

中國國家標準

CNS

## 起重機鋼結構部分之計算標準

總號 6426

類號 B1216

## Specification for the Design of Crans Structures

1. 適用範圍：本標準適用於計算一般起重機之鋼結構部分之設計。但依適當之理論或實驗可證明者，得不依本規定之數式與數值。  
註：本標準中添附( )內所示之單位與數值，係依國際單位系統(SI)而定，為供參考予以併記。
2. 名詞之定義：本標準所使用之名詞，依 CNS 5510, CNS 5675, CNS 5676, CNS 5677, CNS 5678 之規定。
3. 材 料：起重機鋼結構部份使用之材料，依表1之規定，或具有同等級以上者。  
又，鋼材使用之常數，依表2之規定。

表1 材 料

鋼板、型鋼	CNS 2800	一般結構用壓延鋼材	S(41)C
平鋼、棒鋼	CNS _____	熔接結構用壓延鋼材	S _____
鋼 管	CNS _____	一般結構用碳鋼鋼管	S _____ C(P)
	CNS _____	一般結構用角型鋼管	S _____
鋼 釘	CNS 2800	鋼接用圓鋼	S(34)C(R)
銷、螺 栓	CNS 2800	一般結構用壓延鋼材	S(41)C
	CNS 2800	機械構造用碳鋼鋼材	S20C1, S35C
高預力螺栓 與 螺 帽	CNS _____	摩擦接合用墊套之高預力六角螺絲、六角螺帽及平墊圈	_____

表2 鋼材之常數

縱彈性係數 E	$2.1 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ ( $2.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ )
剪彈性係數 G	$8.1 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ ( $8.1 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ )
浦松氏比 1/m	0.3
線膨脹係數 $\alpha$	$1.2 \times 10^{-5}$
比 重 $\gamma$	7.85

4. 起重機之分類：起重機依其作業性能條件，分為 I, II, III, IV 4 類。此分類依起重機之作業時間率與負荷率之二因素組合而區分，其概念列於表3，又由各種起重機之型式，用途而分類而舉例者，列於表4。

(共31頁)

公 布 日 期  
60 年 9 月 30 日

經 濟 部 中 央 標 準 局 印 行

修 訂 日 期  
年 月 日

表3 起重機之分類

		小	中	大	超 大
		長時間停用 之不規則使用	間隙性頻率 之規則使用	激烈頻率 之規則使用	激烈頻率 之連續使用
		$10^5$ 未滿	$10^5 \sim 6 \times 10^5$	$6 \times 10^5 \sim 2 \times 10^6$	$2 \times 10^6$ 以上
輕	較少懸吊額定負荷，通常 懸吊額定負荷之 $\frac{1}{3}$ 以下者	I	I	II	III
中	有時懸吊額定負荷，通常 懸吊額定負荷之 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 者	I	II	III	IV
重	經常懸吊額定負荷者	II	III	IV	IV

表4 起重機之分類舉例

起重機之種類	用 途	類 別	註
	手動起重機、發電用起重機、分解檢查用起重機	I	
	倉庫用、材料備存場用、機械與組配工廠用、一般產業用起重機	II 或 III	
	煉鋼廠用高架起重機	II 或 III	服務用
		III 或 IV	工程用
架空移動起重機	附抓斗、附電磁式起重機	III 或 IV	
	附叉式起重機	III 或 IV	
	鑄造起重機	IV	$\psi^{(1)} = 1.25$
	拆卸用起重機、煙爐起重機	IV	
	加料起重機	III 或 IV	
	鍛造起重機	IV	
橋型起重機	發電廠用、分解檢查用起重機	I	
	組配廠用、材料場用起重機	II 或 III	
	成品積置用、貨櫃用起重機	III	
	附抓斗、附電磁式起重機	III 或 IV	
	卸載機	IV	



伸臂起重機	分解檢查用起重機	I	
	組配廠用、材料場用起重機	II 或 III	
	碼頭用 (附吊桿) 起重機	II 或 III	
	附抓斗、附電磁式起重機	III 或 IV	
	卸載機	IV	
	建築用起重機	II	
	大負荷用起重機	I	
纜索起重機	重物件運搬用起重機	II	
	水壩建設用起重機	IV	$\Psi=1.4$
人字起重桿	大負荷用人字起重桿	I	
	一般土木建築用人字起重桿	II	
其他	附吊鉤浮塢式起重機	II	
	附抓斗浮塢式起重機	III 或 IV	
	斜式 (Racking) 式起重機	I	

註： $\Psi$  表衝擊係數，參照 5.2.1，表 7。

### 5. 負 荷：

5.1 應考慮之負荷：鋼結構部分之計算，應考慮下列各項負荷。

5.1.1 捲揚負荷：額定負荷加上鈎滑車、抓斗、吊樑、電磁吸盤等與揚程在 50m 以上時之鋼索重量。

5.1.2 本身重量：係指構成起重機之部分中，除去 5.1.1 所含部分之重量。可移動之吊運車之本身重量，置於漏斗內與起重機內輸送機上之零星件重量亦應視為起重機之本身重量。

5.1.3 水平負荷：水平負荷應考慮下列各項負荷。

(1) 慣性力：起重機因橫行、直行、平動與轉動動作等因加減速度所產生之慣性力，通常可視為運動部分之重量與捲揚負荷之  $\beta$  倍，依下式之規定。但橫行、直行中以車輪驅動時，以動輪負荷之 15% 為最大值。又轉動動作時，應視負荷在伸臂之前端。

$$\text{平動} \quad \beta = 0.01 \sqrt{V}$$

$$\text{橫行直行} \quad \beta = 0.008 \sqrt{V}$$

$$\text{轉動} \quad \beta = 0.006 \sqrt{V}$$

式中：V：各種運動之速度 (m/min)。

(2) 離心力：隨轉動動作而作用於轉動半徑方向外端之力，依下式求得。

$$F = \frac{W \cdot V^2}{g \cdot R}$$

式中， F：離心力 (kgf) {N}。

W：捲揚負荷 (kgf) {N}。

g：重力加速度 (m/S<sup>2</sup>)。

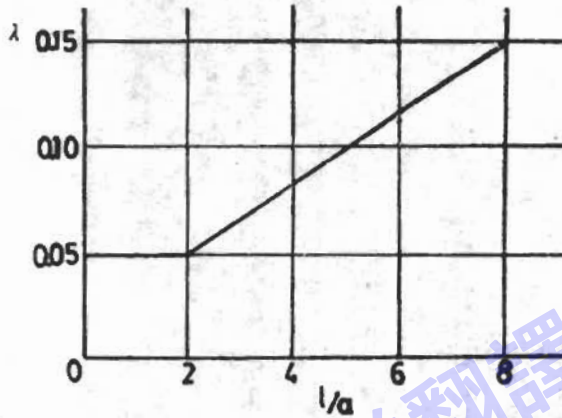
R：轉動半徑 (m)。

V：圓周切線速度 (m/S)。

(3) 車輪之側向力：係指與車輪之進行方向成直角之水平力，以跨距與有效軸距之比，自圖 1 中求得。有效軸距之選擇方法，則依圖 2(a)、(b)、(c) 所示，一軌上有四車輪時，為外側車輪中心之間距 [圖 2(a)]。超過四車輪至八車輪時，為外側二車輪之中心間距 [圖 2(b)]。超過八車輪時，為

外側三車輪之中心間距 [圖 2(c)]，但設有水平導輪者，其有效軸距為外側兩導輪之中心距。

圖 1 車輪橫力係數



$$S_r = \lambda \cdot R$$

式中，

$S_r$ ：車輪橫力 (kgf) {N}。

$\lambda$ ：車輪橫力係數。

$R$ ：車輪負荷 (kgf) {N}。

$L$ ：跨距 (m)。

$a$ ：有效軸距 (m)。

圖 2 有效軸距之求取



5.1.4 風力負荷：依下式求取風力負荷。

$$W = C \cdot q \cdot F$$

式中， $W$ ：風力負荷 (kgf) {N}。

$C$ ：風力係數。

$q$ ：速度壓 (kgf/m<sup>2</sup>) {N/m<sup>2</sup>}。

$F$ ：受壓面積 (m<sup>2</sup>)。

(1) 風力係數：風力係數由結構物形狀之不同，依表 5 之值求取。

但經風洞實驗可證明者，則不在此限。

表 5 風力係數 C

受風面種類			C	
型鋼構架		$\psi$	0.1 未滿	2.0
			0.1 以上 0.3 未滿	1.8
			0.3 以上 0.9 未滿	1.6
			0.9 以上	2.0
板桁架或箱形桁架		$l/h$	5 未滿	1.2
			5 以上 10 未滿	1.3
			10 以上 15 未滿	1.4
			15 以上 25 未滿	1.6
圓筒材料與圓筒構架		$\alpha\sqrt{q}$	10 未滿	1.2
			1.0 以上	0.7

表中  $\psi$ ：充實率，受風面之輪廓所包圍之面積與其投影面積之比。

$l$ ：板桁架或箱形桁架之長度 (m)。



$h$  : 由風之方向觀察之板桁架或箱形桁架之寬 (m)。

$d$  : 圓筒直徑 (m)。

$q$  : 速度壓 ( $\text{kgf/m}^2$ ) ( $\text{N/m}^2$ )。

(2) 速度壓 : 速度壓  $q = \frac{V^2}{30} \sqrt{h}$   $V$  : 風速

作業時  $q = 8.5 \sqrt{h}$  ( $\text{kgf/m}^2$ ) ( $q = 85 \sqrt{h}$  ( $\text{N/m}^2$ ))

停止時  $q = 1000 \sqrt{h}$  ( $\text{kgf/m}^2$ ) ( $q = 1000 \sqrt{h}$  ( $\text{N/m}^2$ ))

式中  $h$  : 距地面之高度 (m) 。但最小為 16 m 。

註 : 上式係以作業時之風速為 16 m/S , 停止時之風速為 55 m/S 導出者。

(3) 受壓面積 : 受壓面積取風方向之投影面積。

如桁架或桁架之一部分因受其他之桁架阻礙時, 其重疊之桁架部分之面積, 應乘以圖 3 所示之減低率  $\eta$  。關於相對之桁架間隔  $b$  , 依圖 4 之規定。

圖 3  $\psi$  與  $\eta$  之關係圖

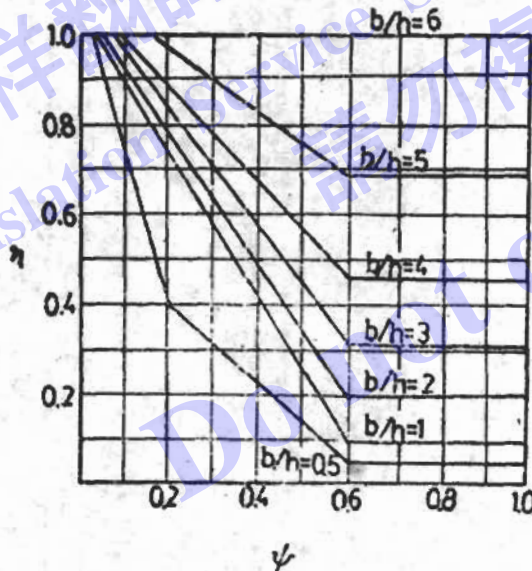
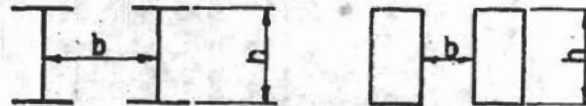


