

混凝土现浇施工技术在通用码头建设中的应用研究

袁 臣, 沈陈亮

(中交二航局第三工程有限公司, 江苏 镇江 212000)

摘 要 混凝土现浇施工技术作为码头建设中的核心技术, 对于确保码头的稳定性和耐久性至关重要。本文结合具体工程案例, 通过对商通道港洲口滩区及西大陆区间内码头区通用码头建设工程施工过程进行分析, 重点介绍了钢筋绑扎及预埋件安装、模板工程施工、混凝土浇筑与养护技术等关键步骤。研究发现, 现浇混凝土技术能够有效提升码头结构的稳定性和持久性。

关键词 混凝土现浇施工技术; 通用码头; 模板工程施工; 浇筑分层

中图分类号: U655

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0118-03

随着全球贸易的快速发展, 港口和码头的建设成为各国经济发展的重要基础设施。通用码头作为多种货物吞吐的关键点, 其建设质量和效率直接关系到物流成本和运输效率。混凝土现浇施工技术是码头建设中常用的一种方法, 它能够提供较高的结构稳定性和耐久性。然而, 由于海洋环境的复杂性, 如潮汐、盐雾腐蚀、波浪冲击等因素, 对混凝土结构的设计和施工提出了更高的要求。

因此, 研究通用码头混凝土现浇施工技术, 对于提升码头工程的施工质量、缩短建设周期、降低维护成本具有实际价值。

1 工程概况

商通道港洲口滩区及西大陆区间内码头区通用码头建设工程, F1 码头是一个大规模的项目, 可容纳最大 50000DWT 的船只, 码头长 304 m, 宽 34 m; F2 码头是一个新建的 5000DWT 通用泊位, 长度为 161 m。这两个码头的施工都采用了现浇混凝土技术, 确保了结构的稳定性和持久性。

本工程的施工特点与难点有以下几个方面: 一是处于阳光岛之上, 四面环海, 且有台风登陆, 对施工影响较大。工期紧, 各项施工交叉多; 二是现浇横梁施工, 共计横梁 54 榀, 数量大工期紧, 内档泊位梁长达 40.5 m, 极易产生裂缝。横梁端头底标高为 +4.8 m, 潮水对横梁端头现浇影响很大; 三是现浇筑台长 22.46 m, 宽 30.4 m, 厚 2.5 m, 现浇体量形大, 属大体积混凝土, 易产生温度应力裂缝, 温度应力裂缝控制是重点。

2 通用码头混凝土现浇施工技术和方法

2.1 钢筋绑扎及预埋件安装

在进行混凝土现浇施工之前, 必须确保所有材料均符合设计要求。针对此工程, 钢筋应选择合适的类型和规格, 根据结构计算书和施工图纸进行切割、弯曲。钢筋的保护层厚度在关键部位(如柱子、梁的连接处)需要严格控制在 15 mm 以内, 避免由于保护层厚度不足导致的钢筋腐蚀问题。

钢筋加工焊接工作需由持证电焊人员执行, 且须进行焊接试验及检验以保证焊接处的质量。规范要求搭接焊接时, 双面焊接长度不得少于 5 倍钢筋直径, 单面焊接长度不得少于 10 倍钢筋直径, 且钢筋表面不应有明显烧伤。在钢筋弯曲加工过程中, 应控制弯起点位置误差在 ± 2 mm 以内, 箍筋边长误差不大于 ± 4 mm, 受力钢筋加工误差控制在 +5 mm、-10 mm 范围内。钢筋在现场绑扎前, 工作人员必须熟悉构件设计图, 并合理安排排放顺序及位置, 确保绑扎整齐、顺直。钢筋绑扎允许的误差范围是严格限定的, 如骨架外形尺寸误差在长度(宽度、高度)不超过 +5 mm、-10 mm, 受力钢筋层(排)距误差在 ± 10 mm 内, 受力钢筋间距误差在 ± 15 mm 内, 而箍筋、构造筋间距误差则在 ± 10 mm 内^[1]。

在施工过程中, 预埋件的安装与钢筋绑扎交叉进行, 且必须与钢筋网片牢固固定。对预埋件的位置及高程进行精确测量复核是至关重要的, 以避免在后混凝土浇筑过程中发生位移。预埋件均在陆上下料加工, 根据图纸要求施工中要注意埋设系船柱螺栓、排水管、橡胶护舷螺栓等预埋件。

