

砂砾层地质超长桩钻孔施工技术研究

Research on Drilling Construction Technology for Ultra Long Piles in Sand and Gravel Geological

费天平

Tianping Fei

中交第二航务工程局有限公司第五工程分公司 中国·湖北 武汉 430000

Fifth Engineering Branch of CCCC Second Harbor Engineering Company Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

摘要: 目前, 砂层地质桩基施工重难点控制水下桩基施工常见难点之一就是沙砾层较厚, 论文针对克服因其导致钻进难度大, 塌孔风险高的问题从钻机及泥浆两方面进行相关研究, 主要以对比试验方式结合现场实际情况来解决相关问题, 为类似工程施工提供相关思路。

Abstract: At present, one of the common difficulties in controlling underwater pile foundation construction in sand geological pile foundation is the thick gravel layer, this paper focuses on overcoming the problem of difficult drilling and high risk of collapse caused by it, and conducts relevant research from the perspectives of drilling rig and mud, the main method is to solve the relevant problems through comparative testing combined with the actual situation on site, providing relevant ideas for similar engineering construction.

关键词: 水下施工; 砂砾层; 钻孔灌注桩

Keywords: underwater construction; sand and gravel layer; bored pile

DOI: 10.12346/etr.v6i3.9222

1 引言

随着桩基施工在路桥工程中的技术日益成熟, 钻孔技术也随着岩层的变化不断优化, 其中砂砾层以其特殊性质成为钻孔施工技术的难点之一。目前水下砂砾层桩基普遍存在于公路工程建设中, 其钻孔技术的研究具有重要意义, 对桩基施工的质量及经济有着较大影响。

砂砾层桩基施工对钻机选型以及泥浆调配有着较高要求, 论文结合漯河水下桩基施工, 确定了合理的钻机选型及化学泥浆的调配, 保证了成孔效率以及成孔质量, 为后续砂砾层桩基施工提供了宝贵经验。

2 工程概况

本项目位于孝感市孝南区, 其中漯河特大桥主跨设置 4 个承台, 每个承台 9 根桩, 共计 36 根桩基, 皆为摩擦桩, 桩径为 1.8m, 最大桩长为 75m, 采用 C30 水下混凝土灌注成型, 如图 1 所示。

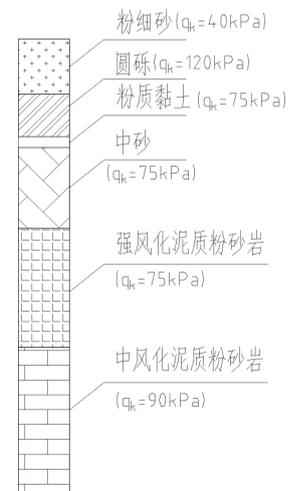


图 1 漯河水下地质情况图

根据项目前期地质勘测报告, 漯河河床地质情况如下: 0~7.5m 为粉细砂和砾砂; 7.5~13.5m 为圆砾; 13.5~15m 为粉质黏土; 15~26m 为中砂; 26m 以下为粉砂岩。根据地质

【作者简介】费天平 (1974-), 男, 中国湖北巴东人, 本科, 工程师, 从事公路桥梁研究。

柱状图分析，桩基大部分位于砂砾层，钻孔施工易出现塌孔的风险，其作为整个桩基施工的关键工序需要重点控制^[1]。

3 施工工艺

3.1 钻机选择

根据澧河水位以及桩径选择长 25m，直径 2m，壁厚 16mm 的钢护筒，采用 50t 履带整体下放，护筒精确定位后进行桩基钻孔施工。

目前桥梁工程较常用的钻机主要有冲击钻、旋挖钻和反循环钻三种，设备性能分析如表 1 所示。

表 1 钻机设备对比

类别	冲击钻机	旋挖钻机	履带式反循环钻机
适用地质	各类土层、卵石层及岩层	各类土层、砂层、卵石层及软土层	土层、泥沙层
特点	良好的钻孔性能	钻进效率高，移动方便，对环境污染小，噪音小	钻进速度较快可自造泥浆护壁
施工局限性	成孔速度不理想需设置泥浆池、沉淀池	施工成本高、投入大对承载能力要求高护壁效果不理想	占地大、机具笨重耗电量大需要接电

