アルミニウム合金鋳物の陽極酸化処理について

Anodizing of Aluminum Casting Alloys

アルミニウム合金鋳物及びアルミニウムダイカスト合金の陽極酸化処理は、今迄至難とされていた。特に、高ケイ素合金のADC-12は、最も難しかった。今回、皮膜化成を電流反転法と浴組成条件の組合せによって厚く、硬い酸化膜を生成させることが出来たので、その経過について報告する。

山 本 崇*

Takashi Yamamoto

1. はじめに

アルミニウム合金鋳物及びアルミニウムダイカスト合金は、その高い生産性のために、最近その需要が多くなって来た。その製品の防錆のため、陽極酸化処理の要求は多いが、高珪素合金及び銅合金のために、その通電性が悪く、皮膜化成は難しい。特に、ACの中では、2B、4B、8A、8A、8C、ADCは10、12は特にその皮膜化成は至難とされていた。

最近(1978年)に至って、長野県精密試験場の久保博士と、(株)千代田(整流器メーカー)が共同開発した電流反転法の波形を使用すれば、その皮膜化成は可能となり、ADC-12の黒染色も出来る様になった。我々は、浴組成の条件と電流反転法とを組合せて、アルミニウム合金鋳物と、アルミニウムダイカスト合金の皮膜化成を容易にしたので、その結果について報告する。

2. 実験要領

- (1) 供試料 AC-1A, AC-4A, 4B, ADC-12
- (2) 実験槽 600×600×1000 360 l
- (3) 浴組成 200 g/l H_2SO_4 , 10g/l $NiSO_4$, Al^{+++} 5.2 g/l
- (4) 浴温度 10°C, 15°C, 20°C
- (4) 整流器容量 60V/120V×50A 20:1
電流反転(95%, 13.3Hz)
- (6) 皮膜生成速度 $1A/dm^2 \rightarrow 0.4\mu m/min$
(表1, 表2参照)

3. 実験結果

珪素と銅の多い合金鋳物は、展伸材に比べ電流分布が悪い。そのため、酸化膜の生成も悪く、皮膜の均一性も、6~12 μm のばらつきがある。シンクロスコープによる観察では、ピーク電圧は60~80Vの高電圧が、必要で

* アル生産技術研究所
〒330 大宮市南中野891-5
☎ 0486-84-3137

Production Research Institute for Al
891-5, Minaminakano, Omiya-shi, 330

表1 JIS規格鋳物用アルミニウム合金

記号	合金系	化 学 成 分 %									用途例
		Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Al	
AC-1A	Al~Cu	4.0~ 5.0	<1.2	<0.3	<0.3	<0.5	<0.3	—	<0.25	残	自動車部品, 架線部品
AC-2A	Al~Cu~Si	3.5~ 4.5	4.0~ 5.0	<0.2	<0.5	<0.8	<0.5	—	<0.2	〃	自転車定廻, 部品, シリダーヘッド
AC-2B	Al~Cu~Si	2.0~ 4.0	5.0~ 7.0	<0.5	<1.0	<1.0	<0.5	<0.3	<0.2	〃	クランクケース, ク ラッチカバー, ハウ ジング
AC-3A	Al~Si	<0.2	10.0~ 13.0	<0.1	<0.3	<0.8	<0.3	—	—	〃	ケース類, カバー, ハウジング
AC-4A	Al~Si~Mg	<0.2	8.0~ 10.0	0.4~ 0.8	<0.2	<0.5	0.3~ 0.8	—	<0.2	〃	ミッションケース, クランクケース, 船舶
AC-4B	Al~Si~Cu	2.0~ 4.0	7.0~ 10.0	<0.5	<1.0	<1.0	<0.5	<0.3	<0.2	〃	シリダーヘッド, 航 空機, 電装部品
AC-4C	Al~Si~Mg	6.5~ 7.5	0.2~ 0.4	0.2~ 0.4	<0.3	<0.5	<0.3	—	<0.2	〃	油圧部品, ミッショ ンケース
AC-4D	Al~Si~Mg~Cu	1.0~ 1.5	4.5~ 5.5	0.4~ 0.6	<0.3	<0.6	<0.5	—	<0.2	〃	火車様ポンプ, ボデ ー, シリダーブロック
AC-5A	Al~Si~Cu~Mg	3.5~ 4.5	<0.6	1.2~ 1.8	<0.1	<0.8	<0.3	1.7~ 2.3	<0.2	〃	航空機用エンジン, ディーゼル機関
AC-7A	Al~Mg	<0.1	<0.3	3.5~ 5.5	<0.1	<0.4	<0.6	—	<0.2	〃	船舶部品, るい機椅 子
AC-7B	Al~Mg	<0.1	<0.3	9.5~ 11.0	<0.1	<0.4	<0.1	—	<0.2	〃	光学機械, フレーム 航空機用
AC-8A	Al~Si~Cu~Ni~ Mg	0.8~ 1.3	11.0~ 13.0	0.7~ 1.3	<0.1	<0.8	<0.1	1.0~ 2.5	<0.2	〃	自動車部品, 船舶用 ピストン
AC-8B	Al~Si~Cu~Ni~ Mg	2.0~ 4.0	8.5~ 10.5	0.5~ 1.5	<0.5	<1.0	<0.5	0.5~ 1.5	<0.2	〃	〃 〃
AC-8C	Al~Si~Cu~Ni~ Mg	2.0~ 4.0	8.5~ 10.5	0.5~ 1.5	<0.5	<1.0	<0.5	—	<0.2	〃	〃 〃

