

大跨度连续刚构桥0#、1#块托架钢绞线反拉预压施工技术

张 钧

(中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司, 辽宁 大连 116083)

摘 要: 连续刚构桥0#、1#块采用托架法施工较为常见,而0#、1#块是全桥施工的基础段,其主要特征为截面高以及重量大,故在托架安装完成后必须对其进行预压,以验证其安全性,并得到托架的变形数据,从而设置预拱度。结合工程实例,通过介绍连续刚构桥0#、1#块托架钢绞线反拉预压施工技术,着重描述钢绞线和精轧螺纹钢的选定、钢绞线反拉预压系统的安装以及钢绞线张拉加压、持荷和卸载的措施,得到了科学有效的托架变形数据,为该桥预拱度的设置提供了依据,也为今后类似桥梁工程施工提供参考。

关键词: 连续刚构;0#、1#块;托架;钢绞线反拉;预压

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0178-04

1 工程概况

新建萍乡至莲花高速公路源头水库特大桥主桥为90 m+2×160 m+90 m 预应力混凝土连续刚构桥,0#块纵桥向总长9 m,墩顶高9.4 m,箱梁悬臂长2.95 m,0#块悬臂段底板宽为6.5 m,底板厚度由130 cm变化为126.6 cm,腹板厚度由1 m变化为0.8 m,0#块顶板厚度为0.5 m变化至0.32 m,顶板宽度为12.4 m。1#块纵桥向长2.5 m,箱梁悬臂长2.95 m,悬臂段底板宽为6.5 m,底板厚度由126.6 cm变化为120.9 cm,腹板厚度为0.8 m,顶板厚度为0.32 m,顶板宽度为12.4 m,主桥墩高平均55 m。

2 托架预压方式的选择

主桥墩身较高,采用常规的沙袋、悬挂水箱对0#、1#块托架进行预压均不方便,结合本桥实际特点,利用桥梁上部结构施工所用的预应力材料和设备,采用预应力钢绞线张拉法预压0#、1#块托架。

3 钢绞线反拉预压施工工艺流程

托架安装→托架检查验收→钢绞线和精轧螺

钢的选定→反拉预压系统安装→钢绞线张拉加压前观测→分级张拉、持荷、卸载→记录观测数据→托架变形数据分析。

4 托架施工

4.1 托架安装

墩顶0#、1#块先后在三角托架上施工,在纵桥向墩身两侧各布设四片三角托架,单悬臂四片三角托架间距为600 mm+4 560 mm+600 mm,三角托架上铺设I40b底模主分配梁,底模主分配梁上铺设钢排架,钢排架上铺设钢底模。

4.2 托架检查验收

托架安装完成后,项目部联合厂家和监理共同进行检查验收和检测,主要包括托架高程、水平度、垂直度、焊缝质量和销轴固定情况等方面^[1]。

5 钢绞线反拉预压

通过张拉钢绞线模拟荷载对托架进行施压,主要通过测量观察各施压节点处的变化以检验托架的稳定性、安全性及变形等^[2]。

此种方案是在承台施工时,在承台里预埋精轧螺纹钢,伸出承台顶面,通过反力架下扁担梁实现钢绞线与精轧螺纹钢的转换连接。底模主分配梁安装完成后,通过反力架上扁担梁将钢绞线上部用锚具锚固在顺桥向托架上,再采用千斤顶分级张拉的方式模拟荷

收稿日期: 2023-12-21

基金项目: 中铁建大桥工程局集团第一工程有限公司2018年度科技创新项目开发计划(18-21)

作者简介: 张钧(1988—),男,学士,工程师,从事桥梁施工工作。

载预压^[2],整体布置情况见图1。

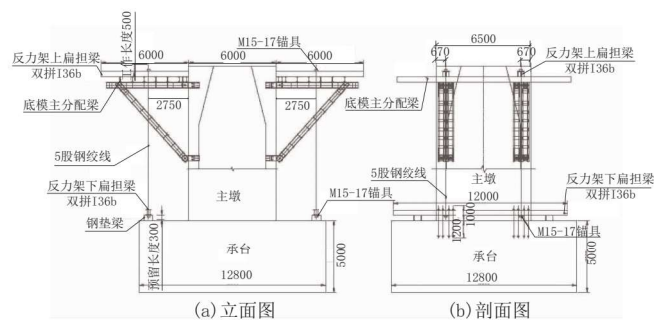


图1 钢绞线反拉预压系统布置图(单位:mm)

