

穿心钢棒法在渡槽施工中的应用

赵启强, 杨璐铭, 罗志远

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:以都江堰灌区毗河供水一期工程第六分部渡槽施工为例,详细介绍了渡槽高承台采取穿心钢棒法的设计和施工方法,并对穿心钢棒法进行了简单的受力分析。

关键词:穿心钢棒法;渡槽施工;墩柱;高承台

中图分类号:TV7;TV52;[TV91]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)03-0046-04

1 概述

都江堰灌区终期设计灌溉面积为1468万亩(1hm²=15亩),其中毗河供水区为333.23万亩。毗河供水工程是都江堰丘陵扩灌区之一,工程总体布局由引水枢纽、总干渠及渠系工程、灌区围蓄水工程及提灌工程等组成。毗河供水工程以城镇供水和灌溉为主,该工程供水区共涉及7市(区、县)160个乡镇,总人口423万人,其中城镇人口108万人;设计灌面333.23万亩(其中一期工程设计灌面125.49万亩),总干渠终期设计引用流量为60 m³/s(其中:一期工程设计引用流量为22 m³/s)。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000)之规定,毗河供水工程等别属I等,相应工程规模为大(1)型灌区。

毗河供水工程具有整体战线长、工期紧、地形条件相对较差的特点,在本工程中,渡槽所占比例较大。毗河六分部所属渡槽支承结构主要以排架为主,根据高度不同分为单排架、双排架、墩柱、空心墩、实心墩、墩柱+单排架等形式;其中墩柱+单排架形式的支承结构主要是针对跨河流段,在墩柱和单排架连接部位设置有高承台。高承台为矩形结构,尺寸由2.5 m×6 m×1.5 m~1.6 m×3.8 m×1 m不等,最大架空高度超过10 m。

2 施工方案的选择

对于高承台施工,一般采用预埋牛腿或满堂支架作为支承系统,预埋牛腿对墩柱的破坏面积较大,有损成品混凝土外观质量;若采用满堂支架法,因墩柱较高,支架搭设密度大,施工周期长且基础处理成本高;若采用抱箍方案,其高空作业

安装与拆卸不便。技术人员通过认真分析研究和比较,最终决定使用穿心钢棒法施工高承台。

3 穿心钢棒法的设计与受力分析

穿心钢棒法施工即将两根墩柱水平预埋穿心PVC管,钢棒从墩柱预留孔对穿,其墩柱外侧悬出部分铺设工字钢作为纵梁支承,以此作为高承台模板的支撑点,搭设高承台底模和施工平台。结合类似工程的施工经验,采用φ100的Q235钢棒,纵梁采用I40a工字钢,分配梁采用I16工字钢。

钢棒上部设置沙袋和枕木。但因沙袋具有可塑性,通过沙袋将钢棒与上部结构的线接触转化为面接触,进而增大了接触面,有利于结构稳定;枕木则能有效增大纵梁与下部结构间的摩擦系数,同时能够通过控制枕木高度微调体系高程,从而精确控制底模高程(图1、2)。

采用钢棒法的目的是充分利用桩基、墩柱的承载力,将高承台自身重量及上部活动荷载通过工字钢传递给钢棒、墩柱、桩基,最终传递至地基受力层,其安全性仅需对钢棒的抗剪能力、横梁的强度进行校核。

钢棒抗剪力校核:

(1)固定荷载。

$$\text{钢筋混凝土自重 } G_1 = 22.5 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ N/kg} = 529200 \text{ N}$$

(2)活动荷载。

$$\text{模板体系、人员、设备、振动荷载 } G_2 = 4000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 39200 \text{ N}$$

