

梁格法在箱梁桥静载试验中的运用

罗振华 姜海波 (广东工业大学建设学院)

余朝阳 (广东省公路工程质量监测站)

摘 要: 梁格法是一种能较好地模拟原结构的空问结构分析方法, 它能得到主要控制断面的挠度、应变数据, 以满足箱梁桥静载试验理论计算要求。以虎坑大桥为研究对象, 利用 MIDAS/Civil 分别建立箱梁梁格模型和整体杆系模型, 根据试验结果分析判定该桥的使用状况, 对梁格理论的理解及应用提供了有益的参考。

关键词: 箱梁桥, MIDAS/Civil, 梁格法, 静载试验

在箱形桥的静载试验中, 对箱梁的腹板应力和桥面两侧挠度数据较为关心, 在建立箱形桥模型时, 主要采用 3 种计算方法, 按杆系单元进行桥梁整体分析, 该方法计算简便, 可得到桥梁整体计算结果, 但不能得到两侧准确的应力和挠度数据; 对桥梁整个结构进行三维有限元离散, 可求得桥梁全部的变形, 但建模工作量大; 对箱形桥截面进行拆分, 用梁格法的概念, 以工字梁模拟纵梁, 用横向单元来模拟横向联系, 建模较为简单, 并且能得到需要的应力和挠度数据。本文主要介绍箱梁梁格模型的建模要点, 并结合实际箱梁桥的静载试验来验证箱梁梁格法的实用性。

1 箱梁梁格法

箱梁梁格就是运用梁格法的概念来对箱梁桥进行拆分建模, 用 MIDAS-Civil 建立箱梁桥梁格模型时, 有几个因素需要考虑:

1.1 截面和材料的定义

把箱梁拆分成纵梁和横向联系几大部分, 在 Auto-CAD 中画好, 再使用截面计算器, 导入到设计截面中, 如图 1 所示。创建一种虚拟横向联系材料, 密度为零, 其它各项指标和纵向相同。

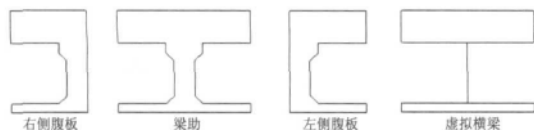


图 1 箱梁拆分示意图

1.2 抗扭刚度

按箱梁整体截面自由扭转刚度 I_{xx} 平摊到几条纵梁中, 可直接在截面特性表中更改。

1.3 截面偏心位置

在 MIDAS/Civil 中, 单元以偏心位置点连接, 在定义截面时要考虑偏心位置, 以便确定节点位置。

1.4 横向联系梁

横向联系梁截面定义为工字形截面, 中间竖向杆的宽度为一个极小值, 由箱梁底板、顶板和桥面现浇层厚度来确定尺寸。

1.5 0# 块

0# 块就是一个大的箱室, 模型中看作应变一致, 即把 0# 块形心点设为主节点, 以其余节点为从节点, 建立主节点和从节点的刚体连接。

1.6 预应力

在静载试验中所得到的应力、挠度数据皆为相对变化值, 而 MIDAS/Civil 把预应力当成荷载来考虑。所有在箱形桥梁格模型中, 不考虑预应力的影响。

用 MIDAS/Civil 建立箱形桥梁格模型最大的优点是: 可以直接得到腹板的应力(应变)数据和桥面偏载侧和非偏载侧的挠度数据。缺点是: 它对结构进行了面目全非的简化, 大量参数要预先计算准备, 工作量大, 认为偏差较难避免。

2 工程实例

2.1 桥梁概括

虎坑大桥位于江门市新会区省道 S270 线上, 桥面宽 13m, 主桥为 52.5m+80m+52.5m 的预应力混凝土箱形 T 构桥, 结构如图 2 所示, 主梁为单箱双室结构, 采用常规挂篮悬臂浇注施工, 设计荷载为汽-20, 挂-100。

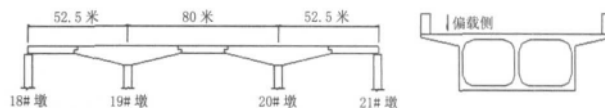


图 2 主桥结构简图

箱梁顶板宽 13m, 底宽 10.36m, 顶板悬臂长度为 1.32m, 悬臂板端部厚 10cm, 根部厚 25cm, 中肋宽 29cm, 箱梁根部底板厚 30cm, 跨中底板厚 16cm, 箱梁根部高 4.8m, 跨中箱梁高 1.8m。箱梁高度以及底板厚度按二次抛物线变化。墩顶固结处箱梁腹板厚 60cm, 跨中腹板厚 29cm。

