

アルミニウム合金鋳物の染色加工に関する研究（第3報）

— 陽極酸化処理後の染色性を向上させる前処理条件の検討 —

金属材料科 綿野哲寛 足田訓大*

Study on Anodic Oxidation Treatment of Aluminium Alloy Casting With Dyeing
(3rd report)

—The research to improve the external appearance of anodic oxidation coatings—

Tetsuhiro Watano and Tokihiro Hikida

Aluminium alloy casting shows excellent properties of lightweight, recycling and productivity. Some of them are treated with anodic oxidation to improve the properties of corrosion resistance, hardness and toughness. But it is difficult for them to make the film of anodic oxidation treatment more beautiful because there are a lot of Si particles and Cu on the surface of them. If it is given the ways to improve the external appearance of the film, the market of the anodic oxidation treatment is expanded largely. This research is investigated the ways to improve the problems and it will be found that pretreatment, heat treatment and electrolysis condition of anodic oxidation treatment suitable for the anodic oxidation treatment of them. As a result, the film of anodic oxidation treatment will be more beautiful.

1. 緒言

EV、HEVの市場拡大が期待される中、自動車部品に組み込まれるアルミニウム合金鋳物部品の需要増加が見込まれる。

更に、業界からはアルミニウム合金鋳物を色彩・金属光沢のある外観部品として利用することや色別することで部品管理を簡略化したいなどの要望が出されている。

従来の鋳造技術で成型されたアルミニウム合金は、一般に陽極酸化処理後の染色性が悪く、外観部品への用途には塗装による表面処理が主流となっている。

そこで、我々は、アルミニウム合金鋳物の陽極酸化処理後の染色性を向上させる前処理条件を最適化し、塗装より密着性、耐熱性及び機械的強度の高い外観部品として、他分野での用途開発を目指した。

本報告では、前処理による陽極酸化皮膜の厚膜化の効果について検証した。また、作成した染色試料片の色彩評価については、アルミニウム合金鋳物の染色加工に関する研究（第4報）で報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料準備

(1) 前処理の最適化に用いた供試体

チクソキャスト法により成形したアルミニウム合金鋳物（Si：1%）を縦30mm×横20mm×厚さ5mmに切断機を用いて切り出し、サンドペーパーで表面研磨したものを使用した。

(2) 外観部品の検討に用いた供試体

チクソキャスト法により成形したホイールディスク（Si：7%）を使用した。

2. 2 前処理条件

陽極酸化処理後の染色性を向上させるためには、陽極酸化皮膜の膜厚を厚くする必要がある。しかし、粗大なSi粒子や金属間化合物CuAl₂が陽極酸化皮膜の生成を阻害している。

平成22年度の研究¹⁾では、ベーマイト処理、ダブルアルマイト処理による染色性向上が確認され、200℃による熱処理については効果が確認されなかった。

そこで、ベーマイト処理、ダブルアルマイト処理は、条件を更に増やすことにより最適化を行った。

*) 現 中部健康福祉センター

また、熱処理については、温度、保持時間を幅広く変化させることで効果について再検討した。

詳細な前処理条件は以下のとおり。

- ① 県西部のめっき事業所で行っている前処理
- ② ベーマイト処理
0.2%NH₃aq、90°C、1、3、5、10、15、30、60、90、120min→0.9mol/ℓ NaOH aq、70°C、4min
- ③ ダブルアルマイト処理
15%H₂SO₄aq、rt、印加電圧10V、印加時間10、30、60、180、300、420、600、1,200、1,800s→0.9mol/ℓ NaOH aq、70°C、4min
- ④ 熱処理
200、250、300、350、400、450、500、550°Cの各温度で2、4、6、8、16h保持→水で急冷

