

漕俞路淀浦河大桥施工控制

曹海顺

(同济大学建筑设计研究院, 上海 200092)

摘 要:淀浦河大桥是一座主跨 75 m 的连续箱梁桥, 采用挂篮对称悬臂浇注。该文介绍了该桥施工控制的目的和内容、工作方法、结构分析及监测内容和成果。

关键词:连续箱梁桥; 施工控制; 结构分析; 监测; 上海青浦区

中图分类号:U445.466 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0054-03

1 工程概况

漕俞路淀浦河大桥位于上海市青浦区漕俞路线与淀浦河交点, 属漕俞路互通式立交的主体工程。其主桥上部结构为三跨(43 m+75 m+43 m)变截面预应力混凝土连续箱梁, 总长 161 m, 桥梁与河道斜交 13°。桥面纵坡以主桥中点为变坡点, 南侧 0.35% 升坡, 北侧 3.83% 升坡, 竖曲线半径 2 500 m。主桥桥面宽 31.0 m, 分两幅修建, 共六车道。每幅桥箱梁设计为单箱单室断面, 箱梁顶面宽 13.0 m, 底面宽 7.5 m, 为满足桥面横向布置及减轻铺装层重量, 箱梁顶面设置 2.0% 向外侧的单向横坡。箱梁主墩处梁高为 4.00 m, 各跨跨中和边跨现浇段梁高为 2.00 m, 其间梁底下缘按二次抛物线变化。设计荷载为城—A 级。

收稿日期: 2004-08-05

作者简介: 曹海顺(1978—), 男, 江西东乡人, 硕士, 助工, 从事桥梁设计与施工控制。

根据大体积混凝土基础早期升温较快, 后期降温较慢的特点, 测温采取先频后疏的原则。主要测量混凝土入模温度、进水管口温度、各层降温水管出水口温度、承台中心温度及混凝土表面温度。承台中心在浇筑前竖直埋设一根钢管, 埋深 2.5 m, 灌入冷水便于测温。测温从混凝土浇筑后的 3 h 开始, 每 2 h 测 1 次。混凝土浇筑后 3~4 d, 每 4 h 测 1 次, 5~7 d 每 8 h 测 1 次, 降温结束即各部位温差进入安全范围后撤除保温措施。

每天的测温数据出来后, 及时对数据进行分析, 并和理论计算值相比较, 绘制温度—时间曲线。现场根据测量结果随时调整冷却水管的出水流量, 防止混凝土由于降温过快而出现裂缝。从总体测温情

况看, 该工程大体积混凝土养生是比较成功的, 混凝土表面温度与内部温度, 表面温度与环境温度之间的温度梯度差基本上未超过规定的 25℃。

2 施工控制的目的和内容

连续梁桥是一种超静定结构, 理想的几何线形与合理的内力状态不仅与设计有关, 而且还依赖于科学合理的施工方法。如何通过对施工过程的控制, 在建成时得到预先设计的内力状态和几何线形, 是施工中非常关键的问题。

对于悬臂施工的预应力混凝土连续梁桥, 施工控制就是根据施工监测所得的结构参数进行施工阶段的实时结构分析, 确定出每个悬臂浇注节段的立模标高, 并在施工中根据施工监测的成果对误差进行辨识、修正结构参数, 利用修正后的计算模型重新

况看, 该工程大体积混凝土养生是比较成功的, 混凝土表面温度与内部温度, 表面温度与环境温度之间的温度梯度差基本上未超过规定的 25℃。

8 结语

漕俞路大桥主塔承台大体积混凝土的浇筑任务经连续作业 20 h 于 2004 年 4 月 11 日顺利完成了, 并通过系统的降温措施、养护及测温监控, 防止了裂缝的产生, 取得了承台施工的成功。

从漕俞路大桥主墩承台大体积混凝土的温度应力分析到施工的圆满完成, 得到如下体会: 只要经过周密的理论计算、精心组织、协同配合, 采取得当的施工措施, 大体积混凝土施工质量是能得到保证的。

