

科學圖書大庫

16.00

軸承的損耗及其對策

譯者 沈頌文

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年四月六日再版

軸承的損耗及其對策

基本定價 4.00

譯者 沈頌文 國立成功大學工學士
台灣機械公司工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 燕南彩色印刷有限公司 電話：3121392・3015790

譯 序

這本書是承蒙徐氏基金會的雅囑而將之翻譯成爲我國文字的。

首先，想就它的內容向讀者作一簡略地介紹。作者是將這本書分成滾動軸承和滑動軸承各一篇，並在其後附錄一些關於軸承和潤滑問題的資料而編著的。其中，除了以鐵路車輛和建設機械爲主來廣泛討論軸承的損耗及其對策以外，還提到了與此問題有關的軸承的材料、規格、設計、製造、加工、安裝、維護以及管理等問題。可以說內容豐富，資料齊全，不但是一本標準實用方面的書，而且對於研究這個問題的人來說，也是一本不可多得的書。

其次，有以下幾點想要在此向讀者加以說明。

第一、這本書的初版發行時間是昭和36年(1961)，雖然本書是根據徐氏基金會特意買來的第9版新書(昭和49年發行)翻譯出來的，可是和初版之所不同者也祇有後面附錄的資料2而已。因此，其中所載有關日本工業規格(JIS)的資料，現在當有許多更改之處。關於這類問題，最好能和日本規格協會出版而幾乎每二年改版一次的“JIS Handbook”相對照，以免發生時間上的差錯。

第二、或許由於這本書的初稿曾經在雜誌(機械設計)中發表過而作者在著書問世的時候又未作澈底整理的關係，以致在書中常會見到“限於篇幅，在此從略”一類的字樣。可是，凡此之處，作者多半都有參考資料的介紹，祇要取得其所介紹的資料，當可解決其所提出的問題。此外，在這本書裏，雖然也曾提到過計算的問題，可是這也不過是作者爲了解說軸承損耗而寫下的片斷而已，自然不足應用。因此，關於這類問題，最好還是參考其他書籍來解決——例如，徐氏基金會出版，關昌揚先生譯“機械元件設計”是。

第三、譯書和原書不同之處計有：(1)這本書原名的中文意思是“軸承的損耗和對策”，譯書的名稱是由本人負責更改的；(2)在原書的資料1中祇有英日兩國文字，譯書中增加了中文；(3)原書的資料2中印有漢字的日語平假名讀音，譯書中除將之刪去並譯出術語的中文之外，並且將其排列的順序也有所變動；(4)原書中的索引是按照日文的五十音順序而排列，譯書是按照中

II

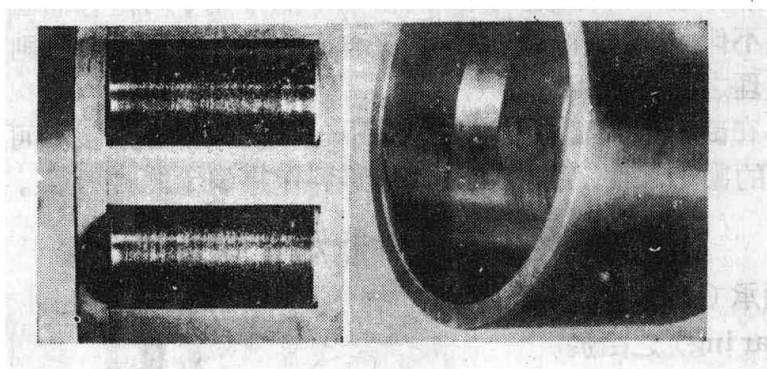
文第一個字的畫數來排列，但其數量確和原書相同；(5)這本書中的名詞包羅萬象，從市面上的辭典裏查不到的在在皆是，凡是這種名詞在譯書中都有加註英文，以供讀者參考。除此以外，爲了保持譯書的旨意，對於原書的內容並無增減或更改之處。

