

鋼房屋結構

規範及註釋

(第八版修訂本)

原著者：美國鋼構造學會

譯述者：劉錫蘭

科技圖書股份有限公司

鋼房屋結構

規範及註釋

(第八版修訂本)

原著者：美國鋼構造學會

譯述者：劉錫蘭

科技圖書股份有限公司

原 序

美國鋼構造學會(American institute of steel construction, AISC)鋼房屋的結構設計、製造與組立規範，自1923年6月1日刊行初版以來，已經修訂多次，在每次修訂時，均依據以往應用圓滿達成任務的實例，以及科技進步的現況，在工程設計實務上分別加以修訂。其所包含的內容已發展成對鋼房屋設計方面，提供一部為工程界所共享的參考資料。本規範的目的係提供工程界經常例行設計方面所需的標準，但不擬包括整個結構設計實務範圍所遭遇的不常見的問題。因對所有可能的情形，均提供如此肯定的條款，由其複雜性反而降低規範對經常設計上的效用。

AISC規範，係由具備廣泛經驗的工程界知名結構工程師組成的委員會，審慎釐訂的結果。委員會的組成份子，分別包括私人公司的工程師，研究與教育機構的工程師，受雇於鋼鐵構造廠商的工程師。此三方面的委員人數約略相等，在規範每次作修正時，基本上均經過委員會開會通過。

為避免參考生產有限的特殊鋼料，僅列有經過美國材料試驗協會(ASTM)規範鑑定，並經本規範贊許的產品始列入本規範。但ASTM規範中所包括的某些鋼料，而在製造成本上與檢驗技術上，認為較本規範所包含部份的成本為昂貴者，亦未列入本規範。雖然如此，本規範所搜羅的鋼料在所需的性能上，已足敷應用，而且價格亦較低廉。有關未列入本規範的鋼料的鑑定與批准使用等情事，均留待業者自行辦理。

本規範採用的結構鋼(structural steel)一詞，係專指“AISC鋼房屋建築與橋樑實用標準規則”(AISC Code of standard practice for steel buildings and bridges)第2節所列舉的項目而言，並不包含該

規則所列舉的項目以外諸項目，作為設計規範，諸如天窗、防火梯等設備。有關採用冷成型鋼結構構材(Cold-formed steel structural member)其斷面角隅製成圓角，以及纖細的平型元件(slender flat element)，並另參閱美國鋼鐵協會的“冷成型鋼結構構材設計規範”中有關條款。

本規範在本修訂版中的主要修正部份，計包括：

- 受拉構材應力設計的新規則。
- 機械承件的新設計應力。
- 採用鋼甲鈹模製成的合成樑設計條款。
- 疲勞設計的修正條款。

另外尚準備一份註釋，用來說明上項修正，以及其他條款的背景。與以往各版本的情形相反，規範與註釋分別發行單行本，茲為便於讀者隨時查閱註釋，合訂成為一冊。

讀者要注意，當準備引用本規範的數值與條款時，必需憑着個人在本身職業上的能力予以判斷。本規範內所包含的資料，就美國鋼構造學會，或為本會所刊印的任何個人立場而言，並不作為其代表，或對此項資料擔保。此處所提供的資料適用於一般通則，或特殊用途。對任何新型產品的專利權無任何牽連關係在內。任何人擬採用本規範的資料，必需假定其對採用該項資料而發生所有的結果均自行負責。結構設計應由領有執照的建築技師、結構工程師、或領有專業技師執照的人們，對其本身工作足能勝任，引用結構學原理，逕予辦理。

本委員會 謹識

編輯者言

本書係根據 1978 年 11 月 1 日由美國鋼構造學會 (AISC) 正式頒佈生效的鋼房屋結構設計，製造與建立規範書，及其條文註釋全部譯出，並根據 J. E. Bowles 編的鋼結構設計資料手冊 (1981 版) 中的英制單位換算成國際制單位部分，逐一補入，以便讀者使用。原規範書與條文註釋分開茲根據 AISC 的鋼構造手冊第八版第二修訂本 (1980 年 9 月) 將其合併，並將附錄條文的註釋逕行列入附錄以便查考。本書首由劉錫蘭工程師譯出，再由趙七七教授代為補充增訂，先後經過八個月始告定稿。此書與本公司最近出版的“初等鋼結構設計”兩書，將成為本國最前進最完備的鋼結構教本。特將編譯經過說明如上，幸垂察焉！

