

簡明鋼筋混凝土結構學

丁大鈞 編 著

(第三版)

科學技術出版社

三 版 序

拙編“簡明鋼筋混凝土結構學”自1953年印行以來，有許多中等專業學校取為主要參考書，同時承讀者關愛提出許多寶貴的意見，去年曾一度增訂，但皆不能符合讀者殷切的需要。編者在前兩版中曾犯有一項共同的重大錯誤，即前兩版該書沒有明確的培養目標，同時對新的發展方向也很少考慮（譬如沒有介紹按極限狀態的計算）；第二版增加的內容亦多龐雜。自教學改革幾年來對該課的教學，有了一些新的粗淺的體會，因此決心修改。最近看到了中建部於今年（1955）1月份頒佈的“鋼筋混凝土結構設計規範試行草案”（規結—6—55），其中將安全係數改按蘇聯的標準，在今天來說，這樣做完全是必要與可能的，因為工人在黨和政府正確領導下，政治覺悟和生產技術已大大地提高，所以沒有理由再採用較高於經過蘇聯在實踐中證實能夠確保安全的 K 值。於是更認為有必要修改拙編。當即取蘇聯中等專業學校“建築結構”教條大綱中“鋼筋混凝土結構”部分作指導開始進行工作，譯名則完全遵照中建部規範改正。修改期間承上海建築工程學校教師蔣森榮同志寄贈其在採用拙編第一版教學時的補充講義，以及提供許多經驗上的意見作參考，更隨時商榷內容與安排，一章一節的取捨，問題交待的深淺和闡述方法的研究，苟有疑而不決者，亦必通訊聯系，森榮同志輒供我精湛的見解和正確的分析。

七月份中建部在北京召開修訂中等專業學校教學大綱會議，“建築結構”大綱中“鋼筋混凝土結構”部分竟將拙編正式列為主要參考書，這樣使編者更有責任要將原書修改得較好一些以適合中等專業學校廣大同學學習的需要。森榮同志代表上建出席這次會議，會後承其將大綱“鋼筋混凝土結構”部分抄寄。新大綱有很多成功的地方，譬如把第五章“梁式版肋梁樓板”中版、次梁及主梁的計算與構造分段討論，每述及一構件的計算與構造後即附例題，這樣使同學學習將更親切些；過去編者在水院講授此課時，亦感例題隔閡較遠，學習時困難較多，但一直沒有決心改正，新大綱鼓勵我這樣做了。其次新大綱將軸偏心受拉及勁性鋼筋柱等刪去而增加樓梯及吊車梁，亦完全是必要的。當獲得新大綱時，修改工作已基本完成，但為遵照新大綱，故徹底重予修改。

大綱中有未了然者，復承大綱執筆人，燃料工業部開灤建築工程學校教師黃貴同志予以明確的指示，並承黃同志提出許多非常珍貴的意見，於是又作第三次的修改。

因高等學校建築專業“建築結構”中“鋼筋混凝土結構”部分亦尚無適當的教本，故本書擬兼供該專業教學之用，於是略增了些必要的節次（10%左右），這部分則係編者在南工建築系擔任該課教學時，根據“建築設計教研組”提出的要求，經編者擬訂並在該教研組會議上討論修正通過者。但為使本書重點（作中等專業學校教本用）突

出起見，這部分改用小字排印（另外有些次要的地方及例習題，也用小字排印）。

此外大綱中將“吊車梁”放在第四章“T形截面”之後，編者覺得此時箍筋、彎筋及撓矩疊合圖形尚未講過，故同學學習將有一定程度的困難，乃移至第九章中（當然也可能提早到梁式肋梁樓板之後講）。又周承版講得較大綱多些（增加了按塑性方法的計算），因為據反映，中等專業學校同學在工作中亦常遇到此問題。又“樓梯”及“預應力鋼筋混凝土”大綱中和“剛架結構”放在一章，因為書的系統性，故將“樓梯”改放在第五章“鋼筋混凝土樓蓋”中，而“預應力鋼筋混凝土”因為係一新的發展方向，故將其獨立成一章以資重視；同時大綱中“裝配式鋼筋混凝土”放在“預應力鋼筋混凝土”之前，但編者覺得“裝配式結構”中常提到“預應力鋼筋混凝土”，故放在後面似乎好些。但這些僅就書的本身考慮，對執行大綱固無妨礙；因教者可自行安排而不必為書中章節所限也。

根據反映，中等專業學校同學（實亦不限於中等專業學校同學）對計算部分一般困難不大，而對構造部分因書中係平舖直敘，則感到頭緒紛繁，記憶匪易，所以本編對構造部分重新整理，標出項次，以醒眉目，藉便記憶和檢閱。同時中等專業學校畢業同學在工作中看圖感覺吃力，所以本編中樓板施工圖糾正了像上次縮得過小的缺點，以使其清楚易看，俾在學校學習時能練習多看。對於較常遇到的樓梯部分亦繪出其施工圖（鋼筋尺寸未詳細註出）。書中新圖均經約好尺寸繪製（亦有個別的原圖重繪過），糾正了前兩版中主要是過大的缺點。

這次改編時考慮了下列的問題，這也就是編者對教學提出的幾點粗淺的意見：

（1）應清楚地指出發展方向，使同學能遠矚到將來，藉引起對進一步研究的興趣。

（2）貫徹愛國主義的精神，加強思想性教育，響應政府一切的號召，如發展裝配式鋼筋混凝土和勵行節約等；並指出祖國和蘇聯的成就以及蘇聯專家對我國建設無私的幫助，因而說明社會主義制度的優越性和中蘇兩國偉大的友誼。

