

沿海软土地区岩土工程勘察研究

康 波

南通同创建筑设计有限公司 江苏南通 226400

【摘要】随着我国经济的快速发展,我国沿海地区的经济也在不断的发展,而沿海地区的地质情况也会变得更加复杂。在沿海地区进行岩土工程勘察的过程中,由于我国沿海地区有很多特殊的地质情况,所以在进行岩土工程勘察时会存在很多困难。本文分析了沿海软土地区岩土工程勘察难点,介绍了沿海软土地区岩土工程勘察的关键技术,并对沿海软土地区岩土工程勘察数据的应用进行了探讨,希望可以给沿海地区岩土工程勘察工作带来一定的帮助。

【关键词】沿海;软土地区;岩土工程;勘察

引言

沿海软土地区的地质条件复杂,具有高压缩性、高含水量、低强度及触变性等特点,导致地基的稳定性和承载力评估充满挑战。随着城市化进程的推进,沿海地区的建设活动不断增加,对岩土工程勘察提出了更高的要求。通过精确的勘察技术获取详细的地层信息,结合科学的分析方法,评估地基的力学性质和变形特性,有助于确保工程安全和结构稳定。

1 沿海软土地区岩土工程勘察难点

1.1 低强度岩土层的承载力评估困难

沿海软土地区的岩土层通常具有显著的低强度特征,其物理力学性质变异性较大,软土的压缩性高、抗剪强度低且变形模量小,这些特性使得传统的承载力计算模型难以准确反映实际地基状况。软土层在受力状态下表现出显著的非线性变形,传统线性弹性模型难以适用,无法准确预测地基的最终沉降和变形。低强度岩土层的应力-应变关系复杂,通常需要考虑土体的历史应力路径、固结状态以及应力释放过程,导致承载力评估的复杂性增加。由于软土层具有明显的时间效应,如蠕变和次固结现象,这些时间依赖性变形使得承载力在长期服务过程中发生变化,难以通过短期试验数据进行准确评估。软土层中常含有不均匀的夹层和透镜体,这些不连续结构对承载力评估带来额外的不确定性,难以通过简单的试验和模型进行准确预测。沿海软土地区常受潮汐和地下水位波动影响,软土层的有效应力状态频繁变化,增加了承载力评估的难度。现有的承载力理论和经验公式多基于均质土体假设,对于多相、多层次结构的软土层适用性差,需进行更复杂的数值模拟

和现场验证。

1.2 高地下水位增加的基坑开挖难度

沿海软土地区高地下水位导致基坑开挖过程中涌水现象严重,增加了基坑排水的难度和成本。涌水会对导致边坡土体软化、滑移甚至坍塌,严重威胁施工安全。高地下水位下基坑开挖易引发周边地基的沉降和位移,造成周围建筑物和设施的结构安全隐患。地下水流动速度较快时,会引起基坑底部土体的流砂现象,使得基坑底部承载力大幅降低,增加基坑支护结构的设计难度。高地下水位还会增加基坑开挖时土体的渗透压力,渗透力的作用可能导致土体内产生渗透破坏,使得基坑支护结构承受额外的水压力,影响其稳定性。高地下水位条件下,传统的降水措施如井点降水、深井降水等难以有效降低水位,需采用复杂的降水系统和设备,增加施工难度和费用。基坑开挖过程中的降水操作需谨慎,过度降水可能引起周边地面沉降和结构损害,且降水设备和操作需保持高效稳定,以防止突发的涌水和渗流现象。沿海软土地区的地下水位常受潮汐和气候变化影响,导致地下水位波动频繁,使得基坑开挖过程中的水位控制更加复杂和不确定^[1]。

2 沿海软土地区岩土工程勘察的关键技术

2.1 钻探取样技术

钻探取样技术是沿海软土地区岩土工程勘察的基础技术,其核心在于获取准确的土层信息。沿海软土具有高含水量、高压缩性、低强度的特点,对钻探取样提出了特殊要求。第一,钻探过程中软土的流动性和触变性会导致钻孔壁不稳定,易发生塌孔现象。需采用泥浆护壁或套管护壁技术,以稳定钻孔壁,确保取样顺利进行。泥浆护壁通

过向钻孔内注入泥浆，形成泥浆护壁，防止孔壁坍塌；套管护壁则使用金属套管支撑孔壁，两种方法均需根据实际情况选择使用。第二，软土层中常含有大量水分，土样在采集过程中易发生扰动和水分流失，影响土样的代表性和真实性。为避免这种情况，采样时需使用薄壁取土器或环刀取土器，这些取土器能够有效保持土样的原状，减少扰动。薄壁取土器适用于高含水量的软土，能够保持土样的自然结构；环刀取土器则适用于较硬的土层，能够获得完整的土样。第三，钻探取样的深度和频率需根据地质条件和勘察需求确定。沿海软土层通常较厚，钻探深度需达到持力层以下，以确保获取完整的地层信息。取样频率则需根据土层变化情况进行调整，通常每1~2m取样一次，确保土层信息的连续性和完整性^[2]。