圖 4 相對桁架之間隔  $b$



(4) 吊動物體之風力負荷 : 作業中之起重機應考慮對吊動物體之風力負荷。但被吊動物體之形狀為不定形之 25t (250 KN) 以下之負荷者, 得依表 6 取其概括值。

表 6 被吊物之受壓面積

吊 揚 負 荷	受 壓 面 積
5 t (50 KN) 未滿	對每 1t (10 KN) 之吊升負荷為 1m <sup>2</sup>
5 t (50 KN) 以上~ 25 t (250 KN) 以下	5 m <sup>2</sup> + (超過 5t (50 KN) 之負荷者, 每 1 t (10 KN) 為 0.5 m <sup>2</sup> )

註 : 對被吊物之風力係數  $C = 1.0$ 。

5.1.5 熱引起之負荷 : 對於因溫度變化所生應力, 在構件熱膨脹受阻礙時之特殊情況下應予考慮。計算時, 通常之氣溫可考慮為 +45°C ~ -25°C。

5.1.6 地震負荷 : 不論是移動式或固定式起重機, 應考慮為其自身 20% 之水平負荷。但使用鋼索懸吊之被吊物, 得不考慮其水平負荷。

5.1.7 對緩衝器之衝擊負荷 : 設置緩衝器時, 無被吊物之狀態下起重機在額定速度之 70% 速度衝擊時, 應可吸收其運動能, 並由此時之減速求取衝擊負荷。但在緩衝器前方設置有能自動減速之裝置者, 得由

此減速生成之速度衝擊而求取其衝擊負荷。

至於起重機之被吊物自吊運車以剛體引導之構造者，對此被吊物之影響亦應加以考慮。

此外，被吊物或引導部分有與地面障礙物相衝之處時，則應考慮可能學上吊運車之一側車輪之水平負荷。

5.1.8 對人行道等之負荷：對人行道與梯子應以一個可移動之 300 kgf (3 KN) 集中負荷，扶手為一個 30 kgf (300 N) 之水平可移動集中負荷，予以設計。

但實施不持有貨物之作業（例如上油）使用人行道，梯子與扶手得依上述之值予以減半。

5.1.9 其他：積雪負荷或特殊作業等產生之負荷等，亦應適應實情加以考慮。

5.2 負荷計算值之增加：

5.2.1 衝擊係數  $\psi$ ：拖揚作業時所產生之衝擊，因拖揚速度，桁架之撓度與鋼索長度而異，此項衝擊力雖可實際測出，但一般則以拖揚負荷乘以表 7 之衝擊係數求得。但在表 4 註欄記有衝擊係數者，則依其規定。如拖揚負荷產生之應力與其本身重量之應力使構件應力正負相反者，構件應考慮將拖揚負荷下墜地面時之衝擊，即以拖揚負荷乘以  $(1-\psi)/2$  之負荷。

表 7 衝擊係數  $\psi$

起重機分類	I	II	III	IV
$\psi$	1.1	1.25	1.4	1.6

5.2.2 作業係數  $M$ ：就起重機之作業條件與起重機之重要性加以考慮，其主要負荷依表 8 之作業係數予以增加。

表 8 作業係數  $M$

起重機分類	I	II	III	IV
$M$	1.0	1.05	1.1	1.2

5.3 負荷之組合：計算應力之時，應取表 9 負荷組合中最為不利者。

表 9 負荷之組合

負荷狀態	負 荷 之 組 合
A	$M(\psi(\text{拖揚負荷}) + (\text{本身重}) + (\text{水平負荷})) + (\text{熱引起之負荷})$
B	$M(\psi(\text{拖揚負荷}) + (\text{本身重}) + \text{水平負荷}) + (\text{作業時風力負荷}) + (\text{熱引起之負荷})$
C	$(\text{拖揚負荷}) + (\text{本身重}) + (\text{地震負荷或衝擊負荷}) + (\text{熱引起之負荷})$ 或 $(\text{本身重}) + (\text{停止時風力負荷}) + (\text{熱引起之負荷})$

- 註：1. 所有之負荷，應將擬檢討之構件，取其最為不利之位置與最大值。例如不乘  $\psi$  為最大值時，取  $\psi=1$ 。
2. 水平負荷應考慮 5.1.3 所示之被預想可同時發生之最不利條件之組合。但極明顯之拖揚動作不重複時， $\psi$  值可取為 1。
3. 不作業時，吊運車應以無負荷狀況下置於一定之位置。如無法決定時，應認其為置於最為不利之位置。
4. 對於可轉動之起重機，不作業時伸臂以無負荷狀況下置於指定之位置。如無指定位置時，應認其為置於最為不利之位置。當伸臂受風而不搖晃時，則應考慮自最不利之受風方向。
5. 對熱引起之負荷及地震負荷之選用，分別依 5.1.5 與 5.1.6。

6. 容許應力：

6.1 容許應力：容許應力  $\sigma_s$ ，以對應 5.3 所示之各負荷狀態，就材料之降伏點（或 0.2% 降伏強度）與抗拉



強度，依表 10 之安全率除之得任一較小之值。

表 10 安全率

負荷狀態	安全率	
	對降伏點而言	對抗拉強度而言
A	1.5	1.8
B	1.3	1.6
C	1.15	1.4

6.2 結構構件與熔接部分：結構構件與熔接部分之應力，不得超過表 11 之值。

表 11 結構構件與熔接部分之容許應力

		應力之種類	容許應力	計算使用之斷面
結構構件		抗拉	$\sigma_s$	純斷面
		壓縮	$\sigma_s/1.15$	總斷面
		彎曲	依 9 與 10	總斷面與純斷面
		剪力	$\sigma_s/\sqrt{3}$	總斷面
		挫屈	依 8 與 12	總斷面
		承壓	$1.4 \sigma_s$	
熔接部分	對接	抗拉	$\sigma_s$	
		壓縮	$\sigma_s$	
		剪力	$\sigma_s/\sqrt{2}$	
	填角	圓緣方向之抗拉、壓縮	$\sigma_s$	
		剪力	$\sigma_s/\sqrt{2}$	熔接厚

註：1. 有效斷面為不包括鉚釘孔、螺絲孔之最小斷面。

2. 熔接處之試驗依 CNS \_\_\_\_\_ (鋼熔接之放射性穿透試驗方法與穿透攝影之等級分類法) 之規定，試驗時應符合下列條件：

(1) 不得有第 3 種之缺陷。

(2) 如有第 1 種或第 2 種缺陷時，應為 2 級之容許值以下；含有第 1 種及第 2 種缺陷時各應為 2 級容許值之 1/2 以下。

6.3 鉚釘、螺絲與銷：鉚釘、螺絲與銷等所容許之應力，依表 12 之規定。

表 12 鉚釘、螺絲與鉤之容許應力

材 質	應力之種類	容 許 應 力	註：計算時使用之直徑等
鉚 釘	工 廠 剪 力	$\sigma_s/\sqrt{3}$	鉚 釘 孔 徑
	承 壓	$1.4 \sigma_s$	
	現 場 剪 力	上述之 80 %	
	承 壓		
高強度螺絲	視 剪 力	$0.21 \sigma_s$	螺 絲 外 徑
高強度扣緊螺絲	視 剪 力	$0.24 \sigma_s$	螺 絲 外 徑
鑲 嵌 螺 絲	剪 力	$\sigma_s/\sqrt{3}$	螺 絲 外 徑
	承 壓	$1.4 \sigma_s$	
鉤 結 合	剪 力	$\sigma_s/\sqrt{3}$	鉤徑如鉤可微動時，則 承壓容許應力為左列之 50%
	承 壓	$1.4 \sigma_s$	
	彎 曲	$\sigma_s$	
基 礎 螺 絲	S(41)C 抗 拉	$0.6 \sigma_s$	螺 旋 底 徑
	S(20)C 剪 力	$0.35 \sigma_s$	

註：1. 視剪力，係指以螺絲承受剪力替代摩擦接合傳達之負荷者。

2. 高強度螺絲，於其螺旋底徑之應力以材料降伏強度之75%旋緊。高強度扣緊螺絲，以 85 %旋緊。

3. 對使用高強度螺絲或高強度扣緊螺絲之接頭，其結構構件之摩擦面，應清淨且無油、塗料等，其黑皮應使用砂輪磨去污穢部分。

4. 計算高強度螺絲與高強度扣緊螺絲之基本容許應力時，其基準均得以降伏強度替代降伏點。

5. 對於容許承壓應力，應就結構構件，支撐構件之 $\sigma_s$ 中，取較小之值為基準。

6.4 容許疲勞應力：鋼結構部分，應以 5.3 之負荷狀態 A 下，就疲勞強度之安全性予以確認。

6.4.1 結構構件與熔接部分：對於表 1 所列之材料，應依下述之應力比法或振幅法擇其一確認對疲勞之安全性。

(1) 應力比法：最大應力  $\sigma_{max}$  應不超過圖 5.1, 5.2, 5.3 所示之值。

對於剪應力亦同，其最大應力  $\tau_{max}$  應不得超過圖中之 S (母材) 或 S' (熔接部分) 者。

圖中之 K 為最小應力與最大應力之比 ( $K = \sigma_{min}/\sigma_{max}$ , 或  $\tau_{min}/\tau_{max}$ , 雙面受力振動時為負號，單面受力振動時為正號)。

但各應力值應在 6.1 之容許應力值以內。

(2) 振幅法：應力變動之振幅 ( $\sigma_{max} - \sigma_{min}$ ) 應在容許應力以內，且必須滿足下列三式。

$$(\sigma_{max} - \sigma_{min}) \leq F_s \cdot F_L \cdot \sigma_s$$

剪應力在母材時為

$$(\tau_{max} - \tau_{min}) \leq F_s \cdot F_L \cdot \tau_s / \sqrt{3}$$

熔接部分為

$$(\tau_{max} - \tau_{min}) \leq F_s \cdot F_L \cdot \sigma_s / \sqrt{2}$$

對於剪應力二式中之  $F_s$ ,  $F_L$  均應取相當於缺口類 a 之值

式中， $\sigma_{max}$ ：最大應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_{min}$ ：最小應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。