（3）指出學習的方法如書中所提的三項原則，這對同學學習和自學，好像有了一準繩，可能是有幫助的。

（4）指出容易發生錯誤和誤會的地方，避免重蹈覆轍。

（5）注意前後聯系，譬如講第六章“軸心柱受力情形”時應聯系到第二章“鋼筋混凝土的徐變”，使同學知前面學過的東西，並未落空因而貫穿前後的關係（但也有些書中講到而卒未一用者如“彈性模量”等，這在講授時最好提一下這些東西的用途）。

（6）爭取做小結，譬如對計算程序則儘可能地做些小結（講授時，可能還需用極少時間多做些）。

（7）指出某些計算的相似性以及其不同的地方如指出第三種T形截面與雙筋截面計算相似及第一種偏壓和雙筋計算相似等。

此外在講授時應重點突出；講計算時應由淺入深，掌握思想發展過程；講構造最好簡單地講些道理，這樣加深了同學對構造的理解，因而幫助了記憶。講授時最好還應明確每章每節對同學的要求；又如某些是該記的，某些是需翻查的，某些是應該理

解的等。

這裏還要提到的就見本書排印時的第二次校對稿復經蔣森榮同志詳細校閱一過，並提出意見使編者又作一次局部修正。

假定本書較前二版有了一些進步的話，這都要歸功於上面所提到的兩位教師同志的無私幫助和廣大讀者的熱心關愛。這裏編者謹向他們致以衷心的感謝和表示最大的敬意。

編者因受自身條件的限制，而編寫教本又為非常艱巨的任務，雖然，主觀上盡了一些努力，但缺點和錯誤在所難免，謹衷誠地盼望來自各方面的批評，指正和建議（來函可逕郵寄編者或由書局轉交），因為只有這樣才能做好一件工作，編者也可從批評中獲得進步！

最後預祝讀者在學習和工作中勝利！

丁大鈞 1955年8月上游於南工

主要參考資料

中等專業學校“建築結構”教學大綱“鋼筋混凝土結構”部分，1955年7月。

中建部：鋼筋混凝土結構設計規範試行草案（規結-6-55），1955年1月。

依維揚斯基教授：“鋼筋混凝土結構學”原本及譯本。

薩赫諾夫斯基教授：“鋼筋混凝土結構學”原本及譯本。

中建部：建築，1955年3月，第三期。

建築工程出版社：“建築譯叢”，1955年2月，2期。

Академия Архитектуры СССР: Руководство по проектированию жилых и общественных зданий с панельными и каркасно-панельными конструкциями, Москва, 1955.

К.В.Сажновский: Железобетонные Сооружения, П.ОНТИ, 1935.

Л.И.Нейштадт: Расчет Строительных Конструкций Жилых Зданий, Москва, 1954.

前東北工業部設計處翻譯科譯：單層工業房屋鋼筋混凝土柱，1952。

前東北工業部土木建築設計公司製：鋼筋混凝土結構計算圖表，1952。

工程建設，29, 46, 52, 53, 58及61期。

北京市建築工程局設計院：“建築設計交流經驗”，1954年，總第7期。

建築工程設計總局及中國建築學會合編：建築設計參考資料，1, 4, 11期。

丁大鈞編述：簡明鋼筋混凝土結構學，二版，1955。

丁大鈞，丁大榮合編：鋼筋混凝土樓蓋計算，1955。

本書中所用重要符號說明

k 及 k_1 ——強度的安全係數。

R ——混凝土的立方體強度(混凝土標號)。

R_{np} ——混凝土的柱體強度。

R_u ——受拉及偏心受壓時混凝土受壓區域有條件的強度限值。

R_p ——混凝土受拉時的強度限值。

σ_T ——鋼筋的屈服點。

R_{cp} ——混凝土直接受剪時的強度限值。

σ_{1A} ——混凝土內受拉主應力。

τ ——剪應力。

σ_z ——傳達在籠筋上的受拉主應力。

σ_a ——傳達在縱鋼筋上的受拉主應力。

σ_{aT} ——傳達在彎折鋼筋上的受拉主應力。

g ——均佈恒載。

p ——均佈活載。

q ——均佈總載。

G ——集中恒載。

P ——集中活載。

T_n ——由恒載所產生的內力。

T_a ——由活載所產生的內力。

N ——許可法向(嚮向)力。

N_p ——破壞法向(嚮向)力。

M ——實際抗矩或許可抗矩。

M_p ——破壞抗矩。

M_e ——由活載所產生的抗矩。

M_n ——由恒載所產生的抗矩。

Q ——極向力(剪力)。

l ——構件的計算跨度。

l_0 ——構件的計算長度。

l_1 ——版的較短跨度。

l_2 ——版的較長跨度。

b ——正方形截面的邊長,或矩形截面的寬度。

(在基礎計算中,柱的邊長用 b_1)

