

高等学校試用教科書

鋼筋混凝土結構及 磚石結構

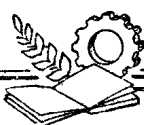
下 册

華東水利學院 大連工學院 陝西工業大學合編



中國工業出版社

高等学校試用教科书



鋼筋混凝土結構及 磚石結構

下 册

华东水利学院 大連工学院

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

本书是在1958、1960两次教学改革的基础上根据水利专业统一教学计划教学大纲(草案)编写而成的。

全书分上下两册，上册叙述了钢筋混凝土等结构的计算原理(主要依据苏联1959年颁布的“水工建筑物混凝土和钢筋混凝土结构设计规范CH55-59”等文献)。下册讲述了一些主要的水工钢筋混凝土建筑物的结构设计方法。

本书是由华东水利学院主编，大连工学院及陕西工业大学合作编写。其中第10、20、21、22四章由大连工学院执笔，第17、18两章由陕西工业大学执笔，23章由华东水利学院及大连工学院共同执笔，其余各章均由华东水利学院执笔。

本书在编写过程中，上册主要参考苏联K·B·萨哈诺夫斯基著：“钢筋混凝土结构学”；下册第15、22两章主要取材于苏联H·И·波利万诺夫著：“钢筋混凝土桥”及B·И·李脱维宁可著：“钢筋混凝土煤仓与谷仓”；20、21章也参考了K·B·萨哈诺夫斯基著：“钢筋混凝土结构学”一书。特在此说明。

因限于水平及时间，本书错误不当之处必然很多，竭诚希望兄弟院校将发现的问题及教学实践过程中取得的经验及时寄交华东水利学院建筑结构教研组，以便今后修正补充。

钢筋混凝土结构及磚石结构

下 册

华东水利学院 大连工学院 陕西工业大学合编

*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证书出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张19³/₈·插页2·字数437,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数0001—4,543·定价(10-6)2.35元

统一书号：15165·1043(水电156)

目 录

第十四章	挡土墙	3
§14-1	挡土墙型式及其稳定	3
§14-2	悬臂式挡土墙	7
§14-3	扶壁式挡土墙	9
§14-4	空箱式挡土墙	14
§14-5	板桩式挡土墙	17
§14-6	重力式与半重力式挡土墙	20
§14-7	挡土墙的一些细部构造	22
§14-8	各式挡土墙型式之比较及其选择	24
第十五章	钢筋混凝土公路桥	26
§15-1	梁式公路桥的基本型式	26
§15-2	梁式公路桥桥面板的计算	33
§15-3	梁的计算	41
§15-4	悬臂桥铰点牛腿的设计	52
§15-5	梁式桥的支座构造与计算, 桥面系的构造, 桥头引板	53
§15-6	装配式钢筋混凝土公路桥	57
§15-7	预应力钢筋混凝土梁式桥	62
第十六章	水闸	69
§16-1	水闸组成部分	69
§16-2	工作桥	71
§16-3	胸墙	73
§16-4	闸墩	75
§16-5	闸底板	78
第十七章	涵管	83
§17-1	涵管的型式及荷载	83
§17-2	矩形涵洞	88
§17-3	圆管	90
§17-4	预应力混凝土压力水管	99
§17-5	石涵洞	106
第十八章	调压井衬砌计算	110
§18-1	调压井的型式	110
§18-2	荷载及计算原则	111
§18-3	直井井壁的计算	112
§18-4	底板计算	120
§18-5	底板与圆筒之间的力矩调整	134
§18-6	顶板的计算	136
§18-7	调压井一般计算步骤	139
§18-8	配筋计算及构造要点	140
第十九章	水电站厂房结构	146
§19-1	概述	146
§19-2	水电站厂房的屋面系	149

§19-3	水电站厂房的吊车梁	151
§19-4	水电站厂房的排架	162
§19-5	发电机层和装配间楼板的计算与构造	167
§19-6	机墩	169
§19-7	蜗壳	180
§19-8	尾水管	198
第二十章	无梁板柱结构	208
§20-1	概述	208
§20-2	无梁板柱结构的构造和配筋	210
§20-3	无梁板柱结构的计算	214
§20-4	无梁板柱基码头结构计算特点	228
第二十一章	贮液池	230
§21-1	概述	230
§21-2	圆形贮液池	231
§21-3	矩形贮液池	237
§21-4	预应力和装配式贮液池	242
第二十二章	浅仓	249
§22-1	概述	249
§22-2	浅仓的构造	250
§22-3	浅仓的计算	251
§22-4	整体式浅仓的设计步骤和配筋实例	265
第二十三章	其他材料配筋结构	273
§23-1	概述	273
§23-2	玻璃丝混凝土结构	274
§23-3	钢丝网水泥结构	277
§23-4	竹筋混凝土结构	283
§23-5	钢筋陶粒混凝土结构	289
§23-6	配筋塑料混凝土	291
附录Ⅷ		293
表1	四周固定等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	293
表2	三边固定一边简支(底板)等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	294
表3	三边固定一边简支(顶边)等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	295
表4	两边固定两边简支的等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	296
表5	四周固定等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	297
表6	三边固定一边简支(底板)等腰梯形板承受三角形荷载的弯矩计算表	298
附录Ⅷ		299
表1	周边固定等腰三角形的板承受均布荷载的弯矩及支座反力计算表	299
表2	周边固定等腰三角形的板承受三角形荷载的弯矩及支座反力计算表	300
附录Ⅸ		301
表1	两端固定支承的深梁法向应力及切应力计算表	301
表2	两端简支在宽度 C 上的矩形深梁的应力计算表	302
表3	局部有均布荷载作用的连续深梁(梁厚1单位)	304
表4	承受均布荷载的连续深梁(梁厚为1单位)	305
附录Ⅹ		307
	三边固定一边自由之矩形板承受梯形荷载的弯矩及反力计算表(边比 $\frac{l_x}{l_y} = \frac{0.75}{1.00}$)	307