5.1 预压点位和观测点设置

1#块重心与墩柱边支点距离2.743 m,则将预压点位设置在距离顺桥向墩柱边支点2.75 m,距离横桥向墩柱边支点0.67 m(反拉钢绞线从顺桥向相邻的两组三角托架中间穿过),每单悬臂侧对称布置两个预压点位,分别为P1、P2、P3、P4。

0#块与1#块单悬臂长度为4 m,选择在单悬臂L/2即距离顺桥向墩柱边支点2 m位置,横桥向位于反力架上扁担梁一组双拼槽钢II36b的边梁中心位置,设置沉降观测点,每单悬臂侧对称布置两个观测点位,分别为S1、S2、S3、S4。

具体布置情况见图2。

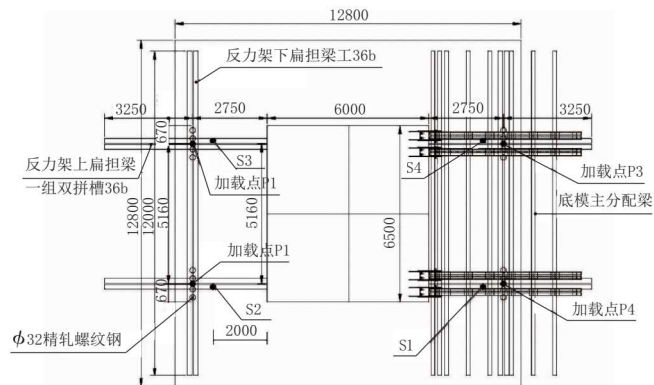


图2 预压点位和观测点位布置图(单位:mm)

5.2 钢绞线和精轧螺纹钢的选定

根据主体结构设计和临时结构布置,顺桥向托架在施工1#块时承受的荷载为最不利荷载,该工况下单悬臂托架承受最大施工荷载为1 610 kN,托架预压荷载为最大施工荷载的105%即1 690 kN。

在大小里程托架上各采用10股 $\phi 15.2$ mm钢绞线在距顺桥向墩身边支点2.75 m位置与托架和承台预埋的精轧螺纹钢分别锁定,后进行张拉,大小里程每侧托架钢绞线的张拉控制力 T 可用如下公式进行计算:

$$T = \frac{PL_1}{L_2} \quad (1)$$

式中: T 为每侧托架钢绞线的张拉控制力; P 为托架预压荷载; L_1 为1#块重心与墩柱边支点距离; L_2 为钢绞线锁定位置与顺桥向墩身边支点间的距离。

算得大小里程每侧托架钢绞线的张拉控制力为1 686 kN。预压采用 $\phi 15.2$ mm高强度低松弛钢绞线,钢绞线截面积 $A_y=140$ mm²,标准抗压强度 $f_{pk}=1\ 860$ MPa。钢绞线在张拉过程中每股最大持荷 $F=168.6$ kN,则每股钢绞线的安全系数 n 可用如下公式进行计算:

$$n = \frac{f_{pk} A_y}{F} \quad (2)$$

算得每股钢绞线的安全系数约为1.54。说明钢绞线安全,不会出现拉断现象。

承台每单悬臂侧预埋有JL32精轧螺纹钢8根,预压采用的精轧螺纹钢标准强度 $f_{pk}=930$ MPa,则每根精轧螺纹钢需要提供的反力和精轧螺纹钢的安全系数可分别用式(1)和式(2)计算,算得结果分别约为210.7 kN和3.55。计算结果表明精轧螺纹钢安全,不会出现拉断现象。

精轧螺纹钢预埋平面布置见图3。

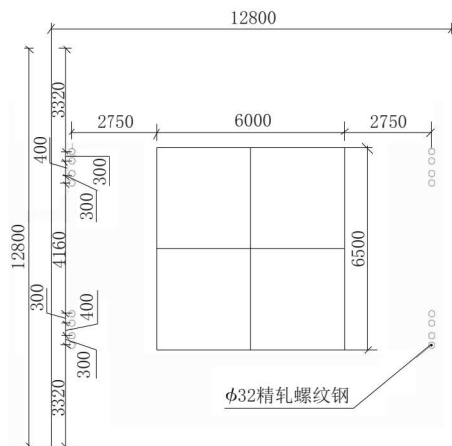


图3 精轧螺纹钢预埋平面布置图(单位:mm)

