃縮

静電・コロナ電極併用式ロール型静電選別機(エリーズマグネチックス製、EST-1410型)を用い、網下産物(0.106~1.7mm)に対してまずはそのままの状態での静電選別を行ったが、金属アルミの濃縮は十分でなかった。そこで、静電選別の前処理として、網上産物と同様に振動ミルによる選択粉砕を行うこととした。粉砕時間を15、30、60sとし、飛距離産物ごとに成分分析を行って各成分の静電選別での飛距離分布を比較した結果、30sが最適と判断された。

その結果を図3に示した。分離飛距離15.4cmの際に、金属アルミと他成分との分離効率が最大で37%となり、高効率とは言えないが、金属アルミ品位がフィード試料品位20wt.%から55wt.%へと向上し、金属アルミ回収率も85%と、比較的良好な結果が得られた。

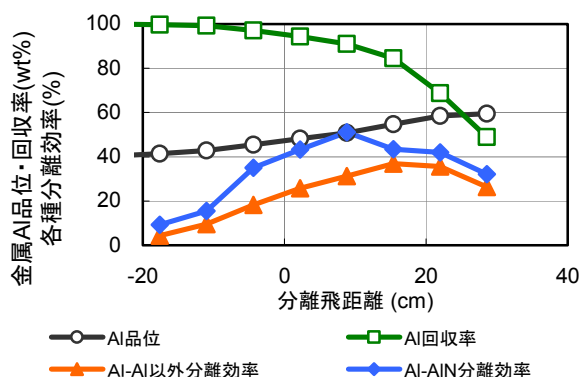


図3 選択粉碎(30s)後の静電選別における金属アルミ品位・回収率・他成分との分離効率と分離飛距離との関係

各粒子の静電選別挙動をより詳細に見るために、接地ロール上で粒子に掛かる重力、遠心力、摩擦力、電気力を、粒子がドラムを離れてからは電気力および重力を考慮して、その軌跡を求めた。詳細な粒子軌跡のシミュレーションには、電場の模擬を電荷重畳法等を用いて行われる²⁾が、ここでは、電場は、静電電極のみから放射状に電束線が伸びていると仮定して、簡易的なシミュレーションを行った。

図4は、このシミュレーションより得られた各粒度の粒子1個あたりの荷電量と、既述の最適条件下で得られた濃縮産物の金属アルミ品位との関係を示している。図より、(i) 全粒群にわたって、金属アルミ品位の高いものほど粒子荷電量が大きいこと、(ii) 粒度の大きいものほど粒子荷電量が増加すること、(iii) 粒度の大きいものほどアルミ体積変化量に対する粒子荷電変化量(各粒度における図中のプロットを直線回帰した際の傾き)が大きくなること、などが理解される。(i)、(ii)の結果は当然であるが、静電選別では、粒子表面に良導体が露出する場合に接地ロール上で電荷の移動が起こるので、(iii)の事実は、粗粒のものほど金属アルミの表面露出率が高いことを示しており、事前の選択粉碎では、粗粒のものほどその効果が高いことが理解できる。なお、(iii)については、単位体積あたりの粒子荷電量についても確認を行っている。

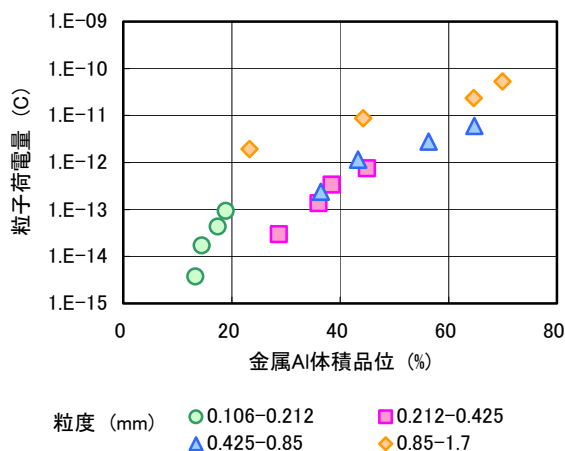


図4 金属アルミ濃縮産物中のアルミドロソ粒子1個あたりの荷電量との金属アルミ品位の関係

本研究は、平成17年度環境省地球温暖化対策技術開発事業「グリーン水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究」の研究資金によって行われました

