

海水造浆技术在大直径深长钻孔灌注桩施工中的应用

沈海蛟

浙江易通基础工程有限公司, 浙江 宁波 315800

[摘要] 东雷高速通明海特大桥主墩大直径深长钻孔灌注桩施工过程中, 通过对海水造浆技术的分析和研究, 利用普通膨润土添加外加剂的技术, 成功拌制了优质海水泥浆, 保证了成孔质量, 节约了成本。

[关键词] 海水造浆; 外加剂; 大直径深长钻孔灌注桩

Application of Seawater Slurry Technology in Construction of Large Diameter Deep and Long Bored Cast-in-place Pile

SHEN Haijiao

Zhejiang Yitong Foundation Engineering Co., Ltd., Zhejiang Ningbo, China 315800

Abstract: During the construction of large diameter deep and long bored cast-in-place pile for the main pier of Donglei High-speed Tongminghai Bridge, through the analysis and research of seawater slurry technology, the high-quality seawater slurry was successfully mixed by ordinary Peng Runtu adding admixture technology. The quality of the hole is guaranteed and the cost is saved.

Keywords: Seawater pulping; Admixture; Large diameter deep and long bored cast-in-place pile

引言

随着“一带一路”战略规划的提出, 我国正处于大兴基础设施建设的时期, 港口码头、大型跨海桥梁及桥岛隧一体项目不断开发建设, 基桩不断向大、向深发展, 泥浆的性能也越来越高。因海上作业淡水供应十分困难, 海水造浆技术应运而生, 该技术在国内外已成功应用于多座跨海大桥, 如杭州湾跨海大桥、港珠澳大桥、舟山金塘大桥等著名桥梁, 但由于海域和地质条件的不同, 海水泥浆配制不可直接引用, 而需要根据现场条件及地勘情况, 合理选择材料, 并通过现场试验确定每种材料的用量。

1 工程概况

东雷高速通明海特大桥 34# 主墩桩基础, 桩径 $\Phi 2.5/\Phi 2.2$, 桩长 85.5m; 35# 主墩桩基础, 桩径 $\Phi 3.1/\Phi 2.8$, 桩长 137.5m, 属于大直径深长钻孔灌注桩, 且均为摩擦桩。桩基下卧地层为第四系覆盖层, 自上而下主要由粉质粘土层、砂层交替分布, 砂层厚度约占 1/3, 极易发生孔壁坍塌事故, 控制好泥浆性能是桩基础施工的成败关键。

34# 墩、35# 墩均位于海上, 若采用淡水造浆, 一方面造浆需要大量淡水, 海上交通运输不便, 会导致人力、物力资源巨大消耗, 增加施工成本; 另一方面淡水泥浆易受海水侵蚀、污染, 影响泥浆性能。为充分利用海水资源, 提高施工工效, 决定采用普通膨润土的海水造浆技术, 配制出不分散、低固相、高粘度的优质海水泥浆。

2 泥浆配制材料的选择

2.1 水的选择

海水与淡水的区别主要在水质上, 淡水含盐量少, 矿物质离子含量少, 水质呈弱碱性, 而海水是一种复杂的多组分多相体系, 含盐量高、呈偏碱性, 与淡水泥浆相比, 海水泥浆比重大、稳定性低、胶体率差, 这是由于海水中含有大量的盐及各种金属离子, 海水泥浆在配方中就需要加入各种添加剂, 所以淡水泥浆优越性高于海水泥浆^[3]。但在海域施工区域进行钻孔桩施工, 其淡水运送交通不便、淡水又十分紧缺, 作业过程中不可预见因素多, 无法保证钻孔桩连续性作业。为此, 本项目 34# 墩、35# 墩桩基础施工时通过添加一定配比的处理剂, 调节海水矿物质含量, 调制出满足施工要求的海水泥浆。

2.2 土的选择

常见的土有钙基膨润土、钠质膨润土, 本项目选用泥皮薄、稳定性好、造浆率高的钠质膨润土。钠基膨润土加

入水，水很快进入蒙脱石的晶格层，使膨润土快速湿胀，并成为一种带有电荷的亲水胶体，通过颗粒的静电斥力保持稳定的悬浮状态。

2.3 增粘剂的选择

使用增粘剂可有效预防钻孔过程中发生塌孔，在泥浆受盐分或水泥浆污染时可起保护凝胶的作用，同时还可提高钻进效率。当前大直径钻孔灌注桩施工过程中淡水造浆时常采用羧甲基纤维素（CMC）作为增粘剂，但在海水环境中，由于阳离子及 Cl^- 的大量存在，会大大降低泥浆粘度。本项目海水造浆采用聚阴离子纤维素（PAC），它具有增稠性、保水性、抗盐性及较好的薄膜成形性，且其在海水中不降黏。

