

鋼筋混凝土特種結構

下 冊

黃緯福編著

中國科學圖書儀器公司

出版

鋼筋混凝土特種結構

下 冊

(擋土牆、水管、吊車梁、囤斗及囤倉)

黃 緯 福 編 著

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

內 容 提 要

本書繼上册之後，敘述鋼筋混凝土的四項特種結構。第三篇講述擋土牆的構造與設計實例；第四篇述水管的構造與設計理論及實例；第五篇述工廠中的吊車梁設計；第六篇述儲藏糧食的圓斗與圓倉的設計方法與計算實例。

書中所述及的理論與設計標準，均係引用蘇聯資料並結合我國的實際情況，頗可供設計工作人員作為參考，亦可備大專學校土木建築系作為補充教材之需。

鋼筋混凝土特種結構 (下冊)

編 著 者 黃 緯 福

出 版 者 中 國 科 學 國 立 儀 器 公 司
印 上海延安中路 537 號 電話 64545

總 經 售 中 國 圖 書 發 行 公 司
★ 有 版 權 ★

CE. 58-0.15 91千字 開本:(762×1056) $\frac{1}{32}$ 印張:5.6
新定價 ¥ 5,900 1954年7月初版第1次印刷 1—4500

上海市書刊出版業營業許可證出〇二七號

序

本書共分四章，計包括五種結構。

關於擋土牆的設計，主要係水平土壓的問題。爲了避免繁冗公式的計算，採用了化算法使計算工作可以簡化一些。

設計水管（不論是分段的或就地澆灌的），通常均以環狀的破壞作設計的依據，與實際情況似並不符合，故在第四篇中單列一章，提出改革設計法的商討。此種設計法僅係作者的一點膚淺體會，仍須通過實踐來證明是否適宜。

至於圓斗和圓倉部份，因參攷資料不足，未能完全按照蘇聯的標準編列設計題，最近是項有關資料，蘇聯已有單行本（В.И. Литвининко 所著 Железобетонные Бункеры и Силосы）。因爲時間所限，容待日後再作補充和修正。

本書在排版及校稿的工作中，承中國科學公司同人熱情支援，尤其是中國科學公司錢八傑先生的細緻校核，改正了許多錯誤，均須特別提出並表示謝意。

最後迫切的希望讀者們，給予大力的指正和批評，也祇有通過批評和指正，始能對本書的內容充實和提高。

黃 緯 福

1954. 7 於東北工學院

目 錄

第三篇 擋土牆

第一章 構造及分類 159-164

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. 概說.....159 | 3. 角式擋土牆.....160 |
| 2. 板式墩座擋土牆.....159 | 4. 裝配式擋土牆.....163 |

第二章 計算 165-171

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. 土壓的計算——庫倫定理.....165 | 5. 角式擋土牆(有肋者)的計算.....170 |
| 2. 傾斜填土化為水平填土法.....167 | 6. 裝配式擋土牆(架式)的計算
.....171 |
| 3. 傾斜牆背化為豎直牆背法.....168 | |
| 4. 板式擋土牆的計算.....169 | |

第三章 設計題 172-183

- | | |
|-------------------|---------------------|
| I. 無肋擋土牆 | 1. 求當量水平填土高.....177 |
| 1. 求土壓.....172 | 2. 核對土壤耐壓力.....178 |
| 2. 豎牆的計算.....173 | 3. 豎牆的設計.....178 |
| 3. 求土壤應力.....174 | 4. 內基礎板的設計.....179 |
| 4. 基礎板的計算.....175 | 5. 外基礎板的設計.....180 |
| 5. 穩定的檢查.....176 | 6. 肋部的設計.....181 |
| II. 有肋擋土牆 | 7. 滑動的檢查.....183 |

第四篇 水管

第一章 水管的構造 185-189

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. 概說.....185 | 3. 水管的模板.....188 |
| 2. 管之構造.....185 | |

第二章 水管的計算 190-196

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. 管之受力種類.....190 | 3. 豎向土壓的計算.....190 |
| 2. 水壓的計算.....190 | 4. 活重的計算.....191 |

