

高明大桥扩建工程施工监控

曾 兴

(广东省佛山公路工程有限公司, 广东佛山 528200)

摘 要:广东佛山高明大桥扩建工程是长 1036m 的预应力混凝土连续刚构——连续梁桥。文章介绍了该桥在悬臂浇筑施工过程中监控的目标、方法、数据分析、调控措施和监控效果。

关键词:扩建工程;连续刚构;施工监控;桥梁观测

中图分类号:U448.215 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0067-02

1 前言

广东高明大桥位于佛山市高明区,跨越西江航道,原老桥的主桥是 3 跨净跨为 90 m 的中承式拱桥。扩建工程是在老桥的上、下游侧各建一座宽 12.5m 的新桥。主桥上部构造采用 $(45.38+5 \times 79+2 \times 110+4 \times 82.6+45.38)$ m 一联的预应力混凝土刚构——连续梁组合体系,采用对称悬臂浇筑施工,引桥上部构造采用 20m 及 15m 跨预应力混凝土空心板梁,采用预制吊装施工方法。下部结构主跨 10#~12# 墩采用双支薄壁墩,5#~8#,14#~16# 墩为箱形桥墩,4#,17# 过渡墩为双柱式桥墩;基础均为钻孔灌注桩基础。下面介绍本桥在施工过程中施工监控的情况。

2 施工监控的目的和控制目标

2.1 施工监控的目的

桥梁结构悬臂浇筑施工中,由于体系的不断变化和施工温度、收缩徐变等因素的影响,使结构内力和位移产生复杂的变化,引起各施工节段的实际内力值和变形值偏离设计值,这种偏差若不及时消除,将会在合拢时形成难以弥补的缺陷。对成桥目标进行有效控制,修正在施工过程中各种影响成桥目标的参数误差对成桥目标的影响,使每一个施工阶段的线型和偏差均在规范容许范围内,确保建成的桥梁满足设计要求。

2.2 成桥目标

主要是要达到结构线形控制、结构应力控制和结构稳定控制的目标。分别对箱梁各阶段的底(顶)面标高、各控制截面的应力和施工过程中可能的失稳进行控制。

3 施工监控的方法

3.1 位移监控

沉降观测点布置在各桥墩 T 构的 0# 块中心线两侧(横向),采用预埋 $\Phi 16$ 钢筋,用红油漆标识的方法布设,各桥布设沉降观测点 24 个。挠度观测点布置在箱梁顶面,在每节悬浇梁段前端 10cm 截面上缘,对应于两个腹板中线的位置布设 2 个测点,采用预埋 $\Phi 16$ 钢筋,用红油漆标识的方法布设,各桥箱梁布设挠度观测点 304 个;在每个标准梁段的施工过程中,观测挂篮移动后、混凝土浇筑完成后和预应力张拉完成后挂篮移动前等 4 个工况下主梁悬臂节段前端 5 个梁段观测点的标高。

在施工至 L/4 时、合拢前的最大悬臂状态时、合拢并张拉预应力后、桥梁全部完成后,对已施工的全桥标高作一次全面复测,以防止水准点被破坏或其他原因造成桥梁施工的系统误差。

统误差。

3.2 应力监控

桥墩的应力测点主要布设在 10#,11#,12# 墩,上、下游桥墩各布设应力测点 8 个。

主梁应力/应变的测试断面分别选择在每跨的支点附近截面、L/4 截面(连续刚构部分)和跨中截面,上、下游桥箱梁上各布设应力测点 148 个。根据结构受力特点,分别在各测试断面的顶板、底板和腹板上布设观测点,应力测点均预埋 ZX-215 型智能振弦式数码应变计,并采用专用的 JMZX-3001 型应变仪进行测量。在每个标准梁段的施工过程中,观测混凝土浇筑完成后、预应力张拉完成后两个工况下各观测点的应力值。如图 1。

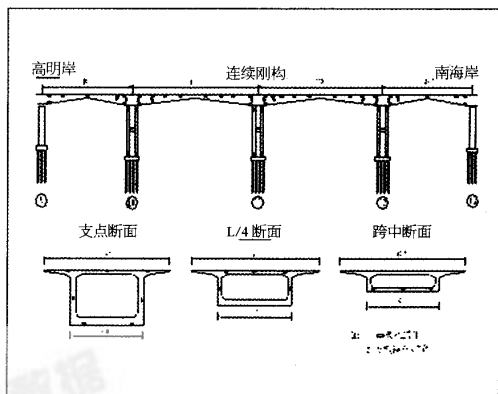


图1 主跨连续刚构应变计布置图

3.3 温度场观测

温度变化对连续刚构桥梁的应力影响很大,我国现行规范中对温度场梯度的假设还有待实测资料的修正,因此,施工过程中应测试箱梁的温度场及变化情况,为立模标高的族计算提供温度梯度分布的实测数据。温度测点所在的截面选在 8#、12# 墩 T 构的支点截面。8#~9# 墩桥跨的跨中截面,11#~12# 墩桥跨的跨中截面,每个截面布设 6 个温度测点,上、下游桥箱梁各布设温度测点 24 个。温度测点采用与应变计组合安装的方式预埋。每个月选择一个有代表性的晴天、多云天和阴雨天,连续 24h 观测。

4 数据分析

施工过程中,影响结构受力的主要参数有:材料特性(混凝土和钢材的弹性模量、强度、容重、热膨胀系数等)、结构刚度(各单元的轴压、弯曲、剪切、翘曲刚度)、荷载(梁重、施工荷载等)、温度变化、混凝土收缩徐变、预应力有效值等,在正装计算中,对应于每一个施工阶段,分别让各参数发生单位变化,计算出该参数对状态变量的影响矩阵,根据各工况下状态