第十四章 挡土墙

§14-1 挡土墙型式及其稳定

I. 挡土墙的型式:

挡土墙是抵抗土壤向下崩坍并建成直立岸壁的建筑物。在水工建筑、交通建设以及工业与民用建筑中，应用极其广泛。依其建筑材料与结构外形的不同，它的型式是多种多样的，而常用的有下面几种：

1)重力式；2)半重力式；3)悬臂式；4)扶壁式；5)空箱式；6)板桩式。

前二种型式属于混凝土或砖石的大体积结构，后四种型式则属于钢筋混凝土轻型结构范畴。下面简略地分别说明其特点。

A. 重力式挡土墙:

重力式挡土墙依靠自重来抵抗土压力，它的稳定性决定于结构重量，而不决定于材料强度；它的建筑高度往往受到地基承载力的限制而不能太大，只在挡土高度不大的条件下采用。

重力式挡土墙一般断面型式如图14-1所示。图14-1a及14-1b为砂浆砌块石或混凝土做的简单梯形断面，它的底宽约为墙高的0.6~0.7倍，视土压力的大小而决定；图14-1c及14-1d表示墙后做有减重台的衡重式挡土墙，它利用减重台上的土重来增加墙身的稳定性，从而可比图a的简单形式减少体积20~30%。

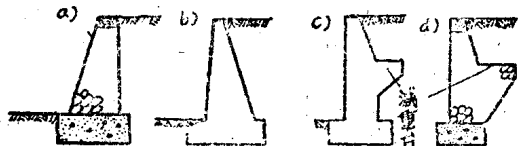


图 14-1 重力式挡土墙

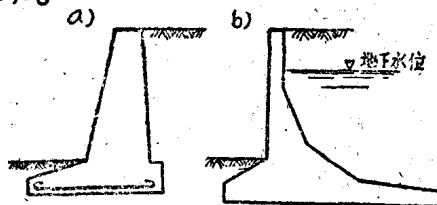


图 14-2 半重力式挡土墙

半重力式挡土墙是将重力式的底脚放大，这可减小地基应力，以符合软弱地基的要求，而在局部拉应力较大之处配以少量钢筋（图14-2a）。若墙后地下水位很高，水平向土压力、水压力过大，要求利用墙后大量填土的重量才能保证稳定时，常将墙做成折线形断面加宽底板（图14-2b）。

重力式与半重力式挡土墙，还可以做成其他多种形式，如空心墙及拱形墙等等，但它们的应用较少，在此不加叙述。

B. 悬臂式与扶壁式挡土墙:

悬臂式与扶壁式挡土墙是钢筋混凝土挡土墙中两种最主要的型式，结构的稳定性主要依靠底板上的填土重量来保证。它们的最大特点是厚度小，自重轻，挡土高度可以很高，而且经济指标也较好。若墙身高度不大，可做简单的悬臂式（图14-3a），或在悬臂上部加拉条以减少悬臂作用，成为悬臂拉条式（图14-3b）。悬臂式结构的挡土高度常在6~9米之间；如高度更大时，则多做成扶壁式挡土墙（图14-3c），有时还可在扶壁半

腰加做減重台以減少土壓力，節省材料用量(圖14-3d)。

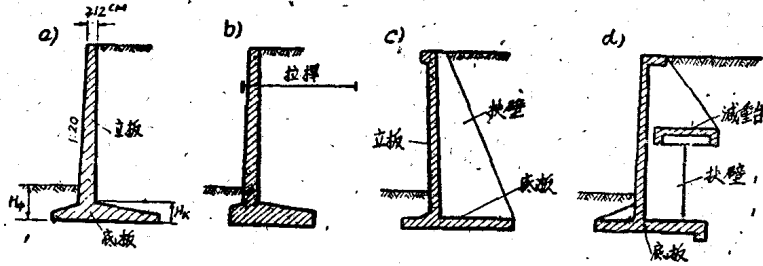


圖 14-3 懸臂式及扶壁式擋土牆

C. 空箱式擋土牆:

空箱式擋土牆，是扶壁式擋土牆的特种形式，即在擋土的立板之外，再建造一道或几道立板，在內外立板之間建造隔牆形成若干艙格，有如空箱形式，故称为空箱式擋土牆(圖14-4)。空箱式擋土牆所耗材料比扶壁式為多，構造亦較复杂，造價較昂貴。但它有特殊用途，例如：水工建筑中的擋土牆，牆外水位有可能驟然低落，使得在土壓力与地下水壓力共同作用下，底板內外的地基應力差別過大，引起不均匀沉陷，因而使牆向外傾斜，或者因地基承載能力差，必須將底板向外伸長以減小地基應力時，則應做成空箱形式。同時空箱式擋土牆比扶壁式与懸臂式具有更大的剛度与整體性，很适于作為船閘閘首与水閘的岸牆，以便能經常保持擋土牆的直立面，避免牆身向外傾斜及過大變形，有利于閘門的启閉。在淮河、長江等下游平原地区水閘及船閘之岸牆閘首，多數採用這種空箱式結構。

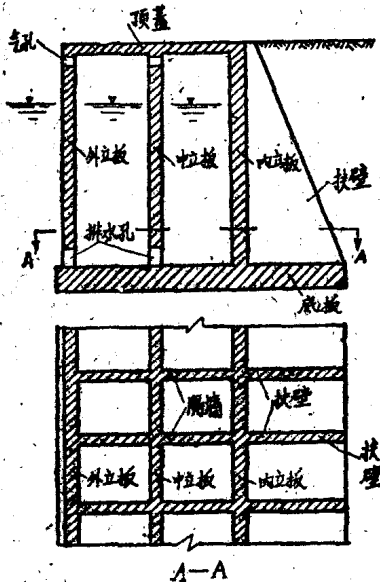


圖 14-4 空箱式擋土牆

採用這種空箱式結構。

D. 板樁式擋土牆:

板樁式擋土牆是由一系列板樁(下端深入土中，上端用拉桿拉住，如圖14-5)所組成。其特点是構造形式簡單，構件可以預制，并可採用預應力，施工方便。這種型式常用于船閘閘室的岸壁及船塢塢牆与翼牆等處。

