

科學圖書大庫

架空行走  
起重機的設計和製圖

譯者 沈頌文

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

架空行走  
起重機的設計和製圖

譯者 沈頌文

徐氏基金會出版

# 原 序

日本經濟的進展的確驚人，隨着企業的合理化，起重機械的任務在各種生產事業的增強中都成為更加重要的因素了。

因此，起重機的生產也有顯著的增加，並使人覺得它在日本產業中所達成的任務是非常之大。

最初，日本機械學會為滿足產業界的期待，和德英兩國一樣，也定出了關於起重機的設計基準。也就是所謂「起重機鋼構造部分計算基準」者是。同時，日本勞働省\* 也有「起重機構造規格」的訂定，以作為策進產業安全的規則。

這本書，就是以嚴格遵守上述規則中的材料、許用應力、負荷、強度計算以及安全衛生規則等為前提，來進行討論和設計的。

近來，就架空行走起重機來說，不但有了許多的進步和改良，而且其輕量構造也到達了驚人的程度。這當然是由於高度的材料、機械工作以及得知正確負荷構造設計等的研究之所賜。

這本書，對於設計起重機的人們自不必說，同時也想使之成為大學工學院和工專在學的各位年青工程人員們的參考書，更深一層地了解起重機，並根據參考資料來設計合理的架空行走起重機時的指導書，來加以整理編纂，上册是以「機械部份的設計」為主，下冊則為「鋼構造部分的設計」。

讀者若能對於這本書賜予指摘與批判，當感榮幸。最後，在編纂這本書的時候，對於動力社經理原田守氏之熱心本書出版所作的努力，深致謝忱。

1965年新春 著者

## 譯 序

這本書是日本動力社發行之「機械設計叢書」中的第 5 卷上、下兩冊——石川七男・須藤敏男合著「架空行走起重機的設計和製圖」一書第 13 版（改訂版）的全譯本。

我所以不揣冒昧而想要將這本書翻譯成爲我國文字的理由如下。

(1)起重機，不但是我國現在可以自行設計和自行製造的一種機械，而且隨著我國工業的進展，它的生產數量和使用數量，都必然會與日俱增的。在這種情勢之下，無論就材料的經濟利用而言，或就工業安全的前提來論，都需要有一本關於設計方面的書來作爲參考。

(2)雖然在坊間書肆也可以買到關於起重機的中文書籍，可是若就我國工廠目前之以製造盒型架空行走起重機爲主的現況來說，像這本詳細談到關於這種型式起重機的設計和製圖問題的書，在中外著作之中尚不多見。因此，在其一經問世就成爲我國工廠設計人員的一本主要參考書了。

(3)誠然，就這本摻雜着約有半數漢字之關於計算方面的日文工程書籍來說，若由書商將之拷貝出售供應，即使由全然不懂日文的工程人員來看也未必不能了解，可是若從另外的一個角度觀之，在不能自行著作以前，却莫如花費一些工夫將之逐譯成爲自己國家的文字來得好一些了。

(4)際此世界經濟競爭愈演愈烈的當兒，關於設計方面的最新名著已經愈來愈少了。因此，採用在這本書裏面的設計方法，自然也不能稱之爲完全新穎；尤其是起重機的設計更與製造技術等諸多條件都有關係，設計人員祇要採取精華，加以創造，也就能夠得心應手了。若是基於此一觀點而就採人之長補己之短來說，載在這本書裏面的資料，想必也有許多是值得選用而有參考價值的。

(5)這本書，雖然下冊是關於起重機的專門著述，可是在上冊裏面所談到的一般機械設計問題也是方法簡捷，切合適用，對於初進工場從事設計的朋友們和大專機械系在學的同學們來說，都是值得一閱的。此外。在這本書裏，作者將日本現行之關於起重機的各種法規解說甚詳，對於此類問題有興趣

的人士來說，也是一本值得推薦的資料。

(6)去年，當賽洛瑪和微拉兩個颱風先後在臺省過境的時候，高基兩地均以起重機所遭受到的損失最為慘重，足見國人對於起重機問題缺乏瞭解，而在市面上也就更有出版這樣一本書的必要了。

