

研究会提案名

アルミラミネート箔における Al to Alリサイクル研究会

研究開発メンバー

・ サンコーアルミ株式会社

◎ 代表取締役社長 野口 明光

・ 福岡県工業技術センター

原田 智洋、浦川 稔寛

2019年4月1日～2020年3月31日

サンコーアルミ株式会社

- 業種 : アルミスクラップ業
- 所在地 : 福岡県朝倉市千手38-3
- 設立年月 : 2006年5月
- 資本金 : 10,000 千円
- 従業員数 : 13人 (2020年9月現在)
- 売上高 : 約140,000 千円 (2020年)



対象廃棄物と本研究会提案の背景

- 対象廃棄物：太陽光パネル製造に使われるアルミラミネート箔の端材
・・・排出量約100 t/月 (焼却処分)

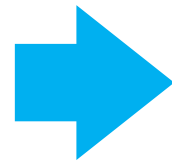
排出者

処理費用の増大
(中国の廃棄物受け入れ規制が影響)

バックシートの増産が決定
(処理費用の増大がさらに問題となる)



当社へ相談



サンコーアルミ(株)

再生資源メーカー数社に相談
(再生方法無く受入れ拒否される)

研究開発前提で再生方法を検討することを決定

2年間自社で研究 (H28～H29)

福岡県工業技術センターへ相談 (H30)

Alラミネート箔から
Al再生方法を発見

Al再生塊の
買取要望を受ける



事業化検討のためスケールアップ研究が必要

当社技術の概要(アルミラミネートからのAI溶融・回収技術)

アルミラミネートからのAI溶融・再生技術

① アルミ塊やインゴット、アルミ缶等は加熱溶融で溶融アルミが得られリサイクル方法が確立

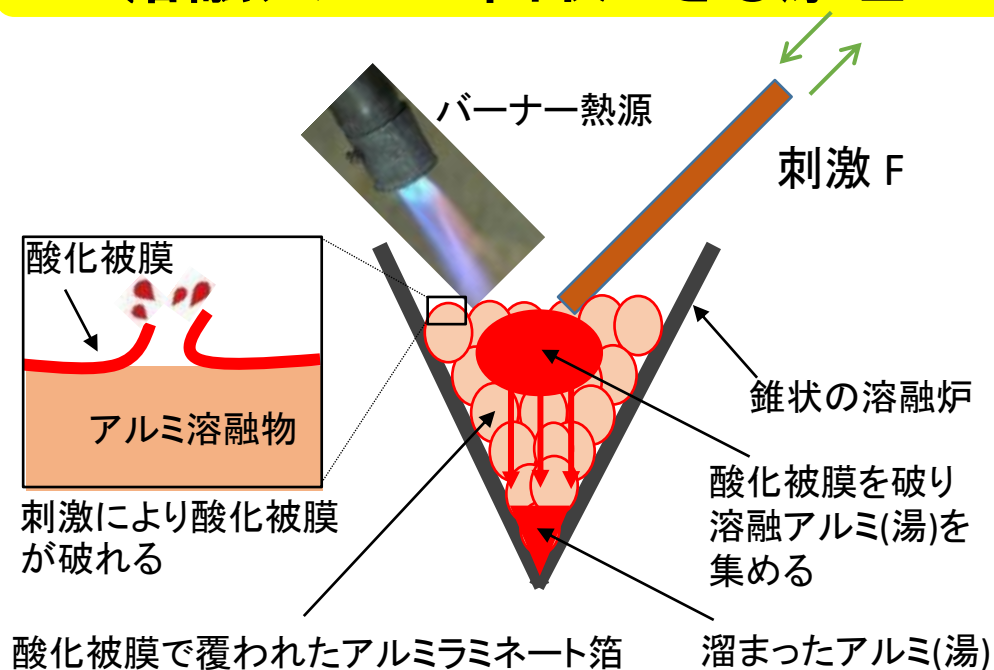
② アルミ箔(含アルミラミネート箔)はアルミを回収・再生できない(とされている)



