

桩基旋挖钻无护壁成孔技术浅析

杜耀斌

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610065)

摘要:根据铁路工程桩施工工艺及技术要求,钻孔桩施工采用泥浆护壁的方式成孔。依据新建铁路成都至拉萨线成都至雅安段施工的实际情况(雅安地区岩层主要以w2、w3、w4为主,为中等风化至弱风化泥岩及泥岩夹杂泥质砂岩),若采用传统钻孔桩施工工艺、泥浆护壁或砂浆护壁等方式,泥岩经水长时间浸泡后形成软泥,桩基浇筑后其基础承载力将无法满足不同设计要求而造成较大的施工质量隐患。为此,通过对该地区地质情况的研究、设备成孔能力的比选以及现场试验成孔效率的比选、试验,制定出切实有效的施工工艺,可有效防止桩基成孔的质量问题,减少了施工工序,节约了施工成本,而且该施工工艺、工法相对成熟,具有可行性、适用性,可为今后类似工程施工提供借鉴及参考。

关键词:桩基;旋挖钻;无护壁;地基承载力;成孔;铁路工程

中图分类号:U215.6;U23.1

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增2-0005-03

1 概述

桥梁桩基施工主要分钻孔桩与挖孔桩。钻孔桩一般采用冲击钻、反循环钻或旋挖钻成孔,成孔过程中均需开挖泥浆池,采用泥浆、砂浆或化学泥浆护壁的方式成孔。在川藏铁路雅安段施工过程中,根据该区域岩层特性(雅安地区地层主要以w2、w3、w4为主,为中等风化至弱风化泥岩及泥岩夹杂泥质砂岩),若采用传统钻孔桩施工工艺、泥浆护壁或砂浆、化学泥浆护壁等方式,泥岩经水长时间浸泡后遇水软化形成软泥,桩基浇筑后其基础承载力将无法满足不同设计要求而造成较大的施工质量隐患。在施工过程中,若采用即有挖孔桩施工工艺,可以保证施工桩基质量,但其成桩工期长、施工成本高而无法满足不同经济、适用的原则。在此,笔者通过对该地区地质情况的研究、设备成孔能力的比选以及现场试验成孔效率的比选、试验,制定出切实有效的施工工艺,可有效防止桩基成孔质量问题,减少了施工工序,节约了施工成本,而且该施工工艺、工法相对成熟,达到了施工简便、经济合理、质量可靠的效果。

该技术研究依托项目为新建川藏铁路成都—雅安段站前工程,位于四川省雅安境内。该标起点桩号:D1K111+477.82,终点桩号:D3K138+020,线路长度为25.907 km。线路主要途经双河、车岭,于桥楼村附近设名山车站,出站后跨猫庙河、雅乐高速公路,穿金鸡关隧道,于姚桥乡汉

碑村靠山侧设雅安车站至设计终点。

该工程线路长,地处山区丘陵地带,地形起伏较大,植被茂密,标志性建筑物多,主要包含隧道4座、特大桥4座、大桥12座、中桥1座、站场2座、框架涵39座、地道3座、渡槽2座,结构物众多。其中桥梁工程共有桩基2769根,桩径有四种形式,分别为 $\phi 1\text{ m}$ 、 $\phi 1.25\text{ m}$ 、 $\phi 1.5\text{ m}$ 及 $\phi 1.8\text{ m}$,桩长最深为30 m。根据设计资料,该标段地层岩性主要分为两种:一种为泥岩,地表覆盖一层堆积土或圆砾石土,承载力在150~250 kPa之间;另一种为砂质泥岩,地表覆盖一层堆积土或圆砾石土,承载力在250~500 kPa之间,泥岩遇水易崩解软化,地质情况较复杂。

2 桩基旋挖钻无护壁作业流程

2.1 设备选型

目前,铁路桥梁桩基施工应用已比较广泛,桩基施工工艺亦非常成熟。根据施工方法,桩基施工主要分钻孔桩与挖孔桩,钻孔桩一般采用冲击钻、反循环钻或旋挖钻成孔,成孔过程中均需开挖泥浆池,购买膨润土或化学泥浆护壁。该工程在实施过程中,工程技术人员充分熟悉图纸并对现场地层进行试验分析,在既有基础上进行了合理优化,笔者根据桩基情况和地质情况,将几种常见旋挖钻机型号及钻头的主要技术参数列表(表1)予以说明。

