

某 PC 连续箱梁 0[#] 梁段对拉方式支架预压技术

孙尧甲

(河南理工大学 土木工程学院,河南 焦作 454003)

摘要:我国桥梁工程建设中,PC 连续梁的线型是判断桥梁建设质量的一个重要参数,而 0[#]段作为桥梁线型的起止阶段,对成桥线型起着至关重要的作用。以某 PC 连续箱梁桥为例,简要介绍桥梁 0[#]段支架预压的目的、基于桥梁 0[#]段各荷载的组合最不利条件下的计算结果、详细阐述了 0[#]段支架采用精轧螺纹对拉的方式预压的技术应用,并给出立模标高详细的计算方法。对比实际高程和理论高程,验证本方案的可行性,为今后其他桥梁 0[#]段支架预压提供技术经验。

关键词:精轧螺纹;预压;对拉;立模标高;拱预度

中图分类号:U445 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2018)04-0054-05

近年来,随着我国公路桥梁的不断修建,桥梁设计施工技术也在迅猛发展,为跨越江河湖海、高山峡谷,预应力连续梁桥在公路桥梁建设中起着举足轻重的作用,预应力连续梁桥的成桥线型关系到桥梁的使用寿命和受力情况,0[#]段作为挂篮施工中桥跨结构的起始和终止点,直接影响桥梁的成桥线型。本文以某 PC 连续箱梁为例,对 0[#]段预压技术进行详细阐述^[1-2]。

1 工程概况

某 PC 连续箱梁桥采用(65+110+65)m 施工方式为悬臂施工。上部结构采用预应力混凝土变截面连续箱梁,单箱室截面,箱梁顶宽 16.56 m,底板宽 8.5 m,翼缘悬臂长 4.03 m,顶板设 2% 单向横坡。支点高度 6.8 m。边跨直线段及主跨中处梁高 3.0 m,梁高变化段梁底曲线采用 1.8 次抛物线。箱梁顶板厚 0.3 m,底板厚 0.32~0.9 m,按 1.8 次抛物线变化,腹板厚 0.6~0.8 m,悬臂板根部厚 0.8 m,端部 0.2 m,截面转角处均设倒角过渡。箱梁边支点、中支点及跨中设置横梁,厚度分别为 2.0 m、3.0 m、0.4 m,中支点横梁和跨中横隔板设置过人孔。箱梁在悬臂板底侧距边缘处设置 R=2 cm 的滴水槽。按全幅中心展开计算,主梁 0[#]节段长 12 m,在墩底和墩旁设临时

支架立模现浇,箱梁单 T 共分 14 个悬浇节段,分段长为 6×3+4×3.5+4×4 m,边跨现浇段长 8.84 m,中、边跨合拢段均为 2 m,位于曲线上的桥跨箱梁内外弧差采用合拢段调整。

2 预压目的

支架系统预压,主要是通过各级静力试验荷载作用,获取支架系统准确的变形数值,确定支架系统在 0[#]段进行浇筑施工时达到设计期望值^[3-4]。

(1)检验结构的安全性、稳定性,以及强度、刚度。

(2)消除托架系统主桁、砂筒及拼接点的非弹性变形,防止浇筑混凝土时底膜下沉,形成横向裂缝。

(3)测出托架系统在荷载作用下的弹性变形,确保桥梁主梁梁底标高误差在允许范围内。

3 预压力值

0[#]段总长 12 m,共 410.4 m³C55 高标号混凝土,重 1 026 t,墩顶部分长度为 4 m,悬臂部分单边长度为 4 m,箱梁一次浇筑,其中支架不承受墩顶部分荷载,单侧荷载力为实际悬臂部分的重量 309.45 t,模板重量 12 t,斜型托架 13.2 t,加安全

系数后恒载为4 015 kN,加活载128 kN及保险系数后取179.2 kN;计4 197.2 kN作为实际预压力,荷载直接作用在分配梁上。单侧预压6根PSB930 ϕ 32精轧螺纹钢组件按每根85%受力为

$$3.14 \times 16 \times 1\,080 \times 85\% \times 6 / 1\,000 =$$
$$4\,427.6\text{ kN}$$
$$4\,427.6\text{ kN} > 4\,197.2\text{ kN}$$

