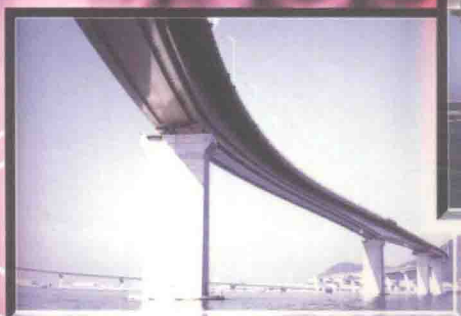


梁結構

徐耀賜 博士 著



樑 結 構

徐耀賜 編著

樑結構

作 者 徐耀賜
執行編輯 許美玉
封面設計 張瑞玲
發行人 詹儀正
出版者 全華科技圖書股份有限公司
地 址 台北市龍江路 76 巷 20 號 2 樓
電 話 (02) 25071300 (總機)
傳 真 (02) 25062993
郵政帳號 0100836-1 號
印 刷 者 宏懋打字印刷股份有限公司
登 記 證 局版北市業字第〇七〇一號
圖書編號 03828
初版一刷 90 年 11 月
定 價 新臺幣 480 元
I S B N 957-21-3393-4 (平裝)

全華科技圖書
<http://www.chwa.com.tw>
book@ms1.chwa.com.tw

全華科技網 OpenTech
<http://www.opentech.com.tw>

版權所有 · 翻印必究

結構力學
乃是結合
工程、數學、力學
與藝術
之系統科學

美國馬里蘭大學土木工程博士

~徐耀賜~

自序

人生在世如大夢一場，能將所學完完整整地傳承至下一代乃生平最大樂事。

本叢書定名為“結構力學叢書”，結合土木與建築工程學科中與力學相關之各種內容，共分為八大冊。

第一冊：結構系統

第二冊：梁結構

第三冊：桁架結構

第四冊：剛架結構

第五冊：結構穩定

第六冊：特殊結構分析

第七冊：結構矩陣分析

第八冊：結構設計

為充份達到“理論與實務結合”之崇高理想，除了理論面之詳述之外，吾人亦附上為數甚多之實務資料，期使讀者能融會貫通，提升研讀結構力學之興趣。

寫書與創作乃作者之興趣，熱勁雖有餘，惟學問之精，大到無外，小至無內，本書倉促完成，謬誤之處自所難免，懇請工程界先進與學術界前輩們提攜與指正，晚輩自當感懷，虛心就教。

本書之完成首當感謝筆者之研究助理，孔逸嵐小姐、栢超鵬先生、廖方瑜小姐、魏志霖先生。

徐耀賜 謹誌

編輯部序

「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。

本書內容共分 6 章，每章節前有提示學習要點，並提供許多圖片及照片配合說明，進而深入探討樑之基本結構、應力、應變及靜不定度的特性和結構塑性分析，使讀者更清楚地瞭解樑結構的概念，是本相當不錯的學習書籍。本書適合於大學建築系及土木系結構組四年級及各專科學校土木、建築科二專二年級、五年級之選修課程使用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

目 錄

第一章 緒論	1
1.1 前言	3
1.2 樑結構之分類	3
1.2.1 以結構佈置型式分類	4
1.2.2 以樑構件本身橫斷面形狀分類之	6
1.2.3 依樑構件組材料分類之	12
1.2.4 依樑深分類之	12
1.2.5 依樑本身之線形分類之	13
1.2.6 依樑斷面厚度與深度、寬度比較而分類之	14
1.3 研讀樑結構之基本涵養	16
1.4 本書章節安排說明	17
第二章 樑結構行為	19
2.1 前言	21
2.2 樑結構之外力與內力	21
2.3 樑結構之彎矩、剪力圖	26
2.3.1 符號定義	26
2.3.2 彎矩、剪力與外力之關係	27
2.3.3 彎矩之疊加原理	51
2.4 樑結構之應力分析	54
2.4.1 彎矩應力	54
2.4.2 彎矩剪應力	65
2.4.3 樑應力綜論	83
2.4.3.1 彎矩—剪力之綜合效應	83
2.4.3.2 彎矩—軸向力之綜合效應	87
2.5 樑結構之變位曲線	89
第三章 樑分析原理與方法	103
3.1 前言	105

