

Practical application research on construction technology of stiff composite pile

Chengfei Liu

Middling Coal Jiangnan Construction Development Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510180, China

Abstract

The stiff composite pile is a type of composite pile that combines cement soil mixing piles with prestressed pipe piles. This article studies its practical application. Introduced the requirements and application background of stiff composite piles, and explained their basic principles and methods. Through case analysis, demonstrated the practical application of reinforced composite piles and evaluated their engineering effectiveness. This paper looks forward to the future development of the construction technology of rigid composite piles, proposes topics and directions for technological innovation, strategies and countermeasures for technology promotion, and application promotion in the field of construction engineering. The research results are of great significance for the engineering practice and technical promotion of stiff composite piles.

Keywords

rigid composite pile; Prestressed pipe pile; Practical application

劲性复合桩施工技术的实践应用研究

刘呈飞

中煤江南建设发展集团有限公司, 中国 · 广东 广州 510180

摘 要

劲性复合桩是一种水泥土搅拌桩与预应力管桩结合的一种复合桩型, 本文对其实践应用进行了研究。介绍了劲性复合桩的需求和应用背景, 并解释了其基本原理和方法。通过案例分析展示了劲性复合桩的实际应用, 并评估了其工程效果。展望了劲性复合桩施工技术的未来发展, 提出了技术创新的课题与方向、技术推广的策略与对策以及建筑工程领域的应用推广。该研究结果对于劲性复合桩的工程实践和技术推广具有重要意义。

关键词

劲性复合桩; 预应力管桩; 实践应用

1 引言

劲性复合桩施工技术是一种创新的复合桩基方法, 该技术具有施工周期短、成本低、施工质量可靠等优势。实际工程案例表明, 劲性复合桩在提高效率和降低成本方面取得良好效果。该技术在城市建设项目中被广泛应用, 并取得显著的经济效益和社会效益。未来可进一步探索技术创新, 推广应用。

2 劲性复合桩施工技术概述

2.1 劲性复合桩的需求和应用背景

随着我国经济实力的提升, 城市建设步伐越来越快, 同时也出现了很多的岩土工程问题。对于不同水文地质、工程地质的建筑, 选择何种地基基础解决方案, 成了工程建设

中至关重要的环节。基础选型中采用钻孔灌注桩或预制管桩等常规桩型, 易产生挤土效益、对周边环境影晌较大, 遇密实性砂层施工的难度大, 成桩质量难以保证等问题, 常规的桩基施工方法已经无法满足其要求, 因此迫切需要开展劲性复合桩的研究和应用。劲性复合桩是指在水泥土搅拌桩搅拌成孔后植入预应力管桩, 达到满足设计需要承载力的目的^[1]。

2.2 劲性复合桩的基本原理和方法

劲性复合桩的基本原理如下:

(1) 挤密挤扩作用: 预制管桩的打入能挤密水泥土体, 增加水泥土体密度, 大幅度提高水泥土体的刚度和强度, 减轻水泥搅拌桩搅拌不均匀现象。同时, 预制管桩的打入还会挤扩周围水泥土体和桩周土体, 使桩周土体的界面粗糙紧密, 增大桩侧摩阻力;

(2) 改善荷载传递途径及深度: 水泥搅拌桩主要受力范围一般在桩顶下 5~7D 范围, 而劲性复合桩中由于劲芯的刚度和强度较高, 在上部荷载作用下, 应力会集中在劲芯部位, 再由劲芯纵深传递到其侧壁和桩端的水泥土体, 使复合

【作者简介】刘呈飞 (1982-), 女, 中国湖南涟源人, 本科, 工程师, 从事地基基础研究。

桩全长范围内的侧摩阻力充分发挥;

具体的施工方法包括以下几个步骤:

(1) 水泥土搅拌桩的设计与施工:在设计过程中,需要结合主体结构受力情况考虑桩位的布置、尺寸(直径及长度)、强度等因素。施工过程中,需要注意桩的深度和垂直度,采用适当的施工方法和工艺,确保桩身的质量和安全性。

(2) 预应力管桩的设计与施工:因预应力管桩是植入在水泥土搅拌桩中,在设计过程中,主要需要结合主体结构受力情况考虑预应力管桩的尺寸(直径及长度)、强度等因素。在完成水泥土搅拌桩施工后,即可开始预应力管桩植入的施工,过程中做好垂直度、植入深度的监测工作。

2.3 劲性复合桩的技术特点和优势

劲性复合桩相比传统的桩基方法具有以下技术特点和优势:

(1) 结构稳定性良好:通过采用水泥土搅拌桩中植入预应力管桩的挤密挤扩措施,可以有效增加桩侧摩阻力,增强结构稳定性,降低变形和变位的风险。

(2) 施工效率高:劲芯采用预制管桩,施工提前,加快了施工进度。

(3) 经济效益明显:劲性复合桩的施工具有一定的技术可操作性,施工成本相较钻孔灌注桩更低。同时在部分溶洞地区,可利用劲性复合桩较高的侧摩阻力缩短桩长,从而节省对溶洞的处理成本。另外施工效率高,提前实现目标节点,投入运营,加快资金的周转。

在劲性复合桩的应用过程中,需要注意以下问题:

(1) 试验设计参数:由于劲性复合桩是一种新型复合桩型,若设计桩型为摩擦桩,承载力主要依靠侧摩阻力提供,在复杂地质环境中桩侧摩阻力变化较大,正式大面积施工前应按设计参数进行试桩,并检测桩身承载力能否满足设计要求。

(2) 复杂地质环境的处理策略:在施工过程中,可能会遇到各种复杂的地质条件,需要根据实际情况制定相应的处理策略,确保施工的安全性和稳定性^[2]。

3 劲性复合桩工程案例

3.1 案例选择与背景介绍

在本章节中,将选择一个具有代表性的劲性复合桩工程案例进行分析,通过对案例的详细分析,可以更好地了解劲性复合桩施工技术在实际工程中的应用效果。

案例项目位于广州市白云区夏茅向西工业大街北侧,总用地面积为36004平方米,拟新建总建筑面积约为125781平方米,拟建设17栋建(构)筑物,建(构)筑物基本结构体系为框架-剪力墙。场地±0标高11.5m~12.0m,拟开挖1层地下室,开挖深度3.1~6.8m。

本工程桩基础1#塔楼采用预制管桩,2#塔楼采用灌注桩+裙楼与地下室水泥劲性复合桩形式。

3.2 工程实施过程和技术应用

3.2.1 基本要求

自地面向下至桩顶标高位置为空搅部分,按设计要求控制空搅水泥掺量;实桩部分水泥掺量为20%,水灰比0.7,下沉和提升速度均不大于1m/min。静压桩机植桩与搅拌桩施工结束的时间间隔尽量不大于6小时,搅拌桩与管桩桩身垂直度不大于0.5%。

3.2.2 水泥土搅拌桩施工

采用全封闭全自动水泥浆液制备系统,按设计要求进行水泥浆液的搅制,水泥浆在输送过程中配备有水泥浆流量计,控制浆液的流量,钻杆全部采用十字刀片。施工过程中,钻杆保持匀速下沉和提升,按设计要求搅拌次数和下沉提升时间,确保成桩质量。

3.2.3 静压桩机就位对中

搅拌桩施工完成后,重新放出桩位中心,并将十字线标记。复核桩位后,将静压桩机的定位器中心与基础桩桩位中心在同一垂直线上就位。

3.2.4 下插预应力管桩

管桩进场前按要求进行验收,满足要求后方可投入使用。喂桩时,桩身的中心线与桩位中心控制在同一条直线上,并校正桩段的垂直度。控制施压进度,一般不超过2m/min,达到压桩力的要求以后,必须持荷稳定。压桩应连续,宜将每根桩一次性连续压到底,且最后一节有效桩长不宜小于5m。

接桩采用电焊机焊接,当下节桩的桩头距地面1~1.2m时进行焊接接桩。焊接接桩前上下节桩的端板进行除污、除锈后施焊。焊接层数为两层三道,焊缝饱满连续。焊接完成后,根据施工图纸要求焊接结束后停歇时间>8.0min,自然冷却后才继续锤击送桩^[3]。

3.3 工程效果评估与分析

在本节中,对案例进行工程效果评估与分析。通过对工程实施过程中所采用的劲性复合桩施工技术的应用效果进行评估,分析其在实际工程中的优点和不足之处。

①功效分析:根据现场施工情况,选取某一施工时段单台套设备完成的桩数进行功效分析,同时与旋挖灌注桩工艺做对比,功效分析见表1:

②桩身承载力及稳定性分析:桩基施工完成后,进行单桩竖向抗压承载力检测,同时与旋挖灌注桩工艺做对比,桩身承载力检测结果分析见表2:

通过对功效进行分析,劲性复合桩施工功效约13.2根/天/台套,旋挖灌注桩功效约0.8根/天/台套,综合考虑设计承载力对桩数的影响(劲性复合桩按1300kn,灌注桩按18000kn考虑),劲性复合桩功效略高于旋挖灌注桩。

