

路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术

陈利军

中交三航局第二工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i3.7800

[摘要] 路桥施工工程的质量直接关系到我国交通的功能性与安全性,在路桥施工工程中,钻孔灌注桩是非常常用的一种施工技术,直接关系到路桥工程的施工质量。钻孔灌注桩具有诸多应用优势,本文主要以港珠澳大桥东人工岛的钻孔灌注桩施工为例,探讨路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术的应用过程,为类似工程提供一定的参考价值。

[关键词] 路桥工程; 钻孔灌注桩; 施工应用

中图分类号: TV511 **文献标识码:** A

Construction technology of bored pile in road and bridge construction engineering

Lijun Chen

China Communications Third Navigation Bureau Second Engineering Co., Ltd

[Abstract] The quality of road and bridge construction projects is directly related to the functionality and safety of transportation in China. In road and bridge construction projects, bored pile is a very commonly used construction technology, which directly affects the construction quality of road and bridge projects. Drilled cast-in-place piles have many application advantages. This article mainly takes the construction of drilled cast-in-place piles on the artificial island of the Hong Kong Zhuhai Macao Bridge as an example to explore the application process of drilling cast-in-place pile construction technology in road and bridge construction projects, providing certain reference value for similar projects.

[Key words] road and bridge engineering; Bored cast-in-place piles; Construction application

前言

港珠澳大桥跨越珠江口伶仃洋海域,香港侧着陆点位于香港大屿山石散石湾,澳门着陆点为明珠点,珠海着陆点为拱北,是国家级重点工程。本文以港珠澳大桥东人工岛非通航孔桥为施工背景,非通航孔桥连接着从东人工岛的起始位置到香港段非通航孔桥段的界面墩,桩号从K5+962.454~K6+347.454,全长385m。施工内容包括基础及下部构造、现浇上部结构等的施工,其中桩基施工采用钻孔灌注桩。

钻孔灌注桩施工技术适合于粘性土或砂质土地质的地基加固工程,其先埋设钢护筒,然后以钻孔桩的旋转钻进和高转速为基础大大降低了施工技术的操作复杂度,最后通过浇筑混凝土成桩。该施工方式有效提高了桩基工程的防水性和稳定性,提高了桩基的强度。但钻孔灌注桩施工技术的精度要求比较高,因此该技术应充分满足并且必须获得许可才能在施工过程中使用。而且在施工过程中需要先在孔道中浇筑混凝土,然后进行防水施工,如果在此施工过程中沉降厚度不符合方案规定的标准要求,则需要采取有效措施清理桩孔,直到沉降厚度达到标准要求,然后才能进行下一个环节的工作。

1 工程概况

港珠澳大桥主体工程岛隧工程东人工岛结合部非通航孔桥全长386.25m(含桥台),全桥跨径布置为(4×55)m+(3×55)m,全桥处于半径为5500m的平曲线上。2#墩~4#墩每个承台下采用4根D2.3m/D2.0m的钻孔灌注桩,5#墩每个承台下采用5根D2.3m/D2.0m的钻孔灌注桩,6#墩~7#墩每个承台下采用6根D2.3m/D2.0m的钻孔灌注桩,8#桥台每个承台下采用8根D1.5m的钻孔灌注桩,桩基均按端承桩设计。桩基分为栈桥桩、施工平台桩、箱梁支撑桩等临时打入桩及非通航孔桥钻孔灌注桩,其中,栈桥、施工平台及箱梁支撑桩为临时辅助设施,钻孔灌注桩为永久性桥梁桩基。

本次施工具有以下难点:本工程质量要求高,使用年限要求120年;环保要求高,地处海洋生态保护区,对项目部来说,本工程在安全、质量和环保方面都面临着前所未有的挑战,因此项目部必须高标准、严要求地实施项目管理,增强意识为关键,技术创新为保证。本工程为海上施工的桥梁,且施工历时长。每年夏季是台风、雷暴等灾害性天气频发季节,而一到冬季又受季风影响,这都给海上施工带来巨大困难和安全和质量隐患。因此项目