5. 水管應力的分析.....192 | 6. 水管的設計.....195

第三章 水管設計題 197-200

1. 求豎荷重.....197 | 4. 彎矩的合併值.....199
2. 求豎荷重的彎矩.....198 | 5. 反力.....199
3. 求橫向壓力及彎矩.....198 | 6. 管之設計.....199

第四章 改革水管設計法的商討 201-206

1. 概說.....201 | 4. 舉例.....205
2. 環狀的核算.....202 | 5. 兩種設計法的經濟比較.....206
3. 縱向的核算.....203

第五篇 吊車梁

第一章 構造及計算 207-223

1. 概說.....207 | 3. 吊車梁之構造.....209
2. 吊車軌的支緊.....208 | 4. 吊車梁之特別計算法.....212

第二章 設計題 224-230

1. 荷重的計算.....224 | 5. 主拉應力所需鋼箍及彎起鋼
2. 彎矩的計算.....225 | 筋的計算.....227
3. 切力的計算.....225 | 6. 水平橫向制動力所需筋量
4. 截面的選擇及鋼筋的計算.....227 | 的核算.....230

第六篇 圓斗及圓倉

第一章 構造及計算 231-260

1. 概說.....231 | 4. 圓倉的構造.....244
2. 圓斗的構造.....231 | 5. 圓倉的計算.....253
3. 圓斗的計算.....236

第二章 承受扭轉以及承彎承扭構件 261-266

1. 一般認識及研究試驗的結果.....261 | 筋的計算.....262
2. 承扭的矩形截面構件所需鋼 | 3. 舉例.....266

第三章 設計題 267-289

I. 圓斗

1. 尺寸的選擇 267
2. 豎壁的設計 268
3. 豎壁的頂梁及底梁的設計 271
4. 漏斗的設計 273
5. 孔口的設計 275
6. 支柱的設計 276
7. 柱基的設計 279

II. 圓倉

1. 圓倉尺寸的核算 279
2. 圓倉壁的設計 282
3. 漏斗的設計 283
4. 孔口的設計 284
5. 支環或支筒的設計(比較設計)
..... 285
6. 基礎的設計 288

第三篇 擋土牆

第一章

構造及分類

1. 概說 擋土牆係用以支持水平土壓之結構，(或用以支持水壓)，是項結構如以鋼筋混凝土建造，因其輕便而經濟，故最為合適。建造擋土牆時，除應考慮其不致翻轉及滑動外，並應使牆內的應力及地基土壤的支持力亦不致超過允許限度；如用純混凝土、磚或石砌建擋土牆時，其主要原則，係以牆之本身重量抵禦土壓，故用料極費，倘採用鋼筋混凝土構築，因可支持拉應力，故能選擇適當的形式，以符經濟上的要求。

鋼筋混凝土擋土牆大致可分為三類：

- (1) 板式——以石、純混凝土或鋼筋混凝土建立墩座；
- (2) 角式——分無肋及有肋兩種；
- (3) 其他式樣——裝配式。

2. 板式墩座擋土牆 此式係以石、純混凝土或鋼筋混凝土築成墩座如圖 3-1-1 所示，豎牆用鋼筋混凝土構築。豎牆所承的土壓傳入墩座，而由墩座支持全部土壓，牆內水平鋼筋為受力筋，豎鋼筋為分佈筋。



