

旋挖钻机聚合物泥浆施工技术浅探

祁建永, 王国辉, 张彦鹏, 付景坤

(河北建设勘察研究院有限公司, 河北 石家庄 050031)

摘要:通过对聚合物泥浆护壁机理的分析, 简要叙述了聚合物泥浆的性能特点, 为在旋挖钻孔工艺中应用聚合物泥浆, 总结了聚合物泥浆的制备、回收、净化、排放方法, 优化了施工时泥浆循环系统的布置方案。结合工程实践, 指出了旋挖钻进时应注意的问题和对一些易出现问题的处理方法, 对旋挖钻机应用聚合物泥浆施工时具有一定的指导意义。

关键词: 聚合物泥浆; 护壁机理; 旋挖钻孔; 施工控制

中图分类号: TU473.1⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)08-0060-04

Discussion on Construction Technology with Rotary Drilling Rig and Polymer Slurry/ QI Jian-yong, WANG Guo-hui, ZHANG Yan-peng, FU Jing-kun (Hebei Research Institute of Construction & Geotechnical Investigation Co. Ltd., Shijiazhuang Hebei 050031, China)

Abstract: The paper briefly related the characteristics of polymer slurry based on the analysis on the wall protection mechanism of polymer slurry. Preparation, recycling, purification and discharging method of polymer slurry were summed up, and the layout of slurry circulation system was optimized. According to the engineering practice, some rotary drilling problems necessary to pay attention and the treatment methods were pointed out.

Key words: polymer slurry; wall protection mechanism; rotary drilling hole; construction control

0 前言

旋挖钻机具有功率大、输出扭矩大、轴向压力大、机动灵活、施工效率高、污染少的特点, 在国内外的钻孔灌注桩施工中得到了广泛应用, 尤其在欧洲和日本等发达国家已经成为大直径钻孔灌注桩施工的主力机型。近年, 旋挖钻机及其施工工法在国内逐渐被认识, 在大直径钻孔灌注桩施工中已经得到普及应用。

旋挖钻机施工时一般为静态泥浆护壁, 静态泥浆多采用膨润土泥浆。膨润土泥浆中固体颗粒含量多, 适用地层的范围较广, 但膨润土泥浆的膨润土用量很大, 泥浆制备时使用的人工多, 弃浆量大, 弃浆不加处理易形成二次公害, 弃浆处理的费用高, 对环境和人身伤害较大。

聚合物泥浆以使用方便、弃浆量小、环境污染及二次公害小, 制浆时使用人工少、工程造价低的优点, 在旋挖钻孔工艺中正得到越来越广泛的应用。

1 聚合物泥浆的护壁机理及性能特点

1.1 聚合物泥浆的护壁机理

聚合物泥浆是一种高分子量的人工合成聚合物环保泥浆, 它是由许多单体低分子化合物链接聚合

而成的长链状化合物, 它极长的分子链呈卷状无序地分散于泥浆中, 这些单个的小卷受到剪切力后就会伸展开来, 穿过不同的层面形成连接桥。

聚合物泥浆注入钻孔后, 一定数量的聚合物分子吸附在钻孔孔壁的土粒表面和两个土粒的间隙上, 在桥接作用下形成一种网状吸附。这种聚合物分子吸附网的胶结作用, 克服了水对土粒的润湿、剥落等作用, 使孔壁得到初步稳定。随着吸附的连续进行, 孔壁表面的聚合物吸附网不断加密, 同时, 一定数量的聚合物分子在孔壁内外压差的作用下渗透进入孔壁内部土粒孔隙中, 在土体孔隙的内表面上同样出现聚合物分子的吸附胶结作用。随着吸附的不断进行, 聚合物分子吸附网逐渐形成连续覆盖孔壁表面和孔隙内表面的膜。当膜加密到一定程度时, 在孔壁及聚合物泥浆进入的深度内, 都被聚合物分子吸附膜所胶结。孔壁自表面到一定深度范围内因被胶结而得以稳定。

1.2 聚合物泥浆的性能特点

由聚合物泥浆的性能和它护壁的作用机理可以看出, 聚合物泥浆具有以下性能特点:

(1) 聚合物泥浆材料为粉末状晶体颗粒, 中性, 极易溶于水, 可以在较低浓度条件下创造极佳的粘

收稿日期: 2010-07-06

作者简介: 祁建永(1975-), 男(汉族), 河北保定人, 河北建设勘察研究院有限公司岩土工程公司副经理、注册建造师, 岩土工程专业, 从事岩土工程施工技术工作, 河北省石家庄市建华南大街58号, qijianyong1975@sina.com。

