

Construction Technology of High Pile Steel Sheet Pile Cofferdam in Water

Tao Ma

Northeast Branch of China Railway Bridge Bureau Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110179, China

Abstract

Steel sheet pile cofferdam construction, as an important construction process for bridge foundation construction, is widely involved in various types of bridge construction, due to different design schemes, many underwater bridges have a phenomenon where the bottom of the pile cap is higher than the riverbed surface, resulting in the emergence of high pile cap construction technology. This paper elaborates on the design scheme and construction of high pile cap steel sheet pile cofferdam in detail, providing valuable experience for similar engineering construction.

Keywords

bridge engineering; high stakes; steel sheet pile

水中高桩钢板桩围堰施工技术

马涛

中铁大桥局集团有限公司东北分公司, 中国·辽宁 沈阳 110179

摘要

钢板桩围堰施工作为桥梁基础施工的一项重要施工工艺, 在各类桥梁施工中均广泛涉及, 因设计方案的不同, 很多水中桥梁出现承台底高于河床面的现象, 因此出现了高桩承台施工工艺。论文从高桩承台钢板桩围堰设计方案到施工详细阐述了此方案, 为类似工程施工提供了值得借鉴的经验。

关键词

桥梁工程; 高桩; 钢板桩

1 引言

本项目主墩均位于松花江内, 钢板桩施工前经过对河床测量得知, 设计主墩承台底标高为 +156.5m, 既有松花江设计常水位为 +163.201m。其中两个墩都必须先回填后再封底, 本工法围绕着如何克服回填时产生的外向侧压力及回填施工的控制展开, 有效地控制施工质量, 提高施工效率, 总结本工法。

2 工程概况

2.1 承台基础结构形式及概况

水中承台(31#-33#)尺寸: 上游侧 13.526m × 13.2m × 4m, 下游侧 9.5m × 13.2m × 4m, 承台顶标高 +160.5m, 承台施工采用 C35 混凝土。

现水位为 +161.0m, 最不利墩河床底标高 +152.35m。设防水位为 +164.0m, 设计围堰采用拉森Ⅳ型钢板桩围堰,

尺寸为 28.4m × 15.6m, 围堰顶高出设防水位 0.5m(+164.5m)。

2.2 工程难点及特点

承台基坑所在区域河流主要为第二松花江及其众多支流。河流多受降水影响, 4~6 月为枯水期, 6~9 月为丰水期, 沿线地下水以孔隙水、基岩裂隙水为主, 其补给来源主要为大气降水、地下水, 排泄方式为水平径流、垂直蒸发。需在丰水期前完成承台及墩身施工, 工期压力紧。此外上游有一处丰满水库, 不定期放水, 水流不稳定。

3 施工方案及工艺流程

3.1 施工工艺流程

本项目水中墩承台施工采用钢板桩围堰。钻孔完成后, 拆除围堰范围内的钻孔平台, 插打钢板桩。钢板桩闭合后, 安装内圈梁及内支撑, 之后安装顶口外圈梁及锚拉钢筋。圈梁及支撑安装完毕后填筑或清理围堰范围内河床, 使其顶高程达到设计标高。然后水下灌注封底混凝土, 待混凝土强度满足要求时, 围堰内抽水至封底混凝土顶部, 进行承台施工。待承台混凝土施工完毕后, 向围堰内注水, 根据外侧水位高度情况拆除内支撑及内圈梁, 或将内支撑受力进行转换。最

【作者简介】马涛(1990-), 男, 回族, 中国宁夏灵武人, 本科, 工程师, 从事桥梁工程研究。

后拔除钢板桩。

3.2 钢板桩围堰布置

钢板桩围堰拟采用拉森Ⅳ型钢板桩围堰，尺寸为 28.4m×15.6m，围堰顶高程 +164.5m，设防水位 +164.0m。31#、围堰设置两套圈梁，第一层外圈梁设锚拉钢筋，第二层内圈梁加设内支撑，以保证不同工况下钢板桩稳定。外圈梁高程为 +163.5m，采用 2I32b 型钢，锚拉钢筋采用 40mm 精轧螺纹钢（加强保护，防止扭曲）。内圈梁高程为 +162.5m，采用 2HN700×300 型钢，内支撑采用 Φ600×10 钢管。底部设计 1.8m 厚 C25 封底混凝土，封底混凝土底标高为 +154.7m，基底视河床底标高情况回填圆砾土或清理。

