

高温試験プライマー

高温でも質の高いデータを生成

MTS インテグレーション エンジニアであるYunming Hu博士は、高温材料試験における専門知識と豊富な情報について語り、その重要性や質の高いデータの生成方法、さまざまな試験アプリケーションの実施において基本となる考慮すべき事柄について説明しています。

Q: なぜ高温疲労試験が重要なのですか？

Hu: 高温材料試験は、航空宇宙と電力の2つの産業において特に深く関連しています。どちらの場合も、燃料効率率はタービンの性能に依存しています。これらのタービンのコンポーネントおよび構造物は、極度の高温で繰り返し負荷を受けることになります。タービンの疲労損傷は深刻で、いかなる不具合も許されないのは言うまでもありません。超高温での材料のパフォーマンスを理解することは、より信頼性が高く燃焼効率の良いタービンを開発するうえで非常に重要なのです。

Q: エンジニアの方は高温の疲労データをどのように利用するのですか？

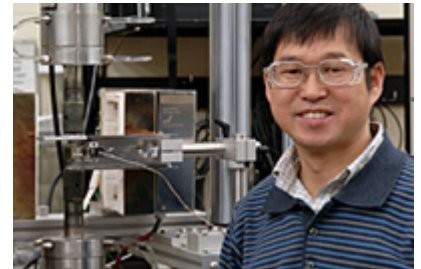
Hu: 実際の使用温度状況における質の高い疲労データには3つの使い方があります。設計エンジニアはデータを使用し、超合金やセラミック マトリックス複合材、セラミック コーティングなどの新材料の設計を手がけます。応力エンジニアは、重要なコンポーネントの正確な疲労寿命の予測を開発するためにデータを使用します。そして品質保証(QA)エンジニアはデータを使用して、特定の高温アプリケーションで材料と完成品コンポーネントの両方の認証を行います。

Q: どのような疲労試験が高温で行われるのですか？

Hu: 全部で3つの標準試験片疲労試験があります。大部分はひずみ制御軸疲労試験 (ASTM E606に準拠) です。これは等温試験で、試験片が損傷または変形するまでひずみを加えるものです。他の2つの標準試験は、まず熱機械疲労試験 (ASTM E2368に準拠) で、これは荷重に合わせて温度がサイクル化されます。もう1つは荷重制御軸疲労試験 (ASTM E466に準拠) で、これは高サイクルのパフォーマンスや、コンポーネント端部での切り欠き特性の効果を評価するために役立ちます。

Q: 質の高い疲労試験データはどのように生成されるのでしょうか？どのような試験システム構成が必要なのでしょう？

Hu: セットアップは多くの点で他の試験に似たものです。ロードフレームや試験片のグリップ インターフェース、ひずみ測定、制御装置およびソフトウェアなどです。もちろん高温試験では電気炉や高周波誘導加熱装置を利用し、試験片における必要な温度勾配を作り出します。また荷重トレイン調整も非常に重要になります。



MTS インテグレーション エンジニア
Yunming Hu博士



熱機械疲労 (TMF) 試験用に構成されたMTS
Landmark® 試験システム



丸棒試験片のTMF試験
誘導加熱装置やアクティブ空冷、高温伸び計

Q: なぜ軸芯調整が重要なのですか？

Hu: 高温試験を行う場合、軸芯のずれが疲労寿命に深刻な影響を及ぼし、データの質も損なわれます。適切な軸芯調整作業により試験データのばらつきを抑え、不確かさの原因を取り除くことができるのです。MTSでは疲労試験フレームの定期的な軸芯調整を効率的に行うことができる調整ツールを用意しています。これは大抵の試験の仕様や試験規格において必要になります。特別な調整用ソフトウェアと合わせて機能する軸芯調整可能な治具により、MTSソリューションは要求される調整レベルを実現する方法を提供し、それにより曲げ歪みが許容範囲にあることを確認することができるのです。



平板試験片のアドバンスド低サイクル疲労試験

マルチゾーン電気炉、温度コントローラを使用

Q: 高温試験ソリューションにおいてはどのようなMTSのサービスを利用すべきでしょうか？

Hu: 理想的なソリューションとしてはMTS Landmark油圧サーボ試験システムでしょう。これはMTS 370ロードフレームに非常に丈夫で軽量のクロスヘッド、精密な機械加工が施されたコラム、疲労定格アクチュエータ、クラス最高のロードセルを組み込んでいます。また、FlexTest® デジタル制御装置や、等温および熱機械疲労(TMF)試験用に設計したモジュールを備えたMTS TestSuite™ ソフトウェアも採用しています。加熱に関しては、多くのアプリケーションでマルチゾーンの電気炉を推奨しますが、熱機械疲労においては高周波誘導加熱装置やアクティブ空冷の組合せが必要になります。MTSでは、超高温にも耐えられるように設計した伸び計も提供しています。

Q: 試験片形状についてはどのようなことが言えますか？

Hu: 低サイクル(歪み制御)および熱機械疲労試験では常に丸棒試験片を推奨しています。これはバックリングにも耐えられ、エッジに影響を及ぼさないためです。グリップのインターフェースはスレッド付にすることもできます。これはバックラッシュを防ぐためにプッシュオーバーのプリインストールが必要になります。他のインターフェースはボタンヘッドで、高温のグリップには効果的です。さらにスムーズ シャンク エンドがあります。これは、バックラッシュはありませんが、コレットグリップが必要で、軸振りアプリケーションでの使用に最適です。また中空の試験片を使って熱機械疲労におけるラジアル温度勾配を最小限に抑えることもできます。もちろん、滑らかな丸形試験片に加えて、荷重制御高サイクルまたは低サイクル疲労試験では、コンポーネントの溝付きまたはノッチ付の形状を複製した試験片をよく利用します。

Q: 高温試験において、高温および低温グリップはどのように利用しますか？

Hu: 高温グリップは、電気炉内でねじ付きまたはボタンヘッドの試験片と共に使用します。例えばMTS 680グリップはニッケルベースの超合金から作られ、水冷となっています。低温グリップは熱を持たず、高周波誘導加熱装置で使用されます。コレット グリップの油圧シール(端が滑らかな試験片用)は高温に耐えられないため、大抵が延長棒を使用する必要があります。要はトレードオフです。ねじ付きおよびボタンヘッドの試験片にはバックラッシュがつきものですが、電気炉に入れることができます。滑らかな試験片にはバックラッシュはありませんが、電気炉で利用できないグリップが必要となります。ご自身の試験に合わせて判断するのが望ましいでしょう。

>> [MTSの高温試験ソリューションについての詳細](#)

ユーザ事例紹介のダウンロードはこちら

[NRC-Canada](#)

[Rolls-Royce](#)

[University of Central Florida](#)

>> [MTSへ問い合わせはこちら](#)

>> [ニュースレターの配信登録はこちら](#)