

文章编号: 0451-0712(2006)01-0041-03

中图分类号: U448.216

文献标识码: B

红星街桥——连续梁拱组合体系桥的设计简介

朱英磊, 王国安

(石家庄铁道学院土木分院 石家庄市 050043)

摘 要: 红星街桥, 上部结构型式为上承式连续梁拱组合体系, 该桥具有节省材料、降低造价、对地基要求低、适应性强、施工工艺简单、外形美观等优点。主要介绍该桥设计构造上的一些特点, 可为同类桥型的设计提供有益的借鉴。

关键词: 梁拱组合桥; 设计

中小跨径混凝土拱桥由于节省材料、施工技术要求不高、能充分发挥混凝土受压性能等优点, 因而造价低廉。但在平原及软土地基上, 有两个主要问题限制了混凝土拱桥的应用: 一是在满足通航净空要求的同时要压缩引道长度或降低填土高度; 二是超静定拱桥对地基要求较高。为了解决上述问题, 可以在桥梁的结构型式上采取措施, 其中梁拱组合体系桥是目前发展较快的一种桥型, 是一种经济、实用、美观的桥型, 在我国南方某些地区已有一些应用的实例, 但在北方地区应用还很少。

收稿日期: 2005-11-20

26.81 MPa, 最大拉应力为 43.20 MPa。

(2) 底板主梁的结构强度有较大的安全储备, 在 100% 荷载作用下最大压应力为 15.74 MPa, 最大拉应力为 34.71 MPa; 调平后最大压应力为 20.79 MPa, 最大拉应力为 52.88 MPa。

(3) 桁架结构强度也有一定的安全储备, 在 100% 荷载作用下最大压应力为 57.80 MPa, 最大拉应力为 37.57 MPa; 调平后最大压应力为 98.11 MPa, 最大拉应力为 38.75 MPa。

(4) 从总体上看, 加强桁架对维持钢吊箱刚度和稳定具有重要的作用。

6 结语

苏通大桥北主墩钢吊箱从现场底板制作到分节

1 工程概况及主要技术指标

1.1 工程概况

红星街桥是滹沱河石家庄市区段防洪工程及河道生态恢复汉河整治一期工程中的一个重要组成部分。该桥位于石家庄市区北部, 规划红星路跨汉河处, 与汉河正交, 设计常水位高 71.50 m。设计勘察最大深度 30 m 范围内所揭露的地层主要为冲积形成中砂及砂砾。由于设计水位较高, 并对该桥的景观设计有一定要求, 且需降低造价, 故采用了连续梁拱组合体系桥型, 以满足各方面的要求。

全桥总体布置见图 1 所示。

下沉定位总历时 3 个月。平面位置和高程分别控制在 ± 100 mm、 ± 50 mm 以内, 满足规范要求。采用了国际上先进控制系统同时驱动 16 台千斤顶整体下放 3 000 t 首节钢吊箱, 克服了江中风大浪急及过往船舶等不利条件, 高质量安全地完成了吊箱的定位, 这在世界上尚属首例, 对桥梁基础施工极具推广意义。

参考文献:

- [1] 河海大学. 苏通大桥主 4 号墩特大型钢吊箱施工安全监测成果分析报告[R]. 2005.
- [2] 武汉港湾工程设计研究院. 苏通长江公路大桥(C1)标 4 号墩钢吊箱设计计算书[Z]. 2004.