2.2 加载位置与测点布置

静载试验主要测试 19# 墩 T 构在各级荷载作用下结构的工作性能, 包括顺桥向各测点的挠度、主要控制断面的应力变化等。根据结构计算的等代效应以及现场条件, 采用 4 部重车进行加载, 汽车加载布置情况如下图 3 所示, 加载顺序为 $0 \rightarrow 251.2\text{KN} \rightarrow 501\text{KN} \rightarrow 751.2\text{KN} \rightarrow 1004.8\text{KN}$, 满载后持荷 0.5~1 小时, 卸载顺序为: $1004.8\text{KN} \rightarrow 0$, 卸载后继续观测 0.5~1 小时至变形稳定。挠度和应变测点布置如图 4、5 所示, 用 N3 水平仪观测挠度数据, 用钢弦应变计记录应变变化。

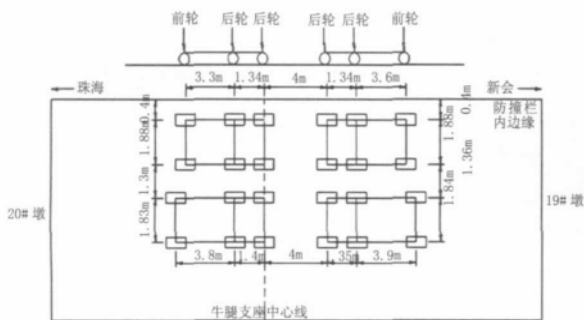


图 3 重车布置图

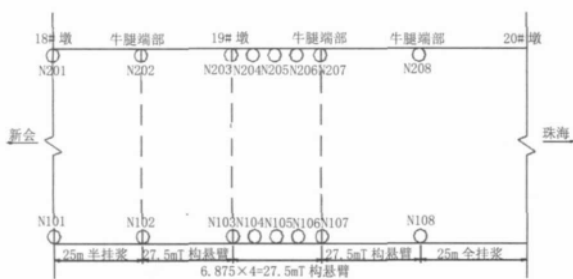


图 4 桥面挠度测点布置图

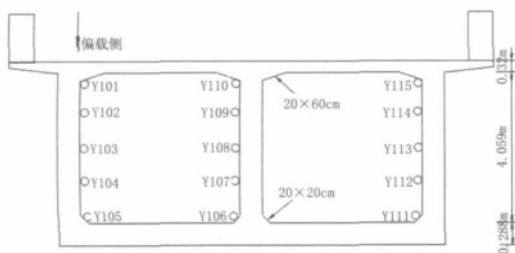


图 5 悬臂端根部箱内应变测点

2.3 梁格模型建立

根据桥梁竣工图纸和桥梁检测报告, 采用大型通用有限元软件 MIDAS/Civil 分别建立 19# 墩 T 构的杆系模型和梁格模型。杆系模型主要功能是计算纵向抗扭刚度以及验证梁格模型的计算效果。梁格法建模过程如下所示: 根据桥梁竣工图, 在 AutoCAD 中画出左右侧腹板和中肋截面, 考虑顶板、底板和桥面现浇层高度的横向联系梁, 用 MIDAS-Civil 自带的截面生成器, 导入 MIDAS-Civil 中; 根据水下检测报告, 确定桩基深度为水下检测报告中所提到的桩基水中长度加 2m; 沿 T 构纵向方向分成 24 段, 以保证足够的计算精度; 将杆系模型计算得到的整体箱型断面扭转刚度平摊到三条纵梁上; 修改生成截面的偏心点位置, 以保证各构件组装成箱梁模型。T 构梁格模型如图 6 所示, 全桥共划分为 274 个节点, 352 个单元, MIDAS/Civil 模型如图 3 所示。

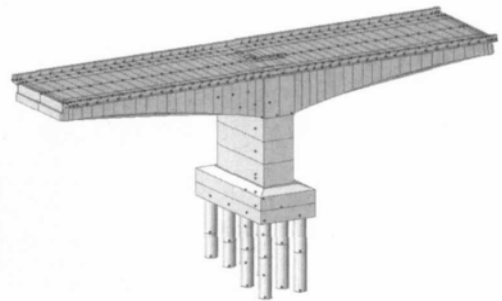


图 6 主桥 MIDAS 梁格模型

2.4 静载试验结果

实测 T 构牛腿最大弹性挠度值为 14.71mm, 理论计算最大值为 17.13mm, 满足试验方法要求; 实测挠度荷载曲线如图 7 所示, 挠度基本随荷载按线性规律变化, 说明结构处于弹性工作状态。偏心侧悬臂根部腹板顶部实测最大弹性拉应变为 $19\mu\epsilon$, 理论计算值为

