

人工挖孔灌注桩的质量和安全管理控制

袁兴安, 马劲松

(扬州华建交通工程咨询监理有限公司, 江苏 扬州 225009)

摘要: 本文结合润扬长江公路大桥南接线高速公路工程施工实践, 介绍了人工挖孔桩的主要施工质量控制过程, 提出了施工中的安全管理措施以及岩石风化程度的判别和桩长确定的原则建议。

关键词: 挖孔灌注桩; 施工工艺; 质量; 安全

Safety and quality control of the manual dig filling pile

Yuan Xinan, Ma Jinsong

(Yangzhou huajian transportation construction consultant company, Yangzhou 225009, China)

Abstract: combined with construction practice in south connection road of Yunyang bridge, it introduced the key construction quality control process and proposed safety measures and the principles of judging rock decay and definition of pile length.

Key words: Dig filling pile; Construction processing; Quality; Safety

0 前言

润扬长江公路大桥南接线高速公路全长16.44km, 全线桥梁基础均采用灌注桩形式, 桩基直径分别为1.0、1.2、1.5、1.8m四种, 地质结构多为粘土夹碎石以及强风化、弱风化花岗闪长岩。开始施工时采用回旋钻机和冲击钻机进行成孔, 钻进速度非常缓慢, 日进尺10~40cm, 施工成本较高, 严重制约着工程进度。经多方论证, 对部分桩基采用了人工挖孔法施工, 在满足设计要求情况下, 施工进度明显加快。施工中挖孔的最小直径为1.2m, 挖孔的最大深度达到40m, 均超过了规范提出的人工挖孔的适用范围。

1 施工工艺和质量控制

挖孔桩的工艺流程包括: 施工准备→测量放样→人工挖孔→混凝土护壁→成孔检验→钢筋笼制作、安装→混凝土灌注→成桩检验。这里主要介绍施工准备、人工挖孔、混凝土护壁、混凝土灌注等工序施工。

1.1 施工准备

1.1.1 平整施工现场: 开挖前, 对桩基周围的危石、浮土、杂草及一切不安全因素彻底清除, 桩孔四周做到场地平整。

1.1.2 挖设排水沟、搭设防雨棚罩: 为了防止雨水进入桩孔, 应在孔口搭设防雨棚(必须与提升设备相适应), 并在孔口四周挖好排水沟截水, 防止孔口以外的流水进入孔内。

1.1.3 安装提升设备: 根据工程需要, 采用电动葫芦及电动卷扬机作提升设备, 安装提升设备时, 首先要考虑进料出渣方便、灵活、拆装容易, 还应注意吊斗容量与起重能力相适应, 起重安全系数应大于3。挂钩及吊头要牢固, 人员上下应设绳梯或安全绳。

1.1.4 布置出渣道路: 弃土点应离孔10m以外, 以减少其对孔壁的压力, 用人力推车接渣后弃掉。

1.2 人工挖孔

1.2.1 开挖顺序

桥台桩孔采用跳跃式间隔开挖, 其它桩孔, 按墩号依次排列开挖。

1.2.2 开挖方法

从原地面开挖桩孔,在原地面孔井处用砖或混凝土将孔口砌出原地面 30~40cm,以防止土、石、杂物落入孔内伤人。

对于土质、砂砾层由人工从上向下逐层开挖,每节开挖深度视土质情况为 50~100cm,主要工具为镐、锹,先挖中间后挖四周,开挖直径每节上部比桩径大 10cm,下部比桩径大 20cm。弃渣装入吊篮内,用卷扬机提升至孔外。挖掘时,不必将孔壁修成光面,孔壁凹凸不平有利于增加桩壁摩阻力,对于粒径较大的孤石、漂石可用钢钎锤破碎,必要时用风钻在其中心打眼,予以爆破。

对于岩层开挖,风化岩采用空压机风镐凿除,开挖时遇有坚硬岩层,风镐无法进入时,采用爆破,严禁裸露药包爆破,以免震坏支撑,造成孔壁坍塌。本着浅眼松动爆破的原则,炮眼布置宜在桩中心布一孔,其余距桩壁 40cm,孔距 40cm,呈圆形布置。软岩层炮眼深度不超过 80cm,硬岩层不超过 40cm,炮眼数目、位置及斜插方向应视孔底岩层情况决定,建议采用中心掏槽法,松动爆破,要严格控制药量,一般中间炮眼装备 2 号岩石硝胺炸药 1/2 节,边眼 1/3~1/4 节,若炮眼渗水时应采用防水套药包,电引起爆。