2.2 静力触探技术

静力触探技术是沿海软土地区岩土工程勘察的重要方法，通过探头贯入土层，连续获取土体的力学参数。静力触探设备在沿海软土中的应用需考虑软土的高压缩性和低强度特性。贯入过程中，探头需缓慢、均匀地贯入土层，贯入速度通常控制在1~2cm/s，以保证数据的连续性和准确性。贯入过程中，需实时记录贯入阻力、摩擦阻力和孔隙水压力数据，通过数据变化分析土层的物理力学性质。沿海软土层的流动性和触变性会影响探头的贯入过程，易发生探头倾斜和贯入阻力突变。为避免这些问题，需采用高精度探头和先进的数据采集系统，确保探头的垂直度和数据的稳定性。探头类型多样，包括单桥探头、双桥探头和圆锥探头等，不同探头适用于不同土层。

静力触探数据的处理与分析需结合软土的特殊性质。软土层通常具有高压缩性、低强度和流变性等特点，贯入过程中易发生探头倾斜和贯入阻力突变，需采取相应措施进行调整和补偿。数据处理需采用专业的软件系统，对原始数据进行滤波、平滑和归一化处理，消除噪声和干扰。分析过程中，需结合探头类型和土层结构，确定土层的贯入阻力、摩擦阻力和孔隙水压力参数，绘制土层剖面图和力学参数曲线。通过数据分析，可确定土层的密实度、抗剪强度和承载力，为地基设计和施工提供依据^[3]。

2.3 探地雷达技术

探地雷达技术在沿海软土地区岩土工程勘察中应用广泛，通过高频电磁波反射获取地下介质的分布和结构信息。探地雷达设备的选择需考虑软土的高含水量和低电导

率特性。常用设备包括发射天线、接收天线、控制单元和数据处理系统。发射天线频率范围通常为100~1000MHz，频率选择需根据勘察深度和分辨率要求进行确定。接收天线需具备高灵敏度和高分辨率，能够准确记录反射信号。测线布置需根据地质条件和勘察需求进行合理设计，通常采用平行测线和交叉测线相结合的方式，确保覆盖整个勘察区域。测线间距和测点间距需根据分辨率要求和地质复杂程度确定，通常测线间距为1~5米，测点间距为0.1~1米。参数设定包括发射频率、采样间隔和扫描深度等，需根据勘察目标和地下介质的电磁性质进行调整。数据获取过程中，需保持天线与地面平行，匀速移动，确保信号的连续性和稳定性。数据采集需实时记录反射信号的振幅和时间，生成雷达剖面图。数据分析过程中，需采用专业的软件系统，对原始数据进行滤波、去噪和增强处理，提取有效信号。通过分析反射信号的振幅和相位变化，可确定地下介质的电磁性质和分布特征，绘制地下结构剖面图和介质分布图。

3 沿海软土地区岩土工程勘察数据的应用

3.1 软土层力学参数的确定

软土层通常具有高压缩性和低强度特征，需进行压缩试验和抗剪试验，确定其压缩模量和抗剪强度。压缩试验通常采用单轴压缩试验和三轴压缩试验，前者适用于初步评估土体的压缩特性，后者则提供详细的应力-应变关系和孔隙压力变化。实验结果表明，软土层的压缩模量较低，通常为1~5MPa，抗剪强度亦较低，一般为10~20kPa。

静力触探试验（CPT）和标准贯入试验（SPT）是常用的原位试验方法，通过现场试验获取土层的力学参数。静力触探试验通过探头连续贯入土层，记录贯入阻力和摩擦阻力，提供土层的密实度和抗剪强度参数。标准贯入试验则通过打击贯入标准贯入器，测量其贯入深度，评估土层的承载力和密实度。CPT试验数据需进行归一化处理，消除深度和探头类型的影响，SPT试验数据需结合经验公式，估算土层的承载力和抗剪强度。

孔隙水压力试验和压缩波速试验提供土层的孔隙水压力和波速数据，用于评估土体的固结状态和变形特性。孔隙水压力试验通过埋设孔隙压力计，测量不同深度的孔隙水压力变化，评估土层的排水固结情况。压缩波速试验则通过地震波速测量设备，记录压缩波在土层中的传播速度，估算土层的刚度和固结程度^[4]。数据分析需结合软土层的