(3)钢棒抗剪校核。

φ100的Q235钢棒许用剪应力 $[\tau]$ 为110 N/mm²。

收稿日期:2018-05-20

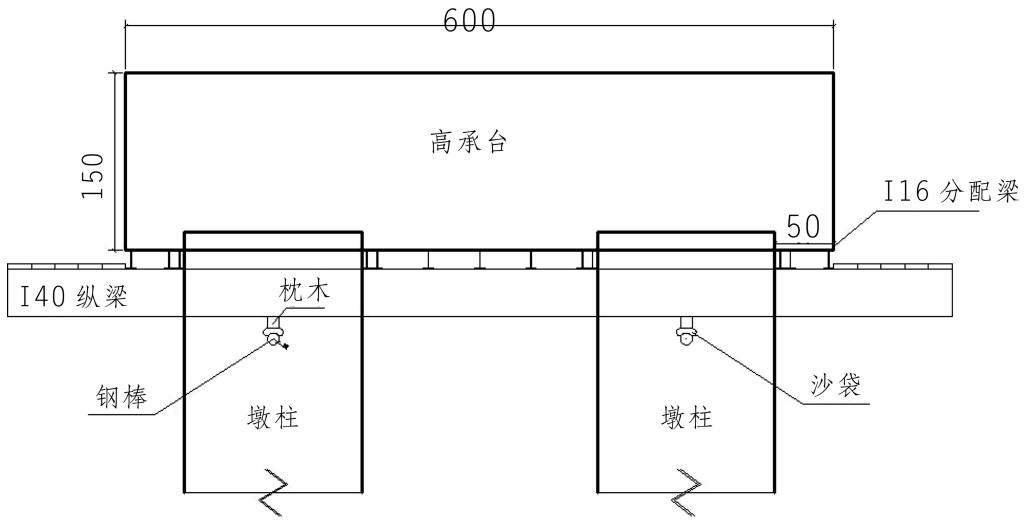


图1 高承台底模支架立面示意图

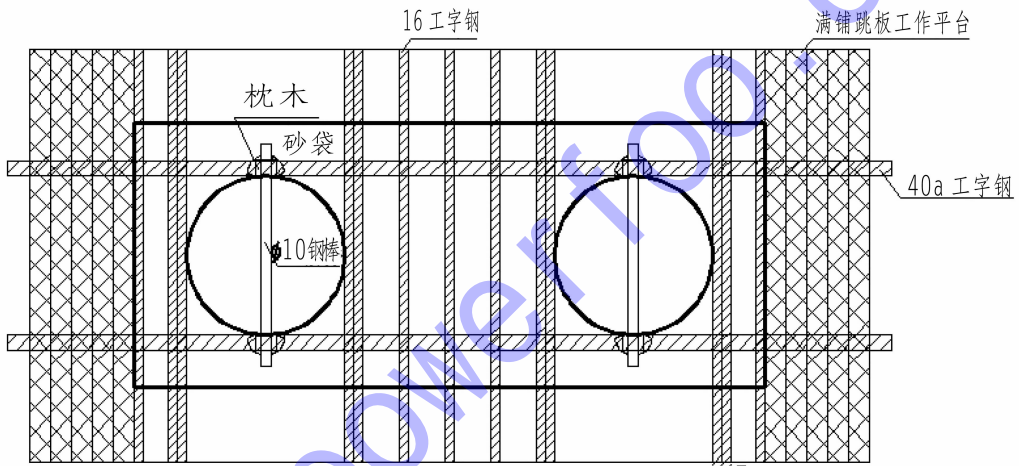


图2 高承台底模支架平面示意图

$$\tau = (1.2G_1 + 1.4G_2) / (4 \times 3.14 \times (\frac{100}{2})^2) = 21.97 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

经计算,钢棒剪应力 τ 远小于许用值 $[\tau]$,满足钢棒抗剪要求。

横梁强度校核:

将该支撑体系简化为简支梁两端支座的模型,且钢材许用弯曲正应力 $[\sigma] = 170 \text{ MPa}$,许用切应力 $[\tau] = 100 \text{ MPa}$,弹性模量 $E = 210 \text{ GPa}$ 。

根据简化模型计算得到:

横梁上部荷载由对称的两根横梁共同承担,因而每根横梁上的均布荷载 $q = (1.2G_1 + 1.4G_2) / 2l = 57.5 \text{ (kN/m)}$ 。

全部荷载由四个双向对称的支座共同承担,因而每个支座上的支座反力 $F = (1.2G_1 + 1.4G_2)$

$$/4 = 172.5 \text{ (kN)}。$$

根据以上横梁的受力分析可以得到横梁的剪力图、弯矩图(图3、4、5)。

横梁内的最大正弯矩和最大负弯矩分别为:

$$M_{\max}^+ = \frac{ql}{2} \times \frac{a}{2} - \frac{ql^2}{8} = 43.125 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$M_{\max}^- = -\frac{q}{2} \left(\frac{l-a}{2}\right)^2 = -44.92 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

