

预应力现浇箱梁的施工监理分析

吴仍武

(广东华路交通科技有限公司, 广东 广州 510420)

摘要 预应力现浇箱梁施工工序多、作业环境复杂, 支架稳定性、混凝土成型质量及预应力施工精度直接关系到桥梁结构安全与使用性能。本文结合工程实践, 对预应力现浇箱梁施工监理的关键控制环节进行系统分析, 以期同类桥梁工程监理实践提供可借鉴的技术思路。研究表明, 通过构建施工全过程监理体系, 可有效降低施工阶段结构变形、裂缝及预应力损失等质量风险, 保障现浇箱梁施工安全、成桥质量稳定。

关键词 预应力; 现浇箱梁; 施工监理

中图分类号: TU757

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.08.028

0 引言

预应力现浇箱梁以整体性好、结构受力合理、线形连续等优势, 被广泛应用于城市快速路和高速公路匝道桥工程。然而, 该类结构在施工阶段普遍面临支架体系复杂、混凝土体量大、预应力施工精度要求高等技术难题, 任何一个环节控制不当, 均可能引发线形失控、裂缝增多甚至结构安全风险。传统以经验管理为主的监理方式已难以满足现阶段高标准桥梁工程建设需求。基于此, 有必要从施工全过程出发, 对预应力现浇箱梁监理控制要点进行系统梳理分析, 构建更加科学精细的监理控制体系, 以提升桥梁工程施工质量的稳定性。

1 工程概况

本工程依托深圳至中山跨江通道项目 S07 合同段实施, 施工范围位于横门互通 A、B 匝道区间。横门互通 A 匝道 A29#-A35# 墩及 B 匝道 B0#-B6# 墩上部结构为预应力现浇连续箱梁体系, 均处于半径 120 m 圆曲线上。现浇箱梁全长 210 m, 梁高 1.8 m, 主梁顶宽 10 m, 底宽 6.32 m, 处于半径 120 m, 为大跨度、宽箱室、多腹板形式, 整体线形控制精度要求高, 施工安全风险等级被认定为重大(危险性较大)工程。现浇箱梁施工需在高空及复杂交通环境下完成, 对支架体系稳定性、混凝土成型质量和预应力施工精度提出了较高技术要求。本标段匝道现浇箱梁施工采用满堂支架体系进行整体现浇, 施工阶段全部荷载通过支架体系传递至地基, 对地基承载力及支架整体刚度控制标准严格。施工组织文件明确指出, 支架基础应达到承载力不低于 180 kPa 的控制要求, 而且要通过逐孔预压的方法

来验证支架整体稳定性, 给模板标高和预拱度的调整提供依据。梁体结构复杂, 腹板高、顶底板宽, 混凝土侧压力大, 锚固区、横梁区等部位应力集中很显著, 这就使得现浇箱梁施工对模板体系强度、混凝土振捣密实度和预应力张拉精度的要求比普通桥梁工程要高得多。工程实施时, 须同步把测量线形控制、混凝土温控养护、预应力张拉与压浆等关键工序协同组织起来, 给施工监理的全过程控制能力提出了更高要求。

2 预应力现浇箱梁的施工监理措施

2.1 施工测量监理

预应力现浇箱梁属于大跨度、大体量的整体结构, 施工阶段线形控制难度大, 任何细小偏差在后续张拉、体系转换过程中都会被不断放大, 因此测量控制质量直接决定最终成桥线形是否符合设计要求^[1]。监理工程师在施工准备阶段应审核测量控制网的布设成果, 对平面坐标和高程基准点进行复测确认, 确保控制点稳定可靠, 避免因原始测量误差导致梁体轴线和标高整体性偏移。在支架搭设并完成逐孔预压后, 监理应组织测量单位对模板底模标高和预拱度进行复核, 根据预压沉降实测数据动态修正模板标高, 使梁体在浇筑前的几何状态与设计线形保持一致。混凝土浇筑前, 监理应要求施工单位对梁体轴线、侧模顺直度和关键断面标高进行全面复测, 作为浇筑签认的重要依据; 浇筑过程中, 需通过跟踪测量及时掌握模板受力变形情况, 防止因侧压力变化引发微小位移而逐渐积累为成梁线形偏差。预应力张拉完成后, 还应对象体竖向挠度、纵向线形进行复测分析, 并与设计值进行对比, 作为压浆及后续工序的重要依据。同时, 监理工程师

