

箱梁“开刀手术”对其承载力影响的试验研究

唐文彬^{1,2}

(1. 盐城工学院 土木工程学院, 江苏 盐城 224051; 2. 江苏创盛项目管理有限公司, 江苏 盐城 224000)

摘要:预应力箱梁施工过程中,有几片箱梁部分波纹管堵塞,采取凿洞开孔的开刀手术处理。为判断处理后的箱梁是否符合设计要求,决定对箱梁进行现场静力荷载试验,主要测试荷载作用下箱梁的应变、挠度、残余变形等。经过试验检验,箱梁的强度、刚度等均符合规范要求,由此可得出结论:箱梁开刀手术对梁的承载力影响不大,可以正常使用。

关键词:箱梁;处理;荷载试验;正常使用

中图分类号: TU448.25

文献标识码: A

文章编号: 1671-5322(2012)04-0059-04

在施工过程中,由于波纹管原材料及安装质量、波纹管接头、混凝土浇筑振捣、钢绞线穿束等原因,预应力施工中经常会出现孔道堵塞问题,目前正在施工中的盐城市振兴路蟒蛇河大桥工程也不例外,有几片箱梁出现波纹孔道堵塞,采取开刀手术进行补救处理,但手术效果到底如何,是否会对箱梁的性能特别是承载力产生影响,为此,对箱梁现场做静载试验,据此判定处理过的箱梁是否符合设计要求。

1 工程概况及施工情况

盐城市振兴路蟒蛇河大桥工程位于盐都区张庄镇。桥梁全长 607.08 m,桥梁全宽为 28 m,桥梁宽度组成为 2.75 m 人行道 + 22.5 m 行车道 + 2.75 m 人行道。桥梁下部结构采用直立式墩、柱式墩、扶壁式台,钻孔灌注桩基础。主桥上部结构为 90 m 预应力变截面连续箱梁,采用挂篮悬臂施工,引桥采用预制安装。其中引桥为 30 m 后张法预应力箱梁,采用先简支后连续的施工方法,全桥引桥共 13 跨 117 片 V 字型箱梁。箱梁制作在现场进行,底模为混凝土表面铺不锈钢板,场内梁体起吊采用移动式龙门吊,边预制边安装。

箱梁刚开始施工时,由于施工人员经验不足等原因,在穿钢绞线时发现有几片箱梁部分波纹管堵塞,钢绞线无法穿进,采用牵引、单根穿进、探孔器强行疏通等多种措施后钢绞线仍无法穿入孔

道,不得已采取凿洞开孔的开刀手术,凿除并清理堵塞的混凝土浆,待钢绞线穿进后,在凿洞处覆盖半边波纹管,其外用混凝土封堵处理。

2 静载试验方案

2.1 试验目的及内容

为判断处理后的箱梁是否符合设计要求,决定通过现场试验来判定,根据《大跨径混凝土桥梁的试验方法》,该试验性质为基本荷载试验,结合现场实际情况,只做单片梁的简支工况下的静力荷载试验^[1]。

试验内容:

(1) 测试挠度:本试验只测试跨中截面的挠度。

(2) 测试跨中截面的应变:满足正常使用对结构的受力性能要求。

(3) 梁的裂缝观测:试验前和试验过程中,对桥梁结构是否已出现裂缝进行观测,以便控制加载和试验数据分析。在试验前和试验过程中用刻度放大镜仔细寻找可能出现的各种裂缝,包括跨中的垂直裂缝、支座处的斜裂缝等。

