

交通运输

预应力混凝土空心板梁静力荷载试验分析

徐凯燕 刘 灿

(广东交通职业技术学院, 广东 510650)

摘 要 进行了跨径为 20 m 的预应力混凝土空心板静力荷载试验,对梁的整体挠度、梁截面应变以及抗裂性试验数据进行了详细分析。结果表明:(1)该梁的刚度满足设计要求;(2)实测应变沿截面高度呈线性变化,符合平截面假定;应力校验系数为 0.562,满足试验规范的要求;(3)在最大级试验荷载作用下,未发现有横向裂缝产生,试验空心板梁满足设计要求。

关键词 预应力 空心板梁 静力荷载试验

中图法分类号 U441.5; **文献标志码** A

1 工程概况

某跨河桥梁,全长 140 m。全桥共分两联,为 7 孔 20 m 后张法预应力混凝土空心板梁桥。空心板梁高 0.9 m,板上现浇 12 cm 厚的混凝土层,桥面连续。桥宽 16.5 m,单向四车道。桥面横向布置为 0.5 m(防撞栏) + 15.5 m(车行道) + 0.5 m(防撞栏)。该跨线桥设计荷载为:城-A,人群荷载为 4.5 kN/m^2 。为检验空心板梁在设计荷载作用下的工作性能,以保证使用安全。选择一片中板进行静力荷载试验。中板跨中断面图如图 1 所示。

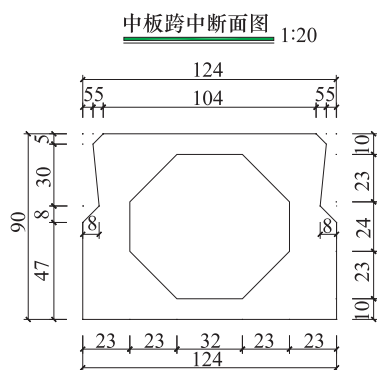


图 1 空心板跨中断面示意图/cm

2 试验方案

2.1 试验加载控制指标

本次预制梁荷载试验的主要试验工况为最大正弯矩工况,试验控制截面为跨中截面。即取梁二期恒载和汽车荷载共同作用下跨中截面弯矩值 977 kN·m 作为控制弯矩。

采用内力等效的原则在预制梁中部进行加载,其加载计算简图如图 2 所示($a = 4.67 \text{ m}$, $b = 5 \text{ m}$, $L = 19.34 \text{ m}$)。经内力等效原则换算成均布荷载 $q = 27.25 \text{ kN/m}$,即加载重量为 $27.25 \text{ t}^{[1-3]}$ 。

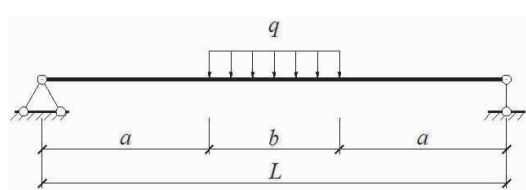


图 2 试验加载计算简图

采用在梁跨中间分级加载方式。试验荷载采用沙袋加载,加载过程中严格控制加载重量的准确性,对每个沙袋进行称重记录后再进行堆载。

正式加载前对试验梁进行预加载,使结构进入正常工作状态,预加荷载取为最大试验荷载的 30% 左右,预压时间控制在 20 min,以消除支点的不良影响,卸载 20 min 后进行正式试验。试验按 6 级加载,分别为 20%、40%、60%、80%、90%、100% 每级加载后持续 15 min 稳定后再观测数据。卸载分 60%、30%、0 三级卸载,荷载工况见表 1 所示。

2011 年 11 月 14 日收到

第一作者简介:徐凯燕(1975—),男,高级工程师,博士,研究方向:桥梁工程。E-mail: xkywh@sohu.com。

表 1 试验梁加载分级表

工况	1	2	3	4	5	6	7	8	9
试验效率/%	20	40	60	80	90	100	60	30	0
试验荷载/t	5.45	10.9	16.35	21.8	24.53	27.25	16.35	8.18	0
跨中弯矩/(kN·m)	195.38	390.77	586.15	781.53	879.22	976.91	586.15	293.07	0

