

TU37/4

8083

預鑄混凝土構造

Manual of Precast
Concrete Construction

原著者：Tihamér Koncz

譯述者：林建業 羅孝華

趙國華

科技圖書股份有限公司

預鑄混凝土構造

Manual of Precast
Concrete Construction

原著者：Tihamér Koncz

譯述者：林建業 羅孝華

趙國華

科技圖書股份有限公司

預鑄混凝土構造

第一篇

原理、屋面與樓版、牆壁

作者原序

用大型預鑄鋼筋混凝土與預力混凝土構件之構造方式，在目前整個房屋營造界中已佔上一席地。在這方面固然有其顯著數量的發展，但仍缺乏有系統的運用與處理這些成果。

作者爲了這件繁重工作從事多年，才有本書出版的成果。其中包括自身在二十年來擔任設計師，工程師與工業程序顧問等工作所累積的研究發展之成果。其活動指導的範圍遍及東歐與西歐諸國，建築物之種類則包括工業、公共與住宅構造物等。書中所及之項目均爲預鑄混凝土構造物之重要特性。各種結構系統均經研究比較；並示以細部構造圖例，設計計算方法的指導亦予列入，有關目前施行之預力技術以及生產方式設廠規模等資料亦分別加入。依建築師觀點的設計可行性亦有敘述。

作者先就各種房屋型式或營建方式加以整理，繼予陳述，然後就全球已實際施行的結構物討論其得失利弊，包括細部構造，最後則陳述結構設計與施行上的特殊問題。只有用這樣的敘述方式，始可將有關預鑄混凝土的錯綜複雜關聯事項，達成其陳述任務。

爲了對各種各類問題作詳細研討方便起見，將本書分成三部分寫出。第一部分（第一冊）說明其原理與基本事項以及屋頂、樓板與牆壁組件等事項。第二部分（第二冊）專門討論棚型（單層）工廠廠房構造。第三部分（第三冊）討論有關多層房屋如工業用、商業用、教育用與居住用的房屋構造。一共附有二千張圖片與大量的圖表。

書中的線圖是由作者的預鑄技術顧問社的助理人員所繪製。照片圖則由作者自己拍攝的房屋設計影集中選出。

本書之出版，以推進預鑄混凝土構造技術爲目標，並供獻給需要知道或意欲實現的人們之瞭解。

Tihamér Koncz 孔玆

秋立墟，瑞士

合訂本印行說明

本書係譯自 Dr. Ing Tihamér Koncz 所著的“Manual of precast concrete construction”。第一與第三冊。第一冊原由林建業教授譯出一部分，再由趙國華義務補譯，作為中國土木水利工程學會刊物，交由本公司印行。第三冊由羅孝華工程師自動譯成，亦交本公司代為印行。兩書先後發行多年，由於此種構造方式需具龐大投資與精密技術。在當時認為離實行階段尚有一段距離，始終未被重視。在此十年來的努力生聚，國力漸豐，科技日進，此類書籍亦漸被青睞。由於 Koncz 原著迄未改版，本公司先後印行的存書亦已告罄。鑒於社會的需要但數量有限，又乏此類書籍可以代替，故將兩書合訂成一本以便供應。本書的版權，仍屬原來的學會與羅孝華先生所共有，特為申明。

科技圖書公司編輯及發行部 同啟

預鑄混凝土構造

目 錄

作者原序

目錄

第一章 預鑄構造概念

第一節	前言	7
1.1	概說	7
1.2	名詞解釋	8
1.3	預鑄組件的材料	9
1.4	預鑄構造之優點及其問題	10
第二節	房屋工業化之先決條件：類型標準化，組件標準化	11
2.1	大量生產與種類標準化	11
2.2	尺寸制之統一化	12
2.3	結構組件標準化實例	13
2.4	工業建築之類型標準化	16
2.5	單層房屋之類型標準化	17
2.6	多層房屋之類型標準化	18
2.7	預鑄組件之設計	22
第三節	構造原則	23
3.1	概說	23
3.2	單層工廠廠房	24
3.3	結構構架系統	30
3.4	坂與薄殼結構系統	31
3.5	多層房屋之結構系統	31
3.6	住宅之構造原則	31
第四節	預鑄組件之製造	32
4.1	概說	32
4.2	製造方法	33
4.3	製造方法之選擇	33

