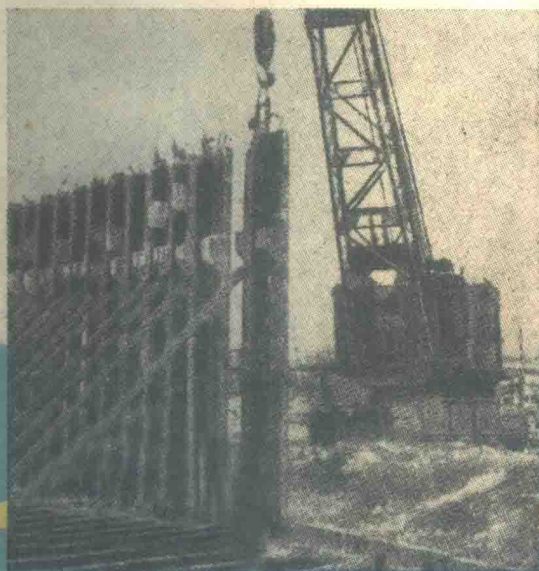


装配式钢筋混凝土水工建筑物

В. В. 古列維奇 著

陈万佳 袁一虹 邱 驹 译



人民交通出版社

装配式钢筋混凝土水工建筑物

В. В. 古 列 維 奇 著

陈万佳 袁一虹 邱 驹 译

人 民 交 通 出 版 社

本書敘述了用工业化方法建造的装配式鋼筋混凝土內河碼頭、护岸及升船建築物的設計和施工經驗。

簡要地討論了現代工业化型式的岸壁，闡述了岸壁的結構標準化和定型化的原則。

占本書較多篇幅的是新型建築物的計算構造材料及施工工藝。

除新型建築物技術經濟指標外，還列有在試驗室及現場條件下所進行的試驗研究的主要成果。

本書可供有關港口及升船等水工建築物的設計及施工工程師和技術員參考，也可以作為運輸類高等學校水工建築專業學生的學習參考書。

装配式鋼筋混凝土水工建築物

В. Б. ГУРЕВИЧ
канд. техн. наук

СТРОИТЕЛЬСТВО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

(РАСЧЕТЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ
И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
МОСКВА — 1961

本書根據蘇聯河運出版社1961年莫斯科俄文版本譯出

陳萬佳 袁一虹 邱駒 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証出字第〇〇六號

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

1964年2月北京第一版 1964年2月北京第一次印刷

開本：850×1168 1/32 印張：8 1/2

全書：248,000字 印數：1—2,200冊

統一書號：15044·3116

定價(科七)：1.40元

目 录

序 言	3
-----	---

第一篇 碼頭岸壁

第一章 現代型式的岸壁	5
重力式岸壁	5
有錨板桩墙 (板桩岸壁)	25
桩基岸壁	53
第二章 港口水工建筑物工业化施工的基本方向	60
岸壁結構的标准化和定型化	60
构件参数的选择	68
装配式钢筋混凝土构件的規格	73
施工組織	75
第三章 作用在碼頭岸壁上的荷載	75
墙自重产生的荷載	76
回填土側压力和碼頭地面上使用荷載	76
船舶荷載	86
波浪荷載和冰荷載	91
第四章 有錨钢筋混凝土板桩岸壁的計算	93
被动土压力 (土抗力) 的計算	93
板桩墙計算	105
錨杆計算	107
錨碇板計算	110
岸壁整体稳定性的計算	114
第五章 具有錨碇垂直构件的 L 形断面岸壁的計算	118
岸壁基础的計算	118
岸壁构件的計算及設計	145

第六章 装配式钢筋混凝土码头岸壁的施工实例.....	159
装配式钢筋混凝土构件的制造.....	160
L形断面岸壁的施工.....	175
丁字形截面有锚钢筋混凝土板桩岸壁的施工.....	180
第七章 现场及试验室研究.....	188
测量仪器.....	189
L形断面岸壁的现场研究.....	193
丁字形截面有锚钢筋混凝土板桩岸壁的现场研究.....	199
锚碇板的试验室及现场研究.....	205

第二篇 护坡和船台水下部分

第八章 护坡.....	216
“干地”施工的护坡.....	216
水下护坡.....	223
第九章 船台的水下部分.....	231
船台的施工实例.....	232
船台的设计实例.....	241
关于船台移船道计算的若干建议.....	247
附录.....	250
有锚板桩墙按计算极限状态方法的计算.....	250
本书所用的和推荐的文献.....	258

