

機械設計法

下 卷

名古屋工業大學教授

小 川 義 朗 著



勁 濤 書 店

天 津 市 營 口 道 興 里

電 話 二 局 三 三 二 五 號

下巻再刊に際して

戦災で失われた本書上巻の復活改訂が出来、これを刊行する運びに至つたが、下巻の方は目下改訂執筆中でおしばらくの時日を要する爲、諸方からの御督促もあり、幸にもこの方の紙型は保存されていたので舊版に應急的な訂正加筆を行い、時節柄嵩む頒價の低減をも考え、取敢えずこれを上巻に添えて出すことにした。この点御了承を乞うと共に、改訂の進行に努め、不日下巻の最善な新改訂版を送つて御期待に應えたいと思う。

昭和 27 年 3 月

著 者

機械設計法下巻目次

第九章 軸 受

30. ベアリング	331
軸受の分類	331
31. 横軸受の摩擦と潤滑	332
32. 軸受に於ける壓力分布及受壓力	333
1. 壓力分布	333
2. 受壓力	336
33. 横軸受の潤滑状態	338
34. 減摩剤	342
1. 礦油減摩剤	346
2. 動植物性脂肪油	346
3. 混合油及グリース	347
4. 黒鉛減摩剤	348
5. 減摩油の粘度と粘度換算	349
6. 低速強壓の場合の減摩剤	351
35. 軸頸及軸受材料	352
1. 軸頸材料	352
2. 軸受金	353
3. ホワイトメタル	353
4. 銅臺軸受合金	354
5. 其他の軸受材料	354
36. 横軸受に於ける摩擦の仕事及熱とその消散	355
1. 摩擦の仕事及それによつて生ずる熱量	355
2. μ の値	356
3. 熱の消散	358
37. 横軸受設計資料	361
1. 軸頸直徑	362
2. 許し受壓力	363
3. 軸受の長さ及直徑との割合	364
4. 熱關係を考慮した v , v の制限値及軸受の長さ l	365

88. 設計例	366
89. 給油方法	371
90. 軸受構造	377
1. 軸受ブッシュ	377
2. 油 溝	380
3. 油の逸出を防ぐ工夫	383
91. 横軸受各種	385
1. 單體軸受	385
2. 固定横軸受	389
3. 自彫調心型滾軸受	394
4. 機關主軸受	396
5. 蒸汽タービン主軸受	396
6. 車軸々受	397
7. 降間調節式縦軸々受	397
8. 工作機械主軸受	398
9. 傳動軸々受取付用品	393
92. 推力軸受	404
1. 種 類	404
2. 摩擦損失仕事	404
3. 摩擦係数 μ の値	406
4. 平均受壓力 p と受壓面寸法	406
5. 摩擦熱に対する考慮	407
6. 推力軸受構造	407
7. 特殊錐軸受	409
93. 設計例	414
94. 練習問題	420

第 十 章 轉 軸 受

95. 轉軸受	422
96. 球軸受	423
1. 球の轉り運動と球溝の形	423
2. 球軸受各型	426
97. 球軸受の荷重容量	432

1. 球の許し荷重	432	2. 軸受の荷重容量	433
3. 横軸受に與へ得る推力荷重	435		
4. 軸受の壽命を考慮に入れた場合の許し荷重	436		
5. 温度に對する考慮	440		
98. 球軸受に於ける摩擦と潤滑劑	440		
1. 摩擦	440	2. 潤滑劑	442
99. 球軸受各型の用途及實用標準型寸法	444		
1. 單列型用途	444	2. 複列型用途	444
3. 推力軸受	444	4. 球軸受標準型	445
100. ころ軸受	453		
1. 圓錐形ころ軸受	453	2. 圓錐形ころ軸受	454
3. 太鼓形ころ軸受	456	4. 針軸受	456
5. 推力ころ軸受	457		
101. ころ軸受の荷重容量及摩擦係數	458		
1. 圓錐形ころ軸受荷重容量	458		
2. 圓錐形ころ軸受荷重容量	459	3. 針軸受荷重容量	463
4. 摩擦係數	466		
102. 轉軸受使用法及取付實例	467		
1. 防塵保油方法	467	2. 軸受の嵌め込み	467
3. 軸受の取付	473	4. 傳動軸用軸受裝置	476
5. 轉軸受使用實例	477		
103. 設計例	481		
104. 練習問題	488		

