

アルミニウム合金鋳物の陽極酸化特性

樋尾勝也*, 金森陽一*, 茂木徹一**

Anodization Characteristic of Cast Aluminum Alloys

Katsuya HIO, Yoichi KANAMORI and Tetsuichi MOTEGI

Key words: Cast Aluminum Alloys, Anodization, Solidified Structure, Dendrite

1. はじめに

アルミニウムは機械的性質、被削性、鋳造性等を向上させるために、合金元素を含有したアルミニウム合金として、自動車部品や機械産業部品に広く使用されている¹⁾。また、長時間の使用に耐える耐久性が求められており、耐食性や耐摩耗性の向上を図るための表面処理として、陽極酸化が工業的に広く用いられている。通称アルマイトで知られる陽極酸化は、電気化学的に酸素とアルミニウムが結合して表面に酸化アルミニウムの薄い膜が生じる。この薄膜はアルミニウムの母材を保護して内部への急激な腐食を防ぐ。また、非常に硬いため耐摩耗性にも優れている。

一方、アルミニウム合金の機械的性質の改善には結晶粒の微細化が有効であり、これまでに種々の手法が検討されてきた。そのうち、傾斜冷却板を用いたセミソリッド鋳造法^{2, 3)}は有用な技術の一つである。当研究室ではこれまでに、主に純アルミニウムにおいて、セミソリッド鋳造法による凝固組織の異なる材料に陽極酸化を施し耐食性および耐摩耗性について検討してきた^{4, 5)}。

アルミニウム合金に陽極酸化を施す場合、ケイ素や銅などの合金元素が含有されていると皮膜生成に支障をきたすことが一般的に知られている。すなわち、これらの元素がアルミニウム合金の表面に偏析することによって電解時の通電状態が変化し、皮膜成長を阻害してしまうことが原因である。そこで傾斜冷却板を用いたセミソリッド鋳造法により作

製された凝固組織の細かいアルミニウム鋳物合金鋳物に陽極酸化を施し、その陽極酸化処理性について調べた。

2. 実験方法

2. 1 試料の作製

実験に使用したアルミニウム合金は、Al-12%Si-4%Cu (成分 Si:12.1%, Cu:3.8%) および AC2B (成分 Si:5.7%, Cu:3.2%) である。これらの合金を所定の温度まで加熱溶解後、金型に鋳造した。一方、微細な凝固組織を得るために、水冷した傾斜冷却板上に流下させ、セミソリッド状態で鋳造し微細組織試料を作製した。

2. 2 組織観察

作製した試料を約 10 mm×10 mm サイズの板材に切り出し、エポキシ樹脂に埋め込んだ後、エメリー紙にて#1200 まで研磨後、0.05 μm のアルミナによるバフ研磨を施した。乾燥後、1%HF 水溶液にて腐食して顕微鏡観察を行った。

2. 3 陽極酸化

作製した試料を 40 mm×40 mm、厚さ 3 mm のサイズの板材に切り出し、エメリー紙にて#1200 まで研磨後、中性洗剤で脱脂洗浄し、陽極酸化用の供試材とした。陽極酸化用溶液には温度 283 K、15% H₂SO₄ 水溶液を使用し、電流密度 3 A·dm⁻² の定電流電解にて陽極酸化処理を行った。その際、陰極には同等面積のアルミニウム板を用いた。陽極酸化後の皮膜厚さを渦電流式膜厚計(サンコウ電子研究所製 SWT-8000 II) で測定した。

* 金属研究室

** 千葉工業大学工学部

3. 実験結果と考察

3. 1 組織観察

図 1 から図 4 に Al-12%Si-4%Cu および AC2B の凝固組織写真を示す. ここで, 図 2 および図 4 については通常の温度よりも低い温度により, すなわちセミソリッドの状態での凝固されたものである. 図 1 の Al-12%Si-4%Cu①では, 粗いデンドライトが観察された. また, 粒状の粗大な初晶 Si が所々に晶出している. 図 2 の Al-12%Si-4%Cu②では, デンドライトは観察されず, 凝固組織が細かくなっている. また, 初晶 Si が Al-12%Si-4%Cu①と比べて小さくなっており, 微細な初晶 Si が点在している. セミソリッド凝固により, 半熔融状態で凝固したことでデンドライトの成長が抑制され, 凝固組織が細かくなったものと考えられる. 同様に初晶 Si も半熔融状態で凝固したことで, 初晶 Si の凝固の

際, Si の析出において成長が抑制されたと考えられる. 図 3 の AC2B①では, 非常に粗大なデンドライトが析出しており, Al-12%Si-4%Cu で観察された初晶 Si は析出が認められない. 図 4 の AC2B②では, Al-12%Si-4%Cu②と同様にデンドライトが切断されて微細な凝固組織となった. このようにセミソリッド凝固により凝固させることで, 通常の凝固に比べて凝固組織が微細になることが確認できた.