4.4	預力混凝土	34
4.5	模	44
4.6	預鑄工作之準備及其裝備	48
第五節	預鑄組件之運輸及安裝	52
5.1	公路運輸	53
5.2	鐵路運輸	54
5.3	按裝及按裝工具	55
5.4	利用活動吊車之按裝工作法	56
5.5	動臂起重機	58
5.6	起重塔	58
5.7	金剛起重塔	59
第六節	預鑄房屋按裝完畢後之裝修工作	61
6.1	屋頂之覆蓋、屋頂隔熱及雨水宣洩	61
6.2	屋頂窗	67
6.3	預鑄建築物之門及窗	69
6.4	電燈或電管、暖房、空氣調節	71
第七節	尺寸差別及允許誤差	76
第八節	預鑄組件之結構設計	80
8.1	製造、運輸、按裝時所引起的荷重與應力	80
8.2	代表性結構之分析	81
8.3	結構之穩定性	85
8.4	接頭之設計	89
第九節	預鑄組件之設計及構造原理	90
第二章	屋頂及樓板組件	93
第一節	用屋面板或瓦楞石棉板裝在桁條上	93
1.1	桁條	93
1.2	空心屋面板放在桁條之法	99
第二節	大型屋頂板組件	101
2.1	概說	101
2.2	肋格板	102
2.3	肋板	104

2.4	空梁式屋頂組件·····	108
2.5	屋頂組件之支承·····	109
2.6	大型屋頂組件之比較·····	111
第三節	樓板組件·····	113
3.1	概說·····	114
3.2	肋格·····	114
3.3	肋坂·····	114
3.4	空樓坂組件·····	117
3.5	混合構造·····	119
3.6	樓坂組件之支承·····	119
3.7	伸縮縫·····	122
第四節	屋頂及樓板組件結構設計·····	122
第五節	屋頂及樓板組件之構造·····	129
5.1	概說·····	129
5.2	準備工作·····	129
5.3	製造方法·····	130
5.4	屋頂，樓板組件的模板·····	131
5.5	預鑄混凝土屋頂及樓板組件生產設備·····	135
5.6	組件混凝土之搗灌及搗實·····	136
5.7	保養·····	138
5.8	拆模·····	140
5.9	儲存場的堆積·····	144
第六節	屋頂及樓板組件之運輸與安裝·····	144
6.1	運輸·····	144
6.2	屋頂組件之安裝·····	144
第七節	尺寸的變異·····	148
第八節	結構設計問題·····	148
8.1	預力肋坂的設計·····	148
8.2	結構的連續性·····	150
8.3	隔坂作用·····	151
第三章	外牆用預鑄組件·····	155

第一節	外牆構造概說	155
第二節	外牆	157
2.1	工廠廠房之承重牆	157
2.2	多層房屋	174
2.3	住宅用大片牆構造	181
第三節	具填充及剪力作用之牆體	182
3.1	概說	182
3.2	工廠廠房之剪力牆	182
3.3	多層房屋之剪力牆	184
第四節	幕牆	184
4.1	概說	185
4.2	工廠廠房之幕牆	185
4.3	多層房屋之幕牆	188
第五節	窗組件	189
第六節	牆組件之接合及接頭	192
6.1	概說	192
6.2	承重牆之接合	192
6.3	剪力牆之聯接法	201
6.4	幕牆之聯接	203
6.5	簷口板山牆之聯接	203
6.6	接縫之嵌接	215
第七節	外牆組件施工實例	220
7.1	承重外牆	220
7.2	作風撐構件之外牆組件	243
7.3	用外牆組件作幕牆	247
7.4	實例評述	258
第八節	牆組件之製造、運輸與安裝	258
8.1	表面處理	258
8.2	牆組件之製造	266
8.3	安裝	268
第九節	牆組件之結構設計	272
9.1	承重牆組件	273

9.2	抗風牆	275
9.3	幕牆	275
9.4	變位	276
第十節	牆組件之建築設計	277
10.1	承重牆組件之可能性設計	283
10.2	抗風牆組件之設計要求	286
10.3	幕牆組件之設計要求	287
參考資料		287

第一章

預鑄構造概念

第一節 前言

1.1 概 說

營造工業的發展一向落於其他工業之後，許多工業已經自動化了，然而這些自動化工廠的廠房建造却仍然滯留於陳舊的老方式。誠然，營造工業已有起重機、挖土機、預拌機等項機器設備，但仍不足與自動化的工廠作業情況相比擬。

一座建築物必須有基礎，而基礎的設計則因基地的載重力而異，並非建築師與營造者所能控制。其次，在都市中建築物的基地既不可能太寬裕而形式往往不太規則，使用全部預鑄或標準組件殆無可能。其三，營造工業所用的材料與器具的來源，據調查可能與其他五十種工業有關，每一種工業之特性與潛能各異，難於全面配合製造工業化的需要。其四，建築物之尺寸與其他工業品有很大的不同（例如汽車工業）而且要求絕對的穩定性而與飛機輪船均不相同，不能將他們的高級技術加以直接借用。其五，人們對建築物的要求常超出其實用的範圍而趨于精神上與性靈上的要求，這種要求又往往與根深蒂固的傳統有關。

