

344278

天津工学院图书馆

基本馆藏



水工构筑物 减载与降低造价的方法

Г. А. 杜勃洛瓦 著

顧 鵬 飞 譯

人民交通出版社

水工构筑物 减载与降低造价的方法

Г. А. 杜勃洛瓦 著
顧 鵬 飞 譯

人 民 交 通 出 版 社

本書詳細討論了應用最普遍的水工建築物的計算方法。包括岸壁、碼頭、船閘牆、擋土牆和其他承受土壓力的結構。

書中討論了能夠減小建築物作用力、減輕結構，以及降低建築物造價和加快其施工進度的各種工程措施。列舉了蘇聯和其他國家的許多工程實例，對所採用的結構也進行了分析。此外，並介紹了裝配式鋼筋混凝土碼頭建築物的新結構。

本書可供水工建築方面的設計及施工人員參考。

水 工 建 筑 物
減載與降低造價的方法
МЕТОДЫ ОБЛЕГЧЕНИЯ
И УДЕШЕВЛЕНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ

ПРОФ. Г. А. ДУБРОВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
Москва—1959

本書根據蘇聯河運出版社1959年莫斯科俄文版本譯出

顧鵬飛 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版
(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號
新華書店北京發行所發行 全國新華書店經售
人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

1963年7月北京第一版 1963年7月北京第一次印刷

開本：850×1168_{毫米} 印張：9_{1/2}張

全書：306,000字 印數：1—1,000冊

統一書號：15044·3110

定價(10)：1.65元

目 录

前言	5
緒論	6
第一章 建筑物上的荷载及其计算	7
§1 所研究的建筑物的主要型式	7
§2 作用在水工建筑物上的土压力	13
(一) 土壤自重对建筑物的压力	13
(二) 按经典方法确定建筑物上的主动土压力	15
(三) 当土壤沿任一规定的平面滑裂时主动荷载的计算	19
(四) 按“曲线法”计算荷载复杂的挡土墙	24
(五) 按经典方法计算建筑物上的被动土压力	32
§3 按照极限应力状态理论计算土压力的实用方法	33
(一) 主动土压力	33
(二) 图解计算	36
(三) 在计算斜挡土墙上主动土压力时对挡土墙分类的意见	44
(四) 按土壤极限应力状态确定被动土压力	46
(五) Г. А. 杜勃洛瓦图解分析法	50
(六) 关于建筑物上被动土压力计算的结论	58
第二章 建筑物的填方减载措施	60
§4 水工建筑物所受各作用力的单位值	60
§5 石料减载填方和砂料减载填方	63
§6 加固建筑物地基强度的石料填方	69
(一) 填方作用概论	69
(二) 计算基床	71
(三) 结论	77
§7 用砂土填方加固地基	78
§8 用填方增加锚壁和锚板上的被动土压力	79

第三章	石料及砂料減載填方和減載稜體的計算	81
§9	石料減載填方的計算方法	81
§10	复杂断面的減載填方	87
	(一) 按照簡化的方法計算	88
	(二) 齿形稜體填方的施工程序	92
§11	合理利用填方作为減載措施的条件	93
§12	減載填方的合理形式	97
	(一) 最簡單的填方	97
	(二) 梯形填方	99
	(三) 齿形填方	100
§13	減載填方的設置及其計算的結論和建議	104
第四章	用提高土壓力的計算精度、在后部采取專門措施和減載平板等方法，來減輕建築物荷載和提高其穩定性	107
§14	提高建築物計算精度以減少主动土压力	107
	(一) 減少主动土压力的措施	107
	(二) 提高建築物穩定性的措施	107
§15	在建築物計算中土与牆之間的摩擦力問題	110
§16	依靠建築物后部的專門設施來減輕建築物上的主动土压力	114
§17	用減載平板減少建築物上的土压力	119
	(一) 自由支承的平板	119
	(二) 在桩基上的減載平板	123
	(三) 在复杂桩基上的減載平板(減載棧橋)	125
	(四) 減載平板和減載棧橋的計算	128
	(五) 支承減載平板的桩支座的計算	131
	(六) 一端嵌固于建築物內并与建築物成一整体的減載平板	131
	(七) 关于在水工建築物中采用減載平板的簡短的結論	139
第五章	以錨碇設備減輕建築物的荷載	140
§18	建築物錨碇的一般原則	140
	(一) 上世紀中用錨碇方法加固建築物的实例	140

