

超音波疲労試験機を用いた ギガサイクル域における材料疲労特性評価

軸受け鋼などの高強度鋼では、 10^7 cycle以上の領域で、疲労限度以下の繰返し応力でも材料内部の介在物を起点とした疲労破壊が生じることが分かっています。しかしながら、この領域の試験データを採取するのに電気油圧式サーボ疲労試験機や回転曲げ疲労試験では最大で約30~100Hzの試験速度が限界で、特にギガサイクル域(10^9 cycle)の疲労強度評価には膨大な時間が必要でした。そこで(株)神戸工業試験場(KMTL)では、試験片の共振を利用して20kHzの試験速度で疲労試験が行える超音波疲労試験機を導入いたしました。本資料では、その試験内容や当社で実施可能な内容についてご紹介いたします。

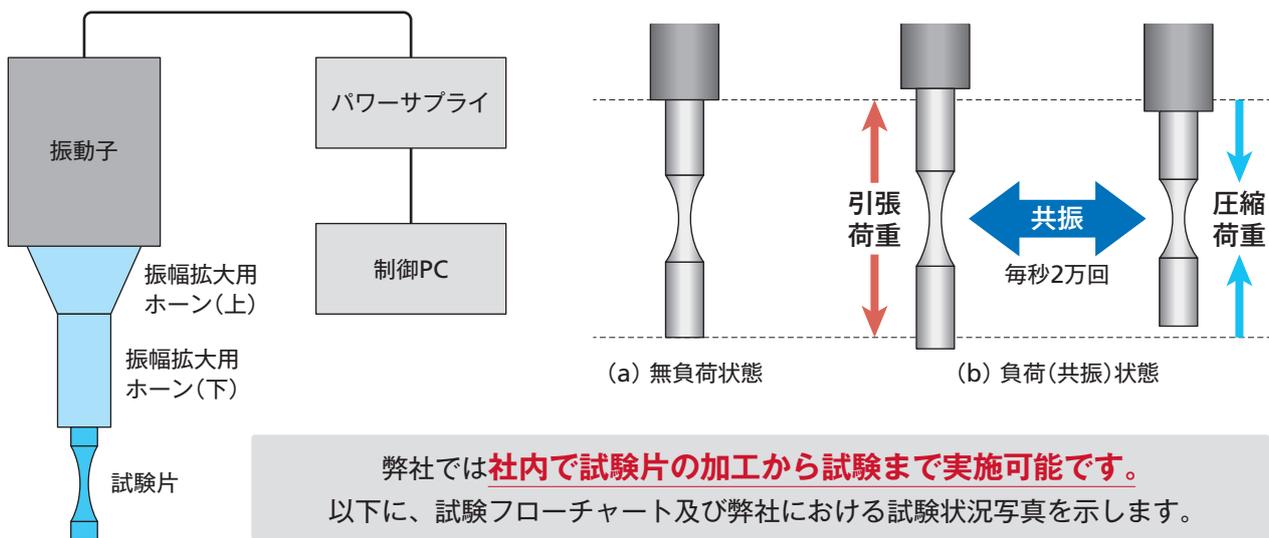
超音波疲労試験について

■ 超音波によって試験片を共振させ、試験片に引張・圧縮の負荷を与える疲労試験方法

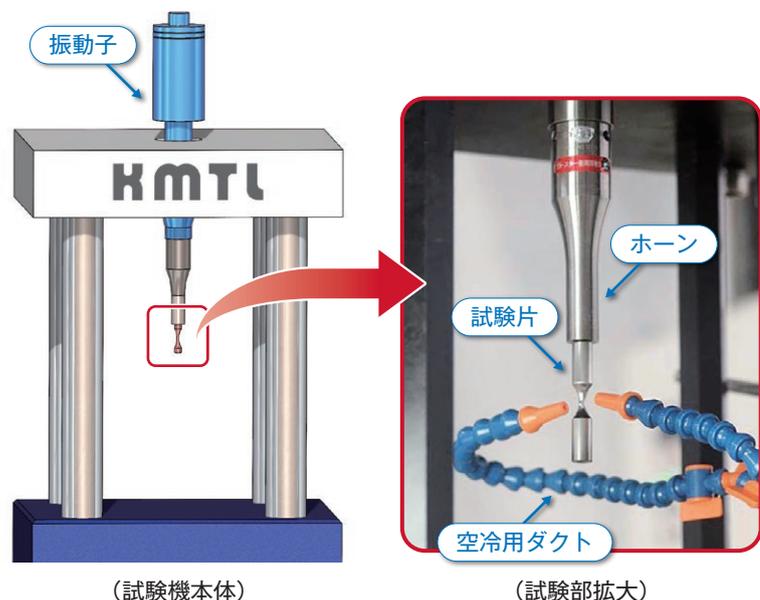
■ 試験周波数：20kHz ⇒ **疲労特性の加速評価**や**最大介在物の現出評価**が可能