5.3 钢绞线反拉预压系统安装

5.3.1 精轧螺纹钢预埋

承台混凝土浇筑前,根据精轧螺纹钢预埋平面布置图,单悬臂侧预埋2组8根JL32精轧螺纹钢^[3],一组预埋点位中心距顺桥向墩身边支点2.75 m,距横桥向墩身边支点0.67 m。锚固在承台内的精轧螺纹钢下端带锚具处理,以增强抗拔力,埋置深度为120 cm,外露100 cm。

精轧螺纹钢预埋固定后,用塑料膜将外露螺纹钢多层包裹进行保护,防止生锈及后续施工中产生机械损伤或污染。

5.3.2 钢绞线与承台预埋精轧螺纹钢的连接

采用双拼工字钢 II36b 作为反力架下扁担梁,每单悬臂侧布置一个。一个双拼 II36b 之间净宽 5 cm,确保 5 股钢绞线从中间穿过,为防止下扁担梁在锚具位置出现局部应力过大变形,故在下扁担梁下方安装大型多孔锚具 M15-17,并在锚环与下扁担梁之间使用 500 mm 长×350 mm 宽×30 mm 厚钢板作为支垫,支垫钢板中心穿孔且宽度必须超过一个双拼工字钢 II36b 的翼缘板外边缘,以增大锚环和下扁担梁之间的接触面积,支垫钢板与反力架下扁担梁点焊固定,以固定支垫钢板和锚环在预压点位,利用钢板将一个双拼工字钢横向焊接在一起,防止张拉过程中反力架下扁担梁失稳。

将穿过下扁担梁的 8 根精轧螺纹钢上部安装垫片和双螺帽,完成精轧螺纹钢与反力架下扁担梁的锁定,垫片长度超过一个双拼工字钢 II36b 的翼缘板外边缘。为防止下锚环落地,采用机械螺旋千斤顶支撑锚环底部,使锚环与支垫钢板密贴。

5.3.3 钢绞线与三角托架固定

采用一组双拼槽钢 [36b 作反力架上扁担梁,在 0#、1# 块托架上搭设,扁担梁沿托架的纵向钢排架布置,搭设在底模主分配梁上,每单悬臂侧布置两组。一组双拼槽钢 [36b 之间净宽 5 cm,在上扁担梁上方安装大型多孔锚具 M15-17,并在锚环下方使用 500 mm 长×350 mm 宽×30 mm 厚钢板并中心穿孔作为支垫。

上扁担梁搭设完成后,将上锚环支垫钢板和 M15-17 锚环安装至预压点位。在墩下将钢绞线按照设计长度 49 m 下料,并将同一股钢绞线上下两端编号,上下锚环中间 5 孔位置相同的编相同的号,然后将一束 5 股钢绞线顶部以下 1 m 位置用棉绳扎起来,用塔吊吊住棉绳起吊至反力架上扁担梁侧下方,使得钢绞线顶部在上锚环下方附近,再用人工配合塔吊将钢绞线上端逐股穿入上锚环中间 5 孔,将夹片临时打入上锚环(嵌入锚环固定钢绞线不下掉即可,无需打紧),将吊钩处棉绳解绑,后将上锚环以上位置的钢绞线重新捆绑,塔吊吊住新位置的棉绳,缓慢吊起钢丝绳使得上锚环夹片脱落,钢绞线从预压点位自然垂下。

根据钢绞线和锚环孔位的编号,将同一股钢绞线的上下两端分别对应上下锚环的相同孔位,确保钢绞线是垂直状态。再使用人工将垂下的钢绞线逐股穿入下锚环中间 5 孔,并将夹片由下至上安装至

下锚环内并打紧。塔吊吊住钢绞线向上拉紧,至少使 M15-17 锚具顶部外露 50 cm 长钢绞线作为张拉工作长度。后将上锚环夹片打紧,解绑钢绞线上端的棉绳。至此,钢绞线上下两端均完成与扁担梁的锁定,钢绞线与承台预埋精轧螺纹钢的连接现场完成见图 4,钢绞线与三角托架固定现场完成见图 5,整个钢绞线反拉预压系统完工见图 6。