第十一章 摩 擦 車

105. 摩擦車傳動裝置	491
106. 平摩擦車	491
1. 迴轉比	491
2. 摩擦によつて傳へ得る馬力	493
3. 接觸線上の許し壓力と車の巾	493
4. μ 及 p の許し値	494
107. 溝付平摩擦車	496
108. 傘摩擦車	499
1. 迴轉比と圓錐の形	499
2. 摩擦によつて傳へ得る馬力	500
3. 軸受荷重	500
4. 接觸壓力と車の巾	501
109. 變速摩擦車裝置及其他	502
1. 冠摩擦車裝置	502
2. 摩擦プレス冠摩擦車	505
3. 其他變速摩擦車裝置實例	507
4. 自力平摩擦車裝置	509
110. 摩擦速働軸受	511
111. 設計例	518
112. 練習問題	521

第十二章 平 齒 車

113. 齒車傳動裝置	525
114. 齒の必要條件	526
1. 齒の機構學的條件	527
2. 外啮噛合ひ、内接噛合ひ及フック	529
115. 齒形曲線	531
1. サイクロイド齒	531
116. 齒形曲線(つゞき)	535
2. インボリュート齒	535

117. 齒形曲線（つぎき）齒形の畫法	539
1. 刻み圖を持つ齒形を與へ、その接觸點の軌跡を求むること	539
2. 上記の齒形と正しく嚙合ふ相手の齒形を求むること	540
3. 上記の齒形と正しく嚙合ふラック齒形を求むること	541
4. 齒形を求むる別法	541
118. 齒各部の名稱及標準寸法	543
1. 圖刻み	545
2. 直徑刻み	545
3. モジュール	547
4. 標準比例寸法	547
5. 齒車外徑	548
119. インボリユート齒の性質	552
120. 齒の嚙合の永さ	555
121. 齒の干涉	560
122. 嚙合に於ける滑り	563
123. 現行標準齒形方式	567
1. $14\frac{1}{2}^{\circ}$ 混成齒形方式	567
2. $14\frac{1}{2}^{\circ}$ 創生インボリユート齒形方式	569
3. 15° モジュール基準インボリユート齒形方式	576
4. 20° 衡丈インボリユート齒形方式	577
5. 20° スタブ齒方式	577
6. 小齒車形双物による創生方式	578
124. $14\frac{1}{2}^{\circ}$ 轉位齒車 Buckingham 方式	579
1. 切込まれざる齒形の創生	580
2. インボリユート三角法	583
3. 不規定中心距離齒車の寸法計算	590
125. 平齒車廻轉比	597
126. 齒の強さ及齒車の傳へ得る馬力	601

1. 鑄齒の場合	601	2. 切齒の場合	603
3. 許し内力	605	4. 齒車の傳へ得る馬力	608
127. 齒の磨耗を考慮した許し荷重	608		
128. 齒に働く力, 齒車の効率及運轉速度其他	610		
1. 齒に働く力	610	2. 騒音	611
3. 潤滑と油膜のための齒のがた	612		
4. 運轉速度	613		
129. 鑄齒を強める方法及木製植齒	614		
1. シェラウデュング	614	2. 植込齒車	614
130. はすば齒車 (Helical gear)	614		
1. 齒形	616		
2. 直齒用双物を利用して切るはすば齒車	619		
131. はすば齒車の許し荷重	622		
1. アメリカ式規定比例寸法の齒を持つ山形齒車に對する Bate の式	623		
2. ウースト齒車	623	3. サイクス式山形齒車	624
4. はすば齒車	625	5. 傳へ得る馬力	626
132. はすば及山形齒車の齒に働く力, 特長, 運轉速度及効率	626		
1. 齒に働く力と軸受荷重	626	2. はすば齒車の特長其他	627
133. 齒車構造	628		
134. 設計例	636		
135. 練習問題	653		

第十三章 傘 齒 車

136. 傘齒車とそのインボリュート齒の成立	657
137. 傘齒車の寸法及角度計算	660

138. 傘歯車の歯の強さ	664
ア). 錐 歯	664
イ). 切 歯	666
ウ). 傳動馬力	666
エ). 磨耗を考慮する場合	667
139. 歯に働く力の合力及軸にかかる荷重	667
140. まがりば傘歯車 (Spiral bevel gear)	669
1. Gleason の歯形寸法	671
2. 特長其他及推力計算	672
141. 傘歯車構造及組立	674
142. 設計例	676
143. 練習問題	682