3.3 钢板桩插打

承台钢板桩插打前，提前设置路线并保证插打闭合，设置型钢导向框，作为钢板桩插打导向。为减少钢板桩插打时锁口之间的摩擦阻力，应采用钢丝刷将锁口内杂物清理干净并刷黄油或者其他胶黏性润滑油。

3.3.1 施工准备

要保证钢板桩的插打质量必须安排专职人员对进场后的钢板桩进行外观观测质量检查，包括钢板桩的成品质量，钢板桩的设计尺寸及钢板桩的外观平整度进行详细检查，存在桩身弯曲、扭曲等缺陷，均需加以整修、调直，全部采用单根进行施打。插打前，精确放样出围堰的四个角点。

3.3.2 安装定位导向框

经测量定位后，插打定位桩、布置导向框架，在测量监控下，精确打入一根钢板桩作定位桩，布设定位导向框，导向框用废旧钢管制作。

3.3.3 插打

水上平台钢板桩围堰施工对打拔机的选型要求主要为臂长要求，本次钢板桩插打，单根长度重量分别为 1141.5kg、1369.8kg、1468.8kg，最大长度 18m，综合考虑项目选择 SY600HD 型打拔机及 85t 履带吊配合 DZ180 型单夹持器液压振动锤。为更好满足现场 18m 钢板桩的插打，现场根据机械使用新增添 2m 加长臂至总臂长达到 24m。由于现场操作空间及钢板桩长度的影响，采用 SY600HD 型打拔机及 85t 履带吊配合 DZ180 型单夹持器液压振动锤配合的方式进行插打，打拔机具有施工操作简便，定位精确且施工效率高速度快的优点，但受制于场地限制无法完成较大距离的钢板桩插打，然后由履带吊配合 DZ180 型单夹持器液压振动锤完成打拔机无法施工的地区，最终完成整个围堰钢板桩的插打工作。

注意事项：无论是 SY600HD 型打拔机还是履带吊配合 DZ180 型单夹持器液压振动锤方式插打钢板桩，都应安排专人及专职测量人员现场监控，遇到每 15 下进尺小于 1.5~2.0cm 的情况时应视为插打到位并停止施工，以防过度插打损毁钢板桩。

3.3.4 圈梁安装

待围堰插打完毕，钢板桩围堰安装牛腿及内外圈梁。

牛腿采用 Φ20mm HPB 300 圆钢制作。外圈梁采用双拼 I32b 工字钢进行加工，内圈梁采用双拼 HN700×300 型钢进行加工，利用吊机安装到位，并焊接牢固。圈梁与圈梁间均为焊接结构，钢筋牛腿与钢板桩之间采用双面贴角焊，单根圈梁如需接长，应采用等强对接焊。

3.3.5 锚拉钢筋及内支撑安装

圈梁安装完毕后，按设计图纸位置及标高安装锚拉钢筋及内支撑。锚拉钢筋采用 Φ40mm 精轧螺纹钢，内支撑采用 Φ600mm×10mm 钢管。支撑与圈梁间采用焊接结构，必须保证焊缝质量。精轧螺纹钢需进行预紧，以承担基底回填及浇筑封底混凝土时钢板桩围堰顶口产生的拉力。

3.4 基底处理

承台封底混凝土底标高高于河床顶高程，因此需对基底进行回填。回填材料采用圆砾土，回填过程中通过固定长度的标杆，多次测量保证圆砾土标高准确，分层填筑，分层夯实。

3.5 封底混凝土浇筑

封底平台按照施工方案要求布置，沿围堰长度方向布置 5 排，宽度方向布置 3 排，共计布置导管 15 组；栈桥桥面标高为 +166.85m，护筒顶面标高统一至 +164.5m，封底平台大横梁工 36，采用两根工 32b 作为封底时料斗及法兰的平台，其余间隔 1.5m 布置；上游侧方向悬臂 5.686m，使用工 36b 做牛腿支撑以减少悬臂端受力；封底导管采用内径为 325mm 的混凝土灌注专用导管，首盘混凝土方量为 7.22m³；封底时首盘混凝土埋深导管大于 0.6m，封底顺序沿围堰长度方向由靠近主栈桥侧自下游依次向上游浇筑。

3.5.1 导管的选择及布置

导管采用 Φ325mm 混凝土灌注管，标准节长度 3m，导管在使用前进行水密试验，统一编号，导管安装时，每个接头须预紧检查，下放固定时，导管下口宜悬空 15~20cm。

