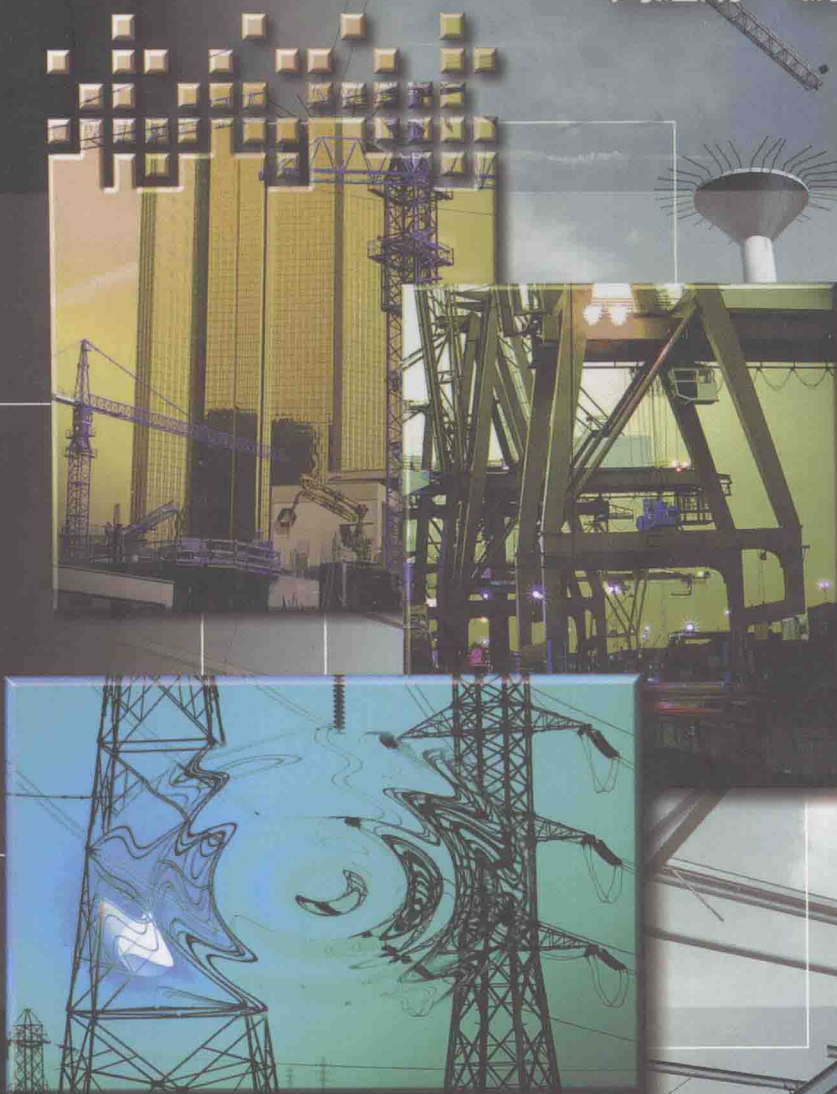


STRUCTURAL DESIGN

基本鋼結構設計

修訂二版

簡耀鴻 編著



全華圖書股份有限公司 印行

結構設計(修訂二版)

簡耀鴻 編著



全華圖書股份有限公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

基本鋼結構設計/簡耀鴻編著. -- 三版. --
臺北縣土城市：全華圖書，2008.06
面：公分

ISBN 978-957-21-6471-6(平裝)

1.鋼結構

441.559

97009195

基本鋼結構設計 (修訂二版)

作 者 簡耀鴻

執行編輯 吳春儀

發行人 陳本源

出版者 全華圖書股份有限公司

地 址 23671 台北縣土城市忠義路 21 號

電 話 (02) 2262-5666 (總機)

傳 真 (02) 2262-8333

郵政帳號 0100836-1 號

印刷者 宏懋打字印刷股份有限公司

圖書編號 0350802

三版一刷 2008 年 10 月

定 價 新台幣 350 元

I S B N 978-957-21-6471-6 (平裝)