3.2 彎矩面積法.....	107
3.3 共軛樑法	121
3.4 疊加法	148
3.5 功與能量之相關法則.....	153
3.5.1 剛體之虛功原理.....	157
3.5.2 補虛功原理	164
3.5.3 應變能原理	171
3.5.3.1 基本觀念.....	171
3.5.3.2 樑構件應變能.....	172
3.5.3.2.1 彎矩應變能.....	173
3.5.3.2.2 剪切應變能.....	178
3.5.3.2.3 軸向力應變能.....	179
3.5.4 虛功與虛應變能.....	184
3.5.5 補虛功與補虛應變能	185
3.5.6 卡氏定律(Castigliano's Theorem).....	186
3.5.6.1 卡氏第一定理(Castigliano's 1 st Theorem).....	186
3.5.6.2 卡氏第二定理(Castigliano's 2 nd Theorem).....	188
3.5.6.3 最小功原理.....	198
3.5.7 轉置原理	205
3.5.7.1 麥克思威爾法則.....	205
3.5.7.2 貝蒂法則.....	209
3.5.8 最小總势能原理	218
3.5.8.1 PMPE 與虛功原理.....	223
3.5.8.2 PMPE 與結構平衡.....	224
3.5.9 雷利—李茲法.....	230
3.6 諧和變位法.....	241
第四章 靜不定樑分析	267
4.1 前言	269
4.2 靜定與靜不定樑結構之比較	270
4.3 三力矩方程式	273
4.4 斜坡撓度法	285
4.4.1 前言.....	285
4.4.2 基本觀念	285
4.4.3 斜坡撓度公式推導	286
4.4.4 經修正之斜坡撓度公式.....	303
4.5 彎矩分配法	307
4.5.1 前言.....	307

4.5.2 基本觀念	307
4.5.3 構件勁度	309
4.5.4 傳遞因數	310
4.5.5 分配因數	311
4.5.6 鎖住與解鎖	314
4.5.7 修正勁度因數	318
 第五章 樑結構之影響線	 435
5.1 前言	437
5.2 基本概念	438
5.3 靜定樑結構影響線	440
5.3.1 代數法	440
5.3.2 虛功法	442
5.3.2.1 支承反力影響線	442
5.3.2.2 斷面剪力影響線	445
5.3.2.3 斷面彎矩影響線	448
5.4 版樑系統影響線	466
5.5 靜不定樑結構影響線	477
5.5.1 基本觀念	477
5.5.2 慕勒—布雷思勞原理	478
5.5.3 靜不定樑結構影響線之草繪	480
5.5.4 靜不定樑結構影響線之計算	486
 第六章 樑結構塑性分析	 503
6.1 前言	505
6.2 塑性之基本觀念	505
6.3 塑性分析方法	514
6.3.1 基本觀念	514
6.3.2 破壞機制	515
6.3.3 上域與下域原理	518
6.3.4 極限載重	520
6.3.4.1 靜定法	520
6.3.4.2 破壞機制法	523

附錄	535
附錄 I 樑結構之垂直變位與斜率	537
附錄 II 樑結構之固定端變矩	542
附錄 III 連續樑結構之反力，彎矩與剪力圖	544

第 一 章

緒 論

任何結構
能夠
屹立於大地
而不搖
必有其
無盡之涵意

徐耀賜

Yao T. Hsu, Ph. D., P. E.



