

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.05.026

通航桥梁既有防船撞墩加固改建方案研究

王玲¹, 谭兴丰², 徐伟洲²

(1.浙江兴业市政工程有限公司, 浙江温州 325000; 2.温州设计集团有限公司, 浙江温州 325000)

摘要:以瓯江上某桥梁为例,对通航桥梁的既有防船撞墩加固或改建的方案进行研究,借助MIDAS和XTRACT两款软件,对桥梁的防船撞性能进行有限元分析,通过对主桥裸桥墩,主桥桥墩加装柔性防撞装置、原设计防船撞墩、六桩防船撞墩、四桩加柔性防撞装置五个方案进行受力和抗力的计算,在安全性和经济性上优选防船撞墩的方案,提出既有防船撞墩加固或改建的方案优选模式,供类似工程参考。

关键词:通航桥梁;防船撞墩;加固改建;柔性防撞装置

中图分类号:U443.22

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)05-0103-03

1 工程概况

温州瓯江上某桥梁,南起温州市鹿城区,北接温州市永嘉县东瓯街道,桥梁全长5 173 m,设计为双向四车道布置,桥梁宽21.4 m,其中主桥为东瓯大桥,桥梁为(40+98+40)m中承式系杆拱桥,下部结构为钢筋混凝土箱形承台,钻孔灌注桩基础,2000年8月正式开通运营。根据目前瓯江流域规划,该处流域通航等级为内河Ⅲ级,典型代表船型为1 000 t级船舶,最高通航水位为3.62 m,历年最低水位为-1.61 m,东瓯大桥原设计通航净宽为91 m,净高21 m。桥梁整体外立面如图1所示,原设计桥型通航净宽如图2所示^[1]。



图1 桥梁现状立面图

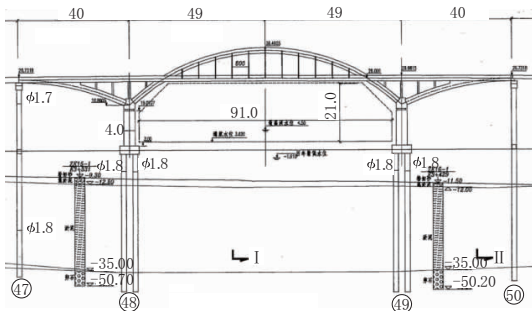


图2 原桥梁设计立面图

收稿日期:2022-06-08

作者简介:王玲(1982—),女,本科,一级建造师,从事市政工程施工工作。

温州市市政管理中心在2020年巡查过程中发现主桥49#墩上游的防船撞墩倾覆倒塌,同时启动了防船撞墩的改建工作。在设计过程中,发现主桥49#墩下游的防船撞墩也倾覆倒塌。根据相关会议纪要,明确将工程范围由改建一个扩大至改建四个防船撞墩。原有防船撞墩为四根直径800 mm的桩基,承台为直径5 600 mm×厚度3 000 mm的防撞承台,具体形式如图3所示^[1]。

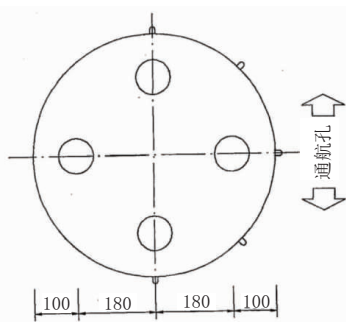


图3 原有防船撞墩平面图

2 计算过程及模型分析

此次主要研究是对改建防船撞墩的计算进行分析,通过对原主桥桥墩增加防撞设施是否能满足防撞要求?恢复原防船撞墩结构功能是否能满足防撞要求?采用哪种形式的防船撞墩较为合理?现主要从以下几个方面进行探讨研究:

(1)在满足内河Ⅲ级通航条件下,设防船撞击力为多少?设防什么结构方能满足防撞要求。

(2)对原主桥裸桥墩进行设防船的撞击计算,结构是否满足要求?

