

椒江大桥防撞设施设计简介

庞国英

(台州市公路管理处 椒江 318000)

王道方

(台州市交通勘察设计院 黄岩 318020)

【摘要】介绍了椒江大桥防撞设施的设计思路和方法,对锚链直径的选择、防撞墩尺寸的确定以及预应力混凝土方桩尺寸的确 定、单桩垂直极限承载力和单桩抗拔承载力的计算作了详细的阐述。

【关键词】 防撞设施;锚链;防撞墩;预应力混凝土方桩

1 前言

椒江大桥位于台州湾出海口的椒江下游,全长2580m,桥区水域宽1600m,8#~36#桥墩落在水中,大桥建成后设三个宽为100m的通航孔(31#~33#孔),桥区水域8#~30#孔设有长顺坝和潜坝,因潜坝顶标高较低,高潮位时仍有些小型船能通过潜坝,特别是黄砂船,而且北岸有很多黄砂码头和闸口,据港监部门统计,每天进出船舶近一百艘,大桥施工以来,仍有一些船舶违章穿越大桥施工水域,造成四起违章船舶碰撞施工平台,撞倒14#平台3根钢管桩,碰撞30#、33#平台,造成二个施工平台均重新搭设,严重影响工程顺利进行。四个主墩(30#~33#)设计已考虑防撞并设置了防撞设施。除主墩以外部分设计均未考虑防撞,在使用阶段如发生碰撞,必将给大桥的长期使用留下隐患。

2 设计原则

(1)根据海门港务局提供的水下地形图,在10#~30#墩两侧上下游各200米处沿桥墩中心线各设置一个防撞墩;在33#~35#墩两侧上下游各100米处沿桥墩中心线各设置一个防撞墩;防撞墩之间采用锚链连接。

(2)根据《公路桥涵设计规范》中偶然荷载对通航河流的规定,航道等级为四级,横桥轴方向,桥墩上游端的船舶冲击力为400kN。即防撞墩的船舶冲击力设定为400kN。

(3)防撞墩采用预制混凝土方桩基础,现浇混凝土墩,墩顶高出设计最高通航水位50cm。(最高通航水位为吴淞标高5.04m)。

(4)船舶吃水深度按2.0m计算,锚链最低点标高根据潜坝、长顺坝目前标高以及椒江通航水位确定。

(5)船舶撞击时,锚链先断,不影响防撞墩。

3 锚链直径的确定

船只冲击力为400kN,由于锚链为柔性构件,在受到船只撞击时能吸收一定的能量,因而锚链的破断荷载不会大于400kN,为确保船舶撞击时锚链先断而不影响防撞墩,考虑到两防撞墩间(间距50米)锚链自重引起的负荷损失,根据正茂集团有限责任公司镇江锚链厂提供的船用锚链有关资料,采用直径为 $\Phi 38$ 的I级有档锚链,锚链的工作负荷为406kN,破断负荷为581kN,每米质量近似值为33.055kg。

4 桩基础和预应力混凝土预制方桩尺寸的确定形式

4.1 桩基础形式

考虑防撞墩间的锚链在船只的撞击下,防撞墩的受力情况比较复杂,只能确定受力的主要方向,因此,起终点防撞墩及转角防撞墩桩基采用4根桩,考虑受水平力作用,均采用斜桩,向外竖直倾斜度为4:1,各桩的扭角均为90度,中间防撞墩桩基采用三根桩,向外竖直倾斜度为4:1,各桩的扭角为120度,远离桥轴线方向一根,靠近桥轴线方向两根(见图1)。

4.2 桩截面尺寸的确定

根据施工单位施工机械的实际情况以及地质情况,且考虑工期及椒江受潮汐影响等情况,接桩难度较大,决定采用60×60cm预应力混凝土空心方桩,并采用单节桩,桩长根据单桩垂直极限承载力计算确定,且一般桩长控制在40m以内。

5 防撞墩尺寸的确定

防撞墩尺寸根据桩截面尺寸、桩基础形式,且考虑沉桩的允许偏差,以及船舶在行驶时视觉上的要求,即防撞墩有一定的宽度和高度,以便船舶在

行驶中看到防撞墩时有足够的距离和时间驶入主航道, 因此起终点防撞墩及转角防撞墩的尺寸为 $250 \times 250 \times 150 \text{cm}$ (长 \times 宽 \times 高), 中间防撞墩的尺寸为 $220 \times 220 \times 150 \text{cm}$ (长 \times 宽 \times 高)。(见图 1)

