

For New Technology Network

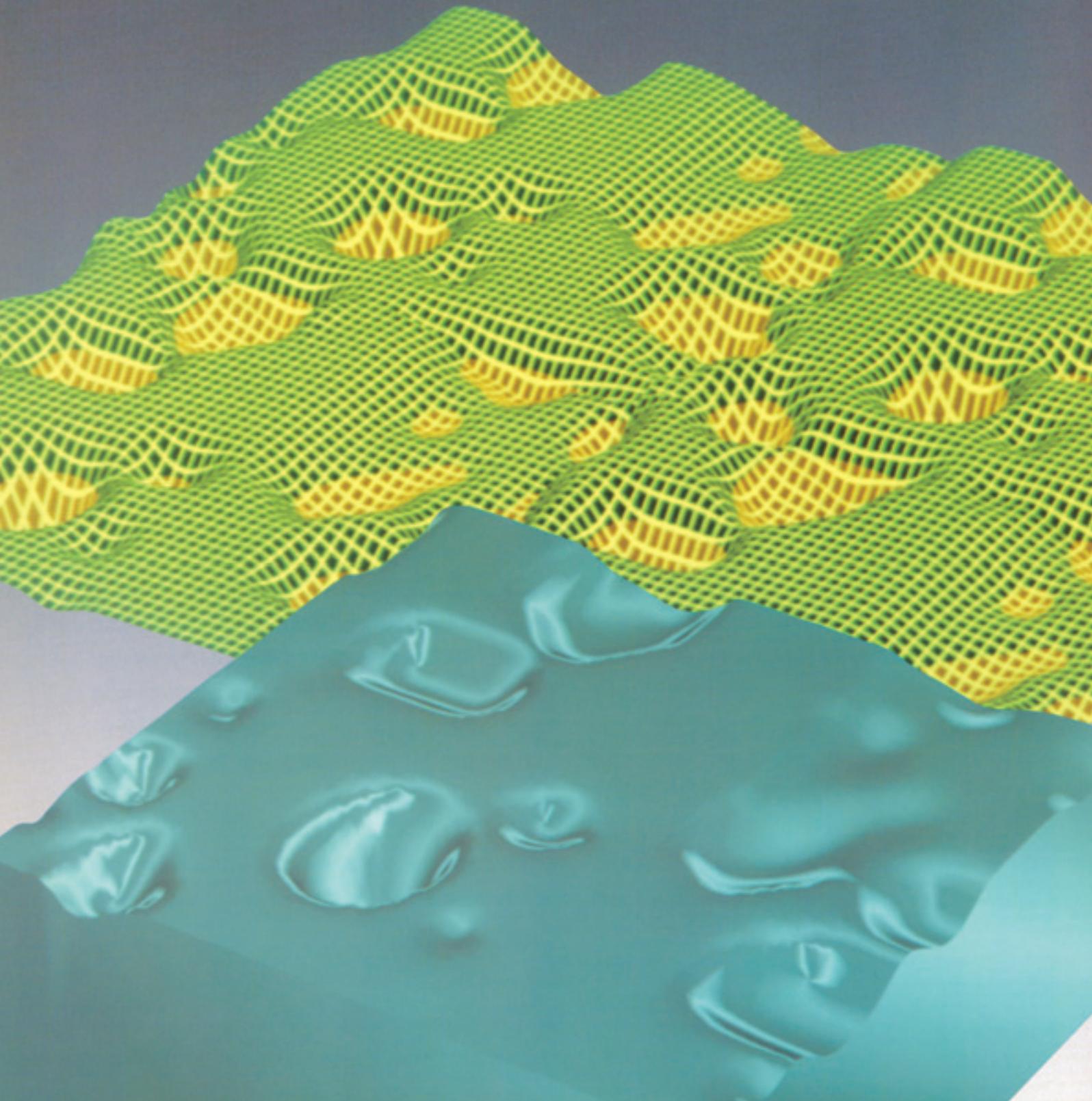
NTN®

NTN 株式会社

HL軸受

特許出願中

CAT. No. 3020/J



マイクロ オイルポット効果で長寿命!!