如衆所周知者，軸承的損耗乃是機械工程中頗爲傷腦筋的一個問題；若能由於這本書的譯出，在解決這類問題的對策上有所助益，當感榮幸。然而，由於本人學識淺陋，本書涉及範圍過廣而市面上又缺乏足夠參考的資料，致有力不從心而翻譯錯謬之處在所難免，希望讀者不吝指教，再版時當據以改正。此外，在這本書裏，有許多名詞是承蒙我的執友——正和航業公司副總經理吳劍琴先生，在百忙之中，從日本來信指教，始得譯出，特誌於此，以表謝意。

中華民國六十六年五月

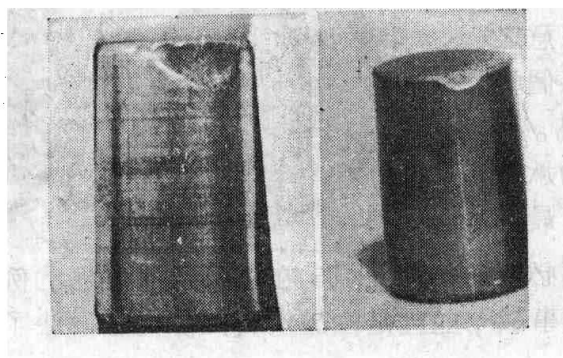
沈頌文 謹識

圓筒滾子軸承的輕微膠執



滾動接觸物體周邊速度不同的情形——例如當滾子軸承(roller bearing)受到徑向負荷的時候，因為滾子的周邊速率(peripheral speed)一般都是無負荷側較慢，所以在滾子從無負荷側到達滾子負荷側的進口而和內外環(inner and outer race)相接觸的瞬間，滾子和內外環的周邊速率將有差異，因此就必然會在滾動接觸部分產生滑動。在這種情形下，如果潤滑劑(lubricant)和潤滑條件具有承受這樣瞬間性的滑動的耐力時，當無問題，否則，在接觸面上就要發生輕微的膠執現象了。同理，在滾子從負荷側向無負荷側移動的位置上也有發生這樣膠執的情形。此外，由於固形雜物等的存在而產生瞬間性滾子周邊速率變動的情形，以及在無負荷側受到振動而有瞬間性的接觸壓力作用在滾子上的情形等，也都是同樣的。如上所述的現象叫做輕微膠執(smearing)，其對策，當以使用耐得住瞬間加上的滑動而不發生膠執的潤滑劑（具有充分而必要的極壓性、導入性和耐熱性者）為宜。

錐形滾子的缺口



IV

當滾子軸承受到力矩負荷或由於其他原因而在滾子上產生邊緣負荷 (edge load) 的情形時，一旦軸承受到衝擊，則在滾子的邊緣就將產生缺口。似此現象，在中負荷和重負荷的軸承中，其發生情形意外之多。在這種情形之下，雖然像左圖那樣嚴重缺口的當然不能再用，可是像右圖那樣輕微缺口的，祇要不伴隨着進行性的裂痕而又無碍於滾子的運動時，則不妨用油磨石等加以修理之後再使用之。

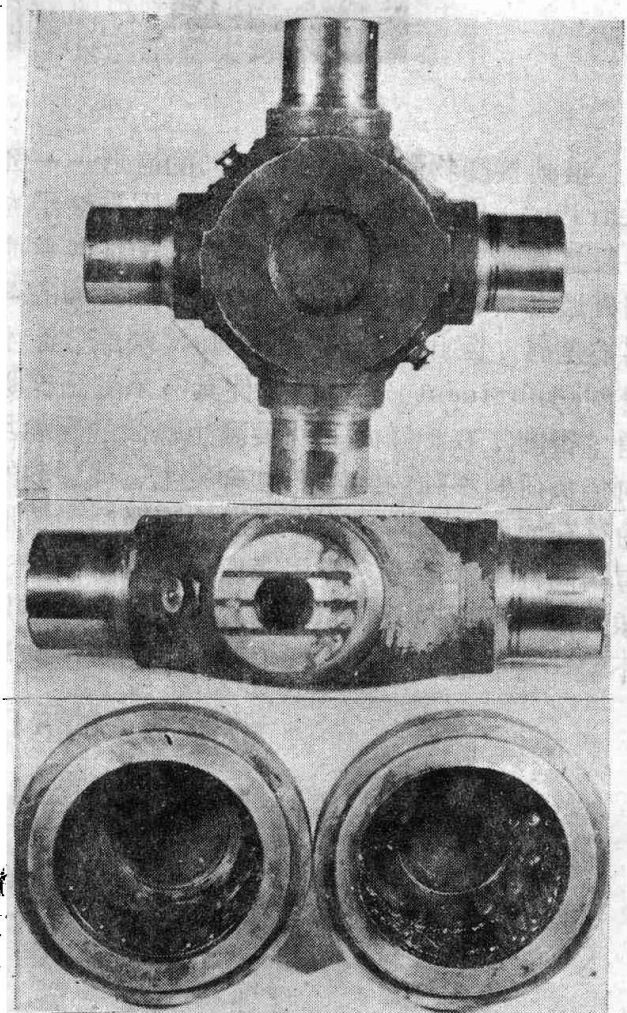
一般，在滾子頻繁發生缺口的情形下，其對策是儘量緩和可能和邊緣負荷共同發生的衝擊條件，務必用強韌的質料作為滾子的材料等。