h ——矩形截面的高度或 T 形截面的高度。

b_n ——T 形截面翼部的寬度。

h_n ——T 形截面翼部的厚度。

h_0, h'_0 ——截面的有效高度($h_0 = h - a, h'_0 = h - a'$)。

d ——圓截面的直徑或多角形截面內切圓的直徑。

d_{sk} ——鋼筋的等量直徑或厚度。

d_n ——構件核心直徑。

r ——旋幅。

x ——截面受壓區域的高度。

z ——單筋構件受拉時內調力的臂長;由混凝土受壓區域重心至鋼筋 F_R 截面重心的距離。

a ——由鋼筋 F_R 截面重心到最近截面邊緣的距離。

a' ——由鋼筋 F'_R 截面重心到最近截面邊緣的距離。

e_0 ——由法向力 N 到截面形心轴的距離。

e ——由法向力 N 到鋼筋 F_R 截面重心的距離。

e' ——同上,但到鋼筋 F'_R 截面重心的距離。

F ——混凝土受壓區域的面積。

F_G ——混凝土受壓區域的面積。

F_a ——下列縱鋼筋的截面面積:

於軸心受壓構件內的全部柔性鋼筋;於受拉構件內的受拉鋼筋;於偏心受壓構件內,在截面受拉或較小受壓邊的縱鋼筋。

F'_a ——下列縱鋼筋的截面面積:

於受拉構件內的受壓鋼筋;於偏心受壓構件內,在截面較大受壓邊的縱鋼筋。

F_R ——為鋼筋或螺旋鋼筋或螺旋鋼筋所包圍的核心內混凝土的截面面積。

S_0 ——全部混凝土標號截面面積(保護層不計算在內)對鋼筋 F_R 截面重心的面積矩。

S'_0 ——同上,但對鋼筋 F'_R 截面重心。

S_G ——混凝土受壓面積對鋼筋 F_R 截面重心的面積矩。

μ 及 μ' ——鋼筋配筋率($\mu = \frac{F_R}{bh_0}, \mu' = \frac{F'_R}{bh_0}$)。

p 及 p' ——鋼筋百分率($p = \frac{100 F_R}{bh_0}, p' = \frac{100 F'_R}{bh_0}$)。

p_p ——T 形截面中對梁肋目的(即用梁肋有效面積表示的)鋼筋百分率。

S ——螺旋鋼筋的螺距或螺旋鋼筋的間距。

F_0 ——彎折鋼筋的截面面積。

f_x ——單筋的單肢截面面積。

φ ——壓屈係數。

ψ ——構件的計算長度係數。

目 錄

第一章 緒論	1
(1·1) 鋼筋混凝土的概念	1
(1·2) 鋼筋混凝土發展簡史和蘇聯在這方面的成就	2
(1·3) 新中國鋼筋混凝土建設工程的成就	4
(1·4) 現代鋼筋混凝土的應用範圍及整體式和裝配式鋼筋混凝土應用方面的 主要經濟指標	9
(1·5) 鋼筋混凝土的主要優缺點	11
(1·6) 關於發展裝配式鋼筋混凝土的指示	12
第二章 鋼筋混凝土主要的物理和力學性能	15
(2·1) 混凝土的物理和力學性能	15
1. 混凝土受壓強度及標號 2. 混凝土受拉強度 3. 混凝土受剪強度限值 4. 齡期與混凝土強度的關係 5. 混凝土的計算強度限值 6. 混凝土的變 形 7. 混凝土的彈性模量 8. 混凝土的收縮及膨脹 9. 混凝土的徐變	
(2·2) 鋼筋	21
1. 鋼筋的用途 2. 鋼筋的特性及其標號和計算強度 3. 柔性鋼筋的型式 4. 彎鉤與接頭 5. 勁性鋼筋	
(2·3) 鋼筋混凝土	27
1. 鋼筋與混凝土的黏結力 2. 鋼筋混凝土結構中混凝土的收縮 3. 鋼筋 混凝土的徐變 4. 鋼筋混凝土的單位重量	
第三章 鋼筋混凝土構件計算的基本原理	30
(3·1) 按破損階段的計算方法	30
1. 簡略歷史與蘇聯學者的貢獻 2. 基本計算原則 3. 安全係數 4. 按破 損階段計算的優點	
(3·2) 按極限狀態計算的基本原則	32
1. 三種極限狀態 2. 按強度及穩定性決定構件承載能力的方式	
第四章 鋼筋混凝土受撓構件	35
(4·1) 一般構造說明	35
(4·2) 鋼筋混凝土受撓構件應力狀態的階段	36

(4.3) 任何對稱形截面的單筋受撓件的基本公式	38
(4.4) 矩形截面單筋受撓構件的計算	39
1. 基本公式 2. 選擇截面 3. 複核構件強度 4. 計算例題	
(4.5) 矩形截面雙筋受撓構件的計算	50
1. 一般說明 2. 基本公式 3. 選擇截面 4. 複核構件強度 5. 計算例題	
(4.6) T形截面單筋受撓構件的計算	54
1. 一般說明 2. 基本公式 3. 選擇截面 4. 複核構件強度 5. 計算例題	
(4.7) 剪應力和主應力	60
(4.8) 縱鋼筋承擔的主應力及其在支座內的錨住	64
(4.9) 箍筋的計算及構造	66
(4.10) 彎折鋼筋的計算和構造	68
(4.11) 梁的設計程序	71
例題及習題	72

