

Title	Cu-Al-Ni形状記憶合金における擬弾性と疲労に関する研究
Author(s)	坂本, 英和
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/34946">http://hdl.handle.net/11094/34946</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏名・(本籍)	さか 坂	もと 本	ひで 英	かず 和
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7019	号	
学位授与の日付	昭和60年10月29日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	Cu-Al-Ni形状記憶合金における擬弾性と疲労に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 清水 謙一			
	教授 稔野 宗次	教授 藤田 広志	教授 堀 茂徳	

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、典型的な形状記憶合金である Cu-Al-Ni 合金の擬弾性特性およびその機構ならびに疲労特性を解明することを目的として行った研究の結果をまとめたもので、全11章からなっている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。

第2章では、 $\beta_1$ 母相からの応力誘起変態について検討し、 $M_s \sim A_f$ の温度域では2H型の $\gamma'$ マルテンサイトが、ほぼ $A_f$ 点以上では18R<sub>1</sub>型の $\beta'$ マルテンサイトが生成し、温度によって擬弾性特性や変態様式に明瞭な違いがあることを明らかにしている。

第3章では、第2章の結果から $\gamma'$ と $\beta'$ ( $\beta_1''$ )との間の変態を予期し、その存在を証明している。すなわち、試料方位が $\langle 001 \rangle \beta_1$ に近い時、 $\gamma' \rightleftharpoons \beta_1''$ (18R<sub>2</sub>)変態に基づく擬弾性が生じることなどを明らかにしている。

第4章では、逐次応力誘起変態について検討し、 $\sim \langle 001 \rangle \beta_1$ 方位の試料は $M_f$ 点以下で $\gamma' \rightleftharpoons \beta_1'' \rightleftharpoons \alpha_1'$ 変態に、 $A_f$ 点以上で $\beta_1 \rightleftharpoons \beta_1' \rightleftharpoons \alpha_1'$ 変態に基づく2段階擬弾性が生じること、それらの変態過程および機構などを明らかにしている。

第5章では、変形挙動に及ぼす応力センスの影響を検討し、 $\beta_1 \rightarrow \beta_1'$ 変態応力の温度依存性は引張側よりも圧縮側の方が大きく、これは Clausius - Clapeyron の式により説明できること、および単一バリエント $\gamma'$ は引張側で $\gamma' \rightarrow \beta_1''$ 変態、圧縮側で双晶変形を起こすことなどを明らかにしている。

第6章では、単一バリエント $\gamma'$ は変態後に時効および繰り返し応力を与えることにより $(\bar{1}01)\gamma'$ 双晶境界の可逆的な運動による双晶擬弾性の生じることを明らかにしている。

第7章では、単一バリエント $\gamma'$ には曲げ変形によってのみ生じる双晶転位擬弾性のあること、およ

びその原因は傾いた双晶境界上の双晶転位間の反発力にあることを明らかにしている。

第8章では、単結晶の  $\beta_1 \rightleftharpoons \beta_1'$  変態擬弾性サイクルにおける疲労特性について検討し、疲労寿命は負荷応力に依存すること、および短寿命の原因は  $\beta_1 / \beta_1'$  界面の繰り返し運動による不可逆欠陥の蓄積にあることなどを明らかにしている。

第9章では、多結晶の疲労と破壊特性について検討し、応力誘起変態による変形が最も疲労特性の劣ることを見い出している。このことからマルテンサイトの変態ひずみに基づく粒界割れのモデルを提案し、それを防ぐための条件を導いている。

第10章では、種々の変形様式下での単結晶の疲労特性について検討し、異相界面の運動が疲労に悪影響を及ぼすこと、および第9章との比較から応力誘起変態の場合に多結晶の寿命は単結晶のそれよりも著しく短くなることなどを明らかにしている。

第11章では、得られた結果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、典型的な形状記憶合金の一つである Cu-Al-Ni 合金の擬弾性および疲労の特性とその機構について光学顕微鏡その場観察および X線回折などにより詳細に調べたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)  $\beta_1$  母相から応力誘起されるマルテンサイトには温度に依存して  $\gamma_1'$  と  $\beta_1'$  との2種類があることを初めて明らかにし、それらの擬弾性特性および変態様式の違いを解明している。次いで、母相の  $\langle 001 \rangle$  方位に近い試料では、温度依存性のある2段階マルテンサイト変態およびそれに伴う2段階変態擬弾性の生じること、すなわち、 $A_f$  点以上では負荷時に  $\beta_1$  から  $\beta_1'$  を経て  $\alpha_1'$  への2段階変態および除荷時にそれらの逆変態が、一方  $A_f$  点以下では負荷時に  $\gamma_1'$  から  $\beta_1''$  を経て  $\alpha_1'$  への2段階変態および除荷時に  $\alpha_1'$  から  $\beta_1'$  を経て  $\gamma_1'$  への逆変態が起きることを見い出し、それらの変態過程および機構などを解明している。さらに、引張時と圧縮時とでは、変態誘起応力の温度依存性ならびに  $\gamma_1'$  の変形機構に違いのあることを見い出し、応力センスの影響を解明している。
- (2) 単一バリエントの  $\gamma_1'$  は  $(\bar{1}01)$  双晶境界の可逆的な運動によって双晶擬弾性、そして傾いた双晶境界上の双晶転位間の反発力によって双晶転位擬弾性の生ずることを見い出し、その出現条件および機構などを明らかにしている。
- (3) 単結晶と多結晶における種々の変形様式下での疲労特性を明らかにし、それらに基づいてマルテンサイト変態ひずみによる粒界割れのモデルを提案して疲労特性を説明するとともに、粒界割れ防止のための材料条件などを導いている。

以上のように、本論文は Cu-Al-Ni 形状記憶合金における種々の型式の擬弾性ならびに疲労に関する研究成果をとりまとめたものであり、形状記憶合金の実用化に際して要求される信頼性、安全性および耐久性に関して多くの重要な基礎的知見を得ており、金属材料工学および金属物理学に寄与すると

ころが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。