

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	析出相の体積率を制御した Ni 基超合金における析出形態の評価
Title(English)	The evaluation of precipitation morphology in Ni-based superalloys with controlling volume fraction of phase
著者(和文)	久澤大夢
Author(English)	hiromu hisazawa
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10518号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:寺田 芳弘,尾中 晋,梶原 正憲,木村 好里,中田 伸生
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10518号, Conferred date:2017/3/26, 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

(博士課程)

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	久澤 大夢		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	寺田 芳弘	准教授		中田 伸生	准教授
	審査員	尾中 晋	教授	審査員		
		梶原 正憲	教授			
		木村 好里	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「 γ' 析出相の体積率を制御した Ni 基超合金における析出形態の評価」と題し、6 章からなっている。

第 1 章「緒論」では、近年の先進超々臨界圧火力発電プラントにおける鍛造 Ni 基超合金の需要について概観し、当該合金の高温長時間使用時における高温クリープ破断強度の問題点について述べている。また、その問題点の原因に関する従来の知見を総括し、析出強化相の形態変化に着目することが重要であること、また、鍛造 Ni 基超合金において主要な析出相である γ' 相の形態変化に関する系統的な調査は皆無であることを指摘し、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章「鍛造 Ni 基超合金 Inconel X-750 における γ' 相の時効析出挙動」では、 γ' 相を主な析出相とした代表的な鍛造 Ni 基超合金として Inconel X-750 に着目し、この合金について 973-1173 K にて等温時効熱処理を行い、時効析出挙動を調査した結果について述べている。まず、時効時間の増加に伴い、 γ' 析出相の粒子形状が球状から立方体状に遷移すること、 γ' 粒子の分散状態が均一状態から次第に局在化すること、および、時効後期において γ' 析出相が凝集することを実験的に明らかにしている。そして、高温における γ' 析出相の形態変化は、「形状」「分散」「凝集」の三つの観点から整理することが適切であることを示唆している。

第 3 章「 γ' 相体積率の低い Ni 基合金における時効に伴う析出相形態の定量化」では、 γ' 相体積率が約 10 % と低い鍛造 Ni 基合金として、第 2 章において時効熱処理中の析出挙動を詳細に調査した Inconel X-750 に着目し、 γ' 相の形態変化を「形状」「分散」「凝集」の観点からそれぞれ定量的に評価している。その結果、 γ' 析出相の粒子形状は、時効温度や格子ミスフィット値に依存せず粒子径に強く依存すること、すなわち、粒子径 120 nm 以下においては粒子径の増加に伴い粒子形状が立方体状に近づくのに対し、120 nm を超えると急速に球状化することを見出している。さらに、 γ' 析出相の形態変化に関する定量化を通して、分散状態の局在化および凝集が開始する時間について評価し、本合金において γ' 析出相の形態変化が生じる速度論的な情報を TTP 図上に総括している。

第 4 章「Ni 基モデル合金における析出相形態に及ぼす格子ミスフィットおよび体積率の影響」では、鍛造 Ni 基超合金 Inconel X-750 をベースとして [Ti]+[Al] 量および Al 分率を変化

させることにより γ' 体積率および格子ミスフィット値を広い範囲で制御した 13 種類のモデル合金を作製し、 γ' 析出相形態に及ぼす体積率および格子ミスフィットの影響を直接的に調査している。その結果、 γ' 相粒子の形状は体積率にはほとんど依存せず、Al 分率の増加に伴い球状に近づくことを見出している。さらに、 γ' 体積率が大きく Al 分率が大きい場合に「凝集」が発現しやすく、Al 分率が小さい場合には γ' 相の局在化が生じることにより凝集が抑制されることを見出している。

第 5 章「 γ' 相体積率の高い Ni 基合金における時効に伴う析出相形態の変化」では、 γ' 相体積率を約 45% と高めた Nb/Ti 比の異なる 3 種類の ABD 合金 (Alloy by design プロセスにより選定された合金) について、 γ' 析出相形態に及ぼす粒子間相互作用の影響を調査している。ABD 合金は γ' 相体積率が高いため、溶体化熱処理温度からの冷却中に Precipitation Burst 現象によりマルチモーダルな組織となることを確認している。また、3 次 γ' 相の成長が Nb/Ti 比の増加に伴い促進され、 γ' 体積率の高い Ni 基合金において特徴的な 2 次 γ' 相の周期的粗大化が生じていることを見出している。 γ' 相体積率の高い Ni 基合金においては、析出形態を決定する因子として γ' 相体積率が重要となり、 γ' 析出形態は格子ミスフィットと γ' 相体積率の観点から整理総括できる可能性を示唆している。

第 6 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、 γ' 相を主要な析出強化相とした鍛造型 Ni 基超合金について、使用が想定される 973 K 以上の温度領域における γ' 相の析出形態変化を定量的に明らかにしているだけでなく、析出形態に及ぼす γ' 体積率および格子ミスフィットの影響を明確にし γ' 相の析出形態を制御する指針を示しており、工学上・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。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。