

## 防振ゴムのねじり・こじり動的特性試験 [JIS K6385]

木村 元史<sup>1</sup>、藤井 貴彰<sup>2</sup>  
1 島津製作所、2 島津テクノロジー

### ユーザーベネフィット

- ◆ JIS K6385に基づいた動的特性試験を行うことができます。
- ◆ 周波数スイープ試験により、各周波数での動的特性値が自動で計測できます。
- ◆ 治具を変えるだけでねじり方向とこじり方向両方の試験を行うことができます。

### ■はじめに

防振ゴムは振動・衝撃の伝達防止または緩和を目的とした製品であり、輸送機や建築、産業機械など様々な分野で広く用いられています。

JIS K6385「防振ゴム試験方法」では、防振ゴムの性能評価のために数種類の試験方法や用語が定められています。この中で円筒タイプの防振ゴムにおいては中心軸回りのねじり方向と、中心軸に直交する任意の軸回りのこじり方向の試験が定義されています。円筒タイプの防振ゴムはエンジンやモーターといった振動源の支持やカップリングなどに用いられ、騒音低減や性能の安定化のため重要な役割を担っています。車輛に搭載する際には、ねじり方向とこじり方向の両方に負荷がかかるため、それぞれの特性評価が必要です。

今回で紹介するのは円筒タイプの防振ゴムのねじり方向とこじり方向の動的特性試験の事例です。

### ■供試体情報

供試体は一般的に市販されている円筒タイプの防振ゴムを使用しました。図1に供試体写真、表1に供試体情報を示します。



図1 供試体写真

表1 供試体情報

素材	: JIS K 6386 種類Aに適合したゴム
外径	: 33 mm
内径	: 14 mm
長さ	: 31 mm
許容ねじり角	: 5 deg
ねじり静ばね定数	: 0.45 N・m/deg (参考値)

### ■使用装置

ねじり方向、こじり方向は回転軸のため、直線軸の一般的な引張試験機では試験ができません。今回の試験では軸力ねじり複合試験機EHF-EV/TVを使用しました。図2に装置写真、表2に装置情報を示します。今回は供試体の強度に合わせ、表2に示す小容量ロードセルを使用しました。

本試験機は、ねじりだけでなく、同時に軸力も制御可能ですが、今回、軸力方向は位置保持制御を行い、試験を実施しました。

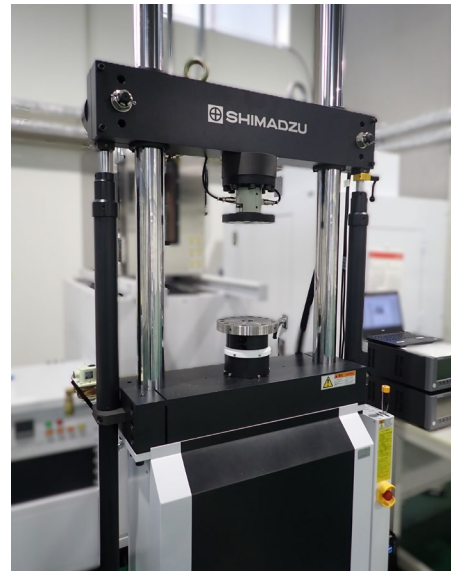


図2 軸力ねじり複合試験機EHF-EV100kN/TV1kNm

表2 装置情報

試験装置	: 軸力ねじり複合試験機EHF-EV100kN/TV1kNm
つかみ具	: ねじり・こじり専用治具
小容量ロードセル	: 2軸セル 10kN/100N・m
ソフトウェア	: 周波数スイープ試験・共振周波数追従試験ソフトウェア

試験条件を表3に示します。ねじり試験、こじり試験とも同じ条件です。本試験はJIS K6385における動的特性試験の非共振方法に該当します。周波数スイープとは、加振周波数が試験中に自動的に逐次変化することです。周波数スイープを用いることで、周波数を変化させた際に得られる供試体の特性を連続して取得することができます。