作者简介: 吴仍武(1990-), 男, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 公路工程施工监理。

还应结合现浇箱梁施工阶段荷载演变特点,对支架体系受力状态进行动态研判。在混凝土分层浇筑、施工设备集中作业及预应力张拉前后等关键时段,重点关注支架立杆轴力变化及节点连接受力情况,防止因施工荷载阶段性叠加导致局部构件超限受力。必要时可通过复核支架计算书参数、抽查关键杆件截面尺寸和连接构造,验证其与实际工况的一致性。对连续梁曲线段及高墩区域支架,监理应强化横向稳定性检查,防止因偏载或侧向力作用引发整体失稳,为现浇箱梁安全成型提供可靠支撑条件。

2.2 地基及支架施工监理

预应力现浇箱梁施工时,所有施工荷载最终都必须靠支架体系传递至地基。因此,地基是否稳定、支架承载能力是否符合要求,决定了梁体能否安全成型。监理工程师在施工准备阶段,应把地基处理质量当作首要控制点,全面查看施工区域,重点查看软弱土层分布、回填区域压实情况以及排水状况,对有承载隐患的地方,及时让施工单位采取换填、夯实或者加固的处理办法,避免后期因不均匀沉降而影响支架的稳定性。支架基础的承载力必须达到 180 kPa 以上才能进入搭设工序,而且监理得通过现场检测来掌握地基沉降速率和沉降量的变化状况,才能判断其长期稳定性是否符合现浇箱梁施工的要求^[2]。在支架搭设时,监理工程师应重点查看立杆的纵向距离、步距的设置、剪刀撑的布置及节点连接的构造,保证支架体系能形成稳定的空间受力结构,既要防止局部受力过于集中,还不能让传力路径不清楚。搭设完毕后,应组织逐孔满载预压,预压荷载不能低于施工阶段最大设计荷载的 120%,而且应分级加载、稳压和卸载全过程记录支架的沉降量与回弹值,依据实测数据对模板标高、预拱度加以修正,为后续梁体线形控制提供可靠依据。在施工时,还应对重点孔跨以及受力敏感的地方布设沉降观测点,对支架体系进行连续监测,动态地分析沉降速率的变化状况。若发现沉降发展趋势有异常,或者出现不均匀沉降的情况,就得赶紧启动停工复核和加固处置程序,避免支架体系在浇筑混凝土和预应力张拉阶段出现失稳风险。

2.3 模板工程施工监理

监理工程师在模板工程实施之前,要对模板设计方案予以系统审核,重点查看模板体系有没有充分考虑混凝土自重、施工荷载以及振捣冲击等不利工况,且要复核模板挠度控制指标,保证模板在受力时仍能保持良好的几何稳定性。模板进场之后,监理要仔细核查模板的平整度、刚度以及拼缝止浆构造,要对那

