

曲线桥稳定性分析

赵焕军, 李福宝, 孙 伟

(青岛市政工程设计研究院, 山东青岛 266071)

摘 要: 该文介绍了曲线桥的受力特点, 采用 ANSYS 软件建立了一匝道桥模型, 对其施工阶段以及运营阶段的稳定性进行了分析, 结果表明该桥分阶段施工合理, 运营阶段安全, 为设计提供了理论依据。

关键词: 曲线桥; ANSYS; 稳定性; 支座预偏心

中图分类号: U448.42 文献标识码: A 文章编号: 1009-7716(2007)02-0033-02

0 前言

近年来, 曲线桥在城市建设中应用越来越多, 出于美观考虑和功能要求, 多采用独柱支承的窄桥。曲线梁桥本身受力复杂, 加上桥梁在施工时受现有道路交通以及周边环境的影响很大, 所以对桥梁在施工过程中的稳定性和施工完毕后的整体稳定性进行必要的分析。

1 曲线桥受力特点

曲线梁桥相对直线梁桥而言, 由于主梁的平面弯曲使得下部结构墩柱的支承点不在同一直线上, 从而使曲线梁桥的受力模式和直线梁桥有很大不同。曲线桥截面在发生竖向弯曲时, 由于曲率的影响, 截面产生扭转, 而这种扭转作用又将导致梁的挠曲变形, 这就是“弯—扭”耦合作用。弯扭耦合使得曲线梁桥的变形比同样跨径的直线梁桥要大, 且外边缘的挠度大于内边缘的挠度。曲线半径越小、桥越宽, 这一趋势越明显。在弯扭作用下, 与等跨度同截面直线梁桥相比, 曲线梁除了产生较大的弯曲和自由扭转变形外, 还会发生较大的约束扭转和箱形截面畸变, 产生的应力、应变对结构产生了更为不利的影响。曲线梁桥即使在对称荷载的作用下也会产生较大的扭矩, 通常会使外梁超载, 内梁卸载, 内外梁产生应力差别。曲线梁桥的支反力与直线梁桥相比, 有曲线外侧变大、内侧变小的倾向, 内侧甚至产生负反力。许多研究成果显示, 曲线梁桥较同跨度的直线梁桥, 其弯矩和剪力的分布与大小的规律基本一致, 但是其扭矩很大, 尤其独柱支承连续曲线梁桥梁端的扭矩, 严重影响了曲线梁桥的稳定性。

如何解决好独柱单点铰支承连续曲线箱梁桥的稳定问题, 是设计、施工中至关重要的问题。在

独柱点铰支承桥墩的连续曲线梁桥中, 上部结构传来的扭矩不能通过中间墩点铰支承传到基础上, 只能依靠在桥梁两端设置的抗扭支座来增加桥梁的整体稳定性。这种结构布置方式, 使主梁在恒(活)载作用下的扭矩全部传递到梁端的抗扭支座, 常常造成端部各支座横向受力分布严重不均, 上部结构的梁体扭转变形很大。严重的情况, 甚至引起连续曲线梁桥发生倾覆事故。如徐州境内的某高速公路上某曲线梁桥施工期间出大的滑移倾覆, 最后不得不采取措施对桥台、桥墩进行加固。

为提高曲线梁桥的整体稳定性, 对于独柱墩支承的小半径曲线梁桥, 可以预设支座偏心, 均衡扭矩分布, 减少端支座附近的扭矩。适当设置不对称预应力荷载, 以使内外受力达到比较均衡的状态。对于一些高墩曲线桥, 可以根据实际情况将墩梁固结。

2 工程概况

青岛杭州支路—鞍山路快速路工程是青岛城市快速路的重要组成部分, 桥梁部分包括三段高架、昌乐河立交、山东路跨线及三对上下行匝道。其中 CC3# 匝道桥为昌乐河立交的组成部分, 为 36 m+43 m+41 m+36.5 m 等截面连续箱梁桥, 梁高为 2.0 m, 桥梁中心线半径为 170 m。桥梁平面、箱梁截面见图 1、图 2。

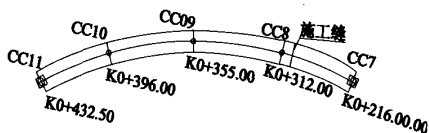


图1 CC3# 桥平面图(单位:m)

