

钻孔嵌岩扩底桩施工实践

董正凤, 袁盘洪, 高贯江

(徐州基桩工程公司, 江苏 徐州 221004)

摘 要 通过徐州电业局科技综合楼和徐州白云大厦股份公司二期工程 2 项钻孔嵌岩扩底桩施工实践, 介绍了施工设备、成孔、成桩工艺, 常见事故的预防、处理措施等。2 项工程均取得较好效果, 初步显示了基岩钻孔扩底桩成孔、成桩工艺用于建筑桩基础施工的优越性。

关键词 钻孔 嵌岩扩底桩 扩底钻头 单桩承载力

中图分类号 :TU753.3 文献标识码 :B 文章编号 :1000-3746(2000)02-0006-03

1 工程概况

1997 年以来, 我公司承接了 2 项钻孔嵌岩扩底桩工程。

1.1 徐州电业局科技综合楼工程

设计总建筑面积为 22500 m², 分裙楼、塔楼 2 个部分。裙楼为 4 层, 桩基础为 $\Phi 1000$ mm 嵌岩钻孔桩 30 根; 塔楼为 21 层, 框架结构, 桩基础原设计为桩身 $\Phi 1600$ mm、扩大头为 $\Phi 2400$ mm 人工挖孔嵌岩桩, 桩数 21 根。由于场区内外力水联系密切, 通过长时间降水, 水位仍维持至地面以下 13 m 上下波动, 致使人工挖孔桩大多挖至 9 m 左右时再也无法进行, 在此情况下, 经有关人员研讨论证, 改为桩身 $\Phi 1500$ mm, 扩大头 $\Phi 2400$ mm 的钻孔嵌岩扩底桩, 嵌岩深度 1.5~2.0 m, 单桩承载力 20000 kN。

地层情况 : (1) 杂填土, 厚度 1~3 m ; (2) 粉土夹薄层粉质粘土, 厚度 16~23 m。在距地表下 13 m 及 22 m 左右处的粉土层中, 普遍存在 2 层古文化层, 常见有古建筑的块石基础、木桩、古墓穴、金属器具等 ; (3) 砾石粉质粘土, 含大量的磨圆度较好、成分复杂的砾石, 砾径 0.5~10 cm, 个别大于 30 cm, 并含较多蚌壳及碎屑, 厚度 3.5~4.7 m ; (4) 老粘土, 厚度 2.8~3.8 m ; (5) 基岩为石灰岩, 埋深 28.5~29.5 m, 岩石较破碎, 岩深裂隙发育, 常见钻孔漏水现象。

1.2 徐州白云大厦股份公司二期工程

设计总建筑面积 46630 m², 分裙楼、主楼 2 个部分。裙楼分别为 3~7 层, 主楼 26 层, 总高度 99.16 m, 框架结构。该建筑物原设计钻孔桩总数 125 根, 设计变更后总桩数 128 根, 设计变更后实际完工扩底桩 110 根。扩底桩嵌岩深度平均约 3.0 m。

地层情况 : (1) 杂填土, 厚度 1.4~3.0 m ; (2)、(3)、(4)、(5) 粉土夹薄层粘土, 局部与粘土互层, 平均厚度 15.45 m ; (6) 粘土, 饱和硬塑, 含砂姜、铁锰结核, 砂姜最大粒径 4 cm 左右, 层厚度平均 4.84 m。该层分布整个场区, 成层均匀稳定 ; (7) 基岩为灰岩、白云质灰岩, 埋深 24.30 m 以下, 岩面起伏不大,

表面微风化至中等风化, 有溶蚀现象, 局部表面破碎, 破碎厚度为 0.8~2.7 m, 工程勘察时个别钻孔发现溶洞, 多数钻孔出现漏水现象。

1.3 桩身直径、扩底直径、单桩承载力 (见表 1)。

2 施工前的准备

(1) 根据设计桩身直径, 制做第四系土层成孔钻头。

(2) 根据设计的桩身和扩底直径, 委托地矿部勘探技术研究所大口径钻头与钻具研制中心制做钻岩牙轮钻头和扩底钻头。

(3) 硬化地坪。因钻孔嵌岩扩底桩的成桩周期长, 为保证施工机械在整个成孔成桩的施工周期内平整稳固, 确保成孔成桩质量, 在桩孔周围铺设砼地坪, 铺设厚度 8~10 cm ; 碎石垫层 5 cm。

(4) 探孔、注浆堵漏。基岩漏水是嵌岩桩和嵌岩扩底桩施工的一大危害, 桩孔一旦出现漏水, 就会造成塌孔事故, 报废桩孔或机具, 甚至损坏设备。为防止塌孔事故的发生, 必须在每桩孔都打探孔, 凡漏水孔, 均采取水灰比为 0.5 的水泥净浆灌孔, 直至堵住漏失为止。严重漏失的探孔可采取间断性注浆的方法来提高堵漏效果。注浆不仅能保证桩孔的安全施工, 也可提高桩端底部及周围岩石的抗压强度。

