

公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工质量病害分析及预防措施

李华

浙江交工集团股份有限公司

摘要:多年来,我国不同地区公路、桥梁等基础设施建设发展势头迅猛,各种施工技术的应用日益完善。在交通桥梁的建设中桩基础施工采用了多种技术,其中钻孔灌注桩施工技术尤为常见。该技术兼具建设成本很低,适应性强,噪声小,可以在不同水文地质中应用。尤其在公路桥梁建设项目中,钻孔灌注桩施工技术水平日趋成熟,且适用范围广,安全性高,施工人员容易掌握,因此受到了广泛应用。

关键词:公路桥梁施工;钻孔灌注桩施工技术;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.029

前言

在国家对基建大力发展的前提下,公路桥梁建设项目不断增加,各主管部门对施工质量的要求也不断提高,钻孔灌注桩适应性强、对邻近构筑物影响较小、抗震性强、施工噪音小、无振动、所需的设备简单、操作方便、施工安全等特点,而且钢筋混凝土钻孔灌注桩能将所有上部结构传来的动载和静载均匀的传递到深层稳定的土层中去,从而大大减少了基础沉降和不均匀沉降,所以钢筋混凝土钻孔灌注桩被广泛采用,还可提高其施工安全系数,增加公路桥梁的使用寿命。

一、钻孔灌注桩技术概述

所谓钻孔灌注桩技术主要是在工程施工的现场通过机械钻孔、钢管挤土等方式在地基土中形成相应的桩孔,然后在孔内安置钢筋笼并灌入混凝土形成桩。现阶段钻孔的方法有很多,具体的使用应结合工程的实际情况进行选择,而且,灌注桩也分为钻孔灌注桩、沉管灌注桩、挖孔灌注桩等多种。以下是钻孔灌注桩技术的主要组成部分,包括钻机、护筒、钻杆、钻头、真空泵、砂石泵、电机、泥浆池等,被广泛的应用到房建工程施工中。近年来,随着高新技术的不断发展,对钻孔灌注桩施工技术的科学研究有所增加。现阶段钻孔灌注桩施工技术不仅可以应用于不同工程地质条件的工程项目,还可以降低噪声和振动并安全可靠。

二、钻孔灌注桩施工技术的特点

我国幅员辽阔,地质结构较为复杂,有些地区成孔难度较大。科学合理地使用钻孔灌注桩施工技术,可以提高工程建设质量,降低工程成本,提高工程的社会和经济效益。钻孔桩施工的技术特点非常显著,技术范围已拓宽到一定程度。钻孔灌注桩施工主要特点有:

(一)适用范围广,不受桩基直径的约束,大直径桩基也可采用该技术施工;

(二)施工效率较高,不受地形机械设备的困扰,与沉入桩相比施工噪声小,震动小,对周围环境和建筑物影响小;

(三)施工过程中可以直观的对该地层的土质岩性进行分析并及时确定入岩深度;

(四)钻孔桩一般会出现扩孔,尤其是扩底可以提高桩端承载力,提升桥梁安全性;

(五)钻孔灌注桩通常间距都比较大,群桩效应很小;

(六)钻孔灌注桩一般采用水下混凝土浇筑的方式,对工人浇筑技术及混凝土质量要求较高。

(七)钻孔灌注桩施工技术在施工中多采用机械设备开孔。

钻孔灌注桩施工技术在桥梁建设中的首要作用是提高公路桥梁工程的质量,这主要受钻孔灌注桩施工技术特性的影响^[2]。

三、在钻孔灌注桩基施工中经常遇到的问题及处理方法

(一)塌孔、埋钻

钻孔施工过程中,塌孔和埋钻是非常容易出现的问题,在钻进过程中突然涌现大量气泡或者泥浆无缘无故大量漏失,多因地质变化或者孔壁受力不均引起了塌孔,塌孔严重就会埋钻。为避免塌孔要解决好以下几点:

a. 泥浆制备要规范,泥浆的比重等几个重要指标要满足设计要求;

b. 遇到表面土层较松散的情况,护筒要比正常适当埋深若干米,并将护筒周围填封密实,并在开始钻进的时候适当的增加泥浆比重和黏度,并保证泥浆水位始终高于周围地下水位;

c. 若地层中存在裂缝导致泥浆出现渗漏时,可以在泥浆中掺入适量水泥,增加泥浆的润滑和护壁效果。

(二)缩颈

本项目桩基施工过程中少部分桩基在成孔后出现不同程度的缩颈现象,通过现场观测及专家的研判,确定产生缩颈的几个原因:

1. 地层中集中出现黏土层;
2. 成孔后放置时间久未能及时浇筑混凝土;
3. 相邻桩基之间钻进过程中发生相互扰动;
4. 泥浆性能差,护壁效果下降。

针对以上分析的原因,项目部经过调查发现是泥浆性能差导致的缩颈,因为通过几个不同施工班组同一工作面同时施工,发现一个班组桩基成孔几乎没有缩颈现象,另一班组缩颈现象比较多。另外针对上述几个导致桩基缩颈的原因分别提出以下几个防治措施:

a. 根据缩颈大小适当的加大钻头尺寸,例如将原来设计的2.5m钻头直径通过焊接适当加大到2.52-2.53m,这样可以抵消部分缩颈,从而使成孔桩径仍能达到设计要求;

b. 做好钻孔过程管理工作,减少工艺衔接时间,在计划下放钢筋笼、浇筑混凝土前做好准备,避免成孔桩出现较长时间的等待;

c. 对出现缩颈的桩基泥浆严格按照设计要求制备泥浆,若在实际施工过程中发现泥浆比重等指标已达设计要求现场仍会出现缩颈问题,及时向监理业主汇报,并向设计提出适当提高泥浆比重的合理化建议,对泥浆比

重要及时检测并做好详细记录，

d. 在对岩性变化比较大的地层或者进入黏土层地层时，适当的降低钻进速度，保持缓慢稳定的穿过该地层，也会避免缩颈；

e. 在施工方案的审核和技术交底的时候就要明确隔孔施工的重要性，并标明两孔桩基同时施工的间距要求，并在施工过程中严格遵照执行。

通过以上各项措施综合实施，在施工过程中注意防消结合，缩颈现象这一桩基质量隐患会基本消除。

（三）钻孔偏斜

本项目钻孔灌注桩刚开始施工的几个桩基，在钻进过程中不同程度的出现了偏斜问题，主要表现为在孔深过半后倾斜度稍微超出规范要求，如不及时调整倾斜度会随着孔深不断加大，后果不堪设想。经过项目部技术人员的观测分析，总结出导致该情况的发生的原因包括以下几点：

1. 测量工作没有做好，场地本身不符合平整规定；设备上的零配件不牢固，钻机无法稳定工作。

2. 在超强度作业时，钻机容易因晃动而倾斜；钻孔的土层结构不同，或土层中有倾斜的岩层。

3. 当遇到较大的障碍物时（孤石），一部分会被阻挡而不能均匀地钻进，也会导致钻孔倾斜。

4. 地层中遇到空洞或者钻头偏心导致钻孔倾斜。

本项目采用的冲击钻成孔工艺，根据以上偏斜原因分析，应采取相应的预防措施，以保证成孔的垂直度，主要措施有：

a. 施工前设备的选择及平台的搭设一定要符合施工规范及现场方案的要求，平台安装过程中地基处理、护筒埋设、泥浆池设置等一定要合理，并不定时的对平台及钻头垂直度进行校准，发现偏斜能及时回调。

b. 了解熟悉设计勘测文件，对没处桩基的地质要了如指掌，并在钻进过程中及时复核岩层是否与设计勘测文件吻合，如出现较大偏差要及时向监理业主汇报并协商解决；

c. 在地质变化较大的地层钻进时，采用低锤间断冲击法进行施工，并加大中心孔和垂直度的测量，发现偏差及时纠偏，

e. 进入不均匀地质层、倾斜岩层或遇到孤石时要采用高锤间断冲击法进行施工，发现孔位偏斜严重时，及时回填一定高度，并采取低锤密击法进行反复校正，直至偏斜消除。

（四）桩底沉渣量过多

本项目大部分桩基是端承桩；而对于承载桩来说，如果孔底沉渣量过厚，势必造成桩受荷时发生大量沉降，而导致桩的承载力失效，因此钻孔灌注桩的沉渣量检查是施工控制中的一项关键工作。造成沉渣过多的原因主要有以下几点：

1. 操作人员态度不端正，工作不负责，清孔不干净或未进行二次清孔，是造成桩底沉渣量过多的首要原因；

2. 泥浆比重过小沉渣难以清除，从而造成桩底沉渣量过多；

3. 钢筋笼吊放过程中，未对准孔位而碰撞孔壁使泥土坍塌落桩底，造成桩底沉渣。

针对沉渣太厚不符合设计要求的原因分析，项目部提出以下几点预防措施，实际应用效果也相当不错。具体如下：

a. 在成孔后，钻头提高孔底10cm-20cm，保持慢速空转，维持循环清孔时间不少于30分钟。采用性能较好的泥浆，控制泥浆的比重和黏度，不要用清水进行置换。

b. 灌注桩成孔至设计标高后，应充分利用钻杆在原位进行第一次清孔，直到孔口返浆比重持续小于1.10-1.20，测得孔底沉渣厚度小于50mm后，立即吊放钢筋笼并和沉放混凝土导管。在混凝土灌注前利用导管进行第二次清孔；

c. 在钢筋笼吊放和现场顺接时，要更加小心确保钢筋笼的中心与桩中心保持一致，避免钢筋笼频繁碰撞孔壁。采用钢筋笼墩粗接头工艺加快对接钢筋笼速度，减少空孔时间，尽量减少沉渣。

