

建筑房屋工程钢筋混凝土灌注桩施工技术研析

● 黄新亮



[摘要] 随着城市化进程的不断推进,建筑工程规模日益扩大,基础工程的重要性愈发凸出。钢筋混凝土灌注桩作为一种关键的基础形式,在建筑房屋工程得到被广泛应用。本文以某市商业综合体项目为背景,深入剖析其钢筋混凝土灌注桩施工技术。详细阐述了从测量定位到桩身质量检测等一系列施工技术环节。同时,针对施工中塌孔、卡钻、堵管等问题提出了有效的解决方法。通过合理有效的措施能确保灌注桩施工质量和工程的安全稳定,为提高建筑房屋工程基础施工水平提供宝贵经验。

[关键词] 建筑房屋工程;钢筋混凝土灌注桩;施工技术;问题;方法

钢筋混凝土灌注桩因其能够适应不同地质条件,提供较高承载能力,成为众多建筑工程基础的首选。然而,其施工过程涉及多个复杂工序,且易受地质复杂性、施工工艺合理性及施工管理水平等因素影响。施工中可能出现诸如塌孔、卡钻、混凝土灌注堵管等各类问题,这些问题若得不到妥善解决,将直接影响灌注桩质量,进而危及整个建筑工程的安全。本文以某市商业综合体项目为例,对建筑房屋工程钢筋混凝土灌注桩施工技术展开全面且深入的探讨。

Q 某市商业综合体项目工程概况

本项目位于某市繁华商业地段,是一座集购物、办公、酒店于一体的大型商业综合体。该建筑地上45层,地下3层,整体结构复杂,对基础的承载能力和稳定性要求极高。场地地质条件复杂多变,上部主要为人工填土层和淤泥质粉质粘土层,厚度10~15m,土质松软,含水量高,具有较强的压缩性;中部为砂质粉土层和中粗砂层,厚度12~18m,地下水丰富,透水性强;下部为强风化花岗岩和中风化花岗岩层,是理想的桩端持力层。基于此,设计采用钢筋混凝土灌注桩基础,桩径有1000mm、1200mm和1500mm三种规格,桩长根据不同位置在50~65m之间不等,总桩数约500根。

Q 建筑房屋工程钢筋混凝土灌注桩施工技术分析

(一) 施工技术

1. 测量定位

采用先进的全站仪结合GPS-RTK技术进行测量定位。首先,根据设计提供的控制点,在施工现场建立首级控制网,并实施闭合差检验,确保控制点的准确性。然后,使用全站仪精确测放出每根桩的中心位置,并打入木桩作为标记。在桩位确定后,再次使用GPS-RTK技术进行复核,其定位精度达到了±5mm,能够有效保证桩位的准确性,为后续施工奠定坚实基础。

2. 护筒埋设施工

护筒选用10mm厚的优质钢板制作,根据不同桩径,护筒内径比桩径大200~300mm(如表1)。护筒埋设采用振动锤辅助下沉的方法。在软土层中,先开挖至一定深度,之后把护筒通过吊放的方式将其放置到预设位置处,再采用振动锤敲击的高频振动让护筒下沉到预先设计好深度。对于埋设,可借助全站仪来对护筒中心位置与垂直度进行监测,保证护筒中心能与桩位中心误差及垂直差不超出允许值范围。护筒埋设的深度应不小于软土层2m,在砂质土层环境中应不小于3m,同时护筒的顶端位置要超过地面30cm,防止地表水流入孔内。护筒外侧采用粘土和膨润土混合的优质泥浆进行回填,并分层夯实,以增强护筒的稳定性和密封性。

表1 不同桩径护筒规格

桩径(mm)	护筒内径(mm)	护筒厚度(mm)	护筒埋设深度(软土层)(m)	护筒埋设深度(砂质土层)(m)	护筒顶端高出地面(cm)
1000	1200~1300	10	≥2	≥3	30
1200	1400~1500	10	≥2	≥3	30
1500	1700~1800	10	≥2	≥3	30

3. 泥浆护壁施工

根据地质条件和施工经验,本项目采用膨润土泥浆护壁。在泥浆制备过程中,严格控制膨润土的掺量、泥浆的比重、粘度和 pH 值等指标(如表 2)。泥浆比重控制在 1.2~1.4 之间,粘度保持在 18~25s, pH 值控制在 8~10。通过泥浆搅拌机充分搅拌,使泥浆均匀细腻。在钻孔过程中,随着钻进深度的增加和地层的变化来实时监测泥浆性能指标,以便及时调整泥浆的配比。

