

## 第三章 製作

### 3.1 一般規定

- 1.鋼結構之製作必須依據經核可之施工圖及施工計畫書由合適之製造廠施工。
- 2.鋼構件應在工廠加工製作再運送至工地安裝，若必須在工地加工製作時，應經審查認可。

解說：鋼結構製作前應依據設計圖說事先繪製製造圖，經核可後始可加工製造，嗣後若有變更製造細節時，亦同。

鋼結構應於工廠內製造，若須在工地加工製造時，應經審查認可。

#### 3.1.1 製作流程

鋼結構之製作流程一般包括製造圖、放樣、切割、鑽孔、組合、銲接、表面處理與塗裝等，除本規範另有專章說明者外，悉依本章之規定施工。

解說：鋼結構一般之製作流程如下：

備料→製造圖→放樣→落樣→切割→鑽孔→組合→銲接→（假安裝，必要時）→表面處理及塗裝→成品檢查。

### 3.2 放樣

#### 3.2.1 一般規定

製造廠必須校核施工圖是否符合基本設計要求，並檢查是否於製作及安裝上適宜，再依實際需要做全部或局部之全尺寸放樣，以繪製樣板或樣帶及必要之切割計畫書。

解說：對較為複雜鋼結構之設計圖或製造圖，圖上所標示之構材尺寸有無互相衝突致不能安裝或施工空間不足造成不易接合等現象，可能在設計或繪圖中未能全部發現。為求鋼材落樣劃線前能確認每一構材之尺寸，開孔位置及尺寸，接合細節等確實無誤，俾能順利製造安裝，故在本章規定製造廠必須校核施工圖，並須將各部構材在適當寬敞、平滑之場地作局部或全部之適當比例放樣，或做成足尺實樣，校對設計圖或施工圖所標示之每一詳細尺寸。若使用電腦數值控制法直接放樣或落樣者，可僅對必要部分從事放樣工作。

放樣過程中，如發現原設計圖說有疑義或施工有不便之處，應即時通知設計人澄清。

### 3.2.2 數值控制法放樣

放樣亦可以數值控制法為之。

### 3.2.3 鋼製捲尺

製作使用之鋼製捲尺必須符合 CNS 3860 鋼製捲尺一級品標準，使用前必須與放樣之標準鋼捲尺比對校正。鋼製捲尺之檢驗應依據 CNS 3861 捲尺檢驗法標準辦理。

### 3.2.4 製造圖

製造圖是指就單一構件所繪製之單一圖說，包含有落樣圖、局部詳圖及組銲圖。圖面上應標示構件名稱、數量以及製作尺寸、組銲位置、順序和銲接等資料。其目的在簡化繁雜之製造圖，便於落樣作業及減少製作困難。

### 3.2.5 落樣

落樣時依據施工圖、模板、樣帶或數值控制法直接在鋼材上劃線及標記，但應避免在鋼材上遺留任何永久性之刻痕。

## 3.3 整形與彎曲加工

### 3.3.1 加工方法

鋼材之整形與彎曲加工得以機械方法與局部加熱法為之。

解說：鋼材使用前發現彎曲變形包括因銲接引起之變形，應予以整平。鋼構件在加工中所發生之變形，致無法滿足設計及施工規範精度之需求，或依據設計圖說預拱及彎扳規定，均須予以整形或彎曲加工。

整形與彎曲加工須以不損傷材質為原則，在常溫或加熱狀態下矯正，亦即以冷加工（機械方法）或熱加工（局部點狀加熱或線狀加熱）處理。機械方法包括油壓或輥壓方式。

### 3.3.2 加熱溫度

一般鋼材加熱整型或彎曲加工之溫度不得超過 650℃。

解說：熱加工之溫度須小於 650°C。

對於降伏強度  $F_y \leq 3500 \text{ kg/cm}^2$  之構材矯正之加熱溫度，依據日本建築學會「建築工事標準仕様書」之建議如下：

- |                          |           |
|--------------------------|-----------|
| (1)加熱後自行冷卻時              | 850~900°C |
| (2)加熱後立即水冷時              | 600~650°C |
| (3)自冷（溫度在 500°C 以下）後再水冷時 | 800~900°C |