第十四章 はすば傘歯車, ねち歯車及ウォーム歯車

144. 喰違傘歯車又ははすば傘歯車 (Skew bevel gear)	684
145. ねち歯車 (Screw gear)	686
146. ウォーム歯車装置	688
1. 嚙合ひ及歯形	689
2. 廻轉比	691
147. ウォーム及ウォーム歯車寸法	692
1. ウォーム歯車寸法	693
2. ウォーム寸法	694
3. 普通平歯車直歯用フライス又はホブを利用してウォーム歯車を 切る場合	695
148. ウォーム歯車装置傳動容量	696
149. ねち歯車の嚙合ひに於て現れる力, 摩擦及効率	697
1. ねち歯車に於ける力の關係	697
2. ウォーム及ウォーム歯車の場合	698
3. ねち歯車嚙合ひ効率	698
150. ウォーム歯車装置組立實例	700

151. 設計例	702
152. 練習問題	707

第十五章 ベルト傳動裝置

153. ベルト傳動裝置	710
1. ベルトの掛け方	710
2. 廻轉比	711
154. ベルト車々周の形及ベルト車位置	712
1. ベルト車々周の形	712
2. ベルトを移動させること	713
3. ベルトの位置	713
155. ベルトの種類, 其強さ及寸法	714
156. ベルトの接手	718
157. ベルトの接觸角及ベルトの長さ	721
158. ベルト車とベルトとの間の摩擦及傳動馬力	723
159. ベルトの最好速度, 匏匏, 初張力及其他	729
1. ベルトの最好速度	729
2. ベルトの匏匏	730
3. 初張力	731
4. ベルト兩側の置き方	732
160. 圓錐ベルト車及段車	732
161. ベルト車	735
1. 鑄鐵製ベルト車寸法	737
2. ベルト車リムに於ける遠心力の影響	740
3. 割ベルト車	741
162. 固定ベルト車と非役車, 張り車及案内車	742
1. 固定及非役ベルト車	742
2. 張り車	744
3. 案内車構造及取付	745
163. 設計例	746

164. 練習問題	752
-----------	-----

第十六章 ロープ傳動裝置

165. ロープ傳動裝置	755
166. 織糸綱	756
167. 綱 車	757
168. 織糸綱傳動裝置の傳へ得る馬力	759
169. V形ゴムロープと其傳動馬力	762
1. V形ゴムロープ	762
2. 傳動馬力	764
3. V形ゴムロープの長さと中心距離	767
170. V形ロープ車	767
171. 鋼 索	770
1. 鋼 索	770
2. 鋼索の強さ	771
3. 揚下るし用鋼索に生ぜられる内力	773
172. 鋼索傳動裝置及鋼索車	774
1. 鋼索傳動裝置	774
2. 傳動し得る馬力	775
3. 鋼索車	775
173. 設計例	776
174. 練習問題	780

第十七章 鎖及鎖傳動裝置

175. 揚下るし用鎖	781
1. 鎖巻取匣胴及鎖端取付法	782
2. 鎖 車	783
176. 運搬用鎖	784

1. デタッチェブルチェーン	784	2. チェンの掛け方	788
3. 閉節鎖	789	4. 鎖 車	790
177. 傳動用鎖			791
1. ブロックチェーン	791	2. ローラーチェーン	792
3. ローラーチェーン鎖車	797	4. ローラーチェーン長さ, 其他	799
5. サイレントチェーン	801	6. サイレントチェーン鎖車	803
178. 設計例			806
179. 練習問題			811
参考書籍			813
下巻索引			817

機 械 設 計 法

機 素 と 其 設 計

下 卷

第九章 軸 受

80. ベアリング (Bearing, Lager)

ベアリングは廻轉軸、直線又は曲線上を往復する部分等に接觸してその運動を導制し、且その負ふ荷重を受けて支持物となる機素で相手の部分との間には常に相對運動あり、多くの場合動力の損失を來す摩擦を伴ふ。故にこの機素に於ては減摩方法が重大問題である。ベアリング中には廻轉軸を支へるもの即ち軸受が最も重要である。

