

冲击成孔配合回旋终孔工艺在象山港大桥及 接线工程桩基施工中的应用

刘挺, 曹江良

(宁波大榭开发区宏利路桥工程有限公司, 浙江 宁波 315192)

摘要: 选择合适的桩基成孔工艺是决定桩基施工质量及进度的关键因素。根据象山港大桥及接线工程的地质情况, 通过对桩基施工工艺进行比选及试验, 最终确定采用冲击成孔配合回旋终孔工艺, 保证了桩基施工的质量、安全和进度。同时也提出该工艺的关键控制技术, 使其可供具有相似地质情况的工程借鉴使用。

关键词: 冲击成孔配合回旋终孔工艺; 桩基施工; 应用

中图分类号: TU413.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2012) 02-0103-04

宁波象山港大桥及接线工程项目是浙江省公路水路交通“十一五”期间规划建设的沿海高速公路(甬台温复线)的重要组成部分。项目起自宁波绕城高速公路东段云龙互通, 向南经鄞州区栎斜、管江、里蔡, 于山岩岭以桥梁方式跨越象山港湾, 经象山县小蔚庄、大斜桥、黄避岙、白墩港、洋北、止于戴港, 暂接省道 38 线, 远期接规划建设的浙江沿海高速公路象山至台州段, 全长 46.929 km, 其中, 跨越象山港湾大桥长 6.748 km, 北接线长 25.098 km, 南接线长 15.082 km, 共有隧道 10 座, 特大桥 18 座, 互通立交 6 座, 服务区 1 处。

接线工程起点位于冲海积平原, 地势平坦, 终点位于西沪港潮间带滩涂区, 其余路段均为低山丘陵区, 路线基本沿着丘陵的山麓带通过, 大部分路段基岩埋深较浅, 基岩形成的年代较为单一, 均为上侏罗纪西山头组, 但岩性复杂, 岩面起伏较大, 总体上岩体强度较高, 抗风化能力强, 基本属于较坚硬~坚硬岩体^[1]。

南北接线共设计有灌注桩 3795 根, 其中, 大部分桩基均为嵌岩桩, 桩基嵌入中、弱风化岩层不小于 2 倍桩径。如何既好又快地完成所有的桩基工程是决定整个项目能否优质、按期完成的重要前提, 而根据地质情况选择合适的桩基成孔工艺是决定

桩基施工质量及进度的关键因素。

1 嵌岩桩成孔工艺比选及确定

1.1 嵌岩桩成孔工艺类型

嵌岩桩成孔工艺类型很多, 但常用的成孔工艺及其优缺点见表 1。

1.2 嵌岩桩成孔工艺比选及确定

从表 1 中不难看出, 最理想的成孔钻进方法为大功率回旋钻机及大型旋挖钻机钻进。这两种成孔工艺既能保证施工质量, 又能加快施工进度。但是根据目前国内的现状, 大型回旋钻机及大型旋挖钻机普及率仍然较低, 且当前国内正处于基础设施建设的高峰期, 先进施工设备更是一机难求, 再加上回旋钻机耗能较大, 现场电力供应瓶颈也成为其大规模采用的障碍。因此, 这两种最理想的成孔工艺均无法在现场施工中得到大面积应用。

采用冲击钻进对基岩扰动较大, 且孔深较难确定, 因此, 单纯采用冲击钻进成孔工艺较难保证施工质量, 不宜在施工中应用。

采用人工挖孔成孔工艺虽然施工质量能够得到保证, 但由于其受人为因素影响较大, 安全风险高, 管理难度较大, 且其对地质要求较高。因此, 人工挖孔成孔工艺亦无法在现场施工中得到大面

表1 常用的成孔工艺及其优缺点^[2-4]

