

东莞槎马大桥主桥下部结构设计

杨智贵

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510080)

摘要: 东莞槎马大桥跨越倒运海水道,为中洪路重要节点工程。主桥桥型为(90+160+90)m三跨矮塔斜拉桥,预应力混凝土结构。受水平推力影响,主墩采用双肢薄壁结构,两肢之间采用2cm橡胶板进行分隔。胶板既可作为施工模板,又能协调肢墩变形,在柔度与刚度间取得协调,在保证主墩受力合理的同时在保主墩受船撞安全。详细介绍了主桥的下部设计及各项验算分析。

关键词: 矮塔斜拉桥;下部结构;静力计算;抗震分析;船撞分析

中图分类号: U443.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0097-03

1 工程概况

中洪路位于东莞市西北部,呈南北走向,起于东莞市中堂镇进园大道,终于洪梅镇洪屋涡水道,路线全长约19.396 km。该项目可改善周边区域的出行条件,平衡整个路网的交通量,减少路网的运行时间,建成后将成为东莞市西北部南北向重要干道。现场已完成主桥基础及零号块施工,如图1所示。

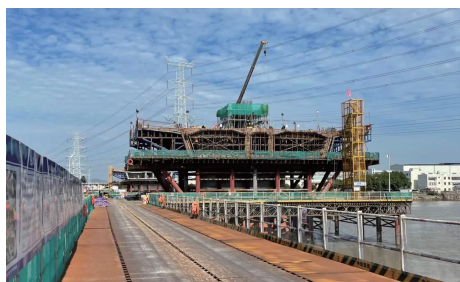


图1 现场施工情况

槎马大桥跨越倒运海水道,主桥桥塔采用风帆造型,与东莞水乡文化相呼应,将成为展现东莞城市魅力的创新名片。大桥起点桩号K2+146.0,终点桩号K2+828.5,桥梁全长682.5 m。主桥采用90 m+160 m+90 m矮塔斜拉桥,主桥桥宽33.7 m,桥面以上主塔高32.738 m,有效塔高25.95 m,塔高跨径比1/6.17,该指标在常规斜拉桥和经典矮塔斜拉桥之间^[2],主墩墩高13.7 m,墩高跨径比1/11.68。主桥采用塔梁墩固结体系,为预应力钢筋混凝土结构,基础采用钻孔灌注桩。主桥桥型立面图如图2所示,主桥效果图如图3所示。

收稿日期: 2022-01-12

作者简介: 杨智贵(1991—),男,本科,工程师,从事桥梁设计工作。

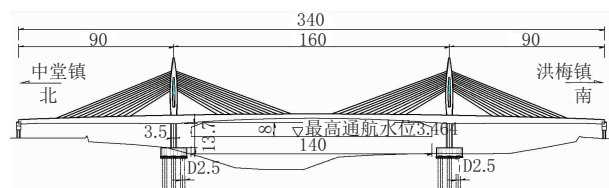


图2 主桥桥型立面图(单位:m)



图3 主桥效果图示意

2 建设条件

2.1 地形与水文

该项目位置属于珠江三角洲冲积平原边缘地带,位于东莞断陷盆地中,可划分为侵蚀堆积平原地貌单元。地面标高一般在0.50~5.10 m之间,总体地势较平坦。

该区地处东江北支流与南支流之间河网区,地势低平,河汉交错,倒运海水道受潮汐影响,具有半日潮特点。河水受潮汐涨落影响,潮差1~2 m。水道两侧堤坝为片石挡墙结构,整体完整,水利设施优良。

2.2 地质条件

桥位处地层包括第四系(Q)覆盖层的填土(Q₄^m)层、海陆交互相沉积层(Q₄^{ac})层、残积(Q₄^{al})层和基岩的上第三纪(N)粉砂质泥岩地层。

河槽处土层有灰黑色饱和淤泥,饱和中砂,饱和圆砾,强风化粉砂质泥岩,中风化粉砂质泥岩。岩层埋

深约 20 m,主桥持力层为中风化粉砂质泥岩,其岩石饱和单轴抗压强度建议值 6 MPa,承载力基本容许值 800 kPa。

2.3 通航条件

根据航道等级规划,桥址处倒运海水道为内河 IV 级航道,通行 500 t 级船舶。单向通航孔净宽不小于 45 m,双向通航孔净宽不小于 90 m,通航净高不小于 8 m。