萬向接頭針狀滾子軸承的損壞

滾針軸承 (needle roller bearing) 之由於偏心而發生邊緣負荷，引起歪斜 (skew，滾子傾斜)，以至發燒損壞的例子，不但在軸面和滾子的節距上將由於偏心而發生嚴重的壓痕和剝脫，並且滾子將被割傷而承環 (cage) 也將被扭彎了。

就萬向接頭 (universal joint) 而言，若其圓形軛 (yoke) 的孔和十字軸 (cross shaft) 的芯有誤差時 (在使用當中，因為受到覆變負荷 (repeated load) 發生變形以至不對心的情形甚多，應注意之)，則將有力矩加到每個軸承而發生偏心和歪斜。其對策是在採用適當的承環以防止歪斜之同時，最重

要的還是給予充分而必要的徑向間隙。在這張圖中所舉的例子也是由於間隙過小而連續發生這種事故，並且是由於增大間隙而告解決了的。



原 序

這本書是就軸承的損傷，摩耗及其對策加以解說。

關於軸承的損傷與摩耗，雖然很久以來就有為數極多的調查資料，研究報告和解說等，可是將之有組織的，而且有系統的加以整理成書而供作參考的至今尚屬少見，尤其是就實際的經驗，根據具體的實例，加以詳細的考察而明示其對策的，更是幾近於無。至於現有的，或是官樣文章的表面介紹，或是和今日機械工業的實際狀態脫節，也祇能供給研究者去研究而已，其能與現實相結合而供作實用者，的確太少。所以，當實際處理軸承的損傷和摩耗的時候，根本就不可能由它們來獲得本質上的理解而收到應用上的效果。

因此，在現實的軸承損傷和摩耗的問題上，不斷地重演同樣失敗的情形甚多，這就是說軸承的損耗乃是一個舊而新的問題。本來一般的軸承，無論就滾動軸承而言，或拿滑動軸承來論，都應該絲毫沒有損傷和摩耗的產生，安定而圓滑的轉動着。然而在另一方面，軸承時常發生損耗，已成常態，而無人感覺驚訝的奇特現象却在一般人當中普遍的蔓延着。這種事實，不但顯示出對於軸承損耗防止的理解與努力作得不夠徹底，而且就設計、加工和保養等各方面言，需要加以提高或改善之處，為數也是極多的。

這本書，雖然是站在上述的立場而希望其能成為對付上述問題的一具有效而銳利的武器，可是由於才力淺薄而有不能充分達到目的之處，深以為憾。今後，若能由於諸賢的指正而使其更為完美，當感幸甚。此外，雖然在水準上是維持着高度的技術水平，而在內容的質和程度上，也是採取了不落人後的方針，可是在表現上却是以平實簡明為宗旨，並以現場的人員為對象，加以易懂而實用的解說為目標。