基於上述的理由，我很早就想要將它翻譯成爲我國文字了；祇因在原書的第1至12版中，非但資料陳腐，而且還有錯誤的地方，以至未便動筆。這次，當其第13版改訂本問世的時候，才終於下定決心而將之翻譯出來了。然而，際此我國起重機規格尚在審議中的時候，有很多的專用名詞都無法從一般的名詞辭典之中查得出來。關於這點，我除了盡己所知隨其所在之處加註英文以外，並且還註有德文，以供讀者閱讀外文書籍時的參考。可是，由於我對於起重機設計問題所知不多，加以個人的學識有限，誤譯之處在所難免，深盼讀者先賢不吝指教，再版之時一定據以改正。

關於本書的逐譯，承蒙敝友吳劍琴先生特意從日本用航空掛號寄贈第13版原書兩冊，兵工廠陳爾活先生，台機同仁丁金城、李永源、高則同、彭熙麟、顏榮泉\* 諸位先生指教名詞，以及徐氏基金會慨允出版，始得問世，特誌於此，以表謝意。

最後，若能由於本書的譯出對於我國起重機的設計有所助益，當感榮幸。

中華民國 67 年春節

沈頌文 謹識

---

\*以尊姓的筆劃爲序

## 參考資料

著 者

H. Ernst

R. Hänchen

F. Bleich

日本機械學會

〃

〃

〃

日本工業規格

〃

荒井・本田

村田敏雄

國行・池田

石川七男

日刊工業新聞社

二反田 孝

書 名

Die Hebezeuge

Winden und Kran

Stahlhochbauten

荷役機械

機械設計

工學便覽

荷役・運搬機械に関する基準

JIS・鐵鋼・非鐵

JIS. B機械

荷役機械の設計

荷役及び運搬機械

起重機・構造と使い方

機械設計(1)(ウインチの設計製圖)

齒車便覽

標準機械製圖及設計

# 目 錄

## 原 序

## 譯 序

## 參考資料

## 第一章 概 論

- 1-1 架空行走起重機的種類……………1
- 1-1 設計架空行走起重機的南針……………5
- 1-3 計算強度的方法……………6
- 1-4 機械部分的效率……………9

## 第二章 基本設計

- 2-1 轉動部分的各種阻力……………10
- 2-2 電動機輸出的計算……………13
- 2-3 滑 輪……………16
- 2-4 鋼 索……………22
- 2-5 橫 軸……………34
- 2-6 吊 鈎……………36
- 2-7 車 輪……………50
- 2-8 鋼 軌……………61

## 第三章 主要部份的設計

- 3-1 捲 筒……………65
- 3-2 正齒輪……………74
- 3-3 螺旋齒輪……………93
- 3-4 斜齒輪……………96
- 3-5 蝸 輪……………100
- 3-6 軸……………106
- 3-7 聯結器……………130
- 3-8 鍵……………141

## 第四章 軸 承

- 4-1 滑動軸承……………149
- 4-2 滾動軸承……………161

## 第五章 機械煞車

- 5-1 各部分的名稱……………198
- 5-2 機械煞車的機能……………199
- 5-3 機械煞車的設計……………200
- 5-4 10 KW 機械煞車設計舉例……………202

## 第六章 吊 車

- 6-1 吊車的機能……………212
- 6-2 吊車的各部分……………212
- 6-3 抓斗……………218

## 第七章 電動裝置

- 1-1 電磁機器……………229
- 1-2 控制機器……………240

## 第八章 日本起重機等安全規則

- 1. 總 則……………246
- 2. 起重機……………247

## 第九章 日本起重機構造規則

- 1. 構造部份……………258
- 2. 機械部份……………269
- 3. 鋼索與吊鏈 ……273
- 4. 駕駛艙和操縱台  
……………275
- 5. 雜 則……………275
- 梁空行走起重機用繩  
槽輪……………306

# 第一章 概 論

## 1-1 架空行走起重機的種類

起重機是架設在工場和倉庫等的屋頂上面，在廠房的縱向安裝兩條軌道，桁架全體都是在這兩條軌上面行走，而裝有捲揚機的吊車( crab, trolley, die Laufkatze )就是橫行在桁架上面的。

**架空行走起重機** ( Overhead travelling crane, der Laufkran )的名稱 由於操作的使用目的和架設的場所而製成各種不同的型式。因之，其運動方式和形狀也就形形色色而各有不同了。名稱，固然是由於看法而被適當創造出來的較多，可是架空行走起重機總該有一個能夠巧妙表現其形狀和性能的名稱才是。關於這個問題，不但在 JIS 規格 JIS B0135「起重機用語」( 其 1、起重機的種類 )中採用了具有構造和形狀雙重意義的名稱，而且在 JIS 規格 B 8801 中也制定了「架空行走起重機」的規格。

