



开孔沉箱在港口工程中的应用实例

郑兴, 王政川

(大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司, 辽宁大连, 116026)

摘要: 回顾开孔沉箱的研究成果, 在此基础上以大连中远船务30万吨浮船坞工程中的直立式防波堤设计为例, 介绍开孔沉箱结构在港口工程中的应用, 以期为进一步的理论研究提供工程实践参考。

关键词: 开孔沉箱; 应用; 实例

中图分类号: TU 753.61

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2008)04-0046-04

A Case Study on Application of Perforated Caissons in Harbor Engineering

ZHENG Xing, WANG Zheng-chuan

(Civil & Architectural Design and Research Institute Co., Ltd. of Dalian University of Science, Dalian 116026, China)

Abstract: Based on the research achievements on perforated caissons, and taking the vertical breakwater design in the project of Dalian COSCO shipyard's 300,000 t floating dock as an example, we introduce the application of perforated caisson structure in port engineering, hoping to provide a practical reference for further academic research.

Key words: perforated caisson; application; case

自20世纪60年代Jarlan提出开孔沉箱这一新型海洋工程结构, 许多学者对波浪与开孔结构的相互作用进行了大量研究, 包括正向入射波与前板孔沉箱的相互作用^[1-2]、正向入射波与多块透空直立板作用下的波浪反射和衍射问题^[3]、开孔推板的造波原理和特性问题^[4]、半无限长开孔防波堤的波浪衍射^[5]、开孔栅栏板对斜向波的散射问题^[6]等。

近些年来, 随着船舶吃水的增大, 防浪建筑物以及无掩护码头开始向外海深水域的拓展, 开孔沉箱结构因其能够减小波浪荷载、节约工程投资等优点受到广泛的关注。如, 日本建造了外壁开孔的双圆筒防波堤、曲面沉箱消浪防波堤、迎浪面开孔的半圆形防波堤等新型结构防波堤; 加拿大在科莫湾建成了开孔沉箱防波堤兼作码头, 取得了良好的效果; 我国秦皇岛港码头和大连港大窑湾港区部分泊位也采用开孔沉箱结构。这些开孔

结构均改善了港内的泊稳条件^[7]。

本文以大连中远船务30万吨浮船坞工程中的直立式防波堤设计为例, 介绍开孔沉箱及削角胸墙在港口防浪工程中的应用, 以期为进一步的理论研究提供工程实践参考。

1 工程概况

大连中远船务坐落在辽宁省大连市大连湾北部, 其30万吨浮船坞项目位于大连中远船务东南侧。该工程主要包括30万吨浮船坞1座、30万吨浮船坞沉坞坑1座、30万吨级修船泊位1座以及新建工作平台及栈桥、东西防波堤(具体平面布置见图1)。其中浮船坞平面尺寸长340m、宽76m; 沉坞坑平面尺寸长332m、宽88m; 30万吨级修船泊位靠泊作业段长335m, 泊位长394m。由平面布置图可知, 新建东西防波堤对整个东部厂区

