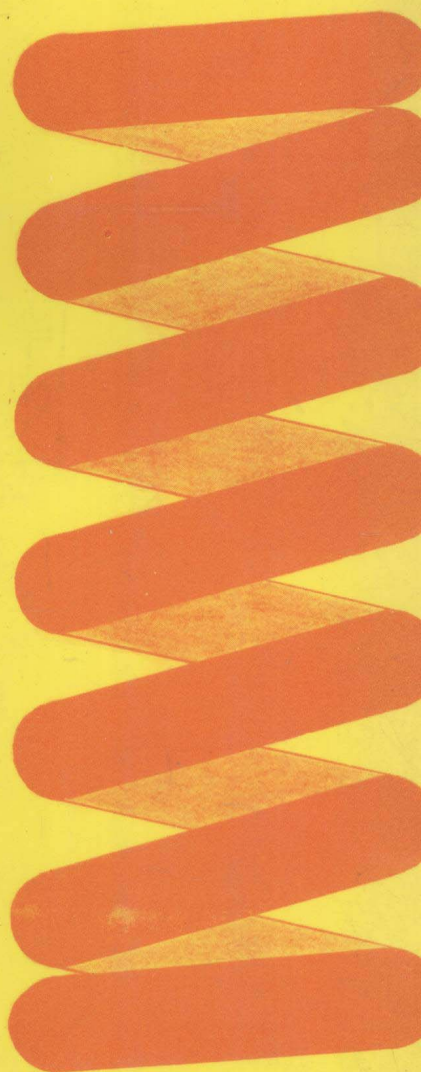


科學技術用書

彈簧之 設計及製造

日本ばね技術研究會編
賴耿陽 譯著

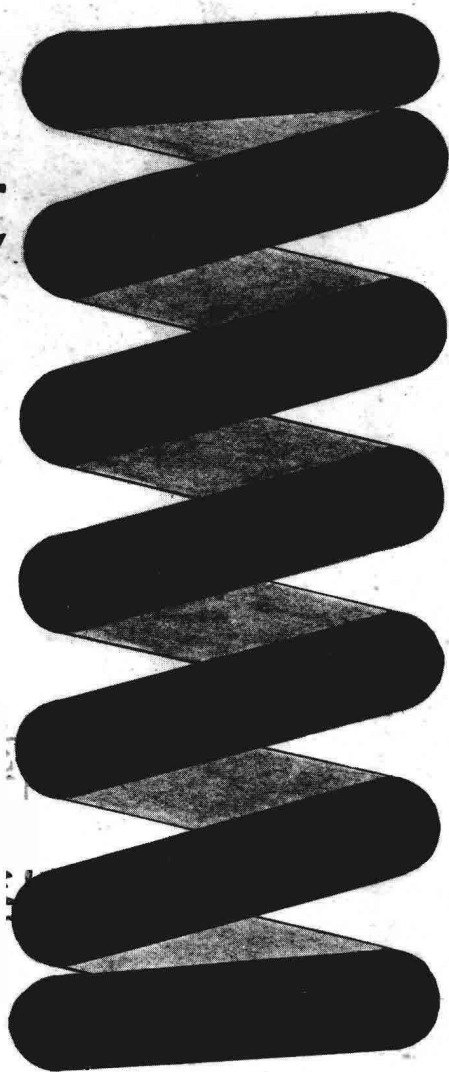


復漢出版社印行

科學技術用書

彈簧之 設計及製造

日本ばね技術研究會編
賴耿陽 譯著



復漢出版社印行

中華民國七十四年 五月出版

彈簧之設計及製造

原著者：日本ばね技術研究協會

譯著者：賴 耿

出版者：復 漢 出 版 社 陽

地址：台南市德光街六五一號

郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈 岳 林

印刷者：國 發 印 刷 廠

版權所有
翻印必究

平裝 B
元 〇五一 裝 精
元 五七一 裝

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

前 言

日本彈簧協會及彈簧技術研究會曾編輯發行有關金屬彈簧的專書——「彈簧」，該書網羅金屬彈簧的材料、設計、製造及檢查，因是彈簧界技術者用的綜合專門書，其內容獲極高評價，同時引起人們要求平易的解說書，供使用彈簧的一般技術者或工科系學生閱讀。

