

大曲率桥梁工程施工技术及其质量管理策略

温国威 董凤山 谷东庆

中建交通建设集团有限公司 北京 100070

摘要: 大曲率桥梁工程施工, 对技术应用和质量管理要求非常高, 这种工程体量巨大, 施工环境复杂, 极易受到外部环境因素的制约和影响, 本文以某大曲率桥梁工程为例, 详细介绍了工程概况, 对施工工艺做了尽可能细致的说明, 就施工过程中管理人员对工程整体和局部的质量管理和控制应关注的重点和难点进行了深入剖析, 并单独列出一个章节对大曲率桥梁工程施工的质量管理控制做了进一步阐述, 尽量做到面面俱到, 不遗漏任何细节, 以求施工过程安全顺利, 工程质量稳定可靠, 供相关施工单位进行参考。

关键词: 大曲率桥梁工程; 施工技术; 质量管理策略

引言

大曲率桥梁工程的施工内容非常繁杂, 给技术运用和施工质量提出了高标准要求, 就以本文所列举的大曲率桥梁工程为代表的此类项目来说, 从模板支护, 混凝土浇筑, 钢筋绑扎和钢绞线张拉等方面都要严格按照技术要求规范化操作, 同时管理人员要对细节和整体质量进行严格管理控制, 确保大曲率桥梁工程高质量安全顺利完成。

1 工程项目概述

某桥梁工程全桥共3联, 均为陆地现浇箱梁, 其基本结构形式: $3 \times 30 + (30 + 34.5 + 30) + 3 \times 30$; 平面分别位于圆曲线(半径: 90m, 右偏)、缓和曲线(参数A: 93.704, 右偏)和圆曲线(半径: 500m, 右偏)上, 纵断面位于 $R = 1300\text{m}$ 的竖曲线上; 上部结构采用预应力砼(后张)连续箱梁, 高曲率, 大纵横坡, 为了保证大曲率桥梁施工结构的稳定性, 在施工中采用严格地施工质控措施, 以保证桥梁混凝土结构的施工质量, 桥梁施工结构整体图如下。

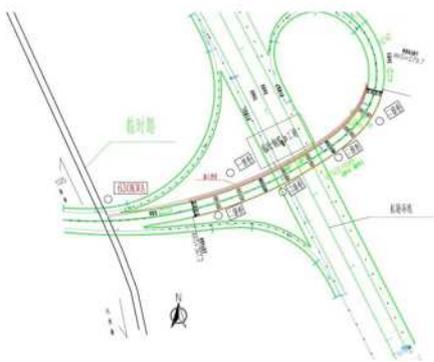


图1 桥梁结构图

2 施工技术工艺分析

2.1 施工支架施工

第1联、第2联、第3联现浇箱梁均采用整体盘扣式满堂支架法施工。立杆钢管规格为 $\phi 60 \times 3.2\text{mm}$ 、水平杆钢管规格为 $\phi 48 \times 2.5\text{mm}$ 、斜撑钢管规格为 $\phi 42 \times 2.5\text{mm}$ 。主楞采用14H型钢, 次楞采用100*100mm方木。第1联、第2联、第3联纵横距分别按边腹板底横向距离60cm、中腹板横距90cm、翼

缘板及箱室底横距120cm间距, 步距按150cm间距进行组合, 纵向间距端梁底间距60cm、变截面箱室底间距90cm、等截面箱室底间距120cm, 横隔板底间距60cm布设, 主楞间距同支架纵距, 次楞间距20cm, 因本桥梁是由圆曲线、缓和曲线构成, 三联均在曲线段上, 支架搭设时纵桥向首先使用CAD模拟搭设, 保证关键部位支架搭设要求的, 如端横梁、中横梁、腹板、横隔板下立杆间距, 不合模数位置避开上诉关键部位, 不合模数部位在进行钢管扣件连接。实施混凝土灌注作业之前须在支架上进行堆载预压, 堆载的预压力须超出箱梁自身重量的1.2倍, 且预压期限在一周以上, 这是为了抵消支架本身非弹性力作用进而防止变形, 并且缓解支架基础沉降不均匀对工程造成影响, 技术人员须连续两天对支架预压进行仔细观测, 如未发现沉降, 则表明一切正常。具体支架施工注意事项如下: (1) 严格按照施工方案计算书进行复测立杆间距, 纵距、步距、布设立杆时按照保证关键部位原则, 从截面中间向两端排布, 确保横桥向中腹板、边腹板立杆间距, 纵桥向端横梁、中横梁、横杆板立杆间距。保证受力体系安全; (2) 本桥梁曲线较大, 针对不合模数位置进行钢管扣件连接, 连接位置需避开关键位置, 横桥向不合模数大于90cm间距需增加一排立杆正常连接, 其余位置进行扣件连接; (3) 提前进行材料预拼装, 主梁型钢接头处有足够的搭接长度, 并且确保搭接长度中间处有立杆进行顶托, 每根型钢端头超出U型托不小于20cm, 如果无法保证, 可单独架设一排立杆与架体进行扣件连接; (4) 进场支架材料需详细进行检查, 有无变形、垂直度、厚度等是否满足方案要求, 搭设完成后将所有插销进行再一次排查, 是否销紧, 立杆插销有无确实, 垂直度是否满足要求; (5) 针对第一联曲率较大位置立杆布设按照5米一个点放出边腹板边及翼缘板边位置做标记, 因曲率较大每10作为一块区域布设底托, 避开翼缘板斜边下设立杆。