此外，這本書是將從「機械設計」雜誌第4卷第1號（1960年1月）開始，到第5卷第10號（1961年10月）為止，連載將近兩年而共達22回的講座加以整理而問世的。

最後，謹對慨允為這本書提供寶貴資料的諸位先生深表謝意。

昭和36年10月

赤岡 純

序 論

這本書是爲了在工場和現場從事作業的技術人員所寫的一本平易而實用的解說，雖然立腳在高度的基礎研究而以最新的潤滑技術爲骨幹，可是却儘量採取簡易而平實的表現方法。不但對於過去那樣教科書式的流體力學基礎理論式的羅列將予避免，而且對於最新理論的展開，諸如在滾動疲勞理論，有限寬度滑動軸承以及空氣軸承等中所能見到的特殊專門理論的詳細介紹等也想予以避免。根據計劃，有關國內外高級水準的潤滑技術將儘可能選擇其有趣味者加以介紹，即使不是最高水準而是普遍行之的重要事項當然也想將之一提。

內容是以資料、圖表和照片爲主，並儘可能地將最新的成敗實例網羅進來。

在未述及正題以前，首先想就軸承的損耗及其對策的現狀，作二、三的述感。

(1)同樣失敗之易時易地重複問題

軸承的情形，與其他構造物、機器、機件以及機械部分有所不同，同樣失敗之易時易地重複的例子非常之多。這種問題，無論就滑動軸承而言，或拿滾動軸承來論，可以說都是相同的，就是在我們的近旁也不斷會有似此實例的經驗。雖云理論和技術都是在日新月異地進步着，可是前人的苦心和教訓却未在後人的實用上生根。祇是關於軸承問題，詳細介紹失敗的實例，其在實用上的重要性也是和研究潤滑理論與技術的進步等量齊觀的，所以希望能夠就此道路多加開創。

滑動軸承之由於偏心和適配不良而發生膠執，以及滾動軸承之由於配合面潛變和密封裝置不良而發生漏油和摩耗等，到現在爲止不知道已經不斷地重複過幾次了的問題却仍然還在發生着。

若就與著者有關係的鐵路車輛來說時，則日本也包括在內的世界各國對於車軸用滑動軸承膠執問題的防止，幾十年來所下的工夫可以說是耗盡了心血。然而，就滾動軸承來說，根據我們本身在戰後大量採用的滾動軸承，數

年之間，經過苦心慘淡的努力，才獲得了一些經驗。可是，後來獲悉在較我們遲了一些採用滾動軸承的電動機械和建設機械的領域上却將我們所經驗過的完全同樣的失敗一成不變地被他們給重複了。簡直是太大的損失了！似此問題，究其原因當然也和沒有適切的，具體的而以現場為對象的解說書和指導書不無關係。總之，這是一件非得設法防止的事情。

