

中容量電動機用ころがり軸受の問題点

Problems Involved in Ball-and-roller Bearings for Use in Medium-capacity Motors

阿 部 章*
Akira Abe

要 旨

中容量電動機の軸受は約10年くらい前まではほとんどのものがすべり軸受であったが電動機が小形になる、軸受箱の構造が簡単になる、保守が簡単になるなどの理由で特に外的条件がない限り全面的にころがり軸受に切り換えられた。

ころがり軸受自体としてはかなり理論も確立され安定しているが、それを電動機の一部品として組み込んだときに使用上、保守上さまざまな問題点が派生してくる。本文はこれらの問題点およびその解決法の例を示し関係各位の参考に供するものである。

1. 緒 言

電動機の軸受はすべり軸受ところがり軸受に大別される。ころがり軸受はすべり軸受にくらべて、(1) 軸受箱の構造が簡単、(2) 軸受箱が小形、(3) 保守が簡単、(4) 軸の摩耗がない、(5) 軸方向荷重の負荷が可能、などの利点があるため、特に騒音に注意しなければならないもの、たとえばビルディングにはいるエレベータ用電動機、特に荷重の大きなもの、たとえば立形のポンプ推力を受ける電動機、巻上機用電動機、および高速大形電動機などを除けばほとんどすべての電動機にころがり軸受が使用されている。

ころがり軸受自体としてはかなり理論も確立され品質も管理されているようであるが、しかし問題点が皆無とはいえない。それに加えて電動機に組み込んだとき取扱上さまざまな問題が派生してくる。

それらの問題点を分類してみると、

(1) 軸受自体の問題点

- (i) 音響 特に保持器音、きしり音
- (ii) 潤滑 特にすべり部分を形成する高速軸受保持器の潤滑

(2) 軸受使用設計上の問題点

- (i) 軸受の選定
- (ii) はめあいと軸受すき間
- (iii) 潤滑剤の選定と軸受箱構造

(3) 軸受保守上の問題点

- (i) 運搬
- (ii) 音響
- (iii) グリース補給
- (iv) 保存

となる。

これらの問題点は互いに関連しあっているので総合的に解決しなければならない。

本稿では主として設計上、保守上の問題点について述べ、より性能が良く、より寿命の長い軸受にしたいと願うものである。

2. 設計上の問題点

2.1 軸 受 の 選 定

電動機用軸受の選定上もっとも重要なことは軸受の寿命が当初設定した軸受寿命期間中保証され十分その性能を発揮することである。そのために軸受にかかる荷重の性質、周囲の条件などを十分調査したうえで決定しなければならない。

電動機は機能上、各産業の重要な部署に使用され、長時間の停止

* 日立製作所日立工場

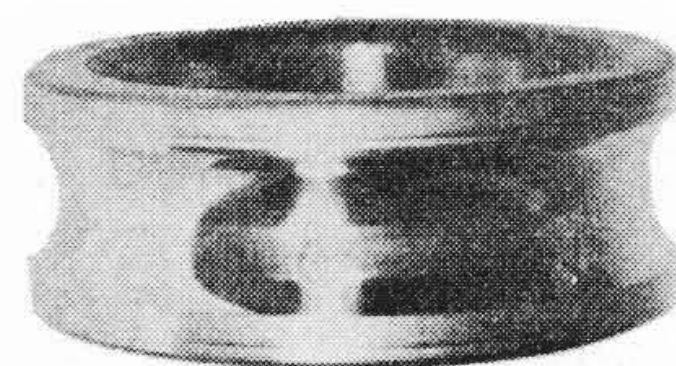


図1 走行跡の片寄った玉軸受内輪のはく離例

が許されない場合が多い。事故の原因が軸受自身でない場合でもその影響が軸受にまで波及することを考えると軸受が簡単に入手できることが絶対の必要条件となる。また同時にだれにでも取扱いができることが大切である。

小形電動機では一般的に単列ラジアル玉軸受2個の組合せになっているが、中容量電動機においては2個の軸受間距離が大きくなり、そのために電動機の発生熱による軸の膨張量も大きくなるので、どうしても片側に軸の伸びを逃がすような軸受の組合せ、たとえば片側につばなしの円筒ころ軸受を使うなどの考慮が必要となってくる。単列ラジアル玉軸受2個の組合せにおいて軸の熱膨張による過大なスラスト荷重を受け軌道面が早期はく離を起した例を図1に示す。転動跡が軌道中心よりずれていることからそれがわかる。玉軸受2個の組合せのまま軸方向スラスト力を逃げる目的で外輪のはめあいを甘くしたとしてもさびの発生や推力の片寄などによって期待どおりすべってくれないことが多く、そのうえ外輪クリープといった事故を誘発するので思わしくない。

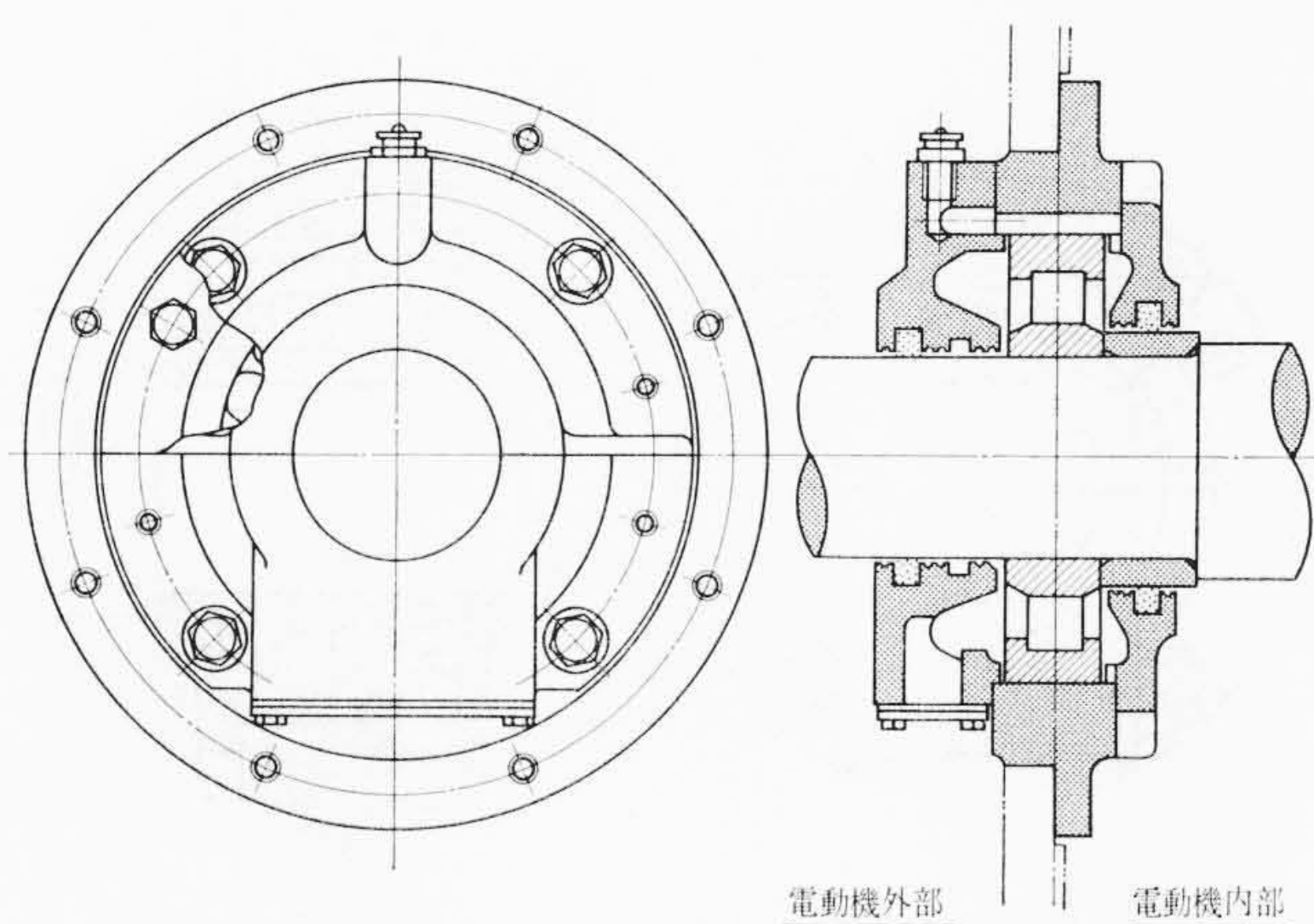
軸受の選定上特に注目しなければならないのは保持器である。軸受に関する事故のうち、原因が保持器にありと判断されるものは全体の約20パーセントといわれ、また原因が保持器にない場合でも必ずといっていいほど保持器は事故の影響を受けて摩耗破損に至る。ころがり軸受は大部分が内輪、外輪、転動体および保持器によって構成されており、このうち内輪、外輪および転動体については非常によく研究され、多くの文献をみることができる。

しかし構成要素の一つである保持器に関しては複雑な形状のため軸受メーカーでも経験的な域を脱していない点があるように見受けられる。したがってわれわれは特に保持器に関心をもち、真に軸受使用目的に合致した保持器になっているかを調査し、使用環境、使用条件、または要求性能に対する検討が必要である。