2.2 模板施工技术要点

(1) 在EPC项目施工过程中, 结合地勘报告, 与设计沟通提出合理的支架基础换填方案, 本桥梁支架基础采取50cm山皮石+20cmC20砼; (2) 本桥梁曲率较大, 均在曲线

位置上,最小半径 $R=90\text{m}$ (第一联),为避免支架材料及基础换填材料浪费,支架基础采取山皮石换填宽度大于桥梁截面1.5米,C20硬化宽度大于梁截面宽度1米(宽出支架1跨90cm),注意核算设计提供的支架基础设计量,方案在允许范围内可适当加宽;(3)支架基础换填前将原地面进行碾压,测得基础地基承载力,由质检部报监理见证,方可进行山皮石填筑,注意墩柱位置需用小型机具碾压密实,硬化面层需切缝处理,避免出现裂缝;(4)浇筑混凝土时按照桥梁横坡及纵坡预留较缓坡度用于排水,基础外也需考虑做排水沟,避免雨水汇集,浸泡基础。

3 主梁混凝土浇筑和振捣作业的注意事项

(1)混凝土浇筑期间的振捣作业,尤其要把锚杆和波纹管下面以及位于箱梁底部起预应力作用的钢筋垫板等部位的混凝土材料确保振捣密实,不得有蜂窝等病害出现,保证箱梁各处的预应力效果均达到设计方案规定的技术规范。(2)箱梁各处的预应力管道还有钢筋分布非常密集的地方,混凝土浇筑作业不得碰撞预应力管道使之发生位移,且必须保证混凝土灌注到位且振捣作业不留死角,以保证混凝土作业质量为目的,同时还要注意混凝土材料配比应尽量减少水化热现象的发生,避免因水化热导致温度裂纹出现。

(3)开盘后,针对不同原材料性能及含水率情况不可进行大批量混凝土供应,以免出现押车情况,开盘后观察前期混凝土塌落度是否满足腹板浇筑要求,可适当调慢节奏,由吊车配合施工,混凝土调拨否和现场浇筑条件后可大批量进行混凝土搅拌;(4)控制混凝土塌落度,本现浇梁采用泵送混凝土,腹板混凝土塌落度控制在 $180\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 之间,顶板收面时塌落度控制在 $210\sim 220\text{mm}$,收面混凝土可适当调整配合比,延缓混凝土初凝时间;(5)腹板按照5次进行浇筑,浇筑每层不大于 30cm ,一次浇筑纵向长度不大于 45m ,返回浇筑第二层混凝土依次类推,每层浇筑时,接茬处均需混凝土衔接到位。直至混凝土收面工作;(6)腹板每层混凝土、顶板混凝土浇筑完成后及时进行振捣,振捣时插入下层混凝土 10cm ,快插慢拔,将气泡排出,现场技术人员进行监督,不可出现露振、振捣不密实、过震情况;(7)浇筑顶板时严格按照标高定位线进行浇筑,不可出现高于标高或低于标高现象;(8)振捣棒电源线与三级配电箱按顺序接线,施工过程中振捣工注意电源线交叉,避免短路。(9)混凝土初凝前及时进行拉毛,拉毛方向统一为横桥向,初凝后覆盖土工布洒水养护及时;(10)施工过程中收集场面宏伟壮观混凝土,宣传报道及时;

