

文章编号: 1002-0268 (2004) 07-0088-03

混凝土连续梁桥空心墩墩顶局部应力分析

何海

(广东省公路勘察规划设计院, 广东 广州 510507)

摘要: 大跨度预应力混凝土连续梁桥桥墩是结构的关键部位之一, 桥墩墩顶截面的受力很复杂。本文通过建立某连续梁桥空心墩的空间有限元模型, 分析了空心墩在竖向荷载及温度荷载作用下的墩顶局部应力分布特征, 指出在墩顶对称轴附近存在较大拉应力, 特别在墩实体过渡段下部; 而且在骤然降温时, 桥墩外表面出现较大横向拉应力。因此要注意配筋, 防止出现裂缝。

关键词: 连续梁桥; 空心墩; 局部应力

中图分类号: U448.215

文献标识码: A

Analysis of Partial Stress of Concrete Continuous Beam Bridges on the Top of Hollow Pier

HE Hai

(Guangdong Prov. Highway Survey Planning and Design Institute, Guangdong Guangzhou 510507, China)

Abstract: Pier is an important part of the long-span PC (prestressed concrete) continuous beam bridge, the mechanics state of the top section of the pier is very complicated. This paper established a dimensional finite-element model of the hollow pier of some continuous beam bridges. The partial stress distributing character is analyzed under vertical load and temperature load in this paper. It is pointed out that the bigger tensile stress appears in the vicinity of the symmetrical axis of the pier coping, especially under the transition part; furthermore, when the temperature descends suddenly, the bigger traverse tensile stress occurs on the surface of the pier. So we must pay attention to configuring steels and prevent cracking.

Key words: Continuous beam bridge; Hollow pier; Local strain

大跨度预应力混凝土连续梁桥桥墩是结构的关键部位之一, 是结构设计中须重点考虑的结构。在空心墩的墩顶截面, 必须在构造上设置实体过渡段, 以使由上部结构传下的集中荷载能均匀地分布到整个墩身截面上。由于桥墩墩顶截面的受力很复杂, 因此有必要采用空间块体有限元法, 对桥墩进行空间应力分析, 了解桥墩的空间应力分布规律和大小, 以指导设计, 使得桥墩的设计合理可靠。

1 工程概况

计算的某公路大桥主桥上部结构为四跨预应力混

凝土变截面连续箱梁, 跨径组合为 82m+128m+128m+82m, 桥宽为 12.5m。横断面形式为单箱单室箱梁, 跨中及端支点处梁高为 2.8m, 墩顶梁高 7.0m, 腹板厚 50~60cm。该桥设计荷载为汽车-超 20 级, 挂车-120。主桥上下部结构见图 1、图 2 及图 3, 单元划分见图 4。