JIS K6385では受渡当事者間で指定がない場合、試験条件は平均たわみ2mmにて振幅±0.5mm、加振周波数15Hz、もしくは振幅±0.05mm、加振周波数100Hzによって行われますが、ねじり方向、こじり方向に関しての規定はありません。したがって、今回はねじり方向およびこじり方向それぞれで、供試体の動的特性の加振周波数依存性を調査するために、3~20 Hzの範囲で段階的に周波数を変更しました。

表3 試験条件

試験モード	: 周波数スイープ試験
制御TD	: 角度
波形	: 正弦波
加振周波数	: 3~20Hz (ステップで時間変化)
振幅	: 0±5°
温度	: 常温 (24℃)

治具はねじり試験、こじり試験それぞれ専用に設計しました。図3および図4にねじり試験、こじり試験それぞれの供試体を治具で把持した様子を示します。

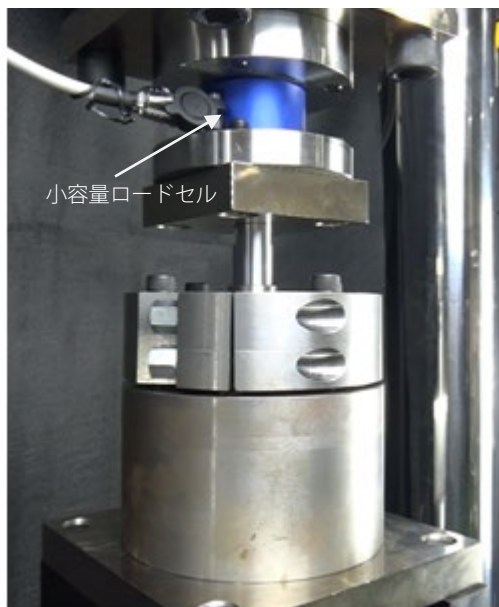
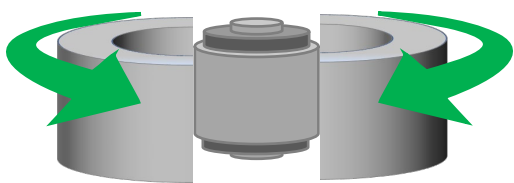


図3 ねじり試験

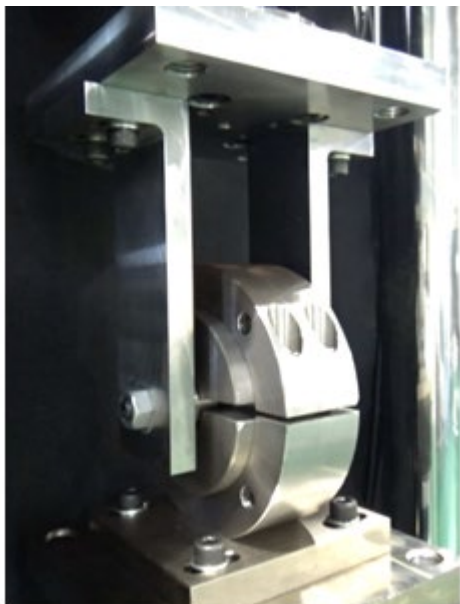
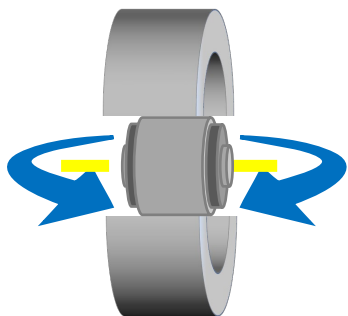