### 3.3.3 冷彎

鋼板之機械冷彎加工其內側半徑應大於 2 倍板厚，且內外側應適當加熱以消除內應力。

解說：鋼板之彎曲加工，如在常溫用機械方法冷彎，彎曲內半徑須大於板厚之 2 倍以上。彎曲部如有皺褶應予磨平，如有裂痕不得使用。

## 3.4 切割

### 1.切割方法

鋼材之切割得以機械切割或熱切割等方法為之，切割方法應配合構材之形狀及尺寸決定。除設計圖說另有規定者外，切割端緣可不須加以刨銑。

2.厚度 13mm 以下(含)之鋼板得以剪床切割。

3.切割面表面粗糙度之容許標準如下：

- (1)開槽面，粗糙度  $\leq 200 \mu\text{m}$ 。
- (2)自由端，粗糙度  $\leq 100 \mu\text{m}$ 。

4.切割面上之獨立凹陷，若深度小於 5 mm 必須以機械方法磨除。若深度大於 5 mm 必須研磨整修使凹陷坡度小於 1 比 10，但其橫斷面積之減少量不得超過 2 %，否則必須以低氫系銲材補修。熱切斷面上之凹陷可以銲接修復，但須經工程師核可。

5.切割面之垂直度誤差，不得大於鋼材厚度之 10% 且不得大於 2mm。

6.切割面表面層狀間斷之容許及修改標準如下：

- (1)長度  $\leq 25\text{mm}$  之層狀間斷，可不必要整修。
- (2)長度  $> 25\text{mm}$  而目視深度  $\leq 3\text{mm}$  之層狀間斷，可不必要整修，但必須以研磨方式抽驗此等間斷數之 10%，當發現有任何間斷之深度超過 3mm 時，則所有其他間斷(長度  $> 25\text{mm}$ )必須 100% 檢驗。

- (3)長度 $>25\text{mm}$  而  $3\text{mm}<\text{深度}\leq 6\text{mm}$  之層狀間斷，必須磨除，但不必補銲。
- (4)長度 $>25\text{mm}$  而  $6\text{mm}<\text{深度}\leq 25\text{mm}$  之層狀間斷，必須完全去除並予補銲，但銲接補修之長度不得超過板邊總長度之 20%。
- (5)長度及深度均超過 25mm 之層狀間斷，必須依第 7 項規定處理。

7.切割面上長度及深度均超過 25mm 之層狀間斷必須依下列規定處理：

- (1)以目視及檢測出層狀間斷之位置，分類（W、X、Y、Z）及面積，如圖 3.4-1 所示。
- (2)累計上述 W、X、Y 類層狀間斷面積之總合若不大於切割材料面積（板寬 $\times$ 板長）之 4%，則容許整修。整修時必須剷除深入表面下 25mm 以上，並以同等級強度之低氫系銲材補銲，每一銲道尺寸亦不得大於 3mm。若累計 W、X、Y 類層狀間斷之橫向長度（垂直板長方向）之總合大於板寬之 20%時，上述 4%之容許標準必須就超出部分依比例折減。
- (3)若於銲接完成後發現 Z 類層狀間斷，其面積不超過(2)款之容許標準，且距離銲道不小於 25mm，則可不予整修。若距離小於 25mm，則此 Z 類間斷必須剷除距熔填區 25mm 以上，並以同等級強度之低氫系銲材補修，每一銲道尺寸亦不得大於 3mm。
- (4)若 W、Y、X 或 Z 的間斷面積超過上述之容許範圍，則必須更換該構件，或在品保工程師核可後方得補修。

