

## アルミニウム合金鋳物の溶湯処理技術

池 浩之\*、勝負澤善行\*、茨島 明\*  
本山 勝見\*\*

JISのAC4Cアルミニウム合金鋳物について、溶解材料と溶湯処理条件の鋳造品組織及び機械的性質に及ぼす影響を調べた。その結果、アルミニウム合金地金を用い、適正な溶湯処理を行うとマイクロポロシティや介在物のない鋳造品が得られた。リターン材を用いると、適正な溶湯処理を行っても組織中に砂などの介在物が確認された。本実験の範囲内では、鋳造品中のポロシティが減少しても機械的性質はほとんど変化しないことがわかった。

キーワード : アルミニウム合金、溶湯処理、リターン材

## Molten Metal Treatment Technology of Aluminum Alloy Castings

IKE Hiroyuki, SHYOBUZAWA Yoshiyuki, BRAJIMA Akira  
MOTOYAMA Katumi

The effect of treatment conditions of charge materials and molten metal on microstructures and mechanical properties of castings were investigated with aluminum alloy castings (JIS AC4C). Consequently, we could provide the castings which didn't have microporosities and inclusions, when we used aluminum alloy ingots for charge materials and then operate on right molten metal treatment. And, we recognized inclusions during microstructures of castings, which was sands and others, in spite of right molten metal treatment, when we used return scraps for charge materials. Moreover, in this experiment, the mechanical properties didn't change even if microporosities in castings decreased.

key words : aluminum alloy, molten metal treatment, return scraps

### 1 結 言

JIS AC4Cアルミニウム合金鋳物は、耐食性や機械的性質が優れるなどの理由により、船舶、自動車などの部品として広く利用されている<sup>1)</sup>。また、その機械的性質はFe, Mnなどの不純物量、溶湯処理条件、冷却速度および熱処理条件などによって変化することが分かっている<sup>2)</sup>。特に、溶湯処理が十分に行われないと、溶湯中の介在物や水素ガスの影響でマイクロポロシティなどの欠陥が発生し、機械的性質が著しく低下する<sup>2)</sup>ため、その溶湯性状にあった適正な処理が必要となる。

一方、アルミニウム合金鋳物工場では、原材料として鋳造した湯口や押し湯などのリターン材と地金とを一緒に使用するが、このリターン材は鋳型の砂や機械加工時

の切削油などの不純物を多量に含んでいるため、地金を原材料とした場合に比べてさらに十分な溶湯処理を行う必要があると考えられる。

本研究では、欠陥の少ないAC4Cアルミニウム合金鋳物を得るために、各原材料で溶湯処理条件を変化させた時の組織を調査するとともに、鋳造品のマイクロポロシティ生成量と機械的性質との関係などについて検討した。

### 2 実験方法

原材料としては、表1に示す成分の日本軽金属(株)製(JIS C4CV)アルミニウム合金地金と同地金のリターン材を用いた。ここで、地金のみを原材料とした場合は、溶解直前に約40 $\mu$ mのアルミナ粒によるブラスト処

\* 金属材料部

\*\* 横河電子機器(株)

表1 アルミニウム合金地金の成分

元素名	Cu	Si	Fe	Zn	Mg	Mn	Ni
wt%	0.08	7.04	0.34	0.02	0.42	0.22	0.03
Ti	Pb	Sn	Cr	Ca	Sb	Bi	Al
0.02	0.01	0.01	0.02	.001	.002	.002	残部