図4 こじり試験

## ■試験結果

図5～8に試験結果を示します。それぞれの試験のサイクル-ピーク値グラフと時間波形グラフです。トルクが青、角度が水色のグラフで示しています。

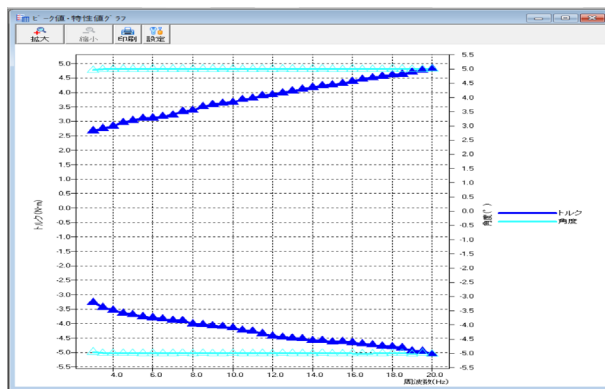


図5 ねじり試験 サイクル-ピーク値グラフ

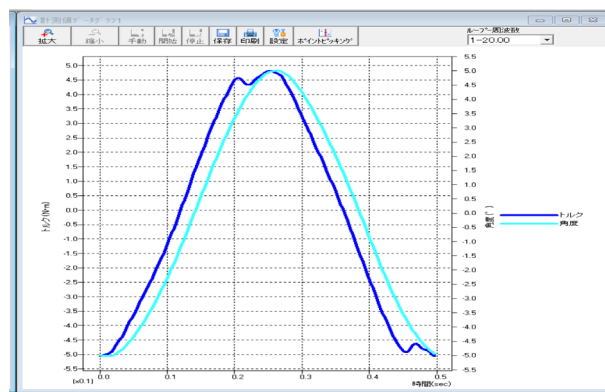


図6 ねじり試験 時間波形グラフ(20Hz時)

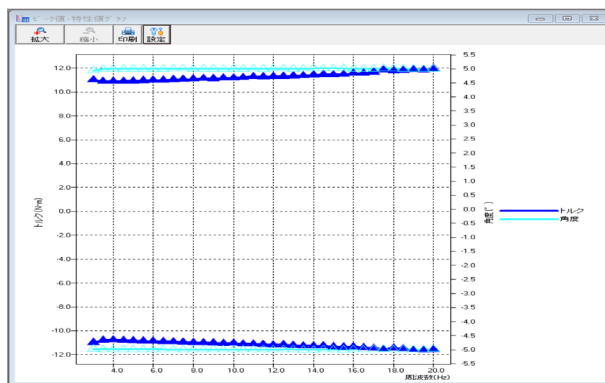


図7 こじり試験 サイクル-ピーク値グラフ

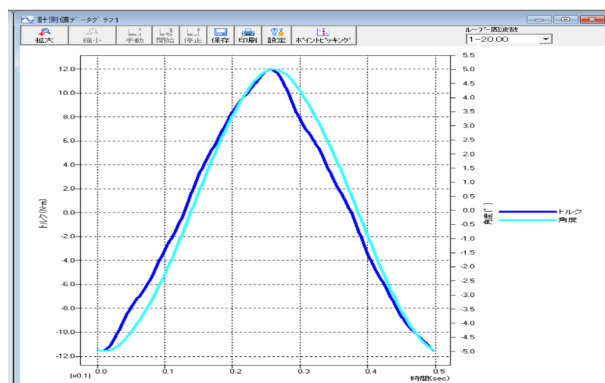


図8 こじり試験 時間波形グラフ(20Hz時)

試験結果をテキストファイルに変換し解析を行いました。図9および図10に各加振周波数におけるトルク-角度線図を示します。ねじり試験では加振周波数が高くなるほどトルクが増えていくことがわかります。こじり試験では加振周波数に依らずトルクが安定しています。