每节开挖成孔后,采用吊线锤、卷尺检查垂直度、孔径是否符合设计,必要时再次进行修整。

1.3 排水

孔口四周除排水沟拦截地表水外,同时对孔内抽出的地下水要及时远引排放,以防止孔口积水渗透,加大孔壁压力而坍孔。孔内渗水量不大时可用筒提升排出,若出现水量较大的情况,则采用机械抽水。

1.4 混凝土护壁

1.4.1 混凝土护壁支护采用人工施工,护壁混凝土分节灌注,厚度不小于 10cm。

1.4.2 护壁模板采用定型钢模板拼装,一般分节长度为 0.5~1.0m,护壁成推拔式(即下口比上口大 10cm),每节护壁预留 5cm 的台阶,以便下节混凝土灌注时可以分层捣实。模板中心与桩中心准确定位,支设牢固。

1.4.3 护壁混凝土必须用机械拌和,严禁使用人工拌和。

1.4.4 护壁按照桩身 C25 混凝土配合比执行,砼坍落度 5~7cm,砼通过模板上沿与护壁的 10cm 间隙填入,用钢钎插捣配合手捶击模板密实。施工时

做好配合比上料计量工作及混凝土试块制作工作,护壁强度达到 2.5MPa 时,方可脱模。

1.4.5 每一节护壁,必须检查孔径(不小于设计值)、垂直度($L/100$)、护壁厚度(要保证不小于 10cm)。

1.4.6 对于石质坚硬的岩层地段坑壁稳定的,可不进行砼护壁。

1.5 灌注砼

1.5.1 桩孔完成报请验收后,及时安放钢筋笼,灌注砼。

1.5.2 当孔底及孔壁渗入的地下水上升速度较小时(参考值小于 6mm/min),可采用在空气中灌注桩的方法(也称干浇法),砼坍落度 8~12cm。采用 $\phi 300$ mm 导管,灌注时导管距孔底(或砼面)高度不大于 2m。砼通过导管自由下落,导管应对准中心。开始灌注时,孔底积水深不超过 5cm,灌注的速度尽可能快,使砼对孔壁的压力尽快的大于渗水压力,以防止渗入孔内。

1.5.3 孔内砼一次性连续灌注完毕,尽量缩短砼的灌注时间,使砼灌注工作在首批砼初凝前完成。

1.5.4 距桩顶 2m 以下灌注的砼,依靠自由坠落捣实,在此线以上灌注的砼用振捣器捣实,砼坍落度控制在 5~7cm。

1.5.5 砼灌注至桩顶后,立即将表面离析的混合物和水泥浮浆等清除干净。

1.5.6 为防止钢筋笼上浮,下沉,设四根 12mm 的一级钢筋做环固定,在混凝土面接近钢筋骨架时,放慢混凝土的灌注速度,以减少混凝土的冲击力。

2 安全控制措施

2.1 建立和健全各项安全生产制度。

2.1.1 项目经理部及施工作业队组建安全管理小组,明确安全责任人,负责施工生产过程中的安全教育、安全检查、安全培训工作,规范施工,确保施工安全。

2.1.2 建立交接班制度,必须交清本班施工中存在的问题,提出下班应注意的问题和事项。

2.1.3 建立呼应制度,井上井下随时呼应,以便防止孔下发生意外,孔上不清。

2.1.4 制定放炮制度,严格遵守爆破操作规程,孔深超过 10m 时应增设通风设备,放炮通风排烟后,人工下孔前,必须检查孔内有害气体浓度,防止中毒(用生活常识、试验观测是否正常)。

2.2 落实安全控制措施

2.2.1 人工挖孔对吊具设备和孔壁的稳定性等应经常检查,施工人员上下桩孔的吊栏及吊装设备等上下班前检查是否牢固。

2.2.2 孔口出土机具应专人管理,并设置安全围栏,孔口不得堆积土渣及机具,防止掉落伤人,作业人员的出入,应设备梯(软梯),夜间施工单位应悬挂警示灯,挖孔暂停时,孔口应设置罩盖及标志。