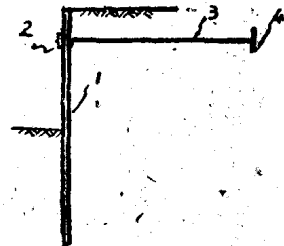


圖 14-5 板樁式擋土牆

1—板樁；2—橫梁；3—拉桿；4—錨板。

I. 擋土牆的穩定:

擋土牆的穩定條件，除板樁式外，與其型式無關，都是在填土壓力与水壓力作用下，計算牆的整體穩定性。作用于擋土牆的荷載是由兩組外力所構成，一組是垂直力 ΣN ，另一組是水平力 ΣD 。

垂直力 ΣN 包括下列諸力(图14-6):

1. 牆的自重 N_1 ;
2. 牆后填土重 N_2 (包括填土面上活荷載 p 的影响);
3. 地下水水重 N_3 ;
4. 牆基下的上托力 N_4 (向上)。

水平力 ΣE 由以下諸力組成:

1. 填土压力 E_1, E_2 (包括填土面上活荷載 p 的影响);
2. 水压力 E_3, E_4 。

在 ΣN 与 ΣE 兩組力共同作用下, 对擋土牆稳定性提出下面三个要求:

1. 不傾复;
2. 不滑动;
3. 地基应力不超过地基許可承载力。

A. 抗傾稳定:

擋土牆能保持正常工作, 首先要求在外力作用下不会繞着擋土牆外趾 A 点(图14-6)发生傾复, 且有足够的抗傾安全系数。

設 M_y 为各力(包括 N_1, N_2, N_3, E_4)对擋土牆外趾 A 点的抗傾力矩(它們起抵抗傾复的作用), M_0 为各力(包括 E_1, E_3, N_4)对 A 点的傾复力矩(这些力矩使牆起傾复作用), 抗傾安全系数 k_0 将是:

$$k_0 = \frac{M_y}{M_0} \quad (14-1)$$

水工建筑中的擋土牆, k_0 值如表14-1所載。

表 14-1 擋土牆稳定的安全系数

力的組合	建築物等級				
	I	II	III	IV	V
主要的	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2
主要+附加	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
主要+附加+特殊	1.2	1.1	1.1	1.1	—

若 k_0 值不能滿足此要求时, 可加寬底板寬度(內底板或外底板); 或設法降低牆后地下水位, 如安置排水管或鋪填透水性的砂土层; 或采用摩擦角較大的填料以減少土压力等措施解决。

B. 抗滑稳定:

在水平向压力作用下, 有使擋土牆向外推移的趨勢, 擋土牆不滑动的稳定性是依靠牆的垂直压力与土壤之間的摩阻力来保證的。若擋土牆基础与土壤之間的摩阻系数为 f , 則其抗滑安全系数 k_1 为:

$$k_1 = \frac{f \Sigma N}{\Sigma E} \quad (14-2)$$

f 值与土壤性质有关, 可根据試驗决定, 初步計算时: 对粘土可取 $f=0.25 \sim 0.3$; 对砂壤土可取 $f=0.3 \sim 0.4$, 砾土 $f=0.5$ 。

如遇地下面有軟弱土层时, 还应計算土层与土层之間的抗滑稳定, 則上式中 $f = \text{tg} \varphi$, φ 为軟弱

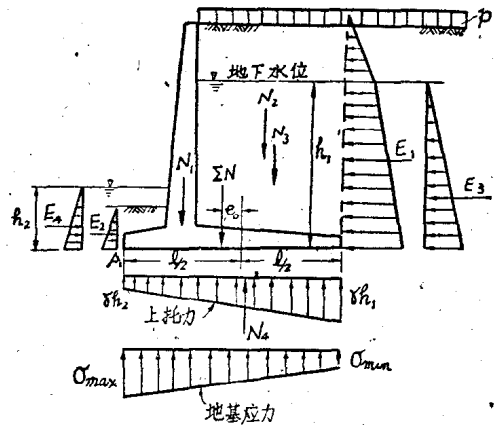


图 14-6

土的摩阻角。

k_1 值要求与抗倾安全系数相同，应按结构等级决定。此外在软基上的挡土墙，还要用圆弧滑动的方法核算其抗滑稳定。

一般水工建筑中的挡土墙，抗倾稳定容易得到满足，而抗滑稳定的问题往往很大，若抗滑不能满足要求时，可采用以下的几种措施：

1. 增加内底板宽度，借以增加底板上填土重量；
2. 采用墙后排水以降低填土的地下水压力；
3. 在基础底板后面加做阻滑板(图14-7)；
4. 在坚实地基上，将基础做成锯齿形；
5. 墙后填以摩阻角较大的土料；
6. 将挡土墙底板做成倾斜面(图14-8)，但角度应小于10度。

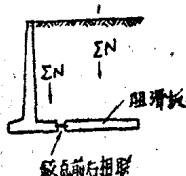


图 14-7

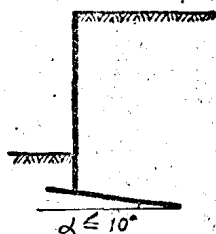


图 14-8

C. 地基应力:

精确计算地基应力应根据弹性基础梁的方法进行。但这种方法只在计算墙式船闸或水闸底板时采用；对一般的挡土墙，其地基应力可近似地按直线分布的方法计算。

最大的地基应力常在墙后填土面上布满活荷载及墙内外水平力之差最大时出现。设外力对挡土墙外趾A点的抗倾力矩为 M_y 、倾复力矩为 M_0 ，则其合力R的作用点距A点的距离(图14-9)为：

$$a = \frac{M_y - M_0}{\Sigma N}$$

因而合力R作用点离开底板中心的偏心距：

$$e_0 = \frac{l}{2} - a = \frac{l}{2} - \frac{M_y - M_0}{\Sigma N}$$

因此，A点应力为：

$$\sigma_{max} = \frac{\Sigma N}{l} \left(1 + \frac{6e_0}{l} \right) \quad (14-3)$$

