

公路桥梁桩基施工中塌孔问题成因与防治措施研究

颜允斌

成都交投建设有限公司 四川 成都 610041

【摘要】：伴随着我国交通基础设施建设的迅猛发展，公路桥梁的数量不断增加，桩基是桥梁结构中最重要的承重部件之一，桩基施工质量的好坏直接影响到桥梁整体的安全性和耐久性。塌孔是公路桥梁桩基施工中出现频率较高、危害较大的质量事故之一，它不但会拖延施工进度、加大施工费用，还会留下隐患，对桥梁的长久使用造成不良影响。本文根据公路桥梁桩基施工实际情况，对塌孔问题的主要原因进行分析，从前期勘察、施工工艺、现场管理等各方面提出相应的防治措施，为实际施工提供技术上的借鉴，提高桩基施工质量，减少塌孔事故的发生。

【关键词】：公路桥梁；桩基施工；塌孔；成因分析；防治措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.012

引言

桩基施工是公路桥梁工程建设的一部分，由于承载能力大、使用范围广、施工工艺成熟等特点，在各种公路桥梁工程中得到广泛使用。但是桩基施工大多是在地下环境下进行的，受到地质条件、水文状况、施工工艺、设备性能等众多因素的影响，在施工过程中容易产生各种质量问题，塌孔是其中最常见的一种。本文对公路桥梁桩基施工中塌孔问题的产生原因进行深入的研究，并提出行之有效的防治措施，对保证公路桥梁施工质量、降低施工风险、促进公路桥梁建设行业的高质量发展有着十分重要的现实意义和工程价值。本文根据多年的施工经验，就塌孔问题的成因和防治措施做了系统的论述。

1 公路桥梁桩基施工中塌孔问题的主要成因

1.1 地质与水文条件因素

地质、水文条件属于引起塌孔的主要自然原因，也是施工前必须重视的方面。施工区域如果存在松散砂层、粉土层、淤泥层或者超厚的新回填层，这些地层颗粒松散、黏聚力差、密实性不足，自稳能力较差，在钻孔扰动和泥浆浸泡下很容易发生坍塌。超厚新回填层由于成分复杂、粒径不一，在施工过程中还会出现漏浆现象，从而加大塌孔的风险。地下水位过高或者水位变化频繁，会使孔壁土体在水位涨落的过程中反复干湿交替，强度大大降低，失去稳定性而坍塌。

1.2 泥浆性能不达标

泥浆在桩基钻孔施工中起着护壁、携渣、冷却钻头的作用，泥浆性能好坏直接影响孔壁稳定。实际施工时泥浆性能不合格也是造成塌孔的常见人为因素。部分施工单位为了降低成本，没有根据地层特性配置泥浆，使用普通的膨润土泥浆，不加任何外加剂，造成泥浆护壁性能差。泥浆比重控制不当，正循环钻进时比重小于1.1、反循环钻进时小于1.05，不能有效地平

衡孔壁土体压力，孔壁在侧向土压力的作用下容易坍塌。泥浆含砂率高、胶体率低，会降低泥浆的稳定性及护壁性能，不能在孔壁上形成连续致密的泥皮，孔壁土体容易被水流冲刷和扰动而坍塌。

1.3 施工操作不规范

施工操作的规范性直接关系到桩基施工质量，操作不规范是造成塌孔的主要人为原因之一，在各个环节中都有体现。钻进速度控制不合理，在松散地层中钻进速度过快，孔壁不能及时形成稳定的泥皮，土体受到扰动后容易坍塌；在硬土层或者岩层中盲目加压钻进，会造成钻杆弯曲，碰撞孔壁破坏泥皮的稳定性。护筒埋设不符合要求，护筒内径偏小、埋深不够，不透水地层埋深小于1米，透水地层埋深小于1.5米，或者护筒外侧缝隙未用黏土分层夯实，造成泥浆从护筒底部或外侧渗漏，孔口土体失稳坍塌。孔内水位控制不严，孔内水位低于地下水位或者孔外水位不足1米，水头差小，不能形成有效的孔壁侧压力，孔壁在外侧土压力和水压力作用下坍塌。

1.4 设备与场地因素

施工设备性能、场地条件都会对塌孔产生影响。钻机底座不平不实，地基承载能力不够，钻孔时钻机下沉、倾斜，钻杆晃动过大，碰坏孔壁的泥皮，造成塌孔。钻杆弯曲、接头松动，钻进过程中钻杆晃动大，对孔壁反复冲刷，造成孔壁土体松动坍塌。泥浆泵损坏、管路堵塞等泥浆循环系统故障，会造成泥浆循环中断，钻渣不能排出，孔壁失去泥浆保护而坍塌。周边施工干扰也会引起塌孔，孔位附近有重型机械通行、基坑开挖或者爆破作业时，振动波传到孔壁上，破坏泥皮和孔壁土体的稳定性，造成塌孔。

