

Study on Influence of Mud Performance on Filling Coefficient of Bored Piles in Coastal Areas

Yong Liu¹ Min Deng²

1. Wuhan Geological Survey Foundation Engineering Co., Ltd. Hainan Branch, Haikou, Hainan, 570100, China
2. Hubei Geological Build Prospecting & Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430072, China

Abstract

The influence of mud performance on the filling coefficient (K value) of different strata is measured by the test pile to improve the mud weight and viscosity, and the countermeasures to reduce the K value in different strata in this area are put forward combined with the construction experience of a large foundation pit project in Sanya sea slope section and the drilling construction experience in sand geology in this paper. The construction results show that the quality of pile forming is reliable and has significant effect on reducing the K value of concrete. It has achieved good economic benefits in the follow-up construction. It can provide reference for the treatment of the hole and the high K value in the construction of the bored pile in the sand geology of the coastal areas.

Keywords

bored pile; mud weight; filling coefficient

沿海地区钻孔灌注桩施工泥浆性能对充盈系数的影响研究

刘勇¹ 邓敏²

1. 武汉地质勘察基础工程有限公司海南分公司, 中国·海南海口 570100
2. 湖北地矿建设勘察有限公司, 中国·湖北武汉 430072

摘要

本文结合三亚海坡片区某大型基坑工程项目施工实例和在砂层地质中钻孔施工经验, 通过试桩逐根提高泥浆比重和粘度, 测得了泥浆性能对不同地层充盈系数(K值)的影响, 并提出了针对该地区不同地层降低K值的对策措施。施工结果表明, 成桩质量可靠且对降低灌注桩混凝土K值有显著效果, 在后续施工中取得了良好的经济效益, 可为沿海地区砂层地质中钻孔灌注桩施工时处理塌孔和K值偏高提供参考。

关键词

钻孔灌注桩; 泥浆比重; 充盈系数

1 引言

随着沿海城市化进程的加快, 钻孔灌注桩作为一种基础形式以其适应性强、施工噪音低、成本适中、结构型式合理、承载力高等特点, 在中国沿海被广泛应用^[1]。沿海地区地下水位高, 以砂层和粉质黏土层地质为主, 在砂层尤其是粗砂层中采用泥浆护壁钻孔时, 泥浆比重低, 易造成塌孔且混凝土用量大; 泥浆比重高, 易糊钻, 清孔困难, 对桩侧摩擦力和摩擦型桩的承载力有影响。尤其是在以砂层地质为主的沿海地区施工钻孔灌注桩时, 如果泥浆性能控制不当, 在钻孔过程中垮孔和K值偏高, 影响进度和施工成本。

2 泥浆及K值概述

泥浆护壁钻孔灌注桩, 合理控制泥浆性能(泥浆比重、泥浆粘度、失水率、含砂率、胶体率)对提高灌注桩施工质量至关重要。在钻孔中由于泥浆的静水压力比水大, 泥浆会在井壁形成一层泥皮, 阻隔孔内外渗流, 保护钻孔的稳定。且钻孔灌注桩泥浆护壁的物理性质对桩侧摩擦力和钻孔灌注桩承载力有显著影响。

桩基工程的灌注桩混凝土K值是指一根桩实际灌注的混凝土方量与按桩外径计算的理论方量之比($V_{实}/V_{理论}$)^[1]。如果K值大于1, 说明混凝土实际用量偏大, 不经济。所以对灌注桩K值的合理控制, 以降低混凝土浪费的方量是最为

重要和直接取得经济效益的手段之一。有的孔段因为扩孔 K 值大于 1, 有的孔段因为缩径 K 值小于 1, 综合下来整个钻孔 K 值可能大于 1, 故 K 值大于 1 并不能说明桩质量一定合格, 但 K 值小于 1, 桩质量一定不合格。

3 场地工程地质水文地质状况

3.1 地下水特点

根据现场量测的勘察钻孔水位, 场地的地下水位埋深为 2.25 ~ 7.95m, 地下水位年变幅约为 1.50m。地下水位类型有砂层的孔隙潜水和孔隙承压水。地下水的补给来源主要是受大气降水及地下径流补给; 地下水的排泄主要是蒸发或渗流; 总体上地下水量较丰富。

3.2 根据场地工程地质勘察报告, 相应的地层计算参数见表 1

表 1 岩土层特征参数表

岩土层名称	颜色	状态	r (kN/m ³)	c(kPa)	ψ (°)	τ(kPa)
(1) 杂填土	褐色	松散	17	15	15	20
(2) 中砂	灰黄色	松散~稍密状	19	2	26	50
(3) 粗砂	灰黄色	稍密~中密状	19	2	30	55
(4) 粉砂	浅灰色	稍密~中密状	18.6	2	22	40
(5-1) 淤泥质粉质粘土	灰黑色	流塑状	17.9	15	8	20
(5-2) 粉砂	深灰色	松散状	19	2	16	40
(5-3) 粉质粘土	深灰色	软塑~可塑状	18.7	16.8	12	40
(6-1) 粗砂	灰褐色	中密状	19	2	33	55
(6-2) 细砂	灰褐色	松散~稍密状	19	2	22	40
(7) 粉质粘土	深灰色	硬塑状	19	28	17.8	40

