

水泥深层搅拌桩在高速公路软土路基处理中的应用研究

罗森
中交路桥华南工程有限公司

摘要：本文针对高速公路软土路基处理中水泥深层搅拌桩的应用进行分析，通过研究路基软基处理中的水泥深层搅拌桩的应用原理、施工工艺方法和具体应用，包括前期施工准备、确定桩点位置、喷浆搅拌提升等，来提升人们对水泥深层搅拌桩在高速公路软土路基中应用的认知，参考该施工方法，进一步提高公路工程软基处理的施工水平。

关键词：软土路基；水泥深层搅拌桩；应用原理；施工工艺；施工应用

随着高速公路建设的发展，在一些地区高速公路建设过程中，难免遇到软基处理问题。目前，软土路基处理施工技术主要有：垫层和浅层处理、真空预压、竖向排水体排水固结、强夯和强夯置换、加固土体等。水泥深层搅拌桩是加固土体施工技术在深层软土处理中的应用。水泥深层搅拌桩在高速公路软基处理中的应用可以有效提高路基强度，研究该技术的应用，对提高高速公路软基处理施工质量有着积极的意义。

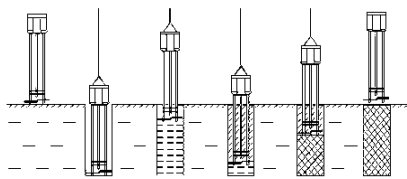
一、水泥深层搅拌桩在软基处理中的应用原理

(1) 水解水化反应 水泥和土体在强制搅拌作用下，水泥表面的矿物会在短时间内水解或水化反应成水化合物，水化合物最后形成凝胶体，水泥土内部形成具有胶结作用的悬浮溶液，从而增加土的粘聚力。(2) 黏土颗粒与水泥水化物反应 水泥中的部分水化合物通过反应使自身硬化后形成水泥石骨架。另外，水泥和土搅拌效果不佳未及形成强度的水泥土，随着时间增长和反应的进行，水泥土体的强度渐渐增大。

二、水泥深层搅拌桩的施工工艺

水泥深层搅拌桩根据施工工艺可分为干法施工和湿法施工。干法施工即喷水泥粉搅拌成桩，湿法施工即喷水泥浆搅拌成桩。本文主要介绍湿法水泥深层搅拌桩施工工艺。为满足加固土体均匀性和强度要求，一般采用“四喷四搅”施工工艺。

采用“四喷四搅”法，第一次喷浆搅拌下沉，第二次喷浆搅拌提升，第三次喷浆搅拌下沉，第四次喷浆搅拌提升。其施工工艺流程如图：



(1) 定位 (2) 喷浆搅拌下沉 (3) 喷浆搅拌提升
(4) 重复搅拌下沉 (5) 重复搅拌提升 (6) 完毕
图1 水泥深层搅拌桩施工工艺示意图

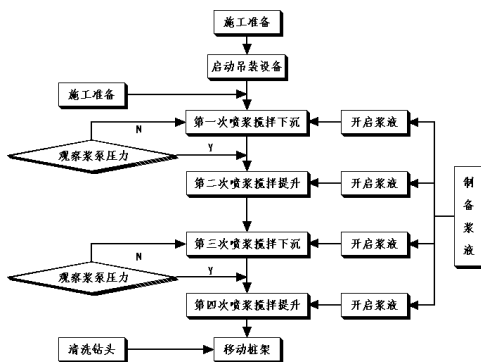


图2 水泥深层搅拌桩“四喷四搅”施工工艺流程图

三、水泥深层搅拌桩在高速公路软基处理中的应用

某高速公路路线大部分处于冲积平原区，土质不均匀，含粉砂粒较多，常夹厚度 5~20cm 的淤泥质粉砂或粉砂层。软土岩性主要为淤泥质土，部分为淤泥，主要成因类型为河漫滩相沉积，厚度 0.20~15.00m，层顶标高-10.92~16.39m，层顶埋深 0.85~22.40m。该高速路某软土路基设计处理方案为水泥水层搅拌桩，呈正三角布置，桩间距1.3m，桩长12.3m。

