

12. 軸受の密封装置

密封装置（シール）の目的は、軸受部分に保持されている潤滑剤が外部に漏れるのを防止することと、外部からの粉塵、水分などが軸受部分に浸入するのを防ぐことである。密封装置は潤滑剤の種類（グリースか油か）、シール部の周速、軸の取付誤差、収容スペース、シールの摩擦とその結果としての温度上昇及びコストなどを考慮して選定する。

転がり軸受の密封装置には、大別して非接触シール及び接触シールがある。

- 非接触シール**：非接触シールは、軸とハウジングカバーとの小さなすきまを利用した密封装置であり摩擦もほとんどなく高速回転に適している。

密封効果を高めるために、すきま内には潤滑剤が充填されることが多い。

- 接触シール**：接触シールは鋼板に形成された合成ゴム等の先端（リップ部）を軸に押し付けることによって密封するシール形式である。非接触シールと比較して密封性は優れるが摩擦トルク及び温度上昇が大きくなる。また、リップ部が軸に接触して回転するため、シール形式により許容できる周速が決まっている。

シールの先端（リップ部）と軸との接触界面には潤滑剤が必要であり、通常軸受の潤滑剤と兼用される。

以下に密封装置の特徴及び、選定時の注意点について示す。

| タイプ | シール構造 | 名称 | シールの特徴及び選定時の注意点 |
|----------------------------|-------|-----------------------|---|
| 非 接 触 シ ー ル | | すきまシール | 最も簡単なシール形式であり、ラジアル方向のすきまを小さくしてシールを形成している。 |
| | | 油溝シール ハウジング側に油溝付 | 同心の油溝をハウジング内径に設け、密封効果を高めたシール形式。油溝に保持された潤滑剤が外部からの異物の浸入を防ぐのに有効である。 |
| | | 油溝シール 軸/ハウジング側に油溝付 | 同心の油溝を軸外径、ハウジング内径の両方に設け、密封効果を高めたシール形式。 |
| | | アキシャルラビリンスシール | ラビリンス通路をアキシャル方向に形成したシール形式。 |
| | | ラジアルラビリンスシール | ラビリンス通路をラジアル方向に形成したシール形式。上下二つ割れハウジングに用いられる。アキシャルラビリンスシールより密封性は良い。 |
| | | 調心形ラビリンスシール | ラビリンス通路を斜めに形成したシール形式。軸がハウジングに対して調心しても、ラビリンス翼が接触しない程度のすきまが設けてある。 |

選定上の注意

- ・密封効果を増すためハウジングと軸のすきまはできるだけ小さくする。ただし、運転中に両者が接触しないよう軸の剛性、軸受の剛性等に注意する。

油溝のすきま (参考)

| 軸径 mm | すきま mm |
|-------|---------|
| 50 まで | 0.2~0.4 |
| 50 以上 | 0.5~1.0 |

- ・油溝の幅及び深さ (参考)
油溝の幅：2~5 mm
深さ：4~5 mm
- ・油溝の数は3本以上とする
- ・油溝部にちょう度150~200程度のグリースを充填すると密封効果が更に期待できる
- ・本形式の密封装置はグリース潤滑で低速回転の用途を除いては、他の密封装置と併用することが多い

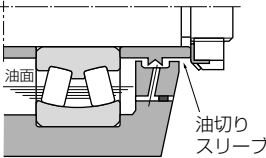
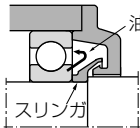
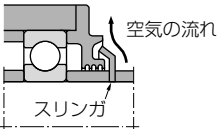
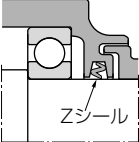
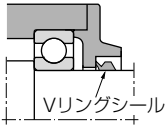
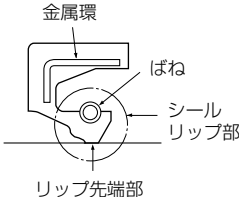
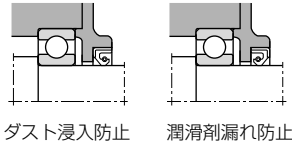
選定上の注意

