

微型钢管桩在基坑支护中的施工应用研究

张建国

中煤光华地质工程有限公司

DOI:10.12238/ems.v2i6.3293

[摘要] 随着经济社会的快速发展,微型钢管桩作为一种支护结构在深基坑支护施工中的应用越来越多。本文根据微型钢管桩的施工工艺以及工程实践,总结了微型钢管桩应用于基坑支护工程的主要特点,结合工程应用实例分析了微型钢管桩在基坑支护工程中的作用及效果,表明在基坑周边环境条件受限和抢险加固等基坑支护工程中能充分发挥微型钢管桩的优点,具有显著的经济效益和社会效益。

[关键词] 微型钢管桩;基坑支护;预支护结构;压力注浆;预应力锚杆

中图分类号: TN603.5 **文献标识码:** A

随着城市化进程加快,土地资源越来越宝贵,建筑物下部的基坑越来越深,越来越靠近原有周边建筑物和建筑红线。在密集建筑群与管线纵横交错的复杂环境中进行高层建筑地下室、人防等地下工程施工的情形越来越普遍。这种情况是基坑周边环境条件受限,无放坡空间,没有大型施工机械作业的施工面,无法施工大直径灌注桩或连续墙,传统的土钉墙、锚喷支护或桩锚支护形式无法满足工程需要。为此,微型钢管桩应运而生。微型钢管桩是一种环境条件适应性强、设置灵活、施工作业面小、强度高、经济实用的支护结构,它能够满足工程需求,解决工程难题,应用越来越广泛。

1 微型钢管桩发展的国内外现状

微型钢管桩是在微型桩和钢管桩的基础上发展而来的,微型钢管桩是逐渐发展起来的一种新型桩基础,又称树根桩。它与常规钻孔灌注桩相比,具有承载力较高、施工场地要求小、对土层适应性强、布置形式灵活等特点。主要应用于旧房改造、房屋加固、古建筑加固纠偏、防洪堤坝加固、建(构筑)物加固防震、铁塔等抵抗交替荷载的基础、边坡加固、水池底板的抗浮等工程中。微型桩的直径一般小于300mm,长细比较大(一般大于50),钻机成孔后采用压力注浆成桩。其主要特点有:施工机具小,适用于狭窄的施工作业区;对土层适应性强;施工振动、噪音小,在环境公害受到严格控制的市区作业尤其适用;桩位布置形式灵活,可以布置成斜桩;采用二次注浆,与同体积灌注桩相比,承载力优势明显。

由于钢材抗压、抗拉强度高,材质的离散性小,富于延性,是优质的建筑材料,同时能够取得可靠的承载力。另外钢桩还具有机械化施工快的优点,因此使用量不断扩大,目前钢管桩和微型钢管桩已构成钢桩的主体,其用途也逐渐多样化。随着技术的发展,已出现由排桩形成的桥墩和纵向带连接锁扣的钢管板桩。

我国自上世纪70年代中期,开始在我国金山石化

码头使用微型钢管桩,接着又在浦口桥墩上得到了成功采用。大规模使用还是从70年代末期上海宝钢一、二期工程建设开始,近些年来,微型钢管桩和钢管桩已分别在地铁施工和黄浦江大桥桥基施工、高层建筑物基础等工程中采用。此后迅速发展,在地基加固、深基坑的开挖支护、地面沉陷修复、铁路路堤及路基加固、边坡稳定加固、滑坡处理等方面都不同程度的取得了成功。

近年来各国对柴油打桩机在打桩过程中的废气和噪音污染加以严格控制,于是开始研制各种无噪音和无振动的沉桩方法和设备。

2 微型钢管桩在基坑支护中的作用原理

微型钢管桩应用于基坑支护工程中时,其作用方式主要可分为2种类型,一种类型用来作为主要的受力构件,抵抗基坑开挖过程中产生的水土压力;另一种类型则主要用来作为预支护结构。

第一种类型的微型桩支护作用机理与基坑工程中的普通支护桩的作用机理相同,即在深基坑周围土压力、地下水压力及深基坑周边附加荷载作用下,深基坑底面排桩嵌固一定深度范围内的土体中,由于受到桩体侧向位移的影响而产生被动土压力来抵抗桩体承受的部分主动土压力。

