

禹门口黄河大桥主塔承台施工技术研究

Research on the Construction Technology of Main Tower Cap of Yellow River Bridge at Yumen Gate

赵亚楠

Ya'nan Zhao

中交一公局集团有限公司

中国·北京 100024

CCCC First Engineering Bureau Group Co., Ltd.,

Beijing, 100024, China

【摘要】论文以禹门口黄河大桥主塔承台的施工为案例,详细介绍了钢板桩围堰与井点降水两种工艺在黄河中上游粉砂层中的施工运用。通过现场成功实施,为今后类似地质情况的工程施工提供参考。

【Abstract】Taking the construction of the main tower cap of the Yellow river bridge at Yumen as an example, this paper introduces in detail the application of steel sheet pile cofferdam and well point precipitation in the middle and upper reaches of the Yellow River. The successful implementation on site will provide reference for similar geological conditions in the future.

【关键词】钢板桩围堰;井点降水;施工技术

【Keywords】steel sheet pile cofferdam; well point precipitation; construction technology

【DOI】10.36012/etr.v2i2.1094

1 工程概况

禹门口黄河大桥为 108 国道改扩建工程中晋陕交界的咽喉工程,主桥采用竖琴式双塔双索面斜拉桥,桥址位于秦晋大峡谷出口,河面在此变宽。11# 主塔位于黄河主河道内,由于水上平台的搭设及钻孔桩的施工,逐渐形成粉砂沙洲;12# 主塔位于黄河河漫滩,漫滩地面标高比黄河常水位高约 1.5m。根据工程地质钻探报告显示,两主塔承台位置处,从地表至设计承台底标高以下 6~10m 内均为粉质细沙^[1]。

2 钢板桩围堰施工

2.1 钢板桩选型及机械配置

经地质核查,现场主塔承台围堰施工选用拉森钢板桩,型号为 SP-IV w 型,长度 18m,材质为 Q390,钢材允许强度 335MPa。

SP-IV w 型钢板桩宽度 600mm,高 210mm,厚 18mm。主墩共使用标准桩 548 根,异型桩 8 根,其中 11# 号墩承台 284 根(4 根异形桩),12# 主墩承台 264 根(4 根异形桩)。

振动锤选型:

根据《桥梁施工工程师手册》,振动锤插打时产生的振动力须大于钢板桩与土的摩擦力。

土对桩的摩擦力计算公式:

$$R=fuL$$

式中, f 为土单位面积的动摩擦力,kPa,根据地勘资料,本工程 f 值为 10kPa; u 为钢板桩的周边长度,m,本工程取 2.513m; L 为钢板桩的入土深度,m,本工程钢板桩入土深度为 16.021m。

通过计算,本工程点砂层对钢板桩的摩阻力为 402.61kN。

根据计算的摩阻力,振动锤激振力需大于摩阻力并有一定的富余。现场采用 DZ90 型振动锤,激振力为 677kN,富余系数 $K=677/402.61=1.68$ 。

现场选用机械设备为:20t 挖掘机液压打桩锤 2 台,DZ90 液压振动桩锤 2 套,70t 履带吊 2 台。

2.2 钢板桩施工准备

2.2.1 标准桩检查

钢板桩运到现场后,首先进行进场检查,按型号分类,编号造册。桩身弯曲、细小裂纹的修整后使用,变形及破损严重的禁止使用,局部缺陷根据具体情况进行修补后使用。重点检查锁口,方法为将被检桩水平放置在地面,选用 1.5~2.0m 同型号标准桩固定平板车上,用卷扬机拉动平板车从桩头到桩尾通过被检桩,锁口检查未通过的不得使用^[2]。

2.2.2 异形桩检查

异形角桩通常在钢板桩围堰转角处使用,检查时根据围

堰尺寸将一片钢板桩沿轴线方向中线剖开, 然后与另一钢板桩焊接, 即完成满足现场使用的异型桩。焊接时保证焊缝强度和角桩的垂直度。

2.2.3 导向装置

在钢板桩插打前, 先在外围钢护筒上设置钢围堰导向架, 作为打桩时的导向设备。导向架设两层, 两层间距 2~3m, 通过焊接在钢护筒上的牛腿支撑导梁, 可以用第一道围堰作为一层导向架。

2.3 钢板桩定位及导向

钢板桩插打施工中, 全程采用 TC1800 全站仪经行跟踪监控测量, 同时为了保证钢板桩施工位置准确, 且能有效控制围堰的整体结构线型, 以施工完成的桩基钢护筒为控制受力点, 用 2 根 I50 工字钢加工钢板桩插打导向架, 导向架随钢板桩插打方向同步移动, 直至合龙。