2.2 はめあいと軸受すきま

軸受と軸、軸受と軸受箱とのはめあいは軸受の性能に直接影響するもっとも大切な要素である。

はめあいがゆるいときは軸受と軸、または軸受と軸受箱との間にすべりを生じ異常な発熱、はめあい面の摩耗、振動、潤滑剤の劣化などを誘発する。



(ベアリングカバーは二つ割となっているので負荷との直結を分解せずにベアリングカバーを取りはずし軸受の点検ができる)

図2 カートリッジ形軸受箱

特に衝撃荷重の大きい電動機や分解をひん繁に行なう電動機においては軸受外輪と軸受箱間ですべりを生ずる場合が多く、はめあいを固くすればすべりは防げるが、取扱いが非常に不便であるといった利害相反することが起こる。

中容量電動機においてはこの対策のためにカートリッジ形軸受箱が多く採用される。カートリッジ形軸受箱はこの目的のほか電動機分解に際して軸受箱を開放しなくてもよいので軸受内にゴミの侵入を防ぐという重要な機能をもっている。

図2は日立標準カートリッジ形軸受箱の構造を示したものである。はめあいが固すぎると半径方向すきまが減少し、これがある限度以下になると発熱、早期破損を起す原因となるので、この点からは軸受固有のすきまは大きいほうが望ましい。しかるに半径方向すきまが大きすぎるときは玉軸受においては保持器音が大きくなり、円筒ころ軸受においてはころがきしるような音(きしり音)やころ落音、保持器音が大きくなる。

特にきしり音はある範囲の大きさの軸受で、ある範囲の回転数において発生し油が切れて回っているような音のため不安を持たれる。詳しくは3.2項で述べるが軸受を軸にはめ込んだ状態の半径方向すきまが約20ミクロン以上でよく発生し、現状ではその防止策は軸受すきまの小さいものを選ぶか油潤滑するかである。

以上のような問題が派生するのではめあい選定にあたっては軸受の運転時において適度の半径方向すきまを有し、軸受と軸、軸受と軸受箱の間に締めしろが不足しないようにしなければならない。

はめあいおよび軸受すきまの選定は次式によって行なわれる。

(1) はめあい

軸の軸受内輪間に最初に与えるべきみかけの締めしろを Δd とすれば

$$\Delta d \geq \frac{d+3}{d} \{ \Delta dF + \Delta dT \}$$

d : 軸受内径

ΔdF : ラジアル荷重による締めしろの減少量

ΔdT : 軸と軸受内輪の温度差による締めしろの減少量

となる。

(2) 軸受半径方向すきま

運転中の軸受の半径方向すきま(残留すきまという)を Δ とすれば

$$\Delta = \Delta_0 - (\delta f + \delta f_0 + \delta t + \delta a + \delta F)$$

Δ_0 : 軸受の半径方向すきま

δf : 軸と軸受内輪間の締めしろによるすきまの減少量

δf_0 : 軸受箱と軸受外輪間の締めしろによるすきまの減少量

δt : 軸受内外輪の温度差によるすきまの減少量

δa : 軸心と軸受の偏れ角によるすきまの減少量

δF : 軸受にかかる荷重によるすきまの増加量

となり残留すきまが大きすぎずかつ負にならないような半径方向すきまを有する軸受を選ばなければならない。

このようにして選ばれたはめあいおよび軸受すきまは電機工業会とベアリング協会間で協定制定され、単列ラジアル玉軸受ではCMすきまと表示して普通すきまの上限を切ってすきまの範囲をせばめている。

円筒ころ軸受ではCTすきま(内輪互換性あり)、CMすきま(内輪非互換性)と表示してやはりすきまの範囲をせばめている。

しかし2極および4極の大形軸受を使用した電動機では軸受温度上昇が他の極数の電動機のそれに比べて大きくなり、軸受の半径方向すきまが負になることが予想されるのでC₃すきま程度のものを使用したほうがよいであろう。

2.3 潤滑

ころがり軸受はころがり接触によって摩擦損失を小さくすることを目的としている。

しかし軸受の重要な構成要素の一つである保持器は転動体に対して、あるいは内外輪案内面に対してかなりの速度のすべり摩擦状態にあるので適切な潤滑により摩耗焼付を少なくすることが必要であろう。

ころがり軸受の潤滑は「保持器を潤滑する」ことが最大の目的ともいえる⁽¹⁾⁽²⁾。

ころがり軸受が潤滑を必要とする理由はつぎのとおりである。

- (1) 転動体と保持器の間に生ずるすべり摩擦の減少
- (2) 保持器とその案内面の間の摩擦の減少
- (3) 転動体と軌道面の間における接触面の摩擦および転動体とその案内する面の間に生ずる摩擦の減少
- (4) 摩擦によって生じた熱を持ち去る
- (5) 防じん
- (6) さび止め

2.3.1 潤滑剤の選定

中容量電動機用ころがり軸受はその大部分がグリース潤滑であるから本稿ではグリースの銘柄選定に際して注意しなければならないことについて述べよう。

比較的高速の電動機用軸受にカップグリースやファイバークリースを使用して短期間で軸受を焼損し、その後同じ電動機のグリースをころがり軸受用として製作されたグリースに変更して全然問題が起きないといった例を数回経験している。

ころがり軸受用として市販されている銘柄は非常に多く、それぞれ石けん基、ちょう度、滴点などが異なっていてその選択には頭を悩ますところであるが、その一つの指針として1961年にJIS K 2225-1961 ころがり軸受グリースが制定され、基油粘度によって1種と2種に分類された⁽³⁾。

グリース選定に際しては少なくともJIS K 2225-1961に合格する銘柄でなければならない。

温度—油類にとってはいちばん影響の大きい因子である。低温においては潤滑不良に起因すると思われる保持器音が大きくなることが経験されている。低温では必然的に潤滑性能が低下するので油性の良いグリースを使用し、潤滑に対していちばん弱点である保持器の材質を変えるなどして補う必要がある。一方高温状態は数多く経験しており、これがグリース寿命を縮めるいちばんの因子となる。

現在「グリース寿命とは何か」ということがはっきりされていない。たとえなんらかの基準があったにしてもグリース寿命に与える温度の影響は定性的に説かれているだけのようである⁽⁴⁾。し

表1 使用後のグリース分析例

試料	原 試 料			夾雑物（主として保持器摩耗粉）		滴 点 (°C)
	石けん基	ちょう度	滴 点 (°C)	目 視 観 察	500 μ 以上 (個/g)	
A	Li	311	181	かなり異物の存在を認める 100 μ 程度非常に多い	2	135
B	Li	265~ 295	170	全体に無数に異物が分布し ている 50 μ 程度非常に多い	27	191
C (高温用)	石けん	310	>220	大粒の夾雑物の存在はあま り認められず	0	>220