彈簧技術研究會在刊行「彈簧」的同時，企劃該解說書的編輯，委託編輯委員及執筆者負責「彈簧」的編輯及執筆。

本書為「彈簧」的解說書，旨在使使用彈簧的一般技術者或學生容易設計彈簧，所以本書的主體為彈簧的設計，例題豐富，並略涉材料及製造法等，以為設計上的必要常識。

彈簧已廣用於工業上各分野，本書為技術者及學生的參考書或教科書，若有助於諸君設計彈簧，甚幸。

日本彈簧技術研究會 編

譯者 賴耿陽

成功大學
工程科學系人

1977年11月

編輯委員簡介

委員長
編輯委員

亘理厚（東京大學）
內山道良（三菱製鋼株式會社）
大里德至郎（中央發條株式會社）
小玉正雄（埼玉大學）
志熊平治郎（日本發條株式會社）
杉坂治元（株式會社加藤彈簧製作所）
富田勝信（三菱製鋼株式會社）

執筆者簡介

執筆者

安達隆二（日本發條株式會社）
岩崎茂夫（三菱製鋼株式會社）
內山道良（三菱製鋼株式會社）
大里德至郎（中央發條株式會社）
大野明（日本發條株式會社）
小玉正雄（埼玉大學）
小林節夫（日本發條株式會社）
近藤義朗（中央發條株式會社）
志熊平治郎（日本發條株式會社）
杉坂治元（株式會社加藤彈簧製作所）
富田勝信（三菱製鋼株式會社）
中村昭一（日本發條株式會社）
丸島博（中央發條株式會社）

目 次

總 論

第一章 設計概說	3
1.1 彈簧的種類與作用	3
1.1.1 彈簧的作用	3
1.1.2 彈簧的種類	5
1.2 材料的選擇	7
1.3 應力的取法	10
1.3.1 靜荷重的場合	12
1.3.2 衝擊荷重的場合	12
1.3.3 反覆荷重的場合	13
第二章 彈簧用金屬材料	19
2.1 熱間加工彈簧鋼	19
2.1.1 彈簧鋼	19
2.1.2 琴絲線材、硬鋼線材	21
2.1.3 高合金彈簧鋼	22
2.1.4 不銹鋼棒	22
2.2 冷間加工彈簧鋼	22
2.2.1 琴絲線	23
2.2.2 硬鋼線	24
2.2.3 油回火線	24
2.2.4 不銹鋼線	25
2.2.5 鋼帶	26
2.2.6 不銹鋼帶	26
2.3 彈簧用非鐵金屬材料	27
2.3.1 銅合金系彈簧材料	27
2.3.2 其他的合金彈簧材料	28
第三章 熱處理	29
3.1 退火、正常化	30
3.1.1 低溫退火	30
3.1.2 正常化	30

3.2 淬火、回火	30
3.2.1 淬火	31
3.2.2 回火	31
3.2.3 徐緩淬火	33
3.2.4 淬火回火彈簧鋼的性質	34
3.2.5 淬火回火的主要因素	35
3.3 發藍（低溫退火）	41
3.4 析出時效	42
3.5 非鐵材料的熱處理	43

