

小形玉軸受の電食に及ぼす保持器の影響

Effect of Cage on Electrical Pitting of Small Ball Bearings

東理大・理工（正）*野口 昭治, 関東学院大（正）堀田 智哉

Shoji Noguchi *, Tomoya Hotta**

*Tokyo University of Science, **Kanto-gakuin University

1. はじめに

転がり軸受の電食は鉄道車両用軸受で多く発生する損傷として知られていたが、近年ではインバータによるモータ制御が普及したことによって、家電品でも発生することが多くなっている。また、電気自動車のバッテリー電圧が上昇することもあり、モータ用軸受に電食の懸念が高まっている。これまでに筆者らは小形玉軸受 608 を対象にして、電食発生電流密度¹⁾や軸受耐電圧²⁾、電食損傷と油膜パラメータの関係³⁾などの研究を行って、小型玉軸受の電食に関する知見を広めてきた。

現在小形玉軸受の保持器には、薄鋼板製の波型保持器（以降、波型保持器）と樹脂製の冠型保持器（以降、冠型保持器）が使用されている（Fig.1）。冠型保持器は波型保持器と比較して、振動上昇が低いことが知られているが、電食における保持器の違いについては、検証されていない。そこで本研究では、小型玉軸受 608 を用いて電食に及ぼす保持器の違いについて、実験的に行った結果を報告する。

2. 実験装置と実験条件

2.1 実験装置

本研究で使用した実験装置を Fig.2 に示す。これまでの電食研究で使用していた実験装置は、絶縁体としてベークライトを適宜使用していたが、樹脂であり、長期間使用していると変形してしまい、組立精度の維持に難点があった。そこで本研究では、サポート軸受にセラミック球を用いた玉軸受を使用することによって、軸受ハウジングをすべて金属とすることによって、長期間の使用を可能にしている。また、軸受ハウジングと底板の間に絶縁体を介して、樹脂ねじで固定することによって、試験時に加える電流が外部へ漏れないようにしている。

2.2 実験条件

試験軸受は非接触ゴムシールタイプの 608 を用いた。グリース銘柄、グリース量も同じとして、保持器の種類だけが異なっている。試験条件を Table 1 に示す。回転速度は 3600min^{-1} であり、油膜パラメータ Λ は 3 より大きく、流体



(a) Corrugated cage (b) Crown-shaped resin cage

Fig.1 Cages incorporated in small ball bearings

Table 1 Experimental conditions

Test bearing	608VV (MC3, Multemp SRL)
Cage type	Corrugated cage, Crown-shaped resin cage
Sample number	12
Rotational speed	3600 min^{-1}
Axial load	30 N
Current value	0.3 A (Initial Voltage 10V)
Test time	Max 500 hours
Environmental temp.	$24\sim 26^{\circ}\text{C}$

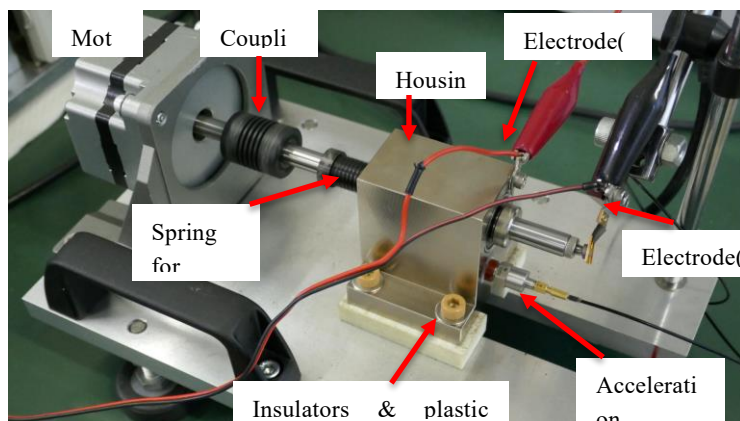


Fig.2 Photo of electrolytic corrosion test equipment

潤滑領域としてある。また、試験時間はこれまでの電食研究と同じく 500 時間とした。電流値については、最近の研究では電食発生時間を早めるために大きな値としていることが多いが、本研究では 0.3A として行った。振動加速度と印加電圧をモニタリングし、振動加速度が 20m/s^2 を 10 秒連続で超えると自動的に試験を終了するような安全装置を組んでいる。