③ 一方、**アルミ箔でも**融点領域で刺激(せん断力)を与えると**溶融できる事**を確認した



溶融アルミが回収できる原理



アルミラミネート箔から回収したアルミ再生塊

特許出願→特許取得

本研究会の目的・目標値

当社技術を利用したkgスケールのミニプラントを作成し事業化への試算及び課題の洗い出しを行う

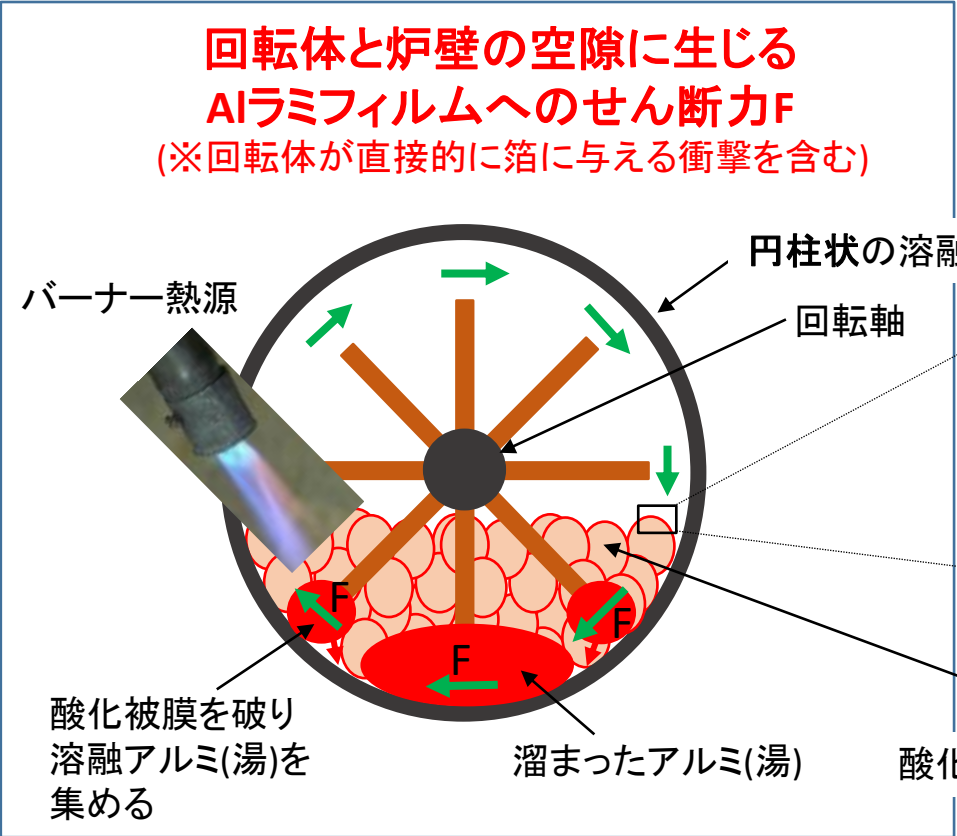
本事業の数値目標： アルミ再生塊 **50kg/h**の調製方法の指針を目指す
(※ 予備実験で実施したg(グラム)スケールの実績からスケールアップ)

