

预应力连续箱梁现浇法施工关键技术探究

何俊 曹玉凤

中国十九冶集团有限公司 四川 成都 610063

摘要: 预应力连续箱梁现浇法具有整体性强、受力合理等优势,广泛应用于桥梁工程。本文结合施工实际,探究其施工关键技术,重点分析前期准备、核心施工环节的技术要点,阐述支架、模板、钢筋预应力及混凝土浇筑养护的施工规范,同时提出质量控制与安全管理措施,解决施工常见问题,为同类工程施工提供技术参考,保障桥梁施工质量与安全,提升工程施工效率与耐久性。

关键词: 预应力;连续箱梁;现浇法;施工关键技术

引言: 随着交通基础设施快速发展,桥梁工程对结构稳定性、耐久性要求不断提高,预应力连续箱梁凭借抗弯抗扭刚度大、行车舒适等特点,成为主流结构形式。现浇法作为其核心施工方式,施工工艺复杂,受场地、材料、设备等因素影响较大,易出现支架失稳、混凝土裂缝等问题。因此,深入探究现浇法施工关键技术,规范施工流程,强化质量安全管控,对推动桥梁工程高质量发展具有重要现实意义。

1 预应力连续箱梁现浇法施工前期准备技术

1.1 施工图纸会审与技术交底

(1) 施工图纸会审:组织设计单位、施工单位、监理单位及相关技术人员联合开展图纸会审工作,重点核查箱梁结构尺寸、预应力孔道的位置与间距、钢筋的规格、数量及布置方式,同时核对支座位置、伸缩缝预留尺寸等关键部位,及时发现并梳理图纸中的矛盾点、模糊点及不合理之处,形成会审纪要,经各方签字确认后,由设计单位出具修改补充说明,确保施工图纸符合规范要求及现场施工条件。(2) 技术交底:建立“项目技术负责人→施工班组→作业人员”的分级技术交底制度,交底采用书面形式结合现场演示,明确施工方案、技术标准、质量控制要点及安全注意事项,重点说明预应力施工工艺、混凝土浇筑要求及应急处理措施,确保每位施工人员准确掌握施工流程和操作规范,交底完成后组织签字确认,留存交底记录备查。

1.2 施工场地布置与准备

(1) 场地清理与平整:彻底清理施工区域内的树木、杂草、建筑垃圾及障碍物,采用机械平整场地,使场地坡度符合排水要求,同时开挖排水沟、设置集水井,完善排水设施,防止雨水淤积浸泡场地,避免影响施工进度及基础承载力^[1]。(2) 临时设施搭建:合理规划施工临时便道,保证材料运输畅通;划分办公区、材料堆放区、钢

筋加工区及模板加工区,设置隔离设施,做好标识;布置临时用电、用水线路,安装配电箱及水表,确保临时用电安全、用水充足,满足施工全过程需求。

1.3 施工材料与设备准备

(1) 施工材料准备:严格筛选钢筋、混凝土、预应力钢绞线、锚具等原材料,优先选用合格供应商,所有材料进场时必须提供质量合格证明,按规范要求进行抽样检测,合格后方可投入使用;合理规划材料储存场地,做好防潮、防雨、防锈措施,加强材料管理,避免材料变质、损坏。(2) 施工设备准备:配备支架、模板、预应力张拉设备、混凝土搅拌及运输设备等,进场后对所有设备进行全面调试与检修,排查故障隐患,确保设备运行正常;对张拉设备、测量仪器进行专业校验,保证施工精度符合设计及规范要求。

1.4 施工测量放线

(1) 控制桩布设:根据设计图纸及现场地形条件,布设平面控制桩与高程控制桩,控制桩选用牢固可靠的材料,做好防护措施,建立完善的测量控制体系,定期对控制桩进行复核,确保其稳定性和准确性。(2) 箱梁定位放线:采用全站仪、水准仪等精密测量设备,准确放出箱梁的轴线、高程及轮廓线,做好明显标记,为支架搭设、模板安装提供精准依据;测量完成后及时进行复核,发现偏差立即调整,避免测量误差影响施工质量。

2 预应力连续箱梁现浇法核心施工关键技术

2.1 支架工程施工技术

(1) 支架设计:结合箱梁自重、施工人员及设备荷载、现场地形条件及施工环境,合理选用支架类型,精准设计支架的尺寸、立杆与横杆间距,明确节点连接方式。设计完成后,严格进行支架强度、刚度及稳定性验算,重点核算荷载组合下的受力情况,杜绝支架因承载力不足、变形过大或失稳引发安全质量事故,确保支架

