

房屋建筑地基基础加固工程施工技术研究

李冲 朱莹 王林

山东省建设建工(集团)有限责任公司

摘要:近年来,我国的房屋建筑工程建设有了很大记着呢,其地基基础加固技术也越来越先进。为提升房屋建筑地基基础结构的侧阻力及侧阻力提高系数,开展对其加固工程施工技术的论析。本文首先对地基基础加固方案确定,其次探讨房屋建筑地基基础加固工程施工技术,以期同类建筑地基基础施工和加固作业提供支持。

关键词:房屋建筑;加固工程;地基基础

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.031

引言

地基基础的稳定性直接影响着建筑物的安全和使用寿命,房屋建筑的地基基础在长期的运营中,受到外荷载和地质条件的影响,包括避免地基出现不均匀沉降、基础承载力不足等现象,因此,地基基础加固工程对于保证建筑物的安全稳定起着至关重要的作用。随着城市化进程的不断推进,土地资源的紧张和土地沉降等地质问题也日益突出,新型的加固技术和施工方法逐渐被应用于工程实践中。

一、地基基础加固方案确定

目前,既有建筑地基基础加固方法众多,总结起来包括加大基础底面积法、加深基础法、加桩托换原基础法和灌浆加固法。加大基础底面积法包括混凝土围套加固、加厚加固、灌浆加固、基础直接加宽和扩大、外增基础;加桩托换原基础法包括坑式静压桩托换、锚杆静压桩托换、树根桩托换、灌注桩托换;灌浆加固法包括渗入性灌浆、劈裂灌浆、压密灌浆。综合分析现有的基础加固方法和现场的实际条件,均没有单一的方法可以适用于本研究的地基基础加固。首先,研究项目的建筑为高层建筑,建筑居民人数较多,搬迁困难,同时搬迁也会造成居民生活的不便,无法应用大位移的加固方法;其次,建筑基础下方存在地下室,地表存在既有园林绿化以及便民生活设施,对建筑物的加固空间较小,对建筑物加固时应选择占地较小的施工方法;再次,建筑物已经运行多年,居民多为中老年人,对环境的变化较为敏感,在地基加固过程中存在噪声、污染等问题时,不可避免地引起居民投诉和冲突,因此,在既有建筑地基基础加固方案比选时应考虑居民的环境需求。为此,综合现有的技术条件,研究提出一种“人工挖孔桩+横向注浆加固”的施工方案。

二、房屋建筑地基基础加固工程施工技术

(一)加桩托换软土地基

加桩托换软土地基是一种常用的地基加固方法,主要用于软土地区的建筑工程,该方法通过在软土中打入桩基,利用桩的承载能力来改善土体的强度和稳定性,从而提高地基的承载能力。加桩托换软土地基的具体操作步骤如下:首先,应进行详细的地质勘察,确定软土的类型、层位、厚度等参数,然后评估地基的承载能力及存在的问题。其次,基于地质勘察结果,结合工程需求和地基设计要求,制定加桩托换方案。包括确定桩的类型、数量、深度、间距等参数,并进行土体稳定性计算。然后,按照设计方案进行桩基施工,通常采用振动法、冲击法或钻孔法进行桩的成桩工作,桩的选择根据地质特征和工程要求确定,一般有灌注桩、静压桩、摩擦桩等。随后,通过桩基的承载能力,实现对软土的托换或增加土体的整体稳定性。可以采用多种方式,如垫层压实、加浆固化、喷浆加固等,根据具体情况选择适当的处理方法。最后,在施工过程中进行施工质量监控,并进行必要的检测和测试。完成施工后,进行地基验收,确保满足设计要求和工程需求。在加桩托换软土地基中使用微型桩,并由托换梁的方式,托换连梁以及托换柱共同方式组成,可以形成整体刚度较大的纵横托换底盘的方式。在采用锤击工艺的情况下,逐段将微型桩打入软土地基托换坑内,则可以确保本项目工程建筑物上部结构的完整性,以此增大建筑物顶部的连接高度。在对加桩托换处理软土地基时,还应该对地基基础地面的承载力进行计算,有利于更好地获得地基基底压力的动态变化情况。

