

浅谈斜交现浇拱桥体外预应力施工技术

赵万得

五冶集团上海有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i1.4230

[摘要] 现浇拱桥在城市中的应用越来越广,当城市道路与规划河道或道路采取斜交形式跨越时,需通过对主体结构施加预应力来平衡结构所产生的水平推力。此类桥梁需分段施工,分级张拉、分级加载方能满足结构受力要求。如其中一道工序质量控制不到位,对结构受力会产生较大影响。通过对斜交现浇预应力混凝土拱桥张拉施工技术的研究和分析,进行总结,提高类似工程施工经验。

[关键词] 斜交; 现浇拱桥; 体外预应力; 施工

中图分类号: TV **文献标识码:** A

A brief discussion on external prestressing construction technology of skew cast-in-place arch bridge

Wande Zhao

Five Metallurgical Group Shanghai Co., LTD

[Abstract] Cast-in-place arch bridge has been used more and more widely in cities. When the urban road and the planned river or road cross in oblique form, the main structure needs to be prestressed to balance the horizontal thrust generated by the structure. This kind of bridge needs to be constructed in sections, and can only meet the structural stress requirements by stage tensioning and stage loading. If the quality control of one process is not in place, it will have a great impact on the structural force. Through the research and analysis of the tensioning construction technology of slanting cast-in-place prestressed concrete arch bridge, the paper summarizes and improves the construction experience of similar projects.

[Key words] Diagonal intersection; Cast in place arch bridge; External prestressing; construction

引言

随着城市建设的不断发展,为满足城市建设不同环境需求,城市桥梁类型越来越多,城市桥梁建设与其他工程不一样,除了满足设计功能要求外,还得符合一定的景观和美观要求,如区域性地标建筑等。拱桥由于线形优美,结构特点鲜明,在城市桥梁建设中使用越来越多,能体现美观学。

拱桥作为最早发展的桥梁形式,随着科技的不断发展,拱桥桥梁分类越来越多。拱桥按结构形式可分为板拱、肋拱、双曲拱、箱形拱、桁架拱等;按建筑材料的不同可分为:石拱桥、混凝土拱桥、钢拱桥等;按照有预应力可分为:预应力拱桥、普通拱桥等。

随着现浇拱桥在城市桥梁建设中的应用越来越广。当城市道路与规划河道或道路采取斜交形式跨越时,桥梁上部结构受力会发生变化,无法通过拱桥自身受力特点满足桥梁变形要求,需通过对主体结构施加预应力来平衡结构所产生的水平推力。此类桥梁需分段施工、分级张拉、分级加载方能满足结构受力要求。如其中一道工序质量控制不到位,会对结构受力产生较大影响。

知识城创新大道(人才大道-知识大道,原KM1号路)市政道路工程中的2#桥梁工程,跨径为(20+46+20)m,斜交角度为60°,桥梁按左右两幅设置,两幅桥宽均为17.5m,中央分隔带位置留空。桥梁型式为斜交现浇预应力混凝土肋板式拱桥,边中主拱厚度1.2m,腹拱厚度0.8m,为减轻拱肋重量,主拱与腹拱均将下缘的部分挖空。拱肋宽度17.5m。主拱与腹拱均钢筋混凝土结构,由桥梁斜交所产生水平推力依赖梁端张拉的系杆平衡。

1 桥梁技术特点分析

(1) 本桥梁跨越规划河道,与规划河道成60°斜交角。

(2) 桥梁为三跨连续拱桥,其中主拱为全跨,两边跨为半拱,路径为(20+46+20)m。

(3) 本桥梁需通过对主体结构体外施加预应力来平衡结构所产生的水平推力。

(4) 该桥需分段施工、分级张拉、分级加载方能满足结构受力要求。

(5) 桥梁施工时,对每阶段混凝土施工强度均有严格要求。

2 桥梁施工工艺流程

施工准备→地基处理→场地硬化→满堂支架搭设→主拱圈模板安装→支架预压→主拱圈钢筋绑扎混凝土浇筑(预埋件安装)→腹拱绑扎混凝土浇筑→混凝土支墩及预应力管道安装→第一次预应力张拉4N1→支架拆除→侧挡墙施工→防水施工→轻质气泡混凝土回填→路面水稳施工→第二次预应力张拉2N2→封板。

3 斜交现浇拱桥体外预应力施工技术

3.1 主拱圈第一次混凝土浇筑

根据规范要求,主拱圈需分两次浇筑,先对称浇筑拱脚段,施工缝设置在水平投影长度13m(中跨)/7.5m(边跨)。拱脚段混凝土浇筑时,注意在拱脚位置,按照设计要求,预埋泄水管,确认预埋件无误后,方可浇筑主拱圈初次混凝土。

3.2 主拱圈第二次混凝土浇筑(预埋件安装)

(1)张拉锚固端。主拱圈第二次浇筑混凝土前,测量放样,确定张拉端预埋管位置,采用U型定位钢筋固定预埋管,确保预埋管轴线在一条直线上,预埋管的朝向和坡比同张拉预应力方向一致,管道应安装顺直,确保系杆可以穿过。预埋管锚固端应与钢绞线张拉方向垂直。预埋管应安装牢固,确保浇筑混凝土时,不移位、不变形。锚下螺旋筋安装在张拉端后侧,采用点焊与桥梁主体结构钢筋固定,确保混凝土浇筑时不得移位。

