

結構叢書系列 06

鋼結構 工程實務

(第三版)

作者 陳純森



科技圖書

結構叢書系列

鋼 結 構 工程實務

(第三版)



陳 純 森

科技圖書

國家圖書館出版品預行編目資料

鋼結構工程實務(第三版), 陳純森著;
--三版 -- 臺北市: 科技圖書, 2009.06
224 面: 19x26 公分
ISBN: 978-957-655-468-1 (精裝)
1. 鋼結構 2. 結構工程 3. 施工管理
441.559 98010785

版權所有·翻印必究

鋼結構工程實務(第三版)

著 者 / 陳純森

出 版 者 / 科技圖書股份有限公司

發 行 人 / 張秉中

地 址 / 台北市忠孝西路一段 50 號 17 樓之 35 室

電話: (02)23707080 · 傳真: (02)23706160

網址: <http://www.techbook.com.tw/>

電子郵件: techbook@ms18.hinet.net

郵撥帳號: 0015697-3 · 戶名: 科技圖書股份有限公司

發 行 所 / 成陽出版股份有限公司

桃園市春日路 1492 號 4 樓之 8

電話: (03)2717085 · 傳真: (03)3556521

印 刷 / 海王印刷事業股份有限公司

三 版 / 2009 年 7 月 (1500 本)

定 價 / 新台幣 450 元



本書如有破損、裝訂錯誤，請寄回調換



科技圖書—Since 1969

三版序

本書自再版發行迄今約一年有餘，承蒙國內專家學者與業界不吝參考與指正，科技圖書公司所發行之再版3,000本亦已全數售罄，作者由衷銘謝感激。

本版次增加的內容包括「強度設計法」，即業界所稱之「載重與強度係數設計法」，美式的名稱為「Load and Resistance Factored Design」。該設計法係將外力乘以加乘係數以提高載重，鋼料的最終抵抗強度則乘以折減係數略為折減。就材料的強度邏輯言較為合理，且國內使用的設計單位也愈來愈多，筆者認為有必要酌予介紹。

有感於部分從業人員未熟諳電鍍設計，電鍍符號表達不夠明確，造成電鍍品質不良，本次增訂版特於電鍍專章內增加電鍍設計符號，盼有助於業者。

新版之營造業法規定工程規模在五千萬元以上者，必須聘任合法之工地主任管理工地，有鑑於鋼結構工程之工地管理有別於其他構造工程，本書乃就工地管理與吊裝部分予以加強補充，盼對工地管理有所助益。

筆者才疏學淺，誠盼國內產、官、學及專家同好惠予指正，以為改進，至深感禱。

最後感謝家人的包容，在筆者寫作期間缺乏陪伴家人，忽略對家庭的照料，十分愧疚。

於 高雄
2009年5月30日

再版序

本書自去年2月出版迄今約一年有餘，承蒙國內專家學者與業界不吝參考與指正，科技圖書公司所發行之初版1,500本已全數售罄，作者由衷銘謝感激。

有感於初版編纂十分倉促，其內容亟待補充與修正，本次再版為饗讀者，乃將內容酌予增添。鑑於建築技術規則之建築物耐震設計規範，政府於今(94)年已頒布重大內容修正，將地震區劃重新釐訂，且設計地震力之公式也重新修正。本書於第十二章介紹新規範地震力之公式使用。

國內公共工程之工程品質近來日趨受到重視，行政院公共工程委員會亦竭力加強輔導與管理，全面推廣三級品管制度。本書於第十三章亦參酌院頒之工管理綱要，介紹鋼結構相關之施工管理。

為使鋼鐵材料之內容更為充實，本版在附錄C以專章詳列國內常用之強力螺栓規格，以補充國家標準規範之不足。

本版再度承蒙「中國鋼鐵結構股份有限公司」及「東和鋼鐵企業股份有限公司」等同好提供寶貴意見及補充資料，再度一併誌謝。尚盼國內產、官、學及專家同好不吝匡正指教，以為改進，至深感禱。