○実施内容

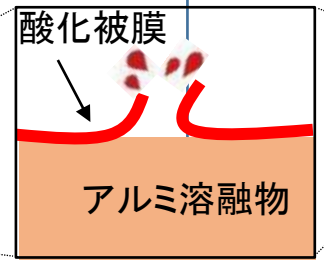
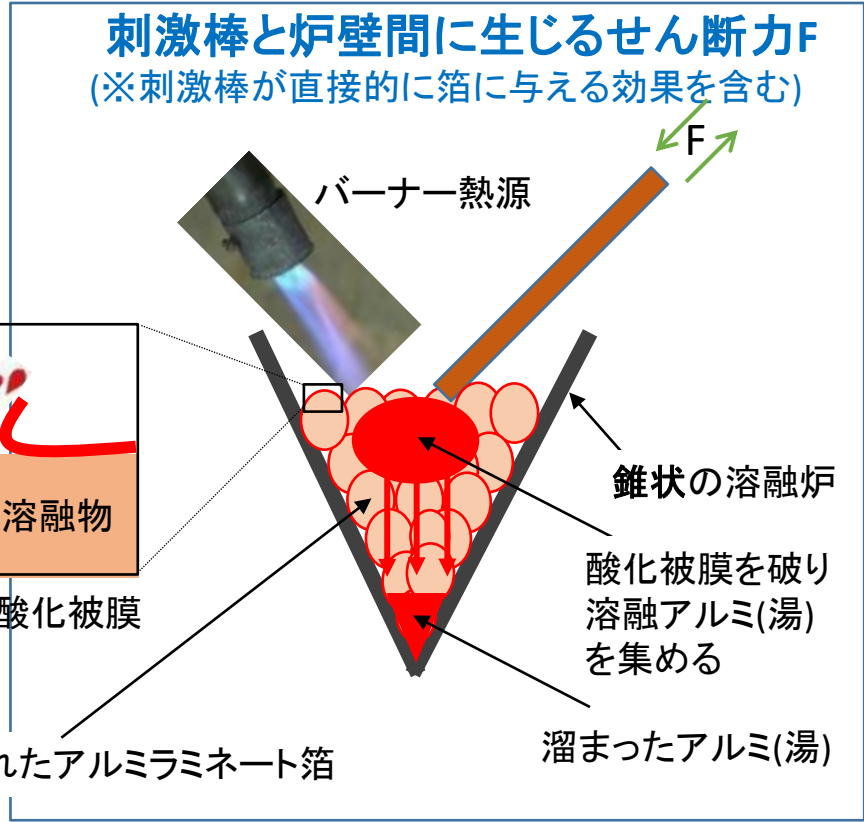
- ① 炉型の設計検討
当社技術を利用した炉構造としてどのような構造が考えられるか？
- ② 熱源(バーナー)の選定
炉構造・溶融能力に対し必要となる熱源スペックとは？
- ③ 炉の製作
 - ①の設計検討をもとに炉を作製
 - ③-1: 軸回転型 ③-2: 溶融実験、結果と検証
 - ③-3: 往復運動型 ③-4: 溶融実験、結果と検証
- ④ 事業性の検証
数値目標を達成できる工程、および採算性の検証

① 炉型の設計検討

軸回転型



往復運動型



酸化被膜で覆われたアルミラミネート箔

○設計の特長

軸回転型

- ・回転数制御により衝撃回数の制御が容易
- ・攪拌も兼ねるため、溶融Alの温度分布が均一
- ・せん断力Fの強・弱の調整は難しい

往復運動型

- ・刺激棒によるせん断力Fの頻度制御が容易
- ・Fの強・弱の制御が容易
- ・均一攪拌のコントロールが難しい

②熱源(バーナー)の選定



○Al溶融に必要な熱量計算

{金属重量(kg) × 比熱(kcal/kg°C) × 昇温温度(°C) + 金属重量(kg) × 融解熱(kcal/kg)} ÷ 時間 ÷ 効率

$$\{(256.5\text{kg} \times 0.26\text{kcal/kg}^\circ\text{C} \times 700^\circ\text{C}) + (256.5\text{kg} \times 77\text{kcal/kg})\} \div 1.5\text{h} \div 0.4 = 110,723\text{kcal/h}$$