能稳定承受施工全过程中的各类荷载。(2) 支架搭设: 严格按照审批后的设计方案分步搭设支架, 搭设过程中全程控制搭设精度, 确保立杆垂直、横杆水平, 节点连接牢固无松动, 立杆底部设置垫板增强承载力。同时做好临时固定措施, 搭设剪刀撑、扫地杆, 提升支架整体稳定性, 搭设过程中逐段检查, 发现偏差立即调整, 防止支架发生倾斜、失稳^[2]。(3) 支架预压: 支架搭设完成并验收合格后, 开展预压施工, 采用沙袋或水箱分层均匀加载, 加载量控制在设计荷载的1.2倍左右。通过预压消除支架非弹性变形, 精准测定弹性变形量, 为模板高程调整提供可靠依据。预压期间实时监测支架沉降数据, 若出现沉降异常、不均匀沉降等情况, 立即停止加载, 排查隐患并妥善处理后再继续施工。

2.2 模板工程施工技术

(1) 模板选型与加工: 根据箱梁结构形式、施工精度要求, 选用刚度大、表面平整的钢模板或高强度竹胶板。模板加工严格按照设计图纸尺寸施工, 控制加工精度, 确保模板表面光滑平整、接缝严密, 无翘曲、变形、破损等问题, 加工完成后进行试拼验收, 合格后方可投入使用。(2) 模板安装: 依据测量放线标记, 依次安装底模、侧模、内模, 安装过程中精准控制模板的轴线、高程及垂直度, 确保模板定位准确无误。模板接缝采用密封材料填充压实, 杜绝缝隙漏浆; 内模设置牢固支撑, 防止混凝土浇筑时发生位移、变形, 确保箱梁结构尺寸符合设计要求。(3) 模板拆除: 根据混凝土强度发展情况, 严格按照设计要求的强度标准确定拆除时间, 严禁提前拆除。拆除顺序遵循“先支后拆、后支先拆”“先非承重模板、后承重模板”的原则, 拆除过程中轻拿轻放, 避免硬撬、硬砸, 防止损坏箱梁结构表面及模板, 拆除后的模板及时清理、保养, 便于重复利用^[3]。

2.3 钢筋与预应力工程施工技术

(1) 钢筋加工与安装: 按照设计图纸要求加工钢筋, 严格控制钢筋的规格、尺寸、数量及弯折角度, 加工前做好钢筋除锈、调直处理, 确保钢筋表面无锈蚀、无弯曲。钢筋安装遵循“先底筋、后侧筋、再面筋”的顺序, 分层安装、绑扎牢固, 精准控制钢筋间距、排距及保护层厚度, 节点连接符合规范要求, 避免出现漏绑、错绑现象。(2) 预应力孔道布置: 严格按照设计图纸要求布置预应力孔道, 采用耐腐蚀、强度高的波纹管作为孔道材料, 安装时确保孔道位置、坡度、间距准确无误, 孔道与钢筋冲突时优先保证孔道位置。做好孔道固定与密封处理, 接头处采用套管连接并密封严密, 防止混凝土浇筑时水泥浆渗入堵塞孔道, 影响后续预应力张拉^[4]。(3) 预

应力张拉施工: 待箱梁混凝土达到设计强度的80%及以上后, 开展预应力张拉施工。提前确定张拉顺序、张拉控制应力及张拉速度, 采用“应力控制+伸长值校核”的双控法, 确保张拉质量。张拉过程中实时监测伸长值, 若与理论值偏差超过允许范围, 立即停止张拉, 排查原因并调整后再继续。张拉完成后及时进行孔道压浆, 采用专用压浆材料, 确保压浆密实, 杜绝孔道空洞。

2.4 混凝土浇筑与养护技术

(1) 混凝土配合比设计: 根据箱梁设计强度等级及耐久性要求, 设计合理的混凝土配合比, 严格控制水泥、砂石、外加剂及水的用量, 兼顾混凝土的强度、和易性及耐久性, 避免配合比不合理导致混凝土出现强度不足、离析等问题, 配合比设计完成后经试验验证合格方可使用。(2) 混凝土浇筑: 采用分层浇筑、连续推进的方式施工, 分层厚度控制在30cm左右, 控制浇筑速度, 避免出现施工缝。浇筑过程中采用插入式振捣器振捣, 振捣密实, 振捣时避免触碰钢筋、模板及预应力孔道, 防止出现蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷, 浇筑完成后及时整理箱梁顶面, 确保表面平整。(3) 混凝土养护: 混凝土浇筑完成后, 在初凝前及时覆盖土工布、塑料膜等保湿材料, 进行洒水养护, 控制养护温度与湿度, 避免温度骤变。养护时间不少于设计要求, 冬季施工采取保温覆盖措施, 防止混凝土受冻; 夏季施工采取遮阳、洒水降温措施, 防止混凝土表面开裂, 确保混凝土强度稳步增长。

3 预应力连续箱梁现浇法施工质量控制与安全管理

3.1 施工质量控制体系建立

(1) 质量管理制度建设: 建立健全施工质量责任制, 明确项目负责人、技术人员、施工班组及作业人员的质量职责, 将质量责任层层落实到个人, 形成“人人有责、层层把关”的质量管控格局。同时制定完善的质量控制流程、验收标准及奖惩办法, 明确各施工环节的质量要求, 规范质量检查、验收程序, 确保质量控制工作有序、规范开展, 从制度上保障工程质量。(2) 质量控制流程实施: 严格按照“事前控制、事中控制、事后控制”的全过程管控原则, 开展质量控制工作。事前重点核查施工准备、材料设备、技术交底等情况, 杜绝不合格材料、设备及不规范方案投入使用; 事中对核心施工环节进行实时监督、检查, 及时发现并整改质量隐患, 避免问题累积; 事后对施工完成部位进行严格验收, 验收合格后方可进入下一工序, 确保工程质量符合设计及规范要求。