序 言

最近几年，在苏联内河水道上要建造上千米长的碼頭岸壁，鋪設近十万平方米的土質防护建筑物及护岸建筑物的护面，并修建大量升船建筑物。广泛采用工业化的施工方法是胜利完成这些建筑工程的必要条件，这种方法能够使用建筑工业企业中制成的标准化的装配式构件和零件，并可借助于高效率的机器和机械进行建筑物的安装。

上述这些建筑物的現代化施工經驗表明，最合理的是采用装配式鋼筋混凝土结构。因此，制定装配式鋼筋混凝土运河水工建筑物的設計方案，已成为内河运输的迫切需要。

苏联运河水工設計院制定了許多新型式的水工建筑物，这些型式是符合現代化建筑施工工艺要求的，并可采用工业化方法来建造。

新型结构方案具有較优越的技术经济指标，这就有助于这些结构在建筑工程中广泛应用。許多结构已經获得了好評。特别是，由丁字形截面的預应力有錨板桩組成的岸壁结构，曾被1960年苏联国民經济成就展覽会主任委员会評为三等奖。本书根据苏联运河水工設計院，以及与其有协作关系的施工和科学研究单位的現有經驗，闡述了有关水工建筑物装配式结构的設計、结构定型化和标准化、現場研究及观测、施工方法及施工組織等問題。

本书也討論了，目前在运河水工建筑物建設中得到最广泛应用的丁字形截面有錨板桩墙和装配式鋼筋混凝土L形岸壁结构的計算、設計和施工的專門問題。对于有錨板桩墙岸壁还提出了新的按极限状态計算的方法。

应当指出，目前正在按苏联运河水工設計院所制定的設計，进行新型结构建筑物的施工（帕夫洛达尔港和彼尔姆港的岸壁，伏尔加-波罗的海运河上的护岸），并在苏联运河水工設計院的参加下，即将完成許多有意义的現場研究（烏斯特頓涅次港的第二阶段試驗工作，奧薩河碼頭及薩拉托夫堤坝的試驗等），这些有关材料将在以后发表。

作者認為，自己有义务在这里表彰苏联运河水工設計院的工程師們，因为他們在制定和研究新型水工建筑物中发揚了可貴的創造精神，这些工程師是：З.Г.科尔夫，Г.И.热兰金，В.И.帕霍莫夫，С.Н.列瓦契夫，Д.И.

布勃利科夫等；此外，尚有 M.C. 鮑勃罗夫斯基工程师，伏尔加顿运河建筑工程局烏斯特頓涅次港工区主任 П.В. 馬尔克維奇工程师，苏联運輸建筑工程部中央建筑科学研究所的工作人員技术科学副博士 К.Д. 拉迪琴科、И.А. 雅罗斯拉夫采夫，以及苏联中央水运經濟科学研究所的领导人技术科学副博士 М.Э. 普拉基达。

在这里，作者向为本书中許多关系式进行校对的 М.И. 勃隆什田工程师，以及在审阅手稿时提出建議的 И.А. 卡佩尔洛工程师致以謝意。

第一篇 碼頭岸壁

第一章 現代型式的岸壁

許多教科書和專門論文〔5、6、17、45、48、64〕所敘述的碼頭岸壁典型結構，主要是屬於海港建築工程的。

近年來蘇聯河運水工設計院和其他設計機構制訂了許多內河碼頭建築物的新結構型式。在這個時期內，過去的設計文件和圖紙中所推薦的某些建築物結構經受了實踐的檢驗，並且根據所得的結果而被改善了。

本章內主要討論近一個時期來，在設計和施工實踐中得到最廣泛採用的直立式岸壁的新的工業化結構，以及某些其它型式的結構。此外，這裡也敘述了目前尚未失去其價值的舊有岸壁結構；還舉了採用最現代岸壁結構某些構件來建造其它類型水工建築物（防波堤、船閘等）的例子。

