

NTN®

ベアリングの健康管理

CAT.No.3017-II/J



ベアリングの健康管理 発行にあたって

平素はNTN製ベアリングに格別のご愛顧をいただき厚く御礼申し上げます。

ベアリングは本来の転がり疲労寿命以外に、早期に損傷することがあります。これらはベアリングの取扱い、保守管理に適正を欠いた場合に多く発生しています。

この小冊子は、これらベアリングの早期損傷などの「事故」の予防と、もし「事故」が発生した場合、その原因の究明と適切な対策処置を採るためのガイドブックとしてご利用いただければ幸いです。

ベアリングの健康管理

目 次

	ページ
1. まえがき	3
2. 軸受の保守とその管理について	3
3. 機械の運転状態での点検	3
3. 1 軸受の温度	3
3. 2 軸受の音	3
3. 3 軸受の振動	5
3. 4 潤滑剤の選定と補給について	5
3. 5 潤滑剤の補給および交換限度	5
4. 使用後の軸受の観察	7
5. 軸受の損傷と対策	7
5. 1 フレーキング (はく離)	8
5. 2 ピーリング	10
5. 3 かじり	11
5. 4 スミアリング	12
5. 5 摩 耗	13
5. 6 なし地, 変色	14
5. 7 圧こん	15
5. 8 欠 け	16
5. 9 割 れ	17
5.10 さび, 腐食	18
5.11 焼付き	19
5.12 フレッチング, はめあいさび	20
5.13 電 食	21
5.14 転走跡の蛇行	22
5.15 保持器破損	23
5.16 クリーブ	24

1. まえがき

転がり軸受は機械の一要素ですが、その役割は極めて大きく、機械の機能を左右するばかりでなく、運転中に軸受の破損、焼付きなどの損傷（または事故）が生じた場合、その機械の休止のみならず製造ラインの停止に影響したり、また、自動車や車両などの車軸軸受が故障したりすると、大きな事故に繋がる恐れも考えられます。

したがって、軸受メーカーは軸受の品質保証に最大限の努力を払うことは当然ですが、使用者側もその取扱いおよび保守には十分な管理をしていただきたいと思います。

軸受を正確に取付け、適切な潤滑を行うなど正しく運転したとしても、ある期間後には使用に耐えられなくなります。軌道面や転動体の転がり面が繰り返し圧縮荷重を受けて、その表面が剥がれる現象、すなわちフレーキング（はく離）が生じるためです。

転がり軸受の寿命は、このフレーキングの生じるまでの総回転数（一定回転速度の場合は総運転時間）と定義されています。

このほか、軸受が使用に耐えられなくなるのには、焼付き、破損、摩耗、圧こん、腐食などによる場合があります。

これらは、軸受の故障ともいべきもので、軸受選定の誤りや軸受の不適切な取扱いなどが原因と考えられ、適切な選定、正しい取扱いや保守管理により、これらの問題を避けることができるので、軸受寿命とは区別して考えます。

しかし、実機では軸受本体の転がり疲労によるフレーキングの発生よりも、軸受および軸受周りの設計を含めた使用方法および保守管理が適切でなかったことによる損傷の方が圧倒的に多いことも事実です。

2. 軸受の保守とその管理について

運転中の機械装置の軸受状況を管理することは、軸受の故障などを未然に防ぐ上で重要なことで、次の項目が、軸受の保守管理の一般的な方法としてよく採られています。

(1) 機械の運転状態での点検

軸受の温度、音、振動の点検と、潤滑剤の性状調査から潤滑剤の補給や交換時期を判断します。

(2) 使用後の軸受の観察

使用後および定期点検時の軸受に現れた現象をよく観察し、損傷が発見された場合は再発防止策を採るようにします。

装置および機械の重要性に応じて、これらの点検項目や定期点検の期間を決めて実施することが保守管理の面から必要になります。

3. 機械の運転状態での点検

3.1 軸受の温度

一般に軸受の温度は、運転開始後に上昇し、ある時間経過すれば、これよりやや低い温度（通常は室温より10～40℃程度高い）で定常状態になります。定常状態になるまでの時間は、軸受の大きさ、形式、回転速度、潤滑方法、軸受周りの放熱条件により異なりますが、20分位から数時間を要する場合もあります。

軸受の温度が定常状態にならず、異常に上昇するときは表3.1のような原因が考えられるので、運転を停止して対策を採る必要があります。

軸受の温度は、その軸受の適性な寿命の保持、潤滑剤の劣化防止などのために、あまり高い状態になることは好ましくなく一般に100℃以下で使用することが望ましい状態です。

表3.1 異常温度上昇の主要原因

-
- (1) 潤滑剤の過度の不足または過多
 - (2) 軸受の取付け不良
 - (3) 軸受内部すきまの過小あるいは荷重の過大
 - (4) 密封装置の摩擦過大
 - (5) 潤滑剤の不適
 - (6) はめあい面のクリープ
-

3.2 軸受の音

軸受の回転音は、聴音器をハウジングに当てて音の大きさと音質を調べ、澄んだ音であれば正常と考えてよいのですが、その判断が難しく豊富な経験が必要になります。音を文字で表現するのは困難で、個人の感覚差もあるので必ずしも適切とはいえませんが、表3.2に軸受の典型的な異常音の特徴とその関係要因を示します。

