

## ベアリングの劣化検知技術

各種機械装置に使われているベアリング（ころがり軸受）は、長期の使用により劣化することは避けられず、一般的には予め設定した使用時間を超えた場合や、突発的に発生する損傷で動作不良が起こった後、新品への交換が行われています。しかし、ベアリングの耐久時間は、潤滑剤や温度などの使用環境によって異なるため、予めベアリングの使用時間を適切に設定することは困難です。

今回は、ベアリングから発生する振動を分析することで、その劣化状態を診断する方法についてご紹介致します。これらの方法をうまく用いれば、様々な使用環境下でベアリングを最大限に活用することができるため、より効率的な機械設備の維持、管理が行えるようになると考えられます。

### 1. 簡易診断（相対判定法）

ベアリングの初期振動を加速度モードのRMS値で計測し、その3倍の振動を注意レベル、9倍を危険レベルとする方法です。この場合、注意レベルにおける劣化状態は、ベアリングの軌道面にフレーキングが発生した直後の段階だと言われています。また、危険レベルでは軌道面のほぼ全面にフレーキングが発生している状態で早急にベアリングの交換を要する段階となります。

### 2. 精密診断

ベアリングの損傷に伴って発生する振動は、その損傷箇所によって周波数が異なります。これは特性周波数と呼ばれ、ベアリングの転動体個数、転動体直径などの諸元（図1参照）から決まるものです。特性周波数の中でも損傷したベアリングの外輪と転動体が接触することによって生じる振動の周波数は、外輪転動体通過周波数として式1で表されます。

$$F_0 = \frac{Z \cdot N}{120} \times \left(1 - \frac{d}{D} \cos \alpha\right) \quad (\text{Hz}) \cdots (1)$$

$Z$ ：転動体個数、 $N$ ：内輪回転数(rpm)、

$d$ ：転動体直径

$D$ ：軸受けのピッチ円径、 $\alpha$ ：接触角(deg)

精密診断は、加速度モードで計測した振動波形を周波数解析し、得られた周波数スペクトルと式1で求められる周波数を比較することで行います。

ここでは実際にベアリング(#6905)の外輪に疑似的な損傷として $\phi 3\text{mm}$ の穴を開けた場合に生じる振動についての実験結果をご紹介します。実験装置は図2のような簡単なもので、矢印部分に損傷ベアリングが入っています。実験回転数は1797rpmで、この場合の外輪転動体通過周波数は式1から168.1Hzとなります。計測後の振動波形を周波数解析した結果は図3のようになり、特性周波数に近い167.5Hzにピークを確認することができました。30Hz付近にあるピークは1秒間当たりの回転数と同じ値(1797/60 $\approx$ 30)となっていることから、部品の加工・組立精度に起因する振れであることが分かります。

精密診断は、装置の異常振動の原因がベアリングによるものなのかを特定することができるため大変有効な診断方法ですが、振動の計測や分析に手間が掛かります。日常的な診断方法としては簡易診断を活用し、振動原因を特定したい場合に精密診断を行うなど、これらの診断方法をうまく併用することが必要です。

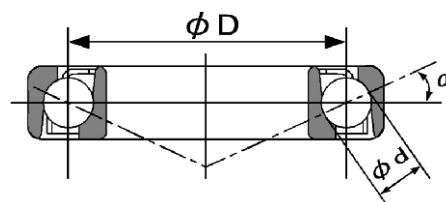


図1.各部の記号

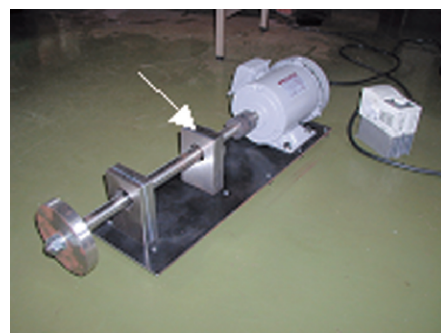


図2. 実験装置



図3. 周波数スペクトル