

# Analysis of the Influence of the Occurrence of Bedrock on the Bearing Capacity of Rock-socketed Pile

Haiyang Xie

Wuhan Geological Prospecting & Foundation Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430050, China

## Abstract

In pile foundation project of Jinxiu Yangtze River D2b project in Shima, the phenomenon of deflection occurred in the process of drilling into the rock stratum from the overlying mud layer was repeatedly detected in the perpendicularity detection of bored pile. This paper analyzes the reason of this phenomenon and changes the drilling method through many tests to reduce the occurrence of this phenomenon. Its experience is of reference significance for improving the construction quality of bored pile in similar strata.

## Keywords

bored pile; perpendicularity; occurrence of rock strata; bearing capacity

## 基岩产状对嵌岩桩承载力的影响分析

谢海洋

武汉地质勘察基础工程有限公司, 中国·湖北 武汉 430050

## 摘要

世茂锦绣长江D2b项目桩基工程在钻孔灌注桩成孔后的垂直度检测中多次重复出现钻孔在由上覆泥层进入岩层的过程中发生偏斜的现象。论文分析了发生了这种现象的原因并经过多次试验改变钻进方式, 减少了该现象的出现, 其经验对类似地层的钻孔灌注桩施工质量提升具有借鉴意义。

## 关键词

钻孔灌注桩; 垂直度; 岩层产状; 承载力

## 1 概述

世茂锦绣长江 D2b 项目桩基工程位于武汉市汉阳区鹦鹉洲长江大桥边。是世茂集团在该地块打造的地标性建筑以及商业办公综合体。本公司承担该项目的二标段 2# 楼及其周边地下室桩基础施工。有效桩长约 32~36m, 桩身混凝土强度等级为 C50, 桩端进入⑦-2 中风化泥灰岩或⑩-2 中风化炭质灰岩  $\geq 18\text{m}$ , 设计孔深约 50m, 单桩竖向抗压承载力特征值为 10000kN。

根据本项目岩土工程勘察报告、钻孔的抽芯取样产状、勘察单位提供的每个孔的设计入岩深度不难判断 2# 楼施工区域岩层走向为图 1 所示东西方向, 倾向为图示南北方向<sup>[1]</sup>。

## 2 基岩产状对钻孔灌注桩垂直度的影响分析

施工过程中, 甲方邀请了武汉科正检测公司对达到设计深度的钻孔灌注桩进行垂直度检测, 只有垂直度满足设计

规范要求的桩才能进行终孔验收进入下一道工序。在多次的桩检过程中, 我们发现桩身的偏斜是从上覆土层进入基岩开始, 并在短距离内发生较大偏移, 是桩发生垂直度变化的重灾区。经过多次检测经验, 结合本项目的岩土工程勘察报告, 以及对勘察抽芯取样的分析, 得出旋挖在以常规手段钻进过程中进入倾角大的基岩时, 由于上下地层硬度变化大, 且下覆地层产状倾角大, 如果仍然使用原有的钻头并保持原有的钻进压力, 使得在钻进的过程中, 钻头会发生偏斜, 使得在嵌岩部分的钻孔发生偏斜, 也就导致了嵌岩桩的桩端承载力的流失, 使得我们所施工的工程桩承载力达不到原有的设计要求<sup>[2]</sup>。