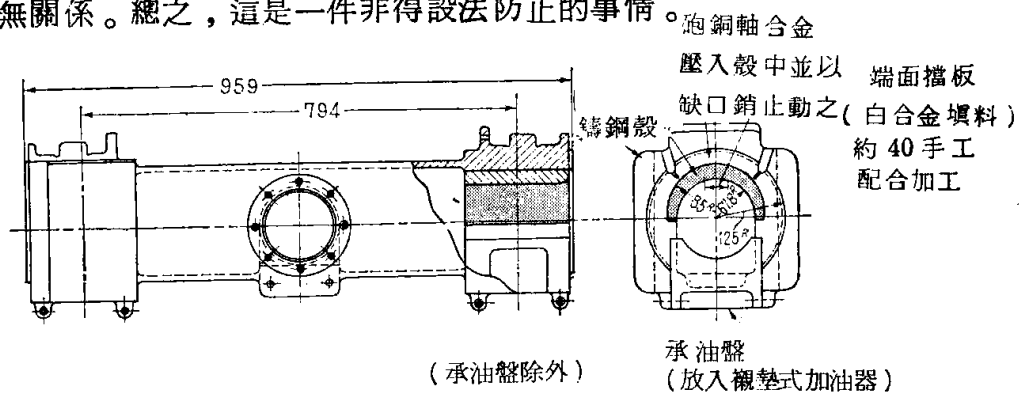


圖 1 車輛用滑動軸承（內軸承式）
軸徑 130 mm，軸承負荷 6t

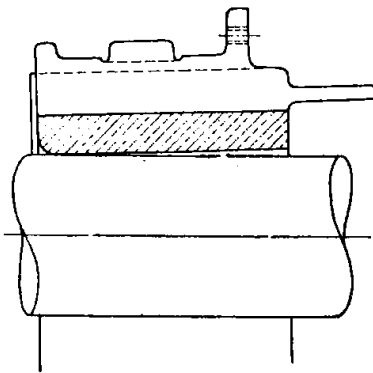


圖 2 由於車輛撓度所發生的
偏心

第 1 圖雖然是採用內軸承（inside bearing）（軸承是在車輪內側的軸承形式）時的車軸用滑動軸承，可是因為左右的軸承並不個別帶殼（housing）而是壓入整體殼中來固定的，所以當軸受到負荷而由於彈性變形發生撓曲時，軸承合金和軸頸的接觸當然要像第 2 圖那樣的偏心了。而且，因為軸的撓度在負荷的大小和方向發生變化時將有改變，所以這種偏心在空車和裝載車的情形下也有不同；即使說在空車情形是處於適配狀態，在裝載車的情形下也會立刻出現偏心的。若是在通常的使用條件之下，似此情形當然就會發生軸承的膠執，所以必需

將軸的剛性和殼的剛性之間的關係選於適當之值，或將左右的軸承分開改為自由支撐始可。與軸和殼相關連的滑動軸承的偏心接觸問題，雖然很久就有過幾次重複的失敗，可是在事實上，這個問題竟在最近……而且是重要的試製車輛上也發生了。著者說出這話，不但根本沒有對於擔當該項設計製造的工程人員加以指責的意思，同時也決不認為那些人員在工程方面有什麼疏忽

的地方，祇是覺得像這種同樣失敗之一再重演實在是有些惋惜而已。

此外，在某一電動機械中的滾動軸承，其用法雖然是時常迴轉時常不迴轉而不斷地受到其他迴轉機械振動的干擾（並非很大的振動而是普通程度極其常見的振動），可是在這具滾動軸承滾動面內滾動件的節距上却由於摩擦腐蝕（fretting corrosion）產生了顯著的摩擦痕（叫做擬似壓痕，乃是有點接觸或線接觸的部分，在其微動接觸的本源處因被削而產生的凹溝）。這個問題，雖然是最近才經驗到的，可是到現在為止却也有過很多次的重複失敗，當然是必需改用滑動軸承的（通常，使用滾動軸承是解決不了的）。

(2)在設計中應該活生生地反映出維護方面的知識和經驗

茲舉一例。最近建設機械化協會爲了制訂建設機械用滾動軸承的更換基準，曾經就開路機作了一次軸承和油封（oil seal）的實態調查。發現軸承的磨耗、銹蝕以及配合面上的潛變（creep）非但顯著，實在已經到了慘淡的狀態。其中，潛變是配合的問題，磨耗和銹蝕是在潤滑油裡混入雜物（磨耗粉末、土砂和水等）的問題，尤其屬於密封裝置的油封問題更爲嚴重。可是，凡此種種，就現在情形言之，還不能說是已經反映到設計方面來了。傳動部分和電線控制裝置部分的油封，因爲高溫關係已經發生熱老化而幾乎是呈現硬化、龜裂或損壞了（第3圖就是傳動部分的油封在使用以後的情形的一個例子）。此外，蓋有土砂

