

预制节段混凝土桥梁施工方法的运用

黄国斌 曹伟杰 叶 飞

摘 要 本文以嘉浏公路浏河大桥的施工为例,介绍了预制节段混凝土桥梁施工方法及应注意的一些问题。

关键词 预制节段混凝土桥梁 施工方法 运用

一、工程概况

嘉浏高速公路浏河大桥位于嘉浏高速公路上海段的最北端,南连上海的嘉定区,北接江苏太仓市。工程全长 412 米,分离式上下行车道,其中,引桥段 286 米,引桥下部结构为 PHC 桩,设承台、立柱、盖梁,上部结构为预应力简支板梁,引桥暂实施 4 车道。主桥长 146 米,双向 6 车道,下部结构桩基为钻孔灌注桩。城建集团为了提高集团桥梁设计与施工的水平,经过长期的技术准备,决定在本工程中运用预制节段拼装施工新工艺。主桥上部结构由原来的三跨 42 米 T 梁改为三跨 42 米箱型梁,箱梁采用预制节段拼装施工工艺。主桥横断面为单室四箱结构。箱梁高 2.2 米,梁的上翼缘宽为 7.5 米和 8.875 米两种形式。每跨箱梁划分为 13 个节段,每个节段重约 38 吨。

主桥箱梁主要施工工艺流程为:节段预制、架桥机的拼装行走及就位、节段的吊设与安装、组合节段的预应力施工等几个环节。

二、节段预制

由于本施工工艺在国内尚属首次,箱梁的节段预制无法找到现成的预制厂家。经过对本工程的规模及特殊的地理位置进行综合考虑,研究决定本工程的箱梁节段全部采用现场预制。对于箱梁节段预制根据有关资料表明可采取短线密接法或长线密接法施工工艺。由于短线密接法对整套模板系统要求较高,一次性投入较大,考虑到现场条件较差,同时又是第一次施工,缺少经验,施工误差的积累可能会影响到箱梁的整体外观,所以本工程箱梁节段预制采用长线密接法(所谓的密

接法是指一个节段的预制是以上一节段为一侧端模,同时又是下一节段的一侧端模)。

1. 模板制作与安装

(1) 底模制作

本工程北端接太仓段,沥青混凝土已经施工完成,地基承载力完全能够满足节段预制的要求,所以直接利用沥青混凝土路面作为节段预制的场地。根据工程进度的要求,在预制场地内浇注两条与箱梁同底宽、长 45 米、厚度 20 厘米的 C20 混凝土地坪,作为长线密接法箱梁节段预制的底模。由于本工程主桥竖曲线较大,每跨箱梁的矢高较小,节段安装张拉后的起拱度基本与之吻合,所以在浇注节段底模时采用直线坡。为保证箱梁的质量防止箱梁底部出现裂缝,在混凝土地坪上铺设 6mm 钢板。

(2) 侧模和内模制作

节段内外模全部采用钢结构模板,工厂定制加工。节段的端模也采用钢模板,由于端模上有许多锯齿块,且随节段的位置不同锯齿块的位置也相应变化,所以端模制作时,在腹板位置的钢模制成可拆卸式,以适应锯齿块位置变化的要求。模板的面板选用足够厚度的钢板,并布置足够的内部支撑和加劲肋,以承受由于浇注和振捣混凝土所引起的力。侧模通过事先预埋在混凝土地坪内的连接螺杆固定,端模用定位螺丝与侧模和内模连接,与上一节段连接的侧模端部除下部与混凝土底模连接外,上部用对拉杆固定,所有这些都是为保证模板在浇注混凝土过程中的稳定。侧模的制作进度要求很高,以保证提供一个和原节段结合紧贴、严密的接缝。为保证混凝土振捣密实,在钢

模的外侧安装了附着式震动机。为便于钢模周转时的行走,在钢模上安装行走轮。根据总体进度的要求,本工程配置四套钢模板。

(3) 模板安装

模板每次安装时,由富有经验的技术人员检查模板的位置,特别是模板的断面尺寸、坡度和线形,调整到规范的要求。模板在每次浇注前彻底进行清洗,并涂以脱模剂。与上一节段的混凝土端部的接触面涂以特殊的脱模剂,既便于节段的分离且又不损坏混凝土,又能保证不对混凝土有明显的侵蚀或起反应。

