

就地固化技术在软基处理工程中的应用探讨

李前亮

(中铁城建集团第二工程有限公司, 广东 广州 511400)

【摘要】 本文以某工程项目为例, 针对就地固化技术在工程中的应用要点展开分析, 内容包括做好场地平整工作、进行测量放样处理、做好固化剂调配、就地搅拌施工、预压和养护、做好质量检查工作等, 通过研究做好材料质量管控、制定设备管理计划、拟定环境环保措施、加强施工队伍管理、做好用电安全管理等注意事项, 其目的在于充分发挥就地固化技术的应用价值, 提高软基处理工程的作业质量。

【关键词】 就地固化技术; 软基处理工程; 施工质量

在建筑工程施工过程中, 软土地基处理工程属于重难点项目之一, 若不能对其进行有效处理, 也将直接影响到后续作业过程的安全性。在软基处理工程施工过程中, 就地固化技术属于常见处理方法, 通过整理该技术在应用中需要注意的内容, 可以积累相应的施工经验, 这也为施工体系的不断完善提供有效参考。

一、工程项目概况

庆盛枢纽区块综合开发项目庆盛人工智能产业园及安置配套工程安置房工程地处庆盛枢纽区块外围西侧, 位于南沙区东涌镇官坦东路西侧, 东涌大道南侧, 励业路东侧。C、D地块含27栋32层高层住宅、幼儿园、商业裙楼及其配套设施。其中C地块16栋高层住宅, 为地下二层, 地上32层, 地下面积约14.6万 m^2 。D地块11栋高层住宅为地下一层, 地上32层, 地下建筑面积约4.2万 m^2 。本项目地层主要为淤泥, 地基处理方式: 就地浅层固化板体+复合地基组合应用。本次就地固化范围不包括道路区域、幼儿园部位及被动区加固部分, 就地加固的厚度为1m, 塔楼部位加深至1.5m, 塔楼内部电梯井、集水井等部位加固至坑底以下3.5m。

二、就地固化技术在工程中的应用要点

(一) 做好场地平整工作

在该工程正式施工前, 首要任务便是做好场地平整工作, 这也是其他施工活动顺利推进的基础条件。该工作一般会在土方开挖工作结束后进行, 在施工中需要对设计图纸进行细化梳理, 根据图纸反馈内容确定地基标高参数, 随后利用挖掘机对底部土层进行大致整平处理, 然后再展开固化施工。需要注意的是, 在固化施工过程中, 其施工表面容易出现返浆问题, 返浆量也会受到地质条件、固化深度等因素影响, 通常情况下固化深度为1.0m时, 会出现10.0cm的返浆问题。因此在固化处理过程中, 需要对表层进行再次整平, 以营造良好的工程

作业环境。

(二) 进行测量放样处理

完成场地平整工作后, 进入到测量放样处理环节, 在具体实践中应注意以下内容: 第一, 对施工设计图纸进行梳理, 根据图纸中的相关内容, 安排专职人员进入到现场进行测量放线, 校核基准点坐标准确性后依次完成其他位置的放样工作。基于该工程的实际情况, 在测量放线中需要对塔楼内部坑中部位进行放线, 以满足后续作业时相关要求。第二, 考虑到塔楼轮廓为不规则形状, 为了获取到准确的放样结果, 在前期放线是会借助GPS测量仪先进行塔楼轮廓外的凸角点进行放样, 并在放样点利用木桩或钢筋进行标记, 随后利用直线来连接各个角点, 并在地上施撒灰线, 以此来确定塔楼的固化范围。第三, 对于该工程中准备进行处理的区域, 也需要通过放样的方式进行划分, 划分尺寸一般为5m*5m左右的处理区域, 并根据该处理区域的固化处理深度及固化剂掺量计算固化剂用量的配比和调制, 并用固化剂自动定量供料系统设置固化剂含量, 如果遇到施工断面变大的情况, 也会对区块进行调整, 从而为后续施工活动的展开奠定基础。

