

曲线半径变化对斜交弯梁桥结构变形的计算分析

程永华¹, 张 或²

(1.甘肃省公路局, 甘肃兰州 730000; 2.兰州交通大学, 甘肃兰州 730070)

摘 要:采用结构有限元计算方法,以一座斜交弯梁桥为工程背景,利用大型通用软件 ANSYS,建立斜交弯梁桥模型,采用参数变异法,计算在恒载作用下不同曲线半径的结构变形情况。并进行对比,分析其变化的规律及原因。可供工程设计和施工部门参考和借鉴。

关键词:斜交弯梁桥;有限元;结构变形

中图分类号:U448.21 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2007)-02-0030-03

0 前言

我国国民经济持续稳定的增长和综合国力的增强,带动了高等级公路及城市立体交通的全面发展。甘肃省目前桥梁上部结构均选用装配式,便于集中预制,缩短工期,以钢筋混凝土、预应力混凝土空心板为主,大桥布设多为连续空心板,能够保证全桥的整体稳定性及行车的舒适性;中桥布设多为简支板,桥面设连续,构造简单、施工方便,或采用钢筋混凝土 T 型梁;小桥布设根据河沟的实际流量,采用标准跨径布设。下部结构多采用圆柱式桥墩、钻孔灌注桩基础,肋式桥台、扩大基础,有利于保证下部结构的安全性和稳定性。自 20 世纪 80 年代以后,斜弯桥建设进入了实质性的高潮。公路城市建设部门一改过去路线走向服从桥梁的思维方式,使得斜弯结构的桥梁在构造物中的比重越来越大,尤其是高等公路的斜梁桥有很大的数量,这就为工程部门提出了新的难题。目前设计部门采用通用结构程序分析斜弯桥结构的内力,同时通用程序并不能有效地解决边界条件问题,动态加载也难以实现。故对斜弯桥诸多问题如设计理论与方法、力学行为、构造特点、施工技术等的解决就显得非常紧迫、重要。

1 斜交弯梁桥的建模

本次计算以实际工程为依托,采用改变设计参数——曲率半径的方法进行分析计算,结论具有很强的实用性和广泛的适用性。鉴于各种模型本身的特点以及分析的侧重点不同,有限元分析采用板单元模进行计算分析。

以某三跨预应力混凝土连续刚构箱梁桥为原型,材料参数如表 1,加入斜交梁段进行有限元建模计算。上部结构为 44 m+72 m+44 m,共 160 m,连续刚构斜交弯

箱梁,墩高 30 m,曲率半径 450 m,斜交角等于 45°。

表 1 材料参数表

材料	容重(N/m³)	面积(m²)	弹性模量(Pa)	泊松比(<i>v</i>)
混凝土	27000	—	3.25 × 10 ¹⁰	0.2
预应力钢筋	78000	0.02	2.07 × 10 ¹¹	0.3

板单元模型采用有限元分析程序 ANSYS 中的 she1163, link8 和 solid45 模拟。She1163 为弹性三维板单元,有弯曲和薄膜两种功能,每个节点有六个自由度。Link8 为三维杆单元,不能承受弯矩,每个节点有三个平动自由度,通过赋予初应变施加结构预应力。Solid45 用来模拟墩。模型建立采用圆柱坐标系,坐标原点位于桥梁轴线中心处,其中 X 沿桥轴向,Y 沿圆弧的径向方向,以指向圆心为负,Z 为竖向,以向上为正。边界条件处理,在支座处根据实际情况施加竖向约束,墩底施加全部方向约束。具体约束情况见表 2。主梁板单元模型墩部梁截面和跨中截面和全桥模型,见图 1、图 2。

表 2 模型约束情况一览表

模型部位	顺桥向	横桥向	竖向	沿顺桥向	沿横桥向	沿竖向扭
	平动 U _x	平动 U _y	平动 U _z	扭转 ROT _x	扭转 ROT _y	扭转 ROT _z
1# 边跨支撑	0	0	1	0	0	0
2# 墩底	1	1	1	1	1	1
3# 墩底	1	1	1	1	1	1
4# 边跨支撑	0	0	1	0	0	0