運転条件 軸 受 70 ϕ ローラベアリング NU314CM
回転数 4,000rpm
周囲温度 60°C
運転時間 1,000 時間連続

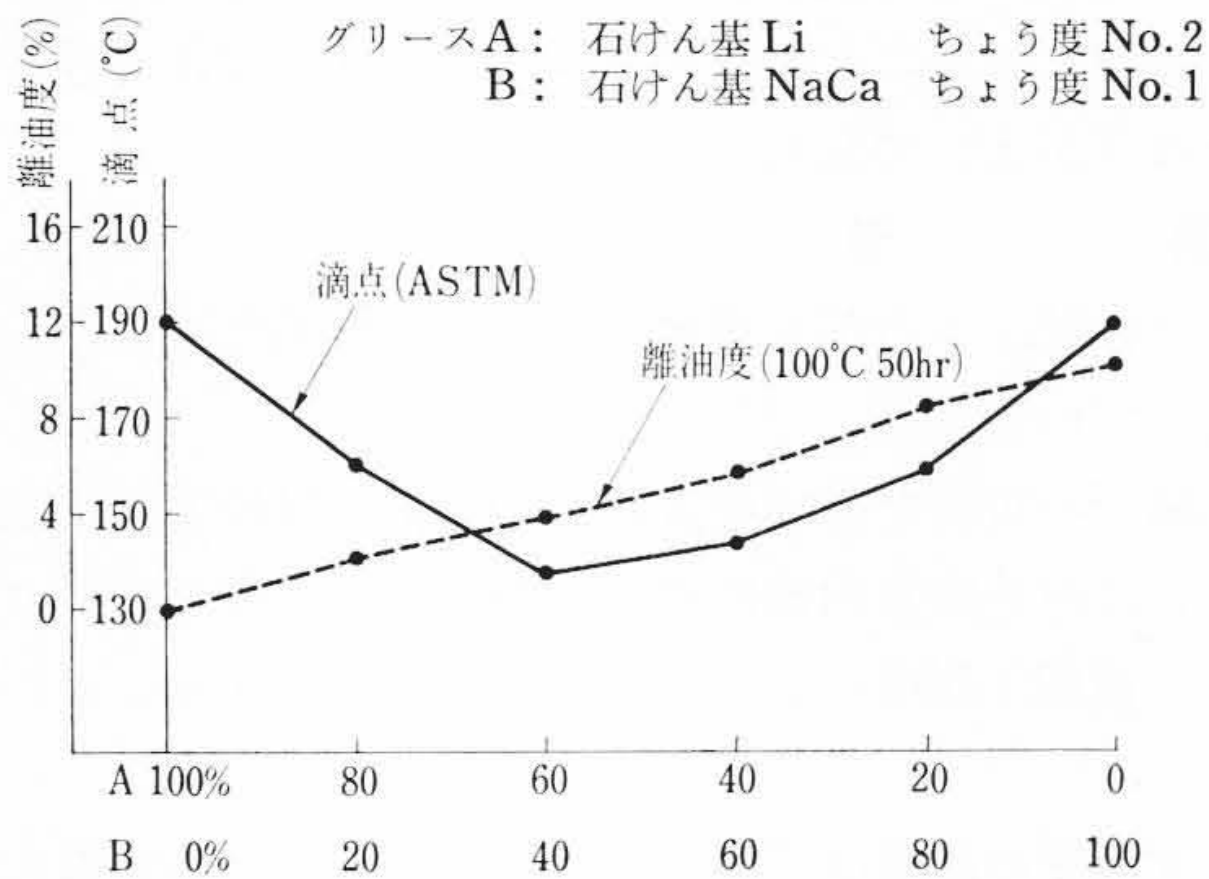


図3 異種グリース混合特性(その一)

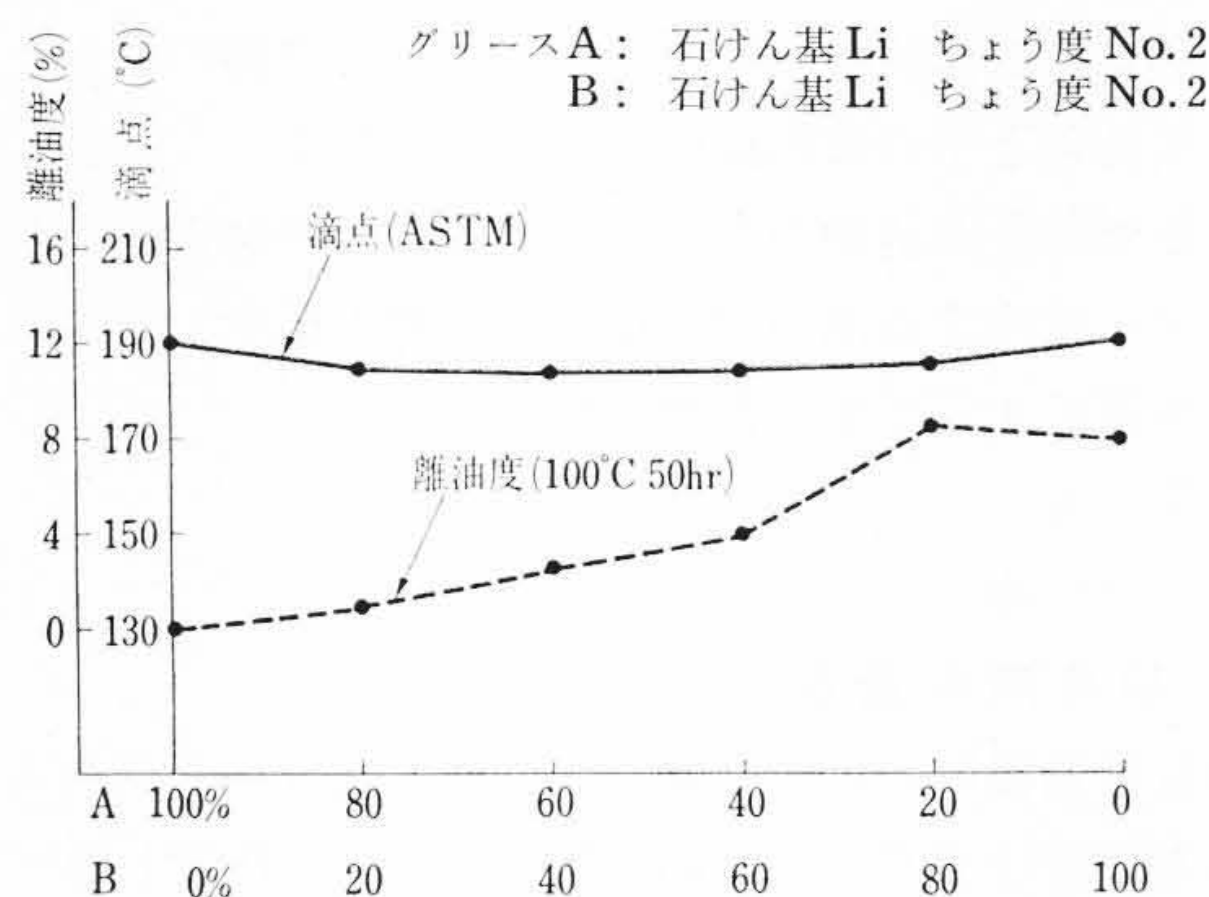


図4 異種グリース混合特性(その二)

たがって常識的に考えて周囲温度の高いセメントキルン用電動機とかHクラス絶縁の電動機には耐熱性を考慮したグリースを選ばなければならない。

高温用グリースとしては最近 Na 石けん基のものが見直され、また非石けん基のものが開発されつつある。

筆者の実験によれば高温用として作られたグリースは明らかにすぐれている。表1はその結果の一例である。

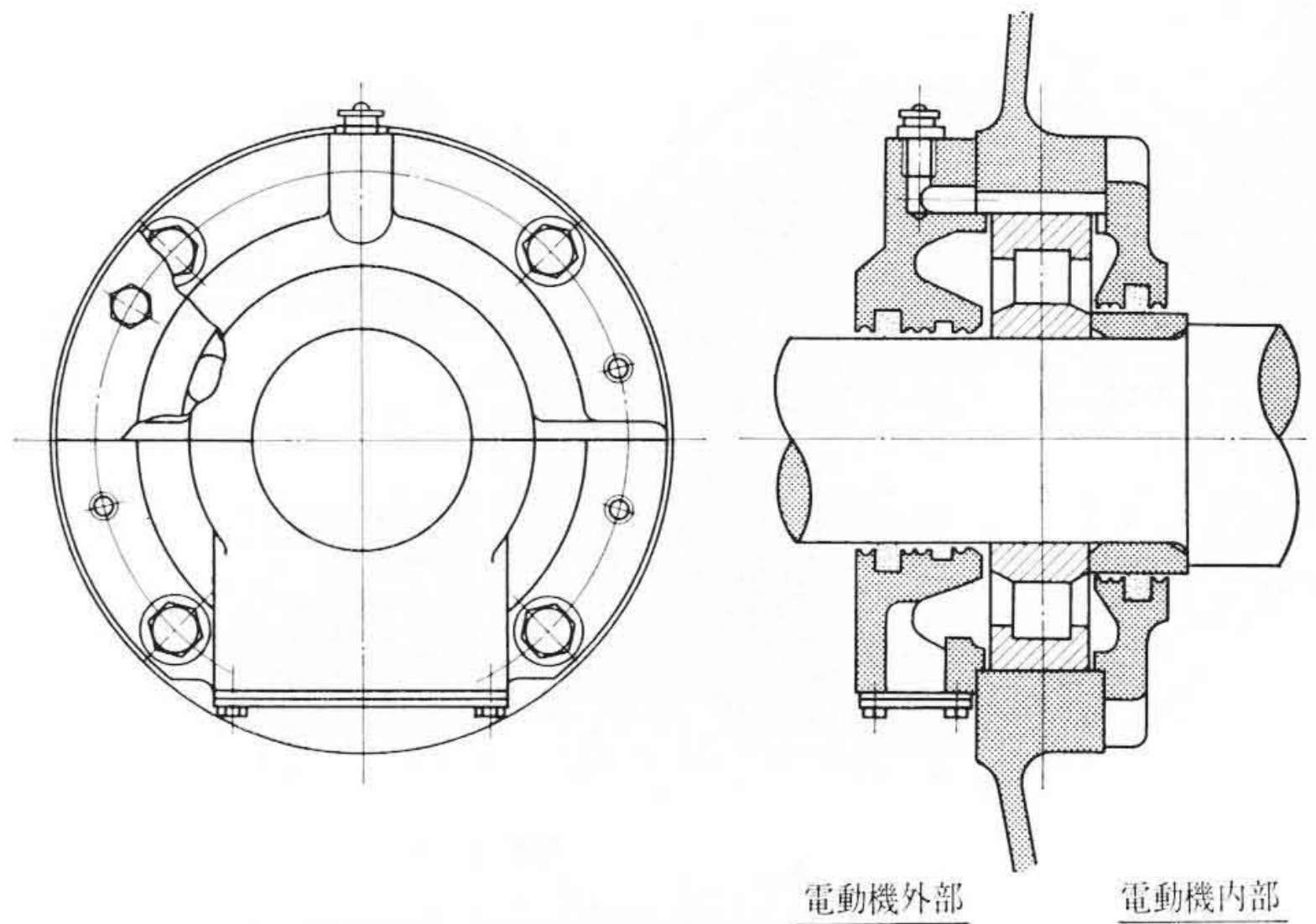
速度一ころがり軸受の潤滑上の目安として軸受の転動体中心径 (mm) と軸の毎分回転数 (rpm) を乗じた「 $d_m \cdot n$ 」なる値が用いられている。

