

软土地基沉降特性与控制措施研究

昌言

中冶武勘工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

【摘要】：软土地基具有承载力低、压缩性高、渗透性弱等固有特性，易在工程荷载作用下产生不均匀沉降，进而影响建筑物结构安全与正常使用，因此深入研究其沉降特性并制定科学有效的控制措施具有重要工程意义。本文结合工程实际，分析软土地基沉降的形成机制与主要特性，探究影响沉降的各类关键因素，在此基础上提出针对性的控制措施，为工程实践中软土地基沉降控制提供理论参考与实践指导，保障工程结构的稳定性和耐久性。

【关键词】：软土地基；沉降特性；控制措施；工程实践；结构稳定

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.012

引言

软土地基在我国沿海、沿江及内陆低洼地区分布广泛，其特殊的物质组成和结构特性，使其成为工程建设中需重点关注的技术难题。软土地基在荷载作用下产生的沉降现象，不仅会导致建筑物出现裂缝、倾斜等病害，严重时还会引发结构破坏，影响工程使用寿命，甚至威胁人员财产安全。当前工程建设中，软土地基沉降控制问题始终是岩土工程领域的研究重点和难点。本文基于软土地基的工程特性，系统分析其沉降规律与影响因素，提出切实可行的控制措施，衔接摘要核心观点，为后续正文深入研究奠定基础，同时为同类工程提供实践借鉴。

1 软土地基沉降特性分析

软土地基的沉降特性由其自身物质组成和结构特点决定，核心表现为沉降量大、沉降速率快且持续时间长，这一特性直接关系到工程建设的安全性和经济性。软土主要由黏粒、粉粒等细颗粒物质组成，颗粒间孔隙大且孔隙水难以快速排出，在外部荷载作用下，孔隙水压力逐渐消散，颗粒发生重新排列和压缩，进而产生沉降现象。这种沉降过程具有明显的阶段性，初期沉降主要由土体瞬时压缩引起，沉降速率较快，随着孔隙水的缓慢排出，沉降速率逐渐减缓，但整体沉降量会持续累积，部分工程的沉降持续时间可长达数年。

软土地基沉降还具有不均匀性的显著特点，这种不均匀性主要源于软土分布的不均匀、土层厚度的差异以及荷载分布的不均衡^[1]。在实际工程中，同一建筑场地内，不同区域的软土物理力学性质可能存在较大差异，部分区域软土层较厚、压缩性高，而部分区域软土层较薄、压缩性相对较低，在相同荷载作用下，不同区域的沉降量和沉降速率会出现明显差异，进而导致建筑物产生不均匀沉降，引发墙体开裂、基础倾斜等工程病害。

软土地基的沉降特性还受到外部环境因素的影响，温度变

化、地下水水位波动以及施工扰动等，都会改变软土的物理力学性质，进而影响沉降过程。温度变化会导致软土颗粒热胀冷缩，改变颗粒间的联结状态，影响土体的压缩性；地下水水位的升降会改变软土的有效应力，水位下降会增加土体有效应力，加速沉降，水位上升则会降低有效应力，减缓沉降但可能引发土体软化；施工过程中的土方开挖、桩基施工等作业，会扰动软土结构，破坏土体的整体性，导致沉降量增加、沉降速率加快。

2 软土地基沉降控制措施

针对软土地基沉降量大、不均匀性突出等特性，需结合工程实际情况，采取针对性的控制措施，从源头减少沉降量，控制沉降速率，保障工程结构稳定。换填垫层法是工程中应用较为广泛的一种浅层处理措施，通过将基础底面以下一定深度的软土挖除，换填强度高、压缩性低、渗透性好的材料，如灰土、砂石、素混凝土等，从而提高地基承载力，减少沉降量。换填垫层不仅能改善浅层软土的工程性质，还能加速深层软土的排水固结，进一步控制沉降发展，适用于软土层较薄、荷载较小的工程场景。

排水固结法是控制软土地基沉降的核心措施之一，其核心原理是通过设置排水系统，加速软土中孔隙水的排出，缩短孔隙水压力消散时间，促进土体固结，提高土体强度，从而减少沉降量并控制沉降速率。常用的排水固结措施包括砂井排水、塑料排水板排水等，通过在软土地基中设置垂直排水通道，配合堆载预压或真空预压，使软土在预压荷载作用下逐渐固结，提前完成部分沉降，避免工程建成后产生过大工后沉降。这种方法适用于软土层较厚、渗透性弱的工程场地，能有效解决软土地基沉降持续时间长的问題。

