

千葉工業大学 工学部 因田 厚正
大学院 井田 文博

1. 緒言

鉄鋼材料の疲裂強度は結晶粒度によって影響され、細粒で整粒のものほど疲裂寿命が大きいといわれている。これは疲裂亀裂の伝播に対して粒内および粒界が何らかの影響を与えるものと考えられるので、もっとも簡単な単結晶および双結晶を用いて多結晶における疲裂亀裂の伝播機構を考察する基礎的知識を得ようとした。鉄の単結晶、双結晶は直ちには得にくいので、ここではまず大きな結晶を得やすく、すべり線の観察が容易でかつ疲裂限の結晶粒度依存性が大きいといわれる純アルミニウムをモデルに選び、その亀裂伝播挙動をしらべ、結晶方位やすべり線と亀裂の伝播との相関関係および粒界における亀裂の進行状況などを明らかにし、今後の鉄における疲裂亀裂伝播機構を考察する手がかりとした。

2. 実験方法

表1の組成を有する純アルミニウムを溶解鑄造後6mm程度に圧延して図1に示す単結晶および双結晶作成用試片をつくり、タンマンブリッジ法にてそれぞれ単結晶および双結晶を作成し、機械研磨および電解研磨後、引張および疲裂試験片に仕上げた。疲裂試験にはシエック試験機を用いてS-N線図、亀裂の直接観察をおこなった。転位の集積を見るためエッチピット法を、また結晶方位関係はX線背面反射法を用いて求めた。それらの応力軸方向の方位をステレオ三角形に表示した。

表1. 試料の化学組成(%)

Al	Fe	Si	Cu
99.995	0.001	0.002	0.002

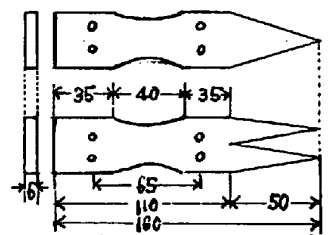


図1. 単結晶・双結晶試験片

3. 実験結果

結晶方位の異なる各種単結晶試料につき、疲裂試験によりS-N線図を求めたところ、図2が得られた。図中の曲線はシュミット因子別に画いたS-N線図であるが、シュミット因子の小さい試料ほど表面亀裂に達するまでの疲裂寿命が大きくあらわれている。疲裂亀裂は最初すべり線に沿って進行し、その長さが1mmに達するまでの伝播速度は、シュミット因子の小さい試料ほどおそい。このように亀裂は粒内中心部へ向って速度を上げながら進行するが、シュミット因子の大きい結晶の場合は、途中からすべり線を無視して進行し、速度はゆるくなる。亀裂はまた臨界すべりや二次すべりに突き当たるとその進行方向をかえる。(110)-(100) 第1近傍の方位の応力軸でシュミット因子の大きい試料は臨界すべりをおこし、亀裂は臨界すべりによって方向をかえて伝播速度はゆるくなる。一方シュミット因子の小さい結晶では、亀裂は二次すべり線に突き当たって進行速度はおそくなり、以後二次すべり線に沿って進む。このようにしてすべりと二次すべりをおこす試料は、臨界すべりをおこす試料より疲裂寿命が大きくなる傾向が明らかであった。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知った。図3に示すように亀裂が粒界を移動する直前直後または亀裂が粒界から発生した直後の亀裂伝播速度は粒内に比較しておそく、亀裂の進行方向も粒界付近ではすべり線の方向に無関係であった。以上アルミニウムについての結果が、結晶構造の異なる鉄に適用しうるかどうかについては今後実験する予定である。

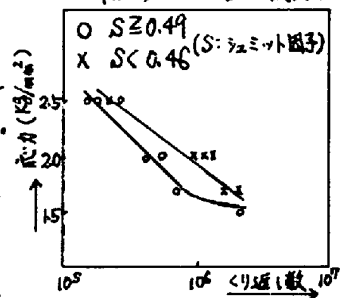


図2. S-N線図

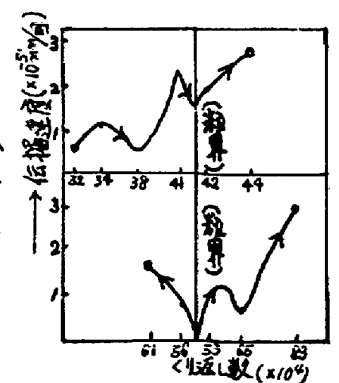


図3. 疲裂亀裂の伝播挙動