(5) 清除老基础, 做好桩孔孔口的维护。桩身直径大的桩, 孔口可采取砖护壁, 必要时在多处砖墙井圈的横断面上增设多根水平锚固钢筋, 以提高与周围土层的结合强度。桩身直径小的桩, 孔口采取钢护壁。不论是砖护壁还是钢护壁, 在操作时都要注意以下问题 : ① 护壁的底部要坐在原土或粘土层上。护壁的埋深, 粘土层中 ≤ 1 m, 砂土层中 ≤ 1.5 m, 护壁

表 1 桩身直径、扩底直径及其单桩承载力

序号	桩身直径 /mm	扩底直径 /mm	桩数 /根	单桩承载力 /kN
1	800	1200	45	6300
2	900	1200	4	7000
3	900	1300	5	7600
4	1100	1500	12	8500
5	1100	1800	13	12000
6	1100	2000	16	15000
7	1500	2400	21	20000
8	1700	2400	15	20000

收稿日期 :1999-05-13

作者简介 :董正凤 (1949-), 男 (汉族), 江苏丰县人, 徐州基桩工程公司高级工程师, 江苏省徐州市杨庄, (0516) 7775259 ;袁盘洪 (1963-), 男 (汉族), 江苏无锡人, 徐州基桩工程公司高级工程师, 主要从事岩土工程施工工作 ;高贯江 (1954-), 男 (汉族), 山东定陶人, 徐州基桩工程公司高级工程师, 主要从事岩土施工工作。

的底部要与地下水位连接,以保持护壁底部土体的稳定性,提高护壁的安全性、牢固性。②护壁的内径必须大于设计桩径 10 cm 以上,以提高护壁的安全和牢固性,而且保证上下钻具时不碰撞护壁。③采用钢护壁时,护筒外围要用粘土回填,并分层夯实,以提高护筒在施工期间的稳定性,并用钢丝绳将护筒吊在机架上。④护壁或护筒的砌筑和埋设应准确,中心与桩位中心的偏差 $\nless 5$ cm。

(6)开钻前,向桩孔内预投一定数量的粘土,能加强孔口的维护。

(7)钻机安装时做到机架平整稳固,天车、转盘、桩孔中心三点一线,确保桩身垂直度、桩位偏差符合《建筑桩基规范》(JGJ94—94)要求。

3 施工机具

钻机 GP-20、SG-18、GPS-15 型钻机。

钻杆 $\varnothing 168$ mm,法兰盘、插齿及六方插头 3 种,配 GPS-15 型钻机 $\varnothing 219$ mm,六方插头,配 SG-18、GP-20 型钻机。

钻头 $\varnothing 800 \sim 1700$ mm 单腰带硬质合金钻头 中国地质科学院勘探技术研究所生产的 PZ 型组合式牙轮钻头和 MRR-800/1300、MRR-900/1800、MRR-1000/2400、MRR-1500/2400、MRR-1700/2400 型扩底钻头。

配套设备 3PNL 泥浆泵,用于正循环成孔钻进 6BS 砂石泵,用于反循环清孔。

4 施工工艺

4.1 施工工艺流程(见图 1)

4.2 成孔工艺

采取正循环回转钻进,分 3 个阶段进行。

4.2.1 土层成孔

采用单腰带硬质合金钻头钻进至基岩面。此阶段是抓施工效益的主要环节,注意以下问题:

(1)理想的钻头结构,以获取较高的钻进效率。

(2)合理的钻进技术参数,转速可在地层条件允许的情况下适当提高,足够的泵量,钻压要根据进尺速度和钻机能力调整合理。

(3)为保证钻孔的垂直度,开孔和孔浅时应采用低转速、小压力,放慢钻进速度。

4.2.2 基岩成孔

采用组装式牙轮钻头钻进。为提高牙轮钻头的施工效率和使用寿命,在完整、均质的岩石中钻进,采用低转速,大压力的技术参数,转速参照切削具 1.5 m/s 的线速度来选取。可采用加配重的方法增大压力。在裂隙、岩溶和破碎的岩石中钻进,应适当减小压力,以防止出现瞬间的扭矩增大,损坏机具或设备,甚至造成孔内事故。

4.2.3 扩底施工

MRR 型滚刀式基岩扩底钻头为对称双翼,机械下开式,采用四方套结构传动扭矩,扩张翼为箱式结构,具有强度大、刚度好、适用性强、可靠安全、维修方便等优点,其技术水平在基岩扩底技术领域内处于国际先进水平。我公司 1997~1998 年利用该扩底钻头,已顺利完成 131 根桩的扩底工作。

