

软土地基基坑工程施工中的岩土参数应用与智能化研究

李松晓¹ 李昆泽²

1. 云南地矿地质工程有限公司 云南 昆明 650041

2. 云南地质工程勘察设计研究院有限公司 云南 昆明 650041

摘要: 软土地基基坑工程施工中岩土参数的应用与智能化研究, 首先需要深入理解软土地基的特性, 承载力确定, 开挖方式与加固方法等都对于岩土参数地基处理技术的应用至关重要。软土地基处理方法主要包括填换法、搅拌桩技术以及DDC灰土挤密处理技术。智能化技术在软土地基基坑工程施工中的应用, 如智能化数字化岩土基坑支护技术、智能监控系统以及全站仪和3D激光扫描监测技术, 大大提高了施工效率和安全性。

关键词: 软土地基; 基坑工程施工; 岩土参数应用; 智能化研究

引言

软土地基施工在岩土工程中一直是个复杂而关键的问题, 特别是在基坑工程中。软土具有低承载力和高压缩性, 易导致稳定性差和不均匀沉降, 对周边建筑物和环境可能产生严重影响。为了有效应对这些挑战, 需要基于深入的地质调查选择合适的岩土参数。随着技术的发展, 智能化技术如智能监测系统、数字建模、自动化机械设备等被广泛应用于提高施工精度与效率。

1 软土地基特性

软土地基的构成主要包括那些含有大量细微颗粒的土壤, 如黏土和粉土, 这些土壤通常较为松软, 并且孔隙较大。此外, 它还可能包含有机质土、泥炭和淤泥质土等土层, 其中许多都含有一定量的有机物质。软土地基天然含水量在40%~70%之间, 有的大于70%, 孔隙比 > 1.0, 天然容量在15~17kN/m³之间^[1]。主要特征具有自然含水率大、自然空隙比大、压缩力大、抗剪力等级小、自然胶结强度小、胶结持续时间长、灵敏度高、扰动度大、透水性较差、土层层状分布复杂、各层的物理力学特性差别很大。不同区域土地的承载力小、刚度提高较慢, 加载后已变形而不均匀, 下沉速度大且保持期限过长, 软土地基基础处理不良容易造成地基不平衡下沉、偏移、失稳、偏斜、沉降等各种病害。

2 岩土参数在软土地基基坑工程中的应用

2.1 地基承载力确定

地基承载力的计算依赖于土壤的物理性质和力学参数, 如抗剪强度、压缩系数、土壤含水量等。这些参数可以通过室内土工试验、原位测试等方法获得, 为地基承载力的计算提供准确的数据支持。在确定地基承载力时, 我们可以采用多种方法, 如原位试验法、理论公式法、规范表格法和当地经验法等。其中, 原位试验法是

最可靠的基本原位测试法, 如载荷试验法, 可以直接在施工现场对土壤进行测试, 获得真实可靠的数据。地基承载力的计算结果不仅与土壤的物理力学性质有关, 还与基础底面的形状、大小、埋深、上部结构对变形的适应程度等因素有关。因此, 在实际工程中, 我们需要综合考虑各种因素, 选择合适的计算方法, 并结合工程经验进行调整, 以确保地基承载力的准确性和可靠性。

2.2 基坑开挖方式指导

对于抗剪强度较低的软土, 如淤泥、泥炭质土等, 由于这些土壤在外力作用下容易发生剪切破坏, 因此在开挖过程中必须采取更加严格的支护措施。支护结构如钢板桩、地下连续墙等能够有效防止基坑侧壁失稳, 确保施工安全。而对于压缩性较大的软土, 如高含水量的软黏性土, 开挖时则需特别控制开挖速度。过快的开挖速度会导致土体无法及时稳定, 产生过大的变形, 甚至可能引发基坑坍塌。因此, 在开挖过程中, 需根据土壤压缩系数和含水率等参数, 合理安排开挖进度, 确保土体的稳定和安全。

2.3 加固方法选择

(1) 水泥土搅拌法以其独特的方式成为软土加固的理想选择。它不仅能最大限度地利用原土, 减少资源浪费, 还具有施工无振动、无噪声、无污染的优点, 这使得它能在密集建筑群中顺利施工。此外, 水泥土搅拌法还能根据上部结构的需要, 灵活采用柱状、壁状、块状等多种加固形式, 以满足不同工程的需求。与钢筋混凝土桩相比, 水泥土搅拌法能显著节约钢材, 进一步降低工程造价^[2]。(2) 对于压缩性较大的软土, 排水固结法是一种有效的加固方法。该方法通过布设垂直向排水井(如塑料排水袋或砂井), 使土中的孔隙水被逐渐排出, 从而减小土体的孔隙比, 提高软土的强度。排水固