架空行走起重機 { 迴轉式起重機  
吊重器式起重機  
吊車式起重機  
纜車式起重機  
旋轉載人吊車式起重機  
梭動桁式起重機

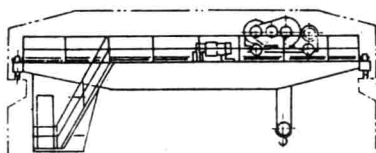


圖 1-1 架空行走起重機

特殊架空行走起重機 { 裝入起重機  
熔桶起重機  
鑄錠起重機  
帶爪起重機  
鍛造起重機  
淬火起重機  
堆積機式起重機

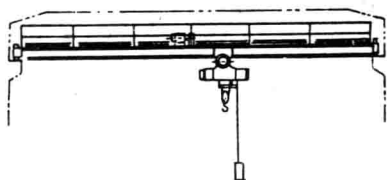


圖 1-2 單軌式架空行走起重機

## 2 架空行走起重機的設計和製圖（上）

**架空行走起重機** 在主桁上面有吊車，可以實施捲揚、橫行和縱行的三種運動。主桁有構架桁和板桁的兩種構造。如果是大形的話，在主吊以外還帶有副吊。普通型架空行走起重機的使用率約有全體起重機之 90 % 左右。

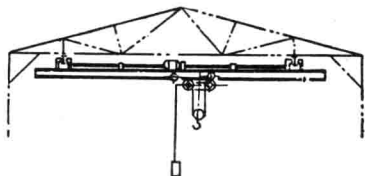


圖 1-3 吊重器式懸垂起重機

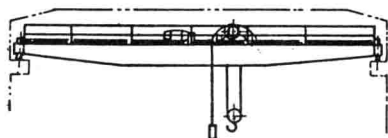


圖 1-4 雙軌吊重器架空行走起重機

在使用頻度較小的起重機中，也有將吊重器用在捲揚部分的吊重器架空行走起重機（Overhead travelling crane with hoist, der Elektrzuglaufkran）作為輕作業用而廣為採用着。利用工形梁作桁架，有單桁的，也有複桁的。

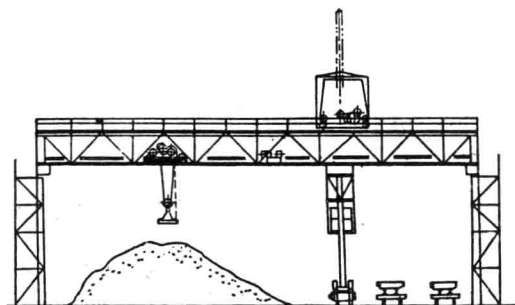


圖 1-5 原料起重機

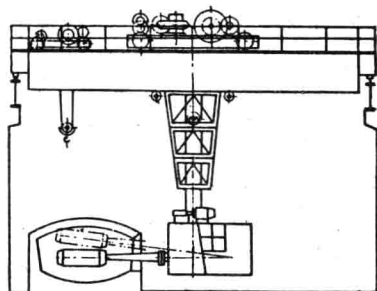


圖 1-6 裝入起重機

除此以外，還有迴轉式架空行走起重機（rotary overhead travelling crane, der Drehkran）纜車式架空行走起重機（overhead travelling crane with rope-trolley），旋轉載人吊車式架空行走起重機（Overhead travelling crane with slewing man-trolley），梭動桁式架空行走起重機（Overhead travelling crane with shuttle girder）等。

**原料起重機**（Raw Material Crane, der Rohmaterialkran）這是在鍊鋼鍊鐵廠的起重機，乃是當將以碎鐵為主的原料放入平爐的時候，用來將原料從原料放置場搬運到裝入起重機轉送台去的。如同抱着原料箱似地來捲揚，使嚮導方鐵條上下以免原料箱發生搖動，也有在副鉤上置以磁鐵來使碎鐵裝到原料箱裏去。因為使用頻度較大，所以要將動負荷係數取在 1.4 ~ 1.9 之間。