计算出下一节段的立模标高,重复循环,以此来保证:(1)结构在建成时达到设计所希望的几何形状;(2)结构在建成时达到合理的内力状态;(3)同时在施工过程中保证结构的安全。

3 施工控制的工作方法

桥梁的施工控制是一个施工~量测~判断~修正~预告~施工的循环过程,为了控制桥梁的外形尺寸和应力,首先必须安排一些基本的和必要的监测项目。要控制主梁的线形,需对主梁各施工工况的标高进行测量,以便施工控制人员及时知道桥梁的线形并为确定下一节段立模标高提供依据。悬臂浇注施工的偏差应符合《市政桥梁工程施工及验收规程》中的规定,即顶面标高偏差控制在 ± 20 mm以内,相邻节段之间高差不应超过 5 mm。要控制主梁应力,需对主梁部分控制断面的施工应力进行测量。为了对理论计算值进行修正,需要测量温度、混凝土弹性模量及容重。在每一工况返回结构的量测数据之后,对这些数据进行综合分析和判断,以了解已存在的误差,并同时进行分析。在这一基础上,将产生误差的原因予以尽量消除,给出下一个工况的施工控制指令,使现场施工形成良性循环。整个施工控制工作见流程图(图 1)。

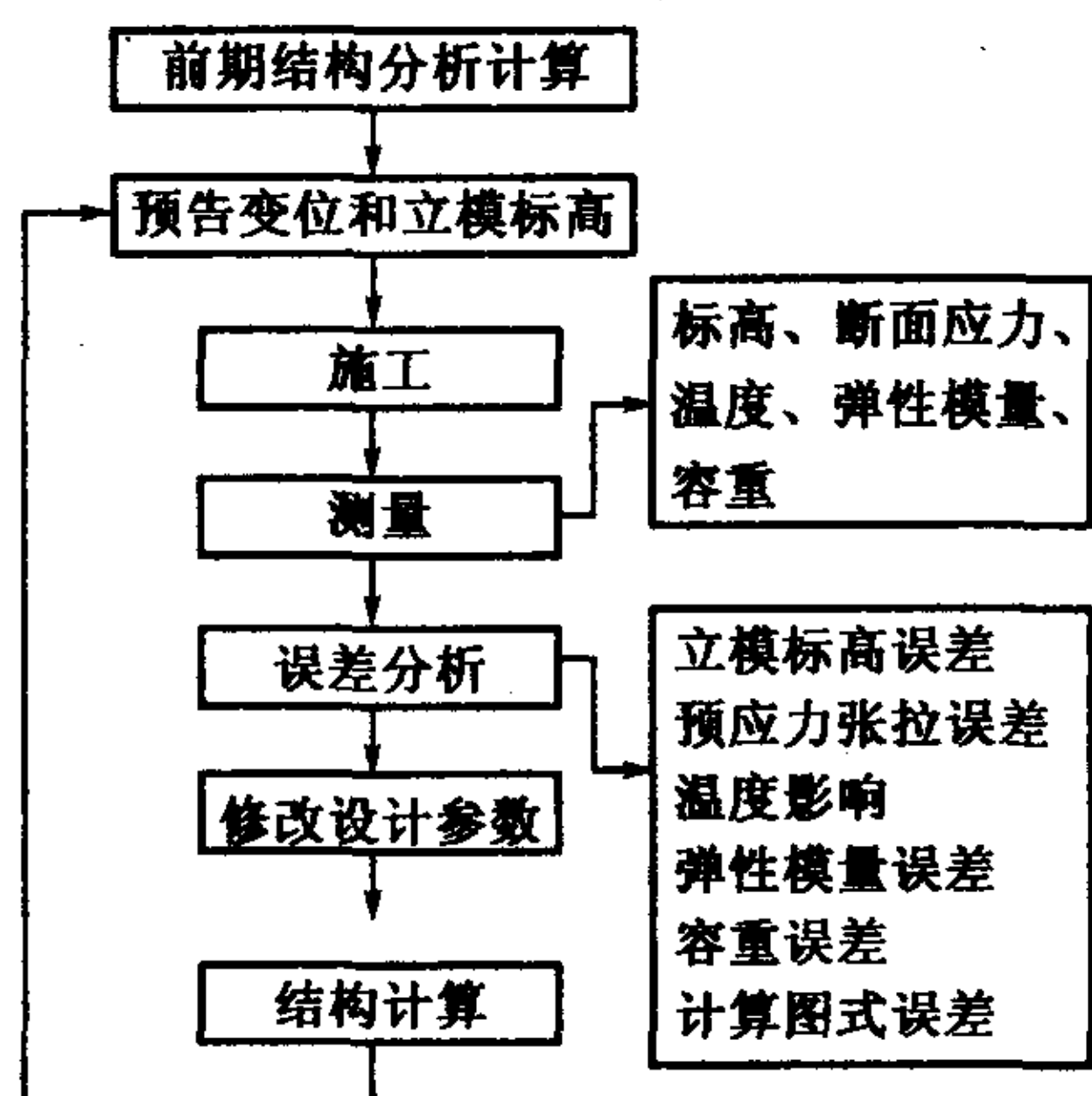


图 1 施工控制流程图

4 施工控制的结构分析

为了实现施工控制的最终目的,要求采用精确合理的结构分析方法来计算确定悬臂施工过程中每个节段在受力和变形方面的理想状态,以便了解每个节段的几何线形和内力状态随施工过程中变化的全部信息。连续梁施工控制的结构分析包括两个循环进行的重要部分,即:(1)理想倒退分析;(2)实时前进分析。理想倒退分析从设计目标的最终成桥状态

