

福建省某高速公路匝道桥梁体顶升 有限元程序分析

黄颖, 张金霖

(福建船政交通职业学院建筑工程系, 福州 350007)

摘要:应用有限元分析软件 ANSYS 建立了桥梁结构的有限元模型,模拟梁体顶升施工过程中箱梁本身及墩体的受力变形情况,对梁体顶升施工现场尺度的把握提供指导,增强了监测的目的性。

关键词:有限元分析;梁体顶升;施工监测

中图分类号:TU317

文献标志码:A

ANSYS 是目前世界上功能最强大的有限元分析软件,通过该软件可以建立桥梁结构的有限元模型^[1],模拟桥梁在交通荷载及位移荷载作用的情况下,桥梁各部分的受力情况及变形情况,同时也可以模拟梁体顶升施工过程中^[2-3]箱梁本身及墩体的受力变形情况,从而能在加固前为加固过程中可能出现的情况作出参考性的结果,为监测过程中对施工顶升梁体现场尺度的把握提供指导,增强了监测的目的性。更换支座是该次加固施工的另一个难点^[4],更换支座前可对该部分需要更换支座的桥跨进行建模^[5],利用有限元软件 ANSYS 进行模拟分析,明确梁体应力分布,得到梁端支座位置顶升允许的最大变形量,为现场加固监测尺度的把握提供保证。

1 有限元程序计算模型的建立

1.1 工程概况

本文的研究对象是一座高速公路上的匝道桥,全长 630.00 m,桥跨组合 $2 \times 25 + 1 \times 30 + 1 \times 20 + 5 \times 25 + 5 \times 25 + 2 \times 25 + 1 \times 35 + 2 \times 25 + 5 \times 25$ m;上部结构为等截面预应力砼连续刚构箱梁及变截面预应力砼刚构箱梁;下部结构为墙式桥墩、钻孔灌注桩基础、U 式桥台、扩大基础;球型支座;桥面设 SSFB-80 型伸缩缝。该桥于 2002 年 12 月 23 日竣工。桥型布置如图 1 所示。

1.2 计算模型

将 ANSYS 有限元建模所用的材料性能参数及结构几何尺寸参数列于表 1 及表 2 中。对于此匝道桥边界条件的定义,因为 9 号支座进行更换,所以 10 号、11 号支座为固定铰支,9 号支座不加约束,相当于悬臂端。建立模型时 9 号支座为悬臂端,7 号、8 号支座与 9 号支座的作用与 10 号、11 号支座与 9 号支座关系相似,故取 9 号、10 号、11 号支座段进行分析。重力加速度取为 9.81 m/s^2 。

表 1 计算模型尺寸

类别	弹性模量(Pa)	泊松比	密度(kg/m ³)
箱梁	3.5e10	0.1667	26000
墩身	3.5e10	0.1667	26000
预应力钢筋	1.95e11	0.3	78000

表 2 计算模型尺寸(单位: mm)

跨度	桥面宽度	箱形截面 顶板厚度	箱形截面 底板厚度	箱形截面 腹板厚度
25000	8500	200	250	600

1.3 建模假设

建立有限元模型是基于以下假设的基础上形成的:假设各节点满足理想连接条件;假定结构不发生预应力损失;整个结构自上而下建模。建模坐标定义为:顺桥向取为 x 方向,横向为 y 方向,竖向为 z 方向。各构件的单元类型、实常数等规定见表 3。