若在經濟發展尚極落後的地區，資金不夠支持大量投資，且工資仍極低廉，無需借用機器來代替人工，加之人民生活水準尚不太高，對建築物品質的要求也許滯留於遮蔽風雨將就對付的階段，則營造工業化的條件未臻成熟，提倡推動如逆水行舟，進一退三，往往形成僵局。

但今日的台灣經濟成長率，教育普及率在中國歷史上可謂空前，焉知五年內上述情況不會改變，則今日之研究，探求可能成為最近將來之必然趨勢，豈可不先為準備耶。

1.2 名詞解釋

“預製”(prefabrication)為一種工業化的房屋構造方法，運用起重機及他種舉運機械將工廠中大量生產的房屋組件組合而按裝者，此種建築物之施工分成二段進行；第一段為工廠中之組件生產，第二段則為工地之按裝。

混凝土之預製組件，稱為“預鑄單位”(precast units, precast members, or precast element)，顧名思義為組件在運至工地前，既已經過混凝土之搗灌、凝結、成形、且達預計強度者。

預製構造可適用於工廠廠房(industrial building)多層房屋(multi-story building)及公路橋梁、鐵路枕木以及電力輸送之電桿等。

工業化的房屋構造創造了一種新的情況，使房屋的設計必須能配合工廠生產及工地按裝的條件，人力大部由機械所代替，機械化的程度愈高效率率亦愈高，投資額亦愈大，常使預鑄房屋的造價無法在短期內低於傳統的房屋構造。

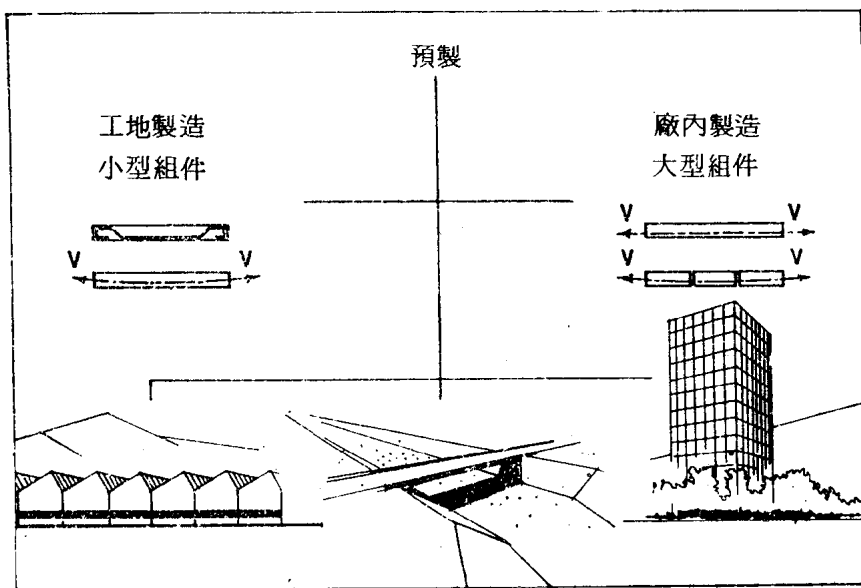


圖1 預製之區分

預鑄結構組件也可在工地製造，可以減少初期的投資，減除運輸的問題，然欲獲得全天候，及品質控制的優點，則仍以全部在工廠中生產為上。預鑄組件在模床中製造，組件中若有預力鋼線則需有預力附件及設備。若模床可依製作程序而得移動，形成標準預鑄組件之生產線。預鑄組件在按裝前亦可有各種裝修的處理，包括門窗、牆面裝飾等等。

1.3 預鑄組件的材料

現有材料中若能符合下列條件者得選用為預鑄材料：

- 可用機器加工（承重牆或幕牆）
- 其接合應求簡單。
- 即可負擔承重任務，也可負擔空間分隔任務。

以上為三種最重要的條件。

- d. 防熱、防水、防腐。
- e. 防火及體積穩定。
- f. 可釘、可鋸、易於裁切。
- g. 勿須保養。
- h. 強度大。

現有的建材中恐無一能符合上述全部條件，但可寄望於將來的合成塑膠材。此外價格問題亦屬重要，我們只能在合理價格情況下與技術的要求下選擇可以得到的營造材料來製造工業化房屋組件。