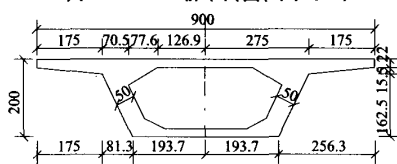


图2 箱梁截面图(单位:cm)

收稿日期: 2006-09-22

作者简介: 赵焕军(1964-), 男, 山东荣成人, 副院长, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

在桥梁施工过程中设计路线与现有高压线冲突,由于高压线暂不能迁移,为满足工期要求,对该桥做了变更设计,将上部结构施工分为两段。第一段为 K0+307.00~K0+432.50 段,共 125.5m,包括第一跨 5m 以及二三四跨(该段不受高压线影响);第二段为 K0+276.00~K0+307.00 段,共 31 m,为第一跨剩余部分,在高压线迁移后施工。

3 桥梁建模

CC7#~CC11# 桥墩高度分别为 11.3 m、8.7 m、13.1 m、13.2 m、9.8 m。CC7# 和 CC11# 为过渡墩,双支座支承,墩为圆端形,矩形部分长宽为 1.4 m×2 m,圆端部分半径 1 m 的半圆。CC8#、CC9#、CC10# 为独柱墩,预偏心分别为 0.22 m、0.2 m、0.19 m,墩直径为 1.5 m,CC9#、CC10# 为固结墩,CC8# 为铰接墩。

桥梁设计荷载为城-A 级,单向双车道。箱梁混凝土标号为 C55,墩柱混凝土标号为 C35。桥面铺装为 8 cm 钢筋混凝土+6 cm 沥青混凝土,防撞护栏每侧每延 m 为 0.4 m³ 钢筋混凝土。

采用 ANSYS 有限元程序对桥梁进行建模分析,箱梁采用板壳单元 shell181 模拟,墩柱选用 BEAM188 梁单元。第一施工阶段以及全桥完成后建模图形见图 3、图 4。



图3 第一施工阶段桥梁模型



图4 全桥模型

4 计算结果

通过计算得出,桥梁在第一施工阶段结束后的一阶失稳特征值为 25.44,说明分阶段施工是可行的,施工长度合理。在运营阶段,桥梁考虑双车道布载、外车道布载以及内车道布载三种不同加载方式,计算得出相应的一阶失稳特征值分别为 22.51、20.74、22.08,桥梁稳定性储备充足,桥梁采用双墩固结墩和预偏心大小合理。

为了进一步说明采用双墩固结的合理性,将上述模型固结墩调整为一个,得出两者在第一施工阶段后以及运营阶段的失稳特征值,比较见图 5、图 6。

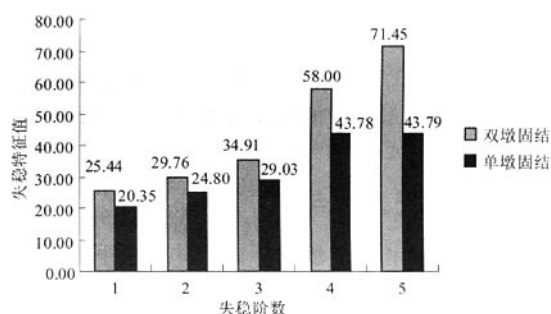
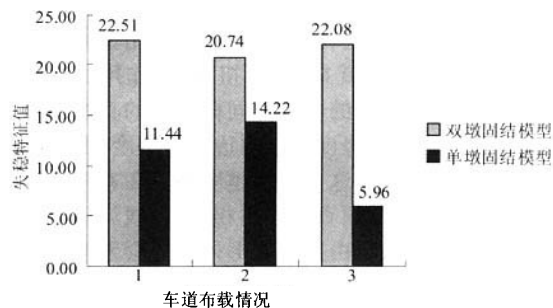


图5 第一施工阶段完成后桥梁稳定性比较



注:图中车道布载情况 1、2、3 分别表示双车道布载、外车道布载和内车道布载。

图6 运营阶段桥梁一阶失稳比较

结果表明,第一施工阶段完成后,桥梁采用双墩固结和采用单墩固结的前三阶失稳特征值都有所下降,但差别不大。在运营阶段,两者差别明显,尤其是在内车道布载时,桥梁一阶失稳特征值由 22.08 迅速下降到 5.96,桥梁采用双墩固结相比单墩固结稳定性大大提高。调整固结墩个数后,桥梁失稳方式发生了变化。双墩固结时,桥梁在三种布载方式下的一阶失稳模态均为梁体扭转失稳,桥梁的稳定控制因素为扭转刚度,二阶失稳均为纵向梁体纵向漂移失稳;单墩固结时,桥梁在三种布载方式下一阶失稳模态均为梁体纵向漂移失