3 井点降水施工

3.1 降水井布置

根据 11#、12# 主塔承台的设计尺寸、基坑基底标高, 并统一考虑黄河粉砂层的透水系数及降水曲线, 经计算后, 在围堰外侧四周设置 $\phi 60\text{cm}$ 降水井, 其中 11# 承台设降水井 28 个, 井深 25m; 12# 承台设降水井 20 个, 井深 18m。

3.2 降水井的施工

降水井的成孔采用冲击钻冲击成孔, 孔径采用 $\phi 80\text{cm}$, 成孔后下放内径 $\phi 50\text{cm}$ 的碎石透水混凝土管, 为防止粉砂淤积, 堵塞透水管, 碎石混凝土管下放完成后, 在井管的四周间隙用 $\phi 15\sim 23.5\text{mm}$ 的碎石进行回填, 然后立即进行降水井的抽水洗井, 直至井内出水全部变为清水为止。

3.3 降水井水位监测

11#、12# 围堰四周降水井施工完成后, 先对降水井依次编号, 并测定每个降水井的初始水位标高, 然后启动整体降水, 并每天定时记录各个降水井的水位标高, 绘制出降水井水位标高图, 从而根据水力坡度线, 推算出围堰内最高的地下水位标高, 用以精确地指导围堰内基坑开挖, 本桥在施工中, 围堰内最高地下水位标高始终控制在开挖基底标高线以下 50cm。

4 基坑开挖及围堰支护

4.1 基坑开挖

本桥由于在钢板桩围堰外侧设置了降水井, 且地下水位一直保持在开挖标高线以下 50cm, 基坑开挖已完全在疏干状态下进行, 因此, 开挖采用长臂挖机在围堰外侧取土, 小型挖

机进基坑内开挖并配合吊斗出土施工的开挖方式^[1]。

4.2 围堰支护

钢板桩围堰采用三层内支撑的形式, 中间为对撑、四角为斜撑, 钢板桩插打施工完成后, 在基坑开挖前先安装第一道内支撑, 以减少钢板桩竖向支撑跨度。内围堰采用双支 I55 型钢, 主支撑钢管采用 $\phi 820\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的螺旋钢管, 且内支撑伴随基坑向下开挖, 由上到下, 依次安装。形成开挖一层, 安装一层, 交错进行。

基坑开挖完成后, 在顺桥向支撑中间横向设置一排竖向格构柱, 格构柱紧贴支撑设置, 浇筑封底混凝土后等强, 待封底混凝土达到设计强度后, 将横向支撑与竖向格构柱进行焊接, 拆除临时支撑托架。开挖过程中对围堰变形和受力情况进行观测, 如发现监测超出允许范围值, 则应立即停止开挖, 并向围堰内进行注水, 防止围堰变形进一步扩大。

在内部支撑系统安装过程中, 应加强对钢板桩顶位移、桩身变形和支撑受力的监测, 及时对检测数据分析反馈, 以指导安全施工。施工中严格控制内支撑系统各杆件的焊接质量及安装精度, 确保内支撑系统在同一水平面上均匀受力。

4.3 围堰封底

基坑开挖至设计标高后, 先进行基底整平及钢板桩和钢护筒外的淤泥清理, 然后进行钢板桩围堰的干封底。封底混凝土标号为 C25, 封底厚度 100cm, 封底混凝土一次浇筑完成, 待混凝土达到规定强度后, 切除桩基钢护筒, 绑扎钢筋, 浇筑承台混凝土。

5 结语

禹门口黄河大桥主塔承台施工, 将钢钢板桩围堰与井点降水两种施工方案有机地结合在了一起, 使钢钢板桩围堰的受力更加简明, 降水井的降水效果更加明显, 两种方案相互依存, 为基坑施工提供了干开挖的良好条件, 加快施工进度, 节约施工成本。通过现场成功实施, 为今后类似地质情况的工程施工提供了参考实例^[4]。

参考文献

- [1] 杨文渊, 徐森. 桥梁施工工程师手册(第二版)[K]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [2] 梁建军, 李凯. 井点降水在禹门口黄河大桥中的应用[J]. 现代商贸工业, 2017(19): 182-184.
- [3] 陈龙舟. 新兴江特大桥主墩桩基、承台筑岛- 围堰施工分析[J]. 建筑技术开发, 2017, 44(13): 54-56.
- [4] 李柏霖. 浅覆盖层条件下大埋深水中承台施工技术研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.