开始,逐步倒退跟踪计算出悬臂施工初始状态和各施工中间状态的几何线形和内力状况。实时前进分析不仅具备了理想倒退分析的所有功能,而且还具有实际状态误差和调整作用的合理计入功能:一方面跟踪着结构实际状态,另一方面将以此实际状态为起点,采用经实际试验分析或经参数识别得出的计算参数,进行模拟未来结构施工过程的前进分析,直至桥梁最终成型。

5 施工控制的监测内容及结果

施工监测是该桥施工控制顺利实施的基础,这是因为挂篮悬臂浇注施工过程复杂,影响其施工控制目标顺利实现的因素很多,如材料性能误差、截面特性误差、施工荷载取值误差、计算模型误差等。因此,在施工中必须对重要的结构设计参数和状态参数进行监测,以获得反映实际施工情况的数据和技术信息,不断根据实际情况修正原先确定的各施工阶段的理想状态,使施工状态始终处于控制范围之内。下面介绍该桥现场测试的内容及结果:

5.1 几何线形监测

几何线形监测包括桥梁中心线监测和标高监测。桥梁中心线监测使用全站仪并结合测距棱镜进行测量,标高监测使用精密水准仪进行测量。桥梁中心线监测是观测已施工节段的中心相对于桥轴线的偏位,施工中严格控制主梁中心线偏差值,以确保主梁中跨与边跨均能按设计中心线正确合拢。标高监测是线形监测中的重要部分,直接影响成桥线形与美观。标高控制点纵向布置在离块件前端 10 cm 处,横向布置在箱梁腹板及箱梁中心线处的桥面板上(如图 2),这样不仅可以测量箱梁的挠度,同时可以观察箱梁是否发生扭转变形。在施工过程中,对每一节段需进行混凝土浇注前、混凝土浇注后、预应力钢束张拉前、预应力钢束张拉后、挂篮移动前及挂篮移动后的标高观测。以便观察各点的挠度和箱梁曲线的变化历程,保证箱梁悬臂端的合拢精度和全桥整体线形。为尽量减小温度的影响,标高的观测安排在早晨太阳出来之前。7 号块预应力钢束张拉后西半桥北主墩上主梁实测线形与控制线形的高差比较如图 3 所示,最大偏差为 4.2 mm。合拢段的相对高差在 1 cm 以内,达到了线形控制的目标。