全華圖書

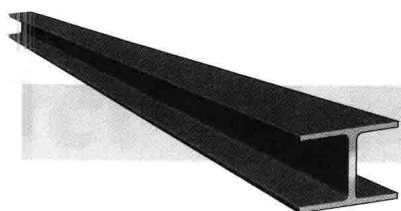
www.chwa.com.tw

book@chwa.com.tw

全華科技網 OpenTech

www.opentech.com.tw

有著作權 · 侵害必究



自序

STEEL CONSTRUCTION

隨著鋼材用料的煉製方法及控制品質的提昇，土木建築物結構體普遍大量使用鋼料，鋼結構之設計及施工已受到相當程度的重視。本書針對鋼結構的基本設計理論及規範，以最淺顯之方式為學習者在鋼結構各重要單元一一介紹。

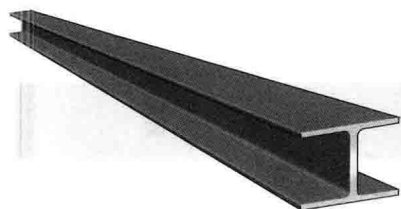
坊間鋼結構設計用書多偏於繁雜，書本厚厚的一本，往往使初學者誤認鋼結構設計是一難以學習之科目。因此本書在編輯時特別去除鋼結構設計中較少用到及較艱深之部份，保留常用之單元，內容亦依教育部之授課標準為依據。規範包含我國建築技術規則鋼結構構造篇及美國鋼構造協會AISC設計規範(1989 ASD)。習題收錄歷年高考檢覈鋼構相關考題，作為學習者練習之用。

本書可做為學校之教科書，相當每週三小時之一學期課程。書中之公式及規範規定，例題演算皆採公制單位，英制公式以方框另有標示，以配合國內使用公制之習慣。

本書編印過程中感謝吾妻吳錦秀、蔡京員小姐及全華科技圖書之田惠敏小姐和其編輯小組之大力幫助，而得以完稿付梓。

本書因倉促出版，難免有所疏漏，企盼各先進專家，不吝指教是幸！

簡耀鴻謹識於高苑技術學院

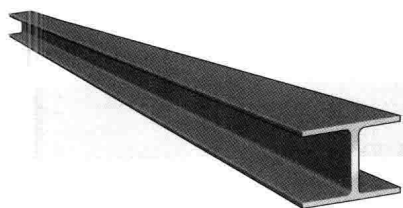


編輯部序

STEEL CONSTRUCTION

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書是擷取鋼結構設計精華篇章做詳細的解說，並收錄歷屆高考、檢覈考之鋼結構試題，並以最淺顯的方式為學習者在鋼結構各重要單元一一作介紹，若能依此書研讀、練習，相信必能讓您對鋼結構設計有更深一層的認識。本書適合專科四年級、二專一年級鋼結構設計課程之學生及欲參加高、普考及結構、土木技師考試者參考使用。



目 錄

STEEL CONSTRUCTION

1

緒 論

1-1	結構設計之意義	1-1
1-2	結構設計之目標	1-1
1-3	結構建造之程序	1-2
1-4	結構鋼之種類	1-3
1-5	結構鋼之重要性質	1-6
1-6	結構型鋼之種類及其名稱	1-9
1-7	鋼結構構件之分類	1-10
1-8	鋼結構之設計方法	1-11
1-9	鋼結構之設計規範	1-12

2

拉力構件

2-1	概 述	2-1
2-2	拉力構件之斷面型式	2-2
2-3	容許拉應力	2-3
2-4	淨斷面積	2-7

2-4-1	扣孔直徑·····	2-7
2-4-2	淨斷面積·····	2-7
2-4-3	選擇破壞折線之要領·····	2-10
2-5	拉力構件之勁度 ·····	2-16
2-6	拉力構件之分析步驟及設計步驟·····	2-17
2-7	圓桿之設計 ·····	2-24
2-8	拉力構件之繫鉸設計 ·····	2-25
2-9	剪力塊(Shear Block)·····	2-30

3

壓力構件

3-1	概 述·····	3-1
3-2	理想柱及柱公式 ·····	3-3
3-3	有效長度 ·····	3-6
3-4	壓力構件的容許壓應力 ·····	3-9
3-5	壓力構件之分析及設計 ·····	3-11
3-6	壓力構件的繫條與繫鉸之設計·····	3-23
3-7	柱基鉸之設計 ·····	3-33

4

梁

4-1	概 述·····	4-1
4-2	梁的行為與說明 ·····	4-3
4-3	容許彎曲應力 ·····	4-8

4-4	梁上之開孔	4-13
4-5	撓度控制	4-13
4-6	梁的容許剪應力	4-15
4-7	梁腹的壓摺(Web Crippling)	4-15
4-8	連續梁的設計	4-19
4-9	雙向彎曲	4-20
4-10	剪力中心(Shear Center , S.C.)	4-22
4-11	梁承鈹設計	4-24
4-12	梁的分析及設計步驟	4-27

