

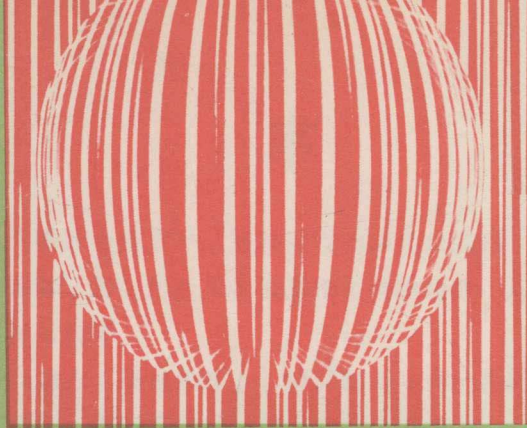


最新設計譯叢

手搖絞車之設計

新井泰司著 徐景福譯

正言出版社印行

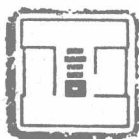


最新設計譯叢

手搖紋車之設計

新井泰司著 徐景福譯

正言出版社印行



手搖絞車之設計

譯 者：徐景福 ◊ 特價一二五元

出版者 ☐ 正言出版社 ☐ 台南市衛民街三十一號 ☐ 郵政劃撥儲金帳戶三一六一四號 ☐ 電話 (〇六二) 二五二五五 / 六號 ☐ 發行者 ☐ 正言出版社 ☐ 發行人 ☐ 王餘安 ☐ 本社業經行政院新聞局核准登記 ☐ 登記字號局版台業第〇四〇七號 ☐ 印刷者 ☐ 美光美術印刷廠 ☐ 台南市塩埕七號

66.8.初版

序

本書忝列設計叢書之一，著者編寫此書之目的爲：

(1) 使讀者了解如何活用各種基本學科的知識，舉凡材料力學、機構學、機械材料等。

(2) 教科書的「機械設計」，只討論到元件的設計；本書說明元件與元件之關係，使讀者了解如何去設計、製圖。

(3) 本書提供不少參考資料，可作爲機械設計手冊之用。

本書很適合高工、工專、大學機械科系及現場機械技術人員的參考。從此書，著者極希望讀者能夠將已具有的知識，應用到實際的設計上。

本書的寫成，曾參考前輩的各種文獻。編寫過程中，並曾得到各同仁的協助，出版社各位先生的支持，否則本書將難以順利出版，在此一併誌謝。

著者學識淺薄，錯誤難免，敬請讀者先進不吝指正。

著者 識

(IS Z 8601)

目 錄

第一編 基礎編	1
1 絞車的構造與機構	3
1.1 構造與名稱	3
1.2 機 構	4
2 設計要領	5
2.1 鋼索的選擇	5
2.2 捲筒的設計	12
2.3 齒輪裝置	18
2.4 各軸跨度之長度的檢討	30
2.5 鍵的計算	34
2.6 捲筒軸的尺寸	37
2.7 齒輪各部的尺寸	55
2.8 帶制動器	58
2.9 棘輪裝置	70
2.10 中間軸的設計	78
2.11 曲柄軸的設計	85
2.12 搖柄的設計	88
2.13 機架的設計	91
2.14 滑動軸承的設計	95
第二編 設計演習編	100
3 設計課題	100

2 目 錄

3.1	鋼索的選擇.....	100
3.2	捲筒的設計.....	101
3.3	齒輪裝置的設計.....	103
3.4	捲筒軸的設計及齒輪各部的尺寸.....	106
3.5	差動制動器的設計.....	116
3.6	棘輪的設計.....	120
3.7	中間軸的設計.....	125
3.8	曲柄搖柄軸的設計.....	132
3.9	搖柄的設計.....	135
3.10	機架的設計.....	136