科技圖書公司編輯部謹識

符號說明

- A 軸荷重壓力構材的總面積，用於第二章 (in^2)。
- A_0 機件公稱身幹面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ ；大頭桿依其螺紋的主直徑亦即以 大頭螺紋頂尖為界同軸圓桿直徑，算得的面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_c 複合設計中有效混凝土翼緣實際面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_e 軸荷重拉力構材有效淨面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_f 壓力翼緣面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_n 承受軸向荷重拉力構材的淨面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_s 複合設計中鋼樑面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A'_s 壓力鋼筋面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_{sr} 位於負彎矩處設置複合作用的鋼筋面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_{st} 加勁肋條或一對加勁肋條橫斷面面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_w 鋼樑腹板面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_1 置於混凝土支座上鋼承板面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- A_2 混凝土支承斷面全面積 (in^2)， $[\text{mm}^2]$ 。
- B 視算得的彎矩而定的彎曲係數，或漸細構材未支承部份端部應力。
- C_a 附錄 A 表 4 中採用的係數。
- C_b 視彎矩斜度而定的彎曲係數。
- C_c 分界彈性與非彈性柱挫屈用的細長比。
- C'_c 附錄 C 中確定的壓力元件細長比。
- C_h 附錄 A 表 12 中採用的係數。
- C_m 用於稜體構材相互作用公式中彎曲項係數，其值視所加諸彎矩所導致柱曲度而定。
- C'_m 用於漸細構材相互作用公式中彎曲項係數，其值視構材較小端

軸應力而定。

- C_p 平屋面主構材的勁度因數。
- C_s 平屋面次要構材的勁度因數。
- C_t 計算軸拉荷重構材有效淨面積用的縮減係數。
- C_v 依線性挫屈理論求樑的“臨界”腹板應力對腹板材料屈服剪應力之比。
- C_1 計算超大與長孔最小間距用的增量。
- C_2 計算超大與長孔最小側邊距用的增量。
- D 與橫向加勁肋條類型相關因數；管型構材外徑(in)。
- E 鋼彈性模數 (29,000 kip/in²), [200,000 MPa]。
- E_c 混凝土彈性模數 (kip/in²), [MPa]。
- F_a 稜體構材未受彎矩時的允許軸壓應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{as} 支撐與其他次要構材未受彎矩時的允許軸壓應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{ay} 未具彎矩漸細構材的允許軸壓應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_b 未具軸向力稜體構材的允許彎應力 (kip/in²), [MPa]。
- F'_b 用於雅型大樑，或由腹板高厚比較大，板樑受壓翼緣經縮減的容許彎應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{by} 未具軸向力的漸細構材的允許彎應力 (kip/in²), [MPa]。
- F'_e 除安全因數後稜體構材的 Euler 應力 (kip/in²), [MPa]。
- F'_{ey} 除安全因數後漸細構材的 Euler 應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_p 容許支承應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{sr} 應力範圍 (kip/in²), [MPa]。
- F_{sy} 漸細構材的 St. Venant 抗扭彎應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_t 容許軸拉應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_u 按鋼料或扣件類型規定的最小拉力強度 (kip/in²), [MPa]。
- F_v 容許剪應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{wy} 漸細構材中翼緣翹曲抗扭彎應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_y 按鋼料類型規定的最小屈服應力 (kip/in²), [MPa]，規範所採用，表示規定的最小屈服點（用於具屈服點鋼料），或表

示規定的最小屈服強度(用於無屈服點鋼料)的“屈服應力”。

- F_{yc} 柱屈服應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{yr} 規定的縱向鋼筋最小屈服應力 (kip/in²), [MPa]。
- F_{yst} 加勁肋條屈服應力 (kip/in²), [MPa]。
- H_s 扣釘型剪力連件銲接長 (in), [mm]。
- I_d 置於次構材上, 鋼甲鈹的慣性矩 (in⁴), [mm⁴]。
- I_{eff} 計算撓度用合成斷面慣性矩 (in⁴), [mm⁴]。
- I_p 平型屋面構架中主構材慣性矩 (in⁴), [mm⁴]。
- I_s 平型屋面構架中次構材慣性矩 (in⁴), [mm⁴]; 合成構造中鋼樑慣性矩 (in⁴), [mm⁴]。
- I_{tr} 轉換合成斷面的慣性矩 (in⁴), [mm⁴]。
- K 稜體構材的有效長度因數。
- K_r 漸細構材的有效長度因數。
- L_p 平型屋面構架中主構材長度 (ft), [m]。
- L_s 平型屋面構架中次構材長度 (ft), [m]。
- M 規範第一章表示彎矩 (kip-ft), [kN-m]。第二章表示因數化彎矩 (kip-ft), [kN-m]。
- M_1 位在樑-柱中未支撐長端部的較小彎矩。
- M_2 位在樑-柱中未支撐長端部的較大彎矩。
- M_D 由靜荷重導致的彎矩。
- M_L 由活荷重導致的彎矩。
- M_m 按塑性設計的構材, 未具軸向力而能抵抗的臨界彎矩 (kip-ft), [kN-m]。
- M_p 塑性彎矩 (kip-ft), [kN-m]。
- N 荷重的支承長度 (in), [mm]。
- N_r 位在樑上, 置於金屬甲鈹肋條中的釘型剪力連接件數量。計算時其值不超過 3。
- N_1 最大彎矩點與零彎矩點間所需剪力連接件數量。
- N_2 集中載重與零彎矩點間所需剪力連接件數量。
- P 第一章為扣件的傳遞力 (kip); 第二章為因數化軸載重 (kip)