收稿日期:2012-09-11

作者简介:黄颖(1982-),女,福建宁德人,博士研究生,主要从事桥梁设计与检测方面的研究,(E-mail)huangying6820@163.com

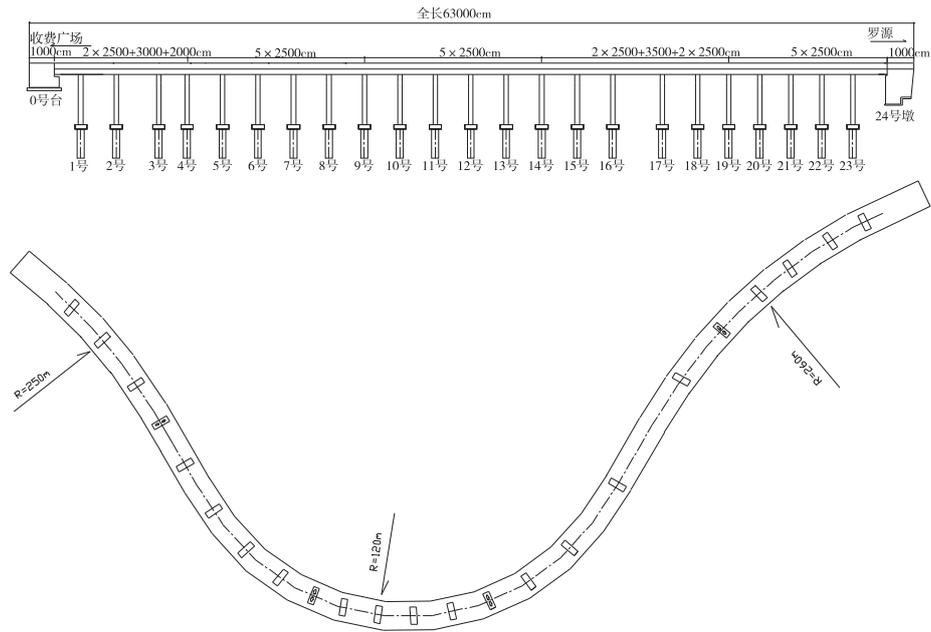


图 1 匝道桥型示意图

表 3 模型中的构件单元属性

构件类别	单元类型	单元编号	材料号	实常数号
箱梁	solid95	1	1	1
预应力钢筋	link8	2	2	2
墩	solid95	3	3	3

通过 ANSYS 程序建立分析模型,并且进行网格划分后所得到的模型如图 2 所示。

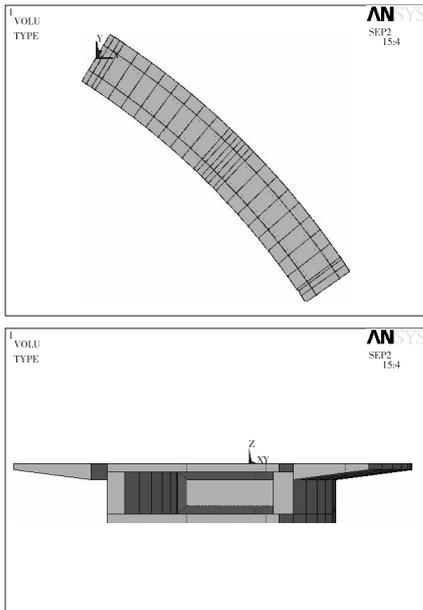


图 2 匝道桥 9~11 号桥墩段 ANSYS 模型示意图

2 匝道桥有限元程序计算分析

因为现在要进行分析的 9 号支座向上顶升的最大位移量,以 10 号支座处节点位移和 10 支座到 11 支座跨

中底部混凝土是否出现拉应力为标准,先将具体分析列于表 4 和图 3~6 所示:按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62-2004),C50 混凝土轴心抗压强度设计值为 22.4 N/mm^2 ,C50 混凝土轴心抗拉强度设计值为 1.83 N/mm^2 。图 3~6 中计算结果位移单位为厘米,应力单位为 N/cm^2 。从表格 4 中分析结果可以看出,从顶升位移 5 mm 到 6 mm 过程,10 号支座处发生的位移变号,10 号支座底部混凝土从压应力转为拉应力,且从 9 支座到 10 支座跨中应力也明显增大,所以建议顶升位移在 5 mm 到 6 mm 之间,最好不要超过 5 mm。

表 4 顶升位移有限元分析结果

9 号支座处发生位移 (mm)	跨中发生最大位移 (mm)	10 号支座处发生位移 (mm)	支座处应力 (N/mm^2)	9 到 10 支座跨中应力 (N/mm^2)
2 mm	-12.42	-1.204	-165.66	278.79
3 mm	-12.02	-0.33	-165.12	277.73
4 mm	-11.63	-1.206	-164.59	276.69
5 mm	-11.47	-0.48688	-164.08	275.66
6 mm	-11.51	0.16562	58.55	385.72
7 mm	-11.55	0.81811	57.99	494.74
8 mm	-11.60	-0.70585	57.41	492.71
9 mm	-11.64	-2.46149	56.80	490.68
10 mm	-11.68	-2.04303	56.17	488.67

3 结 语

从近几年的研究分析表明,桥梁顶升技术在桥梁支座更换中的应用日益增加^[6-8],本文利用 ANSYS 软件,通过建立福建省某高速公路匝道桥梁结构的有限元模型,对顶升过程中桥梁的力学行为进行深入分析。所得结论如下:

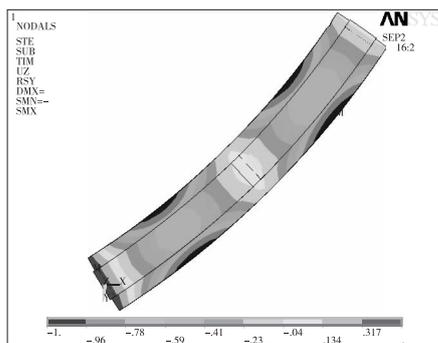


图3 顶升 5 mm 结构位移情况

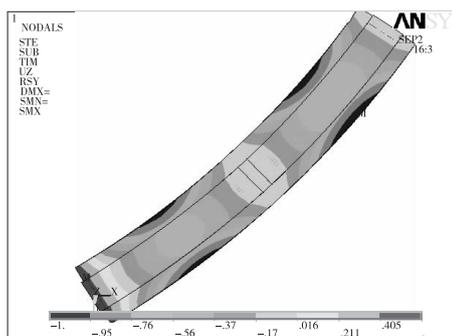


图5 顶升 6 mm 结构位移情况

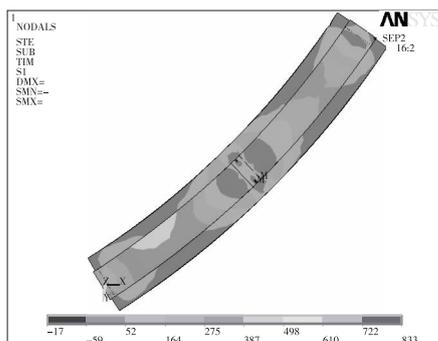


图4 顶升 5 mm 结构应力分布情况

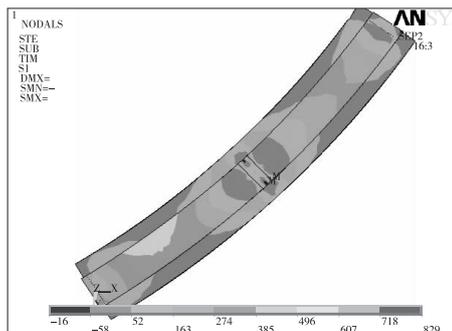


图6 顶升 6 mm 结构应力分布情况

(1) 模拟桥梁在交通荷载及位移荷载作用的情况下,桥梁各部分的受力情况及变形情况,同时也可以模拟施工过程中梁体顶升过程中,箱梁本身及墩体的受力变形情况。

(2) 分析结果可以看出,建议对 9 号支座顶升位移控制在 5 mm 内。利用有限元软件 ANSYS 进行模拟分析,明确梁体应力分布,得到梁端支座位置顶升允许的最大变形量,为现场加固监测尺度的把握提供保证。

参考文献:

- [1] 郝文化. ANSYS 土木工程应用实例[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.
- [2] 桂学. 桥梁顶升技术研究[D]. 西安:长安大学,2005.
- [3] 刘祥君. 桥梁建设中有限单元法应用的研究[D]. 天津:天津大学,2005.
- [4] 董超. 某高速公路互通立交 E 匝道桥典型病害分析与加固设计[J]. 科技资讯,2012(10):29.
- [5] 杨圣超,索晓庆,张永水,等. 简支转连续梁桥支座更换新方法仿真分析[J]. 中外公路,2010(3):133-136.
- [6] 陈露晔,张仁根,雷波. 简支转连续梁桥支座更换新技术研究[J]. 公路,2011(8):84-88.
- [7] 王久满. 整体同步顶升施工技术在维修桥梁支座中的应用[J]. 中国公路,2011(9):108-109.
- [8] 康皇生. 桥梁顶升技术问题初探[J]. 江西煤炭科技,2012(2):95-96.

Finite Element Analysis of the Girder Lifting of Fujian Province Expressway Ramp Bridge

HUANG Ying¹, ZHANG Jin-lin²

(Architectural Engineering Department of Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The structure finite element model of bridge is built by the finite element analysis software ANSYS. The software program can simulate the construction process of beam body jacking process of box girder and pier deformation. It provides guidance for the scale of monitoring process of construction lifting beam and strengthens the monitoring purpose.

Key words: finite element analysis; girder lifting; construction monitoring