现有桥梁抗弯加固技术比较与选择

方明准¹, 李圣慧²

(1.苍南县交通局, 浙江温州 325800; 2.上海市市政工程设计研究总院, 上海市 200092)

摘要:该文对现有桥梁抗弯加固技术进行了总结,介绍了加固原理及施工工艺,对各技术的特点与适用范围进行了比较,同时给出了一些桥梁抗弯加固工程实例。在桥梁加固工程方案选择时,应根据所加固桥梁的结构形式、损伤特点,从适用性、经济性、可行性、耐久性等多个角度进行比较,做出科学、合理的决策,从而取得最好的社会效益和经济效益。

关键词:桥梁; 混凝土; 抗弯加固; 加固技术

中图分类号:U445.72 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)02-0035-04

0 前言

随着中国经济的飞速发展,交通运输出现了重载、高速、大流量现代运输结构的发展趋向,公路运输在整个运输体系中占有的比重越来越大。而桥梁是道路的咽喉,现有桥梁(即旧桥)的结构性能、质量状况具有极其重要的地位,但根据公路管理部门大量调查结果分析,现有桥梁存在两大方面的问题:一方面,相当一部分桥梁服务期限已有20~30 a,梁体已出现混凝土破损、剥落、钢筋锈蚀、产生裂缝的现象,桥梁承载能力受到影响;另一方面,由于现在交通量增多,车辆载重增大,部分桥梁承载力明显不足,急需采用加固措施提高其承载力以适应交通需要。全国每年花费在针对桥梁的换梁、日常维修、加固等方面的资金相当可观,加固旧桥将是桥梁工程界一个非常迫切的任务。

目前,针对现有桥梁抗弯承载能力的不足,我国桥梁界的广大工程技术人员进行了大量的研究

工作,并提出了许多切实可行的加固方法,这些方法包括:加大截面法加固、改变结构体系加固、粘钢加固、焊接补筋加固、体外预应力加固、纤维增强复合材料加固等[1]。这些技术有着各自的适用条件和结构类型,在某些特定条件下,具有一定的适用优势。本文对这些加固方法的关键技术及优缺点进行了比较分析,并给出部分加固方法的应用实例。

1 现有桥梁抗弯承载力加固技术

1.1 加大截面法

加大截面法加固是在原桥结构基础上再浇筑一定厚度(或宽度)的钢筋混凝土,增大受弯构件的截面高度(或宽度)及钢筋面积,该方法是对钢筋混凝土桥加固的一种最传统的加固技术。根据加大截面的位置,可以分为顶部加强和底部加强两种情况。顶部加强即采用加厚桥面板或加强铺装层的方法,对混凝土受压区进行补强,增加受压区混凝土的面积及梁的有效高度,从而达到提高刚度、承载力的目的。对于I型或T型梁桥,可选用底部加强,即在梁底加大主梁腹板的高度或在梁侧加大腹板的宽度,并增加纵向受拉钢筋的面

收稿日期:2006-12-08

作者简介:方明准(1971-),男,浙江温州人,工程师,从事桥梁设计工作。

积,桥梁稳定的控制因素为纵向刚度,二阶失稳模态均为梁体扭转失稳。桥梁采用双墩固结明显增加了桥梁纵向刚度,提高了桥梁稳定性,增加了安全储备。

5 结论

根据鞍山路CC3#桥梁的计算分析结果,可以得到以下几点结论与建议:

(1)桥梁在第一施工阶段完成后具有足够的稳定特征值,桥梁分为两个阶段施工是安全可行的,分段长度合理。

(2)相比单墩固结,桥梁采用双墩固结优势明

显,在运营阶段安全储备更为充足。

(3)桥梁设计中采用双墩固结合理,支座预偏心设置大小合适。

(4)墩梁连接方式对曲线桥梁的稳定性影响很大,曲线桥半径、支座偏心值、宽跨比,墩柱刚度等对曲线桥的稳定性影响,需要进一步研究分析。

参考文献:

- [1]姚玲森.曲线梁[M].北京:人民交通出版社,1989.
- [2]邵容光,夏淦.混凝土弯梁桥[M].北京:人民交通出版社,1996.
- [3]李国豪.桥梁结构稳定与振动[M].北京:中国铁道出版社,1992.