各 論

第一章 壓縮螺旋彈簧	47
1.1 特色與用途	47
1.2 計算式	47
1.2.1 圖形斷面的場合	47
1.2.2 長方形斷面的場合	54
1.2.3 組合彈簧	55
1.2.4 不等螺距彈簧	58
1.2.5 圓錐螺旋彈簧	59
1.2.6 鼓形螺旋彈簧	66
1.2.7 桶形螺旋彈簧	68
1.3 設計上的注意事項	69
1.3.1 端部的形狀	69
1.3.2 有效圈數	69
1.3.3 橫彈性係數	71
1.3.4 螺距角的影響	71
1.3.5 荷重的偏心	72
1.3.6 挫曲	73
1.3.7 尺寸差的影響	73
1.3.8 預變形 (Presetting)	74
1.3.9 緩衝	75
1.3.10 激動 (Surging)	79
1.4 應力的取法	81
1.4.1 對荷重的考慮	81
1.4.2 對疲勞的考慮	82
1.4.3 對使用環境的考慮	85
1.4.4 容許應力	86
1.5 設計實務	88
1.5.1 材料的選擇	88
1.5.2 設計例	89

1.5.3 圖面及規範	111	1.5.4 容許差	113
1.6 製造及檢查	115		
1.6.1 製造上的要點	115	1.6.3 冷間成形螺旋彈簧	120
1.6.2 熱間成形螺旋彈簧的製造	116	1.6.4 檢查	121
第二章 拉張螺旋彈簧	123		
2.1 特色與用途	123		
2.2 計算式	123		
2.3 設計上的注意事項	124		
2.3.1 兩端部的形狀	124	2.3.3 鈎部對撓度的影響	127
2.3.2 鈎部的壓力集中	126	2.3.4 初張力	127
2.4 應力的取法	128		
2.4.1 對荷重的考慮	128	2.4.3 容許應力	129
2.4.2 對疲勞的考慮	129		
2.5 設計實務	129		
2.6 製造及檢查	130		
第三章 扭轉螺旋彈簧	131		
3.1 特色與用途	131		
3.2 計算式	131		
3.2.1 圓形斷面的場合	132	3.2.2 長方形斷面的場合	132
3.3 設計上的注意事項	133		
3.3.1 扭轉方向與應力的關係	133	3.3.3 導引棒的選定	134
3.3.2 負荷所致圈數的增加與平均螺旋徑的		3.3.4 端部的形狀	134
3.4 應力的取法	134		
3.4.1 對荷重的考慮	135	3.4.2 對疲勞的考慮	135

3.4.3 容許應力·····	135
3.5 設計實務·····	135
3.5.1 材料的選擇·····	135
3.5.2 計算例·····	136
3.5.3 圖面及規範·····	136
第四章 其他的螺旋彈簧·····	138
第五章 疊板彈簧·····	140
5.1 特色與用途·····	140
5.1.1 種類、細部名稱、構造·····	140
5.1.2 特色與用途·····	141
5.2 計算式·····	143
5.2.1 基礎式·····	143
5.2.2 二板彈簧·····	145
5.2.3 對稱形疊板彈簧·····	146
5.2.4 非對稱形疊板彈簧·····	150
5.2.5 非線型疊板彈簧·····	151
5.3 設計上的注意事項·····	156
5.3.1 彈簧眼的移動·····	156
5.3.2 Nip·····	156
5.3.3 板間摩擦·····	158
5.3.4 Wind-up ·····	158
5.4 應力的取法·····	159
5.4.1 對荷重的考慮·····	160
5.4.2 對疲勞的考慮·····	161
5.4.3 對環境的考慮·····	164
5.4.4 容許應力·····	165
5.5 設計實務·····	166
5.5.1 材料的選擇·····	166
5.5.2 設計例·····	167
5.5.3 圖面的畫法·····	173
5.5.4 標準容許差·····	173
5.6 製造及檢查·····	175
5.6.1 製造·····	175
5.6.2 檢查·····	179
第六章 扭桿(Torsion-bar spring)·····	180
6.1 特色與用途·····	180
6.2 計算式·····	180