(4) 梁体外观检查:试验过程中对梁体外观进行检查,主要是缺陷修补处是否发生变化。

(5) 其他异常情况观测

2.2 试验截面选取及测点布置

为达到对比分析的目的,本次试验除了选取

收稿日期:2012-10-22

作者简介:唐文彬(1969-),男,江苏盐城人,高级工程师,工程硕士,主要研究方向为土木工程教育和技术管理。

修补面积较大一片箱梁作为试验梁外,同时又另外选取一片没有任何施工缺陷的箱梁作对比梁做试验,所选取的梁体均已达到设计强度和龄期,且龄期相差不多。

试验主要是测试最不利截面的强度和刚度,根据对箱梁在临时架设后简支工况的分析,跨中截面的应力和挠度是荷载试验的主要控制值,因此静载试验选择了跨中测试截面。测试跨中截面的挠度和应变。

2.2.1 应变测点位置

跨中测试截面应变测点位置如图 1 所示。

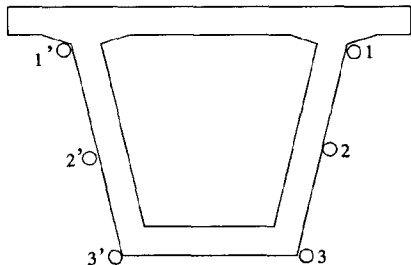


图 1 应力测点布置示意图

Fig. 1 Stress measuring points Schematic diagram

应变测量采用大标距混凝土表面纸质应变计及与之配套的静态数据采集仪^[2]。

2.2.2 挠度测试点布置

为方便量测,挠度测试点布置在梁两侧接近底板处,两侧各布置 1 点,共 2 点。

由于在试验过程中,考虑到支座有沉降,挠度观测不宜采用常规的百分表和高精度安平水准仪。在本试验中采用基准线法量测,所谓基准线法,就是在试验前经过挠度观测点拉一条水平线,在梁两端固定,试验过程中,量测挠度观测点偏离原先固定好的水平基准线的距离。在用基准线法量测挠度时注意以下几点:为减少拉线自重和松弛产生的挠度影响,要求拉线自重要非常轻,且拉线要承受能绷紧的拉力;为量测精确,拉线要尽可能细,且测量尺要求为精度达到 0.1 mm 的钢尺。

2.3 试验准备

2.3.1 现场设备准备

本试验大型设备尽量利用现场条件,预制箱梁底模作为试验底座,龙门吊作为试验起吊设备,已预制好的箱梁作为配重,试验梁两边相邻的箱梁作为配重梁的支承体。具体加载装置见图 2。

2.3.2 试验仪器设备准备

本试验配备的主要试验仪器设备见表 1。

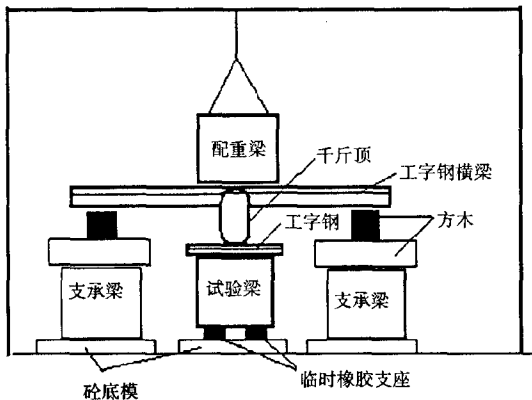


图 2 加载装置示意图

Fig. 2 Loading device Schematic diagram

表 1 静载试验主要试验仪器设备一览表

Table 1 Static load test equipment list

序号	仪器名称	型号	数量	用途
1	千斤顶	RDC300	5 台	加载
2	油泵	ZB60	5 台	供油
3	压力表 15	TB-150-Z	6 只	测压力
4	百分表	0~10 mm	2 只	备用
5	应变计	大标距	8 套	测应变
6	刻度放大镜	20~40 倍	2 只	读数
7	裂缝测宽仪	0.01 mm	2 只	测裂缝
8	钢直尺	0.1 mm	2 只	测挠度