在結構方面，將內河碼頭岸壁主要分為下列幾種型式：重力式岸壁、鋪設板樁牆（岸壁）、樁基岸壁。此外，也採用混合結構，即該結構中兼有上述幾種岸壁型式的構件。

重力式岸壁

重力式岸壁由其自重保持穩定；當其高度較大時，它們對地基土壤造成很大的壓力。因此，重力式岸壁最好建造在有足夠承載能力的密實地基土壤上。直到目前為止，對打樁極端困難的土壤，他們還是唯一的岸壁型式。

目前在建造海港和河港時，仍在採用由木料、現澆的混凝土和鋼筋混凝土作成的非工業化的舊式岸壁。

木籠式岸壁就是這類岸壁型式之一。它的特点（對於大水位差的河流）是具有比較小的木籠部分，和較高的片石混凝土或混凝土的上部結構（圖1），上部結構位於木材腐朽水位（氣溫不超過 $+5^{\circ}\text{C}$ 時的水位）以上。

有時，在施工水位變動範圍內安放混凝土方塊或用混凝土充填的鋼筋混凝土空箱，而後再澆筑片石混凝土上部結構。需用大量優質木料和石料的上部結構，既很費工又很貴；只有在蘇聯北部森林地區，由於有大量當地建築材料，且當地沒有預制裝配式鋼筋混凝土構件的工業基地和起重能力較大的

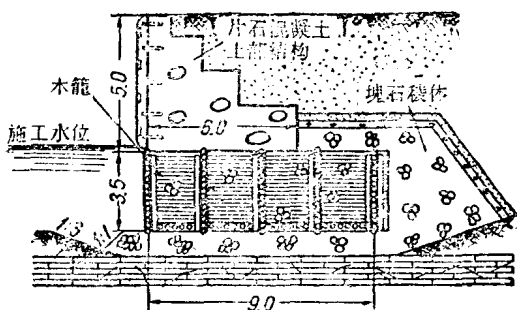


图1 上部結構为片石混凝土的木籠岸壁

起重機，采用这种結構才能認為是正确的。

直到近时，在新建的运河和水庫（在灌水以前）上，除了木籠岸壁外，还采用了 L 形混凝土岸壁。这些岸壁需要大量的水泥和模板木料，此外，它們的施工也非常繁重。今后，即使是用鑲面板或是移动式的工具模板，采用这类岸壁建筑物也不能認為是正确的。

工业化型式的岸壁在目前得到了推广。所謂工业化型式是指由預先在建桥工业企业中制造而在現場采用高工效机械安装的装配式构件組成的結構型式。

由装配式钢筋混凝土构件組成的框籠式岸壁 由装配式钢筋混凝土构件（梁）組成的框籠，被采用于煤庫的棧桥和挡土墙上，以及在鉄路建筑中。框籠的单个钢筋混凝土构件（梁）重量为 1~1.5 吨；它們具有矩形的、丁字形的或工字形的截面。

框籠的各个构件之間是借助于端部的接榫（鎖口）相互連接的。框籠构件沿墙高可以安設成紧密相接的，也可以安設成透空的。透空的框籠前格應該填以块石；对于正面墙为紧密的框籠，如果构件接合处确实紧密时，正面牆壁后也可以填以砂或砾石。