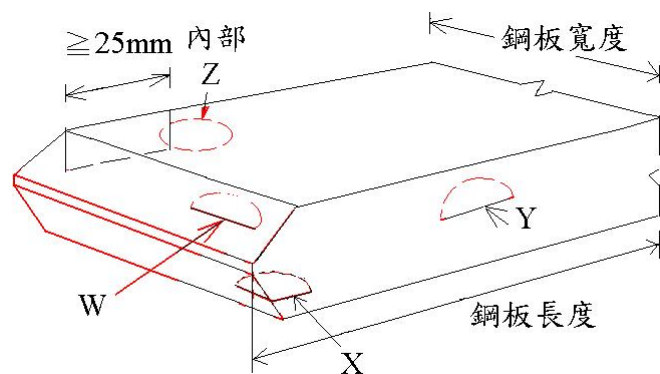


圖 3.4-1 切削板之邊緣瑕疵

- 8.構材角隅之切割面必須保持圓滑，其圓弧半徑不得小於 25 mm，轉角切割面不得有凹痕，其粗糙度亦須符合第 3 項之標準。
- 9.鋼板切割完成之構材，宜使用不同顏色油漆於切邊做記號，以分辨其材質。

解說：1.鋼材之切割可利用下列幾種方法：

- (1)機械切割：銑床切割、研磨切割、鋸床切割、剪床切割、刨床切割。

(2)熱切割：氣體火焰切割、電漿切割、碳棒電弧切割。

構材之端緣，除非設計圖說另有特別規定須予磨平者外，可不須加以刨銑。

2.板厚 13mm 以下（含）之鋼材採用熱切割會產生較大之變形，可採用剪床切割，但剪床切割須避免產生凹陷或裂痕。

3.本章所謂「粗糙度」指「中心線平均粗糙度」其定義詳 CNS 7868 或 ANSI/ASME B46.1 或 ISO 4287 等規範之說明。「粗糙度」之標準係參考 JASS6 規範訂定。「粗糙度」量度標準參見 CNS 7868，10793，10794 或 ANSI/ASME B46.1 等規範。

4.夾層(Lamination)之深度指與切割表面之垂直深度。受檢之切割面應以研磨方式抽驗 10%之間斷長度以瞭解其深度。假如有任何一處之間斷深度超過 3.0mm，則切割面上所有的間斷必須進行 100%的檢驗，假如在抽驗 10%長度的間斷內，其深度無超過 3.0mm 者，則其它之間斷不必再行檢測。

5.若累計 W、X、Y 類層狀間斷之橫向長度（垂直較長方向）之總合大於板寬之 20%時，上述 4%之容許標準必須就大於之 20%部分折減，例如間斷橫向總長大於板寬 30%則 4%調整為 3.6%。