第三編	圖面編.....	143
-----	----------	-----

第四編	資料編.....	159
-----	----------	-----

附圖（折疊）

手搖絞車的設計

第一編 基礎編

概 要

絞車 (Winch) 乃裝卸機械 (Mater Handling Equipment) 的一種，其主要用途為起重、懸吊等；絞車係此類機械的代表。使用方法不外是在地上或台架上設置捲筒，其上捲繞鋼索 (Wire rope)，如此，即可將重物吊起移動或吊昇。

原動軸與捲筒軸之間為了能增大機械利益，所以使用減速齒輪裝置。絞車可分為手動用及電動用 2 大類；依據使用之場所，目的，絞

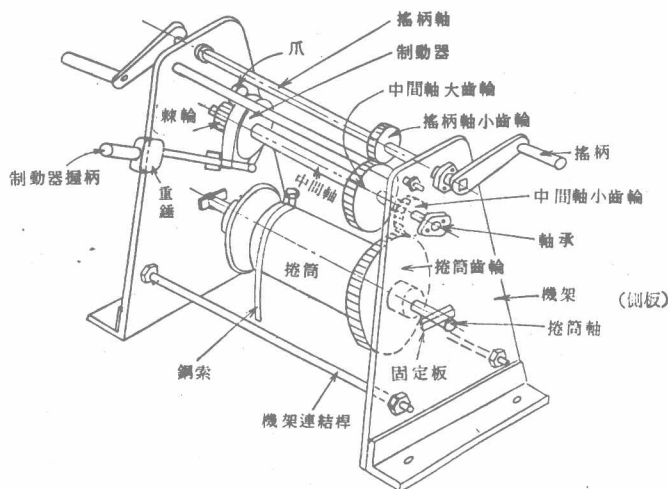
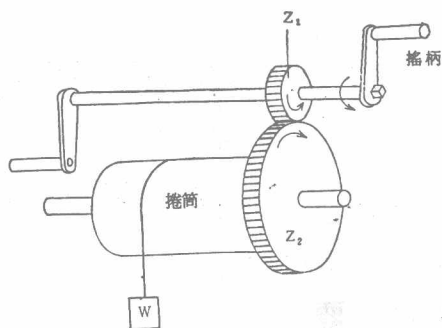


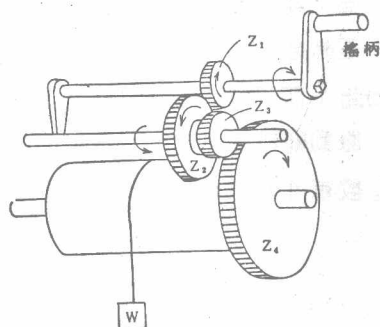
圖 1 絞車外觀略圖及各部名稱

2 手搖絞車的設計

車的種類更有應用於土木、礦山、鐵道、鐵工業、林業、船舶等之分野，因其分別適用於各業，且操作簡單，故對之於產業界為不可或缺的一種機械，圖 1 所示為手搖絞車的容量小，其使用能力有一定的限制；利用人力旋迴曲柄搖柄，經過如圖 2 (a)及圖 2(b)所示的 1 段或 2 段減速齒輪裝置，鋼索捲繞於捲筒之上。減速機構一般所用的齒輪為正齒輪，船舶用的絞車則使用蝸桿與蝸輪之裝置。為了防止逆轉，一般均有棘輪裝置及制動器的設置，捲揚荷重如係 0.2ton ~ 1ton 程度之小荷重之際，齒輪採用簡單輪系，1ton ~ 4ton 之際則採用複式輪系，動力絞車係由動力驅動，容量大，且捲筒的回轉速度，荷重大，其作業能率比人力要大多了。



(a)



(b)

圖 2 1 段及 2 段減速裝置

動力源有電動機、內燃機、蒸氣機械等，但以電動機所提供的動力源佔絕大部分，動力絞車又可分為單筒式及複筒式；又由絞車能力而有種別之區分。表 1 所示為動力絞車的種別，見 JIS A 8001-1966

