

第一章 總則

1.1 適用範圍

本規範依據建築技術規則建築構造編第235條之1規定訂定之。本規範適用於建築之鋼結構設計。但不包括冷軋型鋼構造、鋼骨鋼筋混凝土結構及其它特殊結構。

解說： 本規範適用於建築之鋼結構設計，而特殊用途結構物，如廠房及橋梁等，其設計與一般建築物不同，應參考其相關之設計規定。對於冷軋型鋼之構件設計，本規範亦不適用，其設計時可參照「冷軋型鋼構造建築物結構設計規範及解說」或其它相關規範。對於鋼骨鋼筋混凝土結構本規範僅將其併入第九章之合成構材設計，較詳細之設計規範可參考「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」與相關之規範。對於特殊結構，或因研究資料尚不完備及無統一之設計基準，或因規範無法針對特殊之個案而編寫，仍有賴設計者依據實際的客觀條件及專業知識去設計。

本規範主要涵蓋設計人員經常會遭遇到之設計要件，而不包括於設計期間內較少遭遇到之問題。

1.2 鋼結構接合型式

下列為鋼結構之基本接合型式，須分別依照本規範相關規定及設計假設以決定其構材尺寸、接合型式及接合強度：

- 1.完全束制接合型式，係假設梁與柱之接合為完全剛性，亦即構材間之交角在載重前後能維持不變。
- 2.部分束制接合型式，係假設梁與柱間，或小梁與大梁之端部接合無法達完全剛性，亦即在載重前後其構材間之交角會改變。

本規範對於完全束制接合並無特別之限制條件；對於部分束制接合結構則與所預期之端部束制程度有關；如果不考慮端部束制，一般稱為「簡支接合」，亦即表示小梁或大梁之端部接合在垂直載重作用下，僅承受剪力並能自由轉動。使用「簡支接合」時須滿足下列規定：

- 1.承受因數化垂直載重時，在接合處及所連接之構材須依簡支梁設計。
- 2.接合處及所連接之構材必須能夠抵抗因數化側向載重。
- 3.因數化垂直載重與側向載重同時作用時，接合處必須有足夠之非彈性轉動能力，以避免螺栓或電銲處承受過大之應力。

設計接合構材或分析整體結構之穩定性時，如需考慮接合處之束制狀況，其接頭之轉動特性必須以分析方法或實驗決定之。

解說： 本規範有關鋼結構接合之分類係將過去容許應力設計規範之剛性結合

方式改稱為完全束制接合型式，而將半剛性接合及簡支結合方式合併改稱為部份束制接合型式。其中完全束制接合，可以採用彈性分析或非彈性分析。部份束制接合若完全滿足「簡支接合」之規定時，接合處之束制可不予考慮。若接合處具有抵抗彎矩之能力，且其彎矩強度及勁度大小皆為已知時，可依接合之實際束制狀況加以設計，唯亦應考慮此部份束制接合對結構穩定及構架二次效應之影響。

對於部份束制接合之彎矩強度與勁度之關係可經由分析或實驗來加以決定，但因接合處受螺栓或銲接之影響，分析上較為困難，故一般較準確之方法為以實驗求取這些資料，文獻(Kishi 1986)曾收集過去曾進行之試驗資料並將其歸類整理得到數類彎矩轉角關係式，以供參考。

因數化載重乃指乘上載重因數後之載重。

垂直載重乃指垂直於構件主軸方向之各種載重。

1.3 品質要求

鋼結構施工由購料起以迄加工、接合、安裝完成，均應詳細查驗證明其品質及安全，為確證施工能達到設計標準，應聘請專業人員辦理查驗工作，詳細記載查驗事項，並剔除不合格部分。

解說： 本節之規定係依據建築技術規則建築構造編第239條之規定。由於鋼結構之品質管制影響結構安全甚鉅，其材料、加工、接合、安裝中所造成之瑕疵均可能對結構產生不利之影響，並導致結構無法達到設計標準，故本規範將品質要求列入主文內。

