

沿海花岗岩地区大直径超长嵌岩桩施工技术

陈雄生

(福建地矿建设集团公司, 福建 福州 350003)

摘 要:沿海地区岩性多为花岗岩地层,地质条件复杂,基岩埋藏深,强风化层中普遍夹有中微风化包裹体(孤石)及后期侵入岩体,地层分布无规律,层厚不一,施工穿越这些夹层与孤石成为嵌岩桩的一大难题。使用常规冲孔桩施工设备,通过改进施工工艺与配套技术,可以获得好的社会效益和经济效益。

关键词:花岗岩;大直径超长嵌岩桩;施工技术

中图分类号:TU473.1⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2000)S1-0001-04

Large Diameter Deep Rock Socketed Pile Construction in the Granite along the Coastal Area/CHENG Xiong-sheng (Fujian Mining Construction Group, Fuzhou Fujian 350003, China)

Abstract: The granite formation is commonly encountered in the coastal area with difficult geological conditions. The bedrock is deeply buried, and the highly weathered layer commonly contains the medium to slightly weathered wraps (solitary rock) and late intrusions. The formation is not identically distributed and different in thickness. To drill through the seams and solitary rocks is a difficulty in rock socketed piling. Good economic and social benefits have resulted by the use of the conventional percussive drilling equipment with the modification of the construction process and matching technique.

Key words: granite; large diameter extra deep rock socketed pile; construction technique

改革开放以来,东南沿海一带经济蓬勃发展,高层建(构)筑物日益增多,但由于该地区属花岗岩分布区,受地质构造作用,地层演变极为复杂,岩面埋藏较深,在强风化层中普遍存在花岗岩的球状风化包裹体和岩浆后期侵入岩体,上部第四系土层中淤泥层厚,地下水丰富,人工挖孔桩适用性极差,预制桩、沉管桩、夯扩桩等在施工中也无法穿越包裹体或其它硬质夹层,难以满足高层建(构)筑物的荷载要求。

大直径超长嵌岩冲(钻)孔桩具有承载力高、能穿透各种地层,无挤土,无振动,噪声小,无地面隆起和侧移,能贴建(构)筑物施工,而且危害小,群桩效应少,能随地层变化调节桩长和配筋等优点,是该复杂地质条件和大荷载建(构)筑物的理想基础形式,已被设计部门普遍采用。

本文就采用常规冲孔桩施工设备,通过改进施工工艺技术,以确保桩孔形态和安全高效克服中~微风化包裹体及各种夹层岩体,最终嵌岩和沉渣控制,砼灌注等各工艺顺利完成,实现超长嵌岩桩施工等,谈几点体会。

1 设备选型

选用 GPS-15 型工程钻机和 ZJK5 型冲击钻机相结合。GPS-15 型钻机具有回转扭矩大,主动钻杆导向性好,钻进效率高,配用硬质合金球齿牙轮钻头,能高效成孔等优点;ZJK5 型冲击钻机能高效击穿中~微风化包裹体或孤石等层厚的坚硬岩体,二者优势互补,能保证施工质量,提高效率。

2 施工技术措施

2.1 钻进技术参数和泥浆性能

(1)忌清水开孔。钻进时保持泥浆粘度 25~28 s,泥浆密度 $\geq 1.2 \text{ g/cm}^3$ 。

(2)嵌岩桩钻进技术参数见表 1。

表 1 嵌岩桩钻进技术参数

地层	钻压/ kPa	泵量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	转速/ ($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)
土层	6~20	108~180	40
岩层	30~60	80~100	10~20

(3)嵌岩桩冲击钻进参数:土层冲程为 1~2 m;中~微风化岩层冲程为 3~4 m。

收稿日期:2000-06-15

作者简介:陈雄生(1968-),男(汉族),福建上杭人,福建地矿建设集团公司一级项目经理,工程师,水文地质工程地质专业,从事桩基施工工作,福建省福州市五四路 285 号,(0591)7710142。

