

公路软基加固施工中水泥搅拌桩技术应用

邱丽丹

中铁十二局集团第七工程有限公司 湖南 长沙 410000

[摘要]软土承载力低、含水量高、孔隙比大、强度差、压缩性高,对地基的稳定性和地基变形有很大的影响。通常会采用换填法、挤密桩法、灌浆法等施工技术对软土地基进行地基加固处理,使其满足施工所需条件,保证基坑、结构的安全。水泥搅拌桩因为适用范围广、使用灵活等优点,被广泛应用于软土地基加固工程中。本文首先对水泥搅拌桩技术做了概述,然后分析了软土地基的影响因素,最后详细阐述了公路软基加固施工中水泥搅拌桩技术要点,并探讨了公路软基加固施工中水泥搅拌桩技术的质量控制措施。

[关键词]公路;软基加固;水泥搅拌桩;钻机

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.08.196

工程项目建设中的首要问题便是软土地基,因软土路基具有压缩性高、渗透性小、抗剪强度低、固结系数小、含水量高、天然孔隙比大等等不良特性,因此在不完善处理的情况下,软土路基的地基承载力较为薄弱,从而使得工程项目质量不佳。软土路基处理的有效手段和方式便是水泥搅拌桩,经其处理后的软土路基加固效果显著,可以承受较大的加荷速率且抗竖向变形能力强,且有较广的适用范围。本文将从水泥搅拌桩在软土路基施工中的应用及其施工质量控制措施等方面进行简要探讨,以供参考。

一、水泥搅拌桩技术概述

(一) 水泥搅拌桩技术的原理

软土地基,具有压缩性高、渗透性小、抗剪强度低、固结系数小等特性,因此需要在水泥搅拌机的完善处理下来提高软土路基的整体地基承载力。水泥搅拌桩主要是利用水泥浆液或者其他胶凝性质的固化剂材料,用特定的搅拌钻机将这些固化剂材料喷入软土地基中进行强行、均匀地搅拌,在此过程中,固化剂材料与软土会产生一定的物理化学反应从而使软土变成具有一定强度的复合地基,从而有效提高软土路基的稳定性、坚固度、韧性、承载力与平整度。水泥搅拌桩依据固化剂材料掺入时的状态情况,分为干法与湿法两种,干法是以水泥干粉为主的水泥干粉式喷射搅拌方式,湿法是以水泥浆为主的水泥浆液搅拌方式。两者具有不同的优势与缺点。水泥干粉式喷射搅拌方式下的水泥土硬化时间较短,但较难均匀地搅拌,也很难做到复搅;而水泥浆液搅拌方式下的水泥土硬化时间相对较长,但能较好地做到均匀搅拌与复搅。

(二) 水泥搅拌桩的种类

水泥搅拌桩主要分为湿法和干法作业两种形式和种类,这两种工艺标准存在一定的差异化特征。在实际的公路软土路基施工过程中,技术人员要与公路软土路基的实际相结合,选择合理的施工方式。水泥浆是湿法水泥搅拌桩的主要材料,这种材料的搅拌桩进入硬化状态的所需时间是比较长的。而水泥干粉是干法水泥搅拌桩的主要材料,这种材料的搅拌桩在进入硬化状态时所需的时间比较短,因此能够在很大程度上增强水泥搅拌桩的强度,但是这种方式的搅拌效果欠佳,因此要进行复搅时,则很难保证桩的强度达标。

(三) 水泥搅拌桩的应用优势

1. 水泥搅拌桩因其能够有效利用自然资源的特点,从而可大大减少工程建设的实际投入成本,又因其是处理软土路基的主要有效方式,所以在控制工程预算方面有较优的表现。

2. 水泥搅拌机在实际使用过程中通过搅拌水泥和软土来增强软土路基的承载能力,使其能承受较大负荷,从而保证工程的质量。

3. 水泥搅拌桩在实际使用过程中还具有无噪音的特点,可以有效减少对工程附近居民产生的生活影响,从而促使可持续发展目标更好地达成。

二、公路软基加固施工中水泥搅拌桩技术要点

佛山市禅西大道南延线工程(樵乐路至佛山一环段),K13+200~K17+300。该道路总长度为1767.776m,红线宽度24m。本工程选择水泥搅拌桩处理软土地基,桩径采用50cm。软基处理后荷载板试验符合地基承载力不小于120kPa,土基回弹模量应不小于40MPa的要求。