第五章 鋼筋混凝土樓蓋

(5.1) 樓板類型	78
(5.2) 梁式版肋梁樓板的構成及其平面佈置	79
(5.3) 梁式版肋梁樓板的計算與構造	80
1. 塑性重分配的理论	
(1) 一般說明 (2) 塑性鉸 (3) 塑性重分配計算原則	
2. 版的計算(按考慮塑性重分配的方法)與構造	
(1) 計算簡圖 (2) 荷載 (3) 撓矩計算公式 (4) 配筋方法 (5) 計算程序 (6) 例題	
3. 次梁的計算(按考慮塑性重分配的方法)與構造	
(1) 計算簡圖 (2) 荷載 (3) 撓矩及剪力計算公式 (4) 撓矩及剪力疊合圖形 (5) 材料圖形 (6) 配筋方法 (7) 計算程序 (8) 例題	
4. 主梁的計算(按彈性理論方法)與構造	
(1) 活載最不利的位置 (2) 計算簡圖及荷載 (3) 撓矩及剪力計算表 (4) 撓矩及剪力疊合圖形 (5) 計算撓矩及剪力 (6) 材料圖形 (7) 配筋方法 (8) 計算程序 (9) 例題	
(5.4) 有挑簷的梁,過梁及懸臂版,梁的概述	106
1. 有挑簷的梁 2. 過梁 3. 懸臂版梁	
(5.5) 周承版肋梁樓板(井式樓板)	110
1. 一般說明 2. 按彈性方法計算的概念 3. 按塑性方法的計算 4. 周承版的構造 5. 計算例題 6. 周承版支承梁計算特點 7. 雙重井式樓板(格子樓板)	
(5.6) 密肋樓板	118

(5.7) 無梁樓板	121
(5.8) 選擇樓板類型	123
(5.9) 樓梯	124
1. 無邊梁的直向鋼筋樓梯 2. 有邊梁的樓梯 3. 混合支承樓梯 例題	
習題	128
第六章 軸心受壓構件	129
(6.1) 柱的型式	129
(6.2) 配有柔性縱鋼筋及箍筋的柱	129
1. 試驗結果及柱的構造 2. 柱的計算(按破損階段) 3. 縱向壓屈的計算 例題	
(6.3) 配有間接鋼筋的柱	136
1. 試驗結果及柱的構造 2. 柱的計算(按破損階段) 3. 考慮縱向壓屈 例題	
習題	140
第七章 偏心受壓構件	141
(7.1) 偏心受壓柱的構造	141
(7.2) 試驗結果	144
(7.3) 矩形截面構件的計算	145
1. 基本計算公式 2. 選擇截面 3. 複核截面強度(決定破損荷載) 例題	
(7.4) 對稱鋼筋的矩形偏心受壓構件	152
1. 計算公式 2. 計算圖表 例題	
(7.5) 考慮偏心受壓構件壓屈的影響	156
計算例題	
習題	157
第八章 基礎及變形縫	159
(8.1) 一般說明	159
(8.2) 柱下單個基礎的構造	159
(8.3) 柱下單個基礎的計算	162
1. 軸心荷載下的基礎 例題 2. 偏心荷載下的基礎	
(8.4) 帶形基礎	167
1. 柱列下的帶形基礎 2. 牆下的帶形基礎	
(8.5) 整片基礎	168
1. 整片基礎的版式結構 2. 整片基礎的箱形結構	
(8.6) 按照技術經濟觀點選擇基礎類型	170

(8.7) 變形縫	171
習題	172
第九章 剛架, 拱, 空間薄壁結構及吊車梁	173
(9.1) 剛架結構	175
(9.2) 拱結構	176
(9.3) 空間薄壁結構	178
1. 長薄壳 2. 短薄壳 3. 槽結構 4. 幕結構 5. 圓頂	
(9.4) 吊車梁的構造與計算特點	182
1. 吊車梁的構造 2. 吊車梁的計算特點	
第十章 預應力鋼筋混凝土	187
(10.1) 預應力鋼筋混凝土概述	187
(10.2) 預應力的方法	187
(10.3) 預應力構件的應力狀態及其優點	188
(10.4) 預應力結構中混凝土及鋼筋	189
(10.5) 預應力鋼筋混凝土結構	191
第十一章 裝配式鋼筋混凝土	193
(11.1) 裝配式鋼筋混凝土概述	193
(11.2) 裝配式樓板	193
(11.3) 裝配式梁	200
(11.4) 裝配式柱及基礎	202
(11.5) 裝配式屋頂	204
(11.6) 裝配式樓梯	211
(11.7) 裝配式鋼筋混凝土房屋	212
(11.8) 裝配式鋼筋混凝土構件計算的特點	221
習題	222
附錄	223

第一章 緒論

(1.1) 鋼筋混凝土的概念

鋼筋混凝土(亦稱鋼筋)係由兩種力學性質絕不相同的材料——鋼與混凝土(亦稱砂)——結合而成一體,共同發揮結構作用。

在“建築材料”一課中已知混凝土結硬後一如石料,抵抗拉力很弱;但抵抗壓力則甚強。

觀察混凝土的梁,當其承受彎矩時,中性層以上受壓,以下則受拉。因為混凝土受拉強度遠較受壓強度為低,故梁的橫截面尺寸決定於混凝土受拉區域的工作條件,而梁受壓區域強度則始終未被充分利用。為着減小梁的橫截面尺寸,故必須在受拉區域加置某種材料以加強梁的拉力抵抗,此項材料即為鋼筋(圖 1.1)。

由於下列的特性,在本質上這樣不同的材料的聯合作,不但是可能的,而且是有利的:



圖 1.1

(1) 當混凝土結硬後與鋼筋緊牢地膠結着,在外力的作用下兩種材料聯合作,亦即混凝土與鋼筋相鄰的纖維具有同樣的變形。因為鋼筋是較強的,與混凝土比較,其單位面積上實可承受很大的力量,故包裹在混凝土內的鋼筋不須很大的截面,其影響即頗為可觀。

兩種材料間的粘結力實為其聯合作的基礎。

(2) 鋼筋與混凝土幾乎有相同的線膨脹係數(混凝土——自 0.0000148 至 0.000010; 鋼筋——0.000012), 因此當溫度變化時,在組合的材料間僅引起很小的內應力,將不致產生有害的變形;同時混凝土為不良的傳熱體,亦可防止鋼筋受到劇烈的溫度變化。

(3) 混凝土包裹着鋼筋,可以防止其銹蝕,這點不但為試驗所指出,且常從折毀舊的鋼筋混凝土建築物中得到充分的證明。

鋼筋混凝土的聯合作既然得到保證,於是可有利地使用兩種材料,即使混凝土主要承擔壓力而鋼筋則承受拉力。

① 在混凝土中加竹筋即成竹筋混凝土,周厚坤先生於 1916~1917 年間即曾在河海工科大學進行竹筋混凝土試驗;後來在實踐中竹筋混凝土已有用於次要的工程。最近我國若干設計機構及工業學校已展開或即將展開較大規模的,有系統的試驗研究工作,以期推廣這種結構,這對節約鋼材是有極重大的意義。

按照施工方法的不同，鋼筋混凝土結構可以分爲整體式的，即就地現澆者；及裝配式的，即由在工廠或工地上預先單獨製成的各種構件裝配成者。

(1.2) 鋼筋混凝土發展簡史和蘇聯在這方面的成就

鋼筋混凝土的出現到現在也不過將近一百年的歷史，其發展大致可以分爲三個階段。

第一階段 這一階段的特徵爲各種樓板、柱、基礎、擋土牆、剛架結構等的出現，同時構件截面完全按彈性理論的許可應力方法進行計算。

1867年巴黎花匠蒙列（Joseph Monier）首先獲得製造鋼筋混凝土花盆的專利權，同時他也會製造鋼筋混凝土版、拱及管等；但因為他不懂這種結構的性質而竟將版內鋼筋置於版的中心，這當然是錯誤的。

此後鋼筋混凝土結構在歐洲即得到了推廣；在美國的發展是較遲的。

在革命前的俄國，最初採用鋼筋混凝土結構是在1886年，但推廣得很緩慢；直到1891年，在交通工程學院別列留布斯基教授（проф. Н. А. Белелюбский）領導下，在彼得堡進行了各種型式（版、管、拱及水箱等）鋼筋混凝土結構的第一次試驗，消除許多工程師顧慮而成為在建築中推廣鋼筋混凝土的動力。在十九世紀末及二十世紀初年，在俄國建造了很多的橋、樓板和蓄水池。

這時在俄國已建立了若干個材料試驗室，進行混凝土製造及混凝土與鋼筋混凝土施工問題的研究。1895年馬留加教授（проф. И. Г. Малыга）發表其論文“獲得最大強度水泥漿（混凝土）的配合及製造方法”中，已經建立了選擇混凝土配合的基本原則，包括混凝土強度和水灰比的關係。

1908、1911及1912年俄國交通部及莫斯科市參政會先後出版了關於鋼筋混凝土建築物的技術規範及計算指示，這對俄國鋼筋混凝土事業的發展有着很大意義。

1908年羅列依特教授（проф. А. Ф. Люлейт）在莫斯科設計和建造了四層無梁樓板的倉庫，獲得世界的首創。

但是俄國工程師們的工作受到帝俄統治階級很大的阻撓，儘管如此，俄國工程師們對鋼筋混凝土的發展仍有很大的影響。這是革命前俄國的大致情況。

在偉大的十月社會主義革命後，國家工業化的任務使鋼筋混凝土建築獲得迅速而鉅大的發展。

這時在蘇聯建築了許多廣泛採用鋼筋混凝土的大水電站，如伏爾加水電站（Волховстрой，1921~1926），第聶泊水電站（Днепро ГЭС，1927~1932）以及斯維里下游水電站（Нижняя Свирь ГЭС，1928~1934）。

此外在工業及民用建築中，鋼筋混凝土在蘇聯也得到廣泛的應用。

在恢復時期曾建造了許多單層廠房，採用剛架及拱結構，並有重吊車梁；也建築了許多多層的肋梁及無梁樓板，且常採用帶形及整片的鋼筋混凝土基礎。

在第一個斯大林五年計劃的中間，建築了許多利用滑動模板施工的高聳建築物，

如穀倉、工廠煙囪及水塔等。

第二階段 這一階段的特徵為按破損階段計算構件截面新理論的成就和空間結構及預應力鋼筋混凝土結構的廣泛研究及採用。

自1928年開始，鋼筋混凝土空間薄壁結構已在建築中應用，其中尤以短薄壳應用最廣；長薄壳及褶結構也得到大量的採用。在薄壁屋頂的構造及計算方面，蘇聯遠遠超過一切的國家。根據弗拉索夫教授(проф. В. З. Власов)所創立的薄壳理論，葛涅滋捷夫教授(проф. А. А. Гвоздев)在蘇聯中央工業建築科學研究院 ЦНИПС 完成了重要的理論和實驗的研究，製訂了“薄壳屋頂及樓板的設計及計算規程”，對薄壳結構在工程實踐中的廣泛採用起了很大的作用。