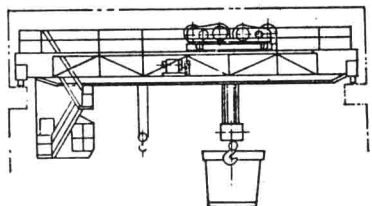


圖 1-7 熔桶起重機

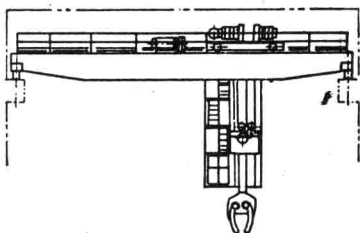


圖 1-8 鑄錠起重機

**裝入起重機** (Charging crane, der Chargierkran) 這是將裝到原料箱裏面的碎鐵裝入平爐並使原料箱迴轉而將原料倒在爐裏面去的構造。它的動作有捲揚、橫行、縱行、撞鎚的上下、轉動和旋轉。駕駛艙是在安裝撞鎚的部分，操作頻度很高。

**熔桶起重機** (Ladle Crane, der Gießkran) 這是將熔化的鋼水從平爐和電爐注入熔桶裏面來運搬，或將作成的鑄錠放到轉爐裏面的起重機。不但要用在高溫作業，而且又是捲揚大重量者，所以還是一種重要作業用的起重機。由主鉤來吊起熔桶，由副鉤來使熔桶的下側翹起並傾斜，就可以倒出熔化的鋼水來了。

**鑄錠起重機** (Ingot and Mould Handling Crane, der Block und Kokillenbehandlungskran) 將鑄錠從鑄模裏拉出來，採用抓住運搬的方法將之裝到燒熱爐的裏面，並從燒熱爐裏取出來而將之運搬到壓延機上去。具有熔桶開關裝置和導架，它的動作有捲揚拉出、旋轉、橫行和縱行，乃是使用頻度很大的起重機。

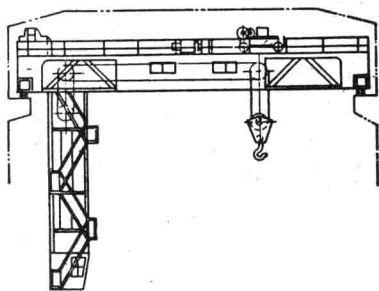


圖 1-9 淬火起重機

**淬火起重機** (Quenching Crane, der Abschreckungskran) 這是在用淬火鋼料的起重機，因為要將淬火材料急速地放在冷卻油槽裏面，所以最重要的就是下放速度要快。它的下放機構有電磁式和油壓式兩種。

### 1-1-1 關於鍊鋼鍊鐵用起重機的問題

使用在鍊鋼和鍊鐵的架空行走起重機，因為多半都是要做 24 小時的工

#### 4 架空行走起重機的設計和製圖（上）

作，所以除了需要檢討各項條件來設計效率良好的起重機以外，還需要對於其起重機作為連續操作工程之一部分來使用的情形等加以注意及之。

同時，在設計時還需要考慮到有關滿載操作、衝擊、高溫、維護檢查以及更換機件等縮短時間的問題。

#### 1-1-2 起重機的表示和標稱方法

在往規格表和圖樣裏面填寫的時候，起重機的主要表示乃屬必需。其主要用語如下。

(1)吊重 (Hoisting load, die Hublast) 這是表示將吊具重量和鋼索以下部分的額定負荷都包括在內的重量。也就是，所謂因應起重機的構造和材料所能擔負得了的最大負荷。

(2)額定負荷 (Rated load, die spezifizierte Belastung) 就吊鉤架空行走起重機來說，乃是吊鉤能夠吊起來的捲揚負荷。就抓斗架空行走起重機來說，乃是抓斗所抓內容物品的重量。一般，在說起重機的大小時，都是用額定負荷來稱呼的。

例 1. 就吊鉤架空行走起重機來說，在一般的情形是可以忽略鉤的，譬如在祇有主吊時之說 10t 而在帶副吊時之說 10/3t 即是。

例 2. 若是抓斗架空行走起重機的話，就要先寫出來抓的是什麼東西，譬如煤用抓斗架空行走起重機或鑛石用 5t 抓斗等之將所抓物品的種類和所抓的重量列出來，至於稱呼起重機的時候，則祇用抓量的噸數就可以。又在單獨稱呼抓斗的時候，則就內容量而是拿斗殼的分量來表示的（註）。