(3)通过对主桥桥墩增设防撞设施后,进行设防船的撞击计算,结构是否满足要求?

(4)对原防船撞墩进行设防船的撞击计算,结构是否满足要求?

(5)对改建的防船撞墩进行撞击计算,结构是否满足要求?

(6)在满足设防船撞击计算的前提下,通过对比防船撞墩安全性、经济性等指标,选择合理的防船撞墩设施。

2.1 通航等级要求

根据相关规划要求,东瓯大桥所处的瓯江流域,在该处的通航要求,桥梁设防通航等级为内河Ⅲ级^[2],典型代表船舶为1 000 t级船舶。

2.2 设防船撞击力

根据轮船的设防船撞击力计算公式计算^[3],东瓯大桥设防船撞击力的计算结果 $F=11.17$ MN。

2.3 主桥裸墩防撞能力

通过 MIDAS 计算分析,东瓯大桥主桥桥墩未设置防撞设施时,主桥的桥墩计算最大弯矩为 12 855 kN·m,墩顶最大位移为 0.102 m,结果如图 4 所示。

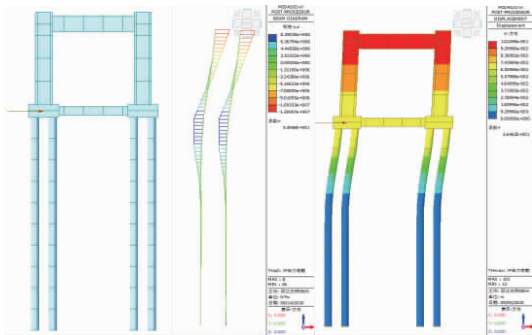


图 4 主桥裸桥墩弯矩(kN·m)和位移(m)图

通过 XTRACT 软件模拟计算,主桥裸桥墩桩基抗力为 7 625 kN·m,结果如图 5 所示,结论远远不满足抗撞要求。

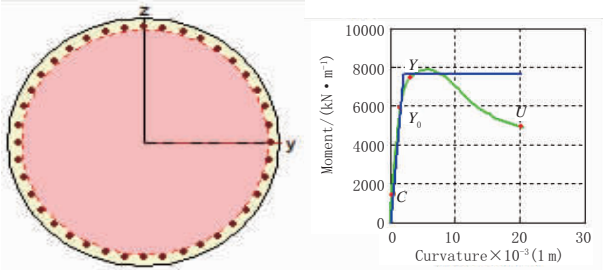


图 5 主桥裸桥墩桩基弯矩抗力图

2.4 主桥外加柔性装置后防撞能力

采用固定式柔性防撞装置对主桥桥墩进行防护后,计算相关数据,主桥的桥墩计算最大弯矩为 9 119 kN·m,墩顶最大位移为 0.073 m,结果如图 6 所示。

通过 XTRACT 软件模拟计算,主桥桥墩防护后

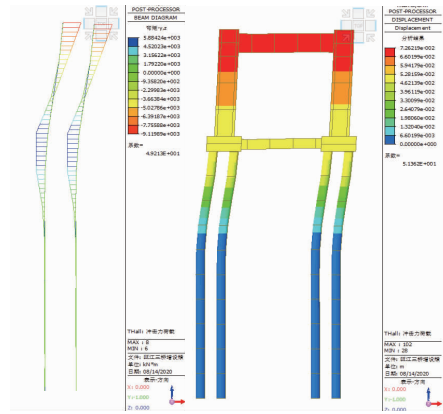


图 6 主桥桥墩防护后弯矩(kN·m)和位移(m)图

桩基抗力为 7 147 kN·m,结果如图 7 所示,结论不满足抗撞要求。

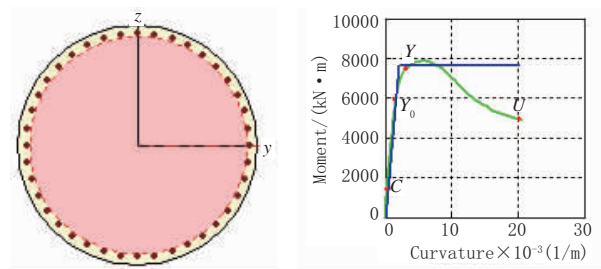


图 7 主桥桥墩防护后弯矩抗力图

2.5 原防船撞墩防撞能力

对原防船撞墩(4根直径 800 mm 桩基)进行计算,由于原防船撞墩施工图设计于 1998 年 11 月,至今已有 20 余年,相关规范已多次更新,设计边界条件也可能与之前不同,经计算,防船撞墩钢筋屈服时能承受的最大撞击力为 0.51 MN,远小于 1 000 t 级船舶撞击力的 11.17 MN,无论如何加强防撞设施均不能满足防撞要求,结果如图 8 所示。

