

“灌注桩+钢管内支撑”在深基坑中的应用

刘建军

(中铁合肥建筑市政工程设计研究院有限公司, 安徽 合肥 231600)

摘要 深基坑支护是地铁站工程的重要分部分项,也是地铁站结构设计的主要内容,地铁站深基坑支护环境复杂多样,支护方式也千差万别。为进一步探索地铁站深基坑支护体系设计的基本方法,在本文的研究当中,笔者结合自己的实际工作经验,以某一实际工程项目为例分析了“灌注桩+钢管内支撑”支护体系在地铁站深基坑中的应用,对设计的主要内容进行分析,并指出钢支撑布置优化设计的具体方法。

关键词 灌注桩;地铁站;深基坑;支护;有限元

中图分类号:U231

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2023)07-0034-03

我国城镇化进程不断加快,城市人口规模不断攀升,传统城市公共交通所面临的压力逐渐增大,地铁成为许多城市必要的交通基础设施。地铁站由于地下埋深相对较大,基坑开挖难度明显较高,必须要保证基坑支护体系的可靠度^[1]。灌注桩作为一种常见的挡土结构在地铁站基坑支护中也存在着较为广泛的应用。基于此种情况,在本文的研究当中,笔者结合自己的设计工作经验,对“灌注桩+钢管内支撑”类型的支撑式挡土结构在地铁站深基坑支护中的应用进行了研究与分析^[2]。

1 工程概况

1.1 地铁站工程概况

该地铁站位于我国西北地区某城市,地形较为平坦,基坑长度约为68m,宽7.2m,标准段的基坑底埋深大约为11m,基坑周边存在大量多层、高层建筑。

1.2 基坑支护方案

在该地铁站基坑工程中,结合附属结构形式、地质条件与周边既有建筑物对基坑周边土体沉降要求,决定采用“灌注桩+钢管内支撑”支护体系,围护灌注桩桩径均采用800mm,混凝土强度等级为C30,布桩间距采用1600mm,内支撑钢管管径为609mm,厚度16mm,沿基坑水平与竖向均匀布置,具体位置位于坑底上方2.6m、7.6m处,钢管水平间距为3.5m,预加轴力分别为300kN、350kN,灌注桩桩间采取喷射混凝土挡土措施。同时需要在灌注桩顶部设置冠梁,冠梁规格800mm×800mm,钢围檀采用45b工字钢组合型钢,规格为群235b^[3]。

2 有限元模拟分析

为进一步分析上述基坑支护方式在地铁站基坑支护中的实际应用效果,在本文的研究当中选择采用

Midas GTS软件对基坑开挖过程进行计算分析,并验证此种支护方式的可靠度。在该工程当中,由于在基坑开挖之前就已经采取了基坑降水措施,并经观测发现该基坑坑底1m范围内未发现明显地下水。为此,在此次有限元分析中忽略地下水的影响^[4]。

2.1 有限元模型与相关计算参数

Midas GTS所建立的三维模型为整体三维模型,根据弹性力学基本原理,为更真实地模拟基坑周边土体的受力与变形情况,开挖区域应选择为开挖尺寸的3~5倍最为合适,为此,在建立三维有限元模型时,最终的尺寸选择采用170m×115m×38m。经建模之后的软件检查,整个模型最终被划分为148289个网格单元,25632个节点。在该模型中所涉及的单元类型有实体单元、梁单元与桁架单元三种不同类型,其中实体单元主要是土层、梁单元为灌注桩、冠梁与钢梁,桁架单元则为钢支撑。由于在该基坑周边存在一定的交通荷载,再考虑施工过程中可能出现的施工堆载等问题,将基坑周边的超载设定为15kPa。土体结构按照勘察报告所提供的情况输入,并输入材料属性,梁单元与桁架单元也应按照实际情况输入模型^[5]。

2.2 施工步骤分析

该基坑施工采用明挖法,按照现场条件、设计要求,现场施工大致可以分为如下四个步骤:

1. 完成钻孔、成孔、清孔工作,灌注泥浆,浇筑钻孔灌注桩。
2. 开挖到第一道钢支撑位置完成钢支撑安装,施加的预应力大小为300kN。
3. 开挖到第二道钢支撑位置完成钢支撑安装,施加的预应力大小为350kN。