2.2 模板工程施工

2.2.1 前期准备

在洋口港通用码头扩建工程中,模板安装作为现浇混凝土施工的核心环节。首先,使用前要进行基础的处理,对于木模板必须进行彻底的清洗,以去除表面的污垢和碎屑,保证模板的清洁。为确保模板在拆除时不损伤混凝土表面,需要均匀涂刷专用脱模剂,既可以提高脱模效率,还防止了混凝土与模板粘连,保证了构件的表面质量。其次,钢模板的准备需要对模板面钢板进行全面打磨,尤其是凸出的焊缝处,确保所有外露的钢板表面平整且光洁。打磨完成后,同样需涂上脱模剂。对于已经使用过的模板,在重复利用之前,还要将表面的混凝土残渣彻底打磨干净,以恢复其原有的光滑度和结构完整性。在钢筋绑扎前,还要根据设计要求施放现浇构件的前沿线和后沿线,并进行仔细检验,确保位置的准确性,尤其是高程的确定。再次,施工人员要根据模板设计图和现浇图纸仔细选择所需模板类型,并做好充分的准备工作,以确保模板安装顺利进行^[2]。除此之外,用于模板安装和加固的施工材料及工具,包括拉杆、螺母、垫片、扳手等,也需要提前准备齐全,并分类集中摆放,以便现场施工时能够迅速高效地取用。最后,对于那些在现浇构件中需要预留的特殊部位,如坑洞等,施工团队需要采用木模板制作出相应的“盒子”,在钢筋绑扎前安装到位,并进行精准测量放线,确保这些部位的底标高和位置符合设计要求。

2.2.2 侧模安装

侧模按照两套配置进行周转使用,以保障施工的连续性和效率。在安装过程中,侧模板通过螺杆锚固,保证了结构的牢固性。横梁采用钢模板现浇,而墩台则使用胶合模板,这两种模板的选择充分考虑不同部位的施工需求和特点。

在模板支立完成后,必须对预埋件的位置、与模板的连接紧密度以及钢筋保护层的适宜性进行检查,以确保后续工序的顺利进行。模板安装完毕后,还需要对其结构尺寸、平面位置、高程、垂直度、平整度、错台和加固情况进行自检,只有在自检合格并得到监理工程师的检查同意后,才能进行下一道工序的施工。

2.3 混凝土浇筑与养护技术

2.3.1 施工前准备

在进行洋口港通用码头扩建工程的混凝土浇筑施工前,必须严格执行一系列详细的准备步骤,以确保施工质量满足设计要求。具体阐述如下:

1. 混凝土的配合比需提前得到监理的批准,这是

保证混凝土强度和工作性的基础。在混凝土进场前,需要进行严格的检查,并按照国家或地方标准进行分批检测,确保每一批混凝土都达到预定的质量标准。为保持混凝土的一致性,规定混凝土在施工现场不得二次加水搅拌,避免强度分层和性能波动。

2. 浇筑前需要对模板系统进行检查。模板内部不得有杂物、积水,底面不能有焊渣、焊条头、绑线等残留物,钢筋也应清洁无污垢。这些措施是为了防止混凝土浇筑后出现蜂窝、孔洞等缺陷。同时要仔细检查模板、钢筋、预埋件和预埋孔的尺寸、规格、数量和位置,确保它们完全符合设计图纸的要求。对于模板支撑的稳定性、接缝处的密合情况、孔洞的堵塞以及脱模剂的涂刷情况也要进行严格检查,这些都是影响混凝土成型质量的重要因素^[3]。

3. 检查钢筋的保护层厚度及垫块安装质量。保护层厚度直接关系到钢筋的抗腐蚀能力和结构耐久性,必须符合相关规范的规定,例如在普通环境下,板、墙的保护层最小厚度为 15 mm,梁、柱为 20 mm。垫块的安装质量也需检查,包括绑扎垫块的铁丝头是否伸入保护层中,这可能会导致局部腐蚀或影响混凝土的整体性。

2.3.2 混凝土浇筑

混凝土泵车高效地将混凝土输送至所需部位。当混凝土运抵工地后,首要任务是进行塌落度检测,确保其符合工程要求的 160 mm 至 200 mm 的标准。塌落度不合格的混凝土坚决不能使用,这是保证施工质量的第一道关口。在浇筑过程中,混凝土需水平分层、纵向分段进行,每层的理想高度控制在 300 mm 至 500 mm 之间。混凝土倾倒入模板时,必须均匀分布,严禁一边倒料一边振捣,这样会影响混凝土的均匀性和结构强度。当从较高位置倒入混凝土时,要特别注意自由落体的高度不得超过 90 cm,以免影响混凝土的工作性。

振捣是浇筑中不可或缺的环节。 $\Phi 50$ 插入式振捣棒的操作应从模板边缘开始,遵循先外围后内部的原则,移动间隔不宜超过振捣器有效半径的 1.5 倍。振捣要均匀进行,以防出现漏振区域。操作时要格外小心,避免振捣棒触碰到钢筋、模板或预埋件。正确的振捣技巧包括垂直插入混凝土、快插慢拔以及上下抽动,一般持续 20 秒至 30 秒。有效的振捣以混凝土表面泛浆、无明显下沉和气泡产生为标准。过短的振捣时间可能导致混凝土不够密实,而过长则可能引发离析现象。为确保结构的整体性,振捣器的插入深度需至少深入下一层混凝土 50 mm。

在整个浇筑过程中,应有专人负责检查模板及预埋件的状况,一旦发现位移或变形,立即进行调整并

通知现场施工人员。混凝土的浇筑需要连续完成，不宜在恶劣天气条件下进行。遇到雨天或环境温度高于35摄氏度时，除非采取了相应措施并获得监理工程师的批准，否则不应继续浇筑作业。最佳的浇筑时间是在气温和潮位较低的时段。