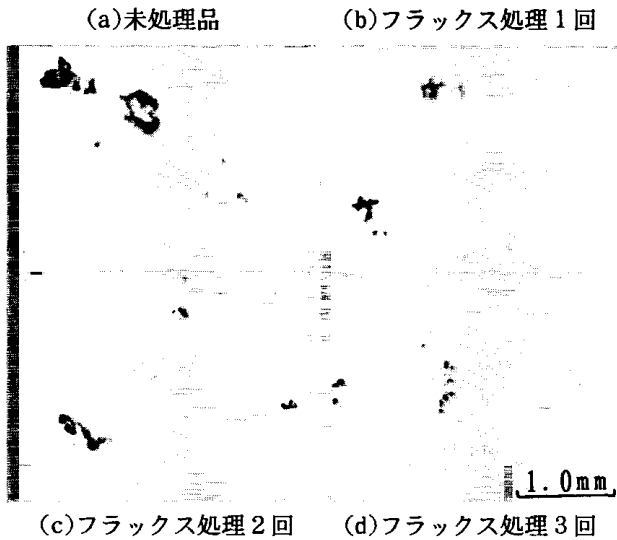


図1 鑄造品中のマイクロポロシティ生成に及ぼすフラックス処理回数の影響 原材料：地金のみ

理を行った。リターン材は付着した不純物の影響を確認するためそのまま用いた。それぞれの原材料は $1.0 \pm 0.1$  kg秤量後、#6黒鉛るつぽに充填し、抵抗式電気炉にて最高温度750℃まで加熱し溶解した。溶解後、市販のフラックスによる脱滓処理は回数を変化させて行い、必要に応じ窒素ガス導入による脱ガス処理を行った後、シェル鑄型に注湯し、JIS4号試験片を得た。この試験片を用いて引張強さ、伸びおよび硬さ(HB)などの機械的性質の測定と光学顕微鏡による組織観察を行った。

### 3 実験結果

原材料に地金のみを用いた場合の、マイクロポロシティ生成に及ぼすフラックス脱滓処理回数の影響を図1に示す。これよりフラックス処理回数が増加するほどマイクロポロシティの寸法および量は減少することが分かる。また、3回のフラックス処理を行ってもマイクロポロシティは完全には消滅しないことも分かる。これは、フラックス処理回数が増加するほど酸化物などの介在物およびある程度の水素ガスが、除去されるためマイクロポロシティは減少するが、フラックス処理のみでは溶湯中の水素ガスの除去が不十分であることと、本実験で用いた鑄型は、シェル鑄型であり金型などに比べて冷却速度が遅いので、凝固中ガスが集中し、ガス欠陥が顕著になり易いこと、

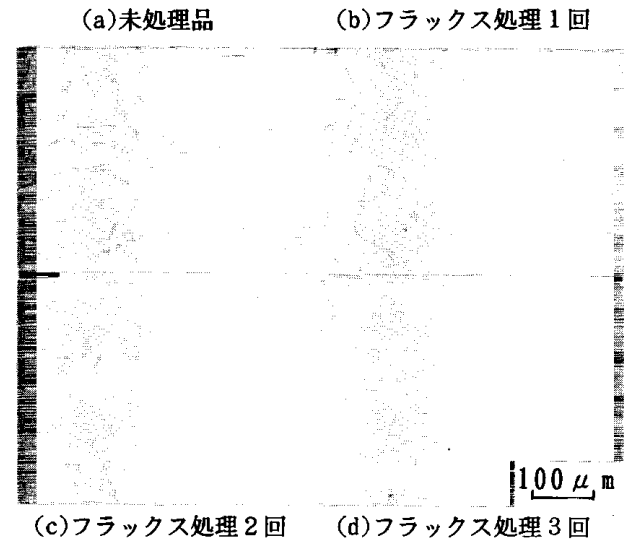


図2 鑄造品中の共晶シリコンの形状に及ぼすフラックス処理回数の影響 原材料：地金のみ

表2 使用したフラックスの成分 (カタログより)

元素名	Na	K	O	F	Cl
wt/%	20~25	10~15	5~10	5~10	35~40
元素名	Al	Si			
wt/%	<5	<5			

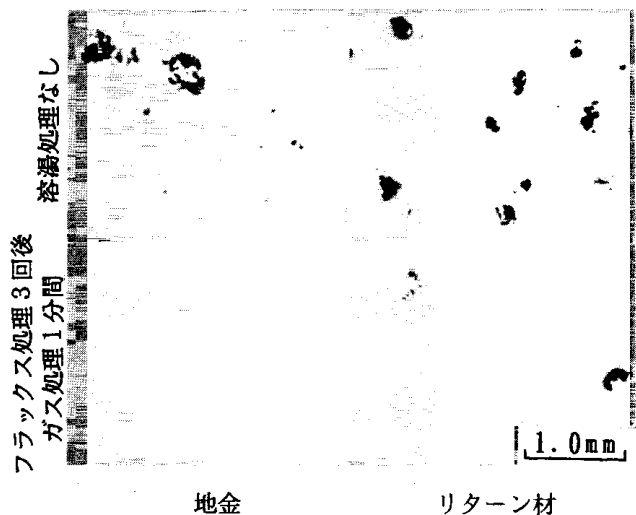


図3 鑄造品中のマイクロポロシティ生成に及ぼす原材料の影響

および水素ガスを固溶する量が少ない<sup>3)</sup>ことなどより、ガスポロシティが完全に消滅しなかったと考えられる。

図2は図1の組織をさらに拡大し、共晶シリコン形状に及ぼすフラックス処理回数の影響を調べた結果である。これより処理回数が増えるほど共晶シリコンの微細化が進んでいることが分かる。これは、表2に示すように、使用したフラックスは金属NaまたはNaClなどを主成分として含んでいるため、処理回数が増加するほど溶湯中の

