

1-23 低炭素鋼圧延材の疲労変形組織 (圧延方向の影響)

大阪大学 大学院 ○上村正雄
大阪大学 工学部 川辺秀昭
大阪大学 工学部 山田朝治

1. 緒言

低炭素鋼に圧延加工を施すと、内部に方向性のあるセル組織が形成される。著者らは、従来このような転位組織と疲労変形挙動との関連性を追求してきた。¹⁾ 本実験においては、このような転位組織が、表面の粗大すべり帯形成におよぼす影響を調べるため、70%の強圧延により発達した転位組織を導入した試料を用いて、圧延方向に平行および垂直な応力状態で疲労試験を行ない、この試料の表面組織を、レプリカ法電顕および透過電顕により観察したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

供試材料の化学成分を表1に示す。試験片の作製方法は、厚さ1mmの母材を500 μ に圧延し、これを950 $^{\circ}$ C $\times$ 1hおよび880 $^{\circ}$ C $\times$ 10hの真空中完全焼鈍を行なった。その後エメリーペーパー仕上げを行ない、この時の影響を取り除くため750 $^{\circ}$ C $\times$ 1hの真空中ひずみ取り焼鈍を行

表1 化学成分

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.018	0.13	0.081	0.005	0.011	0.011

ったものを150 μ に圧延(70%圧延)し、この試料より図1に示すような形状の薄板を圧延方向に平行(以下平行材と呼ぶ)および垂直(以下垂直材と呼ぶ)に切り出し、これを厚さ140 μ まで電解研磨を行なった後、試験片とした。なお、

上記の焼鈍状態(厚さ490 μ)および圧延状態(厚さ140 μ)での試料の静的機械的性質を表2に示す。疲労試験は共振式平面曲げ疲労試験器²⁾により行なった。使用した応力は20kg/mm²であり、平行材および垂直材の共振

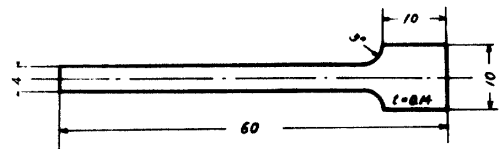


図1 疲労試験片

表2 試料の静的機械的性質

焼 鈍 状 態			圧 延 状 態	
降伏強さ	引張強さ	伸び	引張強さ	
			圧延方向	圧延方向に垂直
90 kg/mm ²	21 kg/mm ²	27 %	51 kg/mm ²	43 kg/mm ²

周波数はそれぞれ220 cycle、200 cycleであり、疲労寿命はそれぞれ $N_f = 5.3 \times 10^5$ 、 $N_f = 1.2 \times 10^5$ である。試験片表面を残した透過電顕用薄膜は、試験片の片面にワセリンを塗布し、もう一方の表面のみより電解研磨を行ない作製した。電解研磨条件は、以前に示したものと同様である。観察に使用した電子顕微鏡は、日本電子製JEM 6A S(加速電圧100kV)および、日立製HV-200E(加速電圧200kV)である。

3. 実験結果および考察

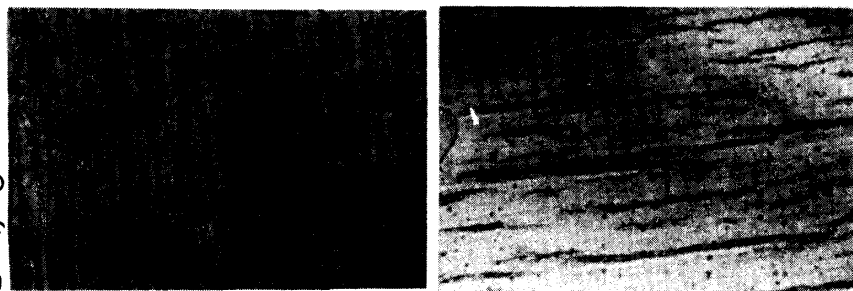
図2(a)(b)、図3(a)(b)は平行材(a)、および垂直材(b)の $N=2 \times 10^3$ の時の光学顕微鏡写真およびレプリカ法電顕写真を示す。図2(a)のように平行材においてはごく局部的にすべり帯が観察されるにすぎないが、(b)のように垂直材ではこの段階においても変形の激しい結

晶粒では、長いすべり帯が、結晶粒全体に広がっている。これを拡大すると、図3のように平行材では凹凸の激しい湾曲したすべり帯となっており、垂直材においては比較的直線的なすべり帯となっている。

すべり帯の密集した場所でのすべり帯間の間隔は、平行材では約 5μ 、垂直材では約 3μ となっている。図4(a)(b)は平行材の透過電顕写真を示したもので、(a)のようにすべり帯はセル組織の伸びている方向とほぼ垂直方向に形成されている。すべり帯の凹凸はほぼ副結晶粒の大きさと一致しており、副結晶粒界がすべり帯形成に対して大きな抵抗となっていると考えられる。³⁾ (b)は粒界近傍を示したものでセル組織の発達 of 著しい結晶粒ほどすべり帯の凹凸は激しくなっている。図4(c)は垂直材を示したもので、すべり帯の発生していない場所は圧延状態のままであり、すべり帯の真下は転位密度の低い長く伸びた副結晶粒となっている。これは、焼鈍状態の銅試料のすべり帯下の転位組織⁴⁾とよく一致している。またこの写真より、このようなすべり帯を形成するのは、自由転位と呼ばれる転位であることが明らかになった。

参考文献

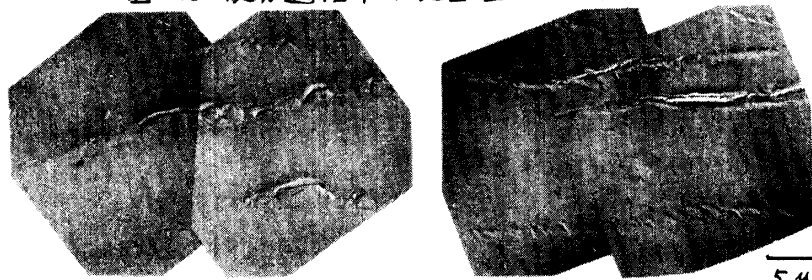
- 1) 吉田, 上村, 川辺, 山田: 材料, 18, 1106 (1969).
- 2) S. Karashima and M. Takamura: Tech. Rep. Tohoku Univ., 26, 85 (1962).
- 3) 上村, 川辺, 山田: 金属学会昭和46年4月大会講演概要, P. 75.
- 4) 例えば, E. E. Laufer and W. N. Roberts: Phil. Mag., 14, 65 (1966).



(a) 平行材 50μ

(b) 垂直材 50μ

図2 疲労過程中の表面組織 $N = 2 \times 10^3$



(a) 平行材

(b) 垂直材

図3 疲労過程中の表面組織 $N = 2 \times 10^3$



(a) 平行材

(b) 平行材



(c) 垂直材

図4 疲労過程中の転位組織 $N = 2.5 \times 10^4$