说明:加载用千斤顶、油泵和压力表为配套使用,试验设备和仪器在使用前须进行标定。

3 试验及加载过程

3.1 加载方案

根据设计院给定的设计标准——跨中最大承载(包括 2 期恒载和活载)弯矩为 1 400 kN·m,经计算确定,沿箱梁纵向设 3 个加载点位,为局部均布荷载形式。加载重量最大重量按 240 kN 考虑,分 3 级加载,分别为:120 kN、180 kN、240 kN。每次加载持续时间 2 h。

通常加载可用砂袋加载、反力架加载等,但本试验充分利用现场条件,采用现场的已浇筑好的箱梁加载,具体做法是:用现有箱梁作配重,千斤顶加载,同时利用试验梁两边相邻的箱梁作为配重梁的支承体。这样做的优点是:一是加载准确、方便;二是避免了反力架本身刚度对试验的影响,也省去组装、运输反力架的麻烦;三是避免砂袋数量多而难以在加载点准确堆放的问题^[3]。

3.2 试验过程

静载试验基本过程如下:

3.2.1 预压

在静载试验前,对箱梁和千斤顶进行预压,然后卸载。

3.2.2 分级加载

试验荷载采用逐级加载的方式,分3级加载:120 kN→180 kN→240 kN。各千斤顶宜同速、同步达到同一荷载值,加载速度不宜超过3 kN/s。

每级加载后均应仔细检查梁体下缘和梁底有无裂纹出现。如出现裂纹,应用红铅笔标注,并注明荷载等级,量测裂纹宽度。

3.2.3 稳定后读数

每级加载后结构的变形和内力需要有一个稳定过程,每次加载持续时间2 h,同时试验时以控制点的应变值或挠度值稳定为准,只要读数波动值在测试仪器的精度范围以内,就认为结构已处于相对稳定状态,可以测量读数。

挠度量测时以同一截面的两侧平均值作为挠度值。由于加载前后拉线的自身均有挠度,可直接量测记录拉线到加载前原始测点的距离。

3.2.4 卸载读数

加载结束,卸去荷载,稳定2 h后读数。

3.2.5 撤去仪器和加载设备,清理现场。

4 试验结果及对比分析

4.1 结构强度分析

跨中截面在荷载作用下的应力实测值与理论值对比见表2。

《大跨径混凝土桥梁的试验方法》对标准荷载静载试验效率范围要求应在 $1.0 \geq \eta > 0.8$,本次静载试验效率为 $\eta = 0.98$ 。

在表2中试验梁的各级荷载作用下应力校验系数在0.60~0.83之间,符合预应力混凝土梁桥应力校验系数为0.60~0.90的要求。表明该界面强度满足设计要求。

验证荷载与拉应力是否为线性关系。以拉应力最大的3号应力测点为例,作出荷载—应力曲线,见图3。

由图3可知,荷载与实测应力基本呈线性关系,表明构件处于良好弹性变形阶段。

4.2 结构刚度分析

荷载作用下跨中截面挠度实测值与理论值对比见表3。

表2 跨中截面应力实测值与理论值对比表

Table 2 Mid-span section's stress measurement and theretical number

荷载/kN	项目	测点应力值		
		1	2	3
120	理论值/MPa	-0.810	0.730	2.190
	对比梁/MPa	-0.650	0.460	1.780
	试验梁/MPa	-0.640	0.430	1.810
	校验系数	0.790	0.589	0.826
	理论值/MPa	-1.220	1.080	3.280
180	对比梁/MPa	-0.840	0.800	2.710
	试验梁/MPa	-0.890	0.770	2.670
	校验系数	0.730	0.713	0.814
	理论值/MPa	-1.630	1.440	4.360
	对比梁/MPa	-1.170	0.940	3.300
240	试验梁/MPa	-1.190	0.980	3.390
	校验系数	0.730	0.681	0.778