部必须针对不同施工阶段可能出现的极端天气制定相应的安全预案、采取安全技术措施避免重大事故的发生。本工程地质条件较复杂,岩面起伏较大,且在-44~-60m标高夹砂层,7#墩位置又有砂桩地基处理,因此在钻孔灌注桩有钻入过程中要加强护壁泥浆的质量控制,防止孔壁坍塌。本工程是典型的孤岛施工,水、油、施工主材、地材等均严重地依赖水上运输,因此必须制定详细的物资、设备供应计划,既不能滞后于施工计划,又不能造成积压和浪费。

2 灌注桩施工工艺流程

本工程灌注桩施工共投入6台气举反循环大扭矩嵌岩钻机,首先⑧#墩台布置两台,随着水上灌注桩施工平台搭设及钢护筒打设完成,分别在⑦#及⑥#墩台各布置两台,然后依次往②#墩台方向推进。根据中交联合体岛隧工程项目总经理部的安排,钢筋笼加工制作均由III1工区实施,在总营地材料加工场地进行,然后由驳船从港珠澳大桥1#码头处运至施工现场。灌注桩混凝土由东岛搅拌站供应,东岛搅拌站由两台3方搅拌机组成,完全能满足本次施工的混凝土供应要求。由搅拌车运输至施工区域,采用汽车泵泵送的工艺浇筑。

3 路桥施工工程中钻孔灌注桩施工

3.1 钢护筒埋设

旋挖钻机在准确放样的前提下埋设护筒,确保符合埋设护筒的方法和要求。本工程各灌注桩的钢护筒顶部和底部各50cm长度范围内加厚至32mm。水下灌注桩施工平台搭设完成后,利用平台焊接护筒沉桩限位。

限位焊接完成后,由起重船将钢护筒吊起插入限位孔中,缓慢下放至泥面,待稳定后起吊振动锤(本工程采用APE400型振动锤,最大激振力3203KN),夹住钢护筒顶部,夹紧后先稍微起吊一定高度,调整钢护筒垂直度,然后开启振动锤缓慢振沉到位。在振沉过程中,测量人员通过两台经纬仪对桩身垂直度进行监控,如倾斜度超出要求,及时通知沉桩作业队伍调整。陆上8#墩护筒由于岛内经联合预压排水固结的回填砂层超过19.5m,直接采用振动锤难以将护筒打穿砂层,因此采用挖填法将直径2.3m、高3m的外护筒埋入指定桩位,然后用冲击钻冲击成孔穿过砂层后,再将1.7m护筒植入桩位。根据地勘报告揭示的土层情况,护筒埋设底标高穿过淤泥质粘土层,进入粉质粘土夹砂层,以确保钻进成孔时不发生孔壁坍塌。

3.2 桩基成孔

本次施工选择“全液压力——回转钻机”,从以下型号的回转钻机中调遣进场作业:ZJD280/180型—全液压回转钻机(浙江中锐)、GD—25—全液压回转钻机(上海金泰)、QJ250—1—回转钻机(河南郑探)、ZSD250/150—全液压回转钻机(原南京中升)等,一共配置6台钻机。

根据护筒上标出的桩中心定位点吊装钻机就位,钻机的摆放充分考虑到每个墩位间钻孔施工顺序、钻机移位及泥浆循环等情况,同时保证钻孔和钢筋笼安放、混凝土灌注等工作不相互干扰,以提高施工效率。钻孔过程中,由于孔深较深,桩端嵌入的