2. 节段混凝土

本工程节段混凝土设计强度为C60,由于本工程特殊的地理位置,工程所处附近没有能够拌和C60混凝土的预拌混凝土厂,经研究决定采取现场拌和。混凝土的级配经现场反复试验最后确定。要控制C60混凝土质量的关键是对原材料质量、施工过程中的计量控制和对混凝土拌和时间的严格把关。混凝土水平运输由于拌和点离浇注点距离较近采取人工运输。混凝土的垂直运输采用专门为本工程购置的50T龙门吊机的副钩。混凝土养护采用自然养护。在自然养护的条件下,一套模板平均3d浇注一个节段。

3. 节段的分离与堆放

当混凝土节段达到设计规定的强度后,即可分离节段,以让出位置进行下一跨节段的浇注。节段分离主要采用50T龙门吊,同时配合端部底部的顶升。节段分离后,立即在节段上编号,并用龙门吊运至现场的临时堆场堆放,继续自然养护。节段的堆放可以重叠,但选择的支点要考虑结构的受力,同时重叠的层数不超过两层。

三、成梁试验

为了解节段梁拼接和预应力张拉的特殊过程,同时为了进一步验证节段梁的内部受力情况,本工程进行了成梁试验。成梁试验在工程的北侧接坡上进行。成梁的两端受力位置各布置两根钻孔灌注桩,桩的顶部布置系梁,作为成梁的支点,箱梁的节段被安放在临时支墩上。箱梁张拉后拆除临时支墩。成梁试验的加载过程和最终试验结果见成梁试验报告。

四、架桥机的拼装行走及就位

架桥机主要结构由主梁、支腿、起吊天车、调

梁小车、滑道系统、电气控制系统、液压系统组成,最大吊挂重量450吨,整机总重量230吨,整机总电容量53KW。架桥机的主梁为单根箱梁,全长72米,分6个节段,每节长12米,其中前面两节为导梁。架桥机共有前、中、后三条支腿,前支腿和后支腿固定于箱梁的两端预埋件处,是主要的承重结构,而中支腿在架桥机行走时起临时支撑的作用。安装时在引桥上搭设临时支架,用50T履带吊配合安装。先安装主梁及支腿,后用8T汽车吊配合安装其它附件。由于第一次安装这种类型的架桥机,操作不够熟练,整个安装过程共用时14天。架桥机行走和过孔就位具体步骤为:

(1) 辅助中支腿到位,与桥面预埋件锚固。托辊与主梁顶紧,利用调梁小车将前支腿与支腿垫块分离,托辊顶升主梁100mm。将后支腿转换为行走状态。50t天车吊1号块在机臂尾部作为压重。

(2) 架桥机前移19m;后支腿轮箱前后用止轮器抄实,并用2台5t导链将轮箱就地锚固。

(3) 调梁小车吊运前支腿行走23m到位;利用调梁小车升降作业,将前支腿与支腿垫块锚固完毕,然后降低辅助中支腿100mm,升起前支腿托辊150mm左右并顶紧前导梁为止;50t天车将1号块落至运梁车上并返回至存梁场。

(4) 架桥机行走23m到位;将前后支腿分别转换为工作状态;前支腿顶部螺旋千斤顶与主梁螺栓连接,后支腿底部与桥面预埋件锚固;辅助中支腿退回至存梁场。

五、节段的吊设与安装

架桥机行走到位后,即开始箱梁节段的安装。节段吊设安装步骤如下:

(1) 节段在预制场用50T龙门吊起吊,旋转90°后装上自行式小平车,运至架桥机主梁下。

(2) 利用50t天车吊装1号块,并运挂至图示位置;然后依次吊装2号块至10号块到图示位置;再分别将13号块、12号块吊装至图示位置,并预留11号块吊装旋转的空间。

(3) 50t天车吊装11号块,运至图示虚线位置,落梁约3m,继续纵移约2.5m,旋转90°至指定位置悬吊。50t天车将10号块、12号块节段升降至桥面胶接的高度为止,然后采用调梁小车依次将13号块向1号块方向逐步预先对拼。