2# 楼成孔垂直度检测及成孔垂直度检测见图 2、图 3。

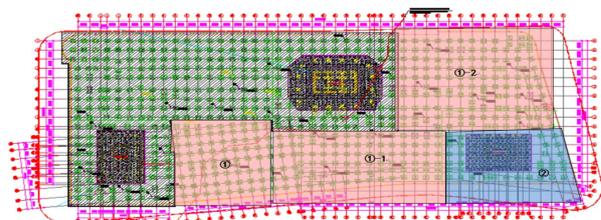


图 1 项目平面布置图

【作者简介】谢海洋(1990-), 男, 中国湖北红安人, 助理工程师, 从事项目质量技术管理研究。



图 2 2# 楼成孔垂直度检测

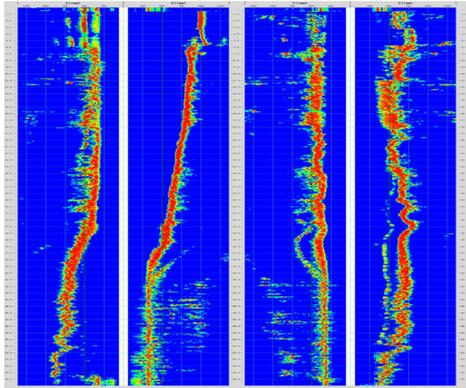


图 3 成孔垂直度检测

### 3 偏斜方向情况分析

在钻孔灌注桩达到设计孔深并清孔以后，检测单位会对钻孔重新放点，并将测斜仪置于钻孔上方的中心处，并下放检测探头，直至探头无法下放并由电脑绘制出探头三维轨迹，从而得出钻孔垂直度。在本项目的检测过程中，探头下放至入岩深度后开始发生偏斜并在短距离内贴边直至放到孔底，如果偏斜严重无法测得全部孔身段的数据时会将检测设备移向贴边的方向并重新检测直到得到整个孔的检测数据<sup>[3]</sup>。

2# 楼勘察岩芯见图 4。



图 4 2# 楼勘察岩芯

### 4 桩端承载力受力分析

根据 GB 50007—2011《建筑地基基础设计规范》嵌岩

桩的单桩竖向承载力计算公式：

$$R_a = \psi_r f_{rk} A_p$$

其中， $f_{rk}$  为岩石饱和单轴抗压强度标准值； $\psi_r$  为折减系数； $A_p$  为嵌岩段桩端面； $R_a$  为单桩竖向承载力特征值。

嵌岩桩的桩端承载力特征值影响因素主要有岩石饱和单轴抗压强度标准值  $f_{rk}$  和嵌岩段桩端面  $A_p$ 。在单个项目中，岩石饱和单轴抗压强度标准值是不变的，但是嵌岩部分发生了偏斜，嵌岩段桩端能够完整提供竖直方向承载力的受力面积大大减小。

偏斜桩身大样见图 5 和图 6。

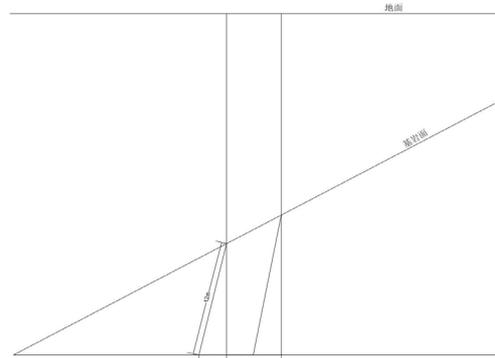


图 5 偏斜桩竖直方向大样

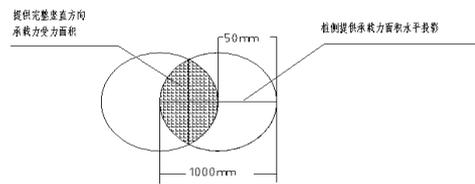


图 6 偏斜桩身大样

而桩侧提供的承载力在竖直方向上的分力因为偏斜角度小，基本可以忽略不计，这就导致在原有的承载力计算公式中，两大直接影响因素中的一个急剧减小，并且随着偏斜角度越大，能够直接计算的竖直方向承载力的面积也就越小<sup>[4]</sup>。

### 5 入岩时钻头受力及偏向分析

在本项目的检测经验中，钻孔偏斜的大都发生在进入持力层的时候，因此在此时控制钻进方式就显得尤为重要，在此做图 7 所示受力分析来了解偏斜的过程。

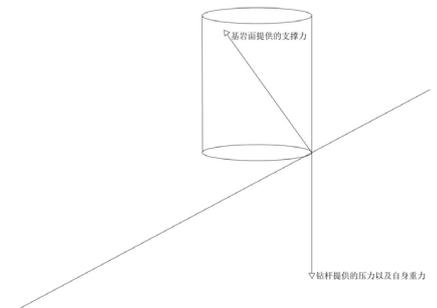


图 7 钻头在基岩面受力分析

竖直方向受力分析:

$$F_{\text{支持}} = F_{\text{压}} \div \cos \theta$$

其中,  $F_{\text{支持}}$  为持力层提供给钻头的支持力;  $F_{\text{压}}$  为主钻杆提供的压力;  $\theta$  为持力层产状倾角。