在B点应力为：

$$\sigma_{min} = \frac{\Sigma N}{l} \left(1 - \frac{6e_0}{l} \right) \quad (14-3a)$$

地基最大应力 σ_{max} 应不大于地基许可承载力，即：

$$\sigma_{max} \leq [\sigma_{sp}]$$

地基的最小应力应不小于零，即地基中不发生拉应力。在大型挡土墙(如水闸岸墙)中，为了使地基沉降比较均匀，常限制 σ_{max} 与 σ_{min} 之比值，一般规定：在砂土层上此比值不超过1.5~2，在粘土层上不超过1.2~1.5。

对于一些小型挡土墙，有时可不受上述规定的限制，允许合力的偏距 $e_0 > l/6$ ，其时地基的应力分布如图14-10所示，在计算中不计入拉应力部分。故：

$$x = 3 \left(\frac{l}{2} - e_0 \right)$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \Sigma N}{3 \left(\frac{l}{2} - e_0 \right)} \quad (14-4)$$

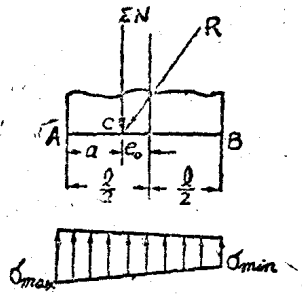


图 14-9

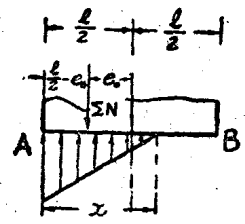


图 14-10

但在任何情况下， e_0 不应大于 $0.25l$ 。

B 点地基应力小于零的情况，在水工建筑中是不许可的。只有在工业及民用建筑中的特殊情况、或在偶然性的特殊荷载作用下才是允许的。

最后还须指出，挡土墙竣工时的地基应力常常成为设计中的复杂问题。特别是空箱式挡土墙，在使用时期，地基应力问题很容易满足，但在竣工时，只有内底板上有填土，地下水还没有升到预计高程，土压力又不可靠，这时往往会引起填土墙后的地基应力过大，而须采取在空箱内临时填土等等措施。衡重式挡土墙在竣工时，也会遇到类似的问题。故计算地基应力，必须包括使用期与竣工期的各种荷载组合情况。

§14-2 悬臂式挡土墙

I. 悬臂式挡土墙断面估计：

悬臂式挡土墙由立板与底板二部分组成。立板靠填土一边常做成垂直面，外边则略为倾斜，大致成为1:20左右的坡度。底板底面做成水平，底板顶面则向两边倾斜(图14-3a)。

立板顶部厚度一般不小于15厘米，而底部厚度则由计算决定。底板厚度 H_k 常为挡土高 H 的 $1/10 \sim 1/12$ 。底板内外边缘的厚度不小于15厘米。

墙的总高为挡土高与墙的埋置深度之总和。

埋置深度决定于气候条件，必须使底板底面筑在冰冻层下面，在任何情况下，埋置深度不宜小于0.5米。

底板的宽度 l 是挡土高 H 的函数；图14-11表示埋置深度 $H_0 = 1.8$ 米，土壤容重 $\gamma = 1.6$ 吨/米³，地基许可承载力分别为1.00、1.50及2.00公斤/厘米²时，底板宽度 l 与挡土高 H 的关系。由图14-11可以看出， l 与 H 几乎为直线关系，一般情形 l/H 比率在0.6~0.8之间变动。但必须注意图14-11是在挡土墙后无地下水，埋置深度为1.8米之情况下计算的结果。当墙后有地下水时，底板宽度应当增大，有时 l/H 之比率可以接近于1。底板伸出立板以外部分称为外底板，它的伸出长度 b 值与土壤摩阻系数 f 有关， f 值愈大， b 值可相应加大。图14-12表示土壤容重为1.6吨/米³及地基许可承载力为2.0公斤/厘米²，墙的埋置深度为1.8米，无地下水， f 值分别为0.3、0.35、0.40及0.50时，比值 b/l 和挡土高 H 的关系。可以看出 f 值对比率 b/l 的影响很大。

设计时，可参考图14-11、图14-12或已建成的挡土墙估计结构物的各部分尺寸，进行稳定计算。如假定的尺寸不能满足稳定要求或过于安全时，应予修正，重新计算。

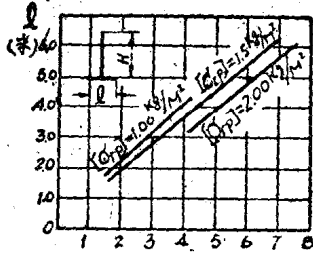


图 14-11 当 $\phi=35^\circ$ 时, $\gamma=1.6$ 吨/米³,
 $f=0.3$, $H_1=H+1.8$ 米

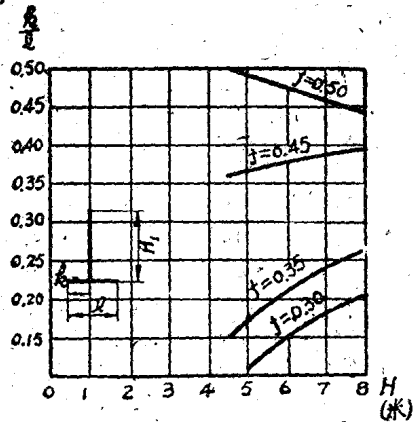


图 14-12 $[\sigma_{cp}]=2.0$ 公斤/厘米²,
 $H_1=H+1.8$ 米

I. 設計要点:

A. 立板的計算:

立板为一固定在底板上的悬臂板, 其主要外力为墙后的主动土压力与水压力, 墙外埋置部分的土压力多不考虑。立板的自重可略而不計, 故立板按受弯构件計算。

立板底部厚度, 在无抗裂要求时, 可以控制含鋼率 $\mu=0.5\sim0.6\%$ 决定之; 如有抗裂要求, 則其含鋼率 μ 可取为 $0.20\sim0.35\%$ 之間。

