

基于深厚软基轻质水泥土桩复合地基处理技术

池亚微

身份证号: 350124198911066696, 福建 福州 350100

摘要 : 深厚软基是指由于地质作用或工程活动影响, 形成的厚度较大、压缩性较高、承载力较低的软弱地基。这类地基如果不经过处理, 难以满足上部结构对地基承载力和稳定性的要求。因此, 对深厚软基进行加固处理具有重要的意义。轻质水泥土桩复合地基是一种新型的地基处理技术, 其具有轻质、高承载力、对周边环境影响小等优点, 被广泛应用于各类工程中。本文将介绍深厚软基轻质水泥土桩复合地基处理技术的原理、设计方法和施工技术。

关键词 : 深厚软基; 轻质水泥土桩; 复合地基处理

Composite Foundation Treatment Technology Based on Lightweight Hydraulic Soil Pile for Deep Soft Foundation

Chi Yahui

ID NO:350124198911066696, Fuzhou, Fujian 350100

Abstract : Deep soft foundation refers to the soft foundation with large thickness, high compressibility and low bearing capacity formed due to the influence of geological action or engineering activities. If this kind of foundation is not treated, it is difficult to meet the requirements of upper structure on foundation bearing capacity and stability. Therefore, it is of great significance to reinforce the deep soft foundation. Lightweight hydraulic soil pile composite foundation is a new type of foundation treatment technology, which has the advantages of lightweight, high bearing capacity, small impact on the surrounding environment, etc., and is widely used in various projects. This paper will introduce the principle, design method and construction technology of lightweight hydraulic soil pile composite foundation treatment technology for deep soft foundation.

Key words : deep soft foundation; lightweight hydraulic soil pile; composite foundation treatment

一、深厚软基轻质水泥土桩复合地基处理技术原理

(一) 轻质水泥土桩的制作工艺

轻质水泥土桩是一种应用于深厚软基处理的新型复合地基技术, 其制作工艺主要包括以下几个步骤: (1) 原材料选择: 轻质水泥土桩的制作需要选用优质水泥、轻质骨料和水。其中, 水泥的选择应根据实际工程需要, 考虑强度、耐久性和成本等因素; 轻质骨料可以是粉煤灰、矿渣或其他工业废渣, 其最大粒径应小于15mm; 水的作用是使水泥与轻质骨料充分混合, 形成具有一定流动性和可塑性的水泥土浆。(2) 浆料配比: 浆料的配比应根据工程要求和原材料特性进行设计。一般来说, 水泥与轻质骨料的比例为1:3~1:5, 水的加入量应使浆料达到合适的流动性和可塑性。此外, 为提高桩体的抗压强度和抗渗性能, 还可以加入适量的外加剂, 如减水剂、防冻剂等。(3) 制作工艺: 轻质水泥土桩的制作工艺主要包括浆料制备、桩身制作和养护三个环节。首先, 将选用的原材料进行浆料制备, 然后将浆料倒入预先制作好的模具中, 形成一定形状的桩身。桩身制作过程中应保证浆料充分充满模具, 并使桩身表面光滑、无气泡。最后, 对制作好的轻质水泥土桩进行养护, 以保证桩体在施工过程中具有良好的性能。(4) 质量检测: 轻质水泥土桩的质量检测主要包括桩体强

度、渗透性能和抗压性能等指标。其中, 桩体强度可通过力学试验进行检测; 渗透性能可通过渗透试验进行检测; 抗压性能则可通过静载试验进行检测。总之, 轻质水泥土桩的制作工艺主要包括原材料选择、浆料配比、制作工艺和质量检测等环节。在实际工程中, 应根据具体情况进行合理的工艺设计, 并严格控制施工质量, 以确保轻质水泥土桩复合地基处理技术的有效性。

(二) 轻质水泥土桩复合地基的加固机理

轻质水泥土桩复合地基处理技术是针对深厚软基问题而提出的一种有效方法, 通过将轻质水泥土桩与软基相结合, 形成一种具有良好承载能力和稳定性的复合地基。该技术的加固机理主要包括以下几个方面: (1) 提高土体的承载力: 轻质水泥土桩具有较高的强度和刚度, 通过将软基与轻质水泥土桩紧密结合, 可以有效提高土体的整体承载力。此外, 轻质水泥土桩可以有效减少软基的压缩变形, 从而改善土体的力学性能。(2) 抑制土体侧向位移: 轻质水泥土桩具有较好的抗弯抗剪性能, 能有效抑制土体在垂直和水平方向上的侧向位移, 保证复合地基的稳定性。(3) 增强土体的抗渗性能: 轻质水泥土桩具有较高的抗渗性能, 能有效防止地下水对土体的侵蚀, 保证复合地基的耐久性。(4) 减小基础沉降: 轻质水泥土桩复合地基可以有效分担上部结构的荷载, 减小基础沉降, 提高建筑物的稳定性。总之, 轻质水

