

マグネシウム展伸材の疲労中の特異的弾性挙動の解明と 疲労損傷非破壊評価技術の確立

機能素材加工課 山岸英樹

1. はじめに

筆者らはこれまで、次世代の構造部材として期待されるマグネシウム展伸材に対し、複数の伝播モードを用いた超音波パルス法により、疲労過程における各種弾性率、残留応力などの弾性挙動を多角的にモニタリングすることで、その疲労損傷量検知の可能性を探ってきた。

本研究では、材料表面から検査可能な回折 SH 波(中心周波数 5 MHz, 振動子寸法 5 mm × 5 mm, 送受信角 21°)を、マグネシウム合金 AZ31B コイル圧延材(50 mm × 200 mm × t6 mm)及び AZ31F 押出材(50 mm × 200 mm × t5.5 mm)の引張疲労試験(応力振幅: 62.7 MPa(AZ31B), 60.0 MPa(AZ31F), 応力比: 0)に適用し、その疲労進行に伴う伝播挙動を調べた。またその挙動要因理解のために、受入材の金属組織及び疲労に伴う表面形態観察を行った。

2. 実験結果

コイル圧延材 AZ31B(Table 1)では、回折 SH 波の伝播時間が疲労進行とともに徐々に遅延し、その後急激に減少することを繰り返す特異的な挙動を示した(Fig. 1: 但し本データはチャック部で破断したため途中データ)。この伝播挙動は測定誤差より十分大きく、かつ測定した 2 方向(荷重方向 SH = LD 及びその垂直方向 SH = TD)において増減が同期していることから材料変化に影響を受けたものである。すなわち回折 SH 波の音弾性効果からすると、表層の残留応力が引張方向に拘わらず面内で徐々に圧縮側に推移し、その後急激な解放となることを繰り返しているものと理解できる。一方、押出材 AZ31F ではこのような明確な挙動は発現しなかった。これら両材の金属組織を比較すると、押出材では数百 μm 程度の粗大な結晶粒であるのに対し、コイル圧延材では数十 μm 程度の結晶粒の間に数 μm 程度の微細粒が帯状に分布していることが分かった(Fig. 2)。この微細粒帯の分布ピッチは疲労初期から表面に現れるすべり線のピッチ(Fig. 3)とも概ね合致することから、特異的な残留応力場の変動は、この混粒組織に影響を受けたものであることが示唆される(押出材では疲労に伴うこのような顕著なすべり線も認められなかった)。

Table 1 Mechanical properties of the material

Material	Direction	0.2 % Proof Stress (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
AZ31B (as rolled)	RD = LD	161	271	12

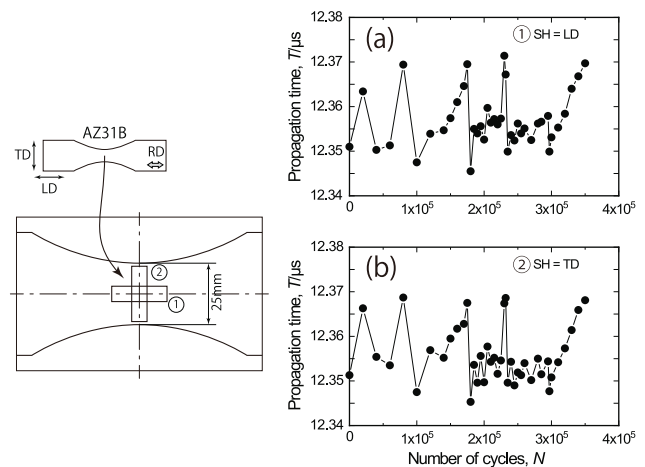


Fig. 1 Variations in propagation time with the number of cycles obtained using the SH wave in the directions (a) parallel to the LD and (b) the perpendicular (The data is halfway due to a fracture at chuck portion.)

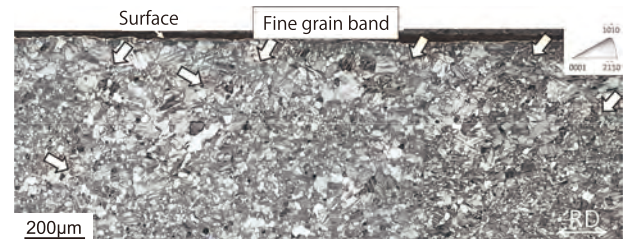


Fig. 2 Inverse pole figure (IPF) map of a cross section of the coil-rolled magnesium alloy AZ31B

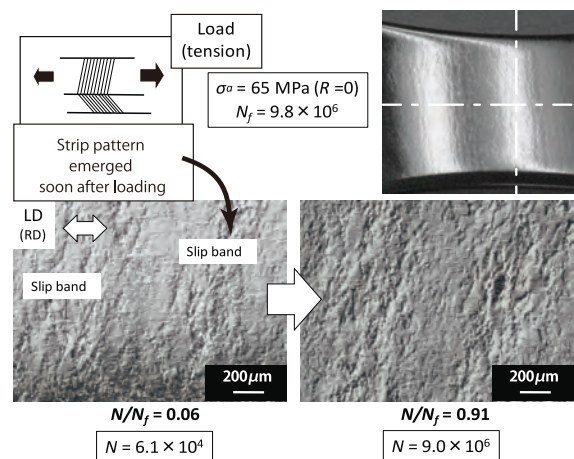


Fig. 3 OM images of the specimen surface with the number of cycles

参考文献

1) H. Yamagishi *et al.*: *Metall. Mater. Trans. A*, 41 (2010) 2151-61.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K05707 の助成を受けたものである。