表3.2 軸受の典型的な異常音の特徴とその関係要因

音の表現	特徴	関係要因
ザー ジャー ジー	回転速度の変化で音質が変わらない（ごみ）。 回転速度の変化で音質が変わる（きず）。	<ul style="list-style-type: none"> ●ごみ ●軌道面，玉，ころの表面の荒れ ●軌道面，玉，ころの表面のきず
シャー	小形軸受	<ul style="list-style-type: none"> ●軌道面，玉，ころの表面の荒れ
シャ シャ	断続的で規則的に発生する。	<ul style="list-style-type: none"> ●ラビリンス部などの接触 ●保持器とシールの接触
ウーウー ゴーゴー（うなり音）	回転速度の変化で大きさ，高さが変わる。特定の 回転速度で音が大きい。大きくなったり小さくな ったりする。サイレン，笛の音に近いときがある。	<ul style="list-style-type: none"> ●共振，はめあい不良（軸の形状不良） ●軌道輪の変形 ●軌道面，玉，ころのびびり（大形軸受の場合は軽 度の音であれば正常）
ゴリ ゴリ コリ コリ	手で回転させたときの感触	<ul style="list-style-type: none"> ●軌道面のきず（規則的） ●玉，ころのきず（不規則） ●ごみ，軌道輪の変形（部分的に負のすきま）
ゴロ ゴロ コロ コロ	<ul style="list-style-type: none"> …大形軸受 …小形軸受 高速になると連続音	<ul style="list-style-type: none"> ●軌道面，玉，ころの表面のきず
ウィーン ウィーン ウー	電源を切った瞬間に止まる。	<ul style="list-style-type: none"> ●モータの電磁音
チリッチリッ	不規則に発生（回転速度の変化では変わらない） 主に小形軸受	<ul style="list-style-type: none"> ●ごみの混入
チャラチャラ カラカラ パタパタ パタパタ	<ul style="list-style-type: none"> …円すいころ軸受 …大形軸受 …小形軸受 規則的で高速では連続音	<ul style="list-style-type: none"> ●保持器音で澄んだ音なら正常 ●低温時ならグリース不適→柔らかいものが良い ●保持器ポケットの摩耗，潤滑不足，軸受荷重不足 による運転
カチ カチ カチンカチン カチャカチャ	低速で目立つ 高速では連続音	<ul style="list-style-type: none"> ●保持器ポケット内の衝突音，潤滑不足。内部すき まを小さくするか予圧すると消える。 ●総ころの場合は，ころ同士の衝突音
カーンカーン カン カン	金属的大きな衝突音 低速の薄肉大形軸受など	<ul style="list-style-type: none"> ●転動体のはじける音 ●軌道輪の変形 ●キーのきしみ
キュルキュル キュ キュ ジャージャー	主に円筒ころ軸受で回転速度の変化により変わ り，大きいときは金属音に聞こえる。グリースを 補給すると一時的に止まる。	<ul style="list-style-type: none"> ●潤滑剤（グリース）のちょう度過大 ●ラジアル内部すきま過大 ●潤滑剤不足
キー キー ギー ギー キーンキーン	金属間のかじる音 甲高い音	<ul style="list-style-type: none"> ●ころ軸受のころとつば面のかじり ●内部すきま過小 ●潤滑剤不足
ピチ ピチ	小形軸受で不規則に発生	<ul style="list-style-type: none"> ●グリース中の気泡の潰れる音
ピシピシ ピンピン	不規則にでるきしみ音	<ul style="list-style-type: none"> ●はめあい部の滑り ●取付け面のきしみ ●キーなどのきしみ
全体的に音圧が大きい		<ul style="list-style-type: none"> ●軌道面，玉，ころの表面の荒れ ●摩耗による軌道面，玉，ころの変形 ●摩耗による内部すきま過大

3.3 軸受の振動

運転中の機械の振動を測定すれば軸受の損傷を早期に知ることができます。すなわち、振動の振幅、周波数を定量的に測定分析することにより軸受の損傷の度合いを推定できます。しかし測定位置や軸受の使用条件により測定値が異なってくるので、個々の機械設備ごとに測定データを蓄積して、判定基準を設定しておくことが望ましいことです。

3.4 潤滑剤の選定と補給について

軸受を潤滑する目的は、軸受の転がり面および滑り面に薄い油膜を形成して、金属面同士が直接接触するのを防ぐことで、次の効果があります。

- (1) 摩擦および摩耗の軽減
- (2) 摩擦熱の排出
- (3) 軸受寿命の延長
- (4) さび止め
- (5) 異物の侵入防止

これらの効果を発揮させるために、潤滑剤の選定に際しては次の事項を参考にしてください。

(1) グリース潤滑

グリースは、取扱いが容易で、密封装置の設計も簡素化することができるため、転がり軸受の潤滑に最も多く用いられています。

グリースの選定は、基油、増ちょう剤、添加剤の種類および性状をよく吟味し、軸受の使用条件に適合するグリースを選びます。また、グリースのちょう度と用途についての一般的な関係を参考として表3.3に示します。なお、グリースの種類および特性については、NTN転がり軸受総合カタログをご参照ください。

表3.3 グリースのちょう度

NLGI ちょう度番号	JIS (ASTM) 60回混和ちょう度	用途
0	355~385	集中給脂用
1	310~340	集中給脂用
2	265~295	一般用、密封形軸受用
3	220~250	一般用、高温用
4	175~205	特殊用途

(2) 油潤滑

一般に油潤滑は、グリース潤滑より高速回転または高温での用途に適しています。また、軸受から発生する熱量あるいは軸受に加えられる熱量を外部に排除する必要がある場合には、油潤滑が適しています。

転がり軸受の潤滑には、その運転温度において、表3.4に示す粘度が必要です。

潤滑油の選定に当たっては、粘度、粘度指数、酸化安定性、防せい（錆）、消泡性などを十分に考慮する必要があります。表3.5に潤滑油粘度の選定指針例を示します。

また、図3.1に潤滑油の粘度—温度線図を示します。運転温度において、適正な粘度をもつ潤滑油を選定するのに用います。

表3.4 軸受の必要粘度

軸受形式	動粘度 mm ² /s
玉軸受、円筒ころ軸受、針状ころ軸受	13
自動調心ころ軸受、円すいころ軸受	20
スラスト針状ころ軸受	30
スラスト自動調心ころ軸受	30

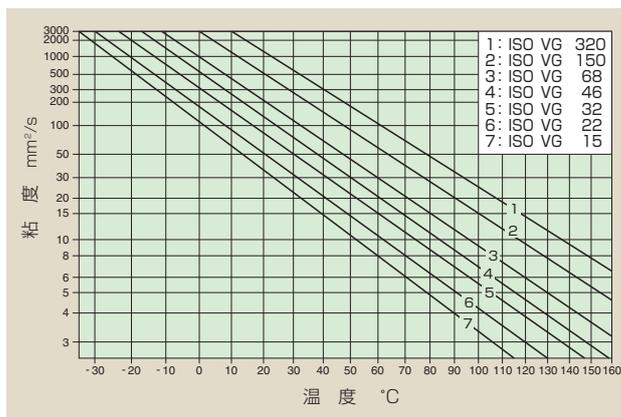


図3.1 潤滑油の粘度—温度線図

3.5 潤滑剤の補給および交換限度

グリースの場合は使用時間の経過とともに潤滑性能が低下するので、適当な間隔で新しいグリースを補給しなければなりません。グリースの補給間隔は、軸受形式、寸法、回転速度、軸受温度およびグリースの種類などによって異なります。