2.2 检测内容^[4]

- (a) 使用 DT—615 静态数据采集仪、振弦式应变计等设备测量梁跨中截面的最大正应变及应变分布情况。
- (b) 测量梁跨中、1/4 跨、支点处的竖向位移。
- (c) 使用裂缝测宽仪观测梁跨中附近下边缘表面裂缝及裂缝宽度。

2.3 试验观测点布置

通过在梁跨中截面两侧沿高度布置应变测点,测试截面应变分布情况、中性轴高度位置;在跨中 2 m 范围内空心板梁的一侧下缘布置连续的抗裂应变测点进行测试分析,对结构预应力度作出评定。应变测点布置方案如图 3 所示。

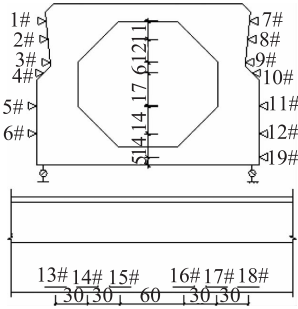


图 3 梁跨中截面应变测点布置/cm

在跨中、1/4 跨、支点处布置竖向位移测点进行测试分析,对结构整体刚度作出评定。挠度测点布置如图 4 所示。

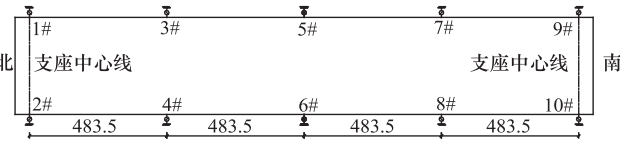


图 4 挠度测点布置图/cm

3 试验梁静载试验结果

3.1 梁整体挠度试验分析

试验过程中,温度在 22 ℃ ~ 26 ℃ 之间,温度变

化不大,对挠度检测不作温度修正。在满荷载作用下,经过支座变形修正后,实测最大级试验荷载作用下跨中挠度最大值为 13.98 mm,理论挠度值为 17.8 mm,挠度校验系数为 0.785,满足试验规范 0.6 ~ 1 的要求。在各级荷载作用下梁的整体挠度曲线如图 5 所示。

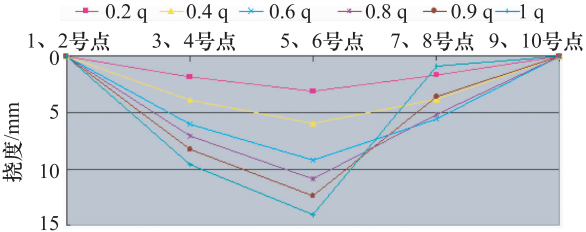


图 5 试验梁整体挠度曲线图

卸载后跨中的最大残余变形为 3.24 mm,挠度相对残余变形为 23.18%。

由试验结果知,在设计荷载作用下,梁体的最大挠度为 13.98 mm,挠跨比 $f/L = 1/1\ 383$,远小于 $1/600$,说明该梁的结构刚度满足设计要求。

3.2 梁截面应变分析

根据图示的跨中截面应变测点布置图,在各级荷载作用下将跨中两侧等高度应变测点的实测应变进行平均,如表 2 所示。沿截面高度进行线性回归,其跨中截面的整体应变如图 6 所示。

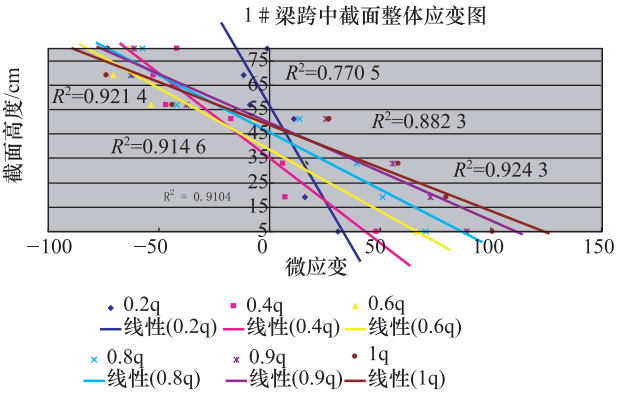


图 6 试验梁跨中截面整体应变图/ $\mu\epsilon$

从图 6 中可以看出:

在最大级试验荷载作用下,实测应变沿截面高度呈线形变化,线形相关系数为 0.921 4,符合平截面假定;试验梁在满荷载作用下,实测梁体下缘的最大拉应变为 $105.8\mu\varepsilon$,换算成应力为 3.65 MPa,理论计算值为 6.49 MPa,应力校验系数为 0.562,满足试验规范 0.5~0.9 的要求;

实测梁体中性轴高度为 48.5 cm,理论计算值为 43 cm,实测值与理论值相差较小。

表 2 跨中截面应变测试结果($\mu\varepsilon$)							
荷载	1#、 7#测点	2#、 8#测点	3#、 9#测点	4#、 10#测点	5#、 11#测点	6#、 12#测点	19# 测点
0	0	0	0	0	0	0	0
0.2q	-3	-12.8	-8.2	12	16.2	18	31.8
0.4q	-45	-53.5	-44.8	-15.5	6.9	8.2	48.8
0.6q	-60.5	-71.5	-57.4	-7.7	16.8	25.8	69.1
0.8q	-58.4	-64.9	-46	13.3	40.3	51.9	72.7
0.9q	-61.4	-62.5	-37.6	28.7	57.7	73.8	90.9
1q	-75.2	-75.9	-46.9	29.8	60.2	80.6	105.8

3.2 抗裂性分析

预应力混凝土梁的抗裂性是反映其承载能力的主要指标,预应力混凝土梁的抗裂性的检验方法和原理是:试验时在跨中 2 m 范围内空心板梁的一侧下缘布置连续的抗裂应变测点进行测试分析,分级加载使梁体跨中截面弯矩逐级达到设计弯矩,测试每级荷载作用下梁体下缘应变。以荷载效率系数为 X 轴,梁体下缘实测应变为 Y 轴,绘出关系图,如果在关系图上出现拐点,则表示该测点处或附近出现开裂。图 7 为 15#、16#测点实测应变与荷载效率关系图。

从图 7 中可以看出,实测应变与荷载效率呈良好的线形关系,相关系数分别为 0.968 6、0.976 9,表明梁体下缘在试验过程中未出现开裂,在最大级试验荷载作用下,仔细检查梁体跨中附近下缘,未发现有开裂产生。表明试验空心板梁满足设计要求。

4 结论

(1) 实测最大级试验荷载作用下跨中挠度最大

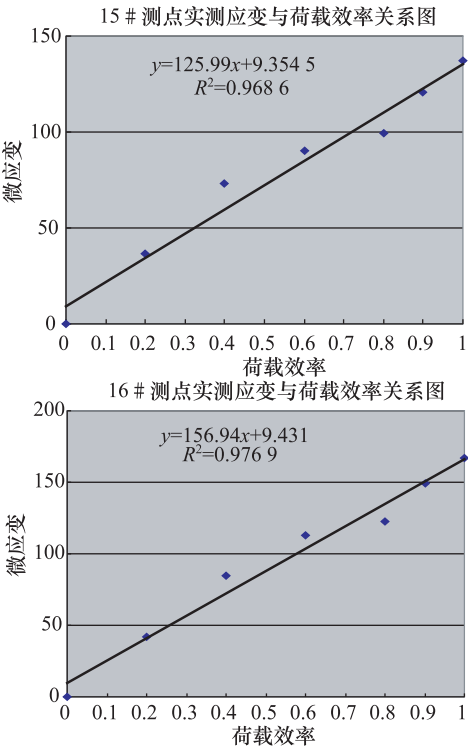


图 7 15#、16#测点实测应变与荷载效率的关系图

值为 13.98 mm,理论挠度值为 17.8 mm,挠度校验系数为 0.785,满足试验规范 0.6~1 的要求;卸载后跨中的最大残余变形为 3.24 mm,挠度相对残余变形为 23.18%。由试验结果知,在设计荷载作用下,梁体的最大挠度为 13.98 mm,挠跨比 $f/L=1/1\ 383$,远小于 $1/600$,说明该梁的结构刚度满足设计要求。

