

岩土工程施工中软土地基处理方法分析

郭佳 吴红垒

中化地质河南局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 岩土工程施工中,软土地基处理是保障工程安全与稳定的关键环节。本文系统分析了软土地基的特性与分类,探讨了其成因、物理力学特性及工程特性。在此基础上,详细阐述了预压固结法、排水固结法、动力压实法、换填法、深层搅拌法等多种常用地基处理方法的原理、实施步骤、应用范围与效果。同时,也介绍了生物地基处理技术和纳米材料应用等新型处理方法。

关键词: 软土地基;地基处理;岩土工程;施工技术

引言: 软土地基作为岩土工程施工中常见的地质问题,其处理方法的选取直接影响到工程的稳定性与安全性。随着工程技术的不断发展,地基处理方法也日益多样化。然而,每种方法都有其特定的适用范围和限制条件,如何在复杂的工程环境下选择最合适的地基处理方案,成为岩土工程施工中亟待解决的问题。

1 软土地基的特性与分类

软土地基是土木工程中常见且极具挑战性的地质条件之一。它对于建筑结构的稳定性、安全性以及使用寿命都具有重要影响。因此,深入理解和把握软土地基的特性与分类,对于工程师而言至关重要。(1)软土,通常指的是具有低强度、高压缩性、高含水量以及低渗透性的细粒土。这些特性使得软土在受到外力作用时容易产生变形,对工程建设造成不利影响。软土的成因多种多样,包括沉积作用、生物化学作用以及地质构造运动等。例如,河流、湖泊等水域的沉积物在长时间的压实作用下,会形成具有上述特性的软土。(2)软土的物理力学特性:软土的物理特性主要表现为高含水量、高孔隙比和低干密度。这意味着软土的结构较为松散,颗粒间的空隙较大,水分含量较高。在力学特性方面,软土的压缩性高,抗剪强度低,这使得它在受到荷载作用时容易产生压缩变形和剪切破坏。此外,软土的渗透性也较低,这导致了水分在软土中排出困难,进一步加剧了其工程性质的复杂性。(3)基于软土的物理力学特性,我们可以将其分为不同的类型。常见的软土地基分类包括淤泥质土、泥炭土、粘性土和粉质土等。每种类型的软土都有其独特的工程特性。例如,淤泥质土具有极高的压缩性和较低的抗剪强度,这使得它在受到荷载作用时容易产生较大的沉降变形;泥炭土则因其含有较高的有机质而具有较差的稳定性,容易受到生物降解和氧化作用的影响;粘性土具有较高的粘聚力和内摩擦角,但

其渗透性较差,排水困难;粉质土则介于砂土和粘性土之间,其工程性质相对较为稳定。

在实际工程中,针对不同类型的软土地基,需要采取不同的处理措施。例如,对于淤泥质土和泥炭土等稳定性较差的软土,可以采用换填法、排水固结法或桩基法等方法进行加固处理;对于粘性土和粉质土等渗透性较差的软土,则需要注意排水措施的设计和施工,以确保地基的稳定性。

2 软土地基处理的常用方法

2.1 预压固结法

软土地基处理的常用方法之一是预压固结法,这是一种通过预先施加荷载,使软土在地基自重及附加荷载的共同作用下,逐渐固结压密的方法。这种方法旨在提高地基的承载力和稳定性,减少地基沉降,从而确保建筑结构的安^[1]。预压固结法的实施步骤相对明确。首先,需要对软土地基进行勘察和测试,了解其物理力学特性及分布情况。然后,根据勘察结果设计预压方案,确定预压荷载的大小、分布和加载速率。接着,在软土地基上铺设砂垫层或塑料排水板等排水设施,以便在预压过程中排出地基中的水分。最后,逐步施加预压荷载,直至达到设计要求。预压固结法的应用范围广泛,适用于各类软土地基,尤其是那些压缩性高、渗透性差的软土。通过预压固结法处理后的地基,其承载力和稳定性得到显著提高,沉降量也得到有效控制。这使得建筑结构能够更安全、更稳定地建立在处理后的地基上,为长期使用提供了保障。同时,预压固结法的效果分析也是工程实践中不可或缺的一环。通过对处理前后的地基进行对比分析,可以评估预压固结法的处理效果。一般来说,预压固结法能够有效降低地基的沉降量,提高地基的承载力,使地基的变形和稳定性满足设计要求。此外,预压固结法还具有施工周期短、成本低等优点,

