

Research on Pile Foundation Construction Technology in Municipal Engineering

Zhendong Li Bin Sun Erlong Sun

China Construction Second Engineering Bureau Infrastructure Construction Investment Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the increasingly high requirements of infrastructure construction, the proportion of pile foundation construction is more and more heavy, and its good mechanical properties are recognized by more and more design units and owners, which makes more and more construction units begin to contact pile foundation construction. This paper discusses the construction steps of pile foundation.

Keywords

pile foundation; municipal engineering; construction

市政工程中桩基施工技术研究

李振东 孙彬 孙二龙

中建二局土木工程集团有限公司, 中国·北京 100000

摘要

随着基础设施的施工要求越来越高, 桩基施工的所占比例越来越重, 其良好的受力性得到越来越多的设计单位及业主的认可, 促使越来越多的施工单位开始接触桩基施工。论文针对桩基施工步骤进行探讨。

关键词

桩基; 市政工程; 施工

1 施工准备

1.1 场地准备

钻孔场地的平面尺寸应按桩基设计的平面尺寸、钻机数量和钻机底座平面尺寸、钻机移位要求、施工方法以及其它配合施工机具设施布置等情况决定。

(1) 陆地墩桩基的施工场地均为旱地, 施工期间地下水位在原地面以下。钻孔前将场地整平, 清除杂物, 更换软土。在夯填密实土层上横向铺设枕木, 然后在枕木上铺设废旧钢轨或型钢, 即构成钻机平台。场地的大小要能满足钻机的放置、泥浆循环系统及混凝土运输车等协调工作的要求。

(2) 浅水基础进行渣土回填筑岛的方法, 必要时利用草袋围堰或拉伸钢板桩围堰构筑工作平台。

(3) 由于主墩在水深地区, 桩基础采用搭设钢栈桥及钻孔平台的方法构筑水中工作平台。根据钢栈桥和钻孔平台专项施工方案要求进行钢栈桥及钻孔平台施工, 在钻孔平台

位置预留出钻孔桩位置。

1.2 泥浆制备

(1) 准备泥浆循环池: ①陆地桩基施工直接在墩位旁边开挖设一泥浆池, 为避免对河流造成污染, 泥浆池只有注浆作用, 不循环, 废泥浆直接输送到泥浆车清运拉走。②主墩施工, 必须保证不污染河流。由于主墩在河中间, 距岸上距离较远, 不方便在岸上挖泥浆循环池, 所以利用相邻桩基钢护筒作为泥浆池, 废泥浆用泥浆泵打入岸上, 直接由泥浆车拉走。

(2) 使用的泥浆用优质膨润土制作。

(3) 制好的泥浆应及时采集泥浆样品, 测定性能指标。对新制备泥浆要进行第一次测试, 使用前进行一次测试, 钻孔过程中再测试一次, 钻孔结束后在泥浆面下 1m 及孔底以上 0.5m 处各取泥浆样品进行测试。泥浆回收、处理后各测试一次。

(4) 储存泥浆每 8h 搅拌一次, 每次搅拌泥浆或测试必须进行记录。

(5) 新鲜泥浆制作好搁置 24h 后, 经测试各项指标合格方可正式使用。回收泥浆必须经过振动筛处理, 性能指标达到要求后方可循环利用。

(6) 施工中经常测定泥浆比重、粘度、含砂率和胶体率。其中, 钻进岩层后, 应适当加大泥浆比重。

1.3 测量放样

放样前先进行场地平整, 测量组根据桩基坐标放样图用全站仪放出桩基中心桩, 在桩位点四周用钢筋头引出四个点位, 使此四点钢筋位置挂十字线后, 交叉点与桩位点重合, 校核无误且经监理工程师确认后, 方可开钻。在成桩过程中由测量组多次进行复测、监控, 以保证成桩后桩基础的位置满足施工规范及设计要求。