NTN転がり軸受総合カタログにグリースの補給間隔の目安となる線図が記載されていますので、ご参照ください。

油潤滑の場合の交換限度は、機械の使用条件、給油方法などにより異なりますが、潤滑油の性状分析試験による大まかな交換限度および試験頻度の間隔の目安を表3.6、表3.7に示します。

表3.5 潤滑油粘度の選定指針例

軸受の運転温度 ℃	dn値 ¹⁾	潤滑油のISOの粘度グレード (VG)		適用軸受
		普通荷重	重荷重または衝撃荷重	
-30~ 0	許容回転速度まで	22, 32	46	全種類
0~ 60	15000 まで	46, 68	100	全種類
	15000 ~80000	32, 46	68	全種類
	80000 ~150000	22, 32	32	スラスト玉軸受を除く全種類
	150000~500000	10	22, 32	単列ラジアル玉軸受 円筒ころ軸受
60~100	15000 まで	150	220	全種類
	15000 ~80000	100	150	全種類
	80000 ~150000	68	100, 150	スラスト玉軸受を除く全種類
	150000~500000	32	68	単列ラジアル玉軸受 円筒ころ軸受
100~150	許容回転速度まで	320		全種類
0~ 60		46, 68		自動調心ころ軸受
60~100		150		

注1) dn値：[dn=軸受内径寸法 d (mm) ×使用回転速度 n (min⁻¹)]

備考1. 潤滑法は油浴または循環給油の場合です。

2. 使用条件が本表記載範囲外の場合はNTNにご照会ください。

表3.6 潤滑油の性状と交換限度例

性 状	交 換 限 度		摘 要
	ギヤ油	その他の油	
新油に対する粘度変化 mm ² /s	25%以内, 10~15%が望ましい	10%以内	酸化劣化の進行, 異種油の混入
水分体積 %	0.2以下	0.2以下	脱水すれば再使用可能な場合がある。
不溶解分の重量	ノルマルペンタン %	1.0以下	酸化劣化物, カーボン, 摩耗粉, じんあい
	トルエン %	0.5以下	
沈澱値 ml / 10ml		0.1以下	水分, じんあいなど異物, 金属摩耗粉
全酸価 KOHmg/g	新油の2~3倍		添加剤によって高い値を採る。
灰 分 %	0.2以下	-----	
灰分中の鉄分 %	0.1以下	-----	

表3.7 潤滑油の性状試験頻度

潤滑法	点検期間	
	普通の運転条件	過酷な運転条件*
ディスク給油	1年毎	6ヵ月毎
油浴、飛沫給油	6ヵ月毎	3ヵ月毎
循環給油	9ヵ月毎	1～3ヵ月毎

*過酷な運転条件とは下記の条件の場合です。
 (1) 水分の凝縮、または浸入が著しい。
 (2) 粉じんガスなどの侵入が著しい。
 (3) 運転温度が120℃以上となる。

4. 使用後の軸受の観察

使用後および定期点検時に取外された軸受の各部に現れた外観の現象をよく観察し、軸受の使用状況の良否を判断します。

もし、軸受の外観上に、何らかの異常が認められたときは、5. 軸受の損傷と対策の損傷例と比較照合して、その原因と対策を検討する必要があります。

5. 軸受の損傷と対策

一般に、軸受は正しく取扱えば転がり疲労寿命に達するまで長く使用できますが、予想外に早く損傷した場合には、軸受の選定、取扱い、潤滑など何らかの不備に起因していると考えられます。

転がり軸受の損傷は、その現象から破損の原因を考えると、その要因が多岐にわたり、それらが互いに重なり合っている場合が多く、真の原因を推定することは困難です。しかし、軸受の使用機械、使用箇所、使用条件および軸受周りの構造などをよく把握した上で、損傷発生時の状況と、損傷の現象から考えられるいくつかの推定原因を総合して検討し、同類の損傷の再発を防止することは可能です。