因此在工程实践中得到了广泛应用。

2.2 排水固结法

排水固结法是一种广泛应用于软土地基处理的有效方法，其核心在于通过设置排水系统，加速地基中水分的排出，从而促进地基的固结与强化。在排水固结法中，垂直排水与水平排水系统共同构成了完整的排水网络。垂直排水系统通常采用砂井、塑料排水板等形式，它们深入软土层中，形成垂直的排水通道，有效引导地基中的水分向上排出。水平排水系统则通过铺设砂垫层或碎石层，为地基中的水分提供水平方向的排出路径。排水材料的选择与设计是排水固结法的关键。垂直排水材料应具有良好的透水性和耐久性，能够长期保持高效的排水性能。水平排水材料则要求具有较大的渗透系数和承载能力，以确保水分能够迅速排出，同时能够承受地基中的荷载。在设计排水系统时，需要充分考虑软土地基的特性、工程要求以及环境条件等因素。合理的排水间距、排水材料的尺寸和性能参数等都需要经过精心计算和选择，以确保排水系统的有效性和经济性。

2.3 动力压实法

动力压实法是一种高效的软土地基处理方法，它通过利用重型压实机械对地基进行反复压实，从而增加地基的密实度和承载力。这种方法在施工工艺和设备选择、适用性以及效率评估等方面都有其独特之处。在施工工艺方面，动力压实法需要选用合适的压实机械，如强夯机、压路机等，并根据地基的实际情况制定详细的压实方案。压实过程中，需控制压实的次数、速度和深度，确保地基达到设计要求的密实度。此外，压实前还需对地基进行必要的预处理，如清理杂物、平整表面等，以保证压实效果。在设备选择方面，动力压实法要求压实机械具有足够的重量和振动频率，能够深入地基内部进行压实。同时，设备还应具备较高的稳定性和安全性，以确保施工过程的顺利进行。从适用性和效率评估来看，动力压实法适用于处理深厚软土层和含有一定量杂填物的地基。通过压实处理，可以显著提高地基的承载力和稳定性，减少沉降变形。同时，动力压实法施工周期短、效率高，可以在较短时间内完成大面积地基的处理工作，对于工期要求紧的工程项目尤为适用。

2.4 换填法

换填法作为软土地基处理的常用手段，其施工流程明确，材料要求严格，经济性与实用性显著。在施工流程方面，换填法首先需要将对原软土进行清除，这一步骤至关重要，因为它直接关系到后续施工的质量。清除后的软土需被运至指定地点，避免对环境造成不良影响。

随后，选用符合要求的填料进行分层回填，每层回填后需进行压实，确保填料的密实度达到设计要求。最后，进行必要的检测与验收，确保换填后的地基满足工程需要。在材料要求方面，换填法所选用的填料应具有良好的承载力和稳定性，同时还应满足环保要求。常见的填料包括砂、碎石、灰土等，这些材料来源广泛，成本相对较低，使得换填法在经济性上具有明显优势。从经济性与实用性角度来看，换填法能够有效提高地基的承载力和稳定性，降低工程风险。同时，由于所选材料成本低廉，施工周期相对较短，因此换填法在实用性上也具有较高价值^[2]。在实际应用中，换填法已被广泛运用于各类工程项目中，取得了良好的工程效果。

2.5 深层搅拌法

深层搅拌法是一种针对软土地基的先进处理技术，其核心在于通过特制的搅拌机将固化剂与软土进行深层混合，从而改善地基的力学性质。深层搅拌法的加固机理在于固化剂与软土之间的物理化学反应。固化剂与软土混合后，会发生一系列复杂的化学反应，生成新的化合物，使软土颗粒胶结成一个整体，从而提高地基的强度和稳定性。同时，搅拌过程中产生的摩擦热也有助于加速固化反应的进行。在施工技术方面，深层搅拌法采用特制的深层搅拌机械，能够深入地基内部进行均匀混合。施工前需对地基进行勘察，确定搅拌深度和固化剂的种类及用量。施工过程中，需严格控制搅拌速度、深度和固化剂的掺入量，以确保搅拌效果的均匀性。深层搅拌法广泛应用于各类软土地基的加固处理，如道路、桥梁、建筑等工程领域。其性能评价主要基于地基的强度、稳定性以及变形控制等方面。实践表明，经过深层搅拌法处理后的地基，其强度和稳定性均得到显著提升，变形量也得到有效控制，为工程的长期使用提供了可靠的保障。