$\tau_{max}$ : 最大剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。  
 $\tau_{min}$ : 最小剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。  
 $F_j$ : 接頭係數, 係表示接頭之缺口效應之程度, 依表 13 與表 14 之規定。  
 $F_L$ : 壽命係數, 考慮應力之反復數, 依表 15 之規定。  
 $\sigma_s$ : 疲勞容許應力, 依圖 6 之規定, 或取  $\sigma_s = 1000 \text{ kgf/cm}^2$  (100 N/mm<sup>2</sup>)  
 但各應力值, 應在 6.1 所規定之容許應力值以內。

6.4.2 鉚釘、螺栓: 螺栓與鉚釘之剪應力依圖 5 之 S' 線或依振幅法中剪應力熔接部分之式。  
 高強度螺栓與高強度扣緊螺栓, 其疲勞強度得不考慮。

圖 5.1 I 類起重機之疲勞容許應力

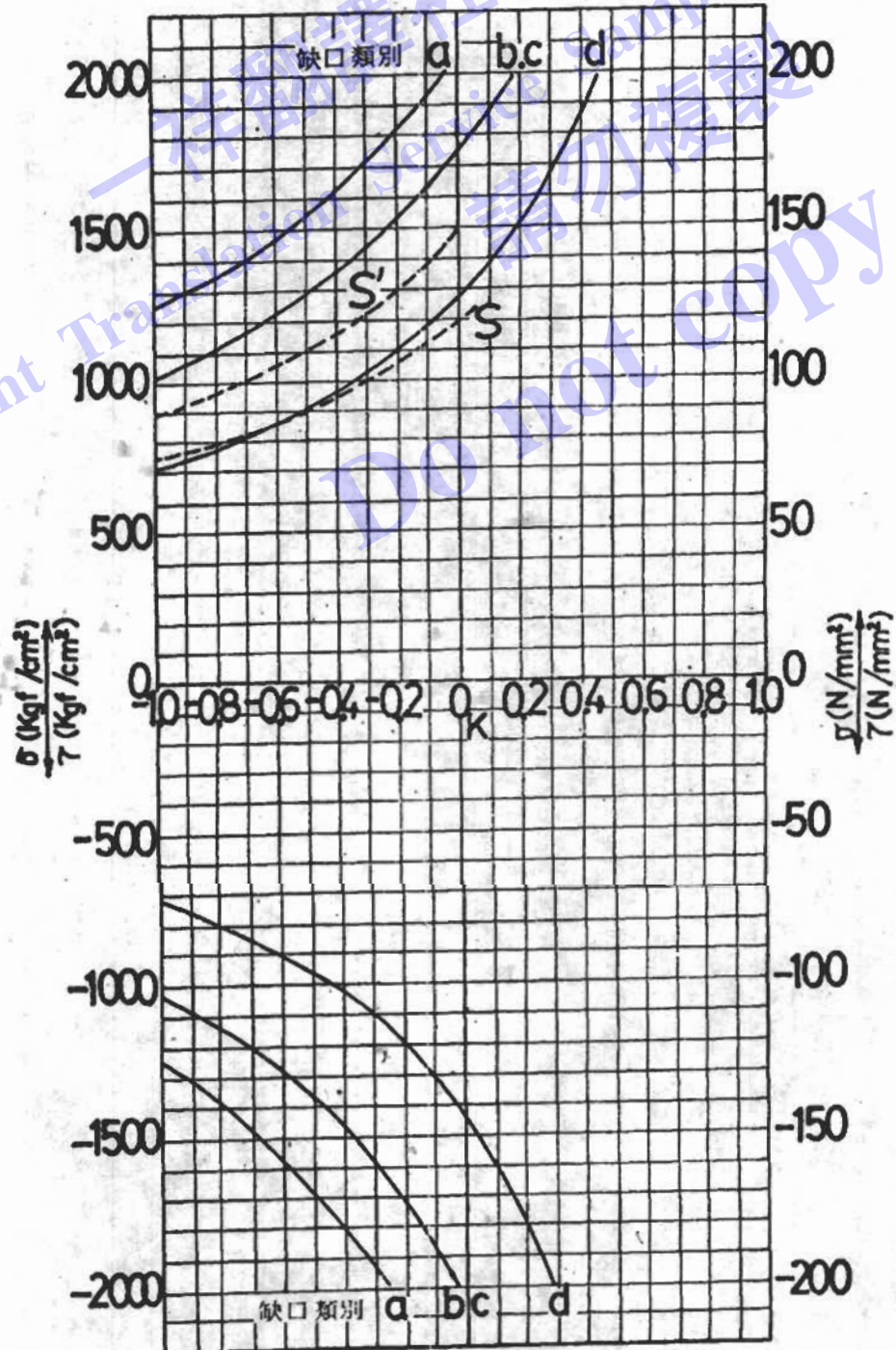


圖5.2 I類起重機之疲勞容許之應力

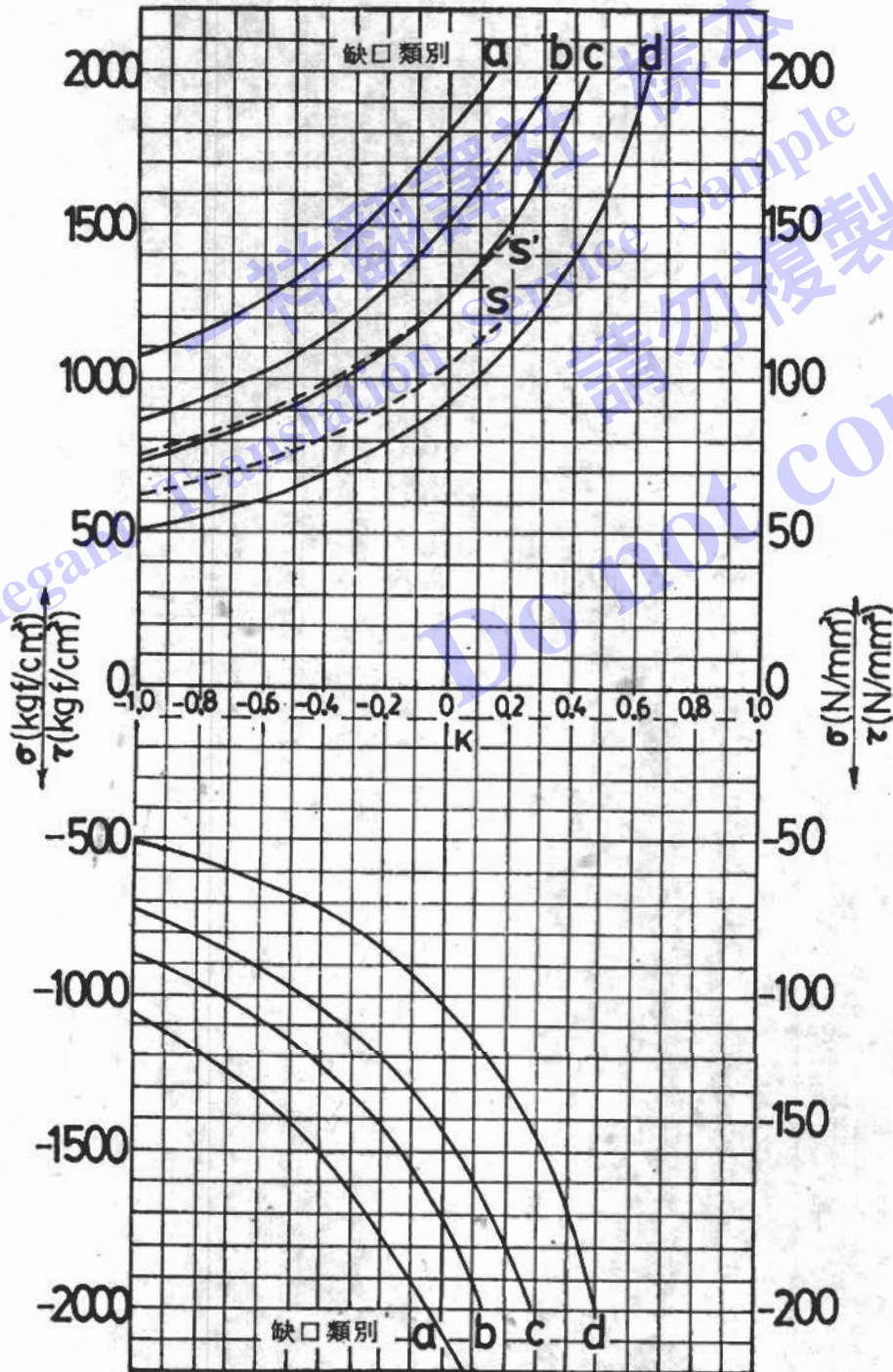




圖5.3 Ⅱ、Ⅲ類起重機之疲勞容許應力

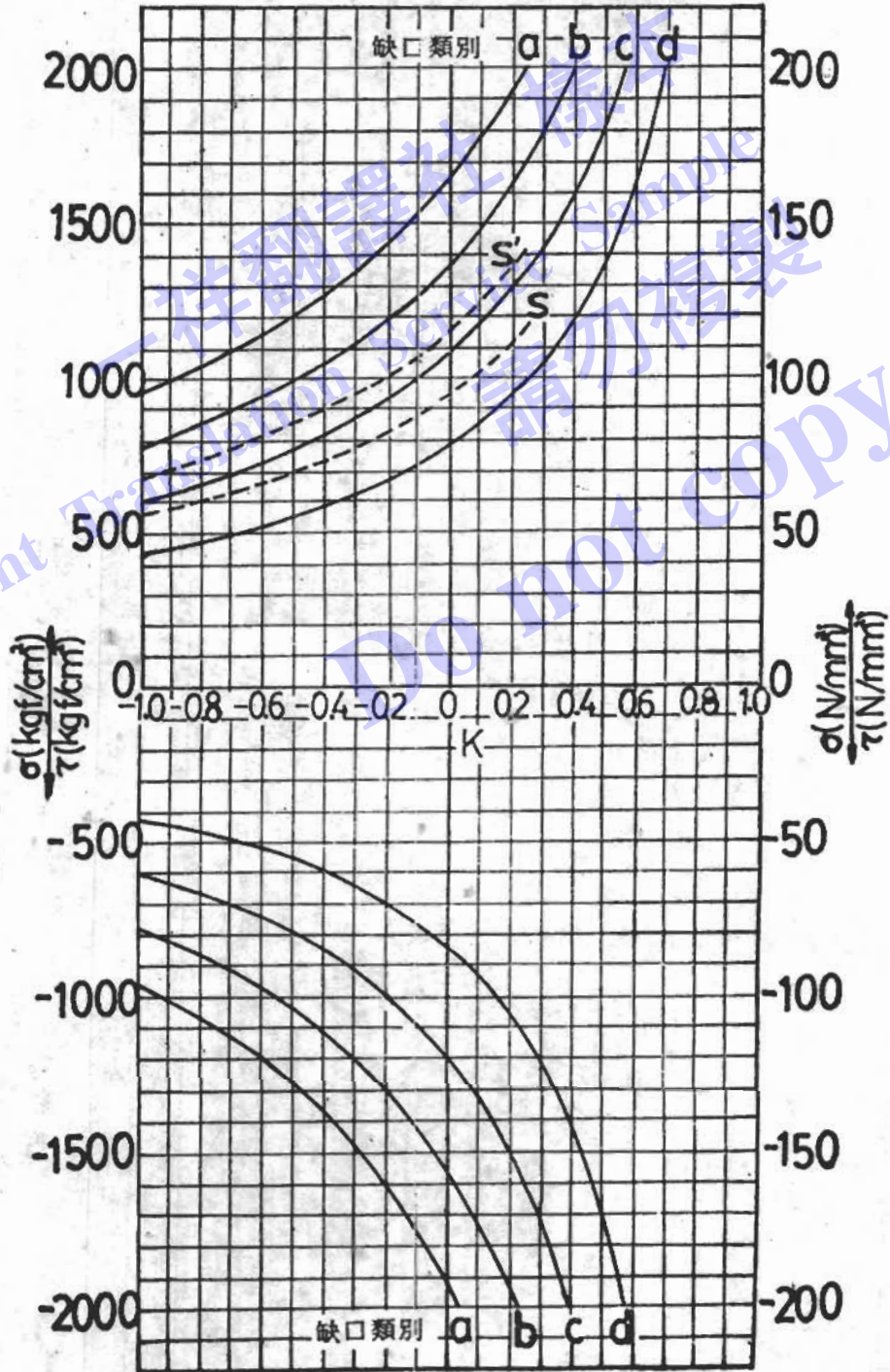

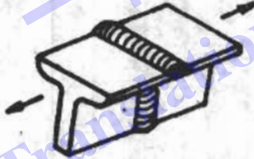
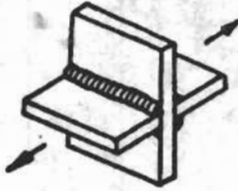
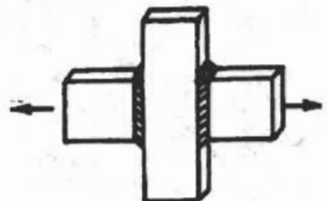



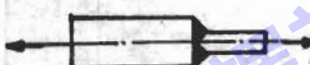
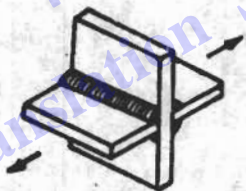
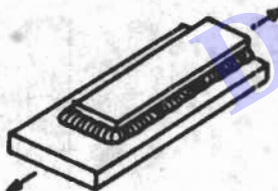
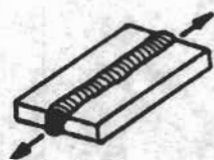
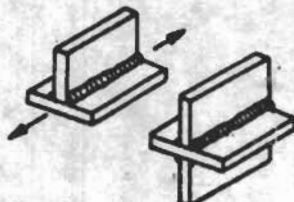
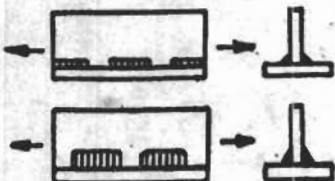
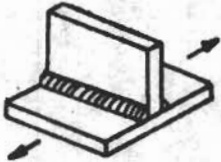

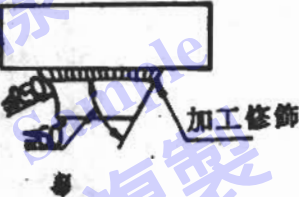
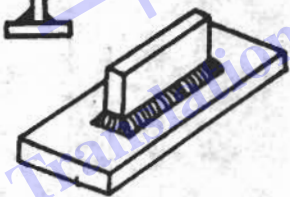
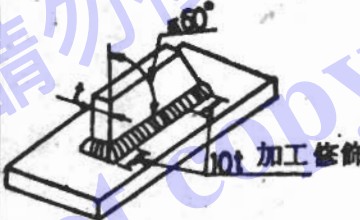







表 13 依缺口強度之分類

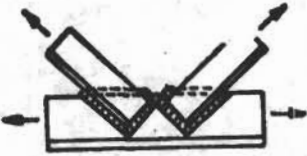
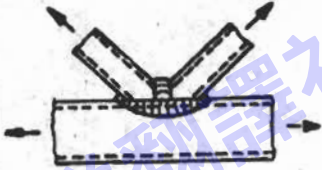
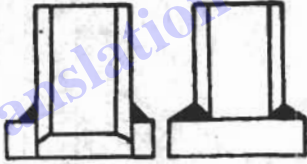
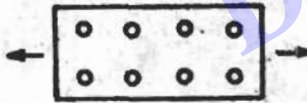

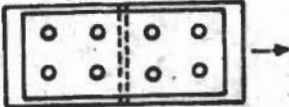
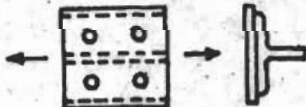

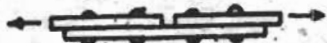
說明	圖示	依缺口強度之分類		註
		熔接後不加工	熔接後加工	
1. 母材		a		
2. 與力成直角之對接接頭 (相同板厚)	平板之對接接頭 2.1 	c	a	置有裏襯板者為 d
	型鋼之對接接頭 2.2 	c	b	切實避免疊層熔接
	十字接頭 2.3 			
	2.4 	d	c	
3. 與力成直角之對接接頭 (不同板厚)	非對稱 3.1 	c	d	
	非對稱接頭 3.2 	d	c	



	<p>對稱</p> <p>3.3</p> <p>斜率 <math>\frac{1}{4}</math> 以下</p> 	c	b	
	<p>對稱接頭</p> <p>3.4</p> 	d	c	
<p>4. 與力成 直角之 填角接 頭</p>	<p>4.1</p> 	d	c	
	<p>4.2</p> 	d	c	切實避免疊層接頭
<p>5. 與力平 行之連 續對接 接頭與 填角接 頭</p>	<p>對接</p> <p>5.1</p> 	b	b	
	<p>填角</p> <p>5.2</p> 			
<p>6. 與力平 行之斷 續填角 接頭</p>	<p>6.1</p> 	c	c	

<p>7. 置有附加物之接頭</p>	<p>填角，填角（點）</p> <p>7.1</p> 	<p>c</p>	<p>b</p>		
<p>對接</p> <p>7.2</p>		<p>d</p>	<p>c</p>		
<p>填角</p> <p>7.3</p>		<p>d</p>	<p>c</p>		
<p>8. 彎曲之凸緣波浪形接合</p> 	<p>8.1 填角</p> 	<p>c</p>	<p>c</p>		
	<p>8.2 填角（全）<sup>(1)</sup></p> 	<p>b</p>	<p>b</p>		
<p>9. 軌下</p> 		<p>9.1 填角</p>	<p>d</p>	<p>d</p>	
		<p>9.2 填角（全）<sup>(1)</sup></p>	<p>c</p>	<p>b</p>	



<p>10. 結構構架</p>	<p>10.1 填角</p> 	<p>d</p>	<p>c</p>	
<p>11. 管</p>	<p>11.1 填角</p> 	<p>d</p>	<p>c</p>	
	<p>11.2 填角 V形開口</p> 			
<p>12. 有孔構件</p>	<p>12.1</p> 	<p>c</p>		