(4)利用调梁小车依照节段胶拼工艺对接完毕,胶拼张拉临时应力,临时应力应达到 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 的压力要求。本工程的临时应力采用高强螺杆施压,一个断面布置四根。然后穿预应力钢绞线,从箱梁两端按秩序张拉施工完毕。检查箱梁张拉完毕后的上拱度。

(5)最后进行架桥机主梁卸载。顺序依次为辅助中支腿走行至后支腿附近起顶(260t),使托辊与主梁顶紧,将后支腿螺旋千斤顶逐步卸载使轮箱与轨道接触,落梁100mm;辅助中支腿脱离后支腿,走行至前支腿附近的指定位置即过孔位置,起顶(约260t),使托辊与主梁顶紧并与桥面预埋件锚固,将前支腿顶端螺旋千斤顶逐步卸载使前支腿托辊轮箱与主梁轨道接触为止,落梁100mm;利用调梁小车逐根拆除与节段之间的连接件,将扁担运回至存梁场预先安装。

在节段安装过程中除安装上述步骤外,还应注意以下几点:

(1)在节段胶拼前必须所有节段都已基本就位,这样可消除架桥机本身挠度对箱梁标高的影响。

(2)在节段胶拼前必须保持两节段面的整洁,防止有坚硬石屑附着在混凝土表面,否则预应力张拉时可能会引起局部应力集中造成混凝土表面的破损。

(3)两节段胶接后应在胶接剂凝固前施加临时应力,临时应力应达到 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 的压力要求。

(4)为保证箱梁整体线形满足设计要求,每一节段标高均采用水准仪跟踪控制。

六、预应力的施工:

所有节段精确调整到位以后开始预应力的施工。本工程采用体内预应力和体外预应力相结合的预应力体系。预应力束采用2000MPa钢绞线及相匹配的锚具。本工程预应力施工需解决高空作业及箱梁端头空间小给施工带来的困难。对于高空作业,在现场配备了临时安全施工设施,设计了一些简易设备以保证穿索的顺利进行。由于张拉空间狭小,本工程应用了柳州海威姆公司研制的新设备内卡式千斤顶来解决这一矛盾。由于是节段拼装,节段间难免会有一些的间隙,尽管在胶接时采取了临时固结措施,该间隙非常细微,但对于

箱体内部预应力还是可能会造成一定的损失,为此在张拉时需对预应力束进行补张拉,即按照设计规定的张拉顺序结束后,重新按照设计规定的张拉顺序补张拉。从补张拉的结果看,开始几束有少量的预应力损失,约占总束数的20%。

七、本工程主要工艺创新点

总结本工程的施工实践,主要有以下几方面的创新点:

1. 现场拌制C60高强混凝土。C60高强混凝土在市政建设中的应用非常少,但随着高强钢绞线的发展,混凝土的强度也相应要提高。为保证现场混凝土拌和的质量,我公司专门组织了攻关小组对混凝土拌和质量进行控制。

2. 应用了2000MPa钢绞线及相匹配的锚具。随着材料科学技术水平的提高,钢绞线的强度也逐步提高。更高强度的钢绞线将逐步在工程中得到应用,从而对锚具也提出了更高的要求。

3. 预制节段拼装工艺的应用。

4. HVM内卡式千斤顶的应用。

八、经济分析

预制节段拼装施工工艺,具有对环境影响小、对施工的地理位置要求低、施工工期短的特点。同时,节段预制有利于工厂标准化制作,提高劳动生产率。特别适合于对环境要求极高的城市桥梁的施工。该施工工艺的试验成功必将有利于提高我国桥梁施工水平,特别是城市式桥梁的施工水平。

柳州潭中高架桥建成通车

广西柳州市最大的交通工程——潭中高架桥于2001年12月28日建成通车。

潭中高架桥是柳州市区道路“田”字型骨架网的中心,全长1.357公里,由首尾相连的三座立交桥组成。主桥上部采用砼连续箱梁、预应力砼连续箱梁结构,共22联(主线桥9联)。主线桥为双向四车道,桥面宽18米。

潭中高架桥主体工程由中建八局承建,预应力工程由柳州海威姆建筑机械有限公司负责施工。(玉进勇)