

水冷基板上に形成された As-sprayed 皮膜の気孔率は合金 4 で最も高く約 1.5% であり、他の合金では約 0.5% であった。1073 K で焼もどした皮膜、および水冷しない基板上に形成された皮膜の気孔率は約 0.2% 以下と低かった。基板を水冷しない場合には溶射中に皮膜温度が上昇するために、液滴が衝突したときにいったん形成された気孔が拡散によって減少すると考えられる。

As-sprayed 皮膜の硬さは、いずれの組成の合金においても、基板を水冷した時の方が水冷しない場合よりも高い。また、水冷基板上の合金 1~3 の As-sprayed 皮膜を 873 K で焼もどすと残留オーステナイトが分解して微細な炭化物が析出するために二次硬化が生じる。1073 K では炭化物が粗大化し、硬さは低下する。

皮膜を基板からはがして引張試験片に加工し、引張試験を行って破断強さを測定した。結果を図 1 に示す。いずれの組成の合金についても基板を水冷しない場合の方が水冷した場合よりも破断強さは著しく高い。水冷基板上に形成された皮膜の引張破断面を観察したところ、皮膜を構成する個々の扁平粒子を明瞭に識別することができ、また、合金 1~3 では扁平粒子の引抜きが生じている。これらのことは扁平粒子間の密着力が小さいことを示している。一方、基板を水冷しない場合には合金 1~4 の皮膜は延性破壊しており、扁平粒子界面は見えない。これらのことから、皮膜の破断強さを高めるためには扁平粒子自身の強度を高め、また気孔を少なくするとともに、扁平粒子間の密着力を大きくすることが必要である。

(発表論文)

K. MURAKAMI, H. ASAKO, T. OKAMOTO and Y. MIYAMOTO: Mater. Sci. Eng., A123 (1990), p. 261

多層爆着における接合界面波の制御と 多層爆着材の塑性加工実験への応用

外本 和幸 (熊本大学工学部)

1. 目的

爆発圧着 (以後爆着と略称) 法によって接合された界面は非常に強固に結合され、かつ規則的な波形を呈すること、また熱的影響が非常に小さいことなどが知られている。本研究ではまず、爆着法によって数十ミクロン程度の均一かつ微細な波状界面を有する多層積層材を作製する技術の確立を目指す。さらに本方法によって得られた材料を塑性加工した際の、波頭の変形後の位置を読み取ることによって、材料内部の変形を実験的に正確に知ることが可能であり、塑性加工における変形過程解析へ

の応用を試みる。多層爆着材は爆薬の衝撃エネルギーによって加工硬化されており、弾-完全塑性体としての挙動を示すので、変形の基礎的な知見を得るためには最適の材料であるといえる。本研究では 2 枚刃による両面せん断を取り上げ、その変形過程を明らかにする。

2. 多層爆着における接合界面波の制御法の確立

本研究では、爆着パラメーター (金属板の衝突速度、衝突角度) と界面に発生する波状組織の関係について検討し、均一な波状界面を有する多層爆着材を得るための実験技術の確立を試みる。

まず、同種材料からなる多層爆着材を作製するためには、各金属板の衝突におけるパラメーターはできるだけ変化しないことが望まれる。そのためには①爆薬直下に置かれる駆動板の質量を、積層する金属板に対して十分に重くすること、②各金属板の間隙を適正值に制御することが必要であった。上記①によって衝突に伴う金属板の飛翔速度の変化 (運動量保存則に従う) を小さくすることができる。しかし衝突に伴う質量の増加に対し、金属板の飛翔速度は幾分か低下せざるを得ない。この低下分は、②の間隙を変化させることによってある程度補うことができる。すなわち多層爆着過程において飛翔中の金属板は爆薬の爆轟ガスによって加速されるので、間隙を大きくすることによって速度の回復が期待できる。しかしガスの膨張とともに加速の効果は薄れるので、間隙は適正な値に収めなければならない。上記二つの条件を制御することによって、ほぼ均一な波長を持つ銅の多層爆着材を作製することができた。

異種材料を爆着する場合、両金属の性質が大きく異なる時には接合が困難であることがよく知られている。本研究では変形抵抗があまり変わらない場合には、積層する金属板の質量を一定にするように板厚を調整すればよいことがわかった。変形抵抗が異なる場合には、硬い材料の爆着時に金属板の衝突速度を高める必要があった。衝突速度の調整は、金属板間の間隙を調整することによってのみ可能であった。

3. 多層爆着材のせん断加工実験

次に塑性加工実験の一例としてせん断加工実験を行う。ポンチ-ダイス間のクリアランスを変え、数段階のポンチストロークに分けて行うせん断実験によって、せん断部周辺の材料流れの解析を行った。せん断後の各標点 (界面波) は、大きな塑性変形を行った後でも明瞭に観察することができた。このような大塑性変形は、従来の格子を試料側面にけがく方法では測定不可能であった。

銅の多層爆着材のせん断実験により、変形過程に及ぼす各種因子の影響を明らかにすることができた。この中で特に注目される点は、水平方向の材料の微小な変位を明らかにできた点である。従来の板の表面にビッカース圧痕を等間隔に打つことによって水平方向への変位を調

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 $\gamma \rightarrow \alpha'$

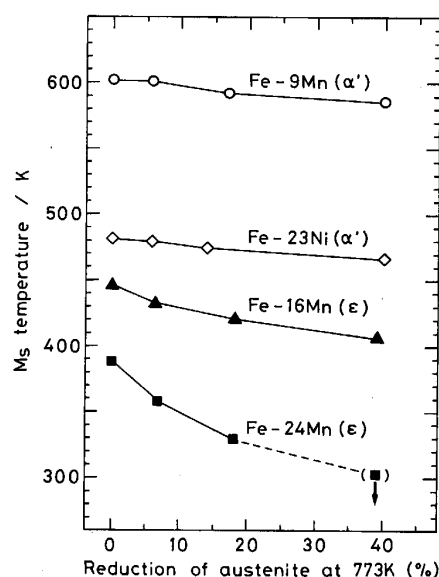


Fig. 1. Change in M_s temperature by the prior deformation of austenite at 773 K.

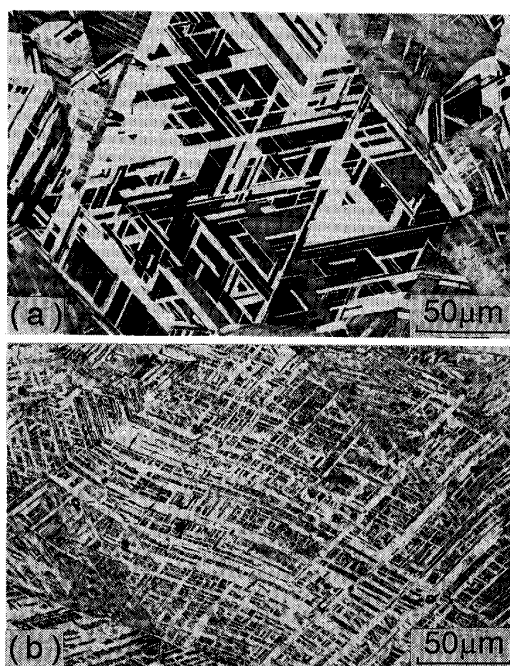


Photo. 1. Optical micrographs showing the change in ϵ martensite structure by the prior deformation of austenite at 773 K in the Fe-16Mn alloy. (a) not-deformed and (b) 18% deformed specimens.

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