(3)跨距 (Span, die Spanne) 架空行走起重機縱行車輪軌道中心的距離，而是用公尺 (m) 來表示的。

(4)標稱方法 額定負荷 10t，跨距 20m 的架空行走起重機時

10t × 20m 架空行走起重機。

帶副吊時

15/5t × 20m 架空行走起重機

抓斗架空行走起重機時

5t × 20m 鑛石用抓斗架空行走起重機

---

（註）「抓斗的標稱容量」的規定，日本第 34 期荷役機械部分委員會，機械學會誌，第 62 卷，第 481 號。規定是要以  $m^3$  為單位的。

## 1-2 設計架空行走起重機的南針

### 1-2-1 構造和設計南針

關於起重機的設計基準，和德英兩國同樣，日本也好不容易地由機械學會用「起重機鋼構造部分計算基準」的名稱定了出來，而且爲了產業安全起見，更由日本勞働省制定了「起重機等安全規則」和「起重機構造規格」。也就是，由如下之項目來規定設計基準的。

起重機鋼構造部分計算基準……………日本機械學會

這項計算基準是適用於一般起重機鋼構造部分的設計。但是，如果根據正確的理論或實驗而可以證明時，也可以改變規定在這項基準中的數值。

起重機等安全規則……………昭和 47 年勞働省令第 34 號

基於日本勞働安全衛生法並配合起重機的使用現狀，作爲單獨的規則而歸納成獨立的起重機等的安全規則。

起重機構造規格……………昭和 46 年勞働省告示第 54 號

就材料、許用應力、負荷、強度計算、車輪制動、人行道、欄杆和加工等，爲產業安全而制定的規格。

架空行走起重機……………JIS B 8801

就起重機的主要尺寸，主要能力和精度等來加以規定的。

起重機的主要尺寸和主要能力都要按照 JIS B 8801 來進行設計。各種部分，除了要儘量採用標準的以外，更應引用安全規則和各項規格，以防止事故而策產業的安全。

### 1-2-2 設計南針10則

在設計起重機等構造物的時候，除了需要理解下列事項之外，更當期以萬全從事設計爲宜。也就是，要儘量由材質、形狀和接頭方式的改善來求其輕量化；由標準機件和形式等的統一來使效率更加提高；研究維護和檢查以使管理合理化而臻於盡善盡美。

- (1) 要使構造輕量化。
- (2) 要使構造標準化。
- (3) 要使構造的計算應力和實際作用應力的值相接近。
- (4) 要作到適合於作業的設計。
- (6) 要減少材料的種類。

## 6 架空行走起重機的設計和製圖（上）

- (6)要採用容易加工的方法。
- (7)要易於維護和調整。
- (8)要採用容易加油的方法。
- (9)要易於輸送和安裝。
- (10)要適合於工業安全的要求。

### 1-3 計算強度的方法

強度的計算，雖然有各種不同的計算方式，可是無論就已知課題的負荷來說，或就作業的狀況來論，却都是要具有足夠的強度而能合於所謂最小重量的條件始可。不得在材料力學和構造力學的基礎計算上發生錯誤，以期計算上的假定能夠和實際相一致。因為在強度計算當中難以求出絕對性的結論，所以祇能在可以理解而可以計算出來的範圍以內來決定構造方式、材料以及各部分的尺寸等。

機械部分的強度計算，將由於起重機的種類和作業的分類而有很大的差異，第1-1表就是按照作業分類來表示動負荷係數的。

表 1-1 動負荷係數

| 起重機<br>的型式      | 群   | 作業的劃分                                              | 動負荷<br>係數 $\phi$              | 提<br>要                                                        |
|-----------------|-----|----------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 架空行<br>走起重<br>機 | I   | （輕作業）手動，輕作業用，發電廠用，機械室用，特別大負荷用                      | 1.1 ~ 1.2                     | 有如手動或發電廠用的起重機者，都可以將其負荷率和操作時間率想作很小，操作速度很慢而在輕作業或特別大負荷下的頻度也是極低的。 |
|                 | II  | （中作業）機械工場用，鐵路工場用，倉庫和材料放置場用，造船廠用，裝配用，鍊鋼廠用以及其他之一般工業用 | 1.2 ~ 1.4                     | 這是帶鉤之一般工場用的，其操作時間和作業次數都可以想作是普通情形的                             |
|                 | III | （重作業）帶有抓斗或磁鐵爪鉤起重機，熔桶起重機，裝入起重機，脫模起重機*，燭爐起重機*，鍛造起重機  | 1.6<br>1.4 ~ 1.4<br>1.6 ~ 1.8 | 經常在額定負荷之下作長時間操作的<br><br>認為衝擊負荷很大的                             |