2.2 施工工艺

(1)场地平整。由于旋挖钻机回转半径大、

收稿日期:2017-04-29

表1 常见旋挖钻机型号及主要参数表

钻机名称	型号	最大桩径/m	最大桩深/m
三一重工旋挖钻	SR220	2.3	66
	SR250	2.3	70
	SR280	2.3	84
	SR360	2.5	90
中联中科旋挖钻	ZR220	2	60
	ZR280	2.5	86
	ZR330	2.5	86
	XR220D	2	67
徐工旋挖钻	XR260D	2.2	80
	XR280D	2.5	88
	XR320D	2.5	90
	XR360D	2.5	92
山河智能旋挖钻	SWDM28	2	86
	SWDM32	2	88
	SWDM36	2	96

备注:为了保证钻机在泥岩及砂质泥岩地层中可靠施工,可选用摩擦式钻杆和机锁式钻杆,机锁式钻杆适用于较硬泥岩和砂质泥岩;泥岩地层宜采用双底捞砂斗钻进(常规),备用短螺旋或筒钻钻头配合使用。

钻杆长、自重大,在钻机就位前应将场地平整夯实,保证场地具有一定的硬度,以免钻机沉陷或倾斜。场地的平整一般考虑采用开挖优质的土石料进行回填,若无开挖料则采用建渣回填,根据该地区区域地质情况,施工平台回填深度为0.3 m,局部淤泥位置根据淤泥深度采取清淤换填后施工。

(2)测量放样。采用全站仪精确定位桩孔的位置,根据桩孔定位点拉十字线钉放四个控制桩,以四个控制护桩为基准控制护筒的埋设位置并保证钻机准确就位。护桩时做好保护工作,防止施工过程中被扰动。

(3)钻机就位。①钻机就位前,先检查钻机的工作性能,确保钻机各零部件、液压系统及各种仪表正常工作。保证桩位附近平整,将钻机开到桩位旁,将钻头的尖端正对桩位标注点,再用垂球及钻机仪表控制钻杆的垂直度和钻机机身的水平并保证钻架上的起吊滑轮、钻杆中心及转盘中心在同一条铅垂线上。一定要保证钻机底座和顶端平稳,在钻进和运行过程中不应产生位移和深陷。②钻机停位回转中心距孔位在3~4.5 m之间。在允许的情况下,变幅油缸尽可能将桅杆缩回,如此操作可以减小钻机自重和提升与下降的脉动压力对钻孔的影响。检查回转半径范围内是否有障碍物影响回转。

(4)护筒的填设。①旋挖钻机施工使用钢护筒。该护筒一般采用4~8 mm厚的钢板加工制

成,高度为1 500~2 000 mm。钻孔桩的护筒内径应比钻头直径大20 cm,对于特殊的地质位置,护筒长度根据地质情况确定。②护筒具有定位、保护孔口和维持水位高差等作用,因此,护筒中心与桩位中心应重合,周边用黏土夯填密实。埋设钢护筒前应进行桩位控制点的放样,用小口径的钻头先预钻至护筒底的标高位置,然后提出钻头且用钻头将钢护筒压到预定位置,再用粗颗粒土回填护筒外侧至密实。钻头贯压护筒时要分别在护筒各个方向均匀、同时贯压,防止护筒在贯压过程中出现倾斜。③护筒贯压到位后,使用水平尺、垂球检查护筒的垂直度。检查合格后再进行护筒外侧的回填。④利用施工现场附近的水准点测量护筒顶面的标高,确定桩基的成孔深度。

(5)钻机钻孔。①旋挖钻机的设置及调整。施钻时,将钻机钥匙开关打到电源档,旋挖钻机的显示器显示旋挖钻机标记画面,按任意键进入工作画面。先进行旋挖钻机的钻杆起立及调垂,即首先将旋挖钻机移到钻孔作业位置,旋挖钻机的显示器显示钻杆工作画面。从钻杆工作画面中可实时观察到钻杆的X轴、Y轴方向的偏移。操作旋挖钻机的电气手柄将钻杆从运输状态位置起升到工作状态位置,在此过程中,旋挖钻机的控制器通过采集电气手柄及倾角传感器信号和数学运算,输出信号驱动液压油缸的比例阀实现闭环起立控制及钻杆平稳同步起立。同时采集限位开关信号,对起立过程中的钻杆左右倾斜角度进行保护。