1932年羅列依特教授等提出了修改按彈性理論方法計算鋼筋混凝土構件截面的建議^①，後來在葛涅滋捷夫教授領導下在蘇聯 ЦНИПС 進行試驗的研究，製訂了新的按破損階段計算的規範，從1938年起蘇聯在工業及民用建築中，即開始採用這個規範進行設計，這在鋼筋混凝土的發展史上開闢了新的階段。

在1932年蘇聯米哈依洛夫教授(проф. В. В. Михайлов)即開始試驗預應力鋼筋混凝土，此後其他的學者如伊凡諾夫—捷特洛夫教授(проф. И. Г. Иванов-Дятлов)等研究預應力鋼筋土都有其卓越的貢獻。1943年蘇聯 ЦНИПС 出版了“預應力鋼筋混凝土設計規程”(草案)。在蘇聯預應力鋼筋混凝土結構大規模的採用是在偉大衛國戰爭結束後開始的。

蘇聯工程師們如米羅諾夫(С. А. Мионов)等還優先創立了“暖棚法”以及“電熱法”等冬季施工方法，使鋼筋混凝土工程得以全年地進行。此外在蘇聯還掌握各種模板(移動的、滑動的、折拼的)合理型式，以及利用蒸汽養護及真空作業法，並採用鉗接網及鉗接骨架，和廣泛採用裝配式構件，對於用快速工業化方法進行鋼筋混凝土結構的施工具有很大的作用。

最後還須指出在這一階段除按破損方法計算構件截面外，已開始採用根據葛涅滋捷夫教授所創立的極限平衡理論(1949)以計算板及次梁，亦即計算內力(M, Q)時考慮塑性變形所引起內力重分配的影響；但對主梁尚不容許考慮此種影響，即撓矩和剪力仍按勻質彈性體的方法求得。

同樣，在無梁樓板的計算中亦容許考慮塑性變形所引起重分配的影響^②。

第三階段 現在在蘇聯鋼筋混凝土理論及實踐已開始進入新的第三階段。這一階段的特徵為：(1)普遍轉入工業化的鋼筋混凝土結構(裝配式的及整體式的)；(2)轉入按極限狀態新的先進的結構計算方法^③，這是蘇聯學者們——蓋爾謝凡諾夫(Н. М. Герсеванов)，斯特萊列茨基(Н. С. Стрелецкий)及葛涅滋捷夫等——又一

① 關於這些建議，可參看 К. В. Сахновский: Железобетонные Сооружения, ОНТИ, 1935, I, P. 512~519。

② 參看丁大鈞，丁大業合編“鋼筋混凝土樓蓋計算”，1955，P. 197~200及P. 243~245，大東書局出版。

③ 蘇聯1954年出版的建築法規(СН и П)中已正式規定自1955年1月起按極限狀態計算。

次輝煌的成就。

蘇聯的科學將永遠跨越在資本主義國家的前面繼續不斷地向前邁進，在這裏充分反映出社會制度的優越性。

我國於1876年已開始製造水泥，但一直到解放前，鋼筋混凝土結構無論是在構造方面或在計算方面，皆襲用資本主義國家一些落後的方法（通常用手工式的方法進行施工以及一律按許可應力法進行計算）；各地區及各設計者所用的規範亦不統一，有的採用英美的規範，有的利用德法的規範，一般造成很大的浪費；單位則英制及公制混用；學校教本，英美德法書籍皆有採用者，而蘇聯的先進理論與技術則遭到擯斥。

解放後一切都在前進，在鋼筋混凝土結構方面也毫無例外地起着鉅大的變化，蘇聯的先進理論與技術不斷地介紹過來。

1952年3月前東北人民政府工業部頒佈“建築物結構設計暫行標準”，除對安全係數因考慮當時的施工條件及鋼材的勻質情況，酌予提高0.2（約10%）外，其餘即規定完全遵照蘇聯規範（Н и Ту-3-49）辦理。從這時起很多地區已開始按照這個標準進行設計，這將使從設計上祇少合理地降低土建成本10%，是具有很大經濟和政治意義的。

在工業學校方面，“鋼筋混凝土結構”課程從1952年起亦已大多採用蘇聯資料進行教學（個別學校有早於此者），這是一個新的開端。

亦大致從這個時候起，我們已開始應用裝配式鋼筋混凝土，起初還是部分地試製，現在已廣泛採用在工地製造的預製構件。震搗器，真空作業法以及機械化的施工方法現在也獲得普遍的應用。同時在蘇聯專家的指導下，我們還設計和建造了鋼筋混凝土薄殼結構和箱形基礎。

最近（1955年1月）中央建築工程部又根據蘇聯規範並結合我國的具體情況製訂了“鋼筋混凝土設計規範試行草案”；由於這幾年來黨的不斷教育，工人覺悟大大提高，同時對蘇聯的先進經驗和技術有了進一步的體會和掌握，所以現在我們的施工技術和鋼筋質量已大大改進，於是合理地採用較小的，和蘇聯相同的安全係數，這樣將為國家節約更多的水泥和鋼材。

