

電磁気的手法を用いたアルミニウムドロスの分析

キーワード：アルミニウム，ドロス，リサイクル，電磁気的分析

はじめに

アルミニウムは、リサイクル向きの材料として注目を集めています。その理由は、アルミニウム再生塊の製造に要するエネルギーが新塊を製造する場合のわずか3%ですむことにあります。

その一方で、アルミニウム製造時に発生する溶湯残渣であるアルミニウムドロス(アルミ残灰)の量は、新塊の製造時より再生塊の製造時の方が多く、アルミニウムのリサイクルが進めば進むほど、アルミニウムドロスをいかに処理するかが問題となってきます。このため、アルミニウムドロスの発生そのものを抑えることと、アルミニウムドロスの有効利用を図ることが課題となっています。

アルミニウムドロスは、鉄鋼用の脱酸材や造滓材として利用されています。しかし、アルミニウムドロスは発生時において廃棄物として扱われるため、その品質が一定しません。アルミニウムドロスの有効利用を図るためには、鉄鋼用副資材としての規格化を進めることが必要です。

アルミニウムドロスの品質基準を規格化するためには、そのアルミニウムドロスの組成、特に金属アルミニウムの含有率を知ることが重要です。そこで、従来からの化学的手法である臭素メタノール分析法と異なり、多くの試料を短時間に分析することのできる電磁気的な分析方法を検討しました。

2. 測定原理と方法

アルミニウムドロスは、金属アルミニウムなどの導電物と酸化アルミニウムなどの絶縁物との混合物と考えることができます。導電物のうちの大部分が金属アルミニウムであれば、電磁気的に導電物と絶縁物の比率を調べ

ることによって、金属アルミニウムの含有率がわかります。

導電物と絶縁物は、交流磁場中に配置したときの振る舞いが異なります。導電物は磁場を弱める性質を持ちますが、絶縁物は磁場に対して反応を示しません。このため、交流磁場中にアルミニウムドロスを配置した場合に、どの程度磁場が変化するかを測定すれば、金属アルミニウムの含有率をある程度推定できることとなります。そして、その磁場の変化は電氣的に測定することが可能です。

測定には、図1に示す回路を用いました。図1のコイル L_1 と L_2 は図2のようにアクリルパイプに直径0.3 mmのエナメル線を10ターンずつ巻いたものです。

コイル L_1 は交流磁場を発生させるためのものです。ここで発生した交流磁場の大きさは、コイル L_2 の両端に発生する誘導起電力として測定されます。アクリルパイプ内にアルミニウムドロスを配置する前と配置した後でのコイル L_2 の電圧 V の変化を測定することによって、交流磁場の変化が測定できます。

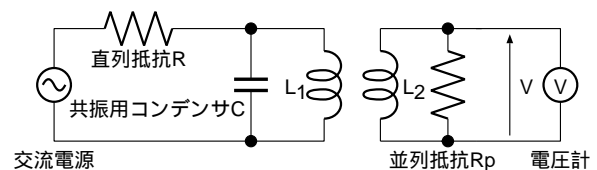


図1. 測定に用いた回路

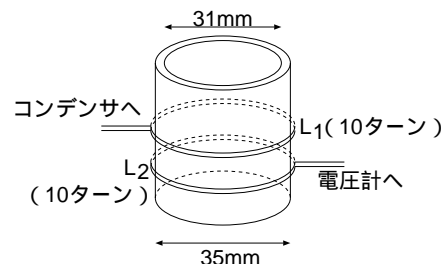


図2. 測定に用いたコイル

3. 実験結果および考察

最初に、金属アルミニウムの含有率および大きさ（粒度 D_p ）が既知の標準試料を用いて測定を行いました。粒度を変化させたときの金属含有率と電圧変化量の関係を図3に、磁場の周波数と電圧変化量の関係を図4に示します。