结法主要解决软土地层的沉降和稳定问题,为工程提供坚实的基础。(3)在软土深部不大的情况下,堆载预压法是一种经济实用的加固方法。该方法在预备阶段通过堆压不小于恒载的填土恒载,使软土预先发生压缩变形,从而提高地基的密实度和承载力。由于堆载预压法成本较低,操作简单,因此在许多工程中得到了广泛应用。(4)真空预压法则适用于含水率较高的软土。该方法在软土路基表面铺设砂石和隔绝膜,利用真空设备将膜内空气排出,形成压力差,使软土受到压缩。真空预压法通过减少土中的孔隙水,降低土体的含水量,从而提高软土的强度和稳定性。

3 软土地基处理技术在岩土工程中的应用

3.1 填换法

这种软基处理技术,一般要求先对软土地基进行开挖,再更换为具备相应硬度的砂石垫层,以便使之起到保证基底结合强度的目的,在基础上采用合理工艺方法换填地基软泥,这项工艺的优点就是可以使基础结实度大大提高,原因是由于对基础垫板做好后换土基础,再进行多次地基,外力作用增加了软土地基的坚固性,安全性得以保证,进而提高了地基的总体坚固度。换填处理工程中使用大量瓦砾或细沙,这种建筑材料具有很大体积,并具有很大的抗压强度,用其作为换填的建筑材料其处理方法简便易行且效果优异,所以换填技术的使用范围很广。

3.2 搅拌桩技术

这项技术主要用来施工,它包括二个主要类型,即混凝土和石灰搅拌桩,不管哪一种技术类型均能使土壤较好的增加稳定性,不过差别是很大的,石灰桩在相对干旱的软土壤基上使用最广泛,它具有强大的水吸收能力,而且吸收后会再次凝聚,从而成桩。石灰桩技术应用的注意事项是:(1)从软土地基实际情况出发,对石灰的规格与配比加以控制;(2)对建筑地点的技术勘察,掌握正确作业方法,确保最大程度利用石灰桩的操作优越性。搅拌桩等软基处理工艺的实际项目应用中,搅拌轴数量也应按照岩石构造特征选用,比较常用的有单轴、双轴、三轴、五轴等^[3]。水泥桩在深层软土地基中使用较多,而混凝土搅拌所用的建筑材料则需要由实验室技师根据材质配比进行严密的反复检验,以保证建筑材料稳定性的良好。它的具体应用与注意事项是:(1)对现场情况进行实际勘测,对混凝土搅拌桩成桩时间,材料比例等关键参数进行计算,并根据实际的测量数据开展成桩施工,以实现地基质量改善的目的;(2)成桩作业进行前需要对作业部位进行清扫。把里面的石块、

垃圾清除出去,促使混凝土搅拌桩工艺发挥最佳作用。

3.3 DDC灰土挤密处理技术

这项关键技术核心设计理念在于,利用DDC灰土合料的紧实挤压工艺,将灰土注入到软土地基之中,通过这一过程,使地基转化为具有混凝土特性的基础材料,进而显著提高地基的承载能力。同时,通过地基处理作业,最大程度地减少地基混凝土体中的孔隙,以达到增强其整体性能的目的。采用该方法的设计路线为:使用合理方法统计力学性能在DDC灰土回填挤密处理工艺中的效果,同时研究影响土基承载能各种因素的参数,以螺旋钻机进行开挖施工,然后将灰土合料投入地面夯实,然后成桩,尽量使桩身混凝土尺寸发展到最大限度,地基达到混凝土强度,承载能力得到明显提高。使用了这种工艺处理过的软土地基,承载能力提高了也就意味着其总体的承载力状态得以明显改善,同时土壤品质也得到了保证,安全性能更为良好,对软土地基进行承载能力的分析就必须在研究混凝土体抗剪力的基础上进行,而如果获得了抗剪力作用的统计结果,分析土基承载能就可以水到渠成了。

