

# 浅析桥梁工程灌注桩施工技术应用

杨建

重庆市石柱土家族自治县农村公路养护管理站, 重庆 409100

[摘要]文中围绕桥梁工程灌注桩施工技术展开探讨。首先阐述了灌注桩的定义、分类及作用,分析了其在桥梁工程应用中的实际意义。接着详细介绍了灌注桩施工过程中的施工准备、具体操作工序、质量控制、安全管理、验收方法和标准以及施工注意事项等内容,旨在为桥梁工程灌注桩施工提供全面且专业的技术参考,以确保桥梁工程的质量和安全。

[关键词]桥梁工程;灌注桩;施工技术;质量控制

DOI: 10.33142/ec.v9i1.18874

中图分类号: TU473.14

文献标识码: A

## Brief Analysis of Application of Construction Technology for Bridge Engineering Grouting Pile

YANG Jian

Chongqing Shizhu Tujia Autonomous County Rural Road Maintenance and Management Station, Chongqing, 409100, China

**Abstract:** This article explores the construction technology of cast-in-place piles in bridge engineering. Firstly, the definition, classification, and function of cast-in-place piles were elaborated, and their practical significance in bridge engineering applications was analyzed. Subsequently, the construction preparation, specific operational procedures, quality control, safety management, acceptance methods and standards, as well as construction precautions during the construction process of cast-in-place piles were detailed. The aim is to provide comprehensive and professional technical references for the construction of cast-in-place piles in bridge engineering, in order to ensure the quality and safety of bridge engineering.

**Keywords:** bridge engineering; cast-in-place pile; construction technology; quality control

### 引言

随着我国交通基础设施建设的不断发展,桥梁工程在交通网络中扮演着愈发重要的角色。灌注桩作为桥梁基础施工中常用的一种基础形式,因其具有适应性强、承载能力大、施工噪音小等优点,在桥梁工程中得到了广泛的应用。然而,灌注桩施工过程较为复杂,涉及多个环节和技术要点,如果施工不当,容易出现各种质量问题,影响桥梁的安全和使用寿命。因此,研究桥梁工程灌注桩施工技术的应用,对于提高桥梁工程的质量和安全性具有重要的现实意义。

### 1 灌注桩的定义、分类及作用

#### 1.1 灌注桩的定义

灌注桩是一种直接在桩位上就地成孔,然后在孔内灌注混凝土或钢筋混凝土而成的桩基础。它通过在地下形成柱状的桩体,将上部结构的荷载传递到地基深处,以满足桥梁等建筑物对地基承载力和稳定性的要求。

#### 1.2 灌注桩的分类

根据成孔方法的不同,灌注桩可分为以下几类:

泥浆护壁成孔灌注桩:是在钻孔过程中,通过泥浆的护壁作用,防止孔壁坍塌。常见的有正循环回转钻孔灌注桩和反循环回转钻孔灌注桩等。正循环回转钻孔是利用泥浆泵将泥浆压入钻杆,通过钻头的出浆口喷出,携带钻渣沿孔壁上升,从孔口溢出流入泥浆池;反循环回转钻孔则

是泥浆由孔口流入孔内,利用真空泵或空气吸泥机将钻渣和泥浆从钻杆内吸出。

干作业成孔灌注桩:适用于地下水位较低、土质较好的地区。施工时不需要泥浆护壁,直接采用机械或人工成孔,然后放置钢筋笼,灌注混凝土。常见的有螺旋钻孔灌注桩等。

沉管灌注桩:是利用锤击或振动等方法将带有钢筋混凝土桩尖或活瓣式桩尖的钢管沉入土中,然后在钢管内放置钢筋笼,灌注混凝土,最后拔出钢管形成桩体。根据沉管方式的不同,可分为锤击沉管灌注桩和振动沉管灌注桩。

人工挖孔灌注桩:是通过人工挖掘的方式成孔,然后安装钢筋笼灌注混凝土。这种方法适用于桩径较大、桩长较短、地质条件较好且地下水位较低的情况。

#### 1.3 灌注桩的作用

在桥梁工程中,灌注桩主要起到以下作用:

承载上部结构荷载:将桥梁上部结构的自重、车辆荷载等通过灌注桩桩体传递到地基深处,保证桥梁的稳定性和安全性。灌注桩的承载能力取决于桩的直径、长度、桩身混凝土强度以及桩周土的性质等因素。

提高地基承载力:通过灌注桩的设置,可以改善地基的力学性能,提高地基的承载能力,减少地基的沉降和不均匀沉降。特别是在软土地基中,灌注桩可以有效地将荷载传递到更深的持力层,避免地基的过分沉降。