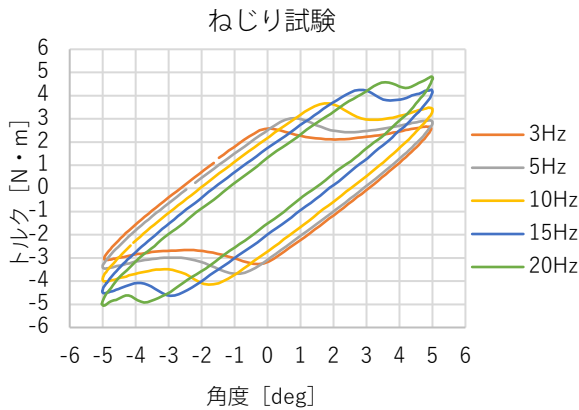


図9 ねじり試験 トルク-角度線図

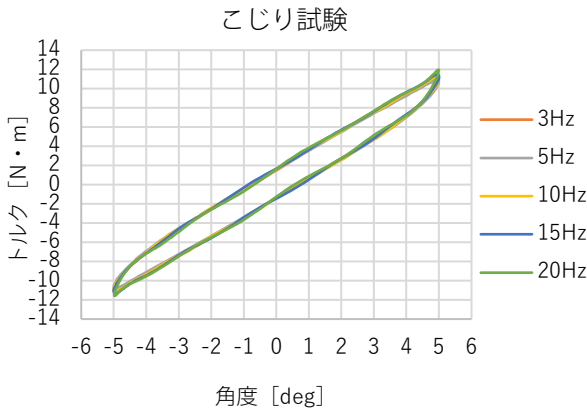


図10 こじり試験 トルク-角度線図

トルク-角度線図のヒステリシス曲線の面積がエネルギー損失になります。これはJIS K 6385の引用規格JIS K6394で定義されています。当社製品、周波数スイープ試験・共振周波数追従試験ソフトウェアでは各周波数ステップにおけるエネルギーを算出する機能が付いています。

図11にエネルギーのグラフを示します。こじり試験よりもねじり試験の方が加振周波数の変化の影響を大きく受けていることがわかります。

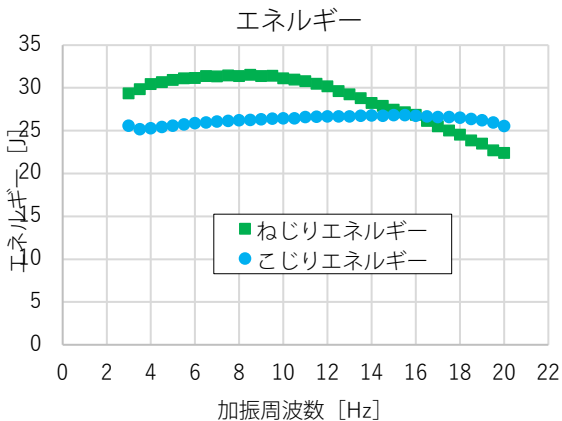
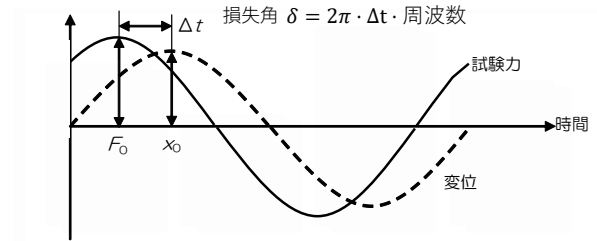


図11 加振周波数-エネルギーグラフ

## ■ 各種動的特性値の算出

JIS K 6385ではJIS K6394を引用し、各種動的特性値の算出方法が規定されています。絶対ばね定数、貯蔵ばね定数、損失ばね定数、減衰係数、損失係数はそれぞれ式1~5にて算出します。これらもエネルギーと同様に、周波数スイープ試験・共振周波数追従試験ソフトウェアにて算出することが可能です。ねじり試験およびこじり試験の場合は試験力をトルク、変位を角度に変換します。



