

市政道路桥梁施工中现浇箱梁 施工技术应用分析

薛朋辉¹, 徐兴星²

(1. 新疆公路工程监理中心有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 830002;

2. 浙江交科工程管理有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘 要 在市政道路桥梁工程中, 现浇箱梁技术由于整体性好、刚度大、适应复杂线形等特点被广泛使用。本文对施工工艺进行详细的分析, 包括支架搭设、模板安装、钢筋加工、混凝土浇筑和预应力张拉等主要工序。对各个工序的技术参数和操作细节进行阐述, 研究提高箱梁结构承载能力和稳定的办法。分析过程以施工现场实际工艺流转为主, 重视各个环节之间的衔接逻辑, 给类似市政桥梁结构的建造提供技术借鉴, 进而提高工程结构耐久性和施工工艺科学性。

关键词 市政桥梁; 现浇箱梁; 预应力技术

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.21.020

0 引言

在现代城市交通网络建设当中, 市政道路桥梁结构形式越来越多样化。现浇箱梁作为可以跨越城市复杂地形、满足曲线线形要求的一种结构形式, 在市政立交、跨线桥和景观桥梁中占有很重要的地位。由于市政工程现场环境复杂, 地下管线多, 地面交通压力大, 现浇箱梁施工存在空间受限制、工艺环节衔接紧密等问题。对现浇箱梁地基处理、架设、梁体成型全过程技术进行详细的分析, 对保证桥梁主体结构受力均衡、线形美观具有重大意义。

1 现浇箱梁支架体系搭设及预压处理

市政道路桥梁现浇箱梁施工的第一步就是地基处理和支架搭设。地基应清除表层, 换填碎石土, 用机械压实达到架体荷载要求, 四周设排水沟防止积水软化基层。支架一般为碗扣式或者盘扣式, 立杆纵横间距根据箱梁截面自重来模数化设计, 横杆步距控制在1 200 mm。搭设完毕后要进行系统预压, 加载物料一般采用钢绞线或者砂袋, 加载顺序为60%、100%、120%三个阶段。利用全站仪实时监测架体顶部沉降量, 得到支架弹性变形值和非弹性变形值, 根据这两个值准确地设置模板的预拱度, 使箱梁底模卸落后能达到设计要求的线性弧度, 消除架体变形对结构线形的影响。

2 现浇箱梁模板安装与钢筋加工工艺

2.1 底模与侧模安装精度控制

底模安装前应根据预拱度设置结果, 用调节支架顶部可调托座精确调整底板标高。底模一般用18 mm厚优质覆面建筑木模板, 接缝处用双面胶带或填缝腻子粘贴, 保证平整度误差 ≤ 3 mm。侧模安装用定型钢模板或者加厚木模板, 用侧向斜撑固定, 顶部设对拉螺杆平衡混凝土侧压力^[1]。对曲线段箱梁, 侧模要进行放样切割, 用加密支撑点的分布来拟合设计线形, 保证箱梁侧面轮廓的圆滑。模板内侧应均匀涂刷脱模剂, 防止混凝土表面粘连造成外观质量不合格, 在模内底部留有清扫孔, 及时清理施工过程中产生的杂物。

2.2 钢筋骨架制作与波纹管定位

钢筋加工应集中于加工场内制作, 运至现场后在底模上按顺序绑扎。先绑扎底板钢筋, 然后用钢筋支架固定腹板钢筋骨架。钢筋交叉处用梅花形扎丝扎牢, 不得漏扎造成受力不均。波纹管定位为关键工序, 按照设计图纸坐标设置定位钢筋, 垂直间距控制在500 mm, 水平间距按管道弯度加密。波纹管接头用大一号套管连接, 两端用胶带缠绕严密。绑扎时不能让电焊火花碰到波纹管, 以免造成管壁穿孔造成后期漏浆堵塞孔道。底板和腹板交接处的钢筋要进行加强焊接, 提高

作者简介: 薛朋辉(1987-), 男, 本科, 研究方向: 道路与桥梁工程。

整体骨架的稳定性,在混凝土冲刷时不会出现移位。

2.3 支座安装与防漏浆构造处理

箱梁支座安装前应将垫石表面凿毛清洗,用环氧砂浆找平。支座中心线应与设计位置严格对正,锚栓孔位深度要符合设计要求。支座顶部与箱梁底板的连接处应设不锈钢板或特制模板,保证接触面平整严密。为了防止混凝土浇筑时浆体进入支座活动空间,用泡沫填缝剂或者胶布将支座与模板之间的缝隙封住。箱梁伸缩缝处模板排布要留出后期安装槽口,槽口尺寸偏差要严格控制。箱梁底板泄水孔和通风孔的埋设位置要准确,用塑料管贯穿底板并固定在钢筋上,管口用布条塞紧防止杂物掉入。