精轧螺纹钢组件满足预压使用的要求。

4 预压方案

预压模拟实际受力,利用千斤顶下压方式对0#段支架实施预压^[5]。即在承台施工时预埋精轧螺纹钢作为受力点,墩旁设置临时支架放置横梁及分配梁后用千斤顶张拉预压。在承台施工时,每道纵向支架下都预埋了PSB930 ϕ 32精轧螺纹钢组件,作为底部预压支点。精轧螺纹钢采用杆杆连接器连接,每边用6根PSB930 ϕ 32精轧螺纹钢,在每一侧腹板处设置2根(单边共两侧),箱室中心设置2根。预压支架平台上纵向采用32型工字钢作为分配梁。采用一对一杆杆连接器连接精轧螺纹钢、精轧锚具、分配横梁、2台100 t穿心式千斤顶、2台ZB50型油泵、1.5级以上油表及高压油管作为预压工具。预压时采用2台100 t穿心式千斤顶单边张拉实施预压,预压以及卸载顺序0%—30%—60%—100%—120%—60%—0%。预压整体布置如图1。

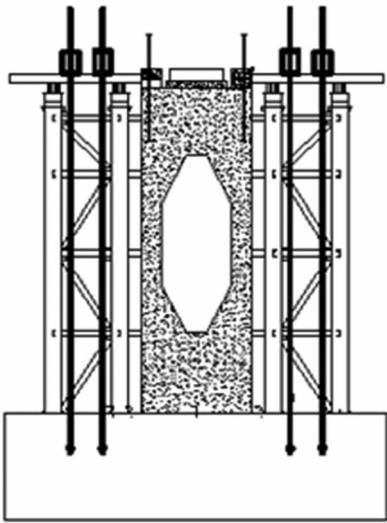


图1 预压整体布置图
Fig.1 precompression overall layout

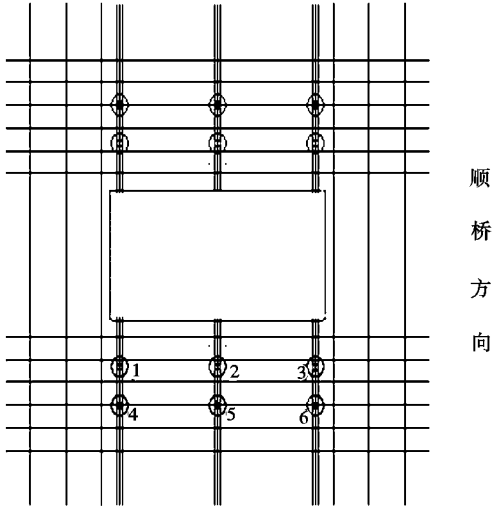


图2 测点布置图
Fig.2 Mapping point layout

5 预压结果

本桥16#墩中心桩号K18+422.500,采用反力架法进行0#段托架系统预压,预压过程中根据不同的加载等级,分别测量K18+416.500、K18+420.500、K18+424.500、K18+428.500 4个桩号,每个桩号,5个测点的高程,测量结果如图3~图6所示。

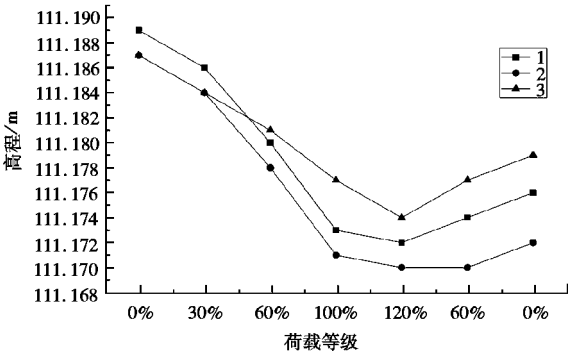


图3 K18+416.500各测点高程
Fig.3 K18+416.500 elevation of each measuring point

根据以上预压结果,支架在预压加载过程中,测点高程在不断降低,下降的趋势在逐渐变缓;卸载后测点高程又有一部分回升,此部分为支架的弹性变形,测点在加载前后的高程差值即为支架的非弹性变形(塑性变形),是由支架制作过程中的焊渣缝隙等原因引起的。进而计算出16#墩右幅0#段大桩号方向和小桩号方向托架的弹性变形、非弹性变形、总变形。计算结果见表1。