鋼製造或木構造、事實上均已部份預鑄化，其結構組件均可在工廠中製成。但樓板則應有混凝土覆蓋，方能防聲，鋼構造亦須藉混凝土之保護才能防火，更須有防銹的處理。

木材雖然同時可以負擔承重及分隔空間的任務，但因不能防火，遇潮則伸，乾燥則縮，故其體積不能視為十分固定，也不能建築高樓，又易遭受蟲蛀朽腐，雖其重量輕而易於加工，對目前人口衆而土地有限的台灣情況，實難成為預製品之主要材料。

鋼筋混凝土之發明已有百年之久，可負承重及分隔空間之雙重任務，且無須保養（指防銹防蝕而言）既防水而又防朽，唯一的缺點就是重量較大，但可由預力來減少其重量；且經由預鑄及接合之設計，可使其由濕構造改變為乾構造，因而減少工程的時間。復因混凝土特具之重量成為防音之優良材料，使鋼結構建築亦須借重混凝土。

1.4 預鑄構造之優點及其問題

預製構造首先應用於工廠廠房，蓋此類建築物規模大而組件又可重複，其平面剖面及形式均極簡單，對裝修的要求又無需嚴格，故預鑄構造頗能切合工廠廠房之需要。預鑄住宅的構造雖不及工廠簡單，但數量龐大，且可集中興建亦為預製構造之最佳對象。預製構造的優點極多，今例舉其最重要者如下：

- a. 縮短工程時間。工地工作僅限于做基礎及按裝，預製組件多較乾燥，故裝飾工作亦可提前，更能縮短工期。
- b. 因模板及支撐之省略，所需材料亦因之減少。採用減重之斷面而使整個建築物之荷重減少。
- c. 大型組件可運用機器以減少人工的消耗，且組件可設在最方便的地位，而在工廠中製造之。
- d. 減少技工的需要。
- e. 工廠中製造可不受天候之影響。運用儀器及機器能使品質受到控制，臻於更高水準。

以上所述，在氣候寒冷、工業發達、工資高昂的國家將可達到提高產量減低成本的效果。

但預製品之體積及重量常不利於運輸。按裝與接合亦非輕而易舉者，均將影響造價及施工技術。此種優劣點對各地影響並不一致，選擇時應加以衡量。

第二節 房屋工業化之先決條件：類型標準，組件標準化

2.1 大量生產與種類標準化

為達成某種組件之大量生產的要求，設計組件必須能滿足下列諸條件。

- a. 組件必須適用於不同類型的建築。
- b. 組件必須適用於建築物之不同部位。
- c. 組件製造應有適應大小的能力。
- d. 應適於機器生產，而無特殊運輸及搬運之困難。
- e. 有足夠的貯存空間以保證生產之持續。

設計及決定預製系列組件之單元，可稱為類型標準化（type standardization）。此為預製之第一步。相當于型鋼之生產。其次為組件標準化（component standardization），再由組件之組合按裝而成為建築物。最後使所有建築物均可由類型標準化以設計構造，相當于汽車工業之不同型式的製造。

“類型設計”(type design)應以某種尺寸系統為基礎且須經濟實用。類型標準化應以市場上長期需要，且可一再應用者為對象(例如標準住宅，學校教室及標準廠房等)，結構組件之細部亦隨組件之類型標準化而成標準化，可使建築物之設計及構造益趨便利。

2.2 尺寸制之統一化

尺寸制之統一化及類型之標準化，為設計與製造之關鍵。不過結構組件的尺寸必須能具備相互作適當調整的條件。故尺寸配合(dimensional coordination)為工業化房屋的基石，且必須包括製造尺寸及容許誤差之尺寸配合在內。

尺寸制之統一化在使：

- a. 各個組件能合併成為一體。
- b. 各種組件能交換及代替。
- c. 各種組件能形成各種組合。

尺寸制統一化及運用之規模若能擴大，則若干種不同之工業成品將能相互配合可得如下之後果：

- (a) 因成品之尺寸既多相同，故可挑選其中最佳之成品。
- (b) 使設計工作簡單化以減少錯誤。
- (c) 增加產量。
- (d) 生產專門化。

這種尺寸系統的最基本單位為“模距”(module)。所有尺寸均為此基本單位的相加或倍數。如果所有尺寸均為模距之倍數，且在彼此間存有易于鑑別之關係，則相互關聯之尺寸可以建立。決定模距之大小並無絕對的先決條件。模距尺寸之配合因之頗為衆多。名建築師 Le Corbusier “模距”，係以人體為基礎，再以黃金分割及相加而建立其系統，由此而建立尺寸配合的諧合系統。Le Corbusier的主要目的在建立既合美學又合人類尺度的尺寸關係，他的模距均非整數，其原理雖然可取，但用於工業化似乎不太方便。