

文章编号: 1004-051X(2002)01-0041-02

# 叶茂互通立交桥现浇弯桥上构后张法 施工张拉质量监控的要点

姚杏芬, 梁 军

(广西桂通公路工程监理咨询有限责任公司, 广西 南宁 530021)

**摘 要:** 介绍宜柳公路叶茂互通立交桥中现浇上构的预应力束张拉工艺、质量控制措施及监理工作的要点。

**关键词:** 现浇上构; 弯桥; 预应力; 监理

中图分类号: U443.3; U415.1 文献标识码: B

## Key Points on Stretching Quality Inspection and Control during the Construction of Curved Bridge Upper Structure Concreting for Yemao Interchange

YAO Xing-fen, LIANG Jun

(Guangxi Guitong Highway Engineering Consulting Co. Ltd, Nanning Guangxi 530021, China)

**Abstract:** The paper introduces the technology of prestressing bundled stretching for site upper structure concreting of Yemao Interchange under Yi~Liu Expressway project, the measures on quality control and keys on construction supervision.

**Key Words:** site upper structure concreting; curved bridge; prestressing; supervision

### 1 工程概况

宜柳公路叶茂互通立交桥是平面线形呈 S 型曲线的弯桥, 桥跨布置为  $(19.5 + 20 + 3 \times 25 + 20 + 19.5) + 6 \times 20 + (20 + 30 + 20)$  m, 全桥共 16 孔, 分为 3 联。第一联为现浇等截面预应力连续实心板, 第二联为现浇等截面钢筋砼连续实心板, 第三联为现浇变截面预应力砼连续实心板, 最大连续长度为 154 m。3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>、5<sup>#</sup>墩无盖梁。第一联、第三联为后张法的张拉施工工艺, 分纵向沿桥梁轴线方向张拉和横向垂直于桥梁轴线方向张拉; 现浇板的面积、体积均较一般场地预制的预应力梁板大得多, 施工难度大, 技术要求和施工工艺要求较高, 故桥梁上构的后张法施工成为监理工作的重点监控内容之一。

### 2 桥梁现浇上构后张法施工监理

针对桥梁现浇上构后张法施工的特点, 严格执行监理程序是监理工作的重中之重, 监理工程师要认真审核承包人的施工组织设计, 检查设备及人员是否满足施工的需要, 审核施工工艺和流程是否达到控制质量的要求, 检查、复核各种技术数据的计算是否准确, 针对性地制定出监理工作计划, 实施重点监控。

#### 2.1 波纹管的定位、钢绞线束的穿孔施工监理

##### 2.1.1 波纹管的定位

在这个工序中, 监理重点控制波纹管三维定位及焊接质量, 波纹管定位的准确性影响钢绞线束穿束的难易程度、钢绞线束受力方向和位置等, 因此波纹管的定位准确性非常重要。波纹管的定位与钢筋加工安装互有影响, 因为钢筋布置的间距小, 钢筋加工及安装的尺寸的偏差影响波纹管定位的准确性, 监理工程师要求施工单位严格控制钢筋加工及安装质量。为便于检查纵轴向和横向定位准确性, 要求纵轴线放样按 2 m 间距进行加密, 横向按波纹管的设计间距 (1 m) 进行放样, 确保波纹管安放的水平向曲率与弯桥的梁

收稿日期: 2002-02-20

作者简介: 姚杏芬 (1974.10-), 女, 广西宜州市人, 从事公路施工监理管理与研究; 梁 军 (1975.12-), 男, 广西北流市人, 从事公路施工、施工监理与研究。

板水平向曲率保持一致。定位箍筋安装要求承包人先点焊箍筋固定好波纹管的位置,经监理工程师复核无误后再焊接牢固,每 0.8 m 设一道定位箍筋,波纹管弯起部份要求定位箍筋加密到 0.5 m,使波纹管能牢固地置于设计位置,在砼浇筑期间不产生位移。

### 2.1.2 钢绞线束的穿束

波纹管安装就位后即可开始钢绞线束的穿束工作,桥上多为交叉施工,在穿束前监理人员认真检查钢绞线的质量,应检查是否有制备钢绞线束时造成的钢绞线工作长度不足、钢绞线损伤如砂轮磨伤和焊接伤痕等,检查是否有泥团、木屑等人为的污染,对污染物要求承包人及时清除干净;制备钢绞线束时造成缺陷而影响质量的钢绞线,不允许再用,监理人员做好详细记录并监督把该钢绞线清除出现场,以消除质量隐患。钢绞线束的穿束过程,监理人员还要检查钢绞线是否消除搭绞现象,避免发生由于操作失误引起断丝现象。