軸受の損傷をその類型別に区分し、損傷例の写真とその主な発生原因および対策を示します。軸受の損傷原因を推定する資料に用いていただきたいと思います。

なお、損傷例の説明に使われる軸受の各部分の名称を図5.1～図5.7に示します。

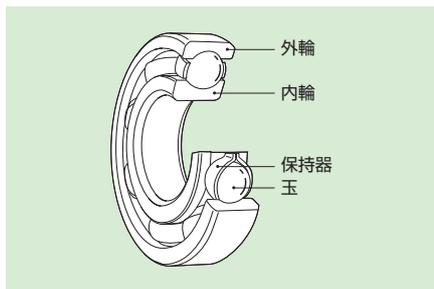


図5.1 深溝玉軸受

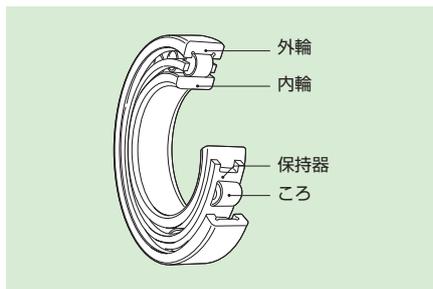


図5.2 円筒ころ軸受

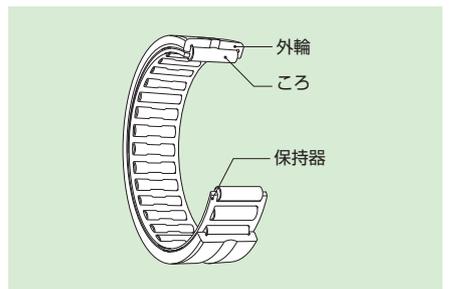


図5.3 針状ころ軸受



図5.4 円すいころ軸受

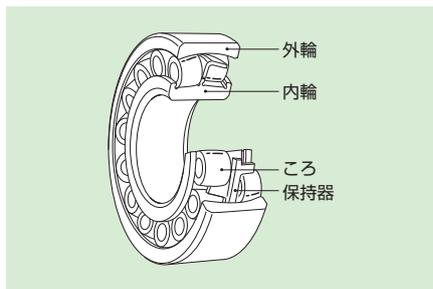


図5.5 自動調心ころ軸受

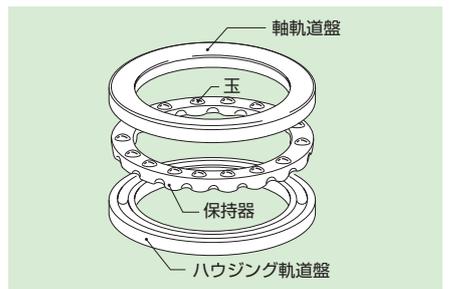


図5.6 スラスト玉軸受

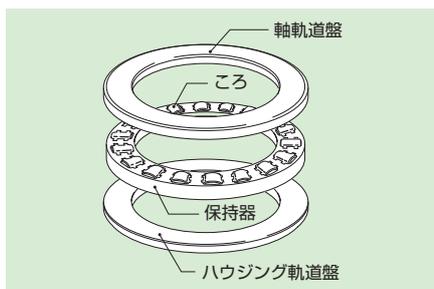


図5.7 スラストころ軸受

5.1 フレーキング（はく離）

現象	主な原因	主な対策
<p>軌道面がうろこ状に剥がれます。剥がれた後に著しい凹凸ができます。はく離ともいいます。</p>	<p>転動による疲れ現象ですが、過大荷重、取扱い不良、軸またはハウジングの精度不良、取付誤差などによる異常な荷重が加わるとき、あるいは異物の侵入、さびの発生により、早期にこの現象が発生する場合があります。</p>	<p>(1) 異常荷重が加わる原因の有無を調査します。 (2) 使用条件を確認し、場合によっては負荷容量の大きい軸受を使います。 (3) 潤滑油膜がよく形成されるように粘度を高くし、潤滑方法を改善します。 (4) 取付誤差を防止します。</p>



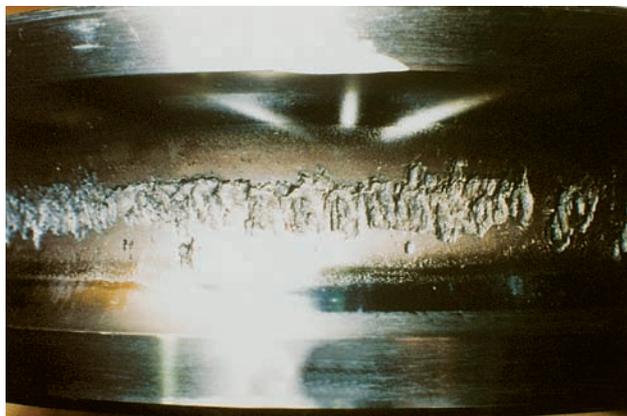
写真A-1

- 深溝玉軸受
- 内輪、外輪、玉にフレーキングが発生
- 過大荷重が原因



写真A-2

- アンギュラ玉軸受の外輪
- 軌道面にボールピッチでフレーキングが発生
- 取扱い不良が原因



写真A-3

- 深溝玉軸受の内輪



写真A-4

- 深溝玉軸受の外輪



写真A-5

- 深溝玉軸受の内輪
- 軌道面の片側にフレーキングが発生
- 過大アキシャル荷重が原因



写真A-6

- 自動調心ころ軸受の内輪
- 軌道面の片列のみにフレーキングが発生
- 過大アキシャル荷重が原因



写真A-7

- 円すいころ軸受
- 内輪軌道面の1/4周にフレーキングが発生，ころ，外輪が淡褐色に変色
- 過大予圧が原因



写真A-8

- 複列アンギュラ玉軸受の外輪
- 外輪軌道面の1/4周にフレーキングが発生
- 取付け不良が原因



写真A-9

- スラスト玉軸受
- 軸軌道盤（軸にはめあいする側の軌道盤）および玉にフレーキングが発生
- 潤滑不良が原因



写真A-10

- 複列円すいころ軸受の外輪
- 軌道面にフレーキングが発生
- 電食が原因

5.2 ピーリング

現象	主な原因	主な対策
<p>微小はく離（大きさ10μm程度）の密集した部分をいいます。微小はく離に至っていないき裂も無数に存在します。</p>	<p>ころ軸受に発生し易い。また相手部品の表面が荒いとき、潤滑性能の悪いときに発生しやすい。ピーリングからフレーキングに進行することがあります。</p>	<p>(1) 表面粗さおよび異物侵入防止の管理 (2) 潤滑剤を再検討します。 (3) なじみ運転を行います。</p>



写真B-1

- 自動調心ころ軸受のころ
- 転動面にピーリングが発生
- 潤滑不良が原因



写真B-2

- 円すいころ軸受
- 内輪ところにピーリングからフレーキングが発生
- 潤滑不良が原因

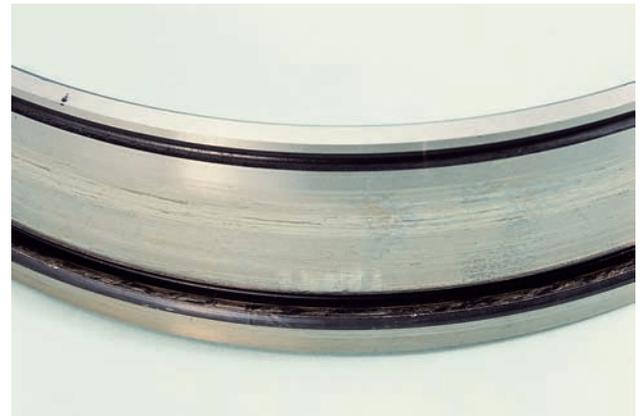
5.3 かじり

現象	主な原因	主な対策
<p>焼付きを伴ったきずをいいます。 組込みきずは、アキシャル方向に付きます。 ころ端面と案内つばのきずは、サイクロイド状のきずが付きます。 軌道面および転動面に生じた回転方向のすりきず。</p>	<p>取付け、取外しなどの取扱い不良 過大アキシャル荷重による接触面の油切れ、異物のかみ込み、過大予圧 転動体の滑り、潤滑不良</p>	<p>(1) 取付け、取外し方法の改善をします。 (2) 使用条件を再検討します。 (3) 予圧量を再検討します。 (4) 潤滑剤および潤滑方法を再検討します。 (5) 密封性能を強化します。</p>



