

南横河桥钻孔平台设计与施工

靖 辉

江苏港通路桥集团有限公司 江苏省 张家港市 215600

摘要: 随着桥梁施工技术的发展, 施工栈桥及平台已广泛应用, 如何实现其整体结构的稳定性及现场施工的可行性是施工中的关键, 本文借助Midas进行分析计算, 验证了结构形式能够满足施工需要, 以期能够给同类施工提供参考。

关键词: 桥梁; 钻孔平台; 设计; 施工

Design and construction of drilling platform of Nanheng River Bridge

Jinghui

Jiangsu Port Access Bridge Group Co., Ltd., Jiangsu Province, Zhangjiagang 215600

Abstract: With the development of bridge construction technology, construction trestle and platform have been widely used, how to achieve the stability of the overall structure of the safety and feasibility of field construction is the key to the construction, this paper with Midas analysis and calculation, it is verified that the structural form can meet the needs of construction, so as to provide a reference for similar construction.

Key words: bridge, drilling platform, design, construction

1 概述

晨丰公路起点位于一干河桥以东, 路线全长11.97km, 起讫点桩号为K10+519.16~K22+490, 道路全线采用一级公路设计标准, 设计时速80km/h, 桥梁汽车荷载等级采用公路-I级。其中南横河桥, 中心桩号K4+813.8, 孔径10m+22m+10m, 桥长47.07m, 上部结构为先张法预制混凝土空心板梁, 下部结构采用桩柱式桥墩。新建桥墩盖梁, 原有老桥桩基维持利用, 并在老桥外侧加宽5.25m, 增加桩柱式桥墩基础, 桩径1.2m, 其中水中桩2根, 桥台桩2根。根据本标段工程地质勘察报告, 桥梁河道所在土层特性从上往下依次为杂填土, 淤泥质粉质黏土, 黏土, 粉质黏土, 粉砂等。

2 钻孔平台设计及计算

2.1 平台设计

本桥水系非通航, 附近沟塘不发育, 河道水深3米左右, 常水位1.7米。加之受蒸汽管道影响, 施工场地狭小。采用钢管桩与工字钢相结合搭设施工平台, 由于汽车起重机和混凝土运输车均可支撑在原有老桥之上, 根据图纸及现场情况, 搭设钻孔平台4个, 采用6根9m的 $\phi 430$ 钢管桩组成, 钢管桩顶设置纵向双拼I30工字钢, 其上设置双拼I20工字钢分配梁, 钢管桩之间的平联采用12#槽钢, 然后在双拼I20工字钢铺设面板, 其上设置钢管维护。钢管桩入土深度5m。

2.2 荷载

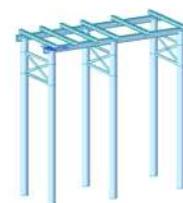
采用Midas civil建立模型, 添加各结构材料截面参数, 纵

梁、分配横梁用梁单元模拟, 平台面板用板单元模拟。工字钢采用箱形截面参考I20、I30工字钢模拟建立; 边界条件钢管桩底采用固结方式, 约束六个自由度; 钢管桩桩顶与纵梁共节点建立, 纵梁与横向分配梁之间采用弹性连接菜单中的刚性连接设置。本钻孔平台永久作用主要是各结构自重, 可变作用主要是钻机荷载、施工人员及小型施工机具、水流荷载等。相比钻机荷载, 施工人员及小型施工机具荷载、水流荷载较小, 本次模拟计算不予考虑。

(1) 结构自重: Midas软件程序中自动计算, 定义结构钢材容重取 $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$;

(2) 钻机施工荷载: 钻孔平台荷载主要为20型钻机(含钻杆重约20t, 钻机尺寸 $2.4 \times 6 \times 9 \text{ m}$), 以及导管、钢筋笼等。考虑冲击系数后, 工作状态钻机施工荷载取30t计算。

(3) 工况组合: 基本组合: $1.3 \times \text{自重} + 1.5 \times \text{钻机施工荷载}$
标准组合: $1.0 \times \text{自重} + 1.0 \times \text{钻机施工荷载}$
基本组合用于承载能力极限状态下结构应力的计算, 标准组合用于正常使用极限状态下结构挠度位移的计算^[1]。



