

分析道路施工中真空堆载预压软土地基处理探索

张勇

湖南万胜建设有限公司

摘要: 本文针对真空堆载预压施工技术基础原理展开分析, 结合真空堆载预压软土地基处理要点, 内容包括做好测量放样工作、进行场地平整处理、砂垫层铺装作业、袋装砂井及密封墙作业、安装吸水管、进行抽真空预压作业、真空装置抽真空操作、路堤填筑施工、进行质量检测等, 通过研究做好基础准备工作、加强沉降量监测工作、做好周围建筑保护、合理布置边界密封系统等内容, 其目的在于提高软土地基处理质量, 延长道路工程作业质量。

关键词: 道路工程; 真空堆载预压技术; 砂垫层; 密封墙

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.108

广州南沙新区明珠湾区起步区横沥岛尖区域城市开发与建设项目, 位于南沙新区核心明珠湾区北部。横沥岛尖为横沥岛灵新大道以东区域, 面积约7.292km²。横沥岛尖现状用地大多为农田、苗木基地及鱼塘, 除灵新大道两侧及横沥岛南部有成片建成区(主要为工业厂房)外, 局部散落着少量民房, 分布主要村落为大元村、义沙村及长沙村, 整体地势平坦。岛内外水系发达, 具备典型岭南水乡特色。场区内地层由第四系松散覆盖层和燕山期花岗岩组成。第四系松散覆盖层全场区分布, 厚度较大, 约18.5~46.8m, 主要由河流冲积相亚黏土、砂层、砾卵石和海陆交互相淤泥、淤泥质亚黏土、粉细砂组成; 基底为燕山期岩浆岩及其风化层, 岩性以花岗岩为主、局部为次石英斑岩。软土及饱和砂土液化是主要不良工程地质问题。在该项目多条市政道路工程建设过程中, 软土地基一直都是施工期间施工难点, 若该区域施工质量不合规, 也将直接导致路面凹陷、裂缝等病害, 影响到道路工程使用寿命。通过将真空堆载预压技术应用到软土地基处理过程中, 对于提升软土地基处理质量, 优化施工环境有着积极地意义。

一、真空堆载预压施工技术基础原理

该技术在具体应用中, 其应用原理在处理软基上铺筑60cm厚砂垫层, 按一定间距打设袋装砂井, 在砂垫层中埋设吸水管, 然后在砂垫层顶部覆盖不透气密封膜, 借助理设在砂垫层中吸水管, 通过真空射流泵将膜下土体中空气和水抽出, 使密封膜内外形成一个压差, 这个压差相当于在砂垫层上施加一个预压荷载, 砂垫层中形成真空度, 通过袋装砂井渐渐向下延伸, 又通过袋装砂井向四周土体扩展, 使土体中空气和水在真空作用下发生由土体向袋装砂井渗流, 最后由袋装砂井汇至地表砂垫层中被抽出, 使土体固结。从有效应力观点来看, 真空预压法是在总应力不变情况下, 降低土体中孔隙压力, 增加有效应力, 使土体得到加固。在真空膜下土体真空度保持一段时间后, 按照堆载预压施工工艺要求, 在真空膜上堆载, 既可以安全稳定快速地填筑路基, 又可以提高软基加固效果, 增加有效加固深度。

二、真空堆载预压软土地基处理要点分析

(一) 做好测量放样工作

应用过程中, 首要工作便是做好测量放样工作, 确保作业区域工作环境稳定性。具体操作环节中, 需要注意以下几点作业内容: 第一, 对于作业环境基础条件进行勘察, 内容包括区域软土地基具体分布、相对厚度、含水量大小等内容, 基于基础资料完成控制点数量和分布位置计算工作。在虚拟仿真软件帮助下, 对于相关内容进行校核, 待满足要求后, 可以进入到

施工阶段。第二, 校验放样工具工作参数, 待满足要求之后, 选择恰当放样等级标准, 根据设计图纸中标记内容进行放样处理, 同时, 在处理过程中, 也需要做好放样编号处理工作, 编号需要和设计图纸中标记内容相匹配, 以便后续检修工作顺利, 提升检修工作应用质量。

(二) 进行场地平整处理

为确保技术顺利进行, 在软土地基处理过程中, 需要按要求对其进行场地平整处理。首先, 将作业区域基础杂物清理干净, 如碎石块、植被等, 清理出杂物需要按照要求将其及时清理出作业现场, 避免作业现场杂物堆积情况。其次, 对于场地进行标高调整工作, 后续会在其表层添加砂垫层, 用来提升基层结构基础强度, 道路工程总长度较大, 应按照分区域平整作业方式, 对于软弱地基基础标高进行调整, 使其可以满足既定作业要求。最后, 做好平整处理后数据记录工作, 对于校核结果进行汇总, 这也是后期进行作业情况评估重要基础。

