

万丰路桥大吨位矩形截面桩成孔施工技术

王宏坤

(北京中世久基础设施工程有限公司,北京 100011)

摘要:针对在卵石及基岩地层中桩孔施工时成孔难、渗漏大的问题,以液压抓斗为成孔设备,采用合理的机械结构、钻进方法、泥浆配方进行矩形截面桩的施工。

关键词:矩形桩;抓斗;卵石;基岩;成孔;泥浆;渗漏

中图分类号:TU473.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)02-0010-03

Hole Completion Technology for Large-tonnage Rectangular Section Pile in Wanfeng Road Bridge/WANG Hong-kun
(Beijing Zhongshijiu Infrastructure Engineering Co. Ltd, Beijing 100011, China)

Abstract: In order to deal with the difficulties in hole completion and resolve serious leakage in pebble and bedrock, we use hydraulic grab as drilling equipment, adopt rational mechanical structure, drilling method, mud prescription in rectangular section pile construction.

Key words: rectangle section pile; grab; pebble; bedrock; hole completion; mud; leakage

1 工程概况

万丰路桥位于北京市丰台北路和万丰路交界处,属丰台北路改扩建工程,全桥长 319 m,11 跨,原设计采用 52 根直径为 1.5 m 的圆桩,因为地层中卵石粒径大且需要入岩,现有的大直径钻机成孔困难,故设计变更为矩形截面桩 52 根,矩形截面尺寸为 2.5 m × 0.8 m,采用液压抓斗施工。桩长分别为 35、37 m,其中 35 m 长桩 44 根,单桩设计承载力 27655 kN;37 m 长桩 8 根,单桩设计承载力 29200 kN。

按地质报告描述,场地内主要存在以下地层:

- ①人工填土层,厚度约 2.5 m;
- ②砂土及粉砂层,厚度约 1.5 m;
- ③卵石层,由石英岩、灰岩、砂岩组成,最大粒径 15~18 cm,含量 55%~80%;
- ④砂砾岩夹泥岩,强风化,块状结构。

但试桩施工中取得的岩土样本与地质报告存在很大出入,卵石粒径通常在 15~45 cm 之间,部分卵石层有较高的胶结强度,在深度 17~30 m 的地层中普遍含有大粒径的漂石,粒径情况见图 1。

基岩主要有两类,上层为坚硬完整的砂砾岩,厚度 1.5~2.5 m,下层为泥岩,厚度较大未揭穿。在 7~10 m 和 17~24 m 部分各有一层无填充的架空卵石,造孔时产生严重的泥浆漏失,使造孔施工也被迫停止。

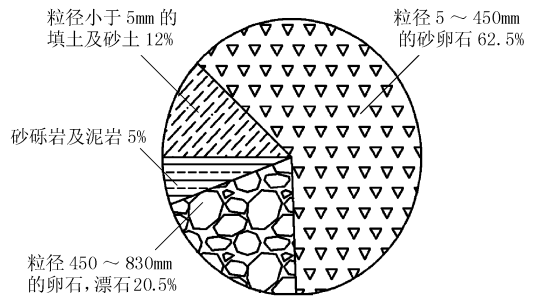


图 1 深度 17~30 m 地层卵石粒径构成图

2 工程施工难点

试桩施工中单桩造孔时间 51 h,单桩挖方 76 m³,单孔泥浆消耗量 480 m³。分析试桩施工情况,本工程桩基成孔施工存在两大难点:一是如何在如此厚的砂卵石地层和基岩中快速成孔;二是如何解决在卵石地层中严重的泥浆漏失问题。

3 桩孔施工

3.1 成孔施工

本工程采用“真砂”液压抓斗造孔,抓掘斗体部分质量 10 t。在砂卵石地层和基岩中成孔时采用“冲击-抓掘”工艺,即利用真砂抓斗的特点先对地层进行冲击,使砂卵石层松动或基岩破碎,然后将松动的砂卵石或破碎的基岩块抓掘取出。根据以往的工程经验,抓斗在砂卵石层中的进尺速度与斗齿的

收稿日期:2007-01-19

作者简介:王宏坤(1972-),男(汉族),黑龙江方正人,北京中世久基础设施工程有限公司工程部经理、工程师,地基与基础工程专业,从事深基础工程工作,北京市朝阳区安外大街外馆斜街甲 1 号泰利明苑写字楼 A 座 415 室,(010)64684988,qingsong-8888@163.com。

长度有关,所以我们根据地层情况定制了专用的铸钢斗齿,斗齿总长 50 cm,外伸长度 31 cm。采用定制的铸钢斗齿后,单孔造孔时间缩短为 27 h,但斗齿磨损比较快。

根据本工程采集的数据,采用拉格朗日公式^[1](式 1)推算出进尺速度与斗齿长度的关系公式(式 2)及曲线图(图 2)。

$$\ln(x) = \sum_{i=0}^n \left(\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \right) y_i \quad (1)$$

$$L_2(x) = \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} y_0 + \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} y_1 + \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} y_2 \quad (2)$$