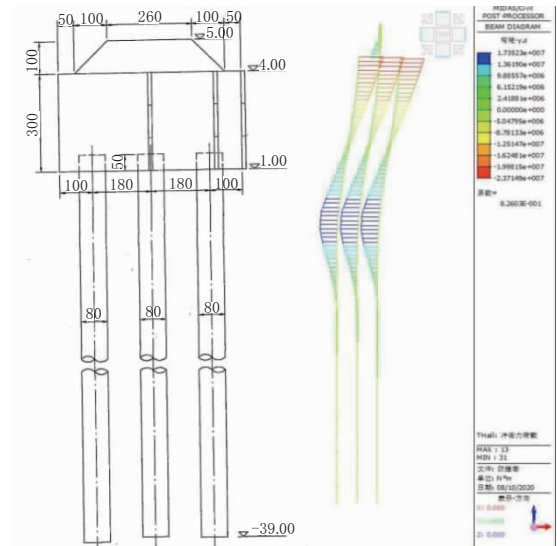


图 8 原防船撞墩弯矩(kN·m)和位移(m)图

2.6 六桩防船撞墩防撞能力

通过结构设计,满足 1 000 t 级船舶防撞能力,

防船撞墩采用6根直径1600mm钢管混凝土桩基,防撞承台厚度3000mm,计算结果计算最大弯矩为19696kN·m,墩顶最大位移为0.157m,如图9所示。

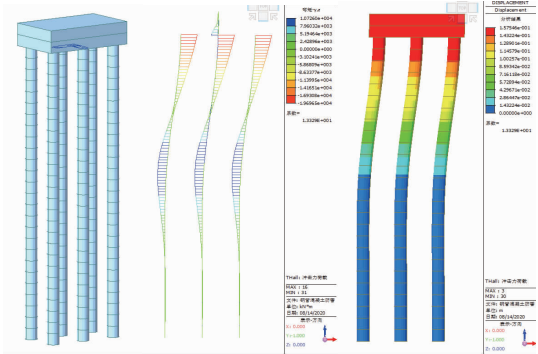


图9 六根防船撞墩弯矩(kN·m)和位移(m)图

通过XTRACT软件模拟计算,六根防船撞墩桩基抗力为23700kN·m(详见图10标注数据),结果如图10所示,结论满足抗撞要求。

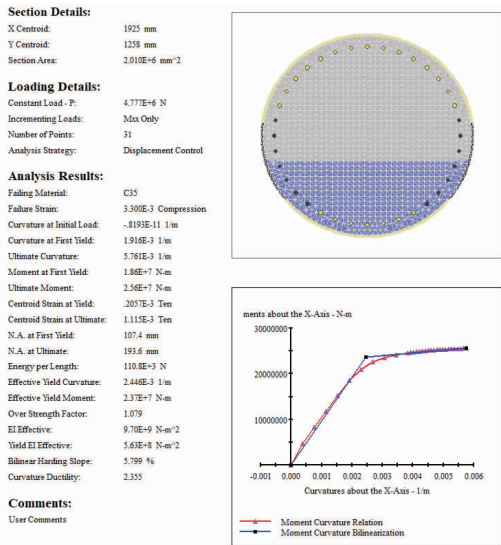


图10 六根防船撞墩桩基弯矩抗力图

2.7 四桩外加柔性防撞装置

在六桩防船撞墩基础上,通过减少桩基结构,加装柔性防撞装置防护设施加强防撞能力,防船撞墩采用4根直径1600mm钢管混凝土桩基,防撞承台厚度3000mm,抗撞承台四周采用固定式柔性防撞装置进行保护。计算结果,其计算最大弯矩为21582kN·m,墩顶最大位移为0.147m,如图11所示。

通过XTRACT软件模拟计算,四根防船撞墩加钢覆桩基抗力为23800kN·m(详见图12标注数据),结果如图12所示,结论满足抗撞要求。

2.8 方案比选