(二)设置后压浆法地基基础加固压浆参数

为确保工程项目的规范化实施,在施工前,首先对待加固的地基基础所在区域地质情况进行分析。经过现场勘探,发现地基基础工程项目所在场地中未见地下水,仅有两侧的沉降缝。由于建筑结构中的管道排水渗漏从而出现了部分渗水,渗水在结构中以孔隙水的形式出现。注浆参数包括封闭盘压力、水灰比、注浆体积等。根据房建项目和施工地区的基础情况,选择相应的设计参数。在施工之前,参照已有的工程实际设定参数,然后进行施工测试,测试结束后,检查基础是否满足设计强度要求。若达到设计强度,还需要通过静载试验最终确定施工参数^[3]。水泥配合比对灌浆效果有直接的影响,如果水泥掺量太大,灌浆难度较大;如果掺量太少,会使水泥灰离析。在此基础上,结合本次研究工程项目的实际情况,可将水灰比控制在0.15~0.17范

围内。压浆量是指单桩压浆时水泥材料的使用量，同时也是施工能否顺利进行的主要影响参数。压浆量与桩结构之间的距离和碎石层的含碎石量相关，若桩结构之间的距离能够控制在4m~5m范围内，碎石层中碎石的含量控制在50%~70%范围内，压浆量一般为110t~210t。注浆量可通过注浆有效直径的相关运算得出，一般来讲，加固后的土球体积等于注浆后的土体体积和埋入后的土体体积之和。在注浆时，结合以往施工经验和房建工程地质条件，应当将开塞压力控制在4MPa~6MPa内，将注浆压力控制在2MPa~4MPa内，将注浆水泥量控制在2.4t~2.6t内。最后，在满足下述条件时可停止注浆：

①注浆的压力达到了6MPa~8MPa；②桩结构顶端出现了冒浆现象；③注浆水泥量达到了设计要求；④桩结构顶端抬升量超过了设计要求。基于后压浆加固施工工艺的考虑以及对质量的控制，采用单液注浆方案。将提升桩结构周围介质强度作为桩端注浆的目的之一，以此提升桩基础的承载力。在高承载力条件下，用高强泥浆配制处理嵌岩桩。对于持力层为残积土、大空隙土层和黏性土层的桩基，宜选用弱注浆方式。注浆出口设在桩基顶部，而桩基周边软弱岩层凝固时间短，一般为10h左右。若桩结构顶端的土层为卵石层或存在跨度较大的岩层裂缝，则应当适当缩短凝固时间。通过间断灌浆，可以调整灌浆范围。另外，通过调整掺合料的配比、浆液的浓度等，还能有效控制灌浆区域和灌浆时间。

（三）人工挖孔灌注桩施工

施工中按照测定桩位、测量高程、挖土成孔、支护壁模板架设、浇筑混凝土护壁、拆除模板、浇筑第2节混凝土后壁、重复作业、扩大桩头、钢筋笼制作与吊装、混凝土灌注及检测等施工流程完成作业。使用人工挖孔灌注桩形式，利用分段开挖的作业方法，由中间向四周开挖，每层深度约0.8m，在护壁浇筑满足设计强度后方可进入下一阶段的作业中。如若在作业中出现地下水，需使用水泵或水桶将水运出开挖位置。支设护壁模板能够解决钻孔坍塌的问题，采取边开挖边支护的作业形式，根据各层开挖深度确定模板支设高度。在本工程中，首节需高出地平面180mm，防止水和砂土灌入桩孔内。每层模板搭接的长度不得低于50mm，运用拆上节支下节的循环作业形式，达到经济成本控制需要。并以十字架检验第一节模板的垂直度，将其架设于孔口处，判定模板垂直度是否符合施工要求。开展混凝土浇筑作业，运用人工搅拌混凝土的操作方式，现场对混凝土进行搅拌。完成浇筑混凝土作业后，就凝结强度进行测定，需满足1MPa方可拆除模板。为保证后期拆模效果，需将隔离剂涂抹在模板上。挖土成孔作业中扩大头施工的难度较高，工程施工作业环节，需对扩孔范围内的最

