



海外深水板桩码头胸墙施工技术

郑志伟, 胡湘坤, 张皓, 王闯
(中交二航局第五工程分公司, 湖北武汉 430012)

摘要: 通过对巴基斯坦卡拉奇深水港码头大尺寸胸墙工程特点及施工条件的透彻分析, 应用跳跃式挂架反吊系统提供模板支撑平台以及混凝土分层浇筑及质量控制关键技术, 解决了底面高程低于潮位的大尺寸胸墙堵漏难、潮位影响大、混凝土干施工作业面形成困难等施工难题, 形成一套安全可靠、行之有效的施工工艺。

关键词: 预制面板; 挂架; 锁扣; 分层混凝土

中图分类号: U 656.1⁺12

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0094-05

Overseas construction technology of crest wall for deepwater sheet-pile wharf

ZHENG Zhi-wei, HU Xiang-kun, ZHANG Hao, WANG Chuang

(The Fifth Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430012, China)

Abstract: Based on the analysis of the engineering characteristics and construction conditions of the crest wall for the deepwater sheet-pile wharf in Pakistan, we adopt the skipping hanging frame to provide a support platform for the formwork and take quality control measures to solve the construction difficulties and form a serious of reliable and feasible construction technology.

Keywords: pre-casting unit; hanging frame; clutches; layered concrete

巴基斯坦卡拉奇深水港码头项目现浇胸墙施工在 $\phi 2.5$ m的钻孔灌注桩混凝土浇筑完成后进行。胸墙总长1 712.88 m, 其中包括南端转弯段54.5 m, 胸墙高6 m, 宽5.15~6.25 m, 最小悬臂2.4 m, 最大悬臂3.45 m。墙外侧为预制钢筋混凝土面板, 与胸墙通过现浇混凝土连接成为整体, 混凝土强度等级为C40, 底高程为-1.0 m, 顶高程为5 m。胸墙上分布多种预埋件和预留孔槽如: 橡胶护舷预埋螺栓、系船柱预埋螺栓、橡胶爬梯安装螺栓及轨道槽等。

1 水文条件

最高天文潮位: 3.4 m (11.2 ft);

平均最高高潮位: 2.4 m (7.9 ft);

平均最低高潮位: 2.3 m (7.5 ft);

平均海平面高度: 1.6 m (5.2 ft);

平均最高低潮位: 1.1 m (3.4 ft);

平均最低低潮位: 0.4 m (1.3 ft);

最低天文潮位: -0.6 m (-2.0 ft)。

2 施工难点

1) 胸墙设计底高程为-1.0 m, 而卡拉奇地区常水位为1.6 m, 将第1层预制面板顶高程设计为1.5 m, 一般每天有5~7 h可以在底部形成干施工作业面, 确保混凝土施工顺利完成。

2) 钢护筒锁扣间堵漏: 护筒锁扣之间设计方案为灌浆, 但事实证明, 灌浆不能完全堵漏, 在这种情况下, 项目部采取在锁扣之间浇筑混凝土的方

收稿日期: 2015-05-20

作者简介: 郑志伟(1986—), 男, 工程师, 从事港口工程设计、施工。

法, 保证第 1 层混凝土可以形成干施工作业面。

3) 由于相邻两跨之间要安放伸缩缝板, 而混凝土浇筑时在此需用 2 cm 厚钢板代替伸缩缝板作为端模, 所以在前一跨没有完成的情况下, 后一跨不能安装最后一块预制面板, 两跨形成严重制约, 为此项目部采取了跳跃式跨架移动方式, 确保相邻两跨之间不制约, 有效地加快施工进度。

4) 底层预制面板无支撑。采用吊架进行吊挂预制面板, 并经过严格的力学计算, 确保挂架可以承受足够的重力。

3 施工方法

结合胸墙结构特点, 经过全面的分析和施工方法的对比, 决定采用分 3 次浇筑混凝土的方法进行。即下部预制板安装后进行封底, 第 1 次混凝土浇筑到桩顶高程, 安装上部预制板, 第 2 次混凝土浇筑到 3.50 m, 第 3 次混凝土施工到胸墙顶部 (图 1)。