变形特性和应力路径,采用Cam-Clay模型和修正Cam-Clay模型,前者适用于描述软土的弹塑性变形特性,后者则考虑了土体的硬化和软化特性。数据处理需进行多次试验验证,确保结果的可靠性和科学性。

3.2 地基稳定性评估与处理方案

沿海软土层通常具有高压缩性和低强度特征,地基易发生不均匀沉降和侧向位移,需进行沉降预测和变形分析。沉降预测可采用有限元分析方法,通过建立地基-结构相互作用模型,模拟地基的沉降过程和变形特征。分析结果表明,软土层的沉降量较大,通常为10~30cm,需采取有效的加固措施。

承载力评估是地基稳定性分析的重要组成部分,需通过静力触探试验和标准贯入试验数据,估算地基的承载力。静力触探试验提供的贯入阻力和摩擦阻力数据,可用于估算土层的抗剪强度和承载力,常用的方法包括贝尔格曼公式和德雷克公式。标准贯入试验则通过贯入深度和打击数,估算地基的承载力,常用的方法包括迈耶霍夫公式和鲍文公式。分析结果表明,软土层的承载力较低,通常为50~100kPa,需进行地基加固处理。

地基处理方案需结合地基稳定性评估结果,选择合适的加固措施,提高地基的承载力和稳定性。常用的地基处理方法包括预压固结、真空预压和桩基加固等。预压固结通过施加超载荷,促使土层的排水固结和沉降,提高地基的承载力。真空预压则通过在地基表面覆盖密封膜,抽取空气,形成真空状态,加速土层的排水固结。桩基加固通过在地基中打入桩体,分担荷载,增加地基的承载力和稳定性。

地基处理效果的评价需通过现场监测和实验室试验,验证处理方案的有效性和可靠性。现场监测包括沉降监测、孔隙水压力监测和变形监测等,记录地基处理过程中的沉降量、孔隙水压力变化和变形特征。实验室试验包括抗剪强度试验和压缩试验,评估地基处理前后的力学参数变化。

3.3 勘察数据在工程设计中的应用

地基设计需结合勘察数据,确定地基的承载力和变形特性,选择合适的地基类型和加固措施。软土层的高压缩性和低强度特征决定了地基设计需采用预压固结、真空预压和桩基加固等措施,提高地基的承载力和稳定性。勘察数据提供了土层的物理力学性质和力学参数,为地基设计

提供了可靠的基础数据。结构设计需结合地基设计,考虑地基的沉降和变形特性,进行结构的稳定性和安全性分析。勘察数据提供的土层参数和地基处理效果数据,为结构设计提供了科学依据。结构设计需考虑地基的不均匀沉降和侧向位移,选择合适的结构形式和构造措施,提高结构的适应性和稳定性。常用的方法包括加大基础面积、设置防沉降设施和采用柔性结构等,减少地基沉降对结构的影响。

施工方法需结合地基的物理力学性质和力学参数,选择合适的施工工艺和设备。勘察数据提供了地基的沉降和变形特性,为施工过程的控制提供了科学依据。施工过程中需进行实时监测和调整,确保施工质量和进度,常用的方法包括分层施工、分段施工和动态监测等,提高施工的可靠性和安全性。施工监测包括沉降监测、变形监测和孔隙水压力监测等,记录施工过程中的地基沉降量、变形量和孔隙水压力变化。勘察数据提供的土层参数和地基处理效果数据,为施工质量的验收提供了科学依据。施工验收需结合勘察数据和监测数据,评估施工质量和效果,确保工程的稳定性和安全性^[5]。

结语

沿海软土地区的岩土工程勘察通过多种技术手段,获取了丰富的地质数据,揭示了软土层的力学特性和工程行为。这些数据为地基设计和施工提供了科学依据,保障了工程的安全性和稳定性。未来,随着勘察技术的不断发展和精细化,预期在更加复杂的地质条件下,岩土工程勘察将进一步提升数据的精确度和可靠性,推动沿海地区的可持续发展。

参考文献:

- [1] 陈国栋. 基于典型软土地区岩土工程勘察探析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(1): 0032-0035
- [2] 岳建刚. 沿海深厚软土地区地铁车站基坑工程勘察技术研究[J]. 现代城市轨道交通, 2023(10): 86-91
- [3] 吴晓磊. 探讨软土地区岩土工程勘察技术要点[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(10): 0176-0178
- [4] 陈祺, 鹿诗琦. 软土地区岩土工程勘察技术的要点分析[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2023(10): 0001-0004
- [5] 徐新鹏. 软土地区岩土工程勘察问题探讨[J]. 交通建设与管理, 2023(1): 85-87