

预应力混凝土连续刚构桥设计特点

金大勇, 陈金刚, 邓关彩

(中国市政工程西南设计研究院, 四川成都 610081)

摘要: 红水河二桥是位于来宾市内重要交通干道上的一座大跨预应力混凝土连续刚构桥。该文重点介绍该桥桥跨布置以及结构设计和计算。

关键词: 预应力混凝土; 连续刚构桥; 桥梁设计; 计算

中图分类号: U448.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)03-0029-02

1 工程概述

来宾市红水河二桥北接兴宾北路, 南接规划兴宾南路, 是横跨来宾市区南北的重要交通干道。主桥上部构造为 110m+190m+110m 三跨预应力混凝土连续刚构, 引桥上部构造为 2×40m 预应力混凝土连续梁桥。全桥分左、右幅结构各自独立, 主桥桥墩最高 34.5m。该桥正交跨越红水河, 桥位段河流常年水位在 60~71m 左右, 枯水位一般在 53~54m 之间。桥位下伏基岩为石炭系马平组燧石灰岩、硅质灰岩。桥址地处亚热带, 过渡的亚热带季风气候带。年平均气温为 28.5℃, 极端最高气温为 39.5℃, 极端最低气温为 -3.3℃。

2 主要技术标准

- (1) 道路等级及计算行车速度: 城市主干路 II 级, 计算行车速度 50km/h。
- (2) 荷载: 由于主跨为 190m, 超出了《城市桥梁设计荷载标准》(CJJ 77—98) 适用范围, 故采用公路 I 级荷载。人群: 315kN/m²。
- (3) 桥宽: 2×(0.25m 人行道栏杆 + 2.0m 人行道 + 3.25m 非机动车道 + 7.75m 机动车道 + 0.5m 防撞栏杆), 桥面宽度为 27.5m, 双向 4 车道, 远期规划划线调整为双向 6 车道。
- (4) 地震烈度: 区域震动反应谱特征周期为 0.35s, 地震动峰值加速度小于 0.05g, 相当于地震烈度 6 度, 按 7 度构造设防。
- (5) 通航标准: 航道等级内河 III 级, 双向通航, 有效通航净宽不小于 130m, 净高不小于 10m, 最高通航水位按 10a 一遇洪水位。
- (6) 桥面纵坡及竖曲线: 桥面纵坡 3.2%, 竖曲线最小半径 5000m。
- (7) 设计基准期 100a, 设计安全等级一级。
- (8) 防洪标准: 按百年一遇设防, $H_{1/100}=83.39m$ 。

3 总体设计

桥位处于来宾市区, 具备相对较好的运输条件, 桥型方案设计过程中, 力求体现技术先进可靠、经济合理适度、施工方便可行、使用安全耐久、人文景观协调的原则, 并结合初步设计专家评审意见, 主桥选择连续刚构桥方案, 桥跨布置以施工

安全可靠为中心, 引桥采用一次落架的预应力混凝土连续箱梁桥方案。桥跨布置图见图 1

4 主桥结构设计

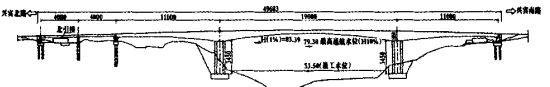


图 1 桥型布置图(单位: 标高以 m 计, 其余以 cm 计)

4.1 箱梁构造设计

上部结构为预应力混凝土连续刚构箱梁, 箱梁根部梁高 10.5m, 跨中梁高 3.5m, 顶板厚 26cm, 底板厚从跨中至根部由 40cm 变化为 150cm, 腹板从跨中至根部分 3 段采用 50, 70, 100cm 三种厚度, 箱梁高度和底板厚度按 1.5 次抛物线变化。箱梁典型断面见图 2。箱梁顶板横向宽 13.5m, 箱底宽 7.5m, 翼缘悬臂长 3m。箱梁 0 号节段长 15m (包括墩两侧各外伸 2m), 每个悬浇“T”纵向对称划分为 21 个节段, 梁段数及梁段长从根部至跨中分别为 6×3.5m、5×4.0m、10×4.5m, 节段悬浇总长 87.5m。悬浇阶段最大控制重量 2550kN。边中跨合拢段长均为 3m, 边跨现浇段长 13.5m。箱梁根部设 4 道厚 0.5m 的横隔板, 中跨跨中设 1 道厚 0.6m 的横隔板, 梁端横隔板厚 180cm。箱梁采用 C60 混凝土。