2 公路桥梁桩基施工中塌孔问题的防治措施

2.1 优化前期勘察与设计工作

前期勘察与设计属于预防塌孔的前提条件,必须严格按照规定执行,保证所获取的资料可靠、设计方案科学。施工前认真研读勘察资料,查明施工区域地层分布、岩土性质、地下水位、承压水情况及不良地质体位置,对勘察资料不清楚的区域进行补充勘察,保证地质资料的准确性,为施工参数选择提供依据。根据勘察结果优化设计方案,对松散、不稳定地层采用增大桩径、缩短桩长、设置钢套管护壁等方式提高孔壁稳定性,对于有地下承压水的场地,明确承压水压力值,施工中泥浆比重调整的依据。

2.2 优化泥浆性能,强化护壁效果

根据地层特点合理选择泥浆配方,摒弃低成本的普通泥浆,用黏土、膨润土、聚丙烯酰胺等材料制备高品质泥浆,在松散砂层、粉土层施工时加入外加剂提高泥浆性能。严格控制泥浆性能指标,正循环钻进时泥浆比重控制在1.1~1.3之间,反循环钻进时泥浆比重控制在1.05~1.15之间,黏度控制在19~28秒,含砂率不大于4%,胶体率不小于98%。施工过程中建立泥浆性能定期检测制度,每钻进5米检测一次比重、黏度、含砂率,当检测结果超出标准时及时调整,添加膨润土提高比重、掺入聚丙烯酰胺提高胶体率、启用泥沙分离器降低含砂率。建立完善的泥浆循环净化系统,设置沉淀池、分离器,对循环泥浆进行净化处理,保证泥浆性能稳定。同时对泥浆池进行硬化处理,设防护栏杆、警示标志,防止泥浆泄漏,保证泥浆储量足够使用。

2.3 规范施工操作流程

规范施工操作是防止塌孔的主要手段,必须按施工方案及规范要求控制每一个施工环节。护筒埋设严格按规范执行,护筒用钢板制作,壁厚根据护筒直径和埋深来定,护筒中心与桩位中心偏差不超过50毫米,护筒垂直度偏差不超过1%;不透水地层护筒埋深不小于1米,透水地层不小于1.5米,护筒顶端高出地面0.3米或高出地下水位1.5~2.0米,护筒外侧缝隙用黏土分层夯实,压实度不低于90%,防止泥浆渗漏。钻进时按地层性质调节钻进参数,松散砂层、粉土层用轻压慢速、

分段钻进工艺,钻进速度控制在0.8~1.2米每小时,钻压控制在10~15千牛,防止快速钻进扰动地层;硬土层或岩层钻进时,适当增加钻压和转速,但不得盲目加大钻压,防止钻杆弯曲碰撞孔壁。严格控制孔内水位,钻孔过程中孔内水位始终高于地下水位1.0米到1.5米,地下水位较高或者存在承压水时,孔内水位应保持在2.0米到2.5米以上;当水位下降时,及时补充泥浆,补浆量不得少于水位下降量的1.2倍,保证水头差不变。



图1 施工操作流程规范化

2.4 加强设备与场地管理

施工前对钻机、泥浆泵、钻杆等设备进行全方位的检查和调试,保证设备性能良好,钻杆无弯曲、接头无松动,泥浆泵运转正常、管路畅通。钻机安装时平整压实底座,保证地基承载力满足要求,防止钻孔时钻机沉降、倾斜。施工时定时开展设备维护保养工作,及时发现并排除故障,防止由于设备出现故障造成泥浆循环中断或者钻杆摆动而产生塌孔的情况发生。合理安排施工场地,不得在孔位附近布置重型机械作业区或者运输通道,如果不可避免,则应采取减震措施,减小振动波对孔壁的影响。

3 结论

公路桥梁桩基施工中塌孔问题原因复杂,与地质水文条件、泥浆性能、施工操作、设备场地、设计勘察等各方面因素有关,不但会延误施工进度和增加施工成本,还会危及桥梁结构安全。因此施工单位要重视塌孔问题,从前期勘察设计入手,改善泥浆性能,规范施工操作,加强设备和场地管理,完善现场监测和应急处理体系,采取事前预防、事中控制、事后及时处理的综合措施,最大程度地减少塌孔的发生。

参考文献:

- [1] 印爱银.公路工程桥梁桩基施工塌孔隐患问题诊断及针对性防控措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(27):150-152.
- [2] 陈扬.桥梁桩基施工中塌孔的处理方法[J].交通世界,2024,(16):120-122.
- [3] 张庆.公路桥梁桩基施工的常见故障和处理技术[J].科技创新与应用,2020,(31):116-117.