写真C-1

- 円筒ころ軸受の内輪
- つば面にかじりが発生
- 過大荷重が原因



写真C-2

- 円すいころ軸受の内輪
- 軌道面および大つば面にかじりが発生
- 潤滑不良が原因



写真C-3

- 円すいころ軸受のころ
- 端面にサイクロイド状のかじりが発生
- 潤滑不良が原因

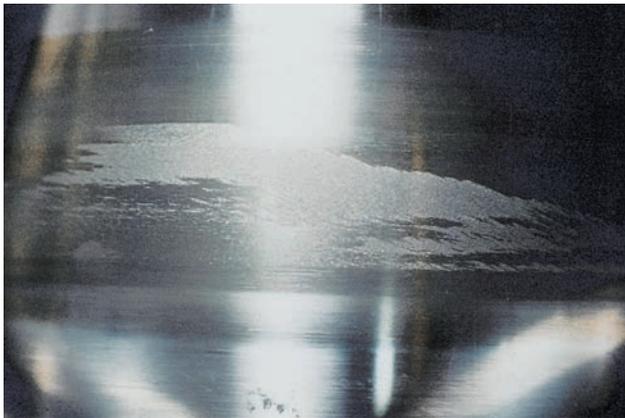


写真C-4

- 円筒ころ軸受のころ
- 組込み時、転動面に生じたアキシャル方向のきず
- 組込み不良が原因

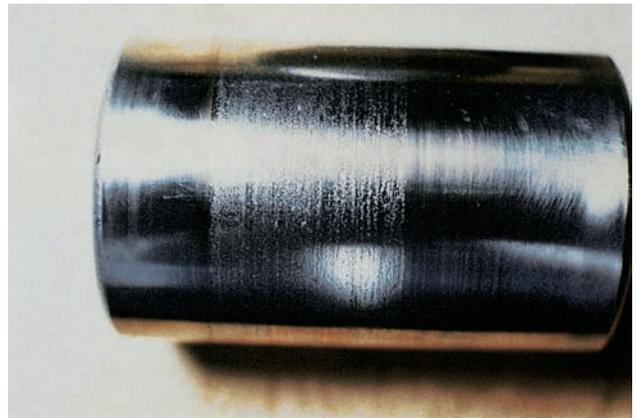
5.4 スミアリング

現象	主な原因	主な対策
表面が荒れており、微小な溶着を伴っています。	転動体の転がり運動中に滑りが混在しており、これに対して潤滑剤の性能が不足しています。	(1) 潤滑油膜がよく形成されるように潤滑剤、潤滑方法を再検討します。 (2) 極圧添加剤入り潤滑剤を選定します。 (3) 滑りを防ぐ工夫をします（ラジアル内部すきまを小さくする、予圧を与えるなど）。



写真D-1

- 円筒ころ軸受の内輪
- 軌道面にスミアリングが発生
- 異物かみ込みによるころの滑りが原因



写真D-2

- 円筒ころ軸受のころ（写真D-1のころ）
- 転動面にスミアリングが発生
- 異物かみ込みによるころの滑りが原因



写真D-3

- スラスト自動調心ころ軸受のころ
- 転動面の中央にスミアリングが発生
- 異物かみ込みによるころの滑りが原因



写真D-4

- 複列円すいころ軸受の内輪
- 軌道面にスミアリングが発生

5.5 摩 耗

現 象	主 な 原 因	主 な 対 策
表面が摩耗し、寸法変化を起しています。荒れ、きずを伴うことが多いです。	固形異物の侵入 潤滑剤中にごみなどの侵入 潤滑不良 ころのスキュー	(1) 潤滑剤および潤滑方法を再検討します。 (2) 密封性能を強化します。 (3) フィルタによる油のろ過を行います。 (4) ミスアライメントを防止します。



写真E-1

- 円筒ころ軸受の外輪
- 軌道面に段付き摩耗が発生
- 潤滑不良が原因



写真E-2

- 円筒ころ軸受の内輪（写真E-1の内輪）
- 軌道面の全周に段付き摩耗が発生
- 潤滑不良が原因



写真E-3

- 複列アンギュラ玉軸受の外輪
- 片側の軌道面に摩耗が発生
- 潤滑不良が原因

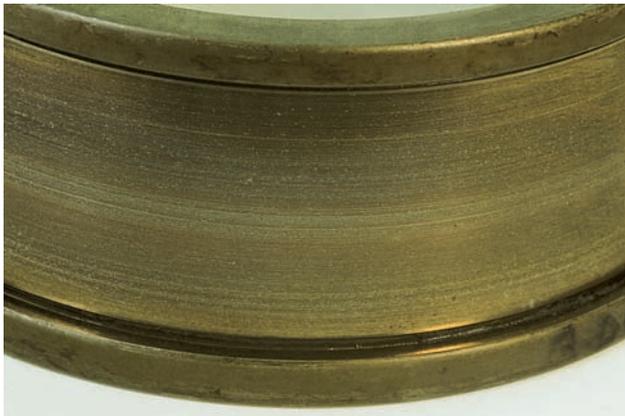


写真E-4

- 円筒ころ軸受の保持器
- 高力黄銅物製もみ抜き保持器ポケット部の摩耗

5.6 なし地, 変色

現象	主な原因	主な対策
<p>なし地 軌道面の光沢が消え、なし地状に荒れています。微小な圧こんの集合</p> <p>変色 表面が変色します。</p>	<p>異物の侵入 潤滑不良 発熱によるテンパカラー 油焼け（劣化した油が表面に固着したもの）</p>	<p>なし地 (1) 密封装置を再検討します。 (2) フィルタによる油のろ過を行います。 (3) 潤滑剤および潤滑方法を再検討します。</p> <p>変色 (1) しゅう酸でふいて取れるものは油焼けです。 (2) サンドペーパーでこすっても凹凸が残るものはさび、腐食です。きれいに取れば発熱によるテンパカラーです。</p>