\*譯註：脫模起重機的英德文是 Stripper crane, der Stripperkran  
燭爐起重機的英德文是 Soaking pit crane, der Tiefofenkran

在計算機械部分強度的時候，當在吊重負荷之上乘以動負荷係數，而使其工作應力在許用應力以下，來進行計算為宜。

表 1-2 起重機械部分的許用應力 ( $kg/cm^2$ )

|                 |     | S20C | S20C<br>S30C | S40C | S50C | SC46 |      | SC49 |      | FC20 |      |
|-----------------|-----|------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 |     | SF34 | SF40         | SF55 | SF60 | 拉    | 壓    | 拉    | 壓    | 拉    | 壓    |
| 彎<br>$\sigma_b$ | I   | 1150 | 1400         | 1500 | 1600 | 1150 | 1730 | 1200 | 1800 | 500  | 1000 |
|                 | II  | 1000 | 1200         | 1300 | 1400 | 950  | 1400 | 1050 | 1570 | 450  | 670  |
|                 | III | 700  | 850          | 900  | 950  | 700  | 1050 | 750  | 1120 | 310  | —    |
| 剪<br>$\sigma_s$ | I   | 900  | 1100         | 1200 | 1300 | 900  |      | 950  |      | 500  | —    |
|                 | II  | 800  | 950          | 1050 | 1100 | 750  |      | 850  |      | 450  | —    |
|                 | III | 560  | 680          | 720  | 750  | 560  |      | 600  |      | 310  | —    |
| 扭<br>$\sigma_d$ | I   | 650  | 800          | 900  | 950  | 700  |      | 720  |      | —    | —    |
|                 | II  | 550  | 700          | 750  | 800  | 550  |      | 600  |      | —    | —    |
|                 | III | 400  | 500          | 550  | 500  | 400  |      | 450  |      | —    | —    |

(1) I：靜負荷，II：脈動負荷，III：交變負荷。

(2) 假設剪和扭分別是彎的 0.8 和 0.6 倍。

(3) 就起重機來說，對於許用應力  $\sigma_s$  這個數值應該考慮到材料的尺寸效果和凹痕影響等，而對於疲勞限界  $\sigma_w$ ，也最少得以 1.3 的安全係數來加以考慮。也就是