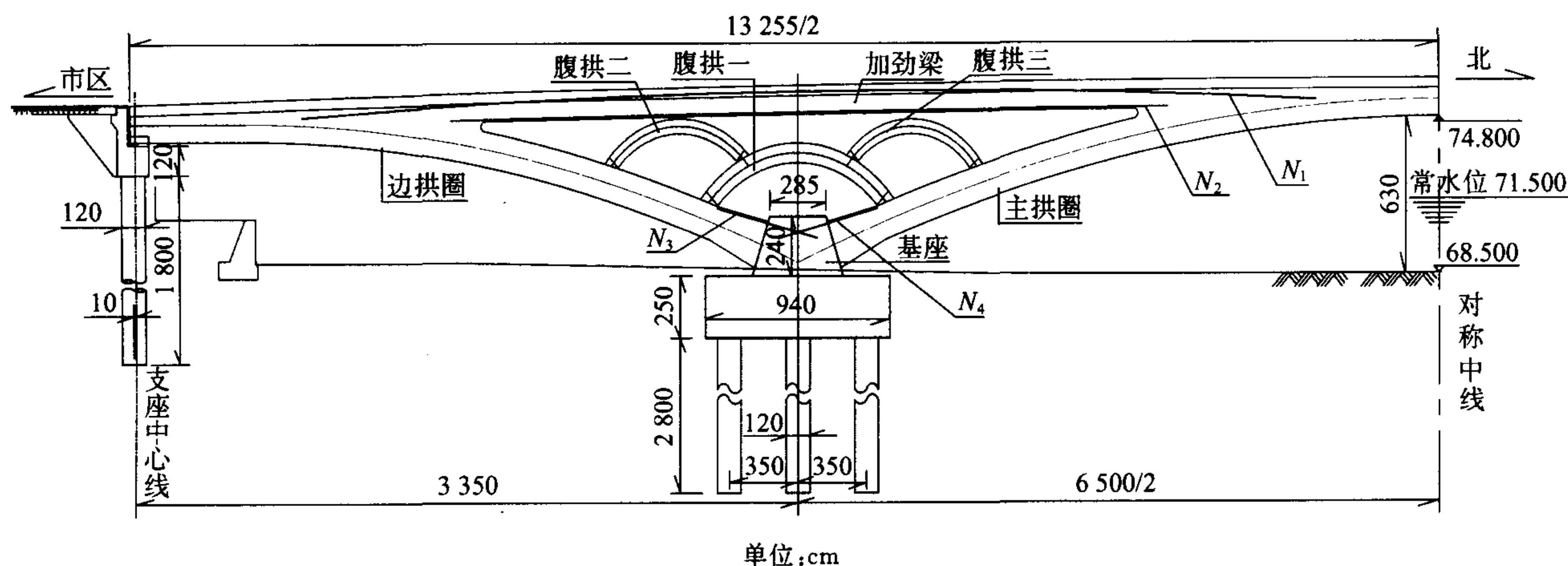


图1 全桥总体布置

1.2 主要技术指标

全桥共计3孔。上部结构采用33.5 m+65 m+33.5 m上承式连续梁拱组合体系。主拱及边拱矢跨比均为1/10,为无铰拱。主拱及边拱截面为箱形,拱底曲线为二次抛物线。拱肋全宽为20.3 m,高为1.307~2.77 m,纵肋间距2.5 m,肋宽0.3 m,顶底板厚16 cm。

桥梁下部结构为3排钻孔灌注桩接钢筋混凝土承台及单排5柱式钢筋混凝土桥台,基础为钻孔灌注桩,桩径为120 cm,按摩擦桩设计。盖梁为双悬臂矩形截面钢筋混凝土盖梁。

桥梁设计荷载为:城—A级,人群荷载 3.5 kN/m^2 ;规划桥面宽:净15 m机动车道+ $2 \times 3.5 \text{ m}$ 人行道;地震烈度按照7度设防。桥面中心线与水流方向夹角为 90° ;引道纵坡 $i=2\%$,桥面横坡为 1.0% ,竖曲线 $R=2\,211.5 \text{ m}$ 。

1.3 设计技术依据

- (1)城市道路设计规范(CJJ37—90);
- (2)城市桥梁设计荷载标准(CJJ77—98);
- (3)公路桥涵设计通用规范(JTJ021—89);
- (4)公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTJ023—85);
- (5)公路桥涵地基及基础设计规范(JTJ024—85)。

设计中还参考了公路桥涵设计手册——拱桥。

2 施工方案

由于滹沱河石家庄市区段常年水位较低,旱季经常断流,故采用有支架现浇的施工方法,分阶段进行施工。全桥施工大致分为5个阶段,具体施工步骤

如下:

- (1)施工下部基础钻孔灌注桩及中墩承台及桥台盖梁;
- (2)浇注基座及拱脚混凝土,张拉 N_3 、 N_4 号预应力束并灌浆;
- (3)满堂支架现浇主拱圈、腹拱及箱形预应力加劲梁桥面,张拉 N_2 号预应力束并灌浆;
- (4)现浇部分主拱圈,张拉 N_1 号预应力束并灌浆;
- (5)现浇边跨合拢段及中跨合拢段混凝土,宜在低温时合拢(温度不超过 20°C),现浇桥面铺装,拆除满堂支架,安装栏杆及附属设施。

3 理论计算及细部构造特点

3.1 理论计算

连续梁拱组合体系桥属于高次超静定结构,其设计计算的难点在于上部结构的内力分析。设计计算使用由同济大学开发的桥梁设计软件——Dr. Bridge 桥梁博士系统,并使用程序QJX进行复核。在进行理论计算时,应根据全桥施工方案,针对不同的受力阶段和结构体系,进行内力分析和计算。因此,全桥的设计计算分为以下5个阶段进行:

- (1)浇注基座及拱脚混凝土,张拉 N_3 、 N_4 号预应力束;
- (2)有支架现浇部分主拱圈、腹拱及加劲梁桥面,张拉 N_2 号预应力束;
- (3)有支架现浇拱圈与桥面合并部分主拱圈,张拉 N_1 号预应力束;
- (4)有支架现浇边、中跨合拢段;
- (5)拆除支架,加二期恒载。

