

· 施 工 ·



高桩码头受损基桩修复受力体系转换新工艺

李宗哲, 王孝兵, 周 龙

(中交武汉港湾工程设计研究院有限公司, 湖北 武汉430040)

摘要: 通过对湛江港410[#]泊位被撞区域各构件受损情况的检测分析, 提出了在不破坏码头上部结构的情况下对破损的桩基础、桩帽、靠船构件等结构进行维修加固的处理新方法, 为港区的生产经营节省了大量时间, 取得了良好的经济效益和社会效益, 为类似维修加固工程提供参考。

关键词: 码头; 基桩修复; 受力体系转换

中图分类号: U 657.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)01-0161-05

New technology for reinforcement stress system transform of damaged piles of piled wharf

LI Zong-zhe, WANG Xiao-bing, ZHOU Long

(CCCC Wuhan Harbour Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Wuhan 430040, China)

Abstract: Based on the testing report of Zhanjiang harbor 410[#] berth collision area, we bring out the reinforcement method for the broken pile, pile cap, berthing member and other members in the prerequisite of not damaging the super-structure of the harbor. This reinforcement method has the advantages of time saving, low cost and great social benefit, and thus may serve as reference for relevant reinforcement projects.

Key words: wharf; pile reinforcement; stress system transform

1 工程概述

湛江港(集团)股份有限公司位于广东省湛江市霞山区, 其所属第一分公司的410[#]和411[#]泊位以杂货为主, 码头结构形式为高桩梁板结构, 2个泊位全长396 m; 码头前方平台分段长度为38.4 m; 每段由7个排架组成, 排架间距6 m; 每个排架包括4根直桩和2根叉桩, 桩结构为500 mm×500 mm预应力混凝土方桩; 码头断面结构见图1。2011年12月, 410[#]泊位受到失控船舶的撞击, 码头结构发生部分破坏, 码头被撞受损最严重的部位在泊位中部, 距结构缝第2个排架处, 该排架前沿靠船构件已落入海水中, 其相邻的2根水平撑亦落入海水中, 最前排桩桩帽向岸侧水平位移48 cm, 其下的2根直桩受损严重, 码头被撞区域及受损构件见图2, 3。

2 构件的损坏情况及检测报告的建议

2.1 构件的损坏情况

2012年1月武汉港湾工程质量检测有限公司对被撞码头的受损情况进行了全面检测, 《检测报告》对码头被撞区域各构件主要缺陷如下:

1) 码头被撞排架前排桩帽ZM2AB被撞击后向岸侧位移48 cm, 同时桩帽开裂严重, 裂缝最大宽度达70 mm, 表明桩帽严重破损。

2) 被撞排架的靠船构件KCGJ2被船撞击后落入海中, 水平撑HC1-2整体陷入泥中。水平横撑HC2-3断裂后一端挂在靠船构件KCGJ3上, 另一端没入海中。

3) 被撞排架的2根桩Z2A、Z2B自桩帽底向下约2.5 m处完全断裂。

4) 码头前沿被撞区域54 m范围内的沉降观测

收稿日期: 2012-11-09

作者简介: 李宗哲(1960—), 男, 博士, 教授级高工, 从事港口工程设计与研究工作。

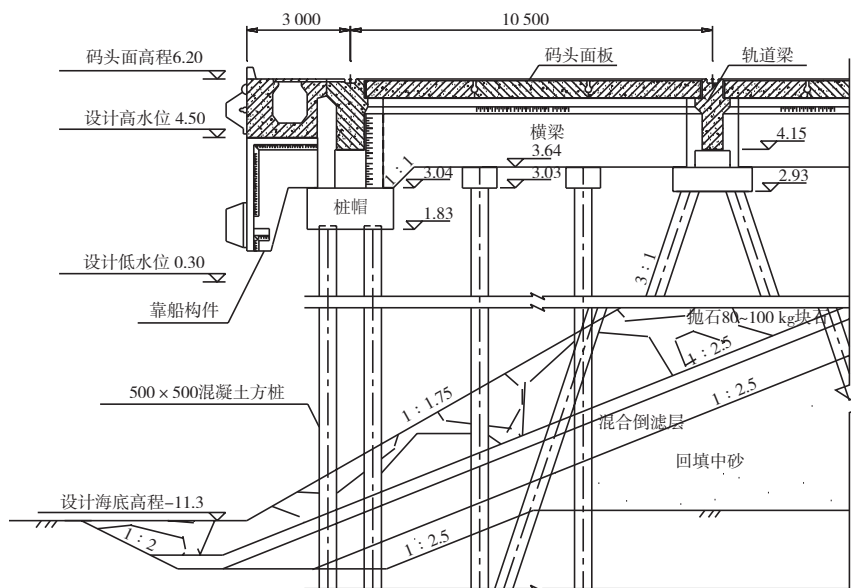


图1 码头断面结构



图2 码头被撞区域

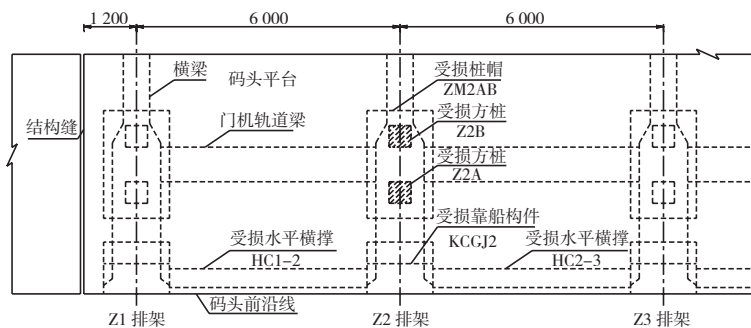


图3 构件位置

表明相对高程变化最大为8.8 mm,说明船舶撞击对410#泊位码头产生的沉降不明显。

2.2 检测报告的结论

根据对该码头被撞区域的检测及分析的结论,建议如下:

- 1) 限制作业范围,船舶不得在受损区域内靠系泊,码头所有设备不得到达受损区域内;
- 2) 修复加固前排桩(Z2A和Z2B)及桩帽(ZM2AB);
- 3) 修复靠船构件;
- 4) 修复水平撑;
- 5) 修复其它局部破损。

3 维修加固方案

根据码头结构及受损构件的具体损坏情况,笔者认为桩帽^[1]、靠船构件、水平撑和其他局部破损采用常规方法进行修复不存在技术问题,而对基桩的修复比较复杂。通过认真研究分析提出对

现有桩损坏部分进行修复和另行补桩2个方案。

3.1 方案1:接桩方案

检测表明排架前排2根方桩上部断裂,而水下部分桩身和泥面下桩身完好,凿除桩受损部分进行接桩是完全可能的。具体方案是清除桩周抛石及泥土至计算假想嵌固点处,凿除桩的上部受损段,安装800 mm×800 mm钢桩套^[2]至假想嵌固点处,桩套抗弯承载能力大于原桩结构,钢桩套与方桩间填充水下不离析细石混凝土^[3],形成方桩与钢桩套的组合桩基础保证基础的承载能力和抗弯能力;在施工过程中,受损排架所受上部结构自重荷载由精扎螺纹钢筋、贝雷梁等组成的一套临时体系转移到受损排架相邻的2个排架上,再凿除受损靠船构件、桩帽,对受损桩基础接桩后恢复桩帽、靠船构件及水平撑。