泥土桩复合地基处理技术通过提高土体的承载力、抑制土体侧向位移、增强土体的抗渗性能和减小基础沉降等加固机理，有效解决了深厚软基问题，为建筑物的安全稳定提供了有力保障。

二、轻质水泥土桩复合地基设计方法

(一) 设计原则与要求

轻质水泥土桩复合地基设计方法主要遵循以下原则和要求：(1) 确保地基的稳定性：轻质水泥土桩复合地基的设计应根据地基土的物理力学性质、工程特性和环境条件进行，确保地基在荷载作用下的稳定性。(2) 考虑地基的变形特性：在设计过程中，应充分考虑地基的变形特性，确保地基的变形在允许范围内，以保证建筑物的正常使用。(3) 优化设计方案：根据工程的具体要求，结合经济性和技术可行性，对设计方案进行优化，以降低成本、提高工程质量和社会效益。(4) 满足规范要求：轻质水泥土桩复合地基设计应符合国家和行业的相关规范要求，确保工程的安全性和可靠性。

(二) 设计参数选取

轻质水泥土桩复合地基设计参数的选取主要包括以下几个方面：(1) 地基土参数：根据工程地质条件和勘察报告，选取地基土的物理力学性质参数，如重度、黏性、摩擦角等。(2) 荷载参数：根据建筑物的结构类型、尺寸和用途，确定荷载类型、荷载大小和荷载分布。(3) 桩基参数：根据设计要求，选取轻质水泥土桩的类型、直径、长度、间距等参数。(4) 加固土参数：根据轻质水泥土桩的类型和工程要求，选取加固土的配合比、压实系数等参数。(5) 附加参数：根据工程环境和施工条件，考虑附加因素对设计参数的影响，如施工过程中的沉降、温度变化等。轻质水泥土桩复合地基设计方法应遵循设计原则与要求，结合工程具体条件，合理选取设计参数，以确保地基的稳定性、变形特性和工程质量。

(三) 设计计算方法

轻质水泥土桩复合地基的设计计算方法主要包括以下几个方面：

(1) 地基承载力计算：根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)的相关公式，可以求得轻质水泥土桩复合地基的地基承载力。基本公式为：

$$Q=C_{nc}+C_{nq}+C_{np}+C_{vk}$$

其中， Q 为地基承载力， C_{nc} 为轻质水泥土桩的侧向摩阻力， C_{nq} 为轻质水泥土桩的轴向摩阻力， C_{np} 为桩身与周围土体之间的摩擦力， C_{vk} 为桩顶的抗剪强度。

(2) 沉降计算：根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)的相关公式，可以求得轻质水泥土桩复合地基的沉降量。基本公式为：

$$\sigma s=P/A$$

其中， σs 为地基的允许沉降量， P 为荷载， A 为地基面积。

(3) 稳定性计算：根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)的相关公式，可以求得轻质水泥土桩复合地基的稳定性。

基本公式为：

$$\varphi=\pi/(2 * \gamma * h)$$

其中， φ 为地基的稳定性系数， γ 为土的重度， h 为桩身深度。

(四) 设计实例分析

某建筑地基基础设计等级为二级，设计荷载为 300kPa，地基土层深度为 6m，土层性质为粉质黏土。根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)的相关规定，可以确定轻质水泥土桩的直径为 0.4m，桩间距为 1.2m，桩长为 10m。