各施工阶段计算时,应根据不同的结构体系和可能发生的荷载,包括施工荷载、自重、预应力、二次力、温差、活载和地基沉降等,计算结构各部分的位移和内力。

在设计过程中,首先建立了全刚接的计算模型,即按照各联结处(包括主拱与腹拱、各腹拱之间以及纵肋与桥面系之间的联结)均为刚接考虑。计算结果表明:在各种活载(尤其是温度和支座不均匀沉降)作用下,各联结处均有可能出现较大的拉力,结构受力复杂。为了满足各种荷载组合下的受力要求,需采用很高的配筋率,这显然是不够经济合理的。因此,对计算模型做了一定的修改,主要是将某些刚接改为不同形式的铰接来处理。经过对计算模型的不断修改,结构的内力分布渐趋合理。

3.2 构造特点

根据各施工阶段的理论计算和分析结果,在结构设计时,主要采取了以下的构造措施。

(1)由于加劲梁宽度很大,为了避免加劲梁与主拱圈共同受力,采取了在支承加劲梁的纵肋与加劲梁之间断开,并铺设了一层厚为1 cm的油毛毡的构造措施,使支承纵肋与加劲梁之间仅传递竖向力,而不传递水平力和弯矩,从而有效地简化加劲梁的设计。

(2)腹拱与主拱及各腹拱之间的连接处采用了设置铅垫板铰的连接方式,即在各腹拱的拱脚处设置了外包铜片的铅垫板和石棉垫层,并在铅垫板与拱脚混凝土之间用 $\phi 12$ 钢筋相连,有效地解决了因温度变化和基础变位等原因而可能导致的各拱圈连接处开裂的问题。

(3)结构抗震设计,在桥台两端设置抗震挡块,内侧设置橡胶垫板。

4 主要材料及用量

预应力束采用高强度低松弛钢绞线,其标准抗

拉强度为1 860 MPa。成孔方式采用波纹管。锚具采用HLM15-7型锚具及配套锚垫板、螺旋圈、YDC1500-200型千斤顶。普通钢筋分为Ⅰ、Ⅱ级,直径 ≥ 12 mm者用Ⅱ级钢筋,直径 < 12 mm者用Ⅰ级钢筋,钢板采用A3钢。

主拱箱梁、腹拱、箱形预应力加劲梁桥面、基座及伸缩缝预留槽采用C40混凝土,桥面铺装为C40防水混凝土、支座垫石采用C40小石子混凝土,压浆为C40水泥浆。下部盖梁、承台、台背、耳墙、搭板、灌注桩均采用C25混凝土。

全桥主要材料用量见表1。

表1 全桥主要材料用量

项 目	工程数量
现浇混凝土承台/ m^3	951.20
墩台盖梁混凝土/ m^3	81.64
现浇混凝土拱座/ m^3	338.60
现浇混凝土拱上构件/ m^3	190.62
现浇混凝土箱梁/ m^3	2 500.00
现浇混凝土板梁/ m^3	462.00
现浇混凝土拱板/ m^3	690.00
普通钢筋($\phi \leq 10$ mm)/t	95.46
普通钢筋($\phi > 10$ mm)/t	770.30
预应力钢绞线/t	56.05

5 结论

根据全桥的材料用量,该桥如采用预应力混凝土连续梁桥,则全桥因材料(主要是预应力筋和混凝土)用量的增加将使造价增加20%~30%,而施工费用则大致相当。可见,梁拱组合桥在节省材料,降低造价方面确有相当的优势。另外,该桥结构新颖,外形美观,为这一地区增添了一道靓丽的风景。

以上设计实践表明:梁拱组合体系桥具有诸多优点,是一种经济、实用、美观的桥型,具有一定的推广应用价值。

广东虎门大桥撤销收费站

2005年12月19日凌晨3时,广东省虎门大桥主线收费站正式撤销,自广深、常虎、莞深、江中、江鹤、京珠等高速公路开来的车辆,即日起均可免费通过虎门大桥。此次撤销虎门大桥收费站,使珠江东侧的六条高速公路通过联网收费连成一片,提高了粤西、粤东、珠三角区域车辆的通行效率。虎门大桥及其连接线工程全长15.6 km,起于东莞市虎门镇,东接广深高速公路太平立交桥,西接京珠高速公路广珠段,是贯穿深圳、珠海、香港、澳门的咽喉,是连接广东省东、西翼的重要交通枢纽。虎门大桥在1997年5月1日建成之初,京珠高速公路广珠段尚未完全建成,因此在大桥西侧设置了临时主线收费站。由于虎门大桥横跨珠江,连接东莞及番禺两大工业重地,虎门大桥的日交通流量十分大,车辆停车缴费造成通行效率低下。