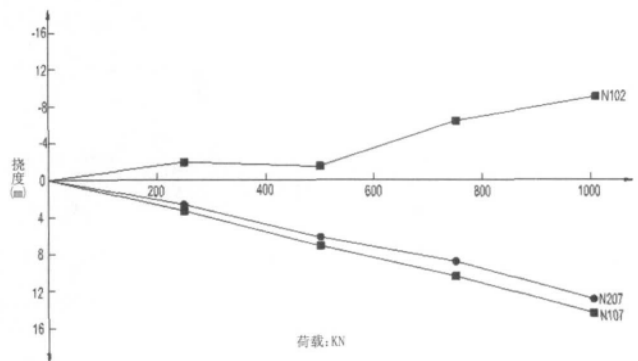


图 7 部分测点的荷载-挠度曲线

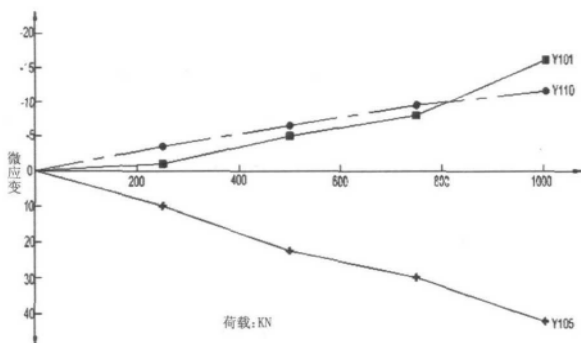


图 8 部分测点的荷载 - 应变曲线

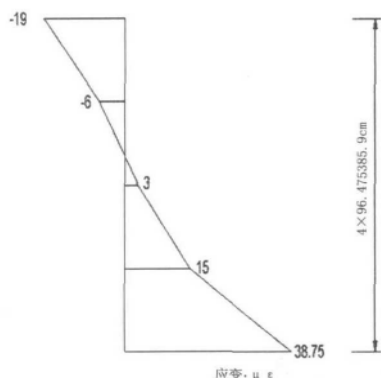


图 9 满载时偏载侧腹板实测应变随腹板高度变化曲线

28.01 $\mu\epsilon$ ，两者比值小于 70%，不满足试验要求；偏载侧悬臂根部腹板底部最大弹性压应变为 38.75 $\mu\epsilon$ ，理论计算值为 41.56 $\mu\epsilon$ ，满足试验方法要求。图 8 是部分测点的 $M-\epsilon$ 曲线，应力(应变)随荷载增大基本按线性规律变化；图 9 是满载时偏载侧腹板实测弹性应变随腹板高度变化曲线，应变随高度变化曲线基本符合平截面假定，表明结构处于弹性工作状态。

2.5 试验结论

静载试验数据表明，实测的控制点挠度和应变与荷载的关系曲线接近于直线，实测控制截面的应变沿高度变化曲线符合平截面假定，主要控制测点的相对残余挠度 S_p/S_t 值较小，大部分挠度和应变最大值均在理论计算值范围内，说明结构处于弹性工作状态。T 构牛腿最大弹性挠度值为 14.71mm，梁格模型偏载侧理论计算挠度值为 17.13mm，杆系模型牛腿理论计算挠度值为 18.04mm。梁格模型与杆系模型的误差值为 5%。

3 结语

梁格法是一种能较好地模拟原结构空间受力状况的分析方法，它能满足箱梁桥静载试验理论计算要求，在工程界得到广泛的应用。梁格模型与杆系模型理论计算值的差值较小，表明箱梁桥梁格模型可以满足静载试验的精度要求。●

【参考文献】

- [1] 交通部公路科学研究所. 大跨径混凝土桥梁的试验方法. 北京, 1982
- [2] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996
- [3] 肖汝诚. 桥梁结构分析及程序系统[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [4] 刘刚城. 梁格法在某单箱双室连续箱梁纵向分析中的应用. 铁道勘测与设计, 2002, 05
- [5] 新会虎坑大桥静动载试验报告. 广东省公路工程质量监测站. 2008, 01

《佛山陶瓷》杂志(月刊)

版面更新 传递更快
刊号 (国际)ISSN1006-8236 (国内)CN44-1397/TS

《佛山陶瓷》是全国性建材期刊及《中国学术期刊(光盘版)》期刊, 由佛山市陶瓷研究所主办, 中国陶瓷工业协会协办, 是广东省最早国内外公开发行的陶瓷专业杂志之一。

《佛山陶瓷》内容丰富, 设有“综述与评述”、“研究与探讨”、“环保与节能”、“生产与应用”、“机械与设备”、“陶艺纵横”、“经营与管理”、“专家门诊”、“知识讲座”、“行业快讯”、“本地要闻”、“走进企业”、“陶艺人物”等面向读者、贴近市场的栏目, 广受读者喜爱。

《佛山陶瓷》为大 16 开本, 每期订价 10 元(含邮费), 全年订价 120 元。

本刊自办发行, 承接破月订阅及拆零购买存刊, 随购随寄。

订阅方法:

(1) 银行汇款订阅

◆收款单位: 佛山陶瓷杂志出版有限公司(请注明“订阅《佛山陶瓷》”)

开户银行: 中国农业银行佛山分行友苑分理处

账号: 44-431701040002778

(2) 邮局汇款订阅

◆邮购地址: 广东省佛山市石湾榴苑路 18 号《佛山陶瓷》编辑部

邮编: 528031

收款人: 《佛山陶瓷》编辑部

电话: 0757-82269827(兼传真) 82713656

E-mail: foshan ceramics@163.net 或 foshan ceramics@163.com

Http://www.foshan ceramics.net 或 www.fstcmag.com