於 高雄

2009年 9 月 15 日

序

自從參與成功大學建築工程研究所授課以來，有感於鋼結構工程日益普遍，且精湛之設計與施工技術在國內仍然十分匱乏，故一直想把個人從事鋼結構工程多年之實務經驗分享給青年學子。幸蒙成功大學建築工程研究所江哲銘所長、許茂雄教授、張嘉祥教授及姚昭智教授等諸位先進學者之鼓勵與指導，終能將鋼結構之設計及實務介紹給成大研究所之學生，為使鋼結構教材益臻完整，乃將授課講義稍加整理並編著成書，以饗讀者。

本書之編成，除包括一般鋼結構系統之介紹外，並說明材料使用、製造安裝、品管檢驗、殘留應力、耐震韌性、設計技術、電腦程式STAAD之使用方法及實例計算等。

本書之編寫，承蒙「中國鋼鐵結構股份有限公司」及「東和鋼鐵企業股份有限公司」等同好提供寶貴意見及資料，特此一併誌謝。

本書因編印時間倉促，作者才疏學淺，內容仍未臻理想，尚祈國內學者專家不吝匡正指教，以為改進，是所至盼。

陳純森

於 國立成功大學建築工程研究所
2003 年 10 月 24 日

目 錄

第一章 一般介紹

第 一 節	鋼結構之特性	1-1
第 二 節	鋼結構之使用情況	1-5
第 三 節	高層建築使用實例	1-8
第 四 節	廠房鋼結構	1-15
第 五 節	特殊用途建築	1-17
第 六 節	橋樑鋼結構	1-18

第二章 鋼結構材料

第 一 節	結構用鋼料	2-1
第 二 節	鋼料之應力與應變	2-1
第 三 節	鋼料之種類	2-2
第 四 節	型鋼斷面	2-5
第 五 節	結合用材料	2-8
第 六 節	保護材料	2-10
第 七 節	鋼鐵材料與營建自動化	2-10
第 八 節	特殊結構材料	2-12

第三章 鋼結構工程規劃

第 一 節	常用之建築結構系統	3-1
第 二 節	設計之定義	3-9
第 三 節	鋼骨鋼筋混凝土	3-11
第 四 節	常用軟體	3-16
第 五 節	設計符號與縮寫	3-16

第四章 鋼結構設計

第 一 節	拉力構件設計	4-1
第 二 節	受壓構件設計	4-8
第 三 節	有效柱長	4-15
第 四 節	基板與錨栓	4-20
第 五 節	鋼梁	4-25
第 六 節	梁--柱構件	4-35
第 七 節	螺栓接合	4-42
第 八 節	電銲接合	4-48

第五章 強度設計法

第 一 節	基本原則	5-2
第 二 節	拉力構件	5-3
第 三 節	壓力構件	5-6
第 四 節	塑性設計	5-8
第 五 節	撓曲構件	5-11
第 六 節	剪力設計	5-16
第 七 節	螺栓結合	5-17
第 八 節	銲接	5-22

第六章 工廠加工製造

第 一 節	製造流程	6-1
第 二 節	放樣作業	6-2
第 三 節	下料切割	6-3
第 四 節	其他裁切方法	6-6
第 五 節	開孔	6-7
第 六 節	組合	6-8
第 七 節	電銲	6-10
第 八 節	螺栓接合	6-10
第 九 節	試裝	6-11
第 十 節	運輸	6-13

第七章 工地安裝

第 一 節	安裝計畫與流程	7-1
第 二 節	鋼柱吊裝	7-3
第 三 節	鋼梁吊裝	7-6
第 四 節	梁柱接頭	7-7
第 五 節	斜撐安裝	7-9
第 六 節	工地栓接技術	7-9
第 七 節	鋼承板鋪設	7-11
第 八 節	安裝完成	7-12

