

浅谈港口重力式码头施工要点

李景行

DOI:10.32629/jphc.v7i1.18667

[摘要] 港口重力式码头是一种稳定性好的码头结构形式,可以在地质软弱区域中应用,其可以依靠自身重量与填料重量抵抗建筑物倾覆与滑动。并且重力式码头在具体使用过程中能够承受较大的重力载荷,而且还可以有效避免受环境的影响,因此在我国码头建设过程中应用范围相对较为广泛。但是,由于部分技术性操作问题,施工进度和施工质量受到一定的影响。基于此,本文首先概述了港口重力式码头,重点对港口重力式码头的施工要点进行了探讨,最后论述了港口重力式码头施工存在的问题及其措施与注意事项。

[关键词] 港口重力式码头; 施工要点; 问题; 措施; 注意事项

中图分类号: U656.1 **文献标识码:** A

A Brief Discussion on the Key Points of Construction for Port Gravity Wharf

Jingxing Li

[Abstract] The gravity quay is a stable quay structure that can be applied in geologically weak areas. It relies on its own weight and the weight of fill materials to resist building overturning and sliding. Furthermore, the gravity quay can withstand significant gravitational loads during specific use and effectively avoid environmental impacts, making it relatively widely used in quay construction in China. However, due to some technical operational issues, the construction progress and quality have been affected to some extent. Based on this, this article first provides an overview of the gravity quay, focuses on discussing the key points of construction for the gravity quay, and finally discusses the problems existing in the construction of the gravity quay, as well as the measures and precautions to be taken.

[Key words] port gravity wharf; construction key points; problems; measures; Precautions

在经济全球化时代大背景下,水运技术的发展需求也在日益提高,这也直接导致了港口码头建设项目的日益增加,工程规模的不断加大。实际上在当前港口码头的建设作业中,重力式码头的建设无疑是重中之重。因为重力式码头本身施工简单、载重量较大且建成后较为坚固耐用。所以对于当前港口建设工作无疑是一个理想的选择。但是重力式码头结构形式依赖自重维持稳定,施工过程需要统筹考虑地质条件、水文环境与材料特性的协同作用,如此便对技术方案的前瞻性设计以及精细化实施提出了更高要求。

1 港口重力式码头的概述

1.1 港口重力式码头的内涵

重力式码头是码头主要结构形式之一,其是靠结构本身及其上填料的重量来抵抗建筑物的滑动和倾覆的,与此同时,结构自重及以上的填料重量和各种荷载又对地基产生压力,要求地基具有一定的强度。典型构造由预制混凝土方块、沉箱或扶壁式构件组成,这些实体结构自岸线向水域延伸形成连续挡土面,既能抵御后方填土侧向压力,又可承受船舶停靠产生的撞击力

与系缆力。基础处理往往采用抛石基床作为应力扩散层,通过分层夯实确保地基承载力与结构沉降控制在合理范围,部分地质条件复杂区域则会结合桩基进行复合加固。结构断面设计需统筹考虑波浪反射、水流冲刷等动态荷载影响,常采用梯形或阶梯形截面以增强抗倾覆能力,临水面设置反滤层与护面块体减缓潮汐侵蚀。

1.2 港口重力式码头结构形式

港口重力式码头主要有三种结构形式,一是方块码头,采用浆砌石方块或混凝土方块砌筑而成,方块通常预制完成,直接运送到水下以水平分层形式安砌,断面形式通常有阶梯式、衡重式、带卸荷板式;二是沉箱码头,即利用矩形、圆形等预制的薄壁钢筋混凝土空箱体建造码头,具有整体性好、安装作业少、地基应力小等优势;三是扶壁码头,利用由立板、底板、肋板组成的轻型混凝土扶壁结构建造码头,具有造价低、结构简单、耗材少的优势。

1.3 港口重力式码头的施工特征

结合笔者实践工作经验,认为各种形式的港口重力式码头

施工特征主要表现为:码头上零部件体积大、质量大,也因此使重力式码头比其他码头结构更加坚固耐用;维修保养便捷,通常情况下会在岩石质地、砂质地质的地基上应用重力式码头,地基承载力强、稳定性高,可以降低维护风险,也降低后期地基建设成本;施工难度高,建设区域临近水源,施工受海洋气象条件以及水体变化的影响,使施工中面临诸多未知的挑战。

2 港口重力式码头的施工要点

2.1 港口重力式码头基础处理与地基加固

在港口重力式码头基础处理环节,爆破清礁作业需根据岩层裂隙发育程度与潮汐周期精准设计钻孔深度与装药量,避免过量爆破导致基槽边坡失稳或邻近结构受损,碎岩块体需由抓斗船配合自航驳分段清理至指定区域,基槽底面残留碎屑经高压水枪冲洗后形成洁净持力层。抛石基床整平采用分层阶梯式推进工艺,粒径级配控制在400至800毫米的块石经定位船定量抛投后,由潜水员配合测量仪器引导推土机进行粗平与细平两道工序,基床顶面平整度误差须控制在30毫米以内以保障上部结构荷载均匀传递。施工团队需在基床碾压阶段实时监测块石嵌挤密度与沉降速率,遇软弱夹层或局部塌陷区域应及时补充级配碎石并采用振动压路机复压,潮间带作业需利用低潮位窗口期完成暴露区段的夯实检测,防止涨潮水流扰动未固结的碎石骨架。基床肩部倒滤层铺设与护坦块体安装应同步跟进,避免波浪掏刷导致基床边缘石料流失,块石间隙采用粒径小于50毫米的砾石填充以增强整体抗渗性能。