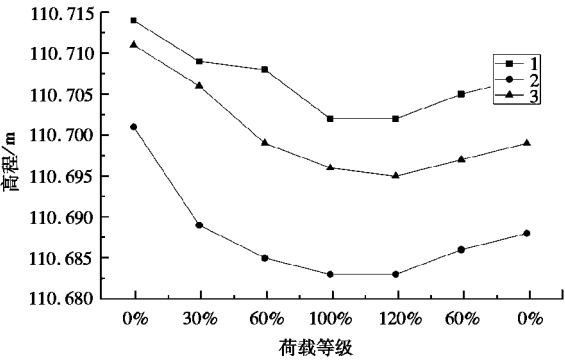


图 4 K18 + 420.500 各测点高程

Fig. 4 K18 + 420.500 elevation of each measuring point

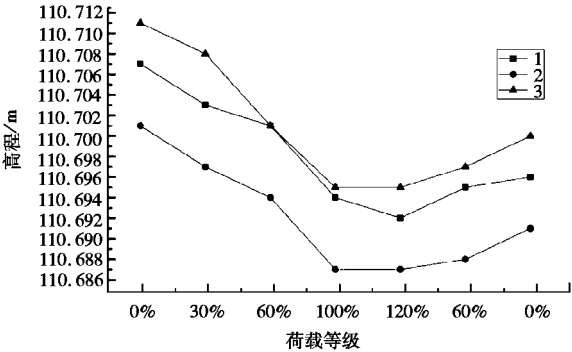


图 5 K18 + 424.500 各测点高程

Fig. 5 K18 + 424.500 elevation of each measuring point

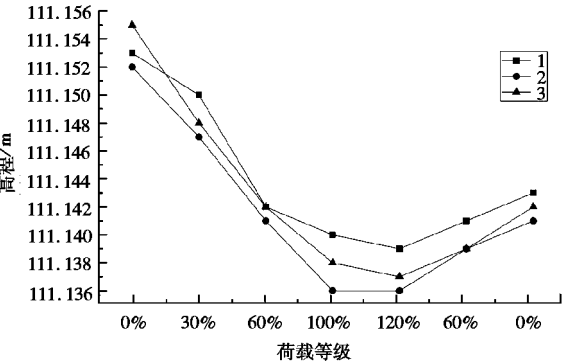


图 6 K18 + 428.500 各测点高程

Fig. 6 K18 + 428.500 elevation of each measuring point

6 立模标高

桥梁在浇筑过程中,梁段立模标高的合理确定是直接关系到主梁线型是否平顺、是否符合设计的一个重要问题。在确定立模标高时考虑符合实际的因素,并且正确合理的控制,最终才能得到线型较为良好的桥梁。箱梁浇筑时0#梁段立模标高由下式中的几部分组成^[6]

表 1 16#墩右幅0#段预压计算结果

Table 1 Calculation result of 16# right amplitude 0# prepressure

测点位置	变形/mm	1	2	3	平均值
大里程 大桩号方向	非弹性变形	13	15	8	12.0
	弹性变形	3	1	2	2.0
	总变形	16	16	10	14.0
	非弹性变形	11	10	11	10.7
	弹性变形	2	4	5	3.7
	总变形	13	14	16	14.3
小里程 小桩号方向	非弹性变形	7	13	12	10.7
	弹性变形	5	5	3	4.3
	总变形	12	18	15	15.0
	非弹性变形	10	11	13	11.3
	弹性变形	3	5	4	4.0
	总变形	13	16	17	15.3

$$H_{立} = H_{设} + f_1 + f_2 + \Delta$$

式中: $H_{立}$ 为施工时 0# 梁段的立模标高, m;
 $H_{设}$ 为 0# 梁段设计标高, m; f_1 为设计预拱度, mm;
 f_2 为 0# 梁段的施工预拱度, 指本施工阶段及后续浇筑梁段自重、预应力、混凝土收缩、徐变、温度、体系转换、二期恒载等产生的总挠度而需设置的预拱度值, mm; Δ 为施工时 0# 梁段托架的弹性变形值, mm。