圖 3-1-1 板式擋土牆平剖面圖

3. 角式擋土牆 此式最爲經濟，應用亦最廣。其主要特點係以土壤重量所生之彎矩，支持水平土壓所生之彎矩，因兩種彎矩正恰恰相反。

角式擋土牆主要分爲兩類，即有肋及無肋兩種。

(1) 無肋擋土牆 此式擋土牆，係以豎牆與水平基礎板連合爲一，用以支持彎矩，土壓成爲非勻佈荷重而引起豎牆內側受拉。水

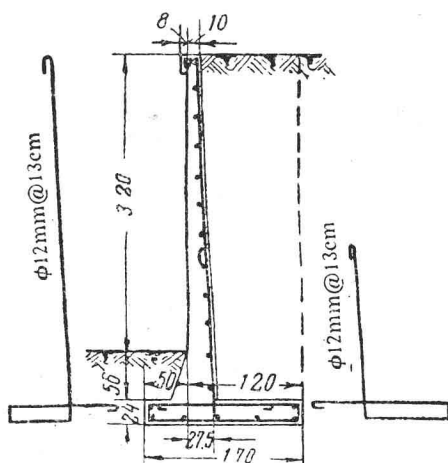


圖 3-1-2 無肋角式擋土牆

平基礎板的上部亦受拉，由此受力筋量可以求得。豎筋應臨近內表面處安放，水平方向置分佈筋。受力筋（豎牆內之豎筋，基礎板之水平筋）之適當佈置法，係以一根整筋兩用，不必分割安放，如圖 3-1-2 所示。

按照彎矩圖的性質，豎筋祇需要一部份（ $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 總

量）直伸至牆頂，其餘豎筋可順序輪流在較低位置切斷於一個或兩個水平線上，亦即豎筋按牆高而將長度分成兩種或三種。

根據經驗所得，無肋擋土牆之高度，不超過 4~5 公尺時，較有肋者爲經濟。

(2) 有肋擋土牆 角式擋土牆高度較大者，應採用有肋擋土牆。此式係由豎牆、水平基礎板及肋合組而成。肋部置於填土的一面，故在受拉區域。

豎牆本身可能垂直或略斜，並視之爲連續板，而以肋部作其水平

支點。豎牆所承土壓由此而傳入肋部。因之豎牆內之水平鋼筋，在跨度中央附近應接近外側，臨近支點處因發生負彎矩，應接近內側，分佈筋係豎置。在豎牆與基礎板毗連之處，能發生彎矩，因之豎分佈筋又作受力筋之用而支持彎矩。由於土壓係自上向下逐漸增大，安放的水平筋量亦相應的由上向下逐漸增多，牆身有時亦逐漸加厚或分段加厚。

基礎板內的鋼筋，按照連續板的一般規定安放，但由於一方面承受土壤非勻佈的反力，而另一方面又承受板上的土壤重及本身重，故板內通常用雙筋。

肋部係視作懸臂式 T 形截面梁，肋之間距視牆之高度而定，通常

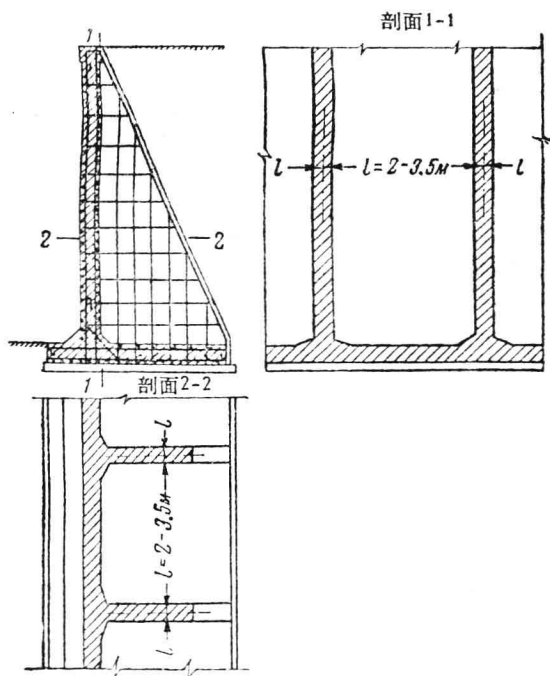


圖 3-1-3 有肋角式擋土牆

為 2.0~3.5 公尺，肋內鋼筋分斜置、平置及豎置三種型式。斜筋為受力筋，置於肋之邊緣，如圖 3-1-3 所示。水平筋用以連系豎牆，防止土壓而破裂，同時亦可支持肋內之主拉應力。豎筋則用以連系基礎板，以免肋與板有破裂的危險。