2.2 沉箱预制与安装工艺

沉箱模板需根据结构尺寸定制钢制或木制框架,混凝土浇筑前需检查模板接缝的密封性以避免漏浆,分层浇筑时采用插入式振捣器充分排除气泡,养护阶段则需维持适宜的温湿度环境以防止表面龟裂。浮运作业通常选择低潮位时段以减少拖航阻力,半潜驳船装载沉箱后依据潮汐表与气象预报规划航线,运输过程中实时监测船体稳定性与吃水深度,沉箱抵达预定位置后借助多基站GPS定位系统调整平面坐标,结合测深仪反馈的海床高程数据动态校核沉放点的空间匹配度。水下坐底阶段通过调节压载水舱的注水量控制沉箱下沉速度,操作人员依据姿态传感器传输的倾斜角度与水平位移数据同步修正沉放姿态,沉箱底部接触基床后需复核四角高程差异是否处于规范允许阈值内,必要时采用水下灌浆工艺填充基底空隙以增强结构整体性。

2.3 港口重力式码头的混凝土结构施工

港口重力式码头混凝土结构施工需统筹控制材料热力学性能与环境作用机理,大体积混凝土配制优先选用低水化热水泥并掺入粉煤灰降低内部温升梯度,粗骨料粒径级配优化可有效抑制收缩应力集中现象,拌合阶段引入减水剂提升坍落度稳定性以保障长距离泵送后的均匀性。温度监测系统沿结构厚度方向布设分布式传感器,实时采集核心区与表层温差数据指导分层浇筑厚度与间歇时间调整,冷却水管网按蛇形布置方案预埋于混凝土实体内部,循环水流量依据温峰曲线动态调节防止温

度裂缝萌生。养护工艺采用透水土工布覆盖与自动喷淋装置联动作业,保持表面湿润状态至少延续至水化反应衰减期结束,拆模时间需综合考量环境温湿度与结构棱角完整性之间的关系,寒冷地区越冬施工应增设电伴热系统维持临界强度增长所需的温度阈值。耐久性保障着重控制氯离子渗透与碳化深度,保护层厚度采用三维定位支架固定钢筋骨架避免振捣偏移,暴露面涂覆硅烷浸渍剂形成憎水屏障,浪溅区混凝土掺入复合抗渗剂提升密实度,模板接缝处密封处理可预防泌水通道形成。结构变形缝设置需匹配潮位变化引起的干湿交替频率,止水带安装采用热熔焊接工艺消除接缝渗漏隐患,橡胶材质耐候性能需满足紫外线与海水侵蚀双重考验。

2.4 港口重力式码头的回填与护面工程施工

港口重力式码头的回填材料分层碾压工艺需依据填料级配特性与码头荷载分布特征确定合理铺筑厚度,级配良好的碎石或砂土经自卸车卸料后由推土机初步摊平,振动压路机按“先静压后振压、由低向高”的原则进行碾压密实,每层碾压完成后采用灌砂法检测压实度是否达到设计指标后方可继续上层作业。护面块体的选型需综合考量波浪爬高能量衰减需求与结构耐久性要求,四脚空心方块或扭工字块体因其孔隙率与嵌锁效应优势常被优先选用,抛填施工前需在陆域完成块体强度检测与几何尺寸抽样复核,运输船装载块体抵达抛投区域后根据测距仪定位坐标网格有序投放,潜水员水下检查块体落点位置与设计排布方案的吻合度并及时调整抛填节奏。

3 港口重力式码头施工存在的问题及其措施

3.1 存在的问题

(1)港口重力式码头的竖直不能控制。对现阶段港口重力式码头在施工建设过程中的问题进行详细分析,有利于为后期工程建设提供保障。重力式码头的竖直无法控制,是导致现阶段工程建设质量难以得到提高的主要原因。根据现阶段的具体情况,需要对重力式码头的竖直情况进行详细分析,按照水平的原理对竖直技术进行严格管理,详细计算具体的竖直距离,保证竖直位移能够符合工程建设需求。(2)没有底板的空腔重力式码头。没有底板的空腔重力式码头是导致港口重力式码头在施工建设过程中质量难以提高的第二大原因。在具体使用过程中,由于空腔式重力结构,整个码头在建设过程中的稳定性较差,会影响其承载能力。

