

Application News

No. V21

高速度ビデオカメラ
High-Speed Video Camera

超音波周波数における金属板の曲げ疲労試験の観察

Observation of Bending Fatigue Test of the Metal Plate in the Ultrasonic Frequency

はじめに

Introduction

疲労破壊とは、繰り返し負荷により起こる破壊のことであり、これは静的な破壊強度よりはるかに小さい力でも起こります。また、疲労破壊は突然、一気に起こるため、過去には船舶や航空機の重大な事故につながった例もあります。そのため、材料の疲労特性を把握することは重要なことであるといえます。しかし、疲労特性を求めるためには多くの試験時間が必要になります。JIS Z2273 金属材料の疲れ試験方法通則によると、繰り返し数 10^7 まで試験を行うことが求められていますが、 10^7 まで試験を行おうとすると 10 Hz で約 12 日かかります。また、近年では、機器の効率化や高速化によって 10^7 以上の疲労特性が要求されるようになってきました。そこで、20 kHz で疲労試験が可能な超音波疲労試験機が用いられています。しかし、非常に振動が速いため、試験片の動きや変形を目視で確認することができません。そこで、高速度ビデオカメラを使用して、20 kHz の曲げ疲労試験における金属板の動きを観察しました。従来は変位計を少しずつ移動させて試験片全体の動きを把握していましたが、高速度ビデオカメラを用いることで、1 回の観察で試験片の動きの確認が可能になります。また、撮影画像から試験片の移動量を求めました。

F. Yano

測定システム

Measurement System

実験には超音波疲労試験機 USF-2000 と高速度ビデオカメラ HPV-X2 を用いました。Table 1 に使用した装置を示します。撮影は、試験中の任意のタイミングで行っています。Fig. 1 に試験片の写真を示します。Fig. 1 の試験部が曲げ振動します。曲げ振動には Fig. 2 に示すような振動モードがあり、それぞれの振動モードで共振するような試験片寸法があります。今回は 2 次の曲げモードになるように試験片を作製しました。

Table 1 撮影器具
Imaging Equipments

高速度ビデオカメラ	: HPV-X2
顕微鏡	: Z16 APO
照明	: ストロボ
試験機	: USF-2000

Table 2 撮影条件
Measurement Conditions

撮影速度	: 200万コマ/sec
試験周波数	: 20 kHz
試験片寸法	: 10.0 × 3.020 × 0.406 mm



Fig. 1 試験片
Specimen

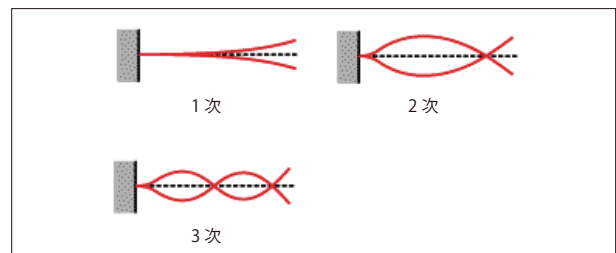


Fig. 2 曲げモード例
Examples of Bending Mode

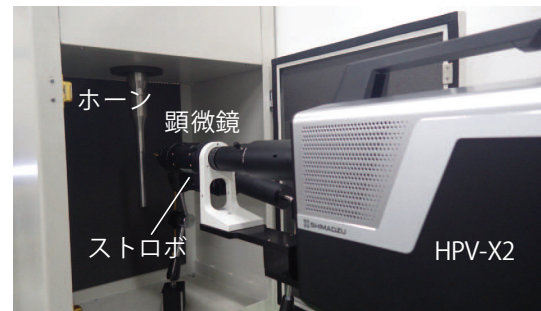


Fig. 3 試験の様子
Overview



Fig. 4 試験片周辺の様子
Peripheral Specimen

■測定結果

Measurement Results

Fig. 3 に試験の様子を、Fig. 4 に試験片周辺を拡大した様子を示します。アクチュエータによる振動をホーンが増幅して試験片に振動を与えます。Table 2 に測定条件を示します。撮影速度は1周期100枚以上の画像データを得るために200万コマ/secとしています。Fig. 5 に撮影画像を示します。Fig. 5の青線は画像①における試験片の中央を示しています。画像①から画像③にかけて試験片の中央部が下方向に移動しています。その後、試験片中央部が上方向に移動していき、画像⑨にて最大となります。画像⑨から再び試験片中央部が下降し、画像⑪にて画像①と同じ位置に戻ります。以上より、試験片の振動の周期が20kHzであることが確認できました。また、Fig. 5より、試験片先端部はあまり動かず、試験片中央部が動いていることから2次の曲げモードになっていることが確認できます。得られた撮影画像は、画像処理ソフトを用いることで、試験片の移動量を求めることができます。今回は試験片の中央部の移動量を求めました。Fig. 6に試験片中央部の移動量と時間の関係を示します。Fig. 6から今回行った曲げ試験の振幅は80μm程度であることがわかります。また、Fig. 6からも振動の周期が20kHzであることが確認できます。