大直径和最高高度予以限制，在本工程中最大直径为2.9m，最高为2.1m。在扩底施工完成后，清除杂土和杂物，并保证整个孔底的干燥性。而后申报验收隐蔽工程，在得到合格批复后进行封底。制作钢筋笼所需要的材料，应当要求供应商出具质量合格证书和出厂合格证书，运用现场取样检验的方式由监理单位和施工单位共同完成产品检验工作。采取长短搭配的方式，避免出现钢筋过度浪费的情况，使用气压焊将纵向钢筋接头处焊接完全。错开接头，相邻主筋接头间的距离需超过35d。主筋点与螺旋箍筋和加筋环箍使用点焊方式完成连接，并增设加强筋，设置在主筋顶端。抽样检查已制作的钢筋笼焊接接口，本工程中每350接头抽样一次。检查钢筋笼隐蔽质量需重点检查主筋间距、直径、绑扎质量、焊接质量和箍筋间距，监理工程师验收所出具的书面检验合格报告，并予以签字。吊装钢筋笼的作业中，要注重保护钢筋笼，缓慢对准钻孔放下钢筋笼，使用塔式起重机实现吊装作业。在本工程中，钢筋笼长度、直径、箍筋间距和主筋间距的允许误差分别为±50mm，±10mm、±20mm和±10mm。浇筑桩芯混凝土运用泵送混凝土作业方式，连续进行桩身浇筑施工，一次性完成桩底至桩顶的浇筑作业，尽量选择在无雨无风的天气施工。如若出现停电或暴雨等情况，应当立即停工并设置施工缝，后续恢复作业应当清理干净施工缝，排除多余积水，避免出现雨水稀释混凝土的情况。

（四）排水加固法

排水加固法是土木工程施工中必不可少的一项技术。它能够有效地解决地基排水问题，保护建筑物的结构稳定性和安全性。在应用地基加固结构技术时，排水加固法是不可或缺的环节。在施工过程中，施工人员通过合理布置排水系统，将地下水和降雨水迅速引导至合适位置。排水加固法的关键在于设计合理的排水系统，施工人员要详细调查地下水位及地基结构，以确保系统的准确性和稳定性。然后，根据地下水位和地基情况，设计合适的排水渠道和井口。在具体施工中，施工人员要采用各种管道、沟渠和井口等设施，将地下水和降雨水有序、迅速地排出。通过精确控制水流的流向和流速，保证排水系统的高效运行。施工人员还要定期检查排水系统的工作状况，及时清理堵塞的管道，确保排水系统的畅通无阻。在地基加固结构技术中，排水加固法的应用更显得重要，地基加固结构技术往往需要大量使用材料，如混凝土、钢筋等，而这些材料的质量和性能都受环境湿度的影响。排水加固法能够将地下水迅速排出，保证施工现场的干燥，从而提高地基加固结构的质量和稳定性。

（五）CFG 桩复合地基

桩基础的形式有很多种，与其他桩基础相比较，CFG桩复合地基除了工艺简单、污染较小，还有以下优点：（1）具有良好的适用性，而且能提高承载能力。CFG桩能在多种地质条件下使用，经过地基处理之后，承载力可以提高5倍左右。（2）能够很好地控制变形。经过处理后的复合地基，其模量和刚度均有提高，因此能有效降低建筑物的沉降量。（3）能够综合性降低工程造价。CFG桩可以就地取材，缩短工程施工周期，而且无须配筋，所以能有效降低工程造价。

