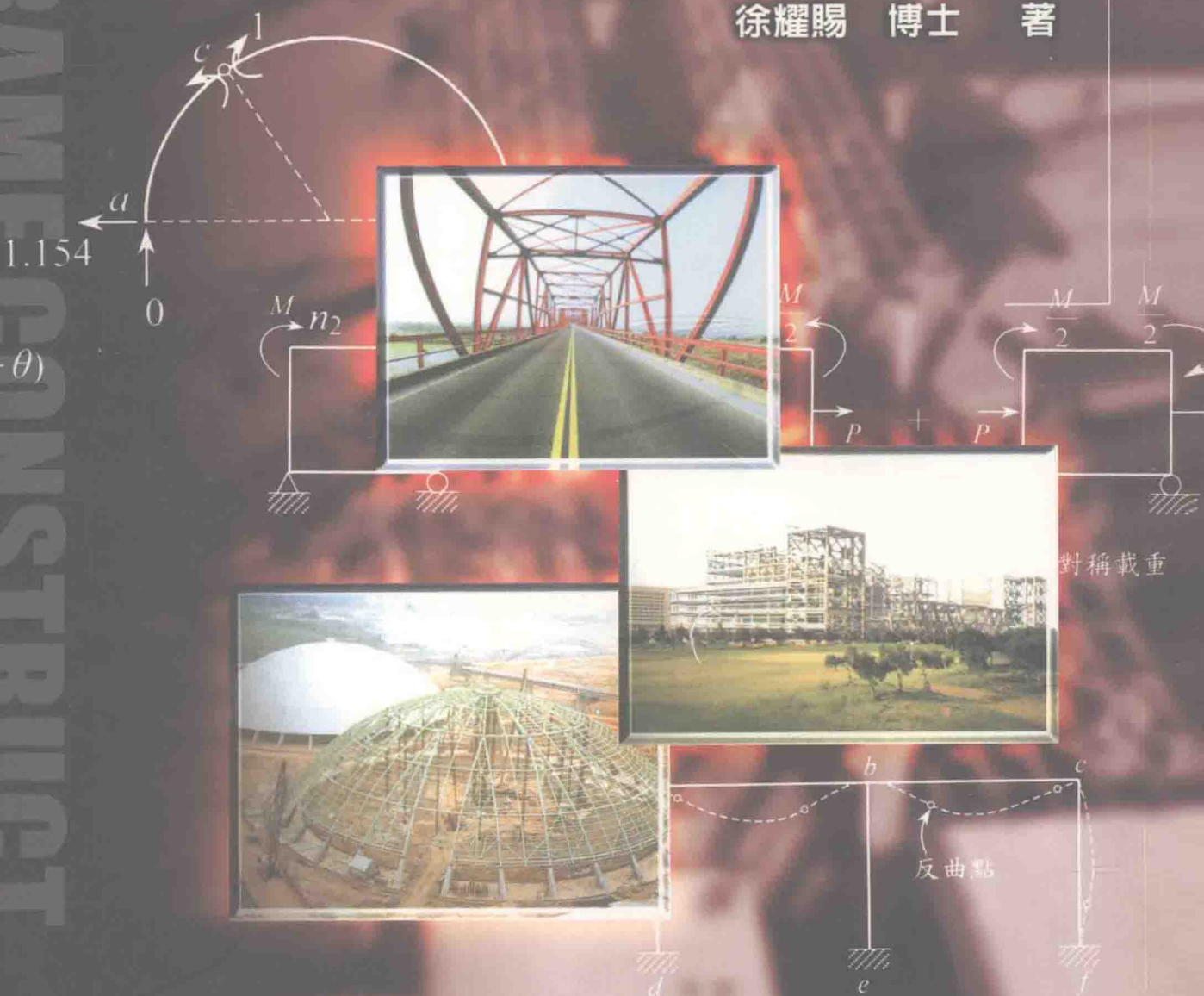


剛架結構

徐耀賜 博士 著



全華科技圖書股份有限公司 印行

▷ 剛架結構

徐耀賜 博士 著

剛架結構

作 者 徐耀賜
執行編輯 陳淑芳
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 05214
初版一刷 91 年 9 月

定 價 新臺幣 450 元
I S B N 957-21-3675-5 (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：樑結構
- 第三冊：桁架結構
- 第四冊：剛架結構
- 第五冊：結構穩定學
- 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