(二) 建筑物锚碇加固措施的新型式·····	144
§19 锚碇式板桩结构建筑物·····	156
(一) 关于在板桩结构中采用减载措施的一般原则·····	156
(二) 独立的锚碇式板桩建筑物简介·····	157
§20 锚碇式板桩岸壁的减载措施·····	162
(一) 在设计板桩岸壁时, 拉条沿高度的合理布置·····	162
(二) 拉条的水下系结法·····	165
(三) 关于板桩岸壁水下系结拉条的意见和结论·····	175
(四) 在设计板桩岸壁时拉条数量的选择·····	176
(五) 用影响主动土压力的方法加固板桩岸壁·····	182
(六) 减载平板在板桩岸壁中的应用·····	185
§21 用影响被动土压力的方法来减少板桩内的弯矩及其 入土深度·····	190
(一) 一般的考虑·····	190
(二) 在形成被动土压力稜体的区域内换土·····	192
(三) 在被动土抗力区域内设置减载措施的作用·····	200
(四) 在土壤被动滑动稜体区域内打减载桩·····	203
(五) 在岸壁前底部加荷载以增加被动土压力·····	208
§22 板桩入土深度受到限制的建筑物·····	210
§23 用堆石减载填方减轻板桩岸壁的主动荷载·····	217
(一) 一般的考虑·····	217
(二) 计算方法的分析和建议·····	218
(三) 填方的效果及其实际应用的原则·····	229
第六章 在建筑物底部结构采取措施以提高水工建筑物的稳 定性和减轻其荷载·····	231
§24 采用特殊的底板提高水工建筑物的稳定性·····	231
(一) 加大底板糙率以提高抗剪强度·····	231
(二) 底板做成反坡以提高建筑物的稳定性·····	234
(三) 在建筑物底板上设置齿墙以提高建筑物的稳定性·····	236
§25 加固靠近建筑物外部边缘处的地基以提高建筑物的 稳定性·····	240
(一) 在荷载作用下土壤的应力状态·····	240

(二) 用換土的方法增加地基强度.....	241
(三) 在建築物前面打桩进行加固.....	244
(四) 在建築物下面打桩进行加固.....	246
(五) 加固靠近建築物外部邊緣的地基.....	250
第七章 装配式水工建築物	252
§26 概論	252
§27 装配式建築物	253
(一) 装配式大型板壁碼頭建築物.....	253
(二) 装配式鋼筋混凝土錨碇岸壁.....	261
(三) 装配式 L 形錨碇岸壁.....	266
(四) 装配式鋼筋混凝土拱式 L 形岸壁.....	271
(五) 具有齒牆的装配式鋼筋混凝土 L 形岸壁.....	275
(六) 在空缺之上有減載平板的装配式鋼筋混凝土岸壁.....	276
(七) 圓筒式挡土建築物.....	278
(八) 半圓筒式錨碇結構.....	281
附录 1 主动土压力	285
附录 2 被动土压力	301
参考文献	307

前 言

根据苏共中央和苏联部长会议1955年8月23日关于建筑工程进一步工业化、改进质量和降低造价的措施的决议，在建筑工程中必须采取措施，保证采用最有利的设计方案。

在降低建筑物造价和加快施工进度的一系列措施中，下列措施占有特殊的地位，这就是在建筑物中最有效的配置建筑材料和最充分地利用建筑物的潜力。

这里指的是这样一些设计方案：能使建筑物最有成效地承担作用在它上面的荷载；在建筑物的强度和稳定性方面，建筑物的材料特性能得到最充分的利用。这一点对于水工建筑物具有特殊的意义，因为它的尺寸和造价完全取决于作用在它上面的力和荷载。