结合澧水下砂砾层较厚，且水位流量随降雨变化幅度大等特点，最终采用履带式反循环钻机进行桩基钻孔施工。

3.2 钻机对比试验验证

现场取 75m 长的桩基进行理论验证，在同排钢护筒处选 3 根经测量放样的桩点选择三台钻机进行钻孔。1 号桩位使用冲击钻机，2 号桩位使用旋挖钻机，3 号桩位使用履带式反循环钻机，并在钻机钻进前对护筒内泥浆指标进行测定，经测定水下泥浆指标并不满足钻孔要求，需要对泥浆进行调配，在经过实验室调配后使泥浆指标满足钻孔要求。如图 2 所示，三种钻机在工作过程中，每往下 10m 需要对渣渣进行取样分析。

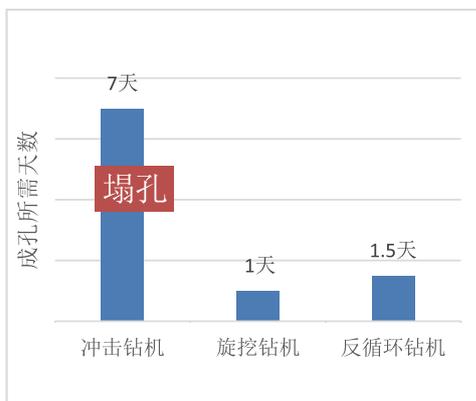


图 2 钻机钻进时间对比图

冲击钻机在钻孔过程中达到岩层时发生了糊钻现象，成孔效率远不及另外两台钻机，随着钻进深度增加，含砂率高，孔底粉砂透水性强，对泥浆比重要求进一步加强。该钻机耗

时 7 天达到 25m 处还是发生了塌孔。

旋挖钻机钻进过程较顺利，同时钻进效率较高，由于钢平台空间有限，在其工作时需安排渣土车及时转运钻渣，并对钢平台产生较大扰动，需安排测量员对钢平台沉降进行时刻关注，所以相比之下对于人力、物力要求更多，且存在安全隐患，最终旋挖钻机耗时 1 天顺利成孔，但钻进需要动臂和钻桅变幅液压缸交替动作，直至将钻桅调整至垂直状态，因桩基过长垂直度精度无法达到设计要求的误差标准。

履带式反循环钻机钻进过程也同样顺利。钻机钻进前护筒内基本属清水，因此可控制其停止钻进，护筒内先造浆，再以 4~8rpm 转速往下钻进，同时在工作过程中安置沉淀池，保证了钻孔施工的泥浆循环，最终耗时 36h 成孔，且桩底基本无沉渣，钻机就位后，只要不对其产生扰动或位移则桩基垂直度可以得到有效保证^[2]。

经过三台钻机的现场实际情况对比，履带式反循环钻机体现其效率较高，控制精确，成本低等优势，有利于后续施工的顺利进行。

同时在试验过程中发现泥浆指标对于成孔效率起着至关重要的作用。

3.3 泥浆调配

在三台钻机钻孔试验中，对每台钻机的钻孔前，钻进过程中以及钻孔后的泥浆指标都进行了相关测试，由于履带式反循环钻机能够发挥其最大功效，确保施工计划顺利完成，现场实验人员针对履带式反循环钻机所需的泥浆比重进行不断优化，使其能达到最好的效果。

第一，钻孔前，参考桩基钻孔的规范指标，与我们现场实际测得的有关指标进行对比，在钻机完成造浆后，原地层泥浆胶体率差，浮渣能力弱，按照规范指标来进行适当调配，对比结果如表 2 所示。