为使扩底工作顺序进行,制定了下列章程:

(1)每一种规格的扩底钻头在使用前,都必须做张、收试验,并准确测量有关数据,作为控制扩底直径的依据。做到在扩底时心中有数,一旦孔内发生意外,造成扩底工作无法进行时,可以确定已完成的扩底直径,提供给设计部门,便于计算桩的承载力。有关的数据是:①全收和全张时的钻头长度,确定钻头扩底时的最大行程;②全张时的最大扩底直径是否满足设计要求;③同一钻头不同扩底直径的扩底行程;④每一定距离的扩底行程所对应的扩底直径。

(2)扩底钻头下入孔内前,必须在地表进行整体检验,其主要内容为各部位焊接是否牢固,销轴连接是否安全可靠,滚刀及滚刀架是否运行自如和坚固耐用,收张是否灵活。

(3)扩底钻头下入孔内后,根据桩孔的孔深和达到扩底直径所对应的扩底行程,在主动钻杆上标定扩底到位时的机上余尺。

(4)扩底钻进采取低转速,切削具的线速度按 1.5 m/s 掌握。

(5)扩底钻头严禁反转施工。

(6)开始扩底时,不得随意加压,当运转平稳后,依据钻机的能力和孔内的情况,适当调整压力。

(7)正常扩底时,无异常情况,不得无故提动钻具。

(8)在裂隙发育、不均质的岩石中扩底时,给压或增大压力要在运转平稳后阶段性进行,以防憋车,造成事故。

(9)扩底到位后,应轻缓地提动钻具,在径向力和轴向力的双重作用下,收拢钻头,提出孔外。如出现提钻受阻现象,不可强提、猛拉。应上下窜动钻具,并在钻头脱离孔底的情况下,轻轻旋转,钻头便可收拢。

(10)扩底钻头提出孔外后,应及时冲洗干净,便于发现问题,及时修复,以备下次使用。

4.3 清孔换浆与砼灌注

清孔换浆的质量,直接关系到成桩的质量,因此泥浆密度、含砂量、孔底沉渣均应符合规范要求。此外,反循环清孔换浆的时间不宜太长,在正常循环情况下,30 min 左右即可,以防抽塌孔壁。清孔后应立即灌砼,以防孔底沉渣。

4.4 钢筋笼与灌注导管的安放

4.4.1 钢筋笼

(1)在安放前要检查钢筋笼的制作质量、规格、长度,以防有误。

(2)主筋保护层的衬块最好用砂浆制作成圆柱状,其高度在 5 cm 左右,半径要符合保护层的厚度。

(3)主筋保护层衬块要在钢筋的 4 个方位等距离对称安置。衬块的上下间距可视孔内情况及钢筋笼的长度适当灵活掌握,一般情况下可控制在 4~5 m。

(4)嵌岩段的钢筋笼不宜安置衬块,以防影响嵌岩段钢筋笼的下入。

图 1 施工工艺流程

(5)孔内异常、缩径或坍塌等情况下钢筋笼的安放不可采取强制性的方法,必要时需采取重新清扫孔的措施。

(6)吊筋的长度要与钢筋笼顶的设计标高相符,为保证笼顶标高符合设计要求,必要时亦可采取其它的固定措施。

(7)在起吊高度允许的情况下,尽量减少单桩钢筋笼的制作节数,减少孔口焊接工作量,从而提高效率,避免不必要的事故。

4.4.2 灌注导管

- (1)导管内外要干净,直圆度要好,保证使用方便。
- (2)导管的夹持器要灵活,夹持要牢固。
- (3)根据钻孔深度确定导管的长度,导管底端离孔底的距离按规范要求 30~50 cm,根据桩孔直径和初灌砼量,灵活掌握,保证初期连续灌注的砼埋管达规范要求(>0.8 m)。
- (4)导管间连接的密封件要合适,螺纹或螺栓要扭紧,保证在砼灌注时不渗水、漏浆。耐压强度达 0.6~1.0 MPa。

5 钻孔冲洗液

冲洗液在成孔和扩底施工过程中起着重要作用,性能良好的冲洗液是安全成孔,提高成孔效率和成孔质量的保证。徐州地区的地层情况,基岩以上多为粉土,坍塌和超径;钻孔口径大,孔壁稳定性差,地下水丰富,孔壁侧压力大,减孔周期长,孔壁产生老化。

根据国内有关资料及多年实践经验,结合大口径施工特点,拟定冲洗液性能指标为:密度 1.10~1.15 kg/L,粘度 20~22 s,失水量 38 cm³/30 min。加 0.25% 的纯碱处理后,性能指标为:粘度 25~30 s,失水量 10 cm³/30 min。由于冲洗液用量大,污染快,加强泥浆的维护和管理尤其重要,因此在加长循环系统和加大泥浆池的同时,设立专门的泥浆班,负责泥浆的调制、捞渣和排污工作。