1) 维修加固设计。

要对受损桩基础进行接桩加固,且不拆除码头上部结构,则必须设计一套临时结构体系

承担并转移原本作用在受损桩基础上的上部结构自重,这套临时结构体系由底托梁、精扎螺纹钢、下垫梁、贝雷梁、上垫梁、下搁置梁、千斤顶及上搁置梁组成,见图4~7。

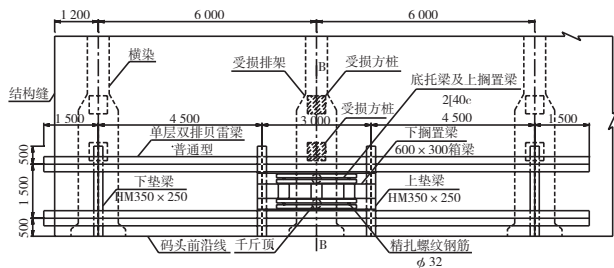


图4 平面

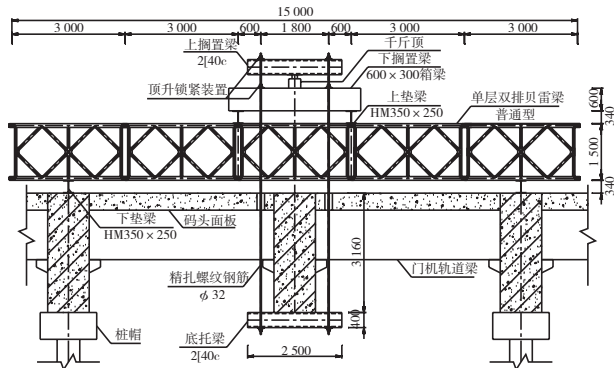


图5 立面

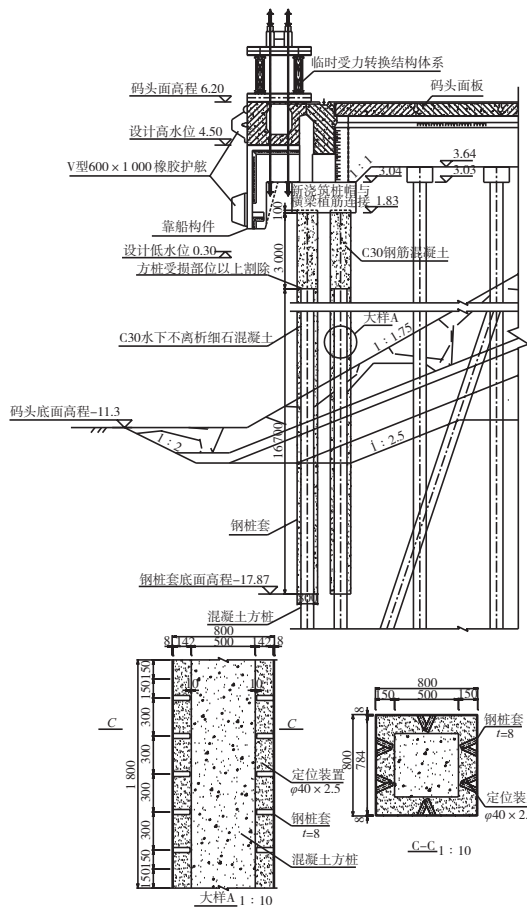


图6 剖面

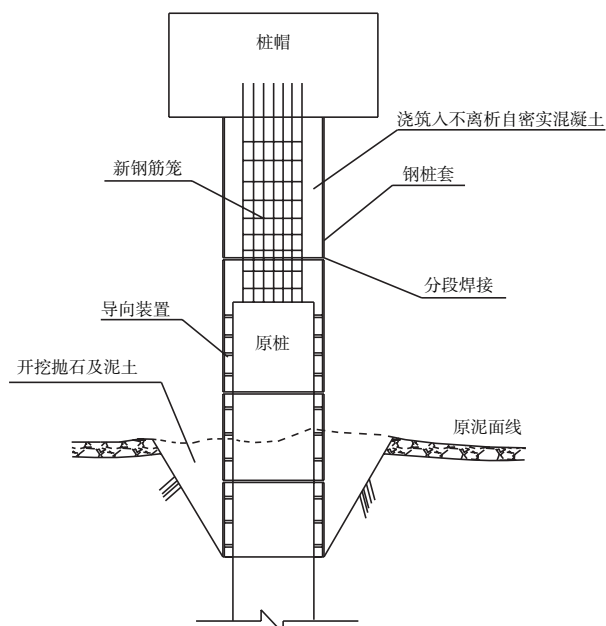


图7 接桩示意

通过千斤顶顶升上搁置梁这一反力系统将受损桩基础上承担的上部结构荷载传递至两侧相邻排架上,再处理受损的桩帽及桩基础。

2) 相关计算。

①预顶力计算:预顶力主要考虑受损方桩上所承受的上部结构自重荷载,按宽6 m,长6.75 m平面范围内结构自重计算,如下:

横梁自重 $G_1=1.5 \times 6.75 \times (6.2-2.94) \times 25 \times (6.75-1.55)/6.75=635.7 \text{ kN}$