軸受の剥離寿命の形態は、内部起点型と表面起点型に大別できます。

内部起点型剥離は、潤滑条件が良好な領域で起こり、鋼の清浄度が向上した今日では、接触応力が大きい場合以外はほとんど発生しないと考えられています。

一方表面起点型剥離は潤滑条件が不十分な領域で起こるとされ、その寿命は弾性流体潤滑理論（EHL理論）により求められる油膜パラメータ（接触部の油膜厚さと接触する2物体表面の合成粗さとの比）と相関があると広く認められています。

表面起点型剥離の発生を抑えるには、油膜パラメータを増大させることが必要であり、そのために従来から軸受メーカーは潤滑剤の改良や軸受転走面の表面粗さの向上に努めてきました。

しかし、EHL理論では、接触面の表面粗さは均一であるとの仮定が前提条件であり、実際の粗さの形態とは必ずしも一致しない場合があります。

そこで、近年では機械加工された部品の表面粗さの形態や方向性を変えることによって、接触部での油膜の形成能力が向上できるという考え方が、提唱されています。

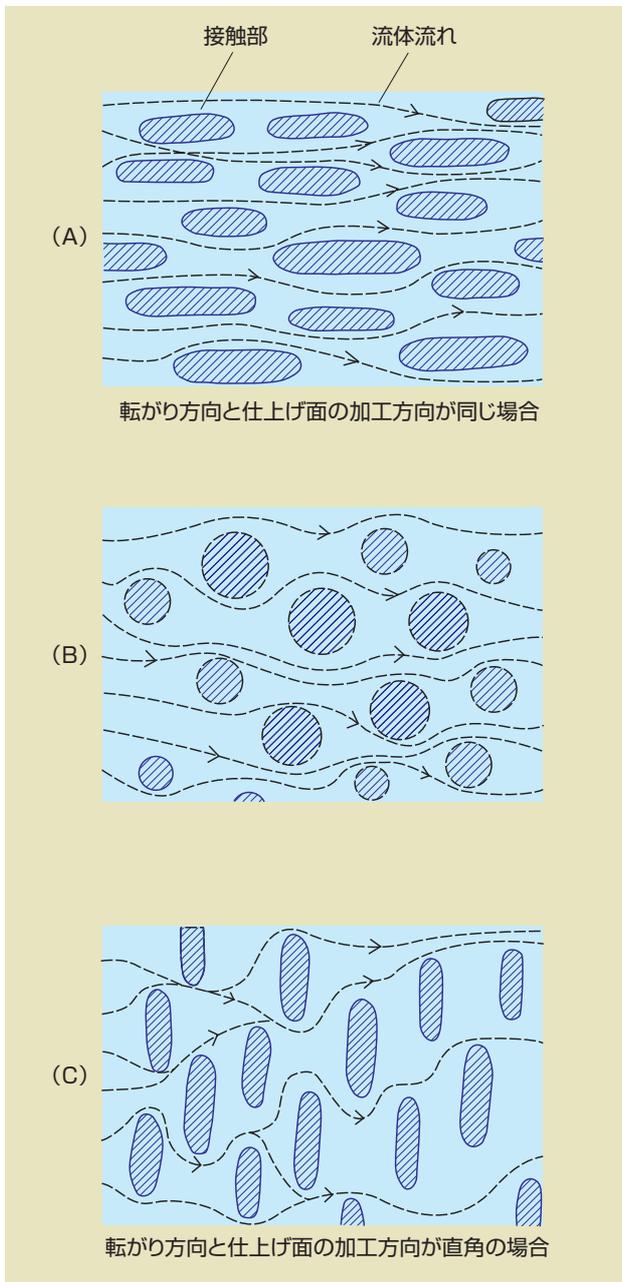
NTNでは、表面起点型剥離対策のため、マイクロEHL理論に基づき長寿命HL (High Lubrication) 加工軸受を開発しました。

1 マイクロEHL理論に基づく軸受の油膜形成能力

本軸受開発の基本的な考え方を、図1に示します。

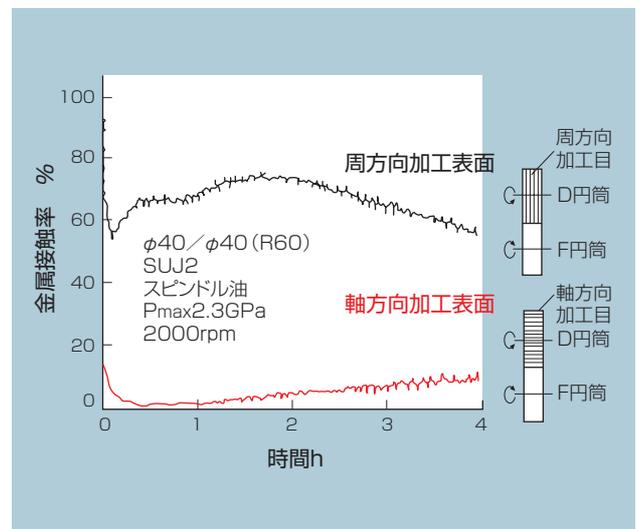
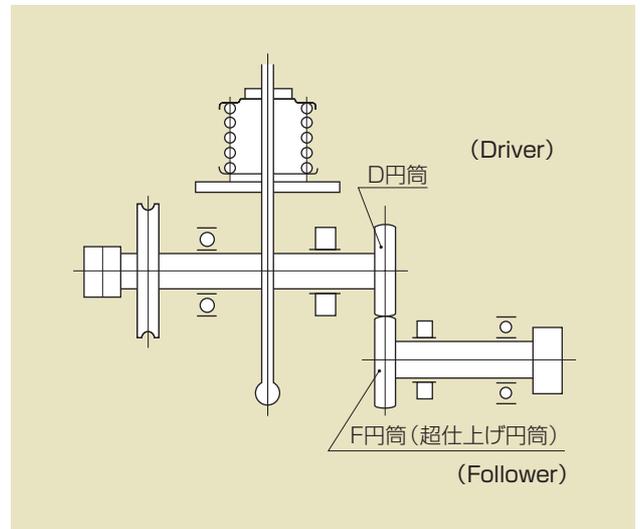
H.S.Chengらの接触部内潤滑流体の流れモデルに立脚しています。図中のハッチングした部分は弾性変形による接触部で、破線は潤滑流体の流れです。

