

柳州潭中高架桥预应力砼现浇连续跨箱梁施工

冯明源 邓 昱 林奕辰

摘 要 本文概述了潭中高架桥预应力施工过程,重点介绍了施工工艺和新型预应力张拉设备在施工中的应用。

关键词: 预应力 箱梁 张拉

一、工程概况

柳州潭中高架桥位于柳州壶西大桥和柳州壶东大桥之间,由广西柳州市市政设计科学研究所设计,中建总公司八局南宁公司承担施工,预应力工程由柳州海威姆建筑机械有限公司工程部组织施工,工期为12个月。高架桥全长1.357公里,由主线桥(九联Z1~Z9)、匝道桥及闭合环组成。上部构造除闭合环及主线桥Z3联、匝道桥C3、D1联为普通钢筋砼(RC)外,其余联均为预应力砼(PC)连续跨箱梁结构。桥面宽由17m(双向4车道)和12.2m(双向2车道)组成,两边各有0.5m的防撞护栏。

现浇连续跨箱梁砼为C50,预应力筋采用标准ASTMA416,有粘结钢绞线标准强度1860MPa,无粘结筋标准强度1570MPa。锚具采用OVM系列锚具。有粘结钢绞线孔道成形用镀锌金属波纹管,用于箱梁腹板,无粘结钢绞线用于桥面顶板(横向布置),单根一端张拉,张拉端交错两端放置。

二、预应力设备

油泵采用ZB4-500型4台,千斤顶采用YCW250B型2台,YDC2500N型2台,YDC260Q型1台(以上三种为新产品),YDC240Q型1台,GYJA挤压机1台,柱塞式灌浆泵1台,普通灰浆搅拌机1台。

三、铺管、下料、穿束及预埋件安装

1. 铺管

由于箱梁的施工顺序是先浇注箱梁下部至翼缘板底的混凝土,后浇注箱梁上部及翼缘板的混凝土,因此预应力波纹管也相应地分两个阶段布设:先埋放腹板及底板预应力筋束,浇注后再埋放跨支座负弯矩部分的预应力筋束。

对应不同根数的预应力筋束采用不同直径的波纹管,7- ϕ 15.24筋束的波纹管内径为 ϕ 70,9- ϕ 15.24筋束的波纹管内径为 ϕ 80,12- ϕ 15.24筋束的波纹管内径为 ϕ 90。

2. 下料

钢绞线的下料场地要求平整、干净并铺以方木。钢绞线下料后放置在方木上防止污泥沾染。所有钢绞线下好料后均要覆以塑料布防止雨淋生锈。

3. 穿束

集中人力先穿长束筋,再穿短筋,最后铺板筋。孔道长少于60m的钢绞线采用单根穿法,超过60m的采用整束穿法。穿好的孔道露出的钢绞线,用包装纸包好。

4. 预埋件安装

按设计尺寸和位置定好预埋件(锚垫板)的位置,把预埋件与四周的钢筋焊牢或用螺栓把预埋件固定在端模板上,要求预埋件的孔口面要与钢绞线束垂直。在曲线孔道的最高处和最低处安装泌水管,在锚垫板上安装灌浆管。凹入式的张拉端部,用泡沫填充好;同时孔道口用棉纱堵好,防止水泥浆流进孔道内。

四、孔道摩阻试验

为了准确掌握实际的张拉预应力建立的情况,正式张拉前进行孔道摩擦阻试验,测定实际摩擦系数 μ 、 k 值,以确定实际张拉力。施工中预应力孔道摩擦阻测试,采用了主拉端用4台千斤顶串联进行测试,长度为120m,一端张拉伸长值为670mm的钢绞线束;被动端采用测力传感器测定有效应力。测试结果 μ 值平均为0.226, K 值平均为0.0024,均少于设计取值: $\mu=0.35$, $K=0.003$ 。从随后进行的实际张拉伸长值看,与计算值十分吻合,说明测试数据可靠,结果理想。

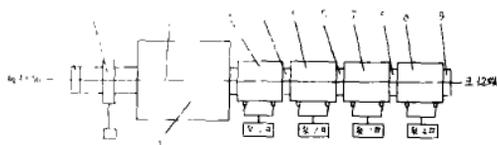


图1 测试设备安装图

1. 工作锚 2. 测力传感器 3. 钢绞线束
4. 千斤顶1# 5. 筒套 6. 千斤顶2#
7. 千斤顶3# 8. 千斤顶4# 9. 工具锚板
10. 砼构件

