

## ノート

# アルミニウム合金スクラップの迅速種別判定に及ぼす 試料の表面状態の影響

湯川 泰之\*<sup>1)</sup> 山田 健太郎\*<sup>1)</sup> 上本 道久\*<sup>1)</sup>

## Influence of the surface conditions of a specimen on the rapid identification of aluminum alloy scraps

Yasuyuki Yukawa\*<sup>1)</sup>, Kentaro Yamada\*<sup>1)</sup>, Michihisa Uemoto\*<sup>1)</sup>

キーワード：アルミニウム，リサイクル，可搬型蛍光 X 線分析装置

Keywords：Aluminum, Recycling, Handheld type x-ray fluorescence spectrometer

### 1. はじめに

アルミニウムのリサイクルプロセスでは，異種規格材が混在しているため，化学組成の管理が容易ではなく，高品位な展伸材から，より低品位な鋳物・ダイカスト用の合金となる「カスケードリサイクル」が一般的となっている<sup>(1)</sup>。展伸材を高品位な合金のまま水平リサイクルすることができれば，大きな省資源，省エネルギーをもたらす。これまでの研究で可搬型蛍光 X 線分析装置（HXRF）を用いて，アルミニウムの展伸材，鋳物・ダイカスト合金の識別が可能となっている。しかしながらスクラップヤードでの現場分析において，1000 系合金（純 Al 系）を 6000 系合金（Al-Si-Mg 系）として誤識別する例が見受けられ，試料表面の形状や粗さなどの表面状態の影響が懸念されていた<sup>(2)</sup>。

本研究では，アルミニウム合金について現場分析における試料の表面状態（塗装の有無，表面粗さ），曲面などの不整形形状が HXRF による合金の識別率に及ぼす影響について調べた。

### 2. 実験方法

**2.1 試料** 1000 系（工業用純 Al）と 6000 系（Al-Si-Mg 合金）合金の試験片を用いて，試料表面の表面処理（塗装，陽極酸化）の有無，不整形形状（曲率半径）及び表面粗さ（Ra）が HXRF による識別率に及ぼす影響について調べた。表面処理の影響の検討には，陽極酸化皮膜及び塗膜のある 1100 合金板を用いた。また，試料表面の曲率半径の影響については，1070 及び 6061 合金の直径の異なる丸棒の側面を試料

とした。表面粗さの影響は 1100 及び 6061 合金板の表面を研磨して Ra の異なる試料を作製した。表 1 に本研究で用いたアルミニウム合金の化学成分を示す。

**2.2 蛍光 X 線分析** HXRF は AMETEK/SPECTRO 製 xSORT（管球ターゲット元素：Ag）を用い，装置内蔵の合金規格データベースから合金種別を判別するグレードサーチモードで測定した。管電圧は 15 kV 及び 40 kV，測定時間 60 秒，測定元素は Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Cr, Zn, Ti, Al の 9 元素とした。HXRF は手で持ち運べる大きさであるが，本研究では，試料表面への X 線の照射状態を一定とするため，図 1 に示すように装置を専用架台に固定し，下面照射方式により測定した。試料の Ra は表面粗さ測定機（株式会社東京精密製，SURFCOM-1400D-13）を用いて評価した。



図 1. 専用架台に固定した HXRF の外観

表 1. アルミニウム合金の化学成分

単位：%（質量分率）

合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
1100	Si + Fe	0.95 以下	0.05~0.20	0.05 以下	-	-	0.10 以下	-	99.00 以上
1070	0.20 以下	0.25 以下	0.04 以下	0.03 以下	0.03 以下	-	0.04 以下	0.03 以下	99.70 以上
6061	0.40~0.8	0.7 以下	0.15~0.40	0.15 以下	0.8~1.2	0.04~0.35	0.25 以下	0.15 以下	残部

事業名 平成 24 年度 基盤研究

\*<sup>1)</sup> 城南支所

### 3. 結果・考察

1100 合金に陽極酸化処理または電着塗装された試験片の皮膜厚さと HXRF による識別率を表 2 に示す。表面処理の無い原板においても識別率は 90%であり、陽極酸化皮膜が厚い場合や塗装がある場合には識別率が更に低下することが分かった。陽極酸化+電解着色 (Ni) の識別率は無処理の原板と同程度であるが、これは HXRF による分析対象元素に Ni が含まれていないために、分析結果に影響しなかったためと考えられる。実際のスクラップでは、塗装や陽極酸化などの表面処理されたものが多数存在すると考えられるため、現場分析においては研磨等によりこれらの表面処理層を除去する必要がある。

表 2. 1100 試験片の皮膜厚さと HXRF による識別率

表面処理	厚さ / $\mu\text{m}$	識別結果	識別率 (%)
無処理 (原板)	-	1100	90
陽極酸化	25	1100	75
陽極酸化+電解着色 (Ni)	15	1100	90
陽極酸化+電着塗装	29	不一致	0

