

中國科學社工程叢書
實用土木工程學
第九冊

混凝土工程學

BY

WALTER LORING WEBB

Consulting Civil Engineer, American Society of Civil Engineers

&

W. HERBERT GIBSON

Consulting Engineer

譯 述 者

蕭 開 瀛



中國科學圖書儀器公司發行

序

中國科學社負發揚科學文化之使命，近年來經本社出版之科學書籍，雖已逐漸增多，惟尙無獨成系統之專著，而於應用科學方面，尤感缺乏，爰有編譯工程叢書之議，藉以弭此缺憾。但工程學門類至繁，從事編譯，豈屬率爾操觚所能濟事，其未能早日見諸實行者，經費與人才之困難，實爲其主要原因。

民國二十七年春，本社雖處於特殊環境之中，惟出版事業尙未受若何影響。是時社友汪胡楨、顧世楫等適來海上。諸君之於土木工程學，造詣甚深，且在工程界任職歷二十餘年，久著勞績，其於著述之事，亦深感興趣而遊刃有餘。故經本社理事會議決，以主編實用土木工程學之事任之，而爲本社發行工程叢書之嚆矢。

土木工程學雖僅屬工程學之一門，惟其範圍之廣，效用之宏，遠非其他任何工程學所可比擬。卽在國家承平之日，凡屬發展交通、水利、改良衛生、市政之事，幾無一非土木工程師是賴。他日戰事結束，百端待舉，其最感迫切而需要者，恐更無過於土木工程學範圍內之各項建設，良以其有關國計民生，至爲深切。本社

乘此時機，特先以此書問世，亦所以稍爲國家貢獻於萬一耳。

此書係以美國技術學會之土木工程叢書最新版本（一九三八年版）爲藍本，而從事逐譯，經年餘之努力，始克有所成就。今擬先後出版者凡十餘種，關於本書之性質，及編譯之經過，另有弁言，以爲讀者介紹，茲不多贅。惟此書既以實用爲主，故不涉高深理論，幸讀者勿以其淺顯爲病。蓋土木工程學之任何門類，俱可輯爲專書，苟不厭求詳，則雖累數十冊而未能盡。此非本社發行工程叢書之原意，且在今日之吾國學術界，亦暫無此需要焉。

民國二十九年一月

楊孝述

弁 言

土木工程學宏博淵深，門類至富。自測量力學等基本學科起，以至交通、水利、衛生、結構諸專門學科止，標舉其名，何慮數十餘種。而每一學科之西文著述，浩如烟海，即在吾國出版界，屬於土木工程學之著述及譯本，近年亦日見增多。但各書之程度不齊，詳略互異，其能彙聚土木工程學各科於一書，自成系統，以供學子自修或初學入門之用者，尚不多觀。西文書籍中之各種土木工程師袖珍手冊，雖包羅宏富，應有盡有，但咸係供參考之需，不宜初學及自修之用，且求之國內，尚未見有從事著譯此種書籍者。

以吾國學術界目前之需要而論，與其多出博雅精深之理論書籍，無甯印行切合實用之專門著述，庶學校中得取為教材，自修者可資以研究，既免西文扞格之苦，而深得舉一反三之樂。中國科學社之發行工程叢書，其要旨殆亦在是。同人等受命主編實用土木工程學，未嘗忽視此意；惟自慚譴陋，若從事撰著，誠恐剪裁難期盡當，爰經審慎選定美國技術學會出版之土木工程叢書，作為譯述之藍本。是書之優點，即在注重實用，避免高深理論，其引用數學之處，僅及三角法

爲止,使讀者極易了解。惟有關實用之公式及圖表,仍多盡量採入,以資參考。書中舉例固力求明顯,且凡遇應用計算方法處,恆附以若干習題,以備觀摩。全書七冊,計附圖一千六百餘幅,尤爲他書所罕有,故極適宜於作爲教本及自修課本之用。凡此種種,讀者當能自行評定其價值,毋待同人等之絮述焉。

本書在美國學術界久居重要地位,其執筆者不下十餘人,或係富有經驗之領袖工程師,或爲著名大學之專科教授,無一非著作等身爲工程界知名之士,故能出其餘緒,刪蕪存要,而成此極有價值之鉅著。是書之最早版本,刊行於一九〇八年,去今蓋已三十年矣。歷年屢經增損,不知已再版若干次,今本書所採用者,乃一九三八年之最新版本,凡七鉅冊,其內容如下:

- 第一冊 平面測量學,一工程契約及規範,
- 第二冊 材料力學,一靜力學,一道路學,
- 第三冊 鋼建築學,
- 第四冊 屋架結構,一橋梁工程學
- 第五冊 混凝土工程學,
- 第六冊 水力學,一給水工程學,一溝渠工程學,
- 第七冊 鐵路工程學,一土工學。