1.4 埋设护筒

(1) 护筒用 10mm 的钢板制作, 其内径大于钻头直径 400mm。为增加刚度防止变形, 在护筒上、下端口和中部外侧各焊一道加劲肋。

(2) 水中桩基施工埋设护筒时必须采用双层导向架进行导向定位, 大型振动锤振动下沉, 导向架的设置采用 [14 槽钢做成双层井字架形成一个简易的导向架。顶层井字架借助钻孔平台上的 2 根横梁再加 2 根 [10 槽钢相连, 底层导向架焊在距钢管桩顶向下 5.5m 位置, 与钻孔平台相同位置处平撑相连。同时, 考虑到入土瞬间钢护筒的竖直度, 要在平台上设置一导向架, 形成三点一线能有效地控制竖直度, 通过导向架上的倒链收放速度和高度调整钢护筒顶面高程, 如果在同一高程, 认为钢护筒竖直, 否则进行纠正。

这时, 要求护筒必须穿过淤泥层; 护筒的底部埋置在地下水位或河床以下 1.5m 左右, 护筒顶高出最高施工水位 2.0m, 具体高度根据实际水深确定。

(3) 陆地、浅水中桩基护筒埋设采用挖埋法, 一般水深及深水中桩基护筒埋设采用打入法, 利用平台上钢制导向架导向和振动沉桩锤打入。护筒高度为 1.5m 高, 埋设时应高出地面 30cm,

(4) 护筒埋设应准确、稳定, 护筒中心与桩位中心的偏差不得大于 50mm, 垂直度偏差不允许大于 1%, 保证钻机沿着桩位垂直方向顺利工作。

(5) 护筒内水位宜高出护筒底脚 0.5m 以上或地下水位

以上 1.5~2m, 保护桩孔顶部土层不致因钻头 (钻杆) 反复上下升降、机身振动而导致坍孔^[1]。

1.5 安装钻机

(1) 根据地质资料显示, 桩基持力层位于中风化岩层, 入岩深度较深, 因此桩基成孔采用冲击钻机成孔。

(2) 首先, 用石棉线通过护筒的直径方向交叉定出桩孔中心, 利用护桩检查桩孔的中心位置是否正确; 其次, 调整钻架, 使钻架上的起吊滑轮线、冲击锥中心和桩孔中心三者在同一铅垂线上, 其偏差不得大于 20mm; 最后, 钻机精确就位后, 固定好钻机, 启动卷扬机吊起冲击锥, 把冲击锥徐徐放进护筒中准备冲击钻进, 冲孔之前, 对主要机具及配套设备需进行检查、维修。

2 主要施工方法及工艺流程

2.1 钻孔施工

(1) 钻机安装就位后, 底座和顶端要平稳, 不得产生位移和沉陷。钻孔时遵循先慢后快的原则, 初钻时进尺适当控制, 采用小冲程, 使最初成孔竖直、圆顺, 防止孔位偏心、孔口坍塌。进入正常钻进后, 采用 4 ~ 5m 冲程。钻进过程中及时排渣, 并保持泥浆的密度和粘度。钻孔作业要连续进行, 不得间断, 因故必须停钻时, 孔口应加盖, 并严禁把冲击锥留在孔内, 以防埋钻。

(2) 冲程要根据地层土质情况来定, 一般在通过厚的土层时, 用高冲程, 通过松散、砂砾石土层时, 用中冲程, 在易坍塌或流沙地段用小冲程。冲程过高, 对孔底扰动大, 易引起塌孔, 冲程过小, 则钻进速度较慢。为正确提升冲击锥的冲程, 须在钢丝绳上进行标志。

(3) 通过漂石或岩层时, 如孔底表面不平整, 须先投入小片石将表面垫平, 再用十字型冲击锥进行冲击钻进, 防止产生斜孔、坍孔故障。

(4) 要注意均匀放松钢丝绳的长度, 否则松绳过少, 形成“打空锤”, 使钻机、钻架、钢丝绳受到较大意外冲击荷载, 遭受损害。松绳过多, 容易引起钢丝绳纠缠事故。