收稿日期:2006-02-14

作者简介:曾兴(1979-),男,广东肇庆人,项目经理,从事施工现场管理工作。

变量理论值与实测值的对比分析,采用最优参数法来识别各参数的误差值,从而预测下一施工节段相应状态变量的理论值。

假定在施工阶段 s ,结构上有 n 个节点,分别对挂篮移动前、后,混凝土浇注前、后,预应力张拉前、后的6个时刻 $t_1^s, t_2^s, t_3^s, t_4^s, t_5^s, t_6^s$ 对结构上的 n 个节点进行竖向位移观测,其结果为

$$y_{1i}^s, y_{2i}^s, y_{3i}^s, y_{4i}^s, y_{5i}^s, y_{6i}^s, i=1, n_0$$

y_{ki}^s 为测量值的相应估计值,是结构参数包括弹性模量 E , 容重 γ ,徐变系数 Ψ ,施工荷载 P 等的函数,

$$y_{ki}^s = f(E, \gamma, \Psi, P)$$

$$\text{估计误差为: } \gamma_{ki}^s = y_{ki}^s - y_{ki}^s$$

通过极小误差的方差,求得最优材性参数估计值:

$$E = \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^n (y_{ki}^s - y_{ki}^s)^2 \cdot w_{ki}$$

不同阶段的位移主要由某个参数引起,分别以某一参数为变量,对6个施工阶段进行计算分析,最大限度地消除其它参数和测量误差对数据分析的影响,从而识别参数 E, γ, Ψ, P ,求得各参数的最优估计值(参数调优)。

5 调控措施

调整立模标高是主梁线形控制最直接的调控措施,采用最小二乘法将参数误差引起的主梁标高的变化,通过调整立模标高予以修正。

立模标高建议值为:立模标高 = 成桥目标线形 - f_c - f_g - f_q

式中, f_c 为成桥阶段(考虑3年徐变效应)各截面的累积竖向位移,由理论计算获得,向上为正; f_g 为挂篮变形引起的结构竖向位移,由加载试压提供,向上为正; f_q 为成桥后所有使用活载产生竖向位移的最大组合值的0.5倍,向上为正。

对施工控制的立模标高 = 扣除层后的箱梁顶设计标高 + 立模标高预拱值;箱梁合拢后的标高 = 桥梁的设计标高 - 铺装层厚度 + 桥面荷载引起的变形 + 徐变 + $0.5 \times$ (所有使用荷载引起的变形)。

6 监控效果

6.1 标高控制效果

(1)通过对5#~16#墩合拢段的观测,合拢段底板下缘两端标高误差值在0.1~1.6cm之间,中心线偏位-0.7~0.3cm,桥墩沉降最大为0.7cm,均满足设计和规范要求;此

外,各跨T构还保存有一定的预拱度:连续梁5#~9#墩T构悬臂端的预拱度在0.7~3.9cm范围内;连续梁13#~16#墩T构悬臂端的预拱度在-0.9~4.9cm范围内;连续刚构10#~12#墩T构悬臂端的预拱度在0.8~4.9cm范围内。显示该桥在施工中的大部分误差得到了及时校正,箱梁线形总体上沿监控线形上下波动,满足设计和施工规范要求。

(2)全桥合拢后的标高控制

在全桥合拢并张拉底板预应力(未施工桥面系)后,重新布点,对箱梁顶面标高进行了测量(测点非原来的监控测点)。总体看来,箱梁线形符合要求,但个别梁段标高误差较大,可能是挂篮出现了较大变形、施工时顶板的立模放样标高误差较大和混凝土塌落度偏大等原因所致。监控人员对所测得的梁顶标高进行分析后,提供了成桥后保留一定预拱度的标高调整值,由设计单位对全桥的桥面高程进行了调整。桥面系施工完成后,对桥面标高进行复测,全桥线形满足设计和规范要求。

6.2 应力控制效果

T构合拢前5#~16#T构箱梁各应力测点的应力变化正常,大部分测点的实测应力值与理论值接近或稍大一点,应力误差在1.944~5.975MPa(以压应力为正,拉应力为负)之间。

T构合拢并张拉全部底板索后,各跨箱梁各应力测点的应力变化正常,大部分测点的实测应力值与理论值接近或稍大一点,应力误差在2.49~9.70MPa(以压应力为正,拉应力为负)之间。

误差原因可能是箱梁预应力的实际损失值比理论计算值小,即预应力效应比预计值更高,表明箱梁受力状态良好,还有较大的压应力储备,而且还有部分混凝土收缩、徐变引起的截面应力和预应力损失未发生。

7 结语

该扩建工程系在原旧桥的两侧各建一座新桥,为保持与原旧桥跨径的一致,悬臂梁形成不对称的局面,使内力的计算及施工过程中各项技术指标的控制变得相当复杂。而且箱梁分段悬臂浇筑施工的周期长,受到台风季节不宜施工长悬臂和箱梁合拢时受气温控制的影响。在实施过程中通过周密的监控,有效计算各种参数的影响,并及时反馈到施工中予以调整,做到标高、应力双控,使箱梁的应力和成桥线形满足设计要求,施工监控达到了预期的目标。

参考文献

- [1] JTJ 021-89,公路桥涵设计通用规范
- [2] 向中富. 桥梁施工控制技术(第一版). 北京:人民交通出版社