當然，吾人面臨絞車設計的時候，對於各種零件的尺寸及規格的

表 1 絞車的種別 (JIS A 8001-1966)

種 別 t	原動機之輸出 kW	標準使用鋼索直徑 mm	電動機極數
0.75	7.5	10	4
1.0	10	12	6
1.5	15	14	6
2.0	20	16	6
3.0	30	20	6
4.0	40	22	8

選擇，自以參照 JIS 為原則；特別是關於人命的機械，為了顧慮安全起見，必需遵照政府所制之勞動安全衛生規則來設計（對日本而言）（西元一九四七年制定，特別安全基準第 2 章揚重機）；不能只依靠以力學為基礎的設計。

1. 絞車的構造與機構

1.1 構造與名稱

如圖 1 所示的外觀圖，由各件的組合構成絞車，吾人設計之項目，主要有下列各種：

- (1) 鋼索
- (2) 捲筒
- (3) 齒輪裝置
- (4) 制動器裝置
- (5) 棘輪裝置
- (6) 中間軸
- (7) 搖柄軸
- (8) 曲柄搖柄
- (9) 機架部
- (10) 軸承部

(11) 其他安裝零件 (如螺栓、螺母等)

以下就上記之各項，逐項進行設計之。

1.2 機 構

手搖絞車如前文所述，由其捲揚荷重之大小，區分為單式輪系及複式輪系，見圖 2(a), (b)。

當捲揚之際，搖柄所施加之力與捲上荷重的關係，示之於下列諸式。

令： F ……加於搖柄之力 (kg)

l ……曲柄搖柄之半徑 (把柄之臂長) (mm)

W ……捲揚荷重 (作用於鋼索的荷重) (kg)

$R \left(\frac{D}{2} \right)$ ……捲筒半徑 (D ……捲筒半徑) (mm)

i ……減速比

η ……機械效率

Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 ……減速齒輪的齒數

則

單式輪系的齒輪比為 $\frac{Z_1}{Z_2}$

複式輪系的齒輪比為 $\frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$

加於曲柄搖柄的力為 F

$$F = \frac{W \cdot R \cdot i}{l \cdot \eta} \dots\dots\dots(1)$$

據此，減速比 i 為：

$$i = \frac{F \cdot l \cdot \eta}{W \cdot R} = \frac{\text{驅動力矩} \cdot \text{效率}}{\text{荷重力矩}} \dots\dots\dots(2)$$

因此，減速比 i 如用齒輪比表示則為

$$i = \frac{F \cdot l \cdot \eta}{W \cdot R} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} \dots\dots\dots(3)$$

上記之關係式，乃表示加於手搖絞車之力與捲揚荷重的關係，為非常重要之公式。機械效率 η ，以捲筒效率與減速齒輪裝置之效率之積表之，即

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$$

2. 設計要領

進行設計絞車之際，首先吾人必需明確絞車的使用目的。一般之規格，需包括下列 3 項。

- (1) 使用，用途（土木工事用抑或礦山用等之使用目的）
- (2) 捲揚荷重（絞車之最大懸吊荷重即鋼索的張力）
- (3) 揚程（荷重作動之垂直距離）

欲滿足此 3 項規格而設計絞車，則需遵照下文所述的順序方能實施設計計算。

2.1 鋼索 (Wire rope) 的選擇

鋼索依據切斷荷重及揚程來決定之。鋼索一般可根據 JIS G 3525 選擇之。切斷荷重，等於鋼索的自重以及吊鉤等加上捲揚荷重再乘以安全因數所得之值。實際上之設計，安全因數之值具有相當大的裕度，故前記之自重實可省略，由是荷重 $\times$ 安全因數 = 切斷荷重，安