槎马大桥的通航净空采用单孔双向通航标准,净宽不小于 140 m,净高不小于 8 m。通航水位采用洪水重现期 10 a 一遇洪水位 3.464 m。

3 主墩设计

3.1 主墩设计

主墩墩身采用八角形实心墩,主墩根部横桥向宽 12.0 m,顶宽 14.0 m,两侧为直线变化,墩厚 3.5 m。考虑到主墩较矮,主墩抗推刚度大,为减小温度力、收缩徐变效应及预应力钢束二次效应等的影响,主墩采用双肢布置,单肢厚度 1.74 m。为保证主墩在纵向刚度和防撞能力间取得协调,双肢主墩间用一块 2 cm 厚橡胶板分隔(墩顶 1 m 范围内不设),兼作施工模板,确保主墩纵向柔度。橡胶板材料特性须严格保证,橡胶板作施工内模用途形成双肢薄臂墩,施工时须涂脱模剂,成桥后橡胶板永存。墩身采用 C50 混凝土。

承台为圆端矩形承台,考虑到其增加主墩的高度及减小阻水的影响,将承台底沉入河床以下。承台平面尺寸为 14.9 m × 23.1 m (顺 × 横),厚度为 5 m。基础由 12 根 D2.5 m 桩组成,按嵌岩桩设计,桩顶嵌入承台内 10 cm。承台采用 C40 混凝土,桩基础采用 C35 混凝土,在浇筑承台前在基坑内浇注 1 m 厚封底混凝土,如图 4 所示。

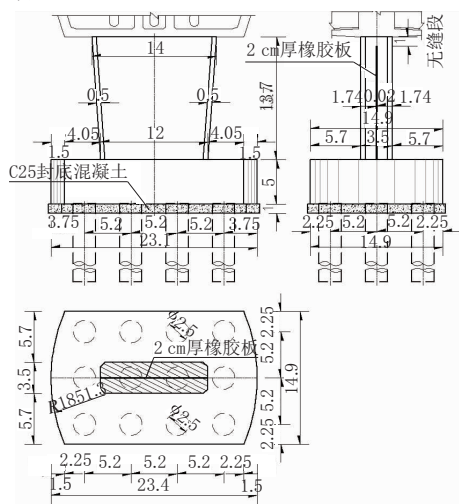


图 4 主墩构造图(单位:m)

3.2 主墩静力计算

主墩采用极限状态设计,进行承载力极限状态和正常使用极限状态计算,同时应满足构造及工艺要求。主墩计算考虑荷载主要有 8 500 kN 顶推力,收缩徐变,制动力,整体升降温,风荷载等。采用有限元软件 MIDAS 建立单梁模型进行分析,该模型共计 396 个单元,485 个节点,如图 5 所示。

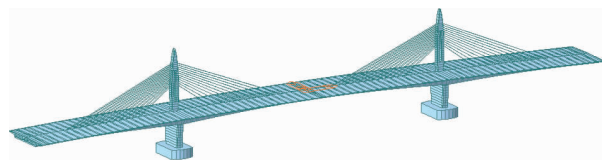


图 5 全桥有限元模型(单位:m)

经计算,在承载力极限状态下主墩纵桥向弯矩为 84 184 kN·m,横桥向弯矩为 49 066 kN·m,轴力为 21 953 kN,根据相关规范^[3]可求得正截面抗压承载力为 27 195 kN,安全系数为 1.24,大于规范值 1.1。在正常使用极限状态下主墩纵桥向弯矩为 56 254 kN·m,轴力 40 965 kN,裂缝宽度 0.17 mm,小于规范值 0.2 mm,各项验算均满足规范要求。

3.3 主墩抗震分析

根据地震动区划图,桥位处抗震设防烈度为 VI 度,设计基本地震加速度值为 0.05g,本工程的地基土类型为软弱地基土,建筑场地类别为 III 类场地,该工程的设计地震分组为第一组,地震反应谱特征周期为 0.45 s,结构阻尼比为 0.05。E1 地震调整系数为 0.61,E2 地震调整系数为 2.2^[4]。根据计算,主墩在 E1、E2 地震作用下均处于弹性工作范围,结构设计满足抗震要求。

3.4 主墩船撞分析

主桥桥位地区经济发达,主墩存在船撞风险。通过对主墩的船撞动力学计算,确定全桥损伤概率。研究在加装防撞设施前后船舶撞击情况,对大桥的设计和后期的安全运营具有重大意义。