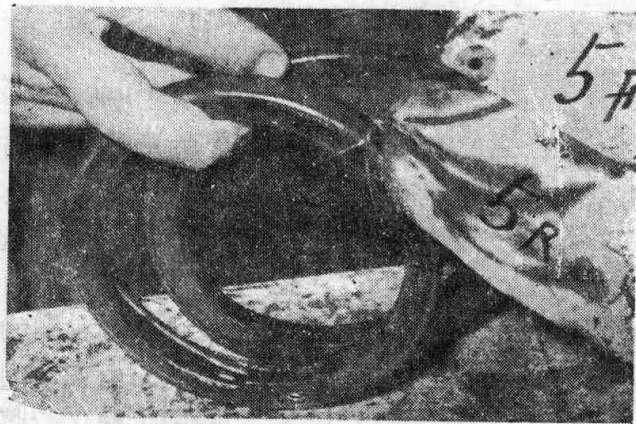


圖3 開路機傳動部分油封使用後的情形

爲泥埋住，油封中的彈簧也塞滿了泥而根本不能動作，不但軸和油封都有着嚴重的磨耗，而且完全失去封閉作用的情形爲數亦多。即使是就沒有直接被土砂蓋上的部分觀之，也由於空氣中的塵埃而產生磨耗，潤滑油爲砂塵、泥和水所污穢，軸承的磨耗和銹蝕情形更爲嚴重。假若不從設計上來澈底的講求防塵方法而採用這樣的油封使用法時，恐怕在防塵、防水和防止漏油的各方面都將歸於無用。似此實例，並非祇限於建設機械，凡與軸承有關係的各領域中也常有之。因此，在設計中之需要活生生地反映出維護方面的知識和

X

有進者，當軸承材料，形狀尺寸、潤滑劑和潤滑法等的一部分有所改變時，其因考慮不周而導致重大失敗的情形也是屢見不鮮的。這種事例，最近在一
流廠家也曾經發生許多次軸承事故。對於這些問題，軸承的設計人員即使是
爲了不常錯誤也需要澈底瞭解潤滑技術，才能應付得了的。解決軸承和潤滑
的問題，雖然都是屬於無名英雄的工作，從來都不爲人所注目，即使做得很
好也是屬於應該而不會受到讚揚，可以說是一種冤大頭的角色，然而切勿忘
懷者，它同時也是一項常制機械於死命之最爲重要的工作！

經驗的情形是極其多的。

(3) 軸承損耗防止的大部分問題均應歸結於設計

操作以及其他維護方面的問題當更嚴重。即使就前述的建設機械為例來說，就曾使用混有很多塵埃的污油來沖洗軸承；儘管在外觀上看起來是清潔的而嚴密地說來確是滿布着灰塵，凡是檢查時之迴轉情形不良概皆由於沖洗的不夠澈底，就是對油封來說，如果最重要的封口 (seal lip) 所接觸對象的軸面是滿布蜂巢般的填料面，或是粗澀不滑的面，或是亂行配合的面，其情形也必定是狼狽不堪的。

儘管如此，關於軸承損耗防止的大部分責任還是在於設計；蓋祇要達到某種程度的水準即可而無需更為熟練的維護工程人員或工作人員才是維護技術的理想境地。祇是就現階段的情形言之，精明幹練維護技術的需要，著者非但無法否定，而且認為這樣才是合理而經濟的哩。然而，軸承設計人員之應抱有理想銳意求進乃屬當然之事，就是在現狀之下也應該將祇要設計好了就可以救出軸承損耗的半數的念頭銘記在心的。即使就現實觀之，也會覺得所謂軸承損耗防止的對策，其必需踏進設計方面去解決的問題當較祇從維護方面來解決的猶多。

(4) 不具備有關潤滑技術的知識就不可能從事現在軸承的設計

不具備關於潤滑劑和潤滑法等潤滑技術的知識，非但不可能設計現在的軸承，而且也更不可能防止損耗。值得讚揚的是現在在滑動軸承和滾動軸承兩者的設計陣容當中都逐漸地擁有了能幹的潤滑技術人才。就是在潤滑油和滑脂 (grease) 等的日本工業規格 (JIS) 制定中，軸承設計方面的潤滑技術人員，不但參與了計劃，而且更有很踴躍的發言。然而，也不能就此即云滿足；特別是有關密封裝置、過濾裝置、淨化裝置以及沖洗裝置等，其不能令人滿意的地方猶多。

若再引建設機械為例時，雖然會構成專以建設機械為靶子的形式，可是擬請承認者，這也不過是屬於冰山的一角而已，即在其他領域中也是彼此彼此的。軸承損害防止的工作可謂任重而道遠，如今也不過是好不容易地才告就緒，即使就軸承工業觀之，雖然號稱是日本最高水準的高度精密工業之一，可是在其設計的陣容之中也有缺乏關於成為潤滑技術根幹的滑動軸承的知識的指摘。

此外，當在躍進般的條件下設計嚴苛而困難的東西時，雖云注意多差錯少，可是所謂實用條件乃是在長久歲月之間不知不覺中嚴苛起來的，若非設計亦步亦趨地趕上時代的進步，就將在某一時期當中遭遇連續地失敗了。C