5.2 断面应力监测

在大桥上部结构的控制断面布置应力测点,以观察在施工过程中这些断面的应力变化与应力分布

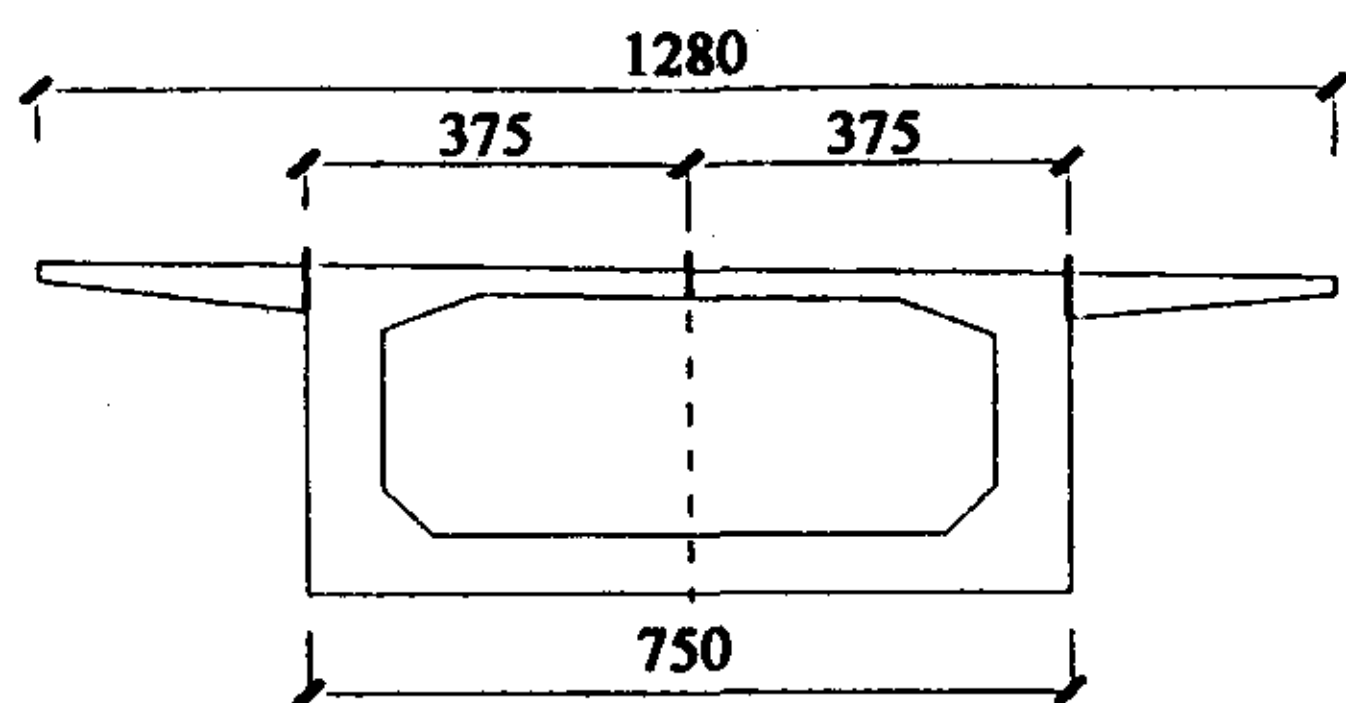


图2 标高测点布置

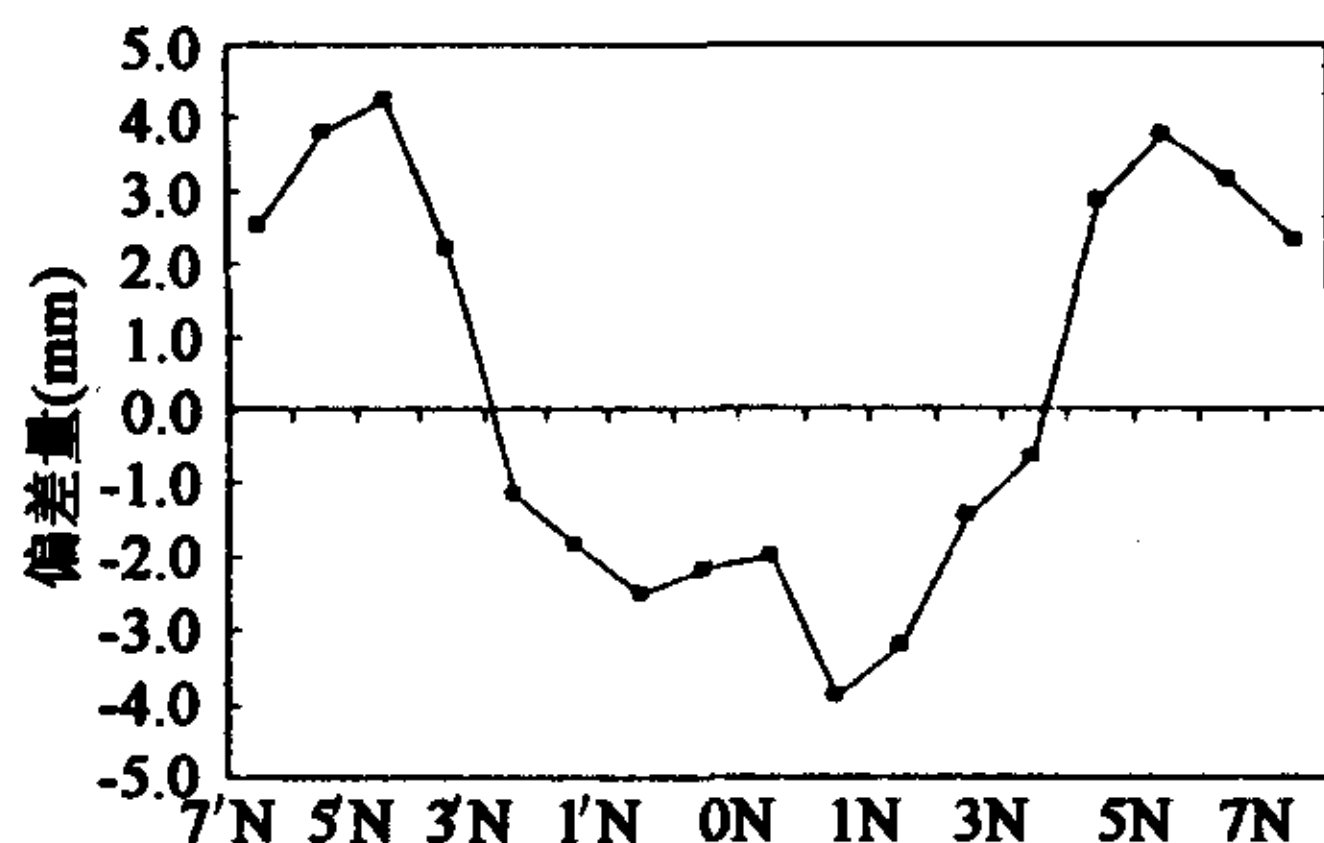


图3 主梁实测线形与控制线形偏差

情况。该桥的控制断面选在0号块根部两侧、边跨跨中及中跨四分点处共四个断面，对混凝土梁的施工应力测量主要是测试断面的法向应力，因此，测点均布置在箱形断面的顶、底板上并沿纵向布置，各控制断面的应力测点布置如图4。应力测试采用DGK-4200型振弦式传感器及VW-403C便携振弦读数仪进行。在确定传感器不受外荷载作用时采集初始读数，通过不同时间采集的传感器读数与初始读数的比较并考虑温度修正后便得到应变的变化，根据混凝土的受力本构关系得到应力变化。在每一节段的施工过程中进行2次测试：(1)混凝土浇注后；(2)预应力张拉后。限于篇幅，仅列出7号块施工完成时中跨0号块根部断面下游侧顶底板测点在各施工阶段的应力变化，如图5。