当底部及頂端板厚决定后, 在板的內外兩側用兩条直綫相連, 由几何关系, 即可得出任何高程的板厚。

立板所需的鋼筋面积随着填土深度减少而很快减少, 为了节约鋼材, 应在不同高程上分別計算其受力鋼筋面积, 繪出所需鋼筋面积(F_a)与高程(H)的关系曲綫并根据它来进行配筋(見图14-14)。

B. 底板的計算:

底板是以立板底部为支座的悬臂板, 它所承受的荷載为:

- 1) 地基反力;
- 2) 上托力;
- 3) 板上的垂直力(填土重、板自重、向下水压力及地面上的活荷載)。

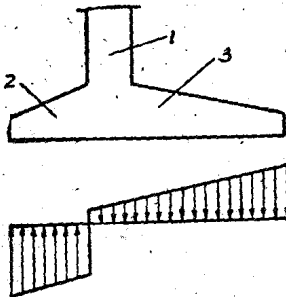


图 14-13 底板計算荷載示意图
1—立板; 2—外底板; 3—內底板。

将上列各力迭加后即可得到底板的計算荷載, 如图14-13所示。內底板与外底板受力方向不同, 內底板的荷載向下, 頂面受拉, 鋼筋放在上面; 外底板則适相反。計算原則与立板相同, 惟所用的保护层不得小于7厘米。

不論立板或底板, 板內的主拉应力应由混凝土本身承受, 不配置弯起鋼筋或橫向鋼筋。

III. 配筋及构造要点:

1. 立板底部的配筋, 其間距一般控制在 $10\sim15$ 厘米之間。鋼筋直徑不宜小于12毫米。底部鋼筋配置以后, 再根据 $H-F_a$ 曲綫, 在不同高程上截断部分鋼筋, 第一次截断总数的三分之一或二分之一; 第二次再截断总数的三分之一或四分之一; 把剩余的伸到頂部。同时須控制伸到頂部的鋼筋間距不大于50厘米。

2.立板中被截断的受力钢筋须伸过理论截断点至少20倍直径方得截断。立板受力钢筋的底部，应伸到固端断面以下不小于20倍直径。为了节约钢筋，可将它延伸到外底板底面，作为外底板受力钢筋之用。

3.为了构造协调，底板钢筋间距宜与立板钢筋间距相同，或为其整倍数，也可将立板底部受力钢筋的一半或全部弯过来作为外底板的受力钢筋。内底板受力钢筋可与立板受力钢筋取不同的直径，以获得与立板钢筋相同的间距或为其整倍数。在内底板离固端1/2板长处，可将钢筋截断一半，以符合弯矩要求而又节约钢筋。

4.为了立板及内底板固端安全，考虑到受拉面交角处的应力集中现象以及施工中可能存在的偶然性缺陷，往往在交角处做成支托加固，并配以支托短钢筋，其间距与内底板或立板钢筋一致。

5.无论立板或底板在非受力方向均应配有分布钢筋，其直径为 $\phi 6 \sim \phi 8$ ，间距不大于30~40厘米。温度的影响应由温度伸缩缝来调剂，不专设温度钢筋。伸缩缝间距不大于40米。