美國佛羅里達州
邁阿密市之
東南金融中心大樓



美國德州
休士頓市之
Four Allen Center



美國德州
達拉斯市之
LTV 大樓

註：相片攝於1997年8月

結構力學叢書

第一章

緒論

1.1 前言

樑結構(Beam, Girder Structure)雖只是結構系統諸多構件中的一環,然其在土木與建築結構物中均佔有非常重要之地位。

本書定名為“樑結構”,其為作者所著“結構力學叢書”(共八冊)中之第二冊,第一冊為“結構系統”,第三冊為“桁架結構”。為求“理論與實務結合”,本書可謂圖文並茂,在進行樑結構之力學理論分析時,亦同時附有為數甚多之工程實務相片,期使讀者在閱讀本書之時,深具踏實感,其最終目的在於對工程界與學術界略盡綿薄心力,對國家社會稍有貢獻,是所至盼。

1.2 樑結構之分類

工程界所採用之“樑”可謂種類繁多,不勝枚舉,如欲強加分類,或可依下列原則嘗試之,即:

①依結構佈置型式分類之

- 簡支樑(Simply Supported Beam)
- 連續樑(Continuous Beam)
- 懸伸樑(Overhanged Beam)
- 懸臂樑(Cantilever Beam)

②依樑本身橫斷面形狀分類之

- 矩形樑
- T形樑
- I形樑
- 箱形樑

③依其組成材料分類之

- 鋼樑
- 鋼筋混凝土樑
- 木樑

④依樑深分類之

- 傳統式之樑
- 深樑(Deep Beam)

⑤依樑本身之線形分類之

- 直線形樑
- 曲線形樑

⑥依樑斷面厚度與寬度、長度比較而分類之

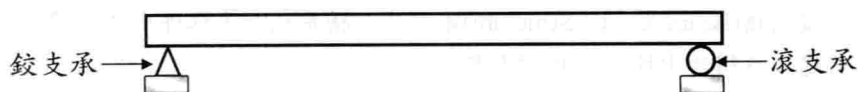
- 傳統式之樑
- 薄壁樑(Thin-Walled Beam)

以下吾人將分別說明之。

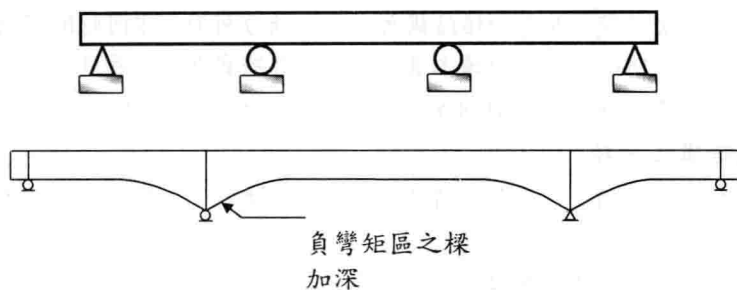
1.2.1 以結構佈置型式分類

樑結構如以結構佈置型式分類之，可以分為以下數種，即：

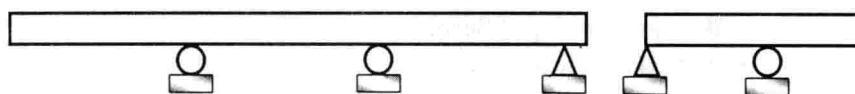
① 簡支樑 (Simply Supported Beam)



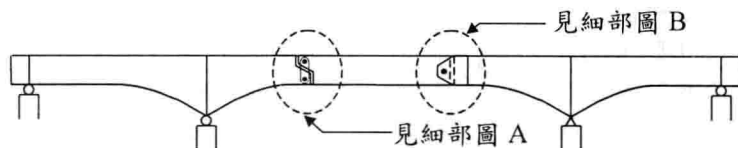
② 連續樑 (Continuous Beam)



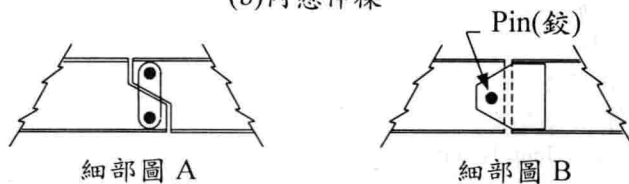
③ 懸伸樑 (Overhanged Beam)



(a) 外懸伸樑



(b) 內懸伸樑



④ 懸臂樑 (Cantilever Beam)

