

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	自動車ボディパネル用Al-Mg-Si系合金の多段階時効によるクラスタ制御とベークハード性向上
Title(English)	Cluster-Control to Improve Bake-Hardening with Multi-Step Aging in Al-Mg-Si Based Alloys for Automotive Body Panels
著者(和文)	高木康夫
Author(English)	yasuo takaki
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9428号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:里 達雄,小林 郁夫,中村 吉男,熊井 真次,寺田 芳弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9428号, Conferred date:2014/3/26, 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	高木 康夫		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	里 達雄	教授	審査員	寺田 芳弘	准教授
	審査員	小林 郁夫	准教授			
		中村 吉男	教授			
		熊井 真次	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「自動車ボディパネル用 Al-Mg-Si 系合金の多段時効によるクラスタ制御とベークハード性向上」と題し、8章からなっている。

第1章「緒論」では、自動車ボディパネル材に求められる Al-Mg-Si 系合金の特性と関連する従来の研究を概説し、特に、工業的に重要な多段時効におけるクラスタ形成挙動の解明が重要であり、自然時効および予備時効中に形成する2種類のクラスタの特徴を解明し、これらがベークハード性 (BH 性) ならびに成形性に及ぼす影響を明らかにし、クラスタ制御指針を構築することが重要であることを指摘し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章「三次元アトムプローブ (3DAP) を用いた自然時効および 363K 予備時効中のクラスタ形成挙動の解析」では、従来の研究に比べ統計的信頼性が飛躍的に高い 3DAP 装置を用い、自然時効および 363K 予備時効中のクラスタのサイズ、数密度、Mg/Si 組成比を解析している。363K 予備時効中に形成される Cluster (2) は自然時効で形成される Cluster (1) よりもサイズおよび数密度が大きく、また、Cluster (1) は時効時間に伴って数密度が増加するのに対し、Cluster (2) は数密度はほとんど変化せず、サイズが増加するなどの特徴を明らかにしている。さらに、自然時効初期に Si リッチクラスタが多く形成されることを実験的に初めて明らかにしている。

第3章「多段時効における自然時効挙動および BH 性に及ぼす予備時効温度の影響」では、長時間の自然時効を含む多段時効において、自然時効硬化、クラスタ形成挙動および BH 性に及ぼす予備時効温度の影響を調べている。予備時効を行った場合でも長時間の自然時効では潜伏期間を経て時効硬化し、Cluster (1) が形成されること、また、それにより BH 性に負の効果が生じることを明らかにしている。自然時効硬化および BH 性に対して予備時効温度は大きく影響し、予備時効温度が高いほど自然時効硬化の潜伏期間は長くなることを見出している。

第4章「多段時効の BH 過程における β 相析出に及ぼすクラスタの影響」では、多段時効における自然時効時間を変化させ、BH 過程での β 相の析出に及ぼすクラスタの影響を調べている。予備時効および自然時効後の DSC 曲線には β 相形成を示す2つの発熱ピークが現れ、高温側の発熱ピークは自然時効に伴って大きくなることを見出している。2種類のクラスタが共存する場合、Cluster (2) から形成された β 相は Cluster (1) によりその成長が抑制され、続く高温で Cluster (1) が消失した後に急速に成長し、また、新たな核生成がおこるとしている。一方、BH 処理でも Cluster (2) による β 相形成の促進と Cluster (1) による β 相成長の抑制がおこるとしている。

第5章「引張変形挙動に及ぼすクラスタの影響」では、自然時効および予備時効を施し、2種類のクラスタ形成挙動とセレーションおよび加工硬化挙動との関係について調べている。セレーションの出現挙動はクラスタの種類によって異なることを示し、セレーション出現には残存固溶量のみでなく、クラスタが直接関与する可能性を指摘している。一方、加工硬化指数はクラスタ形成により低下するが、Cluster (1) の方が Cluster (2) よりも低下が小さく、プレス成形性には優位であるとしている。

第6章「曲げ加工性に及ぼすクラスタの影響」では、自然時効および予備時効を施し、クラスタの種類が曲げ加工性に及ぼす影響を調べている。曲げ加工性はクラスタ形成により低下するが、クラスタの種類による差異は小さく、クラスタ形成に伴う耐力増加により一元的に整理できることを明らかにし、その理由を曲げ外表面での局部的なひずみ分布の差異に基づいて考察している。

第7章「BH 性および曲げ加工性向上のためのクラスタ制御」では、自動車ボディパネル材として実用する観点から、多段時効において自然時効硬化が小さいことが要求特性であることを示し、これまでに検討した自然時効硬化、BH 性ならびに曲げ加工性に及ぼすクラスタの影響を4種類の組成の異なる合金について比較検討している。要求特性を達成するための条件を明らかにし、さらに向上させるためのクラスタ制御指針を提言している。

第8章「結論」では、本論文で得られた結果を総括している。

以上を要するに、本論文は Al-Mg-Si 系合金について、自動車ボディパネル材への適用を想定した多段時効におけるクラスタ形成挙動を明らかにし、2種類のクラスタが BH 性および曲げ加工などの成形性に及ぼす影響を明らかにし、BH 性と成形性とを向上させるクラスタ制御指針を提言したものであり、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。