6 手搖絞車的設計

全因數之值，依據日本勞動安全衛生規則，被規定如下。因此，設計人員從事於設計時，必需依據此規則設計。

鋼索的安全因數，如係於人、重物共用的昇降機取 10 以上，其他之揚重機取 6 以上，於控線的場合則被要求在 4 以上。（日本勞動安全衛生規則第 341 條）。

於此所稱之揚重機係指下列之機械。

- (1) 捲揚能力 3 ton 以上之起重機。
- (2) 抓持能力在 0.5 ton 以上，且附抓持具的起重機。
- (3) 主體或橫樑之長度在 10 m 以上之起重機。
- (4) 高度 15 m 以上的混凝土用昇降機。
- (5) 積存能力 2 ton 以上之人，重物共用或裝卸用昇降機。

但，不使用動力的場合，則不在此限。（日本勞動安全衛生規則第 327 條）

依據以上之規則，決定安全因數 S 。

於手搖絞車的場合，其安全因數適用第 341 條之規定「其他之揚重機在 6 以上」，一般取 $S = 6$ 。

令， Q ……切斷荷重（kg）

W ……作用於鋼索的荷重（捲揚荷重）（kg）

S ……安全因數

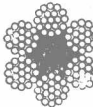
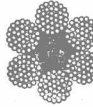
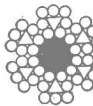
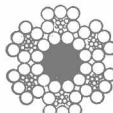
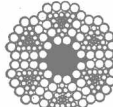
則

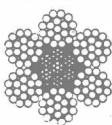
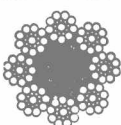
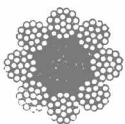
$$Q = W \times S \dots\dots\dots(4)$$

表 2，係表示鋼索的斷面及構成。依據表 2 所示之構成，鋼索從 1 號至 17 號，其可區分為 17 種類。8 號及 9 號又分別有 2 種形式。圖 3 (a), (b), (c), (d) 所示，為鋼索的絞股方法。用鋼絲數根絞合而成者稱為繩股（即鋼索的一股）。數個繩股用浸過適當油類的良質纖維類為心絞股，即做成一條鋼索。

鋼索的絞股方法有普通紋絞 (Ordinary lay) 及直紋絞 (Langs lay) 兩種。所謂普通紋絞，係繩股的絞股方向與鋼索的方向一樣的方法。直紋絞的方法，鋼索容易彎曲，其與捲筒接觸的面積較大

表 2 斷面及構成 (JIS G 3525)

號別	1 號	2 號	3 號
斷面			
構 成	7 條線 6 股中心纖維	12 條線 6 股中心及各繩中心纖維	12 條線 6 股中心纖維
構成記號	6×7	6×12	6×19
號別	4 號	5 號	6 號
斷面			
構 成	24 條線 6 股中心及各繩中心纖維	30 條線 6 股中心及各繩中心纖維	37 條線 6 股中心纖維
構成記號	6×24	6×30	6×37
號別	7 號	8 號(A)	8 號(B)
斷面			
構 成	61 條線 6 股中心纖維	扁形三角心 7 條線 6 股中心纖維	扁形圓線三角心 7 條線 6 股中心纖維
構成記號	6×61	6×F(△+7)	6×F[(3×2+3)+7]
號別	9 號(A)	9 號(B)	10 號
斷面			
構 成	扁形三角形 24 條線 6 股中心纖維	扁形圓線三角心，24 條線 6 股中心纖維	封閉形 19 條線 6 股中心纖維
構成記號	6×F(△+12+12)	6×F[(3×2+3)+12+12]	6×S(19)

號別	11 號	12 號	13 號
斷面			
構成	歐林頓形 19 條線 6 股中心纖維	填滿形 25 條線 6 股中心纖維	填滿形 16 股中心纖維
構成記號	$6 \times W(19)$	$6 \times Fi(19+6)$	$6 \times Fi(22+7)$
號別	14 號	15 號	16 號
斷面			
構成	填滿形 25 條線 6 股共心	封閉形 19 條線 8 股 中心纖維	歐林頓形 19 條線 8 股 中心纖維
構成記號	$7 \times 7 + 6 \times Fi(19+6)$	$8 \times S(19)$	$8 \times W(19)$
號別	17 號		
斷面			
構成	填滿形 25 條線 8 股中心纖維		
構成記號	$8 \times Fi(19+6)$		