3. 2 陽極酸化特性

図 5 に Al-12%Si-4%Cu における電解時間と皮膜厚さの関係を示す. 電解時間の増加とともに皮膜厚さはほぼ比例的に増加した. 凝固組織の微細な Al-12%Si-4%Cu②の方が陽極酸化処理性は良好であった. 微細な凝固組織が陽極酸化皮膜の成長促進に寄与したものと考えられる. また, 初晶

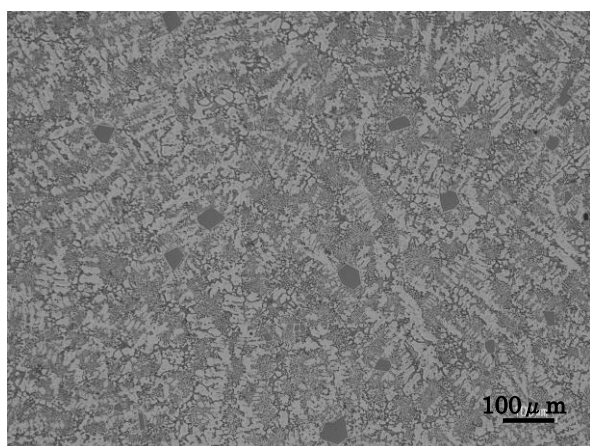


図 1 顕微鏡組織 (Al-12%Si-4%Cu①)
[casting temperature : 938 K]

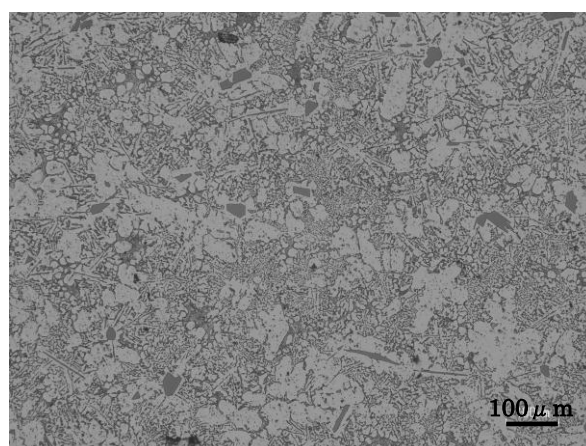


図 2 顕微鏡組織 (Al-12%Si-4%Cu②)
[casting temperature : 863 K]

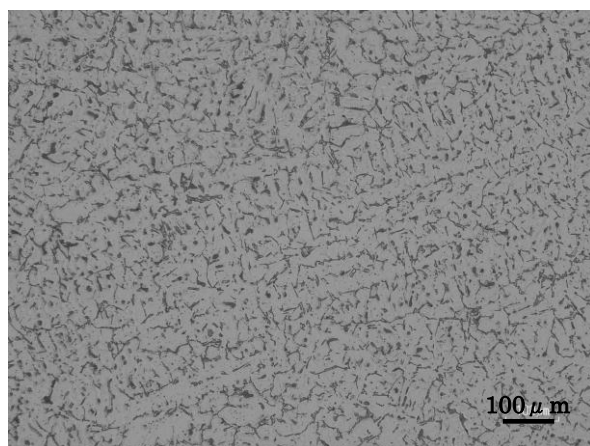


図 3 顕微鏡組織 (AC2B①)
[casting temperature : 988 K]

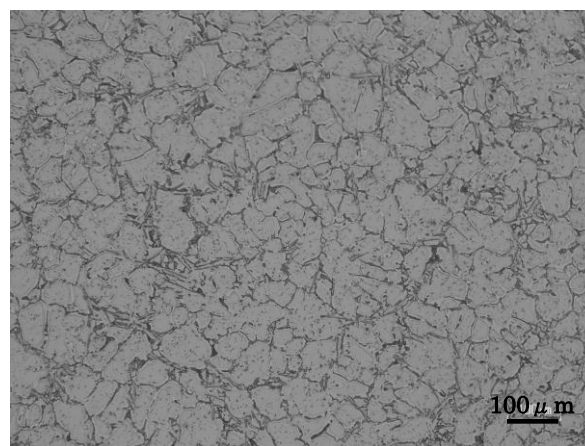


図 4 顕微鏡組織 (AC2B②)
[casting temperature : 888 K]