(三) 做好固化剂调配

该项目所在地区的地层以淤泥为主, 因此在施工中多利用湿法施工技术进行处理, 而固化剂的选择质量也将直接影响到软基工程固化效果。结合该工程的基本特性, 在实际作业中所使用的固化剂为浆剂, 根据处理部位的软土工程量计算固化剂用量配合比, 采用固化剂自动定量供料系统设置固化剂喷料速率; 水泥采用P.O 42.5R普通硅酸盐水泥, 水泥掺入量不小于被加固湿土重量的10%, 水泥浆水灰比为0.5~0.9; 在制作水泥浆时, 可适当掺入外加剂, 如成品的土体固化稳定剂, 其掺入量取水泥重量的0.1%~0.2%。地下水具有侵蚀

性时，应采用普通硅酸盐水泥和粉煤灰作为胶凝材料，粉煤灰掺量应通过试验确定。要求水泥土 28 天龄期无侧限抗压强度不小于 0.4MPa。

（四）就地搅拌施工

进入就地搅拌施工环节后，会选择强力搅拌头来作为该环节施工时的重要载体，并采用垂直上下搅拌的方式进行作业，在具体作业过程中其施工步骤如下：第一，做好搅拌设备的选择工作，并且所选择的搅拌设备也会采用直插式施工的方法在原位土上进行搅拌施工，整个过程会保持正向运行的状态逐渐深入到土层当中，过程中也会喷射固化剂，维持此状态一直到固化设计底部。第二，在到达设计底部后搅拌设备也会沿着反方向缓慢向上提升，同步喷射固化剂，在此过程中也需要将搅拌机运行速度控制在 10~20m/s，而固化剂的喷料速度也会控制在 40~70Kg/min，而具体的工作速率也会根据现场实际情况来做出动态调整以此来确保喷涂结果的均匀性。而每个点的上下搅拌次数也需控制在 2 次以上，以满足相应的使用需求。

在施工过程中，如果遇到了硬土层无法进行垂直固化处理时，也会使原位翻松分层固化方式进行处理，或者可以使用挖掘机辅助翻松固化处理的方式进行处理，在整个应用过程中也需要采用边固化边推进的方式进行处理，并且在施工过程中也会将 5m*5m 作为分块区域，并对其进行细部控制，过程中也会基于搅拌头施工截面，来客观计算该区域所需要的搅拌头数量，并且过程中也需要保持均匀喷搅的状态。并且每一区块完成搅拌施工后还需要对其进行整体翻搅，这样也可以避免个别点翻搅不均匀的情况，而相邻区块之间需要将大致宽度控制在 5cm 以上，以此来起到防止漏搅、提高搅拌结果均匀性的作用。

（五）预压和养护

等待区域搅拌工作结束后，进入到预压和养护环节。在该环节的作业中应注意以下内容：第一，在搅拌工作完成的区域顶面铺设路基板，除了对该区域进行预压处理外，还可以作为搅拌下一区域挖机作业的平台，以提高施工活动结束后顶面的平顺性。第二，结合现场实际作业情况，针对淤泥层相对较深的区域，等待半天到一天后便可以铺设路基板进行作业。而对于淤泥层相对较浅的区域，可以在搅拌处理后在上方铺设路基板，以便下一作业活动的有序展开。

（六）做好质量检查工作

1. 深度及均匀性检测。完成上述工作内容后，需要对固化深度及均匀性进行检测。在厚度检测活动中，会利用钻芯取样的方式来确定应用深度，规范要求中需要满足处理厚度和设计厚度误差不能超过 20cm。利用该方法对现场进行挖深检测后，根据得到的数据可以发现，

此次固化处理的深度均值为 2.1m，而宽度经过测量后超过了预期设计值，表明该参数的厚度和宽度值均满足设计要求。随后也在固化处理区域随机选择了几处进行抽芯检测，所得芯样显示固化深度在 1.5~2.7m，可见该区域也存在固化厚度均匀度较差的情况，这也是后续需要补充完善的部位。