潤滑流体の流れは(A)よりも(B)、(C)の方が抵抗が大きく、このことは接触内部に存在する流体の量が増加することを意味し、その結果転がり接触面の油膜厚さは増すことになります。



上記Chengらのモデルを円筒外径面に当てはめると(A)は周方向加工仕上げ面、(C)は軸方向加工仕上げ面といえます。この(A)、(C)モデルの油膜形成能力(金属接触率)を比較するため、2円筒試験機(図2)を用いて確認しました。

試験の結果(図3)、軸方向加工仕上げ面の方が油膜形成能力が高く、Chengらのモデルの正しいことが証明されました。



2 新しい表面 (HL表面)

新たに開発した表面(HL表面：HLはHigh Lubricationの略)は図4に示すように、大きさ数 $10\mu\text{m}$ 程度の凹部(マイクロオイルポット)を無数にランダムにつけた表面です。図中の黒い部分が微小凹部です。この表面は研削条件を変えることにより、任意の大きさ、数の微小凹部を作製できます。微小凹部の深さは約 $1\mu\text{m}$ です。図中の白い部分は平滑面で、方向性はなく(等方性)、この部分の表面粗さの大きさは、超仕上げ表面とほとんど同じです。

図5は表面粗さでHL表面を測定した結果です。HL表面を2次的にトレースすると、微小凹部は深い谷となって現れます。この表面(HL表面)の接触面内の流体流れをChengらのモデルに合わせて表現すると、図6のようになります。ハッチング部が弾性接触部、クロスハッチング部が微小凹部、破線が流体の流れを示しています。転がり方向は紙面左から右で、潤滑流体は平滑面の接触部を迂回し、微小凹部で油量を増加し接触面内を通過します。従って、同表面は、転がり方向に平行な加工目を有する表面(周方向加工面)に比べ、油膜形成に優れています。

