

匝道桥预应力箱梁现浇施工技术

戴 洁

(广东交通职业技术学院公路学院 广州 510650)

摘 要: 本文以二广高速公路四会西互通立交匝道桥工程中箱形梁施工实践为例,从施工工艺的支架工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程及预应力工程等方面介绍了匝道桥预应力连续箱梁的现浇施工工艺特点。

关键词: 匝道桥 预应力箱梁 现浇施工

互通式立体交叉处出入高速公路的连接道路即为匝道,匝道与高速公路连接的平顺性直接影响着车辆的安全行驶,因此互通立交匝道的设计与施工质量是高速公路建设的重点。同时由于匝道形式多样,线型复杂导致平面位置及纵向高程变化多端,加上预应力结构的特殊性及其连续箱梁桥超静定结构特点,理想的几何线性与合理的内力状态不仅与设计有关,而且还依赖科学合理的施工方法,因此互通立交匝道桥预应力连续箱梁的施工也是高速公路建设的难点。

1 工程概况

二(连浩特)广(州)高速公路怀集至三水段(粤境)四会西互通立交A匝道桥上部结构为 $3 \times 20 + (20+25+28+25+20) + 5 \times 20$ (m),共有3联,其中第二联为后张法预应力混凝土连续箱梁,其它为普通钢筋混凝土连续箱梁。预应力箱梁采用单箱三室断面,梁高1.5m,设计为C50预应力结构。下部结构采用柱式墩、肋板台及桩基础。汽车荷载设计为公路-I级。

由于梁箱宽度较大,整联一次张拉成型,长度接近120米,施工难度较大。匝道桥位于旱地,拟采用落地支架法现浇施工,即全部采用逐跨搭设满堂扣件式钢管支架来进行连续箱梁现浇施工。首先施工预应力混凝土连续箱梁,然后施工一般混凝土连续箱梁,以方便预应力张拉施工。

2 预应力箱梁施工工艺流程

后张法预应力箱梁施工工艺流程为:地基处理→安装满堂支架→安装底模板、侧板钢筋、埋设波纹管、支侧模→第一次浇筑混凝土→安装内模、绑扎箱梁顶板钢筋→第二次浇筑砼→拆模养护→钢绞线编束、穿束→张拉预应力筋→孔道压

浆→封锚。

3 预应力箱梁施工技术

3.1 支架工程

桥位处为非软基段,首先对地基作适当处理。先用挖掘机对箱梁下方20m宽度范围内泥浆坑、松软地段全部挖除,换填块石土,并用振动压路机碾压密实,然后铺20cm水泥稳定石粉压实,最后铺5cm水泥砂浆调平层,支架搭设前先铺设枕木作为支架的支垫。

在经过处理并验收合格的场地上,对支架搭设的横向、纵向、竖向三个方向碗扣支架的间距和高度进行排列,根据现浇箱梁宽度和跨距确定出支架的纵向、横向的计算间距,再由所在位置的基础标高和箱梁底的设计高程确定出支架的搭设高度。本桥全宽15.5m,横桥向布设20排支架,纵向间距除中横梁位置处间距按0.6m布置,其余均按0.9m布置,在层与层之间用纵横向钢管联结固定,在支架的底部和顶部加设通长钢管,横桥向加设剪刀撑,纵向间距按30cm~40cm布置,确保支架整体稳定。

根据匝道的线型特点,施工中应特别注意平面放样的准确性,并严格控制立面高程。首先放样时应加密匝道中桩点位,圆曲线及缓和曲线段均一米一个点,沿中轴线法线方向布设左、右边桩。在搭设钢管支架时,钢管的横向排列垂直于中轴线,纵向排列平行于每一跨的中心线。严格按照支架设计中钢管位置布置的要求,精确计算出每一根钢管施工时的顶面标高,并考虑到施工中预留预拱度。由于匝道桥纵坡较大,高程起伏较大,钢管类型相应较多,支架搭设过程中存在

很多水平杆错位现象,为了保证支架整体稳定性,在接头位置多布置纵横向剪刀撑。

为了确保支架的安全,消除支架及地基的非弹性沉降,同时测定支架的弹性沉降量,为支架的预留拱度提供依据,采用砂袋对支架进行预压,本支架预压重量按梁自重等载预压,按梁体荷载分布配置压重,在翼板、腹板、中横梁相对应位置的压重应和其自重一致。