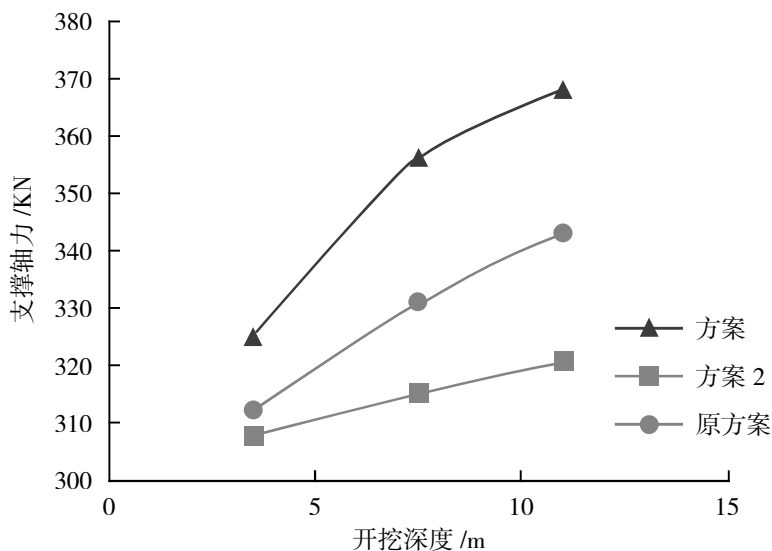


图 1 三种方案第一道钢支撑轴力对比

4. 开挖到基坑底部。

3 计算结果分析

完成建模之后对模型进行了计算分析,下面将结合计算结果对上述支护方案的可靠度展开分析,具体主要包含基坑周边沉降、桩体水平位移、钢支撑轴力以及围护结构体系所受到的影响等内容。

3.1 基坑周边地表沉降

随着基坑的开挖,基坑周边地层边界发生变化,基坑底土层应力释放回弹,同时随着挡土结构外侧地层土体应力逐步释放,此过程中支护桩会对周边土体形成一定约束作用,伴随挡土结构水平受力变形,分层土体在上部荷载作用下逐渐被压实,逐层累积导致基坑周边地表生沉降变化。在该工程当中随着基坑开挖的逐步推进,基坑周边土体也出现了竖向变形,模型计算结果如显示在设置钢支撑之前,基坑地表沉降量与距离基坑的距离呈现明显的反比关系。在增设钢支撑之后,基坑地表沉降量最大值则出现在距离基坑具有一定距离的位置^[6]。随着基坑开挖深度的不断加大,基坑周边地表的最大沉降量与整体沉降都在不断加大,同时基坑开挖所影响的周边土体范围也在持续扩大,最大沉降值出现在距离基坑边缘大约 15m 处的位置,沉降值约为 8.5mm。

3.2 桩体水平位移

支护桩由于会受到土体的侧向压力,必然会出现水平位移。由于支护桩的抗剪承载力不高,水平位移不宜过大,同时桩体水平位移也会对周边土体的变形

产生不利影响。为此,必须要对桩体水平位移加以控制。从模型计算结果可以发现,在完成第一道钢支撑的布置之后,桩顶水平位移最大值为 0.7mm,完成第二道钢支撑的布置之后,桩顶最大水平位移值为 2.8mm,其位置大约出现在距离坑顶位置 5m 处。当开挖深度到达基坑底部位置时,则基坑的最大沉降量为 6.6mm,其位置则处于距离桩顶 5m 处^[7]。此外,从图 2 中的数据中可以发现,随着基坑开挖深度的不断加大,桩身的整体水平位移也会持续增大,但是由于钢支撑的支挡作用,在布置钢支撑的位置水平位移会突然间变小。

3.3 钢支撑轴力

随着基坑开挖深度的不断加大,桩后的主动土压力势必会持续增加,从而导致支护桩会向基坑一侧水平移动,附加钢支撑就是为了控制支护桩的位移,但这也对钢支撑施加反向约束力。因此,随着基坑开挖深度的持续增加,作用在钢支撑上的轴力也势必会不断加大,最终最大轴力必然会出现于基坑开挖至最深处时。在该工程当中计算所得到的最大钢支撑轴力位于基坑开挖至最深处时的第二道钢支撑之上,其值为 386kN,计算结果与理论分析存在一致性^[8]。

3.4 钢支撑对围护结果的影响分析

在“灌注桩+钢支撑”支护方案中,确定钢支撑最佳位置具有重要意义,合理的支撑位置既能有效控制支护桩的水平位移与周边土体的沉降,同时在经济成本方面也更为合理。为了对原支护方案钢支撑位置的合理性进行计算分析,在上文所建模型的基础之上