目 錄

譯 序

原 序

序 論

第 I 篇 滾動軸承

第 1 章 滾動軸承的損耗概要	1	因素	20
1-1 故障與壽命	1	(1) 軸承材料	20
1-2 故障的種類、原因及其對策	3	(2) 軸承間隙	29
第 2 章 滾動軸承的壽命問題及其對策		(3) 軸承的內部設計	29
2-1 滾動疲勞現象和滾動軸承的壽命	12	(4) 加工與表面粗度	29
2-2 滾動軸承的負荷理論	12	(5) 安裝精度	29
2-3 滾動疲勞的構成	14	(6) 力矩負荷與衝擊負荷	30
(1) 發生在滾動接觸部分的應力	14	2-5 影響滾動軸承壽命的潤滑問題	30
(2) 滾動疲勞的構成	17	(1) 潤滑與滾動軸承的壽命	30
(3) 彈性接觸理論之向塑性域的擴張	19	(2) 潤滑油粘度的影響	33
(4) 在有切力情形下滾動疲勞的構成	20	(3) 油性等的影響	37
2-4 影響滾動軸承壽命的諸因素		(4) 高溫潤滑下的滾動疲勞壽命(特別是以合成潤滑油和固體潤滑劑為中心)	40
		第 3 章 在滾動軸承損耗防止上必需考慮到的設計問題	

3-1	軸承負荷的計算	49	4-5	潤滑劑中混入雜物的影響及其對策	101
(1)	有關計算軸承負荷的基本事項	49	4-6	潤滑管理	101
(2)	振動與軸承負荷	53	(1)	潤滑管理的應有狀態及其實施方法	101
(3)	衝擊負荷的處理	53	(2)	資材管理	103
(4)	力矩負荷的處理	54	(3)	技術管理	105
(5)	安裝精度與軸承負荷	55	第5章 有關滾動軸承損耗的最近實例及其對策		
(6)	軸、殼的剛性與軸承負荷	56	5-1	鐵路車輛用滾動軸承	107
(7)	其他	56	(1)	車輛用滾子軸承的故障	107
3-2	配合與軸承間隙	59	(2)	主電動機用滾動軸承的故障	125
(1)	配合	59	(3)	驅動裝置用滾動軸承的故障	129
(2)	軸承間隙	68	5-2	建設機械用滾動軸承	132
3-3	潤滑、密封裝置、過濾裝置及其他	72	(1)	建設機械用滾動軸承損耗的特徵	132
(1)	有關潤滑的各種問題	72	(2)	最近建設機械用滾動軸承損耗的一例	133
(2)	密封裝置	80	(3)	建設機械的密封裝置	135
(3)	過濾裝置	84	第II篇 滑動軸承		
第4章 在滾動軸承損耗防止上必需考慮到的維護問題			第1章 滑動軸承的種類與特性		
4-1	操作場所的整理	88	1-1	概說	141
4-2	軸承的安裝	9	1-2	滑動軸承的分類與構造舉例	142
(1)	安裝前的準備工作	89	(1)	頸軸承	145
(2)	關於安裝的注意事項	90	(2)	止推軸承	149
(3)	軸承間隙的調整	92	第2章 滑動軸承的材料		
(4)	安裝後的檢查與試俾	94	2-1	滑動軸承材料的概要	153
4-3	軸承的拆卸與沖洗	97	2-2	鑄鐵	154
(1)	關於拆卸的注意事項	97	2-3	軸承合金	154
(2)	沖洗	97			
4-4	檢查和使用限度	98			
(1)	操作中的檢查	98			
(2)	拆裝時的檢查	99			
(3)	使用限度	99			