2.6 其他新型地基处理方法

在软土地基处理领域，除了传统的预压固结法、排水固结法等方法外，近年来还涌现出了一些新型地基处理技术，其中生物地基处理技术和纳米材料的应用尤为引人注目。生物地基处理技术是一种环保且可持续的地基加固方法。它利用微生物在土壤中的代谢活动，通过改变土壤的结构和性质，达到加固地基的目的。这种方法不仅成本低廉，而且对环境友好，符合绿色建筑的发展趋势。在实际应用中，生物地基处理技术已经在一些工程项目中取得了成功，显示出其广阔的应用前景。纳米材料在地基处理中的应用则是近年来兴起的一种新技术。纳米材料具有独特的物理和化学性质，能够显著提

高地基的强度和稳定性。通过在地基中加入纳米材料,可以改善地基的力学性质,降低地基的沉降变形。同时,纳米材料还具有优良的耐久性和抗老化性能,能够确保地基的长期稳定。

3 软土地基处理技术的对比与选择

3.1 不同方法的比较分析

在软土地基处理中,各种方法都有其独特之处,但也存在各自的优缺点和适用范围。首先,预压固结法通过预先施加荷载使软土固结,提高地基承载力,但施工周期较长,对工期要求紧的项目不太适合。排水固结法则通过设置排水系统加速软土排水固结,适用于透水性差的软土,但排水材料的选择和排水系统的设计是关键。动力压实法利用重型机械压实地基,提高密实度和承载力,效率高但可能产生噪音和振动影响。换填法通过换填优质填料改善地基性能,适用于软土厚度不大的情况,但填料成本需考虑。深层搅拌法通过搅拌混合软土和固化剂,形成强度较高的复合地基,适用于深厚软土层,但搅拌均匀度和固化剂的选择是技术难点。此外,生物地基处理技术和纳米材料的应用作为新型地基处理方法,也各具特色。生物地基处理技术环保可持续,但微生物的活性受环境因素影响较大,需要较长的反应时间。纳米材料的应用能显著提高地基性能,但成本较高,且纳米材料在地基中的长期稳定性尚需进一步验证。

3.2 地基处理方案的选择依据

地基处理方案的选择应基于多方面的考虑。首先,地质条件是决定性因素,包括软土层的厚度、分布范围、物理力学特性等。对于深厚软土层,可能需要采用深层搅拌法或预压固结法等能深入地基内部进行处理的方法。其次,工程要求也是重要依据,如建筑物的荷载大小、使用功能、工期要求等。对于荷载大、工期紧的工程,可能更适合采用动力压实法或换填法等能快速提高地基承载力的方法。此外,环境因素和成本效益也是不可忽视的因素。在选择地基处理方法时,应充分考虑环境保护要求,避免对环境造成不良影响。同时,成本效益分析也是必要的步骤,要确保所选方法在经济上合

理可行^[3]。

地基处理方案的选择应综合考虑地质条件、工程要求、环境因素和成本效益等多方面因素。通过综合分析和比较不同方法的优缺点和适用范围,选择最适合的地基处理方法,以确保工程的安全、经济和环保。

3.3 成本效益分析与风险评估

在选择软土地基处理方法时,成本效益分析和风险评估是不可或缺的两个环节。成本效益分析旨在评估不同处理方案的经济性,确保所选方案在预算范围内实现最佳效益。这包括对材料成本、施工费用、设备投资等各方面的综合考虑。通过比较不同方法的成本构成和预期效益,可以选择出性价比最高的处理方案。风险评估则是对所选方案可能面临的各种风险进行预测和评估,以便提前制定应对措施。这些风险可能包括施工过程中的安全风险、环境风险以及长期使用的稳定性风险等。通过识别和分析这些风险,可以制定相应的风险防控措施,降低潜在风险对工程的影响。

在进行成本效益分析和风险评估时,需要充分利用工程经验、专家意见以及相关数据资料,进行科学合理的分析和判断。同时,还应考虑工程的实际情况和特殊要求,确保所选方案既符合经济要求又满足工程需求。

结语:通过对岩土工程施工中软土地基处理方法的系统分析,本文深入探讨了各种处理方法的原理、实施步骤及应用范围。在比较不同方法优缺点的基础上,本文提出了地基处理方案的选择依据,并结合成本效益分析与风险评估,为实际工程提供了科学、合理的地基处理建议。随着工程技术的不断进步,未来软土地基处理方法将更加多样化、高效化。

参考文献

- [1] 张志强. 岩土工程施工中软土地基处理的技术研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2020, 39(S1): 3139-3147.
- [2] 王晓峰. 岩土工程施工中软土地基处理方法的探讨[J]. 工程地质学报, 2018, 26(S1): 129-134.
- [3] 陈晓红. 软土地基处理方法在岩土工程施工中的应用及效果分析[J]. 施工技术, 2019, 48(14): 93-96.