

文章编号: 1009 - 0193(2008)04 - 0249 - 04

三凯高速公路大树脚特大桥 T 型刚构施工工艺

张廷刚

(贵州省桥梁工程总公司, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:贵州省山区,山高坡陡,施工场地狭窄, T 型刚构桥得到广泛的运用。以三凯线大树脚特大桥为例,对 T 型刚构桥的施工工艺和方法进行总结和分析。

关键词: T 型刚构桥;施工工艺

中图分类号: U445 **文献标识码:** B

1 箱梁 0[#]块施工

T 型刚构 0[#]块是整个箱梁的开始,为以后各节段的悬臂提供施工场地和必要的锚固设施。0[#]块体积大,重量相应较大。预应力管道多,挂篮预埋杆件多,预应力管道和挂篮预埋杆件的空间位置很容易发生冲突,是 T 型刚构施工的难点。

1.1 施工托架

三凯线大树脚桥超大型 0[#]块的托架,在墩身顶浇注的最后一节,预埋支承托架钢板,将托架贝雷梁挂在预埋的钢板上。托架顺桥向每边放 6 片贝雷梁,横桥向中间范围架设 2 片贝雷梁,贝雷梁之间用撑架连成整体,然后在上面铺 10[#]槽钢,在槽钢上铺底模板,底模下面放置卸落木楔。翼板在托架上搭钢管架支承。顶板模在箱内搭钢管架支承;两内侧模用钢管架将内模顶紧。托架是固定在墩身上以承担 0[#]块支架、模板、砼和施工荷载的重要受力结构,具有足够的刚度。墩身砼浇筑要按图纸尺寸事先预埋好支承托架的钢板。单片贝雷梁在地面上拼成整片,先安装横桥向,再安装纵桥向,托架就位后连成整体。

1.2 托架受力分析

0[#]块砼分二次浇筑,第一次浇筑底板和部分腹板(0[#]块高度一半),第二次浇筑腹板及顶板。采用电脑 SAP2000 软件建立体模型进行受力分析计算。考虑第二层砼浇注时,第一层浇注的砼已参与受力,可能破坏砼结构,产生底板开裂。在腹板肋宽范围布置一层 $\Phi 32$ mm 的主筋,按 10 cm 间距布设,进行加强。

1.3 模板设计

0[#]块模板分底模、腹板外侧模、翼板底模、箱室隔板内模、腹板内模、顶板模、封头模。0[#]块底模和侧模及顶板模均采用大块钢模组拼,与箱梁结构尺寸不符的部份,用建筑钢模补齐,外夹 10[#]槽钢作竖带并设拉杆对拉。施工顺序为:贝雷梁托架安装好后,在上面铺设 10[#]槽钢,间距 30 cm 一对,肋板处满铺;然后铺设底板模,外侧模。箱梁内顶板模,在箱内搭设钢管支承,翼板模在托架上搭设钢管架支承。端头模采用 8 mm 厚钢板加工,根据端头接头钢筋及预应力管道的位置预留孔洞。

1.4 钢筋及预应力的安装

竖向预应力筋为 $\Phi 32$ mm 精轧螺纹钢,安装时先将竖向预应力筋锚固螺栓、锚垫板、螺旋筋、压浆嘴配套后焊在一起,待挂篮底板标高调整好后,按图纸尺寸划好定位线就位,然后焊钢筋骨架固定并使之垂直。0[#]块钢筋是整个 T 型连续刚构钢筋最复杂的,有横隔梁钢筋、底板钢筋、腹板钢筋、牛腿钢筋及顶板钢筋几部份组成。其绑扎顺序为:底板钢筋 → 横隔梁、腹板钢筋 → 顶板钢筋。0[#]块分二次浇注,钢筋也相应分 2 次绑扎。

波纹管的安装如果发生堵塞,预应力束不能顺利穿过,或坐标定位不准确,都将直接影响施工进度及质

量,因此在施工要中严格把关。 $0^{\#}$ 块预应力管道密集,纵向、横向、竖向均设有,纵向预应力管道用塑料波纹管,横向预应力束用扁平波纹管。安装前将各预应力管道的控制点坐标算出,在绑扎钢筋的同时安装预应力管道。

5 砼浇注

(1)拌和站派专人负责,对砼的和易性、坍落度及材料严格计量。

(2)灌注开始后,应紧凑、连续进行,做到一气呵成。

(3)砼浇注前,应检查好机具,防止在灌注过程中,由于机械故障而造成堵管。后台人员要严格控制碎石的粒径和砼的坍落度。

(4)灌注时采用2台输送泵送,分二次浇筑成型,第一次浇筑底板和部分腹板($0^{\#}$ 块高度的一半),第二次浇筑剩余部份腹板及顶板。

(5)浇注时对称分层进行,按30 cm层厚,从一端向另一端分层浇筑。由于箱梁内钢筋密集、管道众多,振捣时注意不要触及模板、预应力管道,腹板高度较大时,要布设串筒,以免砼离析。