在某一海港中建成的高 10.2 米的直立式岸壁〔5〕，以及为新西伯利亚河港設計的碼頭岸壁，都属于这类岸壁。

1957 年苏联河运水工設計院制訂了一种供作小型河港碼頭“干地施工”的框籠式岸壁定型設計（图 2），它是由装配式钢筋混凝土构件組成的，其高度为 6~6.5 米。

岸壁主体为无底框籠，这种框籠系由一些单个的钢筋混凝土构件装配而成。岸壁的正面縱向墙为紧密无間隙的，而其余的縱向墙和橫向墙沿高度有間隙。

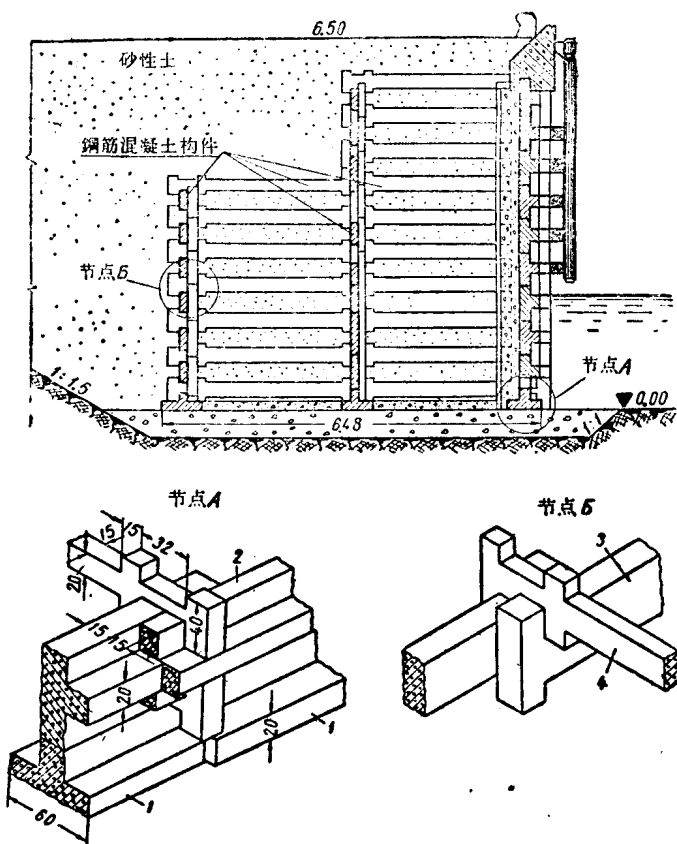


图2 由装配式钢筋混凝土构件组成的框筒式岸壁

在岸壁的正面縱牆頂上設有現浇的钢筋混凝土帽梁，它与固定系船柱的整体混凝土块体連接。框筒是在經過仔細整平的碎石或卵石基床上装配的。

岸壁采用了四种基本型式的装配式钢筋混凝土构件（參看图2），丁字形截面的基础梁1，岸壁正面牆的丁字形截面梁2，中間和背面縱向牆的 40×25 厘米矩形截面梁3，以及橫向牆的 20×15 厘米矩形截面构件4。