4 施工中出现的問題

钻孔灌注桩采用泥浆护壁旋挖钻机钻进成孔, 在试桩过程中, 钻进至地面以下 3~4m 时发生孔壁剥落、坍塌, 无法继续钻进。现场加大泥浆比重, 在不塌孔的前提下成孔, 灌注混凝土, 但 K 值偏大, 详见现场数据记录表 2 中 1 号试桩。进一步加大泥浆比重后, 混凝土 K 值有所降低, 详见现场数据记录表 2 中 2 号试桩。继续加大泥浆比重, K 值变大, 且检测发现桩侧摩擦力和承载力下降, 详见现场数据记录表 2

中 3 号试桩。各孔段 K 值测试方法见参考文献^[2]。

表 2 不同泥浆比重的试桩各孔段 K 值

岩土层	层厚 (m)	1 号试桩		2 号试桩		3 号试桩	
		泥浆比重	K 值	泥浆比重	K 值	泥浆比重	K 值
(1) 杂填土	1.9	1.08	1.21	1.2	1.09	1.4	1.08
(2) 中砂	6.6	1.08	1.32	1.2	1.17	1.4	1.19
(4) 粉砂	9.8	1.08	1.26	1.2	1.11	1.4	1.22
(5-1) 淤泥质粉质粘土	10.5	1.08	1.83	1.2	1.39	1.4	1.79
(6-1) 粗砂	1.3	1.08	1.37	1.2	1.18	1.4	1.41
(7) 粉质粘土	9.9	1.08	1.19	1.2	1.10	1.4	1.28

5 原因分析及对策

导致钻孔灌注桩 K 值偏大的原因有很多, 钻孔灌注桩施工前, 项目部已对设计方案、施工设备机具、施工工艺等进行了交底, 现场严格控制施工质量, 这里结合该实例, 主要根据当地水文地质工程地质条件从泥浆性能影响的角度进行原因分析。

5.1 工程地质水文地质条件的影响

本项目位于中国海南省三亚市海坡片区, 红线范围距离海岸线 350~500 米。根据工程勘察揭露的岩土地层显示, 主要为砂层和粉质黏土层, 属于典型的沿海地层特征。各类地层对泥浆的要求不同, 下面分别分析其对 K 值的影响。

(1) 在钻孔灌注桩施工时, 上层砂土松散容易坍塌, 形成扩颈现象; 沿海地层地下水位较高, 钻进过程中孔内水位偏低, 形成水压差, 导致塌孔, K 值增大。

(2) 在砂层、砂砾层钻孔施工时, 如果泥浆比重小, 则不能起到护壁的作用, 且砂层、砂砾层的空隙可能很多, 砂石之间的间距很大, 导致桩身混凝土进入到周围的粗砂层中; 或因该类地层土质疏松易在钻进中产生扩孔。

(3) 钻孔中遇到的淤泥质粉质粘土, 容易缩径, 为避免缩径的产生, 需按照一定的频率在钻进时进行扫孔处理, 扫孔频率过多或操作不当易引起扩孔。

(4) 该项目为海南省三亚市海坡村城中村改造项目, 旧基础和地下构筑物较多。遇到飘石、遇旧基础或大石等地下障碍以及土层软硬不均等, 钻杆容易产生晃动, 造成成孔的孔径偏大或产生偏斜时采用不合理的方法进行纠斜使孔径变大。

5.2 泥浆性能的影响分析及对策

为分析泥浆比重和泥浆粘度对不同地层的影响, 测得各

地层获得最小 K 值条件下的泥浆比重和泥浆粘度,项目部在试桩过程中,从泥浆制备到整个钻孔期间对泥浆的比重和泥浆粘度进行了检测,检测数据见表 3。

表 3 泥浆性能对 K 值的影响分析

桩号	泥浆比重	泥浆粘度 (s)	综合 K 值
1 号试桩	1.08	15	1.40
2 号试桩	1.2	19	1.19
3 号试桩	1.4	25	1.38

为直观反映不同地层泥浆性能对 K 值的影响,根据各孔段的相关数据,绘制成直方图 1,不同试桩显示,泥浆性能对 K 值的影响分为三个阶段。

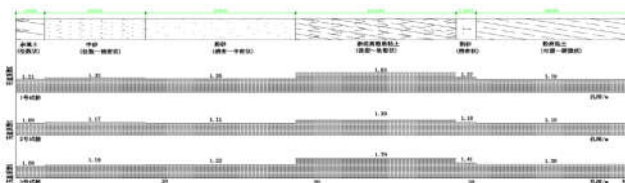


图 1 不同泥浆性能和地层条件下的 K 值

(1) 防止塌孔阶段:该项目在试桩钻进至地面以下 3.5m 时发生孔壁剥落、坍塌,无法继续钻进。经现场检测分析泥浆池中的泥浆比重为 1.08,低于规范规定的入孔泥浆比重 1.1 ~ 1.3,泥浆池中的泥浆粘度为 15s,小于规范要求的一般地层入孔泥浆粘度 16 ~ 22s。泥浆比重小、粘度低有可能导致塌孔,不利于孔壁安全。同时孔内水位低于地下水位,在松散砂层中钻进极易造成塌孔。项目部立即要求施工队伍加大膨润土的用量,保证泥浆的比重和泥浆的粘度符合设计要求,增加了护筒埋设长度,有效避免了塌孔。