(一) 施工准备

软基处理施工前施工单位对软土路基的长度、软土结构的深度、地下水水位、地下水位置等认真调查，比较地质条件是否与设计要求处理深度相符。如遇实际软土深度与设计处理深度相差较大，报设计单位，若有必要变更设计处理方案。

按设计要求采用P.O 42.5普通硅酸盐水泥，进场水泥无过期、受潮、结块、变质的劣质水泥，现场做好防雨防潮的水泥存放工作，进场水泥经检验各参数符合设计及其他规范要求后投入使用。水泥浆液搅拌以工地中心试验室确定的0.55水灰比为准。按设计桩位进行放样编号，确定桩位施工顺序。机械安装、调试，待转速、空压正常后开始就位，搅拌机的钻杆垂直并对准桩位。

(二) 桩位布置

在准备工作进行的同时，施工单位根据设计要求对作业区的桩点位置进行确定。这是因为部分作业区软土面积较大，只是使用几个桩点并不能达到基础加固的目的，因此在实际应用过程中，技术人员需要根据搅拌桩设备的工作范围、软土面积、施工边界等因素，来科学规划搅拌桩桩点的具体位置。另外，还需要提前确定中心桩位置，以中心桩为核心向四周扩散桩点，可以有效提升后续的施工效率，降低综合管理难度。

(三) 带浆下沉及复喷复搅

在确认浆液从搅拌叶的出浆口喷出后，方可启动搅拌机，搅拌机钻头下沉至设计深度后，停留搅拌喷浆约1min，搅拌头自桩底反转继续喷浆，钻头提升至地面以下0.25m。第二次下沉喷浆复搅桩底，以同样的方式反转钻头提升至地面以下0.25m，此桩完成作业，然后移机至下一桩位。钻进和提升速度0.7~0.8m/min，成桩时间不少于40分钟，喷浆压力约0.5MPa为宜。

在水泥深层搅拌桩施工过程中，带浆下沉属于非常重要的应用环节，该环节的施工质量也将直接影响到整个后续工程的应用效果。在具体搅拌的过程中，技术人员需要提前制定好应急预案，在出现突发事故时，可以及时采取相关应对措施，从而起到经济止损的作用。例如，软土路基的结构相对复杂，期间很有可能会存在坚硬的石块，因此在带浆下沉过程中，如果遇到了坚硬石块，那么应暂停下沉或者调整下沉速度，防止下沉速度过快，导致机叶受损的情况。同时在下沉过程中，还需要控制好垂直度。一般情况下，钻机的垂直度偏差控制在 1%之内。

(四) 成桩

喷浆搅拌下沉、重复搅拌提升，重复一次共进行四次喷浆和搅拌，达到“四喷四搅”，完成一根搅拌桩作业，移动桩机至下一桩位，进行下一根搅拌桩施工。

高速公路路上大规模水泥深层搅拌施工前必须选择不少于5根的水泥搅拌桩进行试桩，确定施工参数，并检验软基处理效果。经检验合格后，结合施工条件和地质情况，参考试桩确定的参数再后续大规模施工。

(五) 桩体质量检测

水泥深层搅拌桩桩身质量要求：28天取芯强度 R28≥0.6MPa，90天取芯强度R90≥1.0MPa，单桩承载力大于210KN，复合地基承载力大于160KPa。当地交通运输工程质量检测站于施工后28天对2根水泥搅拌桩试桩进行了抽芯检测。每桩

钻1孔,共钻2孔。每桩上、中、下部取水泥土芯样3组,共取5组,做天然无侧限抗压强度试验。钻芯总进尺为30.12米(其中:桩身水泥土28.08米,入持力层2.04米)。检测结果显示,水泥搅拌桩质量满足设计及规范要求。

四、结束语

综上所述,水泥深层搅拌桩在高速路软基处理中的应用可以有效改善软土路基的理化性质,提高土体强度,为后续工程建设奠定基础。在实际施工过程中,认真调查软土地质分布情况,确

表1 各桩钻芯检测情况一览表

序号	桩号	钻孔深度	设计桩长	检测桩长	桩身水泥土质量情况	抽检桩身水泥土强度代表值	桩端持力层情况
		m	m	m		MPa	
1	16-4	14.07	12.3	13.35	水泥分布均匀性较好,水泥芯样成形性较好。	上: 17.37 中: 3.47 下: 3.70	软土 中风化红岩
2	17-3	16.05	12.3	14.73	水泥分布均匀性较好,水泥芯样成形性较好。	中: 2.73 下: 3.79	中风化红岩



