

大坪湾大桥主桥连续箱梁悬臂灌注施工技术

张红华

(中铁十五局集团第二工程有限公司,河南 焦作 454003)

摘 要:主要介绍了三福高速公路大坪湾大桥主桥连续箱梁悬臂灌注施工技术及体会。

关键词:大跨度;预应力混凝土;连续梁;悬臂灌注

1 工程概况

大桥位于三福高速公路三明市境 SA6 合同段内,桥梁起点里程 K192+791,终点里程 K193+071,桥址处为山麓斜坡夹沟地貌,地形起伏较大,沿线桥位覆土不厚,一般 $<2.5\text{m}$,局部有岩石裸露,4[#]台前有小型滑坡体,2[#]墩靠近常年流水的沟谷底,1[#]、3[#]墩位于陡峭的半山坡上。桥墩为箱形空心墩,墩最高 64.4m。基础采用 4 $\varnothing 2.0\text{m}$ 混凝土钻孔灌注嵌岩桩。主桥设计为 50m+2 \times 87m+50m 预应力混凝土连续刚构,桥长 280m。

2 大跨度预应力混凝土连续箱梁悬臂灌注施工技术

大坪湾大桥主桥箱梁设计为单箱单室,变截面,直腹板,顶板宽度 12m,底板宽度 6m,中支点梁高 5.2m,边支点及跨中梁高 2.4m,箱梁在支点及中跨跨中设横隔板。

主桥箱梁采用挂篮悬臂浇筑施工,本桥共有 3 个 T 构,其中 T 构悬臂节段分为 6 \times 4m+3 \times 3.5m+3m+10m+3m+3 \times 3.5m+6 \times 4m,边跨设 5.4m 现浇段,两个中、边跨合拢段 2 \times 2m。

采用双向预应力体系。纵向预应力体系为 $\varnothing 15.24\text{mm}$ 高强低松弛钢绞线,锚具为 ovm15。竖向预应力采用 $\varnothing 32$ 精轧钢筋, YGM-32 锚具。

连续梁施工采用先 T 构、后连续的方案,即先按 T 构悬臂灌注,最后合拢成为连续梁。

本桥的施工要点:

- (1)制作 6 套挂篮,3 个 T 构同步进行施工。
- (2)墩旁采用大型型钢组装成托架施工 0[#]块,以后各节段采用斜拉菱形挂篮对称灌注砼。
- (3)混凝土在 0[#]台拌和站集中生产,用 2 台缆索吊运输。
- (4)波纹管采用镀锌双波加强型,要求现场压载、轴拉弯曲、抗渗试验,同时作好其安全质量的检查工作。
- (5)合拢段关系着 T 构安全和全桥质量,必须严格按照设计要求施工。

2.1 托架安装

(1)大坪湾大桥 0[#]段设计长度 10m,T 构墩顶顺桥方向宽度 4m,0[#]段两端各悬出墩外 3.0m,为了给 0[#]段施工提供工作面及满足挂篮拼装的要求,需在墩顶四周拼装施工托架,托架牛腿按照设计预埋墩身内。托架由型钢焊接的钢构件组成,用穿销连接拼装成三角形托架。

(2)托架安装完毕,支立 0[#]段模板前,对托架进行加力预压,消除其非弹性变形,测出其弹性变形值,确定 0[#]段立模高度。

2.2 0[#]段施工

根据现场条件,0[#]段拟采用墩顶托架施工。托架采用大型型钢组装。每端托架长 3.5m,宽 12m,纵向截面为三角形。支立 0[#]段模板前,对托架进行加力预压,消除其非弹性变形,测出弹性变形值,确定 0[#]段立模高度。0[#]段长度 10m。其中中部 4.0m,用木模施工。两端各 3.0m,用挂篮内外模施工,底模架直接放于托架上,挂篮模板为钢构架做骨架, $=4\text{mm}$ 钢板做面板,在地面拼装焊接成整体后,提升到托架上整体安装。