6.2.1 單件時的計算式	180	6.2.2 組合臂時的計算式	184
6.3 設計上的注意事項	187		
6.4 應力的取法	187		
6.4.1 對荷重的考慮	188	6.4.3 容許應力	188
6.4.2 對疲勞的考慮	188		
6.5 設計實務	189		
6.5.1 材料的選擇	189	6.5.4 計算例	190
6.5.2 端部的形狀	189	6.5.5 圖面的畫法	191
6.5.3 推拔部的形狀與等值長度	189		
6.6 製造及檢查	191		
6.6.1 製造	191	6.6.2 檢查	193
第七章 渦形彈簧	195		
7.1 特色與用途	195		
7.2 計算式	195		
7.2.1 非接觸型渦形彈簧	195	7.2.2 接觸型渦形彈簧 (發條彈簧)	197
7.3 設計上的注意事項	200		
7.3.1 非接觸型渦形彈簧	200	7.3.2 接觸型渦形彈簧	200
7.4 應力的取法	201		
7.5 設計實務	201		
7.5.1 非接觸型渦形彈簧	201	7.5.2 接觸型渦形彈簧	202
7.6 製造及檢查	203		
7.6.1 製造	203	7.6.2 檢查	205
第八章 薄板彈簧	206		
8.1 特色與用途	206		

8.2 計算式	206
8.2.1 直線狀態臂彈簧	206
8.2.2 圓弧狀態臂彈簧	209
8.2.3 有圓弧與直線部的彈簧	211
8.3 設計上的注意事項	213
8.3.1 彎曲加工部份的半徑	213
8.3.2 缺口或孔部的應力	214
8.3.3 板厚、板寬及其他尺寸容許值	214
8.4 應力的取法	215
8.4.1 薄板彈簧用材料	215
8.4.2 薄板彈簧的容許應力	215
8.5 設計實務	215
8.6 製造及檢查	216

第九章 盤 簧.....219

9.1 特色與用途	219
9.2 計算式	219
9.3 設計上的注意事項	221
9.3.1 尺寸指定	221
9.3.2 彈簧特性的指定	222
9.4 應力的取法	222
9.4.1 靜荷重的場合	222
9.4.2 動荷重的場合	222
9.5 設計實務	223
9.5.1 計算圖表	223
9.5.2 計算方法	224

第十章 彈簧墊圈.....226

10.1 特色與用途	226
10.2 計算式	227
10.3 設計上的注意事項	230
10.4 應力的取法	230
10.4.1 彈簧墊圈用材料	230
10.4.2 彈簧墊圈的容許應力	231
10.4.3 波形墊圈的容許	231

應力.....	231
10.5 設計實務.....	231
10.6 製造及檢查.....	232
10.6.1 彈簧墊圈的製造.....	232
10.6.2 有齒墊圈的製造.....	232
10.6.3 彈簧墊圈的檢查.....	233
10.6.4 有齒墊圈的檢查.....	234
第十一章 線細工彈簧.....	235
11.1 特色與用途.....	235
11.2 計算式.....	235
11.3 設計上的注意事項.....	237
11.4 應力的取法.....	238
11.4.1 線細工彈簧用材.....	238
11.4.2 容許應力.....	238
11.5 設計實務.....	238
11.6 製造及檢查.....	239
第十二章 扣 環.....	240
12.1 特色與用途.....	240
12.2 計算式.....	240
12.2.1 C形偏心扣環.....	243
12.2.2 C形同心扣環.....	244
12.2.3 扣環的容許軸向荷重.....	244
12.3 設計上的注意事項.....	245
12.4 應力的取法.....	245
12.5 製造及檢查.....	246
12.5.1 製造.....	246
12.5.2 檢查.....	246
第十三章 環形彈簧.....	248
13.1 特色與用途.....	248

13.2	計算式.....	249
13.3	設計上的注意事項.....	251
13.4	應力的取法.....	251

總 論



1. 設計概說

1.1 彈簧的種類與作用

彈簧乃機械要素之一，作成適當的形狀，充分利用材料的彈性、吸收能量的能力；因而只要是彈性體，即可用為材料；極端而言，軌道、橋樑之類的構造物也可說是一種彈簧作用，但是，用為一般機械要素的彈簧若用彈性範圍少的材料，則會因小外力或變形而超越彈性限度，消除外力後仍殘留變形，減少彈簧作用；因而彈性材料首須要求彈性域大——亦即彈性限度高，實用上常用金屬材料。