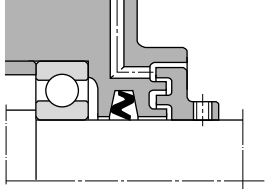
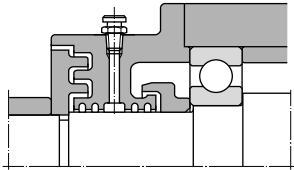
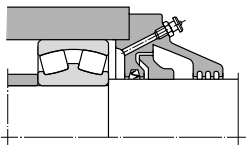
- ・密封効果を増すためラビリンス通路のすきまはできるだけ小さくする。ただし、運転中にラビリンス翼どうしが接触しないよう、軸の剛性、軸受の剛性やはめあい及び内部すきま等に注意する。

ラビリンスすきま (参考)

| 軸径 mm | すきま mm | |
|--------|---------|---------|
| | ラジアル方向 | アキシャル方向 |
| ~ 50 | 0.2~0.4 | 1.0~2.0 |
| 50~200 | 0.5~1.0 | 3.0~5.0 |

- ・ラビリンス通路にちょう度150~200程度のグリースを充填すると密封効果が更に期待できる。
- ・本形式の密封装置は高速回転の用途に使用される。

| タイプ | シール構造 | 名称 | シールの特徴及び選定時の注意点 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|--------|------|--|----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|----|----------------------------|------|---------------------------|------|--|----------|--|---------|--------|-------|------------|---------------|-------|------------|-------|-------|------------|-------------|------|------------|-------------|-------|------------|
| 非接触シール |  <p>油面 油切りスリーブ</p> | 油切りスリーブ | 軸を伝わって出てきたハウジング内の潤滑剤を、突起の付いた油切りスリーブにてはね飛ばし回収する形式。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  <p>油の流れ スリング</p> | ハウジング内部に設けたスリング | スリングをハウジング内に設け、その回転による遠心力で潤滑剤の漏れを防ぐシール形式。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  <p>空気の流れ スリング</p> | ハウジング外部に設けたスリング | スリングをハウジング外に設け、その回転による遠心力で異物を吹き飛ばすシール形式。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 接触シール |  <p>Zシール</p> | Zシール | 断面形状がZ型をした接触シールであり、空間部にグリースを充填しグリースシールを形成する。プランマブロック（軸受箱）にてよく使用されるシール形式。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  <p>Vリングシール</p> | Vリングシール | シールリップをシール面のアキシャル方向に接触させ密封効果を増すシール形式。また、遠心効果により異物や液体をはね飛ばす効果もある。油潤滑、グリース潤滑の両方に使用できる。周速が12m/s を超える場合には遠心力でシールリングのしめしろが失われるので、締付バンドによる固定が必要。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  <p>金属環 ばね シールリップ部 リップ先端部</p> | オイルシール | <p>オイルシールは接触シールとして一般的に用いられるもので、形式と寸法がJIS B 2402で標準化されている。</p> <p>オイルシールのシールリップ部にはリング状のばねが取り付けられており、これによりリップ先端部が軸表面に押し付けられ、密封効果を増す。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>ダスト浸入防止 潤滑剤漏れ防止</p> | | <p>軸受とオイルシールが接近している場合、オイルシールの発熱により軸受内部すきまが過小となる場合がある。周速によるオイルシールの発熱に注意のうえ軸受内部すきまを選定する。</p> <p>シールの向きにより潤滑剤の漏れ防止と外部からの異物浸入防止の二つの効果を持つ。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p>選定上の注意</p> <ul style="list-style-type: none"> ・回転軸に取り付けられたスリングの遠心力を利用するシール形式である。 ・ハウジング内部に取り付けた場合その回転による遠心力で、潤滑剤の密封効果が期待できる。 ・ハウジング外部に取り付けた場合その回転によるファン作用で、異物に対する密封効果が期待できる。 ・本形式の密封装置は多くの場合他の密封装置と併用される。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | <p>選定上の注意</p> <p>軸の表面粗さ（参考）</p> <table border="1" data-bbox="1059 1352 1410 1509"> <thead> <tr> <th rowspan="2">周速 m/s</th> <th colspan="2">表面粗さ</th> </tr> <tr> <th>Ra</th> <th>Rmax</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>～ 5</td> <td>0.8a</td> <td>3.2s</td> </tr> <tr> <td>5～10</td> <td>0.4a</td> <td>1.6s</td> </tr> <tr> <td>10～</td> <td>0.2a</td> <td>0.8s</td> </tr> </tbody> </table> <p>軸の材料（参考）</p> <table border="1" data-bbox="1059 1554 1410 1809"> <tbody> <tr> <td>材質</td> <td>機械構造用鋼 低炭素合金鋼 ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>表面硬さ</td> <td>40HRC以上必要 55HRC以上が望ましい</td> </tr> <tr> <td>仕上方法</td> <td>送りをかけない研削仕上 あるいは 硬質クロムめっき後 パフ仕上</td> </tr> </tbody> </table> <p>シール形式と材料別の許容周速と許容温度（参考）</p> <table border="1" data-bbox="683 1890 1410 2085"> <thead> <tr> <th>シール形式と材料</th> <th>許容周速 m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(rpm)}{60000}$)</th> <th>許容温度 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ニトリルゴム</td> <td>16 以下</td> <td>-25 ～ +120</td> </tr> <tr> <td>オイルシール アクリルゴム</td> <td>26 以下</td> <td>-15 ～ +150</td> </tr> <tr> <td>ふっ素ゴム</td> <td>32 以下</td> <td>-30 ～ +200</td> </tr> <tr> <td>Zシール ニトリルゴム</td> <td>6 以下</td> <td>-25 ～ +120</td> </tr> <tr> <td>Vリング ニトリルゴム</td> <td>40 以下</td> <td>-25 ～ +120</td> </tr> </tbody> </table> | 周速 m/s | 表面粗さ | | Ra | Rmax | ～ 5 | 0.8a | 3.2s | 5～10 | 0.4a | 1.6s | 10～ | 0.2a | 0.8s | 材質 | 機械構造用鋼 低炭素合金鋼 ステンレス鋼 | 表面硬さ | 40HRC以上必要 55HRC以上が望ましい | 仕上方法 | 送りをかけない研削仕上 あるいは 硬質クロムめっき後 パフ仕上 | シール形式と材料 | 許容周速 m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(rpm)}{60000}$) | 許容温度 °C | ニトリルゴム | 16 以下 | -25 ～ +120 | オイルシール アクリルゴム | 26 以下 | -15 ～ +150 | ふっ素ゴム | 32 以下 | -30 ～ +200 | Zシール ニトリルゴム | 6 以下 | -25 ～ +120 | Vリング ニトリルゴム | 40 以下 | -25 ～ +120 |
| 周速 m/s | 表面粗さ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ra | Rmax | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ～ 5 | 0.8a | 3.2s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5～10 | 0.4a | 1.6s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10～ | 0.2a | 0.8s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 材質 | 機械構造用鋼 低炭素合金鋼 ステンレス鋼 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 表面硬さ | 40HRC以上必要 55HRC以上が望ましい | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 仕上方法 | 送りをかけない研削仕上 あるいは 硬質クロムめっき後 パフ仕上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| シール形式と材料 | 許容周速 m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(rpm)}{60000}$) | 許容温度 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ニトリルゴム | 16 以下 | -25 ～ +120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| オイルシール アクリルゴム | 26 以下 | -15 ～ +150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ふっ素ゴム | 32 以下 | -30 ～ +200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zシール ニトリルゴム | 6 以下 | -25 ～ +120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vリング ニトリルゴム | 40 以下 | -25 ～ +120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| タイプ | シール構造 | 名称 | シールの特徴及び選定時の注意点 |
|--------|---|---------------------|--|
| 組合せシール |  | Zシール+ラビリンスシール | <p>Zシールの密封性能を増すために、アキシアルラビリンスシールを加えたシール形式。 アキシアルラビリンスシールはセットボルト等にて軸と固定される。 左図の場合、Zシールの向きよりZシール、ラビリンスシールともダストの浸入防止を目的とする。 Zシールを使用しているため、許容周速は 6m/s以下。</p> |
| |  | ラビリンスシール+油溝シール+スリング | <p>非接触シールを三重に組み合わせた形式。 外部からの異物の混入防止と潤滑剤の漏れ防止の二つの効果をもつ。 鉱山機械等、粉塵の多い箇所のプランマブロックのシールとして用いられる。</p> |
| |  | 油溝シール+スリング+Zシール | <p>Zシールの密封性能を増すために、油溝シールとスリングを加えたシール形式。 左図の場合、Zシールの向きより異物の混入防止のための三重シール構造となる。 鉱山機械等、粉塵の多い箇所のプランマブロックのシールとして用いられる。</p> |