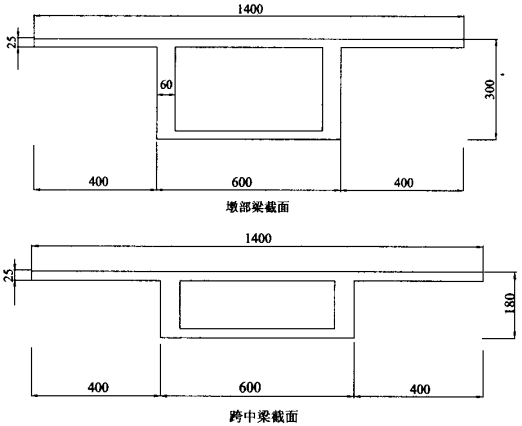
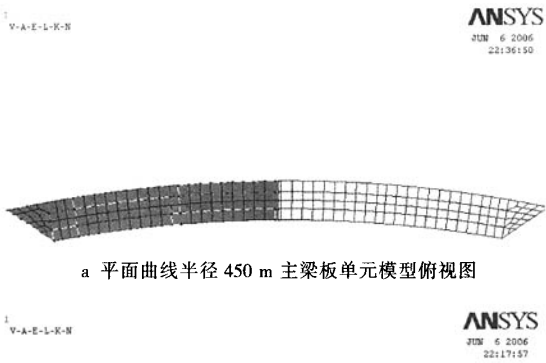


图 1 弯梁横截面图(单位:cm)

收稿日期:
作者简介:程永华(1965-),女,甘肃天水人,高级工程师,副处长,从事公路工程管理与养护技术研究工作。



a 平面曲线半径 450 m 主梁板单元模型俯视图

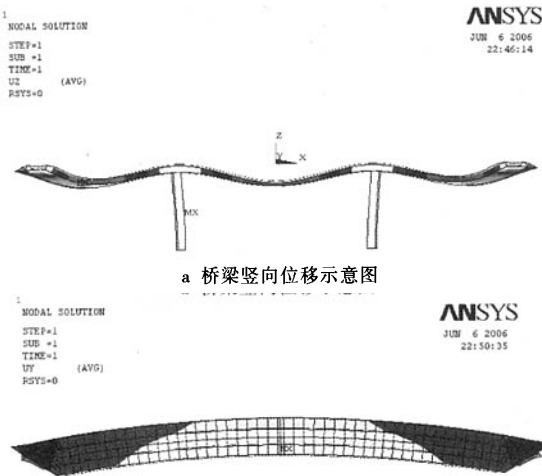
b 平面曲线半径 450 m 主梁板单元模型轴侧图

图 2 主梁板单元模型俯视图、轴侧图

2 恒载和预应力作用的结构变形计算

本次计算以一座三跨斜弯桥为基本模型,采用不改变跨径和桥梁断面,调整曲线半径的方式对板单元模型进行对比分析。计算半径选取了从 200 m 到 1000 m 的一组数据进行对比。圆心角变化范围从 45.84° ~ 9.17° ,基本上涵盖了工程上一般弯桥结构的变化范围,计算结果具有广泛的适用性。

因只对该类桥的变形做趋势分析,故该斜交弯梁桥的恒载仅包含了主梁自重,预应力筋也仅考虑了主要预应力的作用情况。通过 ANSYS 计算,结构自重,和预应力引起的变形见图 3,数据见表 3。