五、预应力筋张拉

1. 张拉前准备

箱梁底板张拉的预应力筋在底板浇筑达一定的强度后,应及时进行清孔。两端张拉的筋束,在砼终凝时要用手动葫链或YDC240Q千斤顶来回松动筋束。张拉前先把锚具夹片装好,夹片要求打紧。

2. 确定张拉顺序及张拉力

以布有桥面横向无粘结筋的Z2联为例:

张拉顺序:(1)先张拉占总量的1/3的横向无粘结筋,每隔两根张拉一根;(2)张拉通长有粘结预应力筋束;(3)张拉负弯矩筋束;(4)张拉余下的无粘结筋。

张拉力:(1)有粘结预应力筋的强度是 $f_{ptk}=1860\text{MPa}$,锚下控制应力 $\sigma_{con}=0.75$, $f_{ptk}=1395\text{MPa}$,张拉时超张拉5%为 1464.8MPa 。(2)无粘结筋的强度是 $f_{ptk}=1570\text{MPa}$,锚下控制应力 $\sigma_{con}=0.75$, $f_{ptk}=1177.5\text{MPa}$,张拉时超张拉5%为 1236.4MPa 。

3. 张拉过程

(1)张拉方式及加载顺序

预应力筋张拉方式:一端张拉方式和二端张拉方式。在同一砼构件中要求对称张拉(左右对称),先两侧后中间,先上层后下层。

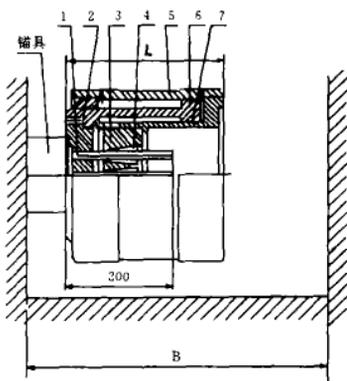
千斤顶加载顺序: $0 \rightarrow 0.2\sigma_{con}$ (量伸长初读数) $\rightarrow 1.05\sigma_{con} \rightarrow$ 量伸长终读数(持荷5min),锚固。

(2)新型张拉设备应用

整束张拉采用的千斤顶是柳州海威姆建筑机械有限公司开发成功的新产品:YCW250B型及YDC2500N型。

YCW250B型千斤顶是在原YCWA型系列千斤顶的基础上,采用施加预应力处理的先进工艺,开发成功的新型轻量化千斤顶。它不仅体积小、重量轻,而且强度高、密封性能好、可靠性高。该产品获得国家发明专利及实用新型专利各一项。YCW250B型系列轻型千斤顶和原YCWA型系列千斤顶一样可广泛应用于先张法及后张法的预应力施工。由于它的性能改进和重量减小,在高架桥的预应力张拉施工中,特别是在狭窄的箱室内张拉时更为优越,另外,它也是一种通用性较强的张拉机具设备,配用不同的附件,可分别张拉HVM夹片群锚、DM镦头锚和LZM冷铸锚等。

YDCN型系列内卡式千斤顶也是一种预应力穿心内卡式千斤顶,用于狭小空间的张拉施工,也可用于一般的张拉施工,同时能节省大量的钢绞线。与现有的工具锚外置式千斤顶相比较,YDCN型系列千斤顶能克服工具锚外置式千斤顶在应用领域方面和动作可靠性方面存在的不足:①其油缸外壳与限位板采用固定连接,活塞套在油缸外壳内,而工具锚的锚板则直接装在活塞套中与活塞套联动,这种结构因活塞套两端均须与油缸外壳封闭联接,使得活塞套结构较长,因此造成千斤顶在使用时,张拉空间要求较长,在空间较小的环境下无法使用。②其顶出套与限位板固定连接,当活塞套进行张拉移动时,顶出套会脱出工具锚锚板的锚孔。而当活塞套作回复运动时,由于预应力筋的弹性作用,顶出套便可能偏离工具锚板的锚孔而不能进入该锚孔中将夹片顶出,甚至会造成千斤顶的损坏。



