

## NTN「転がり軸受 理論・実践ガイドブック」発行にあたって

転がり軸受は重要な機械要素として、各種機械・装置に使用されており、その要求性能は長寿命化、小形・軽量化、高速化、特殊環境への対応などますます高度化・多様化しています。特に、最近では軸受を含めた周辺技術や軸受の性能を高める適用技術が求められています。NTN ではこのようなニーズに対応するため、開発・改良を進め機械全体の性能向上に役立つよう努めております。

一方、転がり軸受の歴史は古く、紀元前には既に車輪が発明されている他、ころとそりを用いた重量物の運搬が行われています。それから現在まで、たゆまぬ技術開発が進められてきた結果として、現在の転がり軸受の基礎理論が確立されました。

転がり軸受は部品点数の少ない、ある意味単純な構造の機械要素であり、それゆえに基礎理論が重要な意味を持ちます。しかし転がり軸受の基礎理論は材料強度学やトライボロジーに関連するものが多く、難解な内容も少なくありません。

そこで今般、NTN は、転がり軸受の基礎理論について学ぶ技術者や学生の方々ために、本書「転がり軸受 理論・実践ガイドブック」を制作しました。

本書では、軸受の運動、内部すきま・予圧、荷重分布、寿命、摩擦、振動等についての各種理論や計算方法を、できるだけわかりやすく解説しています。また、読者の方が簡易的な計算を行えるよう、計算に必要な係数値も多く掲載しました。更に、CAE を活用した最新の計算事例も紹介しています。

多くの方が、本書をもとに転がり軸受の基礎理論を学び、その知識を転がり軸受の選定や設計に役立てて頂けることを願ってやみません。

なお、「NTN 転がり軸受 総合カタログ (CAT.No.2203/J)」にも技術解説を掲載していますので、合わせてご活用ください。

The logo for NTN, consisting of the letters 'NTN' in a bold, blue, sans-serif font.

# 転がり軸受 理論・実践ガイドブック

本書をご利用になる前に、本書末尾に記載する「免責事項」を必ずご確認ください。  
本書をご利用のお客様には、当該「免責事項」の内容をご承諾頂いた上で本書をご利用されたものと見なしますので、予めご了承ください。