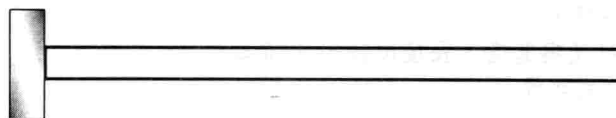
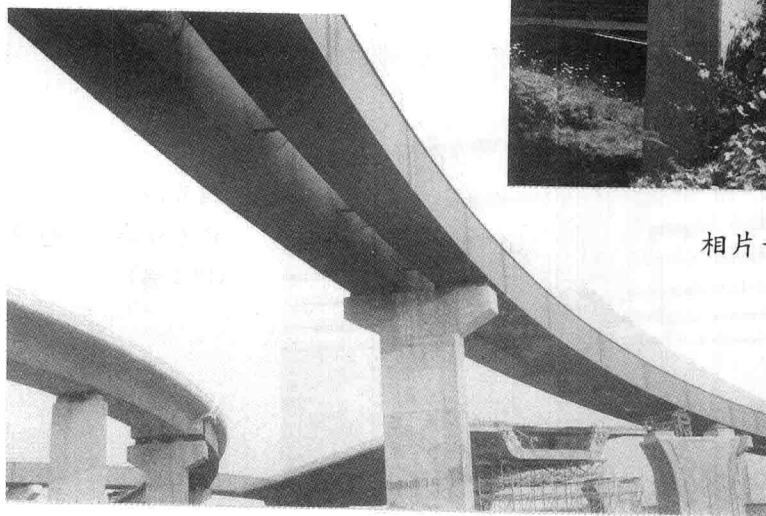