表 2 钻机设备对比表

类型	比重 (g/cm ³)	粘度 (s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	酸碱度 (pH)
规范指标	< 1.05	20~22	0.3	> 98	9~10
实际指标	1.01	15	0.8	95	9
调配后	1.05	20	0.3	98	9

第二，钻进过程中，每 10m 进行一次泥浆指标测定，通过静置试验得到的测定结果可推测，随着钻机逐渐往下深入，含砂率与粘度也在逐步升高，胶体率越来越弱。传统改善方法一般添加膨土，膨土属于特殊性粘土，在加入膨土后，泥浆 pH 值发生明显变化，呈碱性，增加了泥浆粘度，多用于泥浆护壁，虽然有效果但不够理想，在降低含砂率方面达不到要求。如表 3 所示，为了使泥浆指标满足施工要求，施工引进了一种新型材料，利用其造出来的化学泥浆可以适合砂、黏土、砾石等地层施工，在进行长时间长距离地层施工时不用中途更换泥浆，有效降低钻屑的膨胀率。调配过程中不需要使用粘土，仅需化学试剂调配即可，试验结果表明

其能够有效预防钻进过程中的塌孔，同时能满足钻探要求，这种化学试剂俗称“桩博士”。该化学泥浆需要在 pH 值为 8~10 的碱性泥浆中进行调配，按照 1m³ 水加 45kg 的用量混合搅拌，搅拌过程中，缓慢加入 2.5~3.0kg 的 Quik-rtol（降失水剂），继续搅拌 15~30min 后，缓慢加入 2.5~3.0kg 的 No-sag（悬浮促进剂），搅拌至化学泥浆均匀呈絮状即可。

由于化学泥浆呈絮状，具有一定包裹性，包覆作用可使粉细砂随泥浆循环流出桩孔，有效降低了含砂率。

第三，终孔检测。在成孔后同样对泥浆指标进行测定，无论是泥浆指标以及钻孔产生的沉渣厚度，均能达到设计要求的误差以内。除此之外，对桩基的垂直度、成孔深度也使用成孔探测仪进行了相应检测，均满足后续施工要求。

表 3 泥浆指标调配表

钻孔深度	工作内容	泥浆指标					备注	沉渣厚度 (cm)
		比重 (g/cm ³)	黏度 (s)	酸碱度 (pH)	含砂率 (%)	胶体率 (%)		
10m	加膨胀土	1.03	18	9	0.5	97	泥浆取样	170
		1.05	20	10	0.4	99	添加膨胀土	
20m	第一次静置	1.05	19	11	0.4	99	泥浆取样	150
30m	加化学泥浆	1.04	18	10	0.5	97	泥浆取样	150
		1.10	22	9	0.3	98	添加化学试剂	
40m	第二次静置	1.11	22	9	0.3	99	泥浆取样	50
终孔后		1.10	21	9	0.2	98		30

4 结语

在水下钻孔灌注桩的钻孔施工过程中，伴随着含砂率的增大，塌孔的风险也随之增大，严重桩基施工效率。

论文主要就水下桩基钻孔施工问题进行了相关研究。根据水下沙砾层较厚的特点，采用了大直径长钢护筒，通过护筒的稳定性对孔壁进行了有效的防护。同时合理地选择了履带式反循环钻机进行钻孔施工，提升了桩基钻孔的效率和精度。最后针对含砂率问题，对比添加膨胀土和调配化学泥浆两种泥浆调配方式，优化泥浆指标解决塌孔风险。

如今水下桩基施工随着日新月异的工艺改进，已经有了

多种可供参考的措施，论文结合项目的区域特点，进行了相关研究，加快了水下桩基施工的工程进度，也为后续类似地质情况的施工提供了思路^[3]。

参考文献

- [1] 闫俊杰,陈晓,田茂全.超大直径钻孔灌注桩水下施工技术[J].建筑施工,2001(2):77-79.
- [2] 任保华.直径深孔水下灌注桩施工技术[J].中国水运,2008(8):197-198.
- [3] 张与.浅谈大直径水下钻孔灌注桩施工技术[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2014(9):131-132.