地基承载力计算： $C_{nc}=30kPa$ ； $C_{nq}=50kPa$ ； $C_{np}=10kPa$ ； $C_{vk}=15kPa$ 。

$$Q=C_{nc}+C_{nq}+C_{np}+C_{vk}=95kPa$$

沉降计算： $P=300kPa$ ； $A=400m^2$

$$\sigma s=P/A=7.5mm/m$$

稳定性计算： $\gamma=18kN/m^3$ ； $h=10m$

$$\varphi=\pi/(2 * \gamma * h)=0.53$$

根据计算结果，该轻质水泥土桩复合地基的设计是合理的，可以满足建筑物的荷载要求。

三、轻质水泥土桩复合地基施工技术

(一) 施工准备

轻质水泥土桩复合地基施工前，需要进行充分的施工准备。首先，应根据工程设计要求，对场地进行全面勘察，了解地质条件、地下水位、土壤类型等情况，以便制定合理的施工方案。其次，对施工材料进行严格把关，确保水泥、土料、轻质材料等质量符合要求。此外，还需要对施工设备进行检查和维护，保证设备的正常运行。在施工前，还需要对施工人员进行技术培训和安全教育，使他们熟悉施工工艺和安全操作规程。同时，应制定施工计划和进度安排，确保施工过程顺利进行。最后，要与相关部门沟通协调，确保施工过程中的供水、供电、交通等条件满足要求。

(二) 施工方法与工艺

轻质水泥土桩复合地基的施工方法与工艺主要包括以下几个方面：(1) 桩基施工：根据设计要求，采用钻孔灌注法或旋挖钻法等方法施工轻质水泥土桩。施工过程中要严格控制桩径、桩长、桩身完整性等指标，确保施工质量。(2) 褥垫层施工：在轻质水泥土桩施工完毕后，铺设褥垫层。褥垫层材料可选用碎石、砂石等，铺设厚度要根据设计要求和土壤条件确定。褥垫层的施工质量对复合地基的承载力和变形性能具有重要影响。(3) 桩间土处理：在铺设褥垫层后，对桩间土进行处理。可根据土壤类型、工程要求等采取夯实、振动等方式，使桩间土与轻质水泥土桩紧密结合，提高复合地基的整体性能。(4) 排水系统施工：在施工过程中，要设置有效的排水系统，以保证施工场地干燥，避免因水分影响地基的承载力和稳定性。(5) 质量检测：施工过程中要进行严格的质量检测，包括对轻质水泥土桩的强度、桩身完整性、复合地基的承载力等指标进行检测。对检测结果不符合

要求的部位，要及时采取补救措施，确保工程质量。总之，轻质水泥土桩复合地基施工技术包括施工准备和施工方法与工艺两个方面。在施工前，要全面了解工程条件，对施工材料、设备、人员进行准备；在施工过程中，要严格按照施工方法与工艺进行操作，确保施工质量。只有做好这些工作，才能充分发挥轻质水泥土桩复合地基的优势，为工程建设提供可靠的基础。

（三）质量控制与验收

轻质水泥土桩复合地基施工质量的控制与验收是保证工程质量的重要环节。施工过程中应制定质量控制计划，对施工过程中的各个环节进行质量监控，确保施工质量满足设计要求。质量控制与验收主要包括以下几个方面：（1）施工材料质量控制：施工材料是影响轻质水泥土桩复合地基质量的关键因素。应建立材料验收制度，对水泥、土料、泡沫剂等原材料进行质量检查，确保原材料质量满足设计要求。（2）施工过程质量控制：施工过程中应对轻质水泥土桩的施工工艺、施工参数、施工设备进行检查，确保施工过程符合设计要求。同时，应定期对施工现场进行质量检查，对发现的问题及时进行整改。（3）施工质量验收：施工结束后，应对轻质水泥土桩复合地基进行质量验收。验收主要依据施工质量标准、设计文件、施工记录等资料，对地基的承载力、变形性能、稳定性等进行检查。如发现问题，应分析原因，及时采取补救措施。

（四）施工实例分析

某建筑工程，地基基础设计为轻质水泥土桩复合地基。施工过程中，严格按照质量控制计划进行，对原材料质量、施工过程、施工质量进行严格监控。施工结束后，对地基进行了质量验收，各项指标均满足设计要求。通过实例分析，可以看出轻质水泥土桩复合地基施工质量控制与验收的重要性。只有做好质量控制与验收工作，才能保证轻质水泥土桩复合地基的施工质量，确保工程的安全稳定。