第八章 電銲

第 一 節	電銲基本原理	8-1
第 二 節	電銲方法	8-2
第 三 節	電銲方式	8-6
第 四 節	電銲姿勢	8-7
第 五 節	電銲工作要點	8-8
第 六 節	電銲符號	8-12
第 七 節	組合許可差與電銲整修標準	8-15

第九章 鋼料之防護

第 一 節	防蝕處理	9-2
第 二 節	防火處理	9-16

第十章 品管及檢驗

第 一 節	品質管制	10-1
第 二 節	非破壞檢測	10-4
第 三 節	檢驗之頻率	10-7
第 四 節	檢驗人員資格	10-8
第 五 節	非破壞檢驗表單	10-9
第 六 節	工地之檢驗	10-14
第 七 節	表面處理管制	10-15
第 八 節	施工標準公差	10-16

第十一章 鋼料之殘留應力

第 一 節	殘留應力之檢測	11-2
第 二 節	殘留應力之裂損	11-3
第 三 節	殘留應力之消除	11-4
第 四 節	規劃及設計應注意事項	11-4
第 五 節	電銲對構件長度之影響	11-5
第 六 節	組合 H 型鋼之角變量	11-6
第 七 節	鋼架銲接之內縮變形	11-7

第十二章 防震與韌性

第 一 節	建築物受地震作用之行爲	12-1
第 二 節	地震作用力之大小	12-3
第 三 節	設計地震力之規定	12-4
第 四 節	韌性之衡量標準	12-10
第 五 節	韌性之試驗例	12-11
第 六 節	韌性接頭之建議	12-13
第 七 節	梁柱接頭之韌性規定	12-16
第 八 節	隔震與減震	12-16
第 九 節	建築物的阻尼	12-17

第十三章 施工管理

第 一 節	施工計畫	13-1
第 二 節	進度之管理	13-2
第 三 節	工地場址之規劃	13-3
第 四 節	吊裝機具之安排	13-5
第 五 節	品質管理制度	13-7
第 六 節	一級品管之作業要領	13-8
第 七 節	二級品管之作業要領	13-11
第 八 節	預算與契約執行之建議	13-12
第 九 節	美國鋼結構協會計價標準	13-13
第 十 節	施工缺失與注意事項	13-14
第十一節	工業安全與衛生	13-18

第十四章 鋼結構施工說明書範本

第 一 節	適用範圍	14-1
第 二 節	通則	14-1
第 三 節	材料	14-2
第 四 節	製造	14-3
第 五 節	強力螺栓接合	14-5
第 六 節	銲接	14-6
第 七 節	銲接之檢查及試驗	14-9
第 八 節	安裝	14-10
第 九 節	塗裝	14-11
第 十 節	製造之許可差	14-14

第十一節 安裝之許可差	14-16
第十二節 重量計算與計價	14-17

附錄 A STAAD(DOS 版)程式使用法

第一節 STAAD 用法概述	A-2
第二節 STAAD 輸入說明	A-3
第三節 STAAD 之輸入範例	A-19
第四節 STAAD 之輸出檔 (摘要)	A-24

附錄 B 鋼料材質標準

1. CNS 2473 G3039-92 一般結構用鋼	B-2
2. CNS 2947 G3057-92 銲接結構用鋼	B-4
3. CNS 13812 G3262-97 建築結構用鋼	B-6
4. ASTM A36 -94 一般結構用鋼	B-9
5. ASTM A283-93a 中低強度結構用碳鋼	B-10
6. ASTM A573-93 韌性較佳結構用碳鋼	B-11
7. ASTM A572-94 加鋁釩高強度低合金結構用鋼	B-12
8. ASTM A709-94 橋梁結構用鋼	B-14
9. JIS G3114-88 耐候性銲接結構用鋼	B-16
10. ASTM A242-93a 耐候性高強度低合金結構用鋼	B-18
11. ASTM A588-94 降伏強度 50ksi 以上低合金鋼	B-19
12. CSC 耐蝕用鋼板	B-20