这些措施有一部分已在本书作者所著1951年出版的《水工建筑物上的减载措施》一书中讨论过。在本书中这些措施已经重新加以考虑，并大大地扩充了，主要是补充了一些适用于装配式钢筋混凝土水工结构的措施。

所考虑的水工建筑物（主要的）为最被广泛采用的建筑物型式，其中包括：岸壁、码头、通航船闸的闸墙、各种挡土墙和挡板。

应当提请读者注意的是，在本书中所讨论的当然远没有包括这类建筑物减载和降低造价的全部工程措施。这些措施还可由读者自己根据亲身的设计、施工和研究建筑物的经验，大大地加以补充。

应当指出，在本书付印出版期间，内河航运部中央水运经济科学研究所水工结构实验室在作者领导下，通过试验和实验室的研究，获得了关于土壤和建筑物相互作用的十分重要而又宝贵的资料和数据，并提出了考虑建筑物变形的土压力计算方法。遗憾的是，这些研究成果没有能包括在本书之内，因为在此期间本书已经付印了。关于这一研究成果，可从作者简短的论文《柔性和有变形的建筑物上土压力的分布》一文中去了解，该文刊登在《河运》杂志1958年第10期上（关于该文的勘误表刊登在同一杂志1959年第2期上）。

如果本书中所建议的措施，多少还能工程技术人员在自已设计和建造水工建筑物的实践中采用，那作者就认为已完成了自己的任务。

读者如对本书有任何意见和希望，请通知作者，作者愿先对读者表示诚挚的谢意。

緒 論

減輕水工建築物荷載和降低其造價，以及加速其施工進度的工程方法，主要有下列幾種措施：

1) 在設計建築物時，採用符合規定建築物強度和耐用條件的建築材料；採用當地建築材料可以避免鐵路運輸，並且在很大的程度上保證了建築材料及時運到工地；

2) 所採用的建築物結構形式和結構方案，要能保證建築物的工程量最少，並允許採用最簡單的而同時又是工業化的施工方法，使施工期限最短；

3) 在設計建築物時，應使其結構能保證建築物上力和荷載的作用最有利，減少主動土壓力和增加被動土壓力，以提高建築物的穩定性及其強度；

4) 當設計建築物時，在選擇材料和施工方法方面，應最充分地和最廣泛地考慮所有的現場條件和施工特點；

5) 所採用的施工方法，應使建築物在施工中，在當地條件不利的情況下（雨、霧、冰凍、夏季的高溫），損失最小；

6) 採用工業化的施工方法，並設計由工廠製造鋼筋混凝土構件的裝配式建築物；

7) 根據在具體情況下實際可能採用的施工設備，儘可能加大建築物的塊段；

本書所着重闡述的問題是，通過尋求建築物的最有利結構形式，和創造條件使建築物上力和荷載的作用最恰當，以減輕建築物和降低其造價。

第一章 建筑物上的荷载及其计算

§ 1 所研究的建筑物的主要型式

本书将研究下列在水工建筑中应用最广泛的建筑物：挡土墙、护岸建筑物、码头建筑物、船闸引航道上的导航建筑物、船闸和船坞的闸墙及墙墩等。

已建成的建筑物主要有以下几种型式：

- 1) 重型的重力式建筑物，其稳定性由它的自重来保证；
- 2) 整体式或装配式轻型钢筋混凝土肋形岸壁建筑物；
- 3) 底部固定在土中，顶部自由或锚固的板桩结构；
- 4) 桩式建筑物。