<p>13. 鉚釘接頭、高强度螺栓與高强度扣緊螺栓接頭</p>	    	<p>12.1 鉚釘</p>		
	<p>12.2 螺栓</p>			

註：填角（全）者，係指消除之開口完全施注。









表 17-2 圓筒材之撻屈係數  $\omega$

適用於降伏點超過 30 kgf/mm<sup>2</sup> (300 N/mm<sup>2</sup>), 32 kgf/mm<sup>2</sup> (320 N/mm<sup>2</sup>) 以下之圓筒材

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.05	20
30	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	30
40	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	1.14	1.15	1.15	1.16	40
50	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	50
60	1.26	1.27	1.28	1.29	1.31	1.32	1.33	1.34	1.36	1.37	60
70	1.38	1.40	1.41	1.43	1.45	1.46	1.48	1.49	1.51	1.53	70
80	1.55	1.57	1.58	1.60	1.62	1.66	1.70	1.73	1.77	1.82	80
90	1.86	1.90	1.94	1.98	2.03	2.07	2.11	2.15	2.20	2.24	90

註：圓筒材之直徑與板厚之比在 6 以下與  $\lambda = 100$  以上時依表 17-1 規定。

表 18-1 撻屈係數  $\omega$

適用於降伏點超過 34 kgf/mm<sup>2</sup> (340 N/mm<sup>2</sup>), 36 kgf/mm<sup>2</sup> (360 N/mm<sup>2</sup>) 以下之鋼材

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	20
30	1.11	1.12	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18	30
40	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	40
50	1.28	1.29	1.31	1.32	1.33	1.34	1.36	1.37	1.38	1.40	50
60	1.41	1.43	1.44	1.46	1.47	1.49	1.51	1.52	1.54	1.55	60
70	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.76	70
80	1.79	1.81	1.83	1.86	1.88	1.91	1.93	1.96	1.98	2.01	80
90	2.05	2.10	2.14	2.19	2.24	2.29	2.33	2.38	2.43	2.48	90
100	2.53	2.58	2.64	2.69	2.74	2.79	2.85	2.90	2.95	3.01	100
110	3.06	3.12	3.18	3.23	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	3.59	110
120	3.65	3.71	3.77	3.83	3.89	3.96	4.02	4.09	4.15	4.22	120
130	4.28	4.35	4.41	4.48	4.55	4.62	4.69	4.75	4.82	4.89	130
140	4.96	5.04	5.11	5.18	5.25	5.33	5.40	5.47	5.55	5.62	140
150	5.70										150

表 18-2 圓筒材之撻屈係數  $\omega$

適用於降伏點超過 34 kgf/mm<sup>2</sup> (340 N/mm<sup>2</sup>), 36 kgf/mm<sup>2</sup> (360 N/mm<sup>2</sup>) 以下之圓筒材

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	20
30	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.10	1.10	30
40	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	40
50	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	50
60	1.28	1.30	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36	1.38	1.39	1.41	60
70	1.42	1.44	1.46	1.47	1.49	1.51	1.53	1.55	1.57	1.59	70
80	1.62	1.66	1.71	1.75	1.79	1.83	1.88	1.92	1.97	2.01	80

註：圓筒材之直徑與板厚之比在 6 以下與  $\lambda = 90$  以上時依表 18-1 規定。



表 19-1 捲屈係數  $\omega$   
適用於降伏點超過 44 kgf/mm<sup>2</sup> (440 N/mm<sup>2</sup>), 46 kgf/mm<sup>2</sup> (460 N/mm<sup>2</sup>) 以下之鋼材