附錄 C 鋼料斷面表

1. H 型鋼斷面性質	C-2
2. I 型鋼斷面性質 CNS S1490 G1011	C-10
3. C 型鋼斷面性質 CNS S1490 G 1011	C-12
4. 等邊角鋼斷面性質	C-14
5. 不等邊角鋼斷面性質	C-18
6. T 型鋼斷面性質	C-20

附錄 D 強力螺栓材料標準

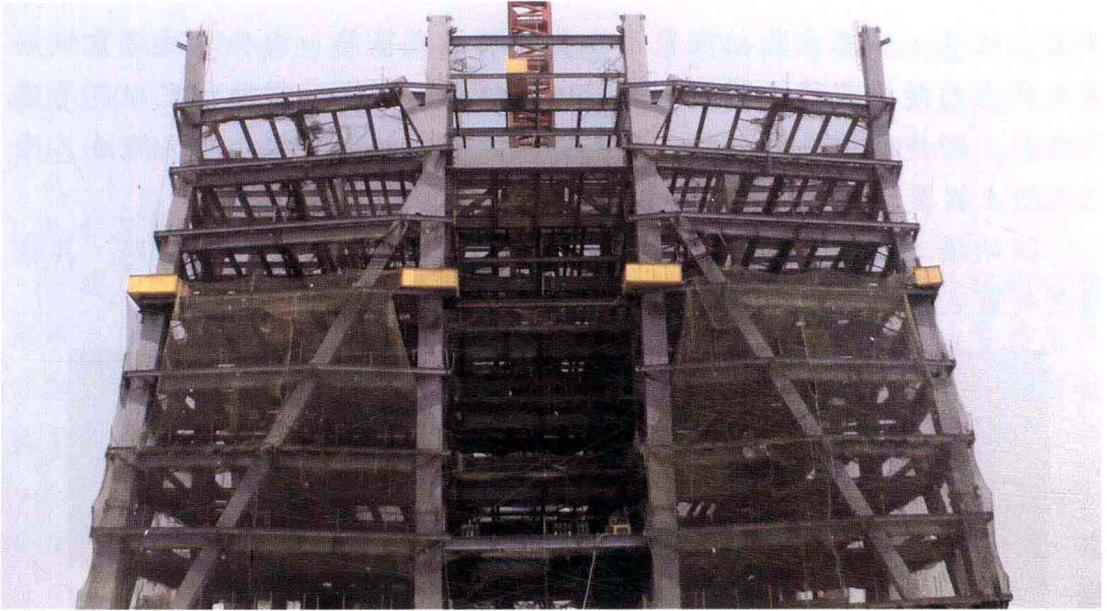
第 一 節 美規強力螺栓	D-1
第 二 節 A325 與 A490 之 T.C.Bolt	D-5
第 三 節 日規強力螺栓	D-11
第 四 節 日規 T.C. Bolt	D-14

附錄 E 鋼料之許可差

表 E-1 鋼料試驗及檢驗之標準 (JIS, ASTM)	E-2
表 E-2 JIS G3193 鋼板材料厚度許可差表	E-3
表 E-3 JIS G3136 鋼板材料厚度許可差表	E-3
表 E-4 ASTM 鋼板材料厚度上限許可差表	E-4
表 E-5 中國驗船協會 (CR) 厚度許可差表	E-4
表 E-6 JIS G3193 鋼板寬度許可差表	E-5
表 E-7 JIS G3193 鋼板長度許可差表	E-5
表 E-8 ASTM 焰切鋼板寬度與長度許可差表	E-5
表 E-9 ASTM 剪切鋼板寬度與長度許可差表	E-6
表 E -10 JIS, ASTM 鋼板最大弧形許可差表	E-7

