

Title	アルミニウム合金物のポロシティ欠陥とそのコンピュータシミュレーション
Author(s)	朱, 金東
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37266
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	しゆ 朱	きん 金	とう 東
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 7 3 2	号
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 26 日		
学位授与の要件	工学研究科 冶金工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	アルミニウム合金鋳物のポロシティ欠陥とそのコンピュータシミュレーション		
論文審査委員	(主査) 教授 大中 逸雄 教授 岡本 平 教授 山根 壽己		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はアルミニウム合金鋳物におけるポロシティの生成機構を実験的に明らかにすると共に、実際の鋳物のポロシティ欠陥を予測できるコンピュータシミュレーション法を確立することを目的として行なった研究成果をまとめたもので、以下の 5 章より構成されている。

第 1 章は緒論であり、従来の研究およびその問題点を総括し、本研究の目的について述べている。第 2 章では、押湯のない円柱および角柱状 Al-4.5mass% Cu 合金鋳塊のポロシティ欠陥に及ぶ冷却速度および初期水素濃度の影響を実験的に調べた結果について述べている。すなわち、冷却速度が大きくなると、あるいは初期水素濃度が低くなると、より微細な寸法のポロシティとなり、ポロシティ量が低下することを明らかにしている。さらにデンドライドアーム間の残留液相中への水素元素の濃化、デンドライド寸法、ポロシティの生成と成長などを考慮したポロシティ生成機構を提案し、ポロシティ生成のコンピュータシミュレーションを行い、実験結果を良く説明できることを示している。

第 3 章では、第 2 章で提案したポロシティ生成機構をさらに明確にするため、Al-4.5mass% Cu 合金鋳塊を高圧チャンバー内で加圧（最高圧力 4 MPa）凝固させ、ポロシティに及ぼす雰囲気圧力、初期水素濃度および冷却速度の影響を実験およびコンピュータシミュレーションにより調べた結果について述べている。そして第 2 章で提案したポロシティ生成機構が加圧下でも成立すること、および加圧によりポロシティ内圧が増加し、ポロシティ量が大きく減少することを明らかにしている。

第 4 章では以上の結果を総合して、実用的な鋳造品におけるポロシティ欠陥の予測プログラムを開発し、実際の鋳物に適用した結果について述べている。すなわち、AC4C 砂型鋳物および AC8C 低圧鋳造鋳物のポロシティ欠陥を実測し、従来の簡易的手法によるポロシティ予測および本シミュレーショ

ン結果と比較検討し、本シミュレーション法が従来法よりも定量性において勝れていること、また実用的なポロシティ欠陥推定法となり得る可能性があることを示している。

第5章は総括であり、本研究で得られた主な結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

アルミニウム合金鋳物におけるポロシティ欠陥は鋳物の機械的性質や化学的性質、電気伝導性などを著しく悪化するため、欠陥の発生を防止すること、あるいは欠陥を許容できる寸法以下にするか、問題とならない場所に発生するように制御することが要求されている。このためには、コンピュータシミュレーションにより鋳造欠陥を鋳造方案設計の段階で的確に予測することが必要である。ポロシティのコンピュータシミュレーションに関しては近年かなり多くの研究が行なわれてきたが、実用的なシミュレーション法はいまだに確立されていない。本論文はポロシティ欠陥の生成機構を明らかにするとともに、ポロシティ欠陥を予測できるコンピュータシミュレーション法を確立しようとしたもので、得られた主な結果は下記の通りである。

- (1) 押湯のない円柱および角柱状 Al-4.5mass% Cu 合金鋳塊におけるポロシティ欠陥の生成を実験的、および理論的に調べ、初期水素濃度が低いほど、また冷却速度が速いほど、ポロシティ量は減少し、気孔寸法が小さくなることを明らかにしている。
- (2) 加圧凝固させた Al-4.5mass% Cu 合金鋳塊のポロシティに及ぼす雰囲気圧力、冷却速度および初期水素濃度の影響を調べ、ポロシティに及ぼす初期水素濃度、冷却速度の影響は大気中凝固の場合と同じ傾向を示すことを確認するとともに、雰囲気圧力が高いほど、ポロシティ量が著しく減少することを明らかにしている。また加圧によるポロシティ量の低下原因としては、ポロシティ内圧の増大による体積減少効果をもっとも大きいことを明らかにしている。
- (3) デンドライトアーム間の残留液相中の水素濃度が過飽和になると、デンドライトアーム間の残留液相幅に相当するポロシティが発生する；ポロシティ内の水素ガスは理想気体状態方程式に従う；ポロシティの成長は凝固進行中に液相から排出された水素および凝固収縮により支配される；とするポロシティ生成モデルを提案し、このモデルが妥当であることを実験的に示している。さらにポロシティ生成シミュレーションプログラムを開発し、本シミュレーション法がアルミニウム合金鋳物におけるポロシティ欠陥の発生およびその程度を予測するのに有効であることを示している。

以上のように、本論文は、ポロシティに及ぼす初期水素ガス濃度、冷却速度および雰囲気圧力の影響を明らかにし、これに基づき開発したコンピュータシミュレーション法が実際の鋳造品のポロシティ欠陥の実用的な予測法となる可能性を示したものであり、鋳造工学の発展に大きく寄与するものである。よって本論文は工学博士論文として価値あるものと認める。