2.2 桩孔形态控制

桩孔形态是指桩孔的垂直度及截面形状应符合桩基在受力状态下,其水平推力、承载力、抗拔力均要符合安全使用要求。其控制措施就是在施工中通过确保桩孔垂直度,防止孔壁坍塌、缩径,以保持孔壁稳定,实现桩孔形态的良好控制。

2.2.1 防斜技术

在桩孔深、岩面陡(基岩面、中风化包裹体面)条件下成孔,保证钻孔垂直度是一个难题。在施工过程中,除认真、细致地按操作规程操作外,对设备、器具的改进更是至关重要的环节。施工中在如下几个方面进行控制:

(1)保证机械器具的完好性,有松动部件,即进行更换,同时对一些易损耗、不稳定部件进行改进。

(2)用 $\phi 168$ mm 牙嵌式法兰钻杆,其优点是刚性好、导向性好、连接可靠,可达到有效防斜效果。

(3)改进钻头结构和钻头形式,在陡峭地层中使用特制的防斜筒式钻头,检验导向性,调整刀具数量、排列、出刃角度,用小钻压达到大比压,减小钻速差,控制孔斜。

(4)在软硬交替地层施工时,及时调整钻进技术参数:回转钻机宜轻压慢转;冲击钻进则低锤密击。

(5)施工中随时监测桩孔垂直度:回转钻机在提下钻时就注意观察是否顺畅,钻进中每班次用线锤或经纬仪检查主动钻杆垂直度不少于 2 次,发现孔斜及时将主动钻杆提高 2~3 m,加大钻头质量,调整侧向外刃的角度、长度与数量,利用铅垂重力找正纠斜。冲击钻机则随时检查钢丝绳是否与护筒中心保持一致,发现偏离,应将钻头提高孔底 1~2 m,低锤慢击纠斜,孔斜较严重时,宜立即向孔斜方位反向回填片石,片石厚 30~50 cm,重新钻进。

2.2.2 防止孔壁坍塌技术

(1)采用泥浆护壁,选用适合该土层的高质量泥浆。

(2)孔内水头高度保持高出地下静水位 0.5~1.0 m,并不低于护筒底面。

(3)按要求埋设护筒,一般情况下护筒埋设深度为 1.5~2.5 m,在松散杂填土层应将该层隔离,必要时采用人工护壁。

(4)在松散的粉砂土层中钻进时,应控制进尺速度,以泥泥浆固壁,平衡地层压力。

(5)终孔后,砼灌注前,仍需保持足够的泥浆液面高度,必要时采取泥浆回灌,并尽可能缩短准备工作的时间。

2.2.3 防止缩径措施

(1)采用优质泥浆,控制泥浆密度和粘度,降低失水量。

(2)当设计桩距 $< (2.5 \sim 3)D$ (D 为桩孔直径),应采取跳隔 1~2 根桩施工,新桩孔应尽可能在邻桩成桩二三天后开始钻进。

(3)改进钻头结构,采用高度 > 2.5 m 的双导正环保径的笼式钻头钻进。

通过上述措施,达到防斜目的,保证桩孔垂直度 $< 1\%$,不发生孔壁坍塌、缩径现象。

2.3 中~微风化包裹体、侵入岩体夹层施工

采用多种手段,提高生产效率。

(1)改进钻头结构和形式,提高钻进效率。特别是回转钻进的刀具分布数量、出刃角度的优化;冲击钻头的刀具的机械物理性能及数量、分布。使刀具具有合理的比压和出刃角。

(2)采用牙轮钻头钻进技术嵌岩。

(3)选用适宜的施工设备,如为克服中~微风化包裹体与夹层,换用冲击钻机施工。

(4)采用水下微差控爆技术,以提高在特别坚硬的微风化孤石中成孔效率。

(5)采用分级破碎技术:先采用小径钻头引孔,再用大径钻头扩孔,进行逐级破碎。多数采用二级破碎技术,个别采用三级破碎。

(6)采用筒式钢粒钻头钻进:在微风化孤石及其包裹体或夹层厚度 < 3 m 时,可用筒式钢粒钻头钻穿后采取岩心。

2.4 嵌岩技术

(1)采用牙轮钻头钻进:通过牙轮掌在孔底绕钻杆公转和牙掌心轴自转产生的滑动、滚动和冲击振动的破碎岩石机理,实现钻头对岩石既有冲击、压碎作用,又有滑动产生剪切和刮挤的作用,来达到碎岩效果。同时,要达到较好的碎岩效率,必须要有足够的冲击滚动作用和剪切、刮挤作用,也就是要有足够的压力作保证。钻压可根据不同工况按下式计算确定:

$$P_{\min} = 1.18(n_1 P_1 + n_2 P_2 + n_3 P_3)$$

式中: $P_{\min}$ —— 最低钻压值, kN; n_1 、 n_2 、 n_3 —— 21.6、24.1、31.1 cm 牙掌数, 个; P_1 、 P_2 、 P_3 —— 21.6、24.1、31.1 cm 牙掌所需最低钻压值, kN/个。

牙轮钻进孔底钻具组合见图 1。

(2)冲击钻机钻进嵌岩:使用 3.5 t 冲锤,初击岩面时,低锤密击,以免偏斜;在全断面嵌入岩层后,选用高冲程冲击,加大冲击能量,并调制合理泥浆性

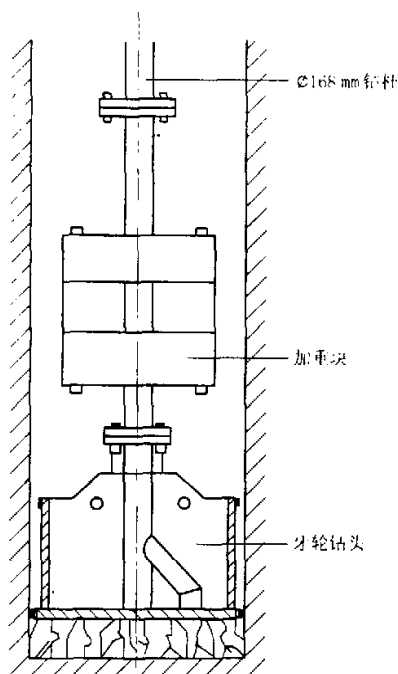


图 1 孔底钻具组合示意图

能,勤掏渣,提高钻进效率。

2.5 沉渣控制

孔底沉渣是冲孔灌注桩重要的质量控制指标,在嵌岩桩中尤为重要。

当桩孔深、桩径大、设计沉渣厚度控制要求高(一般不大于 5 cm)时,常规清渣方法难以达到这一要求,施工中采用本公司研制的间断清灌结合工艺,孔底沉渣可得到良好的控制,且优于设计要求。

(1)使用优质泥浆技术。在清孔前,先将泥浆池清理干净,在清孔中逐步调节泥浆,使其粘度、切力、密度具有最优值,即具有良好的流变特性,能有效地将粒渣携带到地面清除,当停泵时泥浆形成网状结构,阻止或减缓孔内泥浆中的砂粒下沉。

(2)采用不间断清灌连续清孔技术。目前,普遍采用的清渣工艺是在利用导管清渣干净后,装上漏斗,并贮备足量的初灌量砼,再剪球灌注砼。按这种常用的施工工艺,从清孔干净后停泵至剪球间隔时间至少需 30 min。在该段时间内,由于循环液停止循环,循环液中的颗粒易再次沉淀,形成二次沉渣。因此,如何确保桩底沉渣厚度能得到良好的控制,是长期困扰着施工界的一个技术难题。

我公司研制的桩端高流速连续清孔技术,解决了这二次沉渣问题。其工艺是利用导管在砼灌注前

进行桩底高流速二次清孔,孔底流速 $<2\text{ m/s}$,桩底周边均得到强力清洗直到沉渣厚度基本为零,不留死角,然后,采用特殊装置,实现在清孔与砼灌注初灌剪球的工序转换,时间 $<2\text{ s}$,从而使二次沉渣几乎无形成的时间条件。