些变形、锈蚀或者拼缝不严的模板坚决置换,从源头把漏浆、跑模之类的问题加以杜绝。在模板安装阶段,监理工程师须用全站仪等测量仪器对底模标高、侧模顺直度和预拱度设置进行复核,保证模板尺寸偏差控制在 0~5 mm 以内,拼缝间隙不能超过 1 mm,这样就能保证梁体线形与设计值保持一致^[3]。对腹板、横梁等受侧压力较大的部位,要让施工单位合理安排对拉螺杆并加密支撑构造,提高模板的整体刚度,避免在混凝土浇筑时出现胀模、错位或者局部变形问题。模板安装完毕之后,监理要组织专门的验收工作,把预埋件、预留孔洞以及支座垫石模板的位置逐个核查,只有确认无误之后,才能进入混凝土浇筑工序。在拆模的时候,监理工程师要严格把控拆模的时刻与顺序,防止早拆模破坏梁体棱角或出现裂缝。模板拆除规定为:构件跨度未超过 8 m 时,需待混凝土强度达到设计强度的 75% 方可实施拆除。构件跨度超 8 m 时,混凝土强度得达到设计值的 100% 以上才能拆除。拆模时,监理人员须全程旁站,督促施工单位按“先非承重、后承重”的原则有序拆除,避免梁体二次扰动。

2.4 钢筋工程施工监理

监理工程师在钢筋施工作业前,应从材料源头开始把关,逐批核实进场钢筋的规格、级别及力学性能,确保屈服强度、抗拉强度等关键指标符合设计要求,同时要特别关注钢筋表面状态,禁止任何带有锈蚀、油污或机械损伤的钢筋进入施工区域。在钢筋加工时,监理需关注钢筋下料长度、弯折角度以及成型尺寸是否符合图纸要求,避免加工有误差,从而保证安装后的钢筋受力位置不会发生偏移^[4]。监理工程须按照设计图纸,逐根对主筋、分布筋和构造筋的数量、间距以及布置位置加以核对,保证受力钢筋的间距、排布方式和设计相符。焊接钢筋对施工质量极为重要,监理得按规范抽检焊接头,核查焊缝外观、长度与强度,焊缝长度不能少于 10 d (d 为钢筋直径),还得通过抽样拉力试验来确认焊接强度是否符合使用要求。在腹板、横梁等钢筋密集之处,监理要重点关注钢筋和预应力波纹管的相互位置关系,督促施工单位合理安排构造筋的布置,防止因空间冲突、擅自割除主筋而违规的情况发生,所有调整都必须有书面技术确认。另外,监理工程师应检查垫块的材质、规格及布设间距,要保证保护层的厚度符合设计要求,避免因保护层太薄而让钢筋锈蚀风险变大。在钢筋隐蔽之前,监理须组织隐蔽工程验收,对钢筋型号、间距、接头位置以及保护层厚度逐一复核,确认无误后,才能进入下一道混凝土浇筑工序。

2.5 混凝土浇筑监理

监理工程师在混凝土浇筑前,须对混凝土配合比做专项审查,重点查看水胶比、外加剂掺量以及骨料级配是否符合设计要求,还要靠现场抽检控制混凝土坍落度稳定在 180 ± 20 mm的范围,保证混凝土和易性良好。监理还需对运输时间及入模温度变化予以监控,防止等待过久或温度过高导致坍落度损失、初凝加速,以此保障连续浇筑的材料稳定性。在浇筑时,监理工程师必须严格遵循分层、分段、对称推进的施工原则,按从中间向两侧、从低处向高处的顺序来组织浇筑,浇筑速度不能超过 2 m/h,防止混凝土局部堆积,避免出现离析或者应力集中的情况^[5]。振捣质量与梁体内部密实程度直接相关,监理必须督促施工人员按振点间距不超过振捣器作用半径 1.5 倍这一原则布点,单点振捣时长要控制在 20 秒到 30 秒,让混凝土内部气泡充分排出,特别要对腹板、横梁和锚固区等应力集中处重点振捣,防止出现蜂窝、麻面、孔洞等隐蔽缺陷。在温控与养护工作之中,监理工程师须依照大体积混凝土施工的特性,在关键梁段设置测温点,对混凝土内部和表面的温差予以动态监测,保证温差在 25 ℃以内,避免因温度应力集中而出现早期裂缝。浇筑完毕后,监理得督促施工单位及时开展覆盖保湿与喷淋养护工作,让混凝土在早龄期一直湿润,确保水化反应均匀开展。