前三冊業已出版，本書則為第四冊。為充份達到“理論與實務結合”之崇高理想，書中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，尚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、楊惠真小姐、魏志霖先生與蘇暉傑先生等人之辛勞。

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。

剛架結構為結合土木與建築工程學科中，與力學相關內容之結構力學作者運用大量圖片，深入探討靜不定度與穩定度、反力與內力之分析、各種剛架方法、斜坡撓度法、彎矩分配法、影響線、近似分析法及塑性分析等等，內容翔實並循序漸進，使讀者更能融會貫通。且為充份達到理論與實務結合，除了敘述結構力之理論，尚有豐富的實務資料與解題範例，加強學習效果。適合大學建築系及土木系結及各專科學校土木、建築二專二年級、五年級之選修課程使用。

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 剛架結構分類	3
1.3 研讀剛架結構應具備之涵養	10
1.4 本書章節安排	11
第二章 靜不定度與穩定性	13
2.1 前言	15
2.2 剛架結構之靜不定度	15
2.3 二力構件、三力構件與多力構件	23
2.4 穩定性判別	25
2.5 判定剛架結構靜不定度之其他方法	29
第三章 反力與內力之分析	41
3.1 前言	43
3.2 反力型式	43
3.3 內力型式	45
3.4 結構之對稱、反對稱及偏對稱	47
3.4.1 對稱剛架結構	48
3.4.1.1 無側位移之對稱	50
3.4.1.2 具側位移之對稱	51
3.4.2 反對稱結構	51
3.4.2.1 無側位移之反對稱	51
3.4.2.2 產生側位移之反對稱	52
3.4.3 偏對稱結構	52
第四章 剛架分析方法	113
4.1 前言	115
4.2 剛架變位種類與特性	115
4.3 單位力法	118
4.3.1 直接積分法	121
4.3.2 體積積分法	124

4.3.3 辛普森積分法	125
4.3.4 單位力法之總結	128
4.3.4.1 溫度效應	129
4.3.4.2 支承變位	131
4.3.4.3 施工誤差效應	132
4.4 卡氏定理	164
4.4.1 卡氏第一定理(Castigliano's 1 st Theorem)	164
4.4.2 卡氏第二定理	165
4.4.3 最小功原理	165
4.5 諧合變位法	186
4.5.1 實例一	188
4.5.2 實例二	194
 第五章 斜坡撓度法	 215
5.1 前言	217
5.2 基本觀念	218
5.3 斜坡撓度方程式推導	220
5.4 實例說明	227
5.4.1 實例一	227
5.4.2 實例二	231
5.5 斜坡撓度修正式	234
5.6 剛架側向位移之判定	270
 第六章 彎矩分配法	 305
6.1 前言	307
6.2 彎矩傳遞之觀念	309
6.3 構件勁度	310
6.4 傳遞因數	311
6.5 分配因數	312
6.6 鎖住與解鎖	315
6.7 修正勁度因數	320
 第七章 影響線	 401
7.1 前言	403
7.2 基本觀念	404
7.3 實例說明	404

7.3.1 實例一	404
7.3.2 實例二	407
 第八章 近似分析法	 421
8.1 前言	423
8.2 基本假設	424
8.2.1 彎矩反曲點位置之假設	424
8.2.2 載重分配之假設	428
8.2.2.1 垂直載重分析	428
8.2.2.2 橫向載重分析	431
8.3 Portal Method	431
8.4 懸臂法 (Cantilever Method)	437
 第九章 塑性分析	 465
9.1 前言	467
9.2 塑性之基本之觀念	467
9.3 剛架塑性損壞機制	469
9.4 極限塑性載重	473

第 一 章

緒 論

書中
明理深
應用廣，
書生浩然之氣也。

~徐耀賜~

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

第一章

緒 論

1.1 前言

剛架(Frame)結構是構成人類居家生活建築與工業結構之基礎，舉凡鋼筋混凝土與鋼骨大樓及廠房均屬剛架結構。

本書定名為“剛架結構”，其為作者所著“結構力學叢書”(共八冊)中之第四冊，其中第一冊為“結構系統”，第二冊為“樑結構”，第三冊為“桁架結構”，第五冊則為“結構穩定學”，循序漸進，自成系統。為求“理論與實務結合”，本書可謂圖文並茂，在進行剛架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，其最終目的在於使土木、建築相關科系之學生有較佳之教材可以研讀，同時對工程界與學術界略盡綿薄心力，為國家社會稍事貢獻，此乃本書作者之終極人生目標。