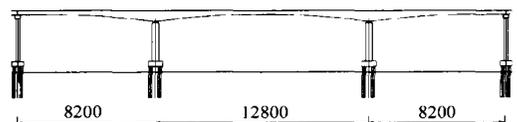


图 1 大桥立面图/cm

收稿日期: 2003-11-04

作者简介: 何海 (1974-), 男, 广东湛江人, 工程师, 主要研究方向为路桥工程。

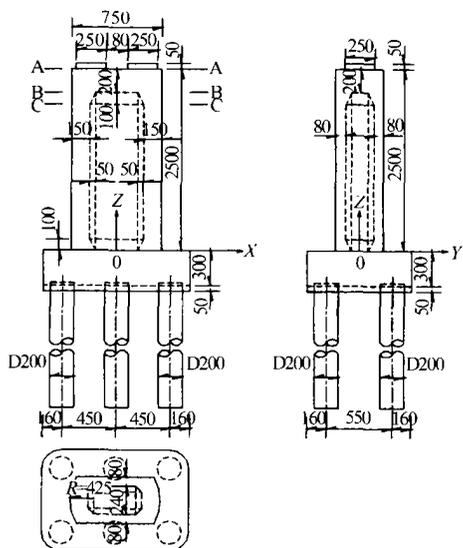


图2 桥墩一般构造图/cm

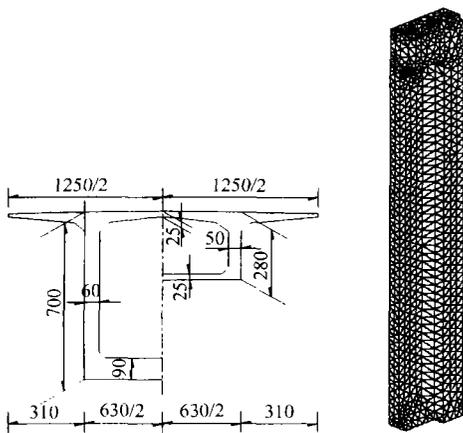


图3 大桥横断面图/cm 图4 单元划分图

2 计算模型

考虑到由于空心墩的结构是双轴对称的，为简化计算模型，分析时考虑荷载也是双轴对称的，且由于只关心空心墩墩顶处应力状况，因此建模时可只取空心墩 1/4 结构，并将墩脚处完全固接，以考虑承台对墩身的影响。

由于所分析的部分是 1/4 结构，所以在对称面 XOZ 和 YOZ 面上均施加对称约束，即 XOZ 面上的各节点沿 Y 轴方向的位移取为零， YOZ 面上的各节点沿 X 方向的位移取为零。因为墩脚处按完全固接考虑，取 XOY 面上各节点的所有自由度为零。

空心墩的结构比较复杂，所以在进行有限元离散时选用适应能力较强的块体单元。为保证分析精度，单元划分时，限制单元的边长最大不得超过 50cm。

在模型理想化的过程中，保持了结构的基本特

性，所以，对有限元模型进行的分析可以反映结构的基本受力规律和特点。

3 结果分析

(1) A-A 断面应力分布情况

A-A 断面是空心墩的顶面，其应力情况如图 5、图 6 所示。图 5 表明，空心墩顶面顺河向正应力 σ_x 在受荷区及附近为负值（受压），在接近顺桥向对称轴处变为正值（受拉），拉应力最大达 1.1MPa。图 6 表明，该断面大部分区域的顺桥向正应力 σ_y 为压应力，支座下区域较大，最大为一 3.2MPa。离开此区域， σ_y 逐渐减小，并过渡到拉应力，在墩壁外表面处达到最大，为 0.8MPa。

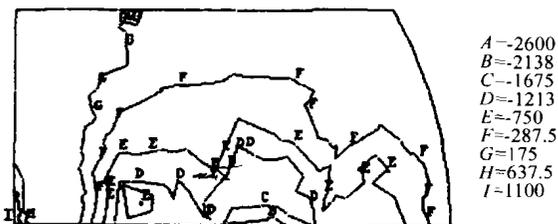


图5 σ_x 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

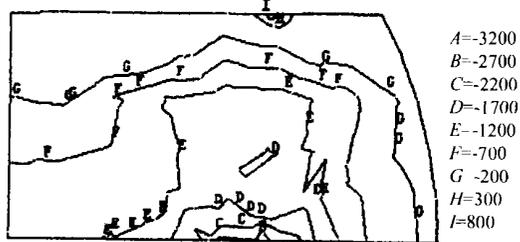


图6 σ_y 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

(2) B-B 断面应力分布情况

B-B 断面是空心墩实体过渡段的下部，其应力分布情况见图 7、图 8。从该断面的应力分析结果来看，该断面绝大部分区域的 σ_x 和 σ_y 为拉应力，支座下面区域内拉应力较大，离开此区域后拉应力逐渐减小。两个方向的拉应力最大值均发生在支座下面 X 对称轴附近，分别为 1.803MPa 和 2.599MPa。