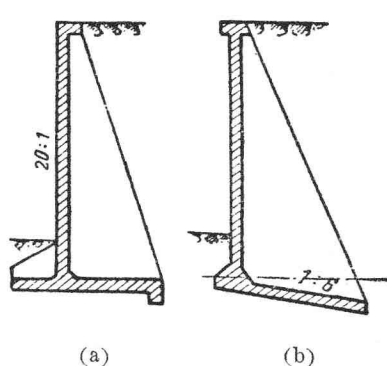
肋與豎牆及基礎板，通常以連桿連系。

基礎板有一部份伸出豎牆之外時，常以較小的壓肋支托。此外，有時沿基礎板的邊緣處，一邊或兩邊均加置縱梁以防滑動，此如圖 3-1-4(a)所示。

基礎板向外伸出一部份後，可使土壤反力分佈更勻。並能使基礎板外邊底部之反力減小，遇有鬆軟土壤，外伸則尤為重要，基礎板的寬度應由土壤的安全承載力而定，一般採用高度的 $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{8}$ 。

基礎板邊緣處的縱梁，固可增強水平滑動的抵抗力，但最有效的辦法，乃係將填土部份的基礎板建成反傾斜式，如圖 3-1-4 (b)所示。

豎牆頂端常建有橫撐，用以加增牆頂及肋之剛度，且可適合構造上的需要，橫撐厚度可與牆頂厚度一致，其鋼筋之安放則全屬構造

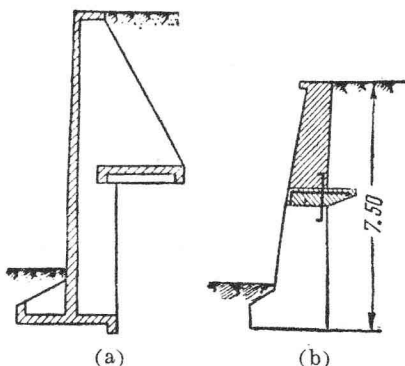


具有前支板及枕肋

圖 3-1-4

具有反斜底板

角式擋土牆



鋼筋混凝土製

圖 3-1-5 具有鋼筋混凝土卸重板之擋土牆

石製或混凝土製

性質。

豎牆高度過大時，在基礎板上某一高度處（常為牆之半高），裝建卸重橫板，如圖 3-1-5(a)所示，是項橫板有時亦建成拱形，其主要作用係支持橫板以上的土，因而減輕橫板以下豎牆及肋部之土壓，彎矩亦因之降低。其結果可節省鋼筋混凝土材料的耗費。

加置橫板以減輕橫板以下豎牆之土壓，對於石砌或純混凝土所建之高大擋土牆特別有利。實際上，代替牆之加厚，可採用鋼筋混凝土懸臂板，板上再建擋土牆如圖 3-1-5(b)所示。

以鋼筋混凝土製的擋土牆與純混凝土製的作經濟上的比較，如 1 立方公尺的鋼筋混凝土價格為純混凝土之 3~4 倍，則採用有筋者仍屬合算。

4. 裝配式擋土牆 角形截面的擋土牆，如尺寸不大，可事先在工廠建造，每一短節的長度約為 2~2.5 公尺，然後就地安裝是項擋土牆為有肋或無肋兩種。可用於荷重站台及月台，並可用於堤壩結構。遇有必要時（如公路路基）可採用環形擋土牆，此式可以移裝至另一位置。