收稿日期: 2007-11-16

作者简介: 郑兴(1980—), 男, 助理工程师, 从事港口工程。

的安全生产起着至关重要的作用。

工程区的自然条件比较理想, 海流、海冰和

泥沙运动对工程设计的影响较小。主要设计参数见表 1 和表 2。水工建筑物安全等级均为Ⅱ级。

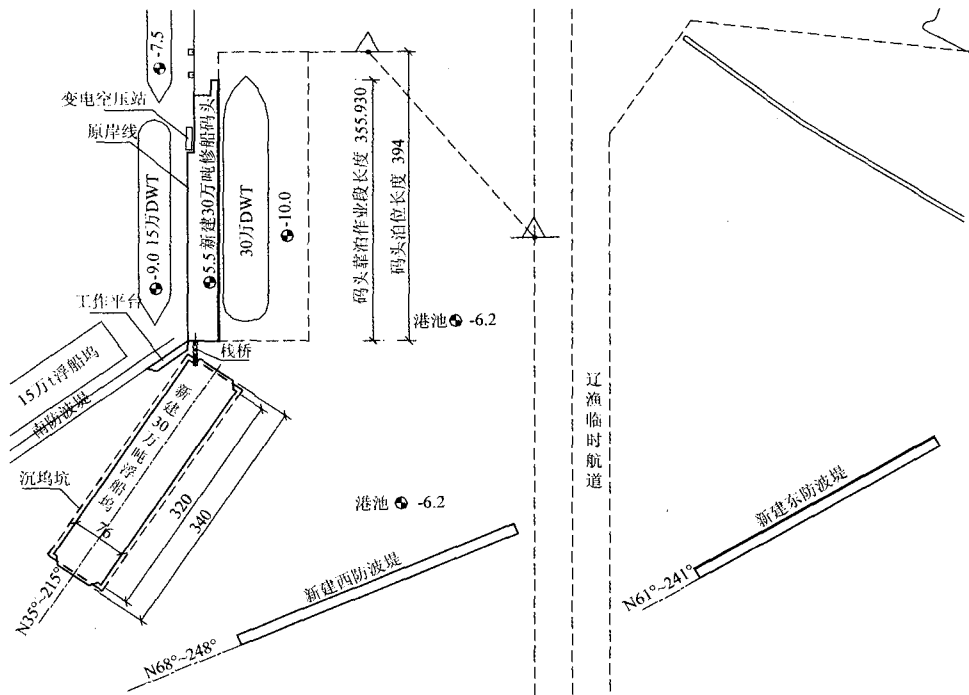


图 1 总平面布置图

表 1 设计水位

水位类型	高度
设计高水位	+4.0
设计低水位	+0.45
极端高水位	+5.10

表 2 设计波浪要素

重现期/a	波向	$H_{1\%}$	$H_{4\%}$	$H_{5\%}$	$H_{13\%}$	T/s
50	ESE	5.82	5.10	5.01	4.37	9
50	ES	6.26	5.53	5.38	4.71	9
50	SSE	5.21	4.55	4.42	3.81	7.5
10	ESE	3.52	3.03	2.95	2.52	7.0
10	ES	4.87	4.22	4.09	3.54	7.0
10	SSE	3.65	3.14	3.03	2.59	6.5
2	ESE	2.00	1.68	1.64	1.38	5.1
2	ES	2.50	2.10	2.00	1.70	5.1
2	SSE	2.42	2.05	1.98	1.68	5.1

2 防波堤结构设计

2.1 防波堤轴线选择

根据表 2 中的数据分析, 外海 ES 向浪为主浪向, 且波高大、波周期长, 对中远船务东部厂区影响较大, 因此在选择新建防波堤轴线时, 应重视新建防波堤对厂区内水域的掩护作用。此外,

还应综合考虑周边现有航道的布置以及将来 30 万吨级船舶的调头作业要求。通过多方案比较, 选择在浮船坞东南侧水域布置东、西两座防波堤, 东防波堤轴线方位 $N61^\circ\sim 241^\circ$, 长 367.02 m; 西防波堤轴线方位为 $N68^\circ\sim 248^\circ$, 长 398.94 m。

2.2 防波堤结构选择

在防波堤结构中, 斜坡式及直立式是两种最为基本的结构型式。一般情况下, 斜坡式结构适用于水深相对较浅、地基条件较差且当地石料、回填料资源比较丰富的情况。在使用期间, 即使这种结构受破坏, 也很容易修复。直立式结构多用于大水深、地基条件良好、石料及回填料缺乏及堤内侧兼做码头的情况。因此, 本工程防波堤选择直立式结构, 不仅能够有效增加宝贵的岸线资源, 同时还能满足中远船务远期发展的要求。

常规直立式沉箱结构断面宽、越浪量大、造价高。为降低工程造价, 同时也减少防波堤越浪量, 增加对防波堤内侧停泊区域的保护, 本工程采用削角开孔削浪重力式沉箱结构, 具体结构见图 2, 3。