1. 軸受の形状と運動	4 ~ 25	3.3 接触応力と弾性変形	59 ~ 76	5.2.6 揺動寿命	152	6.2.2 摩擦トルクの一般式	220
1.1 軸受すきま	4 ~ 17	3.3.1 2物体の接触	59	5.2.7 高速回転での寿命	155	6.2.3 起動トルク計算式	222
1.1.1 すきまと接触角	4	3.3.2 接触応力と弾性変形	60	5.3 動等価荷重	160 ~ 172	6.2.4 回転トルク	225
1.1.2 ラジアル内部すきまとアキシャル内部すきま	6	3.3.3 応力, 接触だ円の簡易計算	64	5.3.1 動等価ラジアル荷重	160	7. 軸受の振動	230 ~ 252
1.1.3 ラジアル玉軸受の角振れ	10	3.4 玉軸受の許容アキシャル荷重	77 ~ 81	5.3.2 動等価アキシャル荷重	161	7.1 強制振動	230 ~ 234
1.1.4 円すいころ軸受のすきま換算と補正	12	3.5 最大せん断応力	82 ~ 87	5.3.3 $X, Y$ 係数の算出 (理論)	163	7.1.1 回転による振動	230
1.1.5 アキシャル荷重による接触角の変化	14	3.5.1 動的最大せん断応力: $\tau_0$	83	5.3.4 接触角がある軸受の等価荷重	166	7.1.2 構造による振動	231
1.2 軸受の運動	18 ~ 25	3.5.2 静的最大せん断応力: $\tau_{max}$	85	5.3.5 4点接触玉軸受の等価荷重	168	7.1.3 軌道面の損傷による振動	232
1.2.1 転動体の公転速度と自転速度	18	3.6 軸受の永久変形量	88 ~ 94	5.4 基本静定格荷重および静等価荷重	173 ~ 182	7.1.4 形状による振動: 軌道面および転動面の形状	233
1.2.2 転動体の遠心力	20	3.6.1 点接触	88	5.4.1 基本静定格荷重	173	7.2 軸受の固有振動	235 ~ 243
1.2.3 ころ端面の軌跡	23	3.6.2 線接触	89	5.4.2 基本静定格荷重式の誘導	176	7.2.1 たわみ振動	235
2. はめあいと運転すきま	26 ~ 42	3.6.3 ころ一点接触	89	5.4.3 静等価荷重	179	7.2.2 軸受固有振動	238
2.1 はめあい	26 ~ 36	4. 荷重・予圧と変位	95 ~ 123	5.4.4 $X_0, Y_0$ 係数の算出	180	7.3 振動波形の実効値	244 ~ 252
2.1.1 はめあいと損傷	26	4.1 軸受到作用する荷重	95 ~ 109	5.5 潤滑と寿命: EHL 理論	183 ~ 197	7.3.1 実効値とは	244
2.1.2 しめしろの減少	28	4.1.1 軸のたわみ計算	95	5.5.1 油膜厚さの計算	183	7.3.2 交流波形と実効値	244
2.1.3 はめあい面の面圧と応力	29	4.1.2 歯車の計算	98	5.5.2 油膜パラメータと寿命	191	7.3.3 波形の大きさと実効値	245
2.1.4 分布の平均値と標準偏差	34	4.2 荷重と変位	110 ~ 117	5.5.3 高速回転時の油膜補正	192	8. CAE の活用	253 ~ 264
2.2 運転すきま	37 ~ 42	4.2.1 アキシャル荷重と軸方向変位量	110	5.5.4 潤滑油不足の場合での油膜補正	192	8.1 周囲変形を考慮した転動体荷重分布計算	253 ~ 255
2.2.1 はめあいによるすきまの減少	38	4.2.2 ラジアル荷重と径方向変位量	115	5.6 ワイブル分布と軸受寿命	198 ~ 205	8.1.1 軸たわみおよび軸受剛性を考慮した軸受内荷重分布計算	253
2.2.2 残留すきま: $\Delta_f$	40	4.3 組合せ軸受の予圧	118 ~ 123	5.6.1 寿命線図 (ワイブル線図)	198	8.1.2 外輪, ハウジングの変形を考慮した計算	254
2.2.3 温度差によるすきまの減少: $\delta_t$	40	4.3.1 予圧線図	118	5.6.2 メディアンランクと信頼幅	201	8.2 軸受温度計算	256 ~ 259
2.2.4 有効すきま	41	4.3.2 はめあいによる接触角および平面差の変化	122	5.6.3 途中打ち切りデータの取扱い	204	8.2.1 発熱の考慮	256
3. 軸受内部の荷重	43 ~ 94	4.3.3 ナット締付けトルクと軸力	122	6. 軸受の内部滑りと摩擦トルク	206 ~ 229	8.2.2 放熱の考慮	256
3.1 軸受内の荷重分布	43 ~ 56	5. 定格荷重と寿命	124 ~ 205	6.1 軸受各部の滑り	206 ~ 216	8.2.3 軸受内部の温度分布	258
3.1.1 複合荷重	43	5.1 基本動定格荷重	124 ~ 134	6.1.1 差動滑り	206	8.3 保持器, シールの計算	260 ~ 262
3.1.2 ラジアル荷重 (すきまの場合)	48	5.1.1 基本動定格荷重	124	6.1.2 スピン滑り	208	8.3.1 保持器の遠心力による拡径	260
3.1.3 中心アキシャル荷重	50	5.1.2 基本動定格荷重式の誘導	126	6.1.3 ジャイロ滑り	212	8.3.2 保持器の動的な応力解析	261
3.1.4 偏心アキシャル荷重	52	5.2 基本定格寿命	135 ~ 159	6.1.4 つば滑り	213	8.3.3 シール接触面圧解析	262
3.2 ミスアライメントと最大転動体荷重	57 ~ 58	5.2.1 軸受寿命計算	135	6.2 摩擦トルク	217 ~ 229	8.4 潤滑剤挙動計算	263 ~ 264
		5.2.2 信頼度係数	141	6.2.1 摩擦トルクの要因	217		
		5.2.3 使用比率による寿命計算	142				
		5.2.4 機械装置での総合寿命	144				
		5.2.5 すきまと寿命	146				