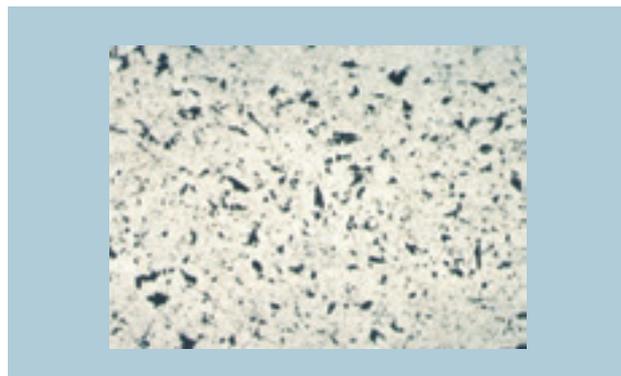


図4. 新たに開発した表面(HL表面)の顕微鏡観察例

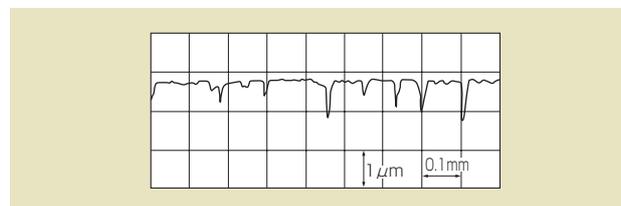


図5. HL表面の粗さ

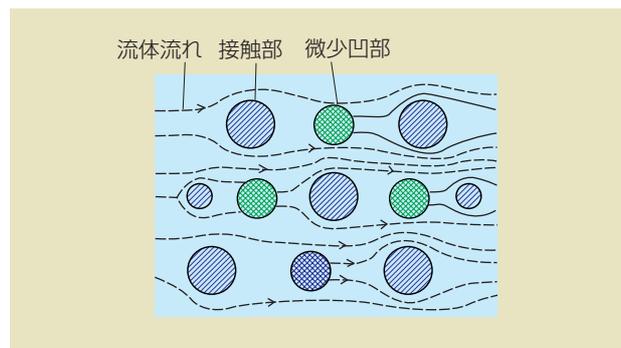


図6. HL表面の接触面内流体流れモデル

3 HL表面の油膜形成能力

HL表面の油膜形成能力を確認するため、2円筒試験機にて、HL表面と超仕上げ面との油膜形成能力を比較した結果を図7に示します。図から、超仕上げ円筒の試験開始時の金属接触率は100%であるのに対して、HL円筒は80%であり、油膜形成能力の向上が確認できます。またHL円筒は試験開始時約1.5時間でほぼ完全に油膜が形成されました。

以上の結果から、HL表面は超仕上げ面に比較して油膜形成能力が高いことが確認できました。

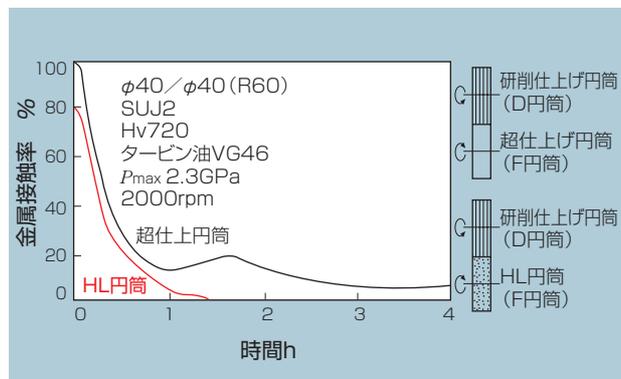


図7. HL表面の金属接触率結果

4 HL軸受の寿命

■HL軸受と標準軸受の寿命比較試験結果の具体例を示します。

(1) 供試軸受：針状ころ軸受

内径φ28mm 外径φ38mm 幅16.8mm

軸回転数：3050 rpm

潤滑：タービン油 VG32

給油温度：50℃

ヘルツ最大接触応力：2.5GPa

(2) 供試軸受：円すいころ軸受 30206

内径φ30mm 外径φ62mm 幅17.25mm

軸回転数：3050 rpm

潤滑：タービン油 VG32

給油温度：60℃

ヘルツ最大接触応力：2.3GPa

HL軸受はいずれの場合も長寿命を示すことが確認されました。

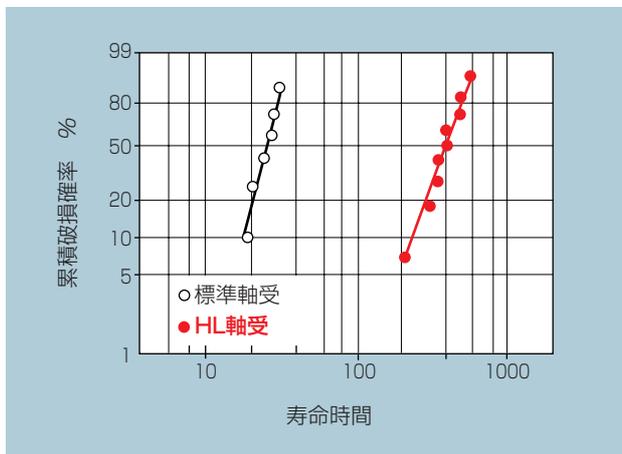


図8. 針状ころ軸受寿命試験結果

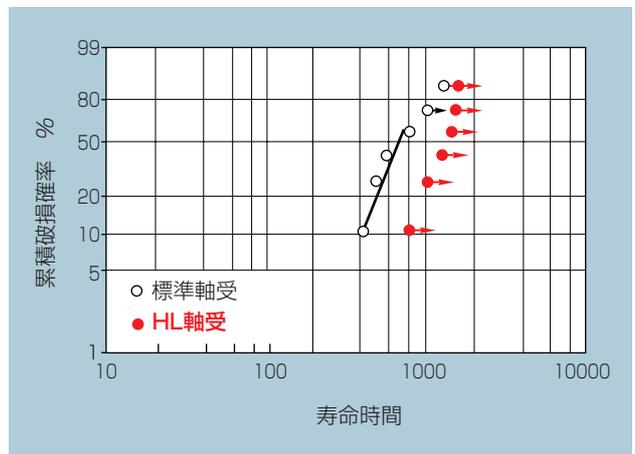


図9. 円すいころ軸受寿命試験結果

5 応用例

■潤滑条件の厳しい使用箇所で実力を発揮します。

- 建設機械の走行減速機
- 各種トランスミッション
- エンジンローラロック
- エアコンディショナ用コンプレッサ
- 油圧ポンプ
- エンジン大小端部