[kN]。

- P_{bf} 受約束結合中，乘以因數的樑翼緣或結合鈑間力 (kip), [kN]。
- P_{cr} 第二章受軸荷重壓力構材或樑的最大強度。(kip), [kN]。
- P_e 第二章中 Euler 挫屈荷重。(kip), [kN]。
- P_R 高強螺栓結合中，樑反作用除以螺栓數值 (kip), [kN]。
- P_y 塑性軸荷重，等於斷面積乘規定的最小屈服應力 (kip), [kN]。
- Q_a 軸荷重構材有效斷面積對其總斷面積的比，詳見附錄 C。
- Q_s 未加勁元件寬厚比超出 1.9.1.2 節範圍值時，採用的軸應力縮減因數，詳見附錄 C。
- R 加在樑或大樑的反力或集中荷重 (kip), [kN]；半徑 (in.)，[mm]。
- S 平型屋面中次構材的間距 (ft), [m]；深變構材的有關細長比。
- S_{eff} 相當於部份合成作用的有效斷面模數 (in^3), [mm³]。
- S_s 合成設計用，依下翼緣情形的鋼樑斷面模數 (in^3), [mm³]。
- S_{tr} 根據混凝土翼緣允許的最大有效寬與下翼緣情形，求得的能模合成橫斷面的斷面模數 (in^3), [mm³]。
- T_b 高強螺栓的預施拉力規定值 (kip), [kN]。
- V_h 全部合成作用下，由連接件抵抗的總水平剪力 (kip), [kN]。
- V'_h 部份合成作用下，由連接件抵抗的總水平剪力 (kip), [kN]。
- V_u 塑性設計中，由“極限”荷重產生的靜態剪力 (kip), [kN]。
- Y 腹鈑鋼料屈服應力對加勁肋條鋼料屈服應力的比。
- Z 塑性斷面模數 (in^3), [mm³]。
- a 橫向加勁肋條間的淨距 (in), [mm]；與應力方向平行的尺寸，附錄 B1 節與表 B2 用 (in.)，[mm]。
- a' 銲接部份長蓋鈑為發展應力而加設的端部長度 (in), [mm]。
- b 加勁與未加勁壓力元件實際寬 (in), [mm]；與應力方向垂直的尺寸，在 B1 節與表 B2 用 (in), [mm]。
- b_e 加勁受壓元件的有效寬 (in), [mm]。
- b_f 型鋼樑或鈑樑翼緣寬 (in), [mm]。
- d 樑或大樑高 (in) 的滾承或輥承直徑 (in), [mm]；扣件標稱

直徑 (in), [mm]。

d_c 柱腹板介於隅角間的淨高 (in), [mm]。

d_L 深變構材較大端部的深 (in), [mm]。

d_t 深變構材未支撐部份較大端部的深 (in), [mm]。

d_o 深變構材或其未支撐部份較小端的深 (in), [mm]。

f 根據有效面積的構材軸壓應力，用於 C3 節，(kip/in²), [MPa]。

f_a 計算的軸壓應力 (kip/in²), [MPa]。

f_{ao} 深變構材或其未支撐部份的較小端應力 (kip/in²), [MPa]。

f_b 計算的彎應力 (kip/in²), [MPa]。

f_{b1} 位於深變部份端的最小彎應力 (kip/in²), [MPa]。

f_{b2} 位於深變部份端的最大彎應力 (kip/in²), [MPa]。

f_{bt} 深變構材或其未支撐部份較大端的彎應力 (kip/in), [MPa]

