

后张预应力梁锚垫板处砼裂缝成因分析及防治措施

杜傅宗¹ 黎维升² 彭爱红²

(1 江西省公路科研设计院 南昌 330006 2 江西省公路桥梁工程局 南昌 330009)

摘要: 本文结合某公路改建工程桥梁施工情况, 重点论述并分析了后张法预应力梁张拉时锚垫板处混凝土破裂的原因, 并提出了一些具体的防治措施。

关键词: 桥梁工程 后张预应力梁 锚垫板处混凝土 破裂 成因 防治

1 前言

随着公路运营时间的增长, 近年来越来越多的公路改建工程也在不断的增长, 桥梁在公路建设中占有一定的比例, 由于跨度和经济的要求, 在施工过程中不断采用后张法预应力桥梁。由于施工现场环境条件、管理水平、施工工艺的可变性, 预应力梁在施工过程中可能产生一些异常情况。例如在张拉后张法预应力梁时有时会出现锚垫板处混凝土开裂的现象, 根据技术人员对后张法预应力梁的施工质量控制经验, 以及有关试验检测结果, 并着重结合某公路改建工程中某桥20m后张法预应力梁张拉时锚垫板处混凝土出现破裂的原因, 谈一些个人的看法和认识, 并提出一些防治的具体方法和措施。

2 锚垫板处混凝土裂缝产生的成因

后张预应力梁在锚垫板处往往会产生裂缝, 究其成因, 结合某桥的实际情况分析, 主要有以下几种:

2.1 张拉应力过大

本预应力梁采用两端同时张拉法施工, 一端是3172#压力表, 另一端是3886#压力表, 在计算张拉应力时对应的压力表读数要准确, 同时两端压力表要正常。压力表不能正常读数、读数不准确将导致张拉应力过大。

应力计算示例如下:

(1) 钢绞线控制张拉力

$$P = S \times A = 1395 \times 7 \times 140 = 1367.1 \text{ (kN)}$$

(2) 钢绞线平均张拉力

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

$$N1: k=0.0015; x=9.801; \mu=0.22; \theta=0.0436;$$

$$P_{P1}=1350.63 \text{ kN}$$

$$N2: k=0.0015; x=9.857; \mu=0.22; \theta=0.2444;$$

$$P_{P2}=1321.29 \text{ kN}$$

(3) 延伸量的计算

$$N1: \Delta L_1 = (P_{P1} \times L_1) / (A_g \times E_g)$$

$$= \{ 1350.63 \times (9.801 + 0.5) \times 2 \}$$

$$/ (140 \times 7 \times 195)$$

$$= 14.56 \text{ cm}$$

$$N2: \Delta L_3 = (P_{P2} \times L_2) / (A_g \times E_g)$$

$$= \{ 1321.29 \times (9.857 + 0.5) \times 2 \}$$

$$/ (140 \times 7 \times 195)$$

$$= 14.32 \text{ cm}$$

(4) 张拉控制应力(见表1):

表1

张拉应力 ($\delta = 1395 \text{ MPa}$)	张拉力 (kN)	3172#压	3172#压	伸长值	
		力表读数 (MPa)	力表读数 (MPa)	N1	N2
15%	205.10	4.7	4.8	11	11
30%	410.10	9.0	9.0	22	22
80%	1093.68	23.3	23.2	58	58
100%	1367.10	29.0	28.8	73	73

S-预应力钢材张拉控制应力MPa; A、 A_g -预应力筋截面积 mm^2 ; k-孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数, 查表可得; μ -预应力筋与孔道壁的摩擦系数, 查表可得; x-张拉端至计算截面的孔道长度m; θ -从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和(rad); 0.5-指千斤顶长度m; E_g -预应力筋的弹性模量MPa;

2.2 混凝土强度不够

混凝土的试块达到图纸规定的传递预应力的混凝土强度（图纸无规定时，混凝土强度应不低于设计等级的75%）时才能允许张拉。导致混凝土强度不够的原因主要有张拉时间过早或者是混凝土强度本身存在质量问题。