第二种类型的微型桩支护作用机理是微型桩作为超前支护结构的作用机理,目前关于微型桩在此类基坑支护结构中的作用机理主要有以下认识:(1)提高周围土体的强度指标,改善初始应力场;(2)降低开挖瞬时土体次生力的变化;(3)调动并协调土钉、锚杆等的支护作用;(4)减少边坡变形量,从而保证了基坑的安全。

微型钢管桩相对于普通钢筋混凝土支护桩(一般桩径600~1000mm)来说,其抗弯截面小、刚度较低,因此它并不能像普通的支护桩那样直接使用来抵抗弯矩,通常与其他锚拉支护构件联合作用,共同抵抗水土压力。从微型钢管桩的成桩过程分析,微型钢管桩通过在桩内

外一定范围进行压力注浆,使得桩体范围内的土体得以加固,土体与钢管、锚拉构件、混凝土面层等共同作为一个整体来抵抗水土压力,因此减小了作用在支护结构上的主动土压力,增强了土体直稳能力。因此微型钢管桩在实际工程应用中,其预支护作用原理比较贴近工程实际。

3 微型钢管桩在基坑支护应用中的主要特点

微型钢管桩在基坑支护工程应用中通常采用锚杆钻机或地质钻机预成孔,以直径48~273mm的钢管作为桩体材料,放入钻孔内居中,预先在钢管口与地面接触处做好止浆措施,然后通过注浆管向钢管内压力灌入水泥(砂)浆,浆液通过钢管上预留的溢浆孔向管外压浆,在压力的作用下,浆液将向桩侧周边土(岩)体的孔隙、裂隙进行渗透,还可通过二次压力注浆来增大渗透范围,改善岩土体的力学性能。在增强桩体强度的同时,对土体进行了加固处理,提高了微型钢管桩周边土体的整体稳定性。根据钢管桩的施工工艺,结合成功的工程实践资料,总结微型钢管桩在基坑支护中的主要特点如下:(1)水平阻力大,抗横向力强。由于钢管桩的断面强度大,对抵抗弯矩作用的抵抗矩也大,所以能承受很大的水平力。(2)设计的灵活性大。可根据需要变更钢管的壁厚;也可根据需要选定适应设计要求的外径;也可根据场地需要灵活布置桩位。(3)桩长易调节。由于微型钢管桩可以自由地进行焊接接长或气割切短,所以容易调节桩的长度,特别适用于基岩面起伏大的基坑支护工程。(4)所需施工场地小、施工机械轻便,施工迅速安全。一般平面尺寸为0.5m×1.8m,净高为2.0~3.0m即可施工。(5)孔径小,施工时噪声和振动小。施工时对已有建筑物影响较小,可在小面积现场进行密集的打桩施工,适用于邻近建(构)筑物或市政管线的基坑支护工程。(6)搬运、堆放操作容易。微型钢管桩自重较轻,刚度大,不易破损,容易搬运、堆放操作。(7)工期短、造价低。微型钢管桩适合于快速施工,因此其施工进度快,工期短,相对而言能减小工程造价。在实际工程中若能充分利用上述特点,可以大幅度提高项目的经济效益和社会效益。

4 基坑支护现场施工中微型钢管桩的应用施工要点分析

4.1 储存要求

微型钢管桩可以通过平板车运输到施工现场的指定位置上,同时其存放场地必须要保证平坦,保障运输车辆可以直达。此外其堆放需要符合相应的标准要求,避免因为存放环境的不良因素导致出现钢管的锈蚀以及弯折问题。除此之外,在微型钢管桩的对桩四周的排水条件务必保持良好,其堆叠层数需要维持在3层,且同一层的高度不应该超过两米。为了防止出现桩管滚动的现象,需要使用枕木垫其支点,并使用木楔将枕木两