6 常见事故及其预防处理措施

6.1 钻杆折断

- (1)预防:加强地表检查,不合格的钻杆不准下入孔内;钻进时,按照合理的技术参数精心操作。
- (2)处理:偏钩打捞器。

6.2 掉钻头

- (1)预防:加强钻杆与钻头处的检查,传动销与销孔的配合要合适,螺栓双帽紧固并帮焊加固;钻头上部加强筋板处增设打捞用钢丝绳。
 - (2)处理:钻头上部带有钻杆和接头时,可用偏钩打捞器;不带时,用倒钩或抓锥打捞。
- #### 6.3 掉牙轮、牙掌、滚刀
- (1)预防:钻头下入孔内前,仔细检查牙轮、牙掌、滚刀连接焊结的情况,如有损坏,修复后方可使用。
 - (2)处理:磁力打捞器、抓斗。

6.4 扩底钻头销轴脱落

- (1)预防:下入孔内前,仔细检查,严重磨损即更换;增设焊接防脱落的构件。
 - (2)处理:磁力打捞器,抓斗。
- #### 6.5 卡钻
- (1)预防:避免孔口脱落异物。
 - (2)处理:快提快放,不能拉死;旷动钻具,以求松脱。

6.6 憋钻

一般出现在破碎或裂隙发育的地层钻进和扩底施工时,合理变更技术参数,降低转速,减小压力,待运转平稳后,再循序渐进,特别在扩底钻头施工时,在有裂隙或不均质的岩层中扩底更易造成憋钻,并伴有钻具跳动现象,采取阶段性给压,待上部孔壁修整圆整后,才能继续下部延续扩底。

7 扩底桩的测试

7.1 徐州电业局科技生产综合楼工程

南京先科基桩有限公司用 PDA-PAK 型打桩分析仪对该工程做高应变动力试桩。测试结果见表 2。

7.2 徐州白云大厦股份公司二期工程

徐州市建设工程中心对该工程桩基进行静载荷测试,测试结果见表 3。

表 2 徐州电业局科技生产综合楼工程高应变动力试桩结果(部分)

桩径 /mm	桩 号	桩 长 /m	极限承载力/kN			端承力 比/%	对应沉降 量/mm	桩身质量评价
			总力	桩侧阻力	桩端阻力			
1500 扩底 2400	1	25.0	32369.4	5785.0	30544.5	84.1	20.3	12.0 m 和 19.0 m 附近离析
	5	25.8	42233.9	7171.2	35062.7	83.0	17.9	桩身完整
	7	26.1	44447.0	6531.9	37915.1	85.3	20.3	17.2 m 附近轻微离析
	9	26.6	41133.7	5596.6	35537.1	86.4	16.7	桩身完整
	14	26.5	44989.6	7265.5	37724.1	83.9	23.5	桩身完整
	15	24.6	42789.6	7560.2	35229.4	82.3	21.5	桩身完整
	18	26.5	41888.6	4871.4	34017.2	81.2	22.8	桩身完整
	20	25.7	39386.0	5623.7	33762.3	85.7	19.5	7.0 m 附近轻微离析
1000 不扩底	21	26.5	44000.6	7198.5	36802.1	83.6	23.1	桩身完整
	52	29.8	14941.2	11230.0	3711.2	24.8	18.6	桩身完整,成型不规则

注:检测的 21 根扩底桩中有 15 根桩身完整,另 6 根在桩的某处有轻微离析。

表 3 徐州白云大厦股份公司二期工程静载荷测试结果

试桩编号 /桩号	桩径 /mm		最终加 载量 /kN	最终沉 降量 /mm	单桩竖向 极限承载 力/kN	结论
1/103	900 扩	1300	12160	18.53	≥12160	满足设计要求
2/4	900 扩	1300	12160	19.67	≥12160	满足设计要求
3/41	800 扩	1200	10800	15.48	≥10080	满足设计要求
4/72	800 扩	1200	10800	13.68	≥10080	满足设计要求

注:本工程钻孔扩底桩单桩竖向承载力设计值分别为:Φ900 mm 扩 Φ1300 mm 桩为 7600 kN,Φ800 mm 扩 Φ1200 mm 桩为 6300 kN。

8 结语

基岩钻孔扩底桩成孔、成桩工艺用于建筑桩基础的施工,初步显示了一定的优越性。如在复杂地层条件下,用人工挖孔工艺不能实施的嵌岩扩底桩,用钻孔扩底的工艺即可解决,从而满足建筑物对桩基础承载力的要求。因此这项技术无论从钻头结构或施工工艺等方面都值得进一步探索。