说明:上表中应力前“-”表示受压。
上表中理论值由设计院配合提供。

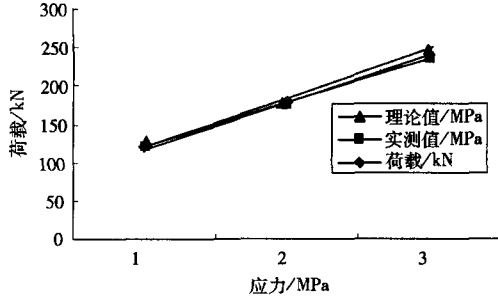


图3 跨中截面“荷载—应力”曲线

Fig. 3 The midspan section "load - stress" curve

表3 跨中截面荷载作用下挠度实测值与理论值对比表

Table 3 Mid-span section's deflection measurement and theretical number

荷载/kN	120	180	240	卸载后残余变形
理论值/mm	4.32	6.48	8.65	—
对比梁/mm	4.10	5.30	7.00	0.10
试验梁/mm	4.00	5.20	7.10	0.10
校验系数	0.93	0.80	0.82	—

由表3可知,各挠度校验系数在0.8~0.93之间,符合预应力混凝土梁桥挠度校验系数为0.70~1.00的要求,说明该梁的实际刚度符合设计要求。

分析挠度在荷载作用下的线性关系,作出荷载—挠度曲线,见图4。

由图4可知,荷载与实测挠度基本呈线性关系,表明构件处于良好弹性变形阶段^[4]。

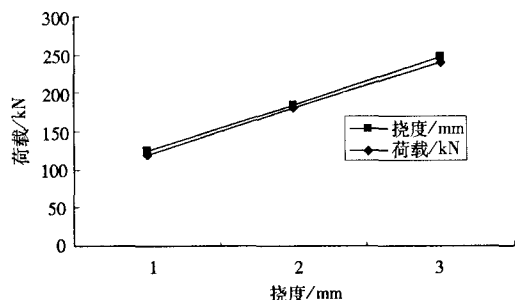


图 4 跨中截面“荷载—挠度”曲线

Fig.4 The midspan section "load - deflection" curve

4.3 残余变形分析

在荷载作用下,箱梁截面应力符合平截面假定。

箱梁卸载后,跨中截面的残余变形见表 3。由表 3 可知,残余变形值为 0.1 mm。量测的残余变形值与总变形值(挠度)为:

$$S_p/S_{tot} = 0.1/7.10 = 0.01 < 0.2$$

这说明该箱梁卸载后主控截面的残余变形较小,产生的挠度基本能够得到恢复,表明结构处于良好的线弹性工作状态,满足规范要求。

参考文献:

- [1] 马云锋,陈军生. 桥梁单片梁静载试验[J]. 中外公路,2006,26(3):184-186.
- [2] 瞿尔仁,夏晓梅,殷永高,等. 合安高速公路柏年河大桥单梁承载力试验研究[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版,2001,24(3):345-349.
- [3] 唐本玉. 单片预应力混凝土箱梁静载试验及评定[J]. 公路与汽运,2012(7):218-220.
- [4] 中华人民共和国交通部. 大跨径混凝土桥梁的试验方[M]. 北京:人民交通出版社,1982.

The Study of Effects for Box Girder's "Surgical Operation" on Its Bearing Capacity

TANG Wen-bin^{1,2}

- (1. College of Civil Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China;
- (2. Jiangsu Project Management Company Limited, Yancheng Jiangsu 224000, China)

Abstract: In the box girder construction process, several pieces of box girder's part of the corrugated tube appeared blocking phenomenon, then they were take "surgical operation" treatment, namely chiseled to opened holes. To judge whether the box girders after treatment are in accordance with the design requirement, they decided to conducted the static loading experiment of the box girders. The experiment mainly test the strain, deflection and residual deformation, etc. under the loads about the box girders. The experiment's results shows that the box girders' strength, stiffness all conform to the standard. We can draw a conclusion from the experiment: the "surgical operation" has not effected the bearing capacity, the box girders can be normal used.

Keywords: box girder; treatment; the loading experiment; normal use

(责任编辑:沈建新)