擋土牆尚有其他裝配式者，在應用上比之採用整體純混凝土牆及角式鋼筋混凝土牆較為經濟。

在地基中是項結構可採用架式，此式由兩種塊狀體所組成。一為直線形正方形截面的縱梁，一為橫向連梁。橫梁兩

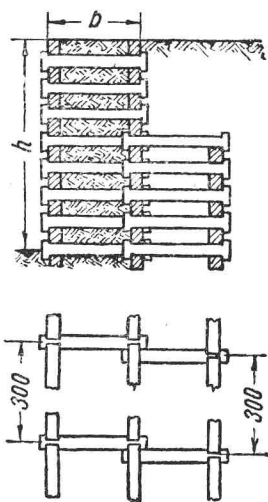


圖 3-1-6 架式裝配式擋土牆

端特大，如圖 3-1-6 所示。大端用以勾系縱梁。縱橫構件排列成矩形網，網孔內以土填實外表的縱構件受有土壓的作用，成為彎曲荷重，而使縱構件擔任梁的工作，梁端為簡支。梁與梁相互鉗著，除開外表的縱梁外，其餘均僅受拉力。構件橫截面尺寸（一般採用 15×15 至 25×25 公分）由牆之高度、土壤類別及頂面臨時荷重而定，構件長度限制為 3 公尺。縱向構件長度主要視運輸情況而定，橫向構件長度則由牆之寬度為依據。

構件內鋼筋成對稱的排列，因此安裝時可不必受上下左右的限制，而可任意安裝。

縱梁之間露在外面的空隙，可仍舊為空隙，但亦有以混凝土塊填補者。

是類牆之構造可適用於各種不同的情況。

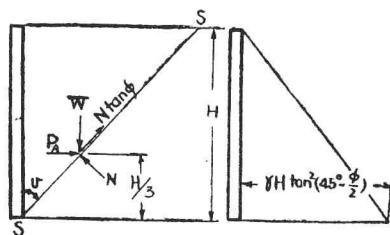
第 二 章

計 算

1. 土壓的計算——庫倫定理 計算擋土牆所承的土壓時，應包括下列三項：土壓力的大小；土壓力的方向；土壓力的作用點。

在庫倫氏理論中，係假定土壓力是由於牆背後的土壤沿一破裂斜面滑下所引起者。土壓力與牆背垂直線所成的角，等於填土與牆間的磨擦角。滑動面與牆背成 ν 角， ν 角不同，土壓亦變。設計時因須要最大的土壓力，故應求出相應的 ν 值，始能求出土壓的大小。至於土壓的作用點，則假定與水壓一樣與牆的高度平方成正比，故此點應在 $\frac{1}{3}$ 高度處。

茲以最簡單而最適用的情況為例。假定擋土牆背是垂直而光滑者，（牆背光滑時，牆與土壤間無磨擦力，亦即土壓力的方向與牆背垂直。事實上，此項磨擦力的存在對牆身更屬安全，故設計時可略而不計）。填土為水平如圖 3-2-1(a) 所示。SS 線代表破裂面。此面上共有



(a) 土壓計算圖 (b) 土壓分佈圖

圖 3-2-1

四力，與斜面正交者為 N ，相切者為 $N \tan \phi$ (ϕ 為土壤的內磨擦角) 斜面上三角柱體之土重為 W ，牆背的反力為 P_A 。當 ν 角發生最大土壓時，此土壓即為主動土壓力。

如圖 3-2-1(a) 所示，斜面上三角柱體的土重為：

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan v \quad (3-2-1)$$

式中 γ = 單位體積的土壤重。

上述四力平衡時，則水平及豎直方向的合力均各為 0。故

$$W = N \sin v + N \tan \phi \cos v \quad (3-2-2)$$

$$P_A = N \cos v - N \tan \phi \sin v \quad (3-2-3)$$

消去 N ，再以 (3-2-1) 式之 W 值代入，得：

$$P_A = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{\tan v - \tan^2 v \tan \phi}{\tan v + \tan \phi} \quad (3-2-4)$$

爲了求最大的 P_A 值，可將上式微分，即 $\frac{dP_A}{dv} = 0$ ，則

$$\tan v = \sqrt{\tan^2 \phi + 1} - \tan \phi \quad (3-2-5)$$

代入 (3-2-4) 式，得：

$$P_A = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3-2-6)$$

P_A 值係代表每一單位長度的豎牆上，所承受的土壓總量。如在某一深度處之單位面積上的土壓，則爲：

$$p_A = \gamma H \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

此如圖 3-2-1(b) 所示。

牆背填土的表面上，如有額外荷重時，例如堆積貨物或作爲公路鐵路的路基時，牆背所承之水平土壓亦必增加。倘額外荷重 p 公斤/公尺²，則 (3-2-1) 式應爲：

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan v + pH \tan v \quad (3-2-7)$$

