

## 第三章 一般規定

### 3.1 配筋基本原則

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造之配筋，至少應考慮下列各項因素：
  - (1) 力學上之特性；
  - (2) 混凝土之填充性；
  - (3) 鋼骨及鋼筋之接合及配筋之順序；
  - (4) 結構體之耐久性及耐火性。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構材之主筋配置，應考慮梁與柱接頭處主筋之連續性與施工性等問題。
3. 鋼骨鋼筋混凝土構材之配筋應能提供混凝土適當之圍束。鋼骨鋼筋混凝土構材在可能發生塑性變形之區域其配筋須使其能發揮適當之塑性變形能力。
4. 鋼骨鋼筋混凝土構材之鋼筋與鋼骨之間應保持適當之間距，以利混凝土之澆置及發揮鋼筋之握裹力。
5. 鋼骨鋼筋混凝土構材之主筋與箍筋配置應符合本規範第 4.3、4.4 與 4.5 節之相關規定。
6. 鋼骨鋼筋混凝土構材之鋼骨與鋼筋應有適當之混凝土保護層，並應符合本規範第 4.6 節之規定。
7. 鋼骨鋼筋混凝土構材在鋼骨斷面上設置鋼筋貫穿孔時應不妨害鋼骨抵抗外力與變形之能力，且應符合本規範第 4.2.4 節之規定。

解說：SRC 構造因同時有鋼骨與 RC 存在，若完全依照一般鋼構造或 RC 構造來設計，將可能導致部分地方無法施工或達不到預期之設計目標。例如在 SRC 構造中若考慮到鋼骨周圍之主筋、箍筋等因素，則鋼骨之混凝土保護層常須達 100mm 以上[10]。在 SRC 梁柱接頭處，鋼骨的存在使得鋼筋的配置更形複雜，而鋼骨之存在也衍生出混凝土填充性等

問題。有關 SRC 梁與柱斷面之配筋細則，本規範在 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節中有詳細之規定，設計者應予注意，避免設計出不合理或難以施工的斷面。

### 3.2 施工可行性

鋼骨鋼筋混凝土構造之設計除考慮強度、勁度與韌性之需求外，並應檢討施工之可行性。在決定鋼骨鋼筋混凝土構造中鋼骨與鋼筋之關係位置時，應依本規範相關構造細則之規定於構造中較複雜之處檢核鋼筋配置及混凝土施工之可行性。

解說：為確保 SRC 構造之施工可行性，設計者應針對構材續接處、梁柱接頭等較複雜處繪製詳圖，以檢核鋼筋配置及混凝土澆置是否有困難。

### 3.3 施工應力

施工應力若由鋼骨單獨承受時，施工期間中之載重及外力應依實際情況確認結構體之安全性，包含強度、穩定性等。施工過程中所產生之應力及變形均應加以適當考慮。

解說：為確保 SRC 構造於施工期間之安全性，設計者應詳細考慮施工過程中及混凝土硬化前結構的強度及穩定性是否足夠，以避免發生意外。

### 3.4 鋼骨斷面之寬厚比

1. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，未受混凝土包覆之鋼構材，其斷面肢材寬厚比應依內政部所定之「鋼結構極限設計法規範及解說」之相關規定設計。
2. 鋼骨鋼筋混凝土構造中，受鋼筋混凝土完全包覆之鋼構材且符合第 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節之相關規定者，其鋼骨斷面肢材之寬厚比不得大於表 3.4-1 與 3.4-2 所列之值。填充型或包覆填充型鋼管

混凝土柱之鋼管斷面肢材寬厚比或徑厚比不得大於表 3.4-3 所列之值。上述表中之 $\lambda_{pd}$ 與 $\lambda_p$ 分別表示耐震設計與結實斷面之鋼骨斷面肢材寬厚比之上限，其中 $F_{ys}$ 為鋼骨之規定降伏應力， $E_s$ 為鋼骨之彈性模數，單位均為 $tf/cm^2$ 。

表 3.4-1 鋼骨鋼筋混凝土梁之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

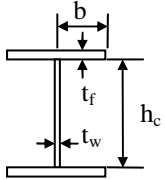
梁斷面肢材寬厚比	鋼材種類	$\lambda_{pd}$	$\lambda_p$
	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$21 / \sqrt{F_{ys}}$	20
	SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$21 / \sqrt{F_{ys}}$	23
	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$138 / \sqrt{F_{ys}}$	91
	SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$138 / \sqrt{F_{ys}}$	107