5

梁-柱

5-1	概 述.....	5-1
5-2	交互方程式(Interaction Equation)	5-2
5-3	梁柱設計公式	5-15
5-4	鋼構架柱有效長度	5-16

6

釘栓結合

6-1	概 述.....	6-1
6-2	強力螺栓的種類	6-1
6-3	螺栓結合型式	6-2
6-4	螺栓結合的破壞型態	6-3
6-5	強力螺栓之剪力分析	6-4

6-6	釘栓扣件的容許應力	6-5
6-7	釘栓排列距離規定	6-10
6-8	作用力通過釘栓結合面重心之設計與 分析	6-11
6-9	作用力不通過釘栓結合面重心之設計與 分析	6-18
6-10	受偏心剪力作用之釘栓群	6-22

7

鐸接結合

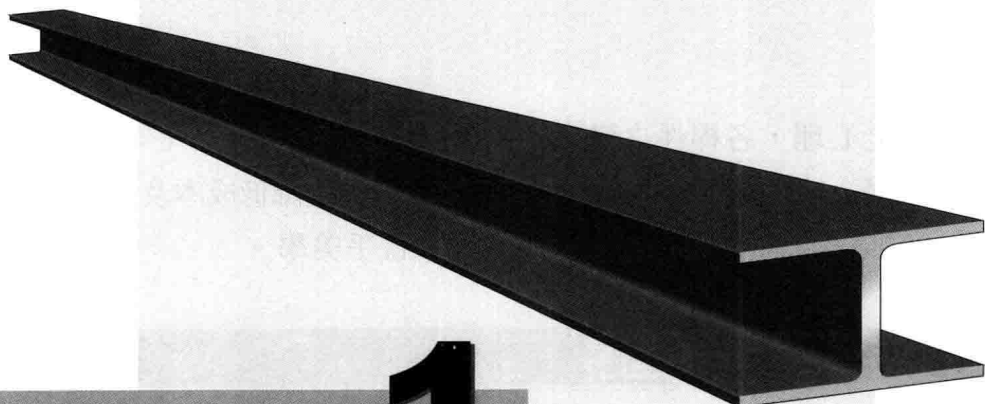
7-1	概 述	7-1
7-2	鐸接及鐸接接頭分類	7-4
7-3	鐸接符號	7-7
7-4	鐸接設計規範	7-11
7-5	鐸接結合的強度	7-16
7-6	承受偏心載重的鐸接結合	7-21

附錄 A

建築技術規則

第一節	通 則	附 A-1
第二節	設計應力	附 A-6
第三節	梁之設計	附 A-20
第四節	構材設計	附 A-32
第五節	接 合	附 A-36

第六節 塑性設計.....	附 A-46
---------------	--------



CHAPTER

1

緒論

1-1 結構設計之意義

結構設計可視為人類為了達成某種目的，將若干桿件做各種的裝配與組合。土木工程在鋼結構方面包含橋梁、房屋、塔架等，這些結構均由一些桿件如梁、柱、拉桿、索、鉸等相互結合而成。