$$\sigma_s \geq \sigma_w / 1.3$$

(4) 這張表是在將安全係數考慮作 1.3 的許用應力之下乘以動負荷係數而列出來的。

## 1-3-1 用在起重機的材料

因為祇是爲了製造起重機就採用了許多種類的材料乃是不值得的，所以用在起重機的材料大致是可以像第 1—3 表那樣來加以選取。

表 1-3 用在起重機的材料

| 類 別           |            | 規 格          | 記 號   | 抗拉強度<br>$\text{kg/mm}^2$ | 降 伏 點<br>$\text{kg/mm}^2$ | 用 途 舉 例               |
|---------------|------------|--------------|-------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 一般構造用<br>壓延鋼材 | 銅板扁<br>鐵型鋼 | JIS          | SS41  | 41~50                    | 23 以上                     | 鋼構造部分，支架              |
|               | 棒 鋼        | G3101        | SS41  | 41~50                    | 23 以上                     | 長軸，縱行軸                |
| 機械結構用<br>碳鋼鋼材 | 棒 鋼        | JIS          | S20C  | 41 以上                    | 25 以上                     | 銲接機械部分，螺栓             |
|               |            |              | S30C  | 48 以上                    | 29 以上                     | 軸，銷類，鑲嵌螺栓             |
|               |            | G4051        | S35C  | 52 以上                    | 31 以上                     | "                     |
|               |            |              | S40C  | 55 以上                    | 33 以上                     | 小齒輪，蝸桿，鏈              |
|               |            |              | S45C  | 58 以上                    | 35 以上                     | "                     |
| 鉚釘用壓延<br>鋼材   | —          | JIS          | SV34  | 34~41                    | —                         | 鉚釘材                   |
|               |            | G3104        | SV41A | 41~50                    | —                         |                       |
| 碳鋼鍛件          | —          | JIS          | SF40  | 40~48                    | 20 以上                     | 吊鉤，吊鉤橫梁，大徑螺栓，<br>一般鍛件 |
|               |            |              | SF45  | 45~53                    | 23 以上                     |                       |
|               |            | G3201        | SF55  | 55~63                    | 28 以上                     | 軸，小齒輪，銷               |
|               |            |              | SF60  | 60~70                    | 30 以上                     | 小齒輪，蝸桿，鏈              |
| 彈簧鋼           | —          | JIS          | SUP3  | 110 以上                   | —                         | 板彈簧，螺旋彈簧，蝸形彈簧         |
|               |            | G4801        | SUP4  | 115 以上                   | —                         |                       |
| 碳鋼鑄件          | —          | JIS          | SC42  | 42 以上                    | 21 以上                     | 鍛造代用品，聯軸器             |
|               |            | G5101        | SC46  | 46 以上                    | 23 以上                     | 齒輪，鏈輪，聯軸器             |
| 低錳鑄鋼          |            | JIS<br>G5111 | SCMn2 | 60 以上                    | —                         | 車輪                    |
| 灰口鑄鋼          |            | JIS          | FC20  | 20 以上                    | —                         | 軸承，捲筒，滑輪，聯軸器，<br>一般鑄件 |
|               |            | G5501        | FC25  | 25 以上                    | —                         |                       |
| 青銅鑄件          |            | JIS<br>G5111 | BC 3  | 25 以上                    | —                         | 閥，旋塞類                 |
| 鉛青銅鑄件         |            | JIS<br>H5115 | LBC3  |                          | —                         | 軸承，軸襯                 |
| 磷青銅鑄件         |            | JIS<br>H5113 | PBC2A | 20 以上                    | —                         | 蝸輪                    |

## 1-4 機械部分的效率

為計算各項機械部分所必要的效率如下：

$\eta_r$  ..... 組合滑輪的效率

$\eta_t$  ..... 捲筒的效率

$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$  ..... 齒輪的效率

總效率  $\eta_z$  是

$$\eta_z = \eta_r \eta_t \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \cdots \cdots$$

若是一般機械的驅動裝置時，則取下表中的值。

表 1-4 效率的值

| 驅 動 裝 置               | $\eta$ 之 值  |             |
|-----------------------|-------------|-------------|
|                       | 滑 動 軸 承     | 滾 動 軸 承     |
| 鏈輪（圓鏈的）               | 0.94 ~ 0.96 | —           |
| 鏈條捲筒                  | 0.95 ~ 0.96 | —           |
| 鏈條小齒輪及操作用鏈            | 0.92 ~ 0.94 | —           |
| 鋼索用滑車                 | 0.94 ~ 0.96 | 0.96 ~ 0.98 |
| 鋼索用捲筒                 | 0.94 ~ 0.96 | 0.96 ~ 0.98 |
| 具有鑄造齒的正齒輪或斜齒輪         | 0.90 ~ 0.93 | —           |
| 機械銑齒的正齒輪裝置            | 0.95 ~ 0.96 | 0.96 ~ 0.97 |
| 同上的油池正齒輪箱             | 0.96 ~ 0.97 | 0.97 ~ 0.98 |
| 機械銑齒的斜齒輪裝置            | 0.94 ~ 0.95 | 0.95 ~ 0.97 |
| 單螺紋蝸輪裝置 <sup>1</sup>  | —           | 0.50 ~ 0.70 |
| 雙螺紋蝸輪裝置               | —           | 0.70 ~ 0.80 |
| 三線螺紋蝸輪裝置              | —           | 0.80 ~ 0.85 |
| 針輪裝置 <sup>2</sup>     | 0.85 ~ 0.9  | —           |
| 有槽摩擦輪                 | 0.88 ~ 0.9  | —           |
| 自動旋緊單紋螺紋 <sup>3</sup> | 0.30 ~ 0.35 | —           |
| 單螺紋 <sup>4</sup>      | 0.35 ~ 0.40 | —           |
| 雙螺紋                   | 0.40 ~ 0.60 | —           |
| 三線螺紋                  | 0.70 ~ 0.75 | —           |

註1 假設材料是以S40C和磷青銅（PBC2A）相嚙合而是油池潤滑的。

2 假設材料是SC46和S35C而是滑脂潤滑的。

3 假設材料是S35C和FC20而是滑脂潤滑的。

4 假設材料是以S35C和磷青銅（PBC2A）相嚙合而是青銅軸承（LBC3）和止推球軸承的。