表 3.4-2 鋼骨鋼筋混凝土柱之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

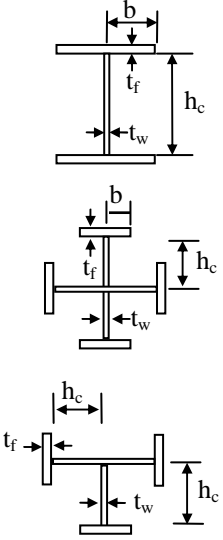
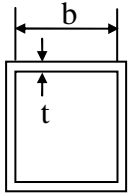
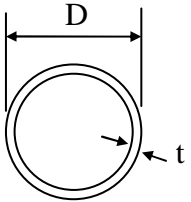
柱斷面肢材寬厚比	鋼材種類	$\lambda_{pd}$	$\lambda_p$
	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$21 / \sqrt{F_{ys}}$	20
	SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$21 / \sqrt{F_{ys}}$	23
	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$123 / \sqrt{F_{ys}}$	81
	SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$123 / \sqrt{F_{ys}}$	96

表 3.4-3 填充型鋼管混凝土柱之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

柱斷面肢材寬厚比		鋼材種類	$\lambda_{pd}$	$\lambda_p$
	$b/t$	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$\sqrt{3E_s / F_{ys}}$	61
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$\sqrt{3E_s / F_{ys}}$	72
	$D/t$	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$\sqrt{8E_s / F_{ys}}$	109
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$\sqrt{8E_s / F_{ys}}$	150

解說：SRC 構材中，由於鋼骨受到鋼筋混凝土的包覆，因此鋼骨抵抗局部挫屈能力將優於純鋼骨的情況。對於鋼骨所需的混凝土保護層厚度及斷面中的鋼筋配置，均必須符合本規範第 4.3、4.4、4.5 與 4.6 節之規定。這是因為鋼骨斷面抵抗挫屈能力之提昇，必須仰賴充份的混凝土圍束及適當的鋼筋配置。

表 3.4-1 至 3.4-3 中所列的 SRC 構材之鋼骨斷面肢材寬厚比 $\lambda_p$ 值之限制，主要參考日本建築協會 AIJ-SRC 規範的標準[10]，因為日本在這一方面有較深入的研究與經驗。依照 AIJ-SRC 規範的規定，SRC 構材內鋼骨斷面肢材寬厚比之限制大約比在純鋼骨狀態下之值放寬 1.5 倍左右。相對於 SRC 梁而言，AIJ-SRC 規範對於 SRC 柱中的鋼骨斷面之「腹板寬厚比」有較嚴格之限制，這是因為柱腹板比梁腹板受到較大的軸壓應力作用的緣故[10]。

進行耐震設計時，對於可能發生塑性變形之處，鋼骨斷面肢材寬厚比應採用較嚴格的 $\lambda_{pd}$ 值，以確保斷面具有足夠的韌性變形能力，避免發生局部挫屈的現象。

另一方面，對於僅有外部受到鋼筋混凝土包覆而內部並未填充混凝土之鋼管混凝土柱，在未有進一步研究成果之前，其鋼骨斷面肢材寬厚比之上限仍以暫時採用純鋼結構之設計標準為宜。

### 3.5 構材之勁度

1. 鋼骨鋼筋混凝土構材之勁度應以合理之方法評估之，對於受撓曲之構材應適當考慮混凝土開裂對勁度折減之影響。
2. 鋼骨與鋼筋之彈性模數  $E_s$  可取為  $2,100 \text{ (tf/cm}^2\text{)}$ 。
3. 混凝土之彈性模數  $E_c$  可依以下規定計算：

混凝土單位體積重量在  $1.5$  至  $2.5 \text{ tf/m}^3$  之間且規定抗壓強度在  $210$  至  $420 \text{ kgf/cm}^2$  範圍內時，彈性模數  $E_c$  可依下式計算：

$$E_c = w^{1.5} \times 4,270 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (3.5-1)$$

其中： $w$  = 混凝土單位體積重量 ( $\text{tf/m}^3$ )

$f'_c$  = 混凝土規定抗壓強度 ( $\text{kgf/cm}^2$ )

常重混凝土之彈性模數  $E_c$  可取為  $15,000 \sqrt{f'_c} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