2. 3 陽極酸化及び後処理条件

染色までの工程は、前処理→陽極酸化→染色→封孔の順とした。前処理条件は2. 2節のとおりである。

陽極酸化、染色、封孔については、県西部のめっき事業所の連続式ラインで処理を行った。

染色については奥野製薬工業株式会社の赤色有機染料で染色後、酢酸ニッケル系封孔処理剤を使用して封孔処理を行った。

陽極酸化処理条件は表1のとおりである。

表1 陽極酸化条件

電解条件	処理条件
電解浴	硫酸15wt%
電解法	定電圧電解(直流)15V
陰極材	鉛
極間距離	40mm
電解時間	30min

2. 4 皮膜の評価

試料を樹脂包埋後、鏡面研磨することで、陽極酸化皮膜の厚さ及び硬さについて評価した。

陽極酸化皮膜の厚さは、オリンパス(株)製の金属顕微鏡PMG3-614Uによる顕微鏡断面測定法で行った。

また、陽極酸化皮膜の硬さは(株)赤石製作所製のマイクロビッカース硬度計AVK型を用いて皮膜の断

面より計測した。

3. 結果

3. 1 県西部のめっき事業所で行っている前処理

県西部のめっき事業所で行っている前処理を利用した陽極酸化皮膜の膜厚を測定した結果は、13.82μmであった。

3. 2 ベーマイト処理

2. 2節②のベーマイト処理後、陽極酸化→染色→封孔を行った。

ベーマイト処理は、表層に多く存在するSi粒子を除去する目的で酸化皮膜を生成、剥離する手法である。

各煮沸時間における陽極酸化皮膜の膜厚結果を図1に示す。

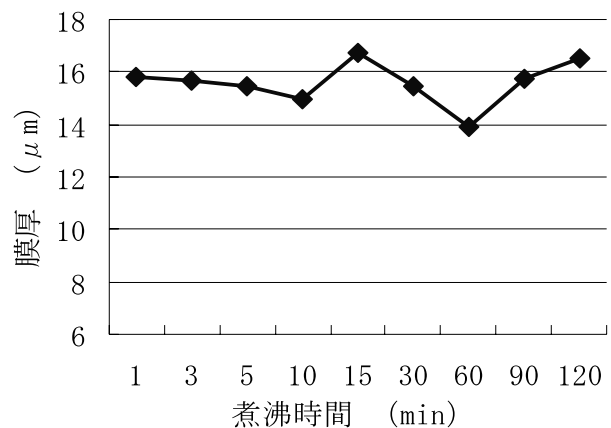


図1 陽極酸化皮膜の膜厚 (ベーマイト処理)

3. 1節の測定結果と比較すると煮沸する時間に関係なく陽極酸化皮膜の成膜効率向上に効果があるため、管理が容易で工業化に向けて実用的な前処理であることが分かった。

ベーマイト処理による煮沸時間の最適化は、図1の結果と第2報の染色試料片の色彩評価で行った。

3. 3 ダブルアルマイト処理

2. 2節③のダブルアルマイト処理後、陽極酸化→染色→封孔を行った。

ダブルアルマイト処理も3. 2節ベーマイト処理と同様の目的で酸化皮膜を生成、剥離する手法である。

各印加時間後の陽極酸化皮膜の膜厚結果を図2に示す。

図2から印加時間が長くなるほど陽極酸化皮膜の膜厚が低下する結果となった。

これは、印加時間を長くすることで酸化皮膜がより厚く生成し、剥離が十分に出来なかったため、陽極酸化処理に効果が生じなかったと考えられる。

ダブルアルマイト処理はベーマイト処理と比較して印加時間を短く、正確に管理する必要があるため実際のめっきラインでの前処理としては難しいと考えられる。

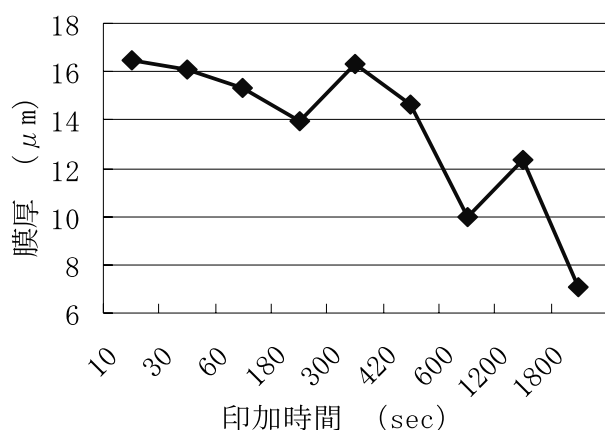


図2 陽極酸化皮膜の膜厚 (ダブルアルマイト処理)