3.2 模板工程

现浇箱梁模板采用15mm厚竹胶板。支架搭设完毕后,在水平杆上将箱梁的边线点放出,放样时须严格控制平面位置及高程。底模支撑采用方木纵横两层,方木铺设完成后,测量放样找出箱梁底板的边线及中线,铺底模板,先中间后两边,待安装拼缝严实后,再用铁钉固定于方木上,底模铺设完毕后开始进行侧模支立,竹胶板长边顺桥向布置,模板采用方木支撑,并配合脚手架钢管和承托加固,侧模放置在底模上,使得外模与底模板拼缝规则一致。顶板芯模采用小方木,按箱梁尺寸拼装成木模框架,框架外钉竹胶板,配合钢管承托支撑芯模。最后立腹板、翼板模板,中腹板除了配合钢管和承托加固外还设置两道对拉螺杆。

拼装腹模时注意保持垂直度,即与底模的垂直,施工中可用吊线锤来控制。为保证箱梁侧壁美观,不使用对拉螺栓固定外腹板模板,建议用连接至支架的斜向支撑顶住侧模骨架,代替对拉螺栓。翼模拼装以外形美观为原则,拼装过程中纵、横缝必须保持一致,一般采用将模板长边拼接。内芯模拼装时在内芯模下倒角以外设置一定的压板宽度,以确保箱梁腹板混凝土浇筑密实,防止腹板混凝土浇筑时底板翻浆。

模板拼装做到拼缝严密,拼板表面平整。匝道平面位置及纵向高程变化特点要求施工中特别注意相邻节段主梁立模标高准确,防止前后节段出现连接不顺成折线形,与主梁设计线形不符^[1]。为保证腹板线条平顺,应加密曲线段控制点并及时拉线控制。为了避免施工中侧模受力产生节与节间滑动,使接缝材料损坏,导致砼浇注过程中漏浆,侧模安装定位要准确,支立要

牢固。为方便拆除内、外模,箱梁顶板在1/4跨处各留设1个1.5米(纵)×0.5米(横)的孔口,待内模拆除完成后采用高标号砼进行补灌,按规定要求对处理施工接口进行加强处理。

3.3 钢筋工程

箱梁的钢筋在加工场加工至半成品,搬运至施工点安装。绑扎钢筋前先在模板表面上用笔按图画好箍筋间距,用定位钢筋固定箍筋后,主筋穿过箍筋,按图纸要求间距逐个分开,先绑扎纵向主筋,后绑扎横向钢筋。纵向主筋(通长筋)接长采用搭接焊工艺,焊接时应先由中间到两边,对称地向两端进行,并应先焊下部后焊上部,每条焊缝一次成型,相邻的焊缝应分区对称地跳焊,不可顺方向连续施焊;接头错开布置,其余钢筋采用绑扎接头,所有接头位置应互相错开,接头长度区内受力钢筋接头面积不超过该接头断面面积的25%;绑扎箱梁顶面负弯矩钢筋时,每个节点均要绑扎,所有主筋(纵向方向)下面和腹模、翼缘侧面均应放置塑料保护层垫块,塑料保护层垫块的厚度及强度应满足要求。

中横梁和端横梁钢筋由钢筋骨架大片拼装而成,拼装时,在需要焊接的位置用楔形卡卡住,防止电焊时局部变形。待所有焊接点卡好后,先在焊缝两端点焊定位,然后进行焊缝施焊。施焊顺序由中到边对称地向两端进行,先焊骨架下部,后焊骨架上部,相邻的焊缝采用分区对称跳焊,骨架大片在钢筋加工场地加工成型,采用整体一次性吊装。

3.4 混凝土工程

现浇箱梁砼施工采用混凝土拌和站集中拌合,混凝土搅拌罐车运至桥位,汽车泵送入模。浇筑前用高压水枪冲洗模板,特别是箱梁的外露部分底板和边腹板。箱梁整体分两层浇筑进行施工。第一层为底板至下倒角以上30厘米部分,第二层浇筑余下肋板、翼板及顶板。浇筑前先根据所给的平、竖曲线及超高要求,推算出梁面标高。为避免离析,混凝土浇筑施工按照从低处向高处进行,每层厚度不超过30cm。逐渐分层推进浇筑,并使混凝土始终接近于同一平面,严格控制平整度,同一截面内不允许纵向分块。