(a) 普通 Z 絞 (b) 普通 S 絞 (c) 直紋 Z 絞 (d) 直紋 S 絞

圖 3 絞股方法

，故摩擦耗少。懸吊容易解開的荷重的時候，因為比較容易回轉，所以，絞車一般使用普通紋絞者為多。再者，鋼索因捲繞於捲筒而彎曲，

表 3 鋼索的構成、種別及用途 (JIS G 3525)

號別	有無電鍍 絞股法 構成記號 種別・用途	電鍍		裸			
		普通 Z		普通 Z 或 S		直紋 Z 或 S	
		種別	主要用途	種別	主要用途	種別	主要用途
1 號	6×7	電鍍	靜索	—	—	A・B	捲揚機
2 號	6×12	電鍍	動索	—	—	—	—
3 號	6×19	電鍍	靜索・動索	A・B	起重機・捲揚機	A・B	捲揚機
4 號	6×24	電鍍	靜索・動索	A	動索	—	—
5 號	6×30	電鍍	動索	—	—	—	—
6 號	6×37	電鍍	動索	A・B	起重機	—	—
7 號	6×61	電鍍	動索	A・B	起重機	—	—
8 號(A)	6×F(△+7)	—	—	—	—	A・B	捲揚機
8 號(B)	6×F[(3×2+3)+7]	—	—	—	—	A・B	捲揚機
9 號(A)	6×F(△+12+12)	—	—	—	—	A・B	捲揚機
9 號(B)	6×F[(3×2+3)+12+12]	—	—	—	—	A・B	捲揚機
10 號	6×S(19)	電鍍	動索	A・B	動索・深井	A・B	動索
				升降機	升降機		
11 號	6×W(19)	電鍍	動索	A・B	動索	A・B	動索
				升降機	升降機		
12 號	6×Fi(19+6)	電鍍	動索	A・B	動索起重機	A・B	動索
				升降機	升降機		
13 號	6×Fi(22+7)	—	—	A・B	動索起重機	A・B	動索
14 號	7×7+6×Fi(19+6)	—	—	B	動索	B	動索
15 號	8×S(19)	—	—	升降機	升降機	—	—
16 號	8×W(19)	—	—	升降機	升降機	—	—
17 號	8×Fi(19+6)	—	—	升降機	升降機	—	—

此彎曲的次數頗影響鋼索的壽命，所以鋼索捲繞時，應僅使其在同一方向彎曲，此點在使用時為最重要的一點。又，於構造上必需改變彎曲方向的場合，則以取較高的安全因數作為處理的方法。

圖 3 之(a)，(b)乃表示前者之絞股方法，圖 3 之(c)，(d)則表示後者之絞股方法。表 3 所示為鋼索的構成，種別以及用途；所以依據本表選定種別、用途，有無電鍍，絞股的方法，從而鋼索的號別，構成記號可被決定。表 4 所示為鋼索的直徑與線徑的對照表，依據此表決定構成記號及鋼索的直徑、線徑。表 5 所示，乃 3 號構成記號 6×19，鋼索的切斷荷重及重量，求切斷荷重 Q ，選定絞股方法，電鍍的有無，並依據表 3 所示絞車所使用之鋼索選擇，最後從表 5 即可決定鋼

表 4 鋼索的直徑與線徑之對照表 (JIS G 3525)