解說：相對於純鋼骨構造，由於 SRC 構材之勁度較大，有助於降低構材之變形量與減少建築物整體之側向位移，這是 SRC 構造很重要的優點。以鋼管混凝土柱為例，充填於鋼管內部的混凝土可以在不增加構材斷面積的情況下，有效提高構材之勁度與抗壓強度。受到混凝土開裂對構材勁度折減的影響，如何合理的評估包覆型 SRC 構材之勁度是一個值得關心的問題。最近出版的 ACI 318-05 結構混凝土設計規範[50]中，對於 RC 構材的勁度評估提出深入的建議。不過，由於 SRC 構材中有鋼骨存在，其情形並非與 RC 構材完全一致，惟在尚未有進一步之研究成果之前，ACI 規範仍具參考價值。此外，當混凝土的規定抗壓強度大於  $420 \text{ kgf/cm}^2$  時，其彈性模數應根據可信之研究結果，以公認合理之方法評估之。

### 3.6 受壓構材之有效長度

鋼骨鋼筋混凝土柱之有效長度(KL)不得大於該柱斷面最小寬度之 30 倍，其它鋼骨鋼筋混凝土受壓構材之有效長度不得大於該構材斷面最小寬度之 50 倍。

解說：目前美國 ACI [9]、AISC [11]或 NEHRP 設計規範[12]並未對 SRC 受壓構材之最大有效長度作出明確規定。本節之內容係參照日本 AIJ-SRC 規範第三章之規定[10]，其目的在提供設計者一個合理的構材長細比的範圍，避免設計過於細長的構材。本節所稱之其它受壓構材係指鋼骨鋼筋混凝土構造中除了 SRC 柱以外之受壓桿件，如斜撐構材。

### 3.7 P- $\Delta$ 效應

鋼骨鋼筋混凝土構造之設計應以合理之方法考慮 P- $\Delta$  效應之影響，設計時應注意 P- $\Delta$  效應對構材產生額外彎矩及對整體構架側向穩定性之影響。

解說：構架同時承受垂直及水平力時，水平力所造成之水平位移對垂直力而言乃為一偏心距，而此偏心距加上垂直力的作用會對構架產生二次彎矩 (Secondary Moment)，一般稱此作用為 P- $\Delta$  效應。此效應會導致每一層樓之梁、柱構材承受額外之彎矩及額外之樓層水平位移。無側撐系統構架之水平勁度通常比含側撐系統構架低，水平位移較大，因而其 P- $\Delta$  效應也就比較顯著。惟不論構架是否含側撐系統，構架之設計皆須將 P- $\Delta$  效應納入考慮範圍。無側撐系統剛架，其側向位移加上垂直力的作用產生 P- $\Delta$  效應，使剛架中的構材承受額外之彎矩，其中柱的部分在第八章互制公式中已加以考慮。在考慮 P- $\Delta$  效應時，設計者可進行二階分析 (Second Order Analysis)；或以一階分析 (First Order Analysis) 之結果並在設計梁柱構材時採用第八章之公式來考慮彎矩放大效應之影響。

### 3.8 構架之穩定性

#### 1. 含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架

若構架以具有足夠勁度與強度之斜撐構材、剪力牆或其他等效方法保持側向穩定，其受壓構材之有效長度係數  $K$  得採用 1.0，若欲採用小於 1.0 之  $K$  係數，其值須以合理之分析方法求得。

含斜撐、剪力牆等側撐系統之多層構架，應以結構分析印證其具有足夠之勁度與強度以維持構架在載重作用下之側向穩定，防止構架挫屈或傾倒，且分析時應考慮水平位移之效應。

多樓層構架中，若樓版、抗剪力之外牆或內牆與構架適當的連結在一起且具有足夠之勁度與強度，則上述同一方向抗剪力之牆可視為共同作用之豎向側撐系統。

#### 2. 不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架

若構架不含斜撐、剪力牆等側撐系統，而主要依靠梁、柱系統保持側向穩定者，其受壓構材之有效長度係數應以合理構架分析決定之，且其值不得小於 1.0。

不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架在承受載重時之分析應考慮構架穩定性及柱軸向變形之效應。

解說：受壓構材之有效長度( $KL$ )之觀念是用來衡量構材與整體構架之間互制關係對受壓構材強度之影響。此觀念使用有效長度係數( $K$ )將構架內長度( $L$ )之受壓構材轉換成等強度而長度為  $KL$  之簡支受壓構材。