3. 実験結果と考察

2 種類の保持器を使用した電食振動上昇試験の結果を Fig.3 に示す。冠型保持器の方が 500 時間内に自動停止条件である 20m/s^2 に達した試験軸受の数が多いことがわかる。波型保持器は鉄製で導電性があるため、転動体が電荷を帯びるとその電荷が保持器に伝わり、軌道面に放電しにくくなるのではないかと考えられる。しかし、初期振動値から 2 倍の振動値になるまでに要する時間は、冠型保持器は 280.9 時間、波型保持器は 284.0 時間であり、ほぼ同じ時間となっていた。電食で損傷が起こったと判断する条件によっては、保持器の種類による差はないと言えるので、損傷の判断が重要である。

試験後の軸受内部観察写真の例を Fig.4 に示す。シールを外した内部写真では、保持器に寄らず転動体、グリースは黒変していた。波形保持器の全体図、保持器ポケット拡大写真を Fig.5 に示す。波型保持器は上下を固定している爪を剥がして分解した。保持器ポケット面は黒くなっていたが、ポケット面を綿棒で擦るように洗浄すると金属光沢面となっていた。薄い黒線が上下に残っているが、放電痕は観察されなかった。転動体とポケットのすきまは半径すきまで約 0.1mm であり、試験中に示した電圧値 (2~3V) では放電を起こす電圧には達しなかったと考えられる。

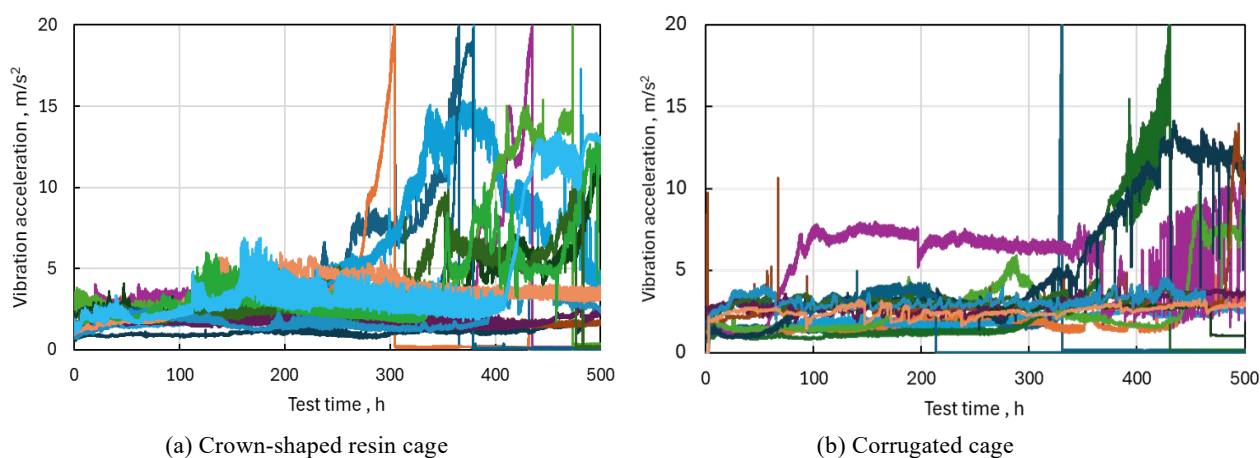


Fig.3 Electrolytic corrosion durability test results



(a) Crown-shaped resin cage (b) Corrugated cage

Fig.4 Example of the inside of a bearing after testing



(a) Overall view (b) Pocket enlarged view

Fig.5 Example of a corrugated cage after testing

4. おわりに

本研究では、2 種類の保持器を用いて、電食に及ぼる保持器の影響を実験的に調査した。振動加速度が 20m/s^2 を超えた頻度は樹脂保持器が多かったが、振動が初期値から 2 倍になるまでの時間は両保持器に差は見られなかった。電食損傷の判断基準を明確にする必要がある。

文献

- 1) 野口・赤松・是永：小型玉軸受の電食に関する研究（第 1 報）— 直流電圧印加時の玉軸受 608 の電食発生電流密度—, トライボロジスト, 52, 8 (2007) 622.
- 2) 野口・柿沼・和知・是永：小型玉軸受の電食に関する研究（第 3 電食が発生する直流電圧の測定—, トライボロジスト, 55, 6 (2010) 413.
- 3) 野口・赤松・是永：小型玉軸受の電食に関する研究（第 5 報）— 振動加速度の上昇に及ぼす油膜パラメータの影響—, トライボロジスト, 56, 11 (2011) 703.