1. 钢绞线 2. 限位板 3. 工具锚板 4. 工具夹板
5. 油缸 6. 活塞 7. 穿心套

图2 内卡式千斤顶构造示意图及最小工作空间

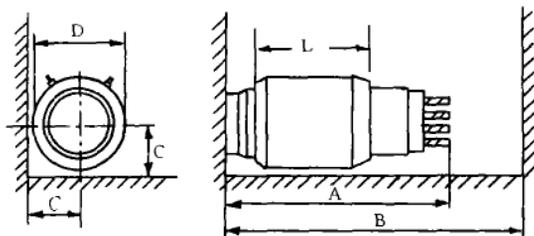


图3 千斤顶最小工作空间

通过表1列出的性能参数,可以对 YCW250A、YCW250B、YDC2500N 型千斤顶使用性进行比较。

表1

项目	单位	YCW250型	YCW250B型	YDC2500N型
公称张拉力	kN	2450	2480	2462
公称油压	MPa	54	54	50
张拉活塞面积	m ²	4.5239×10 ⁻²	4.592×10 ⁻²	4.924×10 ⁻²
回程活塞面积	m ²	2.1598×10 ⁻²	2.802×10 ⁻²	2.922×10 ⁻²
张拉行程	mm	200	200	200
主机质量	kg	273	164	263
外形尺寸	mm	491×φ380	380×φ344	389×φ399
长度L×直径				
最小工作空间B	mm	400	1270	1000
钢绞线预留长度	mm	680	590	200

实际施工过程中发现 YCW250B 型千斤顶的搬运、挪动及安装都比较方便,主要归功于其质量的减轻和尺寸的变小。而 YDC2500N 型千斤顶是一种在张拉正方向长度较小,对预应力筋张拉后的回复运动工作可靠的工具锚内置式千斤顶。特别适用于在张拉空间窄小的环境中使用,最小空间可为 1000mm,而同吨位、同行程的普通千斤顶最少需空间在 1500mm 以上。使用该千斤顶,可以为工程节省大量的钢绞线:它仅需预留 200mm 钢绞线张拉长度,而普通千斤顶最少需预留 680mm 以上,每根就可以节省钢绞线 480mm 以

上,以 1 万孔的工程为例,使用该千斤顶,可节省钢绞线 4800 米,以每米 1.1kg、每吨 6000 元计算,可直接节约材料费用 3.17 万元,经济效益十分显著。

(3)单根张拉

单根张拉采用的千斤顶为 YDC240Q 型和 YDC260Q 型。YDC260Q 型前卡止转千斤顶是一种穿心前卡式千斤顶,用于有粘结筋和无粘结筋的单根张拉,便于携带,特别适用于高空作业。其特点为:1. YDC260Q 前卡止转千斤顶采用前卡式,即工具锚前置,可节约钢绞线。2. 在张拉过程中,能实现自动夹持预应力筋及退锚,从而降低劳动强度,提高效率。3. 其配有多种顶压支撑套、支撑套螺母,工作时可根据夹片的规格及张拉情况选用。4. 在张拉过程中,千斤顶和钢绞线不打转,这样使用时更加安全。

六、普通压力灌浆与真空灌浆

本工程在施工中主要采用普通压力灌浆,灌浆采用 UBC3.0 灌浆泵和普通灰浆搅拌机,525 # 普通硅酸盐水泥(水灰比 0.37,渗进 10%UEA 外加剂及 0.7%ZG-N1 高效减水剂。真空辅助灌浆的水灰比可达 0.33)。在主线桥 Z2 联和 Z5 联上,采用了真空辅助灌浆的新工艺。通过压力灌浆和真空辅助灌浆两者的结果比较,真空辅助灌浆在可灌性、管道密实性、浆体强度等方面均比普通压力灌浆要好。其优点体现为:①在真空状态下,孔道的空气、水分以及混在水泥浆中的气泡被消除,减少孔隙、泌水现象。②灌浆过程中孔道良好的密封性,使浆体保压及充满整个孔道得到保证。③工艺及浆体的优化,消除了裂缝的产生,使灌浆的饱满性及强度得到保证。④真空灌浆过程是一个连续且迅速的过程,缩短了灌浆时间。

七、结束语

1. 潭中高架桥的预应力施工有许多特点,需要根据其特点灵活地选择施工方案,同时要求严格按照工艺施工。

2. 在施工中采用了较先进的千斤顶,不但节约材料,方便了施工,而且对柳州海威姆公司的产品设计、开发和制造水平进行了进一步的实践认证。

3. 在工程的施工过程中遇到了雨季。由于总结了从前工程的经验,防锈和防雨工作做得较好,同时也保持了较好的外观。

4. 高架桥主体工程于 2001 年 9 月 30 日完工,其中预应力工程施工为优良。