

べていたが、この方法では表面からのみの情報しか得られなかった。本研究によるとクリアランスが小さい場合には、変形初期段階では材料は刃先から遠ざかるように押し返される状況が観察された。その後刃先角部に材料が引き込まれるため、材料は刃先方向に動くが、クラックが発生するとともに材料内の応力が開放され、材料は元の位置にもどることが観察された。

ステンレス鋼と銅の爆着材をせん断加工した際には、ステンレス鋼を上にする場合と銅を上にする場合とで、変形の仕方に相違が認められた。すなわち、ステンレス鋼を上にした場合には、ステンレス鋼がせん断を受けずに曲げられ、材料のダイス側部分に跳ね上がりが生じた。逆に銅を上にした場合、ステンレス鋼側はダイス面から拘束を受けているためにせん断が進行し、跳ね上がりは防止された。

鉄合金マルテンサイトの核生成と組織制御に関する研究

津崎 兼彰 (京都大学工学部)

1. はじめに

マルテンサイト変態は鉄鋼の強化および種々の合金における形状記憶効果の発現に必要不可欠であり、従来より数多くの研究がなされてきた。しかし、核生成については不明な点が多く、積極的なマルテンサイト組織の制御は行われていないのが現状である。

従来、母相オーステナイト (γ) 中の格子欠陥には相反する二つの作用があると考えられている。すなわち、マルテンサイトの核として有効に働き変態開始温度 (M_s 点) を上昇させる作用と、逆に核生成の障害として働き M_s 点を低下させる作用である。このため、両者の効果の大小によって変態挙動が変化するのであるが、詳細は不明である。

本研究は、近年形状記憶効果を発現することで注目されている $\gamma \rightarrow \epsilon$ (hcp) マルテンサイト変態におよぼす母相 γ 中の格子欠陥の効果を明らかにするとともに、組織制御に対する基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 塑性加工により導入された転位の効果

ϵ マルテンサイトを生成する合金として Fe-16Mn および Fe-24Mn (mass%) を、また比較として α' ラスマルテンサイトを生成する Fe-9Mn および Fe-23Ni を用い、 γ 状態での前加工 (圧縮変形) による変態 Kinetics およびマルテンサイト組織の変化を観察した。Fig. 1 は、 M_s 点におよぼす前加工の影響を示したもので、すべての合金で M_s 点は加工量の増加とともに単調に低下している。注目すべき点は、 M_s 点の低下が $\gamma \rightarrow \alpha'$

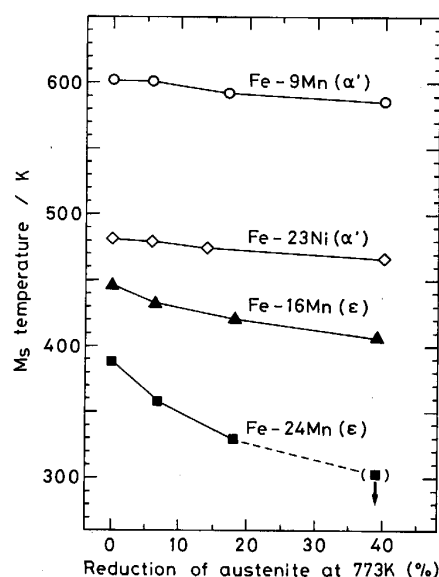


Fig. 1. Change in M_s temperature by the prior deformation of austenite at 773 K.

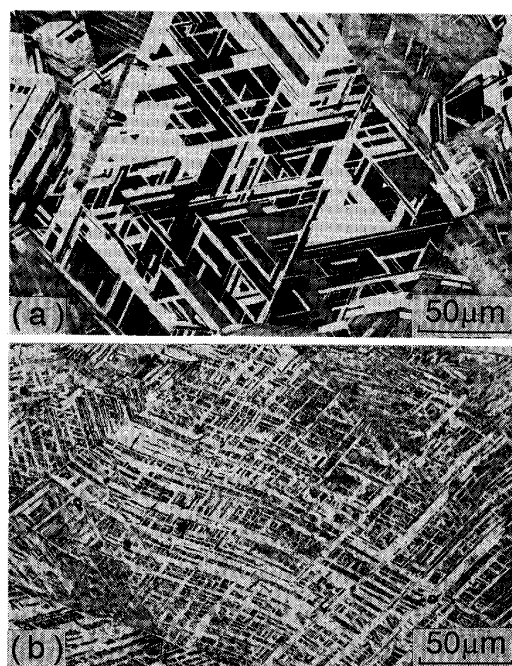


Photo. 1. Optical micrographs showing the change in ϵ martensite structure by the prior deformation of austenite at 773 K in the Fe-16Mn alloy. (a) not-deformed and (b) 18% deformed specimens.