圖 C3.8.1 所示為 6 種不同理想化邊界狀況之柱在承受軸向力下  $K$  係數之理論及建議值[11]。實際結構之邊界狀況比理想化邊界狀況還複雜，但為分析方便起見，可將實際邊界狀況假設成理想狀況，而其誤差則由比理論值較大之有效長度係數來補償，故大體上而言，建議值會比理論值大一些。值得注意的現象是，當柱端無相對側向位移時（如 a, b 及 c），則其有效長度係數不大於 1；反之若柱端有相對側向位移（如 d, e 及 f），則其有效長度係數不小於 1。

示意圖 (虛線示柱之屈曲)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
理論之 K 值	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
當接近理想條件時所設之 K 值	0.65	0.80	1.0	1.2	2.10	2.0
端部型式	 轉動固定, 移動固定 轉動自由, 移動固定 轉動固定, 移動自由 轉動自由, 移動自由					

圖 C3.8.1 柱之理想化有效長度係數 K [11]

目前有數種合理的方法來估計 K 值，連線圖解法 (Alignment Chart Method) 為一在準確性及簡單性上較能為大部分設計者接受之方法。設計時當構架內構材斷面假設完成時，柱之 K 值即可依圖 C3.8.2 求得，其中右圖適用於不含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架，左圖則適用於含斜撐、剪力牆等側撐系統之構架。上述的方法雖然具有簡單易用的優點，惟應注意此二圖之建立過程乃基於下述之假設[11]：

1. 結構之行為屬於彈性行為。
2. 所有構材皆為均勻斷面。
3. 所有梁柱接點皆為剛接。
4. 含斜撐系統剛架中梁兩端之轉角大小相等方向相反，亦即梁承受單一曲率。
5. 不含斜撐系統剛架中梁兩端之轉角大小相等方向相同，亦即梁承受正、反兩向曲率。
6. 接頭上端柱與下端柱之勁度比與柱之  $I/L$  成正比。



7. 所有柱之勁度係數  $L\sqrt{P/EI}$  相等。

8. 所有的柱同時產生挫屈。

上述之假設情況與實際結構之行為並非完全一致，若實際情況與假設情況相差太大，則可能造成較大的誤差。

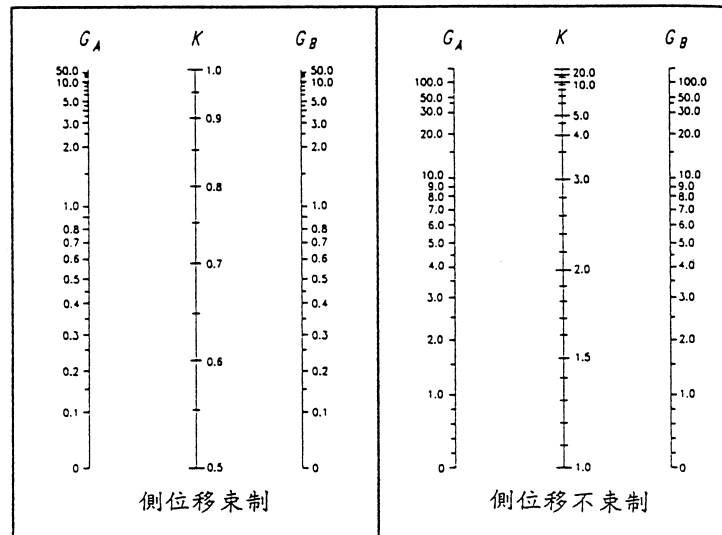


圖 C3.8.2 柱有效長度係數 K 值之連線圖(Alignment Chart) [11]

上圖中 G 值之定義：
$$G = \frac{\sum (I_c / L_c)}{\sum (I_g / L_g)}$$

其中下標 A 與 B 分別代表柱之兩端； $\Sigma$  表示所在挫屈平面上所有剛接至該節點桿件之和； $I_c$  與  $L_c$  分別代表柱之慣性矩與長度； $I_g$  與  $L_g$  分別為梁之慣性矩與跨度。 $I_c$  與  $I_g$  之旋轉軸垂直於挫屈平面。

當柱端支承於但不剛接於基礎時，理論上 G 值為無窮大，實際上理論 G 值只適用於近乎無摩擦力之插銷型態鉸支承，其它型態之支承一般會提供某種程度之束制功能，實際設計時 G 值可採用 10。當柱支承於具相當勁度且經合理設計之基礎上，則 G 值可採用 1.0；若經合理之分析證明則亦可使用較小之 G 值。