端塞紧。与此同时其存放位置需要在桩机的起吊范围之内,并将桩顶面向桩机。

4.2 吊桩过程的要求

在吊起微型钢管桩的时候需要检查相应的节桩,并对其长度及质量做出相应的评估,并且发现问题第一时间内将之解决。同时在吊起微型钢管桩的一端之后,需要注意维持其平衡,不可将之在地上长距离拖动避免将钢管折断。除此之外,在桩机的移动中需要注意其摆放位置不可以脱离微型刚桩的作业范围,并且对准桩体的位置,确保其位置的精准性。

5 微型钢管桩在基坑支护工程中的应用实例

5.1 基坑周边环境受限条件下的应用

在实际的基坑支护工程中,常常受基坑周边环境的限制,基坑紧邻已有建(构)筑物,没有放坡空间,且不具备大型设备的施工条件,在这种情况下选择采用微型钢管桩或微型钢管桩联合支护形式可以解决难题。在这种支护形式里,微型钢管桩作为超前支护,提高土层的自立稳定性,预应力锚杆(索)有效控制基坑坡面的位移,既保证了基坑安全,又最大限度的减小了对周边环境的影响。该基坑南侧和北侧距离已有重要建筑物都较近,施工中基坑坡底线距地下室基础外边线需留0.6~1.0m施工面,这样支护结构距离南侧沿街楼最近处为0.7m,在这样狭小的场地内,大型桩基设备无法施工,大型设备施工扰动大,会造成沿街楼地基基础变形,影响建筑物的安全,在这种情况下采用微型钢管桩成为最优方案。支护参数如下:钢管桩桩径200mm,桩长10.0m,桩间距0.5m,钢管 ϕ 127mm,壁厚5.0mm;孔中压力灌入用P.O.42.5普通硅酸盐水泥配制的水泥浆(水灰比0.5),强度C20;冠梁采用2根20A槽钢焊接固定后浇筑混凝土成型。锚索采用 ϕ 15.2-1×7钢绞线,水平间距2.0m;采用2根20A槽钢作为腰梁,锚索端部采用锚具施加预应力100kN。

5.2 抢险加固应用

基坑东西长约40m,南北长约30m,基坑深度7.0m。基坑西侧上边线距离已建建筑物约2.0m,该建筑物3层,条形基础,基础埋深约1.5m。基坑西侧原设计为复合土钉墙,设置2道土钉,2道预应力锚杆。在工程施工过程中,西侧挖至坑深7.0m时,因附近管道严重漏水,同时又遭遇短时强降雨,导致西侧边坡局部地段下部土体软化引发边坡坍塌,严重影响基坑及附近建筑物的安全,需要进行抢险加固处理。加固处理措施:在基坑西侧出现土体坍塌部位堆填高7.0m、宽4.0m的土进行反压,在反压土体上方进行钢管桩施工。钢管桩桩径150mm,桩长9.0m,桩间距0.5m,钢管 ϕ 127mm,壁厚5.0mm;设置2道预应力锚杆,锚杆水平间距2m,锚杆长12m,杆体采用一束 ϕ 15.2钢绞线。锚杆端部施加80kN的预应力,采

用2根20A槽钢作为腰梁。进行土体反压和钢管桩施工处理后,坍塌部位得到有效加固,保证了基坑和邻近建筑物的安全。从这个工程实践可以看出,微型钢管桩处理深基坑支护过程中的险情具有以下几个特点:(1)施工设备较小,施工工作面小,施工速度快;(2)钢管桩施工时无需挖除用于反压的土体;(3)通过钢管桩中的钢管进行注浆,在增强钢管刚度的同时,也加固了坍塌部位的岩土体,提高了岩土的物理力学指标;(4)钢管桩可以与其他支护结构灵活组合,经济实用。

6 施工质量控制

6.1 成孔质量

成孔质量主要是指孔径、孔深、桩孔倾斜度等应满足设计及有关规范技术要求,如质量控制不好,可能发生塌孔、缩径、桩端持力层与设计不符或发生桩孔偏移等问题。

6.2 孔位、桩孔倾斜度的控制

场地平整后,根据施工图采用经纬仪和水平仪进行钻孔定位并编号,用钢管铺设排架固定,严格控制孔位与设计偏差在20mm以内。孔位确定后,按设计桩的倾斜度,调整钻架角度,在孔口设置定位钢管,以保证钻孔角度符合微型桩倾角要求。同时钻进过程中应对导杆角度进行测量,严格控制倾角偏差在1%以内。

