

软土地基水泥深层搅拌桩施工与控制

张丽秀,江彬,唐燕

(中原油田建设集团建筑工程处)

摘要:通过对软土地基深层搅拌桩施工与控制的实践,根据深层搅拌桩的原理、特点及技术要求,从而提出施工工艺与施工质量控制措施,保证工程施工质量。

关键词:地基处理;深层搅拌桩;施工;控制

燕山进口原油管道配套工程的南疆油库首站部分,根据工程地质资料显示,场地为人工堆填、海潮相沉积、以及陆相冲击形成,场地15m深度范围内土层类型为软土。建筑场地类别为Ⅳ类,地下水位高。地震裂度为7度,冻土浓度为600,场地③₂层土为粉质粘土及粉土。站内配套用房(操作室、体积管室、水标间、配电间)地基处理为喷水泥浆深层搅拌桩, $D=500$, $L=8.5$ m,共94根;外输泵棚、流量计棚、体积管棚为单层框架结构,其独立基础地基处理为喷水泥浆深层搅拌桩, $D=500$, $L=8.5$ m,共3×72根;消防路地基处理为喷水泥浆深层搅拌桩, $D=500$, $L=8.5$ m,共1434根;照明灯塔基础地基处理为喷水泥浆深层搅拌桩;我们根据工程特点,采取了切实可行的施工与控制措施,较好地控制工程施工质量。

1 水泥深层搅拌桩的原理及特点

深层搅拌法是用以加固饱和粘性土地基的一种新方法。它是利用水泥材料(或石灰粉)作为固化剂,通过特制的搅拌机械,在地基深处将软土和固化剂(浆液或粉体)强制搅拌,由固化剂和软土间所产生的一系列物理化学反应,使软土结硬成具有整体性、水稳性和一定强度的水泥石,从而提高地基强度和增大变形模量。

水泥与软土采用机械搅拌加固的基本原理,是基于水泥加固土的物理化学反应过程,它与混凝土的硬化机理不同,混凝土的硬化主要是水泥在粗骨料中进行水解和水化作用,所以凝结速度很快。而在水泥加固土中,由于水泥掺入量很小,仅占被加固土重的15—18%,水泥的水解和水化反应完全是在具有一定活性的介质土的围绕下进行,所以硬凝速度缓慢且作用复杂。水泥的各种水化物生成后,有的自身继续硬化,形成水泥石骨架,有的则与其周围具有一定活性的粘土颗粒发生反应。水泥加固软粘土主要产生水泥的水解和水化反应、离子交换和团粒化

作用及硬凝反应。

水泥深层搅拌桩,相对传统的预制桩和钻孔桩而言,具有造价低、布桩灵活、对桩尖下卧层要求不高等优点外,还具有施工中无振动、无噪声、无地面隆起和对周围建筑物无有害影响等特点。同时,搅拌桩就地成桩,避免灵敏度系数6—9的软土的振动和扰动,土体的初始强度不发生破坏或降低,后续沉降一般都较小,不超过容许值。桩间土的实际极限承载力一般也比天然地基的极限承载力大。所以广泛应用于沿海发达地区的软土地基处理,这些滨海和三角洲沉积相地层多为软土淤泥,其含水量高、压缩性大、灵敏度大、强度低、有机物含量高,如采用传统的排水固结法和置换法,多数不能取得良好的加固效果,还将产生软土的第二次沉降。所以本工程采用水泥深层搅拌桩加固地基,设计是比较理想的。

2 水泥深层搅拌桩的施工控制

2.1 一般施工控制措施

2.1.1 施工工艺流程:定位→预搅下沉→喷浆搅拌上升→重复搅拌下沉→重复搅拌上升→清洗移位。

2.1.2 定位。起重机(或塔架)悬吊搅拌机到达指定桩位,对中。当地面起伏不平时,应调整使起吊设备水平。

2.1.3 预搅下沉。待搅拌头的冷却水循环正常后,启动搅拌机电机,使搅拌机沿导向架搅拌切土下沉,下沉的速度可由电机电流监测表控制,工作电流不得大于70A。如果下沉速度太慢,可用输浆系统补给清水以利钻进。

2.1.4 按设计确定的配合比制备水泥浆。拌制水泥浆时,应加水至要求的计量位置后,启动搅拌机,使水搅动起来,后按要求的水泥量边搅拌边加入水泥。按设计量加完水泥后的搅拌时间一般不得少于3分钟。水泥浆搅制完成后经过滤倒入贮浆桶中。

2.1.5 喷浆搅拌提升。当搅拌头下沉到设计深度后,启动送浆泵(喷粉机)开始送浆(喷粉),送浆到达

搅拌头后静喷1分钟后,按设计要求的提升速度(一般为1~1.5m/min)喷浆搅拌提升。

2.1.6 重复上、下搅拌。搅拌头提升至设计加固的顶面标高时,贮浆桶(集料斗中的粉料)水泥浆正好排空。为使软土与水泥浆液搅拌均匀,再次将搅拌头边搅拌边下沉至加固的设计深度后,再将搅拌头提升出地面。