因此,横梁内最大弯矩为 $44.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

查型钢参数表得 I40a 工字钢弯曲截面系数 $W_z = 1090 \text{ (cm}^3\text{)}$,则横梁的最大正应力为:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}^-}{W_z} = 41.2 \text{ MPa} < [\sigma] = 170 \text{ MPa}$$

由此可见,横梁最大正应力远小于许用正应

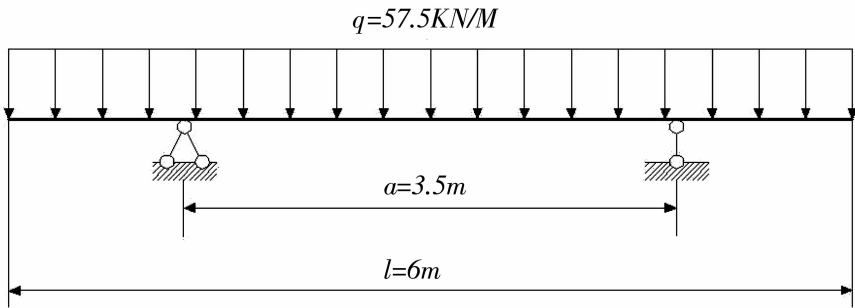


图3 横梁体系简化模型受力图

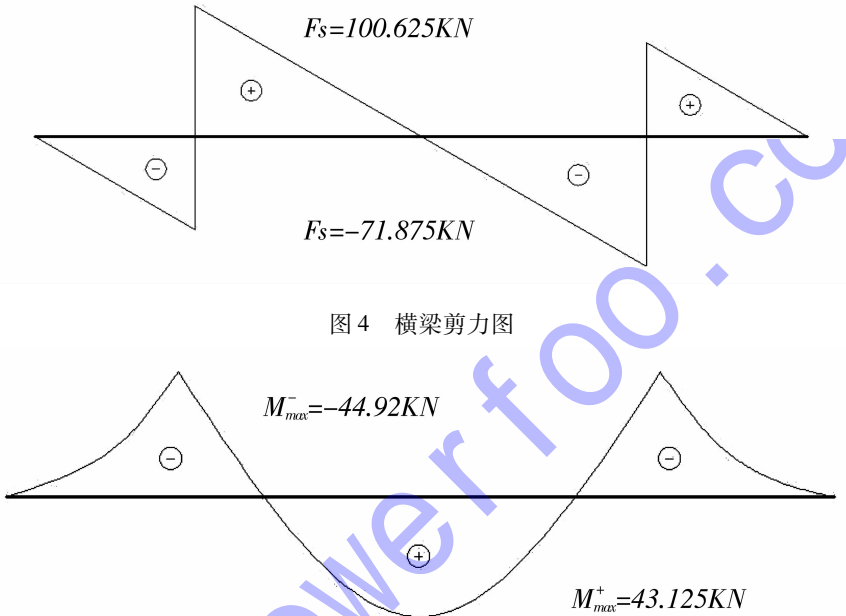


图4 横梁剪力图

图5 横梁弯矩图

力,横梁满足正应力强度条件。

工字钢横梁承受的最大剪力为:

$$F_{S,\max} = 100.625 \text{ kN}$$

查型钢参数表得 I40a 工字钢半截面的静矩

$S_{z,\max}^*$ 及其惯性矩 I_z 。

$$I_z = 21\,720 \text{ cm}^4, S_{z,\max}^* = 636.95 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{\max} = \frac{F_{S,\max} S_{z,\max}^*}{I_z d} = 28.1 \text{ MPa} < [\tau]$$

$$= 100 \text{ MPa}$$

横梁最大切应力远小于许用切应力,因而横梁满足切应力强度条件。

综合横梁正应力、切应力计算结果,分析认为横梁强度满足要求。

4 施工过程

墩柱施工时,在墩柱内部预埋 PVC 管作为横梁穿钢棒的通道。根据支架结构,将水平渡槽轴线对称预埋在墩柱内,准确计算预埋高程及位置并

采用钢筋定位固定,确保其在浇筑过程中不会变形和破坏。PVC 管两端采用胶布密封,亦可采用相同长度的木棒穿入 PVC 管中,避免在浇筑过程中被混凝土堵塞,使其在浇筑时能形成大小准确的光滑预留孔。进行上部支承体系搭设前,在预留孔中穿入 $\varphi 100$ 的钢棒,钢棒的长度根据墩柱的具体尺寸确定,且必须考虑足够的外露长度。钢棒的安装采用吊车配合人工将钢棒插入 PVC 管通道,两端外露长度一致。