2. 结构强度检测。在质量检查活动中也需要做好结构强度检测工作，在具体实践中，第一，以 7d、14d 和 28d 作为实验节点，对于结构强度进行检测。在区域内也会随机选择检测点，借助轻型动力触探法来获取检测数据，并利用计算机软件对数据进行整理汇总，以提高数据整理结果的直观性。第二，根据整理得到的数据可以得知，在处理工作结束后 7d 的强度已经超过了 200kPa、14d 的强度已经超过了 300kPa、28d 的强度已经超过了 300kPa，对比标准数据后得知，其承载力满足了相应的应用需求。第三，在测试过程中也会委派第三方检测参与检测，在具体的工作中则采用重型动力触探法来进行数据检测，根据得到的数据可以了解到，在该地区固化段 1.6m 厚范围内，结构的应用强度已经超过了 150kPa，但是超过 1.6m 的范围内有几处存在结果不理想的情况，这也是需要进行后续返工的区域。

3. 荷载板试验。除了上述提到的实验内容外，在实际应用中也需做好荷载板试验工作，利用相应仪器来获取相应数据，根据统计结果可以得知，在外部荷载不断增加的情况下，压板结构的沉降量也在不断递减。而每一级荷载作用下，其沉降速度可以维持在比较稳定的状态，可以达到相应的使用标准。在最大荷载 300kPa 背景下，压板结构的总沉降量为 4.32mm，满足相应的应用标准，而且承压过程中周围的土体也没有明显的挤出或隆起问题。等待全部卸载工作结束后，可以得到承压板残余沉降量数值为 2.53mm，而规范中的相对形变标准值为 10.00mm，即此次固化施工能够满足规范性要求。

三、就地固化技术应用时的注意事项

（一）做好材料质量管控

通过做好材料质量管控，可以为后续作业活动的有序展开提供可靠保障，提高就地固化技术的应用效果。在具体实践中也需注意以下内容：第一，所有用于工程作业的固化材料，都需要业主和监理签字确认后，才可以对其进行采购，并且也需要拟定可靠的采购计划，细化采购计划中的相关内容，包括材料参数、采购量、强度、细度模数等，严格按照要求进行材料采购，按要求从正规渠道进行进货，确保采购质量的合规性。第二，在材料进场前也需要对材料质量进行复核，内容包括材料出厂合格证书、材料质量保证书、检测说明等，而且也需要根据相关规定随机选择样品来进行抽样复检，由

现场监理工程师验收合格后才可以用于工程施工,确保所使用材料的合规性。第三,对于一些长时间未使用的施工材料,也需要做好及时的质量复检工作,等待复检结果满足要求后才可以进行使用,避免变质材料混入导致材料质量不合规的情况发生。

(二) 制定设备管理计划

通过制定设备管理计划,可以确保施工设备工作状态的稳定性,以满足相应施工活动的开展要求。结合该工程的基本情况,在具体的控制管理活动中应注意以下内容:第一,所有施工设备的取用都需要安排专业人员进行检查,满足要求后才可以进行使用,并且在设备完成使用后也需要按要求进行保养,维持设备稳定的工作状态。对于操作设备的技术人员,也需要提前进行系统培训,并获取相应的操作资格证书才可以上岗操作。而机械设备上的保险限位防护也需要处于齐全状态下才可以使用。第二,所有机械设备都需要和输电线路保持安全距离,并且电缆线也需要具备良好的绝缘性能,不允许出现胡乱拖拉的情况,避免电力故障问题的发生。第三,不同类型的机械设备也需要给操作人员颁发操作牌和技术性能牌,这样也可以避免机械设备混用的情况,提高设备应用结果的合理性。第四,做好施工设备定期维护保养制度,在设备使用前后都需要做好防腐、清洁、紧固等工作,监督机械设备的工作状态,禁止出现设备过载负荷工作情况的出现。第五,在夜间进行施工作业时,需要提供充足的照明条件,并且也需要安排专人来指挥施工活动,以提高施工设备工作环境的安全性^[1]。