6. 本庄・早稲田地域における本法適用の効果

選択粉砕と静電選別を組み合わせるアルミドross中の金属アルミを濃縮する処理フローを、図5のように作成した。本実験で行ったのは、図中、「網上産物」の選択粉砕と、「網下産物」の選択粉砕＋静電選別であるが、「網上産物」の選択粉砕後の「細粒」にもまだ多くの金属アルミが含有されており、これを「網下産物」フロー中の選択粉砕にフィードバックすることを考えている。選択粉砕を施す「細粒」と「網下産物」の粒度と金属アルミ品位はほぼ同様であったので、ここでは、両者の選択粉砕・静電選別での分離成績が同様と仮定して各成分のマテリアルバランスを計算した。

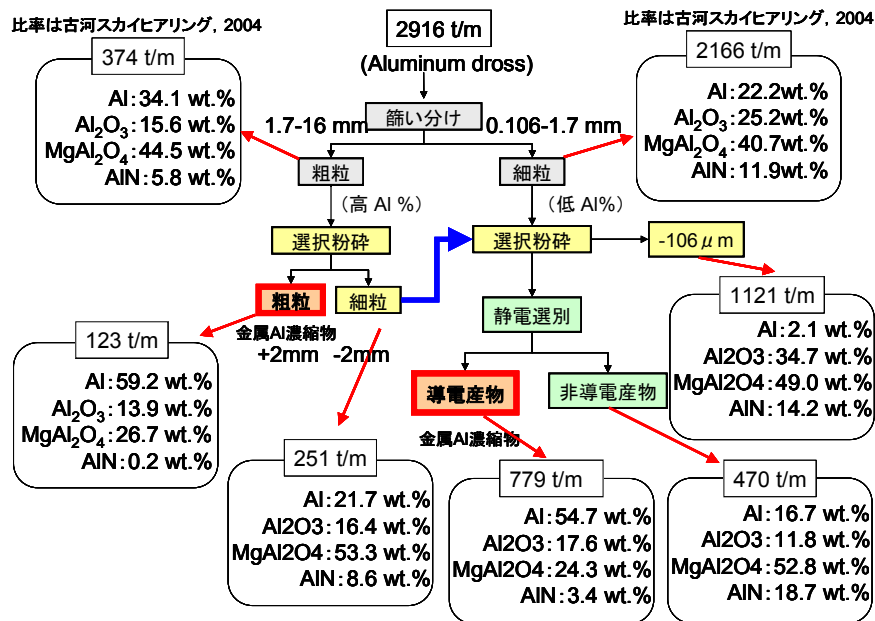


図5 本実験結果を基に算出した本庄・早稲田地域におけるアルミドross処理フローのマテリアルバランス

その結果、この処理フローにより、アルミドross中の「網上・網下産物」から金属アルミ品位55.3wt.%の濃縮物が、総合回収率82.6%で回収でき、また、このときの窒化アルミの総合除去率は90.3%であった。本庄・早稲田地区より発生するアルミドrossの「網上産物」、「網下産物」の合計は2916t/mである³⁾ので、この処理フローで、金属アルミ純分で574t/m回収できることが分かった。これは水素発生量にして、 $7.15 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ (標準状態)に相当する。

引用文献

- 1) 大和田秀二、源河悠輔、前田英律：資源・素材学会春季大会講演要旨集、(II) 素材編、p.71-72、(2005)
- 2) 大和田秀二、山下昌輝、益子香葉：資源・素材学会春季大会講演要旨集、(II) 素材編、p.169-170、(2001)
- 3) 早稲田大学環境総合研究センター：平成15年度水素エネルギー利用に向けた物質・循環等基礎調査報告書、p.76、(2004)

本研究は、平成17年度環境省地球温暖化対策技術開発事業「グリーン水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究」の研究資金によって行われました