表2 アルミニウム合金ダイカスト製品規格

種 類	記 号	化 学 成 分 %									用途例
		Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Al	
アルミニウム合金 ダイカスト 1種	ADC- 1	<0.6	11.0~ 13.0	<0.3	<0.5	<1.3	<0.3	<0.5	<0.1	残	カメラ, タイプラ イター
3種	ADC- 3	<0.6	9.0~ 10.0	0.4~ 0.6	<0.5	<1.3	<0.3	<0.5	<0.1	〃	クラッチカバー
5種	ADC- 5	<0.2	<0.3	4.0~ 10.0	<0.1	<1.8	<0.3	<0.1	<0.1	〃	カメラボデー, ミ キサー
6種	ADC- 6	<0.12	<1.0	2.5~ 4.0	<0.4	<0.8	0.4~ 0.5	<0.1	<0.1	〃	対向指示器, ハン ドルカバー
7種	ADC- 7	<0.6	4.5~ 6.0	<0.3	<0.5	<1.3	<0.3	<0.5	<0.1	〃	建築用, 船舶用, パイプ取付器
10種	ADC-10	2.0~ 4.0	7.5~ 9.5	<0.3	<1.0	<1.3	<0.5	<0.5	<0.3	〃	クランクケース, 家庭器具
12種	ADC-12	1.5~ 3.5	10.5~ 12.0	<0.3	<1.0	<1.3	<0.5	<0.5	<0.3	〃	計算器, 映写器, クランクケース

ある。(電圧計に表示される 数値は 平均値である。)

3-1 前処理

アルミニウム合金铸件及び、アルミニウム合金ダイカストの脱脂は、高珪素のため、アルカリ系はさけるべきである。中性 (pH 7) の常温脱脂剤か、酸性の脱脂剤ならば、表面に珪素の露出を出じないので使用してもよい。トリクレン脱脂、硝酸 (R.T30V%), または熱硫酸 (150 g/l H_2SO_4 , 70~75°C) 脱脂もよい。

3-2 アルミニウム合金铸件の

陽極酸化処理について

アルミニウム合金铸件に、皮膜化成を行う場合は、出来るだけ、低い電圧にて化成を行うのが良い。図1は、浴温度と化成電圧との関係を示したものであるが、化成時の浴温度の低下にしたがって、化成電圧は高くなる。

表1は、JISに規定されている铸件用合金の組成を示したものである。特に、AC-2A, 4A, 4C, 8A, 8B, 8C等は、珪素、銅の含有量が高いため、通電性が悪く、高電圧が必要となって来る。はじめに述べた、電流反転法にて化成した場合は、ジュール熱の発生が少なく、皮膜の溶解が抑制されるとともに、電流

分布も均一となる。上記のアルミニウム合金铸件の化成条件としては、浴抵抗を小さくする必要がある。電流反転法の場合、初期電圧は14Vであるが、化成がすすむに従い高くなり、30分で30V近くに上昇する。

電流反転法にて化成した場合、ジュール熱の発生が少いことは前述したが、直流法と異なり、正電流と負電流の比を20:1で処理した。そのため珪素の多い部分に通電しても発熱が少いので局部溶解も起らず、皮膜主成も良好である。表面硬度もHV350~450と高い数値を示している。

アルミニウム合金铸件の中で、高珪素合金は、電流密度 $2\text{A}/\text{dm}^2$ 以上に設定すると、浴電圧が異状に高くなるので、60V以上の電源が必要となってくる。