2.3 锚垫板处钢筋配置少

因为张拉时锚垫板处对混凝土作用很大的压力，而直接承压的面积不大，应力非常集中。作用在任何一点将产生三种应力，即 σ_x 、 σ_y 及 τ 。 σ_x 为沿纵轴方向的正压应力，其余部分为拉应力，最大横向拉应力发生在锚垫板后混凝土中点附近。通常将沿锚垫板中线截面上的合力称作促使混凝土破裂的劈裂力，必须配置足够的钢筋予以加强。

3 防裂的预防措施

3.1 严格控制原材料的质量关

3.1.1 钢筋的选用

钢筋应符合国家有关标准的技术要求，应顺直，不得有裂纹、刻痕、表面油污和锈蚀。应具有出厂质量证明书和试验单位报告单，并应抽取试样做力学性能试验。

3.1.2 水泥的选用

水泥尽量选用旋窑工艺生产的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，水泥的强度不应低于42.5级。选用水泥时还应注意其性能对混凝土结构强度、耐久性和使用条件是否有不利影响，应使配制的混凝土达到设计要求。

3.1.3 集料的选择

桥梁用粗骨料最大粒径不得超过结构最小边尺寸的1/4和钢筋最小净距的3/4。预制梁的最大粒径 $\geq 20\text{mm}$ ，宜选用连续级配，细集料应采用质地坚硬、颗粒洁净，粒径 $< 5\text{mm}$ 的河砂（细度模数在2.0-3.5之间的砂）；集料的含泥量 $\geq 0.5\%$ 。

从提高混凝土强度要求考虑，粗骨料宜选用碎石，不用或少用砾石集料。

3.1.4 严格控制混凝土的配合比

混凝土的组成和配合比是影响混凝土强度的重要因素。水泥的用量越多，水灰比较大，收缩就越大；骨料的级配好、密度大、弹性模量高，粗骨料所占体积比较大，强度越高。反之强度越低。

为确保混凝土的强度及工作性要求，通过混凝土配合比设计，选择合适的水灰比及水泥用量。施工中采用电子计量设备按照试验混凝土配合比准确控制粗集料、细集料、水泥、水的配料；一般集料的误差控制在3%以内，水的误差控制在1%以内。

3.2 合理选择施工工艺 严格控制施工质量

3.2.1 钢筋数量的控制

因为锚垫板处应力非常集中，属于局部承压，一般都要求在局部承压区段范围内配置间接钢筋，这样的配筋措施能使局部承压区的抗裂性和极限承载能力都有显著提高。局部承压区内配置间接钢筋可采用方格钢筋网或螺旋式钢筋两种形式，间接钢筋宜选用I级钢筋，其直径一般为6mm-10mm。间接钢筋应尽可能接近承压表面布置，其距离 $\geq 35\text{mm}$ 。钢筋数量一定要达到设计要求，并同时在锚垫板周围增加间接钢筋补强。

3.2.2 振捣密实的控制

预制混凝土预应力梁采用插入式振捣器振捣，锚垫板处钢筋间隙小故要充分捣实，采取有效的振捣方式并控制振捣时间是非常重要的，振捣时应避免振动器碰撞预应力钢材的管道、预埋件等。振捣不密实出现蜂窝麻面，将严重影响该处混凝土的强度。

3.2.3 养生

混凝土养护时温度越高，湿度越大，水泥水化作用就越充分。搅拌的养护条件、使用环境的温度和湿度、以及凡是影响混凝土中水分保持的因素，都对混凝土强度有影响。重视混凝土的养生工作，空心板梁外面尽量采用麻袋全部覆盖保湿养生，内面采用两端封口注水养生。

3.2.4 张拉应力的控制

预应力筋张拉时，应先调整到初应力 σ_0 ，该初应力宜为张拉控制应力 σ_{con} 的10%-15%，伸长值应从初应力时开始量测。混凝土梁张拉时一定要对张拉设备进行检查，读数要准确，计算张拉应力时要准确，张拉力过大或过小都直接影响梁的质量，甚至产生废梁。本工程采用低松弛钢绞线，其应力控制步骤为：