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.03	1.04	1.04	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.09	1.09	20
30	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	30
40	1.18	1.19	1.20	1.21	1.23	1.24	1.25	1.26	1.28	1.29	40
50	1.30	1.32	1.33	1.35	1.37	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	50
60	1.47	1.49	1.51	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.67	60
70	1.70	1.72	1.75	1.77	1.80	1.83	1.88	1.93	1.98	2.03	70
80	2.08	2.14	2.19	2.24	2.30	2.35	2.41	2.47	2.52	2.58	80
90	2.64	2.70	2.76	2.82	2.88	2.94	3.00	3.06	3.13	3.19	90
100	3.26	3.32	3.39	3.46	3.52	3.59	3.66	3.73	3.80	3.87	100
110	3.94	4.01	4.09	4.16	4.23	4.31	4.38	4.46	4.53	4.61	110
120	4.69	4.77	4.85	4.93	5.01	5.09	5.17	5.25	5.34	5.42	120
130	5.50	5.59	5.67	5.76	5.85	5.94	6.02	6.11	6.20	6.29	130
140	6.38	6.47	6.57	6.66	6.75	6.85	6.94	7.04	7.13	7.23	140
150	7.33										150

表 19-2 圓筒材之捲屈係數  $\omega$   
適用於降伏點超過 44 kgf/mm<sup>2</sup> (440 N/mm<sup>2</sup>), 46 kgf/mm<sup>2</sup> (460 N/mm<sup>2</sup>) 以下之圓筒材

$\lambda$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\lambda$
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02	1.03	20
30	1.03	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	30
40	1.10	1.11	1.12	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	40
50	1.20	1.21	1.22	1.23	1.25	1.26	1.27	1.29	1.30	1.32	50
60	1.34	1.35	1.37	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.51	1.55	60
70	1.60	1.64	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88	1.93	1.98	2.03	70

註：圓筒材之直徑與板厚之比在 6 以下與  $\lambda=80$  以上時，依表 19-1 規定。

7. 拉力構件之計算：(拉應力應除去螺檢孔與鉚釘孔後之有效斷面積) 依下式計算：

$$\sigma_t = \frac{N}{A_n} \leq \sigma_{ts}$$

式中：N：軸方向之拉力 (kgf) (N)。

$A_n$ ：有效斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_t$ ：拉應力 (kgf/mm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_{ts}$ ：依 6 之容許拉應力。

8. 抗壓構件之計算：壓縮應力以不除去螺檢孔或鉚釘孔之總斷面積，依下式計算：

$$\sigma_c = \frac{\omega N}{A} \leq \sigma_{cs}$$

式中：N：軸方向之壓縮力 (kgf) (N)。

A：總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_c$ ：壓縮應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\omega$ ：捲屈係數。

$\sigma_{cs}$ ：依 6 之容許壓縮應力。

$\omega$  因抗壓構件之細長比 ( $\lambda$  參考 14.2) 與材料而變，依表 16-1 ~ 表 19-2 之規定。

9. 承受彎曲與扭曲之箱形桁架之計算：承受彎曲或扭曲之箱形桁架其彎曲與扭曲得分別依下式計算。但對於一般起重機，因（跨距）／（桁寬）在 40 以下，故不予考慮因彎曲引起之橫向屈曲。

9.1 彎曲：

$$\sigma_t = \frac{M}{I} \cdot \frac{A}{A_n}, c \leq \sigma_{ts}$$

$$\sigma_c = \frac{M}{I} \cdot e \leq \sigma_{cs}$$

$$\tau = \frac{F}{A_n'} \leq \tau_s$$

式中： $\sigma_t$ ：伸拉緣應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_c$ ：壓縮緣應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\tau$ ：剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$M$ ：彎曲力矩 (kgf·cm) (N·mm)。

$I$ ：慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

$A$ ：伸拉凸緣之總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$A_n$ ：伸拉凸緣之有效斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$e$ ：自中立軸線至伸拉緣或壓縮緣之距離 (cm 或 mm)。

$F$ ：剪力 (kgf) (N)。

$A_n'$ ：承受剪力腹板之有效斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$\tau_s$ ：依 6 之容許剪應力。

9.2 扭曲：

$$\tau_t = \frac{M_t}{2A \cdot t} \leq \tau_s$$

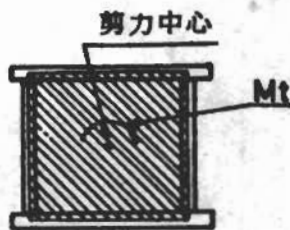
式中： $\tau_t$ ：扭距引起之剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$M_t$ ：對剪力中心迴轉之扭距 (kgf·cm) (N·mm)。

$A$ ：腹板與凸緣中心線所包圍之面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$t$ ：腹板或凸緣之厚度 (cm 或 mm)。

圖 7 承受扭曲之箱形桁架



10. 構件曲軸方向力產生彎曲之計算：對於構件在軸方向力產生彎曲之計算，得依下述之簡易式計算。但必要時應考慮變形而實施精密之撓屈計算。

$$\sigma_t = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{I} \cdot \frac{A}{A_n} \cdot e \leq \sigma_{ts}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \cdot \omega + 0.9 \cdot \frac{M}{I} \cdot e \leq \sigma_{cs}$$

式中： $N$ ：軸方向力 (kgf) (N)。

$M$ ：彎曲力矩 (kgf·cm) (N·mm)。

$I$ ：慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

$A$ ：構件之總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$A_n$ ：構件之有效斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$e$ ：自中立軸線至斷面緣之距離 (cm 或 mm)。

又，如 I 型構件之斷面，應檢討橫向撓屈。

11. 熔接接頭之計算：

11.1 作用於承受拉力、壓縮或剪力之接頭之應力：對接熔接或填角熔接產生之應力，依下式之規定：



$$\sigma = \frac{P}{\Sigma a \cdot l}$$

$$\tau = \frac{P}{\Sigma a \cdot l}$$

式中： $\sigma$ ：於熔接部分產生之伸拉或壓縮應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\tau$ ：於熔接部分產生之剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

P：作用於接頭之力 (kgf) (N)。

a：熔接部分之喉深 (參照 16.2) (cm 或 mm)。

l：熔接部分之有效長度 (參照 16.3) (cm 或 mm)。

- 11.2 彎曲力矩與剪力同時作用之接頭之應力：結合腹板與邊緣之連續熔接部分，如腹板之垂直或水平對接熔接與將 I 型桁架結合於壁面時之填角熔接部分，此等彎曲力矩與剪力可同時作用之接頭，應依下式計算其合成應力。

$$\sqrt{\sigma^2 + 2\tau^2} \leq \sigma_s$$

式中： $\sigma$ ：彎曲應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>) 但  $\sigma \leq \sigma_s$ 。

$\tau$ ：剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>) 但  $\tau \leq \tau_s$ 。

- (1) 因彎曲力矩生成之應力：

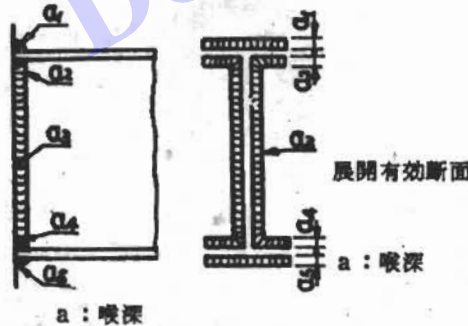
$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y$$

式中：M：作用於接頭之彎曲力矩 (kgf·cm) (N·mm)。

I：喉深之中立軸線迴轉之慣性矩，填角熔接時係將喉深展開，依圖 8 所示之接合面有效斷面之慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

y：擬考慮之點至中立軸線之距離 (cm 或 mm)。

圖 8 喉深之展開



- (2) 剪應力：

$$\tau = \frac{P \cdot Q}{I \cdot a}$$

式中： $\tau$ ：剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

P：作用於接頭之剪力 (kgf) (N)。

Q：自考慮之熔接線至外側斷面中立軸迴旋之斷面力矩 (cm<sup>3</sup> 或 mm<sup>3</sup>)。

I：與 11.2 (1) 同。

a：喉深 (cm 或 mm)。

簡易計算時，視剪力僅由腹板部分承受者，得依下式計算：

$$\tau = \frac{P}{A_s}$$

式中： $\tau$ ：剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

P：剪力 (kgf) (N)。

A<sub>s</sub>：腹板之總斷面積，填角熔接者為腹板部分之填角喉深之合計面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

- 12 板之局部屈曲計算：板之局部屈曲強度，應就輔助鋼材等所包圍部分之區間之屈曲與含有輔助鋼材面全體屈二者予以計算。此外，加載於板之荷重應乘以衝擊係數  $\psi$  與作業係數 M。

- 12.1 壓縮應力與剪應力單獨作用時： $\sigma_{1x1}, \sqrt{3} \tau_{x1}$  超過材料之比例限界時，依 12.2 減低其容許應力。

$$\sigma \leq \frac{\sigma_{1kl}}{S}$$

$$\tau \leq \frac{\tau_{kl}}{S}$$

式中： $\sigma_1$ ：最大壓縮應力之絕對值（參照表21-1與表21-2）(kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\tau$ ：剪應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_{1kl}$ ：局部理想挫屈應力依下式求得：

$$\sigma_{1kl} = \sigma_s \cdot K$$

$\tau_{kl}$ ：局部理想挫屈應力依下式求得：

$$\tau_{kl} = \sigma_s \cdot K$$

S：局部挫屈安全率，依表 21 之規定。

$\sigma_s$ ：基本挫屈應力依下式求得：

$$\sigma_s = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t^3}{12b^3(1-\mu^2)} = (1378 \cdot \frac{t}{b})^2 \text{ (kgf/cm}^2\text{) (N/mm}^2\text{)}$$

式中：E：彈性係數 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

$\mu$ ：浦松氏比。

t：板厚 (cm 或 mm)。

b：區間之寬 (cm 或 mm)。

K：局部挫屈係數，對區間部分依表 21-1。含有輔助鋼材之面全體者，依表 21-2。分別依其應力狀況求取。

a：區間之長度 (cm 或 mm)。

$\alpha$ ：區間之長度與寬度之比  $\alpha = \frac{a}{b}$ 。

$\gamma$ ：輔助鋼材之鋼性比  $\gamma = \frac{J}{0.092 b \cdot t^3}$ 。

J：計算輔助鋼材總斷面局部挫屈之板中心線之慣性矩。

$\delta$ ：輔助鋼材之面積比  $\delta = \frac{F}{b \cdot t}$ 。

F：輔助鋼材之總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

表 20 局部挫屈安全率 S

負荷狀況	整體面對挫屈之安全率	以輔助鋼材包圍部分區間對挫屈之安全率
A	1.71 + 0.180 ( $\phi - 1$ )	1.5 + 0.075 ( $\phi - 1$ )
B	1.50 + 0.125 ( $\phi - 1$ )	1.35 + 0.05 ( $\phi - 1$ )
C	1.35 + 0.075 ( $\phi - 1$ )	1.25 + 0.025 ( $\phi - 1$ )