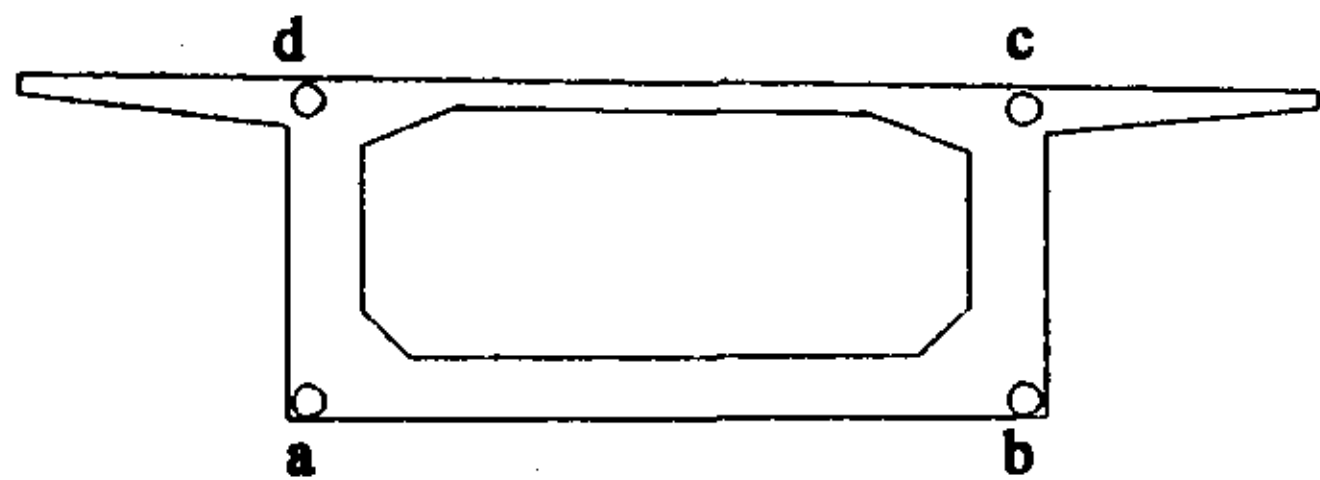


图4 传感器布置

5.3 预应力管道摩阻损失的测定

在进行钢绞线张拉时，定量地测定钢绞线管道摩阻损失，以确定有效的预应力。对管道摩阻损失实测显示，实测值与计算值接近，因此在控制过程中对管道摩阻损失参数未作修正。