纵梁及管沟、自重 $G_2=4.5 \times 3.3 \times (6.2-4.5) \times 25 \times 0.75=473.3 \text{ kN}$

垫层,面板及磨损层自重 $G_3=4.5 \times 0.56 \times (6.75-3.3) \times 25 \times 0.75=163.0 \text{ kN}$

总重力: $G=1\,272 \text{ kN}$,考虑1.1倍安全系数,按1400 kN计算。

故单个千斤顶预顶力为700 kN。

②反力系统各构件计算:根据预顶力计算反力系统各构件强度,均满足设计要求。

③钢桩套强度计算:根据钢桩套的截面特性计算截面抗弯能力为801 kN·m,大于原设计500 mm×500 mm方桩(内孔直径240 mm,打桩应力6.0 MPa型)的强度弯矩227.5 kN·m,故强度满足要求。

④桩基竖向承载力:经计算仍然满足设计使用要求。

3.2 方案2：补桩方案

补桩是拆除受损部位码头上部结构，在受损桩基础附近重新做2个桩基础，再进行桩帽及码头上部结构的施工。

1) 维修加固设计。

在受损桩基础左右两侧增加新的钻孔桩基础^[4]，具体方案为：先拆除Z2排架两侧的面板、轨道梁等上部结构，搭设钻孔平台，然后进行钻孔桩施工，最后再恢复其上部的桩帽、靠船构件、轨道梁及上部面板等结构，见图8。