(三) 拟定环境保护措施

1. 施工环境控制。在施工环境的控制过程中,需注意以下内容:第一,做好施工环境的噪声控制工作,在施工活动开始前,通过一体化扬尘噪声监测系统,客观评价其产生的噪声影响,对于出现较大噪声的机械设备,也需要通过安装消音器、增加隔音护板等措施来降低结构噪声。同时施工过程中也需要做好定期检修工作,对于运转不良的设备进行及时修理,以此来减少零件不合理振动、零件损坏带来的噪声污染,营造符合要求的作业环境。第二,做好施工期间的污染工作,该工程项目在作业期间必须要遵循相应规定,采取可靠措施来降低工程生产废物对于周围环境的污染性,如技术应用时产生的废弃物、设备工作时泄漏的柴油等,这些都需要进行集中无害化处理,从而将该工程作业影响下降到合理范围内^[2]。

2. 雨季施工管理。该项目在施工过程中,也面临着雨季威胁,对此也需做好雨季施工管理,降低降雨气候带来的负面影响。从实践情况来看,应注意以下几点:第一,项目部需要提前做好季节性施工时的专项安全技术培训,多关注天气预报,及时了解气候变化情况,尽

力避开大雨和暴雨天气。第二,在工程施工过程中,也需要做好降雨应急措施,在当地雨季来临前后,会缩减单次施工分段,减少降雨气候带来的影响。第三,在雨季来临前也需要做好场地检查工作,对于现场不平整的区域,也需要布置临时排水设施,减少雨水在施工现场堆积的情况,确保降雨天气结束后可以迅速恢复到正常施工状态^[3]。

(四) 加强施工队伍管理

通过加强施工队伍管理,可以降低施工问题的发生概率,提高施工团队作业结果的可靠性。在就地固化技术应用过程中,各环节使用到的施工设备、作业难度、作业要求存在不同,这也表明在不同的作业环节也需要匹配不同岗位、不同数量的作业人员,避免人员冗多或不足的情况。

(五) 做好用电安全管理

通过做好用电安全管理,能够营造安全的用电环境,减少用电事故的发生率。在具体实践中,第一,在配电箱的选择中,项目统一采用外接口式配电箱,根据配电箱功率,设置相应接头数量。从而规范现场用电问题,避免私拉乱接用电不规范等问题,通过使用此类配电箱可有效避免用电安全事故发生的风险,且在箱体内部均布设漏电保护器,以提高配电箱运行过程的安全性。而且考虑到该工程施工过程的复杂性较强,因此在开关箱与用电设备的设计中,会使用一机一闸保险体系,同一移动开关箱不允许出现两种以上的电压等级。第二,做好临时用电管理工作,安装、维修或拆除临时用电工程,必须由持证电工完成,而且也需要定期对用电状态进行检查,并做好用电记录工作,以营造安全的用电环境。

结语:

综上所述,做好材料质量管控,可以为后续作业活动的有序开展提供可靠保障,制定设备管理计划,可以确保施工设备工作状态的稳定性,加强施工队伍管理,可以降低施工问题的发生概率,做好用电安全管理,能够营造安全的用电环境。通过整理就地固化技术在软基处理工程中的应用要点,对于加快工程作业进度,提高工程作业质量有着积极的意义。

参考文献:

- [1] 楼秋红,罗杰.浅谈淤泥质土就地固化技术在杭高速公路建设中的应用[J].浙江交通职业技术学院学报,2021,22(04):13-16+24.
- [2] 单华刚,费伟全,朱国华.淤泥就地固化技术在公路路基中的应用实例[J].土工基础,2021,35(04):456-458.
- [3] 徐亮,唐彤芝,白兰兰,洪雷,周久阳.就地固化技术处理浅层软土的应用及机理研究[J].水利水运工程学报,2021(02):109-116.