

超长束预应力钢丝束张拉伸长率施工控制

郭永明 谢 雷 姜连宝 胡 毅

(天津五市政公路工程有限公司, 天津 300171)

摘 要:结合福建省邵三高速公路 MA2 标段泰宁互通 I 号桥后张预应力箱梁施工中张拉伸长率的控制,通过精密计算,严格过程控制,浅谈超长束张拉伸长率的控制方法。

关键词:后张预应力箱梁;超长束;张拉;伸长率

中图分类号:TU997 **文献标识码:**C **文章编号:**1008-3197(2006)S2-0225-04

1 工程简介

福建省邵三高速公路(邵武市——三明市) MA2 合同段路泰宁互通 I 号桥,全桥上部构造采用后张法现浇预应力连续空心板,混凝土总量 1 199 m³。跨径分别为 20 m × 3 + 33 m + 20 m;施工桩号 AK1 + 946.964 ~ AK2 + 059.964。现场预制时间为 2004 年 8 月 20 日 ~ 10 月 20 日。主要技术参数:

(1)设计荷载为汽车—超 20,挂车—120。

(2)混凝土设计强度等级 C40。

(3)预应力钢筋钢绞线采用高强度低松弛 270K 级钢绞线,直径为 15.24 mm,公称面积 140 mm²,技术性能参数应符合 ASTM A416—92 标准,其标准抗拉强度 1 860 MPa,松弛率为 3.5%。

(4)预应力管道采用镀锌双波纹管成形,管道摩阻系数 $\mu = 0.25$,管道偏差系数 $k = 0.0015$ m。

(5)单端锚具变形和钢束回缩量 6 mm。

2 问题的提出及方案的确定

预应力构件按施工工艺不同分为先张法和后张法生产两种。后张法采用在浇筑梁体混凝土前,在梁体内按设计要求预埋预应力束孔道,待梁体混凝土达到规定强度后再在预留孔道内穿预应力束,并进行张拉锚固,最后在管道内进行压浆。所以后张法预应力构件可在现场进行制造。桥位现浇箱梁均可采用后张法工艺。

超长束张拉是超规范张拉工艺,没有可借鉴的经验,难度和风险较大。如何保证超长距离钢丝束的张拉应力及伸长率给我们提出了新的施工课题和控制难点。113 m 钢绞线超长张拉远远超出了设计规范所允许的一次张拉长度的限制。对预应力损失很难估计,保证超长束张拉力也是为了保证桥梁的安全并为以后的桥梁建设提供依据。

经过深入讨论学习,我们计划依据设计图纸所提供的技术参数结合现场实际施工经验,用技术功能先进的 YCW250 型千斤顶代替图纸规定的 YCW150 型千斤顶以保证张拉力的顺利达到,并按照规定张拉顺序严格对称张拉,通过严密监控油表读数来保证张拉力。

收稿日期:2006-04-21

作者简介:郭永明(1950-),男,高级工程师,天津五市政公路工程有限公司,从事项目管理及新技术研发工作。

3 方案实施

3.1 钢筋绑扎阶段

严格按照设计图纸绑扎钢筋,并在两张拉端自行加密钢筋,以保证端头张拉的稳定;按设计提供的预应力束坐标表对波纹管坐标精确定位,规范要求坐标误差在《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041-2000)规定之内,我们提高标准,控制在5 mm之内,以增大管道内摩擦系数,如遇钢筋位置与管道位置冲突,以管道位置为准,注意波纹管纵向连接接口的处理,保证套接严密,并消除接口毛刺,防止划伤钢绞线;严格按预应力束防崩及定位筋构造图布设定位钢筋,定位钢筋间距50 cm,并固定在肋板侧面钢筋上,将定位钢筋点焊在腹板钢筋网片上,用粗扎丝将波纹管绑扎在定位钢筋上,即防止波纹管下落,也防止上浮。并在点焊定位筋时注意防止焊渣或电火花落在波纹管上将其烫穿,如有此情况,立即用胶带纸包裹牢固,以防浇筑混凝土时水泥浆漏进管道造成管道堵塞。图1为预应力束防崩及定位筋构造图。

3.2 穿钢绞线阶段

在穿钢绞线时注意有损坏或有油污的坚决不用,并再次检查波纹管道有无接口不严或电烫小洞,及时包裹,保证下料长度后,钢绞线自上向下顺坡人工穿入。

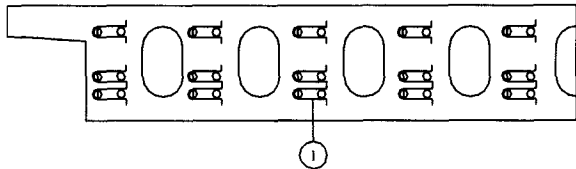


图1 预应力束防崩及定位筋构造

3.3 混凝土浇筑阶段

严格按C40混凝土施工配合比来搅拌混凝土,控制混凝土搅拌时间不宜过短,塌落度控制在7~9 cm,加强振捣,保证不过振或漏振,并派钢筋工跟班,在两端来回拔插钢绞线,以保证端头部位波纹管不被破裂或打扁、漏浆,腐蚀钢绞线,浇筑后加强养护工作,保证早期强度。