1.2 剛架結構分類

直至目前為止，無論學術界或工程界對剛架之分類並無絕對標準或規則可資依循，惟為使讀者對剛架結構系統有完整清晰之認知，以下吾人嘗試以下列方式分類之，即：

- ①以其主要建材分類
- ②以靜定理論分類
- ③以外形分類

以下吾人將分別說明之。

- ①以其主要建材分類之

剛架結構如以其主要建材分類可以分為以下三大類，即：

- 鋼筋混凝土剛架結構系統
- 鋼骨剛架結構系統
- 鋼骨鋼筋混凝土剛架結構系統

- ②以靜定理論分類之

剛架結構如以靜定理論分類可以分為以下兩大類，即：

- 靜定剛架結構(Statically Determinate Frame)
- 靜不定或超靜定剛架結構(Statically Indeterminate Frame)

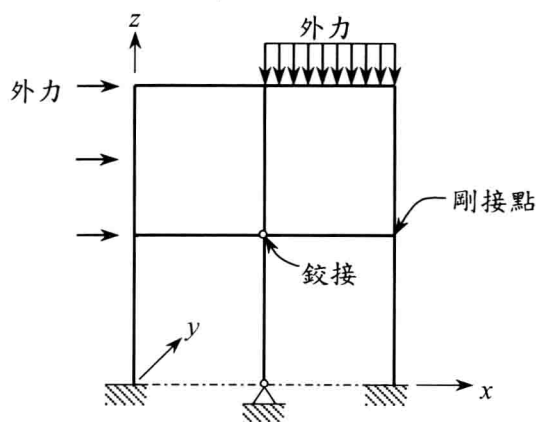
所謂靜定結構意指只須利用靜力平衡方程式即可將結構行為完全解析者，而靜不定結構則指除了傳統之靜力平衡方程式之外，亦必須利用結構力學分析領域中之某些特殊方法論方可將該靜不定結構行為完全求得。與剛架結構靜不定度相關之細節將於下一章中再行探討。

剛架結構

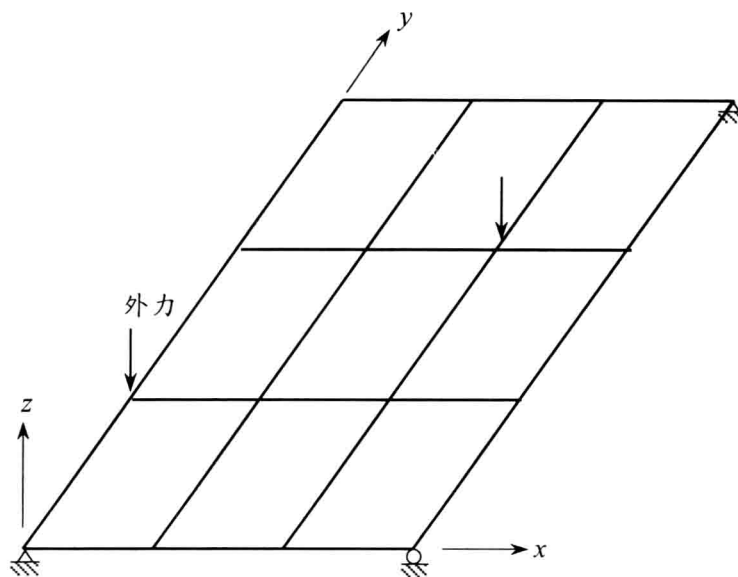
③以剛架結構之外形而言，其可分為以下三大類，即：

- 平面剛架 (Planar Frame)
- 空間剛架 (Space Frame)
- 曲面剛架 (Curved Frame)

首先吾人必須了解平面剛架(Planar Frame)之結構組成，如圖 1-1(a)所示，平面剛架之骨架(或稱構架)與其載重係在同一平面，其與平面格樑(Planar Grid)之不同點在於格樑系統之載重可能與其構架垂直，例如橋樑結構即屬之，圖 1-1(b)所示即為典型之例。另一方面，吾人亦必須注意，剛架結構中之節點可能是剛接(Rigid Joint)或鉸接(Pinned Connection)。