5.4 温度监测

施工过程中对主梁的温度进行监测，以便对主梁的标高数据进行修正及对应力传感器读数实施修正。由于标高的测量工作均安排在早晨太阳出来之

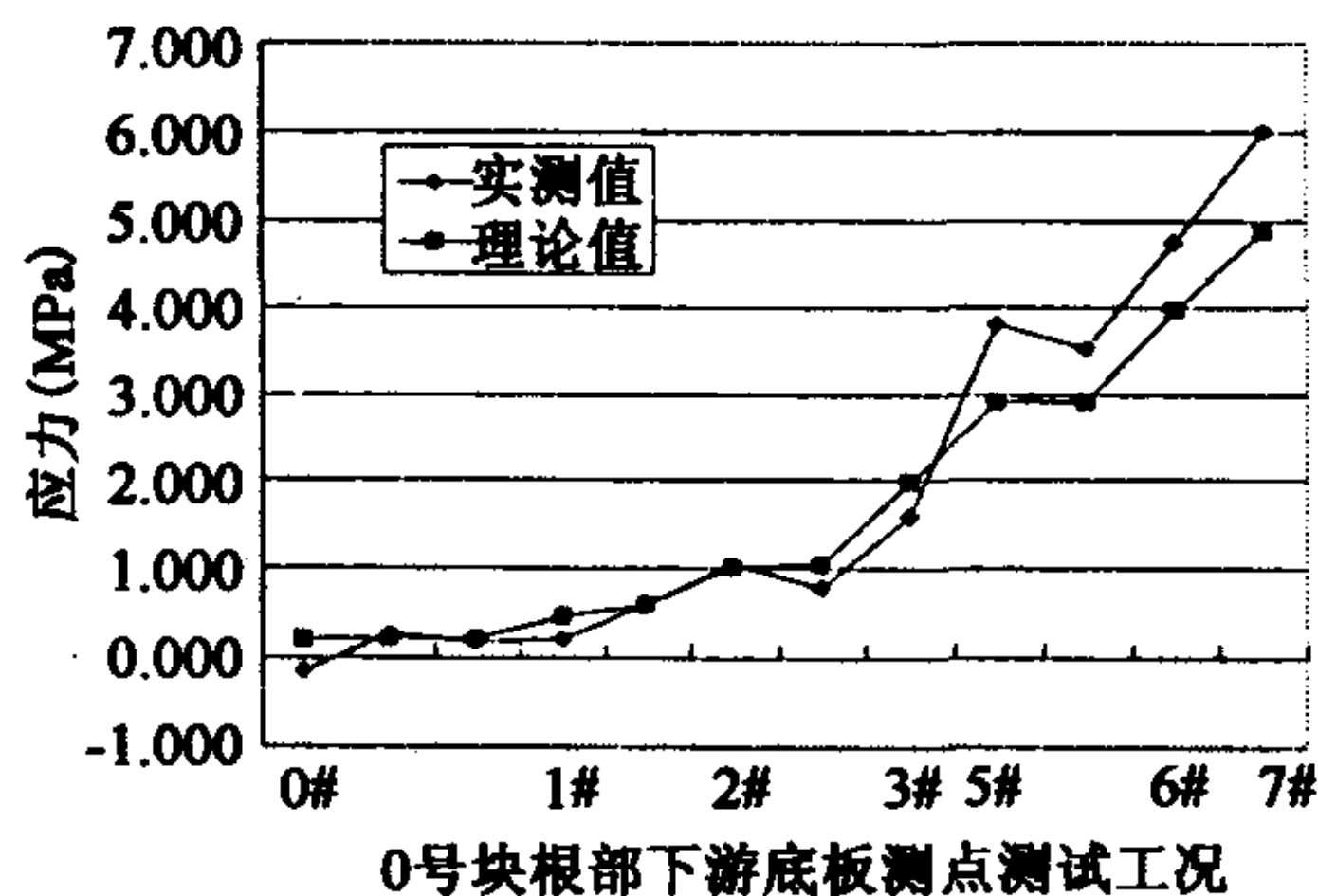
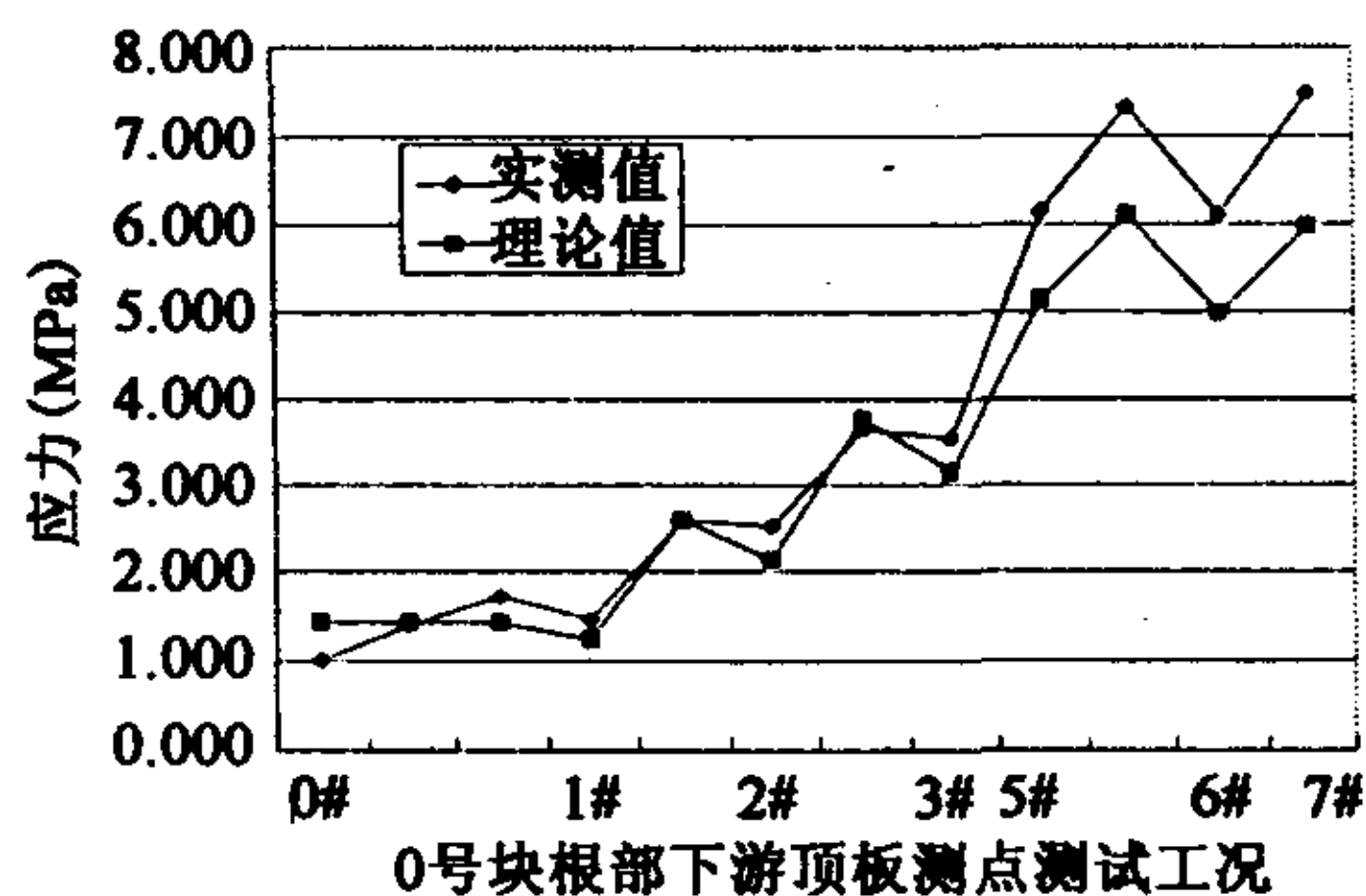