通过对桩身承载力及稳定性进行分析,劲性复合桩桩身承载力满足设计要求,且沉降量相较旋挖灌注桩变形更小。

表 1

工艺	施工区域	开始时间	结束时间	施工天数	施工桩数	功效（桩数 / 天数）
劲性复合桩	2# 裙楼	2024 年 8 月 10 日	2024 年 8 月 19 日	10	132	13.2 根 / 天
旋挖灌注桩	2# 塔楼	2024 年 8 月 5 日	2024 年 8 月 14 日	10	8	0.8 根 / 天

表 2

工艺	检测数量（根）	桩径（mm）	竖向抗压最大试验荷载（kn）	最大沉降量（mm）	残余沉降位移量（mm）
劲性复合桩	17	800	2000~3200	13.24	5.03
旋挖灌注桩	2	1400	36800	30.66	14.28

综上所述，通过本工程的实施过程及结果分析，可以评估劲性复合桩施工技术在实际应用效果，为今后类似工程提供可行性和指导性的参考。

4 结论

本章介绍了一个具有代表性的劲性复合桩工程案例，并对其施工过程、技术应用和效果进行了详细分析。通过这些分析，我们可以得出以下几个结论：

劲性复合桩施工技术在基础工程中的应用效果良好。

在实际工程中，劲性复合桩施工技术需要根据具体情况进行调整和优化，以提高施工效率和工程质量。

通过案例分析可以发现，劲性复合桩施工技术在不同类型的工程中都可以得到有效应用，具备广阔的发展前景。

5 劲性复合桩施工技术的前景展望

5.1 技术创新的课题与方向

劲性复合桩在近年来得到了广泛的应用和发展，但仍存在一些技术瓶颈和问题亟待解决。因此，为了进一步推动该技术的发展，我们需要开展一系列的技术创新研究。下面提出了一些技术创新的课题与方向：

新材料的研究与应用：目前，传统的基础结构多使用钢材和混凝土，但在应对复杂地质环境和特殊工程要求时，仍存在局限性。因此，需要研发新型支护材料，如复合材料、纤维增强材料等，以提高劲芯结构的强度、刚性和耐久性。

自动化施工技术的应用：目前劲性复合桩的施工过程仍存在大量的人工操作，工期长、劳动强度大。因此，需要开发自动化施工设备和控制系统，实现施工过程的高效、精确和安全。

5.2 技术推广的策略与对策

劲性复合桩作为一项重要的施工技术，其广泛应用具有积极的意义。为了推动该技术的普及和落地，需要采取一系列的策略与对策：

打造示范工程并推广经验：选择一些具有代表性的劲性复合桩工程，并充分总结工程实施过程中的经验和教训，开展技术培训和推广活动，向业界发布技术指南和操作手册。

建立相关标准与规范：制定劲性复合桩的相关标准与规范，明确施工技术要求和验收标准，确保施工质量和安全。

加强合作与交流：与相关学术机构、企业和施工单位建立牢固的合作关系，共享技术资源和项目经验，开展联合研究和技术交流，促进技术的共性和通用性。

5.3 建筑工程领域的应用推广

劲性复合桩作为一种高效、安全、经济的施工技术，在建筑工程领域具有广阔的应用前景。以下是该技术在建筑工程领域的应用推广方向：

高层建筑建设：随着城市化的不断发展，高层建筑的建设需求也在不断增加。劲性复合桩可以很好地应对高层建筑的基础需求，具有广阔的市场空间。

地下空间开发：在城市地下空间开发中，如地下商业街、地下车库等项目，劲性复合桩可以提供可靠的支护结构，满足地下空间的安全和稳定要求。

通过以上的技术创新、推广策略及建筑工程应用推广方向的分析，可见劲性复合桩具有广阔的发展前景。未来，随着技术的不断创新和完善，该技术将在更多的工程项目中应用，为城市建设和地下空间开发提供更安全、高效和可持续的解决方案。

6 结语

劲性复合桩施工技术的实践应用是基坑支护和基础结构领域的重要课题。该技术具有灵活、高效等特点，能解决基坑支护和基础结构施工中的各种问题。通过介绍技术原理、方法、特点和优势，以及关键工程技术的阐述，我们了解到该技术的广泛应用。然而，在实际应用中仍存在一些挑战，如桩身垂直度控制、复杂地质环境处理等。因此，技术创新和推广仍需进一步探索和研究。

参考文献

[1] 李鹏;安红林;王柳媛;谭伟;孟彦;李琨立;张太平.MC劲性复合桩与钻孔灌注桩在某工程项目中应用对比分析.建筑科学,2021.11

[2] 庄恢权;许铭浩;孙鸿;钟鸣智;韩文.滨海地区软基条件下劲性复合桩施工技术研究.建筑技术开发,2023.8

[3] 高云凤,纠永志.劲性复合桩桩筏基础竖向承载性能研究[J].低温建筑技术, 2024, 46(1):101-104.