

# アルミニウム合金鋳物の陽極酸化および耐食性に及ぼす凝固組織の影響

樋尾勝也\* , 金森陽一\* , 中村創一\* , 茂木徹一\*\*

## Effect of Solidified Structure on Anodization and Corrosion Resistance of Cast Aluminum Alloys

Katsuya HIO, Yoichi KANAMORI, Soichi NAKAMURA and Tetsuichi MOTEGI

### 1. はじめに

アルミニウム合金鋳物は、軽量で強度と耐食性に優れることから、自動車部品や機械産業部品に広く使用されている。これらの用途では、特に、長期間の使用に耐える耐久性が求められており、表面処理を施し、アルミニウム材の耐食性や耐摩耗性の向上が図られる。アルミニウムの表面処理には種々の方法が知られているが、そのうち陽極酸化は工業的に最も広く用いられている<sup>1)</sup>。

一方、アルミニウム合金鋳物の機械的特性の改善には凝固組織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<sup>2,3)</sup>。なかでも、傾斜冷却板を用いたセミソリッド鋳造法<sup>4,5)</sup>は有用な技術の一つである。この方法により粗大な凝固組織から微細な凝固組織まで制御が可能である。

しかしながら、これまでに凝固組織の相違が陽極酸化および耐食性に与える影響についての研究は、ほとんど見あたらない。そこで本研究では、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異なるアルミニウム合金鋳物に陽極酸化を施し、その陽極酸化処理性を調べた。また、電気化学的特性も検討し、耐食性の評価を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試料の作製

実験に使用した地金は、99.8% Al (不純物 Si:0.05%, Cu:0.1%, Fe:0.05%) および AC4CH (成分 Si:7.13%, Mg:0.41%, Fe:0.11%, Cu:0.01%, Mn:0.01%, Ti:0.01%, Al:Bal.) である。これらの

地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 陽極酸化

試料地金を 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 まで研摩後、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% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 水溶液を使用し、電流密度 3 A·dm<sup>-2</sup> 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) で測定した。

#### 2.3 アノード分極曲線の測定

耐食性の評価を行うために、アノード分極曲線の測定を行った。温度 303 K、0.1M NaCl 水溶液中で自然電位よりアノード方向へ電位掃引速度 0.5 mV·s<sup>-1</sup> で分極させた。なお、参照電極には Ag/AgCl 電極を用いた。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 組織観察

図 1 から図 4 に 99.8% Al および AC4CH の顕微鏡組織写真を示す。鋳造温度の違いにより、凝固組織が異なり、鋳造温度が高い場合、粗大な組織となった。また、鋳造温度が低いと微細な組織となり、この場合、セミソリッド状態で鋳造されている。図 1 の 99.8% Al では、結晶粒が確認され数 mm 程度まで粗大化しているが、図 2 の 99.8% Al では、100 から 200 μm 程度の微細な結晶粒となっている。一

\* 金属研究室

\*\* 千葉工業大学工学部

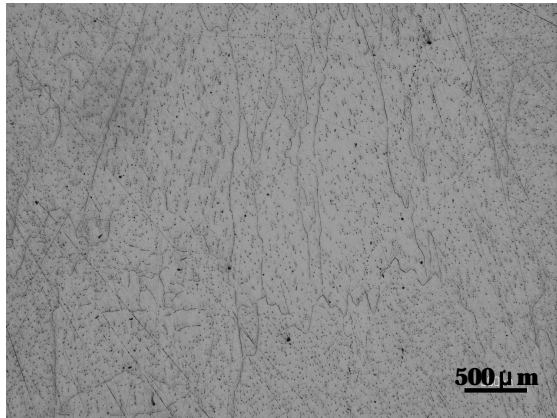


図1 顕微鏡組織 (99.8%Al )  
[ 鋳造温度 : 993 K ]

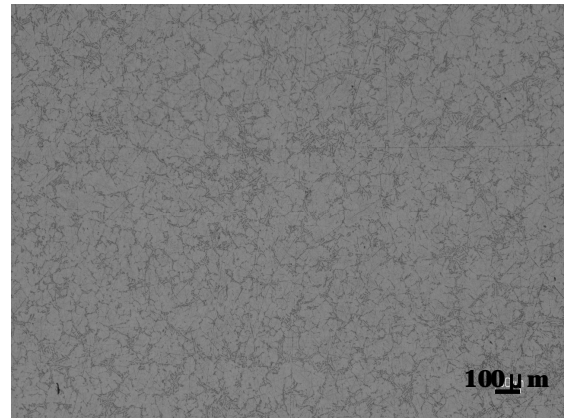


図3 顕微鏡組織 (AC4CH )  
[ 鋳造温度 : 993 K ]