图14-14表示挡土高为7.00米及埋置深度为1.30米的悬臂式挡土墙配筋图。

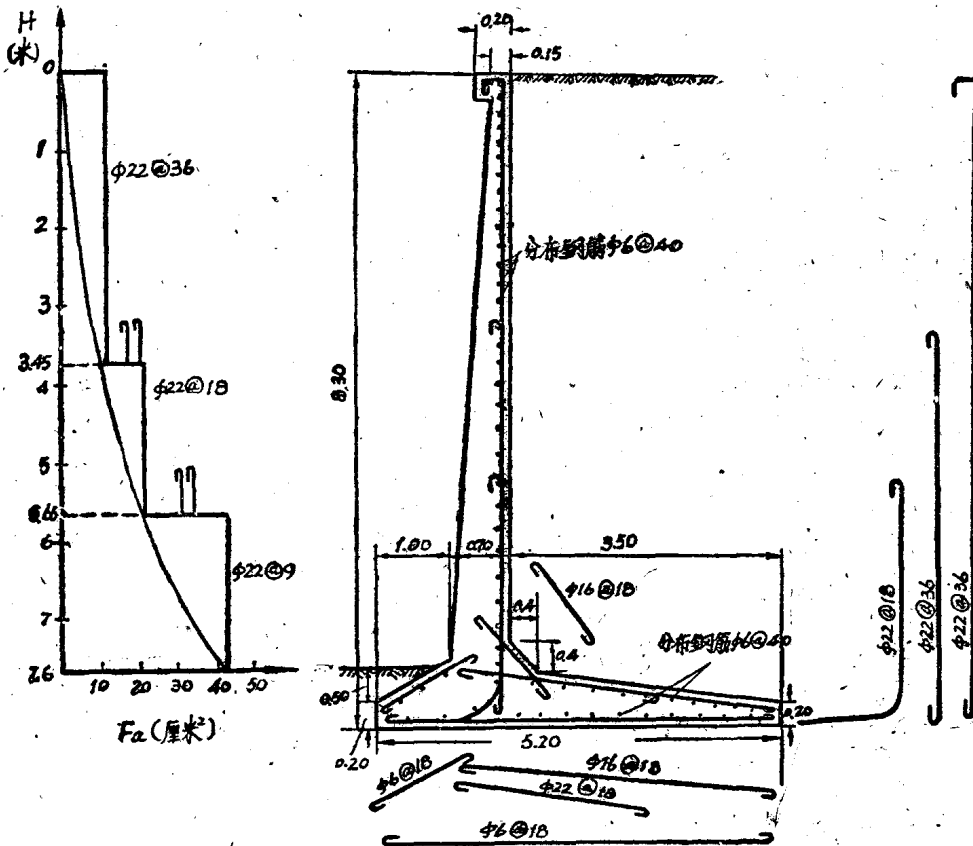


图 14-14 悬臂式挡土墙配筋图

§14-3 扶壁式挡土墙

I. 扶壁式挡土墙的一般概念:

扶壁式挡土墙由立板、底板与扶壁三部分组成(图 14-15)。立板与底板均以扶壁为

支座而成为多跨连续板。若挡土墙高度比较大，扶壁式挡土墙所耗材料要比悬臂式的为省，一般墙高在9~10米以上时，多采用这种型式。

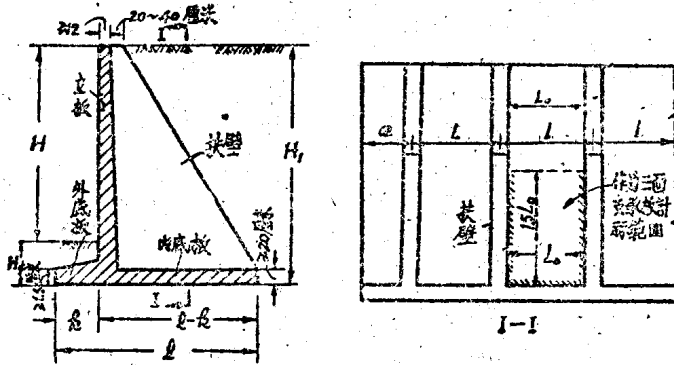


图 14-15

扶壁式挡土墙的立板与底板所需之厚度均与扶壁间距成正比，选择合适的扶壁间距，实为做好设计的基本关键。为了便于施工，扶壁间距 L 不宜小于3.0米，一般在3.0至4.50米之间变化，它和墙高的关系不大。

扶壁厚度多在30~40厘米之间，并以5厘米为尾数。如墙很高，下部厚度可以适当加大。扶壁顶宽可取30~40厘米。

决定埋置深度与底板宽度所依据的条件和悬臂式挡土墙一样。若墙后无地下水时， l/H 值在0.6~0.8之间变化；若有地下水影响，此比值应适当加大。底板厚度要比按受力所需要的为大，常不小于40厘米，一般取50~80厘米。

立板顶部厚度不宜小于12厘米，一般取15~20厘米，下部厚度由计算决定。

I. 立板的计算：

作用于立板的主要荷载为水平向的土压力与水压力，其自重与水平向受力无关。计算时，可在不同高程将立板划分为几个水平板带，在每个板带上，取水平向压力强度的平均值当为匀布荷载，以扶壁为支座按单向连续板计算之。这样计算，忽略了立板下部与底板固接的影响，往往要配过多的钢筋(多20~30%)。为节省钢材，可将立板划分为上下两部分：在离底板顶面 $1.5L_0$ (L_0 为扶壁的净距) 的高程为止的下面部分，按三边固定一边自由的三面支承双向板计算(用附录X的表)；在此以上按单向连续板计算。

立板的厚度，应按最大弯矩值控制适当含钢率计算决定之。对有抗裂要求的挡土墙可取含钢率 $\mu=0.20\sim0.35\%$ ；若无抗裂要求时，其含钢率不宜大于0.5~0.6%，否则，将会引起裂缝开展过大，影响结构的耐久性。

为了便于立板配筋起见，常绘制立板在1米宽的水平板带上跨中与支座的钢筋面积 F_a 与其相应高程 H 的关系曲线(图14-16)，利用它作为立板配筋的依据。

II. 底板计算原则：

底板受到的荷载与悬臂式挡土墙的底板相同，为所有垂直向力(包括底板自重、填土重、地下水压力、上托力、地基反力)迭加的结果。

底板计算分内外两部分：外底板按悬臂板计算，与悬臂式的外底一样；内底板计算应考虑二种情况：



图 14-16

1—按連續板計算的 $H \sim F_a$ 曲綫；2—按三邊支承板計算的 $H \sim F_a$ 曲綫；3—修正曲綫；4—實際配筋曲綫。

A. 若內底板淨寬 l_1 与扶壁淨距 l_2 的比例在1.5以內，即 $l_1/l_2 \leq 1.5$ ，按三邊支承的双向板計算。其計算荷載为內底板所有垂直荷載的迭加值，可分为二个三角形分布荷載計算之(图14-17)。

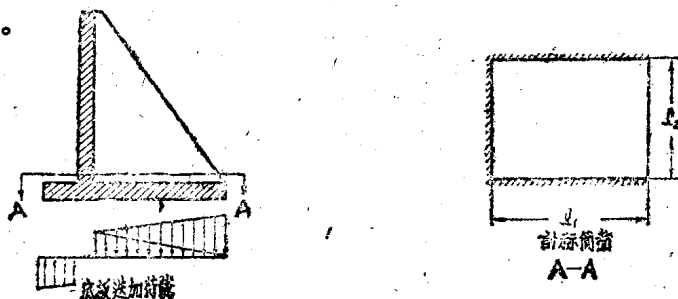


图 14-17

B. 若 $l_1/l_2 > 1.5$ ，則自立板起至离立板 $1.5l_2$ 为止的部分，按三面支承的双向板計算；在此以外的部分，按单向連續板計算。有时允許在这些板带上，取其荷載的平均值作为計算荷載。

底板的厚度，常由施工期特殊稳定的条件所决定，其值往往較大，故可按少筋混凝土結構計算鋼筋，所用的保护层不小于7厘米，最低含鋼率不受限制。

IV. 扶壁計算：

A. 扶壁的受力鋼筋計算：

扶壁在水平向土压力与水压力作用下受弯，同时又在牆身自重与扶壁寬度上的土柱重量作用下受压，而弯矩影响要比压力影响为大，故扶壁是一个大偏心受压构件。但很多設計常忽略压力的作用，作为受弯构件計算。