当框筒尺寸（軸与軸間）采用 310×294 厘米时，装配式构件的长度为 $294 \sim 372$ 厘米。

根据构件重量不超过1.5吨的条件，正面縱向牆的丁字形构件翼板宽度取用60厘米；翼板厚度为15厘米，包括翼板的肋高为35厘米，后者是根据回

填土水平侧压力作用下的强度和抗裂度的计算而确定的。

岸壁正面的不漏土性是靠由不同粒径的砾石或碎石组成的垂直反滤层来保证的，反滤层填于岸壁正面墙和放在框籠里面的木隔板之间。框籠填以砂性土。

这种型式的岸壁1960年曾在安加拉河上的烏索利耶建造过。

由装配式钢筋混凝土构件组成的框籠式岸壁有下列优点：构件重量小并便于运输，因而能使用被普遍采用的起重能力为3吨的起重运输设备；装配简单，没有埋置铁件。

此种结构的主要缺点是安装工程很繁重，这是由于构件数量多（每米碼頭12~15件）而造成的，特别是当大型港口中工程量很大时。

上述结构可建议在有装配式构件中心预制工厂、碼頭为“干地施工”、工程量不大，以及大尺寸构件运输困难和缺乏起重能力大的起重机的地区采用。

由立体块体组成的L形断面岸壁 这种型式的岸壁是由相同的L形断面块体组成的；为了减轻单个构件的重量，有时它们由L形块壁式块体形式的支墩和支承在它上面的板组成。

由单个L形块体组成的碼頭曾在黑海的一个港口中建造过〔64〕。

1938年在瑞典的一个港口中曾经建造了由预制的钢筋混凝土构件组成的长120米的碼頭岸壁（图3）。岸壁前水深等于6.7米；地基为花岗岩；岸壁

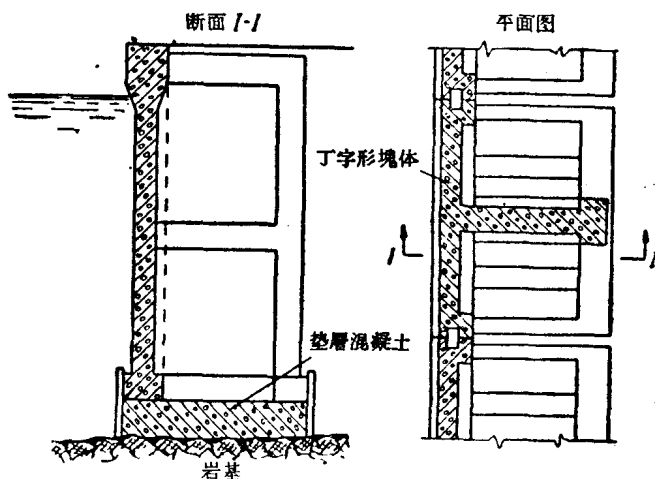


图3 由丁字形装配式构件组成的岸壁

的直立墙由高約 7 米的丁字形（平面上）預制构件組成，这些构件是用 60 吨的浮式起重机将其互相紧密地安置在临时支承上。

在岸壁全长上将直立墙的构件安放和联接好以后，用水下浇筑混凝土方法来浇筑整片混凝土基础，然后填滿各个构件之間的接縫。用块石进行回填。岸壁頂部用 L 形墙加强，它也是装配式钢筋混凝土的。这种岸壁建造方法的主要优点是减少了潛水工作量。岸壁正面墙安装的平均速度是每昼夜 4 米。

1957 年在热兰的維斯拉-布格水利枢纽（华沙区）的尾段，曾建造了长 400 米的半斜坡式碼頭岸壁（图 4），这段碼頭是为热电站卸煤用的。高 4 米的岸壁直立部分是 L 形扶壁牆；而坡度 1 : 1、高 2 米的斜坡部分是用带孔的装配式板在双层反滤层上作的护面。

L 形扶壁牆由横截面为 4×4.75 米、沿岸壁綫长度为 2 米、重約 15 吨的装配式构件（块体）組成，墙厚 15 厘米。块体是用 200 号混凝土制成的，模板是金

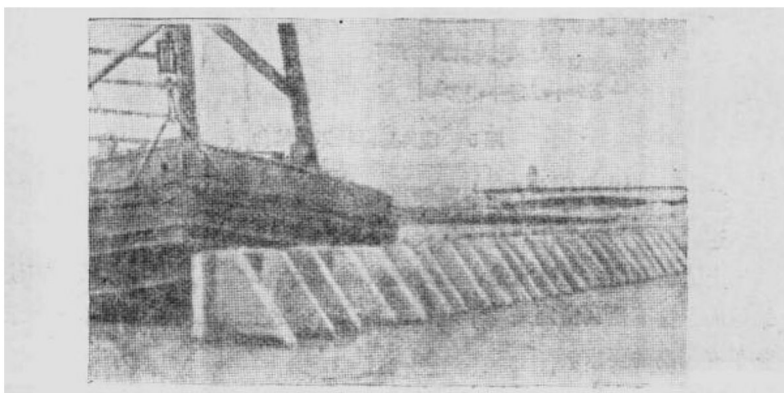
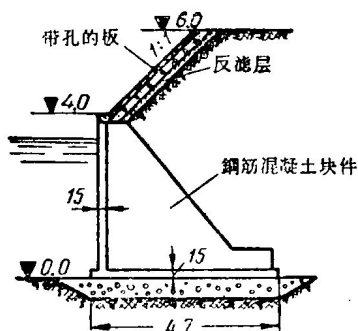


图 4 由 L 形断面立体块体組成的岸壁
上图一横断面；下图一块体在建筑物中的安放

属的。混凝土是用输送机送入模板的，混凝土的震捣是用附着于模板上的平板式震捣器进行的。混凝土未采用蒸汽养护，模板在浇筑混凝土七天后拆除。

岸壁的装配式块体用装在驳船上的起重量为20吨的起重机，安放在整平精度为2~3厘米的砾石基床上。基床的粗平是用刚性刮刀(钢轨)进行的，细平是由潜水员来进行的。在块体之间(10~15厘米缝隙)安设木模板，缝隙填以坍落度为1厘米的干硬混凝土。虽然安装时没有采用导架，但块体对设计位置的偏差并未超过2~3厘米，这有助于试验段上岸壁安装规程的制订。

岸壁在七个月内建成。岸壁直立部分每米的混凝土用量为 2.83米^3 。

建造瑞典某港的岸壁时，作为基床组成部分的是水下浇筑的3米宽的混凝土支墩，每隔6米一个。支墩上面放置高10米和底宽6.3米的装配式钢筋混凝土扶壁。在平面图上成拱形的厚35厘米的钢筋混凝土挡板支于扶壁间[5]。岸壁用现浇的混凝土帽梁封顶(图5)。