浇筑过程中应加强振捣,箱梁采用插入式振捣器和附着式振捣器配合振捣,严格控制好振捣时间,不宜过长,当振至混凝土表面充分泛浆后达到密实要求即可。对模板的边角要适当加振,腹板与底板和顶板的连接处、预应力钢筋锚固处、以及其他管道、预埋件、钢筋密集区等处的混凝土均应振捣密实,防止出现蜂窝麻面现象,或因混凝土不密实导致张拉时混凝土爆裂后产生预应力爆束等现象。施工中注意插入式振捣棒的插入位置,避免把波纹管等预埋件振偏、移位或直接击打底模及触及预埋波纹管^[2]。锚区和波纹管曲线变化部位钢筋及波纹管较密集处,采用直径较小的振捣器振捣,防止漏振或出现泌水现象。通过控制振捣质量,保证混凝土质地密实,提高了混凝土强度,增强对裂缝开展的抵抗能力,保证了预制箱梁的质量。

3.5 预应力工程

3.5.1 预应力管道

预应力筋束成形管采用 $\phi 100$ 、 $\phi 90$ 塑料波纹管。波纹管的安装必须定位准确、平顺、无死弯、安装牢固,且接缝严密。

设计提供的预应力筋束的坐标数值是以桥梁中心线建立的梁体坐标,平面曲线形会导致内腹板与外腹板的筋束长度有差别,因此,需要调整预应力筋束的坐标数值,计算出各束孔道的坐标数值。预应力筋束是复杂的空间曲线,成孔时采用定位钢筋固定其空间位置。定位钢筋采用焊接井字架,井字架布置按直线段100cm设一道,曲线段50cm设一道,且定位筋与梁体钢筋焊牢,保证孔道位置符合设计要求。由于波纹管线形为曲线,为准确控制每一根定位筋的位置,施工中采用尺杆刻度定位法,即按照钢绞线的坐标,算出波纹管底部定位筋的坐标,刻于木方尺杆上,用尺杆在腹板上划出定位筋的位置,再焊接定位筋,这样可以有效地保证定位筋的准确性。钢筋骨架绑扎成型后,将波纹管按顺序穿入各定位钢筋的“井”字网眼,然后在波纹管各接头处安装好接头管,并用胶带缠好,防止漏浆。

混凝土浇筑前,在管道内穿硬塑管,防止管道在混凝土作用下发生挤压变形,并在混凝土初

凝后及时拖动硬塑管,避免管道因意外漏浆造成堵塞。并及时进行检查,主要检查坐标点的高程和水平距离以及边线的横向距离是否符合设计要求。接头是否牢固,胶带包裹是否严密。

3.5.2 预应力钢绞线

3.5.2.1 钢绞线下料与穿束

预应力钢筋采用高强度、低松弛的钢绞线,锚具为OVM-15系列夹片锚具。对群锚预应力采用YCW400型千斤顶进行张拉,扁锚预应力采用YDC240Q型千斤顶进行张拉,油泵采用ZB-500型号配套。

桥梁线形比较复杂,包括圆曲线、缓和曲线、直线。箱梁为多箱室、多腹板构造。这样,同一联箱梁各腹板预应力筋束的长度各不相同,施工前需准确计算,以保证每根钢绞线下料精确。

因匝道桥整联浇筑,钢绞线线束较长,人工穿束很困难。通常将钢丝绳系在高强钢丝上,用人工先将高强钢丝拉过孔道,然后将钢丝绳头用半圆钢环与钢束头焊接在一起,开启卷扬机将钢束徐徐拉过孔内,在钢束头进孔道时,用人工协助使其顺利入孔。

3.5.2.2 预应力筋张拉

张拉前首先检验钢绞线、锚具,并完成验顶工作,按照验顶的数值,顶表对应,并与钢束编号一一复核,预先用铁牌标记各束钢绞线张拉的油表读数,防止混淆。

当砼强度达到设计强度85%时,安排预应力施工。为减少预应力损失,采用超张拉方法。预应力张拉采用分级张拉,张拉程序为:0→初应力 $0.1\sigma_k$ → $1.05\sigma_k$ (持荷2 min)→ σ_k 锚固, σ_k 为张拉时的控制应力^[3]。

预应力张拉按如下原则进行:

(1) 箱梁预应力施工时,先拆除梁端张拉部位模板,并搭接牢固的张拉顶吊架。

(2) 张拉用油顶、油表经过标定。张拉油顶及油表使用200次或6个月以上时,重新进行标定。更换零部件、维修以后也要进行标定。施工时经常检查和观察油顶、油表的工作状态。