在混凝土浇筑的同时，试验人员会在现场取样进行强度测试，使用的模具尺寸为150×150×150 mm，内壁涂有脱模剂以便试块容易取出。每组三个试块，用于测量3天、7天和28天的抗压强度。这些数据对于确定拆模的最佳时机至关重要。

混凝土浇筑结束后，由经验丰富的工人进行收面作业。他们首先使用铝合金刮尺按预定标高刮平混凝土表面，随后用钢抹板进一步抹平。在初凝前进行最后一次压光处理，以确保表面平滑且无裂缝。在准备第二层混凝土之前，应在相应范围内进行适当的拉毛处理，以保证层间结合牢固^[4]。

2.3.3 混凝土养护

混凝土浇筑完成后，采用潮湿土工布覆盖，以减少终凝前水分的蒸发，保证混凝土在养护期间处于湿润状态，从而有利于混凝土的水化过程。拆模后，混凝土表面应及时覆盖土工布，以保持混凝土表面的湿润。其次，混凝土的养护主要采用淡水养护。淡水来源主要是从码头的供水管接入，然后用消防水管沿码头后沿从西往东布设。消防水管出水口接喷头方便洒水养护。这一步骤的目的是通过定时洒水，确保土工布及混凝土表面处于湿润状态，避免出现干湿循环的现象。混凝土的养护周期为7天，或混凝土强度达到设计强度的70%。这一参数是根据混凝土硬化的一般规律和实际工程经验确定的，旨在保证混凝土在养护期内达到足够的强度。

2.4 浇筑分层

当现浇单个墩台的混凝土方量超过1 000 m³时，由于墩台桩基的最大中心间距为5.55 m，一次完整的浇筑过程对钢抱箍和承重围图的要求非常高。因此，为确保安全和结构的稳定性，施工团队计划采取分层浇筑的方法。

具体的分层浇筑高度安排如下：首先，第一层浇筑80 cm厚；其次，第二层浇筑75 cm厚；最后，第三层浇筑至最终设计的顶标高。在每一层浇筑完成后，为了增加混凝土表面的粗糙度，提高层与层之间的黏结强度，工人需在初凝前用4×9 cm的木方捣出5 cm到10 cm深的坑或使用耙子拉毛混凝土表面。每完成一层浇筑后，需要进行淡水养护两天，然后继续下一层的浇筑和养护工作。除此之外，墩台模板需要一次

性支立到最终设计的顶标高，以保证整个结构的准确性和稳定性^[5]。

2.5 拆模及养护

在混凝土结构的施工过程中，拆模需要谨慎进行，以免影响混凝土的沉降和位移或对结构造成不必要的压力。当混凝土强度达到设计强度的30%时，可以拆除侧模而底模则需等到混凝土强度达到设计强度的80%后方可拆除。这一规定确保了混凝土在拆除模板时已具有足够的结构强度，能够承受自身的重量和上部结构的荷载。

混凝土养护应在终凝后开始，使用的养护用水应与拌和用水相同，以保证水化反应的一致性。为了保持混凝土的湿润状态，建议采用土工布包裹和浇水养护相结合的方式。这种方法可以有效地防止水分过快蒸发，从而保持混凝土的湿润度，有利于其强度的增长和体积稳定性。养护过程中还需要密切注意每天的最高、最低气温和天气变化情况，并认真做好记录。这是因为气温和天气条件会直接影响混凝土的养护效果，例如，在高温或干燥的环境下，混凝土表面的水分蒸发更快，可能需要更频繁的浇水来保持湿润。潮湿养护的时间不少于14天，以确保混凝土充分水化，达到设计强度。

3 结束语

本文通过对通用码头混凝土现浇施工技术的细致研究，得出该技术对于提升码头工程的施工质量、缩短建设周期和降低后期维护开支具有显著效果。实践中应重视材料选择、模板工艺、混凝土浇筑与养护等关键环节，以保障结构的长期稳定性及耐久性。此外，考虑到环境因素对施工的影响，如潮汐、盐雾等，未来研究需进一步探索适应恶劣海洋环境的施工创新方法。随着技术的进步和经验的累积，预期我国的港口码头建设将更加高效、经济、环保，从而促进全球贸易和经济发展。

参考文献：

- [1] 贾颖. 装配式混凝土建筑现浇连接部位关键施工技术[J]. 砖瓦, 2024(02):123-125.
- [2] 侯阿迪. 现浇混凝土桥梁施工技术要点[J]. 交通世界, 2024(Z2):244-247.
- [3] 罗飞. 大体量装配式建筑混凝土现浇连接部位技术的应用[J]. 江西建材, 2024(02):236-238.
- [4] 李旭鹏. 现浇预应力混凝土连续箱梁施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2024(08):103-105.
- [5] 黎小波. 楼梯间现浇梁与混凝土隔墙板一体化装配式施工技术[J]. 四川建筑, 2024,44(02):191-192.