(1) Sn 基與 Pb 基合金 (白合金)	155	3-4 損壞及其對策	202
(2) Cu—Pb 基合金 (kelmet)	157	(1) 損壞的分類	202
(3) Cu 基合金	161	(2) 疲勞剝脫的構成、特性及其對策	202
(4) Al 基合金	162	3-5 腐蝕、沖蝕、點蝕摩耗及其對策	204
(5) Zn 基與 Cd 基合金	164	(1) 腐蝕	204
(6) Ag	166	(2) 侵蝕	206
(7) 低融點金屬薄膜	166	(3) 點蝕摩耗	208
2-4 樹脂軸承	169	第4章 在滑動軸承損耗防止上必需考慮到的設計問題	
(1) 電木	169	4-1 頸軸承	210
(2) 尼龍	170	(1) 油膜軸承	210
2-5 木質軸承	170	(2) 氣體軸承、靜壓軸承、邊界潤滑軸承和乾燥摩擦軸承	225
2-6 橡膠軸承	171	4-2 止推軸承	225
2-7 石墨軸承	171	第5章 在滑動軸承損耗防止上必需考慮到的維護問題	
2-8 自潤滑軸承	172	5-1 滑動軸承維護技術的理想狀態	228
2-9 其他軸承材料	178	5-2 軸承合金和頸的加工與調整	228
2-10 表面處理法	178	(1) 概論	228
2-11 襯裏和殼	179	(2) 軸承合金的加工	229
第3章 滑動軸承損耗的構成與對策		(3) 頸的加工	230
3-1 損耗概說	180	(4) 殼和軸承的裝配調整	234
3-2 發燒、膠執及其對策	181	5-3 適配運轉 (Running-in)	236
(1) 發燒、膠執的構成、特性及其對策	181	5-4 雜物對於潤滑的影響及其對策	238
(2) 發燒、膠執的各種實際問題及其對策	189	(1) 雜物的影響	238
(3) 操作中發燒、膠執的檢查	195	(2) 雜物的種類和特性	239
3-3 摩耗及其對策	196	(3) 對策	240
(1) 摩耗的定義和分類	196		
(2) 摩耗的構成、特性及其對策	196		
(3) 操作中摩耗的檢查	201		

5-5	潤滑管理	241
(1)	資材管理	241
(2)	技術管理	242
資料1	關於潤滑的術語	247
資料2	滾動軸承術語	274
資料3	潤滑油的日本工業規格	351
資料4	滑脂的日本工業規格	363
資料5	潤滑劑的試驗方法	368
資料6	滾動軸承用潤滑油和滑脂的選擇指南	379
資料7	滾動軸承的限界速度指數 dn 值與 dmn 值	387
資料8	迴轉軸徑的 JIS 標準和標準數的 JIS	391
資料9	防銹劑的 JIS 標準、美軍規格防銹油和 Hot on 公司的標準工業用防銹油	395
索引		400

第 I 篇 滾動軸承

第一章 滾動軸承的損耗概要

1-1 故障與壽命

不但通常都是將由額定壽命 (rated life) 而產生的滾動面疲勞剝脫也包括在滾動軸承 (roller bearing) 中來處理，而且從實際使用軸承的立場來說，無論是由額定壽命所產生的剝脫或是其他故障，其屬於軸承發燒、膠執或不能發揮正常操作性能的問題，則並無二致。然而，嚴格說來由額定壽命所產生的剝脫確與故障有所不同；蓋從潤滑管理和故障防止對策的立場來觀察時，其需將之分開來作個別的研究乃屬當然。在滾動軸承的壽命中，有在軸承選取和使用上作為標準的所謂計算壽命 (rating life, 即所謂額定壽命或 90% 壽命)。這種壽命不但是因軸承的形式尺寸而異的一種可能加到軸承的負荷因數 (load factor)，而且也是使某一形式尺寸的軸承在一定條件之下迴轉時，將有軸承全數的 90 % 不在軌道環的軌道或滾動件 (rolling element) 的滾動面上發生疲勞現象而能夠迴轉的總轉數，就叫做對於該一形式尺寸的軸承在該一負荷下的計算壽命。可是，因為已知軸承的壽命幾乎是和軸承負荷的 3 次方 (根據 palmgren 的說法是點接觸軸承為 3，線接觸軸承為 $10/3$) 成比例，所以若以 10^6 轉為單位來表示的計算壽命為 L ，加在軸承上的負荷為 P 而另將算得 10^6 轉計算壽命時的軸承負荷 (將之叫做基本負荷容量 (fundamental load capacity) 或稱基本額定負荷 (fundamental rated load) 特別規定為 C 時，則得

$$L = (C / P)^3$$

所以，若就每一軸承的形式尺寸重新求出這個基本負荷容量 C 而將之加以規