1億回(10⁸回)繰返し負荷が約半日、10億回(10⁹回)の繰返し負荷が約5日間で完了^{※1}

※1：高速で繰返し負荷を与えるため試験片が発熱する。それによる試験結果に及ぼす影響を抑制するため、当該試験では強制冷却や間欠運転が必要。これを踏まえた試験期間の表示である。



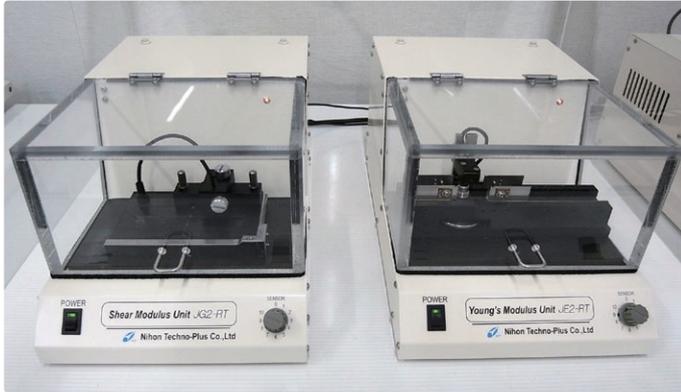
試験フローチャート



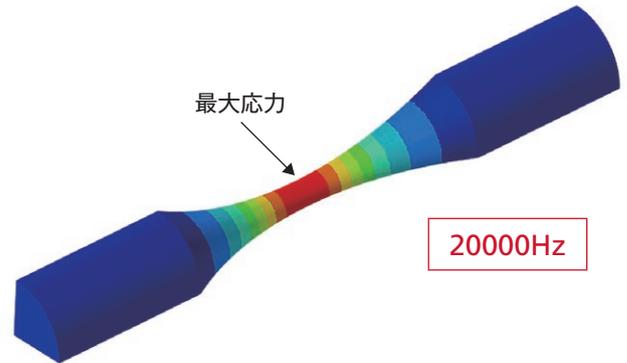
弊社所有の超音波疲労試験機

材料物性調査と試験片設計の解析

- 超音波疲労試験は、試験応力の精度を確保するため、共振周波数20kHz±30Hzとなる試験片が必要です。それにはまず、その周波数を満足できる試験片の設計をFEM解析により行っています。この時に試験材料の物性値が必要ですが、カタログ値を適用すると実際の物性値との違いにより、共振周波数が満足できないことがあり、試験を実施することができません。当社では試験材料の物性値(ヤング率・ポアソン比・密度)を自社設備で測定し、その結果を用いることが可能ですので精度の高い解析が実現できます。
- 弊社においては、**全プロセスを自社設備で実施可能です。**



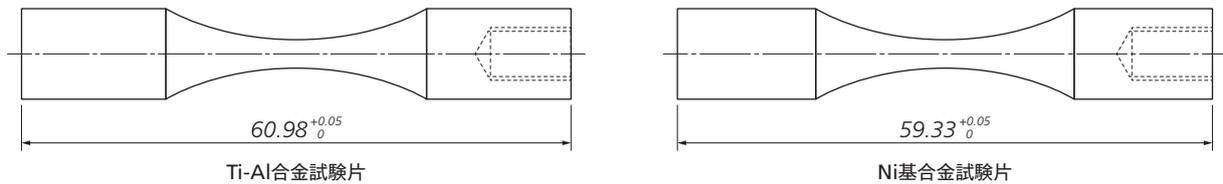
共振法によるヤング率・剛性率測定装置
(日本テクノプラス社製)



有限要素法解析による共振周波数の解析

試験片加工

- 有限要素法解析により決定した試験片形状・寸法に基づき、試験片加工を実施します。
共振周波数の許容範囲±30Hzを満足させるためには、**試験片全長の公差を約0.05mm以内で仕上げる必要があるため、精度の良い試験片加工が必要です。**
- 弊社においては、**高い精度での試験片加工が可能です。**



超音波疲労試験片形状・寸法(一例)

疲労試験と破面観察

- 試験規格は、日本溶接協会 WES 1112 金属材料の超音波疲労試験方法を適用して実施します。
- 高速の繰返し負荷による試験片の発熱を冷却空気の吹き付けと間欠運転により抑制し、正しい試験結果を求めます。
- 試験結果の裏付けの一つの試験後の破面観察も、マクロからミクロの領域まで対応し、起点位置や介在物等の調査も自社で対応可能です。

超音波疲労試験のご用命の際はKMTLまで

このように超音波疲労試験の試験片寸法の決定・試験片加工から疲労試験まで、KMTLではトータルサポートの実績があります。現在、超音波疲労試験については実施できる機関が限られております。また、当社の充実した技術顧問との連携でお客さまのご相談に関して、幅広い視野でご提案できるものと考えております。超音波疲労試験に興味がある場合には、ぜひ弊社にご相談ください。