开孔沉箱式结构能够降低结构所受总波浪力

主要原因为: 1) 开孔沉箱前的波浪力被分解成两部分, 分别作用于结构的前后壁上, 二者之间存

在一定的相位差, 通过调整两壁间的距离可以使作用于两壁上的波浪力相互消减, 从而减小作用

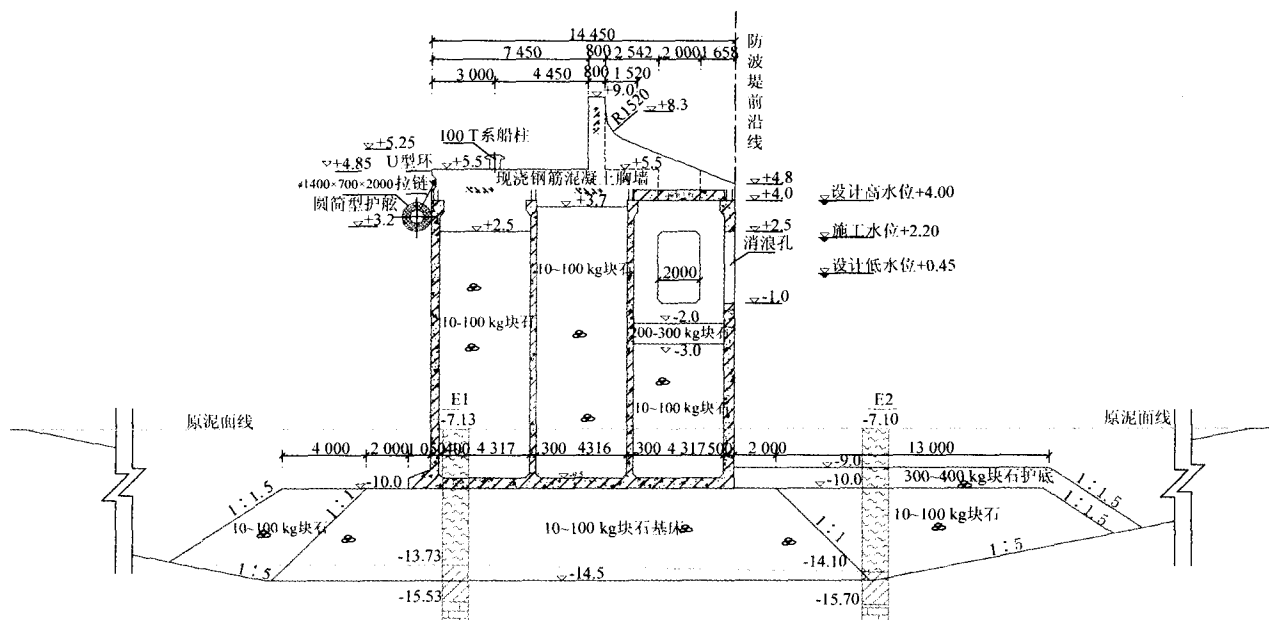


图2 防波堤标准断面

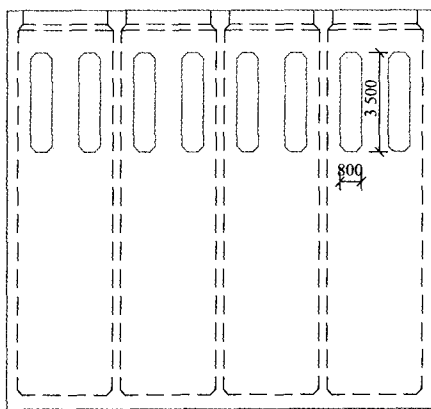


图3 沉箱立面图

在整体建筑物上的波浪力; 2) 波浪穿过开孔板时, 会产生能耗, 从而使反射率和结构物前波浪爬高均有所降低, 最终达到降低工程造价的目的。

2.3 防波堤结构设计

防波堤基础持力层为粉质黏土, 基床抛填 10~100 kg 块石后进行夯实处理。为节省投资, 西防波堤抛石基床顶面高程分 -10.0 m 和 -11.0 m 两种, 东防波堤抛石基床顶面高程为 -11.5 m。基床厚度约为 3.0~4.0 m。防波堤迎浪向一侧设 12 m 长 300~400 kg 块石护底, 护底与基床之间抛填 10~100 kg 块石。

为加快施工进度, 减少胸墙混凝土现浇量, 沉箱顶高程定为 4.0 m。沉箱舱格内回填 10~100 kg 块石。为减小并均衡防波堤基底应力, 沉箱后排舱格内块石填至 +0.0 高程并设 1.05 m 长后趾。前排舱格内块石回填至 -2.0 m 高程。

为了减小波压力, 沉箱迎浪外壁设 3.5 m 高、0.8 m 宽的消浪孔, 共 8 处。前排舱格为消能室, 横隔墙在与前壁开孔同一高程处设置 3.5 m × 2.0 m 孔洞, 保证所有前排舱格内水位流通, 降低前舱室内波浪压力。

沉箱前仓和后仓顶部安装预制面板。前排面板设置竖向孔洞, 与前排舱格竖向连通。上部防浪胸墙为现浇混凝土结构, 顶高程 +9.0 m, 顶宽 0.8 m, 迎浪侧设削角反弧加部分透空结构, 既有利于堤身稳定, 也大大减少越浪量。