3.2 关键施工环节质量控制要点

(1) 支架与模板质量控制: 施工中定期检查支架稳定性、立杆垂直度及节点牢固性, 及时调整偏差; 核查

模板定位精度、高程及接缝严密性,对松动、变形模板及时加固整改。加强支架预压沉降监测,确保预压效果;严格控制模板拆除时间与顺序,避免因拆除不当影响箱梁结构质量及施工精度。(2) 钢筋与预应力质量控制:严格检查钢筋加工精度、规格及除锈调直情况,验收合格后方可安装;安装时重点核查钢筋间距、排距、保护层厚度及节点牢固性,杜绝漏绑、错绑。加强预应力孔道布置准确性,检查孔道固定与密封,防止水泥浆堵塞;严格控制张拉控制应力、伸长值及顺序,张拉后及时压浆,确保压浆密实,杜绝孔道空洞、张拉偏差等问题。(3) 混凝土质量控制:严格把控原材料进场检验,确保质量达标;按设计配合比搅拌混凝土,控制搅拌时间与坍落度,防止离析。浇筑中加强振捣,避免漏振、过振,杜绝蜂窝、麻面等缺陷;浇筑后及时保湿养护,控制温湿度,结合季节特点采取针对性措施,防止混凝土出现裂缝、强度不足等问题。

3.3 施工安全管理措施

(1) 安全管理制度与培训:建立健全施工安全管理制度,落实安全生产责任制,明确各岗位安全职责,将安全责任落实到人。定期开展安全培训、安全教育及安全技术交底,重点讲解高空作业、临时用电、预应力张拉等环节的安全注意事项,提高施工人员的安全意识与操作技能,严禁违章指挥、违章作业,从源头防范安全事故。(2) 现场安全防护措施:在支架搭设、模板安装、预应力张拉等高空作业区域,设置安全防护栏、安全网等防护设施,要求施工人员佩戴安全帽、安全带等防护用品。规范施工现场临时用电布置,安装漏电保护器,严禁私拉乱接电线;加强施工现场用火管理,配备消防器材,明确用火审批流程,防止触电、火灾等安全事故发生^[5]。(3) 安全监测与应急处置:对支架沉降、模板变形、预应力张拉受力等关键环节,进行实时安全监测,建立监测台账,及时分析监测数据,发现异常情况立即停止施工,排查隐患并妥善处置。制定完善的安全应急预案,明确应急组织机构、应急处置流程及应急物资储备,定期开展应急

演练,确保突发安全事故发生时,能够快速、有效开展应急处置工作,降低事故损失。

3.4 施工常见问题及解决对策

(1) 常见质量问题及对策:针对支架沉降,排查支架基础承载力及节点连接情况,加固支架、夯实基础,调整预压方案;针对混凝土裂缝,优化配合比、加强养护,控制浇筑及降温速度,必要时采取裂缝修补措施;针对预应力张拉偏差,校准张拉设备,严格按照张拉工艺施工,及时调整张拉参数,确保张拉质量达标。(2) 常见安全问题及对策:针对高空坠落,完善高空防护设施,加强施工人员安全培训,严禁违规作业;针对支架失稳,严格落实支架设计及搭设要求,加强支架检查与监测,及时加固整改;针对触电事故,规范临时用电管理,定期检查用电设备及线路,确保用电安全,杜绝触电隐患。

结束语

预应力连续箱梁现浇法施工是一项系统性工程,前期准备、核心施工、质量安全管理环环相扣。本文系统探究了各环节关键技术,明确了施工规范与问题解决对策,有效规避了施工中的常见隐患。实践表明,严格落实各项技术要求,强化全过程管控,可显著提升工程质量与安全性。后续可结合工程实际优化施工工艺,推动现浇法技术不断完善,为桥梁工程施工提供更可靠的技术支撑。

参考文献

- [1]曹龙.抱箍贝雷架支撑体系在跨河现浇箱梁施工中的应用[J].水利建设与管理,2025,45(2):45-49.
- [2]邱杰.现浇混凝土连续箱梁后张法预应力张拉施工技术[J].汽车周刊,2025,(3):105-107.
- [3]陈杨.现浇箱梁分次浇筑工艺对混凝土质量控制的影响分析[J].建筑技术开发,2025,52(2):122-124.
- [4]杨庆锋.市政桥梁施工中现浇箱梁关键技术探究[J].建材发展导向,2024,22(22):126-129.
- [5]杨冕.道路桥梁建设中现浇连续箱梁施工关键技术研究[J].交通科技与管理,2025,6(05):146-148.