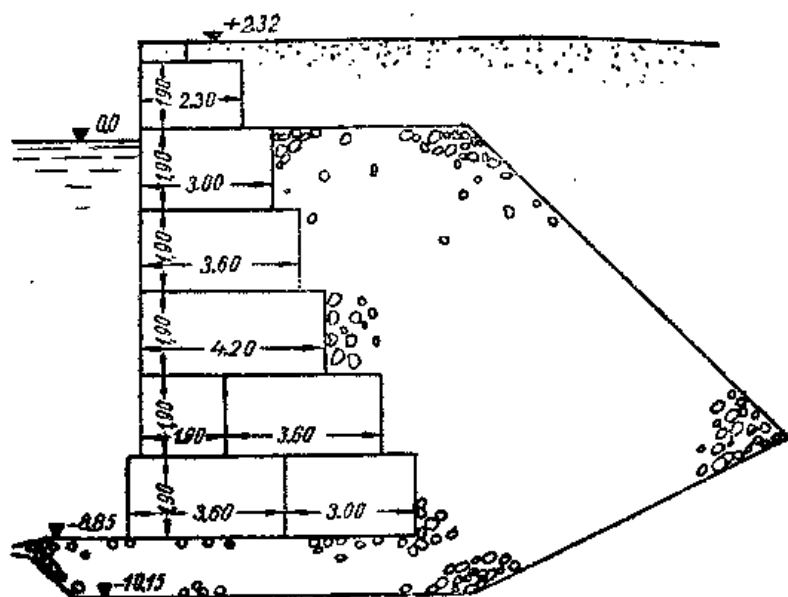


图1 混凝土方块规则砌筑的岸壁

重力式建筑物主要可设计和建造成：由方块砌筑的混凝土块体结构（图1），或连横的整体结构。

在港湾水工建設中广泛地采用着方块砌筑的岸壁。这种岸壁在港湾水工建設中之所以被广泛采用，是由于无需排水即可进行施工，并且方块的制造也比较简单。

长久以来（几乎一百年），在这种重力式岸壁中没有进行过任何重大的改革，只是在晚近20~30年中，才在这种岸壁的结构方面进行了一些改进。

在建造船閘引航道上和水电站的挡土墙及导航墙等河川水工建筑物时，可采用在干地上施工的整体式钢筋混凝土岸壁（图2甲和乙）。

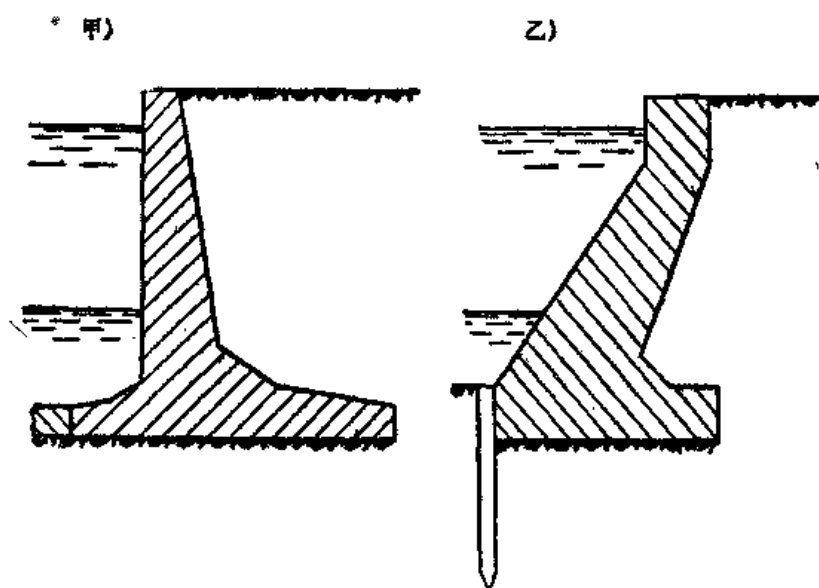


图2 整体式钢筋混凝土岸壁

在苏联的实践中主要采用图2甲所示的岸壁。

如果岸壁底部做成某种斜度，以加大墙的抗滑力这一点不算改进的话，则可以說百年来的設計实践，在这种建筑物中没有提出过任何重大的改进。采用这种措施已经有了30~40年的历史。