(3)采用大初灌量,使大初灌量形成的势能在剪球后转化为水流动能,冲开可能残留孔底的少许沉渣,使沉渣清洗进一步加强。

上述方法的综合应用,能有效控制桩底沉渣优于规范和设计要求。

2.6 砼灌注

砼灌注是桩基施工中的最后一道工序,也是确保成桩质量的关键工序,必须高度重视,施工中采取如下措施控制:

(1)超长桩灌注水下砼,选用内径较大的 $\text{O}250\text{ mm}$ 导管。标准节长度 2.5 m。导管连接应平直可靠,定期检查密封性好。新导管经 0.6 MPa 压力检验无漏气现象才使用。导管密封性、壁厚、焊接处及连接部位丝扣、内壁光洁等,发现问题及时处理。

(2)认真做好砼灌注计划,使用吊车等机械设备协助灌注,缩短灌注时间。

(3)严格按砼配合比下料,保证搅拌时间,控制好砼搅拌质量,使其具有良好的和易性及流动性。

(4)砼灌注时,气温及砼材料温度太高,必须采取相应的处理措施。

(5)砼初灌量应能保证砼灌入后导管埋入砼面深度不少于 0.8 m。

(6)导管埋入砼面的深度:水下砼灌注过程中,导管应始终埋在砼中,严禁提出砼面。埋入深度除按规范执行外,还应观察孔口返浆情况,如果孔内不能自动返浆,说明导管埋入太深,应适当上提。

(7)灌注过程中随时测定砼面高度,认真做好记录,绘制砼灌注剖面图。

(8)卸导管前,应测量砼面位置,并根据砼灌注量计算复核无误后,方可卸管。砼面深度 $>40\text{ m}$ 时,每次宜卸一节(2.5 m)。

(9)导管捣插方法:拔管时,应缓缓起拔,适量反插逐渐提升导管,使桩身砼密实和桩周砼饱满。

(10)桩顶处理:当砼灌注达到设计桩顶标高时,应继续灌注一定的超灌高度,以清除桩顶浮浆影响,保证设计桩顶标高以下的砼质量符合设计要求。

3 工程实例

近几年,我公司在该地区施工大直径超长嵌岩

桩累计砼量约 4 万 m^3 , 工程质量均为优良。

如福州某广场主楼 42 层, 总高 186 m, 场地为花岗岩分布区, 基岩面陡峭, 岩面高差达 30 m, 局部呈陡崖状, 岩面最深达 80 m, 在强风化地层中分布大量的无规律、球状中~微风化花岗岩包裹体及后期侵入岩体。经设计部门及省、部委有关研究机构反复论证, 选用冲(钻)孔灌注桩, 桩径 1200 mm, 桩数 203 根, 持力层为中风化花岗岩, 设计单桩承载力为 9200 kN。施工砼灌注量 13807.49 m^3 。其中最大桩深 80.10 m, 平均桩深 > 70 m。

根据桩孔揭示, 该工程遇中~微风化包裹体桩孔占桩孔数的 85.7%, 其中有一根桩遇到包裹体次数达 5 层, 累计厚度 17.66 m。使用本文所述的设备工艺措施, 成功地解决了施工中的各项难题, 安全高效地完成了桩基施工。通过静载荷试验, 单桩极限承载力 > 19500 kN; 小应变、超声波、抽心检测表明, 桩身砼完整、密实, 沉渣控制良好(见图 2)。

4 结语

随着城市高层建筑和重型建(构)筑物的桩基荷载加大, 桩孔加深, 大直径超长钻孔灌注桩的施工工艺越来越普遍被采用, 通过开发、推广、应用和不断完善, 尤其是在复杂地质条件和利用常规冲(钻)孔桩施工设备、器具情况下, 工程质量及工期仍然可以得到有效的保证, 并能创造较好的效益, 更显示出大直径超长灌注桩独特的优越性。



图 2 桩底取心照片

(砼与中风化花岗岩胶结良好, 沉渣为零)

参考文献:

- [1] 陈忠, 等. 大直径超长嵌岩硬岩与嵌岩软岩加压灌浆的承载力分析比较[J]. 福建建筑, 1996, (增刊).
- [2] 沈杰. 地基基础设计手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.
- [3] JGJ 94—94. 建筑桩基技术规范[S].