(a) 平面剛架結構系統



(b) 平面格樑結構系統

圖 1-1 平面剛架與平面格樑結構系統之差異

剛架結構

平面剛架之造型非常多樣化，惟無論如何，其主要構件只有樑(Beam, Girder)柱(Column)、斜撐(Bracing)三大類，圖 1-2 所示即為典型之例。

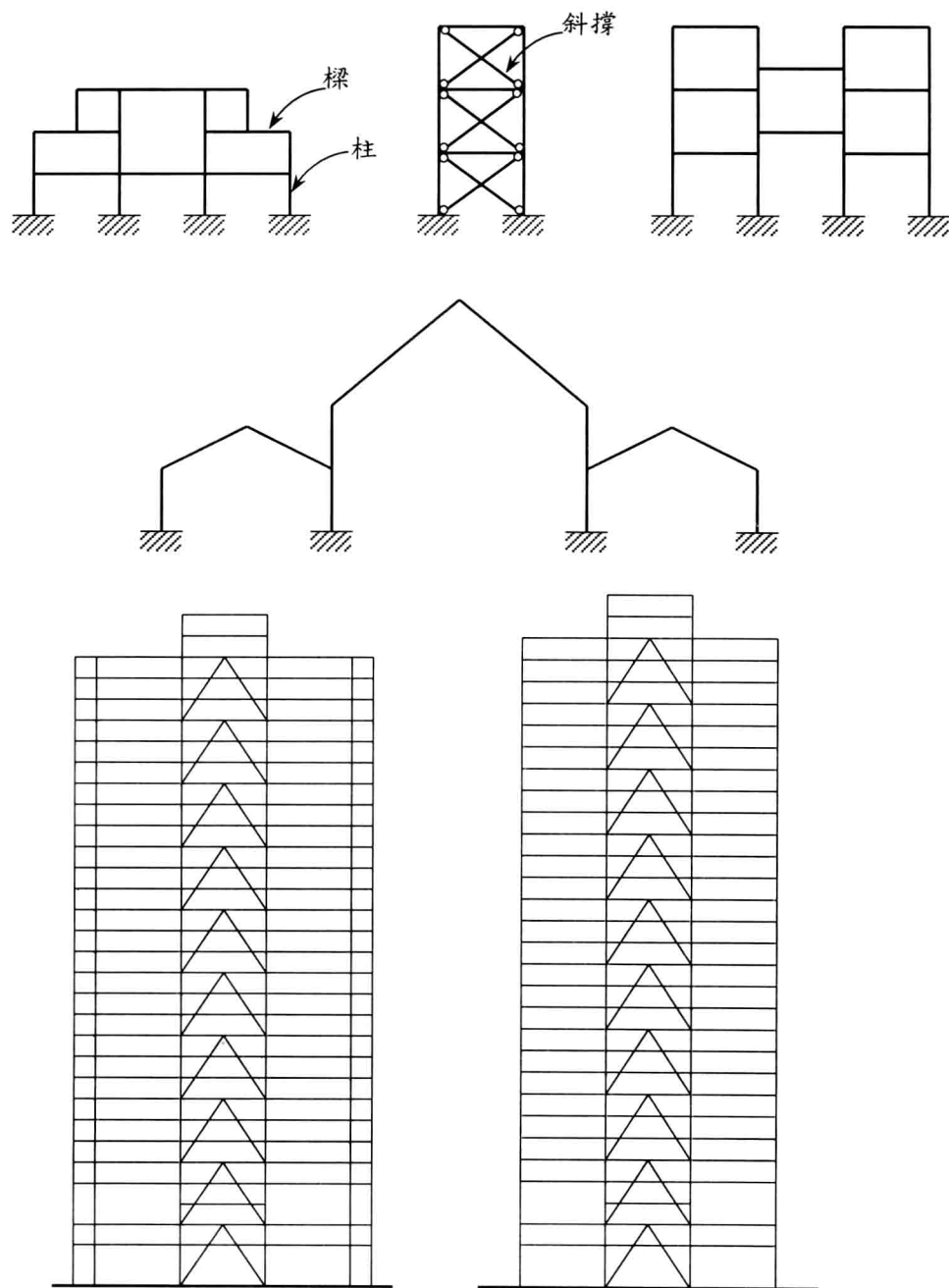


圖 1-2 典型之平面剛架結構系統

剛架結構以用於建築系統為最大宗，一般高樓結構系統均屬剛架結構系統，較常使用之類型如圖 1-3 所示，即：

1. 承重牆式 (Bearing Walls)
2. 承重牆中配置核心 (Cores and Bearing Walls)
3. 預鑄自承箱式 (Self-Supporting Boxes)
4. 懸臂樓版式 (Cantilevered Slabs)
5. 無梁版式 (Flat Slab)
6. 懸臂大梁式 (Interspatial)
7. 懸吊式 (Suspended)
8. 交錯配置之桁架 (Staggered Trusses)
9. 剛構架 (Rigid Frames)
10. 剛構架中配置核心 (Rigid Frame and Core)
11. 桁架式構架 (Trussed Frame)
12. 水平桁架式構架及核心 (Belt-Trussed Frame and Core)
13. 管中管 (Tube in Tube)
14. 成束管 (Bundled Tube)

