

跨江桥梁既有或改建防撞墩的计算模式研究

谭兴丰¹ 王玲² 徐伟洲¹

1.温州设计集团有限公司 浙江 温州 325000

2.浙江兴业市政工程有限公司 浙江 温州 325000

【摘要】：为适应国家经济发展，适应新时期内河水运发展的新要求，保证既有桥梁的安全营运，完善瓯江的通航桥梁的防撞系统。对既有防撞设施的抗撞性能分析，或对改建的防撞设施抗撞能力进行分析，提出采用固定式钢覆复合材料武装改建防撞墩，使防撞墩满足现有港航运营要求。本文借助 MIDAS 和 XTRACT 两款软件，对防撞墩的受力和防撞墩的抗力进行有限元分析，提出跨江桥梁在既有或改建防撞墩的情况下，如何选择计算模式，提供分析计算模式，供设计单位和港航单位参考。

【关键词】：防撞墩；钢覆复合材料；承载能力；计算模式

Study on Calculation Model of Existing or Modified Anti-collision Piers of Cross-river Bridges

Xingfeng Tan¹, Ling Wang², Weizhou Xu¹

1.Wenzhou Design Group Co., Ltd. Zhejiang Wenzhou 325000

2.Zhejiang Xingye Municipal Engineering Co., Ltd. Zhejiang Wenzhou 325000

Abstract: In order to adapt to the national economic development, to meet the new requirements of the development of inland water transport in the new period, to ensure the safety of the existing bridge operation, improve the anti-collision system of the navigable bridge Oujiang river. Based on the analysis of the anti-collision performance of the existing anti-collision facilities or the anti-collision ability of the rebuilt anti-collision facilities, it is proposed that the fixed steel-clad composite material should be used to rebuild the anti-collision piers so that the anti-collision piers can meet the requirements of port and navigation operation. With the help of MIDAS and XTRACT software, this paper carries out finite element analysis on the force and resistance of the anti-collision pier, and proposes how to select the calculation mode for the existing or rebuilt anti-collision pier of the bridge across the river, and provides the analysis and calculation mode for the reference of the design unit and the port and navigation unit.

Keywords: Anti-collision pier; Steel clad composite material; Bearing capacity; Calculation model

1 工程概况

温州市瓯江三桥，北起温州市永嘉县，南接温州市鹿城区，桥梁全长 5173 米，桥面宽度 21.4 米，双向四车道，其中东瓯大桥为瓯江三桥的主要结构物，桥型为中承式系杆拱桥，桥梁跨径组合为 40+98+40m，下部结构采用钢筋混凝土箱形结构，哑铃型承台，钻孔灌注基础，其中 48#和 49#主桥墩位置为通航孔，通航孔原设计净宽 91m，净高 21m，原设计未提通航为几级。根据瓯江流域整体规划，在瓯江三桥位置的通航等级为内河Ⅲ级，典型代表船舶为 1000t 级船舶，最高通航水位为 3.62m，历年最低水位为-1.61m。桥梁整体外立面如图 1。



图1 桥梁外立面图

2020 年桥梁维修单位在日常巡查过程中发现 49#主桥墩上

游附近的防撞墩冲毁了，启动了防撞墩的改建加固程序，在设计过程中，49#主桥墩下游的防撞墩也冲毁了，紧接着在初步设计时将工程范围扩大至改建四个防撞墩。原有防撞为四根直径 800mm 的桩基，承台为直径 5600mm*3000mm 厚度的防撞承台，具体形式如图 2^[1]。

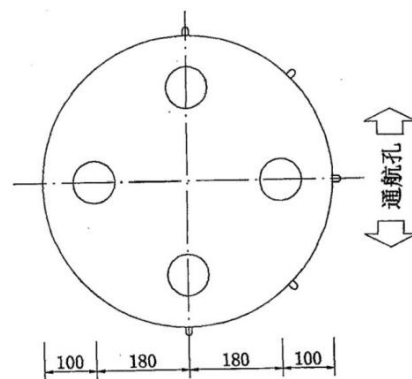


图2 原有防撞墩平面图

2 计算方法及模型分析

本次计算模式的研究主要针对，现有的通航等级下，设置

多大的防撞墩能满足通航船只防撞要求，如何设置防撞墩较为合理？应该采用什么样的计算模式、计算思路进行防撞墩的设计？笔者主要从以下几个方面进行探讨研究：

- (1) 满足通航要求的条件下，计算该通航等级下船舶的撞击力。
- (2) 计算得到船舶撞击力后，通过采用 MIDAS 有限元软件，建模分析，在这样的撞击力下，桩基结构承受的弯矩、竖向力、位移等受力情况。
- (3) 通过 XTRACT 软件模拟防撞墩的受力情况，计算得到钢管桩基的屈服弯矩。
- (4) 通过对比桩基的受力和抗力两个数据的大小，得出结论，该防撞墩是否该通航条件下的抗撞能力。