$d_m \cdot n$ 値が 25×10^4 以下のものではあまり問題にならないがそれを越すものは、ちょう度、離油特性、酸化安定度などについて慎重に吟味しグリースの選定を行なわなければならない。

小形軸受で結果がよかったものを大形軸受に使ったところ悪い結果が出た例を経験しているので実物大実験がぜひ必要である。

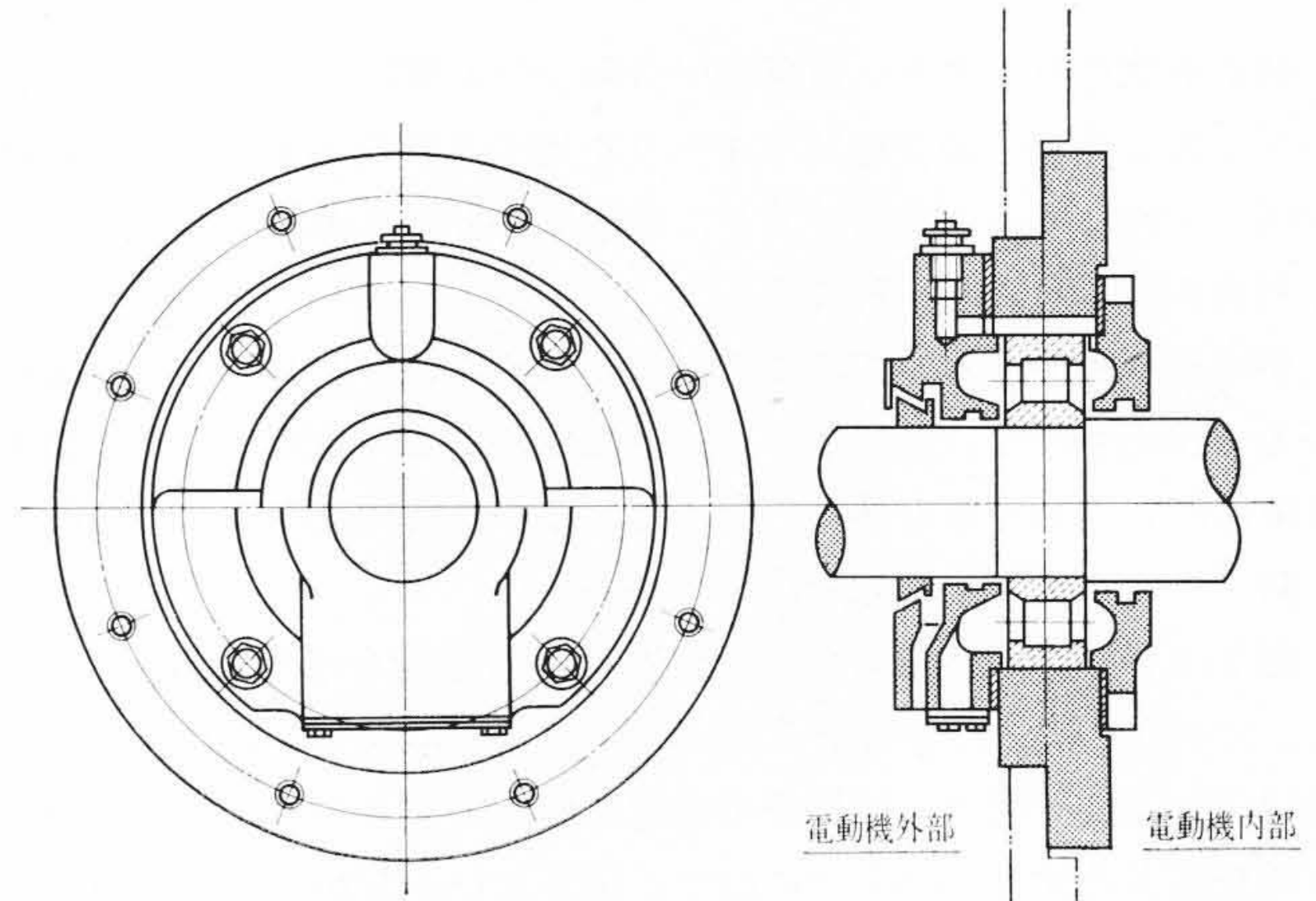
荷重一中容量電動機においてはころがり軸受用として製作されたグリースを使っている限り特に考慮の必要はない。

混合—電動機使用者側においては電動機メーカーの指定グリースが入手できずやむなく異種グリースを混合して使用するといっ



(ベアリングカバーは二つ割となっているので負荷との直結を分解せずにベアリングカバーを取りはずし軸受の点検ができる)

図5 一般用軸受箱



(ベアリングカバーは二つ割となっているので負荷との直結を分解せずにベアリングカバーを取りはずし軸受の点検ができる)

図6 屋外用軸受箱

たことが予想される。

グリースの混合適合性についてはグリースメーカーでも検討されていないのが現状であり、原則的には混合は避けるべきと考える。

実際問題としては軸受や潤滑部分の完全な洗浄が困難であったり、潤滑目的の異なったグリースが混合することもある。図3、4は混合グリースの性状変化を示したものであるが、異なった石けん基のグリースを混合したものは著しい変化を示している。

どうしても異種グリースの混合が避けられないときは、(1)石けん基が同一であること、(2) ちょう度、酸化安定度、滴点と同程度のものであること、(3) 古いグリースをできるだけ軸受箱外に排出して混合率を小さくすること、(4) グリースの補給をひん繁に行なうこと、などの注意が必要である。

2.3.2 軸受箱構造

軸受箱構造には、(1) グリースが漏れ出さないこと、(2) 外部からゴミ、水などの侵入しないこと、(3) グリースの補給交換が簡単であること、などの特性が要求される。

これらの性能を満足させるため設計されたのが、屋内一般用構造(図5)、屋外用構造(図6)である。

これらはいずれも外側軸受カバーが上下に二分割されており、カップリングを抜き出すことなく軸受の点検、グリースの交換が可能である。

グリース補給はニップルから行なうが、このとき圧入されたグリースは内側の軸受カバーに入りセクターの効果によって軸受内の古いグリースを外側軸受カバーに押し出す。外側軸受カバーの