加固处理法核心是通过改善软土地基的结构特性，增强其整体性和承载强度，从根源上遏制沉降变形，适用于上部荷载较大、对沉降控制精度要求严格的建筑工程。常用的加固方法

有水泥土搅拌桩、粉喷桩、高压旋喷桩等,施工时向软土内部注入水泥等固化剂,使其与软土颗粒充分混合并发生化学反应,形成强度高、稳定性好的复合地基,大幅提升地基承载力,有效减少沉降量^[2]。桩基托换技术也是常用的加固手段,通过布设桩基穿透软土层,将上部结构荷载传递至深层坚实土层,避免软土地基直接承受过大荷载,进而稳定控制沉降变形,保障建筑物结构长期安全。

3 软土地基沉降控制的工程实践应用

软土地基沉降控制措施的应用需结合工程实际条件,根据软土特性、荷载大小、工程要求等因素,选择合适的处理方案,确保控制效果的同时兼顾经济性和施工可行性。在沿海地区软土路基工程中,由于软土层厚、渗透性差,常采用塑料排水板排水结合堆载预压的方式,通过设置塑料排水板加速孔隙水排出,配合堆载预压促进土体固结,有效控制路基沉降,避免路基出现开裂、下沉等病害,保障公路行车安全。施工过程中,需严格控制排水板的插入深度、间距以及堆载预压的速率,避免因施工不当导致沉降量过大。

在建筑工程中,针对软土地基的沉降控制,需结合建筑物的荷载特点、使用功能及沉降允许标准,科学选用适配的处理措施,避免因措施不当导致后期沉降超标。对于多层建筑,因其荷载相对较小、沉降控制要求适中,若场地软土层厚度较薄、分布均匀,可采用换填垫层法进行处理,挖除基础底面以下不良软土,换填灰土、级配砂石等强度高、压缩性低的材料并分层夯实,既能有效提高地基承载力,又能抑制地基沉降变形^[3]。对于高层建筑,因其上部结构荷载大、对沉降变形的控制标准

更为严格,单纯浅层处理难以满足要求,常采用水泥土搅拌桩加固或桩基托换技术,通过搅拌桩与软土形成复合地基,或依托桩基将上部荷载直接传递至深层坚实土层,从根本上控制沉降量,确保其处于设计允许范围内。在施工全过程中,需布置专业沉降监测点,实时跟踪沉降变化数据,分析沉降发展规律,一旦发现沉降速率异常或沉降量接近限值,及时调整施工参数与方案,有效规避不均匀沉降引发的建筑墙体开裂、基础倾斜等工程隐患。

软土地基沉降控制的工程实践中,还需注重施工质量控制和后期监测维护。施工过程中,需严格按照设计方案执行,控制原材料质量、施工工艺和施工参数,避免因施工质量问题影响沉降控制效果;工程建成后,需建立长期沉降监测体系,定期对建筑物的沉降量进行监测,分析沉降变化趋势,若发现沉降量超出允许范围,及时采取补救措施,如加固处理、卸载等,确保工程结构的长期稳定性,延长工程使用寿命。

4 结语

本文围绕软土地基沉降特性与控制措施展开研究,明确软土地基沉降具有沉降量大、速率快、不均匀性突出等特点,分析了软土自身性质、外部荷载及环境因素对沉降的影响。结合工程实际,提出换填垫层、排水固结、加固处理等针对性控制措施,并阐述了各类措施在工程实践中的应用要点。研究表明,科学合理的沉降控制措施能有效减少软土地基沉降量,保障工程结构稳定。软土地基沉降控制需结合实际工况,优化方案设计与施工管控,为同类工程提供可靠的实践参考。

参考文献:

- [1] 董庆贺,孔凡龙,喻媛.软土地基沉降特性与加固措施研究[J].工程技术研究,2025,10(13):35-37.
- [2] 邹会强.高速公路固化软土地基动力响应与沉降变形规律研究[J].交通世界,2024,(36):60-62.
- [3] 詹斌,沈立,单生辉,等.不均匀软土地基加固工后沉降特性及参数分析[J].工程与建设,2024,38(05):1068-1072.