



疲労試験で荷重制御とひずみ制御の使い分けはどのようにしたらよいでしょうか。

参照 QNo.: FA-14



疲労試験結果は、S-N 曲線で表示される。縦軸の S は応力(Stress)の振幅、横軸の N は破壊までの繰返し数(Number of cycles)である。しかし、実際には、疲労の支配パラメータは応力ではなくひずみ(Strain)の振幅である。縦軸をひずみ振幅にすれば、低サイクル疲労から高サイクル疲労までの広い領域を表示する一本の S-N 曲線となる。ただし、弾性範囲では応力とひずみは比例関係にあるから、高サイクル疲労の領域では、縦軸を応力振幅とすることができる。

S-N 曲線を得るための疲労試験は、荷重制御とひずみ制御を使い分ける。弾性範囲では荷重と応力は比例関係にあるから、高サイクル疲労の領域において、荷重制御と応力制御は同じ意味である。低サイクル疲労の領域において、荷重制御の疲労試験の結果を、応力振幅で表示することはできない。一方、ひずみ制御の疲労試験の結果は、縦軸をひずみ振幅として、低サイクル疲労から高サイクル疲労までの広い領域を表示する一本の S-N 曲線となる。荷重制御とひずみ制御の疲労試験の特徴を下表に示す。疲労試験中に試験片は塑性変形するから、荷重とひずみの両方を同時に一定の値に制御することはできない。荷重振幅を一定に制御する試験では、繰返しに伴い引張荷重方向にひずみが累積し、塑性崩壊する。逆に、ひずみ振幅を一定に制御する試験では、繰返しに伴い応力振幅が変化する。

以下に示すような技術的な制約から、試験方法が選択される場合もある。ひずみ制御試験では、制御の安定性の問題から、試験速度を速くすることは難しい。したがって、高サイクル疲労の領域では、荷重制御で試験を行う。

また、実機の荷重状態を模擬する目的によって、試験を使い分ける場合もある。例えば、車軸の疲労の場合には、荷重制御試験である回転曲げ疲労試験が適している。一方、温度変化によりひずみが発生する機器の熱疲労の場合には、ひずみ制御疲労試験が適している。

	荷重制御試験	ひずみ制御試験
応力振幅	制御できる。	制御できない。
ひずみ振幅	制御できない。	制御できる。
試験速度	発熱の問題がなければ、高速の試験が可能である。	試験速度が速い場合には制御が不安定になりやすく、遅い場合には長い試験時間が必要である。
最大応力(ひずみ)	大きな応力(ひずみ)振幅の試験ができない。	大きなひずみ振幅の試験が可能である。

なお、ひずみ制御疲労試験で得られる縦軸がひずみ振幅の低サイクル疲労の S-N 曲線は、切欠きの疲労強度の予測が対象である。実機では、部材の全体で両振りのひずみ制御となる条件はない。