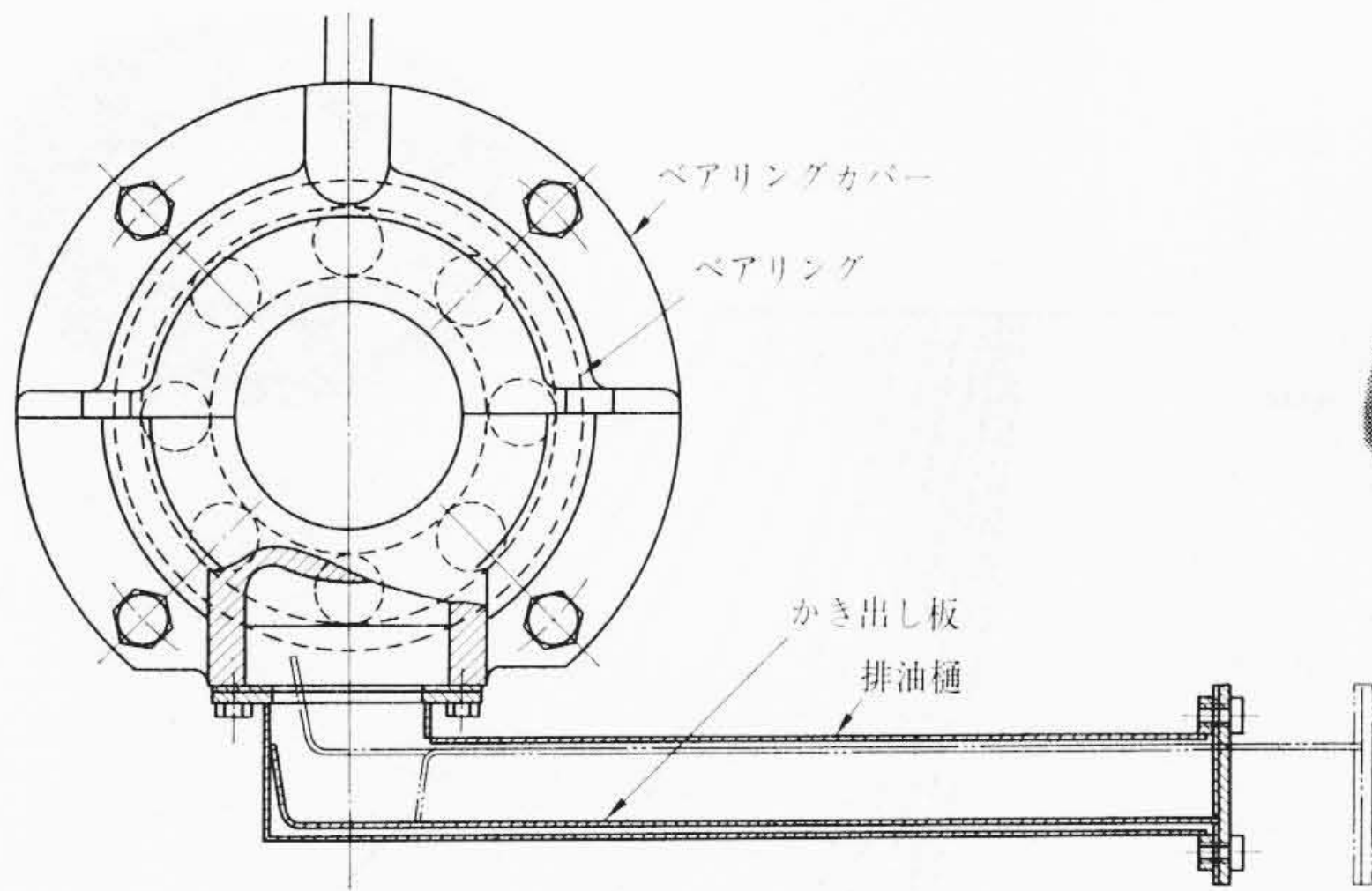


図7 長期連続運転電動機の軸受グリース排出装置

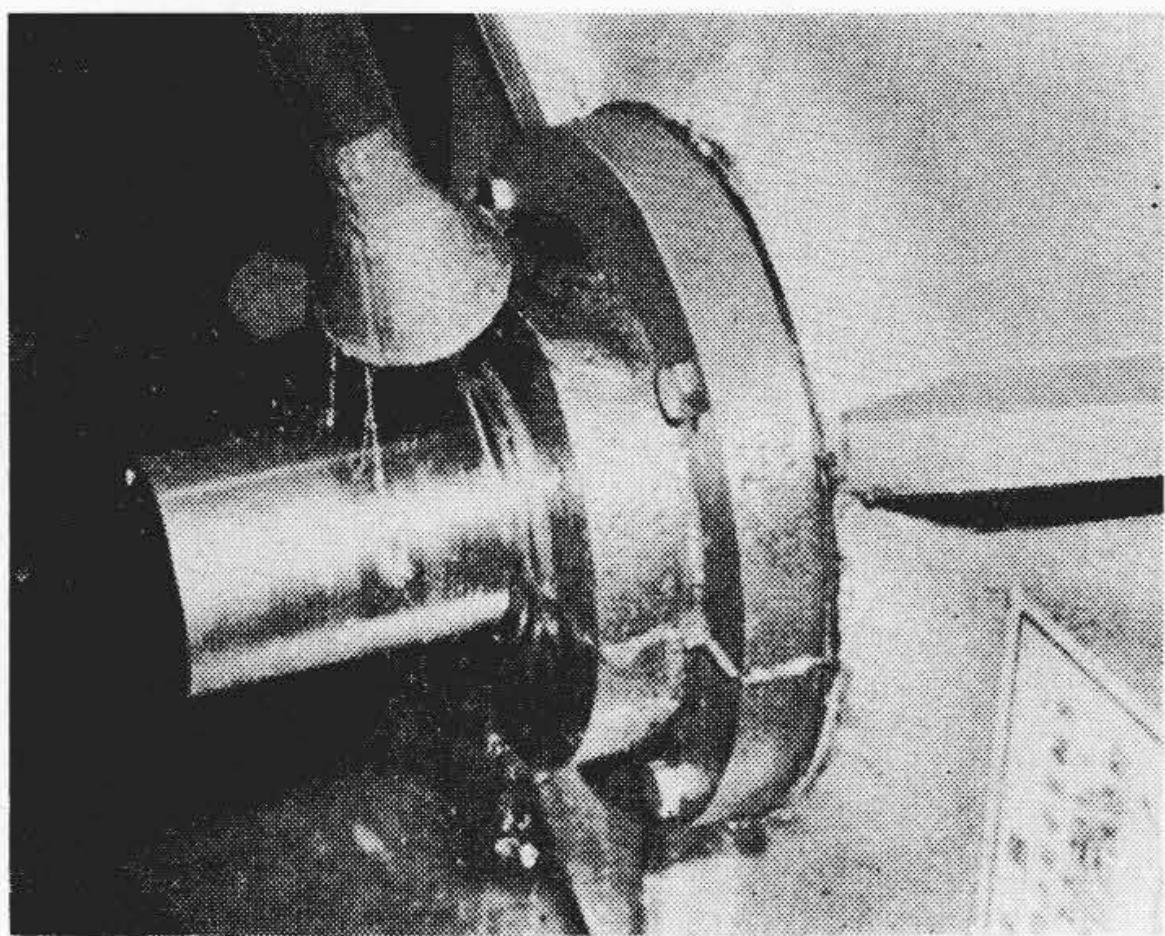


図8 軸受箱注水試験

下部には大きなグリース排出口が設けてあり、軸受カバーを取りはずすことなしに古いグリースをかき出すことができる。

最近1年間以上の無停止運転を必要とする機械設備が増してきておりこれに対処するため考案されたのが図7の軸受箱構造である。2極、4極の電動機では年に3～4回のグリース補給が必要となり、運転中に古いグリースを排出しなければならない。その際カップリングが危険で作業ができないという問題を解決したものである。

屋外設置の電動機が多くなり軸受箱にも防水性が要求されるようになった。

軸受はさびやすい材料を使用しており、グリースもまた水に強いとはいえないので軸受箱内への水の侵入は絶対に不可である。

図6は屋外用として開発された構造で図8のように注水試験の結果、その性能を満足することが確認されている。

軸受箱に封入されたグリースはほんの一部分しか潤滑に寄与していないのが現状のようであるがいかにしてより多くのグリースを潤滑に寄与せしめるか、そのためには軸受箱の構造、特に軸受カバーの形状はいかにあるべきかを究明するのが今後に残された課題であろう。

3. 保守上の問題点

3.1 運 搬

すべり軸受が多用されていたときは鉄道輸送の貨車突放しやトラック輸送の悪路による振動によってすべり軸受の推力受け部が破損することがあったが、ころがり軸受では貨車の突放しといった急激な衝撃によるものではなく、列車の微少な振動によって玉軸受または円筒ころ軸受の軌道面に微少な相対すべり運動が発生し、これが同一面で長時間繰り返されるために腐食摩耗を起し、ボールピッチまたはコロピッチで圧こんとなって残ることがわかった。

