

## アルミ合金箔の疲労試験

### Fatigue test for aluminum alloy foil

アルミ合金箔は成形性と電気伝導性が良く、また伸展性も大きな材料として電気自動車の開発などに不可欠な機能性材料として重要な役割を担っています。

島津製作所は各種合金箔、ゴム、エラストマー、樹脂など、比較的大きな伸展性を有する材料を対象にした疲労・耐久試験システムを製造販売しており、材料の静的強度測定から動的強度評価まで幅広い物性評

価試験に対応することができます。

今回ご紹介するのは純アルミに添加元素が付加されたアルミ合金箔の疲労試験事例です。試験機はクリーンな環境下で長ストローク、高速、高精度の制御性能を実現する電磁力式の最新型疲労・耐久試験システムを使用しました。

H. Mita

#### ■ 試験片 Specimen

- (1) 材料 : アルミ合金
- (2) 試験片の形状 : 全長 100mm,  
掴み部 20(L)×20(W)mm  
ダンベル形状
- (3) 試験片平行部の寸法 : 20(L) ×10(W) ×0.2(T)mm

#### ■ 疲労試験の負荷と測定条件 Testing condition for fatigue test

静的引張試験で得られた引張強度 120MPa を基準にして疲労試験の負荷応力水準と負荷周波数を決定しました。この試験機は最大 200Hz までの動的負荷性能を有しています。試験機本体の外観を Fig.1 に示します。

- (1) 繰り返し負荷の応力水準
  - 水準1 : 上応力 108MPa, 下応力 10.8MPa(引張強度の90%)
  - 水準2 : 上応力 102MPa, 下応力 10.2MPa(引張強度の85%)
  - 水準3 : 上応力 96MPa, 下応力 9.6MPa(引張強度の80%)
  - 水準4 : 上応力 90MPa, 下応力 9.0MPa(引張強度の75%)
  - 水準5 : 上応力 84MPa, 下応力 8.4MPa(引張強度の70%)
- (2) 負荷周波数 : 30Hz
- (3) 負荷波形 : 正弦波
- (4) 応力比 : 0.1
- (5) 雰囲気 : 室温 25°C
- (6) データ収集 : 3kHz (最大 40kHz まで測定可能)

#### ■ 静的引張り強度の測定 Measurement of static tensile test

疲労試験の応力水準を決定するために、まず静的引張試験を行いました。この疲労・耐久試験システムには、静的引張試験のアプリケーションソフトウェアを付加することができます。

- (1) 引張り速度 : 10mm/min
- (2) チャック間距離 : 60mm
- (3) 雰囲気 : 室温 25°C
- (4) 試験力測定 : 1,000N ロードセル
- (5) 変位測定 : 60mm ピストン変位
- (6) 引張り強度 (測定結果) : 120MPa



Fig.1 疲労・耐久試験システム  
Fatigue and endurance testing system

## ■ SN 線図の作成 A making of the SN curve

今回の測定で使用した試験片グリップ(チャック治具)は Fig.2 の中央部に示す引張疲労試験専用の小形掴み具です。試験片の掴み代寸法は 20(L)×20(W)mm で上下各 2 本の穴付きボルトでグリップ本体の表裏を締結する構造です。本体内側の試験片把持部は交換式のダイヤモンドやすり電着歯が一組装着されています。

予め設定した 5 段階の応力水準で引張疲労試験を実施し、試験片ごとの破断繰返し数と負荷応力の最大値の関係を SN 線図 (Fig.3) として求めました。グラフ上、右端のプロット(矢印)は、応力水準 5(84MPa)において、繰返し回数 300 万回で試験片が未破断であることを意味します。

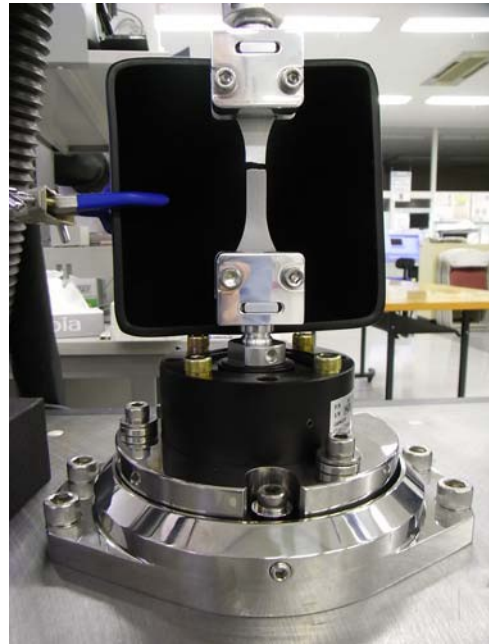


Fig.2 破断直後の試験片とグリップ  
A specimen and grips just after the break

## ■ 得られるサイクルデータ Provided data in time domain

この電磁式疲労・耐久試験システムはモデル 4830 形サーボ制御装置を搭載しており、負荷開始前に設定された繰返しサイクル数に達した時、また負荷中の任意の時点で 1 サイクル分の試験力、変位などの時系列データを収集することができます。

例として、応力水準 3(96MPa)におけるチャック間距離 60mm に対するひずみのサイクル履歴を Fig.4 に示します。青色線は正弦波最大応力時のチャック間ひずみです。また黒色線は正弦波最小応力時のチャック間ひずみです。負荷開始から 100 サイクル付近までひずみが急増しています。これは、制御装置の負荷スロースタート機能により 100 サイクル余りの応力増加プロセスを経て、応力を 96MPa に到達させたことを意味しています。負荷周波数が 30Hz であることから、約 3 秒余りで所定の 96MPa に到達させたこととなります。その後 36 万回付近までひずみが漸増し、破断直前にひずみが急増(亀裂の急激な進展)していることがわかります。

今回のアルミ箔試験片とは別に、エラストマー、樹脂材料、金属などに適合するチャック歯も用意されています。一組の試験片グリップ本体と目的に応じたチャック歯を選定していただくことが可能なシステムです。

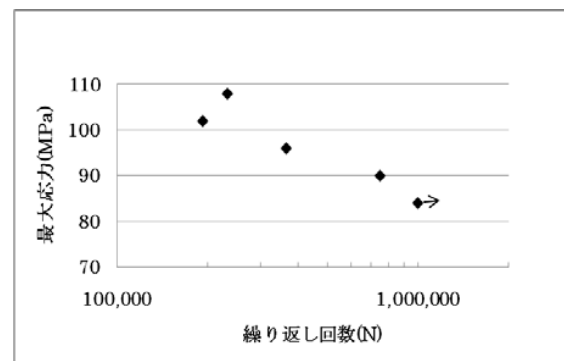


Fig.3 アルミ合金箔の SN 線図  
SN curve for aluminum alloy foil

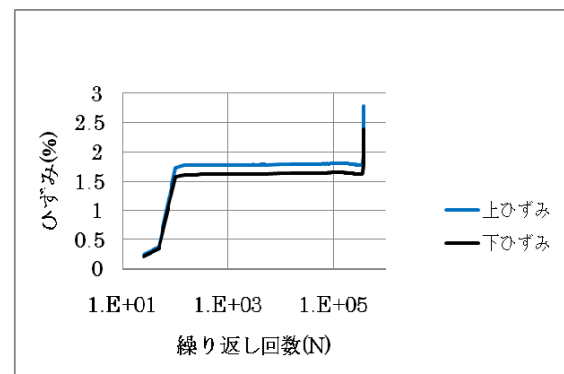


Fig.4 ひずみのサイクル履歴  
Strain in cycle domain

初版発行:2010年6月