(2)系杆支墩沿系杆方向每5米设置一道,测量放样支墩位置,预埋部分支墩锚固钢筋。

(3)浇筑主拱圈第二次混凝土时,应密切关注预埋件的位置是否有变化,如发生移位应及时纠偏。混凝土浇筑时,因锚下钢筋布置密集,应加强锚下混凝土浇筑质量控制,采用小型振捣棒,确保混凝土振捣密实。

(4)施工缝处理:待第一次主拱浇筑完成,混凝土终凝后,严格按照规范要求处理施工缝,保证主拱两次浇筑混凝土连接质量。

3.3 腹拱施工

在腹拱钢筋绑扎时,放样支墩位置,定位要准确,预埋支墩锚固钢筋。确认预埋件无误后,方可浇筑腹拱混凝土。

3.4 支墩施工

拱圈混凝土完成24小时后,即可开展系杆立柱施工,系杆立柱宽30cm,厚20cm,由于支墩尺寸较小,采用固定模板盒安装支墩,模板盒套设在支墩上,采用钢管斜撑固定,确保模板垂直度,便于后续系杆施工,在浇筑支墩时,严格控制支墩混凝土顶标高,预留2-4cm左右空间。要确保单根张拉预留钢套管对应的混凝土支墩在同一条直线上。混凝土为C40混凝土,浇筑时,采用30型插入式振捣棒将混凝土振捣密实。

3.5 系杆保护钢管安装

支墩强度达到设计75%时,可安装 $\Phi 159$ 不锈钢管(厚度8mm)于支墩上。钢管采用焊接,焊接顺序由高到低,钢管在支墩上采用U型钢筋预固定,待整条钢管定位调顺直后,再进行全面焊接。安装过程应该防止钢管受机械损伤。

钢管与张拉两端接头处设置减振块、热缩套,在连接处采用

密封胶进行封闭,要连接牢固,避免后续施工漏浆,导致系杆无法更换。

为验证钢套管接口及钢套管与锚固端连接是否密封,将一侧封堵,另一侧预留口,将管道内注水打压,检查管道有无渗漏点,确保管道密封。

3.6 拱桥体外预应力第一次张拉

3.6.1 材料进场验收

系杆采用XGK15-31B全防腐型可换索成品索体,系杆标准强度为1860MPa,系杆公称截面积为43.4cm²,单位重量为38.3kg/m,索体单位重量为40.5kg/m,拉索外直径为127mm,破索力为8072KN。系杆材料定制时,长度应考虑单端2.5m工作长度。

为确保桥梁预应力张拉达到设计要求,在材料定制时,同批次生产完成。系杆和锚具材料进场时,应带有相应产品质量证明文件,并进行相应检测,不合格产品严禁使用。

3.6.2 张拉设备选用

采用智能张拉设备。根据设计要求采用YDC穿心式千斤顶,并配套配置相应的压力表和油管。相应指标能满足本桥张拉需求。设备进场前,应配套相应设备的检测文件。找有相应资质的计量单位进行标定工作。

3.6.3 穿束

(1)检查管道:清除钢管内杂物,确保孔道畅通,若发现堵孔及时采取措施处理。

(2)穿系杆采用电力葫芦牵引的方式。穿系杆前,应检查其规格、总长是否符合设计要求,将系杆穿入包裹胶带并固定紧。

(3)穿束过程中,加强对系杆的保护,以免损坏。先把引线由一端穿入孔道,在另一端穿出,因系杆较重,管道较长,需在张拉两端同时牵引,系杆穿束过程中,地面设置滚轮,防止系杆在牵引过程中造成损坏,两端牵引速度应保持一致。

(4)穿束完毕后对管道进行检查,确认无误后,方可进入下道工序。

3.6.4 安装锚具及张拉设备

将锚板固定在预埋管一端,锚板和工作夹片穿设在系杆上,且工作夹片通过防松装置紧贴固定在锚板上。

(1)张拉机具配套、组装及运转。①千斤顶、油压表配套,根据校验曲线填写油压表读数,在智能张拉设备上设置。②将成套张拉设备移至张拉端,在张拉端两侧设置保护罩,并做好安全标识。③正式张拉前,应开启张拉设备进行试运转,确保张拉可正常工作。

