



大直径 PHC 管桩在北方大型码头中的应用

孙新鹏, 陆 微, 刘连生

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要:我国北方地区,高桩码头工程中桩基采用大直径 PHC 管桩(管径 1.2 m 及以上)工程案例相对较少,可借鉴经验有限。以某工程为例,客观分析施工过程中出现的断桩、桩身纵向和环向裂缝等不同程度的破损情况,归纳总结大直径 PHC 管桩破坏的主要原因,提出了防止打桩时桩基破坏的改进措施及断桩、桩身裂缝的加固方案。

关键词:PHC 管桩;断桩;纵向裂缝;环向裂缝;原因分析;加固方案

中图分类号:U 656.1⁺13

文献标志码:A

文章编号:1002-4972(2016)S1-0153-04

Application of large diameter PHC pipe piles in large dock in northern China

SUN Xin-peng, LU Wei, LIU Lian-sheng

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: In northern China, there are a few project cases that the pile foundation of the high pile wharf engineering with large diameter PHC pipe pile(diameter 1.2 m or more). Taking a project as an example, this paper analyzes the damages such as broken piles, longitudinal and toroidal cracks on the piles, summarizes the main reasons of the pile foundation damages. It also proposes the improvement measures to prevent the damage to piles during piling, gives the repair plans of broken piles and pile crack.

Keywords: PHC pipe pile; broken piles; longitudinal cracks; toroidal cracks; reason analysis; repair plan

长兴岛是大连港和东北亚地区国际航运中心的重要组成部分^[1],葫芦山湾位于长兴岛南侧,是辽宁沿海现存最为优良的深水港湾,近期的港口开发将集中在葫芦山湾北岸的公共港区及其向葫芦山湾内湾延伸的船舶及装备制造区。目前,公共港区起步工程的 3 个 5 万~7 万吨级通用泊位已竣工投产,对岸 6 个 7 万吨级通用泊位已完成 2 个泊位的建设。

以上码头均采用了钢管桩结构,但钢管桩存在着造价较高、后期需经常维护且维护费用较高等问题。与其相比,PHC 则是一种比较经济合理的桩型。本文以该地区采用大直径 PHC 管桩的某项目为例,详细介绍了打桩过程中出现的问题、原因分析及对策措施,供相关工程参考。

目前北方地区普遍使用的是直径 800 mm 及以内的 PHC 管桩,主要应用于工民建和地基土压缩性较高地区的厂房基础;直径 1 000 mm 的 PHC 管桩也有应用,如:天津港东突堤北侧集装箱码头工程以及中化兴中 30 万吨级油码头引桥工程等;而 1 200 mm 及以上直径的 PHC 管桩在水运工程中的应用相对较少。

PHC 管桩引进之初,管桩的抗冻性和打入性问题一直困扰着工程设计人员。根据天津港湾工程质量检测中心和大连理工大学建材研究所的检测,某些预制厂出品的管桩抗冻等级可达 F300,完全能够满足长兴岛地区结构抗冻的要求。另外,采取浇筑无收缩性混凝土将管桩结冰段填实的方法,可解决 PHC 桩的空心部分海水冻结膨胀的问

2 打桩情况

打桩初期出现断桩、桩头破损、桩身纵向裂缝、环向裂缝等不同程度的破坏形式, 破损率一度接近 20%。后期经过调整, 并加强精细化施工后, 打桩破损率几乎为零 (图 3)。

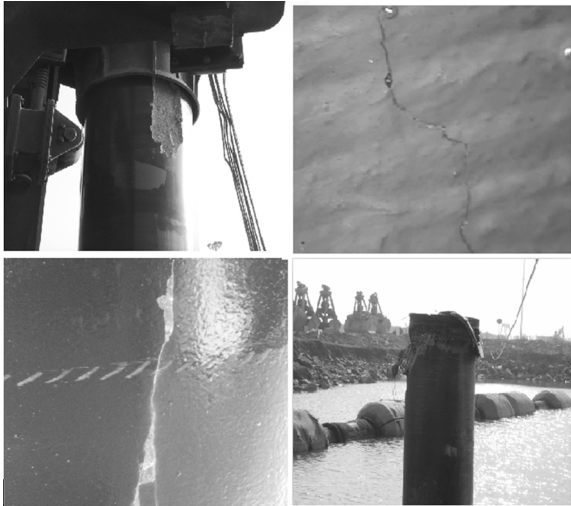


图 3 基桩破坏形式

3 原因分析及改进措施

3.1 造成基桩破损(主要为纵向裂缝)的原因

1) 桩制作本身。高压釜蒸养对桩身脆性的影响, 以及离心成桩工艺对混凝土密实度均匀性的影响。2) 连接法兰处焊接质量。3) 是否采用桩靴及桩靴的形式。4) 设计承载力取用上限值。停锤控制标准过严, 致使锤击数过高。5) 地质不均匀性。打桩过程遇软弱夹层, 导致桩身应力发生变化。

3.2 改进措施

3.2.1 改进制桩工艺

扩大桩头加密箍筋范围, 在执行现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》^[4]基础上, 将桩头箍筋间距 45 mm 范围由 2.0 m 增加至 5.0 m。

在桩顶以下加设 3 道钢抱箍^[5], 分别距桩顶 1.5、2.5、3.5 m, 通过钢抱箍的环向约束, 避免桩身混凝土出现大的拉应力, 钢抱箍高度为 30 cm, 见图 4、5, 打桩过程中须避免震动引起的螺栓松动。