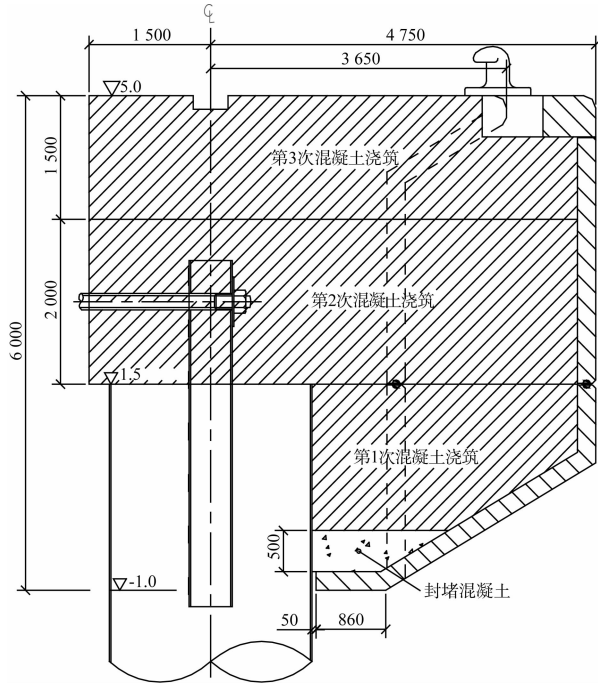


图 1 胸墙混凝土分次浇筑 (高程: m; 尺寸: mm。下同)

3.1 胸墙面板预制

3.1.1 胸墙面板尺寸及分布

预制板类型共 25 种, 分为上下两节, 局部有帽石, 预制板预留钢筋, 最大板重约 5.8 t。其尺

寸及分布区域分别见表 1 和表 2。

表 1 预制板类型分布

位置	面板类型
CH-161.65 ~ CH-149.5	H1、H2、K1、K2
CH-149.5 ~ CH-13	H1、H2
CH-13 ~ CH6.5	H1、H2、J1、J2、F1、F2、F3、E1、E2、E3、D1、D2、D3、C1、C2
CH6.5 ~ CH1488.5	C1、C2、F1、F2、F3、E1、E2、E3、D1、D2、D3、A1、A2、B1、B2、B3
CH1488.5 ~ CH1495	C1、C2、F1、F2、F3、E1、E2、E3、G1、G2、G3

注: 预制板共 10 类、25 种。

表 2 预制板尺寸、数量

类型	尺寸/(mm × mm × mm) (宽 × 高 × 厚)	数量/块
A1	2 105 × 2 490 × 225	152
A2	2 105 × 3 490 × 225	152
B1	960 × 2 490 × 225	38
B2	960 × 2 980 × 225	38
B3	960 × 500 × 650	38
C1	1 560 × 2 490 × 225	462
C2	1 560 × 3 490 × 225	462
D1	3 450 × 2 490 × 225	115
D2	2 575 × 2 980 × 225	115
D3	1 400 × 500 × 650	115
E1	2 160 × 2 490 × 225	116
E2	2 160 × 2 980 × 225	116
E3	2 160 × 500 × 650	116
F1	3 450 × 2 490 × 225	116
F2	2 575 × 2 980 × 225	116
F3	1 400 × 500 × 650	116
G1	3 450 × 2 490 × 225	1
G2	3 450 × 2 980 × 225	1
G3	3 450 × 500 × 650	1
H1	1 930 × 2 490 × 225	80
H2	1 930 × 3 490 × 225	80
J1	1 470 × 2 490 × 225	1
J2	1 470 × 3 490 × 225	1
K1	2 390 × 2 490 × 225	1
K2	2 390 × 3 490 × 225	1

3.1.2 预制板施工

预制板在预制场根据板型及安装的先后顺序进行预制。预制好的构件分类堆码并编号 (含生产日期、安装部位)。为了便于现场面板的安装定位和模板安装, 预制板增埋安装吊环、角钢 ∠7.5