钢棒安装完成后,两端需放置沙袋和枕木以调节纵梁安装高程,确保纵梁安装水平,其倾斜误差不得超过 $\pm 3 \text{ cm}$ 。随后进行分配梁的安装。为防止侧翻,两端分配梁应同时安装到位。设置分配梁的目的一方面是作为高承台的施工平台,另一方面是作为承台底模支撑结构。在分配梁安装完成后,最后进行高承台底模的铺设,由测量人员对底模高程进行复核,看其是否满足设计要求,并

于施工平台四周安装防护栏杆以保障施工安全。高承台支承体系的安装均采用吊车配合人工进行。

穿心钢棒法主要施工工序如下:

墩柱施工→预埋 PVC 管→钢棒安装→铺设纵梁→铺设分配梁→铺设高承台底模→工序验收并浇筑。

5 支架预压

5.1 预压的目的

(1)通过预压的手段检验支架整个系统结构受力的情况,确保支架在施工过程中绝对安全。

(2)通过预压掌握支架的弹性变形和非弹性变形的大小,以便更加准确地掌握支架的刚度等力学性能,控制立模标高,确保盖梁的施工质量、标高满足设计和规范要求。

5.2 预压的实施

(1)预压超载系数取 1.2;

(2)底板的预压荷载配置:采用沙袋法预压,每个沙袋装沙约 50 kg 并均匀堆放在底模上;

(3)预压荷载分级为:100% 预压、120% 加载预压;加载完 100% 荷载后持荷 1 h,观测各测点并作好记录,同时对数据进行分析比较以掌握支架的变形情况;加载完 120% 荷载后持荷 1 h,观测各测点并作好记录,同时对数据进行分析比较,掌握支架的变形情况;

(4)支架预压完成,对整个试压过程进行分析、总结,保证支架正常地按设计和规范要求施工;

(5)卸载顺序与加载时相反。应注意必须对称均匀地卸载并做好观测和检查工作。

5.3 安全注意事项

(1)对支架各部位进行仔细检查,确保各部位连接可靠,以保证其正常使用。

(2)准备好预压材料并将其运至现场,安排好施工人员。

(3)加载前布置好监控和测量基准点并作出明显的标志、标识,有效地进行保护,同时测定其初始数据。

(4)建立完善的支架加载人员的组织协调工作和必要的安全保障工作。

6 施工控制要点

6.1 钢棒预埋高程

根据该支承结构的特点,将钢棒预埋高程控制在高承台底部 70 ~ 80 cm 为宜,以方便调节。

6.2 纵梁高程的控制

纵梁高程的控制直接关系到高承台的设计底高程。两侧纵梁高程必须一致且两端必须水平。采用测量仪器校核,通过调节沙袋和枕木消除两侧纵梁的高程偏差。

6.3 分配梁的安装

分配梁的安装应遵循“先中间、后两边”的原则,防止其发生侧翻和滑移。

6.4 高承台结构的施工

进行结构施工前,必须提前搭设好爬梯以方便施工人员上下;若超过一定高度,必须将其设置成旋转爬梯;支撑架临边必须搭设防护栏杆,敷设密目网;高承台结构施工阶段,作业人员必须正确佩戴安全带和安全帽,防止发生高空坠落事故(图 6)。



图 6 高承台混凝土浇筑施工图

7 结语

采取路桥施工常用的盖梁穿心钢棒法解决渡槽高承台施工问题是一次新的尝试,发挥了钢棒法施工便捷、快速、成本低的特点,提高了本工程渡槽的施工进度;通过验算施工稳定性,确定了基本的施工参数和材料选型,为今后类似工程提供了宝贵的参考经验。

参考文献:

- [1] 陈进东. 横穿钢棒盖梁施工法在大广高速桥梁中的应用[J]. 山西建筑, 2012, 38(25): 222 - 282.

作者简介:

赵启强(1975-),男,四川巴中人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工。

杨璐铭(1990-),男,四川资阳人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工;

罗志远(1988-),男,湖北宜昌人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)