

异形拱座预埋拱肋安装施工技术研究

田久晖 程华强 马梅
武汉市桥梁工程有限公司

摘要: 江北快速路新河桥为中承式提篮拱桥,主跨长 196m,拱座结构由八个曲率互不相同的曲面扭转构成,其中拱肋 G0 节段成 10° 角倾斜预埋至拱座。拱座承台位于新河内,预埋拱肋节段重量大、高度大、定位难度大,拱肋受自重变形及结构整体倾覆变形是控制主拱圈整体线型的技术难题,文章从控制网、支撑立柱稳定性、限位措施三个方面具体阐述了拱肋安装过程中的主控点,实施效果良好,可供同类桥梁施工借鉴^[1]。

关键词: 大跨径钢拱桥; 拱肋预埋; 控制网; 优化设计

前言

江北快速路新河桥主桥为中承式提篮拱桥(如图 1),钢箱拱的安装精度是桥梁质量控制的重点^[2]。拱座为不规则几何体(如图 2),施工过程中主要有三个难点:预埋件质量达 72t,重量过大;预埋件定位难以控制;预埋件安装难度大。G0 预埋段的安装精度直接决定了后续钢箱拱的安装精度,是项目控制的重中之重。为保证江北快速路新河段主桥 11#、12#墩拱座施工质量以及后续的钢箱拱线性控制的顺利进行,拱座的预埋拱肋的精度控制显得尤为重要,本文从测量控制网精度、支撑立柱稳定性、限位措施三个方面具体阐述了拱肋安装过程中的主控点。



图 1 新河大桥效果图

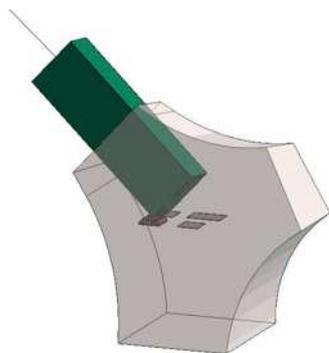


图 2 新河大桥拱座三维图

1 工程概况

武汉市汉口至阳逻江北快速路新河桥位于临江口跨新河的中承式提篮拱桥,采用缆索吊吊工艺拼装。主桥 11#、12#桥墩跨度 196 米,拱座结构由八个曲率不尽相同的曲面扭转构成,拱肋 G0 节段成 10° 角倾斜预埋至拱座。拱座承台位于新河内,预埋件的吊装过程需在水上钢栈桥施工,预埋拱肋节段重量大、高度大、定位

难度大。受自重变形及结构整体倾覆变形是控制主拱圈整体线型的技术难题。



图 3 新河大桥施工现场施工图



图 4 观测墩布置图

2 优化测量控制网

因主桥部分距离设计原始控制较远且不通视,加密点精度不够,对主桥测量误差较大。项目通过新增测量观测墩 6 个,依次围绕主桥四周;采用 GPS 静态法建立平面控制网;利用电子水准仪做高程闭合,同时采用三角高程测量保障跨河水准精度^[3]。

测量控制点在原有加密点的基础上,为主桥加密了 XH0、XH1、XH2、XH3、XH4、XH5 等 6 个观测墩以及若干个水准控制点。利用 3 组 GPS 配套设备对观测墩进行动态数据采集,采集时长为 2 小时,每 3 个点为一个周期,建立三角形布置网,如图 4 所示。

利用 GPS 数据处理软件对采集的数据进行分析解码,将出现时间较短的卫星信号及受现场附近 50m 范围内 10kv 高压线干扰的卫星信号剔除,得到 7 组同步卫星信号,并组成了 GPS 控制网。在导入原始坐标点后,得到了高程的最终成果。

根据电子水准仪附和导线,可计算出高差闭合差 $W_h = 0.5 < W_h容 = \pm 25.45584412$,符合规范要求。且加密后的平面控制网等级达到一级,高程控制网等级达到四等,符合工程测量规范《GB 50026 - 2007》。控制网精度大大增加,保障了对 G0 段预埋拱肋安装过程中的定位监控。

3 优化支撑体系

项目对支撑立柱进行了受力分析,得出在立柱上设置拉杆连接拱座可增强立柱的水平推力,具体实施过程:将拱座侧面凿开,漏出钢筋,将立柱与拱座钢筋通过拉杆连接到一起,增加立柱的水平抵抗力,保证预埋 G0 段前端搁置在立柱上时,支撑立柱不发生位移。并对加设拉杆后的支撑立柱使用迈达斯软件进行了受力模拟分析,如图 5~图 7 所示。