$$\text{絶対ばね定数} \quad |K^*| = \frac{F_0}{x_0} \quad \text{式1}$$

$$\text{貯蔵ばね定数} \quad K' = |K^*| \cos \delta \quad \text{式2}$$

$$\text{損失ばね定数} \quad K'' = |K^*| \sin \delta \quad \text{式3}$$

$$\text{減衰係数} \quad c = \frac{K''}{2\pi \cdot \text{周波数}} \quad \text{式4}$$

$$\text{損失係数} \quad Lt = \frac{K''}{K'} \quad \text{式5}$$

各種動的特性値は加振周波数によって値が異なります。周波数スイープ試験の試験結果より、加振周波数の変化に伴う各種動的特性値の推移をグラフ化しました。

図12にはばね定数のグラフを示します。絶対ばね定数や貯蔵ばね定数に関しては、ねじり試験よりもこじり試験の方が変化が小さいことがわかります。

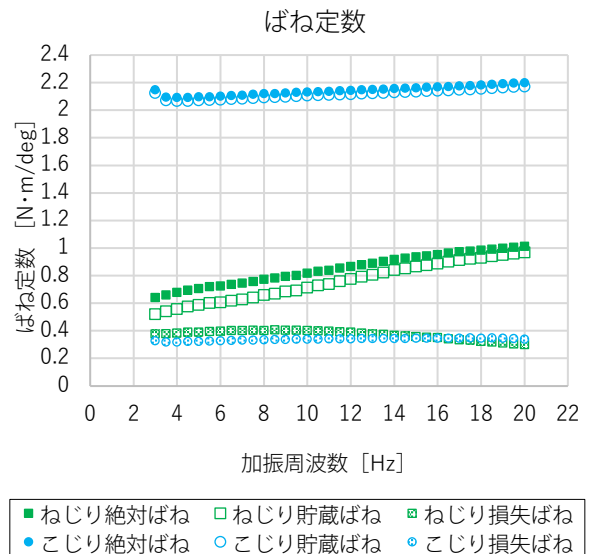


図12 加振周波数-ばね定数グラフ

図13に減衰係数のグラフを示します。ねじり試験、こじり試験ともに類似した曲線を描いています。

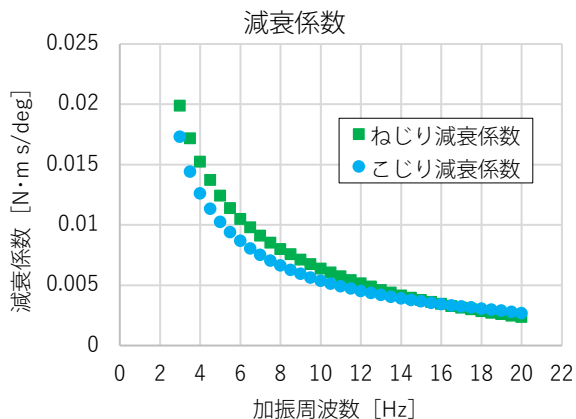


図 13 加振周波数-減衰係数グラフ

図14に損失係数のグラフを示します。こじり試験の損失係数は周波数に依らず安定していますが、ねじり試験の損失係数は周波数の変化により影響が大きいことがわかります。

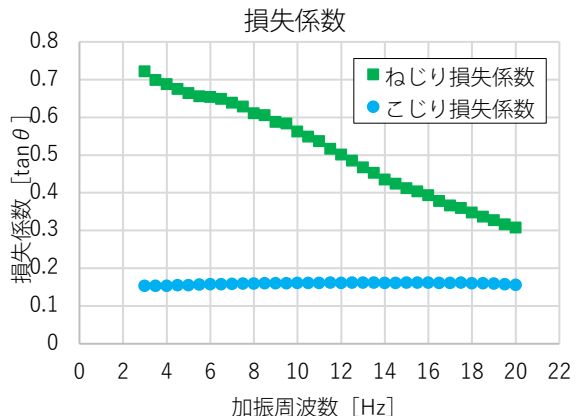


図 14 加振周波数-損失係数グラフ

## ■まとめ

軸力ねじり複合試験機を用いてJIS K6385に基づいた円筒タイプ防振ゴムのねじり・こじりの動的特性試験を行いました。周波数スイープ試験ソフトウェアを使用することで、各種動的特性値の加振周波数依存を短時間で確認することができます。

### <参考文献>

- 1) 防振ゴム—試験方法 JIS K6385-2012
- 2) 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム—動的性質の求め方—一般指針 JIS K6394-2007

サーボバルサーは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。