度环境,能够最大限度的粘住并沉淀钻屑,使得钻头能够轻易从钻孔中取出钻屑,从而提高钻进效率。

(2) 聚合物泥浆长分子链的桥接吸附作用可以将泥浆中的许多小土粒纵横胶结到一起,形成大颗粒,从而快速沉淀到孔底,使聚合物泥浆具有很好的自身净化能力。这种自身净化能力使泥浆能够很好地保持性能,最大化泥浆的重复利用率。

(3) 挖出的钻渣能够粘结成团,成孔现场十分整洁,对现场文明施工非常有利(见图 1)。



图 1 旋挖钻机挖出的砂,现场干净整洁

(4) 聚合物泥浆的自身净化能力使泥浆中的钻屑颗粒很少,灌注时混凝土受泥浆污染小;施工时泥浆的密度接近 1.0 kg/L,对混凝土灌注非常有利。

(5) 聚合物泥浆不在孔壁形成“泥皮”,灌注的混凝土能够很好地与孔壁结合,从而可以有效地提高桩的承载能力。

2 聚合物泥浆的制备、回收和排放

2.1 聚合物泥浆的配比

聚合物泥浆的主要成分为水、高分子聚合物泥浆材料和水处理剂(Na_2CO_3)。加入水处理剂的目的是对水进行预处理,将水的 pH 值提高至 8~10,沉淀水中的钙离子使聚合物泥浆达到最佳的性能。水处理剂的加量一般为用水量的 0.003%~0.005%。

泥浆中泥浆材料的添加量和达到的粘度根据地质条件确定,施工时可参考表 1。

表 1 泥浆材料及粘度推荐表

地层	泥浆材料加量/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	粘度/s
粘土	0.4~0.6	25~28
粉土、细~中砂	0.6~0.9	28~32
粗砂、较小的砾石	0.9~1.2	32~35

初始配制时可将泥浆粘度适当地提高,然后根据实际的情况,在保证施工安全的前提下,逐步降低

材料的添加量,以控制施工成本。

2.2 聚合物泥浆的制备

聚合物泥浆制备时先使用 pH 试纸测试配制水源的 pH 值,根据具体情况在泥浆池中添加少量纯碱,将泥浆池中水的 pH 值调节到 8~10。再将聚合物泥浆材料均匀地洒在喷射的水流上(施工情景见图 2),同时,泥浆池中的泥浆要保持搅动状态,直至泥浆材料充分水化分散。



图 2 在喷射的水流上加入泥浆材料

泥浆的搅动最好选用空压机和供气管路组成的供气系统。应避免使用离心式泥浆泵进行循环搅动,以免破坏聚合物泥浆材料的长链状化学结构,降低泥浆的粘度和护壁效果。空压机要根据泥浆池大小来匹配,确保提供足够的动力来保证泥浆材料的混合及分散。

泥浆材料全部加入泥浆池后,用供气系统向泥浆池中持续鼓气,把泥浆充分搅动 60~90 min,即可使用。

拌合后泥浆密度近于 1.0 kg/L,长期静置则会有沉淀现象,因此,泥浆使用过程中应持续向泥浆池中供气,保持泥浆搅动。

2.3 聚合物泥浆循环系统的构成

施工时聚合物泥浆循环系统由制浆池、供浆池、泥浆沉淀池、废浆池、空压机供气系统、供浆泵、回浆泵、供浆管和回浆管构成(见图 3)。制浆池和供浆池中配备空压机供气系统,以保证池中的泥浆持续搅动。泥浆沉淀池中不能配备供气系统,以便混凝土灌注后回浆中悬浮的钻屑能够沉淀到池底。

旋挖钻孔施工时,泥浆在制浆池中制备完成后排入供浆池中,通过供浆泵和供浆管输入到钻孔中。混凝土灌注时,泥浆通过回浆泵和回浆管排入泥浆沉淀池,回浆中悬浮的泥沙沉淀到池底后,将沉淀池上部的好浆排入供浆池中进行循环利用。