钻孔平台整体模型

2.3 有限元计算结果

平台主要构件受力及安全评价

杆件名称	钢材	最大应力		容许应力		安全评价
		正应力	剪应力	正应力	剪应力	
双拼20工字钢	Q235	28.23	18.13	215	125	安全
双拼30工字钢	Q235	33.47	25.32	215	125	安全
12#槽钢	Q235	7.27	2.75	215	125	安全

由上表计算结果可知, 钻孔平台各构件在上述工况下基本组合产生的最大组合应力及剪应力符合现行钢结构设计标准要求, 故强度符合要求; 各构件在上述工况标准组合下双拼20工字钢最大变形位移为 $2.4\text{mm} < L/400 = 3000/400 = 7.5\text{mm}$, 双拼30工字钢最大变形位移为 $1.5\text{mm} < L/400 = 4300/400 = 10.75\text{mm}$, 故平台刚度满足要求。同时对平台结构进行屈曲稳定分析, 其1阶模态特征值大于5, 故平台稳定性满足要求。

2.4 钢管桩受力分析

钢管桩采用直径430cm, 壁厚为6mm, 钢管桩材质为Q235, 入土5m深。河床土层的力学特性如下表所示:

土层特性	层厚(m)	容许承载力(kPa)	桩侧极限摩阻力(kPa)
淤泥质粉质粘土	1.55	60	15
粘土	3.0	180	55
粉质粘土	3.9	150	50

由Midas模型运行分析结果得到钢管桩轴向最大反力为128.3kN, 根据《建筑桩基技术规范》^[2]钢管桩单桩竖向极限承载力计算方法, 同时考虑1.3的分项系数:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} \times l_i + \lambda p_{qpk} \times A_p$$

当 $h_b/d_s = 5/0.43 = 11.6 \geq 5$ 时, $\lambda_p = 0.8$ (按敞口),

$$Q_{uk} = 3.14 \times 0.43 \times (0.55 \times 15 + 3 \times 55 + 1.45 \times 50) + 0.8 \times 1700 \times 3.14 \times (0.215^2 - 0.209^2) = 343.68\text{kN} \geq 1.3\gamma N_0 = 1.3 \times 128.3 = 167\text{kN}$$

(1) 钢管桩强度验算

$$\text{净截面积 } A = \pi (D^2 - d^2) / 4 = 3.14 \times (430^2 - 418^2) / 4 = 7988\text{mm}^2$$

$$\sigma = N/A = 167000/7988 = 20.9\text{MPa} < [\sigma] = 215\text{MPa}$$

(2) 钢管桩稳定性验算

$$\text{回转半径 } i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4} = \frac{\sqrt{430^2 + 418^2}}{4} = 150\text{mm}$$

$$\lambda = l/i = 4000/150 = 27, \text{查表得 } \varphi = 0.927$$

$$\sigma = N/A\varphi = 167000 / (7988 \times 0.927) = 22.6\text{MPa} < [\sigma] = 215\text{MPa}$$

故钢管桩承载力能够满足施工和稳定性要求。

3 钻孔平台施工方法

3.1 平台施工工艺流程

测量放样→振动打桩机振打钢管桩→焊接桩间12#槽钢实现平联并设置剪刀斜撑→吊装桩顶双拼I30工字钢纵梁并

与桩顶焊接→吊装双拼I20工字钢横向分配梁并按间距设置→振打水中心钢护筒及安装横梁顶平台面板→面板四周临边边设护栏→平台拆除

3.2 钻孔平台搭设施工

3.2.1 测量放样

根据设计图纸钻孔桩桩位坐标确定钢管桩位, 用全站仪放出准确位置并结合经纬仪, 对钢管桩平面位置以及桩竖直度进行测量控制。

3.2.2 钢管桩施打施工

①钢管桩应提前设计和加工好预定长度, 尽量不进行接长, 以保证桩身完整性。施工前检查钢管桩的质量合格证明, 采用自有旧钢管时, 每根应仔细检查外观情况, 剔除有较长裂缝、弯曲锈蚀严重的钢管。当钢管长度不足需要增加时, 应保证加长钢管与原有钢管保持在一条轴线上, 接缝处满焊, 同时沿着桩身四周接缝处骑缝增设加强钢板6块并焊接牢固, 保证接缝处强度^[3]。钢管桩在吊装及运输过程中宜多点起吊、水平存放, 防止产生弯曲和变形。