及圆台螺母,角钢长度为400 mm,在预制板接触面两端及中部埋置,并按200 mm间距开直径为20 mm的孔洞,以便安装时拧紧螺栓精确定位。面板间连接见图2。

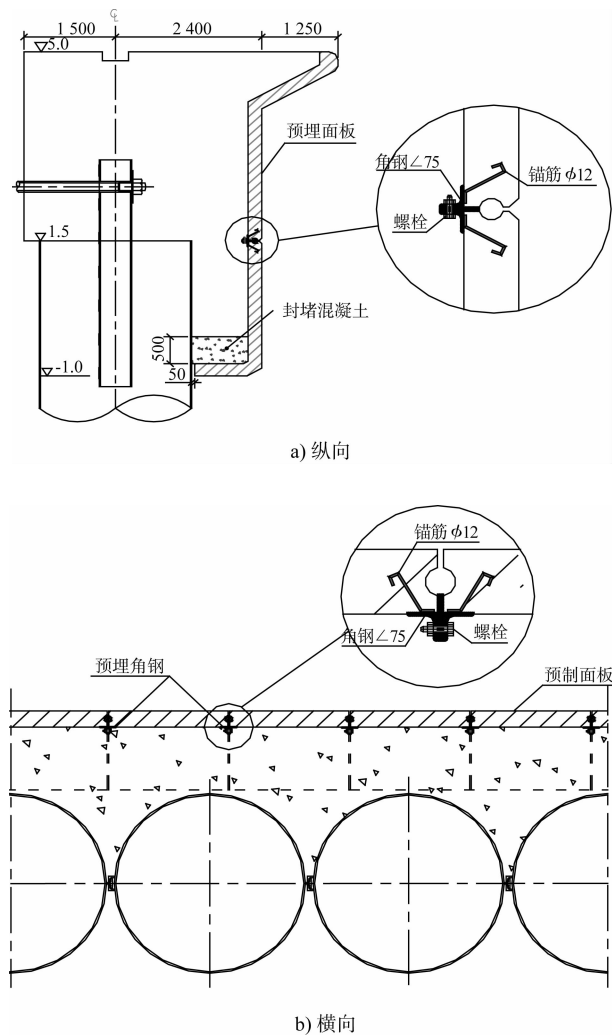


图2 面板间连接

3.2 第1层混凝土底模托架系统安装

底模托架系统主要由悬挑主梁、主梁反压系统、悬吊分配梁、托架横梁、托架分配梁、三角托架及托架加固系统组成。该托架系统利用 $\phi 2\ 500$ mm钢护筒支撑悬挑主梁,用反压系统将其固定,并将架设于主梁上的分配梁通过 $\phi 40$ mm拉杆与托架横梁连接,再在横梁上架设分配梁,作为预制面板的安装平台。对悬吊底模的所有拉杆,外部均套上相应尺寸的PVC管,在混凝土浇筑完成后拆除拉杆。对于钢护筒之间的圆弧部分,在该区域安装三角托架作为支撑结构,整个托架

部分通过螺栓与焊在钢护筒上的槽钢[80用螺栓刚性连接加固。

3.2.1 悬吊主梁、反压系统及悬挑分配梁安装

利用 $\phi 2\ 500$ mm钢护筒作为支撑平台,将5 m长(护弦位置为7 m)双拼H60 cm型钢沿钢护筒海岸轴线方向架设,在钢护筒岸侧利用双拼[25反压主梁并用20 mm钢板与 $\phi 40$ mm钢筋焊接成的拉杆锚固于钢护筒上,然后安装双拼[25分配梁。由于橡胶护弦位置混凝土方量大、悬臂长,在预制面板安装完成后,在混凝土浇筑前增设1道分配梁,以减小主梁自身挠度对混凝土外部尺寸产生的影响。

3.2.2 底托架安装及固定

每套底托架标准长度为39 m,分3节拼装,每节长13 m,托架横梁采用双拼[25,在横梁上架设I25型钢分配梁,用于支撑预制面板。对于钢护筒之间圆弧部分,在该区域安装三角托架作为混凝土浇筑支撑结构,三角托架与托架内侧型钢I25焊接,三角托架与钢护筒间预留10 cm净距,避免三角托架与钢护筒之间位置冲突,然后将其悬吊于架设于H60的分配梁上,再根据钢护筒间实测尺寸铺设 $\delta = 6$ mm钢板进行混凝土浇筑。

底托架拼装完成后,采用单节整体吊装,在单节链接处I25腹板上开孔,利用钢板和螺栓连接(图2)。为了预制面板的准确定位,在底托架内侧I25腹板上正对钢护筒设计轴线沿纵向开槽,并于焊接在钢护筒上的[80通过M16螺栓连接,同时在螺栓外套 $\phi 40$ mm钢管,固定底托架在海岸侧方向的位移。