○燃料消費量計算

$$110,723\text{kcal/h} \div 8,200\text{kcal/L} = 13.5\text{L/h}$$

燃料： 灯油/A重油

電源： AC100V 50/60Hz

最大燃焼量： 20L/h

手動比例燃焼量： 6L~20L/h

※火足を長くするため筒部を30cmに調整

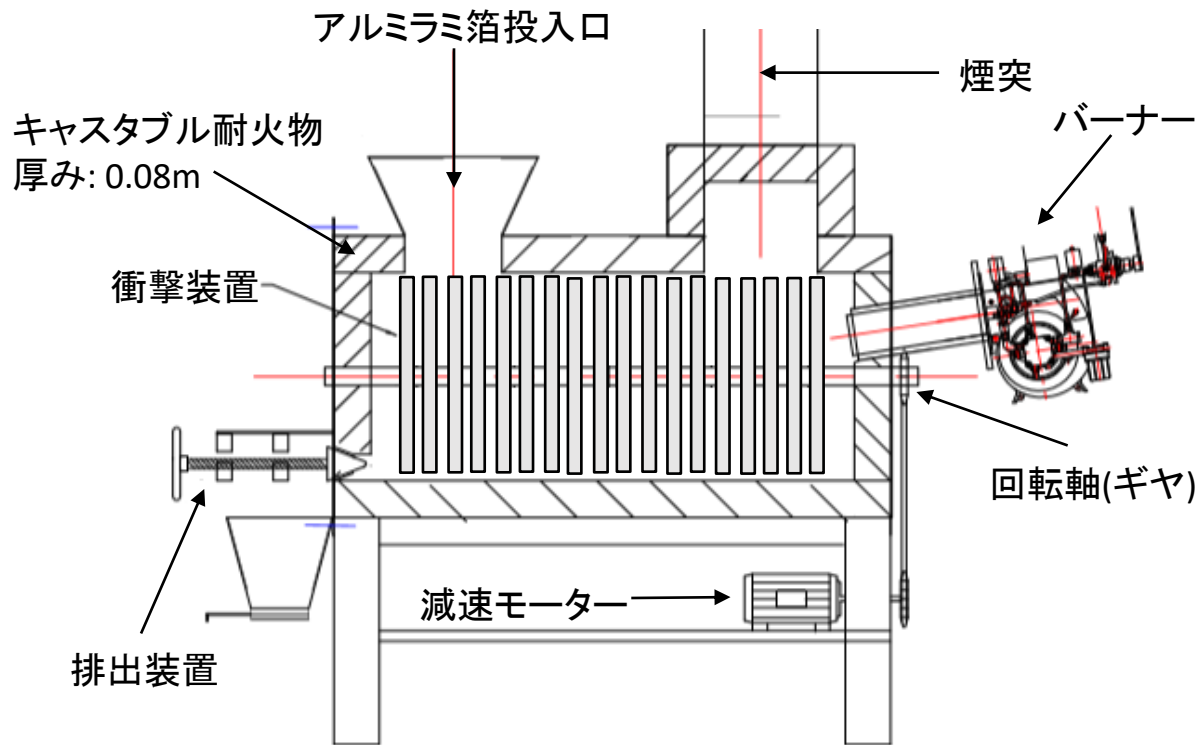
燃料消費量 13.5L/h以上 で出力調整可能なバーナーを選定

③-1 炉の製作 (軸回転型溶融炉)

炉の製作期間: 約4ヶ月



軸回転型溶融炉の外観



軸回転型溶融炉の内部構造



キャストブル耐火物 厚み: 0.08m

衝撃装置: 無数の金属棒を配置

③-2 軸回転型溶融炉の実験結果

試験 1回目

ステンレス製の回転軸が熱膨張により回らず試験中止
(※アルミサッシは約30分で溶融し、火力は十分と確認)

試験 2回目

高温下でもステンレス製回転軸が動作できるように調整



湯の中にアルミラミ箔を投入 ⇒(うまく溶けない)



箔が湯を吸ってしまう様子を確認



フラックスを投入



異常な高温となりステンレス製の軸が破損し試験中止

破損した軸



軸回転型溶融炉の結果と考察

○結果と考察

- ① アルミサッシは容易に溶融できることを確認できた
(バーナー熱量は十分である事を確認)
- ② 軸や回転体(棒)自体の熱膨張により回転運動に不具合が生じた
- ③ 軸が回転してもアルミ箔は想定通りに溶融できなかった
- ④ 熱膨張は軸の回転不具合だけでなく、炉壁面と回転体(棒)の空隙に変化が生じアルミ箔へのせん断力を十分に与えられなかった。
- ⑤ ④より空隙の最適化を再検討したが熱膨張による不具合因子を払拭する方法が見込めず、採用困難と判断した