定适宜的水泥深层搅拌桩处理深度及桩体间距,通过试桩确定合理的水泥浆水灰比、钻进及提升速度、喷浆压力等施工参数。通过梳理水泥深层搅拌桩的具体应用,对提高高速路工程软土路基

加固处理有着积极的意义。

参考文献

[1]温宇轩.水泥搅拌桩在软土路基施工中的应用研究[J].灾害学,2019(01):19.
 [2]李晶晶.路基软基处理中水泥深层搅拌桩的应用[J].四川水泥,2018(10):299.
 [3]孙钰程.水泥深层搅拌桩在路基软基处理中的应用[J].黑龙江交通科技,2018,41(03):21-22.
 [4]刘锋,卢玉南.水泥深层搅拌法在广西软土地基处理中的应用[J].南方国土资源,2004(09):26-27.
 [5]贾青.水泥深层搅拌法加固软土地基初探[J].黑龙江水专学报,2004(01):93-94.

(上接第64页)

体情况进行监测,以增强深基坑止水帷幕施工的有效性。第四,当深基坑止水帷幕施工中出现冒浆的问题,观察人员应该停止注浆,并在注浆结束后设置沉降观测点,按照具体的施工需求加装检测模块、检测设备等,实现各项施工工序的稳步进行。

(六) 设定总体施工流程

在深基坑止水帷幕施工中,为了增强工程项目施工的整体质量,应该明确施工流程:第一,在坑外压密注浆中,需要进行工程项目的加固处理,首先需要对第一排进行加固,加固完成及修复处理之后进行第二排加固,保护各项施工工序的稳步进行。第二,在深基坑止水帷幕施工为,为了避免渗漏现象的发生,施工人员应该明确渗漏的位置,使用水泥袋进行封堵,以提高加固施工的整体质量,为深基坑形成混凝土挡墙,以提高工程项目的防渗效果。第三,在工程施工结束之后,施工人员应该按照工程效果进行评估地下水水位评估中,需要检测坑基沉降侧的水位观测状况,按照具体的工程需求,增强工程施工的稳定性。工程效果评价中,应该将各项数据参数的波动控制在合理范围,避免参数范围波动过大影响工程质量的问题,以提高深基坑止水帷幕工程施工的整体质量。第四,在房屋沉降现象观察中,应该设施多个监测点以及检测设备,当房屋发生沉降现象,系统会及时发出警告,以增强沉降数值观测的有效性。施工人员需要按照记录内容,对自动工程施工的施工工序以及工程的结束时间进行控制,通过深基坑止水帷幕防渗漏方案的完善,实现各项施工工序的稳步进行,保证工程项目施工工序的稳步进行^[6]。

结束语

总而言之,在建筑工程项目施工中,为了提高深基坑止水帷幕施工的整体质量,施工用水需要避开止水帷幕,确定安全距离之后进行深基坑止水帷幕施工,以避免地下水流速过大对工程造成的影响。而且,施工人员在施工中,当遇到深基坑止水帷幕渗水的现象,应该根据工程项目的实际状况,结合土层的特点以及地下水的特点,构建针对性的施工方案,以提高工程施工的整体质量。

参考文献

[1]尹欣,宋立新,杨志辉.深基坑止水帷幕出现渗漏的原因分析及处理措施[J].工程建设,2016,v.48(2):62-64.
 [2]方维龙,冯泽璞.深基坑止水帷幕失效的技术原因及处理措施[J].城市建设理论研究(电子版),2017,(22):30.
 [3]刘伟.深厚富水地层深基坑新型止水封底帷幕的设计与施工[J].矿业安全与环保,2018(5):83-86.
 [4]王鹏,钟有信,杜广林.地铁深基坑连续墙渗漏风险的量化控制[J].城市轨道交通研究,2019(6):90-93.
 [5]江筠,张晓鹏,熊海,.高层建筑深基坑在长江沿岸不良地层施工中的监测分析与风险控制[J].建筑施工,2017(11):010.
 [6]李春胜. TRD工法水泥土连续墙止水帷幕在地铁明挖深基坑的应用技术[J].建设监理,2018(9):74-79.