3.2 改进措施

(1)港口重力式码头的沉降控制方式。在港口重力式码头预制沉箱施工建设工作结束后,必须等一段时间才能确保沉箱的位置符合标准。但是在此过程中,基槽会受到严重的水浸泡,导致出现崩裂现象,影响码头的使用质量和使用寿命。面对此项问题,在处理过程当中需要在相应的位移处安装轨道系统,尽可能提高施工前期的工作速度,保证预制沉箱在建设过程当中建造时间。除此之外,在正式工程开始之前也要对基槽进行清洁处理,避免基层内含有的杂物较多,影响基槽的施工建设效果。(2)港口重力式码头前后轨之间的距离控制。在港口重力式码头前

后轨距离控制过程当中,要保证其不超过25cm。如果超过25cm,就会导致码头之间的空隙较大,影响正常的接轨速度和接轨范围。

4 港口重力式码头施工的注意事项

4.1 开挖施工注意事项

港口重力式码头基床淤泥开挖前要对水深进行复测,由专业技术人员重新核算挖泥量,若发现回淤情况,实际挖泥量中应包括回淤量;当开挖深度较大时为预防超挖与失稳问题,应采取分层开挖模式,每层开挖高度可以不一致,需要根据开挖方法与土质条件进行确定;在临近岸边位置开挖时,每层开挖厚度精度必须严格控制,并且根据所用挖泥船类型、地质环境确定开挖深度;在挖泥施工过程中应频繁对标、测量水深,确保基槽平面位置正确,预防超挖问题;当开挖深度达到设计标高时,对土质进行检测,判断是否与设计方案中给出的勘察结果一致。如果两者不符,应继续进行开挖施工,直到达到设计勘察结果中给出的土层。

4.2 抛石施工注意事项

港口重力式码头抛石施工在基床开挖结束后进行,要求基床开挖深度与宽度的误差在规定允许范围内。其中,如果基床设计底标高相差较小,抛石应从一端至另一端进行;若码头为顺岸式,从任意一端开始均可,但若码头为突堤式,则要从近岸端开始抛石。但如果基床设计底标高的相差范围较大,则应从低处开始抛石,并分段进行。同时,为确保基床稳定性与承载力满足重力式码头运行需求,应对抛石的厚度进行严格控制,并非达到设计要求厚度即可,还要在此基础上加上预留沉降量。如果后续需要对基床进行夯实处理,还要增加预留夯实沉降量。以上预留沉降量若未能根据试夯施工确定,可以取设计石层厚度的10%~20%。此外,抛石施工期间也要勤测水深,避免出现抛填过多或漏抛情况,在水较深位置,测点间距应控制在1m范围内;若测量临近接茬位置,与接茬相距2~3m,则应按照测量水深→抛石施工→测量水深的顺序进行

4.3 港口重力式码头施工的注意事项

在港口码头混凝土工程施工过程中,必须对混凝土进行有效的试验,这样才能够掌握原材料的具体性能。首先,在对原材料进行采购的过程中,需要对材料的质量进行严格把关,防止混

凝土结构因为原材料的质量出现问题而产生裂缝。其次,在混凝土工程施工过程中需要对各种原材料的用量进行严格控制,要适当减少水泥的用量,最好添加一级粉煤灰,对水胶比进行合理科学控制,确定最佳配合比,才能确保混凝土的拌和质量,减少温度应力作用以及收缩应力对混凝土结构产生的不利影响。从而提高混凝土结构的整体质量和强度,防止其产生裂缝。第三,在混凝土施工过程中,需要着重注意容易发生砼裂缝的部位,适当采取加固措施,利用布置斜筋的方式可以对裂缝进行有效控制,能够有效避免砼裂缝进一步发展。最后,为了保证混凝土的后期强度符合港口码头施工的设计要求。在设计过程中最好使用中低强度的水泥,并且要对钢筋保护层的厚度进行合理控制,将其控制在较低范围内,能够实现对砼裂缝进行科学合理控制的目的。要重视对施工工序进行合理安排,可以根据港口码头的实际施工情况对混凝土结构进行适当改进。

5 结束语

港口码头建设事关国计民生,是促进国家发展以及市场繁荣的重要工程。而重力式码头作为港口码头的重要形式,为了保障码头工程质量,必须合理对其进行施工。因此在港口重力式码头建设过程中,在开挖基槽施工、抛石基床施工、码头沉箱的预制、安装及钢筋工程施工中,需要严格遵循相应的施工技术规范及标准,方可保障重力式码头建设及运行的质量。

[参考文献]

- [1]陈东,熊鸿强.港口重力式码头施工技术措施分析[J].珠江水运,2020,(19):25-26.
- [2]倪世权.港口重力式码头施工技术要点[J].工程技术研究,2020,5(09):122-123.
- [3]张素杰,赵冰,杨献鹏,等.沿海某重力式码头检测与安全性评估[J].中国水运,2022(06):32-34.
- [4]关筱语,闫乃凌.威海某重力式码头沉降位移过大原因分析及解决方案[J].中国港湾建设,2022,42(05):12-16.
- [5]陈灿城.海外港口项目中重力式方块码头施工技术及其价值探讨[J].水上安全,2024,(22):1-3.
- [6]李华强.内河重力式码头方块安装施工技术[J].珠江水运,2024(12):46-48.