4 软土地基基坑工程施工中智能化研究

4.1 智能化数字化岩土基坑支护技术

智能化数字化岩土基坑支护技术是指利用智能化和数字化技术,对基坑开挖和支护进行仿真和优化,以提高基坑施工效率和质量,降低施工风险和成本的新型岩土基坑支护技术。该技术采用现代计算机、软件、传感器等设备,通过实时监测、分析和反馈基坑施工过程的数据,实现基坑施工的自动化、智能化和数字化。智能化数字化岩土基坑支护技术的特点主要包括以下几个方面:(1)数字化建模技术,能够实现对基坑施工过程的数字化建模和仿真,以便于对施工过程进行分析和预测,同时也能够辅助设计和决策;(2)实时监测技术,能够对基坑施工过程的变形和位移进行实时监测和控制,以便于调整和优化支护措施和方案;(3)智能化决策技术,能够根据施工过程的实时数据和模拟结果,进行智能化决策和优化,以实现基坑施工的自动化和智能化。智能化数字化岩土基坑支护技术的应用,将为基坑施工过程带来诸多优势,例如提高基坑施工效率和质量、降低施工风险和成本、减少施工对环境的影响等。

4.2 软土地基基坑工程智能监控系统

软土地基基坑智能监控系统是智能化监测与控制技术在软土地基基坑施工中的核心应用,其利用计算机技术、云存储技术、统计分析方法、人工智能算法等对软土地基基坑智能监测数据如三维点位数据、坑外地下水

位、地下管线位移、支撑轴力、围护结构顶部位移等进行统计、分析与深度应用^[4]。例如,施工单位将前端智能化监测采集的软土地基基坑结构参数等数据自动备份在存储芯片中,利用无线网络等传输介质将数据上传至数据中心。数据中心将前端传输的数据根据元数据与分析需要分别存储在不同的表结构中。同时,施工单位可在数据中心设置不同数据的预警阈值,如围护结构顶部位移日变化量超过3mm,累积量超过35mm;围护墙深层水平位移日变化量超过3mm,累积量超过40mm;坑外地下水位日变化量超过300mm,累积量超过1000mm;地下管线位移日变化量超过2mm,累积量超过10mm;坑外地表竖向位移日变化量超过4mm,累积量超过30mm等。通过阈值的设置与数据的动态采集,对围护结构顶部位移、围护墙深层水平位移等进行超出预警,以便施工单位提前发现深基坑施工安全隐患,并调整施工方案。此外,数据中心可对前端下位机的各传感器设备进行运行参数与运行状态控制,如软土地基基坑工程施工过程中,施工单位利用数据中心对施工现场各类传感器的数据采集进行设置,控制传感器每5分钟采集一次数据,确保软土地基基坑施工中土体与围护结构变形等数据采集的连续性。

4.3 软土地基基坑工程施工中的智能化3D激光扫描监测技术

3D激光扫描监测技术利用高速激光扫描仪对目标对象进行扫描,快速精准获取目标对象的经度、纬度与高程数据,利用目标对象不同点位的三维坐标快速勾勒并构建三维可视化结构模型,实现对目标对象的三维可视化建模。相较于传统的监测与建模技术和流程,3D激光

扫描监测技术可无接触式、快速获取大规模目标地物的密集三维坐标数据,将其应用于软土地基基坑工程施工中,可以通过扫描参数设置自动化扫描并构建软土地基基坑及其周边地区三维地形模型,可应用于地质条件恶劣且复杂的软土地基基坑工程环境中。软土地基基坑三维坐标数据通过数据传输介质传输并存储到数据中心,经三维建模技术对软土地基基坑进行三维可视化建模,软土地基基坑及其周边地形测量与三维建模精度得以大幅度提高,也可对软土地基基坑施工过程中的三维地形建模进行动态更新。

结语

通过深入研究和理解软土地基的特性及其在施工中的行为,我们能够更精确地预测和处理可能出现的问题,如地基的不均匀沉降、基坑的稳定性问题等。利用新兴的智能化技术,如自动化监测系统、智能分析软件和机器学习方法,可以极大地提高施工过程的安全性和效率。未来,随着技术的不断革新和方法论的持续更新,岩土工程领域将向着更高精度、更安全的方向发展,推动工程建设走向新的水平。

参考文献

- [1]李森.对于软土地基的岩土工程勘察的相关研究[J].中华建设,2020(01):167-169.
- [2]汪源,刘晓哲.软土地基岩土工程勘察相关问题探析[J].中国新技术新产品,2021(07):95-96.
- [3]许崢.小议公路工程中软土地基的岩土工程勘察[J].居舍,2019(05):15-16.
- [4]张军州.软土地基岩土工程的勘察与数据处理讨论[J].山东化工,2019,47(02):74-75.