附錄 F 參考資料

第 一 節	力量定義	F-2
第 二 節	單位換算	F-3
第 三 節	斷面模數	F-5
第 四 節	參考資料	F-7



第一章 一般介紹

台灣的鋼結構事業自1979年始逐漸發展，並快速普及至相關營建事業。在此之前雖有零星鋼結構工程之案例，可惜因缺乏國產鋼材，無法全面發展。自從中國鋼鐵公司於1977年生產鋼板之後，鋼結構的事業始獲得強有力支持，尤以1979年中鋼結構公司全面營運之後，台灣之鋼結構事業有如雨後春筍般地蓬勃發展。

第一節 鋼結構之特性

對於營建工程而言，無論就設計理論、施工技術、工期管制、資金運用及舊有材料之回收等，鋼結構均不失為一良好之結構材料，茲分述鋼結構之特性如下：

1-1-1 耐震韌性優良：

台灣為地震頻繁之地區，並且經常有強烈地震發生，建築物必須具備堅固的耐震功能或韌性要求。就梁、柱構架系統之抗震能力言，如果採用鋼筋混凝土結構，為了發揮整體結構之強度，除了梁、柱接頭區與圍束區須設置梁的雙向鋼筋與柱的垂直鋼筋外，為達到構件的抗剪與韌

性圍束效果，該圍束區也設置了許多的腹筋或箍筋，由於工地綁紮鋼筋常有嚴重的搭接與續接問題，混凝土的澆築確實十分困難，尤以高層建築為甚，即使勉強澆灌，非常容易造成蜂窩或粒料分離之重大瑕疵，降低混凝土握裹性能，而無法達到韌性效果。

鋼結構之接頭可以用鉚接或栓接方式克服材料之接續性問題，其接頭之耐震效果確實比較優良。圖1-1與圖1-2為鋼結構之梁柱接頭。

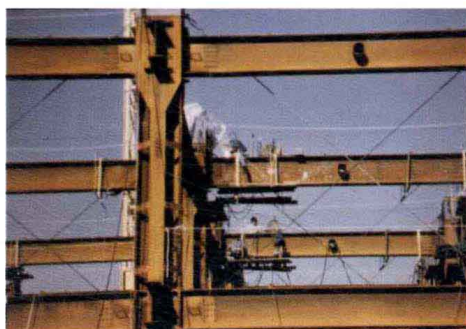


圖1-1 鋼結構樑柱接頭之一

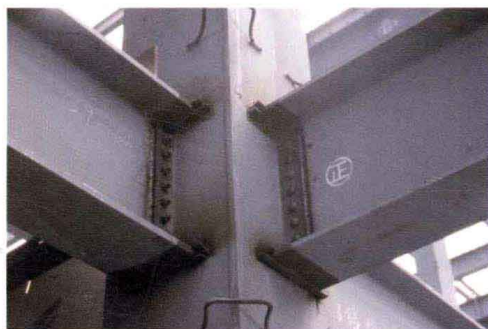


圖1-2 鋼結構樑柱接頭之二

1-1-2 品質穩定性：

混凝土工程之預拌及澆置，涉及諸多之人為與時間因素，且材料及人工之品質管制點較多，如砂石、水泥、水、鋼筋、模板及澆置作業等等，故管制工作十分繁雜。目前混凝土之強度品質均著重預拌圓柱體試驗，但許多工程於完工後所作之鑽心體試驗，常發現建築物的混凝土強度品質不大穩定。

鋼結構工程多半採用工廠預製方式，所有鋼架都在工廠加工製造再運至工地安裝。工廠內部的品管比較容易，至於工地的工作則應妥善處理接頭的接合與檢查，特別是電鉚與栓接之施工管控，才能達到所要求的安全性。

1-1-3 材料質地均勻：

鋼筋混凝土與鋼結構均為工程上之主要結構。其中鋼筋混凝土係以混凝土為主要材料，因為混凝土之抗壓性很強，抗拉性卻很差，故利用鋼筋之抗拉性以補充混凝土抗拉性之不足，鋼筋僅是補強用之輔助材料，西方社會稱之為「加強混凝土」或「增強混凝土」(Reinforced Concrete -R.C.)。而鋼結構則以鋼材為主要材料。