

乌镇路桥上部结构施工方案比较及施工实践

邓思民

(广州市公路工程公司, 广州 510075)

过震文

(铁道部大桥局四处, 南京 210031)

摘 要 主要介绍乌镇路桥上部结构施工方案比较及施工实践。

关键词 乌镇路桥 上部结构 施工方案 比较

1 简介

乌镇路桥位于上海市市中心, 跨越苏州河, 连接黄浦、闸北二区。由于苏州河的通航要求, 加之河两岸的建筑物较为拥挤, 因此乌镇路桥必须要有较大的跨度和较小的梁高来满足苏州河通航净空和通航宽度要求, 并能减小两岸引道的长度; 同时苏州河淤泥较深, 地质条件较差, 所以设计上采用钢管混凝土拱的系杆拱桥, 使得梁的高度降低; 而且这种结构属外部静定结构, 对基础的条件要求不高, 在这种环境和地质条件下, 采用系杆拱桥的结构形式是最合理的结构形式。

乌镇路桥设计计算跨径为 48.5m, 结构为系杆拱桥, 一跨跨过苏州河, 拱肋采用 16mm 厚的 16Mn 钢板焊接而成, 横截面为外径 100cm 的圆, 拱内填充 C60 的混凝土, 拱轴按抛物线布置, 矢高 900cm, 两片拱肋之间不设风撑; 承重梁为预应力混凝土箱梁, 梁高 100cm, 梁重 3.5t/m。

2 上部结构施工方案比较

系杆拱桥的特点就是将主承重结构的梁和拱联起来使用, 使它们能共同承受荷载, 充分发挥其各自受力优势, 从而提高桥梁结构的跨越能力, 降低桥梁结构的建筑高度。结合其构造特点, 一般来说, 在上部结构施工过程中, 可采用“先梁后拱”和“先拱后梁”两种方法施工。两种方法各具特点, 下面就两种施工方法作简要介绍。

2.1 “先梁后拱”法

2.1.1 施工工艺流程

搭设临时支墩及现浇膺架 现浇边段系梁及端横梁 端横梁张拉 中段系梁预制及安装 灌注系梁湿接头混凝土 系梁张拉 拱肋制造及分段安装 安装临时风撑 柔性吊杆制造及安装 灌注拱肋混凝土 柔性吊杆第一次张拉 吊装中横梁灌注中横梁湿接头 横梁预应力束张拉 柔性吊杆第二次张拉 桥面板预制及安装 柔性吊杆第三次张拉

系梁挑臂现浇 桥面铺装

2.1.2 特点

“先梁后拱”法是系杆拱桥比较成熟的施工方法。从工艺流程图可以看出在施工过程中, 结构的重量是通过临时支墩承担的, 在梁拱形成联合结构之前, 基本不承受外力, 施工过程安全可靠。

工期: 采用该方法施工, 工期控制的关键线路在现场临时支墩、膺架施工及现浇、安装工作。该部分工序均为顺序作业。而其它工序, 如横梁系梁及桥面板预制、钢管拱肋分段制造均可在工厂生产, 安装时运至现场, 不影响整体工期, 故采用该方法的理想工期在三个月时间。

航道占用: 乌镇路桥一跨跨越苏州河, 采用该法施工, 水上必须设临时支墩, 从支墩搭设到主体工程完成、支墩拆除将持续三个半月时间, 在这段时间内将限航三个半月, 另外在主系梁安装、中横梁、拱肋分段安装过程中, 还要对苏州河封航, 累计封航次数将达十次。

施工难点:

- 1) 水上打桩作业及膺架安装。
- 2) 水中临时墩的防撞保护。
- 3) 主系梁中段重约 100t, 该结构的水上安装亦为难点之一。
- 4) 因膺架及安装拱肋支架的影响, 增加了中横梁的安装难度。

施工措施费:

1) 航务配合费: 采用该法施工, 因采取了限航及临时封航措施, 港监部门投入了较多的人员和设施进行管理, 航务配合费为人民币 30 万元。

2) 辅助结构设施费:

临时支墩钢管桩插打、拔除费用:

$39.6t \times 5000 \text{ 元}/t = 198000 \text{ 元}$

桩间及墩顶连接系钢结构制造、安装费用

$9.2t \times 4000 \text{ 元}/t = 36800 \text{ 元}$

主系梁边段雁架安、拆及支架使用费:

$12.8t \times 800 \text{ 元}/t + 12.8t \times 120 \text{ 元}/t = 11776 \text{ 元}$

主系梁中段起吊安装费用:

$200t \times 500 \text{ 元}/t = 100000 \text{ 元}$

拱肋分段安装;支架安、拆及使用费:

$720m^3 \times 30 \text{ 元}/m^3 = 21600 \text{ 元}$

金属回收费用:

$- 48.8t \times 800 \text{ 元}/t = - 39040 \text{ 元}$

合计人民币:292336 元

2.2 “先拱后梁”法

2.2.1 施工工艺流程

现浇端节点、端横梁 临时锚固端节点 拱肋制造及整体安装 安装临时风撑 纵向临时预应力体外束张拉 灌注拱肋混凝土 柔性吊杆制造及安装 主系梁分段预制及安装 现浇主系梁湿接头 主系梁预应力束张拉 柔性吊杆第一次张拉 安装中横梁 灌注中横梁湿接头 横梁预应力束张拉 柔性吊杆第二次张拉 桥面板预制及安装 柔性吊杆第三次张拉 系梁挑臂现浇 桥面铺装

2.2.2 特点

“先拱后梁”法是近来较为流行的一种施工方法,对于中等跨度,航道条件要求较高的河道较为适用。其特色是先整体安装主拱肋,再利用主拱肋及柔性吊杆分段安装主系梁。这样不难看出在主系梁张拉形成整体之前,其荷载完全是由主拱肋承担的,主拱肋在施工过程中增加了附加的应力,对拱肋必须进行特殊的检算和加固。

工期:采用该法施工可有效地减少现场的施工量,除现浇拱座必须在现场完成外,其余构件均可在工厂预制完成,然后运至现场进行安装。这样就有效地缩短了工期,从而使理想工期右压缩至二个月。

航道占用:由于取消了水上临时支墩及膺架结构,也就消除了对苏州河限航要求。仅在主拱肋架设、横、系梁安装过程中须进行临时封航,封航次数预计不超过十次。

施工难点:采用该法施工的难点集中反映在主拱肋上。首先要对主拱肋进行受力推算,作加固处理,其次主拱肋在整体安装过程中作为柔性体必须考虑其起吊后的变形、侧向稳定性及定位等方面的困难。

施工措施费:

1) 航务配合费:因对航道占用要求有所缓解,航务配合费也相应减少,需人民币 10 万元。

2) 辅助结构设施费

主拱肋加固费:

$9.3t \times 5000 \text{ 元}/t = 46,500 \text{ 元}$

现浇拱座临时锚固:

23,000 元

纵向预应力临时束:

$1.6t \times 8000 \text{ 元}/t = 12,800 \text{ 元}$

主拱肋安装费用:

$44.5t \times 500 \text{ 元}/t = 22,250 \text{ 元}$

金属材料回收费:

$- 9.3t \times 800 \text{ 元}/t = - 7,440 \text{ 元}$

合计人民币:97,110 元

3 乌镇路桥施工实践

作为与苏州河综合整治工程相配套的第一个桥梁项目,桥虽不大,却有着相当的影响,它的工期决定了下一个项目的开工时间,所以工期相当紧张,桥梁部分总工期为四个月,钻孔桩基础和承台(采用吊箱围堰法施工)等下部结构必须用去二个月时间,为按期完成任务,经与设计部门商量,决定将原先准备采用的“先梁后拱”法改为“先拱后梁”法施工,这样,在工期、航道占用方面有所改善,施工措施费也有所降低,却增大了设计院对主拱肋的验算和加固量工作,以及施工中的风险。

为了确保工程质量,在施工过程中对各道工序都进行了严格控制,尤其是关键工序的控制。

(1) 主拱肋的制造委托有经验的钢结构加工单位在工厂进行,首先分段预制,然后预拼装,焊接成整体,再焊上临时加固系统,联成一体后下河,船运至桥位。利用高潮位时段进行架设,先架设下游侧拱肋,再架设上游侧拱肋,每片拱肋重约 26.9t。采用 60t 拼装式吊船起吊架设,精确对位后与拱座预埋部分焊接成整体,在岸上设地笼四个,呈“八”字状用钢丝绳将单片拱肋稳定,以防上侧向变形,然后架设另一片拱肋,并尽快安装临时风撑,使两片拱成为一个整体。由于钢管混凝土拱肋主要承受压力,因此对拱管内混凝土的密实度要求很高。一般来说,拱管混凝土的灌注可分为“分仓灌注法”及“拱脚顶升倒灌法”两种。前者就是将拱肋按拱轴方向分成若干段,根据先后次序在每一段内开口由上向下灌注。但开口过多会削弱拱轴截面,且管内混凝土不易密实。后者就是利用混凝土泵车的出口压力将混凝土从拱脚压升至拱顶,混凝土通过自身的重量使其不经振捣而达到密实且不损伤钢管截面,安全可靠,但又受到混凝土泵车的顶升能力及拱管混凝土的配制等重要因素的制约。