軸 受 の 分 類

A 滑り軸受 (Sliding bearing, Gleitlager) 軸と軸受とが滑り接觸をなすもの。

1) 横軸受 (Journal bearing, Traglager) 荷重が軸に直角に軸受へかかるもの。廻轉軸の軸受中へ入つて居る部分を特に軸頸 (Journal, Zapfen) といふ。普通圓壙形又は圓錐形である。

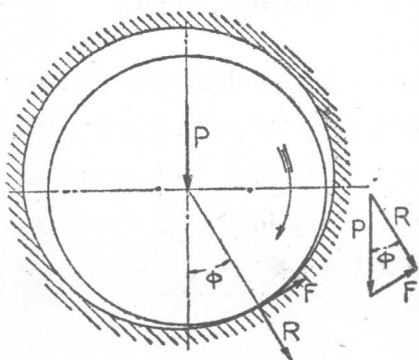
2) 推力軸受 (Thrust bearing, Stützlager oder Drucklager) 荷重が軸に

沿ふ推力 (Thrust, Druck) である場合。軸受の荷重を支へる面は軸に垂直なる平面に對して圓形又は輪形の投象を持つ。

B 轉軸受 (Rolling bearing, Wälzlager) 軸と軸受との間に球又はころを入れ、滑り接觸を轉り接觸にかへて摩擦の減少を圖つたもの。第十章に別記す。

81. 横軸受の摩擦と潤滑

直徑 d cm の軸頸が合荷重 P kg を持ち軸受内で回轉するとき、固體直接觸で接觸面に他物が存在しない場合は第 393 圖の如く、接觸點で摩



第 393 圖

擦 F が切線方向に生じ、軸受の反力が R で釣合を保つことになる。 μ = 摩擦係数とすれば $F = \mu R$ であるが μ (從つて角 ϕ) の値は普通僅小であるから $F \approx \mu P$ とみてよい。この軸心に関するモーメントは

$$T = \mu P d / 2 \quad (255)$$

T の値は適當な試験装置によつて外部的に測定することが出来、その測定値から上式によつて計算した μ を軸受の摩擦係数と定義する。軸受到ける摩擦の状態がどうであつても、生ずる摩擦の大小はこの値によつて比較することが出来るので、一般に軸受の摩擦判定にはこの μ が用い

られる。

乾ける接觸面間の摩擦は甚だ大なるを以てこれに伴ふ磨耗及エネルギーの損失を少からしむる爲減摩剤を使ふ。減摩剤の作用は狹小なる間隙に介在して兩滑動面の直接々觸を防ぎ、乾燥固體摩擦を元來値の小である減摩剤の内部摩擦に置きかへて滑動に伴ふ摩擦抵抗を減少せんとするにある。この潤滑状態を次の如く區別する。

- (1) 完全潤滑 (Perfect lubrication) 運轉中兩滑面間に完全なる油膜が生成され兩面全く分離して良好な潤滑が行れる場合。
- (2) 不完全潤滑 (Imperfect lubrication) 面間に減摩剤は存在するけれども、ある場所では兩面直接々觸し潤滑作用完全ならざる場合。

かゝる潤滑状態の現出は軸受到に於ける各種の條件に關係するものであり、又その効果を示すべき摩擦係數 μ の値は幾多の實驗及經驗によれば次の如き各條件に支配されるものと考へられる。

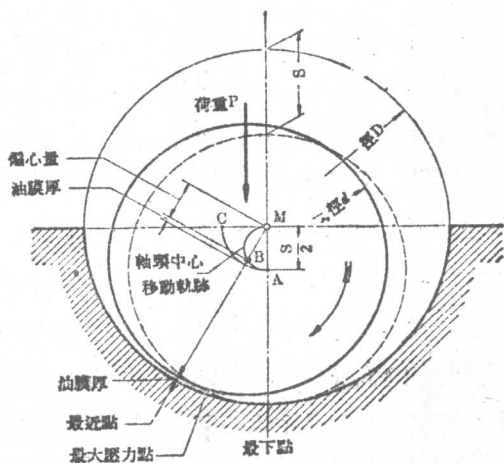
- 1) 荷重によつて軸頸軸受兩面間に生ぜられる壓力
- 2) 滑動面の相對速度
- 3) 運轉中の溫度に於ける減摩油の粘さ
- 4) 軸頸と軸受との間隙、即ち兩直徑の差
- 5) 滑動面の性質、即ち金屬の種類、その組合せ及面の平滑度
- 6) 減摩剤の粘着性
- 7) 減摩剤供給方法