f'_c 規定的混凝土壓力強度 (kip/in²), [MPa]。

f_t 計算的拉應力 (kip/in²), [MPa]。

f_v 計算的剪應力 (kip/in²), [MPa]。

f_{vs} 樑腹板與橫向加勁肋條間的剪力（在單一加勁肋條或一對加勁肋條中）(kip/in²), [MPa]。

g 加勁肋條行距線間的橫向間距 (in), [mm]。

h 樑或大樑中所檢查斷面的翼緣間淨距離 (in), [mm]。

h_r 鋼甲板肋條的標稱高 (in), [mm]。

h_s 用於深變構材未支撐長因數。

h_w 用於深變構材未支撐長因數。

k 板的線性挫屈強度與其大小尺寸及邊緣支承條件發生關連的係數；軋製型鋼翼緣外側面至板腹隅角趾的距離，或銲接斷面中的相當距離 (in), [mm]。

l 用於樑時，沒有抗壓翼緣扭曲或側向位移支撐斷面間距離 (in), [mm]；用於柱時；構材實際未支撐長 (in), [mm]。綴條的未反撐長。

l_b 彎曲平面中實際未支撐長 (in), [mm]。

- l_{cr} 鄰接塑性鉸的臨界未支撐長 (in), [mm]。
- n 模數比 (E/E_c)。
- q 剪力連接件抵抗用容許水平剪力 (kip), [kN]。
- r 控制的迴轉半徑 (in), [mm]。
- r_b 對同時發生彎曲軸的迴轉半徑 (in), [mm]。
- r_{bo} 對位於深變構材或其未支撐部份較小端，同時發生彎曲軸的迴轉半徑 (in), [mm]。
- r_o 位於深變構材較小端的迴轉半徑 (in), [mm]。
- r_T 包含受壓翼緣加三分之一受壓腹板斷面，對腹板平面某軸的迴轉半徑 (in), [mm]。
- r_{To} 位於深變構材或其未支撐部份較小端，僅考慮受壓翼緣加三分之一受壓腹板面積，對腹板平面某軸的迴轉半徑 (in), [mm]。
- s 任何兩個相繼孔眼縱向中心間距 (中距) (in), [mm]。
- t 大樑，樑，或柱腹板厚 (in), [mm]；連接部份厚 (in), [mm]，管壁厚 (in), [mm]。
- t_b 位於樑與柱剛性結合處的樑翼緣厚，或彎矩結合板厚 (in), [mm]。
- t_f 翼緣厚 (in), [mm]。
- w 槽型鋼剪力連接件長 (in), [mm]。
- w_r 鋼甲板模上混凝土版肋條或托肩平均寬 (in), [mm]。
- x 與強軸彎曲用符號相關的註腳字。
- y 與弱軸彎曲用符號相關的註腳字。
- z 自深變構材較小端算起的距離 (in), [mm]。
- α 雜型樑腹板屈服應力對翼緣屈服應力比。
- β S_{tr}/S_s 或 $\bar{S}_{eff}/S_s$ 比。
- γ 深變構材，或深變構材未支撐部份的深變比；與深變構材符號相關的註腳字。
- Δ 以構材未荷重時位置為準，在荷重後中和軸的位移 (in), [mm]。

鋼房屋結構規範及註釋

目 錄

原序

編輯者言

符號說明

第一章 規定條文

1.1	計畫與製圖	1
1.2	構造類型	2
1.3	荷重與力	3
1.4	材料	4
1.5	容許應力	7
1.6	合併應力	17
1.7	承受反覆變動應力（疲勞）構材與其結合	19
1.8	穩定與細長比	20
1.9	寬厚比	20
1.10	鉸樑與軋製型鋼樑	22
1.11	合成構造	28
1.12	簡支與連續跨徑	35
1.13	撓度、振動，與積水	35
1.14	總面積與淨面積	36
1.15	結合	40
1.16	鉚釘與螺栓	44
1.17	銲接	48
1.18	組合構材	50
1.19	拱勢	53

1.20 膨脹	53
1.21 柱座	53
1.22 錨栓	54
1.23 製造	54
1.24 工廠油漆	57
1.25 建立	58
1.26 品質管制	59

第二章 塑性設計條文

2.1 範圍	61
2.2 結構鋼	61
2.3 決定最大強度的根據	62
2.4 柱	63
2.5 剪力	64
2.6 腹板壓褶	64
2.7 最小厚度（附寬厚比）	64
2.8 結合	65
2.9 側向支撐	65
2.10 製造	66

第三章 條文註釋

3.1 引言	67
3.2 構造類型	67
3.3 荷重與力	67
3.4 材料	68
3.5 容許應力	69
3.6 合併應力	82
3.7 承受反覆變動應力（疲勞）構材與其結合	87
3.8 穩定與細長比	88
3.9 寬厚比	94