0[#]段利用墩顶及托架形成的工作平台施工。由于 0[#]段长度大、混凝土数量多,截面复杂(有横隔板),故采用二次浇注。第一次浇注高度为底板与腹板相交的刃角的上部。第一次灌注时顶板和腹板水平筋不绑,外侧模一次安装到顶,避免错台。待底板混凝土达到一定强度后,安装内模,绑扎腹板及顶板钢筋,灌注腹板及顶板混凝土。混凝土强度达到设计强度的 90%后,即可进行预应力张拉和锚固。

2.3 一般梁段悬臂施工

大坪湾大桥箱梁悬臂段共设计 10 个节段,1[#]段长 3m,2[#]~4[#]段长 3.5m,5[#]~10[#]段每段长度 4m。

2.3.1 箱梁 1[#]块施工

(1)挂篮拼装。悬臂段施工采用铁道部建筑研究设计院研制的菱形挂篮进行施工,针对本桥的特点进行了改制,改制后的技术参数如下:

适用最大梁段重量:140t;

最大梁段长:4m;

梁高:2.45~2.2m;

适用梁宽:12m;

走行方式:无平衡重自行;

挂篮自重:60t/套;

抗倾稳定系数:空载 >3.6 ,灌注时 >2.3 。

0[#]块达到设计强度,进行纵向张拉、压浆,施工完毕即可在 0[#]段顶面拼装挂篮。用施工吊钩把挂篮安装好后,调整挂篮测量中线及标高,直至符合规范要求为止。改制后的悬浇梁的挂篮为斜拉式轻便挂篮,主要承重结构采用贝雷片、主纵梁及槽钢立柱。主纵梁的悬臂端与立柱顶用精轧粗螺纹钢斜拉,挂篮后端固定利用连接器锁在腹板的竖向筋上,前端采用可调高度钢板吊带。挂篮横向主梁采用工字钢,纵向设分配梁,分配梁两端与主梁连接。

(2) 悬臂浇注施工。悬臂施工开始前必须对安装好的挂篮进行试压,消除非弹性变形,测出弹性变形值,再加上设计标高即为 1[#] 段立模标高。每个 T 构从 0[#] 段开始,对称安装好挂篮后,即可进行悬臂段施工。

悬臂段施工的基本流程是:

各项准备工作;

底模、外模按标高、中心线对位;

安装底模、腹板端头板;

绑扎底板钢筋,安装底板预应力管道;

绑扎腹板钢筋,安装腹板预应力管道;

内模对位,绑扎顶板钢筋及安装顶板预应力管道;

对称浇注梁段混凝土,养护、拆模、梁端凿毛;

穿束、预应力张拉,封锚压浆。

2.3.2 挂篮分离及箱梁 2[#] 块施工以及其它块件施工。

(1) 在已浇筑好的 1[#] 块上进行挂篮分离作业,先在 1[#] 块两端用千斤顶放下挂篮 2030cm,松动后锚,一端挂篮加一组贝雷片后再进行推移,到位后调整模板,安装钢筋及波纹管,浇筑混凝土,张拉压浆。

(2) 其它块件:移挂篮就位挂篮调整模板安装钢筋、波纹管浇筑混凝土张拉压浆。

2.3.3 梁体挠度控制

(1) 施工中随时观测标高、轴线及挠度等。并分项作好详细记录,每段箱梁施工后,整理出挠度曲线。

为了能正确合理地控制梁体挠度,应采取如下措施:

(2) 实际施工中,及时观测。挂篮走行前;挂篮走行后;灌注前;灌注后;张拉前;张拉后 6 个时态的挠度变化;将实测值及时反馈给计算机,以便调整计算参数,推算下一个梁段的预留值。

(3) 在混凝土施工过程中,T 构两边要注意均衡作业,严格控制不平衡弯矩的产生,挂篮移动必须同时进行,移动速度 10cm/min。混凝土灌注必须同时进行,悬臂两端混凝土的累计浇注量相差应 $\leq 2\text{m}^3$ 。施工机械不得任意放置。尤其到最大悬臂时,非施工人员上桥也需严格控制。