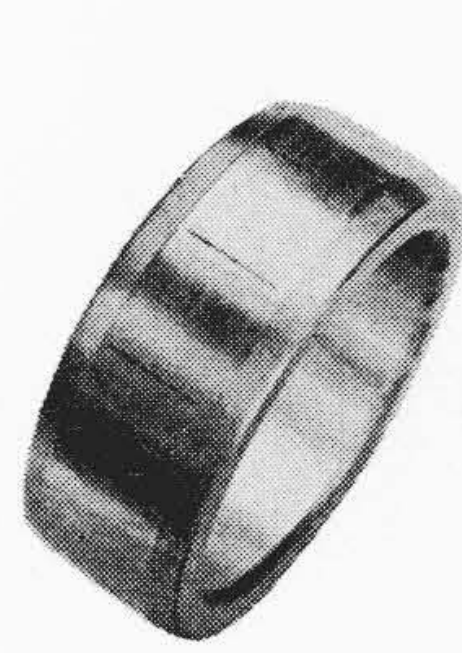


図9 貨車輸送により発生した円筒ころ軸受内輪のフレッテン（グロージョン）

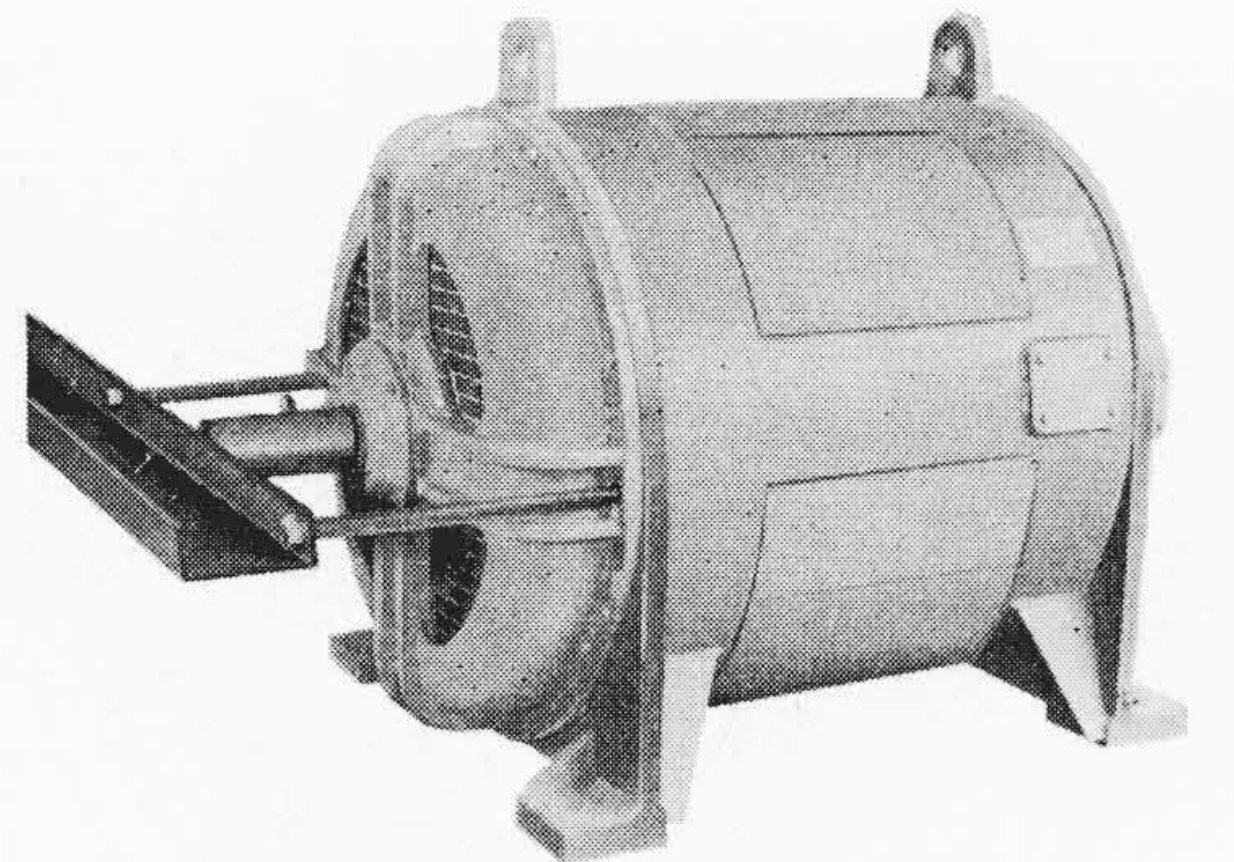


図10 電動機輸送金具取付例

玉軸受に比べ円筒ころ軸受は特に顕著にその現象がみられた。図9はその一例である。

輸送による圧こんの発生は輸送距離に深い関係があり、約500kmを越えると使用にさしつかえるほどのきずが発生することがわかった。日立一博多間往復2,700kmの輸送実験を行なった結果図10のように回転子の軸方向の動揺を止めれば輸送きずは防止できる。

輸送用金具は、(1) 輸送中の貨車またはトラックの衝撃によって、簡単に破損するものであってはいけない、(2) 回転子の慣性で揺動運動を起こすほどたわむものでもない、(3) 輸送用金具を取り付けたために電動機本体を破損してはいけない、などの条件を備えてあればいかなる形のものであってもよいのであるから電動機を移動する場合には必ず輸送金具を使用しなければならない。

3.2 音 響

電動機に組み込まれた軸受の良否は回転音によって診断するのがもっとも手軽な方法であり、深い経験者であればそれがもっとも確実な方法である。

軸受の音にもいくつかあり、正常な音と異常な音の判断が大切となる。

常に軸受の音を経験し、異常の早期発見につとめねばならないがちょっと変わった音でも実用上さしつかえない音、いわゆる正常音として取り扱う音もありこの辺を聞きわけることが肝要である。これが電動機の寿命を伸ばすことに直接つながってくるからである。

軸受の音には次のようなものがある。

- (1) 正常音、金属性の澄んだ連続音
- (2) 保持器音、保持器の固有振動による音で一般に音色はチリチリまたはシャラシャラといった感じのもの、半径方向すきまの大きい軸受や長期間保管後運転した場合に聞かれるが正常音として扱う。
- (3) ころ落ち音 非負荷圏にある転動体がコトンコトンといった落ちる保持器に当たる音で、半径方向すきまの大きい軸受の低速回転の場合に聞かれるが正常音として扱う。
- (4) きず音 きずが大きいときは軽機関銃のような連続音となり、周期は回転数に比例する。高速回転の電動機では振動も伴い、また回転子をゆっくり手回するとき特定の位置でガリッとといった音が聞かれる。

これは転動体または内外輪軌道面に圧こんや欠陥が生じたときに発生するもので異常音として直ちに軸受を交換しなければならない。

- (5) ゴミ音 不連続にしかも音の大きさも変化して聞こえるもので音色はチリッチリッと鳥のさえずりのような感じである。

グリースにゴミが入ったときに生ずる音で小形電動機では聞き分けられるが中容量電動機では他の要素の音のほうが大きいためほとんど聞きとれない。しかし軸受を点検しゴミが混入している

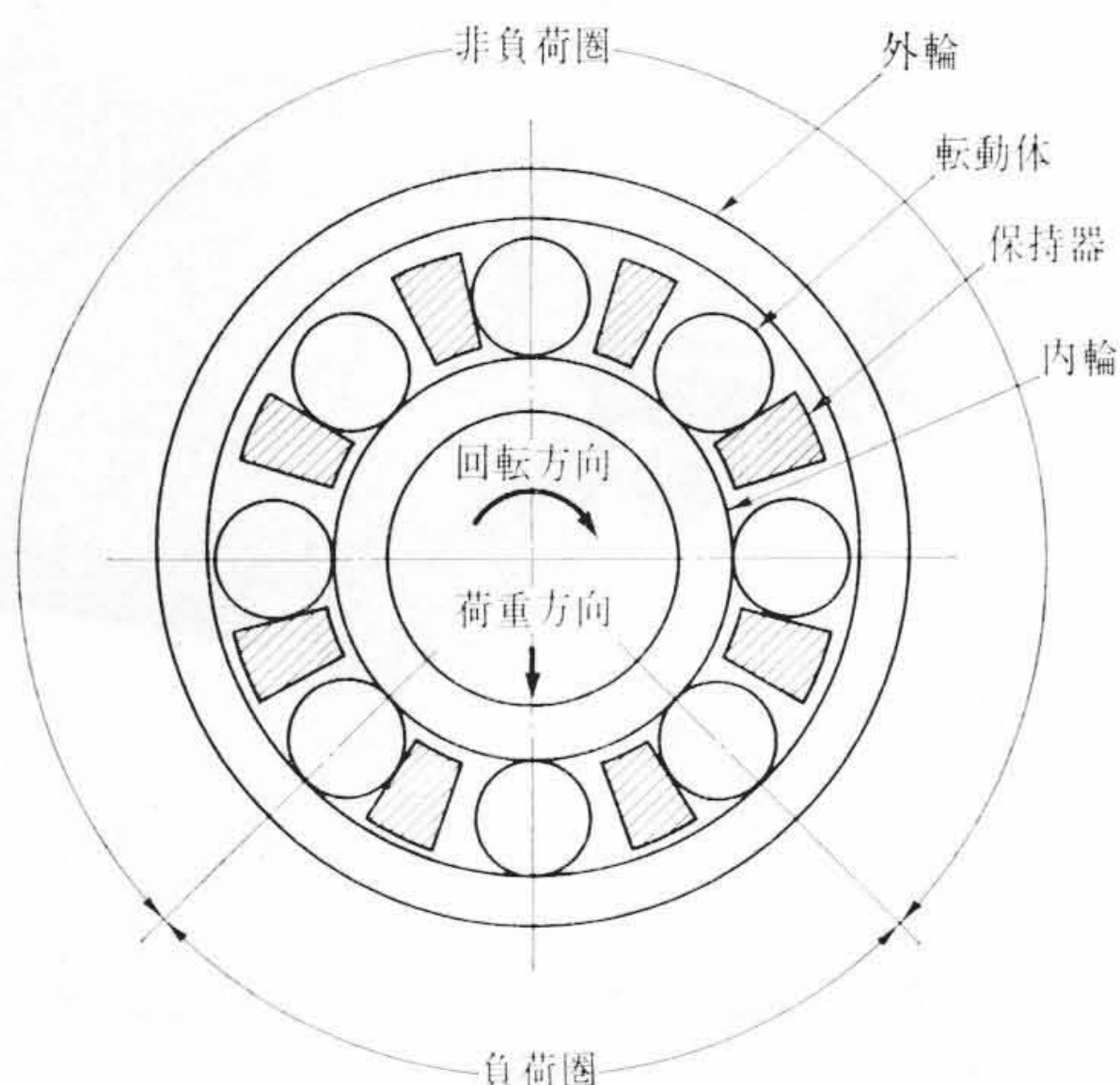


図11 低速回転軸受の保持器と転動体の関係の一例

ときは軌道面のはく離といった事故につながるのですぐグリースを入れ換えなければならない。

(6) きしり音 転動体中心径 (mm) と軸受回転数 (rpm) を乗じた値を $d_m \cdot n$ で表わしているが、きしり音はローラベアリングにおいて $d_m \cdot n$ の値がおおよそ $14 \times 10^4 \sim 19 \times 10^4$ の間にあるとき、軸受の半径方向運転すきまが約 20μ を越えると発生する音で、金属どうしがきしり合っているようなキリキリまたはギョルギョルというふうに聞える。

きしり音は軸受の負荷圏と非負荷圏の境界に存在するころの不規則な運動によって生ずるもので軸受外輪の半径方向の高次円環振動といわれ 2,000 c/s ないし 8,000 c/s の音であるため大変耳ざわりである⁽⁵⁾。しかし潤滑条件が良いとき、すなわち油潤滑ではまったく発生しないし、軸受の半径方向すきまが小さければきしり音発生チャンスのきわめて少ない。