3.10 鈑樑與軋製型鋼樑	96
3.11 合成構造	101
3.12 簡支與連續跨徑（無解釋）	
3.13 撓度、振動，與積水	128
3.14 總面積與淨面積	112
3.15 結合	113
3.16 鉚釘與螺栓	115
3.17 銲接	117
3.18 組合構材	118
3.19 拱勢	119
3.20 膨脹	119
3.21 柱底座（無解釋）	
3.22 錨栓	119
3.23 製造	120
3.24 工廠油漆	121
3.25 建立	121
3.26 品質管制（無解釋）	
3.2-1 範圍	121
3.2-2 結構鋼	122
3.2-3 決定最大強度的根據	122
3.2-4 柱	123
3.2-5 剪力	124
3.2-6 腹鈑壓褶	126
3.2-7 最小厚度（寬厚比）	126
3.2-8 結合	127
3.2-9 側向支撐	128
附錄A 數值當量表	129
附錄B 疲勞	142
附錄C 細長受壓元件	150

附錄D	腹鉸深變構材	154
附錄E	摩擦型結合的容許剪應力	168
附錄F	參考資料目錄	170

第一章 規定條文

1.1 計畫與製圖

1.1.1 計畫圖

計畫圖（設計圖）需繪出各種構材的大小尺寸、斷面與相關位置。各層樓版平面、柱中心位置，與突出部份，均需註明尺寸。計畫圖採用的比例尺應充分放大，以便註明足夠的資料。

計畫圖中需指出所採用的（各種）構造類型（詳見 1.2 節所規定），同時，計畫圖尚需註明所有構材及其結合處所承擔的有關假設荷重、剪力、彎矩、以及軸荷重，備供準備繪製詳圖之用。

需用高強度螺栓組成的接頭部位，以及連結構件間需要抵抗剪力部份，計畫圖中均指出所設置的結合（connection）類型名稱。例如摩擦結合或受壓結合等。

桁架、樑、與大樑的拱勢（camber），必需在設計圖上註明。

1.1.2 製配圖

製配圖，需具用於房屋結構中各部份所需的完整資料，計包括所有鉚釘、螺栓、與銲接部位、類型與尺寸，以供實際製造裝配之用。圖中應清晰註明以區別工廠與工地鉚接、螺栓接與銲接。

詳細圖需符合現行最佳的施工方法，俾使製造與建立能加速而且經濟的進行。

1.1.3 銲接符號

特別注重銲接順序，以及銲接技術所需的慎重控制，以期銲接工作所受限制減至最少，並避免過份扭曲（distortion），此類接頭，或一組此類接頭。在計畫圖與製配圖中，均需註明。

計畫圖與製配圖所註明的銲接長，均為有效淨長。

1.1.4 標準符號與術語

計畫圖與製配圖上的銲接符號，必需採用“美國銲接協會”(AWS)規定符號。其他種類的銲接符號亦可採用，但需將計畫圖或其他圖中附入完整說明。

除另有註明外，包含在接頭(joint)中的標準術語，需採用AISC-SJI最新版“開腹型鋼欄柵，長跨徑鋼欄柵，與高長跨徑鋼欄柵標準規範”中所用的鋼欄柵說明。

1.2 構造類型

依照下述三種情形，在設計、假設與構造方面，允許採用三種基本類型，同時每種類型均將控制其指定狀態，其中包括構材尺寸，結合類型與強度。

類型1，通稱為“剛構架”(rigid frame)（連續構架），假設樑與柱的結合具有充分剛性，各構材間相交的原角度，在實質上不會改變。

類型2，通稱為簡構架(simple frame)（端部轉動不受約束）。假設當其承受重力荷重時，樑與大樑端部的結合僅承受剪力，在承受重力荷重下，可自由轉動。

類型3，通稱為半剛構架(semi-rigid frame)（部份受到約束），假設樑與大樑結合，具有可信託的已知彎矩能量，其程度介於類型1的剛性(rigidity)與類型2的韌性(flexibility)間。

所有結合設計，需與設計圖中所要求的構造類型的假設一致。

類型1構造，本規範認為可無條件接受。並得用兩種不同的設計方法。基於預測的最大強度，按照2.1節所設定的範圍內，連續構架或構架連續部份的構材，可按其抵抗的規定設計荷重乘規定荷重因數按比例設計之。否則，需按照1.5節所設定範圍之內，根據彈性理論所假設的彎矩分佈情形，其抵抗由規定設計荷重所產生的彎矩設計之。

類型2構造，符合以下規定時，本規範認為不論何處均可適用。

用類型2構造設計的房屋（亦即：樑與柱結合中，除承受風力的結合外，當承受重力荷重時，均假設為韌性）。構架所選定的某些接