

# 重锤夯扩桩复合地基处理

■师小健 ■陕西建工第五建设集团有限公司,陕西 西安 710032

**摘要:**随着构建节约型社会进程,绿色、节能、降本成为建筑业新的发展理念,如何因地制宜就地取材,选择小的投入,最大限度符合设计要求和建筑设计师永恒的思路。重锤夯扩桩是利用柴油桩锤跳动夯击使沉管经强夯进入土层成孔,使地基土方受到横向挤密,第一次消除土壤的湿陷性。后将填充料分层填入桩孔中用重锤夯扩机夯扩密实成桩(桩体经强夯后成活桩径大于成孔桩径150mm~250mm)。从而使地基土方受到第二次横向挤密,完全消除了地基土的湿陷性。最终桩体通过同地基土之间的摩擦力及被挤密的地基共同承载,提高地基的承载能力。达到了复合地基的作用。

**关键词:**重锤夯扩桩 沉管 密实 湿陷性 复合地基 摩擦力 挤密

## 1 工程概况

本工程位于景观路原西安市动物园内,该工程为一栋五单元地下一层地上八层钢筋混凝土结构住宅楼,该住宅楼长95.04米,宽19.6米,基坑坑底边缘线均沿边桩外放1000mm。建筑物总高度25.2米。据地质勘探报告:该建筑物下部土质为Ⅱ级自重湿陷性黄土。故该工程采用3:7灰土重锤夯扩桩(3:7灰土的压实系数应大于0.97),从而消除桩间土的湿陷性。该工程设计桩长8200mm,沉管成孔桩径380mm,重锤夯扩成活桩径500mm--550mm,桩距870mm(呈梅花形布置),桩顶标高-4.55米,总桩数为4008根。桩顶同基础混凝土垫层之间做450mm厚3:7灰土垫层,压实系数不得小于0.97。设计要求处理后的复合地基承载力标准值不得小于240Kpa。

## 2 施工准备

### 2.1 工程机械准备

(1)W501吊车:2台;(2)2.5吨柴油锤:2台;(3)1.8吨重锤夯扩机:4台;(4)灰土拌和机:1台;(5)架子车等生产工具以满足现场施工要求进行配置。

### 2.2 施工材料准备

(1)回填土为现场开挖堆积土,其中土中有机物含量不得大于5%,且最大粒径不得大于20mm。(2)白灰为块状白灰。在施工现场待其熟化人工过筛后最大粒径不得大于5mm。

## 3 施工工艺流程

标高及控制线引测→基坑平整→桩基设备组装→布桩定位→机械就位→桩机成孔→验孔→重锤夯底→3:7灰土回填→重锤夯实→压实系数抽验。

## 4 施工顺序

根据本工程的实际施工特点,将基坑沿南北方向分为两个作业段,每个作业段成孔、打桩采取自边沿向中央分段施工。防止在成孔和夯实过程中,由于地基土分两次不同程度的受到横向挤密而导致地基土起隆,从而导致设计桩位发生位移现象。

## 5 施工要点

(1)在桩基施工前,用全站仪进行工程定位和高程引测工作,并对控制点进行保护。后根据控制线将高程点引测至基坑坑底及基坑边坡上,并做明显的标记及保护围挡。(2)根据设计基地标高及基地原始自然标高进行基坑平整。平整应为人工平整,防止地基土被扰动。(3)根据设计图纸及基底工程控制线进行工程外排控制桩部设,其余桩基在施工时随打随布置。(4)在基底对角线两个大角最外皮边桩沿双向每5000mm设置一个孔口高程控制点,同时在沉管上将设计桩长控制线做明显标注,以控制成孔的长度和桩顶及桩底标高。(5)在机械就位前,再次平整沉管支架基座下基底场地。以保证沉管成孔的垂直度。(6)沉管桩尖对准桩位点,沉管立架调整垂直后再次进行桩位校核。(7)冲击沉管采用2.5吨管柴油锤冲击成孔。(8)在沉管桩尖入土时,先低锤轻击,入土1000~2000mm时,且各个方面正常时,将锤

