

文章编号:1007-2993(2010)01-0048-03

苏丹某工程钻孔灌注桩桩头缺损原因分析及预防

王立新 李鲲鹏

(天津华北地质勘查局,天津 300100)

【摘要】 在砂层等不良条件下施工钻孔灌注桩容易出现断桩、缩径、桩头缺损等质量通病。分析了苏丹尼罗河边松散砂层中旋挖钻机施工的钻孔灌注桩桩头达不到设计标高和缺损等事故,逐一分析了事故发生的过程、产生的原因及应吸取的经验教训,提出了相应的预防措施。

【关键词】 桩头设计标高;桩头缺损;原因分析;预防措施

【中图分类号】 TU 473.14

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2010.01.013

Cause Analysis and Prevention of Damage of Drill Cast Pile of an Engineering Subject in Sudan

Wang Lixin Li Kunpeng

(Tianjin North Chian Geological Exploration Bureau, Tianjin 300100, China)

【Abstract】 Common pile quality faults such as pile break, cross shrink, pile end damage are often met in sand stratum. Short of design elevation and damage of drill cast pile in Sudan Nile bank constructed by spin-dig borer are discussed in this paper. Developing process, cause and experience of these pile quality faults are also demonstrated and measurement of preventing fault is put forward.

【Key words】 design elevation of pile; damage of pile; cause analysis; measurement of preventing fault

1 工程概况

苏丹首都喀土穆市中心某24层商务酒店,基坑已于2008年3月挖成,深度3.8m,2008年8月至2008年12月在基坑中施工钻孔灌注桩。

钻孔灌注桩共计224根。有效桩长25m,桩径900mm,属端承摩擦桩,设计单桩竖向承载力1900kN,钢筋笼全通长配置,混凝土强度等级C35^[1]。

桩基施工采用北京三一重工机械公司生产的220型旋挖钻机。施工完毕开挖后,发现部分桩头

存在质量问题。

2 场地岩土工程条件

该工程位于尼罗河北岸,距尼罗河仅80m。受尼罗河冲积的影响,场地上面地层为较厚的饱和砂层,岩土工程条件见表1。由于基础施工始于洪水期,场地中地下水位已经超过基坑底面10cm,业主将基坑底部在原开挖的基础上垫土80cm,以便桩基施工。

表1 场地岩土工程条件一览表

地层编号	分层位置 (自基坑底向下)/m	地层描述	水文地质条件
1	1~6.2	黑灰色粉砂、细砂,夹杂少量淤泥质黑土,松散	地下水直接接受尼罗河水补给,水位变化范围为基坑底面标高+0.30m至-4m。
2	6.2~17	粉质粘土,夹有少量石灰岩结核颗粒,稳定性一般	
3	17~20	泥岩夹层,层厚2~3m不等,不均匀	
4	20~24	粉质粘土,粘性大,夹有少量石灰岩结核颗粒,密实	
5	24~35	泥岩层,较硬,受水浸泡变软	

注:该地质资料为桩基钻孔施工过程中总结所得,非甲方提供的专业岩土工程勘察报告

作者简介:王立新,1974年生,男,黑龙江齐齐哈尔人,工学学士,工程师,主要从事地质工程类及海外岩土项目的综合管理工作。E-mail: yjpcddjfg@163.com

3 桩顶标高低于设计值

3.1 事故一

第 A5 号桩,桩身开挖至设计标高(回填后基坑底面下 30 cm)未见混凝土,继续下挖 1 m 后方看到完整桩头,再向下为完整圆柱形桩身。清凿桩顶后进行小应变桩身完整性检测,基坑底面下 6 m 位置出现扩径。该类事故仅此 1 例。

3.1.1 施工过程

本工程施工时,甲方未提供确切的岩土工程勘察资料,根据周边工程经验,暂时确定护筒下设深度到基坑底标高以下 4 m。

钻进过程中,使用体积质量为 1.2 的普通泥浆护壁,7 m 以上进尺正常,至 7 m 处,因砂层孔壁坍塌,孔底标高上升 0.9 m,即刻增加护筒长度到 7 m,继续钻进至孔底标高-25.8 m,未出现异常。钢筋笼下设完毕后,测量孔底沉渣<5 cm,后混凝土灌注比较顺利,但当灌混凝土至桩顶时,发现孔口返出的沉渣多为砂,未见新鲜混凝土,此时测锤感觉已经触底部,考虑到混凝土用量达到设计理论方量的 1.4 倍,故终止灌注。