今天祖國的鋼筋混凝土科學還是在前進道路上剛跨了第一步，但今後所有技術科學工作者將在黨的正確領導下，朝着社會主義建設的方向和蘇聯科學家們一樣繼續向前邁進。

（1.3）新中國鋼筋混凝土建設工程的成就

我國水泥工業在十九世紀後半紀已開始萌芽，但在封建反動統治時期，根本談不上建設；故鉅大的鋼筋混凝土工程實屬寥寥。解放後在人民政府正確的領導與蘇聯專家無私的幫助下，有重點地開展了各項建設。雖僅短短的六年，但已創造了工程中無數的奇蹟，高度地發揮了我國勞動人民的勇敢與智慧。今僅舉出幾件較大的工程來顯示祖國六年來輝煌的成就，以加倍鞏固我們對今後建設的信心。同時從這裏可

以看出全國人民只有中國共產黨領導下才能夠把祖國建設好。

荊江分洪工程中的進洪閘工程(太平口下金城境內),共分54孔,每孔淨寬18公尺,全閘長1,054.375公尺,為我國目前第一大閘(圖1·2),實用鋼筋混凝土84,185.53立方公尺;節制閘工程(黃山頭東麓)全閘32孔,每孔淨寬9公尺,總長336.825公尺,實用鋼筋混凝土32,501立方公尺。用這兩座閘控制着60億立方公尺的洪水量,從三峽傾瀉而來的洪水將在這裏就範,保障荊江大堤的安全,使江漢平原800萬畝良田可獲豐收。全部工程第一期於1952年4月5日開工,至1952年6月20日提前15天完工,創造歷史上的空前紀錄。

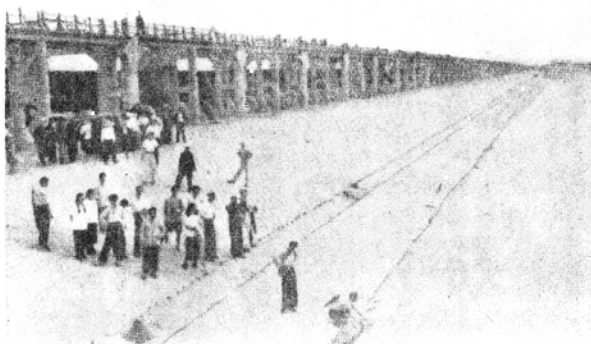


圖 1·2

治淮工程中的佛子嶺水庫,是淮河中游潁河上游的一個巨型山谷水庫,其主要工程為在潁河南邊,相隔200公尺的山谷間建造一座高度技術性的鋼筋混凝土連拱壩;壩長516公尺,高72公尺;工程包括鋼筋混凝土210,000餘立方公尺;灌漿17,000餘立方公尺;8道高壓洩洪閘門,一道水電閘門,三道灌漑閘門(其中二道與水電閘門兼用)及二道溢洪閘門。該水庫已於1954年完工,可蓄洪水4.737億立方公尺,灌溉農田50萬畝,維持50公噸木船終年航行;並可利用水力發電2,000~8,000瓩,將永遠免除潁河水災及降低淮河洪水峯(圖1·3示正在施工中的連拱壩)。

圖1·4示西南區公路幹線某大橋,該橋於1952年11月動工,於1954年7月1日正式通車。橋面採取蘇聯鋼筋混凝土懸臂梁式設計,計有33公尺跨度的4孔,其中一孔包括14公尺的吊梁,另跨越河流主槽為50公尺跨度(包括31公尺的鋼板吊梁);另外還有25.5公尺跨度的1孔,南北兩岸懸臂各為6.5及12.6公尺,全長226.6公尺,用170號混凝土築成。