升至预定的落距高度,锤击成孔,直至设计标高。成孔采用间隔跳打,先外后里的施工原则进行施工。成孔后应及时拔出沉管,不应在土中搁置时间过长。(9)桩身灰土压实落距控制:在桩身灰土施工过程中将桩身分为三个施工段施工,-5.0~-8.2米段;-2.0~-5.0米段;0.0~-2.0米段,各段标高均相对于桩顶标高而言。每段落距均以各段的最高点标高确定。(10)桩孔垂直度控制,沉管前在平整支架场地的基础上将支架腿调整到同一标高,同时在桩位相临两边架设经纬仪,在正式沉管前,观测经纬仪目镜竖丝到沉管外皮的距离(尺子配合),在施工过程中一旦发现读数出现变动,应及时调整沉管位置,保证桩孔的垂直度。(11)桩成孔后应及时立即进行夯实回填,孔底在填料前必须夯实,然后用灰土分层回填夯实。(12)孔底夯实后,由现场监理、甲方代表及施工方质量员三方共同实地抽检桩径、桩长等,对超标准的桩孔应及时二次成孔,最终检验合格后方可进行3:7灰土回填。(13)夯机就位后,先用1.8吨重锤进行孔底夯实8次,然后根据土方击实实验报告在现场试拌灰土样本,后根据样本进行分层填料,每次回填厚度为250~400mm,填料不得超过0.12m<sup>3</sup>/次,各层回填后夯击不少于10次。后逐层回填、夯实至设计桩顶标高。(14)灰土拌和为机械拌和。拌和后其颜色应同样品颜色一致后击实回填,灰土拌和完毕至回填时的间隔时间不得超过24小时。(15)本工程桩基施工采用两班作业制进行作业,以保证桩基施工工期要求。(16)建立夯实司机和填料工人的共同责任制,相互制约。(17)施工期间,记录人员要严格记录好每一个桩孔深度情况,保证桩孔达到设计要求。质检人员跟班随时检查施工质量,发现问题立即纠正。(18)在实际施工过程中如有塌孔采用反复重打,以达到设计要求。(19)针对桩基工程施工过程中的质量通病应事前制定相应的预防措施,同时施工过程中应认真检查。针对发生的质量事故应及时汇报,并采取相应的施工措施。(20)重锤落距及重锤夯击次数:(详见表1)。

表1

| 桩身施工段(m)  | 落距(m以各段的最高点为准) | 夯击次数(次) |
|-----------|----------------|---------|
| -5.0~-8.2 | 8.0            | ≥10     |
| -2.0~-5.0 | 6.0            | ≥10     |
| -0.0~-2.0 | 3.0            | ≥10     |

## 6 质量标准

表2

| 序号 | 项目    | 允许偏差(mm) |
|----|-------|----------|
| 1  | 桩位偏差  | ±50      |
| 2  | 桩径偏差  | ≤20      |
| 3  | 垂直度偏差 | ≤H1.5%   |
| 4  | 桩长偏差  | 100mm    |

(1)桩孔质量在检测时不应小于总桩数的20%。(2)灰土桩在3:7灰土回填夯实过程中,技术负责人应根据回填高度每1000~1500mm用环刀取样进行压实系数检测。当压实系数小于设计数值(设计压实系数为0.97)时,应增加夯实次数、提高夯锤落距或减少回填厚度等措施从而满足设计压实系数要求为止。现场抽样检查数量不得少于桩数的20%。(3)根据灰土击实试验报告的最优含水率严格控制施工用土壤的含水率,否则应通过晾晒、撒水等措施保证土壤的含水率,防止橡皮土或压实系数不足等质量缺陷的出现。

## 7 施工过程叙述、施工质量状况:

### 7.1 施工叙述

(1)2013年1月12日至2013年1月13日完成了两组(26根)试

# BIM 在超高承插型盘扣式脚手架中的应用

■孟程 ■平煤神马建工集团有限公司郑州分公司,河南 郑州 450000

**摘要:**针对某工程外形结构为空间异形双曲面,外墙为清水混凝土,高度较高等特点,提出了超高承插型盘扣式脚手架技术,另外运用 BIM 技术对脚手架在可视化条件下进行受力验算和受力分析,并建立模型。并采用 321 型装配式贝雷架、螺丝套筒连墙件等构件和承插型盘扣式脚手架相结合的形式保证架体高度和整体稳定性。工程实践证明,方案安全可靠,经济实用,可在超高建筑中推行使用。

**关键词:**异性双曲面 BIM 承插型盘扣式脚手架

## 1 工程概况

某工程位于郑州新郑国际机场 GTC 交通枢纽北侧,总建筑面积 12205 m<sup>2</sup>,其中航站楼建筑面积为 6205 m<sup>2</sup>,塔台建筑面积约 6000 m<sup>2</sup>。塔台共 21 层,为构筑物,高度 93.5 米。结构形式为空间异形双曲面结构。墙体设计为双曲面清水混凝土。本塔台支架防护工程主要是为清水混凝土模板的安装、拆卸及其相关的一些工作提供操作平台,便于清水混凝土的施工。

## 2 工程特点及难点

(1)塔台外围墙体设计为空间异形双曲面清水混凝土,造成普通脚手架无法搭设,外加体内部结构随着主体外形不断变化,给架体受力验算和搭设带来很大困难。(2)承插型盘扣式脚手架在国内的搭设高度一般不超过 33 米,而塔台的建筑高度为 93.5 米,保证架体的结构稳定和安全性是施工中的难题。

## 3 方案选择

针对一些悬挑长度过大、不能满足落地要求、异形曲面建筑施工难等问题,采用普通脚手架和传统承插型盘扣式脚手架难以施工。在对传统的承插型盘扣式脚手架安装工艺认真研究的基础上,本项目决定运用 BIM 技术对架体进行模拟三维建模,在可视化条件下进行受力验算和受力分析,提前模拟现场施工条件,并且达到指导现场施工的效果。