4.2 箱梁预应力体系

结合结构分析和工程经验, 笔者对主桥上部结构按全预

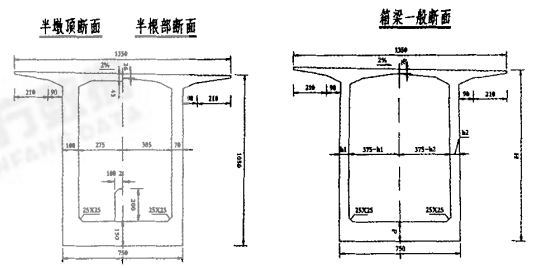


图 2 箱梁典型断面构造图(单位: cm)

应力混凝土构件设计, 采用三项预应力, 纵向预应力钢束分为腹板束(F1—F20)、顶板束(T1—T38)、顶板预留束(TY)、底板束(B1—B20)、合拢段顶板连接束(T39—T42、L)及底板预留束(BY)6 类。纵向预应力采用 15.24mm 的预应力钢绞线 (ASTM/A416—98, 标准强度 $f_p=1860MPa$), 预应力束布置

收稿时间: 2005-12-12

作者简介: 金大勇(1972—), 男, 四川遂宁人, 高级工程师, 从事道路桥梁工程设计工作。

参考文献:

- [1] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社.
- [2] 吴恒立. 材料力学[M]. 重庆: 交通学院.

跨径和不同宽度的各类箱梁施工)。该挂篮经漳诏高速公路旧镇特大桥实际使用, 各项指标均达到设计要求, 操作简单, 有效地提高了生产效率和降低了工人的劳动强度, 为加快施工进度创造了有利条件, 可为类似桥梁的挂篮设计提供有价值的参考。

见图图3。

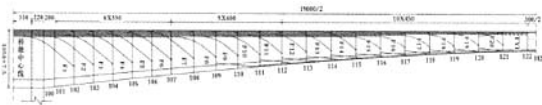


图3 纵向预应力束布置立面图(单位:cm)

横向预应力采用 $\Phi 15.24\text{mm}$ 的预应力钢绞线, BM15-3 扁锚体系, 设计单根张拉吨位 169kN, 采用单端张拉方式。纵向预应力钢筋采用公称直径 32mm 的精轧螺纹钢, ϕ 号~9 号梁段每侧腹板各按 2 根布置, 支承端两侧各按 3 根布置, 其余梁段按单根布置。设计张拉吨位 543kN, 采用梁顶一端张拉方式, 相应锚具采用 YGM32 型。纵向预应力束管道采用预埋塑料波纹管成孔, 真空辅助压浆工艺。

4.3 下部构造

主桥桥墩墩身采用两端刚性固接的钢筋混凝土双柱式柔性墩, 纵向由两片薄壁墩组成, 每片薄壁墩的下段为矩形实心截面, 上段为矩形空心截面, 横桥向宽 7.5m, 顺桥向厚 2.2m, 两片墩间净距为 6.6m, 墩身外侧距离 11.0m, 墩身构造图见图 4。主墩基础为扩大基础, 完全嵌固于基岩中, 厚度为 5m。主引桥间过渡墩为钢筋混凝土墙式墩、桩基础, 承台厚 3m, 桩基为单排桩 2 根, 桩径 2.5m, 嵌入微风化基岩 2.5m 以上。主桥墩身采用 C50 混凝土, 过渡墩墩身采用 C30 混凝土。

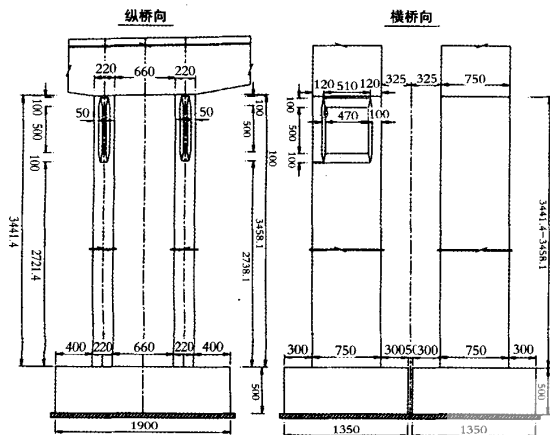


图4 主墩一般构造图(单位:cm)