(4) 合拢前,相邻的两 T 构的最后 23 段,在立模时必须进行联测,以便互相协调,保证合拢精度。

2.4 直线段施工

大坪湾大桥直线段设计长度 5.4m。直线段拟在膺架上施工。膺架用万能杆件搭设,4[#] 台端和 0[#] 台端膺架因高度不同需分别设计。

直线段施工程序是:拼整场地夯实地基 做膺架基础 拼装膺架、试压 消除非弹性变形和测出弹性变形 立模绑扎钢筋 安设预应力管道浇注混凝土。

2.5 合拢段施工

大坪湾大桥主桥刚构箱梁共设计四个合拢段,中跨两个,边跨两个,长度均为 2m。

按照设计要求,本桥刚构箱梁先合拢中跨,后合拢边跨。合

拢段施工关系 T 构安全和全桥质量,必须严格按照设计要求施工。合拢段的施工方案如下:

(1) 先合拢 1[#] 墩、2[#] 墩之间的中跨。

拆除 1[#] T 构、2[#] T 构两端的全部挂篮,清除多余荷载,使 T 构处于自由状态。(注意:拆除挂篮应对称同步进行。)

在 1[#] T 构、2[#] T 构悬臂两端配重,所配重量为中跨合拢段混凝土重量的一半。注意配重亦对称进行,以免 T 构产生过大不平衡弯矩。

在 1[#] T 构、2[#] T 构之间,中跨合拢段安装施工吊架和内外模板。

中跨合拢段绑扎钢筋、安装刚性支撑、张拉临时锁定束。

选择适宜的合拢温度,灌注合拢段混凝土。在灌注合拢段混凝土的同时,吊走中跨合拢段处所配重物。注意吊走所配重物的重量应与灌注混凝土的重量大致相等,保持 T 构平衡。

混凝土强度达到设计的 90% 后,补足临时锁定束的张拉力,按设计顺序张拉合拢段钢束。

(2) 合拢 2[#] 墩、3[#] 墩之间的中跨

此中跨合拢段的方法同上,3[#] T 构两端亦要配重。

(3) 合拢 0[#] 台与 1[#] 墩之间的边跨。

由于边跨直线段在膺架上施工,所以边跨直线段部分不需配重。

安装边跨合拢段施工吊架,绑扎钢筋,安装刚性支撑,张拉临时束锁定。

以下施工同中跨合拢段。

(4) 另一端即 4[#] 台处边跨合拢段方法不再重复。

(5) 拆除合拢段施工吊架。

合拢段施工完毕后,按照设计要求,张拉余下预应力钢束。完成全桥的悬臂浇注部分。

3 施工体会

3.1 波纹管安装是预应力连续梁悬浇施工的关键

波纹管是控制循环周期的主要因素,其加工质量好,安装正确才能使穿束和张拉顺利进行,同时能保证预应力结构受力,保证施工质量。

3.2 挂篮是保证悬浇梁施工外观质量的主要因素

梁部分段施工均在挂篮内进行,而且梁段底模、内外模与挂篮桁架组成为整体,共同移动,梁段外形尺寸变化,外界因素引起梁段挠度变化,挂篮变形等情况都会造成梁段接头处模板结合不良,甚至漏浆,因此必须严格控制。

3.3 合拢段施工是连续梁施工的主要环节

合拢梁段的施工过程,也是连续梁体系转换的过程。应合理选择合拢段混凝土浇筑时间,一般安排在夜间或低温时进行。

3.4 科学组织,合理安排是连续梁悬浇施工的保证

大坪湾大桥技术含量高,并且地形陡峭,施工现场狭窄,施工条件差,难度大,必须科学管理,精心组织,规范作业,文明施工方能保证万无一失。开展网络计划,实行平行作业,推广技术经济承包制和项目管理法,按期优质地完成本桥的施工的任务。