### 2.1.3 波纹管的密封及补救措施

因该桥张拉长度长达 154 m,钢绞线穿束比较困难,而且 3"、4"、5" 墩横向波纹管是扁平状的,在波纹管安装、钢绞线穿束过程中难免会出现波纹管破损等情况。在浇筑砼之前,监理工程师除验收钢筋模板质量外,还必须认真检查波纹管的完好情况,发现有受损的部位,要求承包人及时采取补救措施,如用粘性较好的胶布封好受损部位,防止水泥浆渗入,特别要仔细检查压浆排气孔处是否密封好;要求承包人在振捣砼时振动棒只能在距波纹管 10 cm 左右部位振捣,防止振动棒损伤波纹管;混凝土初凝前后,监督承包人拖动钢绞线束 2~4 次,防止因水泥浆渗入管内在固结而影响张拉、灌浆质量。

## 2.2 施加预应力过程的监理

在砼强度达 85% 后可开始张拉钢绞线,锚具的类型有: OVM15-12 型锚具、连接器及 OVM15-6 型锚具、BM15-5 型锚具(扁锚),监理人员要检查锚具的合格证明,各种锚具安设对应的位置是否符合设计要求,检查张拉设备是否经过校验,校验设备的单位是否具有相应的资质等级,对张拉控制数据进行复核。

### 2.2.1 以张拉力进行控制

叶茂互通立交桥需进行后张法张拉的预应力钢绞线束有两种类型:曲线和直线。直线型预应力钢绞线束的张拉力直接等于张拉端的张拉力。曲线型预应力钢绞线束的张拉力需计算出其平均张拉力  $P_p$ ,由  $P_p$  进行控制,平均张拉力计算公式如下:

$$P_p = P (1 - e^{-(kx + \mu\theta)}) / (kx + \mu\theta)$$

式中:  $P_p$  —— 预应力筋平均张拉力 (N);

$P$  —— 预应力筋张拉端的张拉力 (N);

$x$  —— 从张拉端至计算截面的孔道长度 (m);

$\theta$  —— 从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角 (rad);

$k$  —— 孔道每米局部偏差对摩擦系数

表 1 系数  $k$  及  $\mu$  值表

孔道成型方式	$k$	$\mu$ 值		
预埋铁皮管道	0.0030	0.35	0.40	/
抽芯成型孔道	0.0015	0.55	0.60	/
预埋金属螺旋管道	0.0015	0.20~0.25	/	0.50

该张拉力的计算已考虑到张拉过程中的应力损失。在张拉过程中通过控制端头张拉力达到设计平均张拉力来控制预应力张拉。

### 2.2.2 以伸长量进行控制

张拉控制的另一种方法是用理论伸长值进行核算,实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计要求,或其差值控制在 6% 之内,理论伸长值的计算方式如下:

$$L = P_p L / A_p E_p$$

式中:  $P_p$  —— 预应力筋的平均张拉力 (N);

$L$  —— 预应力筋的长度 (mm);

$A_p$  —— 预应力筋的截面积 (mm<sup>2</sup>);

$E_p$  —— 预应力筋的弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>)。

张拉时程序如下:

0 → 10%  $\sigma_k$  → 105%  $\sigma_k$  (持荷 5min) → 锚固

实际伸长值:  $L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

式中:  $\Delta L_1$  —— 从初始应力至最大张拉力间的实测伸长值 (mm);

$\Delta L_2$  —— 初应力以下的推算伸长值 (mm)。

该桥处于 S 型弯道内,故同号钢绞线束的长度随着横向位置的变化而不同,每一束钢绞线束的理论伸长值亦不同,必须提醒承包人随时注意换算每一束钢绞线束的理论伸长值,监理工程师全部进行复核计算。

经过实践及经验推算,张拉时如采用下列程序也可达到最佳张拉效果:

0 → 10%  $\sigma_k$  (量取初始长度) → 103%  $\sigma_k$  (持荷 5 min) → 锚固

在施工中会出现二次张拉的情况:当伸长值超过千斤顶的最大行程时,即假设 50 MPa 行程的千斤顶可进行一次张拉,钢绞线束由松弛到绷紧状态时千斤顶油表指针指示到 10 MPa,继续张拉(下转第 66 页)

工匠道桥时其 68 m 束水平转角较大, 达 45.46°。对于长束, 只考虑竖向转角时 0.98 rad,  $\mu$  值取 0.35, 计算伸长值为 375 mm; 对于匝道内短束, 同时考虑竖向转角和水平转角时 1.64 rad,  $\mu$  值取 0.25, 计算伸长值为 364 mm。经 8 联共 192 束 (6 种束长及束形) 张拉数据反映, 按上述  $\mu$  值取值方法, 实际伸长值与理论计算伸长值基本相符。对于即有平弯又有竖弯的预应力束, 按角度叠加法计算空间曲线束伸长值理论性强, 难度在分段, 一般水平反弯点与竖向反弯点不一定重合。在这种情况下, 无叠加段时, 即只有一种弯角时, 应直接计入该段  $\theta$  值; 有叠加段时,