12.2 垂直應力與剪應力同時作用時：先分別計算二個局部挫屈應力  $\sigma_{1kl}$ ,  $\tau_{kl}$  而後依下式求取理想之合成應力  $\sigma_{vkl}$ 。

$$\sigma_{vkl} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2}}{\frac{1+\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{1kl}} + \sqrt{\left(\frac{3-\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{1kl}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{kl}}\right)^2}} \text{ (kgf/cm}^2\text{) (N/mm}^2\text{)}$$

式中： $\phi$ ：作用於板之垂直應力最大與最小值之比，依表 20 之規定，在特殊情況下：

$$\tau = 0 \text{ 而 } \sigma_{vkl} = \sigma_{1kl}$$

$$\sigma = 0 \text{ 而 } \sigma_{vkl} = \sqrt{3} \tau_{kl}$$

理想合成應力  $\sigma_{vkl}$  超過材料比例限界時，應依圖 9 之圖表，減少求合成應力 ( $\sigma_{vkl}$ )，決定容許應力。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2} \leq \frac{\sigma_{vk}}{S} \text{ (kgf/cm}^2\text{) (N/mm}^2\text{)}$$

式中：S：局部挫屈安全率，依表20之規定。



圖 9 減少合成應力

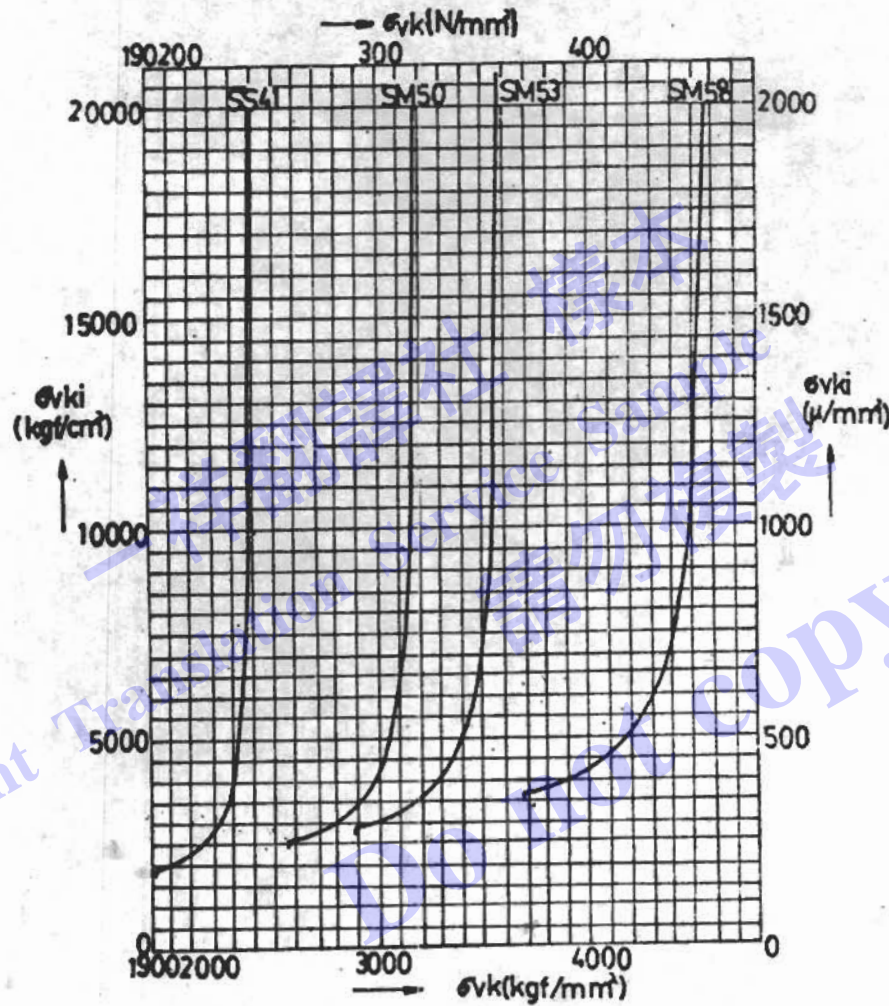


表 21-1 區間部分之彎屈係數K

No.	負荷條件	通用範圍	彎屈係數 K
1	等分布壓縮 應力 $\phi = 1$	$\alpha \geq 1$	$K = 4$
		$\alpha < 1$	$K = (\alpha + \frac{1}{\alpha})^2$
2	直線分布壓縮應力 $0 \leq \phi < 1$	$\alpha \geq 1$	$K = \frac{8.4}{\phi + 1.1}$
		$\alpha < 1$	$K = (\alpha + \frac{1}{\alpha})^2 \cdot \frac{2.1}{\phi + 1.1}$
3	直線分布拉應力與壓應力，當壓縮應力較大時		$K = (1 + \phi) \cdot K' - \phi K'' + 10\phi(1 + \phi)$ $K' : \phi = 0$ 時之彎屈係數 (依 No. 2) $K'' : \phi = -1$ 時之彎屈係數 (依 No. 4)
4	直線分布拉應力與壓應力二者相等時或抗拉應力較大時 $\sigma \leq -1$	$\alpha \geq \frac{2}{3}$	$K = 23.9$
		$\alpha < \frac{2}{3}$	$K = 15.87 + \frac{1.87}{\alpha^2} + 8.6\alpha^2$






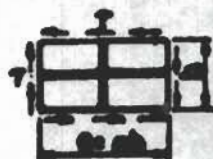
5	等分布剪應力		$a \geq 1$	$K = 5.34 + \frac{4.00}{a^2}$
			$a < 1$	$K = 4.00 + \frac{5.34}{a^2}$

表 21-2 豎曲面之撓屈係數 K

No.	負荷條件與輔助剛材之配置	適用範圍	撓屈係數 K	
1	直線分布圓 筒應力 $0 \leq \phi \leq 1$ 中央置一水 平輔助鋼材		$a \leq \sqrt{1+2\tau}$	$K = \frac{2}{0.95(\phi+1.1)} \frac{(1+\alpha)^2+2\tau}{\alpha^2(1+2\beta)}$
			$a > \sqrt{1+2\tau}$	$K = \frac{4}{0.95(\phi+1.1)} \frac{1+\sqrt{1+2\tau}}{1+2\beta}$
2	直線分布圓 筒應力 $0 \leq \phi \leq 1$ 中央置一垂 直輔助鋼材		$0.4 \leq a \leq 1.0$	$K = \frac{A - \sqrt{A^2 - B}}{1.43a^2(\phi+1.1)}$ $A = 1.5(1+\alpha)^2 + 0.167(9+\alpha^2)^2 + 3.3\alpha^2\tau$ $B = (1+\alpha)^2(9+\alpha^2)^2 + 2\alpha^2\tau[(1+\alpha)^2 + (9+\alpha^2)^2]$
3	等分布圓筒應 力中央置一水 平與垂直輔助 鋼材		$0.9 \leq a \leq 1.1$	$K = \frac{(1+\alpha)^2 + 2(\tau_s + \tau_e \cdot \alpha^2)}{\alpha^2(1+2\beta_s)}$
4	等分布剪應力 中央置一水平 輔助鋼材		$0.5 \leq a \leq 2.0$	$K = \frac{4.93(1+\alpha^2)}{\alpha^2\sqrt{c}}$ $c = \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 3.16(1+9\alpha^2)^2 + 4.05\tau}{(1+\alpha^2)^2(1+9\alpha^2)^2 + 2\tau(1+\alpha^2)^2 + 2\tau(1+9\alpha^2)^2}$ $+ \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 0.41(9+\alpha^2)^2 + 13.11\tau}{(1+\alpha^2)^2(9+\alpha^2)^2 + 27\alpha^2(9+\alpha^2)^2 + 162\tau(1+\alpha^2)^2}$
			$0.5 \leq a \leq 2.0$	$K = \frac{4.93(1+\alpha^2)}{\alpha^2\sqrt{c}}$ $c = \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 0.41(1+9\alpha^2)^2 + 13.11\tau\alpha^2}{(1+\alpha^2)^2(1+9\alpha^2)^2 + 162\tau\alpha^2(1+9\alpha^2)^2 + 27\tau\alpha^2(1+\alpha^2)^2}$ $+ \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 3.16(9+\alpha^2)^2 + 4.05\tau\alpha^2}{(1+\alpha^2)^2(9+\alpha^2)^2 + 27\alpha^2(9+\alpha^2)^2 + 27\tau\alpha^2(1+\alpha^2)^2}$
5	等分布剪應力 中央置一垂直 輔助鋼材		$0.5 \leq a \leq 2.0$	$K = \frac{4.93(1+\alpha^2)}{\alpha^2\sqrt{c}}$ $c = \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 0.41(1+9\alpha^2)^2 + 13.11\tau\alpha^2}{(1+\alpha^2)^2(1+9\alpha^2)^2 + 162\tau\alpha^2(1+9\alpha^2)^2 + 27\tau\alpha^2(1+\alpha^2)^2}$ $+ \frac{10.24(1+\alpha^2)^2 + 3.16(9+\alpha^2)^2 + 4.05\tau\alpha^2}{(1+\alpha^2)^2(9+\alpha^2)^2 + 27\alpha^2(9+\alpha^2)^2 + 27\tau\alpha^2(1+\alpha^2)^2}$
6	等分布剪應力 中央置一水平 與垂直輔助鋼 材		$0.5 \leq a \leq 2.0$	$K = \frac{1+\alpha^2}{\alpha^2} \sqrt{(1+\alpha^2)^2 + 2(\tau_s + \alpha^2\tau_e)}$



註：1. 兩輔助鋼材之交點不得減低其彎曲鋼性，或必須以同一鋼度結合。

2. 註脚Q表示垂直輔助鋼材，L表示水平輔助鋼材。

13. 對防止翻倒之安定度與防止風引起之滑動：

13.1 安定度：起重機之安定度應依下式計算確認之。

$$\text{安定度} = \frac{\Sigma \text{安定力矩}}{\Sigma \text{翻倒力矩}}$$

起重機應依表 22 所示之用途分別確認承受各種負荷不致於翻倒。

計算時，應對影響安定度之所有重量，均置於最不利之位置。

用途A：適用於一般起重機。

用途B：適用於營運用塔型起重機等時常變更設置場所之起重機與行走於鐵軌之鐵路起重機。

用途C：適用於固定式或僅可迴轉之起重機。

表 22 對安定度之負荷條件

用途	條件	垂直負荷	慣性力引起之負荷		風力負荷	註
			垂直	水平		
A	1	1.3 P	0.1 P	0.1 W	作業時風力負荷	固定裝置解放時
	2	1.7 P	0	0	0	固定裝置解放時
	3	0	0	0	停止時風力負荷	裝置固定裝置時
	4	-0.3 P	0	0	0	固定裝置解放時
B	1	1.0 P	0.1 P	0.1 W	作業時風力負荷	無固定裝置
	2	1.4 P	0	0	0	無固定裝置
	3	0	0	0	停止時風力負荷	無固定裝置
	4	-0.3 P	0	0	0	無固定裝置
C	1	1.0 P	0.1 P	0.1 W	作業時風力負荷	乾絃 300 mm 以上
	2	1.25 P	0	0	0	乾絃 300 mm 以上
	3	0	0	0	停止時風力負荷	乾絃 300 mm 以上