表 2 膨润土、泥浆比重

项目	控制指标
泥浆比重	1.2~1.4
粘度	18~25s
pH 值	8~10

4. 钻孔施工

根据不同的地层条件和桩径要求,项目选用了旋挖钻机和冲击钻机相结合的方式开展钻孔作业。对于上部软土层和砂质土层,优先采用旋挖钻机,其具有成孔速度快、效率高、操作灵活等优点。旋挖钻机配备不同类型的钻头,如螺旋钻头用于软土层钻进,筒式钻头用于砂质土层钻进。在钻进过程中,严格控制钻进速度和钻压,并根据地层情况适时调整。例如,在软土层中,钻进速度控制在 6~8m/h,钻压保持在 10~15kPa;在砂质土层中,钻进速度减慢至 3~5m/h,钻压增加至 15~20kPa。当遇到中风化花岗岩层时,切换为冲击钻机,利用重锤的冲击动能破碎岩石。冲击钻机选用合适重量的冲击锤,一般为 8~12t,冲程根据岩石硬度和钻进深度调整在 1~3m 之间。

5. 成孔质量检验

在钻至设计深度后,立即进行成孔质量检验。首先,使用测绳测量孔深。测量时将测绳缓慢放入孔底,并在孔口做好标记,将测量结果与设计孔深做对比,误差控制在±30cm 以内。然后,采用超声波测孔仪检测孔径和孔壁垂直度,超声波测孔仪沿钻孔中轴线缓缓下放,通过接收反射波信号来分析孔径和垂直度情况,确保孔径偏差不得超过±50mm,垂直度偏差小于 1/150。此外,采用沉淀盒法对孔底沉渣厚度进行检测。将沉淀盒放置在孔底静置一段时间后取出,测量沉渣厚度,要求沉渣厚度不超过 100mm。

6. 清孔施工

本项目采用气举反循环清孔工艺。在清孔前,先将钻具提离孔底 10~15cm,然后通过空压机向钻杆内注入高压空气,使孔内泥浆形成气液混合物。在压力差的作用下,孔底沉渣随泥浆从钻杆与孔壁之间的环状空间上升至地面,流入沉淀池进行沉淀处理。清孔过程中,需要实时监测泥浆的比重、粘度和含砂率等指标。当泥浆比重降至 1.1~1.

2,粘度为 17~20s,含砂率小于 2%时,清孔结束。

7. 钢筋笼的安装

钢筋笼需要在钢筋加工场集中制作,根据桩长和起重设备能力分节制作,每节长度控制在 9~12m。选用 HRB400 级直径 20~28mm 的钢筋来当作钢筋笼主筋,而箍筋选用 HPB300 级钢筋,直径为 10~12mm。在制作过程中,严格按照设计图纸要求制作钢筋笼,对于其长度和直径及主筋间距和箍筋间距等参数值(如表 3)应进行严格把控。主筋间连接方式可采用焊接工艺来完成,焊缝长度控制在 10d 以内,焊缝高度和宽度分别为大于 0.3d、小于 0.7d。在钢筋笼上每隔 2~3m 设置一道加强箍筋,增强钢筋笼的整体刚度。在安放钢筋笼时,采用 200t 履带式起重机将钢筋笼缓慢吊起,对准孔位后垂直下放。下放过程中,设置专人指挥,避免钢筋笼碰撞孔壁使孔壁发生损坏。待钢筋笼放到设计好的深度后,应立即将其固定于孔口的护筒上,防止出现钢筋笼上浮或是下沉的情况。

表 3 钢筋笼制作参数

钢筋笼部位	钢筋级别	钢筋直径(mm)	间距偏差(mm)	连接方式及要求
主筋	HRB400 级	20~28	±10	焊接,焊缝长度 10d,焊缝高度 0.3d,焊缝宽度 d
箍筋	HPB300 级	10~12	±20	—

8. 导管安装

导管选用内径为 250~300mm 的无缝钢管制作,每节长度为 2~3m,导管之间采用丝扣连接,并配备橡胶垫圈,确保连接牢固、密封性好。导管在使用前需进行密封性试验,将导管组装后两端封闭,通入压力为 0.6~1.0MPa 的压缩空气,持续 15~30min,观察导管有无漏气现象,如有漏气则及时修复或更换。导管安装时,先将导管底部距孔底距离控制在 300~500mm,然后逐节连接并下放至孔内。在安放过程中,使用吊车配合人工操作,确保导管垂直、居中下放,避免碰撞钢筋笼。

9. 水下砼灌注施工

混凝土采用商品混凝土,这些都是由搅拌站统一提供的。混凝土料体的配合比是按设计标准及施工规范来进行设计,所用混凝土等级是 C40 到 C50,坍落度控制在 180~220mm 之间。在混凝土灌注前,需要先检查导管的密封性和悬空高度。之后,计算确认首批混凝土需求量。对于首批混凝土使用量,必须达到导管初埋深度不小于 1.0m 和填充导管底部所需量这一要求。本工程通过计算确定首批混凝土灌注需求量为 3~5m³。首批混凝土灌注主要采用的是大漏斗加储料斗的方式来完成的,在储料斗中的混凝土量满足设计值要求时,开启阀门,混凝土落入孔底,连续灌注