2.4 预应力管道安装精度保障

预应力管道的线形对后部预应力力学效果产生影响。腹板钢筋绑扎完成后,用经纬仪对管道进行三维坐标复测,主要校核最高点和最低点的高程。定位筋的焊接要保证牢固,防止混凝土浇筑振捣时由于浮力的作用使波纹管上浮或者变形。管道和钢筋相碰时,可以微调普通钢筋的位置,但是不能切断受力主筋^[2]。孔道两端应设置锚垫板,锚垫板平面应垂直于管道轴线,偏移角度不大于 3 度。锚垫板和波纹管之间用螺旋筋加强局部抗压。所有的预埋排气管、泌水管都要引出梁体顶部,做好标记以备压浆时排气。

2.5 腹板钢筋绑扎与内模支撑

腹板钢筋绑扎应在内模安装之前进行,用挂钩式钢筋卡具控制保护层厚度。内模一般用模块化组合木模或者轻质中空模板,用方木和钢管组成内部支撑系统。为了防止混凝土分层浇筑时内模上浮,在内模顶部设置压杠并和外侧支架锚固。内模与外模之间通过塑料垫块保持 50 mm 的间距。箱梁顶板受力处内模支撑应加密布置,保证顶板混凝土施工荷载能有效传递。对设置横隔板的部位,内模应分段安装,留有人进出孔洞,便于内模拆除。内模底部应留设排水孔,防止养护水积聚在箱室内加重桥墩负担。

3 现浇箱梁混凝土浇筑及振捣成型技术

3.1 混凝土配合比性能及入模要求

市政现浇箱梁一般使用 C50 及以上强度商品混凝土,坍落度控制在 120 mm 左右。混凝土进场后要严格检测其和易性和含气量,不得在施工现场私自加水。施工时采用两台或多台混凝土泵车同时工作,泵管出口距离模板表面自由落差不大于 1.5 m。落差太大时需要设溜槽。入模温度不宜大于 18 ℃,防止大体积混凝土内部温升过快而产生温度裂缝。对钢筋密集处,用

细石混凝土封底一层,保证底板底部密实。每车混凝土的浇筑时间间隔不得大于其初凝时间,保证梁体结构整体性。

3.2 阶梯式分层浇筑与振捣工艺

混凝土浇筑要遵照对称平衡原则,由一端向另一端呈阶梯状纵向推进。浇筑顺序严格按先底板、后腹板、最后顶板的顺序进行,纵向梯队长度控制在 5 m 到 8 m 之间。腹板区域用斜向分层浇筑法,每层摊铺厚度不超过 500 mm,减小混凝土对内模的侧压力,加快内部空气随振捣排出的速度^[3]。底板和腹板交接处的腋角受力关键部位,应适当减慢下料速度,配合人工布料,防止混凝土在重力作用下产生离析现象,保证下层混凝土初凝之前被上层料流覆盖,保持梁体结构整体的物理属性。

振捣用高频插入式振动棒,运行频率为 30 Hz。作业时要遵守快插慢拔的原则,插入点应呈梅花状均匀分布,间距不能大于振捣棒有效作用半径的 1.5 倍。振捣棒应垂直插入,深度到下层 50 mm 以上,使上下两层之间有物理咬合力,防止出现冷缝。对预应力锚固区等钢筋特别密集的地方要换小直径振动棒进行补强振捣。顶板作业时配合平板振动器进行二次提浆,然后进行不少于两次的压光抹面,闭合表面收缩裂缝。振捣到表面不再明显下沉、无气泡冒出、泛浆厚度均匀一致为止,不得对波纹管、钢筋骨架和支座组件进行触碰。

3.3 箱梁顶板抹面及二次压光处理

顶板混凝土初凝前,应按预先设置的高程控制线进行找平,用铝合金刮尺刮除多余的浆体。初凝之后、终凝之前,用人工进行不少于两次的压光收浆处理,消除表面塑性收缩裂缝。市政桥梁顶板表面一般要进行拉毛处理,提高后期沥青铺装层的黏结力。拉毛深度控制在 2 mm 左右,方向垂直于行车方向,间距均匀。对预留孔洞、泄水管周围做细致的修整,防止积水渗漏。施工期间光照强或者风力大时要及时用塑料薄膜覆盖保湿,减缓水分蒸发速度,减小表面干缩。

3.4 混凝土养护温控及拆模标准

混凝土浇筑完成后立即进行养护,顶板用土工布覆盖并洒水养护。养护周期不少于 7 d,确保混凝土强度稳步增长。箱室内通风不良,水分蒸发慢,但是需要检测内部温度,防止内外温差大于 25 ℃。拆除侧模时,混凝土强度要达到 2.5 MPa,保证棱角不被破坏。底模、内模拆除必须在混凝土强度达到设计强度 100% 和预应力张拉完成后进行。卸架顺序按跨中到支点、中间到两侧对称的顺序进行。卸落时应分次循环,每次卸落的高度不宜过大,以免造成应力重分布引起瞬间荷载冲击,使结构产生内伤。

3.5 裂缝预控技术与孔道清理

箱梁腹板与横隔板交界处容易产生收缩裂缝,在该处增设细直径抗裂钢筋网片。施工缝处剔除浮浆,露出坚硬的石子,浇筑前将接缝面湿润,并涂刷水泥净浆^[4]。混凝土达到规定的强度以后,用高压水枪或者人工将预应力孔道内的积水和零星碎浆清除干净,保证孔道的畅通。清理完毕后用密封塞堵住管口,防止二次污染。