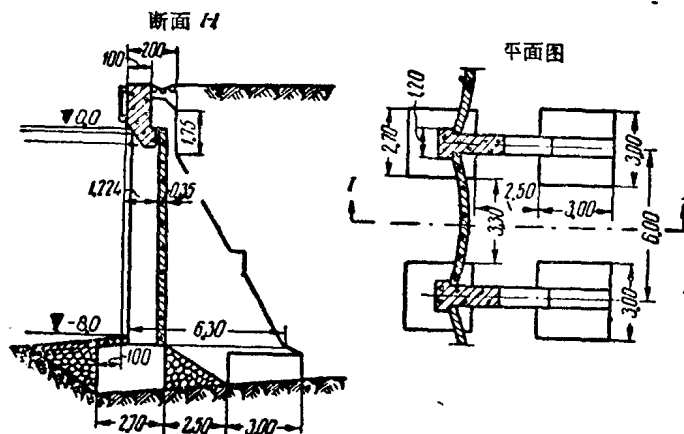


图5 瑞典某港的岸壁结构

基础设计院曾制订了几个同类岸壁的结构方案。

这种型式岸壁的优点是块体大，可以加快施工速度。

上述结构的主要缺点是，当岸壁较高(大于5米)时，扶壁式L形块体笨重而运输不便(特别是“干地施工”时)；水下施工时，则对基床的水下整平有较高的要求。

沉箱岸壁 当工程量较大和水深足够时，采用沉箱建造岸壁是合理的。

沉箱码头建筑物的结构及其建筑施工方法在文献[6, 45]中有广泛的叙

述。

1958年苏联河运水工設計院制訂了由沉箱和钢筋混凝土L形扶壁式上部结构組成的岸壁定型設計，高度为9.5米以下（图6）。取沉箱长度等于9米，上部结构长度等于4.5米，为了保证較好的施工质量和简化模板，上部结构和沉箱的薄壁构件均由单个的钢筋混凝土板在平台上装配而成。

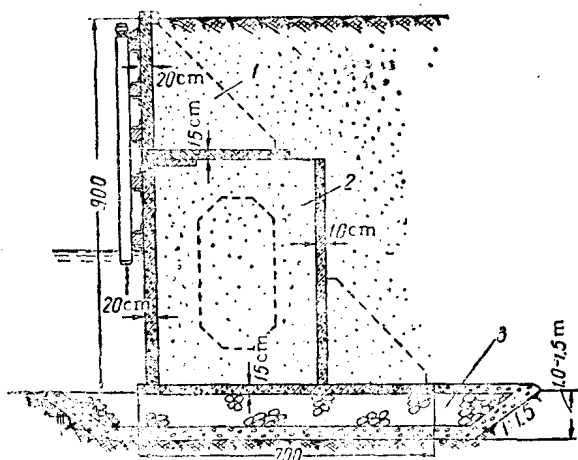


图6 由沉箱及L形钢筋混凝土上部结构組成的岸壁的横断面
1-上部结构；2-沉箱；3-塊石基床

岸壁正面墙的板厚为20厘米，沉箱和上部结构的扶壁、沉箱的横隔墙及底板厚为15厘米，沉箱背面的縱墙厚为10厘米。将板装配成空間系統，用埋置鉄件的焊接和噴浆盖縫使之成为整体。

沉箱借助于專門的下水設備（滑道）放下水去，并安放在經過仔細整平的块石基床上。L形上部结构用起重机安放在沉箱上。

在布置系船柱的地方，在沉箱上設有現場浇筑的混凝土系船柱块体。

为了防护船舶从正面对岸壁薄壁构件的撞击，在其上裝置靠船护木。

这种结构的优点是全部装配化和使用大型构件，可以高速度地建造。

这种型式岸壁的缺点是：钢筋混凝土用量大（部分岸壁构件仅仅是为了使结构具有浮性所需），吃水大（达3.5米），单个构件裝置成整体較复杂，以及要用專門的下水設備。

在建造高尔基下伏尔加岸壁式护岸时，曾采用了类似的结构，但没有上部结构。沉箱的尺寸为14×6×6米。为了減輕重量，岸壁正面墙由两块厚

4 厘米的平行板組成，沉箱安置好以後，兩塊板中間的空間填以混凝土。

單個的裝配式構件是在戈羅杰茨船廠製造的，並直接在臨時滑道附近的施工場地上拼裝（圖 7）。此時，將板安裝成空間系統占時間很多，因為板上所有伸出的鋼筋都必須相互焊接起來，然後澆築這些板的接縫。例如，在沉箱的 50 米³ 的混凝土中灌縫混凝土占 11 米³。沉箱的裝配和灌縫用了兩周多的時間，這些工程共用了 72 個工日。