(3) 张拉时对钢绞线准确定位,使油顶轴线与预应力孔道设计轴线一致。

(4) 预应力施工顺序: 先施工顶板扁锚纵向短束预应力, 完成后才能施工梁体群锚纵向长束预应力。

(5) 张拉采用张拉吨位与引伸量双控, 并以张拉力控制为主。

(6) 张拉应力控制: 两端张拉, 设计为超张拉, 预应力筋的张拉控制应力比设计要求提高5%, 但在任何情况下不得超过设计规定的最大张拉控制应力。预应力筋采用应力控制方法张拉时以伸长值进行校核, 实际伸长值与理论伸长值的差值符合设计要求, 无设计规定时, 实际伸长值与理论伸长值的差值控制在 $\pm 6\%$ 以内, 否则暂停张拉, 待查明原因并采取措施予以调整后方可继续张拉。

3.5.3 管道压浆与封锚

为了提高箱梁的耐久性, 预应力筋张拉完成后采用C50水泥浆对预应力孔道进行真空灌浆。压浆的时间应控制在完成张拉后24h之内, 防止预应力筋锈蚀。

压浆前首先用清水加压冲洗孔道, 以排除孔内粉碴等杂物, 冲洗后再用空压机吹去孔内积水, 并检查压浆设备是否处于良好状态。密封孔道两端后, 在孔道一端用真空泵抽吸孔道内空气, 使孔道内的真空度达到80%以上, 随后在孔道另一端用压浆泵将拌制好的水泥浆压入孔道, 待到浆体充满整个孔道, 并保持1.0MPa左右的压力, 持续一定时间, 确保孔道灌浆的饱满与密实, 完成真空灌浆。由于孔道内只有极少的空气, 很难形成气泡, 同时, 由于孔道与压浆机之间的正负压力差, 大大提高了孔道压浆的饱满度和密实度。实际施工中, 孔道压浆的水泥浆要搅拌, 宜先压注下层孔道后再压注上层孔道。压浆应缓慢、均匀地进行, 不得中断。比较集中和邻近的孔道, 应尽量连续压浆一次完成, 以免串到相邻孔道的水泥浆凝固, 堵塞孔道。不能连续压浆时, 后压浆的孔道在相邻孔道压浆后用高压水冲洗以保持通畅。

压浆完成后用砂轮切割机切断预应力筋的张拉端部外露钢绞线, 然后将其周围冲洗干净并凿毛。待管内水泥浆终凝后, 卸下压浆嘴, 即可进行封锚作业。按设计图纸绑扎封锚钢筋, 钢筋不

得焊在锚具上。合格后, 支立模板并浇筑与梁体同号混凝土, 完成封锚作业。

4 结束语

现浇预应力混凝土箱梁是一个系统工程, 工序复杂, 施工工艺对工程质量有直接而重大的影响。要提高箱梁的施工质量就必须有好的施工工艺, 施工中每一道工序都必须严格控制, 操作准确, 才能保证箱梁整体质量。

参考文献

- [1] 汪溯, 廖维. 60m支架现浇段箱梁及基础施工. 公路2007(6)
- [2] 孙霞. 预应力现浇混凝土连续箱梁施工. 北方交通2007(3)
- [3] JTG D62-2004. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范. 北京: 人民交通出版社, 2004. 9

(上接第10页)

的排气孔), 以防灌浆时被浆液堵死, 同时留着锚板下侧的绞线空缺孔作排气孔; 补浆时, 采用漏斗(漏斗置高约1.0米, 可用带刻度的水桶底部钻孔来代替漏斗)重力注浆法进行自然补浆, 水泥浆由锚板低端补浆孔补入, 待锚板高端排气孔排出浓浆后, 停止补浆, 并堵死排气孔, 然后, 堵死进浆孔和排气孔, 并记录补浆容量。

4.10 锚头防护

(1) 补浆结束后, 安装前锚面保护罩, 安装时应在连接器和保护罩之间垫橡胶环。

(2) 封锚时, 采用漏斗注浆法进行自然灌浆封锚, 浆液由保护罩的注浆孔(在下端)注入, 罩内空气由保护罩的排气孔(在上端)排出。

(3) 在保护罩内灌满水泥浆, 灌注结束, 应采用密封盖封严灌注孔及排气孔, 封锚结束。

(4) 拆卸灌浆设备及灌浆管道、球阀等, 及时将其清洗干净, 清洗制浆机, 并将所有设备归类存放。

5 结束语

环氧喷涂钢绞线在润扬大桥成功的运用, 提高了桥梁的耐久性能。该成功的范例将有利于促进环氧喷涂钢绞线在桥梁工程上的推广应用。