2.2.3 孔口和孔内的挖土作业人员的头顶部位应设置护盖,孔下施工人员必须带安全帽,取土吊斗升降时,挖土人员应在护盖下工作,相邻两孔中,一孔进行混凝土浇注时,另一孔的挖孔人员应停止作业,并撤除。起吊弃渣时,孔下作业人员应用盖板护身。

2.2.4 挖孔作业人员下孔作业前应检查各种安全设施的完好性,作业是否处于安全状态,支护是否牢固、稳定,并用鼓风机将孔内空气排出更换,采取通风措施,如没有安全可靠的措施不得进行孔内各项施工。

2.2.5 人工挖孔深度超过一定的深度时,增设机械通风,当凿除岩层时,应增大通风量。人工开挖时,操作人员必须相互配合,井下人员不得带火种,禁止酒后上岗,严禁嬉笑打闹,带好安全防护用品。井孔底面照明电压为 12~36V,进孔线路均应使用绝缘导线并按规定的高度用磁瓶悬挂牢固,不得将电线挂在铁钉和其他铁件上。施工人员必须坚守岗位,施工现场用电线路和照明设备必须有专人检修设备,检修电路时应切断电源,在孔下使用照明器材必须采用防水防爆型。

2.2.6 孔口应高出地面 0.3m 以上,孔口应有严密的井盖,只有当提升吊桶时,才准许打开井盖。提升钢丝绳应与吊桶连接牢固,保证升降时不脱勾。

2.2.7 孔口孔底应设置信号联络,提升下放应由专人指挥,卷扬机司机未得信号,不得开动机械,提升用的钢丝绳必须每班检查一次,其安全系数必须大于 3.0,不得有断丝,钢丝绳直径减少 10% 必须更换,有接头的钢丝绳不得使用。提升装置必须设置下列保险装置:防止过卷装置、防止过速装置、过负荷和欠压装置、限速装置、保护装置、安全回路等保护装置。操作人员在升降卷扬机时应缓慢、匀速进行,不得快速或突快突慢。

2.2.8 如施工需要孔内采取爆破作业,应满足《爆破安全规程》(GB6722-86)有关规定,作业人员必须持证上岗,洞内爆破不得使用黑色火药,应使用安全炸药,采用电雷管爆破加强电源管理,防止漏电引爆,作业时严禁用明火照明,爆破作业应严格申报审

批制度,做好安全检查,防护工作

2.2.9 施工人员必须具有安全知识,具备急救常识,建立管线保护措施,防台防汛安全措施,做好防暑降温工作,避免疲劳作业,注意饮食卫生。

3 岩石风化程度的直观鉴别

岩石风化程度定性直观判别内容为:岩石的颜色、结构、构造、矿物成分、软硬程度、钻进速率等。

3.1 全风化:灰黄色、褐黄色、岩芯呈松散的砂土状、碎屑状,手捏易碎或手易折断、原岩结构构造基本破坏,大部分矿物成分已风化成粘土矿物。

3.2 强风化:灰黄、褐黄色、岩芯呈碎块状、小块状、裂缝、节理发育,敲击声闷,手可折断、较易钻进,大部分原岩结构已破坏,部分矿物成分已风化成粘土矿物。部分残留的岩块中依稀可见原岩结构、构造或主要矿物成分。

3.3 中等风化:灰黑色、灰白、肉红色、裂缝节理发育,局部岩体沿节理面出现粘土矿物,敲击声较脆、岩质硬、手不能折断,锤击不易击碎,野外不易钻进,原岩组织结构部分被破坏,矿物成分基本没变化。对于花岗岩,粗、中、细粒花岗结构,主要成分为石英、长石、少量角闪岩、云母等。对于片麻岩,可见片麻状结构,主要成分为石英、长石、角闪石等。

3.4 弱风化:灰黑色、青灰色、灰白、肉红等色,岩体完整、岩质坚硬、敲击声较脆、敲击难击碎,局部岩体沿节理面有紫红色铁质浸染,野外钻进速度较慢,原岩组织结构基本没变化、岩质新鲜,矿物成分未变化。