钻进方法	优点	缺点
回旋钻进	振动小, 噪音低, 适用范围广; 钻进效率高(大功率钻机); 桩孔圆顺, 对基岩扰动小	工艺要求高, 配套设备多; 钻进效率低(小功率钻机); 用电负荷较大
冲击钻进	设备简单、操作方便; 钻进效率较高; 用电负荷较小	孔底易结壳, 孔深较难确定; 易发生孔斜、卡钻、桩孔不圆; 对基岩扰动较大
人工挖孔	设备简单; 场地限制小; 施工灵活; 钻进效率较高, 质量好	劳动强度高; 安全风险高; 对地质要求较高
大型旋挖钻机钻进	自动化程度高; 移动方便, 振动小; 扭矩大、取渣快、效率高	设备自重大, 造价高; 普及率较低; 水上施工适用性较差

积应用, 只能在特殊的情况下采用。

通过分析, 常用的四种嵌岩桩成孔工艺均无法在象山港大桥及接线工程中得到大面积应用, 因此, 确定一种合适的桩基成孔工艺势在必行。通过调查研究、研讨及现象试验, 最终确定桩基施工采用冲击成孔配合回旋终孔工艺, 该工艺采用冲击钻进与回旋钻进相结合的方式, 先采用冲击钻机钻进至离终孔标高 1 m 位置, 再换用回旋钻机钻进至终孔标高。该工艺不仅解决了大型、先进设备短缺及电力供应紧张问题, 还可以保证工程质量、安全和进度, 通过总结及验证后在工程中得到大面积应用。

2 嵌岩桩成孔工艺试验及验证

2.1 嵌岩桩成孔工艺试验

以象山港大桥及接线工程第 4 合同段 A 匝道桥桩基成孔工艺试验为例。该桥地质如图 1 所示, 基岩埋深较浅, 强度高, 桩体大部分嵌入岩层内。

桩基成孔工艺试验分别选取回旋钻机钻进和冲击成孔配合回旋终孔两种工艺, 回旋钻机钻进工艺采用 GPS20 型钻机。选取了该桥 4-3[#]、5-2[#]及 5-3[#] 3 根桩基进行试验; 冲击成孔配合回旋终孔工艺采用 ZJ-8T 及 GPS20 型钻机, 选取该桥 3-1[#]、4-1[#]

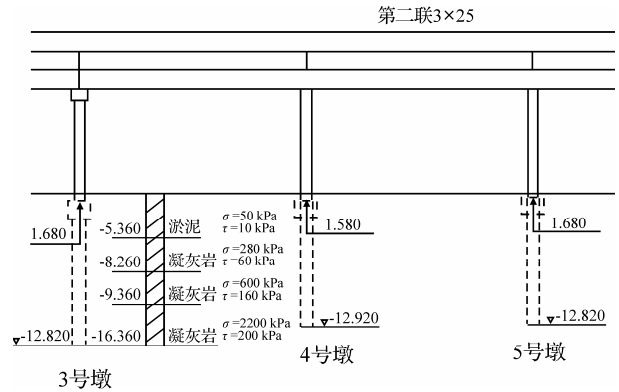


图1 桩基地质情况

及 5-1[#] 3 根桩基进行试验, 桩径均为 1.6 m, 设计桩长均为 13 m。通过试桩后数据分析, 回旋钻机钻进工艺平均每根桩的成孔时间为 303 h, 平均每小时进尺仅为 4 cm, 而冲击成孔配合回旋终孔工艺平均每根桩的成孔时间为 107 h, 平均每小时进尺为 12 cm, 从上述数据不难看出, 冲击成孔配合回旋终孔工艺的成孔效率几乎达到回旋钻机钻进工艺的 3 倍, 充分发挥了两种钻机的功效和特长。

2.2 桩基质量试验验证

为了评价采用回旋钻机和冲击成孔配合回旋终孔工艺的桩基础的施工质量, 现场随机抽取了该桥 4-3[#]和 5-1[#]等多根桩基进行低应变试验。低应变试验是根据应力波法的基本原理, 用锤敲击桩顶, 给桩顶一个能量, 导致桩中产生应力波且沿桩身传播, 应力波通过桩的阻抗变化界面(如桩底沉渣过厚、断桩、严重离析等部位)或桩身截面积变化部位(如缩径、扩径等)时将产生反射波, 对采集到的数据信号经过放大、滤波等处理, 以此识别来自桩身不同部位的反射信息, 根据时域波形图来判断桩身的完整性、缺陷部位和性质及混凝土的强度等级等。低应变检测分析结果如图 2 所示。