■おわりに

Conclusion

超音波周波数における疲労試験の様子をHPV-X2で撮影し、試験片の動きを確認しました。今回のように動きの速い試験に対してHPV-X2は有効であり、また、顕微鏡を取り付けることで、微小な動きも撮影できることを確認しました。試験中の動きの確認だけでなく、撮影画像から試験片の移動量を求めることもできます。USF-2000では、振動の振幅から応力振幅を計算しますので、これらの画像から試験片に負荷された応力を求めることもできます。このように、製品開発を行ううえで非常に重要な疲労試験に関して、HPV-X2を役立てていただくことができます。

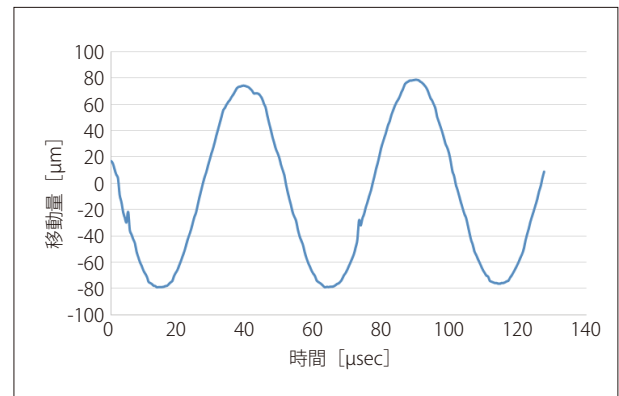


Fig. 6 試験片中央部の移動量
Amount of Movement of Specimen

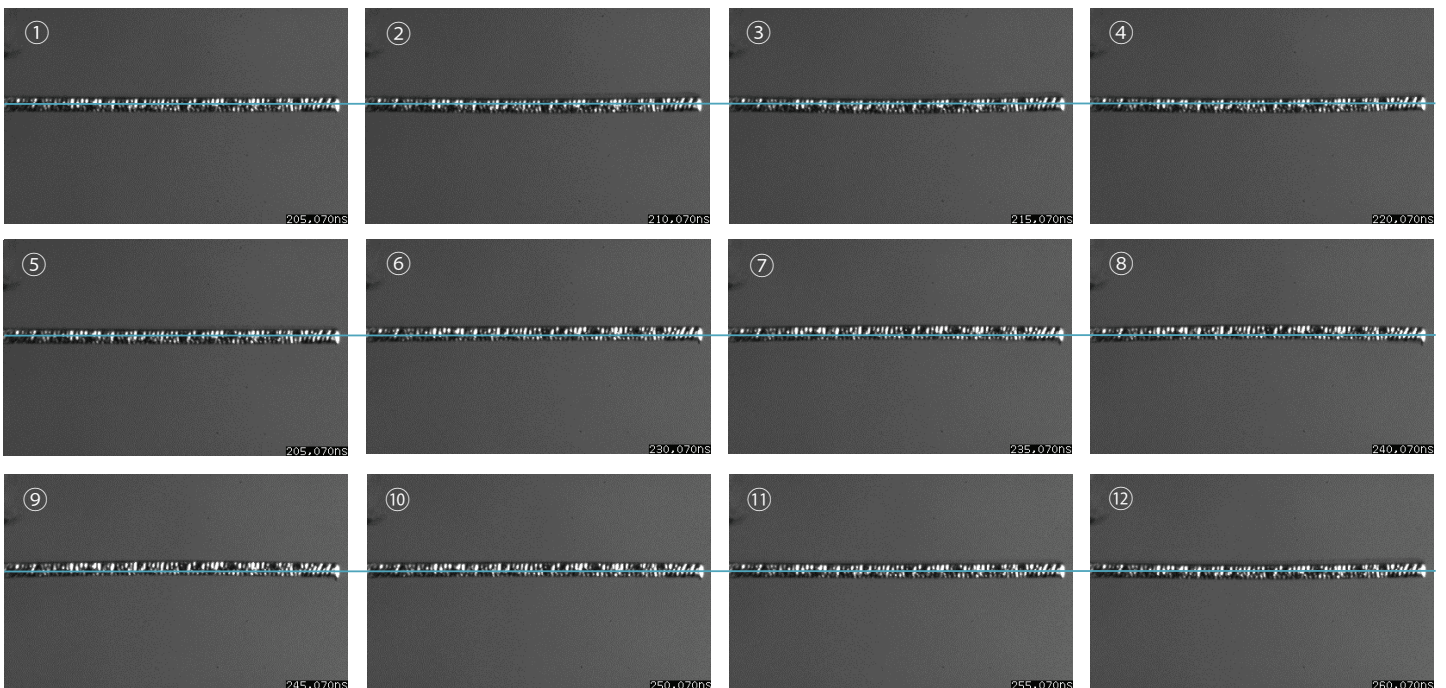


Fig. 5 撮影画像 (画像間の時間間隔は5μs)
High Speed Images (Interval of images: 5 μs)

株式会社 島津製作所

分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2015年7月

島津コールセンター ☎ 0120-131691
(075)813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

会員制Webの閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。

3100-06501-480IK
2015.7