変態よりも $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態の方が大きいことである。特に、Fe-24Mn 合金では 39% 前加工によって M_s 点が 80 K 以上低下し、室温で γ 単相組織となる。この γ の加工安定化は、変態転位が母相の林立転位中を運動するに必要な過剰駆動力を考慮することで、定量的に説明できる。従って、マルテンサイト変態の種類による γ の安定化

の程度の差は、温度低下にともなう変態駆動力の増加が $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態に比べて $\gamma \rightarrow \epsilon$ 変態では小さいという熱力学的特徴と関連している。

γ の前加工によって、 M_s 点だけでなく ϵ 組織も大きく変化する。Fe-16Mn 合金の無加工 γ および 18% 前加工 γ より生成した ϵ の光顕組織を Photo. 1 に示す。白い帯状の部分が ϵ である。前加工 γ では、湾曲した薄い ϵ 板が数多く生成している。このことは、 γ の前加工が ϵ 組織の微細化に対しても有効であることを示している。

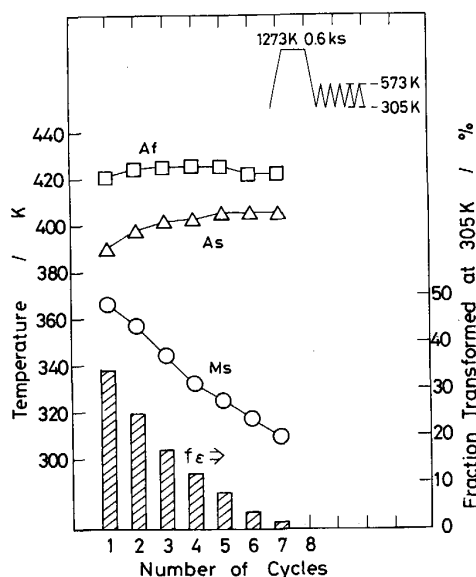


Fig. 2. Changes in M_s , A_s and A_f temperatures and the amount of ϵ martensite at 305 K by thermal cycling between 305 K and 573 K in the Fe-24 Mn alloy.

3. 繰返し変態により導入された転位の効果

γ の ϵ 変態に対する安定化は、 $\gamma \rightleftharpoons \epsilon$ 変態を繰り返すことによっても起こる。Fig. 2 に、Fe-24Mn 合金を M_s 以下の 305 K と A_f 点以上の 573 K とで加熱冷却を繰り返した際の、 M_s , A_s , A_f 点および 305 K での ϵ 量の変化を示す。 M_s 点は繰返し変態とともに単調に低下し、

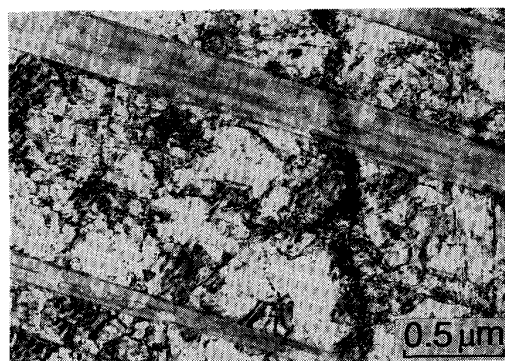


Photo. 2. Transmission electron micrograph of the Fe-24Mn alloy after 9 thermal cycles between 273 K and 573 K.

7 回の繰返しによって室温以下となる。9 回の繰返し変態によってほぼ γ 単相となった試片の透過電顕組織を Photo. 2 に示す。溶体化処理材とは異なり、 γ 中に多くの転位が観察される。このような繰返し変態によって導入された転位が、 $\gamma \rightarrow \epsilon$ 正変態における部分転位の活動の障害となるため γ の安定化が起こる。繰返し変態の加熱上限温度を高くすると γ の安定化の程度が小さくなるが、これは加熱によって転位の消滅が起こるためである。

4. おわりに

$\gamma \rightarrow \epsilon$ マルテンサイト変態は、その導入法（塑性変形または繰返し変態）によらず、母相 γ 中への転位の導入によって抑制された。この結果は、母相中の転位の作用として、マルテンサイト核としての働きよりも変態の障害としての働きが大きいことを示している。さらに、母相中への転位の導入によって、 ϵ 量の変化や ϵ 組織の微細化など、マルテンサイト組織の制御が可能であることが明らかとなった。本研究で得られた詳しい結果は、文献 1), 2) で報告させていただいた。

文 献

- 1) K. TSUZAKI, M. IKEGAMI, Y. TOMOTA and T. MAKI: ISIJ Int., **30** (1990), p. 666
- 2) K. TSUZAKI, S. FUKASAKU, Y. TOMOTA and T. MAKI: Materials Transaction JIM, **32** (1991), p. 222