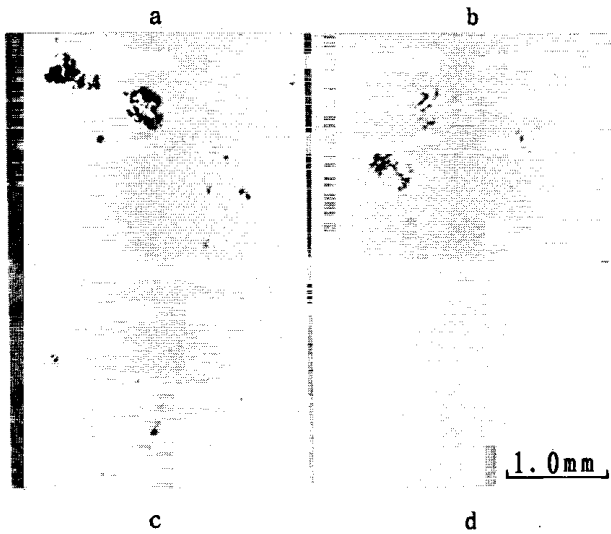


図4 各溶湯処理条件下での鋳造品中のマイクロポロシティ生成状況 原材料：地金のみ  
 a：溶湯処理なし  
 b：フラックス処理1回のみ  
 c：ガス処理のみ1分間  
 d：フラックス処理3回後ガス処理1分間

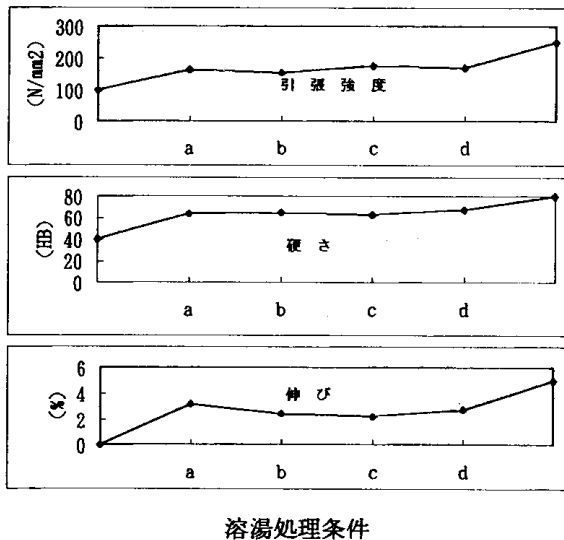


図5 機械的性質に及ぼす溶湯処理条件の影響  
 a~d 図4に同じ

NaまたはNaClなどの成分が増えたため、改良処理が施されたと考えられる。しかし、この改良処理の効果は、本実験の場合約10minで消滅する。

図3に鋳造品中のマイクロポロシティ生成に及ぼす原材料の影響を示す。これより原材料に地金のみを用いた場合の方がリターン材のみを用いた場合に比較し、マイクロポロシティの寸法および量は小となっていることが分かる。この理由は、リターン材は砂や機械加工時の研削油など不純物を多量に含んでいるためと考えられる。図4

は原材料として地金のみを用い、溶湯処理条件を変化させたときのマイクロポロシティの発生状況を示す。本研究の場合、脱滓処理を1回行うより脱ガス処理を1分間行った場合の方が、マイクロポロシティはより減少した。また、脱滓と脱ガス処理を十分に行うことによりマイクロポロシティは完全に消滅することが分かる。図5は図4の各条件で溶湯処理を行ったときの鋳造品の機械的性質である。これよりマイクロポロシティの有無によって機械的性質はほとんど変化しないことが分かる。つまり十分な溶湯処理を行ってマイクロポロシティの発生を押さえても、本研究の場合、機械的性質はほとんど変化しなかった。

#### 4 考 察

原材料に地金のみを用いた場合でもフラックス処理だけでは、マイクロポロシティを完全に除去することができなかった。その理由は、フラックス処理だけでは脱ガス効果が不十分だったことと、使用した鋳型の冷却速度が遅いためと考えられた。さらに詳しく述べると、図1に示すようにマイクロポロシティは結晶粒界に生じており、その形状は球状を呈していること、窒素ガス導入による脱ガス処理の方がフラックスを用いた脱滓処理よりもポロシティ減少の効果が大きかったことから、このマイクロポロシティは溶湯中の水素ガスが原因で生じたガスポロシティであることが分かる。また純アルミニウムの場合、金型などで溶湯が急冷された場合の水素固溶量は、0.2ppm程度であるが、砂型の場合0.1ppm以下であり<sup>3)</sup>それ以上になるとガスポロシティが生じることと冷却速度が遅いと溶湯中の水素ガスが集中しガス欠陥が顕著になり易いことなどから、鋳型の冷却速度も影響していると考えられた。

