

文章编号:1007-6492(1999)02-0100-03

T形梁桥有限元强度分析

尹如君¹, 花付南¹, 吕西方¹, 赖永星²

(1. 河南省交通公路工程局, 河南 郑州 450052; 2. 郑州工业大学数理力学系, 河南 郑州 450002)

摘 要: 针对某预应力混凝土 T 形梁桥, 倾斜放置于河流之中的情况, 根据桥梁结构的特点, 采用空间块体有限单元将其离散, 考虑桥梁承受流水压力等荷载的作用, 计算了桥梁的应力分布, 给出了截面应力等值线图, 所得结论可供设计参考。

关键词: T 形梁桥; 应力; 有限元法

中图分类号: U 441 **文献标识码:** B

某供水工程斜桥为装配式预应力混凝土 T 形梁桥, 倾斜 21.6°, 桥上铺设轨道, 供提水车辆使用。桥梁主梁全长 19.96 m (水平方向), 随着河流水位的升降, 该桥经常处于水流之中, 由于该 T 形梁桥腹板较薄, 在缆车车轮压力荷载、桥梁自重、预加应力和流水压力等荷载作用下, 桥梁腹板的应力和变形是否满足要求, 曾困扰着人们。本文采用有限元法对此问题进行了详细分析, 所得结论可供设计参考。

1 计算模型

该装配式预应力混凝土 T 形梁桥由 7 片 T 形梁组成, 由于该桥承受的竖向荷载较大, 为了保证各根主梁连成整体共同工作, 每片 T 形梁设置了

9 个横隔梁^[1], 为了能考虑横隔梁与主梁的共同作用, 本文采用空间块体等参单元对主梁和横隔梁进行有限单元离散, 对于边主梁, 本文共划分了 2002 个单元, 共计 3642 个结点, 在桥梁支点处取为固定约束, 桥梁边主梁有限元网格划分如图 1 所示。

根据该梁桥的实际结构, 本文采用空间块体等参单元^[2], 每个单元共有 8 个结点, 每个结点有 3 个自由度, 一个单元共计 24 个自由度, 单元的结点位移列阵为

$$\{q\}^e = [u_1 \ v_1 \ w_1 \ \cdots \ u_8 \ v_8 \ w_8]^T, \quad (1)$$

空间块体单元内任一点的位移可表示为

$$\{u\}^e = [u \ v \ w]^T = [N]\{q\}^e, \quad (2)$$

式中: $[N]$ 为形函数矩阵。

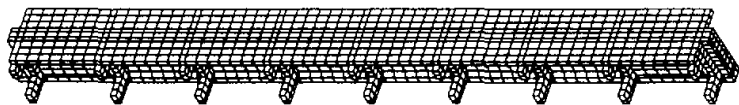


图 1 T 形梁桥有限元网格划分示意图

单元的应变为

$$\{\epsilon\} = [\epsilon_x \ \epsilon_y \ \epsilon_z \ \gamma_{xy} \ \gamma_{yz} \ \gamma_{zx}]^T = [B]\{q\}^e, \quad (3)$$

式中: $[B]$ 为应变矩阵。

单元的应力为

$$\{\sigma\} = [\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \sigma_{xy} \ \sigma_{yz} \ \sigma_{zx}]^T = [D]\{\epsilon\}, \quad (4)$$

式中: $[D]$ 为弹性矩阵。

单元的刚度矩阵为

$$[K]^e = \iiint_{V_e} ([B]^T [D] [B]) dv, \quad (5)$$

单元的荷载列阵为

$$\{p\}^e = \{V\}^e + \{Q\}^e + \{A\}^e, \quad (6)$$

式中: $\{V\}^e$ 为由单元体积力 p_v 所产生的等效结点荷载,

收稿日期: 1999-01-01; 修订日期: 1999-02-19

基金项目: 河南省自然科学基金资助项目 (954041800)

作者简介: 尹如君 (1962-), 男, 河南省杞县人, 河南省交通公路工程局工程师, 主要从事桥梁工程的施工与桥梁结构分析。

$$V^e = \iiint_{V^e} [B]^T \{p_q\} dv.$$

Q^e 为由单元边界表面 S 上的分布力 $\{p_q\}$ 所产生的等效结点荷载,

$$\{Q\}^e = \iint_S [N]^T \{p_q\} dS.$$

$\{A\}^e$ 为由集中力 $\{a\}$ 所产生的等效结点荷载,

$$\{A\}^e = [N]^T \{a\}.$$

组集单元刚度矩阵和单元荷载列阵,即可得桥梁整体结构的有限元方程为

$$[K]\{U\} = \{p\}, \quad (7)$$

求解方程(7),即可得到桥梁结构的位移和应力分布。

2 计算荷载

T形梁桥的计算荷载主要包括:

- (1) 自重:桥梁主梁及铺装层等重量;
- (2) 缆车的最大轮压荷载:按最不利布载,并考虑动力系数;
- (3) 桥梁两端端部施加的预加应力;
- (4) 流水压力:作用在桥梁上的流水压力 $F(\text{kN})$ 可按式计算^[3]

$$F = kA \frac{\gamma v^2}{2g}, \quad (8)$$

式中: v 为水的流速,按 6 m/s 计算,其余符号及取值可按文献^[3]取值。

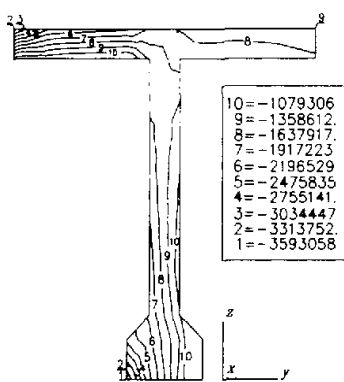


图3 截面2-2应力等值线图

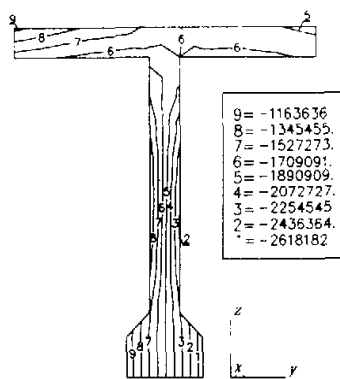


图2 截面1-1应力等值线图

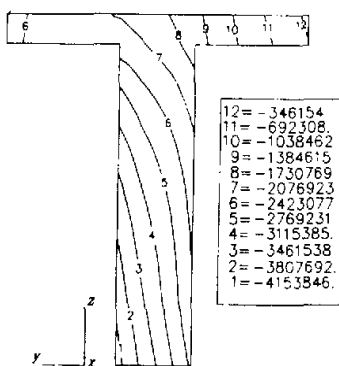


图4 截面3-3应力等值线图

表1 计算截面压应力最大值与最小值

MPa

部 位	马 蹄		腹 板		翼 缘	
	最大压应力	最小压应力	最大压应力	最小压应力	最大压应力	最小压应力
截面1-1	-2.62	-1.16	-2.44	-1.35	-1.89	-1.16
截面2-2	-3.59	-1.08	-1.92	-1.08	-3.31	-1.36
截面3-3			-4.15	-1.73	-2.42	-0.35

从以上计算结果可以看出,在流水压力等荷载作用下,桥梁变形较小,未出现拉应力,压应力小于抗压设计强度,腹板配筋可不考虑流水压力的影响。

4 结束语

本文对 T 形梁桥在流水压力及其它荷载共同作用下的强度进行了详细研究,采用有限单元法可以得到相当准确的结果,经计算,桥梁截面强度

满足要求,腹板配筋可不考虑流水压力的影响,所得结论可供设计参考。

参考文献

- [1] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 1985.
- [2] 李润方, 王建军. 结构分析程序 SAP 5 原理及其应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1992.
- [3] JTJ 021 - 89 公路桥涵设计通用规范[S].

Strength Analysis of T - type Beam Bridge by Finite Element Method

YIN Ru - jun¹, HUA Fu - nan¹, LIU Xi - fang¹, LAI Yong - xing²

(1. Traffic & Highway Engineering Bureau of Henan Province, Zhengzhou 450052, China; 2. Department of Mathematics, Physics & Mechanics, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The bridge is a prestressed concrete T - type beam bridge, which rests over the river. According to the structural properties of the bridge, space solid elements are used to divide the bridge. In consideration of the loads of self weight of the bridge, live load on the bridge, prestress and water pressure on the bridge, stress and displacement are calculated. The equally strong stress figures of 3 sections are given. Some useful conclusions are reached, which may be used as the basis of design and construction.

Key words: T - type beam bridge; stress; finite element method

(上接 63 页)

Study on Natural Frequencies of High - voltage Electrical Equipment

LI Xiao - yu¹, CHEN Huai¹, LI Tian²

(1. College of Civil & Building Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Civil & Building Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: In this paper, the establishment of high - voltage electrical equipment calculating model is discussed. Some different kinds of typical structure are calculated with the subspace iteration method. It compares the modal differences between the rigid nodal point system and the flexible nodal point system. The analysis shows that the flexible nodal point system is more suitable. The joint rotation stiffness must be considered in the seismic calculation of the high - voltage electrical equipment.

Key words: high - voltage electrical equipment; modelling; modal analysis