供气系统由空压机和供气管路组成,供气管路可环形均匀布置在泥浆池底,供气管路上均匀布置

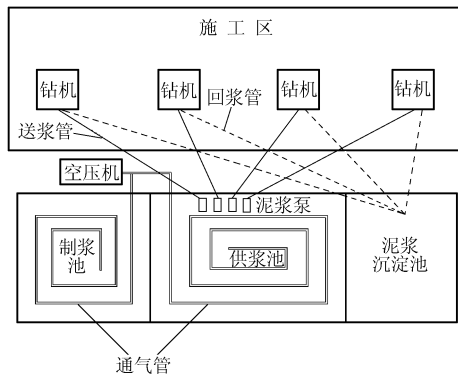


图3 聚合物泥浆循环系统的配置

一定数量的出气孔。工作时空压机提供一定压力的气体,经管路将空气注入泥浆池底部的管路内,通过管路上的气孔将气体喷出,使泥浆始终保持循环搅动状态,这样可以使泥浆混合均匀。

2.4 聚合物泥浆的回收、净化和重复利用

灌注混凝土时通过回浆泵和回浆管将聚合物泥浆回收至泥浆沉淀池中。泥浆回收时不要回收在混凝土表面上的最后1~2 m的泥浆——这些泥浆由于与混凝土的接触会受到污染,回收至泥浆沉淀池中会影响整个池中的泥浆性能。这些泥浆应排入废浆池中。

受高分子聚合物泥浆材料长分子链结构的影响,聚合物泥浆不能顺利通过振动筛筛面,泥浆净化时不能使用振动筛进行净化。聚合物泥浆具有将泥浆中悬浮的泥沙絮凝聚集成较大团块后沉淀的自身净化能力,因此,聚合物泥浆的净化可采用把需净化的泥浆排入沉淀池中进行沉淀处理的方法。泥浆沉淀池应挖成长条形,以便泥浆中悬浮的泥沙在池中得到充分沉淀。

泥浆净化后应测试其粘度和pH值。净化后泥浆的粘度和pH值一般会有所降低,重复利用前再加入纯碱来调整泥浆的pH值,为了补充其粘度损失,应在回收的泥浆中加入新的聚合物泥浆材料以达到需要的粘度。

2.5 聚合物泥浆的排放

聚合物泥浆无毒,易于降解。在工程施工结束后,将废浆池中的废浆和剩余的泥浆可以采用如下方法进行处理:在泥浆池中添加适量的强氧化剂,如双氧水或者次氯酸钠等处理剂,同时通过空压机供气系统使氧化剂与泥浆混合均匀,破坏聚合物的化学链接,使其完全降解,泥浆的粘度可逐渐降低至清水状态。

泥浆完全降解后可直接排放,对排放地环境无

污染。

3 旋挖钻孔施工应注意的问题

3.1 旋挖钻头的密封性

钻进时不论使用的是单底还是双底钻头,都要保持开合旋转灵活、间隙适中。间隙过大时要及时调整或修补,防止钻头提升时泥砂从钻头底盖处漏失到孔内增加孔底沉渣。

3.2 钻进操作控制

钻进过程中,钻头中泥砂的漏失是不能完全避免的,为了使终孔后钻渣尽快沉入孔底,应对钻进过程进行控制。

(1)开钻时要马上注入聚合物泥浆,并且保证孔内泥浆的液面高于地下水位1 m以上,以保证孔壁稳定。

(2)钻机施工时要注意控制钻具的提起和下放速度,尤其是在初提钻和出入孔口时,以便加快泥浆中钻屑的沉降,减少对孔壁的扰动,保证孔壁稳定。钻头提出后应直接转离孔口弃土,不要在孔口停留,避免泥沙泄流到钻孔内。

(3)每次起下钻要尽可能满地打捞泥沙和钻屑,保证钻头中充填满泥沙,从而减少在泥浆中分散的钻屑,减少絮状沉渣的产生。

(4)在距离终孔深度1~2 m时,暂时停止钻进,将孔内泥浆沉淀一段时间,待沉渣不再增加后再行捞渣。

3.3 泥浆漏失的处理

由聚合物的护壁机理可以看出,钻进时聚合物在孔壁形成吸附膜的同时,一部分聚合物分子渗入孔壁深层,这就不可避免地形成泥浆漏失。当泥浆漏失比较轻微时,注意向钻孔中补充泥浆即可保证施工安全。当泥浆漏失比较严重时,可向泥浆中加入细小的轻质固体颗粒,如锯末等,就会有效降低泥浆漏失速度。这样既保证了施工安全,也降低了施工成本。