(三) 砂垫层铺装作业

进行砂垫层铺装主要作用在于提供真空预压时上层静荷载, 同时基础结构起到补强作用。在作业过程中应注意以下几部分内容: 第一, 做好砂垫层铺装材料选择, 总结以往铺装经验, 砂垫层铺装期间所选材料主要以中砂或粗砂为主, 其铺装厚度基本在0.5到1.2米之间, 这都是作业施工期间需要注意施工内容。第二, 选择合适方式来进行砂垫层铺装, 在具体作业过程中采用分层填筑方式来进行, 单次铺装厚度需要控制在15厘米以内, 并且按照由中间向两侧方式进行铺装, 完成均匀铺装之后可以利用压路机对其进行处理, 同时按照要求来完成相应质量检测, 校验其密实度、平整度、综合强度是否满足应用要求, 待满足要求后进入到下一环节作业施工。

(四) 袋装砂井及密封墙作业

1. 袋装砂井施工

在进行袋装砂井施工主要目的在于为软弱地基中水分顺利排出提供有效途径, 借此来降低软土地基内部含水量。在有序进行过程中, 第一, 对于区域基础资料进行整理, 尤其是有关地下水运行情况相关参数信息, 需要对其进行细致整理, 以便于其他参数有序确定。第二, 按照要求在公路面层提前进行砂垫层铺装工作, 并且也需要按照要求完成明沟布置, 待满足要求之后, 在作业区域进行排水柱施工, 而排水柱总体深度控制15~20m。第三, 在结构属性提升方面, 需要侧重于结构透水性提升, 并且在应用中也需借助套管结构来将其顺利拔出, 这样也能够顺利形成排水砂柱结构, 其性质稳定性较强, 满足系统对外稳定排水要求。

2. 密封墙作业

密封墙作业也属于非常重要工作内容, 在具体施工处理过程中, 也需要注意以下几部分应用内容: (1) 基于作业现场基本情况, 匹配恰当施工方案, 在施工方案对比过程中需要通过经济性、实用性、完善性等内容应用对比, 随后借助结构应用参数来确定具体工作内容, 确保作业过程有效性。(2) 对于密封墙作业参数进行梳理, 内容包括搅拌桩直径、搅拌桩长度、搅拌桩间距、搅拌桩中心距离等, 基于以往施工经验可以了解到, 搅拌桩长度需要深入到淤泥层以下50cm。同时需要将渗透系数调控到 1×10^{-6} cm/s以内, 以满足后续抽真空作业要求。(3) 对于密封墙所使用原材料质量进行控制, 该内容需

要在前期做好计算,同时对拌和过程进行控制,做好相应质量校验工作,从而提升密封墙结构施工质量。

(五) 安装吸水管道

完成密封墙作业施工之后,进入到吸水管安装作业环节,这也是后续技术顺利应用基础条件。在具体作业过程中,首先,基于前期得到基础资料,对于埋管沟布设位置、参数进行调整,常规状态下布管沟参数为深度在30到50厘米,而宽度为15到30厘米,随后对于埋管结构基础进行平整处理,满足管道铺设基础要求。其次,对于管道材质进行合理筛选,主要以性质稳定PVC管为主,其直径在60到90毫米,支滤管之间距离需要控制在6.0m,而且在支滤管布设过程中,也需要提前在四周进行 $\Phi 6\sim 8\text{mm}$ 滤水孔布设,利用无纺土工布滤膜将其完整包裹起来,确保其性能稳定性。最后,根据施工要求,将施工所需吸水管埋设到砂层结构当中,同时将管道和真空泵关联在一起,从而提高结构稳定性。

(六) 进行抽真空预压作业

真空管道按照要求进行铺设后,进入到真空预压作业阶段,需要注意以下几部分内容:第一,在预压工作正式开始前,需要先对真空泵相关组件安装质量、运行质量等内容进行检查,对于密封性不足、质量问题进行及时处理,待满足要求后对其进行综合性处理,从而提升管理内容合规性。第二,在预压工作开始后,开始在选定区域进行实验,在实际应用实验过程中,也需要对结构基础参数进行客观分析,包括排水性、地面沉降情况等,根据了解到相关内容对其进行合理梳理,同时做好技术应用工序调整,进而提升真空作业结果可靠性。

(七) 真空装置的抽真空操作

在该环节作业过程中,应注意以下几点:第一,根据实际应用需求,在作业区域配置相应真空泵系统,采用梯度抽取方式不断提升区域真空度,在此过程中也需要对膜下真空度情况进行调整,通常情况下在处理过程中,如果结构强度能够满足80kPa要求,那么此时地层也进入到真空预压常规阶段。第二,所使用膜结构综合强度相对较低,如果在检查过程中发现膜结构出现真空度不足情况,此时则需要根据要求对其进行处理,对于出现泄漏问题进行及时处理,从而提升系统应用过程可靠性。第三,在抽真空处理后,如果结构底部真空度低于80kPa,此时也需要及时采用其他措施对其进行处理,待满足要求之后可以进行其他作业处理,从而提升结构最终处理效果。