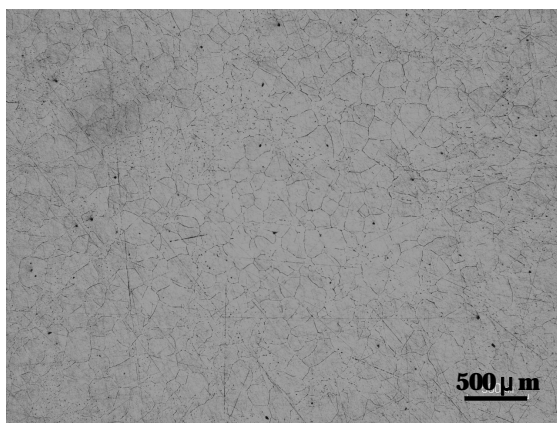


図2 顕微鏡組織 (99.8%Al )  
[ 鋳造温度 : 938 K ]

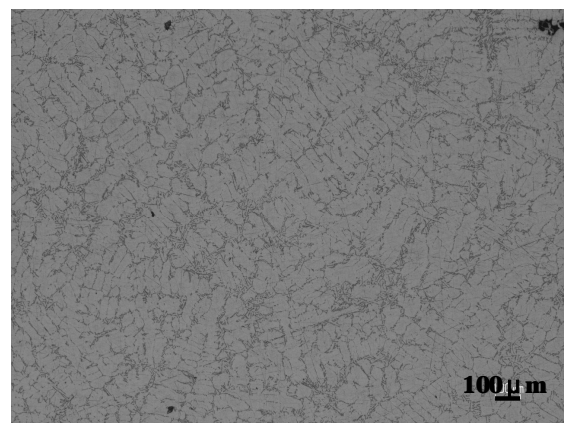


図4 顕微鏡組織 (AC4CH )  
[ 鋳造温度 : 897 K ]

方, AC4CH は 99.8%Al と異なり結晶粒は確認されず, デンドライトのサイズが異なる. また, 図3の AC4CH は, 図4の AC4CH よりもデンドライトのサイズが大きい. このように, 同じ材質で凝固組織の大きさの異なる試料間で陽極酸化処理性および分極特性について比較検討した.

### 3.2 陽極酸化特性

図5に99.8%Alにおける電解時間と皮膜厚さの関係を示す. 電解時間とともに皮膜厚さは比例的に増加した. 結晶粒の微細な99.8%Alの方が陽極酸化処理性は良好であった. 微細な結晶粒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. 図6にAC4CHにおける電解時間と皮膜厚さの関係を示す. 電解時間の増加に伴い皮膜厚さは増加したが, 凝固組織の相違による有意差は得られなかった. 99.8%Alに比べて, 極端な凝固組織の違いが得られなかったことによるものと思われる.

### 3.3 アノード分極特性

図7に99.8%Alのアノード分極曲線を示す. 結晶

粒の粗い99.8%Alの方が, アノード反応が抑制されて耐食性が良好であった. すなわち, 微細な結晶粒にした方が, アノード反応が促進され耐食性の低下が認められた. 一般に結晶粒界は腐食が起こりやすいとされる. 微細な結晶粒によって結晶粒界が増加し, 腐食が起こりやすい状態になり, アノード分

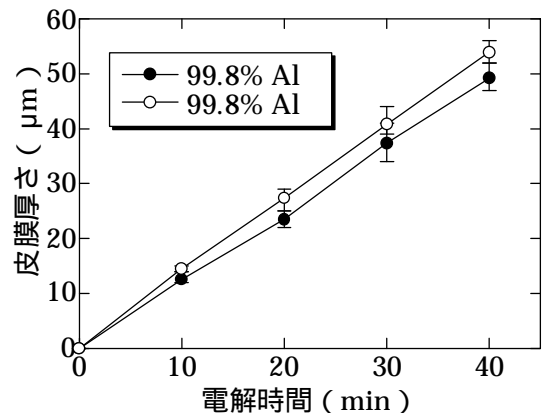


図5 電解時間と皮膜厚さの関係 (99.8%Al)  
[ : 鋳造温度 993 K, : 鋳造温度: 938 K ]

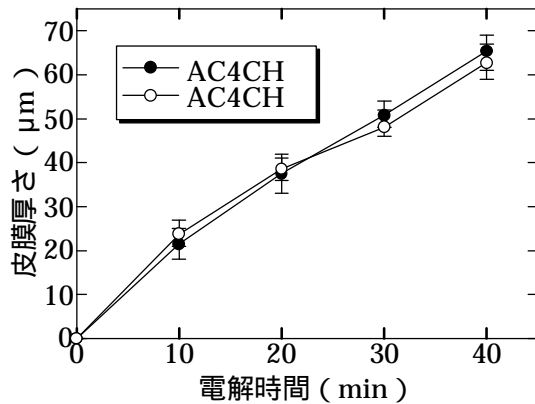


図6 電解時間と皮膜厚さの関係 (AC4CH)  
 [ : 鋳造温度 993 K, : 鋳造温度: 897 K]