防波堤内侧顶面高程 5.50 m, 宽 7.45 m。

本次设计的特点是: 将沉箱前壁开孔方向设计为纵向, 能够增大波浪的透过量, 并使仓室内顶面与大气连通, 减小波浪压力, 同时在沉箱上部设反向削角胸墙, 降低波浪爬高, 减小越浪量。

2.4 物理模型试验

因开孔沉箱结构所受波浪力数值在规范中无

明确的计算方法,为核实本设计开孔削浪沉箱结构在波浪作用下的波浪力,以及验证防波堤顶面高程和开孔结构的合理性,特委托大连理工大学海岸和近海工程国家重点试验室对该防波堤进行物理模型试验,结论如下:防波堤长度短,掩护效果好。实验结果还表明,本结构较常规不开孔沉箱结构断面小,堤顶高程低,在基本不越浪的前提下,设计高水位上的附加值超高仅取 0.7 倍 $H_{1\%}$ 左右(规范中要求不小于 1 倍设计波高),且设计高水位越浪量仅 $0.0\ 092\ \text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$,较好地解决了直立式防波堤的越浪量问题。

3 结语

在大连中远船务 30 万吨浮船坞工程中,防波堤设计采用竖向大开孔结构,开孔率高,透浪量大。胸墙反向削角结构的设计进一步减少了波浪力的作用,使波浪力这个不利作用转换为有利作用,减小了越浪量。本次设计不但强化了开孔沉箱结构本身的优点,为本工程节省了大量投资,同时也为今后的防波堤结构设计提供了新的思路和方法。

参考文献:

- [1] Dalrymple R A, Losada MA, Martin P A. Reflection and transmission from porous structures under oblique wave attack[J]. Fluid Mech., 1991, (224): 625~ 644.
- [2] Madsen O S. Wave transmission through porous structures [J]. Wtrwy. Harb. and Coast. Engrg. Div. ASCE, 1974,102 (1): 169~ 188.
- [3] Sahoo T, Chan A T, Chwang A T. Scattering of oblique surface waves by permeable barriers[J]. Jour. of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, 2000, 126 (4): 196~205.
- [4] Sahoo T, Lee MM, Chwang A T. Trapping of generation of waves by vertical porous structures[J]. Jour. of Engineering Mechanics, ASCE, 2000, 126 (4): 196~ 205.
- [5] Yu X P. Diffraction of water waves by porous breakwaters [J]. Jour. Wtrwy. Port, Coastal and Ocean Engrg., ASCE, 1995, 121 (6): 275~ 282.
- [6] Zhu S, Chwang A T. Performance of a caisson- type porous wave absorber[C]. Proc. of Int. Hydrodynamics, 1998 (2): 913~ 918.
- [7] 李玉成. 局部开孔防波堤对斜向波反射的理论分析和试验研究[J]. 水利学报, 2004(10): 63~70.

(本文编辑 郭雪珍)

· 消 息 ·

广州航道局新造 2 艘 13 551 kW 大型绞吸船

为适应市场竞争需要,中交广州航道局有限公司近期决定建造 2 艘 13 551 kW (8527 型) 大型非自航绞吸挖泥船,这是中交广州航道局有限公司目前为止生产能力最强、产量最大、自动化程度最高的大型绞吸船,计划于 2010 年交船。去年底,中交广州航道局有限公司已与荷兰 IHC 公司签订了两艘船舶的设计和主要进口设备订货合同。

13 551 kW 大型非自航绞吸船(以下简称 8527 型)为 IHC 标准型挖泥船,总装机功率 13 551 kW,总长 116.1 m,型宽 18.2 m,型深 5.15 m,最大挖深 27 m,可进行浅水倒桩,绞刀头功率 1 100kW,配 3 台泥泵(水下泵 1 台,甲板泵 2 台),吸、排泥管直径 850 mm。该船除钢桩系统采用电液控制外,其余设备(包括水下泥泵、绞刀头)均由电机驱动。挖中细沙,排距 5 km 时,生产量为 4 300 m^3/h ;排距 15 km 时,生产量为 3 000 m^3/h 。

为了确保项目进度,造船组克服了造船任务繁重、时间紧等困难,目前已完成了造船前期的主要技术工作和与 IHC 的技术交流和商务谈判,为该船的早日投产争取了宝贵时间。

(来源:中国疏浚协会)