

汕头港珠池港区二期连片式高桩码头施工技术要点

许志文

(汕头港务集团有限公司, 广东 汕头 515041)

摘要:就汕头港珠池港区二期码头工程为例,说明连片式高桩码头在施工过程中碰到的技术问题及解决的办法。

关键词:连片式高桩码头;结构特点;施工技术

中图分类号: U656.105

文献标识码: B

文章编号: 1004-9592(2004)04-0035-02

在我国的港口工程中,连片式高桩码头是较为常规的码头结构型式,有成熟的设计和施工经验。但对于汕头港珠池港区二期码头工程来说,由于其结构特点、周边环境及地质情况,使工程在施工过程中遇到一系列的技术问题。

1 工程概况

汕头港珠池港区二期工程位于汕头湾内珠池肚北岸,东西两岸分别连接已建的2[#]与8[#]泊位(国际集装箱码头),岸线长度900 m,陆域纵深920 m,顺岸线方向共建设5个万t级泊位。码头结构型式为高桩梁板式结构,码头面高程为4.4 m(理论基准面),前沿水深为-11.7 m,桩台宽度36 m,排架间距7 m,采用600 mm×600 mm预应力混凝土方桩。上部结构的纵横梁及面板均为预制安装的预应力混凝土连续结构。码头通过高坡式接岸结构与后方陆域连接,形成连片式码头。高坡式接岸结构的施工顺序为基础挖泥,打砂桩软基加固、棱体抛填砂及护面块石,码头与挡土墙筒支板连接。

2 地质条件

工程范围内现有泥面高程为-2.0 m,表层为较厚的灰色淤泥层,分布广泛且连续,厚度达15.0 m,呈饱和流塑状,压缩性高、强度低。其下为中砂混淤泥为主,分布广而连续,厚度1.5~8.5 m,贯入击数为7~14击。下面为粉细砂局部混夹较多灰色淤泥,贯入击数为1~5击。最下层为灰色中粗砂(贯入击数为18~50击)或花岗岩强风化层。由于表面软土层总厚度达33 m,含水量高、强度低,给工程施工增加了一定难度。

3 施工技术要点

3.1 施工期岸坡的稳定性控制

高桩码头的岸坡稳定,是码头工程施工安全的重要控制内容。岸坡基槽挖泥设计底高程为-14~-15 m,边坡1:3.5,坡顶紧靠已建成的南围堰,围堰后方已吹填形成陆域,顶高程为4.4 m。由于岸坡地质条件较差,表层淤泥含水量高,强度极低,加上施工期间前挖后填,使岸坡的安全处于最不利状态。根据一些工程的实践经验,码头岸坡在挖泥、回填、加固、打桩及堆载预压等施工过程中,容易出现岸坡失稳现象,尤其在大潮低潮位时容易造成岸坡失稳发生滑坡,造成无法挽回的损失。因此如何保证岸坡的安全稳定是码头施工需要解决的关键技术问题。施工期岸坡的稳定性控制方法主要有:

1)严格控制挖泥分段分层均匀进行,分段长度根据地质条件确定为60 m内,分层厚度为2 m。

2)基槽开挖经验收合格及时抛填砂垫层进行护坡,抛填厚度以不影响打砂桩为原则,典型施工确定为2.5 m。施工段之间抛砂及挖泥进度衔接紧凑,避免抛填不及时影响岸坡稳定。砂桩施打完成后及时按设计断面进行清淤及棱体抛砂。

3)开挖及清淤施工顺序从坡顶往坡底方向,抛填则从坡底往坡顶方向进行。

4)利用高潮位施打靠岸的后排桩,减少打桩震动对岸坡的影响。

5)加强对围堰的位移及沉降观测,及时分析其变化情况,调整施工速率。

通过采取以上控制措施,做到防患于未然,保证施工期岸坡的安全稳定。

3.2 基槽及岸坡软基加固砂桩合理桩径的确定

码头基槽及岸坡原设计砂桩桩径为750 mm,



现有打桩设备震动力为 50 t。砂桩典型施工时实际桩尖高程大部分为 -20.0~-25.0 m, 无法达到设计深度。经验算, 要达到设计深度, 桩锤的震动力应大于 60 t。由于受到打桩能力的限制, 只能缩小桩径, 减少打桩阻力, 才能达到设计深度。若桩径太小, 容易导致灌砂时引起导管堵塞, 使砂桩缩颈, 影响质量, 因此应确定合理桩径。经与设计人员共同研究, 并通过现场反复典型试验, 确定砂桩桩径为 550 mm 时最为合适, 既能达到设计深度, 又能保证导管不堵塞。为了保持岸坡稳定原有的设计标准不变, 在缩小桩径的情况下, 根据砂桩置换率不变的原则相应缩小桩的间距, 桩距相应调整为 900 mm、1 100 mm、1 500 mm, 通过调整, 保证了基槽及岸坡砂桩施工的顺利进行。