平面剛架立體化之後便成為空間剛架，其分析遠比平面剛架複雜，惟近年來，隨著電腦分析程式之普及與結構分析理論之進步，即使是超高層大樓之設計比起往年亦已簡便許多。

剛架結構亦可由其承受側向位移之變形狀態而分為以下兩大類(如圖 1-4 所示)，即：

1. 無側向位移者
2. 具側向位移

剛架結構

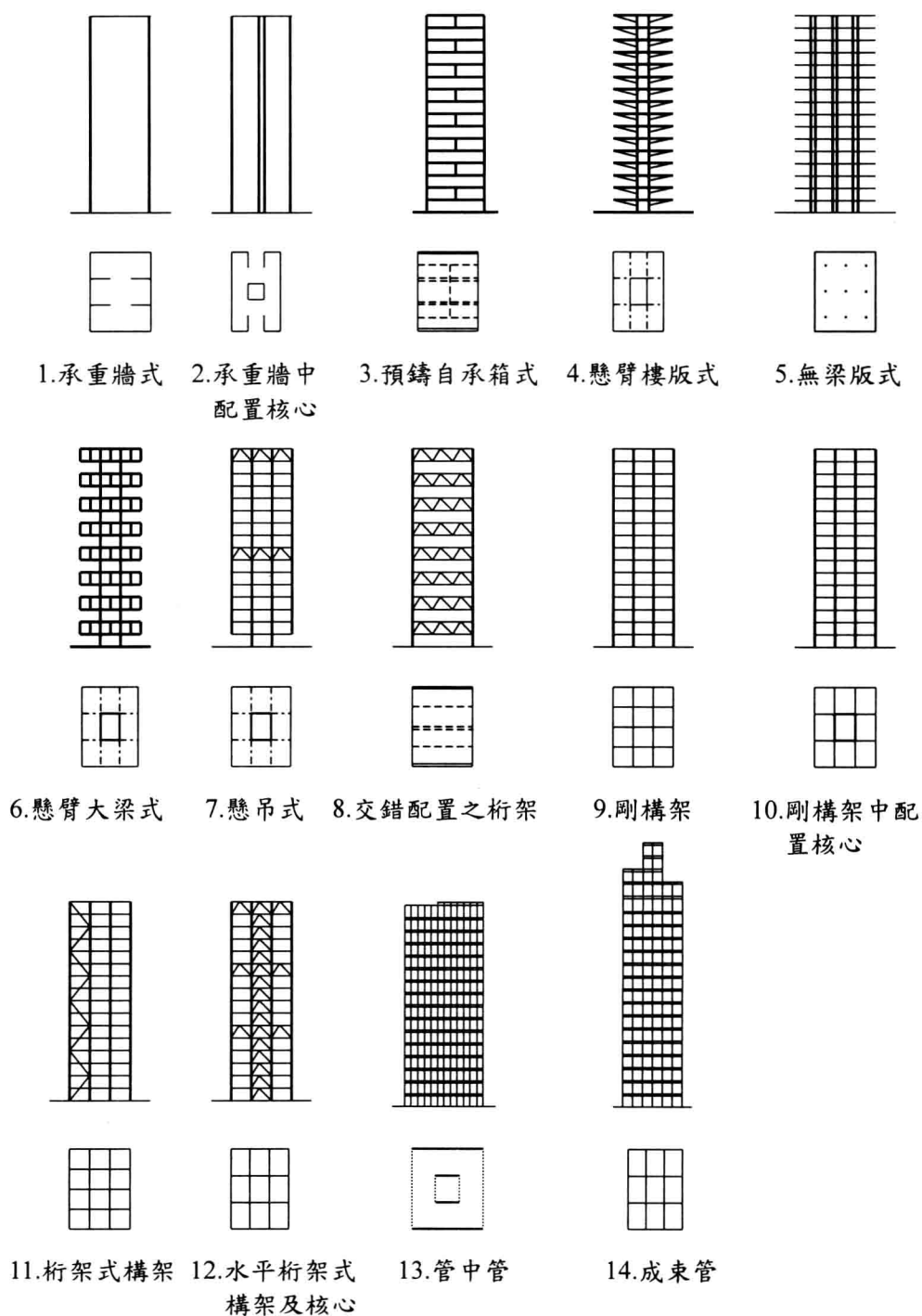


圖 1-3 較常使用之高樓結構系統

【註】：取材自 Wolfgang Schueller 所著之 "High Rise Building Structures"