構成 記號	6×7	6×12	6×19	6×24	6×30	6×37	6×61	$\frac{6 \times F}{(\Delta+7)6 \times F[(3 \times 2+3)+7]}$	$\frac{6 \times F}{(\Delta+12+12)6 \times F[(3 \times 2+3)+12+12]}$	6×8	6×W	6×F1	6×F1	$\frac{7 \times 7}{+6 \times F1(19+6)}$	8×S	8×W	8×F1
鋼索直 徑 mm																	
3.15	0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0.44	0.27	0.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0.55	0.33	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.3	0.70	0.42	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.88	0.53	0.53	0.45	0.38	0.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1.00	0.60	0.60	0.51	0.43	0.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1.10	0.67	0.67	0.56	0.47	0.47	—	—	—	0.81	0.75	0.65	0.58	0.65	0.66	0.60	0.53
11.2	1.24	0.75	0.75	0.63	0.53	0.53	—	—	—	0.90	0.84	0.73	0.65	0.73	0.74	0.68	0.60
(12)	—	(0.81)	(0.81)	(0.68)	—	(0.57)	—	—	—	(0.96)	(0.89)	(0.77)	—	—	(0.79)	(0.73)	(0.64)
12.5	1.39	0.84	0.84	0.71	0.60	0.60	—	—	—	1.01	0.94	0.82	0.73	0.82	0.83	0.76	0.67
14	1.54	0.93	0.93	0.78	0.66	0.66	—	—	—	1.12	1.04	0.90	0.81	0.90	0.92	0.84	0.74
16	1.78	1.07	1.07	0.90	0.76	0.76	—	—	—	1.30	1.20	1.04	0.93	1.04	1.06	0.97	0.85
18	2.00	1.21	1.21	1.01	0.85	0.85	—	—	—	1.45	1.35	1.17	1.04	1.17	1.19	1.09	0.96
20	2.20	1.33	1.33	1.12	0.94	0.94	0.74	—	—	1.60	1.50	1.30	1.15	1.30	1.31	1.20	1.06
22.4	2.48	1.50	1.50	1.26	1.06	1.06	0.83	—	—	1.80	1.68	1.45	1.30	1.45	1.47	1.35	1.19
(24)	(2.66)	(1.60)	(1.60)	(1.35)	—	(1.14)	—	(2.66)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	2.78	1.68	1.68	1.41	1.19	1.19	0.93	2.78	—	2.03	1.88	1.63	1.45	1.63	1.65	1.52	1.33
(26)	(2.86)	(1.73)	(1.73)	(1.45)	—	(1.22)	—	(2.86)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	3.12	1.88	1.88	1.58	1.33	1.33	1.04	3.12	—	2.27	2.11	1.83	1.63	1.83	—	—	—
30	3.30	2.00	2.00	1.68	1.41	1.41	1.11	3.30	—	2.40	2.24	1.94	1.73	1.94	—	—	—
31.5	3.50	2.11	2.11	1.78	1.50	1.50	1.17	3.50	2.30	2.55	2.37	2.05	1.83	2.05	—	—	—
(32)	(3.55)	(2.14)	(2.14)	(1.80)	—	(1.52)	—	(3.55)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33.5	3.70	2.24	2.24	1.88	1.58	1.58	1.24	3.70	2.44	2.70	2.51	2.18	1.94	2.18	—	—	—
(34)	(3.75)	—	(2.27)	—	—	—	—	(3.76)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35.5	3.93	2.37	2.37	2.00	1.68	1.68	1.31	3.92	2.59	2.86	2.66	2.30	2.05	2.30	—	—	—
(36)	(4.00)	—	(2.41)	—	—	—	—	(3.98)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37.5	4.16	2.51	2.51	2.11	1.78	1.78	1.39	4.16	2.74	3.03	2.82	2.44	2.18	2.44	—	—	—
(38)	(4.22)	—	(2.55)	—	—	—	—	(4.22)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	4.40	2.66	2.66	2.24	1.88	1.88	1.47	—	2.90	3.20	3.00	2.59	2.30	2.59	—	—	—
42.5	—	—	2.86	2.40	2.02	2.02	1.58	—	3.12	3.45	3.20	2.78	2.48	2.78	—	—	—
(44)	—	—	—	—	—	—	—	—	(3.21)	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	3.03	2.55	2.14	2.14	1.68	—	3.30	3.65	3.40	2.94	2.62	2.94	—	—	—
(46)	—	—	—	—	—	—	—	—	(3.35)	—	—	—	—	—	—	—	—
47.5	—	—	3.16	2.66	2.24	2.24	1.75	—	3.45	3.80	3.55	3.07	2.74	3.07	—	—	—
50	—	—	3.35	2.82	2.37	2.37	1.86	—	—	4.05	3.75	3.25	2.90	3.25	—	—	—
53	—	—	—	3.00	2.51	2.51	1.97	—	—	—	4.00	3.45	3.07	3.45	—	—	—
56	—	—	—	3.16	2.66	2.66	2.08	—	—	—	—	3.65	3.25	3.65	—	—	—
60	—	—	—	3.40	2.86	2.86	2.24	—	—	—	—	3.92	3.50	3.92	—	—	—
63	—	—	—	3.55	2.99	2.99	2.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