きしり音は軸受の半径方向すきまの大きいとき、または冬期間や長時間停止後に運転した当初など潤滑条件の悪いときに発生するが、振動や温度上昇を伴わないので直ちに運転不能になるものではなく、軽度のものならばそのまま使用してもさしつかえない。程度の重いものは直ちに軸受を交換しなければならない。その場合軸受の半径方向すきまの小さいものを選ぶとかえって運転すきま過小のため軌道面の早期はく離といった事故になりかねないので軸受の半径方向すきまの選定には十分注意しなければならない。

3.3 グリースの補給

中容量電動機ではころがり軸受寿命はだいたい10年以上を目安にして設計されている。しかし筆者が今まで経験した軸受事故では寿命によるものは一つもなく、大部分が保守不良すなわちグリースの補給を怠ったために発生した事故であり、軸受本来の寿命を全うさせるためにはグリース補給がいかに重要であるかがわかる。

小形電動機がころがり軸受を採用した際、「保守が簡単」という名目で全然保守しなくとも半永久的に運転できるという観念を、メーカーが使用者側に植えつけてしまい、それがそのまま中容量電動機にまで拡大解釈されてしまったところに問題があろう。

軸受が潤滑に対してもっとも弱点とするところは最大の相対すべり速度部分を形成する保持器であり、保持器に異常摩耗および焼付の発生する速度が軸受の許容限界速度とされている。そのため2極機のようにグリース潤滑の限界速度付近で運転されるものは特に問題である。図12は代表的な保持器摩耗の一例である。保持器摩耗が進行すると摩耗粉によっていっそうグリースの劣化が促進され、遂には発熱によって内輪が膨張しシャフトとの間でクリープ発生と

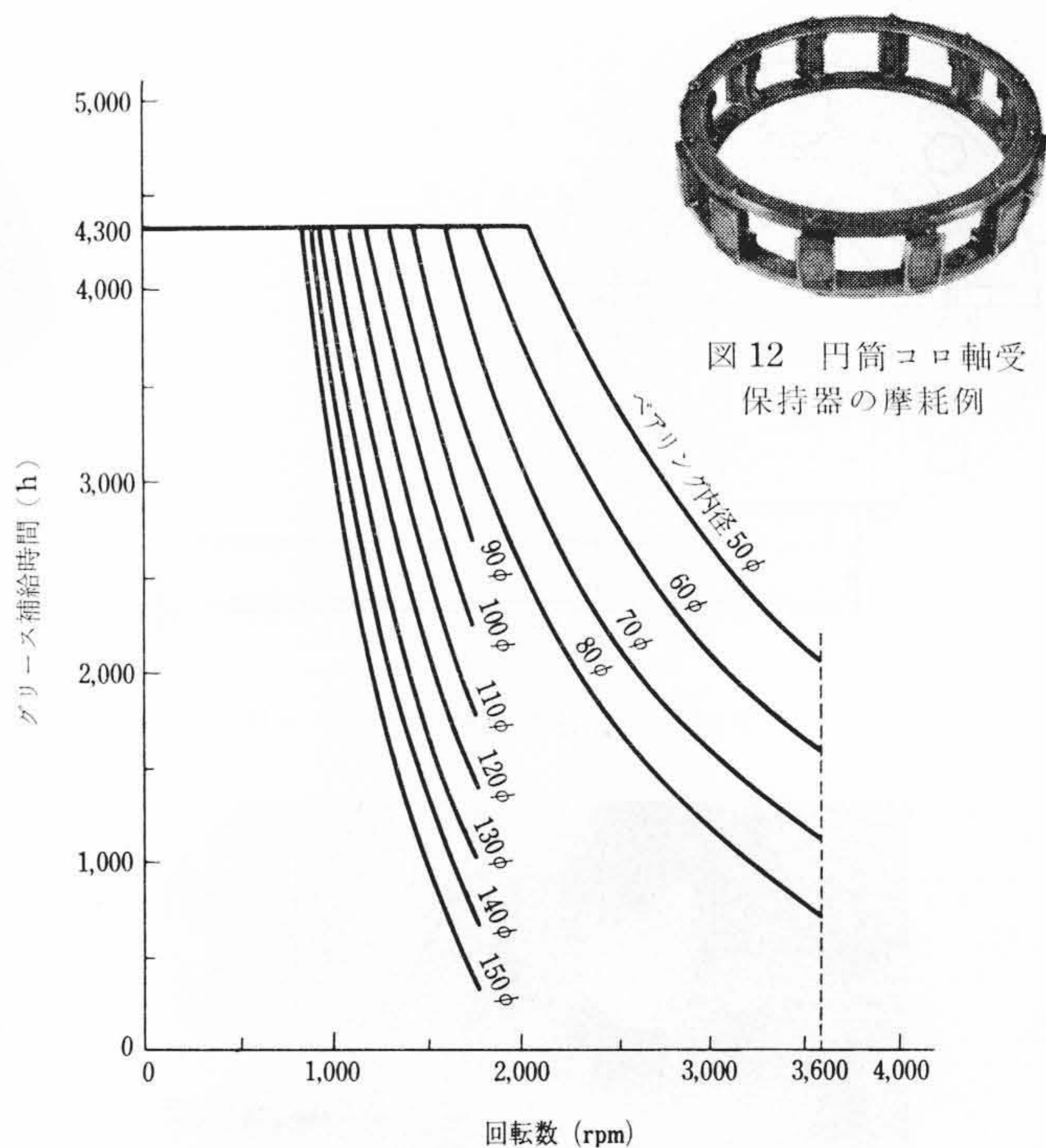


図13 グリースの標準補給期間

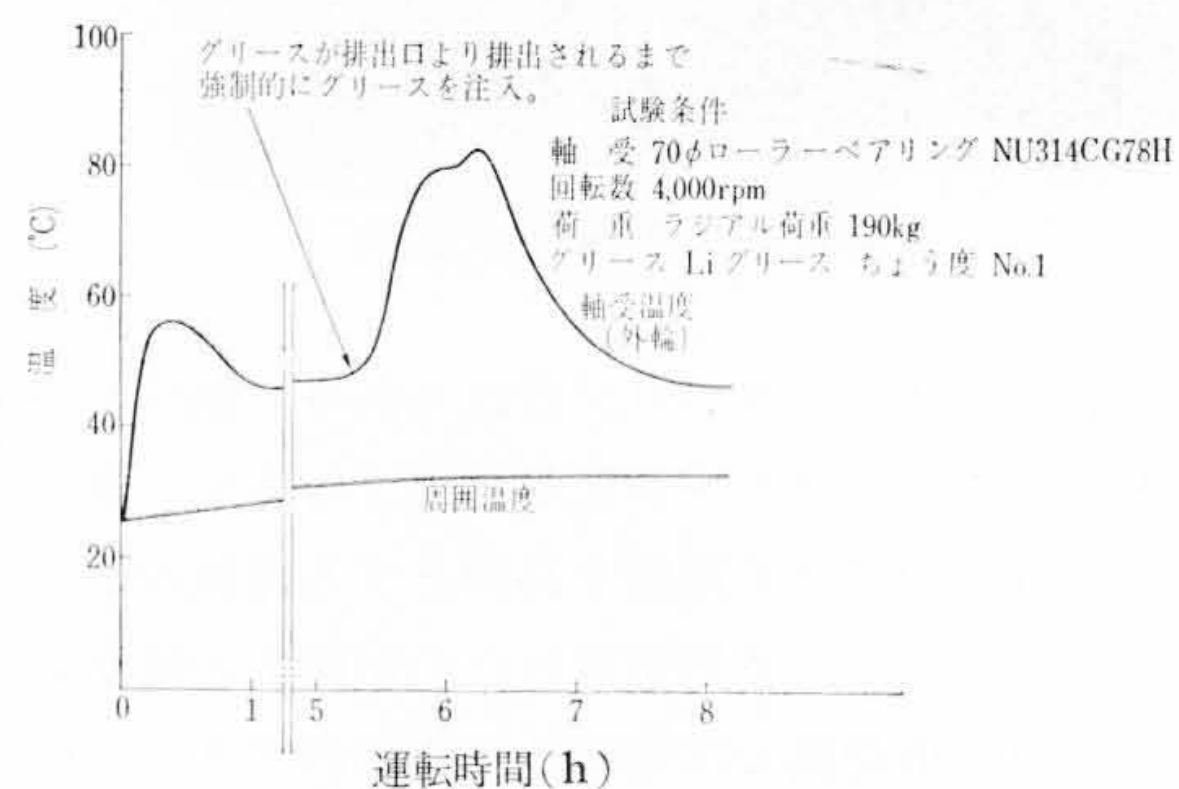


図14 軸受温度上昇の一例

いう大事故に発展する。

軸受箱に封入されたグリースはその大部分が軸受サイドカバーに付着し、ごく少量のグリースが軸受内に残り直接潤滑に関与しているのみである。

そのためグリース補給は早目に行ない常に新しいグリースが軸受内に存在するようにしなければならない。長寿命という画期的なグリースが出現しない現在では補給周期が短くなるのもやむを得ない。