施工预拱度分析采用空间有限元分析软件 MIDAS CIVIL^[7] 施工过程逆方向的反向分析计算方法, 即认为变截面箱型桥在桥面铺装完成后, 箱梁底板达到了设计要求给定的标高(计入设计预拱度后), 然后在增加挂篮、模板和施工附加荷载的条件下, 按实际施工的逆过程, 逐步“拆除”各节段箱梁, 计算剩余部分的坐标, 与被“拆除”节段最邻近的箱梁顶面标高减去其设计标高, 即该节段的预拱度。持续此计算过程, 由合龙段反推至 0# 段, 由此得到 0# 段的预拱度。MIDAS CIVIL 的计算模型如图 7 所示。

根据设计文件以及 MIDAS CIVIL 的仿真分析, 16# 墩 0# 段端部 K18 + 416.500 板底设计标高为 111.209 m, 成桥预拱度为 18 mm, 施工预拱度为 -0.83 mm; K18 + 428.500 板底设计标高为 111.245 m, 成桥预拱度为 20 mm, 施工预拱度为 1.49 mm, 17# 墩 0# 段端部 K18 + 526.500 板底设计标高为 111.569 m, 成桥预拱度为 18 mm, 施工预拱度为 0.68 mm; K18 + 538.500 板底设计标高为 111.605 m, 成桥预拱度为 20 mm, 施工预拱度为 -0.18 mm。计算的立模标高如表 2。

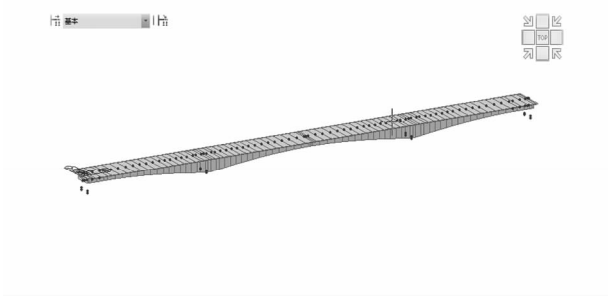


图 7 计算模型

Fig. 7 Calculation model of the bridge

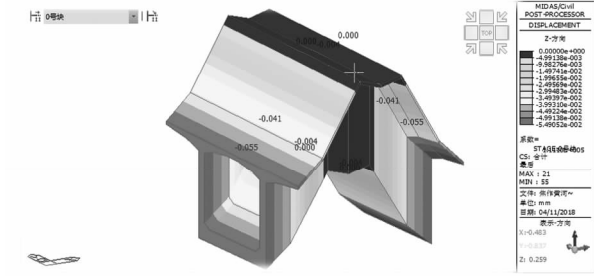


图 8 16[#]墩 0[#]浇筑后位移计算

Fig. 8 Displacement calculation of 16[#] pier after 0[#] placement

表 2 0[#]段立模标高
Table 2 0[#] vertical die elevation of this bridge

墩号	桩号	底板设计	成桥预	支架	墩身	施工	底板立模
		标高/m	拱度/mm	变形/mm	压缩/mm	预拱度/mm	标高/m
16 [#] 左	K18 + 416. 500	111. 209	18	3. 7	1. 08	-0. 83	111. 231
	K18 + 428. 500	111. 245	20	2. 9	1. 49	1. 22	111. 271
16 [#] 右	K18 + 416. 501	111. 209	18	5. 1	1. 08	-0. 83	111. 232
	K18 + 428. 501	111. 245	20	4. 3	1. 49	1. 22	111. 272
17 [#] 左	K18 + 526. 502	111. 569	18	3. 9	1. 63	0. 68	111. 593
	K18 + 538. 502	111. 605	20	3. 7	1. 7	-0. 18	111. 630
17 [#] 右	K18 + 526. 503	111. 569	18	5. 7	1. 77	0. 68	111. 595
	K18 + 538. 503	111. 605	20	4. 6	1. 84	-0. 18	111. 631

