

Application News

No. V21

材料试验 USF-2000

超声频率下金属板弯曲疲劳试验的观察

摘要：本文介绍了用岛津 USF-2000 超声波疲劳试验机对金属样品进行弯曲疲劳试验，并使用岛津 HPV-X2 高速摄像机对在试验中的样品进行拍摄。使用高速摄像机，可以观察单个振动周期的详细过程，从拍摄的高速图像中确定样本准确的移动量。

关键词：超声波疲劳试验机 金属板弯曲疲劳

疲劳失效是指由于重复的载荷循环而导致的构件断裂，这种断裂可以用比静态断裂强度小得多的力来发生。此外，由于疲劳相关的故障突然发生，这导致了涉及船舶和飞机的严重事故。因此，了解产品所用材料的疲劳性能是非常重要的。然而，确定疲劳特性通常需要使用 1000 万次重复试验（根据 JIS Z2273，金属疲劳试验的一般规则）进行耗时的试验，在 10 赫兹下，大约需要 12 天才能完成。此外，由于设备效率和速度的提高，现在要求对 1000 万以上的重复进行疲劳评估。对此，目前正在使用一种能够进行 20 kHz 超声波疲劳试验的超声波试验机。但是，由于使用该仪器进行测量时产生的振动非常快，因此无法目视确认试样的移动和变形。因此，在进行 20kHz 弯曲疲劳试验时，可以使用高速摄像机观察金属板的振动运动情况。以前，了解试样的整体运动需要位移计的增量重新定位，但使用高速摄像机，可以在单个观察过程中评估试样的运动。此外，还论证了从拍摄的高速图像中确定样本准确的移动量的可能性。

实验部分

1.1 仪器

USF-2000 超声波疲劳试验机 HPV-X2 高速摄像机 Z16 APO 光学显微镜

1.2 分析条件

样品尺寸：10.0 × 3.020 × 0.406 mm

应力振幅：900MPa

间歇操作：振动时间 300ms

样品数量：1

停歇时间：200ms

应力比：-1

样品形状：见图 1

频率：20kHz



图 1 样品

试验介绍

实验采用 USF-2000 型超声疲劳试验机和 HPV-X2 型高速摄像机。图 2 为该实验系统，可见该实验使用配件较多，其中有用于放大图像的 Z16 APO 显微镜，增加图像亮度的频闪灯光。在该系统下，试验中任意时间点的图像都可以被拍摄下来，以便试验后的分析。图 3 为试验样品的安装方式，通过该安装方式将垂直振动方式转换为弯曲振动，对于弯曲振动，图 4 所示的振动模式都可实现，试样尺寸对应不同的振动模式共振。在此，制备提供二阶弯曲模式的试样。

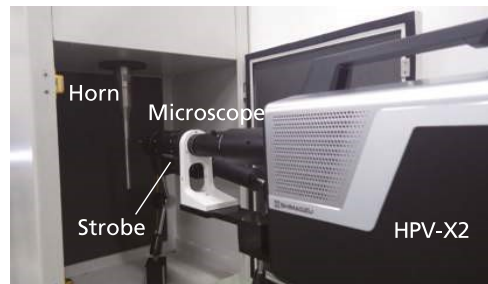


图 2 试验系统

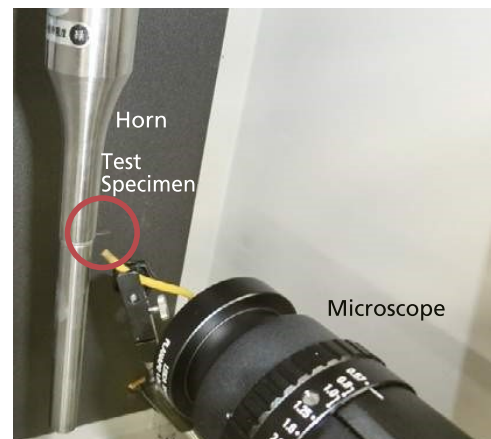


图 3 样品安装方式

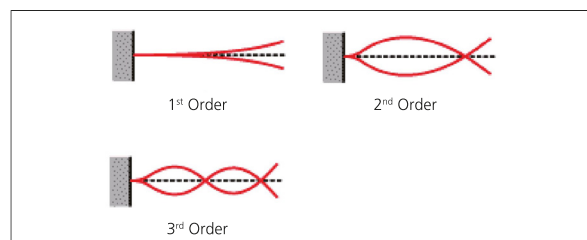


图 4 各阶振动方式

■ 实验结果

超声波信号经过喇叭的放大作用与样品之上，使样品产生了弯曲振动，高速摄像机的拍摄速度设置为 200 万帧 / 秒，可以以每周期 100 帧的速度拍摄到样品的振动周期，并获取其实验图像数据。图 5 为一系列捕获的图像。穿过图 5 图像的蓝线位于图像 (1) 中样本的中心。当图像从 (1) 移动到 (3) 时，样本的中心部分向下移动。然后，试样的中心部分向上移动，在图像 (9) 处达到最大值。从图像 (9) 开始，样本中心再次下降，在图像 (11) 处返回到与图像 (1) 相同的位置。由此，确定试样的振动周期为 20 kHz (1-12 图像间隔为 0.0005sec)。此外，从图 5 中可以看出，尽管由于试样中心的移动试样会偏离中心线，但由于试样处于二阶弯曲模式，试样尖端不会移动太多。将图像处理软件应用于采集的图像，可以确定试样的移动范围。在这里，我们确定了样本中心部分的移动量。图 6 显示了时间与试样中心移动量之间的关系。此外，根据图 6，确定弯曲试验中的振幅约为 80 μ m，并且确定振动频率为 20 kHz。