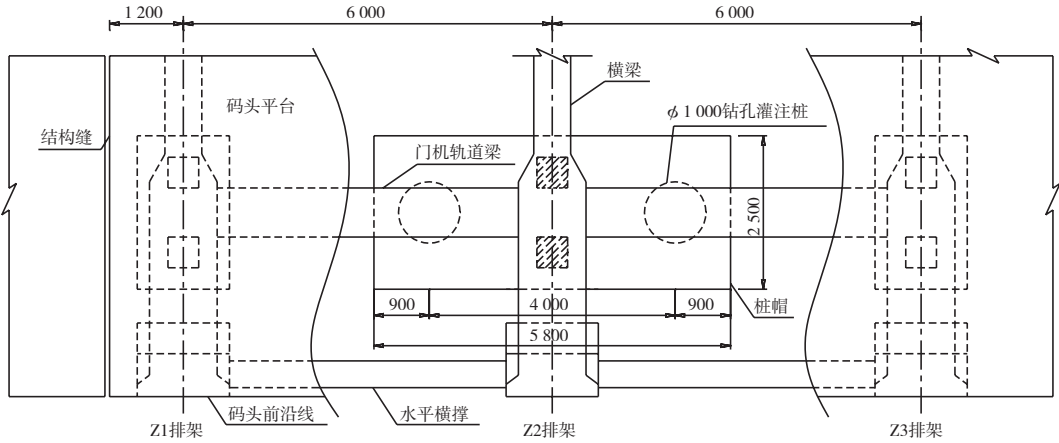


图8 补桩示意

2) 相关计算。

通过原码头相关计算资料，重新计算，2根直径1 m的钻孔灌注桩满足要求。

4 方案比较

主要从造价、工期、技术可靠性、对生产的影响等因素对上述2个维修加固方案进行比较，见表1。

表1 2个维修加固方案的比较

项目	维修施工方法	
	方案1：接桩方案	方案2：补桩方案
技术可靠性	需水下施工作业，难度较大，但该施工工艺成熟、在华南沿海地区多个码头受船舶撞击事故中均成功应用，受外界影响因素小，成桩质量可充分保障，没有后期不均匀沉降的影响	入土深度大，可充分发挥桩端承载力的作用，但影响成桩质量的因素较多，质量不够稳定，有时候会发生缩径、桩身局部夹泥等现象，桩侧阻力和桩端阻力的发挥会随着工艺而变化，且有后期不均匀沉降的影响
对生产的影响	施工临时设施贝雷架轻便、简易，对码头原结构损伤很小，原码头面板、纵梁、横梁均可保留，施工期间对码头生产工作影响较小	需拆除码头前沿面板、轨道梁，搭设钻孔施工平台，施工临时措施较多，占用场地面积较大，对码头生产干扰较大
结构受力性能	从桩顶往下约3.0 m范围内将原桩身全部凿除。钢桩套下放至桩身没有受损部位以下一定范围，可充分利用桩基原基础，修复完成后桩基共同工作受力性能较好	新浇注钻孔灌注桩为新增结构，原方桩为打入式桩，变形已经稳定，新老基桩的工作性能有一定的差异，两者共同工作的整体性能较差，较难保持沉降的均匀性，容易导致码头上方纵梁、横梁、面板产生裂缝
美观性	接桩修补完成后与原方桩外形基本一致，美观性较好	新增钻孔桩与原方桩外形差别较大，美观性相对较差
环 保	无污染	泥浆排除等对环境有污染
工程量及费用	工程量小、费用较少	工程量大、费用较高
工 期	技术成熟，施工过程容易控制，工期较短	施工过程可能出现多种情况，工期难以控制，工期较长

通过对比2个方案的优缺点，推荐选择方案1作为本次维修加固方案。

5 实施及效果

反力系统安装及桩基础、桩帽施工分别见图

9、10。当方桩受损部分凿除后对余下的桩基础进行了水下低应变检测，检测结果显示从桩顶至桩底桩身完整性较好，仍然能够满足承载力要求，保证了受损方桩在经过加固处理后满足原设计标准。

施工过程中采取严格的质量、安全管理手

段, 确保了本项目顺利的实施。历时73 d保质保量地完成了合同规定的所有施工任务, 修复后使用至今, 状态良好, 创造了良好的经济效益和社会效益。



a) 吊装下搁置梁



b) 千斤顶同步顶升

图9 反力系统安装



a) 桩帽混凝土浇筑



b) 完成

图10 桩基础及桩帽施工

6 结语

1) 根据受损桩基础的位置和受损程度巧妙的利用反力系统传递上部结构荷载至相邻的排架上, 达到了在不破坏未受损的上部结构的同时处理受损的桩帽及桩基础的目的。

2) 充分利用受损桩基础未破坏部分提供竖向承载力, 采用接桩的方案具有经济、适用、环保、工期短、占用岸线少、对码头生产影响小的优点。

3) 本项目的顺利实施对类似维修加固工程具有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] 陈忠华, 王承强. 高桩码头桩帽劈拉破损问题研究[J]. 水运工程, 2007(2): 64-67.
- [2] 徐万群, 龙建文. 断桩修复简易方法[J]. 交通科技, 2002(3): 71.
- [3] GB 50367—2006 混凝土结构加固设计规范[S].
- [4] 林彬, 梁昊文, 蔡伟成, 等. 某海港码头的撞损修复[J]. 水运工程, 2006(2): 39-42.

(本文编辑 郭雪珍)