按此七冊之內容,似係偏重於量之區分,故不甚與修學之先後程序相合。今酌加更改,以基本學科列於首,並將水力學與靜力學合成一冊,其餘可分者則

分之計得十二冊，而定爲下列之次序：

- 第一冊 靜力學及水力學，
- 第二冊 材料力學，
- 第三冊 平面測量學，
- 第四冊 道路學，
- 第五冊 鐵路工程學，
- 第六冊 土工學，
- 第七冊 給水工程學，
- 第八冊 溝渠工程學，
- 第九冊 混凝土工程學，
- 第十冊 鋼建築學，
- 第十一冊 房屋及橋梁工程學，
- 第十二冊 工程契約及規範。

在此十二冊中，凡屬土木工程學之主要學科，固已大致具備，惟此最新版本，已刪去河道、海港、水力發電及灌溉等數種。同人等力所能及，尙擬繼續搜採名著，次第譯述，以成全帙。

原書因非出於一人手筆，故在編制方面不盡劃一，且不另分章，亦無詳細目錄，檢查時稍感不便。故現已於譯本中一律爲之區分章節，製成詳備之目錄，置於每書之首，而原書所附之索引，則予刪除。

在譯書之過程中，以選定專門名詞爲最感困難之事，蓋國內關於學術上之譯名，尙未統一，尤以土木

工程學之門類既繁，名詞特多，其中雖有若干譯名，已爲先進著作家所引用，但尙多紛歧，難資依據。同人等爲集思廣益起見，曾經數十次之集會商討，並決定儘量採用教育部已經公佈之各項專門名詞，其未備者，則由同人等審慎擬定，務使全書前後一致。雖未敢云至當，但已確盡一番攷慮抉擇之功，或足爲統一土木工程學之門名詞之濫觴。茲爲便於讀者檢查起見，另列中英文譯名對照表於每書之末。俟全書殺青以後，當再按英文字母次序，編印土木工程學辭彙，以供國內工程家之參考。至於書中之地名及人名，則概從音譯，以商務印書館出版之標準漢譯外國地名人名表爲準則，以期一律。其在書中所見者，亦列對照表，附於書後。

原書關於度量衡單位，均係英制，雖猶爲吾國工程界所通用，但與普通教本中所採用之米制不合，讀者或將引爲不便。爰經另編簡明之單位換算表，刊於每書之首頁，以便推算。

工程書籍中之算式及符號，恆較其他書籍爲多，稍有謬誤，每使讀者思索竟日而不明源委。其切於實用之表式，尤不容有一數字或甚至一小數點之誤列，致發生重大之紛擾。本書關於印稿校對之事，係由主編者與譯者反覆爲之，雖未敢云絕無魯魚亥豕之誤，但已盡最大努力，使印刷上之錯誤減至極少。即原書

中偶有算式及符號數字等錯誤,亦一一爲之糾正。此雖細節,但亦所以表示同人等鄭重將事之微意,故樂爲讀者告焉。

同人等聞見有限,疵謬之處在所難免,倘蒙讀者賜予匡教,不勝感幸。

民國二十九年一月,上海

汪胡楨 顧世楫

譯者贅言

現代土木工程所用之建築材料，當首推鋼筋混凝土爲優點最多。良以其耐水火而不朽，歷久遠而彌堅也。以之建房屋，造公路，架橋梁，築閘壩，不論工程之大小，地位之燥濕，堪稱無不相宜。

我國建設落後，一切材料均須仰求於國外，惟鋼筋混凝土則除少量鋼條外，其餘如膠，灰已有國產，砂及碎石則更可就地取材，以之與全部舶來品之鋼鐵木材相較，其得失殊不可以道里計。故欲求我國建設之迎頭趕上，而利權又不過分外溢，亟應盡量提倡鋼筋混凝土工程之發展，力求鋼筋混凝土學識之普及。

本書內容兼備設計及實施兩部。設計部分不尙高深理論，但求切合實用，較難之處，舉例詳明，學者遵照演算，即可澈底瞭解。至於實施部分，則依據實地經驗，將鋼筋，膠灰，砂及碎石之如何試驗，如何抉擇，混凝土之如何拌調，如何運輸，以及模板做法，工場佈置，機械設備等之如何最爲便利，一一詳述，洵爲優良之課本，堪爲推廣此項學識之助。而工程師，建築師，或監工員等，如採作參考之用，則亦自有其價值焉。