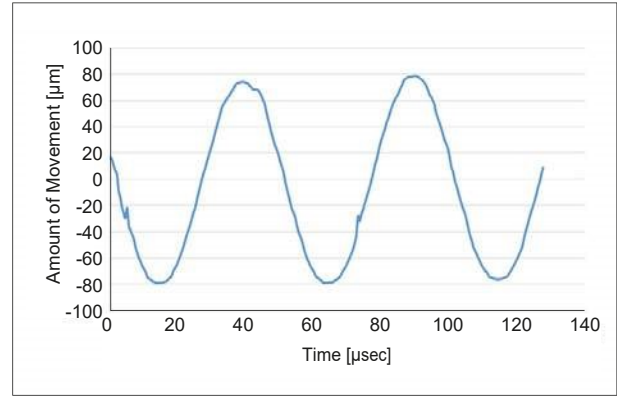


图 6 样品的位移量与时间关系曲线

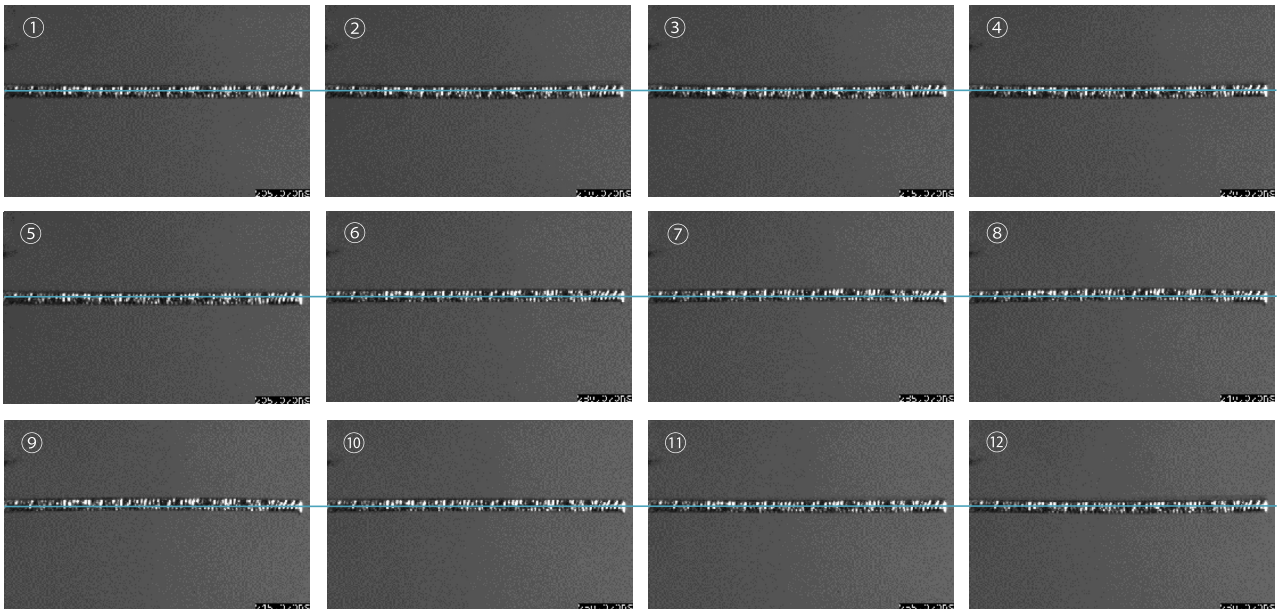


图 5 高速摄影捕捉图像

■ 结论

本试验使用 HPV-X2 记录了使用超声波频率对目标部件进行的疲劳试验，并确认了试样的运动特性。事实证明，HPV-X2 能够有效地捕捉试验过程中产生的高速运动，而显微镜的安装能够对这些微小运动进行视觉记录。除了确认试样在试验过程中的移动外，还可以根据采集的图像确定试样的实际移动程度。USF-2000 根据振动振幅计算应力振幅，从而根据图像确定试样上的应力载荷。因此，该套测试系统可以有效地用于产品开发过程中进行非常重要的疲劳试验。



岛津企业管理（中国）有限公司
岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话： 800-810-0439
400-650-0439

免责声明：

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；
* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2015 年 9 月