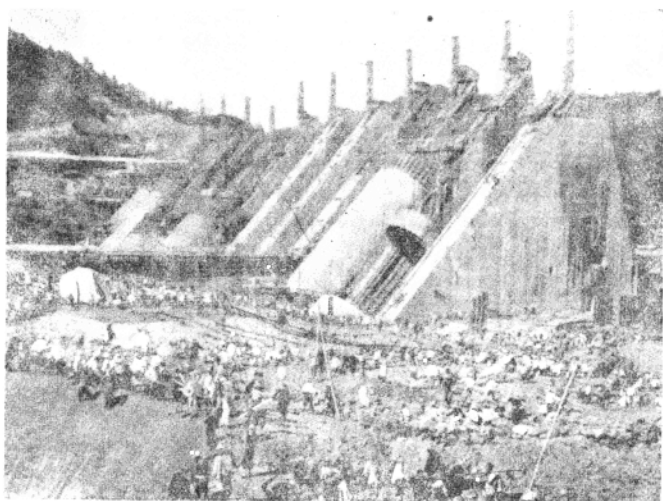


圖 1-3

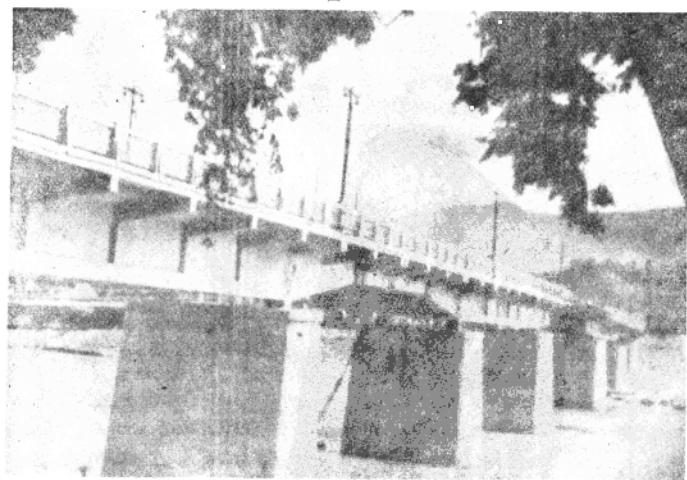


圖 1-4

圖 1-5 為最近完工的上海中蘇友好大廈，是由蘇聯斯大林獎金獲得者安德烈耶夫建築師，優秀工作者吉斯洛娃建築師，斯大林獎金獲得者郭赫曼結構工程師所精心



圖 1-5

設計的，它代表着蘇聯建築技術和藝術的高度成就，也體現了蘇維埃國家的幸福強盛和中蘇兩國的永恆友誼。大廈佔地 32,084 平方公尺，建築面積 58,853 平方公尺，體積 373,187 立方公尺，其中中央大廳高 17 層，是用蘇聯先進技術箱形基礎承載的。中央大廳北面的工業館為 8 公分厚的鋼筋混凝土薄殼結構，用跨度 30 公尺，高 19.5 公尺 13 個大拱組成（圖 1-6）。全部大廈建築用混凝土 37,580 立方公尺；鋼筋 2,864 公噸；所有建築材料俱為國產。

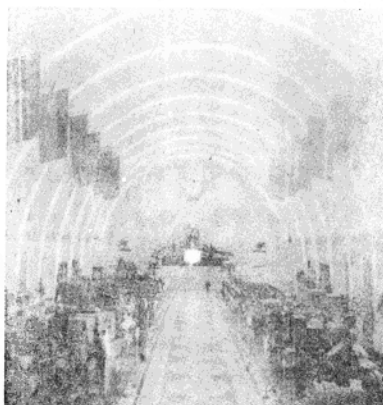


圖 1-6

在水泥生產方面，不但產量較解放前大大提高（譬如 1952 年的生產量已達戰前最高年產量 148%，而在第一個五年計劃最後一年——1957——則要從 1952 年的 286 萬公噸，增加到 600 萬公噸，即增長 1.1 倍）。同時由於高度發揮工人的積極性和創造性，水泥的質量也空前的提高。東北第七水泥廠在 1952 年 11 月間開始研究製造高級水泥，經試驗證明，其 28 天的受壓強度限值達 704 公斤/平方公分。

在水泥品種及標號方面，學習了蘇聯的先進經驗，1952 年東北各水泥廠即開始

生產多品種多標號的水泥，以適應各種不同工程的需要。1953年2月中央重工業部頒佈“矽酸鹽水泥，火山灰質矽酸鹽水泥，礦渣矽酸鹽水泥及混合矽酸鹽水泥暫行標準”，確定和統一各種水泥的規格。同年在北京召開全國性的推廣多品種多標號水泥大會。1954年5月中央人民政府政務院財政經濟委員會頒佈“關於在基本建設工程中使用水泥的暫行規定”，保證了多品種多標號水泥在基本建設工程中的合理使用。充分發揮其在經濟和技術上的效果。現在全國各廠均已積極地生產和準備生產多品種多標號水泥，擴大了全國水泥生產量（等於增加8個新廠）和使用範圍。

其次，近年來有些工程機構和學術研究部門在研究地方性混合料問題上也有相當的成就

解放後，加氣混凝土獲得大量的推廣。加氣混凝土當含氣量適宜時（一般為4%），其耐久性較普通混凝土為大，同時不透水性亦佳，適宜於水工建築。我國華北密業公司在解放後出品的長城牌加氣劑，其各項性能均已超過美國最好的文沙劑與大列劑。具有4,295平方公尺面積的北京首都人民游泳池，是亞洲內陸最大的游泳池，即係參



圖 1-8

用此種加氣劑建造者，結果異常良好。佛子嶺連拱壩及其他很多水工建築物亦皆採用加氣混凝土建造。

在施工方面，工人和工程師們吸取了蘇聯的先進經驗，創造了許多先進的工作方法，大大地提高工作效率，同時也保證了質量。譬如阜新礦務局的混凝土五段流水作業法，不但把工作效率提高到一倍以上，而且消除了麻面、蜂窩及不均勻等現象。又前東北工業部第十一工程公司第三工程隊黃

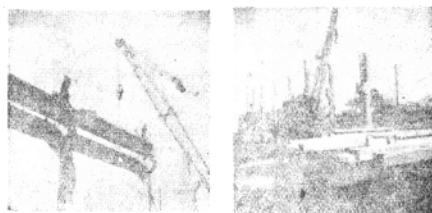


圖 1-7

德茂鋼筋工作組學習蘇聯先進的流水作業法，提高超過1952年的生產定額22.82%，同時將損耗降低至0.5%。

此外，我們正在大力推廣蘇聯先進的裝配式鋼筋混凝土結構。圖1-7示1953年初東北某工廠新建大件車間及準備車間的兩個廠房工程中所採用預製鋼筋混凝土柱及T形吊車梁的安裝。這些構件皆是用蒸汽養護的（該廠原有供給蒸汽的設備）。如用一般養護方法，至少需10天以後才能安裝。當用蒸汽養護時，僅需20~24小時即可達到設計安裝強度，大大縮短了工期。