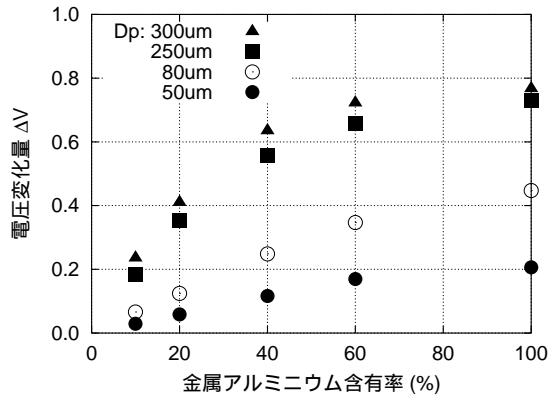


図3. 金属アルミニウム含有率と電圧の変化

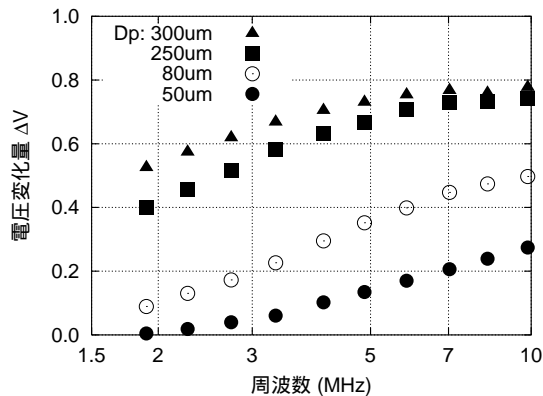


図4. 周波数を変化させた場合の電圧の変化

この実験から、磁場の電圧変化量をあらわしている電圧変化量は、測定に用いる磁場の周波数、金属アルミニウムの含有率、金属アルミニウムの粒度の関数として表現できるとわかります。そして、その関係から、さまざまな周波数で電圧変化量を測定すれば、アルミニウムドロスの金属アルミニウム含有率と粒度を推定できるとわかりました。

次に、実際のアルミニウムドロスを使って実験を行い、従来からの臭素メタノール分析法での結果と比較を行いました。結果を表1に示します。

この結果から、誤差は8.5%程度あるものの、電圧の測定という、誰でも簡単に短時間で行え

る方法で、アルミニウムドロス中の金属アルミニウム含有率の分析を行えることがわかりました。また、この誤差は、標準試料数を増やしたり、測定に用いる磁場の周波数を最適化することによって、減少させることが可能であると考えられます。

表1 アルミニウムドロスの分析値の比較

試料名	従来法	電磁気的分析法	
	含有率 (%)	含有率 (%)	誤差 (%)
840-:0.84LA	29	30	1
840-:3.0HA	70	76	6
210-840:0.84HA	54	40	-14
210-840:0.84LA	32	26	-6
210-840:3.0HA	57	36	-21
210-840:3.0LA	22	18	-4
105-210:0.84HA	44	55	11
105-210:0.84LA	26	36	10
105-210:3.0HA	46	42	-4
105-210:3.0LA	13	15	2
-105:0.84HA	31	29	-2
-105:0.84LA	16	15	-1
-105:3.0HA	20	26	6
-105:3.0LA	6	6	0
誤差の2乗平均			8.5

4. まとめ

本研究では、電磁気的な手法をもちいてアルミニウムドロス中の金属アルミニウム含有率を測定する方法を検討しました。この方法は、導電物である金属アルミニウムと、絶縁物であるそれ以外の物質の磁場中での性質の違いを利用したものです。測定は、電圧計で電圧の変化を読むだけで、誰でも簡単に、かつ短時間に行うことが可能です。また、この方法は、アルミニウムドロス以外にも、複合材料中の金属含有率を測定する用途にも応用できます。

従来からの化学的分析手法に比べると、誤差は大きいですが、標準試料数や、測定に用いる周波数などの条件を増やすことによって、この問題を解決することができるでしょう。

参考文献

1. JAA, JSA: JIS G 2402:2002 「鉄鋼用アルミニウムドロス」、日本規格協会, (2002).
2. 石島 悌, 浦谷 文博, 薦田 俊策, 山崎 清: 軽金属, **50**, (2000), 276.