3.3 预应力混凝土方桩施工的质量控制

本工程设计桩基长度从 39~50 m 不等, 设计桩力最大 260 t, 最小 180 t, 桩尖要求达到密实砂层或风化岩, 根据地质资料反映, 持力层埋深起伏较大, 打桩以贯入度控制, 高程校核, 采用 D-80 锤施打。在打桩试验阶段有少数桩头出现打碎打裂现象, 使打桩无法满足设计要求, 个别桩身还出现纵向裂缝。由此引起了各方面的高度重视, 为抓好工程质量, 做到以防为主, 业主及时组织了有关单位及专家召开专题会, 研究桩基的施工质量控制措施, 并由设计、施工、质监、监理、业主等单位组成的联合调查组对制桩、堆放、运桩、沉桩等施工全过程进行系统地检查, 分析了存在的原因提出了桩基的质量控制措施和方案:

1) 出现桩头打碎, 桩身打裂, 打桩是其中一个主要环节。由于地基软土层较厚, 当桩尖穿越软土层时发生滑桩, 滑桩长度达 30 多 m。滑桩时未及时调整桩锤油门, 仍继续锤击, 桩与桩锤一起下滑, 速度很快, 在桩尖下沉到硬土层瞬间, 使打桩拉应力超过设计允许值 6.0 MPa 而使桩身或桩头打裂, 因此在滑桩过程要求关闭桩锤油门, 轻锤慢打, 控制打桩速度, 避免事故发生。

2) 个别桩在穿透较厚砂层时, 桩锤击数达 2 200 锤, 容易使桩头打碎, 不利于保证桩的质量, 根据动测结果及时调整打桩控制标准。

3) 桩头纸垫较薄, 应按规范要求配置。

4) 预制厂场地不平整, 桩堆放后桩身出现弯曲变形, 容易造成桩身混凝土开裂。对预制桩堆放场地进行全面整改, 保证地基平整度满足规范要求。

改适当延长桩头实心段的长度, 增加桩头钢筋网片的数量, 提高桩头段强度。

通过采取以上措施对各施工环节严格控制, 使桩基质量得到了保证。

3.4 岸坡棱体抛填的施工方法

码头岸坡结构的坡顶高程为 1.0 m, 坡顶宽度 6.2 m, 其上浇筑混凝土挡土墙, 从 1.0 m~-4.0 m 以 1:2 坡度相连接, 在 -4.0 m 处设 3.5 m 宽的戗台, -4.0~-9.5 m 的坡度为 1:2, -9.5 m 以下为压脚棱体。岸坡棱体抛填中粗砂, 表面抛石护坡。

由于水下抛填中粗砂 1:2 坡度施工时较难达到, 在抛填至接近设计坡度时, 棱体表层抛填砂失稳产生滑动, 造成部分砂层超高需清除, 而部分重新补抛, 影响工程质量又增加工程造价。经试验段抛填后重新调整施工方法, 棱体抛填砂用民船先按 1:2.8 的坡度分段分层抛填后, 再用级配碎石补抛至 1:2 的设计坡度, 按设计要求完成倒滤层及护面块石的施工。抛填过程严格控制施工顺序, 清淤从岸侧向海侧方向进行, 抛填则从海侧向岸侧方向进行, 保证抛填过程岸坡的稳定, 避免对桩基造成不利影响。

3.5 过渡段的衔接处理

3.5.1 3[#]泊位过渡段

本工程 5 个泊位分两期进行建设, 在 3[#]泊位西侧预留桩基过渡段, 便于 4[#]泊位施工时衔接。桩基施工完成后已进行夹桩加固, 棱体已完成抛填砂。在 4[#]泊位上部结构施工时, 发现过渡段桩基产生较大的位移, 过渡段共有 51 根桩, 直桩偏位大于 10 cm 的有 13 根, 最大达 57 cm; 斜桩 20 根, 偏位大于 10 cm 的有 10 根, 最大达 28 cm。该区域桩的实际偏位值已远远大于规范所规定数值。经查阅打桩记录进行比较, 产生桩偏位有打桩的原因, 也有受棱体变形的影响, 而后者是主要原因, 由于过渡段棱体在下沉时产生侧向变形, 桩在侧向力作用下而发生偏移, 且靠岸桩偏移大, 靠海桩偏移较小。经反复研究, 采取以下的处理方法: ①对偏位大于 25 cm 的桩进行小应变检测, 检测结果桩身完整, 说明桩身还未有受破坏。②对偏位较大的桩, 现场已不具备补桩的工作面, 过渡段上部结构预制构件还未完成, 因此通过调整横向排架位置, 减小桩的偏心受力, 使桩偏位满足规范要求。③横梁轴线位置调整后, 对部分纵梁的长度及面板跨度做相应调整, 使其满足上部结构受力的要求。

