

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.04.022

简支下承式拱形钢桁架人行天桥结构设计

王煜

(重庆市设计院有限公司, 重庆市 400015)

摘要:以重庆市渝州路道路拓宽改造工程2号人行天桥为例,对简支下承式拱形钢桁架结构在大跨度天桥工程中的实际运用进行了介绍,并重点分析了该天桥的结构选型、总体布置、桁架杆件和节点构造,以期为类似结构的桥梁设计提供借鉴。

关键词:人行天桥;下承式拱桥;钢桁架桥;桁架节点构造

中图分类号: U448.11

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)04-0079-02

0 引言

凭借跨越能力强、施工快速便捷和景观性好等优点,钢结构桥已经成为国内城市人行天桥的主流形式。而随着城市道路的不断拓宽,以及地下轨道、管网和综合管廊对桥梁布墩所造成的限制,城市人行天桥的跨度也在相应增大。重庆市渝州路道路拓宽改造工程2号人行天桥就是一个较为典型的案例。该天桥受道路拓宽及地下轨道的影响,跨径布置为 1×56 m,主梁采用简支下承式拱形钢桁架结构,在安全性、功能性和景观性之间实现了良好的平衡。

1 工程概况

重庆市渝州路道路拓宽改造工程位于重庆市渝中区和高新区,起点接大坪循环道,终点接石桥铺立交,路线全长约3.5 km,项目总投资约4.64亿元,道路等级为城市主干道。工程将现状双向4车道的渝州路拓宽至双向8车道,并在部分路口增设人行天桥,以保障行人过街安全及车流畅通。

2号人行天桥位于重庆市高新区渝州路与渝州支路交叉口附近,上跨东西走向的渝州路。桥下道路拓宽后横向布置为:13.50 m(人行道)+36.75 m(车行道,含中央分隔带)+13.75 m人行道。城市轨道交通1号线和5号线的3条隧道沿渝州路走向布置于车行道和人行道下方,2号人行天桥基础须与城市轨道交通结构保持3 m以上的水平净距,这导致2号人行天桥在车行道和部分人行道范围内无法布

墩。此外,受两侧用地条件限制,2号人行天桥结构物须设置在道路红线范围内。经现场踏勘和资料分析,该天桥需采用简支梁桥形式,主梁跨径超过50 m。

2 天桥结构选型

目前国内城市道路人行天桥主要采用钢箱梁和钢桁架梁形式。钢箱梁由于外观庞大笨重、用钢量大、主梁桥面偏高导致梯道过长等缺点,很少用于40 m跨径以上的简支天桥。而下承式钢桁架梁结构具有受力明确、跨越能力强^[1]、用钢量较少、自重较轻、景观通透性好、梯道衔接与布置较为合理等优点,更适宜作为该天桥的结构形式。此外,为确保2号人行天桥自振频率不低于规范要求的3 Hz^[2],2号人行天桥桁架最大高度将超过6 m,而桥址处周边为景观绿地和低矮房屋,因此,为提升桥梁与周围环境的景观融合度,2号人行天桥采用下承式拱形桁架梁,通过上弦杆的弧形曲线变化来减小天桥的视觉体量感。2号人行天桥景观效果图见图1。



图1 2号人行天桥景观效果图

3 天桥总体布置

2号人行天桥主梁全长56.6 m,计算跨径 1×56 m(见图2)。桥墩设置于人行道外侧,这样在确保车辆行人通行顺畅的同时,桥下空间通透宽敞,视觉效果良好。主梁采用简支下承式拱形钢桁架结构,由2片拱

收稿日期:2021-06-25

作者简介:王煜(1986—),男,硕士,高级工程师,国家一级注册结构工程师,注册土木工程师(岩土),从事桥梁、隧道和边坡支挡设计工作。

形桁架和横联杆件组成整体,斜腹杆采用三角形布置,最大桁高 6.36 m;横向布置为:宽 0.4 m 桁架 + 宽 4.5 m 人行道 + 宽 0.4 m 桁架 = 5.3 m。在桁架梁两侧设有梯道梁,梁与梁之间设置伸缩缝断开。在每片桁架梁两端设有 1 根 T 形独柱墩作为支撑,桥墩基础采用直径 1.5 m 的独桩,桩基与轨道结构水平净距在 3 m 以上。