抵抗水平荷载：在地震、风力等水平荷载作用下，灌注桩可以提供一定的水平抵抗力，保证桥梁结构的整体稳定性。灌注桩的水平承载能力与桩的入土深度、桩身刚度以及桩周土的侧向约束等因素有关。

## 2 灌注桩在桥梁工程应用中的实际意义

### 2.1 适应复杂地质条件

桥梁工程往往需要跨越不同的地形和地质条件，如软土地基、岩石地基、岩溶地区等。灌注桩可以根据不同的地质条件选择合适的成孔方法和桩型，适应各种复杂的地质环境。例如，在软土地基中，可以采用泥浆护壁成孔灌注桩或沉管灌注桩，通过增加桩长和桩径来提高桩的承载力；在岩石地基中，可以采用人工挖孔灌注桩或冲击钻孔灌注桩，直接将桩体嵌入岩石中，从而获得较高的端承力。

### 2.2 提高桥梁的安全性和耐久性

灌注桩作为桥梁的基础，其质量直接关系到桥梁的安全性和耐久性。灌注桩可以有效地将桥梁上部结构的荷载传递到地基深处，减少基础的沉降和不均匀沉降，避免桥梁结构出现裂缝、倾斜等质量缺陷或病害。同时，灌注桩的桩身混凝土具有较好的耐久性，可以抵抗地下水的侵蚀和化学物质的腐蚀，延长桥梁的使用寿命。

### 2.3 降低施工噪音和对周边环境的影响

与打入桩等其他桩基础施工方法相比，灌注桩施工过程中的噪音较小，对周边环境的影响也相对较小。特别是在城市桥梁建设中，灌注桩施工可以减少对周边居民和建筑物的干扰，符合环保要求。

### 2.4 节约工程造价

在某些情况下，灌注桩可以根据桥梁的实际荷载和地质条件进行优化设计，合理确定桩的直径、长度和数量，从而节约工程造价。例如，在一些地质条件较好的地区，可以采用较小直径的灌注桩，减少混凝土和钢筋的用量，降低工程造价。

## 3 灌注桩施工过程

### 3.1 施工准备

**技术准备：**施工前，施工单位应组织相关人员熟悉施工图纸和地质勘察报告，了解工程的特点和要求。编制详细的施工组织设计和专项施工方案，明确施工工艺、质量标准和安全措施。对施工人员进行技术交底，使其熟悉施工流程和操作要点。

**场地准备：**平整施工场地，清除障碍物，修筑施工便道，确保施工场地的“三通一平”（通水、通电、通路、场地平整）。根据设计要求进行桩位测量放线，设置明显的桩位标志，并做好保护措施。

**材料准备：**根据施工进度计划，提前采购所需的水泥、钢材、砂石等原材料，并进行检验和试验，确保原材料的质量符合设计和规范要求。对水泥应检查其出厂合格证、质量检验报告等质量证明文件，并进行安定性、强度等指

标的检验；对钢材应进行力学性能试验；对砂石应进行颗粒级配、含泥量等指标的检验。

**机械设备准备：**配备齐全施工所需的机械设备，如钻机、混凝土搅拌机、泥浆泵、起重机等，并进行调试和维护，确保机械设备的性能良好。对钻机应检查其钻头、钻杆的磨损情况，确保钻孔的垂直度和孔径符合要求；对混凝土搅拌机应检查其搅拌叶片的磨损情况，确保混凝土的搅拌均匀性。

### 3.2 具体操作工序

#### 3.2.1 泥浆护壁成孔灌注桩施工工序

**埋设护筒：**护筒一般采用钢板卷制而成，其内径应比桩径大 200~400mm。护筒的埋设深度应根据地质条件和桩径确定，一般不宜小于 1.0m。护筒的中心应与桩位中心重合，偏差不得大于 50mm。护筒埋设好后，应在护筒周围用黏土分层夯实，防止泥浆渗漏。

**制备泥浆：**泥浆的作用是护壁、携渣和冷却钻头。泥浆一般由水、黏土（或膨润土）和添加剂组成。泥浆的性能指标应根据地质条件和施工工艺进行调整，一般要求泥浆的比重为 1.1~1.3，黏度为 18~22s，含砂率不大于 4%。

**钻孔：**根据设计要求和地质条件选择合适的钻机进行钻孔。钻孔过程中，应保持孔内泥浆水位高于地下水位 1.0~1.5m，以保证孔壁的稳定性。控制钻孔的速度和垂直度，防止塌孔、缩径等质量问题。每钻进一定深度，应及时捞取钻渣，分析地质变化情况，并做好记录。