3.5.2 首盘混凝土方量

首批混凝土方量 7.22m³，可满足施工需要。施工中采用 8m³ 储料斗作为首盘砼备料设备（配置料斗，如现场没有大料斗，应增加多个小料斗）。

3.5.3 封底混凝土的浇筑

封底混凝土采用导管法水下浇筑。利用钻孔平台、已安装的圈梁搭设封底混凝土浇筑平台，导管采用水下灌注桩导管，使用前需进行强度及气密性试验。导管安装时，导管连接口需要严格按照水下混凝土封底要求采用橡胶圈进行密封，下放固定时，导管下口悬空 25cm。封底混凝土浇筑导管按照设计要求逐根加固固定，每根导管的作业半径按 4m 考虑。

封底混凝土首批砼浇筑时，应能满足导管埋深 0.6~0.8m，砼浇筑过程中，导管应随砼面的上升而提升。混凝土连续浇筑过程中，由现场技术负责实时测量各相邻导管处混凝土顶面高度及混凝土扩展情况，根据各点位导管处混凝土面上升情况调整混凝土浇筑速度及混凝土浇筑量。水下混

土面的最终灌注高度为+156.4m，低于设计标高10cm；待混凝土强度达到设计要求后，再抽水凿除表面松散层，浇筑至设计标高。

灌注封底混凝土时，根据当时水位，设置若干连通阀，根据水位情况适当打开连通阀，调节内外水位高差。

3.6 围堰内抽水

承台封底混凝土具有一定的强度后，围堰内抽水。测放桩顶标高，用切割锯沿桩周环切桩头主筋外侧混凝土，用风镐剥离钢筋笼主筋，在桩顶以上10cm处，沿桩周用6~8个钢钎逐渐打入混凝土截断超封部分，吊出截断的超封部分混凝土，人工凿除剩余超封部分混凝土至设计标高，露出新拌混凝土面，凿除时防止损伤桩头钢筋。

4 存在问题及解决办法

该墩围堰封底施工，混凝土浇筑自上午9:10分起至夜间20:00完成，用时10.8h，浇筑混凝土706m³，虽然全程浇筑连续，总体施工组织有序，各项分工衔接紧密，但存在以下问题：

封底施工为水上平台作业施工，均为临边作业，安全风险高，按照项目部要求应确保除布灰点以外满铺脚手板（型钢），平台四周设置1.2m防护栏杆，并设置两层横杆。

因封底混凝土浇筑过程中，会对钢板桩产生侧向压力导致钢板桩嵌固不稳定，所以要求在封底之前，必须将钢板桩、围檩、内支撑、外圈梁等加固焊接完成，形成完整的受力体系，其中要求钢板桩凸出部分必须与围檩密贴，缝隙较大处应采用钢板或楔块楔紧并进行焊接，严禁以线带面的焊接方式进行加固。

布管的点位应严格遵循项目部要求，由两边及中间的

方式，按照目前7根导管情况，以4+3的方式交替布置。导管长度根据混凝土扩展情况、初凝情况呈阶梯布置。

钢板桩进场后应对钢板桩自身锁水质量进行检查，锁口变形或者咬合不严的应剔除不得使用、插打钢板桩前应对锁口涂抹黄油提高插打的流畅性并有效减少因摩擦力带来的锁口扭裂等、合拢口咬合为整个钢板桩的施工要点，提前5~10根开始计算调整钢板桩插打，确保最后完全咬合。

围堰施工各项标高尺寸必须按照图纸要求制作，包括加劲板1m一道，焊缝长度不少于10cm，焊脚尺寸8mm，支撑与围檩焊接需增加连接板确保焊缝长度等。

防漏水措施：

对策一：在钢板桩周围外侧包裹一层防水彩条布，依靠水压力贴紧钢板桩，达到阻水目的。

对策二：在钢板桩全部插打完毕后应待封底混凝土达到一定强度之后才可开始抽水，考虑到内外水压差的特殊影响，仔细观察围堰内漏水情况，并在漏水处准备干沙，顺直内部漏出处撒，通过内外水压差将细小缝隙填充而达到堵漏的目的。

对策三：潜水员根据漏点严重情况采用土工织物或者干海带条填缝。

参考文献

- [1] JTG/T 3650—2020 公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 住建部令〔2018〕37号危险性较大的分部分项工程安全管理规定[S].
- [3] JGJ120—2012 建筑基坑支护技术规程[S].
- [4] JTGT 3650—2020 公路桥涵施工技术规范[S].
- [5] GB50205—2020 钢结构工程施工质量验收标准[S].