1.4 耐震要求

有關耐震設計之要求應依本規範第十三章之規定辦理。

解說： 因臺灣地處地震帶，故應加強有關耐震設計之要求。較詳細之耐震設計規定請參閱本規範第十三章。

1.5 設計基準

鋼結構之設計應符合下列各項要求：

- 1.設計應檢核強度極限狀態和使用性極限狀態；強度極限係指結構之最大承載能力，其與結構之安全性密切相關。使用性極限係指正常使用下其使用功能之極限狀態。
- 2.各類結構物之設計強度須依其結構型式，在不同載重組合下，可利用彈性分析或非彈性分析決定之，唯用非彈性分析時，除其材料之降伏應力應小於

4.55tf/cm²，並須符合本規範有關結實斷面、穩定性及有效無支撐長度之規定。

除混合梁外，小梁和大梁，包含有合成作用之構材，其材料之降伏應力小於4.55t/cm²，並符合本規範有關結實斷面、穩定性及有效無支撐長度之規定，且支承處為連續或以螺栓或鉚接與柱剛接時，除懸臂梁外可依其承受垂直荷重端支承處最大負彎矩之9/10設計，同時其正彎矩應增加平均負彎矩之1/10。柱與梁剛接並由柱抵抗負彎矩時，若柱之軸壓載重不大於 $\phi_c 0.15 A_g F_y$ ，則其彎矩可減少1/10設計之，其中， ϕ_c 為柱之強度折減因子， A_g 為柱之斷面積， F_y 為材料之標稱降伏應力。

- 3.各構材及接頭之設計強度必須大於或等於由因數化載重組合計得之需要強度，設計強度 ϕR_n 係由標稱強度 R_n 乘上強度折減因子 ϕ 而得，即 $\phi_i R_i \geq \sum r_i Q_i$ ，其中， ϕ_i 為材料或構件的強度折減係數， $\phi_i < 1.0$ ； R_i 為標稱強度； r_i 為載重放大係數， $r_i \geq 1.0$ ； Q_i 則為標稱載重。強度折減係數及載重放大係數應依照本規範相關章節之規定決定之。
- 4.使用性及其他考慮：整體結構及每一構材、接合部及螺栓須依本規範第九章及第十一章之規定檢核其使用性。

解說：當整體結構或其部份構件在受力狀態下，未能滿足原設計之目的與功能時，此結構可能已進入其極限狀態（limit state）。一般結構之極限狀態可分為：(一)強度極限狀態（strength limit state），如結構元件或整體結構受外力作用或其它原因而未能保持原設計之承載能力。(二)使用性極限狀態（serviceability limit state），如變形、撓度或振動太大以致影響其使用性。而結構設計之主要目標在於防止結構物在預估使用期限內產生上述之極限狀態。但結構物之設計、施工至使用過程中有甚多之不確定因素皆可能影響其強度極限或使用性極限，諸如：在結構分析上所作之近似假設、載重預估之不準確性、施工過程品質之控制等，而實際結構物之使用狀態亦可能與原設計上之功能有所差誤。針對這些可能導致結構物進入極限狀態之因素，一般設計規範均以安全係數來加以防範，過去常用的設計理念，是以折減材料之強度來作為設計之安全係數，此即為容許應力設計法（Allowable Stress Design）(AISC 1978)；亦有將工作載重乘上載重係數（安全係數）以涵蓋設計上之不確定因素者，如塑性設計法（Plastic Design）(AISC 1978)。

影響結構安全的因素甚多，較主要者為材料強度及載重預估，前述容許應力設計法或塑性設計法常以折減材料強度或放大載重作為設計之安全係數，對結構安全的掌握並非最佳的方法。近年來，設計方法逐漸傾向採取以可靠度分析為基礎之極限設計法，此法以機率模式，將材料強度之變異性與載重之變異性當作決定強度折減係數與載重係數的依據，使結構物

的整體安全性，較能達到一致之水準。此種方法可以下式來說明(Ravindra 1978)：

$$\phi_i R_i \geq \sum r_i Q_i \quad (C1.5-1)$$

其中， ϕ_i 為材料或構件的強度折減係數， $\phi_i < 1.0$ ； R_i 為標稱強度； r_i 為載重放大係數， $r_i \geq 1.0$ ； Q_i 則為標稱載重；而 ϕ_i 及 r_i 皆以可靠度之方法決定之。以可靠度分析為基礎之極限設計法可在不同的設計情況下（如張力構件，壓力構件等，或不同的載重組合時），保持預先設定的安全性或可靠度。此法亦可由設定之可靠度來反應預期的破壞型式，例如設定梁構材比柱構材先達降伏，可提供預警作用。設計者經由可靠度設計的步驟，能更了解功能需求和結構行為的相互關係。