2.6 预应力施工监理

在预应力施工期间,监理工程师必须在设备、材料、工艺这三个方面,进行系统管控。核查千斤顶、油泵及压力表的标定状态,确保张拉设备计量误差不超过 1% ,避免设备失准引发实际张拉力偏离设计值,进而造成结构隐患。要对钢绞线与锚具的外观质量、规格型号以及力学性能逐批验收,且严禁在施工时存在锈蚀、夹片损伤、型号混用等问题。在波纹管与钢束的安装期间,监理工程师应着重查看管道线形是否平顺、曲线过渡是否连续,然后开展通孔试验,保证孔道里没堵塞、没变形,给后续张拉压浆提供畅通的通道。在张拉工序开始之前,监理人员需要确认混凝土的强度及龄期已符合设计要求,并且完成孔道清理及端部封闭等准备工作,方可进行签认进入正式的张拉工序^[6]。张拉时要实行张拉力和伸长量双控原则,监理必须实时记录各级张拉数据,把实测伸长量和理论值进行比对,保证张拉力误差在 $\pm 5\%$ 以内,伸长量偏差不得超过 6% 。若是伸长量有异常、滑丝或者断丝的情况出现,就应立即暂停作业,然后组织技术复核,防止预应力损失进一步增大。压浆工序是保障预应力筋长期防腐且受

力稳定的重要环节,监理工程师应重点检查浆体配合比、流动度和稳压时间,督促施工单位按工艺要求完成排气、稳压和封锚处理,确保孔道饱满密实,防止形成空洞或离析区域。

2.7 施工资料管理

监理工程师应将资料管理作为施工质量控制体系的组成部分,在施工全过程中建立实体、数据、记录一一对应的质量档案体系。地基承载力检测成果、支架预压沉降记录、模板测量复核数据、钢筋隐蔽验收单、混凝土试验报告、张拉压浆原始记录等资料,均应与对应梁段、工序时间和责任主体明确关联,确保任何一个构件都具有可核查、可追溯的技术依据^[7]。当现场出现沉降异常、线形偏差、伸长量异常或混凝土表观缺陷等问题时,监理工程师应同步形成整改通知单、技术处理单和复验记录,将整改前后的关键数据纳入原有档案体系,构成问题闭环链条,为桥梁运营阶段的检测评估、病害分析和养护决策提供可靠的数据基础。

3 结束语

预应力现浇箱梁施工质量的形成并非单一工序决定,而是地基处理、支架搭设、模板钢筋安装、混凝土浇筑、预应力张拉压浆等多环节协同作用的结果。监理工作只有嵌入施工全过程,才能真正发挥风险预控与质量保障的技术价值,从而有效降低施工阶段的结构变形、裂缝及预应力损失风险,显著提升现浇箱梁成桥质量稳定性。相关监理分析结论对同类型桥梁工程具有良好的推广意义,可为后续工程监理精细化管理提供有益参考。

参考文献:

- [1] 范大伟.预应力现浇箱梁的施工监理技术[J].大众标准化,2025(06):51-53.
- [2] 胡红波,林胜凯.洪都高架工程重难点监管管控技术措施的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(09):145-147.
- [3] 叶中华.浅谈钢箱梁施工监理质量控制要点[J].建设监理,2023(07):38-39,67.
- [4] 薛东起.桥梁现浇箱梁后张法预应力混凝土施工中的工程监理问题研究[J].交通世界,2021(19):165-166.
- [5] 郭克晶.连续箱梁挂篮施工监理控制要点[J].建材与装饰,2020(15):15,17.
- [6] 唐德宏.现浇连续箱梁施工质量监理分析[J].建材与装饰,2020(15):213,217.
- [7] 范彼.市政桥梁现浇箱梁后张法预应力混凝土施工监理控制[J].建材与装饰,2020(10):256-257.