(6)第二次浇筑前,对表面洒水湿润;浇筑时,加强振捣。尽量缩短两次浇注的间隔,将第一次浇注的砼表面设置成凹凸不平状接缝,便于第二次浇筑时接缝间的衔接。

2 挂篮设计

大树脚特大桥最重阶段重250 t,最长节段长4.5 m。采用菱形挂篮,挂篮设计容许承重300 t,最长浇筑节段长5 m。挂篮自重85 t(包含模板系统),小于设计允许的重量。

(1)挂篮主桁系统

主桁,用H35[#]钢,一边箱肋上安放一组。前、后上横梁,用H35[#]钢,腹板加焊2 cm厚钢板加强。

(2)吊挂系统

吊挂系统直接承受悬浇段的施工荷载。吊挂系统由前、后下横梁、活动铰、纵梁、底模组成。前、后下横梁,用H35[#]钢,在腹板加焊2 cm厚钢板加强。纵梁,用B0[#]钢,每80 cm放置一对,在箱梁肋板位置用2 B0[#]钢2组叠加组合受力,每30 cm放置一对;纵梁跟前、后横梁用活动铰连结。吊杆布置:前横梁5对,后横梁6对,采用 $\phi 32$ mm精轧螺纹钢。

(3)模板系统

箱梁模板由底模板、内外侧模、顶板模、翼板模、端头模组成。底板模由大块钢模板组成。外侧模采用5 mm厚钢板做成大块模板,骨架肋用63 mm $\times$ 63 mm $\times$ 6 mm角钢,外层设横、竖两层8[#]槽钢焊成模架。内侧模采用建筑钢模。顶板及翼板模用8 mm厚大块钢板与16[#]槽钢焊成整体大块,采用吊架吊挂在挂篮前横梁上,顶板模采用2组B0[#]钢吊挂,翼板模各用2组B0[#]钢吊挂。端头模用5 mm钢板加工。

(4)锚固系统

后锚是主桁梁的自锚平衡装置,由锚杆、扁担梁组成。利用箱梁竖向预应力筋锚固,每根主桁采用5组 $\phi 32$ mm精轧螺纹钢锚于箱梁的预应力筋上。

(5)行走系统

行走系统包括支点、滑移梁、后锚上滑移装置及拖移收紧设备;行走系统通过滑移梁用两台25 t千斤顶同时施加预应力使挂篮前移。

3 挂篮安装和预压

挂篮安装在已经完成的 $0^{\#}$ 块段上进行,由塔吊配合安装。安装顺序:测量放线 $\rightarrow$ 铺设垫梁 $\rightarrow$ 安装滑移梁、支点、主桁 $\rightarrow$ 安装上横梁 $\rightarrow$ 安装立柱、斜拉钢带 $\rightarrow$ 横联 $\rightarrow$ 起吊底篮 $\rightarrow$ 穿吊杆 $\rightarrow$ 底模板 $\rightarrow$ 外侧模、内侧模 $\rightarrow$ 顶模吊架 $\rightarrow$ 顶板、翼板。

挂篮预压的目的是为了检验拼装好的挂篮安全性,验证其实际承载重量及变形值,消除结构非弹性变形,为下步的悬臂浇筑提供必要的参数。挂篮预压试验是在挂篮拼装调试完成后进行。方案采用张拉千斤顶加载和堆载相结合的方法,集中加载部分用千斤顶施力,也可在挂篮上吊挂水箱加水压。荷载取最重梁段

重量的 1.3 倍,分级加载,测量各点变形值,卸载后测出非弹性变形。

4 悬浇段施工

挂篮前移到位后,将底模及外侧模调整好,即可绑扎钢筋,按照先底板、侧板、后顶板次序绑扎钢筋及安装预应力管道,注意预留挂篮吊杆孔。在各项工序完成后,方可浇筑砼。施工步骤:挂篮前移就位→调整底模、外侧模就位→安装底板、腹板钢筋→安装竖向预应力筋→安装腹板内侧模和顶板、翼板底模→安装端模→顶板钢筋、预应力管道→浇筑砼→养生→穿束、张拉、压浆→松动底模、顶板模,拆除内、外模→前移挂篮下一块段。砼浇完后,养生到设计强度即可张拉,先张拉纵向预应力束,再张拉横向束,最后张拉竖向预应力筋。预应力束张拉完成,即可松动挂篮吊杆,使挂篮底板、顶板离开箱梁,即可移动挂篮。

5 箱梁预应力施工

T 型刚构是一种多次超静定的结构,内力的变化对结构的整体受力影响特别大,是整个施工过程的难点。

1 管道定位准确,位置偏差严格控制,每 50 cm 间距设一道定位钢筋,对既有平弯又有竖弯的空间预应力管道应加密定位,严防上浮、下沉和左右偏移。普通钢筋与预应力管道有冲突时,移动普通钢筋,确保预应力管道位置正确。