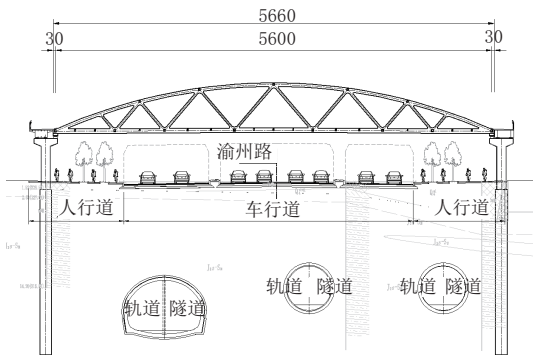


图 2 2号人行天桥立面布置示意图(单位:cm)

4 桁架杆件设计

2号人行天桥桁架杆件采用全焊箱形截面,其横断面图见图3。2号人行天桥的上弦杆为拱形,拱轴线跨度 56 m,矢高 6 m,矢跨比为 6/56;上弦杆截面尺寸为 400 mm × 450 mm × 28 mm;下弦杆截面尺寸为 400 mm × 550 mm × 28 mm,并从跨中向两端设置 0.5%的纵坡,以满足排水要求。

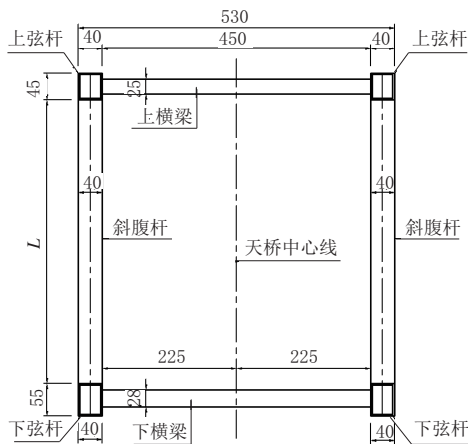


图 3 2号人行天桥桁架横断面图(单位:cm)

2号人行天桥的斜腹杆截面尺寸为 400 mm × 300 mm × 12 mm。上弦杆之间设置上横梁,截面尺寸为 200 mm × 250 mm × 12 mm;下弦杆之间纵向交替设置下横梁和横向连接杆,截面尺寸分别为 250 mm × 280 mm × 16 mm 和 150 mm × 200 mm × 12 mm。

5 桁架节点设计

2号人行天桥杆件连接节点采用无节点板设计,

节点处斜腹杆的上、下侧钢板与弦杆直接抵焊,斜腹杆和弦杆的侧板采用整体切割成形,并在杆件之间采用圆弧过渡,以优化节点应力分布,而且外形简洁圆润。

2号人行天桥桁架节点示意图见图4。

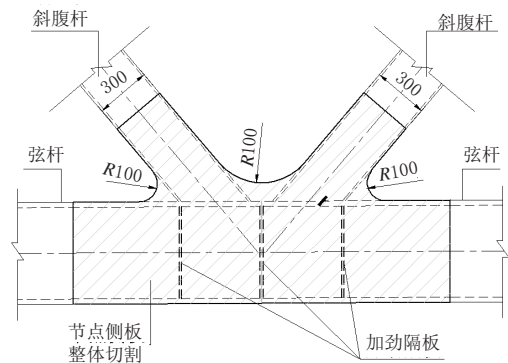


图 4 2号人行天桥桁架节点示意图(单位:cm)

此外,在弦杆内部设置加劲隔板,隔板位于腹杆钢板与弦杆抵焊处的正下方,该措施可有效减小节点处应力集中^[3]。

6 结构验算

采用 Midas/Civil 软件对 2号人行天桥建模计算。2号人行天桥计算模型图见图5。

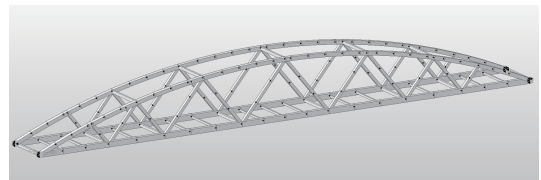


图 5 2号人行天桥计算模型图

在承载能力极限状态下,2号人行天桥桁架杆件最大拉应力为 93.1 MPa;最大压应力为 131.7 MPa,小于 Q355 钢材强度设计值 270 MPa,满足规范要求。