(5) 经常检查泥浆的浓度及排渣情况。泥浆太浓, 将吸收大量的冲击能, 并妨碍冲击锥的转动, 使冲击进尺明显下降, 或形成梅花孔、偏孔。

(6) 冲击锥起吊时要平稳, 避免冲撞护筒和孔壁, 进出孔口时, 严禁孔口附近站人, 防止发生撞人事故。

(7) 按照设计图纸要求,经常捞取渣样,判断地质情况并与图纸对照,做好钻孔进尺和地质情况施工记录表。如达不到设计要求的入岩深度,及时上报监理工程师,申请加长入岩深度,或者与地质报告不相符,及时上报监理工程师和设计单位。

2.2 成孔检查

钻孔灌注桩在成孔过程中及终孔后以及灌注混凝土前,均需对钻孔进行阶段性的成孔质量检查。

2.2.1 孔径和孔形检测

孔径检测是在桩孔成孔后,下入钢筋笼前进行的,是根据桩径制作笼式并径器入孔检测,笼式并径器用 $\phi 8$ 和 $\phi 12$ 的钢筋制作,其外径等于钢筋笼直径加100mm,但不得大于钻孔的设计孔径,长度等于孔径的3~4倍。其长度与孔径的比值选择,可根据钻机的性能及土层的具体情况而定。检测时,将并径器吊起,孔的中心与起吊钢丝绳保持一致,慢慢放入孔内,上下通畅无阻表明孔径大于给定的孔径。

2.2.2 孔深和孔底沉渣检测

孔深和孔底沉渣采用标准测锤检测,测锤一般采用锥形锤。测量时,将测锤放入孔中,快到桩底时慢慢下放,因为沉淀一般为细粉沙,在测锤放至沉淀层顶时,应该是有感觉的,此时记录深度。然后用再下放测锤,同时上下抖动,使测锤完全沉至孔底,再次记录深度。两次深度相减即为沉淀厚度。测绳必须要用经校核过的钢尺进行校核。

2.2.3 成孔垂直度检测

采用圆球检测法,在孔口沿钻孔直径设一标尺,标尺中点与桩孔中心吻合,并使滑轮中心、标尺中点和钻孔中心在同一铅垂线上量出滑轮到标尺中点的高差 H ,将球系与侧绳上。将圆球放入孔底,待侧绳静止不动后,读得侧绳在标尺上的偏距 e ,再根据 $\tan\alpha=e/H$ 求得孔斜值,使垂直度偏差不大于1%。

2.2.4 桩位检测

通过护桩恢复桩位中心,并配合用全站仪检测。桩位偏差应符合规范要求。

2.3 第一次清孔

(1) 清孔处理的目的是使孔底沉渣(虚土)厚度、泥浆液中含钻渣量和孔壁垢厚度符合质量要求和设计要求,为水下混凝土灌注创造良好的条件。当钻孔达到设计高程后,

经对孔径、孔深、孔位、垂直度进行检查确认钻孔合格后,即可进行第一次清孔。

(2) 换浆法清孔:采用冲击钻钻机钻孔时,可在终孔后停止进尺,立即进行清孔;用换浆法清孔不需另加机具,且孔内仍为泥浆护壁,不易塌孔,但容易造成清孔不彻底,应特别注意,一定要保证清孔时间及清孔质量,避免出现缺陷桩。

(3) 清孔应达到以下标准:孔内排出的泥浆手摸无2~3mm颗粒,泥浆比重不大于1.1,含砂率小于2%。同时,保证水下混凝土灌注前孔底沉渣厚度,即摩擦桩的沉渣厚度不应大于300mm,端承桩的沉渣厚度不应大于100mm。严禁采用加深钻孔深度的方法代替清孔。

2.4 钢筋笼加工及吊放

(1) 焊条按照规范采用,焊缝必须饱满、均匀。接头采用双面焊,搭接长度不小于5倍钢筋直径,相邻钢筋接头错开,同一截面接头不应超过50%。当采用搭接焊时,要注意保持两连接钢筋轴心在一条直线上。桩基主钢筋笼各段之间主筋采用钢筋直螺纹连接。