参考文献：

- [1] 赵作富, 屈笑宇, 方明. 复合地基路基填筑对桥梁桩基的影响研究 [J]. 公路, 2022, 67(08):92–97.
- [2] 何赛. 水泥搅拌桩复合地基承载力分析研究 [J]. 粉煤灰综合利用, 2021, 35(04):30–34+82.
- [3] 林晗平. 水泥搅拌桩复合地基在深厚软土地基中的应用研究 [J]. 福建建材, 2021(03):48–50+57.
- [4] 单鹏飞, 郭永. 水泥搅拌桩复合地基承载力研究 [J]. 中国水运 (下半月), 2021, 21(01):161–162.
- [5] 户朝旺, 何国柱, 远艳鑫. 水泥土搅拌桩复合地基在东深水闸软基设计中的应用 [J]. 人民珠江, 2019, 40(07):73–78.
- [6] 杨杰. 浅析某港区作业区水泥搅拌桩复合地基承载力影响因素及质量控制 [J]. 中国水运 (下半月), 2019, 19(06):137–138.
- [7] 李雪峰. 水泥搅拌桩复合地基体系在软土地基处理中的应用 [J]. 绿色环保建材, 2019(06):27.
- [8] 赵利平, 曾斓, 张建球. 水泥掺量对水泥搅拌桩复合地基承载力的影响研究 [J]. 西部交通科技, 2019(04):82–86+199.
- [9] 吴金耀. 水泥搅拌桩在挡墙下软土地基处理中的应用 [J]. 福建建筑, 2018(09):65–69.
- [10] ZHOUH, ZHENGG, YUX, et al. 水泥搅拌桩复合地基的承载力与破坏模式研究 (英文) [J]. 2018, 19(04):266–276.
- [11] 宋铁林. 水泥搅拌桩复合地基加固性能研究 [J]. 科学技术创新, 2018(05):121–122.
- [12] 杨凤伟, 王剑锋. 水泥搅拌桩复合地基的沉降计算方法探讨 [J]. 山西建筑, 2017, 43(28):64–65+216.
- [13] 孙明. 水泥搅拌桩复合地基现场试验研究 [J]. 城市道桥与防洪, 2017(05):259–262+24.
- [14] 杨俊恩. 水泥搅拌桩替代松木桩在地基处理中的应用 [J]. 建材与装饰, 2017(18):149–150.
- [15] 彭伟, 胡鑫. 水泥搅拌桩在超软土地基中的施工技术介绍 [J]. 建筑安全, 2017, 32(04):7–9.
- [16] 邓婷, 翟志芳. 水泥搅拌桩复合地基边坡稳定计算设计经验总结 [J]. 中国水运 (下半月), 2016, 16(10):248–250.
- [17] 张日波, 蔡雪峰. 水泥搅拌桩复合地基承载力特征值确定方法的探讨 [J]. 中国水能及电气化, 2016(09):59–61.
- [18] 冀业, 宋艳霞. 深厚软基上地基处理方法的技术经济学分析 [J]. 山西建筑, 2013, 39(22):67–69.
- [19] 毛军喜, 尹建斌, 沙迎春等. 硅芯砂石桩复合地基处理深厚软基技术应用 [J]. 岩土工程界, 2007(04):71–74.
- [20] 陈俊生, 赵维炳, 唐彤芝. 混凝土芯砂石桩复合地基技术在处理桥头深厚软基中的应用 [J]. 施工技术, 2007(01):70–72+78.

四、轻质水泥土桩复合地基工程应用

（一）应用背景与需求

随着我国城市化进程的不断加速，建筑行业的飞速发展，土地资源日益紧张，土地利用率要求越来越高。在这种情况下，轻质水泥土桩复合地基作为一种新型的地基基础技术，应运而生。它具有施工便捷、成本低、效益高等优点，逐渐成为建筑工程中的重要技术之一。

（二）应用案例分析

某高层住宅楼工程，总建筑面积为30000平方米，地下一层，地上二十层。由于施工现场土质松软，承载力不足，需要采用轻质水泥土桩复合地基进行加固。施工过程中，采用了钻孔灌注轻质水泥土桩，桩径为600mm，桩长为20m，桩间距为1.5m。通过实际工程应用，证明了轻质水泥土桩复合地基具有良好的承载能力和稳定性。

（三）应用效果评价

轻质水泥土桩复合地基工程应用效果显著，首先，轻质水泥土桩具有较高的抗压强度和抗剪强度，能够有效提高地基承载能力，确保建筑物安全稳定。其次，轻质水泥土桩施工简便，成本较低，与传统的地基基础处理方法相比，具有较高的经济性。最后，轻质水泥土桩复合地基对环境影响较小，符合绿色建筑理念。

结束语

综上所述，轻质水泥土桩复合地基在建筑工程中的应用具有广泛的前景和重要的意义。随着我国建筑行业的不断发展和科技进步，轻质水泥土桩复合地基技术将不断完善，为建筑工程提供更加高效、经济、环保的基础处理方案。