4 现浇箱梁预应力张拉与孔道压浆工艺

4.1 预应力筋下料与穿束施工要点

预应力钢绞线下料前必须做好表面外观质量检查工作,不得有机械损伤或者深度锈蚀。下料长度计算要准确算出孔道曲线段实际展开长度,再把锚具厚度、千斤顶行程空间、钢材回缩量等重要参数加进去。切割作业必须使用专用砂轮切割机,严禁用电弧焊处理,防止钢绞线受热而造成组织改变及力学性能降低,保证材料的抗拉强度指标不发生变化。

穿束前应使用通孔器清除管道中的积水和碎浆。钢绞线编束要保持顺直、排列整齐,用特制导向帽由穿束机配合人工慢慢推入,防止钢束在孔道内扭结。对超长跨径箱梁,在浇筑前预埋钢束,但应在管口设严密的密封构造以防止渗浆。

4.2 智能张拉设备校准及两端对称张拉

当混凝土强度和弹性模量达到设计要求的100%且龄期大于7 d时,才能进行张拉。使用智能张拉系统时,千斤顶和油泵必须由有资质的单位进行标定。张拉顺序严格按照设计图纸进行,一般采用左右对称、由下到上的方式。初始应力取设计应力的15%,此时测量伸长值起始点^[5]。张拉过程分为15%、50%、100%及1.1倍超张拉持荷阶段。持荷时间一般为5 min,用来抵消由于钢绞线松弛所造成的影响。两端千斤顶同步顶进,同步误差不超过5%,用智能控制系统自动调节压力、流量,保证预应力合力中心不偏位。

4.3 张拉力与伸长值双控实施流程

预应力施工采用张拉力为主、伸长值校核为辅的双控程序。实际伸长值和理论伸长值之差不能超过6%。如果偏差超出了范围,就要立即停止作业,分析管道摩擦力过大、锚具夹片回缩量超标或者钢绞线弹性模量异常等造成的原因。达到100%张拉应力后,锚固前要测量夹片瞬间回缩量。发生滑丝时,用小千斤顶卸掉锚固力后更换夹片再进行张拉。张拉完成后多余钢绞线的余留长度不得小于30 mm,用砂轮锯切除。

4.4 孔道压浆密实度与封锚操作

张拉完成后应在24 h内进行孔道压浆。压浆料为高性能无收缩浆体,强度不小于50 MPa。压浆前用高压风吹干管道水分,采用真空辅助压浆工艺。真空泵先将管道内的气压抽到-0.02 MPa,然后打开压浆泵从低端往高端连续灌浆。当高端排气孔出现浓浆并且稠度和进浆口一致的时候,关闭排气阀,继续稳压到0.8 MPa,持压3 min。

4.5 压浆后期养护与架体卸落工序

压浆后的养护工作关系到浆体强度的增长与管道防腐。孔道浆体强度达到设计要求后,才能进行支架最后卸落^[6]。卸落时用千斤顶协同调节底模高度,分跨依次进行。卸落后应实测梁体挠度,核对与设计值的符合情况。支架拆除之后,对梁底出现的细小接缝处做打磨修补工作。市政桥梁梁体外观美化工作是之后的重点,需要对拉杆孔洞进行封堵。卸落时对桥墩位移进行观测,保证箱梁在受力平衡转换的过程中不产生侧移。

5 结束语

市政道路桥梁现浇箱梁施工属于高度集成的技术工程,它所控制的主要是支架稳定、模板准确、混凝土均匀以及预应力有效值。通过对各个阶段工艺要点的系统分析可以得出支架预压是消除非弹性变形的基础,分层浇筑和双控张拉是保证结构质量的关键。在实际使用中,根据城市环境特点对每一个施工环节进行细致处理,主要对波纹管的定位、真空压浆工艺进行改进,可以大大改善梁体耐久性。不断加强现浇箱梁工艺的研究,不但可以提高市政基础设施建设水平,而且能为以后更高跨径、更复杂的线形城市交通枢纽建设提供技术保障。

参考文献:

- [1] 张家宇.市政道路桥梁施工中现浇箱梁施工技术应用分析[J].运输经理世界,2026(02):108-110.
- [2] 陈益周.现浇箱梁中抱箍钢管柱贝雷梁支架施工技术研究[J].产品可靠性报告,2025(11):186-188.
- [3] 吴林军.桥梁工程现浇箱梁施工技术研究[J].运输经理世界,2025(27):109-111.
- [4] 王涛.桥梁施工中现浇箱梁施工技术[J].交通科技与管理,2025,06(07):110-112.
- [5] 董耀森.市政道路桥梁施工中现浇箱梁施工技术应用分析[J].运输经理世界,2025(10):75-77.
- [6] 王红.道路桥梁施工中现浇箱梁施工技术分析[J].四川建材,2024,50(05):139-141.