边灌注边提升导管，提升速度约为2~3m/h，导管埋深要控制在2~6m之间。在灌注时安排专人用测绳来测算混凝土面的高度，每灌注2~3m³时便测量一次，并记录好。要持续关注导管内混凝土下落和孔口返浆详情，如果发现导管内的混凝土出现堵塞或是孔口有返浆异常情况，应及时采取措施处理。针对这一情况可通过上下抽动导管、增加混凝土坍落度等方法来应对。当混凝土灌注高快达到桩顶设计标高时，可放慢速度，并同时测量混凝土面高度，以保证桩头混凝土质量。

10. 桩身质量检测

在混凝土灌注完成28天后，可通过超声波透射法搭配钻芯法的组合来检测桩身质量。超声波透射法要求在钢筋笼的制作过程中先将声测管埋设好。声测管采用钢管制作，内径为50~60mm，沿钢筋笼圆周均匀布置3~4根。检测时，将超声波检测仪的探头分别放入声测管内，通过发射和接收超声波信号，分析桩身混凝土的完整性和均匀性，由此判断桩身是否存在如夹泥、蜂窝、空洞等问题。钻芯法的实现需要利用钻芯机来钻取桩身混凝土将其当作芯样。钻芯直径100~150mm为宜，之后需要通过观察芯样外表质量、强度和完整性来进一步验证桩身质量。

(二) 项目工程施工中遇到的问题及解决方法

1. 塌孔问题及解决方法

在穿越淤泥质粉质粘土层时，由于该土层土质松软、含水量高，容易发生塌孔现象。具体表现为孔壁出现局部坍塌，泥浆中出现大量泥块，钻孔深度无法继续增加。针对这一问题应立即停止钻进，并向孔内投放粘土和片石，然后采用低速慢转的方式进行钻进，使粘土和片石在钻头的挤压下填充到塌孔部位，形成稳定的护壁。同时，要加大泥浆比重和粘度，增强泥浆的护壁能力，一般将泥浆比重提高至1.4~1.5，粘度提高至25~30s。经过处理后，塌孔现象得到有效控制，钻孔作业得以继续进行。

2. 卡钻问题及解决方法

在冲击钻进中风化花岗岩层时，由于岩石硬度较大，钻头磨损较快，容易出现卡钻现象。钻头被卡在孔内，无法正常提升或转动。这时应先采用轻锤慢击的方式尝试松动钻头，如果无效，则向孔内注入适量的润滑油，减小钻头与孔壁之间的摩擦力。同时，配合吊车，缓慢提升钻头，在

提升过程中不断调整钻头的角度，使其能顺利脱离卡点。若卡钻情况较为严重，还需采用水下爆破的方式将卡点岩石破碎，但在爆破前需开展详细的安全评估和防护措施，确保施工安全。

3. 混凝土灌注堵管问题及解决方法

在混凝土灌注过程中，由于导管密封性不好或混凝土坍落度较小，容易出现堵管现象。主要表现为导管内混凝土无法正常下落，孔口返浆停止。面对此问题，首先应检查导管的连接部位，如有松动或密封不严的情况，需及时进行紧固或更换密封垫圈。然后，使用长杆工具插入导管内进行疏通，同时向导管内加入适量的水泥砂浆，增加混凝土的流动性。如果堵管情况较为严重，无法通过疏通解决，则需拔出导管，清理干净后重新安装，重新灌注混凝土。

Q 结束语

通过本案例分析可以看出，在钢筋混凝土灌注桩施工过程中，不同的地质条件具有不同的工程要求，那么所用的施工机械与工艺也需基于此做出相应的调整，同时要対施工过程各环节进行严格把控，加强质量检测和问題处理。只有这样才能保证灌注桩的施工质量和工程的安全稳定。除做好这些工作外，还应不断总结经验教训，优化施工技术和管埋方法，这对于提高建筑房屋工程基础施工水平具有重要意义。

参考文献

- [1]曲延康.钢筋混凝土结构施工技术在房屋建筑施工中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2022,21(09):49-51.
- [2]冯志帅.浅析建筑工程钢筋混凝土灌注桩施工技术[J].江西建材,2021(08):128-129.
- [3]崔丹.钢筋混凝土灌注桩施工过程中的质量控制[J].地产,2019(17):137.
- [4]杨绍华,王持久.混凝土灌注桩后基础开挖与沉基坑支护施工技术[J].施工技术,2010,39(S2):39-41.

作者简介:

黄新亮(1985-),男,汉族,江西南昌人,本科,工程师,江西昌贤建设集团有限公司,研究方向:建筑工程管理。