若按偏心受压計算时，其計算外力草图如图14-18a所示。取扶壁中到中的距离为一計算单位。例如計算断面1-1的受力鋼筋面积时，将断面1-1以上的立板重 N_1 、扶壁重 N_2 、扶壁背面上的土重 N_3 以及水平向压力 ΣE 对鋼筋重心点A求矩，其总和为 M ，同时纵向力之和为 ΣN ，則鋼筋面积为：

$$F_a = \left(\frac{kM}{\gamma h_0 \sigma_T} - \frac{k \Sigma N}{\sigma_T} \right) \sec \theta \quad (14-5)$$

式中 θ ——扶壁斜面与垂綫所成之角；

γh_0 ——受弯破坏时的內矩臂，其中 γ 值建議取为0.85~0.90。

計算数个不同高程断面(3~4个)的鋼筋面积，繪制 $H \sim F_a$ 曲綫(图14-18b)作

为在不同高程截断扶壁钢筋的依据。

扶壁受力钢筋的直径，宜在 $\phi 16$ 以上，个别情况可达 $\phi 40$ 。

扶壁两侧应配置水平向的分布钢筋，直径 $\phi 6$ 或 $\phi 8$ ，间距为25~30厘米。在垂直方向，又须配置架立钢筋 $\phi 10$ 或 $\phi 12$ ，间距可取为30~40厘米。在构造上它们应力求与立板及底板的钢筋间距相协调。

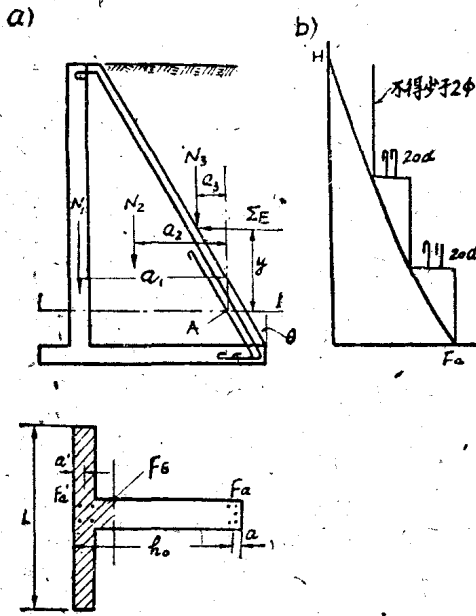


图 14-18

B. 扶壁与立板的固接计算:

如图14-19, 立板受水平向土压力及地下水水压力后, 有与扶壁脱开的趋势, 因而扶壁在水平向受到轴向拉力的作用。设挡土墙在某一高程处的水平向压力强度为 p (以公斤/米²计), 扶壁净距 L_0 以米计。则在扶壁1米高度上承受的拉力为:

$$Z = pL_0.$$

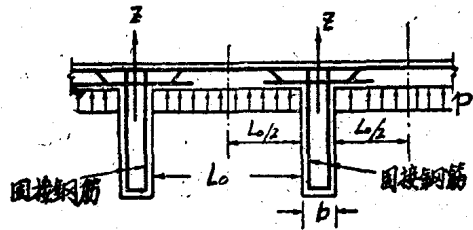


图 14-19

抵抗这个拉力, 必须配置足够的固接钢筋:

$$F_a = \frac{kZ}{\sigma_T}. \tag{14-6}$$

如不许可出现裂缝, 则尚应验算扶壁的宽度 b 是否满足要求:

$$k_T Z = 100bR_p + 300F_a$$

$$b = \frac{k_T Z - 300F_a}{100R_p}, \tag{14-7}$$

式中 k_T ——抗裂安全系数;

b ——扶壁厚度以厘米计。

固接钢筋, 除利用扶壁内全部水平分布钢筋外, 不足之数另加短钢筋补足。短钢筋的选择, 应使其间距能与扶壁水平分布钢筋之间距相协调, 以便绑扎。如不满足抗裂要求时, 应按轴心受拉计算裂缝宽度是否过大, 若开裂过宽则应加大 b 值。

