

江苏苏通大桥钻孔桩施工超标 PHP 泥浆技术的应用

石飞轮

(湖南省地质矿产勘查开发局四六八队,湖南 娄底 417000)

摘 要 江苏苏通大桥桥基场地地质条件较差,在钻孔桩施工中出现护筒下沉不到岩层的情况,采用超标聚丙烯酰胺泥浆使工程得以顺利进行。介绍了超标 PHP 泥浆的特点、制作工艺及使用情况等。

关键词 江苏苏通大桥 钻孔灌注桩 超标 PHP 泥浆

中图分类号:U455.55⁺1 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2006)02-0050-02

1 工程概况

苏通大桥位于江苏东部的南通市和苏州常熟之间,东距长江入海口 108 km,西距江阴大桥 82 km,主要由跨江大桥和南北岸接线工程 3 部分组成,路线总长 32.4 km,是我国建桥史上工程规模最大、综合建设条件最复杂的现代化特大型桥梁工程之一。苏通大桥创造了斜拉桥型 4 项世界之最:(1)斜拉桥主孔跨度 1088 m;(2)主塔高度 306 m;(3)斜拉索的长度 580 m;(4)主桥墩 4、5 号分别采用 131 根直径 2.5~2.8 m、长 120 多米的群桩构筑,平面尺寸 113.75 m×48.1 m。

从地质资料分析,场地地质条件差异不大,均为第四系覆盖层,以亚粘土、砂层为主。

2 工程施工要求

苏通大桥的特点在于基础持力层深埋在 200 m 以下,所以出现摩擦型大直径百米钻孔灌注群桩基础。为确保钻孔桩承载力,从桩受力机理出发首先应要求孔壁泥皮薄($\delta \leq 1$ mm),以提高桩侧摩阻力;其次应要求孔底沉渣小($\delta = 0$),以提高桩端阻力;其三应缩短成孔时间,将深孔土壤的蠕动紧缩影响降到最低程度。

3 钻孔泥浆工艺技术

泥浆技术好坏是影响钻孔灌注桩工程质量的一个极为重要的因素。在直径 >2.5 m 的大直径钻孔灌注桩对泥浆的要求极高,且地质复杂,覆盖层较厚,护筒下沉不到岩层的情况下,决定使用超标聚丙烯酰胺(PHP)泥浆。

3.1 超标 PHP 泥浆的特点

(1)此泥浆的特点是不分散、低固相、高粘度,保证在各种复杂的地质情况下具有防塌、防漏、不缩孔的性能。

①粘度高,粉细砂中粘度 ≤ 27 s,粗砂、砂砾中粘度 ≤ 35 s;

②失水量小,失水量 ≤ 10 mL/30 min;

③泥皮厚度薄,厚度 ≤ 1 mm/30 min。

(2)效率高。PHP 泥浆胶体率大、含砂率小、密度小,特别适用的是反循环钻进,其钻进阻力小,对机件的磨损小,携带钻屑的能力强,出口含砂率高,回流泥浆含砂率低(0.5%~1%),因此钻进效率高。

(3)经济性好。此泥浆必须采用膨润土,单价比粘土高,但造浆率比粘土高出四五倍,再加上完善的循环净化系统,使泥浆能回收 60% 以上,因此按单价计算虽然较高,但综合总成本(即单位体积泥浆的造价)反而降低。

(4)环保性能好。PHP 泥浆废料的 pH 值为 8,无毒、无害,不影响农作物生长,对环境的污染可减小到最低程度。

3.2 不同阶段对超标 PHP 泥浆指标的要求(见表 1)

3.3 PHP 鲜浆的制作

3.3.1 制浆设备的准备

(1)膨润土储存、堆放房间及场地;(2)泥浆搅拌机及池旁高压水流自循环拌制泥浆机;(3)浓、淡两种基浆储存池;(4)基浆进出口各种管道、龙头、阀门的安装到位。

3.3.2 材料准备

超标 PHP 泥浆由膨润土、 Na_2CO_3 、CMC 和 PAM

收稿日期 2005-09-28

作者简介:石飞轮(1978-)男(汉族),湖南涟源人,湖南省地质矿产勘查开发局四六八队工程勘查、技术质量管理科科长,岩土工程专业,从事桩基施工、工程勘查技术和管理工作,湖南省娄底市新星中路,13873802680,shifeilun@265.com。

