

渦流探傷法による玉軸受の荷重測定

超音波医・工活用研究室 1170091 田島 和弥

1.緒言

これまでは、軸受の荷重測定には、固体接触でのみ伝播し、潤滑状態の影響を受けにくい超音波の横波探触子を用いてきた。しかし、横波探触子には、軸受の劣化に伴って感度の低下が生じてしまうという欠点が存在する。そのため、軸受の状態次第では全く異なるデータが表れてしまい、正確な荷重測定が困難となる。本研究では、軸受の外輪と球との間の介在物質に影響を受けない渦流探触子を用いて荷重診断を行い、荷重診断可能性を検証した。

2.測定原理と実験装置

図 1 に測定原理を、図 2 に実験装置の概要を示す。渦電流とは電磁誘導によって生じる電流であり、渦流探傷法は渦電流によるコイル内の電流値変化及び電圧値変化を利用した探傷法である。図 1 の式に示すように電圧 V は固体接触面積 A に依存して変化する。続いて、実験装置について、本研究では、図 2 のように軸受に荷重を加えて動作させ、基準からの電圧差 ΔV を求めて、荷重と ΔV の関係性を調べた。今回使用した軸受はグリース潤滑の玉軸受で、探触子は直径 20 mm, 100Hz ~ 5 kHz の探触子を使用した。また、渦流探傷機の周波数の設定を変更し、周波数の違いによる ΔV の違いや、荷重の有無による ΔV の差を測定した。今回の荷重測定の実験条件は、位相を 90deg, H ゲインを 45dB, V ゲインを 75dB, ハイパスを OFF, ローパスを 200Hz, 連続 NUL を 0, PRB DRV を中間に、スイープモードを自動 Y に、H 位置を 50%, V 正を 25%, スイープ時間を 0.1s に設定した。

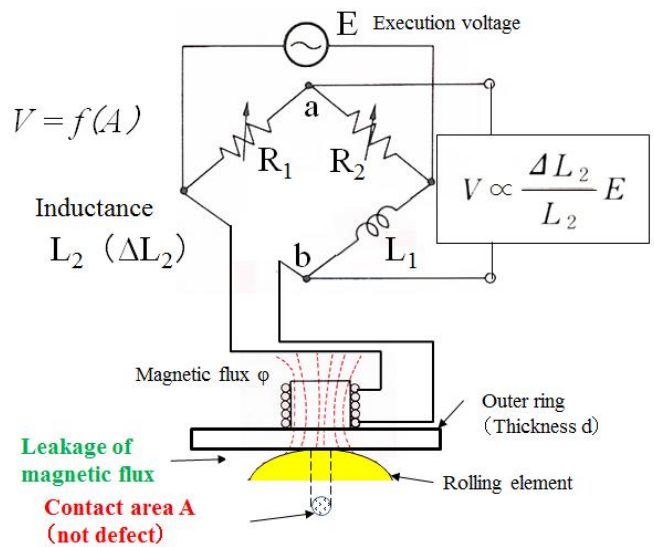


Fig.1 Principle of eddy current

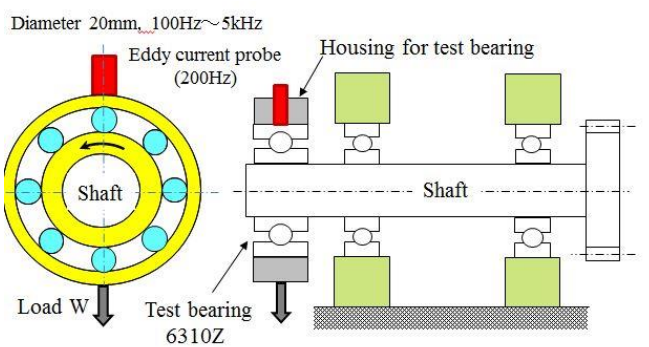


Fig.2 Eddy current experiment equipment

3.渦流探傷法測定結果

図 3 中には、玉軸受の外輪と玉の構成を模擬した装置である。高炭素クロム軸受鋼 (SUJ2) 円板 (φ40mm) の背面に渦流探触子 (直径 13mm, 300Hz ~ 40kHz) を設置し、円板の探触子軸上に玉を軽く接触させ、x,y それぞれの方向にスライドさせた場合の出力比 ($R=10\text{mm}$ での出力電圧で規格化) は、膜厚 (右側の軸) が 1mm より薄くなる $R<5\text{mm}$ において急激に低下し、渦電流の影響範囲での平均膜厚に従って変化する。この平均膜厚は、玉 (軸受) に負荷される荷重に依存するため、渦流探傷法により軸受荷重を測定できると考えられる。