3.5.2 6[#]泊位与国际集装箱码头衔接段



最后在无纺织布上苫盖 2 层草帘, 亦有在现浇混凝土所用模板的背面喷涂 3~5 cm 厚聚氨脂发泡剂作为保温层, 其效果也非常理想。

2) 采用蒸汽加热法养护

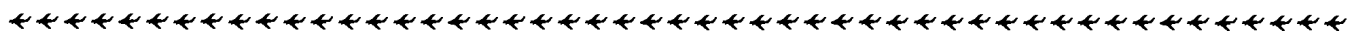
当结构表面系数大于 5, 且日最低气温低于 -10°C 时采用此法。在浇注的混凝土模板外搭设保温棚, 棚内布设管道, 通蒸汽保温养护, 要求混凝土浇注后立即进行覆盖保温, 并在 5°C 以上保持 4~6 h 后再进行升温, 升温速度不应大于 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

混凝土蒸汽加热养护时应采用饱和蒸汽, 从而使构件均匀受热, 并应设法排除掉冷凝水和防止结冰。恒温的最高允许温度不应超过 50°C 。恒温时间可根据恒温温度、混凝土强度、拆模要求确定, 一般混凝土强度达到设计强度 50% 即可。当通过试验确定混凝土强度已满足拆模要求时, 蒸养可以结束, 使温度逐渐降低, 但降温速度不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 直至接近室外温度。

3.7 模板拆除

模板拆除时间可根据现场测定混凝土强度确定, 即在混凝土浇注时多做 2 组试块, 放到保温棚内进行同条件养护, 通过检测试块的强度来确定是否可拆模。

当混凝土的强度达到设计强度的 50% 时, 且混



(上接第 36 页)

该衔接段范围内只预留 1 排管桩, 岸坡过渡段棱体护面块石已抛填完成, 按原设计打预制桩方案进行施工, 必须清除护面块石及挖掉部分棱体, 打桩船才能就位施工。而清除棱体及打桩震动将影响到已建码头及岸坡的安全稳定, 为保证工程的顺利实施, 根据现场的实际情况, 提出了如下的设计修改: 由于打桩震动对码头有影响的部分预制桩改为冲孔灌注桩; 过渡段棱体因完工时间较长已发生沉降, 施工时清除表层淤泥后重新抛填倒滤层及护面块石连接。通过以上修改, 使过渡段的衔接质量和已建码头的安全都得到保证。

3.6 挡土墙后堆载预压对码头影响的控制

码头主体工程完成后, 其挡土墙后方沿码头线方向分 5 个区域先后进行回填中粗砂, 陆上打塑料排水板及堆载加固, 施工过程密切观测沉降, 水平位移和孔隙水压力。每级加荷沉降不大于 $10\text{ mm}/\text{d}$, 水平位移不大于 $4\text{ mm}/\text{d}$, 且固结度大于 85% 后才进行下级加荷。第 1 区域加固后码头产生的沉降及

混凝土的温度降至接近室外温度时, 方可拆除模板。如混凝土与室外温度差别较大, 而出于某种需求必须拆模时, 拆模后的混凝土表面应临时加以覆盖。模板拆除的时机应尽可能选择好天气, 以避免拆模后的混凝土遭受冷击, 如气温较低要及时苫盖保温。模板拆除后, 为了避免水分蒸发及风吹可能造成的混凝土表面干裂, 应及时在混凝土表面喷涂养生液或苫盖土工布、草帘等。

3.8 工程实例

天津港南疆通用散货泊位 9[#] 和 10[#] 码头工程、天津港一港池 7[#]、8[#] 泊位改造工程、黄骅港一期码头扩能工程等均进行了冬季混凝土施工, 设计对混凝土标号要求分别为 C35F300、C40F300、C40F350, 通过采取上述有关措施, 其质量均达到设计和规范要求, 抗冻试验全部合格, 经过几年的使用观察, 目前效果依然良好。

4 结语

在目前的经济快速发展的形势下, 业主为了尽快得到投资回报, 对工程的建设周期会要求越来越短, 在这种情况下进行冬季施工是不可避免的。事实上, 随着现代科学技术手段的提高, 只要在施工方面采取一定的有效措施, 冬季施工是可行的, 混凝土的施工质量也是可以保证的。

位移值在控制范围内, 累计分别为 6 mm 和 5 mm (向岸侧方向), 挡土墙的沉降及位移值分别为 50 cm 和 26 cm (向岸侧方向), 由于地基在加固过程中除竖向沉降外, 还产生侧向变形, 挡土墙位于高坡结构坡顶, 因而产生较大的向岸侧的位移值, 使过渡板无法搁置于挡土墙上, 对第 1 区域已加固完成的浆砌石挡土墙应进行加宽, 使过渡板安装能满足设计搁置长度的要求。对未加固区域其挡土墙在原设计位置的基础上分别向海侧移动 20 cm 和加宽 20 cm, 加固完成后挡土墙位置刚好满足设计要求, 避免挡土墙因位移而拆除加宽。

4 结语

高坡式高桩码头是较为普遍的码头结构型式, 虽然有较成熟的施工经验, 但施工过程应具体结合码头的结构特点、地质情况、周边的施工条件等因素, 制定切实可行的施工方法。重点应抓好码头的整体稳定性控制及有关防护措施, 合理安排施工顺序, 加强岸坡的稳定性观测并及时调整施工速率, 确保施工全过程的岸坡稳定和桩基安全。