1-2 結構設計之目標

結構設計要達到完整之目標，其無論工程之規模通常須滿足以下之要求：

1. 適用—結構完成後須符合使用者之需要，此為一結構物最基本之要求。
2. 安全—結構物須能安全的支持所承受之載重，且須兼顧使用者之

安全心理，各桿件之變形不過大。

3. 經濟－結構物應在不影響安全條件下，儘量降低成本及維護費用。
4. 美觀－結構物外表必須配合環境，合乎美學。

1-3 結構建造之程序

一結構物之完成，必須經歷許多步驟，宜應包含以下各階段：

1. 工址調查－對結構物所在位置與環境，進行各地理方面之調查，做為結構規劃之依據。
2. 結構全盤之規劃－結構物全盤之規劃，為在眾多可行之方案中考慮客觀環境，結構物型式，採用之材料選擇，可能承受之載重及結構物各部分尺寸，初步之成本估計等，選取適當而合宜之方案。
3. 結構分析－結構型式、構件尺寸、材料及承受載重決定後，可開始結構分析，主要求得各構件之內力及變形，若考慮活載重，必須分析構件中可能產生最大應力之情形，以其最大應力加以設計。
4. 構件尺寸之決定－以應力分析所得之值與規範中之設計規定決定構件形狀及合適的尺寸，及各構件間之結合型式。
5. 結構製圖－一般分為兩種，一為設計圖(Design Drawings)作為細部設計之依據；一種為細部製造圖(Shop Drawings)由於鋼結構之構件，一般為在工廠製造完成後再運至工地安裝，因此需繪製細部製造圖，以供工廠製造及工地安裝使用，並做為各種材料之數量，施工機具及人工工數之計算依據，進而詳細計算工程成本。
6. 結構施工－鋼結構之施工包括工廠內之構件製造，再運至結構物建造地點，依圖面將整個結構物安裝建造完成。

1-4 結構鋼之種類

結構物的構成，可由各種不同材料形成，在其主體用鋼料建成之結構物，稱之為鋼結構(Steel Structure)。但並不是所有的鋼料皆可做為建造結構用，結構鋼(Structural Steel)為可用來建築結構物之鋼料。AISC(美國鋼結構協會)規範規定採用 16 種 ASTM(美國材料及試驗協會)結構鋼應用在鋼結構上使用。

依照 AISC 規範，鋼料可分為三種：

1. 碳鋼(Carbon Steel)

結構鋼為由鐵鍛煉而成，其主要成份為鐵，含量在 98 % 以上，除鐵外，只含少量的碳、矽、硫、錳、磷、鉻等，非金屬元素與金屬元素，在非金屬元素中以碳對於鋼有最大的影響。碳含量的增加可使鋼的硬度和強度增高，但會使鋼質變脆，延展性降低，可鉚性亦降低。碳鋼是依碳與錳的含量來控制其強度及延展性。為應用最多的結構鋼。

常用的碳鋼有兩種，其 ASTM 編號為 A36 及 A529。以 A36 為較常用之鋼料，其降伏應力為 36ksi，適用在房屋結構及橋梁工程，A529 則用在厚度不超過 1/2 in 之較薄之鋼板或型鋼。

碳鋼之力學性質如表 1-1。

表 1-1 AISC 規範結構鋼強度表

鋼材種類	編 號	厚度 t (in)	最小降伏應力 F_y (ksi)	抗拉強度 F_u (ksi)
碳 鋼	A36	$t > 8$ in	32	58 – 80
		$t \leq 8$ in	36	58 – 80
	A529	$t \leq 1/2$ in	42	60 – 85
高 強 度 低 合 金 鋼	A441	$5 \text{ in} < t \leq 8 \text{ in}$	40	60
		$1 \frac{1}{2} \text{ in} < t \leq 4 \text{ in}$	42	63
		$3/4 \text{ in} < t \leq 1 \frac{1}{2} \text{ in}$	46	67
		$t \leq 3/4 \text{ in}$	50	70
	A572	$t \leq 6 \text{ in}$	42	60
		$t \leq 4 \text{ in}$	50	65
		$t \geq 1 \frac{1}{4} \text{ in}$	60	75
		$t \leq 1 \frac{1}{4} \text{ in}$	65	80
	A242	$1 \frac{1}{2} \text{ in} < t \leq 4 \text{ in}$	42	63
		$3/4 \text{ in} < t \leq 1 \frac{1}{2} \text{ in}$	46	67
		$t \leq 3/4 \text{ in}$	50	70
	A588	$5 \text{ in} < t \leq 8 \text{ in}$	42	63
		$4 \text{ in} < t \leq 5 \text{ in}$	46	67
		$t \leq 4 \text{ in}$	50	70
熱 處 理 低合金鋼	A852	$t \leq 4 \text{ in}$	70	90 – 110
	A514	$2 \frac{1}{2} \text{ in} < t \leq 6 \text{ in}$	90	100 – 130
		$t \leq 2 \frac{1}{2} \text{ in}$	100	110 – 130

2. 高強度低合金鋼(High Strength Low Alloy Steel)

高強度低合金鋼以碳鋼成份中再加入少許其它金屬元素，如鋁、鉻、鎳、鈮、鈦等組合而成，藉以提高強度及可鉚性、耐蝕性。常用之高強度低合金鋼在AISC規範中列出有A242、A441、A572、A588，其中以A242、A572較為常用於橋梁乃需耐蝕性之鋼構房屋。有關A242、A441、A572、A588之力學性質如表1-1；A572為強力低鋼、鈮合金結構鋼，計有4個次類(Grade)，以最小降伏應力標示之，即42、50、60、65，其相對應之抗拉強度為60、65、75、80ksi。