3.4 泥浆性能的控制

泥浆中聚合物的含量随絮凝量的增加而减少。钻进中不仅要考虑泥浆的粘度,还要考虑泥浆材料的损失。如果加入的泥浆材料不足,当浆液中的有效成分(聚合物)损失即含量降低后,就会降低絮凝作用,悬浮物很长时间才沉落到孔底,造成沉渣时间过长。当泥浆有效成分(聚合物)严重损失到失去护壁效果后,就会发生钻孔坍塌事故。因此,施工过程中应每隔1~2 h监测一次泥浆性能,尤其是经回

收重复利用泥浆的性能,泥浆性能劣化时要适时添加泥浆材料,以保证施工需要的泥浆粘度。

3.5 孔底沉渣的控制

聚合物泥浆的自身性能决定成孔后泥浆中悬浮的钻屑在较短时间内能否沉淀到孔底,也就是说成孔完成后一定时间内孔底的沉渣会不断增加。为控制成孔后的孔底沉渣厚度,施工时可采用两次清孔法——成孔至设计孔底标高上1~2 m时停止钻进,停滞1 h左右进行第一次清孔,清孔时向下钻进0.5~1.0 m,然后再停滞1 h左右进行第二次清孔,向下钻进至设计孔底标高。这种方法能够将最终孔底沉渣厚度控制在20 cm以内。旋挖钻机移动灵活,停滞时间可以进行相邻钻孔的施工,这样既保证了施工质量,又不影响施工进度。

4 结语

通过工程实践,旋挖钻机施工时,聚合物泥浆在许多方面有着粘土泥浆无法比拟的优势,在旋挖钻孔灌注桩施工中有巨大的应用潜力。但聚合物泥

浆在我国旋挖钻机施工中的应用还不是十分广泛,它的护壁机理、泥浆性能、泥浆添加剂等还需要进一步的研究,在不同地层条件下的应用也需进一步的探索和总结。

本文是笔者施工实践的总结,不妥之处敬请指正。

参考文献:

- [1] 郑玉辉. 地下连续墙施工稳定液的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(S2): 5914-5918.
- [2] 张春来, 王国辉, 等. 聚合物泥浆在砂层钻孔灌注桩中的应用[J]. 河北勘察, 2008, (4): 26-28.
- [3] 王世光, 曹日照, 修宪民, 等. 钻探工程[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [4] 常世臣, 郑培根, 汪多伦. 现代基础工程施工[Z]. 吉林长春: 长春地质学院, 1989.
- [5] 梁金国, 聂庆科. 岩土工程新技术与工程实践[M]. 河北石家庄: 河北科学技术出版社, 2007.
- [6] 谭现锋, 朱孝顺. 静态泥浆护壁的湿式旋挖工法的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(12): 22-23.

(上接第59页)

5 施工效果

一期施工的 $\varnothing 800@1200$ 、深度14 m的钻孔咬合桩, 施工桩数93根, 二期施工的 $\varnothing 700@1000$ 、深度12 m咬合桩, 施工桩数195根。经开挖后检验完全满足设计要求, 达到了挡土止水之目的。其咬合桩垂直度、充盈系数、整体性及止水性能较好, 工程质量完全满足设计要求。顺利通过质量监督站验收。

由于为咬合桩, 钢筋笼为隔一下一, 节省一半钢筋, 咬合部分又节约了混凝土, 成本下降。经成本核算, 该种桩基的施工比灌注桩加搅拌桩结余成本(加上深层搅拌桩机的进出场费用)15%左右, 较其他桩基施工更是节约成本。

6 体会

通过钻孔咬合桩技术在上海新词综合商务楼一、二期基坑围护工程中的具体运用, 并结合实际施

工效果, 我们认为在中型基坑且施工场地限制不能设计其它类型围护结构时运用该咬合桩技术施工, 可达到既挡土又止水之目的, 可以解决因现场位置不足困扰施工的矛盾, 同时可以降低施工成本。

本工程的实践证明, 钻孔咬合桩技术在软土地基中型围护结构应用中, 具有施工工艺方法简单、成本低、安全可靠、质量效果好等特点。其围护结构强度、垂直度、整体性及止水性能方面效果尤为突出。值得相关单位推广应用。

参考文献:

- [1] 宋志彬, 冯起赠, 王年友, 等. CG型全管冲抓成孔设备及施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9): 48-52.
- [2] 徐佩林, 陈中华. 钻孔灌注咬合桩基坑围护结构的施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(5): 12-14.
- [3] 谢勋, 王钰. 全管钻孔咬合桩的施工及质量控制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8): 76-79.
- [4] 楼步新. 钻孔咬合桩在东旱门过江隧道工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(5): 56-58, 63.