工程系統的可靠度可藉由工程系統失敗的或然率推導之，功能函數一般可定義為多變數函數如 $g(X) = g(X_1, X_2, \dots, X_n)$ 。函數 $g(X)$ 可以決定系統的狀態，

$$g(X) > 0 \equiv \text{安全狀態} \quad (C1.5-2)$$

$$g(X) < 0 \equiv \text{失敗狀態} \quad (C1.5-3)$$

$$g(X) = 0 \equiv \text{系統達極限狀態} \quad (C1.5-4)$$

在二維變數中可以下式代表：

$$g(R, Q) = R - Q$$

其中， R 、 Q 分別為系統抵抗力及外力。若假設 R 與 Q 的或然率分佈為已知，而且假設 R 與 Q 為統計上獨立且連續事件，則系統失敗的機率 P_f 可寫成：

$$\begin{aligned} P_f &= P(R < Q) \\ &= \int_0^{\infty} F_R(x) f_Q(x) dx \end{aligned} \quad (C1.5-5)$$

其中， $F_R(x)$ 為隨機變數 R 之累積或然率分佈函數 (cumulative probability distribution function, cdf)，而 $f_Q(x)$ 則為隨機變數 Q 之或然率密度函數 (probability density function, pdf)。若 R 及 Q 皆為常態分佈，則

$$P_f = \Phi \left[-\frac{R_m - Q_m}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_Q^2}} \right] = \Phi(-\beta) \quad (C1.5-6)$$

其中， R_m 、 Q_m 分別為 R 及 Q 之平均值，而 σ_R 、 σ_Q 則分別為 R 及 Q 之標準偏差， Φ 為標準常態或然率分佈函數， β 則稱為安全指標 (safety index) 或可靠度指標 (reliability index)。上式使用於早期以或然率為基礎之設計規範中，而 AISC 極限設計法規範則使用圖 C1.5-1 所示之方法，且因 $[\ln(R/Q)]_m$

$\doteq \ln(R_m / Q_m)$ ， $\sigma_{\ln(R/Q)} \doteq \sqrt{V_R^2 + V_Q^2}$ ，所以

$$\beta \approx \frac{\ln(R_m / Q_m)}{\sqrt{V_R^2 + V_Q^2}} \quad (C1.5-7)$$

上式中之 $\sqrt{V_R^2 + V_Q^2}$ 可利用分離係數 α_{RQ} 將其線性化。茲定義分離係數 α_{RQ} 如下：

$$\alpha_{RQ} = \frac{\sqrt{V_R^2 + V_Q^2}}{V_R + V_Q} \quad (C1.5-8)$$

對一般常用之 V_R 與 V_Q 而言， α_{RQ} 值可取為0.55 (Ravindra 1978)，因此(C1.5-7)式可改寫如下：

$$R_m = \exp[\beta \alpha_{RQ} (V_R + V_Q)] Q_m$$

$$\text{或 } \exp[-\beta \alpha_{RQ} (V_R)] R_m = \exp[\beta \alpha_{RQ} (V_Q)] Q_m \quad (C1.5-9)$$

上式中等號左邊為強度之函數而等號右邊為載重之函數，亦即

$$\phi R_m = r Q_m \quad (C1.5-10)$$

其中， ϕ 為強度折減係數， r 為載重放大係數。一般設計規範常以標稱值 R_n 及 Q_n 來表示，因此(C1.5-10)式可寫為

$$\phi R_n \geq r Q_n \quad (C1.5-11)$$

其 中

$$\phi = \frac{R_m}{R_n} \exp(-0.55 \beta V_R)$$

(C1.5-12)

(C1.5-12)式即為目前規範中強度折減係數 ϕ 之表示方法。

對於載重係數 r 之求取，本規範採用一階線性二次矩的方法來計算 (First-Order-Second-Moment Method)。由於在二維變數中，安全指標 β 相當於安全界限距離原點最短之距離(Ellungwood 1980)，而 α_R 或 α_Q 表示臨界點上各參數軸的方向餘弦，因此在失敗面上的臨界點為：

$$Q = -\alpha_Q \beta \quad (C1.5-13)$$

$$R = -\alpha_R \beta \quad (C1.5-14)$$

方向餘弦為：

$$\alpha_Q = \frac{(\partial g / \partial Q)}{\sqrt{(\partial g / \partial Q)^2 + (\partial g / \partial R)^2}} \quad (C1.5-15)$$