圖 1-1 結構佈置型式之樑分類

相片一至相片三所示分別是簡支梁結構、連續梁結構與負彎矩區之梁加深之連續梁，讀者或可忝為參考之。



相片一



相片二



相片三

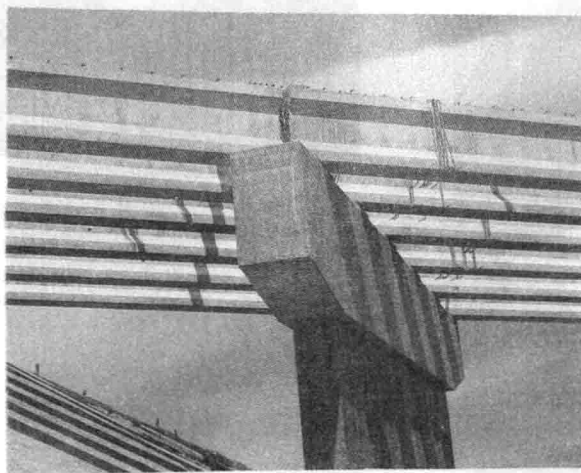
1.2.2 以樑構件本身橫斷面形狀分類之

吾人進行結構設計時必有其依循之原則，因此，樑構件橫斷面之決定亦不可能任意為之，必須從外觀或結構力學之觀點考量之。

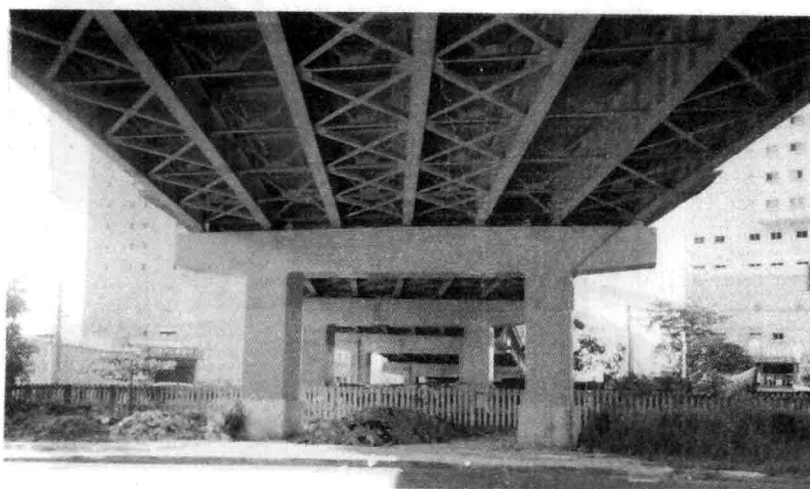
土木與建築結構中，常用之樑構件橫斷面有下列數種型式，即：

- ① I 型斷面
- ② 箱型斷面
- ③ 矩型斷面，T 型斷面
- ④ U 型斷面

相片四、相片五所示分別為預力混凝土 I 型梁(俗稱 PCI 梁)，與 I 型鋼梁。



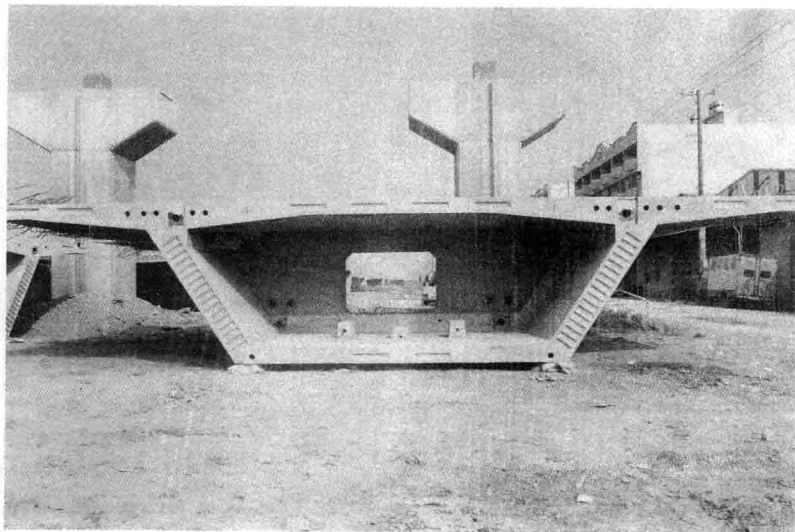
相片四
預力混凝土 I 型梁
(PCI 梁)



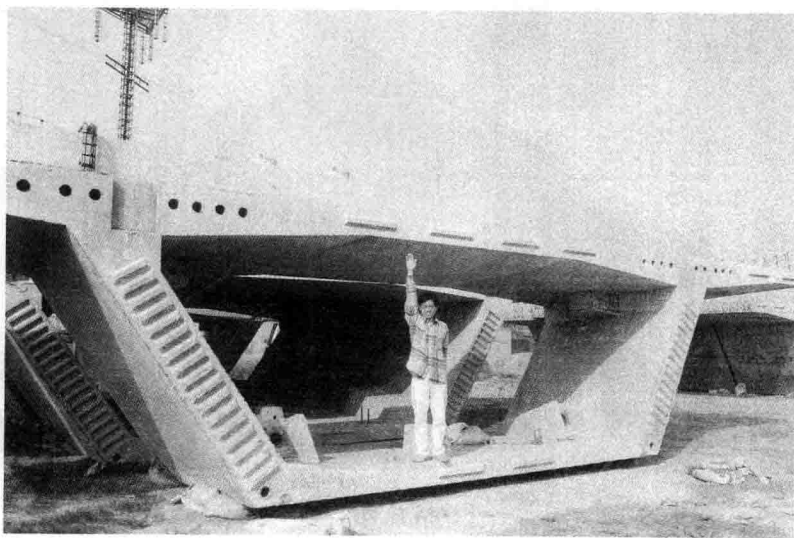
相片五
I 型鋼梁

樑 結 構

相片六至相片九所示為典型之預力混凝土箱型梁。其中，相片六、七所示之箱型梁用於東西向快速公路國道 10 號與中山高速公路交匯之高雄鼎金系統交流道。



相片六



相片七

註：本相片由本書作者之學生陳長春先生攝影(民國 84 年)

結 構 力 學 叢 書