ころがり軸受用として特製されたグリースを使用したときの標準補給期間を図13に示す。屋外設置の電動機、周囲温度の高い電動機では図13に示された期間の80パーセントくらいで補給すべきであろう。

補給量は軸受の大きさ、軸受箱の大きさによって異なるがわずかずつひん繁に行なうことを推奨する。

軸受箱内のグリース封入量による軸受温度上昇はグリースの銘柄によっても、また軸受の内部構造によっても異なるため一概にはいえない。共通していえることは高速回転の軸受で軸受箱にグリースが充満したとき、急激な温度上昇がみられる。

しかしわずかでもグリースを抜き出すと数時間後には元に近い温度にもどるので心配ない。その一例を図14に示す。

3.4 保 存

電動機はしばしば長期間保管されたり、据え付けられたまま長期

間停止することがある。

国内の通常の状態では保管されるのであればほとんど問題がないが湿度がきわめて高い場合、周囲温度の高い場合あるいは屋外設置のままでは軸受にさびの生ずるおそれがある。

グリース潤滑の目的には「さび止め」ということも含まれているが、現状ではやはりそれなりの限度があるのでときどき空回しの必要がある。

グリースの潤滑性能に悪影響を及ぼさないものであれば気相さび止め剤などをグリースに添加するのも一つの方法である。

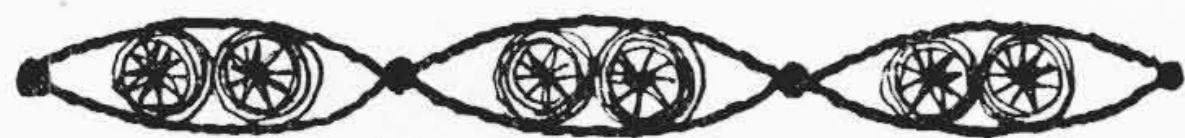
4. 結 言

中容量電動機用としてころがり軸受の使用がますます増加してく

るにつれて使用上さまざまな問題点があり、一部未解決の問題を残してはいるが大部分はその対策が確立され、中容量電動機用としてのころがり軸受は安心して使える域に達したものと自負している。

参 考 文 献

- (1) 潤滑に関する座談会： NTN ベアリングエンジニア Vol. 12, No. 2
- (2) 小野： 設計の基礎 機械設計 Vol. 8, No. 3
- (3) 赤岡： グリースの JIS について NTN ベアリングエンジニア Vol. 12, No. 2
- (4) 大木： コロガリ軸受のグリース寿命について NSK BEARING JOURNAL No. 613
- (5) 飯田，石原： 円筒コロ軸受の音響 NSK BEARING JOURNAL No. 610



新 案 の 紹 介



登録実用新案 第750256号 (実公昭39-12725)

大和田 清・斎藤 他吉

密 閉 形 バ ス ダ ク ト

一般に密閉形バスタクトは、パッキングを用いて防水構造としているが、完全防水形とすることは困難であり、また各部にパッキングを用いているため、組み立てや事故発生時の修理に時間を要するという欠点があった。

この考案は、上記の問題を解消するため、図面に例示するようにダクト5は鉄板を中空状に折り曲げて、その合わせ目を溶接により接合して密閉形に構成し、バスバ1を支持する絶縁体2には、支持物3とレール4を設け、レール4はダクト5内に設けたガイドレール6に係合させて、バスバ1を出入自在に構成したものである。

この考案のバスタクトによると、バスバ1を収納するダクト5は従来公知のダクトのようにパッキングを用いていないから、雨水の浸入はなく、完全防水形にできる利点があり、また、バスバ1はレール4と6とを利用して、あらかじめ一体に組み立てたのち、ダクト5内にそ入できるから、全体として組立作業は、きわめて短時間に行なえる特色がある。さらに事故発生時の修理またはバスバ1の交換は、バスバ1全体をダクト5より引き抜いて行なうことができるので、能率よく復旧でき、事故時の停電時間を短くできるという効果がある。

なお、隣接するダクト5同志の接続部の周囲には、チューブ状、あるいはベロー状のパッキングを使用して、完全水密形とするとともに、建築物の寸法誤差あるいはダクト自体の熱膨張または収縮に対応できるように設置することができる。(斎藤)

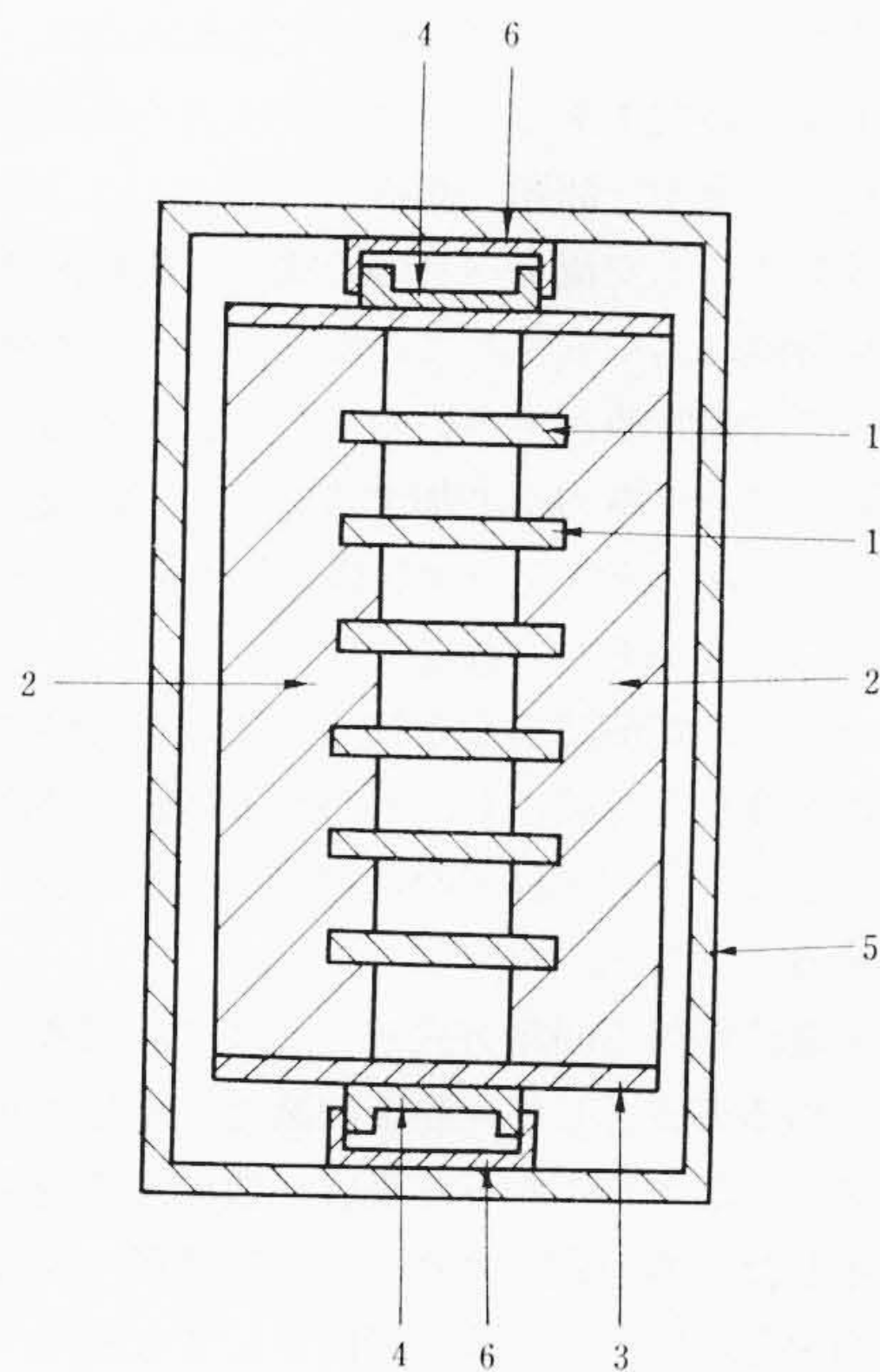


図 1

第 29 卷

目

次

第 2 号

- ・随 筆 木 山 捷 平
- ・日 本 海 に 原 子 力 の 火
- ・エ チ レ ン と コ ン ビ ナ ー ト
- ・自 動 化 さ れ る 設 計
- ・おばこの国の防災無線 —秋田県全域をおおう電波網—
- ・よ み が え る 鳥 城
- ・広 島 国 際 ホ テ ル 《スカイラウンジ》

- ・未知へ挑む〈2〉執念の展開〈電解加工に取りつかれて〉
- ・話 の ロ ビ ー 「事の起りはヤカンから」
- ・「新 し い 装 置」 星 新 一
- ・カ ラ ー ス ポ ッ ト 「迷うことなき意志」
- ・ハ イ ラ イ ト 「アメリカに渡るペルトン水車」
- ・サイエンスジョッキー「ぬくぬく生活のすすめ」

発行所 日 立 評 論 社

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座東京71824番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座東京20018番