(2) 泥皮增厚阶段:泥浆护壁厚度对 K 值有显著影响。钻孔灌注桩成孔周期一般都较短,只有几小时或十几小时,在保证正常进尺速度及防止塌孔的前提下,泥浆粘度低的稀泥浆将使泥浆护壁厚度偏薄,而使成孔孔径相对加大,混凝土灌注量相对增加, K 值增大。

在松散、易坍塌地层,不注意泥浆的性能,用比重小、粘度低的稀泥浆成孔往往会造成孔壁剥落、坍塌;现场进一步加大了泥浆中膨润土掺入量,泥浆比重增加,同时泥浆护壁厚度增大,不仅有效避免了孔壁剥落,而且混凝土 K 值减小。

(3) K 值增大、承载力下降阶段:在粗砂层中进一步增加泥浆比重和粘度,糊钻会引起钻头包泥造成扩孔, K 值增大。而且摩擦型桩成桩后对桩身承载力进行检测,发现承载力下

降,现场图片见图 2。主要原因是成孔过程中形成的厚泥皮程度低,在混凝土桩身和土层之间起分隔作用,降低了桩身与地层之间的摩擦系数。



图 2 因泥浆比重过大导致摩擦型桩承载力检测不合格

泥浆护壁钻孔灌注桩钻进施工中必须重视泥浆管理,现场应设有足够大的泥浆池、沉淀池,及时拌制、排除泥浆,确保送入孔内泥浆的性能。在钻孔灌注桩施工的全过程中,泥浆性能(泥浆比重、含砂率和泥浆粘度)需要随时进行检测,并根据地层情况及时调整泥浆性能,控制好膨润土和添加剂的掺入量,这样才可有效降低 K 值。

5.3 除了上述原因外,设备和工艺方面可能存在下列影响因素

(1) 钻头直径选取偏大。钻头直径大小直接影响成孔的孔径,选取适当的钻头直径,避免成孔孔径超过设计桩径,是控制 K 值的一个重要因素。在松软土层中钻进,采用比设计桩径小 4~5cm 的钻头;在粘土及较硬的土层或风化基岩中选用比设计桩径小 2~3cm 的钻头^[2]。

(2) 钻机就位后不水平、不稳固。钻机移位、倾斜这些都将加剧钻头、钻杆对孔壁的敲打、刮磨,使桩孔弯曲、不规则;钻进速度太快,很可能导致孔径偏大,从而增大 K 值,浪费混凝土^{[3][4]}。钻头起落速度要均匀,不要出现起落过猛或骤然提速的现象,根据具体土层按规范调整钻进速度,保证钻进时钻机的稳定。

(3) 埋设护筒直径偏大, 护筒埋设标高偏高。钻孔终孔时间把握不准, 进行了超钻; 灌注时桩顶标高控制不好, 出现了超灌现象^[4]。灌注混凝土时现场施工人员采用测绳探测混凝土高度, 导致误差较大。应用测深铅锤随时检查浇筑标高, 以便及时了解浇灌顶标高情况, 从而控制超灌长度。

6 结语

本文结合施工实例, 针对沿海地区特有的砂层地质条件下, 泥浆护壁钻孔灌注桩旋挖成孔施工过程中遇到的一系列问题, 通过试桩试验控制泥浆比重、泥浆粘度和含砂率等, 分析了泥浆性能对 K 值的影响规律, 并提出了针对不同地层

的相应对策措施, 既保证了桩身质量, 又有效降低了 K 值, 降低了混凝土用量, 取得了良好的经济效益。

参考文献

- [1] 张忠苗. 桩基工程 [M]. 中国建筑工业出版社, 2007.
- [2] 鄢泰宁, 范新庭. 灌注桩充盈系数及其直方图的分析与应用 [J]. 探矿工程, 1996 年第 3 期.
- [3] 杨建林, 兰凯, 鄢泰宁. 试论大口径灌注施工中扶正器与充盈系数的关系 [J]. 地质科技情报, 第 24 卷增刊, 2005, 7.
- [4] 陈学英, 欧胜彬. 浅谈泥浆护壁钻孔灌注桩充盈系数的影响因素 [J]. 广西土木建筑, 第 27 卷第 3 期, 2002, 9.