潘火互通式立交的设计与施工

张冠华

(辽宁省交通勘测设计院, 沈阳 110005)

摘 要 本文简要介绍宁波市潘火互通式立交的线形、桥梁设计以及软土地段的桥梁施工。

关键词 互通式立交 设计 施工 无梁板

1 概况

潘火互通式立交位于同三国道主干线宁波市境高速公路大契至西坞段,该互通立交中心桩号为 STA22+912.644,是宁波市东面上下同三线高速公路的进出口。潘火立交地处宁波市潘火镇,立交北与宁波市环城公路相接,西接杭甬高速公路,东与大契北仑港相连,南连西坞方向;采用定向变形苜蓿叶型式,由辽宁省交通勘测设计院负责设计。由于整个立交处于软土地段,地质情况十分复杂,现对该立交的设计与施工情况作一简要介绍。

2 互通式立交设计

乌镇路桥采用了拱脚顶升灌注法,根据拱的跨度、矢高情况,可以确定混凝土的垂直输送高度为 12m,加之混凝土的水平输送管($\phi 150\text{mm}$)长度也不大,约为 6m,因此可确定混凝土泵车的排送压力为 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 。考虑利用系数选定混凝土泵车的排送压力必须满足: $P_{\min} > 12\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

乌镇路桥的每根拱管的混凝土为 32m^3 ,若选定的混凝土泵车的排送量为 $30\text{m}^3/\text{h}$,则每根拱管顶升的时间约为 30min,此时管内混凝土的前进速度约为 $120\text{cm}^3/\text{min}$ 左右,这个速度较慢,顶升过程中便于掌握因而比较合适。

(2) 拱管混凝土的灌注方法及拱管混凝土的配制。拱管混凝土必须具有良好的和易性,较低的塌落度,同时还必须能对混凝土的收缩有一定的补偿,以保证拱管混凝土的密实度,该桥拱管混凝土的设计强度较高,为 C60,这样水泥用水量就较大,为 $80\text{kg}/\text{m}^3$,对应的混凝土的收缩量较大,加之拱管内混凝土又不能养护,因此在配制混凝土时掺 10% 的 UEA 膨胀剂和减水剂,使水灰比降至 0.30,同时为增加混凝土的流动性和可泵性,选用 5~25mm 的碎石,掺适量的粉煤,并将混凝土落度控制在 10~

2.1 立交线形设计

宁波市地处沿海,其经济发展迅速,为发展宁波北仑港集疏功能,促进宁波的社会经济进一步飞速发展,适应宁波至北仑港、宁波至台州方向的未来交通增长的需要,促进宁波旅游业的发展,修建了大契至西坞段高速公路;潘火互通式立交正处于通往北仑港、台州两条公路的交汇处。因而该立交的设计对于加快整个宁波地区的经济发展起到重要作用。设计人员对于该立交所处地区的交通条件、社会自然条件等进行了广泛、细致地调查和勘测工作,考虑到立交造型是否美观涉及宁波市的形象,为使该立

12cm 之间。在灌注过程中,我们在拱管的下端设置了可关闭的进灰口,为保证密实度在拱顶设置了增压管,同时在拱背上间隔一定的距离设置排气孔从排气孔内可观察拱管内混凝土的前进情况,以保证两端对称灌注。

通过一系列的控制方法,我们较为有效的完成了乌镇路桥主体结构的施工。业主委托武汉桥梁研究院对拱管混凝土进行了超声波无损检测,每根拱肋抽检 28 个横截面。结果表明,测试部位拱管混凝土密实灌注质量良好。业主同时还委托上海市市政工程研究院对主桥进行了荷载试验,认为桥梁结构的承载能力及其工作状态符合设计标准的要求,在设计荷载作用下处于良好的弹性工作状态,强度和刚度符合要求。

4 结论

乌镇路桥是在施工系杆拱桥时采用“先拱后梁”法的项目,通过该项目成功实践,使我们对这种施工方法有了较深的了解,并取得了较好的社会效益和经济效益,同时也为我处在场地狭小、环境复杂的闹市区进行市政工程施工积累了宝贵的经验。