製造沉箱採用的混凝土配合比的選擇是按照對造船的要求進行的：混凝土的標號為 300，水灰比 $\left(\frac{B}{U}\right)$ 等於

0.45，水泥（500 號）用量為 400 公斤，水 180 升，粒徑 5~25 毫米的礫石 1230 公斤，砂（平均粒徑 0.3 毫米）

598 公斤，坍落度 6 厘米。灌縫用的砂漿的配合如下：標號為 300，水灰比

$\left(\frac{B}{U}\right)$ 0.45，水泥用量 550 公斤，水 230 升，粒徑 5~15 毫米的礫石 1065 公斤，砂 525 公斤，坍落度 16~18 厘米。

為了適應伏爾加-卡馬河流域下游水利樞紐中港口的建設，蘇聯河運水工設計院設計了建築在密實土壤上的新型岸壁。

岸壁由高度不大的沉箱（根據施工水位的標高在設計底標高以上 3~4 米考慮的）和有錨的肋形截面的裝配式垂直構件組成（圖 8）。

沉箱為長 17.4 米、高 4.3 米、底寬 9.8 米的鋼筋混凝土薄壁箱子。沉箱正面牆的厚度採取 18 厘米，端牆、底板及橫隔牆厚度採取 15 厘米，中間及背面的縱向牆厚度採取 10 厘米。

受到周期性凍融循環作用的岸壁正面牆和上部結構裝配式構件（當水利樞紐下游水位變化時）用預應力鋼筋混凝土制成，其混凝土標號為 300，抗滲標號為 B-8，抗凍標號為 200。在預制廠或預制場上制成的沉箱的單塊裝配式平板，借助於埋置鐵件的焊接互相連接起來，並用水泥槍噴射 1:2 的水