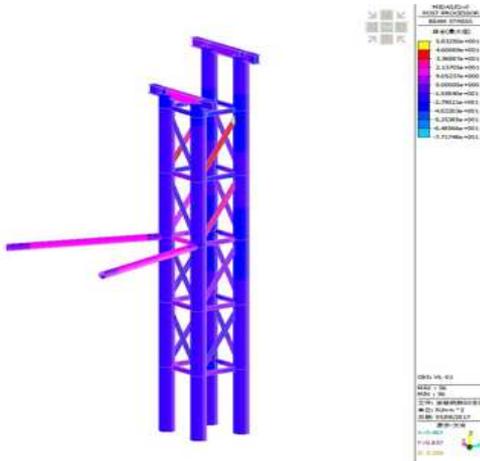


图 5 支撑体系强度计算图

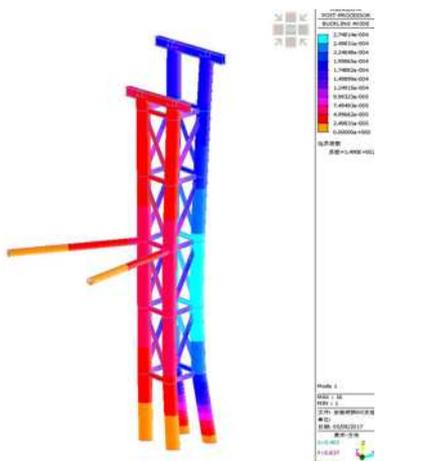


图 6 支撑体系刚度计算图

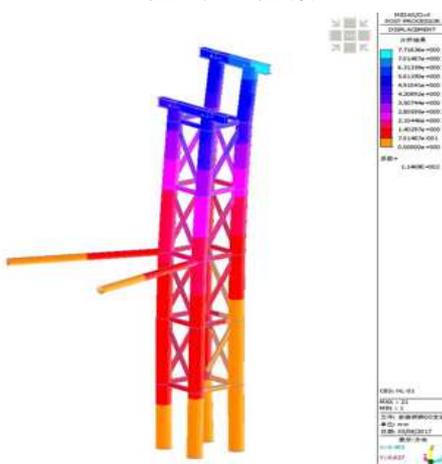


图 7 支撑体系整体稳定性分析图

根据以上计算可得出,当设置拉杆后,架体最大综合应力为-77.2MPa。最大综合变形:7.7mm,位于钢立柱横梁上端。一阶临

界荷载系数 K=149,满足使用要求。

4 增设临时限位装置

在 G0 段预埋拱肋侧面增加钢管支撑,在拱脚后端增设拉杆,优化限位措施。同时对已施工的预埋件进行测量分析,测出其标高、里程、及倾斜角度,按设计要求将支架上端拱肋支点标高与拱肋底面标高保持一致,使拱肋在安装时线形能与设计线形相吻合。

增设临时限位措施后,项目对已安装施工的 G0 段预埋拱肋进行了复查,未出现预埋件位置不合格等现象,满足了目标要求。

5 效果检查

在 G0 段吊装完成 6 小时后,对 11# 和 12# 拱座 G0 段预埋拱肋的偏移情况进行了复测,复测结果见表 1。G0 段预埋拱肋的轴线偏位和高程偏差符合规范要求,其中轴线偏位实测偏差:10mm ~ 29mm < L/6000=33mm,拱圈高程实测偏差:23mm ~ 41mm < ± L/3000= ± 65mm

表 1 11#、12#拱座 G0 段预埋拱肋节段吊装控制点坐标监测表

节段序号	测点	里程 X 偏差 (mm)	横向 Y 偏差 (mm)	高程 Z 偏差 (mm)
12#墩拱座下游 G0	0	-18	-13	30
	1	-20	-14	32
	2	-29	-14	31
	3	-21	-10	31
12#墩拱座上流 G0	0	-10	-16	24
	1	-17	-22	32
	2	-22	-14	38
	4	-18	-26	34
11#墩拱座下游 G0	0	-12	-16	23
	1	-17	-20	30
	2	-13	-10	30
	3	-28	-16	26
11#墩拱座上流 G0	0	-15	-12	28
	1	-21	-17	35
	2	-18	-14	22
	3	-25	-20	34
	4	-27	-15	41

6 结论

结合新河桥钢箱拱 G0 节段预埋拱肋结构施工情况,确定了预埋件的定位和限位方式,利用 Midas 软件对受力系统的受力状态进行了细化分析,通过 BIM 技术对 G0 节段预埋件的安装方案进行了模拟还原,满足设计和规范要求,确保了异形拱座预埋拱肋的安装精度。新河桥 G0 节段预埋拱肋的顺利安装为同类型结构施工提供了宝贵的经验。

参考文献:

[1]金奇峰 卜东平.V 形山谷高墩大跨斜拉桥综合施工技术[J].上海:第十九届全国桥梁学术会议,2010,12:61-65.
[2]户东阳 卢三平 何旭辉 彭岚平.拱肋内倾角对大跨度钢箱提篮拱桥动力特性及地震响应影响的分析[J].北京:中外公路,2012,7:138-142.
[3]包利军.工程测量中跨河水准的精度分析[J].北京:城市地理,2016,6:31-37.