以上述的同樣步驟，得：

$$P_A = \left(\frac{1}{2} \gamma H + p \right) H \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3-2-8)$$

圖 3-2-2 所示，即為額外荷重的影響與原有土壓所生的合併結果。此項增加土壓的荷重，可改為當量的填土，加在填土面上以代額外荷重。

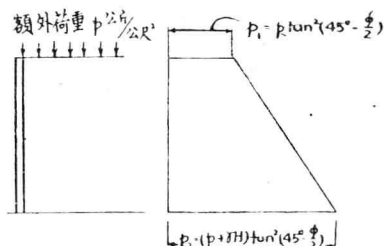


圖 3-2-2 額外荷重的影響

2. 傾斜填土化為水平填土法

牆背填土如非水平時，其傾斜方式不外乎圖 3-2-3 所示的兩種情況。為了計算上之簡便，可化為水平填土。此項計算法之唯一假定，即高(或低)於牆頂以上之填土，對牆背所生壓力的大小，與牆背至填土位置的距離成反比，迄為 m 時壓力為零。

m 係土壤靜止角 ϕ (靜止角包括內磨擦角及土壤凝聚力兩個因素，但土壤的凝聚力常因含水量的多寡而大受影響，一般不敢保證凝聚力的存在，故靜止角亦可作為與內磨擦角相等。淨沙或卵石即為一例) 的延長線與牆頂所引的水平線的交點至牆背的距離如圖 3-2-3(a)。或為靜止角 ϕ 的延長線與斜填土的延長線的交點

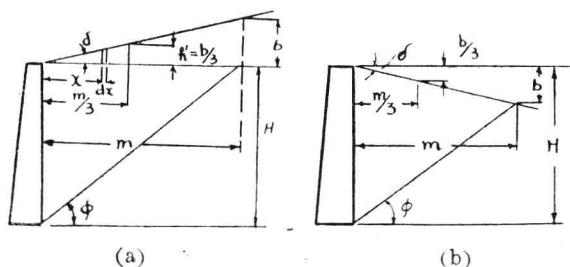


圖 3-2-3

至牆背的距離，如圖 3-2-3(b)。

按照上述的假定，以圖 3-2-3(a)為例， dx 寬度的土壤重為：

$$\gamma x \tan \delta dx.$$

此一小段重對牆背所生之壓力為：

$$K\gamma x \tan \delta \frac{m-x}{m} dx$$

K 為橫壓係數。

總壓力為：

$$K\gamma \tan \delta \int_0^m \frac{m-x}{m} x dx = \frac{1}{6} Kmb\gamma$$

倘牆之背部為水平填土高出牆頂為 b 。其所生之土壓用同法可求得為：

$$\frac{1}{2} Kmb\gamma.$$

兩兩相比，可知向上傾斜之填土高，相當於 $\frac{1}{3}b$ 厚度之水平填土。

但 $b = H \cot \phi \tan \delta$ ，故 $\frac{1}{3}b = \frac{1}{3} H \cot \phi \tan \delta$ 。

同樣可得 3-2-3(b)圖之當量水平填土應減低之厚度為：

$$\frac{1}{3} \frac{H \tan \delta}{\tan \delta + \tan \phi}.$$

3. 傾斜牆背化為豎直牆背法 擋土牆背為傾斜時，其情況有兩種：

(1) 外伸傾斜：此種又分為牆背為斜線及牆背為階級形兩類如圖 3-2-4(a)所示。

(2) 內縮傾斜：如圖 3-2-4(b)所示。

外伸傾斜式，計算土壓時，可視牆背上部之土壤為擋土牆的一部