

岩土工程中的软土地基处理

别小平

宜昌国诚资产管理有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要: 软土地基处理是岩土工程中一个至关重要的环节,其处理效果直接关系到工程的安全性与稳定性。本文旨在探讨软土地基的特点、分类、成因及其对工程的影响,并详细分析当前常见的软土地基处理方法,如换填法、排水固结法、强夯法、深层搅拌法等,以期为实际工程提供理论参考和技术支持。

关键词: 浅析岩土;工程中的软土地基;处理技术

引言

软土地基是指天然含水量高、压缩性大、强度低的软弱土层。由于其特殊的物理力学性质,软土地基在工程实践中常常带来一系列问题,如地基沉降、不均匀沉降、承载力不足等,严重影响了工程的安全性和稳定性。因此,软土地基的处理成为了岩土工程中一个亟待解决的重要问题。

1 软土地基的特点与分类

1.1 特点

软土地基,作为岩土工程领域中的一个特殊且重要的研究对象,具有一系列显著且独特的特点,这些特点使得软土地基的处理成为工程实践中的一大挑战。首先,高含水量是软土地基最为显著的特点之一。软土的天然含水量通常远高于其液限,这意味着土体中的水分含量极高,甚至在某些情况下接近或达到饱和状态。高含水量不仅降低了土体的强度,还使得土体在荷载作用下更易于发生固结沉降,对地基的稳定性和承载力构成严重威胁。其次,低强度与压缩性大也是软土地基的重要特点。软土的抗剪强度低,即其抵抗剪切变形的能力较弱,这使得土体在荷载作用下容易发生破坏。同时,软土的压缩性大,意味着在外力作用下,土体容易发生体积压缩,导致地基沉降量大且不均匀。这种低强度与压缩性大的特点,使得软土地基在处理过程中需要特别注意控制变形和沉降,以确保工程的安全性和稳定性。此外,易变性也是软土地基不可忽视的特点。软土在荷载作用下易发生蠕变和触变,即土体在持续荷载或振动作用下会逐渐发生变形,且变形速率随时间增加而加快。这种易变性使得软土地基的处理变得更加复杂和困难,需要采取更加有效的措施来控制土体的变形和沉降^[1]。

1.2 分类

根据软土的成分、性质以及形成环境的不同,软土地基可以进一步细分为以下几类:(1)软粘性土。这类

软土主要由粘土矿物组成,如蒙脱石、伊利石等,具有较高的粘性和塑性。其颗粒细小,比表面积大,因此吸附能力强,含水量高。软粘性土在荷载作用下易于发生塑性变形,且变形量大而难以恢复,对地基的稳定性和承载力产生不利影响。(2)淤泥质土。淤泥质土是另一种常见的软土类型,其含有较多的有机质和腐殖质,这些物质使得土体呈现出黑色或深褐色。淤泥质土的压缩性大,强度低,且易于发生蠕变和触变。在荷载作用下,淤泥质土的地基沉降量大且不均匀,容易导致上部结构的破坏和失稳。(3)淤泥。淤泥是含水量极高的一种软土,其含水量通常接近或超过液限,使得土体几乎呈流动状态。淤泥的强度极低,几乎无法承受任何荷载,且易于发生固结沉降。在处理淤泥地基时,需要特别注意控制土体的流动性和变形量,以防止地基失稳和上部结构的破坏。(4)泥炭质土及泥炭。这类软土富含未完全分解的植物残体,如草根、树叶等,因此具有较高的有机质含量。泥炭质土及泥炭的压缩性大,强度低,且易于发生氧化分解反应^[2]。在荷载或环境变化的作用下,泥炭质土及泥炭的地基容易发生沉降和变形,对工程的稳定性和安全性构成严重威胁。

2 软土地基的成因与影响

2.1 成因

软土地基的形成是一个复杂的地质过程,它受到多种自然因素的综合影响。首先,从地质角度来看,软土通常形成于河流、湖泊、海洋等沉积环境中。在这些环境中,水流缓慢,携带的沉积物逐渐堆积,形成了富含细粒土质的地层。这些细粒土质,如粘土、粉土等,由于颗粒细小,比表面积大,因此具有较强的吸附能力,容易吸附大量的水分,从而形成了软土。除了地质因素外,水文和气候条件也对软土地基的形成起着重要作用。在地下水位高、排水不畅的地区,土壤中的水分难以快速排出,导致土壤长期处于饱和或接近饱和状态,

进而形成了软土。同时,气候湿润、降水丰富的地区也更容易形成软土,因为降水使得土壤中的水分含量增加,促进了软土的形成。此外,有机质含量也是影响软土形成的重要因素之一。在富含有机质的土壤中,微生物活动旺盛,有机质分解产生的腐殖质等物质使得土壤变得更加松软,降低了土壤的强度和稳定性,从而形成了软土。