导航挡墙和岸壁的钢筋混凝土结构，在水工建筑中得到比较广泛的采用。这种岸壁有多种多样的结构型式，同时，这种岸壁一般是在干地上施工的。

图3所示为某港中已建成的钢筋混凝土大体积沉箱岸壁。

图4所示为扶壁式钢筋混凝土L形岸壁，这种岸壁在河川水利工程中

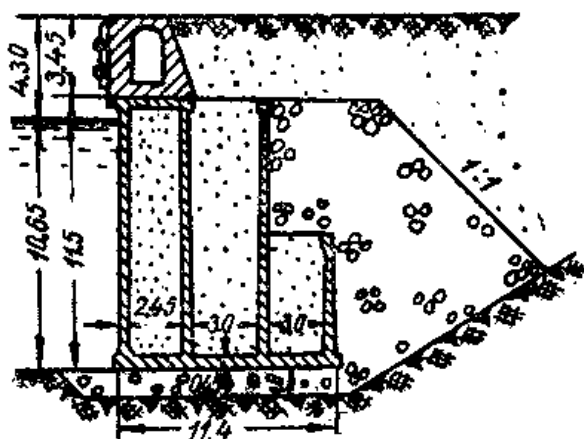
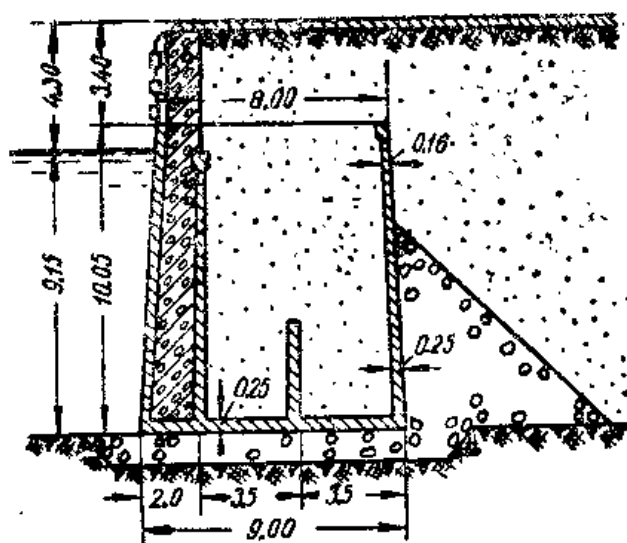


图3 钢筋混凝土大体横沉箱岸壁

被广泛采用。它与钢筋混凝土和纯混凝土L形岸壁的主要区别是在其后部具有扶壁。

这种建筑物的施工（像钢筋混凝土建筑物一样）通常是在干地上进行的，不过在水下地基上也可以采用这种建筑物。在后一种情况下，挡土墙完全在岸上制造好，而后用起重机吊起，浮运到施工现场（用同一起重机），并安放到底先清理过的地基上。

这种做法只有当建筑物尺寸不大，或者在具备起重能力超过60吨的起重机时，才有可能。

图5所示为1938年在莫斯科河上修建的在桩基上的倾斜的扶壁式钢筋混凝土岸壁[1]。这个岸壁的高度约为6.8米，扶壁间距采用4.1米，面板厚0.18米，扶壁厚0.35米。岸壁的斜面用花岗石镶护。