(一) 综合分析公路软基建设工况

要想将水泥搅拌桩技术更好地应用在公路软基建设过程当中,首先就要综合分析公路软基建设的工况,将软土地基处理的整体情况有一个深刻地把握,比如说对公路软基,城区阶段的软土地基路段仅以标明,并且对该路段的外界环境要充分把握,比如说该段的地质条件,地层土质或者是外界施工环境等等,这些都是在进行软土地基施工的过程当中,需要进行地基加固的根本要求,只有对其进行加固处理,才能更好地提高公路的承载力。而且要综合分析软地基区的长度,这样可以更好地明确在本次工程施工过程当中地基处理工作量,更好地把握工期,减少由于施工过程中面临障碍等问题,造成工程的工期延长,加大工作人员的工作压力,等等诸多情况,所以说在进行水泥搅拌桩法使用前,必须充分地了解本次公路软基建设的整体工况,从地质条件,地下水含量,工期等多方面进行综合的分析这样才能够更好地保证水泥搅拌桩法的正确使用。

(二) 施工场地选择及清理

对于淤泥质土、素填土、泥性土,或者黏性土、粉土等软土地质的含水量较高,并且地基承载力小于120kPa,可以使用水泥搅拌桩技术。施工前,应对施工场地进行清理,避免存在树枝、纸张、碎石等垃圾杂物,做好相应的平整施工,及时排出场地内的积水,为后期施工提供便利,保证施工的顺利进行。

(三) 水泥搅拌机械的安装与就位

当水泥搅拌桩机械设备首次进入到工程项目施工现场的时候,对于机械设备的电流表、管道压力表、电磁流量计、深度测量仪及电脑打印机必须有明确的标定,同时要注意桩机的平面位置、垂直度控制以及桩长控制标记。另一方面,设备的

钻头叶片部位由于经常使用导致常有磨损的情况发生，所以为了确保桩体直径的准确性，在施工过程中有关人员需经常对其进行复查工作，一旦发现机械设备的磨损出现较为严重的情况时，必须立即联系有关人员进行维护、修补工作。

（四）试桩

使用水泥搅拌桩技术，水泥和软土会强制拌和，随着拌和次数的增加，水泥土的强度会相应提升，但是，之后会逐渐降低。因此，需要进行试桩，在施工现场不同土质内，划分不同的标段，每个标段内试桩数量大于5根，七天后可以直接开挖取出，或者在28天后取芯，保持室内标准状态，养护和成型制作成的标准试件。等到符合要求后，进行试件强度试验，确定出最佳配合比、搅拌次数、泵送时间、泵送压力、搅拌机的提升速度等，保证后期施工的准确性。

（五）桩基就位

搅拌桩机就位后，安排施工人员，按照规定的步骤进行施工，详细检测施工现场的具体环境，有效提升桩基位移的安全性。借助吊锤，检测钻杆和地面的垂直角度，并且根据实际情况进行调整，控制误差在1%以内。将长度标记划在桩机架上，以米为单位，方便钻杆入土后，有效观测钻杆钻进深度，并且及时进行记录，根据规定的施工需求，以设计桩长为参照，搅拌桩长应略长。

（六）钻机就位

在钻机就位之前，需要利用全站仪、经纬仪、钢尺等施工工具对桩位进行准确定位，然后再根据桩位的准确位置对钻机进行就位。在施工前，需要对钻机进行全面细致的检查，以确保其能够正常开机使用，尤其要对钻杆长度和钻头直径进行重点检查，保证其满足施工使用要求。

（七）喷搅下沉

深层搅拌在开启之后，钻杆以一定的钻进速度下沉。在钻杆钻进过程中，根据施工区域地质情况采取针对性的处理措施。如果施工区域地质较为坚硬，可以将少量水灰较大的水泥浆液泵送至相关地层位置中。同时，针对水泥搅拌桩经输浆管冲水下沉的情况，需要将喷浆管中的积水排出，待排净后，再进行喷浆操作。因此，在喷搅下沉的施工环节，需要全面掌握地层变化和设备运行情况，采取缓慢钻进的方式，确保钻头能够正常稳定地逐步达到预定的下沉深度。