(2) 在最大级试验荷载作用下,实测应变沿截面高度呈线形变化,线形相关系数为 0.921 4,符合平截面假定;实测梁体中性轴高度为 48.5 cm,理论计算值为 43 cm,实测值与理论值相差较小。试验梁在满荷载作用下,实测梁体下缘的最大拉应变为 $105.8\mu\varepsilon$,换算成应力为 3.65 MPa,理论计算值为 6.49 MPa,应力校验系数为 0.562,满足试验规范 0.5~0.9 的要求;

(3) 在最大级试验荷载作用下,仔细检查梁体跨中附近下缘,未发现有横向裂缝产生。表明试验空心板梁满足设计要求。

(下转第 935 页)

社,1991

2 席振坤. 弯桥的荷载横向分布计算. 北京工业大学学报,1985;(2):16—19

3 项贻强,余建华. 桥梁结构分析的数值方法及其程序. 北京:人民交通出版社,1993

4 高岛春生. 曲线梁桥. 张德礼译. 北京:中国建筑工业出版社,1979

5 姚玲森. 曲线梁. 北京:人民交通出版社,1989

6 胡肇滋. 偏压修正法在曲线梁桥上的应用. 东北公路,1984;(2):34—43

7 刑志成. 弯斜桥计算理论与实用计算. 北京:人民交通出版社,1994

8 闫志刚. 钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁桥结构设计. 北京:机械工业出版社,2009

The Research of the Transverse Distribution Coefficient of the Small Bending Radius Bridge

HUANG Yang-bin¹, NING Xiao-jun¹, ZHAO Hai-qing²

(Kunming University of Science and Technology¹, Kunming 650093, P. R. China;

Kunming Urban and Rural Planning Design Research Institute², Kunming 650100, P. R. China)

[Abstract] For curved bridge, especially for the small radius one, the stress of its main beam is more complex than the straight bridge's. Some calculation method of transverse distribution of the straight bridge may not apply to the curved girder bridge. Grillage method and the eccentric compression method are used to calculate and analysis a simplified T bridge model, and comparing the results of transverse distribution coefficient, to get the characteristics of the two methods. The actual project is provides the reference.

[Key words] small radius curved bridge straight fabrication of curved bridge transverse distribution coefficient the eccentric compression method grillage method

(上接第 931 页)

参 考 文 献

计规范(JTG D62—2004). 北京:人民交通出版社,2004

3 建设部城市建设研究院. 城市桥梁设计荷载标准(CJJ 77—98). 北京:中国建筑工业出版社,1998

4 湛润水,胡钊芳. 公路桥梁荷载试验. 北京:人民交通出版社,2003

1 中交公路规划设计院. 公路桥涵设计通用规范(JTG D60—2004). 北京:人民交通出版社,2004

2 中交公路规划设计院. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设

Static Load Experiment Analysis of Prestressed Concrete Hollow Plate Beam

XU Kai-yan, LIU Can

(Guangdong Communication Polytechnic, Guangzhou 510650, P. R. China)

[Abstract] Take a 20 m hollow plate beam as an example, the static load experiment was conducted, and the experimental data about overall displacement, cross-section strain and the crack were analyzed carefully. The results show that:1) its stiffness satisfied the design code. 2) the actual measured strain take on linear variety along the section height, which match the plane cross-section assumption; and the stress experiment coefficient is 0.562, which satisfied the testing specification. 3) there is no crack occur under the last experiment load case. Which show that the hollow plate beam satisfies the design code.

[Key words] prestressed concrete hollow plate beam static load experiment