図4の溶湯処理条件によるマイクロポロシティ発生状況の結果では、脱ガス処理のみで鋳造品中のマイクロポロシティの寸法および量は、未処理品、フラックス1回処理品と比較し減少しているが、完全には消滅していない。しかし、脱ガス処理時間をより長くしたり、供給量を増やしたり、気泡の寸法をより細かくすることによりその効果が拡大し、脱ガス処理のみでもマイクロポロシティのない鋳造品が得られた。

リターン材を原材料として用いた場合について述べると、この場合も十分な溶湯処理を行うことによりマイクロポロシティは完全に消滅した。しかし、組織中には、砂と思われる介在物が多量に存在しており(図6-a)、そこで使用した黒鉛るつぼの中には、図6-bに示すように多量の砂が存在した。これは、フラックスを用いた脱滓処理と窒素ガス導入による脱ガス処理によって溶湯中の水

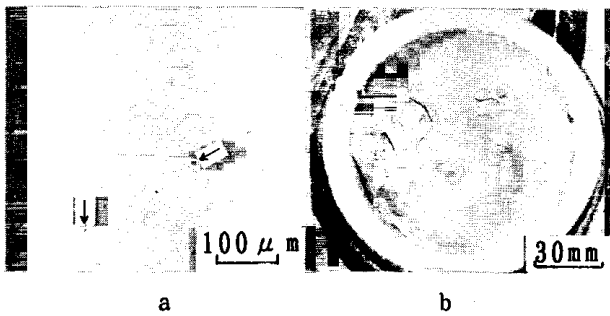


図6 a: リターン材を使用したときの鑄造品のマイクロ組織と b: その時使用したるつぼの外観

素ガスや酸化物などの介在物は除去され、マイクロポロシティは消滅するが、リターン材から混入した砂などの成分は、本実験のような溶湯処理を行ってもすべてを取り除くことはできないことを示す。そして、この砂を除去するには、別途、フィルターによる溶湯の濾過処理などが必要になろう。いずれにしろリターン材を用いる場合は、まず砂の混入を防ぐことが大事である。ブラスト処理を行い付着した砂などの不純物を除去したリターン材を原材料として用いた場合には、図6のような砂などの介在物は確認されなかった。

最後に、マイクロポロシティの生成量と機械的性質の関係であるが、いずれも同一地金を原材料として用いていることと、図4の各種溶湯処理条件下の組織からいずれの結晶粒もほぼ同じ大きさで、共晶シリコンの改良処理も行われていないので、マイクロポロシティの生成量によって強度や伸びに変化が出て良いと考えられるが、そのような傾向は見られなかった。これは、機械的性質に対して、初晶デンドライトの大きさ、Fe、Mnなどの不純物量、冷却速度など、マイクロポロシティ以外の要因の影響

響が大きかったためと考えられた。機械的性質については、上記の他に微細化処理や改良処理、熱処理によって大きく変化することが分かっているので、これらの点についても考慮しながら今後の課題にしたいと思う。

## 5 結 言

AC4Cアルミニウム合金の原材料と溶湯処理条件を変化させ、鑄造品の組織および機械的性質に及ぼす影響を調べた結果以下の結論が得られた。

- 1) フラックス処理のみでも、酸化物などの介在物とある程度の水素ガスは除去でき、処理回数が増えるほどマイクロポロシティは減少することが分かった。しかし、この処理のみでは脱ガス効果は不十分なので、マイクロポロシティを完全に除去することはできなかった。
- 2) 砂などの付着したリターン材を原材料として使用すると、溶湯処理を行っても砂などの不純物が組織中に残るので、健全な鑄造品を得るためには、事前に取り除く必要がある。
- 3) 本研究の範囲内では、溶湯処理によってマイクロポロシティのみを完全に除去しても、機械的性質はほとんど変化しないことが分かった。これは初晶の寸法、Fe、Mnなどの不純物量、冷却速度など他の要因が影響してくるためと考えられた。

## 文 献

- 1) 例えば、高橋恒夫編：新版非鉄金属材料の選択のポイント、日本規格協会、(1995)。
- 2) 例えば、軽合金の生産技術教本編集委員会編：軽合金鑄物・ダイカストの生産技術、素形材センター、(1993)。
- 3) C.E.Ransley, H. Neufeld: J. Inst. Metals 74 (1948) 599.