當安全指標的界限已知後，便可利用上式求得設計時的外力 $\bar{Q}$ 和臨界點上所求得之外力 Q^* 比值，得

$$\gamma_i = \frac{Q^*}{Q} \quad (\text{C1.5-16})$$

由於 Q^* 在數學模式中為無因次向量，其無因次化的步驟為

$$Q = \frac{Q^* - \bar{Q}}{\sigma_Q} \quad (\text{C1.5-17})$$

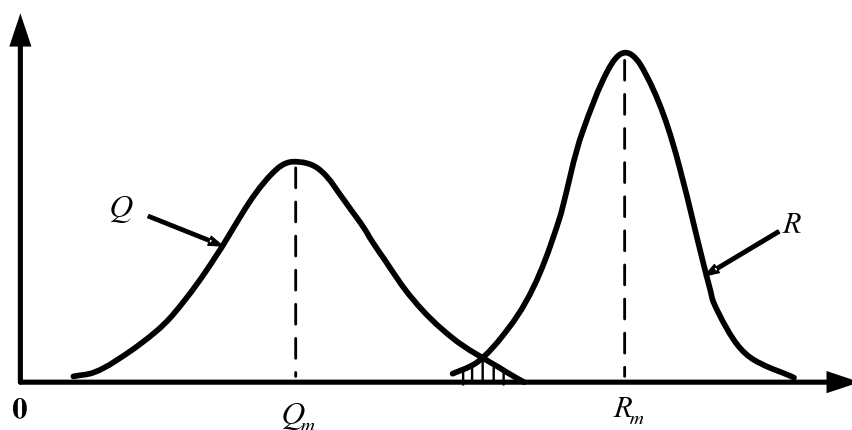
故

$$\begin{aligned} Q^* &= \bar{Q} - Q \cdot \sigma_Q \\ &= \bar{Q} - \alpha_Q^* \cdot \beta \cdot \sigma_Q \\ &= \bar{Q}(1 - \alpha_Q^* \cdot \beta \cdot V_Q) \end{aligned} \quad (\text{C1.5-18})$$

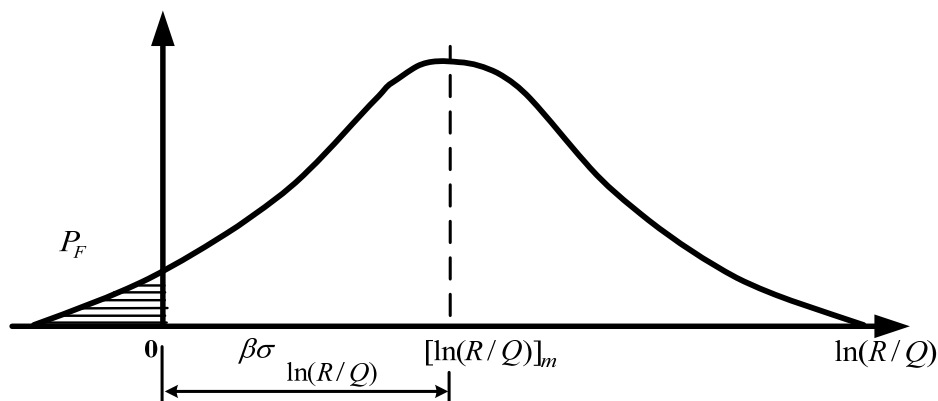
因此載重放大因子 r 可依下式求得

$$\gamma_i = 1 - \alpha_Q^* \cdot \beta \cdot V_Q \quad (\text{C1.5-19})$$

其中， α_Q^* 表示在臨界點上的臨界方向餘弦。求得 ϕ 及 r 之後再依式(C1.5-11)即可進行結構設計。此種基於可靠度分析，以載重放大係數和強度折減係數來彌補無法預見的標稱值偏差，將可使設計的結構較能達到預先設定的安全程度，且不致過於保守或造成危險。