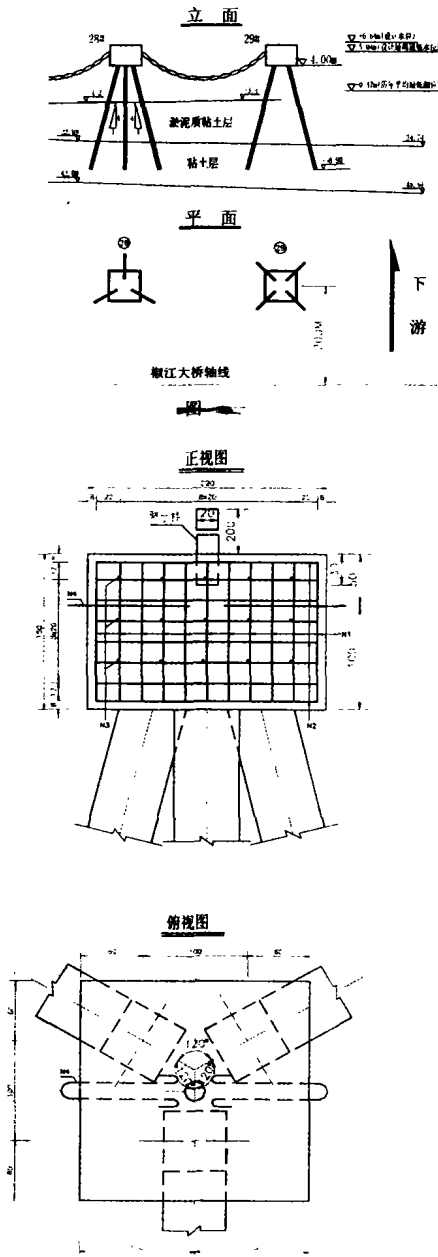


图 1 桩基设计图

由于防撞墩顶的标高为 5.5m (吴松标高), 低于设计水位 6.64m, 因此在防撞墩顶中心处设置警示柱, 警示柱采用 $\Phi 200 \text{Pvc}$ 管, 管内充填 C25 混凝土, 并高出防撞墩 2.0 米, 管外侧漆红白相间反光漆或反光纸, 间距为 20cm (见图 1)。

6 单桩垂直极限承载力和桩长的确定及抗拔极限承载力计算

单桩垂直极限承载力和桩长的计算按桩承受锚链、防撞墩及桩的自重进行计算, 原因有以下几点: ①防撞设施在没有船只撞击时, 只有锚链、防撞墩及桩的自重等永久荷载。②防撞设施的施工已造成很大影响, 沿江两岸的船主都已清楚除主航道外已被拦死, 无法通过; 且防撞墩尺寸已很大, 加上其上的警示柱, 禁止通行的标志已相当明显; 另外施工开始后在电视和报纸上也做了大量的宣传工作, 因此船只撞上防撞设施的可能性已很小。③在船只撞上防撞设施时, 不管撞在锚链上还是撞的防撞墩上, 力的作用时间都很短, 为瞬间荷载, 因此对桩而言, 主要是桩顶截面的剪切力。④按 581kN 计算的锚链接力作为水平力作用在防撞墩上, 三根桩按铰结采用空间力系进行计算, 是单桩最大拉 (或压) 力为 230.5kN, 按准永久荷载乘 0.6 系数为 138.3kN。

单桩垂直极限承载力和桩长的计算及抗拔极限承载力采用《港口工程桩基规范》(JTJ254-98) 进行计算。

6.1 单桩垂直极限承载力计算

根据规范, 计算式如下:

$$Q_d = \frac{1}{r_R} (u \sum q_{fi} L_i + q_R A)$$

式中: $r_R = 1.55$, $q_R = 55 \text{kPa}$, $A = 0.36$, $u = 2.4 \text{m}$

$q_{f1} = 9 \text{kPa}$ (淤泥), $L_1 = 20 \text{m}$

$q_{f2} = 14 \text{kPa}$ (淤泥质粘土), $L_2 = x$

$$Q_d = [2.4(9 \times 20 + 14x) + 0.36 \times 55] / 1.55 = 291.5 + 21.7x$$

$$Q_k = [50 \times 30.055 / 100 \times 2.2 \times 2.2 \times 1.5 \times 25 / 3 + (20 / \cos 14^\circ + x / \cos 14^\circ + 8.8 / \cos 14^\circ) \times 0.36 \times 25] = 342.7 + 9.3x$$

假设: $Q_k = Q_d$ 则 $x = 4.2 \text{m}$

$$\text{则: 桩长 } L = 20 \times \cos 14^\circ + 4.2 / \cos 14^\circ + 8.8 / \cos 14^\circ = 34.0 \text{m}$$