式中: x_0 、 x_1 、 x_2 、 y_0 、 y_1 、 y_2 ——分别为实测的斗齿长度和工效; $L_2(x)$ ——当斗齿长度为 x 时的工效。

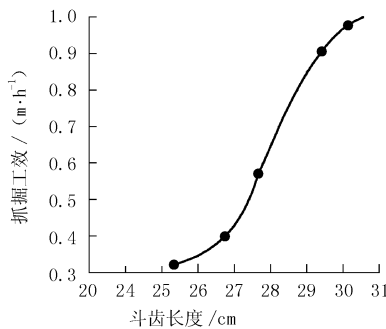


图 2 进尺速度与斗齿长度的关系图

铸钢斗齿虽然提高了进尺速度,但由于斗齿边缘较薄,冲击过程中仍会产生断裂,为此我们对铸钢斗齿截面进行了改造,在铸钢斗齿内侧加铸了一条凸肋(见图 3)。改进后斗齿使用平均寿命增加了 55%。

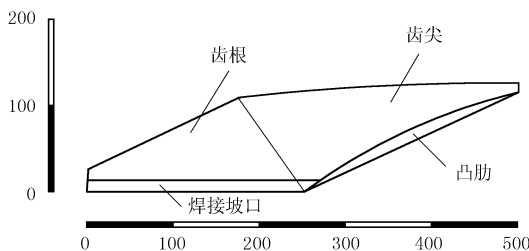


图 3 加肋斗齿示意图

3.2 泥浆配置

本工程中采用膨润土泥浆,为解决在 7~10 m 和 17~24 m 部分无填充的架空卵石层造成的严重泥浆漏失,提出了 3 种解决方案:(1)膨润土泥浆 + 粘土;(2)膨润土泥浆 + 堵漏颗粒;(3)膨润土泥浆 + 增粘及抗滤失剂。而在渗漏相对较少的砂卵石层,采用低密度泥浆。上述 4 种泥浆的试验情况见

图 4。

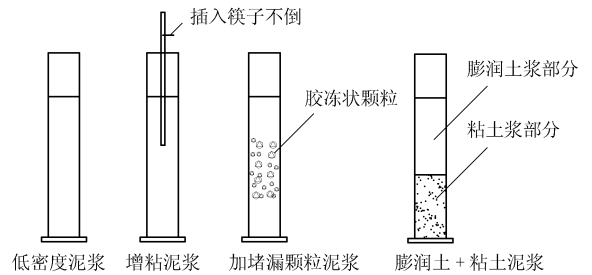


图 4 泥浆的试验情况

添加的堵漏颗粒是一种快速吸水膨胀的胶状化学颗粒,其吸水变化情况见图 5。

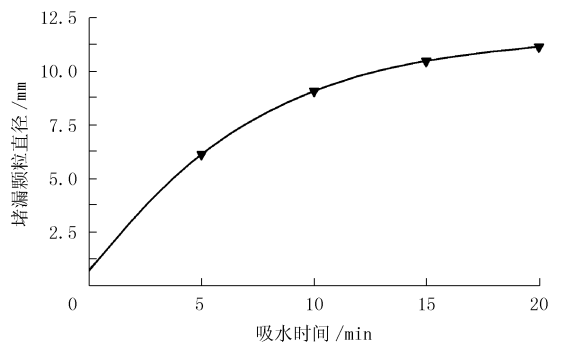


图 5 堵漏颗粒的膨胀效果

在实际工程施工中首先采用了“膨润土泥浆 + 粘土”浆,因为粘土购置方便,且成本较低。但在使用过程中发现,槽孔中投入粘土后必须停止钻进 1 h 左右,等待粘土颗粒随泥浆流入卵石层填充孔隙,约 1 h 后粘土完全沉淀到孔底,失去了堵漏作用。且由于粘土颗粒大,渗透堵漏的距离短,只能填充 1.5 m 左右范围内的孔隙,钻进 1.5 m 后需再次投土和停钻,对钻进工效影响很大。掺加堵漏颗粒的膨润土泥浆,堵漏效果显著,堵漏颗粒渗透范围广,且只需停钻等候 20 min 左右,但成本高。最后本工程在严重渗漏地层大量使用了增粘抗滤失泥浆,该泥浆密度 1.03 kg/L,粘度因外加剂掺量不同可以调整到 45~65 s(野外漏斗粘度),造孔过程中不需要停等,边钻进边堵漏,堵漏效果良好。

采用低密度泥浆可以减少泥浆对漏失面的压力,所以可以有效地减少在砂卵石地层泥浆的漏失。本工程中新制泥浆密度为 1.016 kg/L,与密度为 1.1 kg/L 的泥浆相比,当孔深为 35 m 时漏失面压力减小了 29.4 kN/m²。施工中泥浆重复利用 3 次,且低密度泥浆有利于泥浆中砂粒的快速沉淀,可按牛顿公式^[2](式 3)计算出本工程 35 m 孔深砂的沉淀速度。

$$V_0 = \sqrt{(10g/3)[d_s(\rho_s - \rho)/\rho]} \quad (3)$$

式中: V_0 ——砂的沉淀速度, m/s; g ——重力加速度, 9.8 m/s^2 ; ρ_s ——砂粒容重, kg/m^3 ; d_s ——砂粒直径, m; ρ ——泥浆容重, kg/m^3 。