3-3 アルミニウムダイカスト合金の

陽極酸化処理について

アルミニウムダイカスト合金は、そのダイカスト性から、铸件合金よりも多い合金元素が含まれている。そのため組織的に不均一で、湯流れ模様湯じわが目立ちやすい。したがって、ダイカスト合金では、陽極酸化皮膜を生成することは、铸件合金よりも一般に困難である。表2はJISに規定されているダイカスト用合金の組成を示したものである。

ADC-12が、ダイカスト合金の7種の中で最も広く使用されているのは、そのすぐれたダイカスト性や機械的性質を持っているためである。

ADC-12は、アルミニウムダイカスト合金の約80%の需要を占めている。ADC-10, ADC-12は珪素量が多いので、化成電圧は、アルミニウム合金铸件より高く、また化成時間が長いので化成電圧も上昇する。これは合金中の珪素が、陽極化時に溶解、または、酸化されず、そのまま皮膜中に残って、高い電気抵抗値を示すためである。

特に、ADC-10, ADC-12の場合、形状に

図1 浴温度と化成電圧との関係

めに Al 線の方に電流が多く流る。目的のダイカスト合金にはあまり流れず皮膜生成は遅く、うすい酸化皮膜となる。

皮膜を厚く化成させるためには、 Ti 線か、 Al 線を被覆し、 Al 線に流れる電流を出来るだけ抑える必要がある。図3は化成時間と皮膜厚さとの関係を示したものである。化成時間が長くなるに比例して、生成皮膜は厚くなる。図4は電流密度を大きくした場合の化成時間の経過による皮膜厚さとの関係を示したものである。電流密度が大きく、化成時間が

長ければ $50\mu m$ 以上の厚い酸化膜を得ることができる。

<ダイカスト合金の表面硬さ>

その合金成分として、珪素を含むダイカスト合金及び鋳物合金は、電流阻止作用が大きくなる。そして、化成電圧が高くなるとともに皮膜厚さのばらつきも大きい。この傾向は、珪素の含有量が多くなるほど著しくなる。そのために表面あらさも粗大にて、表面の硬さの測定は難しい。図5は浴温度と皮膜の硬さを表したものである。浴温度が上昇する

図5 浴温度と皮膜硬さの関係

図6 化成時間と皮膜硬さの関係

図7 (A)初期電流波形

(B) 初期電圧波形

につれてその硬度は低くなって来る。

図6は、化成時間と皮膜の硬さを表したものである。皮膜の硬さは、化成時間が長く酸化膜が厚くなるほど低下する傾向にある。

＜電流反転法による電圧電流波形について＞

ADC-12の電圧波形と電流波形を記録したのが図7(A), (B)である。この時の処理した製品は、 30dm^2 の表面積を有し、油圧回路に使用するものである。通電後、直ちにシンクロスコープで測定した電圧、電流値は、次の様であった。

シンクロスコープ値	初期電圧	26.7V
	初期電流	171.4 Amp
電流計指示数値	初期電圧	18V
	初期電流	60Amp

処理時間 20min, 電流密度 $2\text{A}/\text{dm}^2$, 皮膜厚さ $10\mu\text{m}$ 。

この実験でも明らかな通り、高珪素合金の化成には、高電圧の電源が必要である。

4. おわりに

アルミニウム合金鋳物及びダイカスト合金の陽極酸化処理は、今迄至難とされていた。そのため防錆には、塗装が採用されていた。この度、電流反転法と浴組成の組合せにより、ADC-12に $20\mu\text{m}$ 程度の酸化膜を生成させるとともに黒染色も出来る様になった。このことによって今後の業界に於てのアルミニウム鋳物及びアルミニウムダイカスト合金の防錆装飾の分野が広くなり、今後大いに活用されることを期待するものである。

この実験に際し(株)千代田の御後援を受けこの論文が発表出来たことを深く感謝致します。

参考文献

電流反転法による合金の高温高速アルマイ
トについて 長野県精密試験場 大久保敬吾

電解式メッキ膜厚計

モデルG-7

一定面積を一定電流で溶解した時、溶解した厚さは時間に比例する事を利用した装置で、コークス電解液と標準板及び特許エア－攪拌方式により、電解効率が低下せず常に高い精度を保つので、JIS規格判定に使用され、各官庁、工業試験所、研究所、各産業界で定評ある名測定器。多層メッキの測定に最適で、各種金属被膜の他、金メッキを $0.006\mu\text{m}$ 迄高感度で測定する機能を備えています。

※お問合せは直接当社をお願いします。

モデルG-7

膜厚計の総合メーカー販売輸出／英国エルコメーター社総輸入元

電測工業株式会社

ELEC FINE INSTRUMENTS CO., LTD

東京都中野区中央2-47-1 電話(03)365-0861(代表)

テレックス 232-3131