(上接第 42 页) 到油表指示 50 MPa 时伸长量仍未符合要求, 但千斤顶的行程已达到极限状态, 此时只有记录到此次伸长量后使千斤顶回油, 按原先的程序重新进行第二次张拉, 监理记录和核算所有张拉数据。

### 2.2.3 锚具连接器

在此工序中, 监理人员必须全方位检查连接器是否安装正确及张拉质量。锚具连接器的作用是将较长的预应力钢绞线束分段进行张拉后通过连接器连在一起共同受力。具体做法为: 一段钢绞线束两端张拉并锚固完毕后, 另一段钢绞线束通过连接器与之连接稳固, 从另一端张拉。连接器位置不能随意设置, 而是选择在计算弯矩趋于 0 的部位前后, 本桥上构属连续梁, 经计算, 距墩中心 3~4 m 处弯矩趋于 0, 该部位的前后两段先后浇筑砼, 预留 2 m 长的施工段作为安装连接器的工作区, 张拉第一段后安装连接器, 浇筑预留段砼, 达到张拉强度后, 从第二段另一端张拉。

### 2.2.4 横向张拉

上构横向张拉只出现在 3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup>、5<sup>#</sup> 无盖梁墩处, 通过向墩顶处梁板施加横向预应力, 增加该处横向刚度和强度, 提高其承载能力, 成为一个虚拟的盖梁。因钢绞线束布置较密, 张拉前监理工程师检查承包人对各钢绞线束进行编号情况, 避免张拉过程中出现错拉、漏张等现象。张拉时必须通过交叉张拉使梁板受力平衡, 第一次张拉一半横向预应力束, 然后张拉连续板纵向预应力束, 再张拉横梁余下预应力束, 同一批张拉钢束应先中间再上下左右对称张拉。如进行 5<sup>#</sup> 墩横向张拉时, 共需张拉 10×5 根, 第一次张拉 25 根, 沿桥轴线方向左边张拉 12 根, 右边张拉 13 根, 分别由墩中心向两侧对称张拉锚固, 然后张拉纵向预应力束, 再张拉横梁余下的预应力束。在施工过程监理严格控制张拉次序, 避免由于受力不平衡引起的梁板开裂或异常变形。

### 2.3 压浆控制

按平方和再开方的方法计入该段  $\theta$  值。

## 4 总结

潭中高架桥工程超长曲线预应力束施工, 通过上述对下料、编束、布管、穿束、摩阻测试、张拉、理论伸长值计算复核等各个环节的控制, 预应力工程各工序合格率均达到 100%, 有效地保证了高架桥工程主体结构工程质量。

## 参考文献:

[1] JTJ 041-89 公路桥涵施工技术规范 [S].

每完成一束钢绞线张拉经监理工程师检查后即可进行压浆工作, 压浆机械采用活塞式、强制式压力机较好, 球式压力机易堵管, 建议最好不用或少用; 压力控制在 0.5~1.0 MPa 左右。

### 2.3.1 直线波纹管孔道压浆

直线孔道压浆程序为: 清孔→压浆→封锚。压浆前必须进行清孔, 用高压水泵从孔的一端灌水, 至另一端流出的水清净为止, 再用空压机将孔内积水吹出。压浆时压力要控制稳定, 从一端压浆, 待另一端饱满出浆时堵孔, 再压 2 min 后封锚, 并及时浇注封头混凝土。

### 2.3.2 曲线波纹管孔道压浆

曲线孔道压浆其程序与直线孔道压浆基本一致, 操作相对复杂, 要求在曲线顶部设置排气孔, 排气孔用内径  $\Phi 20$  mm 钢管与波纹管连接, 用密封性、粘结性较好的材料粘接牢固, 从孔道一端压浆, 待排气孔冒出浓纯的水泥浆时逐孔堵死, 再加压 2 min 后封锚, 并及时浇注封头混凝土。

在这个工序中, 监理人员严格检查水泥浆的水灰比及外掺剂比例, 并注意检查灌浆的饱满度及封锚质量。

## 3 结束语

叶茂互通立交桥施工技术, 是广西高速公路建设中不多见的弯桥现浇上构后张法施工, 监理工作除一般桥梁的常规监控外, 重点监控预应力束三维定位的准确性, 超长预应力束的张拉、连接质量和竖向弯曲管道压浆质量等, 为广西公路建设出现的其他大、新桥型的监理工作提供了一定的经验。

## 参考文献:

[1] JTJ 041-2000 公路桥涵施工技术规范 [Z].

[2] 宜州至柳州高速公路叶茂互通立交一阶段施工图设计 [Z]. 广西交通规划勘察设计院, 2000.