

零号块现浇支架设计施工控制分析

陈俊夫 卢伟贺

中交路桥建设有限公司 北京 100027

摘要: 本文结合马来西亚砂拉越州LASSA桥零号块工程实例,对其工程特点、支架选型、支架设计计算及施工控制要点进行了总结和分析,并提出了基于上部主梁自重及27年收缩徐变引起的桥墩压缩变形导致的支架顶标高调整措施,以期对同类类型设计纵坡大、考虑27年成桥线形的连续刚构、连续梁桥零号块现浇支架设计及施工提供数据参考。

关键词: 英标 现浇支架 零号块

1 工程概况

LASSA桥全称马来西亚拉萨河口大桥,PC混凝土连续梁+连续刚构桥组合体系设计,是目前在建世界最长联桥梁。主梁为预应力混凝土变截面箱梁,箱梁断面为单箱单室结构,底板宽6.8m,顶板宽12.15m,箱梁底板横桥向保持水平,桥面纵坡及梁底线形由腹板高度变化形成。桥梁宽度为12.4m,设计双向横坡2.5%,设计最大纵坡3%,双向两车道,跨径组合:90m+5×150m+175m+2×200m+175m+5×150m+90m,全长2430m。

2 支架比选

常规零号块现浇支架通常有满堂支架、钢管落地支架及型钢托架三种结构设计形式,从结构、经济、施工难易程度及安全性上来看三种设计各有优缺点,比选时应按照项目实际情况和零号块、墩身及基础设计选择最有利的现浇支架结构形式。

表1 支架比选

支架形式	主要优点	主要缺点
满堂支架	周转次数多,使用设备少,安装方便	墩高较高、零号块投影面下基础需处理的情况下不具备优势
钢管落地支架	结构简单,可快速周转	一次性投入量大,需配合大型吊装设备,加工周期长
型钢托架	材料投入量少,不受墩高限制	加工精度要求高,材料损耗率较大

从表1可看出,三种支架形式优缺点各异,实际选型时应根据项目情况选择适合本项目的支架类型。对于LASSA桥,零号块投影范围内均为主桥承台,最大墩高仅16.4m,工期紧,墩顶实心段钢筋密集,在场可利用型钢、钢管材料多,故经综合比选,选定落地钢管支架结构进行方案设计。

3 落地钢管支架设计

LASSA桥零号块支架采用 $\Phi 630 \times 8$ mm螺旋钢管作为立柱。立柱顶放置自制砂筒用于支架卸落,砂桶顶设置2I45a作为横桥向承重梁、I32a作为顺桥向分配梁,钢管桩立柱间平联采用[28a槽钢作为平联及剪刀撑。各构件间焊接连接,要求焊缝厚度不得小于较薄母材厚度。现浇支架平面尺寸长×

宽为1650cm×1440cm。由于连续梁临时固结采用预埋钢筋连接墩顶及零号块的设计,故本桥零号块仅做钢筋、混凝土施工时的支架使用,零号块施工完成后即可拆除周转。

零号块两侧悬挑部分设置三角桁架调平立柱顶标高,桁架主桁采用[20a槽钢,中间用[20a槽钢间隔90cm焊接连接,为加强桁架整体稳定性,每片桁架间用通长槽钢连接固定,同时两侧桁架间用6根32mm精轧螺纹钢对拉以抵消底模水平分力。

钢管立柱基础坐于主桥承台顶,不进行配筋设计,对于处于承台顶斜坡面立柱基础,布置构造钢筋防止斜坡面上素混凝土部分产生裂缝。

4 支架验算

4.1 执行规范

(1)结构设计^[1]

• 英标BS5950-1:2000 Structural Use of Steelwork in Building - Part 1: Code of Practice for Design - Rolled and Welded Sections

• 马标MS544: Part 3 Code of Practice for Structural Use of Timber

• 英标BS5975:2008 Code of Practice for Temporary Works Procedures and The Permissible Stress Design of Falsework

