

## (309) | 疲労亀裂の伝播におよぼす結晶粒界の影響

## 疲労亀裂の伝播機構について(第二報)

千葉工業大学

工博 岡田厚正  
大学院○ 山本泰永  
堀川英孝

## 1. 緒言

金属材料に生ずる疲労亀裂の伝播機構に関して、前報<sup>1)</sup>では双結晶試料における亀裂の進行型式には粒界通過型、粒界起点型、粒界走行型の三型式が存在することをもとめ、亀裂が伝播し表面亀裂に達するまでのくり返し数に対してシュミット因子の大小が影響を与えることを指摘した。本研究では疲労亀裂の伝播に対する結晶粒界の影響を明らかにするため、各種の双結晶試験片について応力軸と結晶粒界とのなす角度を変化させて疲労試験をおこない、双結晶を構成する各成分結晶間の角度差および応力軸と結晶粒界とのなす角度が亀裂の伝播挙動とどのような関連性をもつかを明らかにした。

## 2. 実験方法

鉄鋼材料のモデルとして本実験ではまず双結晶の作成が容易で不純物などの影響の少ない99.99%高純度アルミニウムを用いた。

試料は約700°Cで溶解铸造後6mm程度に圧延して双結晶作成用試片とし、タンメンブリッジマン法にて双結晶を作成して結晶粒界と応力軸とのなす角度が30°, 45°, 60°, 90°になるように切り出したあと、機械研磨、電解研磨をおこなって加工層を除き図1に示すような形状の試験片に仕上げた。疲労試験にはシェンク式曲げ疲労試験機を用い、応力は1.75 kg/mm<sup>2</sup>に一定として疲労試験をおこない、亀裂の観察をした。また結晶方位はX線背面ラウエ法を用いて測定した。

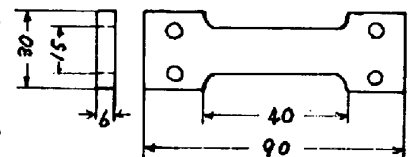


図1. 試験片形状

## 3. 実験結果

応力軸と結晶粒界とのなす角度が90°の試験片ではたとえ結晶粒界に欠きを入れても亀裂は粒界とは無関係に、シュミット因子の大きい結晶粒内を進行することが明らかに認められた。しかし応力軸と粒界とのなす角度を60°から30°まで変化させると結晶粒界を通過あるいは走行する亀裂が生じた。そのうち60°の場合には写真1に例示するように亀裂が粒界端まで進行して破断する傾向が強く、45°の場合には亀裂は粒界を走行しそののち粒界をはなれて結晶粒内に進行し、30°では亀裂の粒界走行距離がさらに短くなる傾向が認められた。すなわち粒界の方向がせん断方向に近づくにつれて亀裂が粒界を走行する傾向が増大しさらに両者のなす角度が小さくなると、亀裂の粒界走行部分が短縮して粒界通過型になる傾向が示された。つぎに亀裂が結晶粒界を走行する場合の試験片について亀裂伝播速度の変化を図2に示した。これは応力軸と結晶粒界とのなす角度が45°の場合の例であるが、図中Iは亀裂が結晶粒内を進行する場合、IIは結晶粒界を走行する場合の伝播速度を示している。これによると亀裂は結晶粒内を進行する場合に比べて結晶粒界を走行する場合の方が著しく速度が大きく、粒界の影響が明らかに示された。

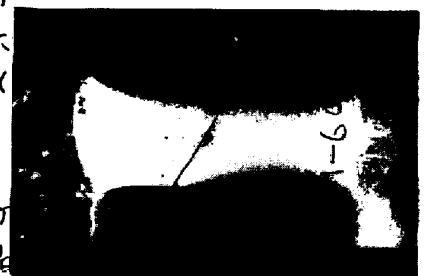


写真1. 応力軸と粒界のなす角度60°の粒界破壊例

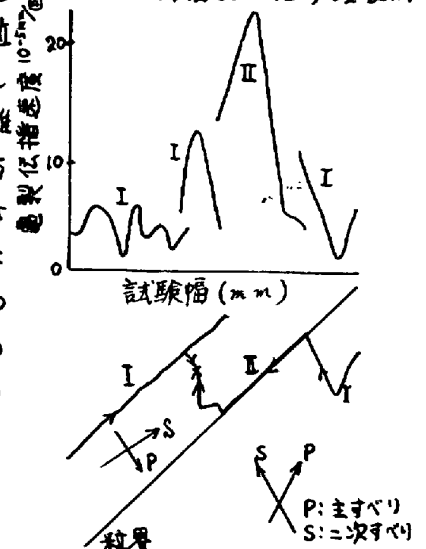


図2. 亀裂伝播速度の変化

参考文献

1) 岡田, 井田 鉄と鋼 Vol.60 (1974) P264