考虑桩尖 80cm 及桩顶凿除, 桩长采用 36.0m。

单桩垂直极限承载力为 382.6kN。如果考虑自重和偶然荷载作用, r_R 可取 1.0, 则

$$1.55 \times 382.6 \text{kN} = 593.0 \text{kN} > 400.4 (Q_k) + 138.3 =$$

538.7kN, 满足要求。

6.2 单桩抗拔极限承载力计算根据规范, 计算式如下:

$$T_d = \frac{1}{r_R} (u \sum \zeta_i q_{fi} L_i + G \cos \alpha)$$

式中:

$$r_R = 1.45, u = 2.4, \zeta_i = 0.7,$$

$$q_{f1} = 9 \text{ kPa}, q_{f2} = 14 \text{ kPa}, L_1 = 20 \text{ m}, L_2 = 6 \text{ m},$$

$$G = 326 \text{ kN}$$

$$T_d = [2.4(0.7 \times 9 \times 20 + 0.7 \times 14 \times 6) + 326 \times \cos 14^\circ] / 1.45 = 543 \text{ kN} > 230.5 \text{ kN}, \text{ 满足要求。}$$

6.3 当船直接撞击防撞墩时, 由于是瞬间荷载, 桩顶为受剪, 而三根桩的抗剪能力远大于撞击力, 不

需进行验算。

7 结语

椒江大桥防撞设施完工后经过了一年半的运行, 没有发现船只撞到防撞设施, 表明防撞设施起到了良好的警示效果; 2001 年 11 月 7 日对防撞设施进行了竣工验收, 从对防撞墩墩顶的实测标高与设计标高比较来看, 没有发现沉降现象, 表明椒江大桥防撞设施的设计是成功的。这对其它同类型通航河流大桥需进行防撞设施设计的桥梁有一定的参考价值。由于作者的水平有限, 缺点在所难免, 请各位专家指正。

收稿日期: 2003-05-05

(上接第 39 页)

会议上, 与会人员提出了两个处理方案。方案一: 将左半幅桥梁上部结构全部吊去, 1 号台左半幅炸掉后重新浇筑。方案二: 只拆除侧墙重新浇筑。

在仔细分析了观测资料, 并经过慎重的考虑, 设计认为侧墙与前墙已经脱开, 在施工重载车辆行驶的情况下, 前墙相当稳定, 且无裂缝, 故只需对侧墙进行处理。施工顺序如下:

(1) 凿除台后已浇筑的桥头搭板。

(2) 开挖一部分已填筑路基, 以便留出施工操作空间。

(3) 拆除侧墙及其基础。

(4) 为保证重建后侧墙不再产生不均匀沉降, 采用 25×35cm 的钢筋混凝土预制打入桩打至中风化页岩, 预制打入桩平面间距为 145×154cm, 桩头埋入侧墙基础 80cm。

(5) 根据有关研究资料^①, 在接缝只用水冲洗的情况下, 新旧混凝土连接面的抗拉强度折减率为 0.6, 为此在侧墙与前墙及其基础连接面上植入 Φ25mm 螺纹钢筋, 植入深度 30cm, 外露长度 90cm, 钢筋间距 50cm, 植筋方法采用喜利得 RE500 植筋新法, 使重建的侧墙与前墙新旧混凝土相连接形成整体共同参加受力。植筋凝结及固化时间短, 粘结力强, 能达到强度要求又保证了工期。见图 2。

(6) 回填台后路基土方, 浇筑桥头搭板。

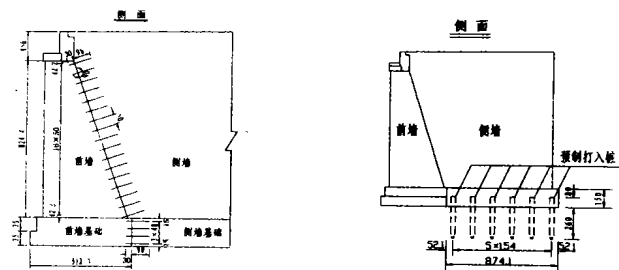


图 2 处理方案示意图

6 结语

(1) 杭金衢高速公路于 2002 年 12 月通车, 经过半年的通车运营, 该桥台裂缝处理后, 侧墙与前墙连结紧密无裂缝, 整个桥台无变位, 稳定性好, 沉降量小且均匀, 说明处理方案切实可行且效果甚佳。

(2) 设计采用的方案二比方案一不仅缩短了施工工期, 保证了整个工程的按时完工, 且节约了近百万元的工程投资, 取得了良好的社会效益和经济效益。

参考文献

- [1] 张继尧、乌剑锋等.《预应力混凝土箱形连续梁桥裂缝调查分析及防治研究报告》.2000.

收稿日期: 2003-08-08