(2)材料特性

• 国标GB/T 706-2016 Hot Rolled Section Steel

• 国标GB/T 11263-2017 Hot Rolled H and Cut T Section Steel

(3)结构荷载

• CIRIA Report 108 Concrete Pressure on Formwork

• 马标MS1533:2002 Code of Practice on Wind Loading for Building Structure

• 英标BS5400-2:2006 Steel Concrete and Composite Bridges - Specification for Loads

马来西亚JKR合同文本中要求所有结构计算均基于英标计算,故本次计算除中国购买的型材按国标选取材料参数

外,结构设计均按英标执行。风荷载及方木因具有地域差异,按照马标取值。

4.2 荷载系数

表2 荷载系数取值

验算类型	SLS 正常使用极限状态	ULS 承载能力极限状态
强度	-	恒载 1.2 活载 1.5
刚度	恒载 1.0 活载 1.0	-

4.3 结构验算

整个结构体系,由上至下,对于受弯及受压状态下的各个杆件,分别进行强度、刚度及稳定性验算。因为本项目零号块非一次性浇筑完成,故恒载按照第一层零号块浇筑重量计算。

经计算,项目零号块支架各构件强度及刚度均满足要求。另外,支架变形由弹性变形和非弹性变形组成,弹性变形由立柱钢管在零号块混凝土恒载作用下产生,非弹性变形由各杆件组装偏差、砂筒二次压载沉降等产生,非弹性变形可由预压进行消除。根据计算结果,支架弹性变形量为1.9mm,相比总变形量占比较小。

5 支架施工

支架施工分预埋件加工与安装、立柱及平联加工与安装、标高复测及砂筒安装、支架上部结构承重梁、分配梁及三角桁架加工与安装四大部分^[2]。

在主桥承台顶层施工时进行钢管立柱固定预埋件的定位与安装,考虑到施工便利性,本桥采用预埋精轧螺纹钢与立柱底法兰进行连接的方式,施工时应注意预埋精轧螺纹钢的垂直度与间距布置,偏差较大需对立柱底板进行扩孔或重新开孔处理,不利于结构受力,由于精轧螺纹不能进行普通焊接,预埋件安装时可用对照柱脚底板进行开孔的薄钢板进行限位^[3]。支架主体全部由钢管及型钢组成,考虑到在场设备配置及墩高较矮,各部分杆件均采用焊接设计,由此便产生了相对较多的焊缝,尤其是平联及剪刀撑部分存在立焊或者仰焊情况,施工难度较大且不利于加工精度,此时建议根据支架整体布置结合在场设备吊装能力,尽量在后场将钢管立柱两两连接在一起,变现场拼装为半装配化施工。立柱安装完成后复测桩顶顶板标高,吊装砂筒就位并根据复测数据微

调砂筒高度以保证承重梁安装在设计标高位置,然后吊装三角桁架至图纸设计位置^[4]。所有吊装工作均为水上作业,吊装时应注意选择平潮期并时刻注意风速。

6 注意事项

6.1 标高控制

本桥设计最大纵坡3%,另外由于竖曲线设计,虽然各墩零号块截面结构尺寸均一致,但梁顶线形却存在细微不同。考虑到尽量统一设计并提高材料利用率,本支架三角桁架均按同一角度设计,由支架钢管桩桩顶标高控制拟合三角桁架满足每个零号块梁底线形。

本桥设计线形为考虑27年收缩徐变后的最终线形,施工前应根据监控计算书中数据确定施工控制标高,故钢管立柱下料前应根据预压测得的非弹性变形量、计算书中给定的零号块预抬值重新确定钢管下料长度。由于不可避免的加工误差存在,钢管下料时应根据宁短勿长的原则加工,安装完成后取得复测标高数据,偏差较小部分由砂筒进行调节,超出砂筒调价范围的,可用2-40mm厚度区间的钢板在主承重梁位置进行加垫。

6.2 焊接质量控制

支架焊接连接部分均为满焊设计,施工中应注意质量控制,避免漏焊或改变焊接方式。

6.3 周转顺序控制

由于本桥存在15个相同类型零号块,根据主桥施工顺序及总体工期要求,合理的确定支架加工总数及周转顺序可以避免支架冗余,减少临时结构加工量及时间。

结束语

本文综合阐述了基于英标的连续梁桥零号块支架设计及施工注意事项,供类似工程借鉴参考。

参考文献

- [1] BS6399-2-1997-Part 2-Code of Practice for Wind Loads[S], 27 March 2002
- [2] GB 50009-2012《建筑结构荷载规范》[S]
- [3] 张胜勇,王磊.赤石特大桥B横梁支架设计及支架预压[J], 2018
- [4] 高江.跨越既有铁路线的支架设计[J], 2020