3.3 混凝土施工

3.3.1 分层混凝土浇筑

为方便顺利施工,胸墙混凝土浇筑分3次进行。第1次浇筑到桩顶高程1.5 m;第2次直接浇筑到高程3.50 m;第3次浇筑到胸墙顶部。待第1次浇筑的混凝土强度达到设计强度的60%后进行第2次混凝土施工。模板拆除后清理混凝土表面浮渣、杂物,并及时进行养护和凿毛,安装上部预制板,绑扎钢筋,固定预

埋件,岸侧模板支护。

由于大部分预埋件都集中在第2、3次混凝土浇筑部位,故一定要注意各种预埋件埋设位置。

3.3.2 混凝土浇筑^[1]

混凝土浇筑前,应对模板、钢筋、预埋件等加以检查,发现问题及时处理。如模板有缝隙或孔洞时,应堵塞。检查机具设备是否运行良好,如存在问题应及时更换。防雨棚、遮阳棚等浇筑后养护用的覆盖用品准备就位。

浇筑胸墙混凝土时,采用溜槽或者托泵入模。混凝土施工由一端开始,混凝土的布料按“一”字型分层进行布料和浇筑,每层厚度不得大于300 mm^[2]。混凝土的振捣主要采用插入式振捣棒,振捣棒的操作,要做到“快插慢拔”。快插是为了防止先将表面混凝土振实而与下面混凝土发生分层、离析现象;慢拔是为了使混凝土能填满振捣棒抽出时所造成的空洞。在振捣表层混凝土时,应插入下一层混凝土中5~10 cm,以消除两层混凝土之间的接缝,并将振捣棒上下略微抽动,以使上下层混凝土振捣均匀。振捣棒的插点要均匀排列,其间距不应大于振捣棒作用半径的1.5倍。要控制好振捣时间:过短不易振捣密实,过长可能会使混凝土离析。一般一个插点的振动时间为20~30 s,以混凝土表面出现浮浆、不再显著下沉、不再出现气泡为准。振捣时应尽量避免碰撞预埋件、钢筋及模板。当发现偏移、变形等情况时,应及时调整。

混凝土浇筑施工必须连续进行,尽量避免恶劣天气下施工,炎热的天气应避开中午、下午的高温时间,并结合潮位情况,尽量选取在低温低潮时段进行混凝土的浇筑。

混凝土浇筑完成后,先用铝合金刮尺按高程刮平,再用钢抹板抹平,在初凝前再做一次压光处理。面层的处理是关键,既要防止不平整,也要防止出现由于表面快速失水而产生的收缩裂缝。

3.3.3 混凝土养护

混凝土浇筑完成后应采用塑料薄膜覆盖,减少终凝前水分的蒸发,并保证混凝土在养护期间

处于湿润状态。拆模后,混凝土表面应及时覆盖潮湿麻袋,主要采用淡水养护。由于卡拉奇地区气候干燥,温度偏高,定时洒水,确保麻袋及混凝土表面处于湿润状态。

4 质量保证措施

4.1 预埋件检查

如果预埋件漏埋将造成附属构件无法安装,且处理时返工量相当大,操作困难,破坏结构整体性。施工前检查预埋件是否有遗漏、预埋位置是否正确。

4.2 模板、钢筋检查

重点检查钢筋绑扎、搭接长度是否满足要求,特别要控制钢筋垂直度、检查保护层厚度达到设计要求。

模板安装前应清理干净并刷脱模剂,检查模板安装的线型(测量验收),重点检查现场模板的安装边线、接缝处理,确保胸墙整体线型平直,胸墙外露面的接缝保证水平。对于不水平的交界面,采用切缝的方式进行处理。

检查模板的加固情况,主要检查吊杆、对拉螺杆和顶丝是否满足受力要求。在混凝土浇筑过程中安排经验丰富的木工看模,防止跑模。

混凝土浇筑前必须凿除接缝处的松散混凝土,对混凝土接触面凿毛处理,浇筑范围内杂物及钢筋污垢清理干净。混凝土浇筑前,对新老混凝土交界面、模板、钢筋进行洒水,保持润湿状态,保证结构之间连接充分。

4.3 混凝土质量控制措施^[3]

