

第31回 ばねマス系振動試験法と振動特性

日本発条(株) 赤松 英夫

1. 振動特性について

既に、共振を含めて、振動特性の概要については本書(ばねづくりの勘どころ：第29回 ばねの振動)で判り易く紹介されている。そこで、ここでは加振周波数に対する振動特性の変化について、1自由度系の実験モデルで紹介する。まず、一般的な1自由度の振動特性について簡単に説明したい。これは、機械力学において初歩段階で教わる基礎的で非常に重要なものと認識している。振動モデルを図1に示す。mの質量をもつ錘をばね定数kのばねで支えている簡単なモデルである。この時、土台をある一定の振幅(サイン波)で加振し、その周波数を徐々に増加し、土台の加振振幅に対する錘の振幅比の変化を測定していく。すると、ある周波数(固有振動数)で、振幅比は無限大となる。また、それ以上周波数を増加させると錘はその振幅が減少し振幅比は0に近づいていく。また、共振点では土台の加振に対して、錘の振動はそれまでの同相から逆相に変化する。因みに、この固有振動数は下記式で与えられ、その振動特性を図2に示す。

$$f = 1/2\pi \sqrt{k/m}$$

f: 固有振動数, k: ばねのばね定数, m: 錘の質量

ここでは、実際にこのモデルで実験を行っていることから、それを紹介する。

2. 試験方法

この1自由度系の振動実験については、非常に単純な構造であるがためか実際に行った例は少ない。重ね板ばねでその発生する摩擦力の振動特性への影響の確認などでは実施例があるが、このような基礎的なものではない(技術屋の一般常識となっているからかもしれない)。そこで、前述の振動特性の確認として実際に実験を実施した。使用した実験装置については、図3に示す。圧縮ばねと錘の組合せで、ばねの中心軸回りには振れに対するガイドを設けている。このガイドの必要性について、若干触れておく。既に紹介した、1自由度系のモデルを見る限りガイドなしで土台を加振すれば良いのではと考えるが普通である。しかし、ばねの反力は必ずばね中心軸方向に発生するとは限らない(これについては、既にばねの横力の観点から紹介されている)ことから、このようなガイドを設けないと、錘に偏心した力が伝わり上下だけでなく横方向の振動も加わり結果の考察が難しくなってしまう。実験は、直接ばねを下方より加振し、加振板と錘に取付けた加速度ピックアップから、加速度比としてデータ出力を行っている。

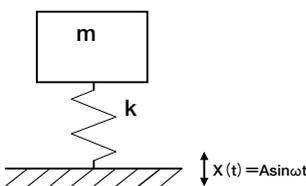


図1 1自由度モデル

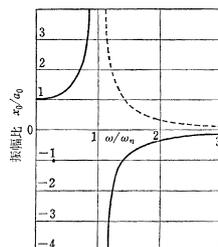


図2 1自由度系振動特性

3. 試験結果

1) 試験サンプル仕様

①コイルばね

外径: φ50mm

自由長: 80mm

線径: φ4.5mm

ばね定数: 8.126N/mm

②錘

重量: 9.37kg

2) 加振条件

①振幅: ±0.3mm

②スイープ条件: 60sec(1~10Hz)



図3 試験概要

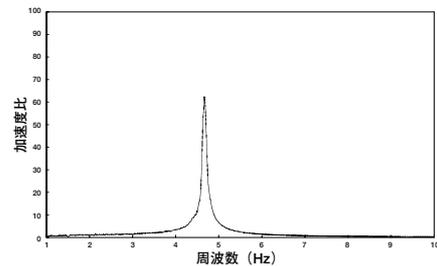


図4 試験結果(加速度比)

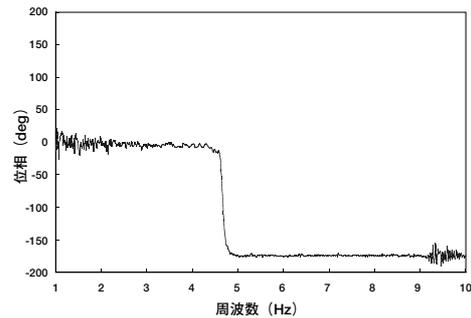


図5 試験結果(位相の変化)

3) 試験結果

試験結果として、加速度比と位相の変化を図4・5に示す。前述の図2に示した振動特性が再現できている。固有振動数も計算値が4.688Hzに対して、4.663Hzとほぼ合致している。

しかし、計算上では共振領域で振幅比が無限大となるはずが、出力はあるピーク値をもっている。これについては、ガイド部に働く摩擦力が原因のひとつと考える。前述のようにばねの偏心した反力を上下方向に案内するためにガイドを設けているが、そこで発生する摩擦力により、共振が抑制されていると考察する。

今回の実験では、共振現象の再現と高周波側で、加速度比が0に近づくことが確認できた。このことで、防振設計を行うポイントがより明確になったと思われる。すなわち、装置に対して外部からの振動を遮断する場合、または、装置の振動を外部に伝えない場合についてその緩衝用のばねの仕様を頭に描くことができるのではないだろうか。

このように共振を避ける設計もあるが、その一方で、アクチュエータとしては共振を利用した物もあり、一部のコンプレッサにも使われている。