(八) 路堤填筑施工

在结构已经处于抽真空状态后,需要维持该状态十五天,超过该预压阶段后进入到路堤填筑作业阶段。在该环节作业过程,会在基层上方进行过滤土工布和路基填砂作业,在具体作业过程中,需要注意真空薄膜具体位置,并对于该参数内容进行监督,对破损位置进行及时修复,确保路堤填筑作业质量。并在作业过程中,需要对地基结构沉降情况、侧向位移情况进行合理观测,以此为基础来拟定合理填筑计划。将填筑速度控制在合理范围内,并且对于填筑后材料基础强度做好控制,确保结构施工结果可靠性。

(九) 进行质量检测

要完成检测工作如下:第一,基础质量检测工作进行,其内容包括路基处理后平整度、标高合理性、应用参数合规性等。做好此类参数信息统计汇总工作,及时处理路基不平整、标高偏差过大等问题,从而提升质量检测结果可靠性。第二,对于施工软弱地基理化性质进行分析,内容包括含水量、压实度、综合强度等,利用相应仪器设备对其进行检测,根据发现

异常情况,拟定合理措施对其进行处理,从而提升处理结果使用价值。

三、真空堆载预压技术应用期间注意事项

(一) 做好基础准备工作

通过做好基础准备工作,应注意以下几部分应用内容:第一,做好基础材料应用处理工作,基于前期勘察得到基础资料,对于施工期间所需要各项材料参数进行确定,做好材料应用质量检查工作,确保材料使用过程统一性。第二,加强机械设备应用管理,按照既定要求对于设备基础参数进行调试,并且在设备使用完成后及时展开养护管理,使其可以处于比较稳定地工作状态,提升结构应用过程可靠性。

(二) 加强沉降量监测工作

通过加强沉降量监测工作,同时按照要求来完成施工参数调整,提高作业工程稳定性。首先,结合设计图纸合理布置结构沉降量监测点,通常情况下,监测点需要分布在地层性质稳定区域,以满足沉降量监测工作顺利进行。其次,借助GPS技术来完成全天候数据采集,比对参数信息了解实际沉降量和预期沉降量之间差异性。最后,及时调整真空泵工作状态,待满足要求后可以及时对其进行处理,从而提升处理结果可靠性^[1]。

(三) 做好周围建筑保护

通过做好周围建筑保护,可以降低作业过程对于周围建筑负面影响,提升技术应用效果。部分地区内存在着已有建筑物,距离软基处理边界距离相对较近,为避免真空-堆载联合预压可能造成不利影响,在建筑物影响范围边界打设水泥搅拌桩。水泥搅拌桩主要作用:①减小真空预压及堆载预压在处理边界上引起地下土体侧向变形,特别是埋深0~5m范围内土体侧向变形,可以在很大程度上降低软土地基作业期间所带来沉降影响,从而起到保护区域建筑物作用;②增强边界防渗性,兼起到密封墙作用,防止地基处理时,地下水往场地内汇集而引起周边场地沉降。水泥搅拌桩水泥掺入比 $\geq 15\%$,28d取芯立方体强度 $\geq 0.8\text{MPa}$,桩径准700mm,桩打入深度为穿过淤泥层进入砂层2m,以提升结构入桩后稳定性^[2]。

(四) 合理布置边界密封系统

通过合理布置边界密封系统,有利于后续相关工作有序推进,提高技术应用效果。在具体应用中,多采用真空薄膜来作为边界密封结构,其具体边界圈定范围,需要结合真空系统工作功率进行调整,以确保结构施工质量^[3]。

结语

综上所述,做好基础准备工作,有利于施工技术顺利推进,加强沉降量监测工作,能够根据监测数据及时调整下一环节作业参数,做好周围建筑保护,可以降低作业过程对于周围建筑负面影响,合理布置边界密封系统,有利于后续相关工作有序推进。通过将真空联合堆载预压施工技术应用到软弱地基处理工作中,对于提升软土地基融合强度有着积极地意义。

参考文献

- [1] 张青波,崔维孝,周斌,唐伟.真空联合堆载预压法加固软土地基现场试验研究[J].路基工程,2020(04):47-52.
- [2] 梁广雪,梁广会,赵海娟,姚庆东.真空联合高堆载预压处理深基坑软土地基综合施工技术的应用[J].江苏水利,2020(03):47-50.
- [3] 赵永红,马庆亮,郑成果.某近海软土地基真空联合堆载预压法工程实例分析[J].中国建材科技,2019,28(04):140-141.