

1. 緒言

次期天文衛星 ASTRO-H に搭載される HXT (硬 X 線望遠鏡) では, 円筒状のミラーフォイルを同心円上に多数並べて光学系を構成するため, 打ち上げによってフォイルの位置ずれや損傷が生じないことを保証する必要がある. 昨年度は加速度 2G でフォイルの振動試験を行い, その共振特性を明らかにした. 今年度は, QT レベルの加速度 10G まで与えて振動試験を行った. また, 隣接フォイルの連成振動効果の無い共振特性を調べるために, フォイル 1 枚のみでの試験も行った.

2. 実験装置および方法

本試験では厚さ 0.22mm, 高さ 200mm, 円弧角 60° のフォイルを図 1(a)に示す試験ジグに格納する. 上下のアライメントバーの溝に挟まった状態でフォイルの半径位置が保持されるが, 接着固定ではないため円周方向には動くことができる. 試験体として, 最外層にフォイルを 4 枚設置したもの (4 枚フォイル) と, 1 枚のみのも (1 枚フォイル) の二種類を用意した. 試験条件は, 50Hz~200Hz の間のサインスイープで, 加速度振幅は 4 枚フォイルを 1~10G, 1 枚フォイルを 1, 3G とした. 加振方向は図 1(a)に示す水平 (半径) 方向とした.

本試験ではレーザー変位計を用いて最外層のフォイルの変位振幅を測定した. 測定位置を図 1(b)に示す. 測定後の変位データを FFT 解析により伝達関数を求めた.

3. 実験結果および考察

フォイルに加速度振幅 10G を与えた時の最外層エッジ中央(E3)の変位振幅と測定時間の関係を図 2 に示す. 図より, エッジでは 10G で最大振幅が 7.9mm に達することが分かった. 隣接フォイル間隔は位置によって異なるが 1.5mm 程度であるため, フォイル間で衝突が生じていることは明らかである. ただし, 試験後については損傷が見られないことが確認されており, 打ち上げを想定した試験において衝突は起きるが, フォイルに損傷は生じないことが分かった.

次に, 1 枚フォイルの加速度 3G における試験結果より得られた伝達関数を図 3 に示す. 図と観察結果より, 55Hz, 64Hz においてエッジが大きく変形するエッジモードの共振が, 99Hz において中央部が大きく変形するセンターモードの共振がそれぞれ存在することが分かった. この特性は, 昨年度行った 10 枚フォイルによる結果および今回 4 枚フォイルで行った結果とほぼ同様のものであった. よってフォイルの振動モードは, フォイルが複数あったとしても, フォイル 1 枚の振動特性に起因するものであることが分かった. 共振周波

数の値は, 複数フォイルの結果と比較して 5Hz ほど下がるということが分かった. これは複数のフォイルによる連成振動の影響と考えられる. 理論解析による 1 枚フォイルの振動解析結果は, 1 つのエッジモードのみを示しており, 2 つの共振ピークを示した実験結果とは一致しない. これに関しては, より詳細に調べる必要がある.

4. 結言

本研究より以下のことが分かった. QT レベルではフォイル間に衝突が生じるが, それにより損傷は起きない. 複数フォイルの振動特性は 1 枚の振動特性に起因するが, 連成振動によりその周波数が変化する可能性がある. エッジモードの振動特性については理論的に予測されなかったモードが実験では生じたため, より詳細な検討が必要である.

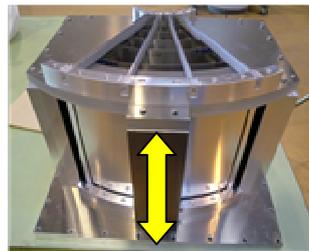


図.1(a)加振方向

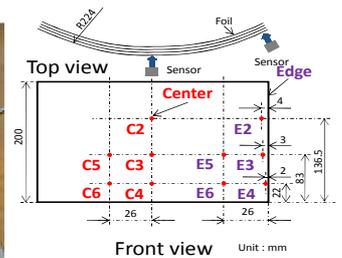


図.1(b)測定位置

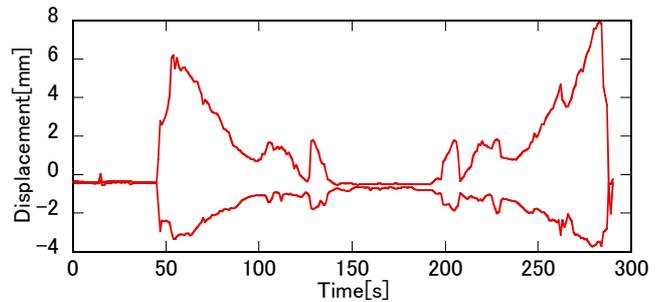


図.2 エッジの変位振幅(10G)

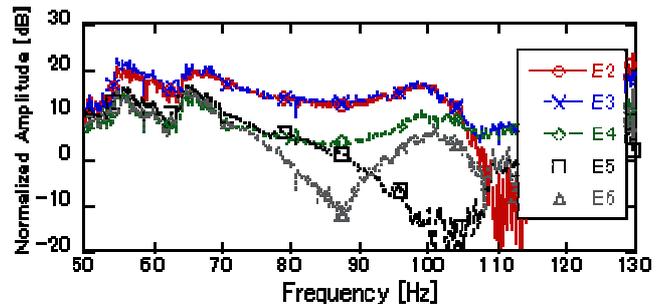


図 3.エッジの応答周波数(3G)