通过以上方案比选,满足防撞要求的为六根桩基方案和四根桩基加柔性防撞装置两个方案,其余方案均不能满足防撞要求。在满足防撞能力的前提下,通过增加柔性防撞装置后,减少了两根桩基和承台

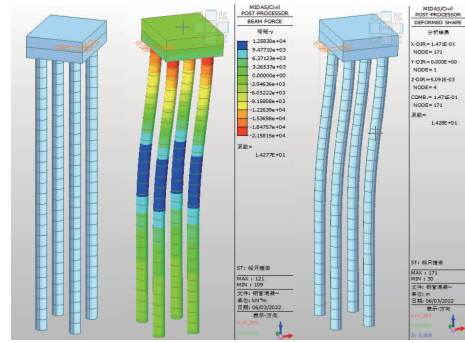


图11 四根防船撞墩加钢覆弯矩和位移图

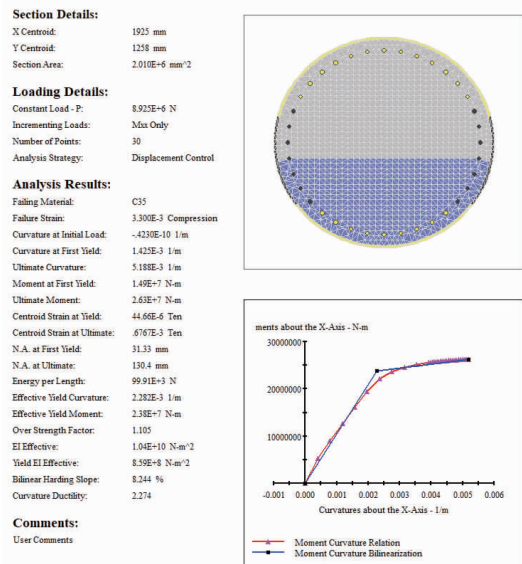


图12 四根防船撞墩加钢覆桩基弯矩抗力图

尺寸,经济性比较明显,因此方案优选采用四根直径1600mm桩基加固定式柔性防撞装置的设计方案。

2.9 研究结论

通过航道等级、设防船型、设防船撞击力等数据分析,对原主桥裸桥墩、原主桥桥墩加装柔性防撞、原防船撞墩、六桩防船撞墩、四桩外加柔性防撞装置五个方案,采用MIDAS建模和XTRACT软件进行结构设计和方案比选,最终优选安全性、经济性均相对明显的桥梁防船撞墩方案。

3 结语

对于瓯江上有通航要求的桥梁防船撞墩,在方案阶段如何优选防撞设施,通过五个方案的结构计算和方案比选,最终选择满足防撞要求的,工程造价较低的方案,可对于类似工程的方案研究和实施提供参考。

参考文献:

- [1] 浙江省交通设计院.温州市东瓯大桥工程施工图设计[R].杭州:浙江省交通设计院,1998.
- [2] GB 51039—2014,内河通航标准[S].
- [3] JTG/T 3360-02—2020,公路桥梁抗撞设计规范[S].