(a) 材料強度 R 與外載重 Q 之強度頻率分佈圖

(b) 安全指標 β 之定義

圖C1.5-1 載重與強度之分佈及安全指標之關係

1.6 製圖規定

1.6.1 設計圖

設計圖應依照結構計算書之計算結果繪製，至少應包含下列各項：

1. 建築結構之平面圖、立面圖、剖面圖及必要之詳細圖。平面圖應註明方位及與建築線之相關位置。圖上應註明使用尺寸之單位，尺寸之單位以mm為原則。
2. 構材之斷面尺寸及其相關位置。
3. 接合詳細圖或接合所採用之接合型式及其接合處所承受之剪力、彎矩、扭力及軸力等力量之大小、方向及作用點。
4. 桁架、大梁等必要之預拱。
5. 一般規定事項：
 - (1) 設計規範、設計載重及鋼構架型式。
 - (2) 設計時所採用之活載重、靜載重、地震力、風力、施工載重及其他在設計時已考量之特殊載重。
 - (3) 使用鋼材之規格及其降伏強度與抗拉強度。
 - (4) 鉚材、螺栓等接合物之規格及強度。
 - (5) 以高強度螺栓接合之接頭應註明摩阻式接合或承壓式接合。
 - (6) 直接承壓之柱與柱、柱與底板及加勁板之承壓面，必要時應加註需要加工之程度。
 - (7) 加勁材或斜撐應註明繪製施工圖所需之資料。
 - (8) 繪製施工圖所需要之標稱載重及設計強度。

1.6.2 施工圖

鋼結構施工前應依據設計圖說，繪製施工圖。

施工圖須註明各構材於製造、組合及安裝時所需之完整資料，至少應包含下列各項：

1. 安裝圖：標示結構物之方位、構件之編號，及其相關位置之尺寸、工地接合之位置及其注意事項。必要時應提供吊裝重量、重心位置及順序。
2. 製造圖：依設計圖說繪製，並註明下列各項資料：
 - (1) 構材之尺寸、重量、數量、編號、表面處理方式及相關位置。
 - (2) 配件（含吊耳）之尺寸、位置、數量及編號。
 - (3) 螺栓之孔徑大小、位置及數量。
 - (4) 銲接之型式、尺寸、長度及相關技術。
 - (5) 螺栓或銲接是否為廠製或現場施工及其他注意事項。
3. 材料表：依製造圖，列表標示每一構材與配件等之斷面尺寸、長度、數量、重量、材質等資料。
4. 原設計圖與製造、安裝等有關之規定均應分別加註於製造圖及安裝圖中。

1.6.3 製圖比例

設計圖及施工圖之比例，以能明確標示各項資料為原則。

解說：結構全圖之平面、立面之比例不宜小於1/100，而結構詳細圖之立面、剖面之比例不宜小於1/20。

1.6.4 圖線規定

繪畫圖線，應依CNS B1001「工程製圖之一般準則」之規定。

1.6.5 構材符號

構材符號依下列規定以英文字母表示之：

(B)代表梁，(C)代表柱，(F)代表基腳，(G)代表大梁，(GT)代表圍梁，(J)代表柵梁，(LL)代表下弦構材，(P)代表桁條，(UL)代表腹構材，(UU)代表上弦構材。

1.6.6 鋼材符號

鋼材符號依下列規定表示之：

(BH)代表銲接工型鋼，(C)代表槽鋼，(L)代表角鋼，(H)代表工型鋼，(T)代表T型鋼，(I)代表標準I型鋼，(PL)代表鋼板，(PP)代表鋼管，(RH)代表熱軋工型鋼，(Z)代表Z型鋼，(□)代表箱型鋼，(RB)代表圓棒鋼。

1.6.7 銲接符號

銲接符號及標註符號方法應依CNS B1001-6—工程製圖之銲接（本規範以下稱銲接）符號之規定。

1.7 常數

鋼結構所用結構鋼、鑄鋼、鍛鋼之彈性模數為 2040 tf/cm^2 ，剪力彈性模數為 810 tf/cm^2 ，波森比為0.3，溫度伸縮係數為 $0.000012/^{\circ}\text{C}$ 。

1.8 符號說明

ϕ_i =材料或構件的強度折減係數， $\phi_i < 1.0$

R_i =標稱強度

r_i =載重放大係數， $r_i \geq 1.0$

Q_i =標稱載重