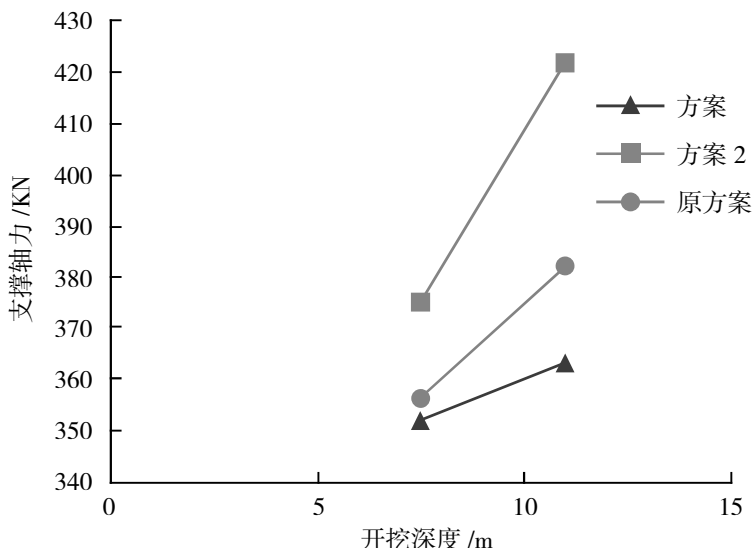


图2 三种方案第二道钢支撑轴力对比

还对钢支撑的位置进行了调整,从而展开对比分析,其中方案1是在上文所建的模型基础之上将两道钢支撑的位置均向上移动1m,方案2则是在上文所建的模型基础之上将两道钢支撑的位置均向下移动1m^[9]。三种方案的轴力对比分析如图1、图2中所示。

从图1中可以发现,方案1中第一道钢支撑的轴力为365kN,方案2中第一道钢支撑的最大轴力为322kN,原设计方案中的最大轴力也为322kN;从图2中可以发现,方案1中第二道钢支撑的最大轴力为363kN;方案2中第二道钢支撑的最大轴力则为425kN,原设计方案中的第二道钢支撑最大轴力则为380kN。

通过上文的模型计算结果分析可以发现,从基坑周边土体变形、钢支撑受力方面来进行综合对比,原设计方案的支护方式是最合适的^[10]。

4 结语

随着我国城镇化进程的不断提升,地铁将成为许多城市公共交通的主要方式,地铁建设在未来也必然会变得更为频繁,基坑支护作为地铁站建设的重要分部分项,关系到工程建设的安全性、经济性、进度等诸多要素。为了探索地铁站基坑支护的合理方式,在本文的研究当中以具体工程项目为例分析了“灌注桩+钢支撑”此种支护方式在地铁站支护中的具体应用。通过三维有限元建模计算分析发现此种支护方式具有一定的合理性,能够有效控制基坑周边土体沉降与桩体位移,可以在实际工程中进行大力推广。但需要注意的是,钢支撑的轴力与钢支撑的作用位置存在着紧

密的联系,必须要结合基坑周边土体物理力学性能、支护桩参数等综合确定钢支撑位置计算参数,从而计算出钢支撑的最佳位置。

参考文献:

- [1] 任巍杰. 粉细砂地层地铁车站附属二次基坑开挖支护工艺研究[J]. 现代城市轨道交通, 2022(10):44-48.
- [2] 杨仁俊, 赖世友, 涂伟. 昆明市环城南路地铁站深基坑降水设计[J]. 建筑技术开发, 2022,49(18):169-174.
- [3] 熊皓. 地铁车站超大超深基坑支护及开挖难题及处理对策[J]. 四川水泥, 2022(09):220-222.
- [4] 张俊杰, 高林静, 范兆东, 等. 洛阳龙门地铁站狭长深基坑变形规律及控制措施分析[J]. 河南科技大学学报(自然科学版), 2022,43(06):8-9,59-66.
- [5] 张少波. 盖挖半逆作法在某地铁站基坑支护设计中的应用研究[J]. 福建建筑, 2022(06):72-77,148.
- [6] 张昌雷. 地下连续墙在景云路地铁站深基坑支护结构施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2022,07(04):73-74,77.
- [7] 李彦君, 卜飞. 邻近地铁站的深基坑支护方案及变形监测分析[J]. 建材技术与应用, 2021(06):17-20.
- [8] 李正坤, 王晓冬. 地铁站深基坑支护中地下连续墙的施工技术[J]. 住宅与房地产, 2021(21):222-223.
- [9] 慕焕东, 邓亚虹, 张文栋, 等. 洛阳地铁车站基坑支护变形特性模型试验研究[J]. 岩土工程学报, 2021,43(S1):198-203.
- [10] 宋建学, 陈成. 基坑钢管内支撑装拆过程中的相互影响研究[J]. 地下空间与工程学报, 2013,09(06):1379-1385.