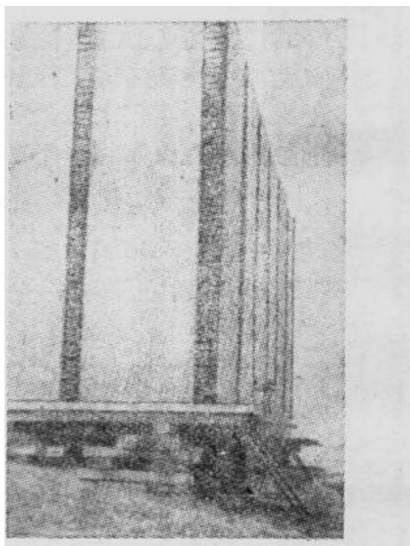


圖 7 由單塊平板組成的沉箱在臨時滑道上裝配

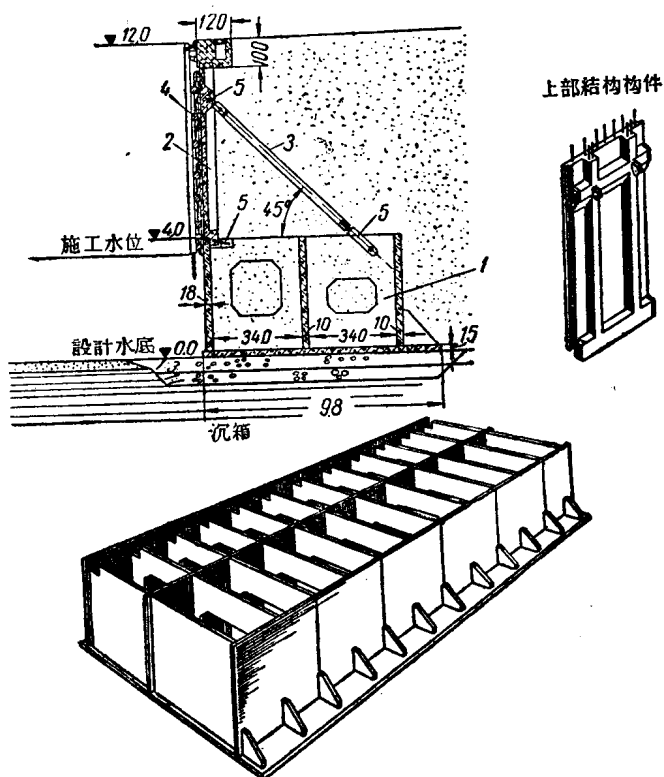


图8 由沉箱和由鑄錠的装配式垂直构件做成的上部結構組成的岸壁
1-沉箱；2-由装配式构件做成的上部結構；3-鑄錠拉杆；4-靠船护木；5-埋置鉄件

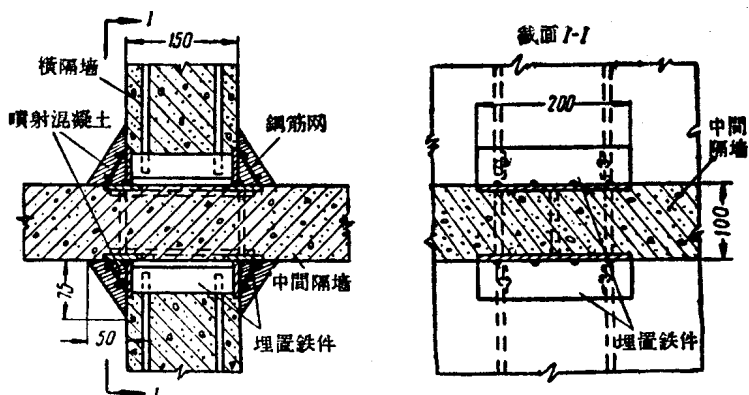


图9 使沉箱平板成为整体的節点

泥砂浆灌缝(图9)。

沉箱最好是在修船厂的船台预制场上装配,然后借助于船台托車沉放入水。吃水2.2米的沉箱是浮运到安放地点的。

上部结构的垂直构件设计成厚15厘米、宽315厘米、高650厘米的预应力肋形板。肋高45厘米、肋宽30厘米。

垂直构件的底端支于横隔墙上并借助于相互焊接的埋置铁件与横隔墙固定,垂直构件的顶端用金属锚杆锚碇在沉箱横隔墙上。上部结构垂直构件的顶部以现场浇筑的钢筋混凝土帽梁使之成为整体,帽梁内预设专门的管沟以安放工程管网。

为了防止土粒流失,在两个相邻沉箱的搭头处(探出的板之间的缝隙为5厘米)设置宽为30厘米、长等于端墙宽度的封闭盒,其间先填以石子,然后再填以反滤层。

垂直构件与靠船设备之间的空隙的复盖,作成与由有锚碇构件组成的L形岸壁中相同的结构(见后)。

为了在不同水位时系船,建筑专门的具有由装配式构件作成的墙及三层系船柱的系船块体。

这种型式的岸壁包含了以前所拟结构的全部优点,由于它具有高度不大的沉箱、合理的中部结构和预应力钢筋混凝土的正面沿墙,因此,结构是很经济的。沉箱吃水不超过2.2米,这就可以在内河条件下采用这种结构。

支持于基础板上的锚碇薄壁墙式的L形断面岸壁 这种岸壁的最初图式是由垂直锚碇梁组成的隔墙结构(工程师彼特拉辛1935年设计)。

1947年,瑞典某港在岩石地基上建造的岸壁,其结构即利用了上述原理[77]。在预先压实和整平的砾石基床上,用浮式起重机安放 10×5 米的中空无底的支承箱。潜水工将由金属板桩作成的预制隔板放置在箱形支承结构的纵向槽内,然后将结构的支承部分填以混凝土。金属板桩用锚碇拉杆锚碇在金属锚碇桩上。

1949年曾为某一海港设计了类似型式的码头,并于1950~1953年建成,它的长度为600米。金属板桩做成的隔板自由支承在混凝土方块基础上[26],这是这个结构的特点。

近年来,由于开发新建水电站的水库航运,要大量建设港口及码头,所以迫切需要制订“干地施工”(在水库蓄水前)更现代化的装配式钢筋混凝土码头岸壁的结构型式。