今回は軸回転型の炉による検討は断念

③-3 炉の作成 (往復運動型溶融炉)

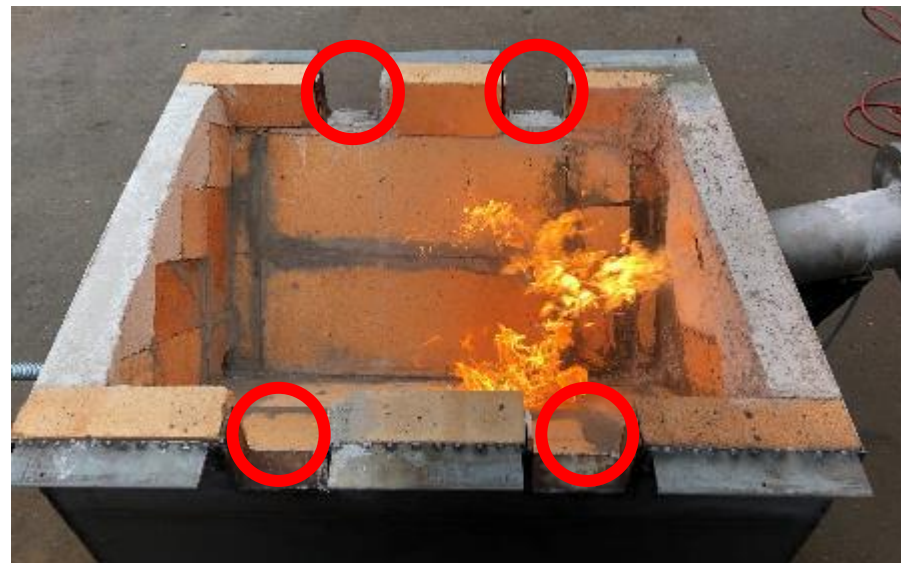
炉の製作期間: 約5ヶ月



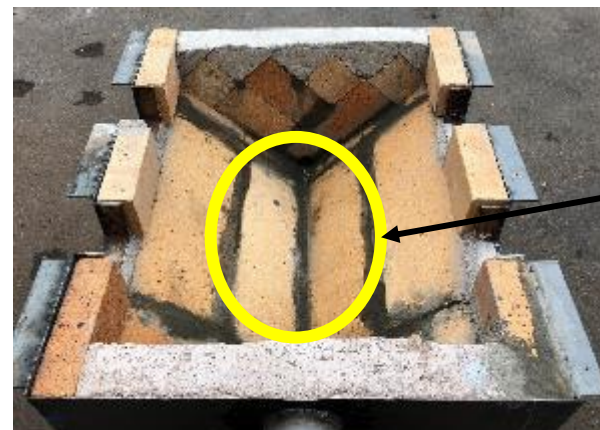
バーナーは回転型溶融炉と同一
※炉内の有効溶解容積を考慮して十分裕度あり

往復運動型溶融炉の外観

炉内の有効溶融容積: 0.09m³



○ : 刺激棒を差し込む為の隙間
→ 手動でアルミへせん断力を与える



耐火煉瓦により
錐状を形成

③-4 往復運動型溶融炉の実験結果

○実験内容

①破砕したアルミラミ箔17kgで溶融アルミ湯を調製

→ ①の処理品をフラックス精製、収量・調製時間・成分を計測

○実験の条件

炉内はあらかじめ30分程度予熱しておく(目標炉内温度:650°C)

バーナーは灯油消費量15L/hへ火力調整

○実験結果

アルミラミ箔へせん断力を与えることで完全に溶融させアルミ回収に成功

・溶融時間 : 約60分

・インゴット収量 : 9.6kg



二次合金メーカー
買取単価(福岡県 H社)