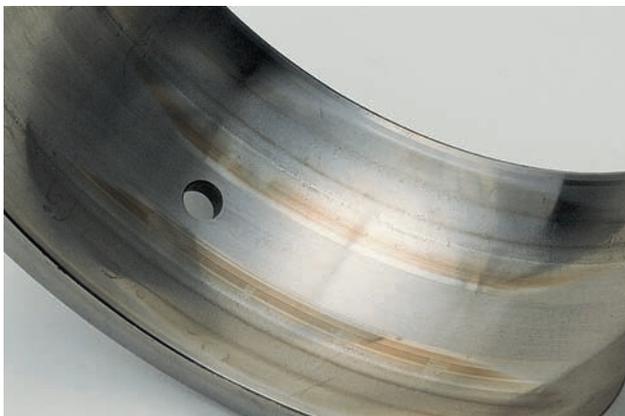
写真F-1

- 複列円すいころ軸受の内輪
- 軌道面になし地状荒れが発生
- 電食が原因



写真F-2

- 深溝玉軸受の玉
- 全面になし地状の荒れが大きい
- 異物のかみ込みおよび潤滑不良が原因



写真F-3

- 自動調心ころ軸受の外輪
- 軌道面の一部に生じた変色
- 油焼けが原因



写真F-4

- 自動調心ころ軸受
- 内輪、外輪の軌道面の変色
- 潤滑剤の劣化が原因

5.7 圧こん

現象	主な原因	主な対策
固形異物のかみ込みや衝撃による軌道面の凹み（ブリネル圧こん）。	固形異物の侵入 ブレーキング片のかみ込み 取扱い不良による打撃，落下	(1) 異物侵入を防止します。 (2) 金属片に起因する場合は，他の軸受も含めブレーキングなど発生の有無を確認します。 (3) フィルタによる油のろ過を行います。 (4) 取扱い，組込み方法を改善します。



写真G-1

- 自動調心ころ軸受の内輪（切断片）
- 片側軌道面に圧こんが発生
- 固形異物のかみ込みが原因



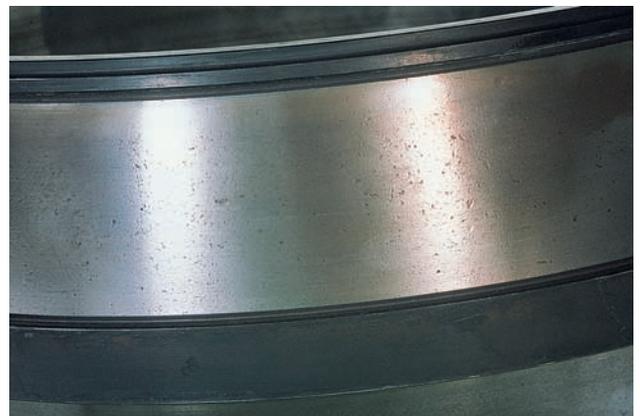
写真G-2

- 自動調心ころ軸受のころ
- 転動面に圧こんが発生
- 固形異物のかみ込みが原因



写真G-3

- 円すいころ軸受のころ
- 転動面に圧こんが発生（両端部にテンパカラー）
- 潤滑油中の異物侵入が原因



写真G-4

- 円すいころ軸受の内輪
- 軌道面に圧こんが発生
- 固形異物のかみ込みが原因

5.8 欠 け

現 象	主 な 原 因	主 な 対 策
部分的に欠けています。	固形異物のかみ込み 衝撃，過大荷重 取扱い不良	(1) 衝撃，過大荷重の発生原因調査と改善をします。 (2) 取扱いを改善します。 (3) 密封性能を改善します。



写真H-1

- 円筒ころ軸受
- 内輪，外輪の案内つば部の欠け
- 過大衝撃荷重が原因



写真H-2

- 自動調心ころ軸受の内輪
- つば部の欠け
- 過大衝撃荷重が原因



写真H-3

- 円すいころ軸受の内輪
- 大つばの欠け
- 組込み不良による衝撃が原因

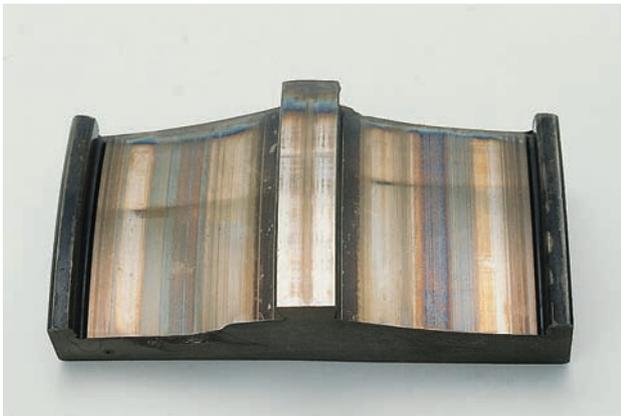


写真H-4

- 複列円すいころ軸受の内輪
- 端面の欠け
- 取扱い不良による衝撃が原因

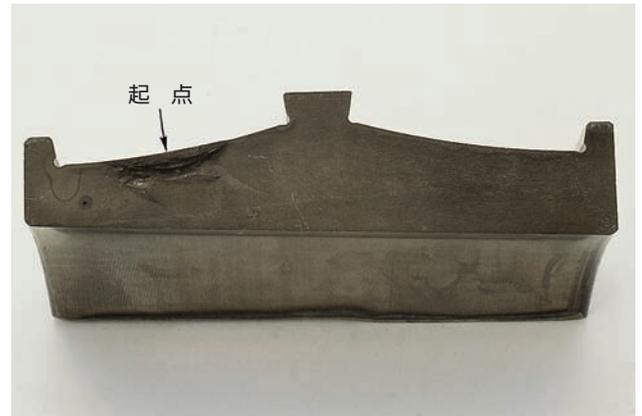
5.9 割れ

現象	主な原因	主な対策
割れ、き裂、ヘアークラックおよびフリクションクラックなど。	過大荷重 過大な衝撃 クリープによる発熱と急激な冷却 しめしろ過大 大きなフレーキング	(1) 異常荷重の原因調査を改善します。 (2) クリープを防止します。 (3) しめしろを再検討します。