（八）搅拌与喷浆

为了确保各种土类与水泥浆之间能得到充分地搅拌，启动钻机之后，要使钻杆在保持匀速下沉等基础上同时进行搅拌，在此过程中还需开启送浆泵，以确保旋转和搅拌能够同时有效地进行作业。与此同时为了进一步保证水泥浆得到了充分地搅拌，在达到设计的下沉深度要求之前，需持续地向土体喷射浆液，在下沉深度达到要求后不可立即停止喷射作业，需保持至少半分钟以上的持续喷浆状态。

（九）提升与搅拌

当深层搅拌机下沉达到指定深度后，桩端开始进行搅拌喷浆，并保持一定的喷浆时间，通常为30s。然后需要匀速提升搅拌机钻头。需要注意的是，在钻头匀速提升的过程中，需要保证桩端仍然进行持续的喷浆，不能中断。一旦遇到特殊情况需要间断施工，则需要采取必要的处理措施，以免影响施工

效果。当搅拌机到达输浆管冲水下沉位置时，需要在一定程度上减小搅拌速度，但需要加大搅拌强度。待完成一根桩的操作后，开始进行第二根桩的施工。所有的桩都需要进行复搅复喷。待所有桩施工完成后，需要对灰浆泵及相关的送浆管路进行充分彻底的清洗。

（十）施工后期的质检问题

在施工的过程当中，往往会遇到许多问题，而这些问题往往会在很大程度上的造成整个工程的质量下降，所以说强化对于工程后期的质量监测是非常必要的，首先要在开工前进行施工，原材料的配比实验，以保证整个原材料的配比更加适合当地土块的强度，而且在施工过程当中还应该对喷浆和装升等问题进行及时的监督检查，以避免地基出现承重力失调等问题，而在施工的结束是还要及时地对地基进行承载力的检验，以及抽芯检验，这个检验可以更好地保证施工搅拌桩的指标，符合相关要求。

三、公路软基加固施工中水泥搅拌桩技术的质量控制措施

为保证水泥搅拌桩处理软土地基施工质量，以下几个质量控制要点也需要得到重视：

一是材料质量。为了做到对每一个水机搅拌机施工中需要用的水泥材料都有一个严格的把控，保证入场的材料都是合格的、高质量的材料，在其进场前，有关人员首先必须检查其是否具有合格证书等质量证明文件，其次抽样检查每批次的水泥材料。根据设计要求配制灰浆，如果灰浆出现离析现象则不能使用，在集料斗中倒入灰浆时，需要提前过筛，以免浆液中的块状物损坏泵体

二是加强施工阶段各个环节的质量控制。在施工准备阶段，施工单位需要对项目情况做好技术交底工作，以确保各项准备工作完善到位。施工前，需要对各部门工作人员进行相关的技能培训，使其能够明确施工流程和施工标准以及自身的岗位职责。同时，在各个施工操作环节需要配置专门的技术人员进行旁站监理，以保证施工的规范性。做好施工机械的准备工作，尤其是搅拌桩机，要结合施工方案确定好施工机械数量、规格等。此外，施工前需要进行施工场地平整，以免施工机械在操作过程中发生倾斜或者偏移等异常情况。在施工阶段，需要对桩位、桩编号、喷浆深度、喷浆量、复搅深度等参数进行详细的记录、分析与控制，一旦发现任何参数存在异常问题，就需要全面分析问题的产生原因，并采取必要的补救措施。在施工过程中，需要重点控制喷浆量、提升速度以及水泥浆的时间等。

三是水泥浆配合比控制。需严格结合设计进行配比，使用前过筛处理浆液并保证3h内用完，同时作好输浆管的经常性检查，即可规避堵塞、泄漏等问题，基于-1~3cm区间的钻头直径误差控制也需要得到重视。

四是测验承载力。水泥浆搅拌点均匀程度一定程度上决定了复合地基的承载能力，而复合地基的承载能力又决定了土地的使用寿命，因此，为了有效地控制软土路基的质量，应对水泥搅拌桩复合地基进行设计阶段试验软土的承载力测验与软土复合地基承载力测验。在施工面上钻芯取样，然后进行为期28天的静荷载试验（每施工面不小于3点），以此测验评定复合地基承载力，根据现场施工的实际条件，可适当增加测验次