2.2 影响

软土地基对工程的影响是全方位的,且往往具有严重的后果。首先,地基沉降是软土地基对工程最直接的影响之一。由于软土的压缩性大,强度低,在荷载作用下容易发生固结沉降。这种沉降不仅会导致工程结构的下沉,还可能引发工程失稳等严重问题。其次,不均匀沉降也是软土地基对工程的一个重要影响。由于软土地基的不同部位沉降量差异较大,这种不均匀沉降会导致工程结构出现开裂、倾斜等严重问题。这些问题不仅影响工程的美观和使用功能,还可能对工程的整体稳定性构成威胁。此外,软土地基的承载力不足也是工程实践中常见的问题。由于软土的强度低,难以满足工程对地基承载力的要求。这往往需要采取额外的加固措施来提高地基的承载力,如增加桩基、采用复合地基等。这些加固措施不仅增加了工程的造价和施工难度,还可能对工程的进度和质量产生影响。

3 软土地基处理方法

3.1 换填法

换填法,作为一种直接且高效的软土地基处理方法,其核心在于将地基中承载力低、压缩性大、变形严重的软弱土层进行挖除,并替换为具有较高强度、良好稳定性和排水性能的材料,如中粗砂、碎石、灰土等。这种替换不仅能够显著提高地基的承载力和稳定性,还能有效降低地基的沉降量,确保工程的安全性和稳定性。换填法特别适用于浅层地基处理,尤其是当软弱土层位于地表或较浅的位置,且厚度不大时。其施工流程相对简单,主要包括软弱土层的挖除、替换材料的回填与压实,以及后续的检测与验收。由于施工过程直观,易于控制,因此换填法在实际工程中得到了广泛应用^[3]。首先,通过替换软弱土层,可以显著提高地基的承载力,满足工程对地基承载力的要求;其次,替换材料具有良好的排水性能,能够有效降低地基中的孔隙水压力,减少地基的沉降和变形;最后,换填法还能改善地基的均匀性,减少不均匀沉降的发生,从而确保工程结构的稳定性和安全性。此外,换填法还具有施工周期短、成本相对较低等优点。然而,也需要注意其局限

性,如对于深层软弱土层或厚度较大的软弱土层,换填法的处理效果可能有限,且施工难度和成本会相应增加。

3.2 排水固结法

排水固结法是一种针对饱和和软弱土层的软土地基处理方法,其核心在于通过人工设置排水系统,如砂垫层、塑料排水板或排水砂井等,来加速地基中水分的排出,从而促进土体的固结和强度的提高。这种方法能够有效地改善软土地基的工程性质,提高其承载力和稳定性。在排水固结法的实施过程中,首先需要在软土地基表面铺设一层透水性好的砂垫层,作为排水系统的起始层。然后,根据地基的具体情况和工程要求,在砂垫层下方设置塑料排水板、排水砂井等排水设施。这些排水设施能够形成有效的排水通道,使得地基中的水分能够快速排出,从而加速土体的固结过程。随着水分的排出,土体中的孔隙压力逐渐降低,土颗粒之间的接触更加紧密,土体的强度也随之提高。同时,排水固结法还能够减小地基的沉降量,提高地基的均匀性,从而确保工程结构的稳定性和安全性。尽管排水固结法具有显著的效果,但其施工周期相对较长。因为土体的固结过程需要一定的时间,且排水设施的设置和排水过程都需要精心设计和施工。然而,正是由于这种方法的施工周期长、过程稳定,所以其处理效果也相对稳定可靠,能够长期保持地基的稳定性和承载力。

3.3 强夯法

强夯法,又称动力固结法或重力夯实法,是一种高效且经济的软土地基处理方法。该方法的核心在于利用重型夯锤(通常重量可达数十吨甚至上百吨)从高处(一般数米至数十米)自由落下,产生巨大的冲击能量和冲击波,这股能量深入地基土层,使地基土颗粒发生松动、重新排列并紧密压实,从而显著提高地基的承载力和稳定性。强夯法特别适用于处理砂性土、非饱和粘性土以及杂填土地基。对于这类土质,强夯法能够有效破坏土体的原有结构,使土颗粒之间的接触更加紧密,孔隙率降低,进而提高土体的密实度和强度。同时,强夯法还能改善土体的均匀性,减少地基的不均匀沉降,确保工程结构的稳定性和安全性。该方法施工简单,不需要复杂的机械设备和繁琐的施工流程。只需将夯锤提升至预定高度后自由落下,重复进行多次夯击,即可达到密实地基的目的。由于施工过程直观且易于控制,强夯法在实际工程中得到了广泛应用,特别是在大面积的地基处理中,其高效性和经济性尤为突出。强夯法的效果明显,通常在一次或多次夯击后,地基的承载