从图 2 的时域波形图可看出, 桩底反射和入射同相位, 中间无杂波。该实测波形桩底反射波清晰, 波速正常, 桩间无明显同相反射波信号。反映了桩身砼密实均匀, 桩身完整性好, 属于 I 类桩^[5]。4-3[#]桩、5-1[#]桩的波速分别为 $4180 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $3920 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 桩长分别为 12.50 m 和 11.55 m。

除采用低应变试验进行桩基质量验证外, 桩基成孔工艺试验完成后, 还对采用冲击成孔配合回旋终孔工艺桩基进行取芯验证, 桩底与基岩间

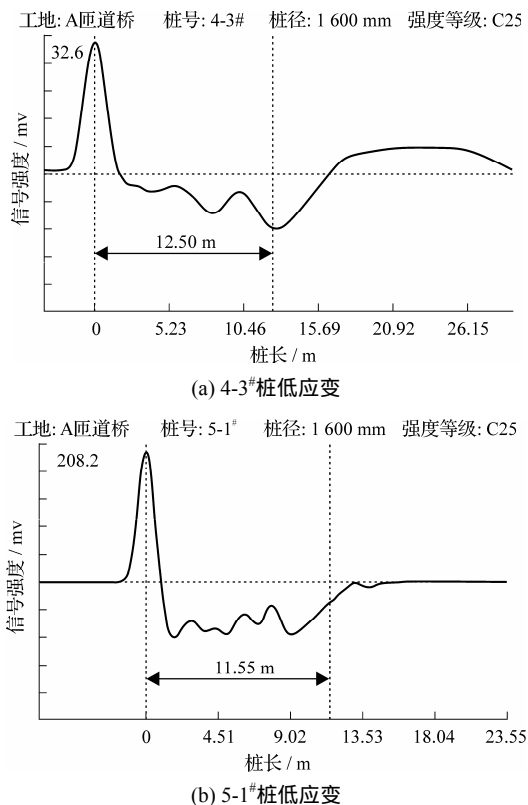


图 2 4-3# 桩、5-1# 桩时域波形图

基本无沉渣(图 3), 完全满足嵌岩桩的质量要求^[1,6]。



图 3 桩身取芯情况

2.3 嵌岩桩成孔工艺试验及验证结论

采用回转钻机钻进和冲击成孔配合回旋终孔两种工艺成桩质量都符合设计和规范要求, 但冲击成孔配合回旋终孔工艺成孔效率远远高于回旋钻机钻进工艺。

3 冲击成孔配合回旋终孔工艺的关键控制技术

冲击成孔配合回旋终孔工艺适用于回旋钻机成孔工效较低的嵌岩桩, 不得用于所有摩擦桩和

桩底岩石强度小于 60 MPa 的嵌岩桩。

3.1 冲击成孔配合回旋终孔工艺的判岩及入岩深度控制技术

(1) 当钻机钻进进尺变得较为缓慢时, 此时是进入强风化岩层的标志, 应由监理、施工单位进行判岩验证, 并记录该起始点, 即记录进入强风化岩层的标高。

(2) 进入强风化岩层后(特别是到达岩层交接面), 应减少冲程, 以避免斜孔。如发生钻孔偏斜, 可抛入石块纠偏; 待钻孔施工正常后, 及时进行彻底清孔, 再进行判岩, 对纠偏、清渣等过程应记录并确认, 以免抛入石块产生的石渣影响正确判岩。

(3) 进入强风化岩层后, 至少每钻进 1m, 即用泵吸(或气举)反循环进行清渣, 泥浆净化器分离钻渣, 并对钻渣进行判断, 记录钻渣情况。

(4) 进入中风化岩层后, 应由设计、监理、施工单位进行集体判岩, 确定中风化岩层标高, 并予以记录。

(5) 确定进入中风化岩层后, 由设计代表根据地质钻探资料情况(特别是岩层倾斜情况等)确定终孔标高。同时, 每钻进 1m, 即采用泵吸(或气举)反循环进行清渣, 泥浆净化器分离钻渣, 并进行判岩, 对中风化判岩结果进行复核。