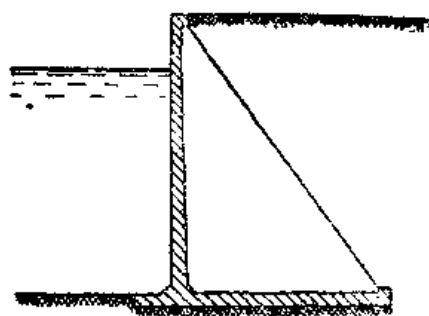


图4 扶壁式钢筋混凝土L形岸壁

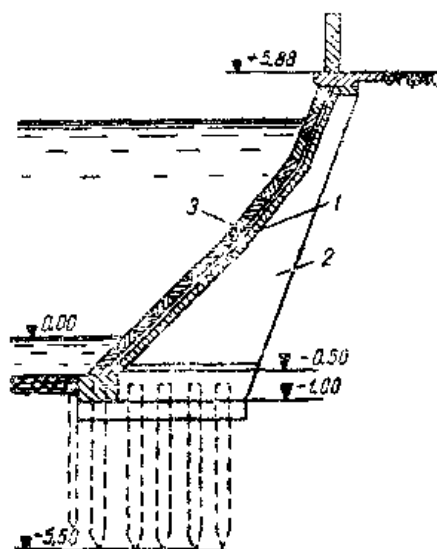


图5 倾斜的扶壁式钢筋混凝土岸壁

1-面板；2-扶壁；3-花岗石护面

倾斜式或斜坡式岸壁（图6）在河川护岸工程中可以算是独具风格的钢筋混凝土岸壁。图6甲所示为1936年在莫斯科河上修建的岸壁[1]。这个岸壁为断面呈折线形的钢筋混凝土连续平板，其底部支承在不大的专门的混凝土块基础上，而上部跨中部分则支承于经开挖过的河岸土坡上。钢筋混凝土板与基础用铰式钢筋连接。这种岸壁是一种由支承填土的挡土墙到护坡的过渡型式。

图6乙所示也是在大约同一时期建造的斜坡式岸壁。这种结构与前一种结构（图6甲）的不同点在于：在第一种结构中，它在土压力作用下的工作条件不完全是一般的，因为这种岸壁的顶部放在土上，而底部铰支在混凝土基础上。理论上这种岸壁的工作像一端带有铰支座的弹性地基梁。实际上这种梁的工作条件是极不确定的。