写真I-1

- 自動調心ころ軸受の内輪
- 軌道面のアキシャル方向の割れ
- しめしろ過大が原因



写真I-2

- 写真I-1の破断面
- 左側軌道面中央部が起点



写真I-3

- 四列円筒ころ軸受の外輪
- 軌道面の円周方向の割れ
- 大きいフレーキングが割れの起点



写真I-4

- アンギュラ玉軸受の外輪
- 軌道面の円周方向割れ
- 潤滑不良による玉の滑りが原因

5.10 さび，腐食

現象	主な原因	主な対策
軌道輪，転動体の表面にさび，腐食が発生。転動体ピッチ状にさびることがあります。	水分，腐食性物質（酸など）が混入 空気中の水分の結露 包装，保管状態の不適，素手での取扱い	(1) 密封性能を強化します。 (2) 潤滑油の定期的な検査をします。 (3) 取扱いを改善します。 (4) 長期運転休止時の防せい（錆）対策をします。



写真J-1

- 円すいころ軸受の内輪
- 軌道面にころピッチでさびが発生



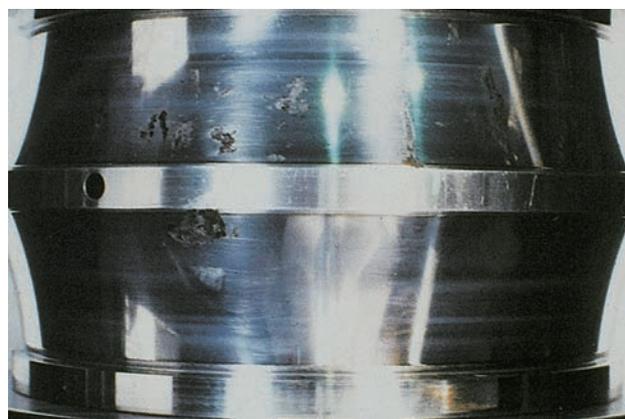
写真J-2

- 円すいころ軸受の外輪
- 軌道面にころピッチでさびが発生



写真J-3

- 自動調心ころ軸受のころ
- 転動面にさびおよび腐食が発生
- 水の浸入が原因



写真J-4

- 自動調心ころ軸受の内輪
- 軌道面にさびおよび腐食が発生
- 水の浸入が原因

5.11 焼付き

現象	主な原因	主な対策
軸受が発熱し、焼付き、回転不能となります。 軌道面、転動面、つば面の変色、軟化および溶着が発生します。	軸受の発熱に対して放熱が不足 潤滑不足または潤滑剤の不適 すきま過小 過大荷重（予圧過大） ころスキュー、取付誤差	(1) 軸受からの放熱を改善します。 (2) 潤滑剤および潤滑量を再検討します。 (3) ミスアライメントを防止します。 (4) すきま、予圧を再検討します。 (5) 使用条件を再検討します。



写真K-1

- 複列円すいころ軸受の内輪
- 焼付きにより変色、軟化し、軌道面にてピッチの段付摩耗が発生
- 潤滑不良が原因



写真K-2

- 複列円すいころ軸受のころ
- 写真K-1の内輪とセットのころ、ころの転動面および端面に焼付きによる変色、かじり、溶着が発生



写真K-3

- 自動調心ころ軸受の外輪
- 軌道面の焼付きにより段付摩耗が発生
- 潤滑不良が原因



写真K-4

- 円すいころ軸受の内輪
- 軌道面大径側と大つば面に焼付き
- 潤滑不良が原因

5.12 フレッチング, はめあいさび

現象	主な原因	主な対策
<p>接触面が赤さび色の摩耗粉を出して摩耗し、くぼみを作ります。軌道面の場合、転動体ピッチのくぼみとなり、フォールスプリネリングともいいます。</p> <p>はめあい面に発生する場合は、はめあいさびといいます。</p>	<p>接触部分に振動荷重が加わり、小振幅で揺動したりすると、その部分から潤滑剤が押し出され無潤滑状態となって著しい摩耗が発生します。</p> <p>軸受の揺動角が小さい。</p> <p>潤滑不足（無潤滑状態）</p> <p>変動荷重</p> <p>輸送中の振動</p> <p>振動、軸のたわみ、取付誤差、しめしろ不足</p>	<p>(1) 輸送中の内輪、外輪の分離包装、分離不可の場合は予圧します。</p> <p>(2) 揺動運動で使用する場合、油あるいはちょう度の大きいグリースを使用します。</p> <p>(3) 潤滑剤を再検討します。</p> <p>(4) 軸、ハウジングを固定します。</p> <p>(5) しめしろを再検討します。</p>