原 序

人類之工作，在工程各部門內，其驚奇偉大與莊嚴，殆無過於土木工程師矣。夫有土木工程師，庶幾向視為無法飛渡之天塹，可以架橋跨越；建摩雲之鋼構，俾建築藝術家得以踵事增華；穿隧重巒，不差累黍；登山涉水，探測人跡未到之境域；他若建築巴拿馬運河，箭石壩，羅斯福壩，水廠濾池及一切公共工程，幾無一非土木工程師之偉績。

鑒於土木工程之重要性，及以清晰通俗文字陳述此廣大領域內一切理論與實際發展之需要，始引起出版者以編纂此巨著之旨趣。出版者之宗旨，在乎供給曾受訓練之工程師以權威之資料，俾易解決當前之問題，並使有志向學之士，得了然于近代之發展以急起直追也。

土木工程書籍，汗牛充棟，瀏覽匪易。此書說理力求簡賅，術語力求減少，重複之章節竭力刪除，輯為七冊，便於攜帶，附有索引，以利查檢，凡此均欲使適合讀者之需要耳。

本書在技術文學界之地位，久已為世人所推崇，一致認為標準之參考書，茲出版者，復不惜煩費，加以

修正,務使包羅益廣而效用益宏也。

在結語中,應向編著諸君子深致謝意。諸君子咸屬富有經驗之工程師與教育界知名之士,本書之得以問世,皆其努力協助之所賜也。

混凝土工程學目錄

第一篇

頁數

第一章 緒論..... 1

1. 混凝土及鋼筋混凝土之

進化..... 1

2. 單純混凝土..... 2

3. 鋼筋混凝土..... 2

第二章 膠合材料..... 4

4. 普通石灰..... 4

5. 水凝石灰..... 5

6. 水化石灰..... 5

7. 天然膠灰..... 6

8. 波特蘭膠灰..... 6

第三章 膠灰之試驗..... 8

9. 概述..... 8

10. 採樣..... 8

11. 化學分析..... 9

12. 比重..... 9

13. 細度..... 10

14. 正常稠度..... 11

15. 凝固時期..... 13

16. 標準砂..... 15

17. 試驗用之樣塊..... 15

18. 模型..... 15

19. 膠灰漿及灰砂漿之拌調..... 16

20. 模印..... 17

21. 樣塊之儲藏..... 17

22. 抗張強度..... 17

23. 健全度..... 20

24. 膠灰之標準規程..... 21

25. 試驗機..... 26

第四章 砂..... 27

26. 目的..... 27

27. 主要性質..... 27

28. 地質上之性質..... 27

29. 粗度..... 27

30. 銳度..... 28

31. 淨度..... 28

32. 砂粒之粗細..... 29

33. 空隙之百分比..... 29

第五章 碎石..... 31

34. 碎石之種類..... 31

35. 碎石之大小及勻度.....31

36. 碎石過篩.....32

37. 煤渣.....33

第六章 混凝土.....34

38. 混凝土配合之原理.....34

39. 煤渣混凝土.....35

40. 塊石混凝土.....35

41. 抗壓強度.....35

42. 濕氣及吸水量之改正.....38

43. 水灰比率之選擇.....39

44. 坍落試驗.....40

45. 膠灰與骨材之比例.....41

46. 試驗之次數.....42

47. 量器.....42

48. 拌和時間.....42

49. 平均材料之水灰比率.....43

50. 用試探方法決定適當比

例.....45

51. 拌和方法.....46

52. 混凝土之運送及置放.....46

53. 混凝土之舂搗.....46

54. 新舊混凝土之接合.....47

55. 冰凍之影響.....48

第七章 不透水混凝土.....50

56. 普通混凝土並非不透水.....50

57. 不透水方法之性質.....50

58. 不透水之方法.....51

第八章 混凝土中鋼筋之

保藏.....56

59. 短期實驗.....56

60. 煤渣混凝土與碎石混凝

土之比較.....56

61. 實例.....56

62. 諾爾吞教授之試驗.....57

第九章 混凝土之耐火性.....59

63. 高度耐火性.....59

64. 耐火需要之混凝土厚度.....59

65. 理論.....59

66. 煤渣混凝土與碎石混凝

土之比較.....60

67. 包爾提摩爾火警之結果.....62

第十章 拌和混凝土之方法

.....63

68. 人工拌和.....63

69. 機器拌和.....64

70. 機器拌和與人工拌和之

比較.....64

第十一章 鋼筋混凝土所用

之鋼.....66

71. 鋼之性質.....66

第十二章 鋼條之式樣.....67

72. 概述.....67

73. 光面鋼條.....67

74. 建築鋼.....67

75. 變形鋼條.....67

76. 標準尺度.....69

第十三章 坯鋼鋼條之規程

