

ギガサイクル疲労試験機について

ものづくり研究開発センター 主任研究員 山岸英樹

1. はじめに

疲労破壊を原因とした事故はしばしば重大な被害をもたらす、ニュースなどでも目にします。しかしながら疲労破壊は特別な現象ではなく、金属材料や樹脂材料など全ての固体において、繰り返しかかる負荷の程度によって生じ、静的に破壊させるよりも十分小さい応力により破壊に至ります。従って、機械構造物をはじめ、あらゆる工業製品において、疲労現象に対する寿命設計が重要になります。最適設計による小型化や低コスト化、また信頼性確保のためには材料の疲労寿命の把握が不可欠です。

疲労強度を評価するために、縦軸に応力振幅、横軸に破壊サイクル数を対数プロットしたSN線図（応力-繰り返し回数線図）では、金属の場合一般に、破壊サイクル数が 10^6 回前後で折れ曲がります（図1*）。従来疲労試験では、試験に長期間を要することから、一般に 10^7 回においても破壊に至らない応力振幅を疲労限として取り扱っています。しかしながら最近では、安全性が強く求められる輸送機器分野等を中心に、ギガサイクル（ 10^9 回）の繰り返し応力に対する超高寿命の信頼性保証のニーズが高まっています。その理由は、近年、破壊挙動に変化がないと考えられていた 10^7 回以降においても、内部の介在物等組織が不均一な箇所が起点となり疲労破壊（内部破壊型）することが明らかになったからです。この破壊回数の領域は「ギガサイクル疲労」と呼ばれています。

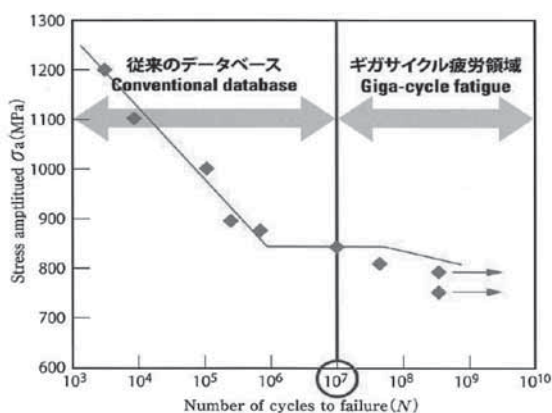


図1 金属材料のS-N線図例

ここでは、富山県ものづくり研究開発センター高機能素材ラボに整備された「ギガサイクル疲労試験機」の特徴についてご紹介します。

2. 当センターのギガサイクル疲労試験機の特徴

当センターの装置は、多連片持ち式の回転曲げ疲労試験機です（図2）。従来の一般的な試験方式である小野式（両持ち式）と異なりコンパクトで、1ユニット当たり4本同時に試験ができます。合計4ユニットからなり、最大同時試験本数は16本です。このため、これまでSN線図取得にあたり高サイクル試験においては長期間を要していましたが、複数本並行して試験を実施できることから、特にギガサイクル領域においては、効率良く短期間でデータの取得が可能となります。例えば、小野式（単式）1台と比較すると、試験期間が426日から200日へ大幅に短縮できます*（ 10^9 回2点及び 10^8 回1点を取得の場合）。

また、腐食環境（塩水滴下）や高温環境（最高600℃）、変動荷重条件（2段階自動切替）など種々の試験環境に対応するためのオプション機構を備えています。試験片寸法などこれら試験条件を表1に示します。



図2 ギガサイクル疲労試験機

（メーカー名：榊山本金属製作所、型式：YRB200L）

表1 試験条件（試験片寸法、設定応力等）

試験片タイプ	試験片寸法		
	I φ3-L30	II φ6-L100	III φ12-L160
試験片寸法	チャック部直径 (mm) くびれ部直径 (mm) 試験片長さ (mm)	3 1.5 30	6 4 100
OP試験	腐食試験 (~2.2ml/min) 高温試験 (~600℃) 荷重切替(2段階)	- - -	対応 対応 -
応力設定範囲	最小応力振幅 (MPa) 最大応力振幅 (MPa)	255 10,868	32 1,365
		206 2,389	

3. 装置の利用について

本装置は、依頼試験としてご利用頂けます。まずはお気軽にご相談下さい。また当センターでは、小野式回転曲げ疲労試験機や単軸引張圧縮に対応した油圧サーボ疲労試験機も保有していますので、評価対象に合わせた最適な疲労試験をご紹介します。

*榊山本金属製作所HPより