5 结构计算

5.1 主桥纵向受力计算

主桥施工及运营阶段的纵向受力计算采用《桥梁博士 V3.03》主算,《公路桥梁结构设计系统 GQJS V9.2》校核计算。施工流程为: 下部结构施工完成后, 在墩旁托架上浇筑 0 号块, 其余块件(除合拢段及边跨现浇段外)均以挂篮悬臂对称浇筑, 并张拉各阶段预应力钢束, 直至最大悬臂; 然后按先边跨后中跨的顺序依次合拢; 最后进行桥面系施工。按此流程逐阶段计算结构各截面内力、应力和位移, 每个悬臂的施工包括挂篮就位、梁段浇筑、张拉预应力及挂篮前口等 4 个子阶段。

成桥运营计算包括恒载、活载、支点沉降及口度等工况, 按新规范进行最不利荷载组合。

计算参数: 合拢温度为 15°C , 体系升温 22°C , 体系降温 18°C , 箱梁顶板升温 15°C 及顶板降温 8.8°C 。不均匀沉降按 20mm 计算。

计算结果: 在最不利荷载组合下, 箱梁上缘最小应力为压应力 1.06 MPa, 箱梁上缘最大应力为压应力 18.4 MPa; 箱梁下缘最小应力为压应力 1.41 MPa, 箱梁下缘最大应力为压应力 12.9 MPa。计算表明, 主梁截面抗裂验算、抗压验算、承载能力强度验算等均满足规范要求。

5.2 主桥横向计算

箱梁横向按框架计算, 分别取根部、1/4L 以及跨中断面建立计算模型。活载按最不利情况分别在顶板跨中和挑臂根部布载计算内力。经计算, 横向预应力采用 $\Phi 15.24\text{mm}$ 的预应力钢绞线, BM15-3 扁锚体系, 设计单根张拉吨位 169kN, 采用单端张拉方式。

6 设计特点

从上世纪 70 年代开始, 连续刚构桥在我国桥梁界得到推广, 跨径越来越大, 结构体系构造措施日趋合理完善, 该桥的主跨跨径和桥梁长度已在国内同行业中处于前列。从已建连续刚构桥使用运营情况来看, 病害不时出现, 主要是主跨跨中的下挠, 以及存在一些裂缝, 尤以斜裂缝为普遍, 虽然不至于影响结构正常使用, 但裂缝的长期存在必将影响结构的耐久性能。笔者根据业内资料分析, 在设计中采取了相应对策:

(1) 适当延长箱梁节段施工周期以减小混凝土后期徐变。规定所有预应力施工都应该在箱梁混凝土养护龄期不小于 5d 进行, 每个节段的完整施工周期为 10d。

(2) 增大跨中预拱度的设置。影响梁的挠度因素较多, 且有不确定性及长期性, 因此收缩、徐变完成按 10a 考虑。

(3) 正确布置预应力束, 尤其是弯起束以确保有效的预应力。该桥设计中从根部到接近跨中都设置了弯起预应力束, 且针对布置下弯束和不布置下弯束两种情况进行了对比计算, 计算表明布置了下弯束后可有效减小截面的主拉应力, 提高箱梁斜截面的抗剪承载力。

(4) 中跨跨中设置了 1 道厚 0.6m 的横隔板, 能有效抵抗底板纵向预应力束产生的径向力, 避免跨中底板产生纵向裂缝。

来宾红水河二桥是目前国内市政工程中的特大型连续刚构桥梁。通过先进的计算分析和有关的课题研究, 精心设计, 努力创新, 使该桥上下部结构尺寸合理、比例协调, 全桥气势宏大, 庄重沉稳又不失轻盈美观, 符合安全、经济、实用、美观的原则, 现正在施工建设之中。

参考文献:

- [1] 罗玉科, 冯鹏程. 龙潭河特大桥设计[J]. 桥梁建设, 2005, (2).
- [2] 楼庄鸿. 对预应力混凝土连续刚构几个问题的认识[A]. 中国公路学会桥梁和结构工程分会 2004 全国桥梁学术会议论文集[C].
- [3] JTG D60-2004, 公路桥涵设计通用规范.
- [4] JTG D62-2004, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范.

兰州“十一五”将实现村村通沥青路

“十一五”期间, 兰州市农村公路建设将以县乡公路上等级和村村实现通沥青路为目标, 规划农村公路建设

项目 496 项, 完成投资 8.32 亿元, 使全市通村沥青路达到 2500 公里。