写真L-1

- 円筒ころ軸受の内輪
- 軌道面の全周に生じた波板状のフレッチング
- 振動が原因



写真L-2

- 深溝玉軸受の内輪
- 軌道面の全周に生じたフレッチング
- 振動が原因



写真L-3

- 円筒ころ軸受の外輪
- 外径に生じたはめあいさび

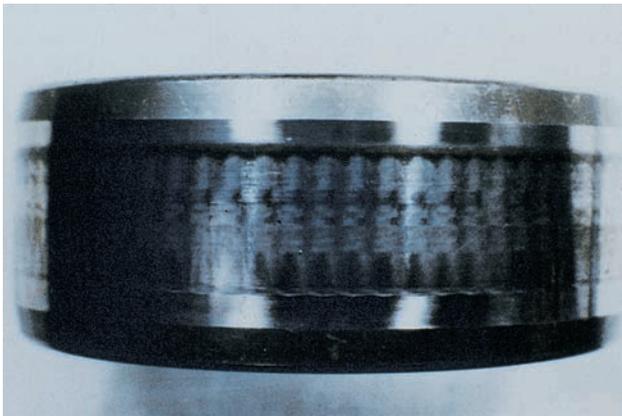


写真L-4

- 円すいころ軸受の外輪
- 外径に生じたはめあいさび

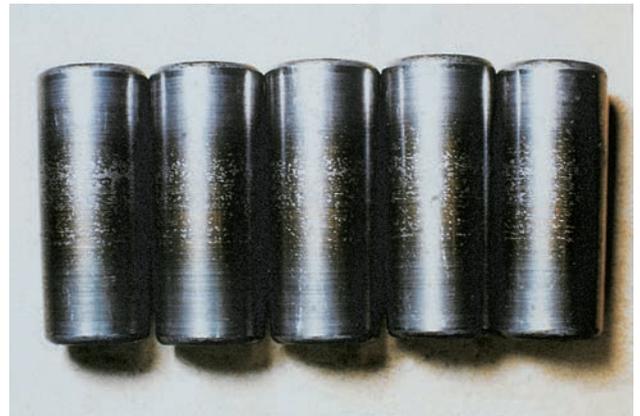
5.13 電食

現象	主な原因	主な対策
<p>表面がなし地状になるが、顕微鏡で見ると小さなピット（穴）の集合でできています。</p> <p>さらに進展すると波板状になります。</p>	<p>軸受内を電流が通過してスパークし、軌道表面が熔融するため。</p>	<p>電流をスリップリングなどでバイパスに流す、または絶縁して軸受内に電流が流れないようにします。</p>



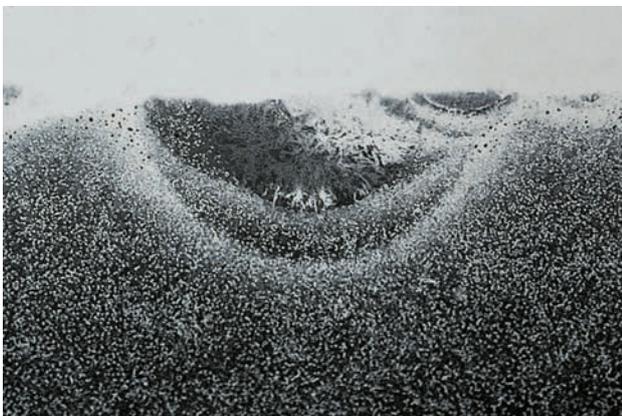
写真M-1

- 円筒ころ軸受の内輪
- 軌道面に波板状の電食が発生



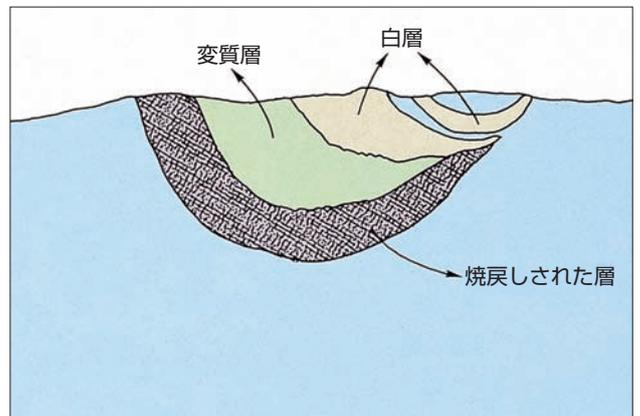
写真M-2

- 円すいころ軸受のころ
- 転動面の中央部に電食が発生



写真M-3

- 写真M-2のころ転動面に生じた電食の断面拡大（×400）
- 断面にナイトルエッチによる白層が発生



● 電食の断面拡大写真M-3の説明

5.14 転走跡の蛇行

現象	主な原因	主な対策
軌道面にできる当り（転動体の転走跡）が蛇行（または斜行）しています。	軸またはハウジングの精度不良による軌道輪の変形および傾き 軸およびハウジングの剛性不足 すきま過大による軸の振れ回り	(1) 軸およびハウジングの加工精度を改善します。 (2) 軸およびハウジング剛性を再検討します。 (3) すきまを再検討します。



写真N-1

- 自動調心ころ軸受
- 内輪，外輪，ころの当りが不揃い
- 取付け不良が原因



写真N-2

- 円すいころ軸受の外輪
- 軌道面の当りが蛇行
- 取付け不良が原因



写真N-3

- 円すいころ軸受のころ（写真N-2のころ）
- 転動面の当りが不揃い

5.15 保持器破損

現象	主な原因	主な対策
保持器切れ ポケット部や案内部の摩耗 リベットの緩みまたは破断	過大モーメント荷重 高速回転または大きな回転変動 潤滑不良 異物のかみ込み 振動が大きい 取付け不良（傾いた状態での取付け） 異常温度上昇（とくに樹脂製保持器）	(1) 荷重条件を再検討します。 (2) 潤滑剤および潤滑法を再検討します。 (3) 保持器の仕様を再検討します。 (4) 取扱いを改善します。 (5) 軸およびハウジング剛性を再検討します。



写真O-1

- アンギュラ玉軸受の保持器
- 高力黄銅鑄物製もみ抜き保持器の破損
- 潤滑不良が原因



写真O-2

- 自動調心ころ軸受の保持器
- 鋼板製打抜き保持器のポケット柱部の折損



写真O-3

- 円すいころ軸受の保持器
- 鋼板製打抜き保持器のポケット部の破損



写真O-4

- 円筒ころ軸受の保持器
- 高力黄銅鑄物製もみ抜き保持器のポケット柱部の折損

5.16 クリープ

現象	主な原因	主な対策
クリープが生じたはめあい面は、鏡面または曇った面となります。かじりを伴った場合もあります。	内輪回転荷重では内輪のしめしろ不足 外輪回転荷重では外輪のしめしろ不足 ハウジングがアルミなど軽金属のときは膨張差により、しめしろが不足する場合があります。	(1) しめしろを再検討します。 (2) 軸およびハウジングの加工精度を改善します。



写真P-1

- 深溝玉軸受の内輪
- 内径面がクリープにより、鏡面に変化



写真P-2

- 円すいころ軸受の内輪
- 内径面の中央部にクリープにより、かじりが発生



写真P-3

- スラスト玉軸受の軸軌道盤
- 内径面にクリープによるかじりが生じ、フリクションクラックも発生



写真P-4

- 円すいころ軸受の内輪
- 幅面にクリープによるかじりが生じ、フリクションクラックが発生して、大きなき裂に生長して内径面に進展