

长螺旋螺纹桩施工技术

李维汉¹ 王振清^{1,2} 唐子超^{1,2} 陈振兴^{1,2} 胡莲生^{1,2}

1. 中建八局第二建设有限公司 山东济南 250000

2. 济南交通发展投资有限公司 山东济南 250000

摘要:市场上广泛采用的长螺旋钻孔灌注桩(CFG桩),具有不挤土、不排泥浆、施工速度快、造价低等优点。本文在普通长螺旋钻孔桩的基础上通过专用机具和工艺,在桩径外侧增设了螺纹,扩大了桩的断面直径,螺纹与土界面形成机械咬合作用,可大大地提高桩的侧阻力、显著地减小桩长、节省混凝土、降低工程造价。本文结合工程实例,介绍了长螺旋螺纹桩的施工技术,为同类工程提供参考价值。

关键词:长螺旋螺纹桩;排土桩;软基处理

1. 工程简介

某有轨电车工程以路基段的形式修建,标段内软土路基按照设计要求需进行地基加固处理,地基处理方式有水泥土搅拌桩、螺纹桩、钻孔灌注桩、换填等,其中螺纹桩位于DK1+107.825-DK1+298.63,桩径0.5m,单根桩长8、10m,纵横向间距1.8m,正方形布置。

2. 螺纹桩设计方案

螺纹桩适用于一般黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土及强风化岩等土层。是一种“上部为圆柱型,下部为螺旋型”的组合式地基加固桩,采用钻机钻具旋转挤压土体成孔,管内泵压混凝土成桩。螺纹桩直杆段长度一般不少于桩长的1/3,螺纹段外径等于直杆段直径,螺牙宽度一般为50~60mm,螺牙端部厚度约50mm,根部厚度一般为100mm,螺距与桩径之比宜为0.6~1.0。螺纹桩是由水泥、碎石、砂等加水拌和形成的具有一定强度的桩,桩身混凝土标号一般不低于C30混凝土。

3. 螺纹桩施工工艺

3.1 施工准备

施工前探明施工范围内的地下管线,对其进行迁改和保护。设置临时排水沟、集水井等设施,抽排或引排地上积水,场地内排水疏干后,进行清表、整平原地面以满足桩机进场施工的条件。

3.2 测量放样

放线前对各控制点进行复核,确认无误后,按照设计图纸要求的布桩形式定出桩位,插入钢筋并撒布灰线。

3.3 钻机就位

桩位定好后,移动螺杆桩机到达指定桩位,对中调平。钻机就位必须准确,就位后必须保证钻机平整稳固,通过调整桩机液压支腿及桩臂螺旋支撑控制桩臂垂直度,使钻杆垂直对准桩位中心,确保螺纹桩垂直度不大于1%。检查无误后,使钻杆慢慢向下移动,当钻头接触地面时开动电机,使钻杆匀速向下钻进。确保桩位施工偏差不大于10cm。

3.4 钻进成孔

钻头及钻杆为螺纹状,钻进时钻杆旋转一周,下降一个螺距,下钻过程中为保持钻杆稳定,钻机依据动力头的转速,实时自动调整大卷扬机放钢丝绳速度使钻杆下降速度和放钢丝绳速度一致。即钻杆旋转一周,下降一个螺距在土体中形成螺纹状桩。钻进时,钻杆转速控制在5~7转/分钟,随着地质变化,电流会逐渐变化,当达到设计要求深度后。并记录相应深度、地质及电流数据。下钻过程中桩机自控系统严格控制钻杆下降速度和旋转速度,使二者匹配。钻孔开始前,应关闭钻头阀门:钻孔开始时钻进应先慢后快:过程中保持匀速下钻,钻杆旋转一圈,应同时下降一个螺距,在土体中形成螺纹,当钻至设计深度后停钻。

成孔后应进行孔深、孔径、孔位、沉渣深度等测试检查,确认符合要求后,方可进行下一道工序施工。桩径允许偏差-20~50mm,桩位容许偏差小于10cm,桩身垂直度容许偏差小于1%。

3.5 灌桩及提钻

螺纹桩灌注前对混凝土进行扩展度、坍落度现场测试。

现场坍落度试验：将拌制的混凝土试样分三层均匀地装入筒内，使捣实后每层高度为筒高的1/3左右。每层用捣棒插捣25次，插捣应沿螺旋方向由外向中心进行，每次插捣应在截面上均匀分布。如混凝土沉落到低于筒口，则应随时添加。顶层插捣完后，刮去多余的混凝土，并用抹刀抹平。清除筒边底板上的混凝土后，垂直平稳地提起坍落度筒。提起坍落度筒后，测量筒高与坍落后混凝土试体最高点之间的高度差，即为该混凝土拌和物的坍落度值。

将制备好的混凝土采用泵送方式泵入钻杆杆芯，混凝土坍落度控制160~220mm，混凝土拌合物扩展度大于500mm。

钻头钻至设计标高后，钻头应停止旋转，将混凝土泵入钻具后，在螺纹段采用钻具同步技术，启动钻具反向旋转，并提升钻具，确保形成螺纹，提钻速度应与混凝土泵送量相匹配，必须保证钻具内的混凝土高于自然地面不小于1m，灌注过程中，混凝土应连续浇筑，不得中断。

