

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	Al-Mn系合金におけるAl <sub>6</sub> Mnおよび -AlMnSiの析出・相変態挙動ならびにそれらの分散が再結晶組織に及ぼす影響
Title(English)	
著者(和文)	中安広樹
Author(English)	Hiroki NAKAYASU
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10764号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小林 郁夫,中村 吉男,寺田 芳弘,村石 信二,木村 好里
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10764号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	中安広樹	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	小林郁夫	准教授	木村好里	准教授
	審査員	中村吉男	教授		
		寺田芳弘	准教授		
村石信二		准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Al-Mn 系合金における  $Al_6Mn$  および  $\alpha$ -AlMnSi の析出・相変態挙動ならびにそれらの分散が再結晶組織に及ぼす影響」と題し、以下の7章からなっている。

第1章「緒論」では、Al-Mn 系合金の代表的な使用例と近年の生産・出荷動向および近年の研究開発動向を解説している。そしてこれらを踏まえて、現状では晶出物・析出物の分散状態を含む組織形成挙動が、詳細に理解がなされないまま経験的に利用されていることを指摘し、組織形成に関する冶金学的理解に関する産業界の要求について述べている。組織形成の冶金学的理解が深まることで、加工性や加工速度などの工業上重要な因子が改善される可能性を指摘し、本研究の目的を述べている。

第2章「不純物 Si 量の晶出・析出組織へ及ぼす影響」では、不純物 Si 量が析出物の相分率および形態に及ぼす影響について、不純物 Si 量を変化させた4種類の Al-1.9 %Mg-0.5 %Mn 合金(合金組成は wt%とする)を用いて、析出物の相分率を画像解析によって定量的に評価し、EDX による組成分析の結果とあわせて考察している。その結果、Si 量の増加にともなう晶出物・析出物いずれも Al(Mn,Fe)が減少し、 $\alpha$ -Al(Mn,Fe)Siが増加することを明らかにしている。この変化は、0.065 %Siから0.087 %Siの間は大きかったが、0.087 %Si 以上で飽和する傾向を示している。このことから、Al-1.9 %Mg-0.5 %Mn 合金では不純物 Si 量を0.1 %以上とすることで、合金中の析出物の相分率制御が容易となると提案している。

第3章「均質化処理条件が析出物の分散状態に及ぼす影響」では、3003 合金の均質化処理条件が析出物の分散状態に及ぼす影響について検討し、画像解析によって定量化している。均質化処理の昇温速度を塩浴加熱から 50 K/h に小さくすることで粒状析出物の数密度は 100 倍程度増加し、平均粒径は 20%程度減少し、板状析出物の数密度は 10 倍程度増加した。さらに冷却速度を水冷から-50 K/h に小さくすることで粒状析出物の数密度は 25%程度増加したが、粒径には大きな変化は見られず、板状析出物の数密度にも変化は見られないことを報告している。

第4章「均質化処理条件が再結晶組織に及ぼす影響」では均質化処理条件によって変化した析出物の分散が再結晶組織に及ぼす影響について検討している。また、析出物による再結晶粒の粗大化抑制効果について Zener drag 機構を用いた考察を行うことで、定量的に解析している。

第5章「均質化処理と焼鈍しにともなう晶出物・析出物の相分率変化の定量化」では、均質化処理および焼鈍しといった熱処理中における析出・相変態挙動について XRD / リートベルト解析による定量分析を行うことで明らかにしている。この結果、均質化処理と焼鈍しにおける相変態・析出挙動を分離して定量的に明らかにしており、三元系以上の合金におけるリートベルト解析の有用性を示している。

第6章「析出物中の相変態による仮晶の出現とその透過型電子顕微鏡観察」では、板状析出物の均質化処理および焼鈍し中の相変態挙動について、SEM および TEM を用いて詳細に検討している。この結果、板状析出物  $Al_6(Mn,Fe)$ がその外形を保ったまま  $\alpha$ -Al(Mn,Fe)Si へ相変態する「仮晶」と呼ばれる現象が析出物でも起こることを初めて見だし、その方位関係を明らかにしている。

第7章「結論」では、各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

以上を要するに、本論文は、Al-Mn 系合金の均質化熱処理や焼鈍しの際に析出する析出物の種類、大きさ、分散状態、相分率などを定量的に評価し、それらの因子を制御することで再結晶組織を制御できることを明らかにしており、その際、析出物が  $Al_6(Mn,Fe)$ から  $\alpha$ -Al(Mn,Fe)Si に相変態する挙動が重要な役割を果たすことを明らかにし、さらには板状に析出した  $Al_6(Mn,Fe)$ がその外形を保ったまま  $\alpha$ -Al(Mn,Fe)Si へ相変態する「仮晶」と呼ばれる現象が析出物でも起こることを初めて見いだしたもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。