(6) 判岩应一孔一判, 不得以相邻钻孔入岩深度作为入岩标准。

3.2 冲击成孔配合回旋终孔工艺的清渣方式

冲击成孔配合回旋终孔工艺应采用泵吸(或气举)反循环进行清渣, 泥浆净化器分离钻渣, 以确保清渣彻底, 避免影响后续判岩。

3.3 冲击成孔配合回旋终孔工艺的清孔及沉渣厚度的确定方法

3.3.1 终孔深度的确定

由于冲击成孔无法准确确定终孔深度(孔底标高), 同时孔底极易结壳, 因此在确定中风化入岩标高及终孔标高后, 在距孔底 1m 时, 应采用回旋钻机钻进、泵吸(或气举)反循环清渣的方法, 以确定终孔深度, 即孔底标高 H_0 , 监理、施工单位应对此标高进行记录并书面确认。

3.3.2 一次清孔

终孔后, 下钢筋笼前应采用泵吸(或气举)反循环进行一次清孔, 确定一次清孔后孔底标高 H_1 ,

监理、施工单位应对此标高进行记录,并书面确认.

3.3.3 二次清孔

下放钢筋笼后,再采用泵吸(或气举)反循环进行清孔,确定二次清孔后孔底标高 H_2 .则沉渣厚度为 $\Delta H = H_2 - H_0$,监理、施工单位应对此标高进行记录,并书面确认.

3.4 冲击成孔配合回旋终孔工艺的总结及验证

(1) 首根采用冲击成孔配合回旋终孔工艺的桩基础的成孔、判岩、清孔、沉渣厚度测定等环节应进行首件检查.

(2) 首桩成桩后应进行钻孔取芯,以验证沉渣厚度和孔底是否为中风化岩层,取芯在到达孔底前 50 cm 时,必须采用干法取芯,以便准确判断沉渣厚度.后续施工桩基视情况确定进行钻孔取芯验证比例.

(3) 首桩完成后,监理单位应及时组织召开首件总结会,对施工工艺进行评定和总结,经确认的工艺才能推广到全面施工阶段.

4 结语

象山港大桥及接线工程通过在桩基施工中采

用冲击成孔配合回旋终孔工艺,所有桩基已经按照进度计划顺利施工完成,为后续工程施工奠定了坚实的基础,且通过第三方逐桩检测, I 类桩占 99.1%,桩基工程质量优良.

冲击成孔配合回旋终孔工艺在象山港大桥及接线工程桩基施工中取得了成功,在当前建设环境下具有一定的推广价值,可供具有相似地质情况的工程借鉴使用,但施工中应严格按照关键控制技术执行,加强现场管理以确保工程质量.

参考文献:

- [1] 辽宁省交通规划设计院. 宁波象山港大桥及接线工程设计文件[R]. 沈阳, 2009.
- [2] 凌治平, 易经武. 基础工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 1997:61-65.
- [3] 徐维钧. 桩基施工手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2007:705-742.
- [4] 黎中银, 焦生杰, 吴方晓. 旋挖钻机与施工技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010:8-11.
- [5] JTG/T F81-01-2004. 公路工程基桩动测技术规程[S].
- [6] JTG/T F50-2011. 公路桥涵施工技术规范[S].

Application of Compact-shock Boring with Rotating Excavation for Pile Foundation Construction in Xiang'shan Port Bridge and Junction

LIU Ting, CAO Jiang-liang

(Daxie Development Zone Hongli Highway & Bridge Engineering Co. Ltd, Ningbo 315192, China)

Abstract: Selecting appropriate technique of pore-forming is critical in determining the project quality and scheduling the pile foundation construction. On the basis of the geological condition in Xiang'shan port bridge and its junction characteristics, the technique of pore-forming with rotating excavation is proposed in a bid to ensure the quality, safety and progressing for the building of the pile foundation. The proposed approach may be applied to other engineering projects with the similar geological conditions.

Key words: technology of compact-shock boring with rotating excavation completion; pile foundation construction; application

(责任编辑 章践立)