灌注结束后,即刻全部提出护筒,此时发现桩头混凝土面未达到设计标高。

3.1.2 事故原因

根据灌注前孔底沉渣测量结果及开挖桩头时的土质情况分析,6 m 位置塌孔扩径发生在混凝土灌注过程中,造成此事故的原因有以下几点:

1)现场施工人员在未得到勘察资料的条件下,仅根据周围工程经验,即确定护筒埋设深度,显然不符合先勘察后施工的建设工程程序^[2]。

2)基坑底板以下饱和砂层沉积时间短,呈松散状态,相当不稳定,厚度约 7 m 左右,且场地水位受尼罗河水涨落的影响。在这样的地质条件下,护筒埋设深度仅为 4 m,且未插入不透水的粘土层,这是导致砂层塌孔的根本因素。

3)混凝土灌注至孔口未见到新鲜混凝土溢出,仅依据理论灌注量(充盈系数 1.4),终止灌注依据不足。

4)钻进过程中,已经预感到 4~7 m 有可能塌孔,在混凝土灌注刚结束后就立即提出护筒,使尚处于流动状态的桩身混凝土填充到坍塌的孔壁与护筒之间的空隙,使从而已经灌上来的桩头混凝土下落。

5)设计桩头位置低于基坑垫土层 30 cm,加之灌注后期返出来泥浆稠度和含砂量极大,给准确判断桩头高度带来一定困难。

3.1.3 教训及预防措施

1)施工必须依据岩土工程勘察资料,制定详细

可行的施工方案^[3],不得在没有查明地质情况时,为了赶进度,盲目开工。

2)类似的场地条件,须选用优质膨润土护壁,且泥浆体积质量必须大于 1.2。

3)护筒埋深一定要穿过易于坍塌的不稳定地层,埋设于稳定地层中。本工程后期施工护筒埋设深度均达到 7 m,插入粉质粘土 0.8 m 左右,未再发生类似事故。

4)混凝土灌注必须连续进行,一次灌注超出孔口位置,灌注终止时必须看到新鲜混凝土溢出孔口,如果设计桩顶位置在地面以下或沉渣过厚,可以用竹竿或钢筋探查确认。

5)施工顺序宜隔桩跳打,两根相邻施工桩间距不少于 8 m,以免串孔。

3.2 事故二

第 B12 号桩,该桩开挖后桩顶标高低于设计值 30 cm,且桩头以下 1.5~3 m 范围内不同程度存在钢筋外露,即钢筋笼以外混凝土几乎全部缺损。

3.2.1 施工情况

自 A5 号桩以后,对地层有了准确地认识,塌孔风险相对减少,操作手大意,私自加快了钻进速度,每钻进 1 m 下压一次护筒,且提钻、下钻速度相对较快,当钻进到 5 m 时,孔底标高稍有回升,但不明显,此时操作手没有引起足够的重视也未向有关技术人员反映。

3.2.2 原因分析

下设护筒过程中,孔侧土体已经发生环形坍塌,其表现在钻进过程中孔底标高的回升,即在 3~5 m 范围内,孔壁与护筒之间已经形成了环状空隙,由于护筒的作用,灌注混凝土时的充盈系数仍然可以控制在正常范围内(本桩为 1.06),但当护筒提出后,护筒对桩身混凝土的约束力消失,这时首先是钢筋笼以外的混凝土迅速整体填充到护筒周围坍塌空隙或疏松的地层,但是由于混凝土粗骨料的作用,桩中心混凝土在瞬间内只有少部分可以透过钢筋笼进入钢筋笼和孔壁之间的环状间隙中,从而导致孔口的沉渣、泥浆等混合物填充到钢筋笼外侧混凝土流动走后留下的空隙,从而出现开挖后桩头标高整体下降(但幅度不大),并伴随钢筋笼周边桩身混凝土缺损的现象。

3.2.3 预防措施

1)施工前作好技术交底,要求操作人员必须作好钻进记录,发现异常及时汇报,以便技术人员作出正确判断及采取弥补措施。

2)在不稳定的地层中,每回次钻进40~50 cm就须压入护筒,如此反复进行,直至穿过不稳定地层,将护筒下放到预定位置。

3)提钻速度不得过快,以免在钻头位置形成瞬间真空,孔侧土体中水的侧压力突然释放,造成土体坍塌。

4)不稳定地层钻进和下设护筒要保证泥浆的数量和质量。

4 桩头缺损

4.1.1 事故情况

桩头不完整的情况大致有以下几种:

第一种情况:第C3号桩,桩头中间高,四周低,上表面成锥形,直径0.5~0.8 m,对桩头影响不大。此情况桩1根。

第二种情况:第D12号桩,桩头一侧凹陷且1/4被泥沙填充,高度自桩顶算1.2 m。此情况桩1根。

第三种情况:第A18号桩,桩中间0.8~1 m范围内被泥土填充,桩头周边较完整,但有一处豁口。此类桩2根。

4.1.2 施工情况及原因分析

造成第一类情况的原因是,在灌注将近结束时,导管内混凝土的压力已经很小,如果混凝土坍落度偏低,而终止灌注前未对桩头混凝土做上下插捣,则易出现上述情况。此时只测了桩中心部位的混凝土高度,则会误以为桩头整体高度已达到设计要求。

第二种情况是,由于该桩灌注结束提出护筒后,吊车一个轮子压到孔边缘,一侧孔口土体坍塌并挤入桩身,造成该侧桩头夹泥。

第三种情况的两根桩在下设护筒过程中,曾发现孔壁一侧土体局部坍塌(未出现整体环状坍塌),灌注即将结束时,孔中心出现小漩涡,护筒提出后,桩中心混凝土向塌孔方向流动,出现了中间凹陷且桩周一侧部位有豁口的烂桩头现象。

上述第一种情况是施工质量控制不到位;第二种情况是现场管理混乱;第三种是下设护筒施工方法不当,导致孔壁局部坍塌。

4.1.3 预防措施

针对第一种情况,可采取以下措施:

1)接近桩头时,混凝土的灌注速度要合理,不得过快,同时上下插捣导管,使混凝土表面平整。

2)多点测量混凝土深度,避免以点带面,造成误判。

针对第二种情况,要做好现场管理,灌注结束后24 h内保护好桩头,禁止大型车辆或荷载较大设备在桩孔位置附近活动,在地表土体强度不足的区域,

尤其要注意这一点。

第三种情况的预防措施,主要是控制好不稳定地层中的钻探和护筒下设速度,具体可见3.2.3节内容。

5 其它确保桩头质量的相关措施

1)水下混凝土灌注过程必须连续进行,一气呵成,因此应提前准备足量混凝土,尽量减少灌注等待时间,同时地面震动机械或较大荷载的机械设备远离孔位,以尽量减少灌注过程中对孔内壁的扰动,防止坍塌或坍塌范围扩大。

2)成孔过程中如果发现二次下钻孔深度浅,且孔口有气泡冒出,说明已经出现塌孔,如果此时坍塌量较大,并且在护筒以下较深位置,应停止钻进,提出护筒,抽出泥浆,用粘土和砂土的混合料将孔回填压实,待20天后(如果现场条件允许放到最后)重新施工(此情况本工程发生一例,二次施工未出现塌孔现象)。

3)若灌注过程中少量塌孔导致混凝土上面的沉渣过厚,当接近桩顶设计标高时,压力不足以推动混凝土面上移时,可以利用带压力水管向孔内均匀注水,相同于冲孔时的反循环原理,稀释并排除上面过厚的沉渣,当稀释时返浆见到混凝土颜色浆体出现时应立即停止稀释,然后继续混凝土灌注。因为以上操作完全在护筒范围内进行,且导管埋设深度控制在混凝土面大于2 m,终止灌注时,超灌量大于60 cm,以确保桩头混凝土的新鲜,因此该操作方法不会对孔壁有任何影响,也不会影响混凝土灌注质量。

如果桩身直径较大(≥ 1.5 m),有足够的工作面并可以确定混凝土已经上升到护筒范围内时,可以先用吊车吊放泥浆泵排除孔内泥浆,然后人工用吊篮下去,使用铁锹清理出所有沉渣,直到清理到新鲜混凝土为止,然后继续在护筒内进行“干孔”灌注即可,这样完全可以保证桩身的混凝土质量。

6 结语

桩头缺损是砂层中钻孔灌注桩施工经常出现的的质量通病,其原因多数是操作不规范、现场技术人员缺乏经验、施工人员技术素质不高造成的,另外现场管理不到位也会造成事故。只有从钻进、护筒下设、泥浆制备、灌注方法等各个环节规范操作,提高施工现场的管理水平,认真做好最后的混凝土灌注,才能避免事故发生。

苏丹的高层建筑多集中在首都喀土穆市的尼罗河两岸,上部均为饱和松散砂层,按照本工程总结的

(下转第54页)