高桩台和低桩台的桩型岸壁在本书中不予考虑。这种岸壁在许多关于

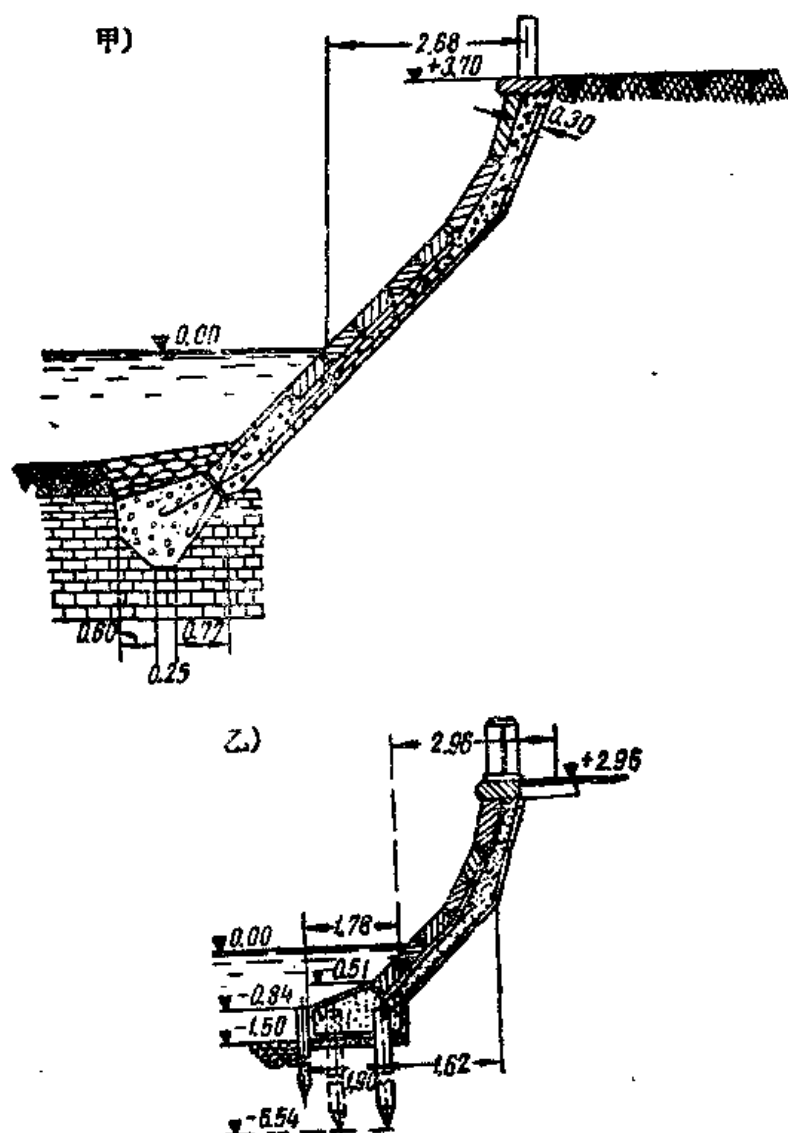


图 6 斜坡式钢筋混凝土岸壁

碼頭建筑物的文献中有很詳尽的阐述。

在水利工程中所采用的板桩岸壁(图7)其形式有上端为自由的无锚碇岸壁,单拉条锚碇岸壁,和双拉条锚碇岸壁。

迄今为止,在大多数情况下,这种岸壁是用钢板桩建成的。然而用钢筋混凝土板桩和木板桩建造这种岸壁也有许多实例。木板桩在现时很少采用,

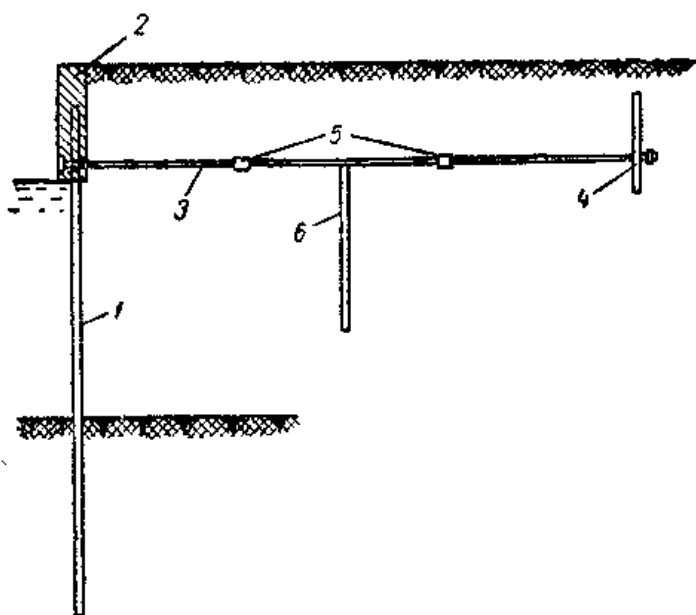


图7 单拉条板桩岸壁

1-板桩；2-混凝土顶盖；3-拉条；4-钢的或钢筋混凝土的锚板；
5-套管接头；6-拉条的支座

主要用在修建一些水深不大的码头和岸壁。

在上列三种板桩岸壁中，最广泛采用的是单拉条锚碇岸壁。顶端自由无锚碇的岸壁仅在深度很浅的岸壁中才采用。

双拉条锚碇岸壁之所以采用得比较少，显然是由于缺乏充分论证的计算方法。

锚碇式板桩建筑物无论在造价方面和建筑材料的消耗方面，都是最有成效的建筑物之一。此外，板桩建筑物的施工期限相对说也比较短。这些就是为什么在苏联和国外极广泛地采用这种建筑物的原因。同时，从前特别广泛地采用钢板桩建造这种建筑物。

由于近年来在苏联建筑工程中广泛地采用装配式钢筋混凝土结构，并为此目的建立了一系列大型的钢筋混凝土构件工厂。因此，现时各设计院和科学研究院正在研究关于进一步广泛地发展钢筋混凝土板桩岸壁建筑工程的措施和设计方案。

§ 2 作用在水工建筑物上的土压力

在計算海上与河川水工建筑物时，所必須遵循的基本計算原則，以及作用在这些建筑物上的專門荷載的表格及其計算組合，均已列入苏联部长會議国家建設委员会批准的《建筑法規》第Ⅱ章 A1部分第二节和第Ⅱ章 A2部分第三节內。

本章將討論作用在建筑物（上节所述的）上的基本力和荷載的計算方法。这些方法包括現行的和作者建議的。

土壤可以通过下列几种方式作用在建筑物上：

- 1) 作为压重，其自重对建筑物产生压力；
- 2) 作为主动土压力（土推力）；
- 3) 作为被动土压力（土抗力）。

（一）土壤自重对建筑物的压力

在水工建筑物中，土壤和堆石往往是建筑物的組成部分，或者是作为压重而对建筑物产生压力。在設計水工建筑物时，对于石料和填土重量的确定必須特別重視。

根据粗略的資料来取用填土和石料的容重是完全不允許的，因为这将在計算中造成錯誤。这种錯誤在某种情况下会过多地增加建筑物的造价，而在另一种情况下会对建筑物强度和稳定性的可能发生的危險估計不足。为了避免这种錯誤，在确定回填物的重量时，必須严格考虑所有影响填料容重及其总重的情况和因素。