基岩厚度较大,在中风化基岩层,其地层强度差别变化较大,本工程采用滚刀钻头钻进,在钻进中应大气量、低压、慢转钻进,控制进尺速度,确保成孔钻进安全。施工时根据平台搭设和泥浆循环要求利用相邻护筒作为泥浆池,各护筒之间采用Φ400mm钢管连接作为泥浆循环槽。为方便泥浆的回收利用以节省泥浆材料,可利用相邻护筒储存泥浆。钻渣用挖机装上土方车运输到岛内堆存或直接放于船上转运至指定的弃土场处理。本次工程为嵌岩桩,在钻孔施工过程中要及时收集钻渣,分析中风化岩层的顶面标高,确定终孔标高。如实际的中风化岩层顶面标高比地质报告中的高出不超过2m,则按设计桩底标高终孔,如超过2m,则报设计单位,核对批准后按实际入岩深度终孔。如实际的中风化岩层顶面标高比地质报告中的要低,则一直钻至要求的入岩深度后再钻孔。

3.3 钢筋笼的制作及安装技术

钢筋在总营地加工场内制作,场地长约80米,宽30米,占地面积2400平米,场地已经硬化并搭设防雨棚,钢棚设计满足结构安全稳定性要求及抗台风要求。钢结构防雨棚覆盖整个钢筋加工场,所有的原材料存放,钢筋加工及半成品、成品存放都在棚内进行,棚内顶部设1部起重能力为5t的起重桁车,起吊高度满足吊装需要,当起吊重量不满足要求时临时调用25t汽车吊配合钢筋笼制作及转运。在钢筋笼半成品转运前,需通过内部检查以及监理的审查。钢筋笼转运时,采用两点起吊,可以直接钢筋笼两端的加劲箍和钢筋笼主筋交点位置,以减少吊装过程中的钢筋笼变形。钢筋笼制作好以后,由施工单位自检、监理等单位验收合格后,方可进行吊装安放。

3.4 导管安装及二次清孔

本工程钻孔灌注桩砼灌注采用Φ250mm导管,灌注前准备充足导管备用。钢筋笼安入完毕后尽快进入导管安装进行第二次清孔,先下放混凝土导管,然后重新测量孔深及孔底沉渣厚度,孔底沉渣厚度超过要求则利用空压机和导管进行二次清孔,直至孔底沉渣厚度<5cm,泥浆性能指标同一清后的指标,并从严要求。二次清孔结束后,由施工质量人员进行孔底沉渣、泥浆比重的测试,沉渣厚度不大于10cm、泥浆比重不大于1.15,沉渣厚度测试方法可根据钻杆余长和二清后实测孔深进行计算,泥浆指标及沉渣厚度经现场监理验收合格后进入下道混凝土灌注工序。

3.5 水下混凝土施工

按照水下混凝土灌注要求,实际配制混凝土强度等级提高一级,用C40水下高性能混凝土,混凝土坍落度220~240mm,采用搅拌车直接下料至料斗或局部区域采用汽车泵浇灌,初灌时搅拌车下料必须与混凝土初灌保持同步、连续,中途不得出现间断,避免出现桩底部处断桩。考虑到钻孔桩采用全笼钢筋,初灌量过大所形成的冲击会使钢筋笼上浮,影响笼顶标高的控制。

首批混凝土数量参考如下公式计算:

$$V \geq \pi R^2 (H_1 + H_2) + \pi r^2 h_1$$

式中:

V—灌注首批混凝土所需数量(m^3);

R—桩孔半径(m);

H1—桩孔底至导管底端间距,一般为0.3—0.5m;

H2—导管初次埋设深度,不小于0.8m;

r—导管半径(m);

h1—桩孔内混凝土达到埋置深度H2时,导管内混凝土柱平衡导管外泥浆压力所需的高度(m)。

根据计算,现场配备有8 m^3 的大集料斗再加上1.5 m^3 的小料斗完全满足首批混凝土灌注的要求。初灌前除集料大斗内装满混凝土外,同时在初灌小斗内放满混凝土。混凝土面测量以测锤多点测量为准,同时用混凝土灌注量计算值进行复核,如二者误差较大时要找出误差原因,排除影响混凝土灌注的因素,再继续灌注。测量时间间隔不大于20分钟,每次测量都要进行记录。根据施工规范要求及施工经验,拆除导管由埋管深度和混凝土埋管时间来决定,混凝土的埋管深度宜控制在2~6m之间。导管拆除时对导管进行记录,与下导管时的原记录进行复核,确保导管拆除无误,导管拆除后要及时清洗,以备下次再用。灌注的桩顶标高要比设计高出一定高度,一般为0.5~1.0m,以保证桩头混凝土强度,多余部分接桩前必须凿除,桩头无松散层。