在桩体混凝土达设计强度的70%后进行,开放式注浆在此强度则极易导致某些导管注浆失败。

4.4 承载力检验

在桩身混凝土达到设计要求的条件下,单桩承载力检测应在注浆20d后进行,掺用早强剂时可用于注浆15d后进行^[9]。

5 安全施工及环保措施

1) 注浆施工应组织专业小组进行,注浆作业前应进行工艺流程、注浆顺序和注意事项的技术交底。

2) 注浆作业时严禁施工人员和车辆碰撞、碾压高压注浆软管。电动工具应安装漏电保护器。

3) 成孔施工与注浆作业交叉进行时,应进行施工区域的安全间隔并保持足够的安全距离,防止浆液散失,确保注浆作业安全。

4) 高压清水冲洗注浆软管时,对面严禁站人。

5) 工地应设立专用排污沟、集浆坑,防止管内余浆和冲洗污水乱流,对余浆、污水进行收集,沉淀后进行无害化处理。

6 应用实例

某高层建筑楼高28层,地下2层,全剪力墙结构,共169根 $\phi 800$ 钻孔灌注桩基础,单桩承载力4200kN。场地内地层自上而下依次由杂填土、粉土、粉质黏土、细砂及中砂组成。原设计桩长48m,优化设计后采用桩侧、桩端复式注浆方案,桩长28m。试桩加载至最大荷载9500kN时,其桩顶沉降量在8~12mm之间, Q_s 曲线均为缓变形曲线段,表明试桩未达极限状态。本工程应用桩基后注浆技术,扣除后注浆费用后节省工程直接费78万元。加之后注浆与成孔施工交叉进行,缩短桩长使桩基工期提前,经济效益和社会效益更为显著。

7 结论

桩基后注浆工艺在优化工艺参数后可大幅提高单桩承载力,对于细粒土一般为30%~70%,对于粗粒土可达60%~120%^[10],桩底桩侧复式注浆高

于桩底单注浆。柱下群桩方案时可减少桩的数量,减小承台平面尺寸,优化承台选型;一柱一桩的大直径灌注桩方案,可减小灌注桩直径。在注浆压力作用下,桩底土体提前完成部分压缩变形,减少使用阶段的桩基竖向沉降约30%,有利于控制建筑物的不均匀沉降。工程选址在岩溶地基或其它复杂场地时,桩基后注浆可降低施工难度,确保基础工程质量,加快施工进度。采用桩基后注浆工艺有利于桩端持力层的灵活选择,提高桩端持力层后,可缩短桩长并大幅降低基础工程造价。

参 考 文 献

- [1] 张忠苗,张乾清. 后注浆抗压桩受力性状的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报,2009,28(3):475-482.
- [2] 周国庆,梁恒昌,赵光思. 桩侧土注浆提高单桩承载力试验研究[J]. 中国矿业大学学报,2005,34(3):265-269.
- [3] 王志勇. 钻孔灌注桩后压浆技术原理与应用[J]. 西部探矿工程,2008(6):44-46.
- [4] 中华人民共和国建设部 JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 宋卫国. 灌注桩后压浆施工技术[J]. 山西建筑,2006,32(5):100-101.
- [6] 龚维明,戴国亮,张浩文. 桩端后压浆技术在特大型桥梁桩基中的试验与研究[J]. 东南大学学报(自然科学版),2007,37(6):1065-1070.
- [7] 戴国亮,龚维明,薛国亚,等. 超长钻孔灌注桩后压浆效果检测[J]. 岩土力学,2006,27(5):849-852.
- [8] 张铁富,王靖涛. 钻孔灌注桩后注浆技术研究[J]. 土工基础,2008,22(3):4-7.
- [9] 徐新跃. 桩端压浆在卵石层钻孔灌注桩中的应用[J]. 建筑技术,2006,37(3):187-189.
- [10] 朱向荣,张寒,孔清华. 钻孔灌注桩桩端后注浆单桩极限承载力研究[J]. 建筑科学,2006,22(6):18-21.

收稿日期:2009-10-19

(上接第50页)

各项预防措施操作,可有效避免桩头事故发生。国内类似条件下钻孔灌注桩亦可借鉴此工程经验,防止由于频发的桩头小事故而造成资源的大浪费。

参 考 文 献

- [1] 张忠亭. 钻孔灌注桩设计与施工[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.

- [2] 中国有色金属工业总公司. 岩土工程施工方法[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1990.
- [3] 杨克己. 实用桩基工程[M]. 北京:人民交通出版社,2004.

收稿日期:2009-09-21