(2)安装和拆除顺序:工作锚→夹片→限位板→千斤顶→工具锚→夹片。

(3)安装工具锚:将系杆钢绞线理顺,将工作锚套在系杆上,不得出现错位现象。

(4)夹片安装:每付夹片用橡胶圈箍在一起,沿系杆端用手将其紧推入锚板孔。安装时锚板、锥孔、夹片必须清洁。再用配套套锤,将夹片安装平稳。

(5)安装限位垫板:控制夹片的移动位置,使夹片跟进较整

齐,限位板与工作锚配套使用,两者孔位一致,安装时将限位板沿系杆端推靠工作锚板即可。

(6)安装千斤顶:在张拉端,设置支架,采用手动葫芦将千斤顶悬空,将千斤顶顺着系杆安装至张拉端。千斤顶与工作锚应对齐,不得错位,确保张拉受力均匀。

3.6.5张拉

(1)预应力张拉施工准备。①伸长量校核:所有系杆在张拉前,均应对设计张拉伸长量进行验算,确保张拉质量。②对系杆施加预应力前,桥梁主拱、腹拱混凝土应达到设计强度100%。混凝土强度确定以现场同条件养护试块为主,配合现场回弹等检测方法进行校验。

(2)张拉顺序。根据设计要求,张拉顺序为N1→N2,采用左右对称的原则,两端对称张拉。先张拉4束N1系杆。

(3)张拉方法。①系杆张拉控制力为 $0.6mfp_k=1116\text{Mpa}$,单根系杆张拉控制力为4843.4KN,单端伸长量为221mm,张拉时以张拉力控制为主,伸长量为辅进行质量控制。施工前,应根据系杆实测弹性模量对系杆设计伸长量进行修正,修正后的设计伸长量=设计伸长量 $\times E_p(\text{设计})/E_p(\text{实测})$ 。系杆伸长量以达到控制张拉应力的10%开始计,实测的伸长量不应超过设计计算的 $\pm 6\%$,否则应暂停张拉,待查明原因并采取措施予以调整后,方可继续张拉。张拉完成后严禁碰撞锚具和系杆。②每束系杆张拉程序为:0→初始应力(10% σ_{con})→持荷2分钟→量测伸长量S1→1.0 σ_{con} →持荷2分钟→锚固→量测伸长量S2→回油→量测伸长量S3。其中(S2-S1)为伸长量;另外查看S3和S2的差值,检查是否出现滑丝;再检查系杆尾端标记是否仍为一个平面,如平面出现的变化,表明有个别系杆出现了滑丝现象,无论产生整体滑丝或是个别钢绞线滑丝,都应查明原因并采取措施及时处理。

3.6.6锚固

张拉完毕后,退顶,锚具自动锚固,张拉结束。

3.6.7张拉过程监测

应委托有相应监测资质的监测单位对桥梁张拉进行全过程监测。第三方监测单位在桥梁主体纵向的拱脚、拱顶、1/3跨、3/4跨处设置监测点,横向在1/3桥宽、2/3桥宽处。并按要求粘贴感应片,将监测数据传送到检测设备。系杆张拉过程中应加强对体系的变形和应力监测,如有异常,应停止张拉,通知设计单位进行研究处理。

3.7支架拆除、拱圈上加载

第一次张拉完毕后,桥下支架即可拆除。同时,可进行拱圈两侧侧墙施工,回填区域内防水施工。待侧墙强度达到90%时,对称回填拱桥上轻质混凝土至设计标高,施工路面水稳结构层。

3.8第二次张拉

水稳施工完毕后,进行2束N2系杆张拉,采取与N1系杆同样的施工方法。

张拉施工完成后,将多余系杆采用砂轮切割机切断,在锚固端外安装保护罩,保护罩底端顶在锚板上,采用螺母将其固定,保护罩内灌入防腐油脂进行保护。张拉端口采用3mm厚钢板进行封口。

3.9进行桥梁后续工序施工

3.9.1施工质量控制要点

(1)张拉施工应编制专项施工方案,并进行施工方案交底、安全技术交底等。

(2)进场材料控制,材料应符合设计要求,并按批次送检,检测合格方可投入使用。材料场地后,应做好成品保护,特别预应力相应材料,大部分为厂家定制。

(3)混凝土强度验证,张拉前应进行同样条件试块检测,现场回弹进行验证。为准确确定混凝土强度,在试件制作时,应多做几组,用来验证。每道工序施工,均应按设计要求确认混凝土强度是否达到设计要求。

(4)张拉时,应严格按照设计张拉顺序进行张拉。

4 结论及建议

为确保桥梁施工质量,需对每道工序严格按照步骤进行施工,每道工序施工时,要严把混凝土质量关,特别混凝土强度达到设计要求后方可进行下道工序施工,否则,如果其中一道工序质量控制不到位,张拉时就会对结构受力产生较大影响,并影响桥梁施工质量和使用寿命。本文通过对斜交现浇拱桥体外预应力张拉施工技术的分析和研究,进行总结,以达到提高类似工程施工经验目的。

[参考文献]

- [1]JTG/T3650-2020公路桥涵施工技术规范[S].2020.10.
- [2]CJJ1-2008城市桥梁工程施工与质量验收规程[S].北京:中国建筑工业出版社[S].2009.7.
- [3]CJJ177-2012气泡混合轻质土填筑工程技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.5.
- [4]GBT 5224-2014预应力混凝土用钢绞线[S].2015.4.
- [5]JGJ 85-2010预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程[S].2010.10.
- [6]JTG3362-2018公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.11.
- [7]赵万得.一种用于斜交拱桥体外预应力束张拉的施工方法:四川:51,CN202211000715.8[P],2022-12-23.