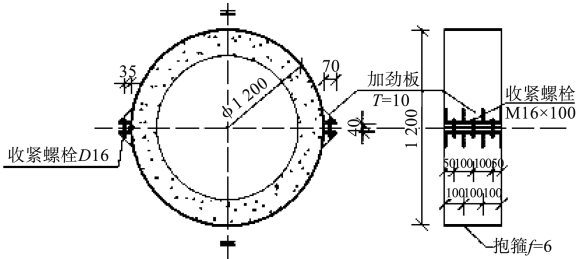


图 4 钢抱箍设置(单位:mm)



图 5 钢抱箍效果

3.2.2 改进打桩工艺

加强沉桩施工中的精细控制, 主要包括: 控制打桩过程中打桩船船体的微小位移、选择性能优良的替打和桩垫材料、适当增加桩垫厚度, 避免偏心锤击和水锤效应等。严格执行设计提出的停锤标准, 并在沉桩过程中严密监视桩身下沉情况, 发现异常及时停锤。

3.2.3 细化沉桩标准

考虑 PHC 桩对打桩精细化程度要求较高, 按基桩在排架中所处的不同位置桩力设计值的不同, 分类采用不同的控制停锤标准, 见表 2^[6]。

表 2 调整后停锤标准		
行号	极限承载力/kN	停锤参考贯入度/mm
A1	9 500	5~10
A2	8 500	6~10
B1	7 500	10~12
B2	7 000	10~12
C	10 000	5~8
D	10 000	5~8
E1	6 000	10~15
E2	6 000	10~15

4 加固方案

4.1 加固原则

保证桩身承载力满足设计要求; 保证基桩具有足够耐久性(使用期 50 a); 分类采取不同修补措施。

按照上述原则, 依据《建筑基桩检测技术规范》^[7]中对桩身完整性类别及分类原则的说明, 原则上对于Ⅰ类桩和Ⅱ类桩不做处理, 对于Ⅲ类桩进行修补, 对于Ⅳ类桩采取补桩。

4.2 加固方案

对于破坏严重的桩基(如桩身粉碎性破坏、钢筋裸露或纵向裂缝开展较大), 必须进行补桩处理, 补桩位置根据现场情况确定, 补桩原则上采用 PHC 桩或灌注桩; 对于破坏程度较轻的桩基(如桩头、桩身有纵向裂缝, 裂缝宽度较小), 采用浇筑桩芯钢筋混凝土的方式, 浇注位置视情况为桩顶以下 20~30 m; 同时, 对于桩身外侧的裂缝, 必须按《港口水工建筑物修补加固技术规范》^[8]之规定进行修补, 保证基桩具有足够耐久性。

水位变动区及水下区桩身裂缝修补: 采用钢套筒内压浆方式。钢套筒采用壁厚 8 mm 钢板加工而成, 套筒内径 1 360 mm, 套筒沿水面一直延伸至裂缝以下 2~3 m 或直接插入泥面以下 2 m, 压浆材料采用水泥净浆。为确保水泥浆质量, 水泥浆在拌制时需要掺加减水剂及微膨胀剂, 水泥浆要经过网筛过滤, 水泥净浆应通过试验确定配合比, 压浆前应首先进行封底压浆, 待封底浆强度达到 5 MPa 以上时, 才可进行正式压浆, 封底浆厚度不小于 500 mm^[9]。压浆时应先从底部开始, 待管道接通后再用压浆泵向筒内注浆, 待筒内浆液面高于上部压浆孔 1 m 以上时, 封闭下面的压浆孔, 改用上面的压浆孔进行压浆, 逐次递升, 直至筒内完成压浆工作。

5 结语

1) 1.2 m 直径 PHC 管桩力学性能优良, 在北方某大型码头工程中得到了成功应用, 节省了工程造价。

2) 相比于常规直径 PHC 桩, 大直径 PHC 管桩脆性明显, 对打桩的精细化程度要求较高, 通过改进制桩和打桩工艺, 可以有效避免桩身出现裂缝, 保证施工质量。

3) 大直径 PHC 管桩的设计过程中, 建议根据基桩在排架中所处位置, 按照桩力值分别确定沉桩标准, 通过提高设计的精细化程度降低桩损概率。

4) 一旦发生桩损, 可根据破损情况采取桩管内、桩管外分别或同时加固的措施, 保证基桩的承载力和耐久性满足设计要求。

参考文献:

- [1] 中交水运规划设计有限公司. 长兴岛公共港区 0[#]通用泊位工程工程可行性研究报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2009.
- [2] 中交水运规划设计有限公司. 长兴岛公共港区 0[#]通用泊位工程岩土勘察报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2009.
- [3] 上海港湾工程质量检测有限公司. 长兴岛公共港区 0[#]通用泊位工程基桩试验检测报告[R]. 上海: 上海港湾工程质量检测有限公司, 2010.
- [4] GB 13476—2009 先张法预应力混凝土管桩[S].
- [5] 胡东, 黄松涛. PHC 桩在沉桩过程中出现纵向裂缝的原因分析及相应对策[J]. 水运工程, 2011(5): 147-152.
- [6] 中交水运规划设计有限公司. 长兴岛公共港区 0[#]通用泊位工程补充桩基施工技术要求[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2010.
- [7] JGJ 106—2014 建筑基桩检测技术规范[S].
- [8] JTS 311—2011 港口水工建筑物加固技术规范[S].
- [9] 刘忠友. PHC 管桩裂缝分析及处理方法[J]. 水运工程, 2008(6): 133-136.