3. 熱處理低合金鋼(Heat Treatment Low Alloy Steel)

合金鋼經淬火與回火(Quenching and Tempering)處理以增加其強度與延展性，稱為熱處理低合金鋼；A852、A514屬於此類之鋼料，目前只生產鋼板。其力學性質如表1-1。

各類結構鋼分別依其強度耐蝕性、可鉚性、延展性適用於不同之情況。結構鋼之強度在表1-1中可看出因所製成型鋼或鋼板等之厚度不同而有所差異，較厚者強度較低，薄者較高。較薄之結構鋼，由鋼錠軋製時，需軋壓較多的次數，使其內部組織較為緊密，因此強度亦較高；結構鋼在我國有「中國國家標準」CNS之標準規定，其分類如表1-2。

其中SS34~SS55為一般結構用，SM41~SM58為鉚接結構用。

表 1-2 CNS 結構鋼強度表

種 類	鋼材厚度 t (mm)	最小降伏應力 F_y , T/cm ²			抗拉強度
		$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$t > 40$	F_u , T/cm ²
SS34		2.1	2.0	1.8	3.4 — 4.4
SS41		2.5	2.4	2.2	4.1 — 5.2
SS50		2.9	2.8	2.6	5.0 — 6.2
SS55		4.1	4.0	—	5.5
SM41		2.5	2.4	2.2	4.1 — 5.2
SM50		3.3	3.2	3.0	5.0 — 6.2
SM50Y		3.7	3.6	3.4	5.0 — 6.2
SM53		3.7	3.6	3.4	5.3 — 6.5
SM58		4.7	4.6	4.4	5.8 — 7.3

1-5 結構鋼之重要性質

1. 鋼料強度

鋼料強度及其力學性質，由其應力應變曲線表示最清楚明瞭；假設有一細長桿件，長為 L ，全長有為均一之斷面，面積為 A ，在其兩端施加拉力 P ，則斷面產生假定為均勻分佈之拉應力 $F = P/A$ 。同時，桿件在受拉力伸長，假設增加長度為 ΔL ，則產生之應變 $\varepsilon = \Delta L/L$ 。當 P 力自開始施力由小而大，由在常溫下實驗可得：應力－應變(f - ε)關係曲線如圖 1-1。

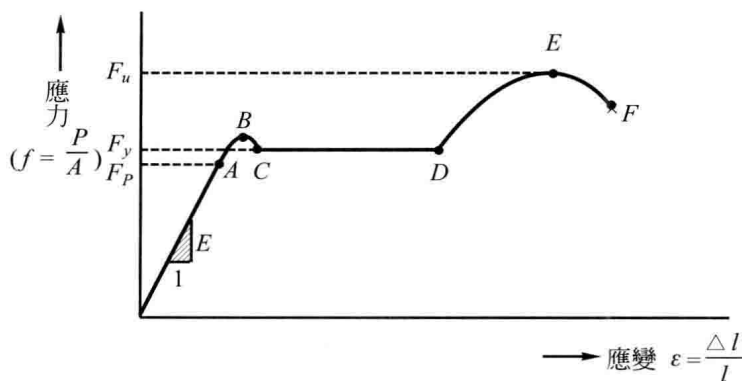


圖 1-1 結構鋼之應力應變曲線

在圖中，曲線可分為五個段落：

- (1) $O-A$ 段為線性彈性階段
- (2) $A-B$ 段為非線性彈性階段
- (3) $B-D$ 段為塑性階段
- (4) $D-E$ 段為應變硬化階段
- (5) $E-F$ 段為頸縮階段

曲線各點所對應應力應變為：

- (1) A 點：比例極限應力(Elastic-limit Stress)或正比例極限應力(Proportional-limit Stress)
- (2) B 點：上降伏點或暫升降伏點(Upper Yield Stress)…… F_p
- (3) C 點：降伏應力或下降伏應力(Yielding Stress)…… F_y
- (4) E 點：極限應力(Ultimate Stress)…… F_u
- (5) F 點：破壞點

其中降伏應力在鋼結構中甚為重要，以 F_y 表示極限應力為斷面內所發生之最大應力；以 F_u 表示在鋼結構規範規定以 F_y 及 F_u 為