6.構材角隅切割包括：（詳圖 C3.4-1）

- (1)一般鋼板角隅。
- (2)梁翼板切除。
- (3)扇形孔。

梁腹板切除時，因容易產生切割傷痕，建議先行鑽孔，則可有效避免。

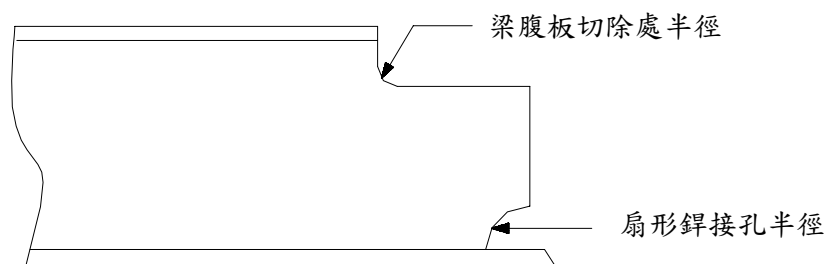


圖 C3.4-1 構材角隅切割

7.加工完成之構件，應註記所屬工程案號以資識別。

### 3.5 開槽

- 1.鋼板之開槽得使用機械方法及熱切割。

- 2.開槽表面之尺寸與精度，依第四章規定辦理。
- 3.開槽表面之粗糙度超過容許標準時，應以銲接及研磨等適當方法修整。

### 3.6 鑽孔

- 1.高強度螺栓孔，應以適當之機械鑽孔，孔中心軸應垂直鋼板面。因管線或其它需要而在構件上進行之穿孔，須經設計人審查認可。
- 2.普通螺栓孔、基礎錨碇螺栓孔、鋼筋之貫穿孔及其他設備配管穿孔或配合混凝土施工之開孔，鋼板厚度不超過 16mm 時，得以沖孔方法施工，開孔斷面如有毛邊必須予以研磨整修。上述孔徑若大於 30mm 時，得使用熱切割施工，惟開孔斷面之粗糙度不得大於  $25\mu\text{m}$ ，孔徑之容許誤差為 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 3.螺栓孔徑大小與螺栓標稱直徑之關係，應以設計圖說為準，若設計圖說未註明，則依照表 3.6-1 施工。

表 3.6-1 螺栓孔徑之容許誤差

螺栓種類	標稱直徑 d (mm)	孔徑 D (mm)	孔徑容許誤差 (mm)
摩阻型高強度螺栓	-----	d+1.5	$\pm 0.5$
承壓型高強度螺栓	-----	d+1.5	$\pm 0.3$
普通螺栓	-----	d+1.5	$\pm 0.3$
基礎錨碇螺栓	d $\leq$ 25 25<d<50 50<d	d+5.0 d+10.0 d+25.0	$\pm 2.0$

- 4.鋼筋之貫穿孔孔徑大小與鋼筋標稱直徑之關係，依照表 3.6-2 施工。

表 3.6-2 鋼筋之穿孔孔徑之容許誤差(mm)

鋼筋標稱軸徑	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D>32
貫穿孔孔徑 (mm)	21	24	28	31	35	38	43	46	D+14
貫穿孔孔徑誤差 (mm)	$\pm 2.0$								

- 5.高強度螺栓孔貫穿率及阻塞率之關係，依照表 3.6-3 所示。

表 3.6-3 高強度螺栓孔貫穿率及阻塞率

螺栓 (標稱直徑 d)	貫穿標準規 直徑 (mm)	貫穿率%	阻塞標準規 直徑 (mm)	阻塞率%
摩阻型	d+1.0	100	d+3	80
承壓型	d+0.7	100	d+1.8	100

解說： 螺栓孔之施工可用鑽孔或沖孔方式，依板厚、孔徑及材質採用適當方式為之。厚度小於等於 12mm 之鋼板，螺栓孔可以沖孔器一次沖成，厚度大於 12mm 時，螺栓孔可利用鑽孔器一次鑽成，或採用預沖孔或預鑽孔法鑽成較螺栓軸徑小 1.5 至 4.5mm 之孔，俟試裝或安裝時，再以擴孔鑽頭擴大至規定的孔徑。對高強度螺栓孔，應採用鑽孔法施工。螺栓孔包括標準孔、超大孔及長短槽形孔應依據設計圖說規定之孔徑施工。因管線或其他需要之開孔，應經由原設計人審查認可後方可施工。

### 3.7 端面加工

- 1.在設計圖上，標示須金屬面密接之部分，應以端面加工機切削加工。
- 2.端面加工面之粗糙度應小於  $12.5 \mu\text{m}$ ，端面之傾斜度應小於 1.5/1000。