4 预应力束及钢筋施工注意事项

(1)该工程的箱梁预应力管道非常多,而且和钢筋一样呈密集分布状态,因此作业过程中要密切注意构件的弯曲的角度和坐标,及钢筋密集,施工中应严格保证其弯曲坐标及弯曲角度,须用专业的井字定位架每隔半米进行牢固准确的固定,固定方式以点焊作业实施,焊接于纵向和横向钢筋

上,预应力管道从制作到安装焊接完成都要对质量进行严格管控,钢筋作业须注意不得损坏预应力管道,避免因渗漏导致管道发生拥堵。(2)锚垫板钢束轴线必须保证呈垂直状态,且其中心孔严格对应管道孔中心,千斤顶实施安装作业时,锚圈孔必须确定和垫板孔中心保证中对中。(3)箱梁的混凝土上强度作业全部完成才能实施张拉作业,作业要保证在设计方案规定的顺序中进行,对应力要加强控制并且保证严格按照张拉作业技术要求规范化操作,由于张拉作业时钢束呈纵向分布,因此梁体的横断面张拉作业须对称,而且梁体两头张拉作业须同步一致进行。(4)张拉作业要严格控制吨位和钢束的伸长量,技术规范是吨位满足设计要求时其实际伸长量必须低于理论值的正负 6% ,如果超出技术标准,应马上停止作业并立即查询问题原因进行处理,处理完毕再次开始张拉作业。(5)张拉作业应减少滑丝和断丝等问题的出现,如果已经出现,则需采取措施控制滑断丝不超过横断面总量的 1% ,且每个钢束其滑断丝以一根为极限,一旦超过限度则须换束重新作业。(6)钢绞线切割作业应使用砂轮机,成料两头以20号铅丝进行捆绑,不得发散。(7)钢绞线进入施工现场,应全面测试其所有力学性能,实施锚头探伤,检测夹片硬度,预先进行锚具的组合试验,以测试其组合性能。(8)钢筋绑扎和混凝土灌注作业不得踩踏和压迫波纹管,避免因其变形给后续张拉作业造成困难。(9)钢筋绑扎须注意普通筋不得与预应力束有冲突现象,无法避免则普通筋需绕行,实在避不开的由工程监理决定是否予以割断。

5 桥梁工程质控要点

(1)桥面在实施防水层作业时,须保证桥面和梁体混凝土强度达到技术要求,不得有严重质量问题存在,作业温度以摄氏 5 到 35 度为宜,阴雨和寒冷天气禁止作业。(2)摩擦摆球型支座须保证其设置为水平状态,其上部和下部的钢板须保证平整且技术参数达到设计要求,焊接作业不得使钢板发生变形,支座应在外部安装防尘罩。(3)所有需要进行焊接作业的钢筋其受力条件须满足焊接作业要求,如果所焊接材料强度等级不同,则其强度不得低于最低设计要求。(4)如果实际施工过程中须对梁体所用构件进行规格型号的变更,则要同时更改设计图纸的对应尺寸和相应的预埋件,必须保证其所有技术参数与原设计要求一致。(5)桥梁建设过程中应对施工期间的车辆进行严格管控,桥面整体强度未完成之前一切车辆禁止来往,而且即使交付使用后也要定期实施例行检查和维护保养。(6)施工过程要强调主体的整体结构完整,技术人员要对所有设计图纸进行综合分析利用,预埋件的埋设不得缺失。(7)箱梁在进行整体施工时如须进行孔洞开设,须由设计单位签字认可,预埋件在整体作业完成后应实施割除,梁体应以外形美观,且保持原貌为原则,须进行防锈保护。(8)如果箱梁在整体线路上位于曲线段,其每联梁长须根据其构造图纸严格确定。