¥150/kg

組成: Al=98.4%, Si=0.11%, Fe=1.30%, Mn=0.01%, Ti=0.01%, Ni=0.05%, Cr=0.12%

④ 事業性の検証

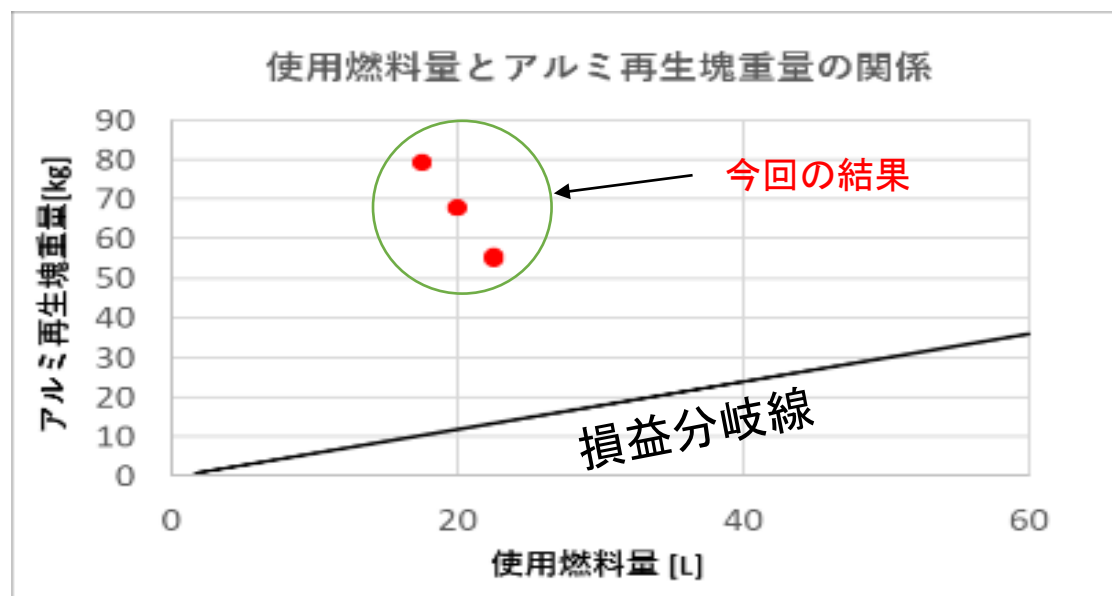
○実験

- ・アルミラミ箔の投入条件を系統的に変更して再生塊収量との関係を調査
- ・灯油価格を90円/ℓ・再生塊の販売価格を150円/kgとして損益点を算出

○結果検証

今回製作の炉ではどの条件でも十分に採算性がある

1時間当たりのアルミラミ箔
投入量にはまだ余裕がある



往復運動型溶融炉にてアルミ再生塊収量が研究会目標値50kg/hを達成

事業化のために

○ せん断力付与部分の自動運転化(→現在実施中)

→ 省力化と攪拌による炉内熱効率の均一性を図ることで生産性up



○バーナー温度調整の自動化

→ 最適な炉内温度の制御を行うことで生産性up(PID制御等)

→ 温度制御と材料投入を連動させることで生産性up

○集塵機・排煙無害化装置の導入

(重力式・遠心力式の集塵機等)

処理が難しい各種アルミ製品のリサイクル事業化を実現し
アルミリサイクル技術(アルミ溶融技術)の業界標準を変える

事業化を考えている主な分野

アルミ箔は年間約10万t生産されている※

※一般社団法人日本アルミニウム協会データ参照

- 2030年までに大量廃棄される太陽光パネル(バックシート)
- 一般廃棄物として処分されている各種アルミ箔製品
(ヨーグルトの蓋・チョコレートのおもひ紙・アルミホイル等)
- リサイクル難とされているアルミ関連製品
(コンデンサー等)

☆仮に年間10万tをリサイクル、歩留まり90%とすると162億円＋処分費の経済効果