图5 测点各施工阶段的应力变化

前进行，标高测量数据不计日照温差的影响，仅对季节温差进行修正。该桥的温度测试采用DGK-4200型振弦式传感器内置的半导体温度计，测试断面及测点布置与应力监测相同。

5.5 混凝土弹性模量和容重的测量

混凝土弹性模量和容重的真实值直接影响到主梁挠度及内力。在施工开始及施工过程中，对桥梁所用混凝土在现场取样，采用实验室的常规方法测定其弹性模量和容重并应用于施工控制分析中。根据测定结果，主梁刚度取为 $0.8 E_h I_0$ ，混凝土容重取为 26 kN/m^3 。

6 结语

(1)通过施工监测能获得真实的结构状态信息，为确定施工阶段的理想状态和合理成桥状态提供依据。

(2)分段施工跟踪计算和施工线形监测相结合，使用自适应控制方法进行标高偏差调整和预测，能得到合理的施工预拱度，使成桥状态的几何线形最大限度地逼近设计要求。

(3)对桥梁结构的控制断面进行应力监测，计入温度等影响因素的修正，能获得结构的真实应力，确保施工过程中结构安全。

参考文献

- [1]葛耀君. 分段施工桥梁分析与控制[M]. 人民交通出版社, 2003. 5.
- [2]徐君兰. 大跨度桥梁施工控制[M]. 人民交通出版社, 2000. 5.