（六）后压浆加固施工处理与注浆施工

后压浆加固施工时，所需用到的设备和材料包括：一台灌浆泵，其压力不低于6MPa，一台浆液搅拌装置，搅拌速率与灌浆泵相匹配，搅拌能力强，并配有搅拌装置的贮浆筒，以及20目、40目过滤装置等。在施工前制作桩底灌浆腔，其组成材料包括胶布、开孔镀锌钢管、圆钢板等，需要在造孔施工前完成对上述材料的装配，并准备厚度为22mm的灌浆管作为镀锌钢管，在施工过程中根据便利程度确定管的长度。确保孔洞的清理效果满足设计要求后，才能够进行造孔施工。钢筋笼及注浆室的布设步骤：将注浆室平放于地上，中间钢板面朝上，吊起钢筋笼，将其与注浆室钢板相连接，利用电焊将两部分焊接成一个整体。灌浆管的下端应当与钢筋笼紧密贴合，可利用12#规格的铁丝进行绑扎。注浆管道和钢筋笼安装完成后，进行混凝土浇筑。在注浆前需要完成压水试验，根据试验结果确定注浆初始压力和注浆起始浓度，同时检验设备、系统等是否具备良好的密封性。除此之外，通过压水试验可以将沉渣和泥皮中的稀泥部分压到加固区域内，实现对注浆通道的疏通。在压水时，将压水量控制在 0.2m^3 以内，压水时间控制在1min~2min范围内。除此之外，在注浆前，为确保注浆质量和注浆效果。注浆时应当尽可能注入高浓度浆液，同时控制注浆压力尽可能低，注浆速度应保持缓慢。为了能够为水泥浆停留在桩底有限范围提供便利条件，在注浆时应当确保连续性。注浆开始时间为成桩后的第二天，最晚作业时间不能超过30d。采用单桩分量次的注浆方式，连续不间断注浆。对每一根注浆管，都需要完成一次注浆。在注浆时，将水泥量控制在400kg~450kg范围内。考虑到注浆时的连续性要求以及房屋建筑施工进度问题，两根注浆管之间的停歇时间应当控制在10min~15min范围内。注浆顺序应从北向南依次进行，要求每根注浆管的注浆时间不少于20min。在注浆过程中，总的注浆时间不得少于45min。完成注浆后，选择加固后地基基础中的1#桩~5#桩进行注浆加固前、注浆加固后侧阻力极限值的检测。

（七）土方回填

土方回填所使用的材料含水率要满足压实需求，采取现场取样的试验方法，对回填土的含水率予以测定，并且不得使用垃圾杂物或被雨水淋湿的涂料。针对作业条件要按照质量等级标准验收其他已完成作业项目，办理隐蔽工程验收手续，通过地下结构工程检验测定，在保证坑内无杂物和回填材料垃圾后，方可测定水平高程。实际施工中，以最低矮端作为回填初始区域，运用自下而上、分层摊铺另一端的操作方式，借助振动机，找平夯实。每间隔25~30cm，需进行一次找平，互相搭接各层填土，搭接处的土层厚度不得低于填土厚度的2倍。同时，上下层错缝与交接处形成的阶梯状结构，需间隔10cm以上。人工作业与机械压实填土配合施工，夯实已填土方，对于边角处，人工回填作业施展难度较大，应当使用石粉或砂等，并充分润湿边角，保证回填质量。

结语

综上所述，房屋建筑地基基础加固工程施工技术作为一项复杂而重要的施工过程，不仅需要充分认识地基基础的作用和问题，还需要科学合理地进行土壤分析、结构设计和施工工艺等方面的工作。只有在严格遵守规范和标准的前提下，采取正确的施工方法和技术手段，才能保证加固工程的质量和安。同时，应该加强行业监管和施工监督，提高施工质量和效率，为社会提供更安全可靠的建筑物。只有通过不断的研究和实践，进一步完善房屋建筑地基基础加固工程施工技术，才能更好地满足人民群众对于安居乐业的需求。

参考文献

- [1] 曾滔. 基于抗滑桩加固技术的高边坡地质灾害防治方法——以大亚湾石化区A1A2地块高边坡治理工程为例[J]. 华北自然资源, 2023(05): 83-86.
- [2] 于敬舟, 孙斌. 数实融合协同互联——某防潮闸除险加固工程BIM设计应用实践[J]. 中国建设信息化, 2023(16): 48-51.
- [3] 曹文贵, 赵聚才, 贺敏, 等. 柔性基础下筋箍碎石桩复合地基变形机理及其沉降分析方法[J]. 岩土工程学报, 2014(05): 818-826.
- [5] 宋静, 张明明. 高压旋喷桩托换-垫层压力注浆联合加固方法在既有建筑地基加固中的应用[J]. 四川建筑科学研究, 2022, 48(4): 64-71.
- [6] 黄典才. 地基加固结构技术在土木工程施工中的运用分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(11): 123-126.
- [7] 苏志鹏, 刘龙, 杨玺, 等. 微扰动改性聚酯注浆技术在既有建筑地基加固的应用[J]. 地基处理, 2022, 4(S1): 152-158.