计算中 d_s 取 $0.074 \times 10^{-3} \text{ m}$ ^[3], ρ_s 取 2400 kg/m^3 , ρ 取 1050 kg/m^3 , 计算得 $V_0 = 0.056 \text{ m/s}$, 35 m 孔完成沉淀仅需要 10 min, 减少了待机清孔的时间。随槽孔施工泥浆密度及粘度的变化如图 6 所示。

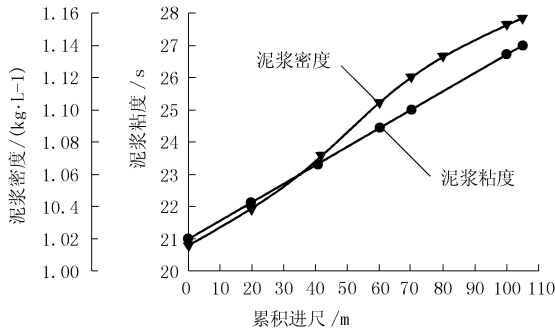


图 6 粘度、密度随进尺变化情况图

4 结语

通过该工程的施工实践,我们有如下体会。

(1) 液压抓斗是在卵石地层进行成孔施工的有效方法。液压抓斗能直接抓取大粒径卵石、漂石,解决了旋挖钻机无法成孔和反循环钻机、冲击钻机工效低、污染严重的问题。

(2) 卵石地层的成孔必须采取正确的抓掘方法才能获得好的成孔效果。在卵石粒径及卵石含量变化较大的地层进行钻孔施工,必须随时观察从孔内取出的岩土样品,根据卵石粒径及卵石含量、卵石填充物及卵石胶结情况调整抓掘参数。在卵石粒径小、含量低或填充物较软的地层,可以采用快冲快抓的方法提高抓掘工效;在卵石粒径大、含量高或卵石胶结密实的地层,必须减小冲程,增加冲击次数和闭合次数,这样才能在不损坏设备的情况下取得实效。

(3) 在卵石地层进行抓掘施工必须保持设备的良好状态,并随时采用抓斗本身的纠偏装置控制孔斜,才能取得较高的钻孔垂直度。在成孔后采用超声测壁仪对钻孔垂直度进行了检测,检测结果见图 7。

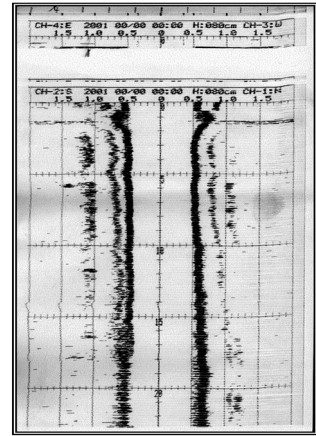


图 7 超声波检测图

(4) 采用多种泥浆配方可有效对抗渗漏,保证成孔施工。在砂卵石地层成孔施工必须有针对性地配置多种泥浆。在渗漏严重的砂卵石地层可采用低密度增粘泥浆;在渗漏特别严重的地层可采用孔内投放粘土的方法;而对于渗漏极为严重的地层则需要采用孔内投放水泥的方法。但投放的水泥宜采用低标号的砌筑水泥,在水泥终凝但强度较低时马上开始抓掘,不然被水泥胶结的卵石地层将难以抓掘钻进。

参考文献:

- [1] 邓建中,刘之行. 计算方法[M],西安:西安交通大学出版社,2004.
- [2] 李诗久. 两相流体力学[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- [3] 冶金工业部建筑研究总院. 基坑开挖与支护技术[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.

内蒙古 2007 年将斥资近亿元加强地质环境保护

新华网 2007 年 1 月 29 日电 记者从内蒙古自治区国土资源厅了解到,2007 年内蒙古将投入 9290 万元,用于加强地质环境的治理和地质遗迹保护。

据自治区国土资源厅厅长白盾介绍,2007 年内蒙古将全面实施矿山环境恢复保证金制度,继续推进地质公园和矿山公园建设,加强重点地区地质灾害防治,完善应急预案体系,按时完成“农村地质灾害防治知识万村培训行动”。全面开展地质灾害危险性评估工作,加强地下水、地热、矿泉水管理

和地下水污染调查。为此,预计国家和自治区将分别投入资金 4790 万元和 4500 万元。

记者采访了解到,2006 年,内蒙古共投入地质环境治理资金 7270 万元,恢复治理面积 5900 多公顷,新建自治区级地质公园 4 处。阿尔山、克什克腾、阿拉善等地质公园的旅游收入大幅增长。同时,内蒙古还制定发布了《自治区地质灾害防灾预案》、《自治区突发地质灾害应急预案》,并实现了对地质灾害易发区的动态监测。