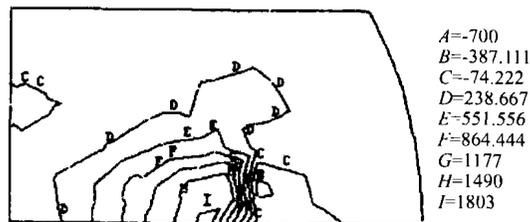


图7 σ_x 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

(3) C-C 断面应力分布情况

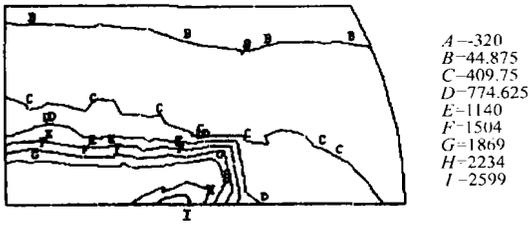


图8 σ_y 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

C-C 断面是空心墩壁厚变化的下部。图9表明,在横桥方向,该断面局部受压,局部受拉,以受拉为主。压应力最大值发生在顺桥向墩壁内表面,为-0.7MPa;拉应力最大值发生在顺桥向墩壁外表面对称轴处,为0.7MPa。图10表明,整个断面均竖向受压,但 σ_z 分布不均匀,应力梯度较大,说明竖向荷载传至该断面时尚未充分扩散。离支座最近的区域内压应力 σ_z 较大,离支座越远的区域, σ_z 逐渐减小,最大压应力为-5.0MPa,最小压应力为-1.2MPa。

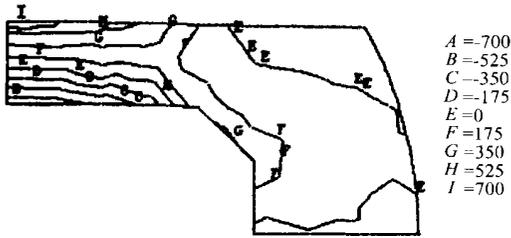


图9 σ_x 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

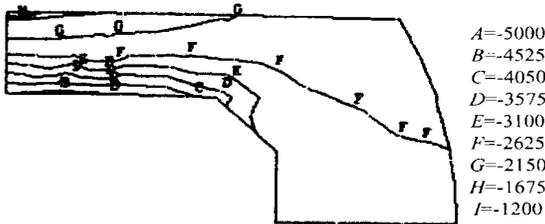


图10 σ_z 等值线图/ 1×10^{-3} MPa

此外,还对桥墩进行了温度应力分析。由于篇幅的关系,本文未列出桥墩的应力分布情况。但由计算可知,空心墩在骤然降温等温度作用下,桥墩顶外表面拉应力幅值达1.2MPa左右(考虑内外温差 5°C),以横向拉应力为主。

4 结论

(1) 在盆式橡胶支座传来的竖向荷载作用下,空心墩具有复杂的空间受力特性,简化分析不可能较详细地把握结构的受力情况,因此进行空间应力分析十分必要。

(2) 上部荷载经空心墩顶部实体和变厚壁部分传至等厚壁部分时, σ_z 分布不均匀,应力梯度较大,但整个断面均竖向受压,说明墩顶实体过渡段厚度尚可。

(3) 空心墩的顶面和实体过渡段的下部都承受较大的水平拉应力。在支座下面区域, σ_x 和 σ_y 的最大值分别达1.803MPa和2.599MPa。

(4) 在竖向荷载作用下,空心墩顶面、空心墩实体过渡段及其下面一定范围内,空心墩外表面均存在水平拉应力,最大值发生在X对称轴及Y对称轴处, σ_x 和 σ_y 的最大值分别达0.774MPa和0.687MPa。

(5) 骤然降温等温度作用下,空心墩表面会产生较大的横向拉应力,在最不利工况组合下,甚至可能超出混凝土的抗拉强度,使空心墩表面产生竖向裂缝,设计时应引起注意。

(6) 实际设计中,实心块底部配置2层直径28mm的受力钢筋,间距15cm;墩顶段表面配置直径16mm的横向分布钢筋,间距10cm。在以上钢筋布置情况下,墩顶在各个工况下均能满足规范使用要求。

参考文献:

[1] 王文涛. 刚构-连续组合梁桥 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1997.