(2) 制作钢筋笼的同时,依照图纸设计均匀布置三根声测管。底节钢筋笼上的检测管下口封好并与主筋底齐平,检测管必须牢固地固定在钢筋笼内侧。钢筋笼接好后立即用套头接好检测管,保证严密不漏水,检测管上口比设计桩顶高50cm,装好后上口灌满水并用塞子堵严实^[2]。

(3) 骨架外侧设置控制保护层厚度的垫块,其间距竖向为2m,横向圆周不得少于4处。

(4) 钢筋笼制作完毕,经监理检查合格后,方可下放到桩孔内。下放钢筋笼时,控制钢筋笼中心位置与孔中心一致,可用浮漂法进行对中。钢筋笼标高严格控制,底面高程允许误差 $\pm 5\text{cm}$,顶端高程允许误差 $+2\text{cm}$ 。

(5) 钢筋笼吊装利用汽车起重机进行,为保证骨架起吊时不变形,拟采用两点吊:第一点设在骨架的上部;第二点设在骨架长度的中点到下三分之一间。在安装过程中,边下钢筋笼边拆除内部支撑。

(6) 钢筋笼就位后,及时固定,保证钢筋骨架中心位置符合设计要求。

(7) 在骨架上应设置吊环。为防止骨架起吊变形,可采取临时加固措施,入孔时拆除。

2.5 导管的设立

(1) 导管采用直径 $\phi 300\text{mm}$ 、壁厚 6mm 的无缝钢管, 每节 2m, 底节 4m, 配 2 节 1m, 2 节 1.5m 的短管, 用以调节导管的长度及漏斗的高度。导管的连接采用丝扣式, 并在二法兰盘之间垫有 4~5mm 厚的橡胶止水垫圈。在导管使用前, 先检查其是否损坏, 密封圈、卡口是否完好, 内壁是否光滑圆顺, 接头是否严密, 进行抗拉力和防渗漏试验, 试验合格后方可使用。安放时导管底至孔底的距离为 400mm。

(2) 导管使用前, 应进行接长密闭试验。下导管时应防止碰撞钢筋笼, 导管支撑架用型钢制作, 支撑架支垫在钻孔平台上, 用于支撑悬吊导管。混凝土灌注期间时用钻架吊放拆卸导管。

(3) 导管轴线偏差不得超过孔深的 0.5%, 且不宜大于 10cm。

2.6 第二次清孔

由于安放钢筋笼及导管准备浇注水下混凝土, 这段时间的间隙较长, 孔底产生新渣, 待安放钢筋笼及导管就绪后, 继续用换浆法清孔, 以达到置换沉渣的目的。施工中勤摇动导管, 改变导管在孔底的位置, 保证沉渣置换彻底。待孔底泥浆各项技术指标均达到设计要求, 且复测孔底沉渣厚度在设计要求范围以内后, 清孔完成, 立即进行水下混凝土灌注。

2.7 灌注水下混凝土

(1) 采用直升导管法进行水下混凝土的灌注。

(2) 水下混凝土施工采用罐车运输混凝土、输送泵泵送至导管顶部的漏斗中。混凝土进入漏斗时的坍落度控制在 18~22cm 之间, 并有很好的和易性。混凝土初凝时间应保证灌注工作在首批混凝土初凝以前的时间完成。

(3) 水下灌注时先灌入的首批混凝土, 其数量必须经过计算, 使其有一定的冲击能量, 能把泥浆从导管中排出, 并保证把导管下口埋入混凝土的深度 2~6m。必要时可采用储料斗。