直径の異なる 1070 及び 6061 合金製丸棒を用いて、試料表面の曲率半径が識別率に及ぼす影響を調べた結果を図 2 に示す。いずれの合金においても試料表面の曲率半径は識別率に影響しないことが分かった。用いた HXRF の X 線照射径は 7 mm と比較的狭い領域であり、実際の現場分析においてスクラップを分析する際には、小さなものであっても R は 10 mm 程度以上と考えられることから、試料表面の湾曲の影響はないものと考えられる。本研究で用いた丸棒の側面では、円周方向のみの曲率の変化であるため、試料の設置する方向によって X 線の照射状態が変わり、識別率が変化する可能性も考えられた。そのため、棒の設置する方向を 0, 45, 90° と変えて実験を行ったが、識別率に変化はみられなかった。

表面粗さの異なる 1100 及び 6061 合金板について表面粗さ (Ra) が識別率に及ぼす影響について調べた結果を図 3 に示す。6061 では Ra が変化しても識別率は 100%で変化しないのに対して、1100 では Ra が大きくなると共に識別率が低下した。これは Ra が大きくなることにより、試料表面に 1 次 X 線が均一に照射されないことや、凹凸の影響で X 線が散乱され、強度が変化するためであると考えられる<sup>(3)</sup>。

上述したように HXRF 分析時の前処理として、研磨などにより塗装等の表面処理層を除去する必要があるが、研磨をする場合は極端に Ra が大きくなるような方法は適切でないことが分かった。

### 4. まとめ

アルミニウム合金スクラップの合金識別の現場分析のパフォーマンスを向上させるべく、HXRF による 1000 系合金と 6000 系合金の識別に及ぼす試料の表面状態の影響につい

て調べた。いずれの合金についても試料表面の曲率半径は識別率に影響しないことが分かった。一方、試料の表面粗さについては、1000 系合金では識別率に大きく影響し、識別率が低下した。一般的なアルミニウム材料表面に存在する塗装や陽極酸化などの表面処理層は識別に大きく影響するが、その除去の際は表面粗さに注意する必要があることが分かった。

今後はリサイクル関連企業との共同研究への展開を検討していくと共に、アルミニウム材料の分析に関する依頼試験、技術相談に成果を活用していく予定である。

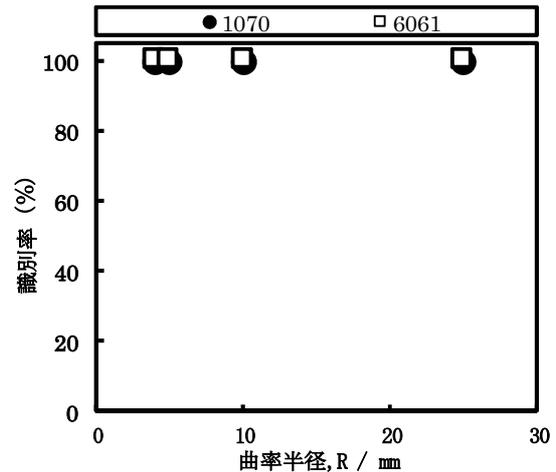


図 2. 試料表面の曲率半径と識別率

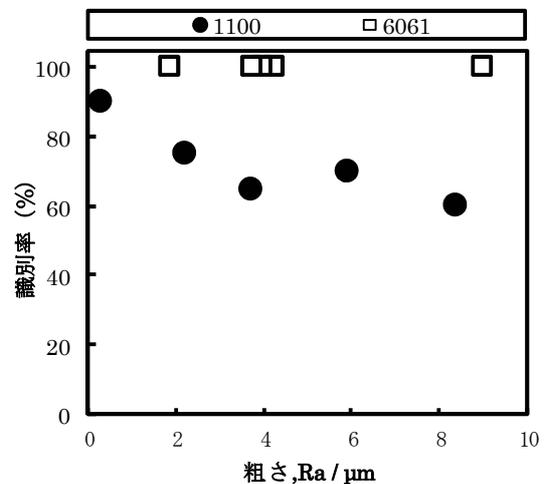


図 3. 試料の表面粗さと識別率

(平成 26 年 7 月 7 日受付, 平成 26 年 8 月 18 日再受付)

### 文 献

- (1)川井清文:「アルミニウムのリサイクル」, J. Jpn. Inst. Energy, 87, pp.254-260 (2008)
- (2)上本道久, 竹澤勉, 伊藤清:「X 線を用いた物理及び化学計測によるアルミニウム合金の種別判定技術」, 東京都立産業技術研究センター平成 24 年度研究成果発表会要旨集, p.4 (2012)
- (3)中井泉:「蛍光 X 線分析の実際」, 朝倉書店, p.63 (2005)