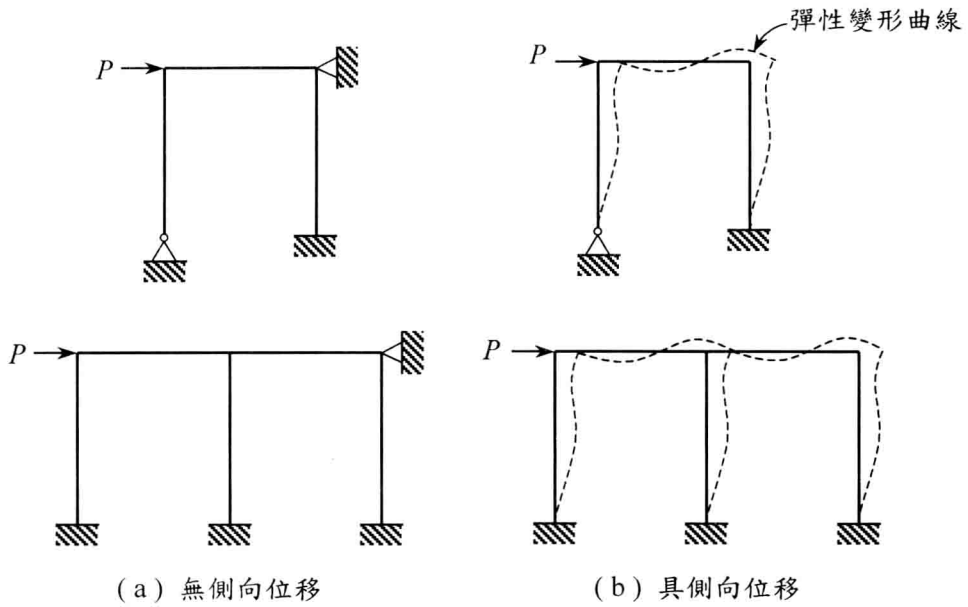


圖 1-4 無側向位移與具側向位移之剛架比較示意圖

剛架結構之主體為樑與柱，當樑、柱構件成直角時，吾人以正交剛架(例如圖 1-4)稱之，反之，則以非正交剛架稱之，圖 1-5 所示即為典型之非正交建築剛架，圖 1-6 所示則為典型之非正向橋樑剛架。

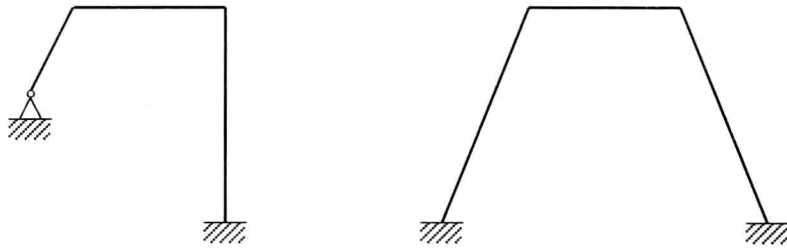


圖 1-5 典型之非正交剛架

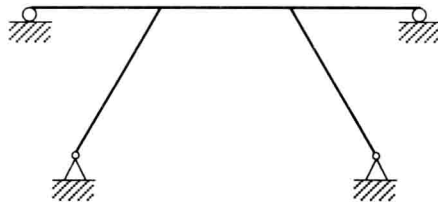


圖 1-6 典型之非正向橋樑剛架