3. 6 桩底取芯检测确保

本工程根据《关于明确港珠澳大桥岛隧工程人工岛结合部非通航孔桥桩底取芯检测有关事宜的函》(港珠澳桥总[2012]109号)的要求,需对东人工岛结合部非通航孔桥钻孔灌注桩桩底进行取芯及芯样强度试验。初始墩需逐桩取芯检测,后续桩基原则上按照每墩不少于两根进行抽检。根据桩长参数,每根桩预埋1根 $\Phi 152 \times 5$ mm无缝钢管于桩基础中,其底标高高于桩底1m,管底采用5mm厚钢板封口,钢管接头采用20cm长度 $\Phi 168 \times 6$ mm无缝钢管,用焊接,每次接长后注水检查接头焊接质量。取芯管顶标高与钢护筒顶标高一致, $\Phi 152$ 取芯管用直径16mm螺纹钢U型卡和抬筋卡住,并共同焊于内加劲箍上,U型钢筋2m一道,与钢筋笼上加强箍筋配对,安装时必须保证取芯全垂直度。利用合金钻头钻取桩底混凝土1m,越过桩底标高后,继续取持力岩层1m。取出的芯样冲洗干净后标上深度,按上下顺序依次放于芯样箱中。交由专业的检测机构进行取芯并进行芯样的评价、试验及计算,最终形成检测报告。

3. 7 灌注桩施工安全保证措施

钻孔机上平台前对搭设的平台进行检查,确保搭设过程符合设计图纸要求,焊缝牢固无虚焊、平台无倾斜等。设备进场后,对机械设备进行进场检查,钻孔灌注桩桩架安装完毕后由专业单位进行检测,经验收合格后投入使用。对桩架机械进行每月的定期安全检查,检查内容主要有设备的安全装置,防护罩,钢丝绳状态。确保设备处于良好地使用状态,防止机械伤害事故发生。对未进行施工的桩孔进行孔洞防护,加盖板,防止人员坠落;涉及临边区域的施工,设置临边防护栏杆,并设置警示标志。钢筋笼吊装时确保起重臂范围内无关人员不得进入,现场安排安全监护人员对起重作业项目进行安全监控,杜绝违章隐患情况。

4 结束语

钻孔灌注桩在路桥施工工程中应用非常普遍,其承载能力高适合于多数大型路桥工程地基加固的应用。为有效提高钻孔灌注桩的施工效果,各施工企业要加强路桥施工工程中钻孔灌注桩的施工应用情况,加强对施工各环节的质量控制,以保证工程质量的可靠性。

【参考文献】

- [1]邱堂堂,马雷.钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁工程中的应用[J].工程建设与设计,2023,(22):188-190.
- [2]赵紫荣.公路桥梁施工中钻孔灌注桩的质量控制措施分析[J].绿色环保建材,2021,(2):119-120.
- [3]冯军明.公路桥梁钻孔灌注桩施工技术研究[J].四川水泥,2021,(5):287-288.
- [4]宋安庆.关于桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术的探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(29):134-136.
- [5]陆飞跃.路桥施工中钻孔灌注桩施工技术的应用[J].江苏建材,2022,(03):76-77.
- [6]徐义军.路桥工程中钻孔灌注桩施工技术的应用[J].运输经理世界,2022,(01):110-112.

作者简介:

陈利军(1991--),男,汉族,湖南省人,本科,中级工程师(路桥工程),研究方向:路桥工程。