2.1 通航等级

东瓯大桥于 2000 年 8 月建成通车，原设计仅示意通航净宽 91m，净高 21m，未提及通航要求，根据最新的瓯江在该流域的通航要求，该桥设防通航等级为内河Ⅲ级^[2]，典型代表船舶为 1000t 级船舶，由此确定抗撞击船型为 1000t 级船舶。

2.2 设防船舶撞击力

根据轮船的设防船舶撞击力计算公式计算^[3]： $F = a * \eta * \gamma * V * [(1 + CM) * M]^{0.62}$ ，通过对各计算参数的取值计算，设防船舶撞击力的计算结果 $F=11.17\text{MN}$ ，按规范计算获得撞击力数据。

2.3 结构受力计算

按照防撞墩设计经验，对结构进行初始设计，后期迭代计算，优选较为合理的结构，根据笔者的前期比选计算，本工程防撞墩最后采用四根直径 1600mm 的钢管混凝土桩基，桩基外层采用玻纤套筒进行预养护保护设计，抗撞承台采用 8000*10000*3000mm 的矩形承台，抗撞承台四周采用固定式钢覆复合材料进行保护。具体结构如图 3：

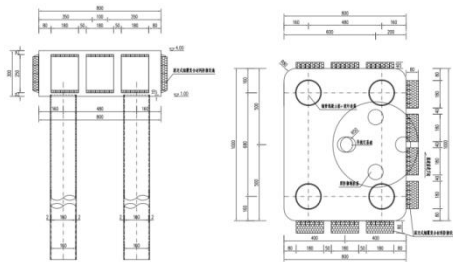


图 3 防撞墩构造图

通过 MIDAS 有限元进行建模计算，共计节点 111 个，单元 108 个，通过模拟防撞墩的结构，并在抗撞承台上添加折减后的撞击力 8925KN[根据《公路桥梁防船撞装置通用技术条件》^[4] (JT/T1414-2022) 中的防船撞装置的防护性能要求数据，将撞击力进行折减]，模拟计算得到，采用钢覆复合材料后防撞