2.4 分散剂的选择

分散剂的首要作用是使进入水中的膨润土颗粒分散开来，形成外包水化膜的胶体颗粒，减少了内部阻力，尤其在海水环境下具有较多钙离子（ Ca^{2+} ）、镁离子（ Mg^{2+} ）、钠离子（ Na^+ ）等金属离子，泥皮的形成性能降低，比重增加，致使膨润土凝聚、泥水分离，有可能造成孔壁坍塌。使用分散剂可以解决这些问题，改善泥浆性能，碳酸钠（ Na_2CO_3 ）就是很好的分散剂之一，碳酸钠（ Na_2CO_3 ）可与海水中的钙离子（ Ca^{2+} ）、镁离子（ Mg^{2+} ）起化学反应形成碳酸钙（ CaCO_3 ）等，使金属离子惰性，可根据需要，利用碳酸钠（ Na_2CO_3 ）的掺量来控制 PH 值，PH 值呈碱性（9~10），其泥浆稳定性好。

3 海水泥浆的制备

3.1 泥浆的制备

施工现场根据试验配合比（见表 1）加入造浆原料，尤其值得注意的是本项目选用的增粘剂——聚阴离子纤维素（PAC），它较难溶解，集中投放易结团，难以发挥效应，所以在使用前应进行溶解，且静置一段时间，方可投入造浆。

名称	海水（ml）	钠基膨润土（g）	PAC（g）	纯碱（g）	备注
用量	700	70	1.54	1.54	/

表 1 海水泥浆制备表

基浆的拌制必须通过强劲的搅动才能形成胶体，本项目选用高效、低噪音的 ZJ400 型泥浆搅拌机拌制泥浆，使造浆材料充分融合分散溶解，待充分搅拌水解膨化后（一般需要 24h 以上），利用 11kW 泥浆泵将优质泥浆排至所需孔位内。

3.2 泥浆性能指标控制

采用试验配合比现场施工时，泥浆性能指标控制如下：比重控制在 $< 1.09\text{g}/\text{cm}^3$ ，含砂率控制在 $\leq 1\%$ ，粘度控制在 $20\sim 22\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，泥浆 pH 值控制在 9~10，胶体率一般大于 95%，失水率控制在 $< 10\text{ml}/30\text{min}$ 。

3.3 钻进过程中泥浆性能控制

地质报告显示 34# 墩、35# 墩施工区域地层自上而下由粉质粘土层、砂层交替分布。粉质粘土层呈可塑~硬塑状，施工过程中泥浆性能指标控制不佳容易造成糊钻现象；砂层饱和、密实，施工过程中泥浆性能指标控制不佳容易发生孔壁坍塌，所以在钻进过程中需要对泥浆进行有效监控，一般在正常钻进时每隔 2 小时检测一次泥浆性能指标，并根据渣样及时调整泥浆性能指标。施工过程中各地层泥浆性能指标见表 2。

地层情况	相对密度 (g/cm^3)	粘度 (s)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	泥皮厚 (mm/30min)	PH值
粘土层	1.05~1.15	18~20	≤ 4	≥ 95	≤ 2	9~10
砂层	1.10~1.25	20~28	≤ 8	≥ 95	≤ 2	9~10

表 2 各地层施工泥浆性能指标要求

4 海水造浆的技术优势

（1）降低施工成本：使用海水造浆有效减少了淡水在运输过程中产生的人力、物力消耗，降低施工成本，同时避免了因淡水供应问题导致的钻进过程中工序衔接不上等质量隐患。

（2）实际操作性强：海水造浆能够节约大量淡水资源，便于就地取材，且造浆工艺简单，无需过多的设备配合。

（3）造浆效果理想：根据配合比调制的水水泥浆，其性能指标能够达到护壁要求，成桩质量完全可靠。

5 结束语

东雷高速连接线中透明海特大桥 34# 墩 12 根桩，35# 墩 30 根桩，合计 42 根桩，在施工过程中使用上述泥浆

配合比, 泥浆性能满足使用要求, 桩基检测结果均为 I 类桩。

根据不同海域海水和地质条件, 利用普通膨润土, 通过配和比的调整, 可以制造出优质的海水泥浆, 大幅降低施工成本, 具有明显的经济效益和社会效益, 在沿海地区大直径桩基施工中具有广阔的应用前景和推广价值。

[参考文献]

- [1]CSIC-JT. 公路桥涵施工技术规范: JTJ041-2000[S]. 2000.
 - [2]高超, 刘可兵, 姚磊华. 杭州湾大桥工程中的海水造浆技术[J]. 市政技术, 2007, 25(2): 93-95.
 - [3]毛志坚, 林海, 高超. 超大直径桩海水造浆的工艺研究与应用[J]. 公路, 2006(6): 210-213.
- 基金项目: 一种新型环保泥浆的研制