在钻孔作业之前,需要对钻杆进行调垂。调垂可以分为手动调垂、自动调垂两种方式。在钻杆相对零位 $\pm 5^\circ$ 范围内方可通过显示器上的自动调垂按钮进行自动调垂作业;而当钻杆超出相对零位 $\pm 5^\circ$ 范围时,只能通过显示器上的点动按钮或操作箱上的电气手柄进行手动调垂工作。在调垂过程中,操作人员可以通过显示器的钻杆工作界面实时监测桅杆的位置状态,使钻杆最终到达作业成孔的设定位置。②钻孔作业。钻孔时,先将钻头着地,通过显示器上的清零按钮进行清零操作,记录钻机钻头的原始位置,此时,显示器显示钻孔当前位置的条形柱和数字,操作人员可以通过显示器监测钻孔的实际工作位置、每次进尺位置及孔深位置,操作钻孔作业。在作业过程中,

操作人员可以通过主界面三个虚拟仪表的显示——动力头压力、加压压力、主卷压力,实时监测液压系统的工作状态。开孔时,以钻斗自重并加压作为钻进动力,一次进尺时短条形柱显示当前钻头的钻孔深度,长条形柱动态显示钻头的运动位置,孔深的数字显示该孔的总深度。当钻头被挤压充满钻渣后,将其提出地表,操作回转操作手柄使机器转到土方运输车位置,用装载机将钻渣装入土方车清运至适当地点进行弃方处理,以免造成水土流失或农田污染。完毕,通过操作显示器上的自动回位对正按钮使机器自动回到钻孔作业位置,还可以手动操作回转操作手柄使机器手动回到钻孔作业位置。该工作状态可以通过显示器主界面中的回位标识进行监视。

施工过程中,通过钻机本身的三向垂直控制系统反复检查成孔的垂直度以确保成孔质量。

钻孔过程中,根据地质情况控制进尺速度:由硬地层钻到软地层时,可适当加快钻进速度;当从软地层变为硬地层时则需减速慢进;在易缩径的地层中,应适当增加扫孔次数,防止缩径;钻渣要及时运出工地,弃运到合适的地点以达到环境保护的要求。

(6)质量控制及检验。①质量控制。a. 钻孔的平台、钻机及钻架应稳定牢固,不产生位移及沉降。b. 钻架垂直及机身水平,钻架上的起吊滑轮组与转盘中心应在同一铅垂线上。c. 应对钢护筒的位置及直径进行复查,钻头、钻杆中心与护筒中心的偏差不得大于5 cm。d. 对于软弱地基,钻孔前应对地基进行碾压及硬化处理,避免钻机倾斜影响钻孔的垂直度。钻孔钻进时起落钻头的速度应均匀,不得过猛或骤然变速,孔内的出土不得长时间堆积在钻孔周围。特别是将钻头提至护筒底部时速度应下降,避免护筒底部的孔壁在反复提升过程中扩径。e. 钻孔过程中,随时认真地对地质情况进行复查,并按照实际地质情况调换合适的钻头,以保证施工正常进行。

钻孔过程中,根据地质情况控制进尺速度:由硬地层钻到软地层时,可适当加快钻进速度;当软地层变为硬地层时,要减速慢进;在易缩径的地层中,应适当增加扫孔次数,防止缩径;对坚硬岩层则采用快转速钻进以提高钻进效率,但是钻头下降速度也不可太快,尤其是刚刚入孔时。②质量检验。钢护筒检测项目及指标见表1。钻孔桩钻孔允许偏差和检验方法见表2。

表2 钢护筒检测项目及指标表

序号	检测项目	规定值或允许偏差值	检测方法和频率
1	长度/m	满足设计值	
2	外径/mm	桩径+(20~40 cm)	
3	倾斜度	1%	尺量
4	护筒顶面中心偏差/mm	50	
5	相邻管节管径差/mm	3	
6	下沉最后贯入度	>5 cm/min	
焊接	符合规程要求 超声波探伤100%		样板尺,目测10点 探伤及检测

表3 钻孔桩钻孔允许偏差和检验方法表

序号	项目	允许偏差	检验方法
1	孔位中心	50 mm	测量仪器检查

3 结语

通过在施工过程中对桩基旋挖钻无护壁成孔技术工艺进行的研究,针对不同环境泥岩及泥质砂岩地质情况下采用旋挖钻无护壁成孔措施,有效地解决了桩基施工质量及隐患问题,减少了施工工序,提高了施工效率,缩短了施工时间,具有较好的经济效益,亦为其它类似工程的施工提供了参考与借鉴。

参考文献:

- [1] JGJ 94—94,建筑桩基技术规范[S].
- [2] Q/CR9212—2015,铁路桥梁钻孔桩施工技术规范[S].
- [3] TB10415—2003/J286—2004,铁路桥涵工程施工质量验收标准[S].

作者简介:

杜耀斌(1976-),男,甘肃榆中人,项目常务副经理,工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)