1.1.1 彈簧的作用

彈簧可利用的性質或作用如下：

(a) 荷重與變形的關係 作用於彈簧的荷重 P 與所致彈簧的變形 δ 如圖 1.1 (a) 所示成正比，正比例常數 k ——亦即彈簧單位變形所需的荷重稱為彈簧常數。

$$P = k \delta \quad (1.1)$$

通常彈簧常數一定，不過，特殊場合如圖 1.1 (b)、(c)、(d)、(e) 等所示，荷重與變形的關係很複雜。

(b) 能量的吸收 彈簧吸收積蓄的能量 U 通常表成

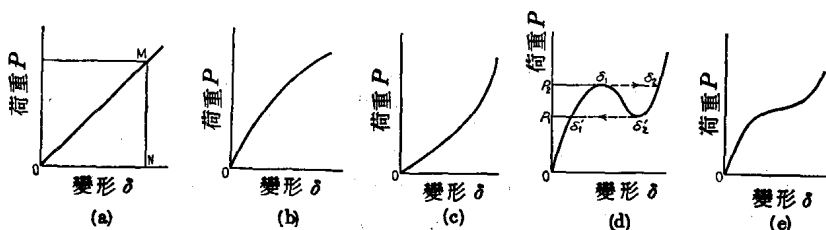


圖 1.1 各種彈簧的荷重特性

$$U = \frac{1}{2} k \delta^2 \quad (1.2)$$

在圖 1.1 (a) 中，相當於三角形 OMN 的面積，能量吸收大者愈適於緩和衝擊等。

圖 1.1 所示荷重與變形的關係是荷重增加時與減少時都相同，不過有的彈簧構造如圖 1.2 所示，荷重增加與減少時的關係不同，此時，1 循環中所包圍的面積所表示的能量成為摩擦能等而消費。

(c) 固有振動 對彈簧賦予荷重、變形等外來因素後，排除這此因素，彈簧以其固有的振動數進行固有振動，設彈簧本身質量為 m_s ，則其固有振動 f_s 為

$$f_s = \alpha \sqrt{k/m_s} \quad (1.3)$$

(α 為取決於支持條件和振動樣式的常數)

(d) 振動的絕緣 為了防止機械的振動經由地基傳給其他建築物、機械，或為了防止其他機械的振動從地基傳到機械或計器，有時以彈簧支持機械，如圖 1.3 所示，將質量 m 的機械經由彈簧安裝於地基時，從振動的機械傳到地基的力之傳達率或由振動的地基傳到機械的位移之傳達率取決於振動機械或地基的振動數，固有振動數，減衰係數比等。

(e) 衝擊的緩和 彈簧遭受衝擊時，假設質量 m 的物體以速度 v 衝撞彈簧，則為了提高緩衝的效果，要將物體所有的運動能量全部變成彈簧的彈性能量，因而設彈簧的最大變形為 $\delta_{\max}$ ，則有下示關係：

$$P_{\max} = k \delta_{\max} = \sqrt{mkv} \quad (1.4)$$

緩衝用彈簧由此條件定出彈簧常數。

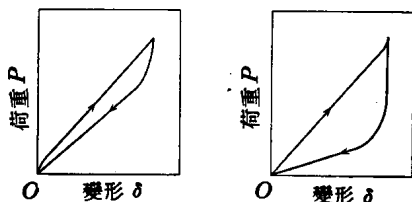


圖 1.2 加荷重減荷重所致彈簧的荷重特性

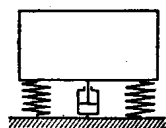


圖 1.3 振動傳達防止