考虑钻头受力稳定,  $F_{\text{支持}}$  在水平方向的分力为提供钻头偏斜的作用力, 其受力大小主要由  $F_{\text{压}}$  的大小以及倾角  $\theta$  决定。压力越大, 倾角  $\theta$  越大, 提供偏斜的水平方向的分力也就越大。因此在力学因素上, 我们此时能够控制的条件为主钻杆提供的压力, 宜采用的钻进方式为轻压慢转, 直到在持力层里开凿出竖直方向的导向孔, 能够阻止钻头的偏斜。

## 6 非力学影响因素以及控制要点

影响因素:

①设备机具自身的垂直度。主要考虑钻杆弯曲, 钻杆接头间的间隙大, 钻头钻齿磨损程度不一致, 这几个因素就需要管理人员在挑选设备、设备进场检验中仔细严格并在平时的工作中勤于检查督促班组勤于修理钻头。

②施工准备的垂直度控制不足。旋挖平台的平整度、硬化程度, 开孔前桅杆的垂直度校准是在施工准备上影响钻孔垂直度的主要因素, 因此在施工的过程中需要施工以及技术管理人员严格控制各质量因素。

③钻头的选用。在多次尝试不同钻头进入持力层的过程中, 底部水平的钻头对引孔的优势更大, 也就是桶钻和盖板钻头比两半钻头在进入持力层时更能形成竖直方向的钻孔。

在多次调试和控制后, 钻孔灌注桩基本可以达到垂直度检测一次合格(见图8)。

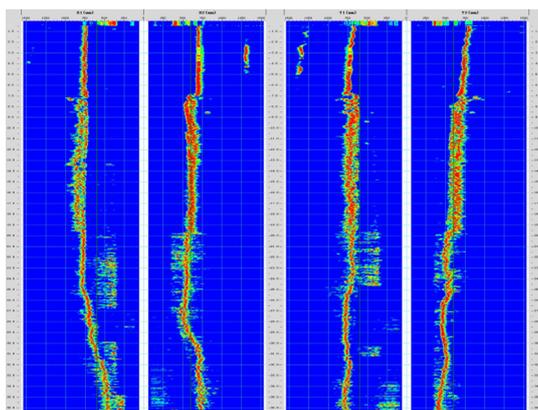


图8 控制后的钻孔垂直度检测图

## 7 结语

钻孔灌注桩的垂直度严重影响桩的承载力, 在施工前以及过程中需严格控制影响垂直度的质量控制要素。在一些基岩倾角大的项目, 就更需要考虑钻孔进入持力层开始发生偏斜从而影响钻孔灌注桩承载力, 来保证建筑物的安全性能<sup>[5]</sup>。

持力层倾角较大时, 使得钻孔开始偏斜的力学因素有两个, 一是钻进时的压力; 二是基岩的倾角, 这两个因素都在一定程度上与偏斜成正比的关系, 即钻进压力越大, 水平分力越大, 钻孔越容易偏斜; 持力层倾角在一定范围内越大, 水平分力越大, 钻孔越容易偏斜。

钻孔灌注桩偏斜后, 能够提供竖直方向承载力的受力

面积减小, 使得嵌岩部分的承载力特征值减小, 严格控制钻孔灌注桩垂直度, 保证单桩承载力达到要求势在必行。

## 参考文献

- [1] GB 50007—2011建筑地基基础设计规范[S].
- [2] 周洁,任君杰,李泽焱,等.嵌岩桩单桩竖向承载力计算方法研究[J].科学技术与工程,2021,21(36):15301-15313.
- [3] 蒋建平.嵌岩灌注基岩风化强度分带探讨[J].探矿工程,2003(5).
- [4] 宋建波.嵌岩桩优化设计研究新思路[J].四川建筑科学研究,2002(1).
- [5] 杨永新.大直径人工挖孔桩竖向承载力试验研究[J].工程力学,2001(2).