

三轴深搅桩组合高压旋喷桩止水帷幕的应用分析

沙拥军 夏琳

江苏地质基桩工程公司, 江苏 镇江 212000

[摘要] 坑支护工程中将三轴水泥搅拌桩用于深基坑止水, 在局部土层较差部位采取高压旋喷桩加强进行止水帷幕组合进行截水。完成两种措施组合形成止水帷幕后, 止水效果良好且能保证基坑支护体系稳定。文中根据具体工程做详细的探讨。

[关键词] 三轴深搅桩; 组合高压旋喷桩止水帷幕; 质量控制策略

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1157

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Application Analysis of Water Stop Curtain of High Pressure Rotary Jet Grouting Pile with Triaxial Deep Mixing Pile

SHA Yongjun, XIA Lin

Jiangsu Geological Foundation Pile Engineering Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: In pit support engineering, triaxial cement mixing pile is used to stop water in deep foundation pit and high-pressure jet grouting pile is used to strengthen combination of water stop curtain in the part with poor soil layer. The combination of two measures forms water stop curtain, which has good water stop effect and can ensure stability of foundation pit support system. This paper will discuss details of specific project.

Keywords: triaxial deep mixing pile; combined high pressure jet grouting pile water stop curtain; quality control strategy

1 工程概况

1.1 概况

淮安市金融中心某基坑支护工程为江苏省、淮安市重点工程。基坑采用顺作法施工, 基坑周边采用钻孔灌注围护桩作为围护体, 采用 $\phi 850@1200$ 三轴水泥土搅拌桩作为隔水帷幕, 基坑南北两侧地质条件较差区域在钻孔灌注排桩与三轴水泥土搅拌桩间设置 800mm 直径的三重管高压旋喷桩, 基坑竖向设置一道钢筋混凝土支撑体系。基坑面积约 34000m², 基坑总延长约为 1200m。基坑普遍开挖深度 11.00m, 塔楼区域基坑开挖深度为 11.400m~12.60m。基坑支护结构设计使用年限为 2 年, 基坑支护安全等级为一级。主要工作量为围护桩 802 根, 三轴搅拌桩 730 组, 高压旋喷桩 447 组。

1.2 水文地质条件

基坑开挖范围地质情况为:

①层杂填土 (Q4 ml+pd): 色杂, 主要由建筑垃圾和少量生活垃圾组成, 填充物为粉土和粉质黏土, 松散, 很湿, 土质不均匀。

②-1 层粉质粘土 (Q4 al): 灰色, 含少量腐殖质, 软塑~可塑, 无摇振反应, 切面稍光滑, 韧性及干强度低, 高压压缩性, 局部层段夹薄层粉土层。该层土场地内分布不连续, 局部缺失。

②-2 层粉土 (Q4 al): 灰-灰黄色, 湿, 中密, 局部夹薄层软塑状粉质黏土, 含少量云母碎片, 韧性及干强度低, 中压缩性, 场地内均有分布。

②-3 层粉质粘土 (Q4 al): 灰色, 含少量腐殖质, 软塑~可塑, 无摇振反应, 切面稍光滑, 韧性及干强度中, 中高压压缩性, 场地内均有分布。

③层粘土 (Q4 al): 灰黄色, 含少量铁锰质, 可塑, 无摇振反应, 切面有光泽, 韧性及干强度中, 中压缩性, 场地内均有分布。

④层粉质粘土 (Q4 al): 灰色, 局部含少量腐殖质, 软塑~可塑, 无摇振反应, 切面稍光滑, 韧性及干强度中, 中高压压缩性, 局部夹薄层粉土和粉砂, 场地均有分布。

⑤A 层粉细砂 (Q4 al): 灰色、褐黄色, 饱和, 中密, 土质较均匀, 含云母碎片, 成分主要以石英和长石为主, 颗粒级配一般, 呈浑圆状, 分选性一般, 中压缩性, 局部位置分布不连续。

地下水情况为: 主要为赋存于松散沉积物中的孔隙水, 含水介质主要为①层杂填土、②-1 层粉质粘土、②-2 层粉

土、②-3 A 层粉细砂、⑥层中细砂。①层、②-1 层、②-2 层具潜水性质，透水性和富水性一般；④A 层具微承压水性。初见水位埋深 1.1~2.40m，稳定水位埋深 0.90~2.2m。

1.3 基坑周边环境

基坑南邻主要干道 3.0m，管线较多；东北两侧紧邻支干道（3.0~4.5m），支干道边为多幢 18 层住宅楼；西侧无建筑。

2 技术要求

2.1 三轴水泥土搅拌桩止水帷幕

2.1.1 水泥土搅拌桩采用 P.042.5 级普通硅酸盐水泥，水泥掺入量不小于 26%（土体容重按被加固体平均容重计算），水灰比 1.2~1.5。搅拌桩 28 天无侧限抗压强度标准值不小于 0.8MPa。

2.1.2 水泥土搅拌桩采用 $\Phi 850$ 三轴搅拌桩设备进行施工，采用套打一孔法施工，二搅二喷的施工工艺。

2.1.3 桩与桩的搭接时间不宜大于 24 小时，若因故超时，搭接施工中必须放慢搅拌速度保证搭接质量。如无法搭接或搭接不良，应作为冷缝处理，采取在冷缝处外侧与隔水帷幕相切补做不少于三根搅拌桩，并在补做搅拌桩与原隔水帷幕接缝处两端各设置不少于两根搭接长度为 200mm 的 $\Phi 1000$ 旋喷桩进行封堵加强。