该计算利用有限元软件,采用 500 t 级货船作为船撞船进行结构建模,如图 6 所示,考虑该船满载状态时,在最低、最高通航水位下正撞或者侧撞桥墩。

计算结果表明,安装防撞设施后,船舶撞击力显著降低,其中主墩低水位最大撞击力由 5.35 MN 降低至 4.19 MN,降低 21.68%,船首变形,由 1.39 m 下降为 1.17 m。撞击后桥墩表面应力分布均匀,混凝土表面破坏的情况大幅下降,防撞设施做到了船-桥双保护。

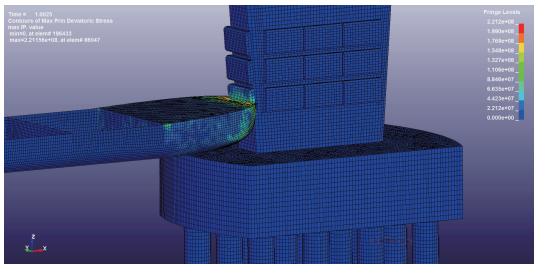


图 6 船撞有限元模型图

4 过渡墩设计

为保证过渡墩与主墩风格统一,过渡墩采用分离式板式实心墩,八角实腹截面,如图 4 所示,横桥向根部宽 6.0 m,顶宽 8.0 m,两侧为直线变化,厚度为 2 m。墩身采用 C40 混凝土。

承台为分离式矩形承台,单个承台平面尺寸为 7.2 m×7.2 m(顺×横),厚度为 2.5 m。单个承台基础由 4 根 D1.8 m 桩组成,按嵌岩桩设计。

5 结 语

本文介绍东莞槎马大桥主桥下部设计方案,结合此类桥型的受力特点,详细描述了下部结构的设计思路和过程,可为类似工程的下部结构设计提供

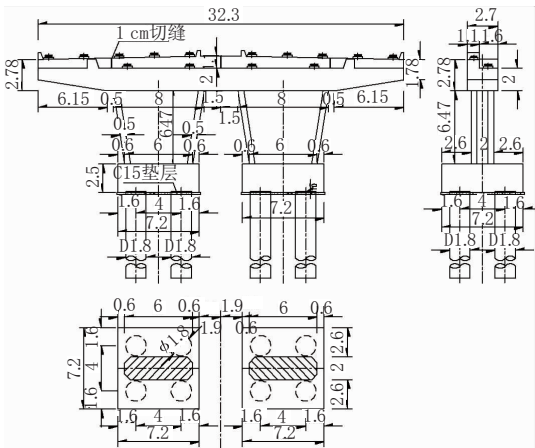


图 7 过渡墩构造图(单位:m)

参考和借鉴。

参考文献:

[1] 蒋仕持.成都沱江大桥主桥下部结构设计[J].城市道桥与防洪,2021(11):82-85.
[2] 上官兵,杨智贵,陈玮.槎马大桥的矮塔斜拉桥设计[J].中国市政工程,2018(4):12-15.
[3] JTG/T 3365-01—2020,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[4] CJJ 166—2011,城市桥梁抗震设计规范[S].

(上接第 93 页)

要求。

3.5.7 地梁桩基施工要求

由于桩基距离地铁结构最近距离仅 2m,根据地保办要求无法使用振动锤下钢护筒。为保障已运营地铁结构安全,同时考虑到施工工期,采用全回转全套管+旋挖联合施工工法,全套管在浇筑桩基混凝土过程中拔出。

4 结 语

随着城市化不断建设与发展,难免出现城市桥梁与地铁线位相冲突的情况。由于受地铁结构、线位影响所限,设计阶段在桩位布置时应及时与地铁相关部门沟通,在确定桩位后根据实际情况灵活设置

地梁。

对于承载大的大跨度预应力地梁,设计时应重视施工阶段预应力张拉期间,在受力体系转变前张拉力对地梁自身的影响,需着重验算施工阶段时法向应力是否能满足规范要求,根据计算结果合理布置钢筋,以防在施工张拉过程中出现梁体开裂的情况。

该立交桥已于 2021 年正式通车运营至今,根据地铁沉降实时监控数据显示,在立交桥地梁和桩基基础施工期间及建成后通车近一年时间内,地铁沉降速度曲率在可控范围内,未对地铁运营造成影响。

参考文献:

[1] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[2] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].