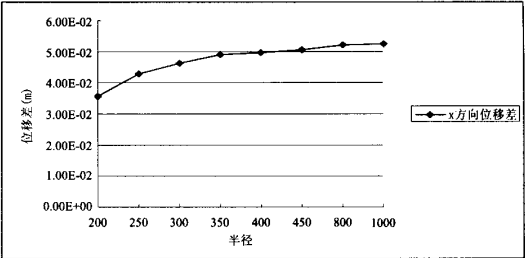
a 桥梁竖向位移示意图

b 桥梁横向位移示意图

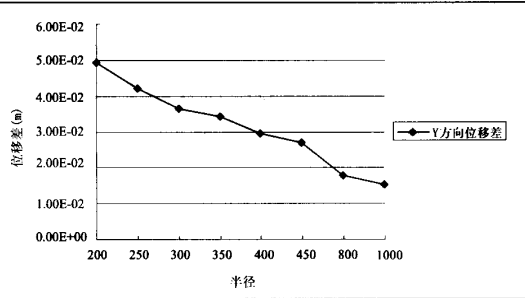
图 3 桥梁位移示意图

3 不同半径引起斜交弯梁桥变形的结果分析

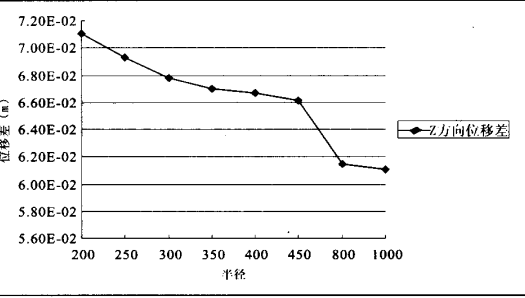
为了便于对比分析,对提取的结果采用曲线图的方式进一步表述(见图 4)。



a.X 方向位移差比较曲线图



b.Y 方向位移差比较曲线图



c.Z 方向位移差比较曲线图

图 4 斜交弯梁桥不同曲线半径对结构影响曲线图汇总

从表 3 和曲线图 4(a、b、c)可以看出,随着半径的增大,横桥向和竖桥向变形有一定程度的减小,从曲率半径 200 m 变化到 1000 m,横桥向和竖桥向位移差分别减小 69.01% 和 13.98%,由此可知,随着主梁半径的增大,主梁的扭曲变形减小。另外,顺桥向即 X 方向位移差有一定的增大,主要由于桥两端斜交出一块 45° 的梁段,即延长了弯梁外侧的长度,张拉预应力钢筋后,使得在小半径情况下,顺桥向受到的位移限制大于大半径情况下受到的限制,另外还有约束对其的影响,使顺桥向位移差随半径增大而增大。

4 结语

斜弯梁桥的设计比直梁桥要复杂的多,每个

表 3 在不同曲线半径下变形及应力结果汇总表

半径(m)	X 方向最大变形差(m)	Y 方向最大变形差(m)	Z 方向最大变形差(m)	最大主拉应力(Pa)	最大主压应力(Pa)
200	3.7028E-02	4.9219E-02	7.1015E-02	3.28E+07	-2.71E+07
250	4.2914E-02	4.2116E-02	6.9282E-02	3.20E+07	-2.73E+07
300	4.6124E-02	3.6376E-02	6.7827E-02	3.20E+07	-2.67E+07
350	4.9002E-02	3.4376E-02	6.7032E-02	3.21E+07	-2.61E+07
400	4.9680E-02	2.9520E-02	6.6696E-02	3.20E+07	-2.55E+07
450	5.0608E-02	2.7074E-02	6.6104E-02	3.20E+07	-2.51E+07
800	5.2146E-02	1.7762E-02	6.1440E-02	3.20E+07	-2.23E+07
1000	5.2646E-02	1.5255E-02	6.1092E-02	3.20E+07	-2.22E+07
减幅(%)	-42.18%	69.01%	13.98%	2.44%	18.08%

工程的具体情况各不相同,不能一概而论。以上的分析都是针对较为常见的问题,对结论进行了分析、总结和论证,供设计人员借鉴。在具体的设计过程中,准确、全面的结构分析才是保证斜弯梁桥设计不出问题的最有效手段。

参考文献

[1]项海帆主编.高等桥梁结构理论[M].北京:人民交通出版社,2001.

[2]李惠生,张罗溪.曲线桥梁结构分析[M].中国铁道出版社,1992.
[3]孙广华.曲线梁桥计算[M].人民交通出版社,1995.
[4]贺拴海.桥梁结构理论与计算方法[M].人民交通出版社,2003.
[5]陈俊真.南昆铁路板其2号大桥——我国铁路第一座平弯梁桥[J].铁道标准设计,1999(5).
[6]姚玲森编译.单跨斜支承梁的影响线和内力[J].国外公路,1998(1).
[7]邵容光.斜交板的平面内位移计算[J].华东公路,1988(5).

上海污水治理三期工程全线贯通

近日,上海污水治理三期工程实现全线贯通。作为新一轮环保三年行动计划的重大环境工程,上海污水治理三期工程年底将全部建成,比原计划提前一年完成。届时,上海污水收集、处理系统将全面覆盖中心城区,污水排放达到国家排放标准。

污水治理三期工程于2003年12月正式开工,主要由污水总管系统、竹园第二污水处理厂和污水收集系统等子项目组成。据介绍,该工程主要服务于浦西苏州河以北、藻浜以南,浦东赵家沟以北以及污水尚无出路的城市化地区,总覆盖面积171.68 km²,服务人口243.1万人,日设计污水输送流量108.83万t。

据悉,污水治理三期工程建成后,上海中心城区污水处理框架基本形成,城市污水收集率、处理率及现有污水设施的利用率都将进一步提高,大大减轻黄浦江、苏州河和中小河流的污染压力,为上海水生态环境的修复奠定扎实的基础。根据新一轮环保三年行动计划和上海市污水系统专业规划,到2010年,上海城市污水处理率将达到80%,2020年将达到90%,相当于世界发达国家大城市的先进水平。