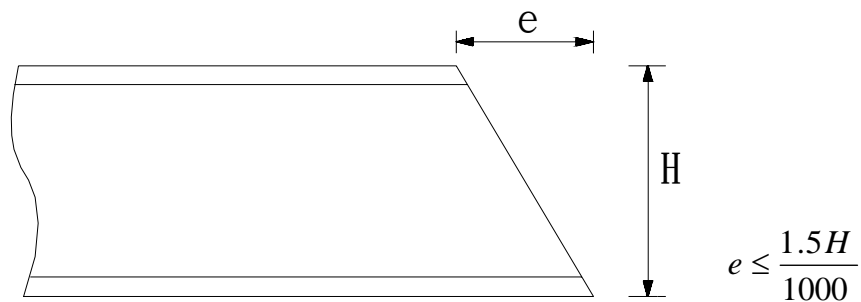


圖 3.7-1 端面之傾斜度

### 3.8 預拱

- 1.長跨度之大梁、桁架或構架梁應依設計圖說之規定預拱。
- 2.預拱之加工可採用下述幾種方法，惟應經設計人同意後，始得施工。
  - (1)機械冷壓整形。
  - (2)組合板梁依規定將腹板切割成形組鉸，桁架梁依規定調整組件長度製造組合。

(3)熱加工整形。

3.預拱之加工方法，必須符合 3.3 及 3.4 節之規定。

解說：長跨度大梁、桁架或構架梁之最小預拱量須能抵消靜載重所產生之撓度。組立完成之梁或構架於承受活載重前之立面位置須與設計圖一致。若設計圖說未註明預拱量者，製造廠應自行計算送原設計人核可，或請原設計人提供，沿梁長方向預拱之尺寸及線形應近似靜載重產生之撓度曲線，惟最大預拱量必須大於設計預拱差。預拱之方法，可依據梁之長度及拱度量大小，適當採用輥壓或切割成形方法或加熱整形方法為之。桁架梁之預拱則以調整桿件之長度達成。

若設計圖說未註明，跨徑大於 15 公尺者，應考慮以抵消靜載重所引起之撓度為預拱量予以預拱，惟應送請原設計人認可後施工。

### 3.9 組立

#### 3.9.1 一般要求

構件之組立為構材依據設計圖說之尺寸及精度，組合成組合構件（以下簡稱構件）形狀並用假銲（Tack Welding）或其它夾具假固定，作為後續銲接作業之準備工作。

解說：(1)組立作業是指在工廠製作過程中，數個小件組合成構件一部分或是全部之作業過程，可能僅是二件小件組成之 T 型樑或是數百小件組成之複雜結構體；工廠組立宜在無應力狀態下進行，利用假銲或其它接合方法，將小件組成構件（結構體）之尺寸形狀。

(2)對於承受反復應力之結構，其假銲應經工程師許可。

#### 3.9.2 組立前之準備

(1)組立方法影響銲接順序及構件之尺寸精度，承造人在訂定施工計畫書時應有週詳的考慮與規劃。

(2)在決定組立的方法及順序時，應考慮銲接時產生之變形及殘留應力，並進行必要之處理。

(3)組成組合構件之元件，應核對其標示之符號、材質、尺寸精度及數量等，不符合品質要求者應予補修或更換。

(4)組立前，連接表面及沿銲縫每邊 50 mm 範圍內的鐵銹、毛邊、油污等必須清



除乾淨。

解說：組立前之準備工作除上述規範之規定外，在規劃組立方法及順序時，應儘量減少銲接時產生之變形及殘留應力，必要時得實施預先變形處理或分割成小節塊組立。

### 3.9.3 組立作業

- (1)組立時，應利用適當之組立工作台及夾具，以確保元件組合之位置、角度及尺寸精度。
- (2)銲接用的背墊及起弧導板應確保其所設計之根部間隙，並須與母材密接固定。
- (3)組立時應確認元件間接合之密合度、開槽之根部間隙、母材上下錯開量及開槽角度等。對不符合精度要求部分須加以修正。
- (4)組立銲接應確保組成之構件能在組立、翻轉、搬運及銲接過程中仍維持其尺寸精度而不致變形或開裂等。因此對於其銲道之腳長、銲道長度及間距應做適當之設計。