4.3.1 混凝土的蜂窝、麻面、孔洞

1) 产生的原因。

模板表面粗糙并粘有干混凝土;浇筑混凝土前湿润不够;模板缝没有堵严,振捣时混凝土失水或漏浆,混凝土呈干硬状态,使混凝土表面形成许多小凹点。混凝土搅拌不充分、和易性差,混凝土浇筑后有的地方砂少石子多,形成蜂窝。混凝土浇筑时没有分层、下料不当,造成混凝土离析,由此出现蜂窝麻面。

2) 预防措施。

混凝土浇筑前认真检查模板的牢固性及缝隙是否堵好,模板应清洗干净并用清水湿润,不留积水,使模板缝隙膨胀严密。混凝土搅拌时间要适宜。混凝土入模板后,掌握振捣时间,振捣充分但避免过振。振捣可按以下现象进行判断:混凝土不再显著下沉、不再出现气泡、混凝土表面出浆且呈水平状态、模板边角部分填满充实。

3) 处理方法。

麻面主要影响美观,应加以修补,即将麻面部分湿润后用水泥或者水泥浆抹平。如果是小蜂窝,可先用水洗刷干净后,用1:2的水泥砂浆修补;如果是大蜂窝,则先将松动石子剔掉,用水冲洗干净后再用高一强度等级的细石混凝土捣实,加强养护。

4.3.2 露筋

1) 产生的原因。

混凝土振捣时钢筋垫块移位,钢筋紧贴模板,致使拆模后露筋。钢筋混凝土构件断面小,钢筋过密,若遇到大石子卡在钢筋上,则水泥浆不能充满钢筋周围,因而钢筋密集处会产生露筋。

2) 预防措施。

钢筋混凝土施工时注意垫足垫块,保证厚度并固定好。结构钢筋较密集时,应选配适当大小的石子。振捣时严禁振动钢筋,防止钢筋变形移位。

3) 处理方法。

首先将外露钢筋上的混凝土渣子和铁锈清理干净,然后用水冲洗湿润,用1:2的水泥砂浆抹压平整;若钢筋较深,应将薄弱混凝土凿掉,冲刷干净湿润,用提高一级强度的细石混凝土捣实,认真养护。

4.3.3 混凝土裂缝

1) 产生的原因。

施工过程中由于温度、湿度变化、混凝土徐变、基础不均匀沉降、拆模过早、早期受振动等因素的影响都有可能引起混凝土裂缝的产生。

2) 防止措施。

加强混凝土的养护,防止干缩,混凝土结硬

后,及时采用湿麻袋覆盖养护,并洒水保持湿润。混凝土的浇筑应严格控制混凝土的塌落度,对于不满足施工要求的混凝土材料应及时处理,确保混凝土的配合比、塌落度等符合要求,并降低混凝土浇筑温度,严格控制外加剂的使用,避免混凝土早期受到冲击。

3) 处理方法。

当裂缝较细、数量不多时,可将裂缝用水冲洗后用水泥抹平修补;若裂缝较大较深时,应沿裂缝凿去薄弱部分,并用水冲洗干净,用1:1.25的水泥浆抹平修补。

5 结语

1) 胸墙海侧预制面板间通过螺栓连接并且灌浆,岸侧钢护筒锁扣间通过浇筑混凝土,可以形成有效的隔水带,阻止海水进入、形成干施工作业面,降低混凝土浇筑难度,确保混凝土浇筑质量。

2) 通过型钢拼接而成的挂架反吊系统,岸侧端锚固在已有钢护筒之上,在海侧端形成悬臂挂架作为预制面板支撑平台是可行的,并且通过跳跃式跨架移动方式,确保相邻两跨之间不制约,加快施工进度。

3) 胸墙混凝土在克服潮位的影响、形成干施工作业面的前提下分层浇筑,通过一系列质量保证措施保证了混凝土浇筑质量。

巴基斯坦卡拉奇深水港码头胸墙混凝土施工,在结构底高程较低的情况下,通过有效的止水措施及合理的挂架反吊预制面板方法,成功地形成干施工作业面,减小潮位影响,可为类似码头施工提供新思路。

参考文献:

- [1] GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范[S].
- [2] BS 8110-1:1997 Structural use of concrete-part 1: Code of practice for design and construction[S].
- [3] GB 50204—2002 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].