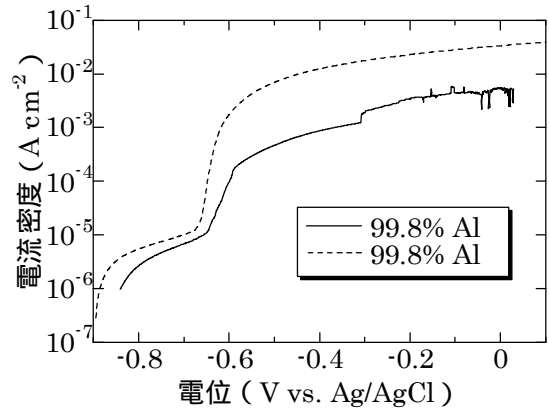


図7 アノード分極曲線 (A99.8%Al)  
 [ : 鋳造温度 993 K, : 鋳造温度: 938 K]

極特性の劣化を引き起こしたものと推察される。

図8にAC4CHのアノード分極曲線を示す。陽極酸化処理の場合と同様に、ほとんど差異は見られなかった。結晶粒界が現れておらず、デンドライトのサイズはアノード分極特性に影響を及ぼさないのではないかと考えられる。

次に、99.8%Alについて、図5の結果を元に皮膜厚さが20 μmになるように電解時間を設定して陽極酸化処理を行った。陽極酸化処理後の99.8%Alのアノード分極曲線を図9に示す。99.8%Alの方が、アノード反応が抑制されて耐食性の向上が認められた。同じ皮膜厚さにおいて、99.8%Alのアノード分極特性が良好であったのは、微細な結晶粒が緻密な陽極酸化皮膜の生成に寄与したものと考えられる。

#### 4. まとめ

凝固組織の異なる99.8%AlおよびAC4CH合金鋳物の陽極酸化処理性およびアノード分極特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) 99.8%Alにおいて、結晶粒が微細になると陽極酸化処理性は向上するが、アノード分極特性は低下する。
- (2) AC4CHにおいて、凝固組織の相違による陽極酸化処理性およびアノード分極特性には、今回の条件では影響が見られなかった。
- (3) 陽極酸化処理を施した後の99.8%Alにおいて、微細な結晶粒からなる凝固組織の方がアノード分極特性が向上することが分かった。

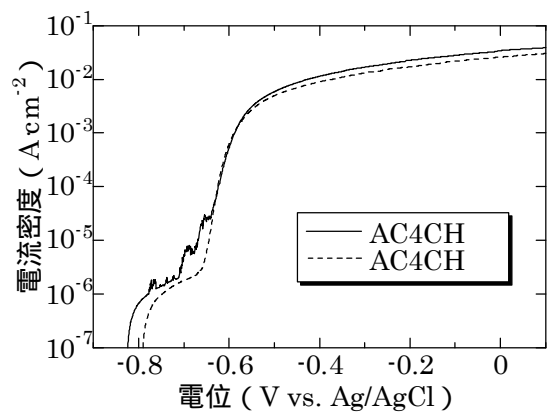


図8 アノード分極曲線 (AC4CH)  
 [ : 鋳造温度 993 K, : 鋳造温度: 897 K]

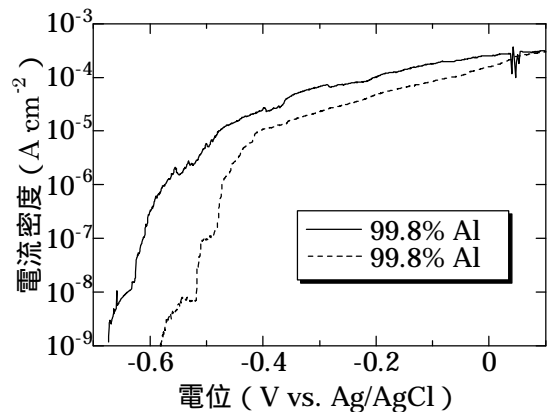


図9 アノード分極曲線 (陽極酸化後)  
 [ : 鋳造温度 993 K, : 鋳造温度: 938 K]

#### 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) 茂木徹一ほか: “微量のTiおよびBを添加した純アルミニウム鋳塊の一方凝固組織について”

て”。軽金属，31，p325-333(1981)

- 3) 大澤嘉昭ほか：“アルミニウム合金の結晶粒微細化に及ぼす超音波振動の影響”。鑄造工学，71，p98-103(1999)
- 4) 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)

- 5) 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)