

従来軸受の要素技術に見られる自律分散式転がり軸受 (ADB)

1. はじめに

従来軸受(保持器付軸受)のユーザー様より、自律分散式転がり軸受(以下 ADB)に関して否定的なご意見を頂くことがあります。

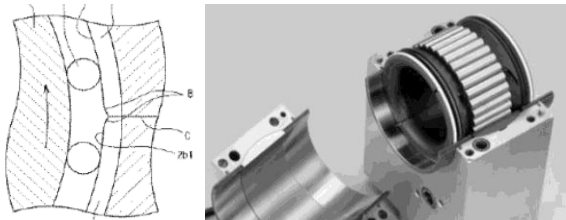
ADB の実績が無い点は如何ともし難いですが、従来軸受での類似例が理解の一助になると考え、ここに紹介します。

2. 接触点変化路は非現実的?

ADB は軌道の一部形状を変化させる接触点変化路が必要で、これを研削で加工しています。軌道面の加工に対する拒絶反応でしょう。

ところがより大胆に軌道を2分割した軸受(下図)は既に使われており、軸受メーカーでは解決済みです。

(ADB も製品では写真赤丸のエッジを丸めています)



出典:ジエ行外 特開 2010-71317 engineering journal 156

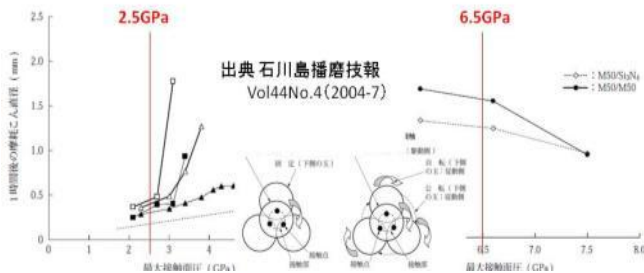
また接触点変化路と似ている圧痕は、凹部周辺の盛り上がりはく離の原因 [NTN TECHNICAL REVIEW No.78 p20-28] ですので、“似て非なるもの”です。

3. なぜ普通の油やグリスでのデータが無い?

従来軸受が不得意な悪潤滑での検証を優先している事と、軸受油やグリスの高い粘度と軌道溝形状(現在 ADB は市販軸受を利用している)の兼合いで ADB の特徴である低摩擦が、生かされないこと、の2点が理由です。

後者は、直線に近い軌道曲率への変更(従来軸受の軌道曲率は玉直径の52%程度、同50%の滑り軸受に近い設計)での改善の目途がたってきており、滑りもさらに減少することから後報する予定です。

一方“油の粘度”や“軌道曲率を直線に”などから、EHL (Elastohydrodynamic lubrication:弾性流体潤滑)理論により ADB は負荷容量が低下する、との推測が有ります。一方、弊社では逆に、以下の理由により負荷容量が大幅に増大する可能性が高い、と考えております。



左側の図は固定した3個の玉の上に置いた1個の玉を自転させて、上下の玉間を滑らせる試験、“四球試験”です。

一方右図は、下側の玉3個を各々自転自在に配置する試験で、“転がり四球試験”と称します。ここでは赤字の面圧(論文に筆者が追記)の相違が目点です。

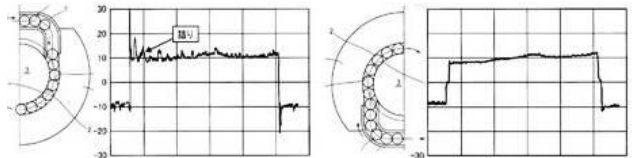
従来軸受の素材は一般的に左図で評価しており、軸受体での実使用上限面圧も2.5GPa付近であることから、左図は従来軸受の特性を反映したもの、と言えます。

一方右図は、玉と軌道とが滑らない ADB に近い試験、この面圧の差に相当する負荷容量が得られる可能性があります。(軸受メーカー出願の特許も本論文と同様の値)

ちなみに面圧が大幅に異なる理由ですが、左図は、滑りに伴うせん断応力が転がり接触点に作用して、最大応力が軌道内部から表面方向に移動して、表面亀裂や表面起点はく離を生じるから、と理解できます。

4. 採用の検討には、実績や客観的データ、が必要。

以下は NSK のボールねじのトルクデータ、右図は循環路を下向きにして ADB の様に玉同士を非接触にしたもので、大幅に特性が改善されています。



出典: NSK 特開 2008-175229

5. 保持器に依らない玉隔離動作は不確実では?

理屈よりも、まず実感して頂く方が良くと思いますので、高速回転中の玉の隔離動作を撮影した超スローモーション映像をご覧ください。

一般公開は出来ないのですが、ご要求ください。

6. なぜ従来軸受のメーカーは ADB を作らない?

軸受メーカーから弊社へは、理由を頂けておりませんので、以下は推測です。

1) 経験産業 のメリットが崩れる。

自動車用等の個別設計の軸受は一般的に、軸受メーカーが顧客条件での試験を代行します。試験結果を保証できない(Technical report No.3“制御不能な滑り”参照)ので、“代行”これが顧客との継続的な良い関係を作ります。

ADB の場合、その力学が単純なので、試験に頼らずに顧客で軸受設計が出来てしまいます。結果、軸受メーカーの地位が低下します。

2) 設備産業 のメリットが崩れる。

例えば新規参入でアンギュラ軸受(カタログ上300種)を作る場合、玉は外部調達、内外輪は数種類のNC旋盤を導入することで足りませんが、保持器は300種類の型の為に膨大な初期投資が必要で、容易ではありません。

保持器の無い ADB は小企業でもメーカーになれる。



よって ADB は軸受への新規参入を促進する技術です。