施工单位根据本立模标高结果,进行桥梁 0[#]段底模板标高调整。

7 浇筑结果

0[#]段浇筑完成后,对 0[#]段端部的实际标高进行测量,具体数值如表 3。

由表 3 可知,0[#]段采用精轧螺纹钢对拉法进行支架预压,待 0[#]段施工完成后,高程误差 < 15 mm,符合相关规范技术的要求^[8]。

8 结语

通过某 3 跨预应力联系箱梁桥 0[#]段支架预压技术的实施,得到相关预压数据,并精确地指导后续桥梁的施工,达到了期望的设计要求,加快了

表 3 0[#]浇筑后主梁底板高程
Table 3 Elevation of the main beam after 0[#] pouring in the bridge

墩号	桩号	实测值/m	理论值/m	差值/mm
16 [#] 左	K18 + 416. 500	111. 231	111. 225	6
	K18 + 428. 500	111. 271	111. 283	- 12
16 [#] 右	K18 + 416. 501	111. 232	111. 225	7
	K18 + 428. 501	111. 272	111. 283	- 11
17 [#] 左	K18 + 526. 502	111. 593	111. 603	- 10
	K18 + 538. 502	111. 630	111. 616	14
17 [#] 右	K18 + 526. 503	111. 595	111. 604	- 9
	K18 + 538. 503	111. 631	111. 627	4

施工进度。为后续相似的桥梁 0[#]段预压提供经验,促进桥梁 0[#]支架预压技术的发展。

参考文献:

[1] 唐鹏. 连续梁桥合拢段施工的临时支撑研究[J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2014, 27(4): 69 – 73.

[2] 高思斯, 杨俐. 某特大桥墩梁转换块支架预压试验及成果浅析[J]. 湖南工程学院学报(自然科学版), 2013(2): 61 – 64.

[3] 弓天云, 田克平, 荣学军, 等. 公路桥涵施工技术规范: GB/JTGT 50—2011[S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.

[4] 郑绍珪, 袁伦一, 鲍卫刚, 等. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范: GB/JTGD 62—2004[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.

[5] 李涵军, 钱寅泉, 吴冲, 等. 钢管满堂支架预压技术规程: JGJ/T 194—2009[S]. 北京: 人民交通出版社, 2009.

[6] 鲍卫刚, 周涌涛. 预应力混凝土梁式桥设计施工技术指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009.

[7] 熊子君, 覃继平. 基于 Midas 的双曲拱桥有限元分析及承载力评估[J]. 盐城工学院学报(自然科学版), 2016, 29(3): 49 – 54.

[8] 刘吉士, 闫红河, 李文琪, 等. 公路桥涵施工技术规范实施手册: GB/JTJ 041—2000[S]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

Preloading Technology for 0[#] Girder Segment of PC Continuous Box Girder with Pull Way Bracket

SUN Yaojia

(School of Civil Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo Henan 454003, China)

Abstract: In the construction of bridge engineering in China, the line type of PC continuous beam is an important parameter to judge the quality of bridge construction, and the 0[#] section acts as the starting and ending stage of the bridge line type, which plays a vital role in the bridge line type. Taking a PC continuous box girder bridge as an example, this paper briefly introduces the purpose of preloading the 0[#] bracket of the bridge. Based on the calculation results under the most unfavorable conditions of the combination of loads in the 0[#] segment of the bridge, the technical application of the pre-compression of the 0[#] section bracket by the method of finishing rolling thread is introduced in detail, and the detailed calculation method of the vertical model elevation is given. Comparing the actual elevation with the theoretical elevation, the feasibility of this scheme is verified, and the technical experience is provided for the preloading of 0[#] brackets of other bridges in the future.

Keywords: finishing rolling; preloading; pull; vertical model elevation; camber

(责任编辑: 张英健)