(9) 施工过程中所有技术环节均须在技术要求范围内规范化操作, 预应力的结构作业须实施摩阻测试, 结合测试结果对张控应力进行调整。

6 大曲率桥梁工程施工质控要点

6.1 模板工程及支撑体系

该大曲率桥梁支架模板结构如下图。

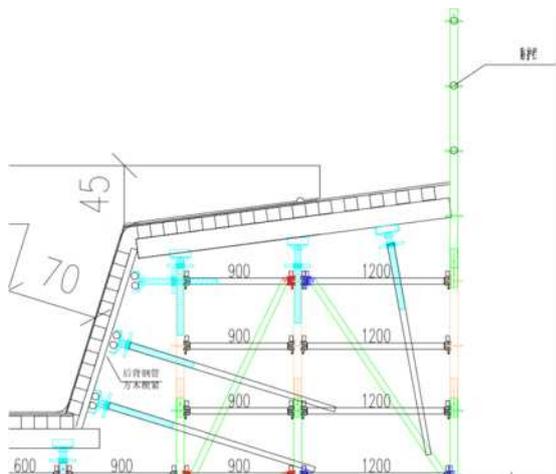


图2 桥梁支架模板

首先要求设计单位应对模板和支架进行提前设计报批, 审核通过可以实施。工程支撑体均须进行地基预压和处理, 如果其位置在水里, 须由桩基代替。必须保证模板, 常用钢结构和支撑体系用材须完全符合国家相关技术规定。其次, 模板和支撑体系须可承担作业产生的荷载, 保证物理性质和安全稳定性满足施工需要。施工过程中所用所有特种设均须由专业单位进行设计建造, 产品附带各种证件齐全。在实施模板和支撑体系作业时须报请当地交通管理部门批准才能进行, 而且施工过程不能侵占正常通行车道。最后模板和支撑体系作业如须保障其跨度范围内的车流和船舶通过, 则须设置安全通行导流标识, 且保障现浇支架不遭受撞击, 保证作业和通行安全。支撑体系作业以不现场明暗管线分布和周围环境为宜。

6.2 脚手架工程

首先前期准备时, 脚手架作业须提前设计图纸报请上级批准后实施。脚手架所用材料和常用钢构件均须符合国家相关技术规定。脚手架作业前须报请当地交通管理部门批准, 且作业过程不得侵占正常通行车道。其次施工中, 脚手架作

业须实施地基预压和处理, 保障作业安全。脚手架须放置安全导流标识且保障不遭受撞击。脚手架作业须不影响现场明暗管线和周围环境。

6.3 钢绞线张拉施工要点

(1) 张拉作业所用设备必须保证由专业部门校验合格, 能对不同型号钢绞线正常作业。(2) 穿束管道制孔有很多方法, 其内截面的面积相对于预应力筋须达到2.2到2.5倍之间, 钢筋绑扎和管道穿束多同步实施, 穿束作业可先穿, 也可后穿, 必须保证不得因混凝土浇筑造成管道拥堵, 穿束和压浆作业须检查管道畅通情况, 运用合理手段清除管道杂物。(3) 张拉作业宜在摄氏5到35度之间进行, 最低不得低于摄氏零下10到15度, 若必须在低温条件下进行则须进行保温防冻保护。(4) 张拉作业保证进行所有程序, 尤其是预应力的调整, 作业要两头均匀进行, 且实际伸长量与理论值相比误差要在技术要求的可控范围内。

7 结束语

综上所述可以看到, 大曲率桥梁工程建设施工是一个非常艰难复杂的过程, 面对这样一个庞大的系统工程, 来不得任何马虎和疏忽大意, 一旦因技术操作不规范或者质量管理控制没有做到位, 会给工程留下安全隐患, 日后造成不可估量的严重后果, 大曲率桥梁工程的设计人员, 技术人员, 施工人员和质量管理人员一定要树立牢固的安全意识, 在施工过程中注意对每一项技术环节的规范化技术操作, 从施工材料到施工的整体性等各方面进行严格的质量管理控制, 为社会奉献高质量安全可靠的大曲率桥梁工程, 促进行业健康稳定向前发展。

参考文献:

- [1]张柳煜,刘来君,杨利峰.支架现浇大曲率斜拉桥初始索力确定方法[J].中国公路学报,2010,23(3):58-63.
- [2]夏桂云,李传习,曾庆元.大曲率圆弧深拱平面弹性稳定分析[J].工程力学,2008,25(1):145-149,160.
- [3]赵煜,刘波.大曲率连续钢箱梁桥剪力滞试验与分析[J].西安科技大学学报,2006,26(3):311-316.
- [4]彭鹏,陈建荣.超高主塔大曲率圆弧异形混凝土横梁施工支架设计与安拆技术[J].施工技术,2017,46(17):45-47.
- [5]冯威,赵煜.小半径大曲率连续弯钢箱梁桥受力性能研究[J].公路交通科技,2007,24(2):84-87.