（五）断桩问题

在公路、桥梁建设中，使用钻孔灌注桩施工技术，操作不当往往会导致断桩，也是灌注桩最危险的质量问题。桩基施工最严重的质量问题便是断桩问题，由于钻孔灌注桩属于隐蔽工程，施工时受人、机、料、法、环诸多因素影响，其中只要任一环节处理不好都可能引起断桩。一旦断桩对工程的工期影响较大，处理的费用较高。因此下面结合诸多从业者多年的桩基施工经验，对钻孔灌注桩断桩的原因进行了分析，主要原因包括但不限于以下几点：

1. 施工中若发生导管底端距孔底过远，则混凝土被冲洗液稀释，使水灰比增大，造成混凝土不凝固，形成混凝土桩体与基岩之间被不凝固的混凝土填充。

2. 有时受地下水活动的影响或导管密封不良，冲洗液浸入混凝土水灰比增大，形成桩身中段出现混凝土不凝体。

3. 在浇筑混凝土时，由于导管提升和起拔过多，露出混凝土面，或因特殊原因待料时间超过混凝土凝结时间造成混凝土不能连续浇筑，出现断桩。

4. b. 混凝土本身质量问题（比如和易性差、凝结时间不足等）

以上是钻孔灌注桩施工中发生可能会引起断桩的原因，为避免质量事故的发生，总结并在施工方案中重申明确以下几项预防解决措施：

a. 桩孔钻成后，必须认真清孔；

b. 在地下水活动较大的地段，事先要用套管或水泥进行处理，止水成功后方可灌注混凝土；

c. 确保导管的密封性，导管的拆卸长度应根据导管内外混凝土的上升高度而定，切勿起拔过多；

d. 施工中应明确规定，混凝土浇注过程中，一旦开始浇筑工序，一定要连续完成改作业，确保在混凝土初凝时间内连续浇注；

e. 施工前混凝土的原材料要确保符合规范设计要求，配合比要根据现场施工方法反复多次试拌并选出合理的配合比；水下混凝土坍落度一般要求为180~220mm，因此要求混凝土应有良好的和易性，在运输和灌注过程中无明显离析，灌注时保持足够的流动性，在施工过程中应经常检查砂、石料的级配，控制好

水灰比, 保证混凝土有良好的和易性;

f. 混凝土灌注前, 应先计算初灌量, 使导管埋深不小于1m, 特别在灌注过程中, 在探测混凝土表面深度不准确的情况下, 容易造成导管提漏、进水, 造成夹层、断桩。因此在灌注后期, 导管最小埋深不宜小于2m;

g. 在混凝土浇筑过程中, 应经常测定已灌混凝土表面高程, 做好详细记录, 据此推算导管已埋深多少和是否需要提升导管, 探测要绝对精确。

四、公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术与要点

(一) 护筒埋置

桩基护筒埋设时, 应参照有关工程建设行业规范执行。全站仪的应用可以合理保证其精度和坐标施工放样的准确性, 避免人为因素造成的错误。钻孔桩施工时, 桩与桩基重合时, 必须保证精度^[3]。桩套管的埋设是一个高精度的施工步骤, 施工人员必须准确地完成埋置作业。所以, 在安装钻孔部件的情况下, 要保证其具有足够的可靠性。同时钻井平台的最佳安装位置需要保证桩位的准确性和钻杆的清晰度, 才能合理保证钻机的稳定性和垂直度。

(二) 钻孔施工

成孔是钻孔桩施工的重要环节, 现场施工人员必须按照规范进行施工技术交底进行作业, 严格按照交底内容进行各项工艺流程, 首先, 结合自然地理标准、设计方案规定和施工机械设备, 选择钻孔方式, 加强孔距垂直角度控制, 全程检测施工进度, 钻进过程中对泥浆比重和垂直度及时测量, 防止塌孔和歪斜。

同一承台或群桩在成孔的施工中, 按安全交底的间隔距离进行隔孔的施工, 避免周围沙土震动, 产生严重的后果。最后, 加强钻速控制, 在钻进初期, 为了减缓钻进速度, 护筒边缘的岩浆密度一定要长, 而且要多次冲击才能有效避免穿孔问题。此外, 钻头的规格和质量应符合工程施工规定, 必要时应立即更换钻头。