2.1.4 桩机立柱导向架垂直度偏差小于 1/250。

2.1.5 三轴水泥土搅拌桩下沉速度控制在 0.5~1.0m/min，提升速度控制在 0.8~1.5m/min，并保持匀速下沉与匀速提升浆液泵送量应与三轴搅拌机的喷浆搅拌下沉或提升速度相匹配，确保搅拌桩中水泥掺量的均匀性。如因故停浆，应在恢复压浆前将深层搅拌机下沉 0.5m 后在注浆搅拌施工。

2.1.6 桩体垂直度偏差不大于 1/250，桩位偏差不大于 50mm，桩深偏差不大于 50mm，成桩直径偏差不大于 10mm。

2.1.7 三轴水泥土搅拌桩桩身强度采用试块试验并结合 28 天龄期后钻孔取芯综合判定。试块试验数量及方法：每班抽查 2 根桩，每根桩制作水泥土试块三组，采用水中养护测定 28 天无侧限抗压强度。钻孔取芯不少于总桩数的 2%，每根桩取芯数量不少于 5 组，每组不少于 3 件试块。

2.1.8 工程场地土质砂性重，应先施工三轴水泥土搅拌桩，后跟进施工钻孔灌注排桩。

2.2 高压旋喷桩

2.2.1 高压旋喷桩采用三重管法，P.042.5 级普通硅酸盐水泥，水泥浆液水灰比 0.8。

2.2.2 高压旋喷桩压力控制：气压不小于 0.7MPa，水泥浆液流压力大于 1MPa，水压不小于 35MPa。旋喷提升速度 15~20cm/min，水泥浆液流量 60~80L/min，水流量 70~80L/min。由下而上喷射注浆，注浆管分段提升的搭接长度大于 100mm。

2.2.3 高压旋喷桩施工结束后 4 周采用钻孔取芯检测，检测数量不低于总桩数 1%且不少于 3 根，强度不低于 1MPa。

3 施工质量控制措施

3.1 三轴水泥土搅拌桩质量控制措施

3.1.1 保证桩体垂直度措施

施工垂直度应小于 1%，以保证墙体的防渗性能。

(1) 在安设道轨枕木的位置，需要进行专业的处理，保证地层的平整度，并且要对道轨枕木的统一性加以确保。

(2) 在正式进行孔洞设置之前，需要运用专业的水平尺，针对机械架进行调整，保证桩体的状态达到规定的标准。

(3) 利用专业的仪器设备对搅拌轴从水平以及垂直两个方向进行调整。

(4) 在实施工程建造工作的过程中，要对机座的周围标高进行密切的关注，保证机械能够保证正常的运转。

3.1.2 下沉和提升控制

三轴水泥搅拌桩提升和下沉的过程中，务必要维持稳定匀速的螺杆旋转，上升和下降过程中需要保证速度的均匀性。在实施注浆施工工作的时候，需要对下沉和提升的速度进行合理的管控，结合下沉和提升过程中的速度，来对水泥浆液的灌注量进行计算。之后利用高压喷气的方法对孔洞内水泥进行充分翻搅，促使水泥浆液在完全凝结之前，可以达到充分的混合的状态，促进搅拌桩质量的提升。

3.1.3 保证加固体强度均匀措施

(1) 压浆阶段时，要结合实际选择适当的方法，规避断浆和管道堵塞的情况发生。如果出现桩体断裂的情况，需要持续向下钻入 50 厘米之后方能实施喷浆提升；

(2) 利用“二喷二搅”施工方法，从根本上避免发生桩顶漏喷情况出现，提升桩顶水泥层的质量。

(3) 搅拌头在下沉到标高位置之后,启动灰浆泵,将混合完成的水泥浆液灌注在地基结构之中,并且在灌浆的过程中需要保证持续的搅拌。

3.2 高压旋喷桩质量控制措施

3.2.1 钻机或旋喷机就位时机座要平稳,避免出现严重的晃动,立轴或转盘与孔位对正,倾角与设计误差一般不得大于 0.5° 。

3.2.2 喷射注浆前要检查高压设备和管路系统,设备的压力和排量必须满足设计要求。管路系统的密封圈必须良好。各通道和喷嘴内不得有杂物。

3.2.3 喷射注浆时要注意准备,开动注浆泵,待估算水泥浆的前锋已经流出喷头后,才开始提升注浆管。自下而上喷射注浆。

3.2.4 喷射注浆时,开机顺序也要遵守第3条的规定。同时开始喷射注浆孔的孔段要与前段搭接0.1m防止固体体脱落。

3.2.5 喷射注浆作业后,由于浆液析水作用,一般均有不同程度的收缩,使固体体顶部出现凹穴,所以应及时用水灰比为 $0.6\sim 1$ 的水泥浆进行补灌,并要预防其他钻孔排除的泥土或杂物进入。

3.2.6 为了加大固体体尺寸,或深层硬土为避免固体体尺寸减小,可以采用提高喷射压力、排量或降低回转与提升速度等措施,也可采用复喷工艺。

结束语

止水帷幕形成14天后,基坑内降水,水位稳定在距基坑底部2m位置。由此可知,三轴水泥土搅拌桩组合高压旋喷桩可有效解决复杂地层水文条件下基坑止水问题,可确保基坑本体和周边环境安全。三轴水泥土搅拌桩组合高压旋喷桩形成止水帷幕的良好效果有助于今后类似工程施工,具备借鉴作用。

[参考文献]

[1] 某人. 建筑基坑支护技术规程[J]. 岩土力学, 2012, 33(11): 3317.

[2] 叶团进. 三轴水泥搅拌桩组合高压旋喷桩形成止水帷幕的应用[J]. 福建建筑, 2013(09): 67-69.

作者简介: 沙拥军, 男, (1966-), 重庆大学; 建筑工程, 江苏地质基桩工程公司, 经营经理。