在正常使用极限状态下,2号人行天桥桁架结构由人群荷载引起的最大竖向挠度为 19 mm,小于规范允许挠度值 56 000/800=70 mm。由结构重力和人群荷载所产生的向下挠度为 34 mm,小于规范容许值 56 000/1 600=35 mm,可不设置预拱度。

根据规范要求,人行天桥上部结构竖向自振频率不应小于 3 Hz。该天桥主梁 1 阶竖向自振频率为 3.08 Hz,满足规范要求。

7 结语

(1)天桥作为城市道路景观的一部分,在确保安全性和功能性的前提下,应注重桥梁自身景观性与周围环境的协调性,设计过程中需综合考虑桥梁结

(下转第 84 页)

7 结 语

该文提出了含泥质石膏岩中的腐蚀机理、合理有效的抗腐蚀措施及桥梁桩基设计的要点,根据实际工程及实验进行检测,并得出以下结论:

(1)石膏岩层中硫酸盐含量随深度变化而不同,实际项目中应在不同深度取样分析,根据硫酸盐含量分布确定桩基长度。

(2)石膏岩对混凝土的破坏与其他硫酸盐不同,主要是钙矾石结晶破坏。

(3)判断石膏岩腐蚀性时,应采用石膏岩中硫酸根离子水溶值含量,而非单位岩体中全部硫酸根离子含量,一般来说,前者远小于后者。

(4)防止石膏岩中硫酸盐结晶破坏最有效的方法是提高混凝土的密实度。

参考文献:

- [1] 孟庆业.水泥基胶凝材料中碳硫硅钙石的形成研究[D].湖南长沙:中南大学,2014.
- [2] 马忠诚.一种钙矾石结晶化抑制剂的合成及其性能研究[Z].北京:中国建筑材料科学研究总院,2010.
- [3] 戴文波,蒋世琼.混凝土抗硫酸盐侵蚀的研究[J].现代企业文化,2010(15):122-122.
- [4] 李科学,阳凌峰,王新荣.成都市南部含泥质石膏岩地层工程地质特性的认识[J].四川建筑,2012,32(6):77-78.
- [5] 金雁南,周双喜.混凝土硫酸盐侵蚀的类型及作用机理[J].华东交通大学学报,2006,23(5):4-8.
- [6] 牛斌涛,王山峰,姜骞,等.硫酸盐腐蚀地质环境中的桩基混凝土抗腐蚀试验研究与机理分析[J].建筑施工,2015,293(10):1229-1231.
- [7] GB/T 50082,普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准[S].
- [8] JTG T3310—2019,公路工程混凝土结构耐久性设计规范[S].
- [9] GB 748—2005,抗硫酸盐硅酸盐水泥[S].
- [10] JC/T 2553—2019,混凝土抗侵蚀抑制剂[S].
- [11] 石亮,谢德擎,王学明,等.抗侵蚀抑制剂对混凝土吸水性能及抗盐结晶性能的影响[J].材料导报,2020(14):14093-14098.

(上接第 80 页)

构性能、桥下道路和其他建(构)筑物布置、周边环境特点、经济性等因素。

(2)相较于钢箱梁,下承式拱形钢桁架梁杆件受力简单明确,可充分发挥材料的受力性能,梁高对梯道的布置影响小,用钢量更少,经济性更好,而且拱形结构景观效果好,与周围环境的相容协调性好,适用于跨度较大的城市人行天桥。

(3)桁架杆件节点采用无节点板设计,美观性较好,但需采取措施来减小节点处的应力集中。本次设计采用节点杆件侧板整体切割成形、杆件之间圆弧过渡、弦杆增设加劲隔板等措施,可有效减小节点处的应力集中。

(4)计算结果显示,相较于杆件承载力,该天桥竖向自振频率富余度更小,故跨度较大的拱形钢桁架天桥设计应特别关注自振频率是否满足规范要求。可通过增加跨中梁高、增大弦杆截面等方式来提高自振频率。

参考文献:

- [1] 官润荣.箱形截面杆件无节点板全焊钢桁架人行天桥设计[J].城市道桥与防洪,2009(8):68-70.
- [2] CJJ 69—95,城市人行天桥与人行地道技术规范[S].
- [3] 李秉男.箱形截面杆件三角形钢桁架人行天桥结构设计[J].中国市政工程,2011(4):10-11.