解說：(1)組立電銲之銲道長度一般：

板厚 $\leq 6$  mm者，銲道長 $\geq 30$  mm

板厚 $> 6$  mm者，銲道長 $\geq 40$  mm

且銲接起點應距接合端口 30 mm以內。

- (2)組立後之構件發生精度誤差或無法與銲接工作配合時，如尺寸錯誤或無法進入內部銲接，必須會同設計單位或相關工作之部門重新檢討，確定誤差之原因，並尋求解決之方法，如更改銲接程序或構件更換，但這些工作均應有文件之處理程序。

### 3.9.4 品質要求

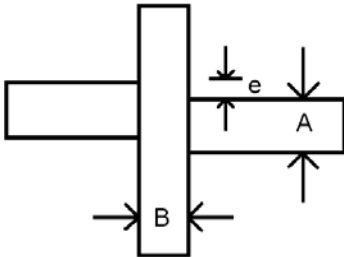
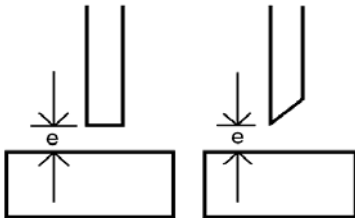
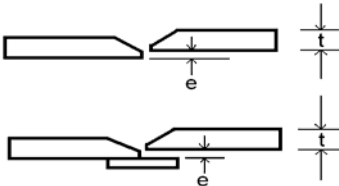

- (1)組合構件之組立精度必須能符合構件完成時之精度及構件間接合之精度等品質要求，並依本規範相關規定施工。
- (2)如無特別規定時，銲接組立作業的許可差不得超過表 3.9-1 之規定。

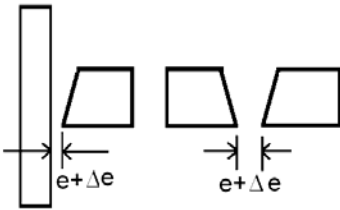
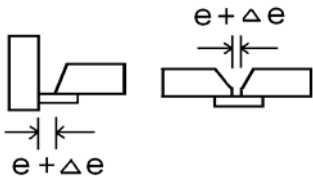
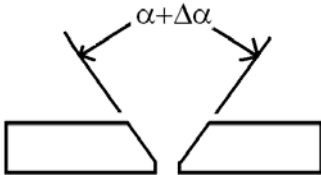
### 3.9.5 組立假銲

- (1)組立假銲方法以遮護金屬電弧銲接或氣體遮護金屬電弧銲接為主。
- (2)組立假銲所使用之銲接材料，應與本體銲接使用之銲接材料相同或同等級之材料。
- (3)組立假銲之管理及品質要求均應符合本規範第四章之規定。

解說： 組立之定位假銲，宜採用遮護金屬電弧銲接（SMAW，俗稱手銲）或 CO<sub>2</sub> 氣體遮護金屬電弧銲接（GMAW），其銲接條件與本體銲接相同。

表 3.9-1 組立作業之許可差或間隙

項次	名稱	示意圖	許可差或間隙
1	十字接頭之偏差(e)		$A \geq B$ 時 $e \leq A/5 \text{ mm}$ ，且 $e \leq 4 \text{ mm}$ $A < B$ 時 $e \leq A/4 \text{ mm}$ ，且 $e \leq 5 \text{ mm}$
2	填角銲或部分滲透銲之間隙(e)		$e \leq 3 \text{ mm}$
3	對接銲之偏差及背墊板之間隙(e)		$t \leq 15 \text{ mm}$ $e \leq 1.5 \text{ mm}$ $t > 15 \text{ mm}$ $e \leq t/10 \text{ mm}$ 且 $e \leq 3 \text{ mm}$
4	搭接銲之間隙(e)		$e \leq 3 \text{ mm}$

5	無背墊板接頭之間隙(e)		$-3 \leq \Delta e \leq +1.5 \text{ mm}$
6	有背墊板接頭之間隙(e)		$-1.5 \leq \Delta e \leq +6 \text{ mm}$
7	開槽角度 $\alpha$		$\Delta \alpha = +10^\circ, -5^\circ$ $\alpha$ : 設計之角度