註：1. 條件 1：作業時受風力負荷，而有經常運轉之加速或減速力作用。

2. 條件 2：無風負荷，而受靜負荷時。

3. 條件 3：無負荷，停止時受風負荷時。

4. 條件 4：考慮受向上負荷時。

5. P 為捲揚負荷，W 為水平運動部分之重量（含捲揚負荷）。

6. 慣性力引起之垂直負荷係指制動捲索下放時所產生者。

7. 慣性力引起之水平負荷應考慮迴轉時之離心力，直行，橫行或平動時加速之力，與負荷之搖動等，認定有 0.1W 之水平力作用於運動部分。

8. 用途 B 以假設軌道無傾斜與無懸垂狀態下，因應實情加以考慮。

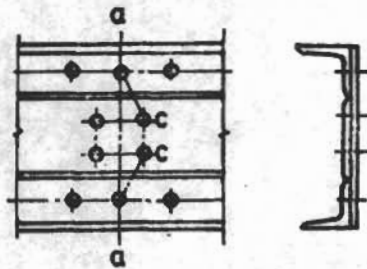
13.2 防止風引起之滑走：設置於屋外操作之起重機，應備充分可對應作業時風力負荷之直行電動機，而可將起重機搬運至固定基礎之位置或於任意之位置可充分對抗強風之軌夾。固定基礎與軌夾應滿足下列條件：

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| (1) 風力負荷基礎螺栓（固定裝置）                    | 停止時風力負荷       |
| 軌夾                                    | 停止時風力負荷之 40 % |
| (2) 對滑走之安全度                           | 1.5 以上        |
| (3) 軌與軌夾間之摩擦係數                        | $\mu = 0.25$  |
| (4) 考慮起重機之駛行阻力。                       |               |
| (5) 置有基礎螺栓（固定器）與軌夾者，兩者應能分別對抗(1)之風力負荷。 |               |

14. 承受軸方向力之構件設計細節：構件或接頭不得有偏心或應力特別集中之構造，在不得已之狀況應考慮其影響面設計之。

14.1 抗拉構件之有效斷面積：求取抗壓構件之有效斷面積，應自鉚釘或螺栓之位置減去適當之鉚釘孔或螺栓孔。在圖 10 中，a-c-c-a 斷面積小於 a-a 斷面積時，應自構件斷面積減去四個鉚釘孔或螺栓孔。角鋼或 U 形鋼無偏心構造者，應展開腳架與凸緣，準用上述計算法計算。

圖10 有效斷面積



14.2 細長比：構件之細長比  $\lambda$ ，依下式計算。

$$\lambda = \frac{l_x}{K}$$

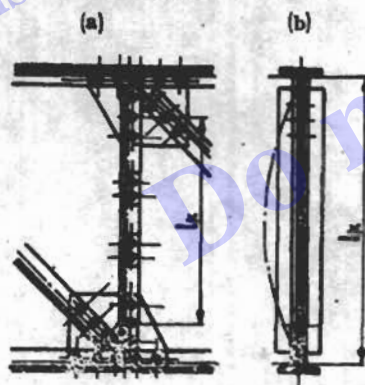
式中： $l_x$ ：控屈長度 (cm 或 mm)。

$K$ ：對控屈軸之最小迴轉半徑 (cm 或 mm)。

控屈長度依下述計算之。

- (1) 對於構架面上之控屈，係就連結構件端之螺栓 (含鉤釘) 重心距離作為控屈長度  $l_x$  [參照圖11(a)] 之構件與其他構件相交，而交叉部分之壓縮構件以其必要螺栓數之  $\frac{1}{2}$  以上之螺栓連結時，視其交點在構架面並不發生變位。

圖11 控屈長度

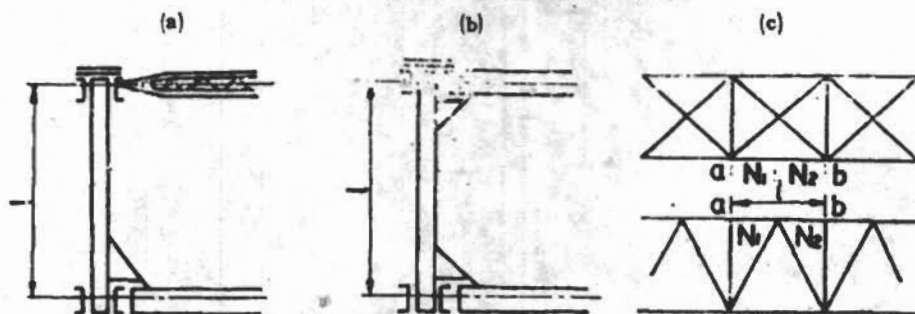


(2) 垂直於構架面之抗彎控屈，依下列之規定。

- (a) 如構件兩端被支持而不變位者，以節點距離為  $l_x$  [參照圖11(b)]。
- (b) 構件之一端，使用不致側向變位之具有抗撓性剛度橫材而以鋼構架結合時，取  $l_x = 0.8l$  [參照圖12(a)]。
- (c) 構件之兩端均為不致側向變位之具有抗撓性剛度之鋼構架時，取  $l_x = 0.7l$  [參照圖12(b)]。
- (d) 在圖 12 (c) 中，二構架之節點 a 與 b 不向構架面之直角方向變位，構件長度之各半構件之力  $N_1$  與  $N_2$  之大小相異，而  $N_1 > N_2$  時則：

$$l_x = l \cdot \left( 0.75 + 0.25 \frac{N_2}{N_1} \right)$$

圖12 構架外側控屈長度



14.3 細長比之限制：構件之細長比，不得超過表 23 所示之值。



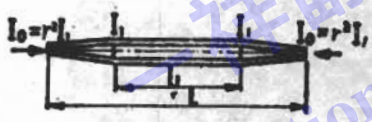
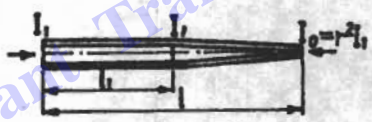


表 23 構件細長比之限制

構件之種類	細長比
主壓縮材	150
輔壓縮材	200

14.4 高度可變化之抗壓構件：高度可變化之具有等斷面之抗壓構件，視為具有以最大慣性矩乘以表 24 所示之減少係數C所得之相當慣性矩。

$$I = C \times I_{max}$$

表 24 減少係數C

構件形狀	減少係數 C
	$l_1 \leq 0.5l \quad 0.1 \leq r \leq 1$ $C = (0.17 + 0.33r + 0.5\sqrt{r}) + \frac{l_1}{l} (0.62 + \sqrt{r} - 1.62r)$
	$l_1 \leq 0.5l \quad 0.1 \leq r \leq 1$ $C = (0.08 + 0.92r) + (\frac{l_1}{l})^2 (0.32 + 4\sqrt{r} - 4.32r)$
	$0.1 \leq r \leq 1$ $C = 0.48 + 0.02r + 0.5\sqrt{r}$
	$0.1 \leq r \leq 1$ $C = 0.18 + 0.32r + 0.5\sqrt{r}$
<p>適用於 <math>I_0 \geq 0.01 I_{max}</math> 之滑節支持構件。</p> <p><math>l_1 \geq 0.8l</math> 時 <math>C = 1</math>      <math>r = \sqrt{\frac{I_0}{I_{max}}}</math></p> <p><math>0.8l &gt; l_1 &gt; 0.5l</math> 時，C以比例之內插法求取。</p>	

14.5 抗壓結構：抗壓構件分為格子結構，圖 13 (a)與搭接結構，圖 13 (b)。

抗壓結構之相當細長比依下式計算，並與單一抗壓構件作相同之處置。

$$\lambda_1 = \sqrt{\lambda^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_1^2}$$

式中：  $\lambda_1$ ：組合構件之相當細長比。

$\lambda$ ：全部結構對中心軸線之細長比。

$m$ ：以橫接構件（格子或搭接板）結合為一體之單構件數（圖14-1~圖14-3）。

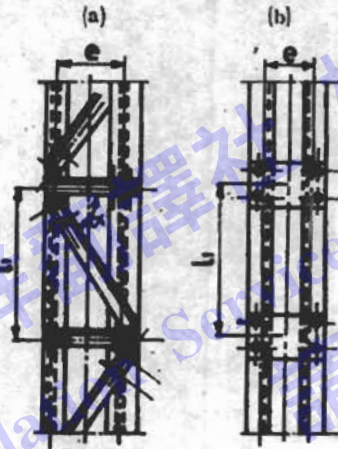
$\lambda_1$ ：單構件之細長比：

搭接結構時  $\lambda_1 = l_1 / k_1$

格子結構時  $\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{A_s}{Z \cdot A_c} \cdot \frac{d^2}{\lambda_1 \cdot e^2}}$

- $l_1$ : 單構件之挫屈長度 (cm 或 mm)。
- $k_1$ : 單構件之迴轉半徑 (cm 或 mm)。
- $d$ : 斜構件之長度 (cm 或 mm)。
- $A$ : 結構之總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。
- $A_s$ : 格子結構之斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。
- $Z$ : 並列於平行面內之橫構件數。

圖13 組合抗壓構件



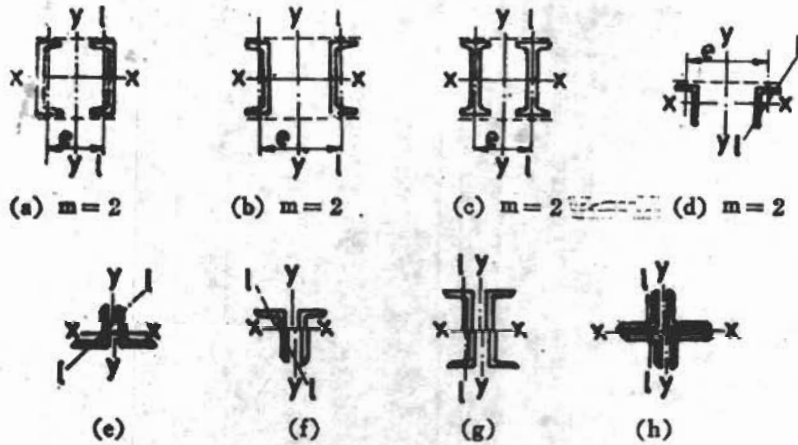
(1) 圖 14-1 中

對於垂直於  $x-x$  軸之挫屈細長比  $\lambda_x$ ,  $\lambda_x = \frac{l_{xx}}{k_x}$ 。

對於垂直於  $y-y$  軸之挫屈相當細長比  $\lambda_y$ , 以  $\lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_1^2}$  計算之。