6.3 钻孔孔径控制

微型桩是先成孔再在孔内成桩,成孔孔径的大小直接关系到成桩的直径。为避免施钻过程引起的动应力影响相邻孔壁的稳定性,施工时采用跳孔分批实施的方案。钻孔过程中针对不同地层的稳定情况,主要采用了干钻、套管钻进、调整钻进速度、复核钻头直径等钻进工艺来保证成孔孔径满足设计要求。

6.4 桩长控制

设计微型桩作为一个复合受力结构,需要承受抗拉、抗压、抗剪等应力,桩长穿过软弱面深入下部稳定地层,如桩长不足将达不到预期的效果。为控制钻进深度,钻架就位后及时复核钻具的总长度并作好记录,以便在成孔后根据钻杆在钻机上的余长来校验成孔达到的深度。如孔壁稳定情况较差,提钻过程中碰到了孔壁,将发生塌孔现象,并在孔底形成沉渣,则在下钢管前应对钻孔进行清孔,以保证桩长。

6.5 成桩质量的保证

为确保成桩质量,除严格检查进场原材料的质量外,应控制孔内注浆的工艺。微型桩注浆采用孔底返浆法,每孔的注浆过程应连续一次完成。将注浆管连同钢管下放至孔底,在孔底进行注浆排水灌注,一般注浆压

力不低于0.6~0.8MPa,并应控制浆液的水灰比,以保证注浆饱满,密实。为防止发生断桩、夹泥、堵管等现象,要控制好灌注工艺及操作,有序的拔管和连续注浆是保证成桩质量的关键,灌浆速度应适宜,速度太快孔内水及灰浆不易排出,形成断桩;提拔注浆管时速度和力度均应适中,如注浆速度过快,提升幅度过大,水泥砂浆直接冲刷孔壁,形成孔壁土体塌落,导致桩身夹泥,这种现象在砂质地层尤其容易发生。

7 结语

微型钢管桩在基坑支护工程中应主要用来作为支护结构考虑。施工中,通过压力注浆,提高钢管周围土体的强度指标,改善初始应力场,增强土体的自稳性,降低开挖瞬时土体次生力的变化,减小边坡变形量,钢管桩与其他结构构件共同作用,稳固边坡。在基坑支护工程中微型钢管桩具有诸多优点,可广泛的应用于基坑周边环境条件受限和抢险加固等工程中,在实际工程中充分利用这些特点,其经济效益、社会效益和环境效益将显著提高。

[参考文献]

- [1]张国玉. 钢管桩支护技术在城市复杂环境浅埋暗挖隧道工程中的应用研究[D]. 山东建筑大学,2019.
- [2]庄超. 深基坑框架预应力锚杆微型钢管桩联合支护结构力学特性分析[D]. 兰州理工大学,2018.
- [3]黄凯,张明义,杨淑娟,白晓宇,闫楠. 基坑水泥土墙内微型钢管桩承载特性试验研究[J]. 工业建筑,2018,48(02):134-138.
- [4]李征. 微型钢管桩边坡加固技术及其应用的研究[D]. 长沙:湖南大学,2019.
- [5]何文君,杨朝发,胡杰. 钢管桩嫁接大直径桩在边坡支护中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2019,40(9):59-62.
- [6]刘敬. 微型集群钢管桩在滑坡体基坑支护工程中的应用[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版),2019,31(6):1031-1040.
- [7]秦宿钧,付传飞. 钢管桩加固非均质边坡稳定性有限元强度折减法分析[J]. 公路与汽运,2019,170:107-109.

[作者简介]

姓名:张建国(1980.02--),性别:男,民族:汉,籍贯:河北磁县,学历:本科,职称:地质高级工程师,研究方向:微型钢管桩在基坑支护中的应用;从事工作:地基与基础施工、基坑支护。