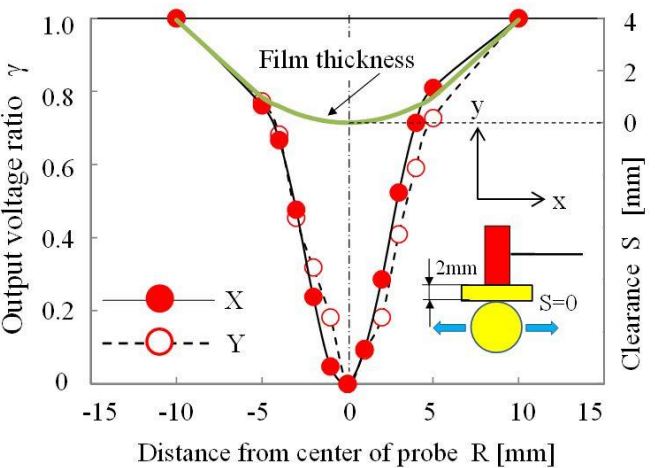


Fig.3 Relation between γ and R

図 4, 図 5, 図 6 にそれぞれ周波数 50Hz, 200Hz, 500Hz における波形を示す。低周波において荷重をかける前の ΔV は大きい値を示していたが、グラフから、周波数が上がるとにそ

の時の ΔV は小さくなる事が分かる。一方、荷重を加えると、周波数を高くした時に ΔV が大きくなる事が確認できた。

ΔV と周波数の関係をとったグラフを図6に、 ΔV と荷重の関係をとったグラフを図7に示す。図7から、100Hzの時に ΔV の数値のピークとなっているが、荷重をかける前とかけた後の ΔV の差は200Hzの時に最大となっていることが読み取れる。図8を確認すると、渦流探傷法では電圧差 ΔV は荷重 W に比例することが分かる。さらに、いかなる周波数でも比例の関係性が保たれていることが確認できた。一方、図7と図8を比較すると、図6で ΔV の差が最大となっていた200Hzの時に図7のグラフでも、グラフの傾きが最大となっている。