墩桩基承受的最大弯矩为 21582KN*m，抗撞承台最大水平位移为 0.147m。具体数据如图 5：

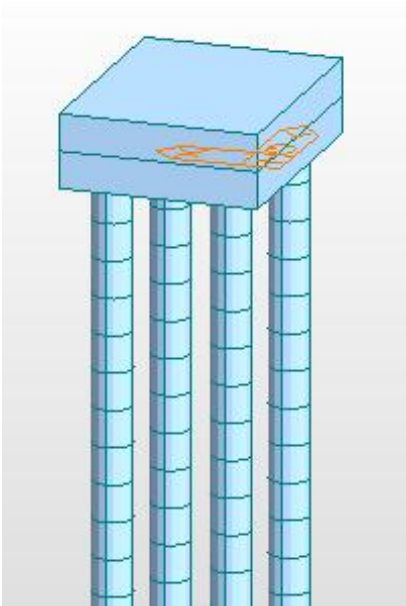


图 4 防撞墩受力计算模型（模型渲染）

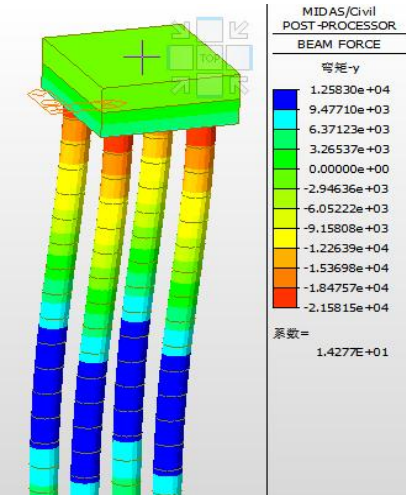


图 5 防撞墩受力计算结果（弯矩）

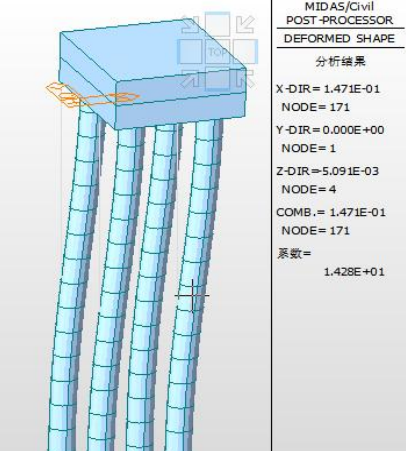


图 6 防撞墩受力计算结果（位移）

2.4 结构抗力计算

通过 XTRACT 软件模拟计算,先赋予截面尺寸,通过选择截面特性,对钢管混凝土桩基进行定义,通过定义 C35 混凝土,对灌注混凝土赋予材料特性,定义钢管材料,对外侧钢管赋予材料特性,模型建立完成后,通过添加水平向的撞击力荷载 8925KN,进行运算,得到直径 1600mm 的钢管混凝土桩基弯矩抗力为 23800KN*m。

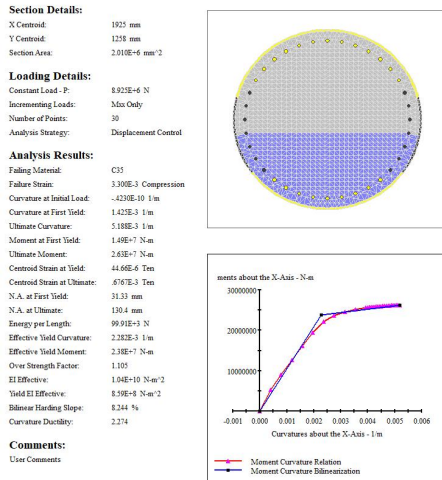


图 7 防撞墩抗力计算结果

2.5 计算结果

(1)采用 MIDAS 软件计算结果得到桩基的最大计算弯矩为 21582KN*m,也就是该防撞墩在收到 1000t 级船舶撞击后,通过四根桩基受力,桩基计算的最大弯矩为 21582KN*m。

(2)采用 XTRACT 软件计算结果得到,直径 1600mm 的

钢管混凝土桩基承受的抗力弯矩为 23800KN*m,也就是该防撞墩桩基所能承受的弯矩最大为 23800KN*m。

(3)通过对比计算弯矩和抗力弯矩的大小,得出防撞墩满足防撞要求。

表 1 地勘土体参数表

桩基屈服弯矩 (KN·M)	桩基最大弯矩 (KN·M)	防撞墩 是否满足
23800	20936	是

2.6 研究结论

通过对航道等级的分析,确定抗撞击船型,根据抗撞设计规范计算防撞墩需要承受的设防船撞击力,然后根据防撞墩结构设计,初步拟定结构相关尺寸数据,采用 MIDAS 建模分析计算,得到桩基的最大承受弯矩,采用 XTRACT 软件计算分析结构设计的桩基最大屈服弯矩,两者进行对比,反复迭代后,最终选择最优的结构设计。中间还需要对比采用结构自身防撞和增加钢覆复合材料防撞两种不同模式的经济性。

3 结语

对于在江、河、湖、海中的有通航要求的桥梁,应综合考虑桥梁、船舶、管理等因素合理设置桥梁的防撞设施,本文通过对既有桥梁改建防撞设施的计算模式分析,得出采用固定式钢覆复合材料的防撞墩计算模式,通过不同的结构设计,结合设防船撞击力、钢覆复合材料的折减数据,利用有限元软件建模分析,得出满足设防船撞击的防撞墩结构,此计算模式和方法可供类似工程设计参考。

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[Z].1998.11.
- [2] GB51039-2014.内河通航标准[S].
- [3] JTG/T3360-02-2020.公路桥梁抗撞设计规范[S].
- [4] JT/T1414-2022.公路桥梁防船撞装置通用技术条件[S].

作者简介:谭兴丰(1982-),男,硕士研究生,高级工程师,从事新建、加固桥梁设计。