**清孔：**钻孔达到设计深度后，应立即进行清孔。清孔的目的是清除孔底的沉渣，保证桩的承载力。清孔方法可采用换浆法、抽浆法或掏渣法等。清孔后，孔底沉渣厚度应符合设计和规范要求，对于端承桩，不应大于 50mm；对于摩擦桩，不应大于 100mm。

**钢筋笼制作与安装：**钢筋笼应根据设计要求在钢筋加工场制作，钢筋笼的主筋应采用机械连接，箍筋应与主筋绑扎牢固。钢筋笼的制作偏差应符合规范要求，钢筋笼的长度偏差不得大于  $\pm 100\text{mm}$ ，直径偏差不得大于  $\pm 10\text{mm}$ 。钢筋笼制作好后，采用起重机将其吊入孔内，并进行固定，确保钢筋笼的位置准确。

**灌注水下混凝土：**水下混凝土一般采用导管法灌注。导管应具有足够的强度和密封性，其直径一般为 200~300mm。导管在使用前应进行水密性试验，确保导管不漏水。灌注混凝土前，应在导管内设置隔水塞，防止混凝土与泥浆混合。混凝土应连续灌注，严禁中途停顿，灌注过程中应控制导管的埋深，一般为 2~6m。当混凝土灌注至桩顶设计标高以上一定高度（一般为 0.5~1.0m）时，应停止灌注，以保证桩顶混凝土的质量。

#### 3.2.2 干作业成孔灌注桩施工工序

**钻孔：**采用螺旋钻机等设备进行钻孔，钻孔过程中应根据地质情况控制钻进速度，防止卡钻、塌孔等问题。钻孔达到设计深度后，应及时清理孔底虚土。

钢筋笼制作与安装:同泥浆护壁成孔灌注桩的钢筋笼制作与安装方法。

灌注混凝土:混凝土应采用分层振捣的方式进行灌注,每层厚度不宜超过 500mm。灌注过程中应注意振捣密实,防止出现蜂窝、麻面等质量问题。

### 3.2.3 沉管灌注桩施工工序

沉管:采用锤击或振动等方法将钢管沉入土中,沉管过程中应控制沉管的垂直度和入土深度,确保桩管的位置准确。

钢筋笼制作与安装:当桩管沉至设计标高后,拔出桩管内的活瓣式桩尖或取出钢筋混凝土桩尖,然后放入钢筋笼。

灌注混凝土:向桩管内灌注混凝土,边灌注边拔管,拔管速度应根据混凝土的坍落度和桩径进行控制,一般不宜大于 1.5m/min。在拔管过程中,应采用复打或反插等方法,保证桩身的密实性。

### 3.2.4 人工挖孔灌注桩施工工序

开挖桩孔:采用人工挖掘的方式进行桩孔开挖,每挖一段(一般为 0.9~1.0m),应及时浇筑混凝土护壁,护壁厚度一般为 100~200mm。护壁混凝土应振捣密实,保证其强度和稳定性。

钢筋笼制作与安装:同其他类型灌注桩的钢筋笼制作与安装方法。

灌注混凝土:当桩孔挖到设计深度后,清理孔底虚土和积水,然后灌注混凝土。混凝土应采用分层振捣的方式进行灌注,每层厚度不宜超过 500mm。

## 3.3 质量控制

原材料质量控制:严格控制水泥、钢材、砂石等原材料的质量,确保其符合设计和规范要求。对原材料应进行严格的检验和试验,不合格的原材料不得使用。

成孔质量控制:控制钻孔的垂直度和孔径,确保成孔的质量符合设计要求。钻孔过程中应定期检查钻机的垂直度和钻杆的磨损情况,及时调整钻进参数。对成孔的孔径和孔深应进行测量,偏差应符合规范要求。

钢筋笼质量控制:钢筋笼的制作和安装应符合设计和规范要求。钢筋笼的主筋间距、箍筋间距、钢筋笼的长度和直径等偏差应在允许范围内。钢筋笼的连接质量应符合要求,连接接头的力学性能应满足设计和规范的规定。

混凝土质量控制:控制混凝土的配合比、坍落度和强度等指标,确保混凝土的质量符合设计要求。混凝土的配合比应根据工程实际情况进行设计,并进行试配和调整。混凝土的坍落度应根据灌注方式和地质条件进行控制,一般为 180~220mm。混凝土浇筑过程中应加强振捣,确保混凝土的密实性。