图 4 钢绞线与承台预埋精轧螺纹钢的连接图

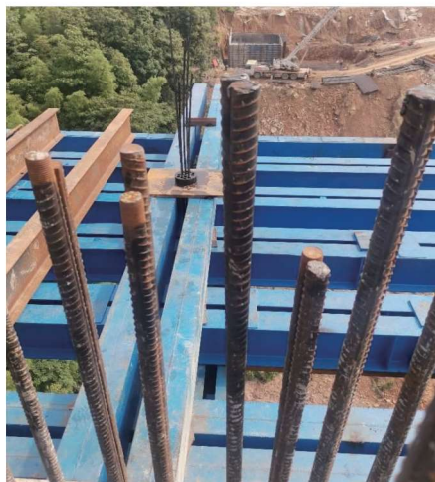


图 5 钢绞线与三角托架固定



图 6 钢绞线反拉系统完工

5.4 钢绞线张拉加压、卸载

钢绞线采用单端张拉,钢绞线与三角托架的固定位置为张拉端,钢绞线通过与反力架下扁担梁的

锁定,完成与承台预埋精轧螺纹钢转换连接端为固定端。将油泵与已校定好的千斤顶相连接,然后将4台单股张拉270 kN千斤顶分别安装在三角托架的4个锚具上,以便满足同时对称施加张拉力的要求(见图7)。



图7 单股张拉千斤顶安装

对托架预压点位P1、P2、P3、P4按照0%→25%→50%→80%→100%→105%的加载顺序,分级同时张拉,注意对称张拉锚具上相同编号的钢绞线,确保托架受力均匀。

(1)张拉前0%荷载,用水准仪测出观测点在张拉前的标高。

(2)分级加载采用4台270 kN千斤顶同时逐股对称张拉P1、P2、P3、P4预压点位的5股钢绞线,两悬臂4束钢绞线每束张拉力达到对应级别张拉力要求后,稳压1 h,检查托架各杆件有无裂缝、变形及托架的锚固情况,再测出观测点的标高。

(3)前四次加载主要测定托架的弹性变形及非弹性变形,第五次加载为最大施工荷载的1.05倍,主要验证托架的安全性。

(4)卸载是加载程序的逆过程,加载完毕12 h后开始卸载,卸载完成后再次测量观测点高程。

5.5 托架变形数据分析

在20股 $\phi 15.2$ mm钢绞线张拉前、张拉中、张拉后、卸载后,分别对三角托架4个观测点高程进行测量,通过对测量的数据进行统计、计算,得出数据(见表1),分析处理表1数据可知,该桥0#、1#块托架的非弹性变形为4.3 mm,弹性变形为9.3 mm。

则在计算该桥已预压托架的0#、1#块预拱度时,应考虑预压得到的弹性变形,在计算该桥未预压

表1 钢绞线反拉预压数据统计表

预压观测点	预压前高程/m	100%预压荷载高程/m	卸载后高程/m	非弹性变形/m	弹性变形/m
S1	212.808	212.794	212.803	0.005	0.009
S2	212.777	212.764	212.773	0.004	0.009
S3	212.798	212.783	212.794	0.004	0.011
S4	212.798	212.786	212.794	0.004	0.008

托架的0#、1#块预拱度时,预压得到的弹性变形和非弹性变形均应考虑。

6 安全和质量控制要点

(1)检查上下锚环的钢绞线夹片是否均夹紧。

(2)托架预压钢绞线张拉是在梁体外张拉,属于危险作业,非作业人员一律不允许靠近现场^[4]。

(3)为安全起见,当张拉一束钢绞线时,先将每股钢绞线张拉5%的初应力,以防止在穿钢绞线的过程中出现松弛、缠绕、打结等情况^[5]。

(4)由于滑丝危害很大,又难以避免,因此对滑丝后锚具及钢绞线的飞行方向等应有避让措施^[5]。

(5)卸载作业时不仅要防止所作业的钢绞线滑丝,也要防止其它已锚固的钢绞线突然滑丝^[5]。

7 结 语

该桥成功应用了0#、1#块托架钢绞线反拉预压施工技术,验证了托架安全可靠,根据预压观测数据确定托架预留沉降值,有效地保证了源头水库特大桥连续刚构线形控制。

参考文献:

- [1] 李红强.连续梁0号块托架活动式反拉加载预压施工技术研究[J].铁道建筑技术,2017(8):46-50.
- [2] 张小龙,刘永亮,于文洋.连续刚构桥爬锥铰接式托架施工技术[J].工程建设与设计,2020(5):151-153.
- [3] 赵利峰.箱梁0号块托架反向张拉预压施工技术[J].山西建筑,2014(11):201-203.
- [4] 夏兰林.浅谈悬臂梁托架钢绞线及反压横梁预压施工技术[J].智能城市,2020(23):143-144.
- [5] 田明玉.重庆碚东嘉陵江大桥施工综合技术[C]//首届山东材料大会论文集(土木建筑篇上).济南:山东省科学技术协会,2007.