3. 4 熱処理

2. 2節④の熱処理後、陽極酸化→染色→封孔を行った。

熱処理は、陽極酸化皮膜の生成効率を向上させる目的で粗大なSi粒子を微細に再析出させる方法である。各処理後の陽極酸化皮膜の膜厚及び硬さ結果を図3、図4に示す。

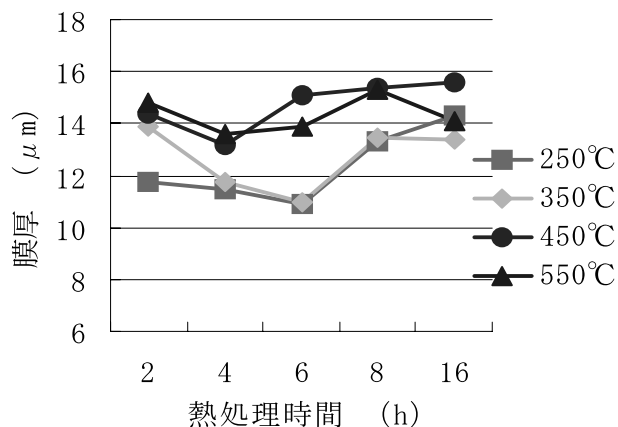


図3 陽極酸化皮膜の膜厚 (熱処理)

図3より250、350°Cによる熱処理温度では、熱処理時間に関わらず陽極酸化皮膜の膜厚向上に効果が

見られなかった。

一方、450、550°Cによる熱処理温度では、陽極酸化皮膜の膜厚向上に効果が確認された。しかし、550°Cの熱処理ではボイドの生成も同時に確認され、素材自体の機械的強度を低下させることから、不適とした。

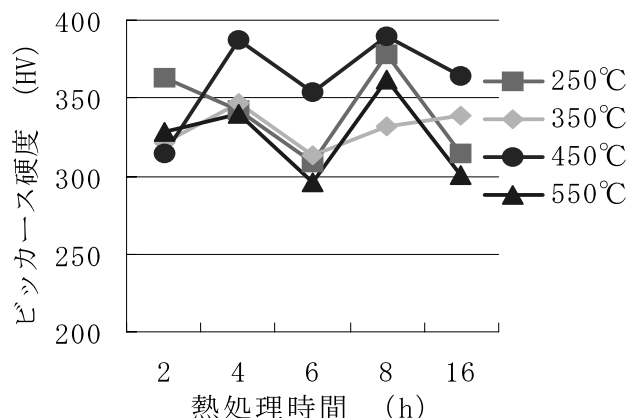


図4 陽極酸化皮膜の硬度 (熱処理)

図4から陽極酸化皮膜の硬度は、450°Cで4hまたは8h熱処理したものが高い硬度を示した。

以上、図3、4より陽極酸化皮膜の膜厚・硬度向上に効果のある熱処理は、供試体を450°Cで8h保持後、水で急冷させる条件であることが分かった。

3. 5 前処理条件の最適化

以上の結果から、熱処理により粗大なSi粒子を微細に再析出させた後、ベーマイト処理で酸化皮膜を生成、剥離する方法が、その後の陽極酸化皮膜の厚膜化に効果的な前処理であると考えられる。

以下に最適化した前処理条件を示す。

1 熱処理

450°Cで8h保持→水で急冷

2 ベーマイト処理

0.2%NH₃aq、90°C、Xmin煮沸→

0.9mol/l NaOH aq、70°C、4min

ベーマイト処理は、煮沸する時間に関わらず陽極酸化皮膜の成膜効率向上に効果があるため、第4報の染色試料片の色彩評価により煮沸時間の最適化を行った。

次に、実際の部品で検証するため2. 1(2)項のホイールディスクをターゲットに、最適化した前処理→陽極酸化→染色→封孔の工程で処理した後、色彩、

光沢度評価を行った。

4. 結言

本研究では低Siのアルミニウム合金鋳物をターゲットに陽極酸化処理後の染色性向上を目的として、ベーマイト処理、ダブルアルマイト処理、熱処理の検討を行い、前処理条件の最適化を行った。

その結果、以下のことが明らかとなった。

(1) ベーマイト処理

煮沸時間に関わらず、陽極酸化皮膜の成膜効率が向上することが分かった。

(2) ダブルアルマイト処理

印加時間が長くなるほど陽極酸化皮膜の成膜効率が低下することが分かった。

(3) 熱処理

450℃で8h保持後、水で急冷させることにより陽極酸化皮膜の膜厚、硬度の向上が確認された。

参考文献

- 1) 綿野哲寛他：アルミ合金鋳物の染色加工に関する研究（第1報）－陽極酸化処理後の染色性を向上させる条件検討－，静岡県工業技術研究所研究報告，第4号，10-14（2011）。