桩身质量检测:灌注桩施工完成后,应采用合适的检测方法对桩身质量进行检测,如低应变法、超声波透射法、钻芯法等。检测结果应符合设计和规范要求,对检测不合

格的桩应及时进行处理。

## 3.4 安全管理

建立安全管理制度:施工单位应建立健全安全管理制度,明确各级管理人员和施工人员的安全职责。制定安全操作规程和应急预案,加强对施工人员的安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。

施工现场安全防护:在施工现场设置明显的安全警示标志,对孔口、临边等危险部位应设置防护栏杆和防护网。对机械设备应定期进行检查和维修,确保其安全运行。对施工用电应采取有效的接地和漏电保护措施,防止触电事故的发生。

高处作业安全管理:如果涉及高处作业,如钢筋笼的安装等,应为施工人员配备必要的安全防护用品,如安全带、安全帽等。设置可靠的登高设施,确保施工人员的安全。

消防安全管理:施工现场应配备足够的消防器材,设置明显的消防标志。对易燃易爆物品应进行分类存放,并采取相应的防火措施。加强对施工人员的消防安全教育,提高其消防意识和应急处置能力。

## 3.5 验收方法和标准

资料验收:施工单位应提供完整的施工资料,包括施工图纸、施工记录、原材料检验报告、混凝土试块试验报告、桩身质量检测报告等。资料应真实、准确、完整,符合档案管理的要求。

外观质量验收:对灌注桩的外观质量进行检查,桩身应无裂缝、蜂窝、麻面等缺陷,桩顶标高应符合设计要求。桩的垂直度偏差应不超过规范规定的允许值。

桩身质量验收:采用低应变法、超声波透射法、钻芯法等检测方法对桩身质量进行检测。低应变法主要检测桩身的完整性,判断桩身是否存在缺陷;超声波透射法可检测桩身内部的缺陷情况;钻芯法可直接获取桩身混凝土的芯样,检测其强度和完整性。桩身质量应符合设计和规范要求,对检测不合格的桩应进行处理,直至合格为止。

承载力验收:对于重要的桥梁工程,应进行单桩竖向抗压静载试验或单桩竖向抗拔静载试验,检测桩的承载力是否满足设计要求。试验方法应符合相关规范的规定,试验结果应作为桩基础验收的重要依据。

## 3.6 施工注意事项

泥浆护壁成孔灌注桩施工注意事项:泥浆的性能指标应根据地质条件进行调整,确保泥浆的护壁效果。钻孔过程中应防止塌孔、缩径等问题,如发现孔内水位突然下降、出渣量突然增加等异常情况,应立即停止钻孔,采取相应的措施进行处理。清孔后应尽快灌注混凝土,防止孔底沉渣再次沉积。

干作业成孔灌注桩施工注意事项:钻孔过程中应防止孔壁坍塌,如遇地下水,应采取降水措施。灌注混凝土前应清理孔底虚土,确保桩的承载力。

沉管灌注桩施工注意事项:沉管过程中应控制沉管的垂直度和入土深度,防止桩管倾斜和断裂。拔管速度应均匀,防止混凝土出现缩颈、断桩等问题。复打或反插时应注意控制施工顺序和次数,确保桩身的质量。

人工孔灌注桩施工注意事项:人工挖孔过程中应加强通风换气,防止孔内缺氧和有害气体中毒。孔内作业人员应佩戴安全带、安全帽,设置可靠的上下孔设施。当孔深超过 10m 时,应配备专门的通风设备。

#### 4 结论

灌注桩施工技术在桥梁工程中具有重要的应用价值。通过合理选择灌注桩的类型和施工工艺,严格控制施工过程中的各个环节,加强质量控制和安全管理,能够确保灌注桩的施工质量,提高桥梁的安全性和耐久性。同时,施工单位应不断总结施工经验,改进施工技术,提高施工管理水平,以适应桥梁工程不断发展的需求。在未来的桥梁

建设中,灌注桩施工技术将不断创新和完善,为我国交通基础设施建设做出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]张友君.市政桥梁工程基础钻孔灌注桩施工技术浅析[J].建筑设计及理论,2018(9):78.
- [2]陈晖.市政桥梁工程钻孔灌注桩施工技术[J].文化科学,2018(12):67.
- [3]孟冬生.市政桥梁工程基础钻孔灌注桩施工技术[J].市政工程,2021(7):98.
- [4]朱红军.市政桥梁工程基础钻孔灌注桩施工技术[J].市政工程,2020(8):56.

作者简介:杨建(1969.4—),毕业院校:国家开放大学;专业:土木工程;当前就单位:重庆市石柱土家族自治县农村公路养护管理站;职务:干部;职称级别:副高级工程师(五级)。