2 为了不使预应力管道损坏,一切焊接应在预应力管道埋置前进行,管道安置后尽量不焊接。

3 纵桥向预应力管道必须设置内衬管,内衬管的直径比波纹管内径小 5 - 8 mm,放进波纹管内还应长出 50 cm,在砼凝后及时拔出。

4 管道铺设应平顺不得有死弯。波纹管接头长度取 30 cm,两端各一半,其中一半留做衔接的另一端,波纹管接头要用塑料胶布缠绕 3 层,以免漏浆。被接的两根波纹管接头应相互顶紧。

5 横向波纹管固定端待钢绞线穿入后以胶带封口,并接一塑料管作压浆透气孔。

6 竖向管道与竖向预应力筋、锚具在砼灌注前安装好,先组装在一起再安装就位,并用定位钢筋固定,管道上下两端密封;同时注意预留压浆通气孔;砼强度达到后,及时张拉、压浆,以防桥面上的杂物流入管道堵塞压浆孔。

7 波纹管轴线必须与锚垫板垂直,喇叭管定位应精确。

8 张拉及压浆。施工顺序:校验千斤顶、油表→安工作锚→安千斤顶→工具锚→预拉→张拉至设计张拉力、记录伸长量→持荷 5 分钟→锚固→回油→卸工具锚、千斤顶→压浆。

9 张拉控制,T 型刚构的张拉控制是施工中的重点,T 型刚构的张拉控制除按照常规桥形的伸长量和应力控制外还应该严格控制强度和凝期。T 型刚构的断面预应力度较大,砼承受的压力大,在张拉前,砼强度必须满足设计要求。在砼强度满足要求的前提下,凝期必须满足要求,若设计没要求,一般以 72 小时为准,不得小于 72 小时。如果出现凝期相差时间过长,应请设计作内力分析。

6 施工监控

T 构箱梁在悬臂浇筑施工时受砼自重、日照、温度变化、墩柱压缩等因素影响而产生竖向挠度,砼自身的收缩、徐变等因素,会使悬臂段线形发生变化。为使合拢后的桥梁成型及应力状态符合设计要求,须对各悬臂施工节段的挠度与应力进行监控,为下一节段的模板安装提供合适的标高。

观测内容:(1)挂篮模板安装就位后的标高;(2)砼浇筑后的挠度;(3)张拉前的标高;(4)张拉后的上拱度;(5)已完成各阶段荷载及温度、徐变收缩引起的标高变化。

施工监控方案:大跨径悬臂梁施工时必须进行有效的施工监控,以保证成桥后的梁体线型及受力状态与设计尽量吻合,施工控制以主梁挠度与内力为对象,监控原则为:(1)施工过程中主梁截面应力在允许范围内。(2)悬臂合拢段相对高差在 15 mm 内,轴线误差在 10 mm 内。(3)桥面线型调整引起桥面铺装层厚度增减值符合设计要求。

7 现浇段、合拢段施工

边跨现浇段施工一般采用落地支架整体浇筑。根据桥台地形情况,施工支架基础采用片石砼,用贝雷梁或钢护筒管柱作为支柱,在柱顶上横放贝雷梁作为承重梁。然后上面铺放槽钢及底模、立外模。底模采用组合钢模,外模利用挂篮外侧模板加工。施工顺序为:(1)在 T 构悬臂浇注施工即将完成前 10 天左右,完成边跨现浇段的施工。(2)在支架、模板完成后,安装支座、绑扎钢筋,安波纹管。(3)灌注砼过程中观测支架的下沉量。

合拢段施工是 T 构连续体系转换的重要环节,对保证成桥质量至关重要。刚构合拢原则是低温灌注,合拢前使两悬臂端临时固结,保持相对固定,防止砼在早期因为梁体砼的热胀冷缩开裂。同时选择在一天中的低温进行合拢。合拢段要严格按照设计的合拢顺序施工,先合拢中跨还是先合拢边跨,设计有严格的要求。合拢段浇注并张拉完成后, T 构即完成体系转换,形成连续刚构。

8 结束语

T 型连续刚构桥采用挂篮悬浇施工,结构无干接缝,整体性好,刚度大,施工工艺成熟;挂篮安装完成后,工作面均在桥上展开,施工占用场地少;适合于跨越深沟河谷,山高坡陡,施工场地狭窄的地形。根据施工操作,总结了一些切实可行的经验。

参考文献:

[1] 马保林. 高墩大跨连续钢构桥 [M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
[2] 潘世建,杨盛福. 厦门海沧大桥西航道连续钢构桥 [M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
[3] 徐君兰. 大跨度桥梁施工控制 [M]. 北京:人民交通出版社, 2000.

T - Shape Rigid Frame Construction Techniques of Da shu jiao Bridge on San kai Expressway

ZHANG Ting - gang

(Company of Bridge Engineering of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

Abstract:According to construction practice of Da Shujiao Bridge and the T rigid frame bridges the author has constructed before, the author has concluded and analyzed the constructing technique of T rigid frame bridge

Key words:T rigid frame bridge; constructing technique