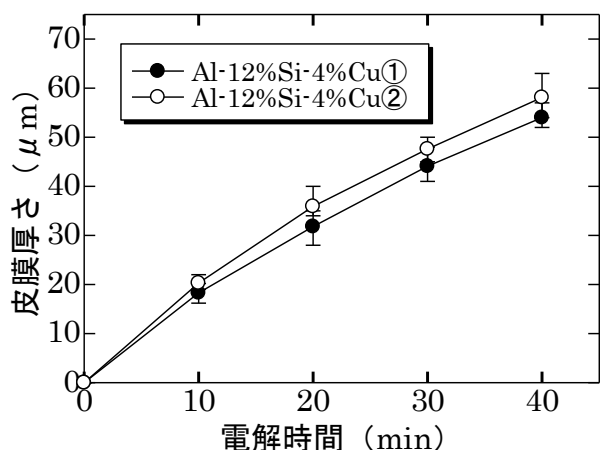


図5 電解時間と皮膜厚さの関係 (Al-12%Si-4%Cu)
 [①: 鑄造温度 993 K, ②: 鑄造温度: 938 K]

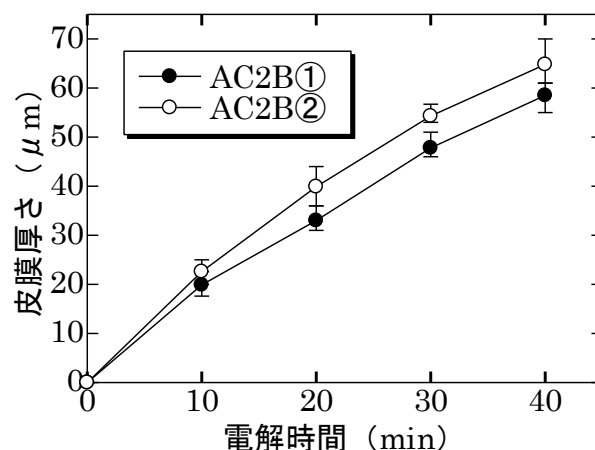


図6 電解時間と皮膜厚さの関係 (AC2B)
 [①: 鑄造温度 993 K, ②: 鑄造温度: 897 K]

Si が細かくなったことでも、陽極酸化処理性の向上に起因しているものと考えられる。図 6 に AC2B における電解時間と皮膜厚さの関係を示す。Al-12%Si-4%Cu と同様に電解時間とともに皮膜厚さはほぼ比例的に増加した。凝固組織の微細な AC2B②の方が陽極酸化処理性は明らかに良好であった。微細な凝固組織によって、結晶粒界が増加して活性な基底組織になったことで陽極酸化処理性が向上したと考えられる。さらに、Al-12%Si-4%Cu は AC2B に比べて陽極酸化処理性が低下した。初晶 Si の析出によるものと考えられる。AC2B では Si は固溶しており、Si の析出が認められない。アルミニウムの基底に Si が析出するとその部分は陽極酸化が進行せず、そのため全体的に陽極酸化処理性が悪化するものと考えられる。

4. まとめ

凝固組織の異なる Al-12%Si-4%Cu および AC2B の陽極酸化処理性について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) Al-12%Si-4%Cu および AC2B 共に電解時間とともに皮膜厚さは比例関数的に増加する。

- (2) Al-12%Si-4%Cu および AC2B 共に凝固組織の微細な方が陽極酸化処理性は向上する。
- (3) Si 含有量の少ない AC2B の方が、Si 含有量の多い Al-12%Si-4%Cu に比べて、陽極酸化処理性が良好である。

参考文献

- 1) 山口裕：“アルミニウムの陽極酸化処理と装飾的表面処理”。軽金属, 59, p204-215 (2009)
- 2) 田辺郁ほか：“傾斜冷却板を用いたセミソリッド AC4CH アルミニウム合金の連続鑄造”。日本金属学会, 67, p291-294 (2003)
- 3) 朴龍雲ほか：“セミソリッド鑄造した 5052 アルミニウム合金の凝固組織”。軽金属, 55, p86-90(2005)
- 4) 樋尾勝也ほか：“アルミニウム合金鑄物の陽極酸化および耐食性に及ぼす凝固組織の影響”。三重県工業研究所研究報告, 36, p91-94 (2012)
- 5) 樋尾勝也ほか：“アルミニウム陽極酸化皮膜の摩擦摩耗試験”。三重県工業研究所研究報告, 37, p78-80 (2013)