3.4 张拉准备阶段

(1)保证下料长度。选用技术熟练的张拉工并进行班前交底工作;根据设计图纸及钢绞线检测报告上的参数计算理论伸长量,计算过程见表1。

表1 各束预应力筋理论伸长值

长度	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
1	110.895 3			110.948 4			110.630 2	
2		111.344 6			111.400 4		111.173 2	
3		111.884 6			111.940 4		111.713 2	
4			112.225 3			112.363 3		112.208 9
5			112.76.73			112.905 3		112.750 9
6			113.229 3			113.363 5		113.212 9
7		113.974 6			114.030 4		113.803 2	
8		114.514 6			114.570 4		114.343 2	
9	115.151 3			115.204 9			114.886 2	

各束预应力筋理论伸长值计算依据公式

$$\Delta L = P_p L / A_p E_p$$

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 ——预应力筋的截面面积,mm²;

E_p ——预应力筋的弹性模量,N/mm²。

依据设计图纸得知:

N3、N6、N8束锚下控制张拉力为1 172 kN。

N1、N2、N4、N5、N7束锚下控制张拉力为1 367 kN。

预应力筋平均张拉力的计算

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

式中: P_p ——预应力筋的平均张拉力, 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;

θ ——从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和;

k ——孔道每 m 局部偏差对摩擦的影响系数, 取值 0.0015;

u ——预应力筋与孔道的摩擦系数, 取值 0.25。

表 2 预应力筋长度计算

钢束编号	P (N)	x (m)	q	l (cm)	L (mm)	总伸长量 (mm)
1 [#] - N1 - I	1 142 848	55.447 7	1.145 55	5 544.8	179.16	358.3
1 [#] - N1 - J	1 142 848	55.447 7	1.145 55	5 544.8	179.16	
9 [#] - N1 - I	1 114 396	57.575 7	1.348 7	5 757.6	181.4	371.7
9 [#] - N1 - J	1 168 770	57.575 7	0.942 4	5 757.6	190.25	
2 [#] - N2 - I	1 141 901	55.672	1.151 27	5 567.2	179.73	366.9
2 [#] - N2 - J	1 188 882	55.672	0.810 06	5 567.2	187.13	
3 [#] - N2 - I	1 216 255	55.942 3	0.618 02	5 594.2	192.36	389.7
3 [#] - N2 - J	1 247 416	55.942 3	0.408 23	5 594.2	197.29	
7 [#] - N2 - I	1 256 478	56.987 3	0.342 27	5 698.7	202.44	404.9
7 [#] - N2 - J	1 256 478	56.987 3	0.342 27	5 698.7	202.44	
8 [#] - N2 - I	1 273 163	57.257 3	0.232 28	5 725.7	206.1	412.2
8 [#] - N2 - J	1 273 163	57.257 3	0.232 28	5 725.7	206.1	
4 [#] - N3 - I	1 140 298	56.112 7	1.160 61	5 611.3	180.9	364.0
4 [#] - N3 - J	1 154 326	56.112 7	1.056 53	5 611.3	183.13	
5 [#] - N3 - I	1 146 575	56.383 7	1.112 2	5 638.4	182.77	372.7
5 [#] - N3 - J	1 191 704	56.383 7	0.785 89	5 638.4	189.97	
6 [#] - N3 - I	1 182 066	56.614 7	0.852 75	5 661.5	189.2	382.4
6 [#] - N3 - J	1 207 121	56.614 7	0.676 87	5 661.5	193.21	
1 [#] - N4 - I	1 116 030	55.474 2	1.348 7	5 547.4	175.04	358.6
1 [#] - N4 - J	1 170 516	55.474 2	0.942 4	5 547.4	183.58	
9 [#] - N4 - I	1 114 375	57.602 2	1.348 7	5 760.2	181.48	371.8
9 [#] - N4 - J	1 168 748	57.602 2	0.942 4	5 760.2	190.34	
2 [#] - N5 - I	1 141 878	55.700 2	1.151 27	5 570	179.82	367.0
2 [#] - N5 - J	1 188 858	55.700 2	0.810 06	5 570	187.22	
3 [#] - N5 - I	1 216 230	55.970 2	0.618 02	5 597	192.46	389.8
3 [#] - N5 - J	1 247 391	55.970 2	0.408 23	5 597	197.39	
7 [#] - N5 - I	1 256 453	57.015 2	0.342 27	5 701.5	202.53	405.1
7 [#] - N5 - J	1 256 453	57.015 2	0.342 27	5 701.5	202.53	
8 [#] - N5 - I	1 273 137	57.285 2	0.232 28	5 728.5	206.19	412.4
8 [#] - N5 - J	1 273 137	57.285 2	0.232 28	5 728.5	206.19	
4 [#] - N6 - I	1 140 242	56.181 7	1.160 61	5 618.2	181.11	364.5
4 [#] - N6 - J	1 154 270	56.181 7	1.056 53	5 618.2	183.34	
5 [#] - N6 - I	1 146 519	56.452 7	1.112 2	5 645.3	182.99	373.2
5 [#] - N6 - J	1 191 645	56.452 7	0.785 89	5 645.3	190.19	
6 [#] - N6 - I	1 182 009	56.681 8	0.852 75	5 668.2	189.42	382.9
6 [#] - N6 - J	1 207 063	56.681 8	0.676 87	5 668.2	193.43	
1 [#] - N7 - I	1 116 154	55.315	1.348 7	5 531.5	174.55	357.6
1 [#] - N7 - J	1 170 648	55.315	0.942 4	5 531.5	183.07	