式中:  $\lambda_1 = \frac{l_{1y}}{k_y}$  為對全構件之  $y$  軸細長比。

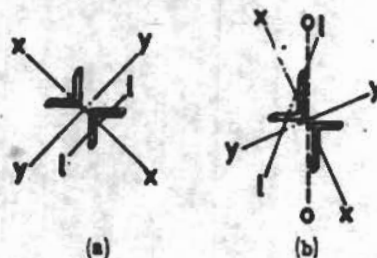
圖14-1 細長比之選擇方法



(2) 在圖 14-2 中, 為對垂直於  $x-x$  軸之挫屈計算。此時挫屈長度  $l_{xx}$ , 取支撐荷面與垂直於該面之挫屈長度之平均值。

圖 14-2 (b) 中,  $k_x = \frac{k}{1.15}$ , 故  $\lambda_x = 1.15 l_{xx} / k$ , 但  $k$  為平行於角鋼長邊重心軸相關之全斷面迴轉半徑。

圖14-2 細長比之選擇方法



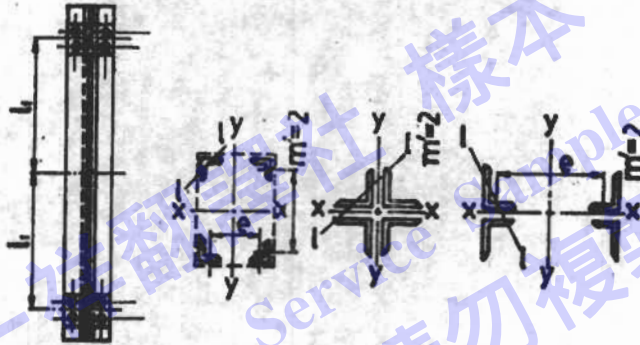


(3) 圖 14-3, 則依下式計算相當細長比。

$$\lambda_{y1} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_x^2}$$

$$\lambda_{x1} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m'}{2} \cdot \lambda_y^2}$$

圖 14-3 細長比之選擇方法



14.6 作用於抗壓結構之剪力：所有搭接板，遮隔板與其接頭，對於下式所示之相當剪力之作用，均不得超過其容許應力。

$$F_1 = \frac{A \cdot \sigma_{sa}}{80}$$

式中：  $F_1$ ：相當剪力(kgf) (N)。

$A$ ：抗壓結構之總斷面積 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$\sigma_{sa}$ ：容許壓縮應力 (kgf/cm<sup>2</sup>) (N/mm<sup>2</sup>)。

(1) 在搭接結構中，單構件重心線間之距離  $e$  超過  $20k_1$  時，其相當剪力應取下式所示之值。但格子結構則無此必要。

$$F_1 = \frac{A \cdot \sigma_{sa}}{80} \left[ 1 + \frac{5(e/k_1 - 20)}{100} \right] = \frac{A \cdot \sigma_{sa} \cdot e/k_1}{80 \cdot 20}$$

式中  $k_1$ ：單一構件之最小迴轉半徑。

(2) 由二構件構成之格子結構 [圖 13 (a)] 時，因  $F_1$  而產生作用於斜構件之力  $D$ ，得為下式之值。

$$D = \frac{F_1}{Z \cdot \sin \alpha}$$

式中： $\alpha$ ：主構件與斜構件間之角度 [參照圖 13 (a)]。

(3) 由二構件構成之剛構架構件 [圖 13 (b)] 時，其橫接構件之軸方向剪力  $F$ ，得為下式之值。

$$F = \frac{F_1 \cdot l_1}{e}$$

15. 承受彎力之桁架設計細節：

15.1 桁之結合鉤釘或螺栓：板桁之組合構件中之結合鉤釘或螺栓，依下式計算：

$$P = \frac{H_s \cdot I}{F \cdot S}$$

式中： $P$ ：鉤釘或螺栓之節距 (cm 或 mm)。

$H_s$ ：鉤釘或螺栓之容許負荷 (kgf) (N)。

$I$ ：與中立軸相關之桁慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

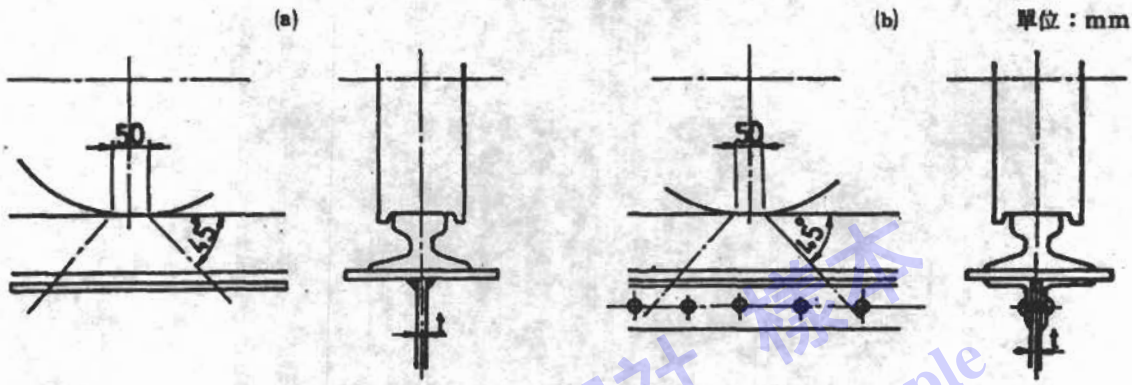
$F$ ：桁所承受之剪力 (kgf) (N)。

$S$ ：由鉤釘與螺栓接合之断面，全断面中立軸相關之断面力矩 (cm<sup>3</sup> 或 mm<sup>3</sup>)。

15.2 直接承受車輪負荷之鉤釘，螺栓或熔接部分：直接承受車輪負荷之鉤釘，螺栓或熔接部分，依圖 15 之規定。

軌條在腹板之正上方而不用正確實施計算者，其車輪負荷則可視為依圖 15 所示，自車輪之正下方 50mm 處均勻分佈於 45 度之方向內。

圖15 車輪負荷之分布



15.3 承受彎力之桁腹板接頭：承受有彎曲力矩之板桁腹板接頭，應以剪力與彎曲力矩計算。作用於接頭螺栓（含鋼釘）之最大合力，得依下式計算。此時，螺栓之容許強度，得依板桁之凸緣至中立軸之距離與式中  $y_n$  之比予以減除。

$$R = \sqrt{\left(\frac{F}{n}\right)^2 + \left(\frac{M_w}{\sum y_n^2} \cdot y_n\right)^2}$$

$$\text{但 } M_w = M \cdot \frac{I_w}{I}$$

式中：  $R$ ：  $y_n$  之作用於一個螺栓之合力 (kgf) (N)。

$n$ ：於接合線之一側接合螺栓之總數。

$F$ ：連接處之最大剪力 (kgf) (N)。

$M_w$ ：腹板所承受之彎曲力矩 (kgf·cm) (N·mm)。

$M$ ：桁接合處之桁所承受之彎曲力矩 (kgf·cm) (N·mm)。

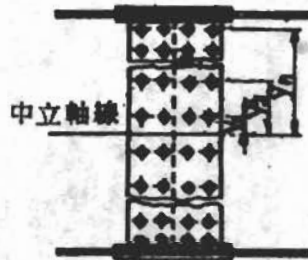
$I_w$ ：桁總斷面中立軸四周之腹板之慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

$I$ ：桁總斷面中立軸四周之慣性矩 (cm<sup>4</sup> 或 mm<sup>4</sup>)。

$\sum y_n^2$ ：於接合線一側之接合螺栓至中立軸間距離之平方總合 (cm<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>)。

$y_n$ ：中立軸 (參照圖16) 至最遠螺栓之距離 (cm 或 mm)。

圖16 腹板接頭



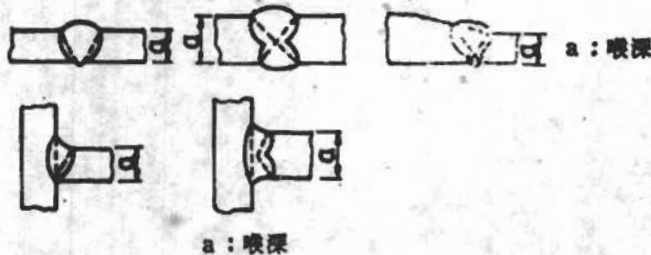
16 熔接構造之設計細節：

16.1 主構件之熔接：主構件之熔接，在原則上應在製造廠內為之。

16.2 熔接接頭之有效厚度：傳達應力之熔接接頭有效厚度應為熔接之喉深，其選擇方法依下述之規定。

(1) 起槽熔接之喉深為依圖 17 所示接合部分之構件板厚，厚度相異者取較薄一方之板厚。

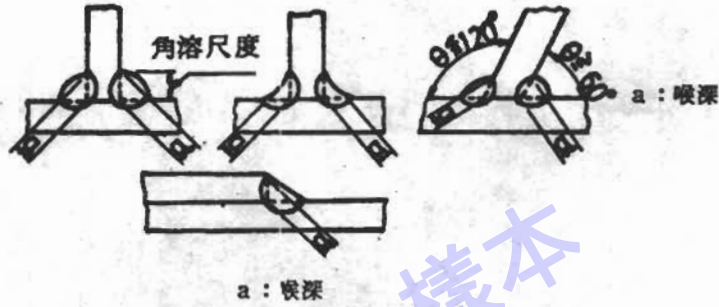
圖17 起槽熔接之板厚



(2) 填角熔接之喉深為依圖 18 所示，取較短一方之角渣尺度為邊之等腰三角形之高。



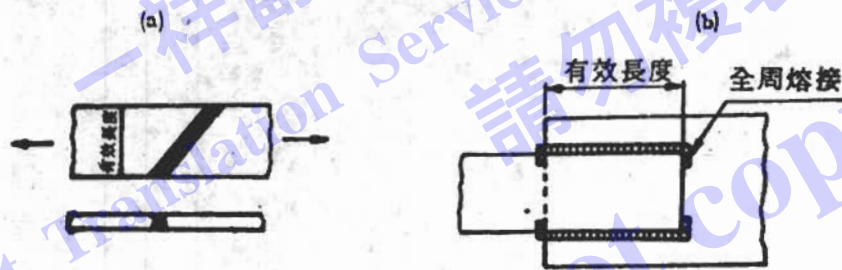
圖18 填角熔接之喉深



16.3 熔接接頭之有效長度：熔接接頭之有效長度為具有完整喉深之熔接長度。

- (1) 對接熔接線與應力不成直角時，取其熔接線直角投影之長度 [參照圖 19 (a)]。
- (2) 填角熔接與其實施全周熔接時，其全周熔接之部分不作為有效長度 [參照圖 19 (b)]。

圖19 熔接之有效長度



Elegant Translation Service 請勿複製 Do not copy