螺旋桩施工过程中应及时清运排出弃土，清理桩间土应采用小型机具配合人工进行，弃土清运尽量采用人工清运或机械和人工联合清运方式，清运时不可对设计桩顶标高以下的桩身造成损害；不可扰动桩间土；不可破坏工作面未施工的桩位。堆砌场地应远离路基。

当钻头提升至螺纹段顶端时，应停止钻具同步技术，采用钻具非同步技术的正向旋转提钻，按与混凝土泵送量相匹配的提钻速度直至钻头提至孔口，扫除螺牙，提钻速度宜小于螺纹段。

提钻时钻头到达桩顶设计标高处停止泵压混凝土，为保证桩身顶部混凝土强度及截桩头，灌注混凝土时超灌量不小于30cm。待钻孔中心混凝土形成柱状体后缓慢地提出钻头。

根据设计要求，混凝土灌注时的充盈系数为1.0~1.2。现场灌注螺旋桩混凝土时，按照1.1的充盈系数进行控制。

3.6 桩头处理

桩体强度达到设计强度的70%后方可进行桩间土开挖及清运，桩间土采用挖掘机开挖，装载机配合清运，靠近桩头部位，人工配合开挖，高出桩顶设计标高20mm内应人工凿平。清除保护层时不得扰动基底土，防止形成橡皮土。施工时严格控制标高，不得超挖。

凿桩头采用截桩机切割，如果在基坑开挖或截桩时造

成设计桩顶高程以下桩破损或断裂，应剔平凿毛桩头并清水冲洗干净，用相同桩体材料与配合比的混合料进行接桩，并嵌入原桩体以下不少于0.1m，超出桩周不少于0.2m。

3.7 桩身检测

每100m³的同配合比混凝土强度检验不得少于1组，每工作班相同配合比混凝土强度检验不得少于1组（不少于3块）。

(1) 身完整性在成桩14天后采用低应变检测，检验数量为施工总桩数的10%，且不少于3根。

(2) 低应变检验有疑问时，在成桩28d后，采用钻机在检测桩桩体中心处、桩长范围内垂直钻孔取芯，观察其完整性、均匀性，拍摄取出芯样的照片，在上、中、下各三分之一范围的中部分别取样作抗压强度试验。

(3) 在成桩28天后，进行单桩承载力或复合地基承载力的载荷试验质量检测。检验数量为施工总桩数的2‰，且不少于3根。

4. 应用实例

4.1 工程概况

揭露地层上部主要为全新统冲积成因的粉土、黏性土，中部为上更新统冲洪积成因的黏性土、粉土、碎石土及砂土，下伏基岩为二叠系泥岩地层。表层以厚度不均的杂填土或素填土为主，一般结构松散，含有物复杂。杂填土主要以砖屑或建筑垃圾为主，素填土主要以粉质黏土为主，含有碎石、砖屑、灰渣，填土厚度一般2.0~5.8m，物理力学性质较差。勘察期间，在钻孔中揭露第四系松散层孔隙水埋深2.20~5.70m，相应标高19.00~20.04m，主要含水层为粉土、粉质黏土层。主要补给来源为大气降水入渗补给、孔隙水径流补给。

4.2 设计参数

螺旋桩桩径0.5m，单根桩长8、10m，纵横向间距1.8m，正方形布置，采用C30混凝土灌注。10m长桩单桩承载力特征305kN，8m长桩单桩承载力特征240kN。

4.3 静荷载试验成果

复合地基静载试验按下列规定进行。加荷等级可分为8~12级，总加载量不宜少于设计要求值的两倍。

试桩结果：布置单桩静载试桩6颗。从长螺旋螺旋桩的单桩承载力Q~S曲线图中可以看出，在820kN荷载作用下，其单桩承载力特征值满足410kN要求。

4.4 螺距对单桩承载力的影响

从3颗不同螺距的单桩静载试验 $Q \sim S$ 曲线图中可以看出,在极限荷载820kN作用下,单桩沉降值差别不明显,说明螺距大小对单桩承载力的影响不大,可以忽略不计。

5. 结束语

与同直径、同桩长的CFG桩相比:①螺纹桩可提高约20%~25%的承载力。②相同承载力条件下,螺纹桩可节省约20%的混凝土,具有非常明显的技术优势。由于我国软土地基的分布广泛,建筑工程中普遍采用传统的CFG桩、

工程量大面广,长螺旋螺纹灌注桩施工技术将会填补行业空白,促进科技进步和创新发展。

参考文献

[1] 铁路路基工程施工质量验收标准.中国铁道出版社有限公司出版,2018.

[2] 铁路工程地基处理技术规程.中国铁道出版社有限公司出版,2023.

[3] 螺纹桩技术规程.中国建筑工业出版社出版,2016.