C. 扶壁与内底板的固接计算:

内底板以扶壁为支座, 当扶壁受侧压力向外倾侧时, 内底板亦有与扶壁脱开的趋势, 因而使扶壁受拉。其计算方法同前。

往往将扶壁内的架立钢筋通到底板内作为扶壁与底板的固接钢筋, 如若不够另加短筋, 其间距应与底板的受力钢筋协调。

V. 扶壁式挡土墙的配筋构造要求:

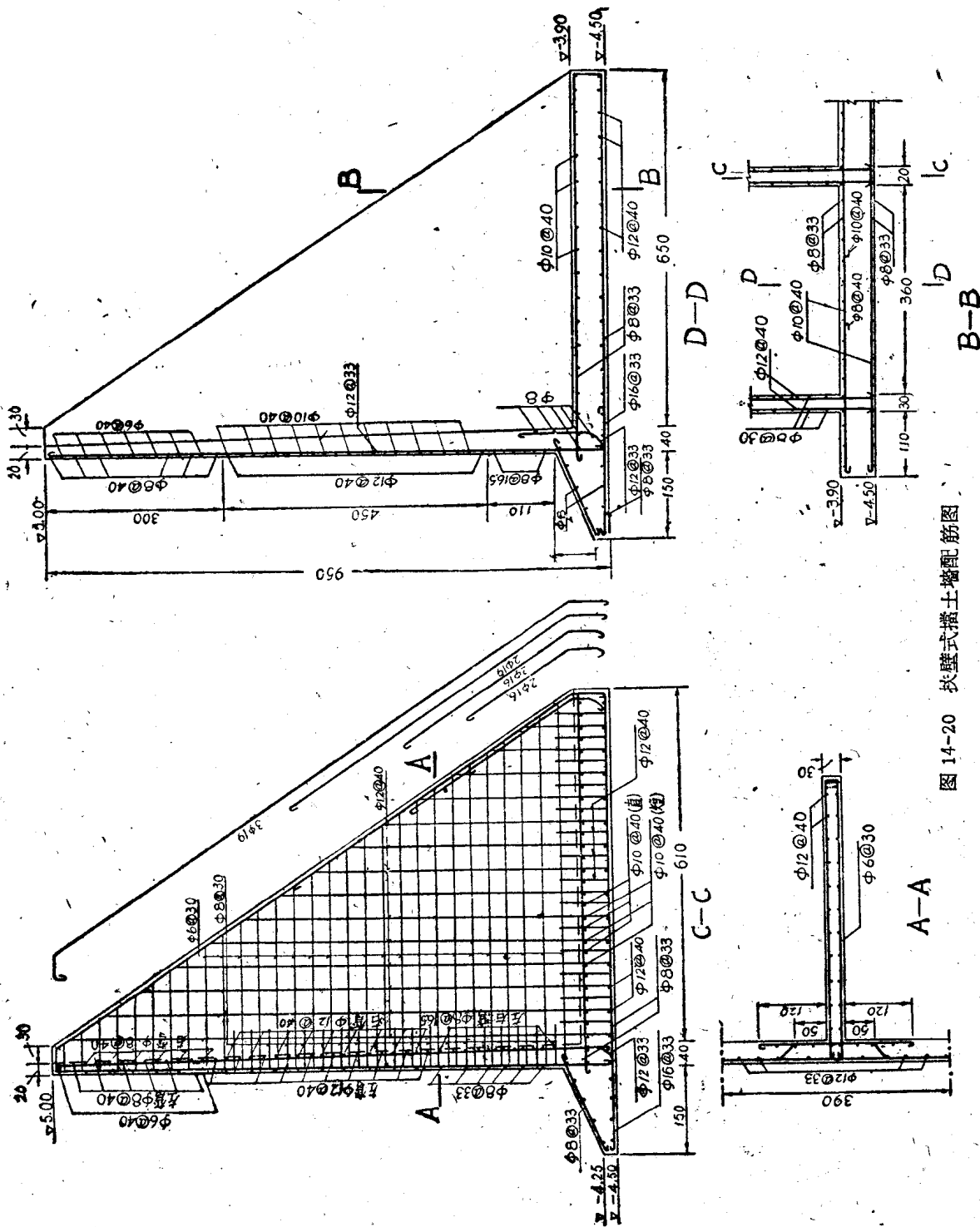


图 14-20 扶壁式横土墙配筋图

1.立板配筋可沿其高度划分为三个或四个水平板带进行，各个板带宽度可以不等。在同一板带上，跨中受力钢筋的间距最大不宜超过25厘米，在跨度的四分之一点处，可以弯起一半作为支座受力钢筋，如弯起钢筋不足支座要求，则另加短筋，其间距应与跨中钢筋间距相协调。在同一板带上，可以选用两种直径。立板垂直向的架立钢筋一般用 $\phi 10$ 或 $\phi 12$ ，其间距可取为30~33厘米，这些架立钢筋在底部即作为三边支承板计算的竖向受力钢筋之用。

2.外底板受力钢筋的面积，应按悬臂板计算而得，可利用立板靠填土面的架立钢筋全部弯过来作为外底板的受力钢筋。如仍不足，则另加短筋或利用内底板下层钢筋伸入补足之。这些钢筋的间距须与由立板弯来的钢筋间距相协调。

3.内底板的钢筋按计算往往很少，故一般可以按构造配置，底层与顶层往往分开，不用弯筋。垂直于立板的方向，用 $\phi 8$ ，其间距可取30~33厘米；平行立板的方向，可用 $\phi 8 \sim \phi 10$ ，其间距不大于25厘米，并应与若干控制断面的钢筋计算值作校核。在支座处，可加必要的短筋。

4.扶壁配筋应注意以下两点意见：

(1)底部受力钢筋可排两层，左右对称排列，到一某高程后，里层钢筋应先截断。底部钢筋须伸入底板内25~30倍直径，中间截断的钢筋须伸到不需要承受拉力的断面以外至少20倍直径(图14-18b)。

(2)扶壁与立板及底板固接的短筋，位在扶壁内的一段长度不宜小于其直径的25倍，并建议不小于50厘米。

图14-20表示扶壁式挡土墙的配筋图形。

§14-4 空箱式挡土墙

I. 空箱式挡土墙的结构形式：

空箱式挡土墙是由顶盖、外立板、内立板、扶壁与隔墙五个部分所组成，有的亦有不用扶壁者。

空箱式挡土墙有单舱式与多舱式两种：单舱式如图14-21所示：如挡土墙底板很宽，需要在内外立板之间再设一道或几道中间立板就形成多舱式。

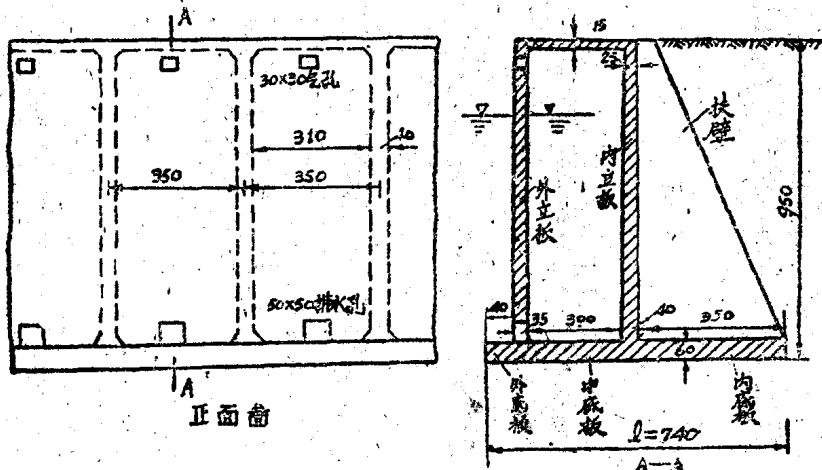


图 14-21 单舱空箱式挡土墙