4 关于桩长确定的原则建议

4.1 在同一座中小桥或大、特大桥的一联中,不宜同时采用摩擦桩和端承桩(尤其是连续梁结构形式的桥梁)。

4.2 桩底标高的确定

(1) 对于桩底已达到设计标高

作为端承桩,桩底持力层岩层状况需与地质报告吻合。若发现为软质岩或中等以上风化岩时,则桩端必须嵌入弱风化或新鲜岩石中 75cm。端承桩的清孔需清净,受力钢筋下至底部。

(2) 对于桩底难以达到设计标高时

原设计为摩擦桩:持力层上移埋深发生变化,在长径比 $L/D > 15 \sim 20$ 时,若持力层为中等风化以下岩石,桩端进入中等风化层 $2.0m - 1.5D$ 以上即可,但需经设计师验证。

原设计为端承桩:端承岩面岩性有变化时,且在

桩基弯矩零点以下,桩基嵌入弱风化或新鲜岩石不小于75cm;当端承桩岩面在桩基弯矩零点以上,则嵌入深度需经设计人员计算后确定。

(3) 现行《桥规》对端承嵌岩桩的计算规定与实际受力状况存在差异,地质变化比较复杂时,应在施工前安排试桩,验证设计。

5 结语

润扬长江公路大桥南接线高速公路所有人工挖孔灌注桩经设计单位鉴定,专业机构检测,质量均达到A类桩,也未发生安全事故。总结该工程实践可以得出以下结论:

5.1 挖孔桩施工具有设备简单,施工操作方便,占用场地面积小,环境污染少,施工过程直观,可多点展开施工,缩短工期,造价低等优点,在地下水位较低、地质较为复杂、水源缺乏时,不失是一种经济、安全、质量可靠的灌注桩成孔方法;

5.2 岩石风化程度以及桩底标高判断是否准确,

直接关系到挖孔桩的使用质量,对桩底标高达不到设计要求的桩基,由设计、施工、监理单位三方现场共同取样并经设计确认,填写挖孔桩提前终孔检验认可单;

5.3 只要地质情况允许,通过采取可靠的技术及安全防护措施,完全可以突破规范及桥涵施工手册中规定的适用范围,达到设计的理想效果,润扬长江公路大桥南接线高速公路人工挖孔桩为突破“圆桩孔径不宜小于1.4m,孔深不宜大于15m”的施工适用范围提供有力的实践证明。

参考文献

- [1] JTJ041-2000. 公路桥涵施工技术规范[S]
- [2] 交通部第一公路工程局. 公路施工手册[桥涵][M]. 北京:人民交通出版社,1985
- [3] 江苏省交通规划设计院. 关于沂淮高速公路新沂段桥梁钻孔桩终孔岩性判别原则的报告[R]. 1998

征 稿 启 事

欢迎广大交通领域的作者向本刊投稿

来稿要求:

1. 凡给本刊投稿的论文必须包括以下项目:题名(一般不超过20字)、作者姓名、作者单位名称(包括地址、邮编)、汉文摘要(300字左右)、关键词(3~5个),英文题名、作者英文姓名(汉语拼音)、作者英文单位名、英文摘要(与汉文摘要对应)、英文关键词(与汉文关键词对应)、正文、参考文献,论文的具体格式请参考GB7713-1987。另请附第一作者简介(包括出生年、性别、民族、籍贯、学历、职称、研究方向)及作者的详细联系地址和方式(包括电话、传真、电子信箱)。如果论文系省部级以上基金或攻关项目产生的论文,亦请在论文首页地脚注明并给出项目的编号或批准文号。

2. 来稿请打印一式两份,可附软盘,也可通过E-mail将文件传送至本刊。请作者一定自留底稿,方便修改。本刊在收到稿件后6个月内向作者发出处理意见,期间可来电询问,作者请勿一稿多投,否则引起版权问题应由作者承担法律和经济责任。6个月后如未收到本刊通知,可自行处理。

来稿请寄:江苏省南京市水西门大街223号《现代交通技术》编辑部 邮编:210017;

电话:025-86507550;传真:025-86654813;E-mail:xdjtjs@ti.js.cn