数。

五是成桩质量差的解决对策。对于水泥搅拌桩的成桩质量，首先，从施工场地出发，应该保证施工场地平整。如果需要对施工区域进行回填，注意不得回填杂土或者生活垃圾等；其次，对于施工机械来说，在准备阶段做好全面的检查，确保机械性能、技术规格等满足施工要求，并由监理人员加强对施工机械质量的把控；最后，在钻头下沉和提升过程中要加强速度把控，合理确定供浆和停浆的时间，尤其是对单桩喷浆量的控制。

结语

综上，水泥搅拌桩是一项具有一定难度的、较难控制的施工工艺，因此相关人员必须具有较强的工作责任心，做到对施工材料、施工机械设备的全程把控与情况记录，以此确保水泥桩的施工质量。水泥搅拌桩是我国目前软土路基处理的主要方式与手段，它具有施工便捷、成本较低等优点，并且水泥搅拌桩对于软土路基的加固效果较为显著，不仅提高了土地的使用寿命，还大大提高了道路运行的安去性。因此，在工程项目施

工过程中实际应用水泥搅拌桩技术时，相关部门及工作人员更应该严格按照规范流程来开展施工作业，以确保施工效果有最大化的体现。

参考文献

- [1]张艳明.公路软基处理水泥搅拌桩的施工质量控制及检测[J].交通世界,2016(33)
- [2]杜丽娟,马腾飞.浅析水泥搅拌桩在公路软基处理中的应用[J].技术与市场,2017(02)
- [3]李敏.水泥搅拌桩在公路软基处理施工技术探究[J].绿色环保建材,2017(2)
- [4]唐明.水泥深层搅拌桩在路基软基处理中的应用[J].信息记录材料,2017(7)
- [5]梁彬.路基软基处理中水泥深层搅拌桩的应用研究[J].四川建材,2015(2)
- [6]袁好国.双向水泥搅拌桩在软土路基地基处理中的应用[J].建筑建材装饰,2018(006)

(上接第9页)

生教学当中，达到产教一体化发展的目的，如果只是给学生开展单一学科教学，对学生创新实践能力的培养具有一定的不足，产教融合的慕课过程，更加重视学科交叉，通过多个方面知识的相融合，对培养学生创新能力方面具有积极作用，让学生符合当代的社会发展需求，更利于学生未来的发展。

结束语

在慕课视角影响下，应用型本科高校应该对实践教学理念、教学方式进行不断的改革和创新，这对培养学生创新实践能力方面有着十分重要的意义，对于当前科学发展迅速的时代，高校应该紧跟时代潮流，总结自身的不足，学习其他院校的成果教学经验，对自身的教学进行不断的完善，推进改革教学思路，培养学生的综合素养和能力，让学生在更好的适应社会需求和挑战，这样才能促进应用型本科院校的长期发展。

参考文献

- [1]李庆丰,赵一夫.大学生实践能力调查:用人单位和毕业生的视角[J].高教发展与评估,2019.08(01):112-130.
- [2]李洁,王颖,石彤.社会性别观念对女研究生学业成

就的影响——基于第三期中国妇女社会地位调查之女大学生典型群体调查数据的分析[J].妇女研究论丛,2019.(03):18-27,40.

[3]禹华平,陈洪余,郑瑞伦.大学生实践能力模型的初步构建[J].西南师范大学学报(自然科学版),2019.(01):189-194.

[4]何华敏,胡春梅.日本大学生实践能力培养的举措及其启示——以立命馆大学为例[J].教育探索,2020.(12):154-157.

[5]李斌,彭平锋,赵小明,李明.独立学院大学生实践创新能力校企协同深度培养的机制与实践[J].中国管理信息化,2020.(06):68-71.

基金项目:2020年度广西高等教育本科教学改革工程项目:慕课+项目+竞赛”新模式的创新实践能力研究;项目编号:2020JGB4482

课题:广西教育科学“十四五”规划2021年度专项课题:广西高校环境设计专业创新创业“课—训—赛—创—产”一体化融合机制研究(编号:2021ZJY1581)阶段性成果。