索的直徑。例如切斷荷重 $Q = 1 \text{ ton}$ 的場合，鋼索為普通 Z 絞股，並就絞車所使用之鋼索選擇，吾人由表 3，選定 3 號，構成記號 6×19。依據表 5，切斷荷重為 1 ton，鋼索的直徑為 5 mm。由表 4，鋼索的直徑 5 mm，構成記號 3×19，則線徑為 0.33 mm。即，此場合

表 5 3 號 6×19 鋼索之切斷荷重及重量 (JIS G 3525)

		切斷荷重 t			標準重量 kg/m
主要用途	靜索・動索	起重機・捲揚機・索道			
絞股方法	普通 Z	普通直紋 } Z 或 S			
有無電鍍	電鍍	種			
種 別	電鍍種	A 種	B 種		
鋼索徑 mm			普通	直紋	
4	0.81	0.88	0.94	0.96	0.058
5	1.27	1.38	1.46	1.50	0.091
6.3	2.01	2.18	2.33	2.38	0.144
8	3.24	3.52	3.75	3.84	0.233
9	4.11	4.46	4.74	4.86	0.295
10	5.07	5.50	5.86	6.00	0.364
11.2	6.36	6.90	7.35	7.53	0.457
(12)	(7.30)				(0.524)
12.5	7.92	8.59	9.15	9.38	0.569
14	9.93	10.8	11.5	11.8	0.713
16	13.0	14.1	15.0	15.4	0.932
18	16.4	17.8	19.0	19.4	1.18
20	20.3	22.0	23.4	24.0	1.46
22.4	25.4	27.6	29.4	30.1	1.83
(24)	(29.2)	(31.7)		(34.6)	(2.10)
25	31.7	34.4	36.6	37.5	2.28
(26)	(34.3)	(37.2)		(40.6)	(2.46)
28	39.7	43.1	45.9	47.0	2.85
30	45.6	49.5	52.7	54.0	3.28
31.5	50.3	54.6	58.1	59.5	3.61
(32)	(51.9)	(56.3)		(61.4)	(3.73)
33.5	56.9	61.7	65.7	67.3	4.08
(34)		(63.6)		(69.4)	(4.21)
35.5	63.9	69.3	73.8	75.6	4.59
(36)		(71.3)		(77.8)	(4.72)
37.5	71.3	77.3	82.4	84.4	5.12
(38)		(79.4)		(86.6)	(5.26)
40	81.1	88.0	93.7	96.0	5.82
42.5	91.5	99.3	106	108	6.57
45	103	111	119	122	7.37
47.5	114	124	132	135	8.21
50	127	138	146	150	9.10

備考：() 以外的鋼索直徑希能適用。