2# - N7 - I	1 141 970	55.586 6	1.151 27	5 558.7	179.47	366.3
2# - N7 - J	1 188 955	55.586 6	0.810 06	5 558.7	186.85	
3# - N7 - I	1 216 330	55.856 6	0.618 02	5 585.7	192.08	389.1
3# - N7 - J	1 247 494	55.856 6	0.408 23	5 585.7	197	
7# - N7 - I	1 256 557	56.901 6	0.342 27	5 690.2	202.15	404.3
7# - N7 - J	1 256 557	56.901 6	0.342 27	5 690.2	202.15	
8# - N7 - I	1 273 243	57.171 6	0.232 28	5 717.2	205.8	411.6
8# - N7 - J	1 273 243	57.171 6	0.232 28	5 717.2	205.8	
9# - N7 - I	1 114 499	57.443 1	1.348 7	5 744.3	181	370.8
9# - N7 - J	1 168 880	57.443 1	0.942 4	5 744.3	189.83	
4# - N8 - I	1 140 304	56.104 5	1.160 61	5 610.4	180.87	364.0
4# - N8 - J	1 154 333	56.104 5	1.056 53	5 610.4	183.1	
5# - N8 - I	1 146 581	56.375 5	1.112 2	5 637.5	182.75	372.7
5# - N8 - J	1 191 711	56.375 5	0.785 89	5 637.5	189.94	
6# - N8 - I	1 182 073	56.606 5	0.852 75	5 660.6	189.18	382.4
6# - N8 - J	1 207 128	56.606 5	0.676 87	5 660.6	193.19	

(2)根据千斤顶标定证书计算各阶段油压表读数,确定张拉顺序,见图2。

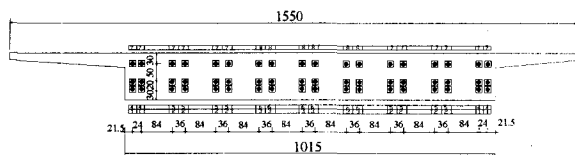


图2 张拉顺序

钢绞线束张拉前要首先确定合理的张拉次序,以保证箱梁在张拉过程中每批张拉合力都接近于该断面钢丝束总拉力重心处。

钢丝束张拉次序的确定与箱梁横断面形式、同时工作的千斤顶数量、是否设置临时张拉系统等因素关系很大。在一般情况下,纵向预应力钢丝束张拉次序按以下原则确定:

a 对称于箱梁中轴线,钢丝束两端同时成对张拉;

b 先张拉肋束,后张拉板束;

c 肋束的张拉次序是先张拉边肋,后张拉中肋(若断面为三根肋,仅有两对千斤顶时);

d 同一肋上钢丝束先张拉下边的,后张拉上边的;

e 板束的次序是先张拉顶板中部的,后张拉边部的。

(3)检查千斤顶及锚具、夹片的完好性。

3.5 张拉、压浆阶段

待混凝土强度达到100%时开始张拉,张拉前对张拉工进行深入细致交底,张拉两端各配一个对讲机,保证两端通话联系。张拉时规定起始时间、各阶段以及终止时间尽量同步,误差不允许超过1 min。考虑到4%纵坡影响,下坡端要比上坡端多4.5 m重力影响,张拉时使上坡端提前0.5 min张拉。派专人检查控制各阶段油表读数,保证两端各阶段张拉力误差在5 Pa之内,尽可能达到均匀、对称张拉。每束张拉完成后立即计算伸长率是否符合规范要求。张拉完成后,用水泥—水玻璃浆液封锚以使其快速凝结,水泥与水玻璃体积比为1:0.5,用高压水枪清洗管道后注浆。注浆时保证水泥浆的稠度,做好现场记录。

4 效果评价

在采取上述有效措施后,通过现场记录、计算,张拉伸长率合格率达到100%,顺利通过检查验收。

5 结论

113 m超长束张拉的成功之处在于各种参数的精密、准确计算,施工全过程的严格控制,说明了在现浇后张预应力箱梁施工能力达到了一个新的高度。