②采用DZ60型振动打桩机进行施工, 打桩开始后, 桩锤夹具夹住钢管桩顶部, 利用自沉下沉到河床, 然后振动下沉。在振打时, 测量和施工人员要密切配合利用全站仪、经纬仪实时动态纠正钢管桩的偏离, 保证平面位置与竖直度。振动沉桩尽量连续进行, 防止间断时间过长而难以沉放。若下沉过程中遇到硬土层等情况, 导致沉放速度突然减小, 则可以将钢管桩稍稍提升0.5~1m左右快速振动下沉冲过硬土层。本平台钢管桩单根长度为9m, 钢管桩顶端标高控制在+2.7m。

③施工时, 根据已测水位, 在钢管桩上标记高出水面线, 待沉放到预定位置即停止下沉并复测桩顶标高。沉桩过程以桩顶标高控制为主和桩贯入度为辅, 当下沉到贯入度仍较大时, 继续打入直到 $\leq 5\text{cm}/10\text{min}$ 停锤。

3.2.3 焊接桩间联系梁

平台采用吊装12#槽钢在河道低水位时实施管桩间平联并设置竖向剪刀斜撑。桩间平联时在钢管桩需焊接位置两侧用白色喷漆做好标记, 吊机吊装槽钢至钢管桩附近后施工人员可利用手拉葫芦将其安装到位, 并焊接在钢管上, 同时注意焊缝质量。桩间平联在施工中往往是没有得到足够重视的一个环节, 工作空间受限, 工作时间紧, 容易态度马虎, 不按要求执行, 这些都要求项目管理人员采取措施, 创造安全的工作环境, 做好临边防护, 保证施工质量。

3.2.4 桩顶纵梁安装

钢管桩插打到位后, 测量桩顶标高, 然后再钢管桩桩顶开口, 将双拼30工字钢纵梁放如U型开槽的钢管桩内, 在钢管桩槽口内用钢板牢固焊接管桩与30工字钢。双拼30工字钢嵌入钢管桩内20cm, 外露钢管桩10cm。

3.2.5 分配梁安装

纵梁安装在桩顶之后, 吊装横向分配梁与纵梁之上。

分配梁为双拼I20工字钢,同双拼30工字钢一起预先在施工现场焊接拼装完成,拼装焊接点间距1m,每道焊缝长度10cm。安装时,先在纵梁上用石笔标记出分配梁位置后再进行安装就位。为防止纵横梁之间倾覆或转动侧翻,增强结构整体抗弯能力,分配梁与桩顶纵梁之间采用固结方式,焊接牢固。

3.2.6 护筒安放和钢板铺设

钻孔用钢护筒设计为厚度5mm,在现场对缝加工卷制,接缝处满焊,内径为150cm,放出桩位坐标后,在面板和护筒上分别用红色记号四点标记控制桩位,然后沉放。护筒埋设采用振压,其水中以嵌入河床不小于3m,顶高出水面1~2m。护筒埋设到位后用吊锤复测面板及护筒桩位中心是否对中,护筒位置偏差 $\leq 5\text{cm}$,倾斜度 $\leq 1\%$ 。

平台面板采用定型钢板,厚度6mm,并做好防滑措施。面板上四周临边设置钢管护栏,高度1.2米,间隔2米设置。

3.3 平台搭设注意事项

(1) 钢管沉放时尽量选在水位相对平稳,水流相对较慢的时间进行。

(2) 钢管桩振打时不得采用桩锤顶推斜拉、碰撞摩擦等方式强力纠偏,以防止钢管桩开裂。

(3) 施工人员应密切注意管桩下沉速度,若突然出现加速下沉或者无法下沉,应会同有关部门分析采取处理措施。

(4) 严格实行交底制度,未经平台施工安全技术交底并签字,施工人员不得进行施工,特种作业人员持证上岗,水上作业,现场配备救生衣、救生圈、安全带等,做好临边作业安全防护。

参考文献:

[1]胡帮义,胡丽珍,王猛. Midas Civil在木结构施工平台设计中的应用[J]. 湖州职业技术学院建筑工程学院, 2019.

[2]JGJ 94-2008建筑桩基技术规范[S].

[3]喻佳. 钢栈桥、平台施工技术应用研究[D]. 长安大学, 2017.