在建筑水工建筑物时，回填石料可能直接填在建筑物內部（例如木籠結構物內的填石），或者用来回填建筑物后面的空間，在建筑物后面設置減載措施，或者作为建筑物下面的块石和碎石基床等等。

为上述目的所采用的石料，可以是各种各样的岩石（火成岩和沉积岩），其强度、比重和容重的差別可能很大。在火成岩中采用的有玄武岩、正长岩、斑岩、閃长岩，在沉积岩中采用的有石灰岩、泥灰岩和砂岩等。

如果堆石是火成岩（花崗石，正长岩），則其总的孔隙率指标基本上可以用块石之間的孔隙数量来表示。例如，当輝綠岩堆石体的总孔隙率 $n = 36\%$ 时，岩石內部的孔隙率仅占 1% ，而各石块之間的孔隙率占 35% 。当堆石沉于水中时，它在水中的容重由于块石受水的浮力而有改变。

在这种情况下，堆石在水中的容重 γ_0 可以根据块石在空气中的容重及

其孔隙率，按下列公式确定。

$$\gamma_0 = \gamma + n \times 1 - 1 \quad (1)$$

例如：当堆石在水中的孔隙率 $n=35\%$ 及它在空气中的容重 $\gamma=1.90$ 吨/立方米时，其在水中的容重等于：

$$\gamma_0 = 1.90 + 0.35 \times 1 - 1 = 1.25 \text{ 吨/立方米}$$

当采用孔隙率很大的堆石时，仅仅知道它在空气中的容重是不够的。由于孔隙率大，这种石料的吸水性很强，因此它的容重在水下可能有很大的变化。例如：在砂岩中，石料本身（而不是堆石体）的孔隙率达29%。因此，当采用砂岩堆筑时，必须知道它的孔隙率和水饱和系数。通常石料被水完全饱和（稳定的饱和）的时间是不长的——从几小时到几天。因此，实际上可以认为：水下堆筑的石料，其孔隙是充满水的。

堆石体孔隙率（块石之间的孔隙体积）的变化范围很大，它取决于石块的大小，以及其尺寸的均匀性和石块的砌筑（或堆筑）方法。根据 A.T. 费多罗夫的资料[20]，尺寸筛分过的石料，其孔隙体积达30~45%。在沒有筛分过的石料中，或者大孔隙中填以较细的石料，则孔隙体积可以减少到10~15%（对于同样的石料），这使堆石在水中的容重由0.75吨/立方米变化到1.40吨/立方米，就是说，几乎增加了一倍。

在编制设计时，堆石在水中的浮容重有时候取其平均值 $\gamma_0=1.10$ 吨/立方米。如果去掉水中堆石体容重的极端数值（0.75和1.40吨/立方米），并对照一下容重的实际数字0.90~1.30吨/立方米，则在这种情况下，取平均值1.10吨/立方米在堆石容重中造成的误差在20%范围以内。

在建筑物设计过程中的填土重量

土壤在空气中的容重建议按下列公式确定。

$$\gamma = (1 - e_0) \delta \quad (2)$$

而土在水中的重量，当土壤全部孔隙充满水（即水饱和状态）时，按下列公式确定：

$$\gamma_{\text{H}} = (1 - e_0) \delta + e_0$$

或

$$\gamma_{\text{H}} = \delta - e_0(\delta - 1) \quad (3)$$

土在水下（悬浮状态）的容重：

$$\gamma_{\text{B}} = \gamma_{\text{H}} - 1 = \delta - e_0(\delta - 1) - 1$$

或

$$\gamma_{\text{B}} = \gamma + e_0 - 1 \quad (4)$$