

1. 緒言

現在、次期 X 線天文衛星 (ASTRO-H) の開発が行われている。ASTRO-H に搭載される硬 X 線望遠鏡 (HXT) には円筒状に多数の薄いフォイルが配置されるため、複雑な振動特性を示すと予想される。本研究では HXT のフォイルの振動特性を明らかにするために、振動試験を行った。

2. 振動試験

HXT は厚さ 0.22mm、高さ 200mm、 120° 円弧のフォイルが円筒状に 3 区画に分割されて 216 枚並べられたものが縦 2 段構造を成している。フォイルは上下のアライメントバーの溝に刺さった状態で位置が制御されるが、接着固定はされていない。本試験では、実機のハーフサイズ (60° の円弧) のフォイルを用いて、振動試験を行った。試験ジグを Fig.1 に示す。フォイルは最外層から 30 枚と最内層に 1 枚でこの間にほぼ等間隔に 4 枚を設置した。30 枚のフォイル同士の間隔は外側に向かうにつれて広がるが、最大 1.15mm である。試験方法は、1G と 2G の加速度振幅で、50-200Hz までサインスイープを行った。また加振方向は半径方向 (Fig.1 : 手前方向) とした。Fig.2 に示す測定位置の変位とベースの変位をそれぞれレーザー変位計で測定した。

3. 振動試験結果

まず変位振幅について述べる。エッジの変位振幅は 2G で、最大で半径方向の外側に 3.3mm 程度、内側に 1.8mm 程度となった。これより 2G ではフォイル同士が衝突していることが分かった。一方、フォイルセンターの変位振幅は最大で 0.7mm であった。

続いて共振特性について述べる。フォイルエッジとセンターの振幅倍率関数をそれぞれ Fig.3, Fig.4 に示す。Fig.3 より、エッジの応答には 66Hz と 73Hz で明らかなピークが見られた。ただし、1G の試験では、66Hz 付近でのピークは見られなかったため、これはフォイルの衝突によって生じたモードであると考えられる。また E2 と E3 に比べて、E4 の応答はずっと小さく、エッジ部は高さ方向の中央位置が膨らむような変形となることが分かった。

一方、Fig.4 よりセンターの応答ではエッジと同様に 66Hz と 77Hz で明らかなピークが見られた。また、エッジとは異なり、センターでは 90Hz 付近から応答振幅が上昇することが分かった。30 枚のフォイルが練成振動しているために明確なピークが見られないが、90Hz-125Hz の範囲に固有振動モードが存在すると考えられる。さらに、C2, C3 と C4 の応答振幅は同等であるため、センターでは拘束付近を除いて、半径方向へ平行移動するように変形することが分かった。

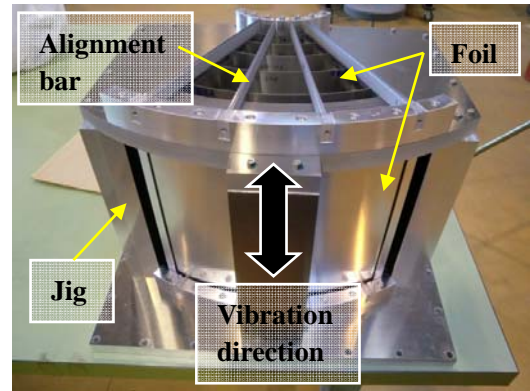


Fig.1 Specimen and jig for vibration test of foils

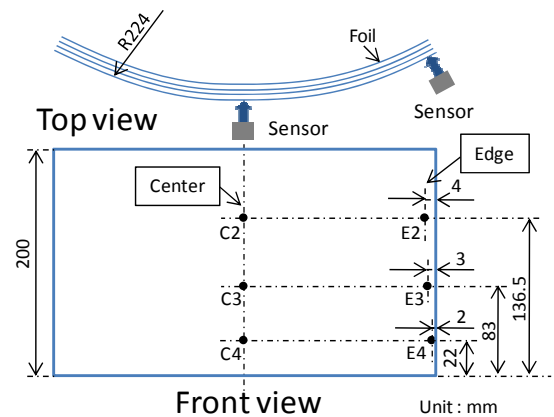


Fig.2 Sensing positions of displacement of foils

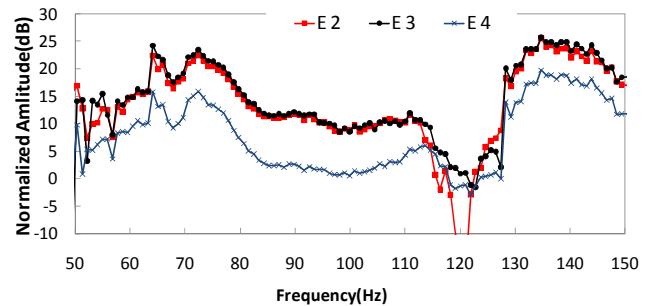


Fig.3 Frequency responses at edge of foils (2G)

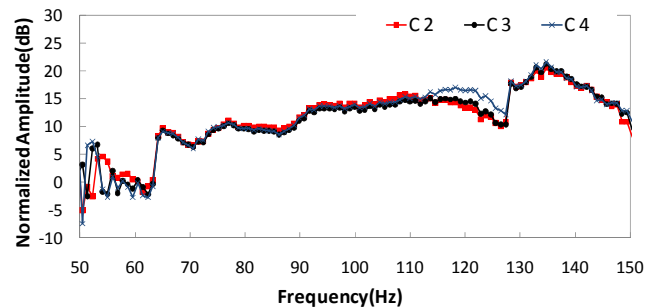


Fig.4 Frequency responses at center of foils (2G)