首灌量的确定: 采用导管法灌注水下混凝土, 进入导管内的第一批混凝土能否完全排除导管内的水或泥浆, 并使导管底部埋入混凝土内一定深度 (首次埋管深度 $\geq 1\text{m}$), 是顺利灌注水下混凝土的关键, 首灌量按下式确定:

$$V \geq \pi D^2 h / 4 + \pi d^2 H_d / 4$$

V——首灌量 (m³)。

D——桩孔直径 (m)。

H——导管埋深 (m)。

D——导管的直径 (m)。

H_d——导管内混凝土所必须保持的最小高度 (m)。

根据下式计算:

$$H_d = \gamma_w H_w / \gamma_c$$

γ_w ——水容重 (kg/m³)。

H_w——水深 (m)。

γ_c ——混凝土容重 (kg/m³)。

(4) 灌注首批混凝土时, 堵板提起后孔内有相应数量的泥浆翻起并外溢, 导管内无泥水溢出。证明混凝土灌入孔底后, 可连续不断地灌注混凝土。

(5) 灌注开始后, 要连续紧凑地进行, 严禁中途停工, 并尽可能缩短拆除导管的间隔时间。当导管内的混凝土不满时, 后续混凝土要徐徐地灌入, 防止在导管内形成高压空气囊, 压漏导管。

(6) 防止钢筋笼上浮, 当灌注的砼顶面距钢筋骨架底部 1m 左右时, 应降低砼的灌注速度。当砼拌合物上升到骨架底部 4m 以上时, 提升导管, 使其底部高于骨架底部 2m 以上, 即可恢复正常灌注速度。

(7) 超灌高度为 1m, 即桩顶标高向上 1m。

(8) 灌注水下混凝土时, 机修人员全过程值班, 并准备好备用发电机及搅拌机。前台测量人员必须认真细致记录好浇注过程中的混凝土顶面标高和导管长度, 以计算埋管深度, 一般要求每灌注两斗混凝土测量一次, 每次沿桩周均匀测三点, 最低点处的埋管深度须满足规范要求。

(9) 混凝土采用自动计量拌和站拌和, 为确保桩顶质量, 在桩顶设计标高中超灌 1.0m 左右, 待混凝土凝固后凿除。在混凝土灌注过程中, 要防止混凝土拌和物从漏斗溢出或从漏斗处掉入孔底, 使泥浆内含有水泥而变稠凝固, 致使测深不准。同时, 应设专人注意观察导管内混凝土下降和井孔水位上升, 及时测量复核孔内混凝土面高度及导管埋入混凝土的深度, 做好详细的混凝土施工灌注记录, 正确指挥导管的提升和拆除。探测时必须仔细, 同时以灌入的混凝土数量校对, 防止错误。

(10) 施工中导管提升时应保持轴线竖直和位置居中, 逐步提升。如导管法兰盘卡住钢筋骨架, 可转动导管, 使其脱离钢筋骨架后, 移到钻孔中心。

当导管提升到法兰接头露出孔口以上一定高度,可拆除1节或2节导管(视每节导管长度和工作平台距孔口高度而定)。拆除导管动作要快,拆装一次时间一般不宜超过15min。要防止螺栓、橡胶垫和工具掉入孔中,注意安全。已拆下的导管要立即清洗干净,堆放整齐。

3 成桩检测

对钻孔桩桩身全部进行无损检测,检测方法符合 GJJ2-2008《城市桥梁工程施工与质量验收规范》的规定。

4 结语

在中国全面改革进一步深化的大背景下,城市化进程也不断加快,城市建设过程中市政工程的开展也十分重要,给

人们的出行提供了便利。市政工程当中桥梁工程建设的施工,涉及的内容十分复杂,其中桩基施工技术的应用就比较关键。市政桥梁需要精确、合格的桩基技术应用作为基础,桩基施工技术是确保市政桥梁整体质量,确保市政桥梁工程经济与综合效益的根本,从发展市政工程和道桥工程的角度看,应该做好桩基施工技术的全面性、准确性应用。

参考文献

- [1] 中华人民共和国交通运输部公路局 .JTG/TF50-2011 公路桥涵施工技术规范 [S].2011.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部 .CJJ2-2008 城市桥梁工程施工与质量验收规范 [S].2008