82. 軸受到に於ける壓力分布及受壓力

1. 壓力分布

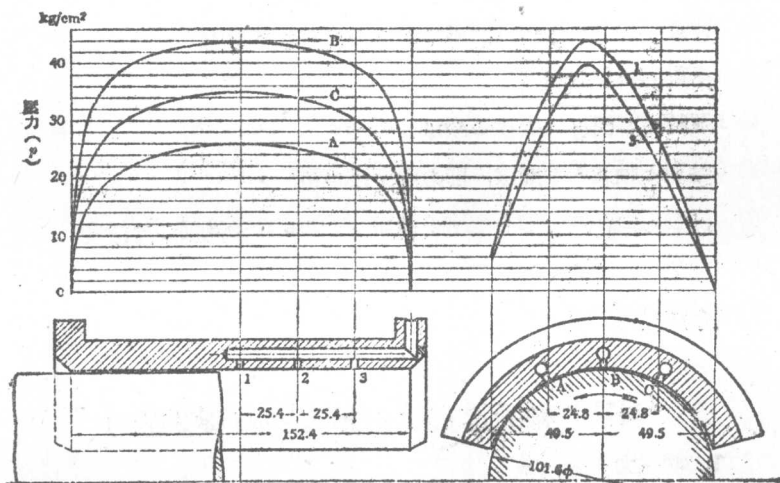
靜止時軸頸は第394圖の點線の圓が示す如く軸受面最下點に接觸して

安坐して居るが、廻轉が始まると油を誘ひ込み自身浮動して圖の如く廻轉方向へ少しく移動する。兩面の最近點即ち油膜の最薄點は軸頸軸受兩中心を結ぶ線上で最下點より廻轉方向へ少し進んだ場所に出来る。この際油膜



第 391 圖 軸 頸 位 置

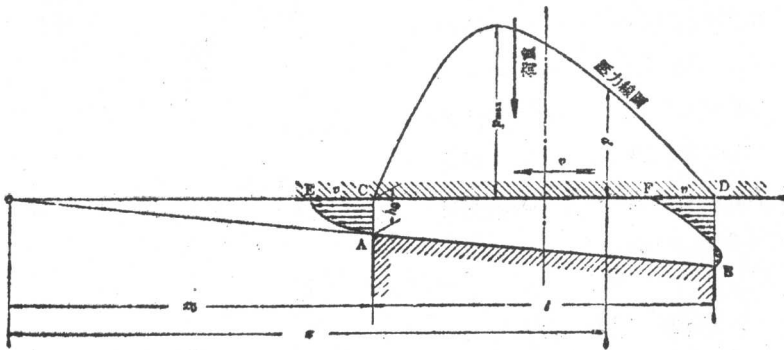
各點に於ける壓力分布は、古くから Tower の實驗によつて其狀態が知



第 395 圖 Tower に よ る 軸 受 壓 力 分 布

られてゐる。第 895 圖は之を示すもので、最大壓力の點は最下點（最初軸頸と軸受とが接觸してゐた點）より廻轉方向へ少し進んだ所 最近點附近に在る。それより兩側に遠かるに従ひ壓力は下り、又軸受の長さの方向では兩端から油が流出する爲、中央より兩端に向ふに従ひ壓力が低下してゐる。

第 369 圖に於て AB を固定平面、CD を AB に對し v なる速度で動く平面で兩者は最小間隔 h_0 なる狭小楔形間隙を作り油中に在るものとす。油は動面に粘附されて間隙へ引き込まれ、且楔形の狭い方へ押し詰められる傾向となるので壓力を生ずる。入口廣く出口狭けれども流動する油量は一定でなければならぬから油の速度は入口にて小さく出口にて大となるべきであるが、動面に附著する油層は C, D 點ともに速度 v であり、固定面に於ける油層は何處も速度 0 であるから AC 間及 BD 間各油層に於て夫々の速度が圓の如き狀態を呈するものと想像される。そして圓形 AEC 及 BFD の面積は夫々 AC 及 BD 口に於ける單位時間の流動油量を示すものであるから兩面積相等しくなる様な速度曲線で圍まれてゐる。この關係は入、出口のみならず間隙中の何れの断面に於ても保たれる。この際間隙内油膜に生ずる壓力の強さは平面の横巾無限大と假定して、理論上 π なる



第 369 圖 楔形間隙に於ける油膜壓力