(三) 清孔

当钻孔深度达到设计深度或者入岩后, 且成孔质量符合图纸设计要求, 经设计监理等确认后, 应立即开始清孔, 清孔过程中要保证水位, 以防出现塌孔。将孔底钻渣及泥砂等沉淀物清除。清孔次数按图纸要求和清孔后孔底钻渣沉淀厚度符合图纸规定值为前提进行。

清孔的方法有:

a. 抽浆法(正、反循环方法两种), 清孔比较彻底, 适用于各种钻孔方法的摩擦桩、支承桩和嵌岩桩, 但孔壁易坍塌的钻孔使用抽浆法清孔时, 操作要注意, 防止塌孔。

b. 换浆法, 采用泥浆泵, 通过钻杆以中速向孔底压入预备好的泥浆, 把孔内悬浮钻渣多的泥浆替换出来。

c. 掏渣法, 主要针对冲或冲抓法所成的桩孔, 采用抽渣筒进行抽渣清孔。

d. 用砂浆置换钻渣清孔法。

(四) 钢筋笼吊装

待清孔泥浆指标合格后, 须及时吊装下放钢筋笼。为保证钢筋笼吊装质量的规定, 钢筋笼吊装过程中应检查管口是否有污泥, 如有污泥应立即清理。污泥清除后, 应进行回填土压实。在钢筋笼预制的整个过程中,

应检查钢筋笼的连接强度和钢筋笼的尺寸, 防止钢筋笼规格不正确或钢筋笼连接出现问题。在整个吊装过程中, 钢筋笼吊装和吊装钢丝的角度应符合安全施工规程, 使钢筋笼吊装达到质量规定。下放钢筋笼应时刻保持垂直, 如果钢筋笼卡顿不得强行下放, 避免钢筋笼受力变形。

(五) 灌注混凝土

钢筋笼吊装完毕, 应及时浇筑混凝土, 浇筑前应进行二次清孔, 以确保泥浆的检测指标和桩底沉积厚度符合相关规范, 否则可能影响灌注施工质量。在正式混凝土灌注前应先检查导管接头质量情况, 连接必须紧固、结实, 否则会直接影响桩基完整性, 难以保证桩体的承载性能。

另外平时还要经常性检查导管连接部位是否存在缝隙, 一旦存在缝隙, 在灌注时会导致部分泥浆进入导管当中, 若不及时处理管内泥浆会凝结造成管路堵塞。为了避免这一问题, 需要加强导管的日常检验工作, 内部不得有异物, 注浆前确保导管连接部位的紧密性, 如果存在缝隙问题则需要重新连接或者直接更换新的导管。

在混凝土浇筑施工开始时, 应保证导管与孔底的距离保持在0.4m以内, 同时浇筑过程中保证导管插入混凝土中维持在2m-6m之间^[4]。同时, 在混凝土灌注施工过程中, 混凝土灌注应匀速进行, 并时刻注意导管位置和浇筑速度的控制。在即将完成灌注施工时, 还应严格控制导管的相对高度(超灌部分), 便于提高桩体混凝土的密实度。

五、结论

钻孔灌注桩属于隐蔽工程, 影响成桩质量的因素很多, 施工过程中某一环节出现问题, 都直接影响桩基施工质量, 甚至导致返工, 造成巨大经济损失, 因此在钻孔灌注桩施工过程中, 不仅对操作人员的熟练程度和工艺水平有更高的要求, 我们应依靠越来越成熟先进的地勘技术和施工管理水平来提升和弥补部分隐蔽性施工带来的先天不足, 降低桩基出现施工质量的概率, 提高项目整体施工质量水平。

综上所述, 为了加强公路桥梁施工中的钻孔灌注桩技术的应用研究。本项目部各部门技术管理人员根据在实际钻孔灌注桩的施工过程中碰到的各类问题, 以及在解决这些问题的过程原因分析, 提出的解决措施等等, 大家齐心协力扎扎实实总结出了一套切实有用的钻孔灌注桩施工技术质量问题分析及预防措施。深抓施工细节性问题, 包括钻孔、清孔、灌浆、钢筋笼下放、缩颈控制等环节, 加强每个环节的质量管理工作, 从而保证路基工程整体施工质量, 更好地实现路桥路基工程施工目标。

参考文献

- [1] 宦冬芹. 关于公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J]. 居舍, 2021(30): 67-68.
- [2] 谭艳帅. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用分析[J]. 住宅与房地产, 2021(21): 228-229.
- [3] 李激. 公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术应用探析[J]. 运输经理世界, 2021(10): 73-75.
- [4] 张勤良, 邵东升. 钻孔灌注桩质量问题及处理措施探讨[TU] 混凝土, 2010.04