2.1.7 清洗移位。浆液送完后,向集料斗中注入适量的清水,开启灰浆泵,清洗全部管路中的残存浆液,直至出水基本干净为止,并将粘附在搅拌头上的软土清洗干净。移机至下一桩位,重复上述步骤,进行下一桩的施工。由于搅拌桩顶部受力较大,通常做法是对桩顶1~1.5m范围内再增加一次喷浆,以提高其强度。

2.2 施工注意事项

2.2.1 施工现场应予平整,必须清除地上和地下一切障碍物。明浜、暗塘及场地低洼时,应抽水、清淤和分层夯实回填素土。开机前应试机检查桩机运转和输料管路畅通情况。

2.2.2 根据实际施工经验,搅拌桩在施工到顶部0.3~0.5m范围时,因上覆压力小,搅拌质量较差,因此,其场地平整标高应比设计确定的基底标高再高出0.3~0.5m。待开挖基坑时将顶部虚桩头挖除。

2.2.3 搅拌桩的垂直度偏差不得超过1%,桩位布置偏差不得大于50mm,桩径偏差不得大于4%。

2.2.4 施工前确定灰浆泵输浆量、灰浆经输浆管到达搅拌头的时间和起吊设备提升速度等参数,并根据设计要求通过成桩试验确定各项施工参数。宜用流量泵控制输浆速度,使注浆管出口压力保持在0.4~0.6MPa,并应使搅拌提升速度与输浆速度同步。

2.2.5 制好的浆液不得离析,泵送必须连续。并有专人记录制备浆液数量、固化剂和外加剂的用量、浆液的密度和泵送浆液的时间等。

2.2.6 预下沉时不宜冲水,当遇到较硬土层下沉太慢时,方可适当冲水,但应考虑冲水对桩身强度的影响。

2.2.7 可通过复喷的办法达到桩身强度的目的,搅拌次数以1喷浆2搅拌或2次喷浆4次搅拌为宜,且最后1次提升搅拌宜采用慢速提升,当喷浆口到达桩顶标高时,宜停止提升,搅拌10~30s,以保证桩头的均匀密实。

2.2.8 施工因故停浆,宜将搅拌头下沉至停浆点以下0.5m,待恢复供浆时再喷浆提升。若停机超过3h,为防止浆液硬凝固堵管时,宜先拆卸输浆管路,妥为清洗。

2.2.9 墙式加固时,桩与桩的搭接时间不应大于24h,如因特殊原因超过上述时间,应对最后一根桩先进行空钻留出棒头,以待下一批桩搭接。如间歇时间太长(如停电等),与第二根桩无法搭接,应在设计和监理认可后,采取局部补桩或注浆措施。

2.2.10 搅拌头喷浆提升和次数必须符合施工工艺的要求,应有专人记录搅拌头每浆下沉深度和提升时间,深度记录误差不得大于100mm,时间记录误差不得大于5s。

3 经验与建议(重点控制内容)

经参与各单位共同努力,严格控制,顺利完成燕山进口原油管道配套工程的南疆油库首站站内配套用房喷水泥浆深层搅拌桩桩基施工,经检测,各项参数符合设计要求,达到了预期的目的,工程质量令人满意。根据多项工程的实践经验,对水泥深层搅拌桩施工,提出以下建议,在实际工作中进行重点控制:

水泥深层搅拌桩桩身水泥土的强度与加固时所使用的强度等级、水泥用量、被加固土的含水量及养护龄期等因素有关。

①水泥作为固化剂,是提高软土强度的主要因素,其化学成分和掺入比对水泥加固土的强度影响极大。普通硅酸盐水泥的活性高,其早期和后期强度均较好,因而其加固效果优于其他水泥品种,一般可采用强度等级32.5的普通硅酸盐水泥。水泥加固土的强度以水泥掺入比的增加而增大。一般水灰比为0.5~0.6。由于软土的含水量高,因此,对水泥加固土强度的增长很不利。为减小用水量,又利于泵送而选用掺入2%水泥用量的石膏等减水剂,增大水泥浆的稠度。混凝土的强度在龄期28d基本上达到峰值,而水泥加固土的强度增长则不同,28d后强度仍有明显增大,以龄期100d的强度作为水泥加固土的标准佳值。

②以桩径0.5m为例计算,一般水泥掺入量为10~15%,水泥用量为50~60kg/m,水泥浆密度大于或等于1.6g/cm³,成桩搅拌转速小于50r/min,提升速度小于60cm/min,上下连续喷浆以2个回次为宜。

③为保证或提高单桩承载力,可在每根桩头插入直径12~18mm的钢筋2~3根,一般长度3~6m。

④一般含水量较大的软土,尤其是淤泥,可加入水玻璃等早强剂进行处理。

⑤应注意地下水酸碱度及淤泥、腐殖物、有机质含量,并做出相应的有效处理措施,以取得理想的效果。