0→初应力→1.00 σ_k （持荷2min）

4 锚垫板处混凝土裂缝的治理措施

预应力混凝土梁在张拉时如果出现锚垫板处混凝土破裂而无补救措施,则此片梁将成为废梁,给施工单位带来很大的直接经济损失并影响施工进度。根据国内现有的高分子材料和该公路改建工程某桥的施工实践,粗浅的谈一点工地比较实用的治理措施。

4.1 施工准备

先把张拉应力全部撤掉放松,然后凿除松散混凝土并比此要深一点,凿除时使接触面呈倒“7”字型。用水冲洗净后加热烘干,并在锚垫板周围加3道 $\phi 12\text{mm}$ 箍筋给予补强,并与楔块焊接牢固,配置模板并安装稳固。

4.2 用料配合比

所用原材料为环氧树脂、丙酮、乙二胺、水泥、碎石和砂;并将碎石、砂洗净后加热烘干,配制 1m^3 混合料需环氧树脂、丙酮、乙二胺、水泥、碎石、砂(100、30、10、300、825、390),各种原材料单位为kg,配制强度为40#混凝土。

(上接第13页)

5 控制系统的特点

5.1 可实现远程控制

由于采用分布式网络控制技术,系统可以很方便地让用户远程启动、停止泵站,远程调节泵站的流量、压力以及控制泵站完成各种动作(如主顶的伸缸、缩缸;上下夹持器的紧与松)。在联机状态下,所有的操作均由主控计算机完成,现场控制器只进行急停操作;在脱机状态下,每个现场控制器可对现场千斤顶中的任何一台或多台进行自动、手动等操作。同时专家可以通过Internet在异地实时观察现场设备的工作状态。

5.2 容错能力强,可靠性高,安全性好

控制系统硬件上由于采用了分布式控制技术,可确保整个网络不会因某个站点故障而崩溃,提高了系统的稳定性。同时远程计算机、现场控制箱均设有紧急制动键实现紧急停止,确保系统安全。

软件上实现了不同级别的系统管理权限,操作员可以选择操作模式,查看趋势曲线及报表等;系统工程师可以根据实际情况对监控软件和

4.3 施工方法

先把加热烘干后的骨料(水泥、碎石、砂)按配合比搅拌均匀,再将环氧树脂与丙酮拌匀后加入乙二胺进行搅拌,马上加入骨料混合料充分搅拌均匀,迅速灌入模板洞口内,并充分振捣密实。配料必须在30min内完成,并及时清理残渣,保证不受雨水侵蚀。

4.4 结果检测

施工完毕后,2h开始凝固,5h后开始固化,10h试凿起强度达到强度要求,初步认定后可以张拉。张拉过程情况良好,张拉完毕后经过几个小时的观察无任何变化。经过各项试验指标的检测,均达到设计与规范要求。

5 结语

通过以上具体的成因分析,防止后张法预应力锚垫板处混凝土开裂,除了要求各种原材料及钢筋数量符合设计规范要求外,提高预应力混凝土梁的施工工艺水平以及提高施工人员的工作质量也是非常重要的。

下位机软件进行修改。取得权限的操作人员能在中央控制室实现对任何一台千斤顶及泵站的单独操作或联机操作。

5.3 扩展性、适应性强

由于采用了分布式结构,可根据每个工程的具体要求进行硬件配置,同时通过软件可以现场对硬件配置进行“逻辑组合”,极大地提高了控制系统的适应性。

6 结束语

本文论述的缆风绳预紧及放松设备的控制系统充分利用了PLC抗干扰能力强、组网方便、适用于工业现场的特点,融合了先进的自动化技术、计算机技术、通讯技术、故障诊断技术和软件技术,再加上组态软件强大的数据处理和图形表现的能力,使得该系统具有了功能强大、操作方便、可靠性高、组网简单、维护容易等特点。该系统目前正应用于广船国际龙门吊安装工程。

参考文献

- [1] 组态王version 6.5使用手册. 北京亚控自动化软件科技有限公司.
- [2] Controller Link Units Operation Manual. OMRON