以上のことを踏まえると、渦流探傷法では荷重測定を容易にかつ高精度で実施でき、その時に最適な周波数は200Hzの時であることが分かった。

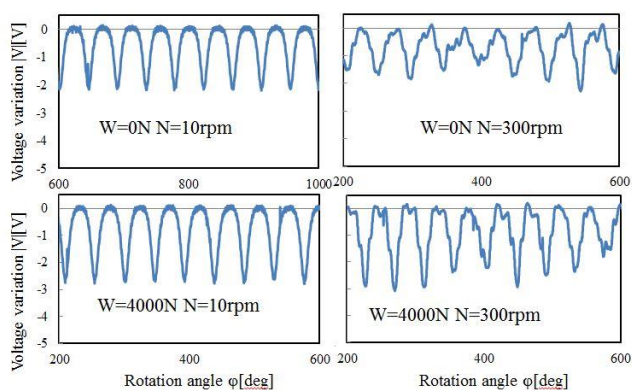


Fig.4 Measurement data of 50Hz

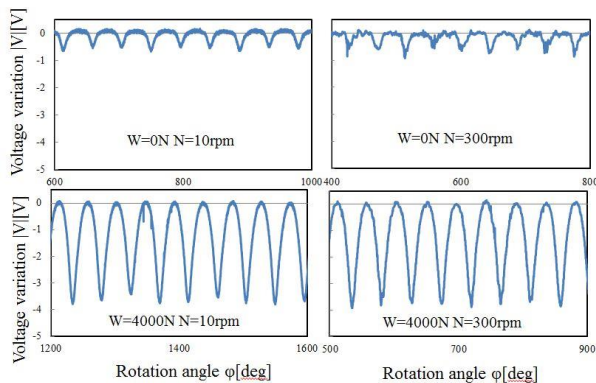


Fig.5 Measurement data of 200Hz

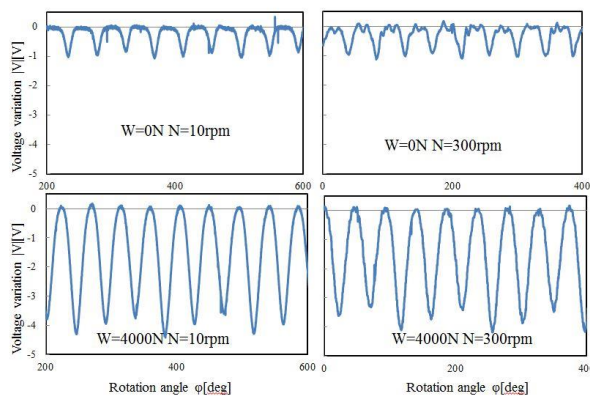
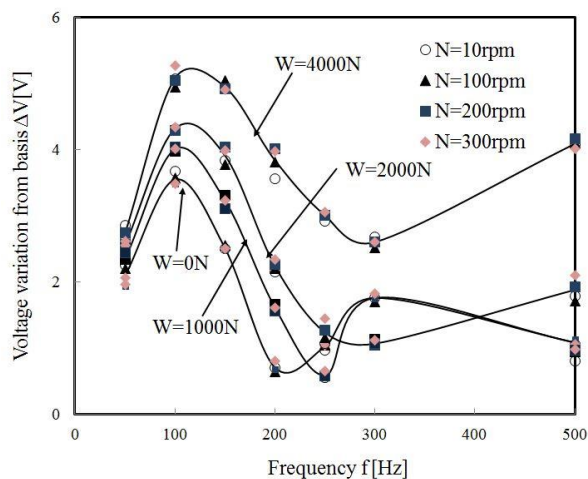
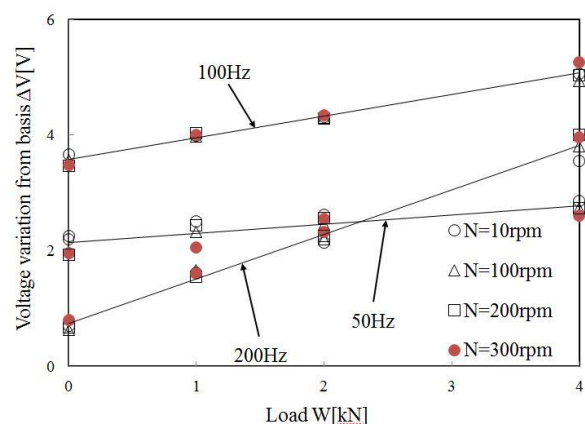
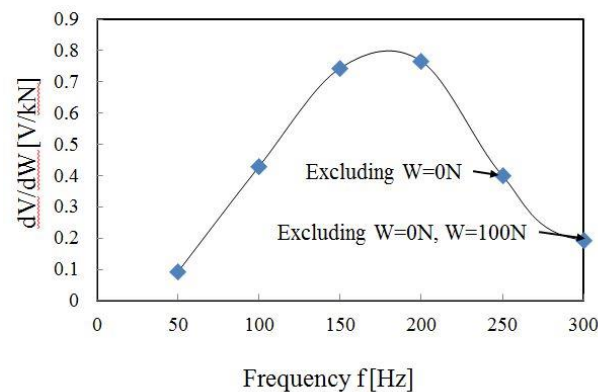


Fig.6 Measurement data of 500Hz

Fig.7 Relation between ΔV and f Fig.8 Relation between ΔV and W Fig.9 Relation between dV/dW and f

4. 結言

これらの実験データから、渦流探傷法は複雑な操作を必要とせず、かつより正確な荷重測定を行えることを確認できた。今後は、超音波の縦波探触子と渦流探触子を併用した、軸受の内部状態の測定方法の確立を目標とする。

5. 参考文献

(1)<http://www.tdk.co.jp/techmag/inductive/200803/index2.html>