表 1 不同阶段对超标 PHP 泥浆指标的要求

性 能	①基浆	②鲜浆	③钻进	④回流	⑤清孔	⑥弃用
	膨润土 + 碱	① + PHP	②与钻屑混合	③净化 + ②	④ + ②	④沉淀中
密度/(g · cm ⁻³)	<1.03	<1.04	<1.20	<1.08	<1.06	>1.3
粘度/(Pa · s)	20 ~ 22	26 ~ 35	25 ~ 28	24 ~ 26	22 ~ 24	>42
含砂率/%	<0.30	<0.30	<4	0.5 ~ 1.0	≤0.3	>10
胶体率/%	>98	100	96	98	100	<90
失水量/[mL · (30 min) ⁻¹]	15	<10	<18	<15	<10	>25
泥皮厚度/[mm · (30 min) ⁻¹]	1.5	≤1	2	1.5	1	>5
pH 值	9 ~ 10	10 ~ 12	9 ~ 10	9 ~ 10	8 ~ 9	<7 或 >14
静切力/Pa	2 ~ 4	4 ~ 6	3 ~ 5	3 ~ 5	3 ~ 5	<1
说 明	可少量掺用 CMC 改善性能	要用专门的制浆设备及储存设备用泵运输	钻进中出口泥浆指标不好在回流泥浆中调整	通过循环池沉淀经除砂器后 , 再加新浆回流孔内	清孔后用正循环法在桩底注入 5 m 高②作隔离层	在循环池中清除固相沉渣

注 : 表中指标适用钻孔地层为砂性土情况 , 如粘土土则粘度指标和 pH 值要下调。

(水解品称 PHP) 等 4 种主要原料组成。各种材料的作用和掺入比例如下。

(1)膨润土。为泥浆胶体质的主要来源 , 分钠质(如南京、山东出产) 和钙质(如湖南、福建生产) 两类。钠质膨润土泥皮薄 , 稳定性好和造浆率高 , 所以优先选择钠质膨润土。膨润土掺量为泥浆体积 6% ~ 8% 。即 100 m³ 泥浆需用 6 ~ 8 t 膨润土。

(2)纯碱。主要作用是增大 pH 值 , 使粘土颗粒进行分散 , 并增加表面负电荷 , 来吸附带正电荷的钻屑 , 使泥浆悬浮钻屑效能更好 , 因此回流孔内泥浆 pH 值应稍高一些。纯碱掺量为泥浆体积的 0.3% ~ 0.5% , 即 100 m³ 泥浆需用碱 300 ~ 500 kg。

(3)羟甲基纤维素(CMC)。可提高泥浆的粘度 , 具有使土壁表面形成化学膜泥皮和降低失水量的功能。它常作为膨润土基浆的改性剂 , 掺用量为泥浆体积的 0.05% ~ 0.1% , 即 100 m³ 泥浆需用 50 ~ 100 kg。

(4)聚丙烯酰胺(PHP)。其突出功能是使泥浆具有触变性 , 保持不分散、低固相、高粘度的优质性能。其掺用量为泥浆体积的 0.003% 左右 , 即 100 m³ 泥浆需用 3 kg。

3.3.3 配制基浆

膨润土泥粉和水不能在自然状态下混合成泥浆 , 必须通过强劲的搅动才能形成胶体。膨润土经制浆机拌和后注入池中 , 还要用高压水泵(或水枪) 自吸反喷多次循环才能形成均质泥浆。

(1)浓基浆。是制作高粘度 PHP 新鲜泥浆的基本材料。它以膨润土中胶体率为基础加入相应碱以及少量 CMC 制成。

(2)淡基浆。适用粘性土层的钻进。因粘土本身能造浆 , 故不需要过多膨润土。淡基浆作为降低 PHP 含量而发生絮凝作用 , 其优点是保持泥浆全过程化学成分不变 , 仅仅是浓度变化而已。

3.3.4 配制 PHP 新鲜泥浆

(1)原料聚丙烯酰胺(PAM) , 分子量为 1000 万左右 , 使用前先水解 , 水解后称 PHP。工地常用常温法 , 提前水解的步骤如下 : 首先将聚丙烯酰胺(100) 置于清水(6000) 中浸泡 1 天 , 然后加入烧碱在搅拌筒中搅拌以促溶 , 用量按反应量计算 , 用量多少与分子量和水解度成正比 , 为 PAM 的 10% 左右 , 形成浓 PHP 溶液。

(2)将 PHP 溶液加入到前述膨润土浓基浆中 , 经高压反复喷射混合就形成 PHP 新鲜浓泥浆。其表征为嫩豆腐色果冻状。

3.3.5 PHP 新鲜泥浆的使用

工程中在防止护筒底反穿 , 不稳定地层塌孔 , 砾卵石泥浆漏失等情况时使用 PHP 浓泥浆。在粘性土中钻进时使用淡的 PHP 泥浆来稀释从而提高钻屑的悬浮度。清孔后用正循环法在桩底注入 5 m 高 PHP 新鲜浓泥浆作隔离层 , 以防止孔底沉渣产生。

4 结语

(1)在江苏苏通大桥主桥 5 号墩的施工经验以及效果证明 , 超标 PHP 泥浆技术的应用 , 具有良好的效果 , 在控制成孔质量以及孔底沉渣等方面都达到了预期要求。

(2)超标 PHP 泥浆技术的应用在大型桥梁桩基施工中应具有较大的推广意义。