力和稳定性就能得到显著提高。此外,强夯法还能有效地处理地基中的软弱夹层、空洞等不良地质现象,提高地基的整体性能。

3.4 深层搅拌法

深层搅拌法,作为一种高效且环保的软土地基处理技术,其核心在于利用专门的搅拌机械,将水泥浆、石灰或其他固化剂与地基中的软土进行深度混合,通过化学反应和物理作用,使软土得到固化,形成具有一定强度、稳定性和水稳性的复合地基。这种方法特别适用于处理淤泥、淤泥质土、泥炭土以及粉土等软弱土质,能够显著改善这些土质的工程性质。在深层搅拌法的施工过程中,首先需要将搅拌机械安装在需要处理的地基位置,并通过机械臂将搅拌头深入地基土层中。然后,将水泥浆、石灰等固化剂通过搅拌头注入土层,同时启动搅拌机械,使固化剂与土层中的软土进行充分混合。通过搅拌头的旋转和搅拌,固化剂能够均匀地分布在土层中,与软土发生化学反应,形成坚固的复合地基。深层搅拌法的优点在于施工简单且效果显著。相比其他软土地基处理方法,深层搅拌法不需要进行大规模的土方开挖和回填,减少了施工过程中的噪音、粉尘和振动对周边环境的影响。同时,由于固化剂与软土混合均匀,形成的复合地基具有较高的强度和稳定性,能够满足各种工程对地基的要求。此外,深层搅拌法还具有较好的经济性。由于该方法能够充分利用原地基土,减少了土方的运输和处理费用,降低了工程成本^[4]。同时,深层搅拌法的施工周期相对较短,能够快速地完成地基处理任务,提高工程效率。然而,也需要注意深层搅拌法的一些局限性。例如,对于某些特殊土质或含有大量有机质、酸碱度较高的土层,深层搅拌法的固化效果可能受到一定影响。此外,在施工过程中需要严格控制固化剂的用量和搅拌时间,以确保复合地基的质量和稳定性。

4 软土地基处理方法的比选与优化

在实际工程中,面对复杂多变的软土地基条件,如何选择合适的处理方法并对其进行优化设计,是确保工程安全、经济、高效的关键。软土地基处理方法的比选与优化应综合考虑地基的具体条件、工程要求、经济性、施工条件以及环保要求等多个方面。在比选处理方法时,应详细分析软土地基的性质、厚度、分布范围以及工程对地基承载力、变形控制等具体要求。例如,对

于浅层软土,换填法可能是一个简单且经济的选择;而对于深层或大面积软土,排水固结法或深层搅拌法可能更为适用。同时,还需考虑施工条件,如场地大小、施工设备、工期要求等,以及处理方法对周边环境的影响。在选定处理方法后,优化设计成为提高处理效果和经济性的关键步骤。以换填法为例,可以通过试验确定最适宜的换填材料和压实方法,以确保回填材料的密实度和承载力满足要求。对于排水固结法,可以优化排水系统的设计和布置,如调整排水板或排水井的间距、深度等,以加速地基的排水固结过程。在强夯法中,可以通过调整重锤的重量、落距、夯击次数等参数,达到最佳的夯实效果。此外,优化还包括对施工过程的精细化控制。例如,在深层搅拌法中,应严格控制固化剂的用量、搅拌时间和搅拌深度,以确保固化剂与软土充分混合,形成高质量的复合地基。同时,还应加强施工过程中的质量监测和验收,确保处理效果符合设计要求。经济性是处理方法比选与优化不可忽视的重要因素。在比选过程中,应综合考虑各种处理方法的成本,包括材料费、施工费、设备费等,以及处理后的长期效益。通过经济分析,选择性价比最高的处理方法。

最后,环保要求也是处理方法比选与优化中必须考虑的因素。在选择和处理过程中,应尽量减少对周边环境的影响,如减少噪音、粉尘、振动等污染,保护周边生态环境。

结束语

软土地基处理是岩土工程中一个复杂而重要的环节。通过合理选择和优化处理方法,可以有效地提高地基的承载力和稳定性,确保工程的安全性和稳定性。未来,随着科技的不断进步和工程实践的不断深入,软土地基处理技术将会得到更加广泛的应用和发展。

参考文献

- [1]齐双双,周芳.建筑工程软土地基的施工处理技术研究[J].住宅与房地产,2019(30): 165.
- [2]安晓兰.高层建筑软土地基的施工技术要点建议[J].住宅与房地产,2018(30): 154.
- [3]陈再.岩土工程中软土地基处理技术的应用解析[J].工程建设与设计, 2019,(6):40-41.
- [4]东进.岩土工程中软土地基处理技术的运用研究[J].工程技术研究,2019, 4(6):66-67.