.....71

77. 製造法.....71

78. 物理性質.....71

79. 化學成分之決定.....71

80. 屈服點.....72

81. 樣鋼之式樣.....72

82. 試驗之次數.....72

83. 伸長之修正.....72

84. 扭轉之轉數.....73

85. 修飾.....73

86. 重量之伸縮.....73

第十四章 舊軌鋼鋼條之規

程.....74

87. 製造法.....74

88. 物理性質.....74

第 二 篇

第十五章 混凝土之圬工.....75

89. 塊石混凝土.....75

90. 水底置放混凝土.....77

第十六章 基礎.....79

91. 基礎之重要.....79

92. 下層土之性質.....79

93. 鑽驗土質.....80

94. 下層土之抗壓試驗.....80

95. 普通土質之支承能力.....81

96. 可壓下層土之改善.....82

97. 岩石基礎之佈置.....83

98. 堅土基礎之佈置.....83

99. 濕地基礎之佈置.....83

第十七章 底脚.....85

100. 底脚之需要條件.....85

101. 底脚之計算.....86

102. 梁形底脚.....88

103. 橋墩底脚之設計.....90

第十八章 樁基礎.....93

104. 樁.....93

105. 木樁.....93

106. 板樁.....94

107. 鋼板樁.....95

108. 混凝土及鋼筋混凝土樁.....95

109. 樁之支承能力.....101

110. 打樁方法.....105

111. 接樁方法	106
112. 樁帽	106
113. 鋸平樁頂	107
114. 完成基礎	107
115. 混凝土及鋼筋混凝土樁之 優點	108
116. 樁之荷重	110
117. 用費	110
118. 查理河壩之基樁	110
119. 阿那波利之海塘基樁	111
第十九章 擁壁	112
120. 擁壁上所受之壓力	112
121. 擁壁失敗之原因	112
122. 擁壁之基礎	113
123. 擁壁設計	113
124. 壁後還土	114
125. 擁壁之面	114
126. 擁壁底寬	114
127. 已成擁壁之研究	114
128. 擁壁後之壓力	114
129. 基礎上之壓力	116
130. 擁壁之式樣	119
第二十章 橋墩及橋台	121
131. 選定橋墩位置	121
132. 橋墩尺度及式樣	121

133. 橋墩之損壞原因	122
134. 台墩	123
135. 設計橋台之條件	23
136. 有翼牆之橋台	123
137. U形橋台	124
138. T形橋台	125

第二十一章 混凝土人行道

	126
139. 人行道之基礎	126
140. 底層混凝土	126
141. 人行道之面層	127
142. 鋼筋混凝土鋪面	128
143. 整塊混凝土	128

第二十二章 混凝土側石

	19
144. 側石之式樣	129
145. 施工法	129
146. 用費	131

第二十三章 混凝土石及混

凝土塊

147. 分類	132
148. 混凝土塊	132
149. 製造	133
150. 材料	133
151. 模版之潤飾	133

第三篇

第二十四章 鋼筋混凝土梁

之設計 137

152. 彎曲之理論 137

153. 梁之靜力 138

154. 混凝土抗壓之經濟情形 139

155. 鋼條抗張之經濟情形 140

156. 混凝土抗壓時之彈性 141

157. 理論之假設 143

158. 壓力之綜合 144

159. 壓力之重心 144

160. 中立軸線之位置 144

161. 彈性係數之比率數值 146

162. 鋼筋之比率 149

163. 抵抗力矩 150

164. 設計常用之常數 155

第二十五章 梁及版之計算

及設計 157

165. 版之計算用表 157

166. 單梁計算用表 160

167. 梁之寬 162

168. 混凝土之實用應力 163

第二十六章 鋼筋與混凝土

之結合 166

169. 鋼筋在混凝土中之抗滑

力 166

170. 鋼筋所需抗滑力之計算

方法 167

第二十七章 垂直剪力及對

角張力 171

171. 特別締定之條件 169

172. 鋼筋與混凝土間剪應力之

分配 171

173. 鋼筋之間距 173

174. 彎起鋼筋之剪力抵抗 173

175. 特別締定 177

176. 計算捷法 178

177. 各因數之曲綫計算法 179

178. 混凝土版與工形鋼梁 182

179. 混凝土版中兩方向均置鋼

筋 18

180. 防止因溫度變更而發生裂

紋之鋼筋 183

第二十八章 T形梁之建築

185

181. 概述 185

182. T形梁之抵抗力矩 186

183. 翅之寬度 188

184. 梁軀之寬度 189