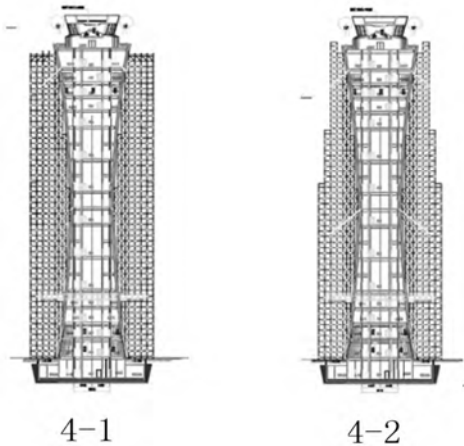
## 4 方案实施

由于建筑物结构异形,且需要对作业人员提供工作面,这就对架体结构稳定性、承载力有很高的要求,本方案设计初始对建筑物周围进行满搭,运用 BIM 模型建模之后,能把建筑物完全包围,并能提供工人作业面,可以达满足到施工要求(图 4-1)。运用 BIM 技术对最不利条件下的单杆稳定性和承载力及地基承载力验算;支承贝雷架的横杆承载力、支承盘承载力计算;架体和建筑物形成整体的稳定性及附着承载力计算。经过计算,最终选择了 321 型装配式贝雷架、螺丝套筒连墙件等构件和承插型盘扣式脚手架相结合的形式,这样能保证架体高度和整体稳定性。方案安全可靠,经过专家论证后,得以实施。

另外运用 BIM 技术对连墙件布置形式进行设定并确定最佳方案,纵距按楼层高度合理设置并进行可视化交底。在塔台结构南侧由于架体悬挑长度过大,增大了连墙件的受力要求,同时影响架体整体稳定性,所以采用贝雷架二次起架的方式来达到对部分悬挑结构落地的要求,以提高架体的整体稳定性同时减少连墙件受力要求。通过 BIM 技

术的三维建模和受力计算,其搭设工艺如下:通过搭设 321 型装配式贝雷架,横跨连廊,然后二次起架搭设承插型盘扣式脚手架来满足施工要求。其搭设按照东西方向三排(横跨 4 排支架)支架上布置单 150\*75\*5\*7H 型钢,然后在 H 型钢上正交布置两排双拼 150\*75\*5\*7H 型钢,其位置中心对中心的布置在外侧两排支架上,最后在双拼 H 型钢上搭设 6 排间距为 800mm 型号为 3m\*1.5m 贝雷架。贝雷架间距连接长度为 18.18m,在贝雷架上根据支架间距合理布置单根 150\*75\*5\*7H 型钢,其上搭设承插型盘扣式脚手架。

但是经过项目部认真讨论分析之后,认为架体超高,且自重太大,对地基承载力和架体本身结构是一项重大考验,所以运用 BIM 模型对架体进行优化,经过承载力验算之后,去除了一些多余的构件,减轻架体自重并且满足施工要求(图 4-2)。



## 5 结语

本脚手架体系高度创新性的达到 88m,在国内罕见。通过严谨的论证和 BIM 三维模拟计算分析,有效设置了贝雷架、连墙件等,很好的保证了架体的整体稳定性和安全性。BIM 技术在超高承插型盘扣脚手架中的应用,降低了异形外墙施工的难度,保证了施工质量,缩短了施工工期,节省了施工费用,使工程得以顺利完工。

## 参考文献

- [1]《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ231-2010
- [2]《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011
- [3]《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80-2011
- [4]林荣军. 建筑施工脚手架使用手册. 中国建筑工业出版社, 1999. 5.
- [5]《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》(建质【2009】87 号文)。

桩的施工。2013 年 1 月 28 日至同年 2 月 4 日完成了对试桩的检测工作。(2)2013 年 2 月 5 日至 2013 年 3 月 15 日进行工程桩施工。(3)在工程施工当中,用经过测定的 J2 型经纬仪配合钢卷尺施测轴线,放桩位线;用 DS3 水准仪施测控制点及桩顶标高。所有测量结果经监理单位复核均符合规范要求。(4)桩长、桩径、桩身垂直度、桩位、桩身 3:7 灰土的压实系数等均符合设计要求。

## 7.2 施工质量状况

施工结束后由陕西省建设工程人工地基工程质量第八检测站对桩基进行检测,结论如下:(1)经夯扩挤密处理后,复合地基承载力达到

255Kpa。(2)经夯扩后桩间土不具备自重失陷性,失陷性基本消除。(3)桩体 3:7 灰土压实系数平均值大于 1。(4)灰土桩直径为 0.56m~0.57m。桩体质量均满足要求。

## 8 结束语

该工艺适合于失陷性黄土地区设计地基承载力在 270Kpa 以内,高度在 45 米以下的地基处理施工。该工艺施工简单、方便,造价较混凝土灌注桩(同等承载力前提条件)降低 60% 左右。同时填充料可利用原基坑开挖土拌和进行施工,减少土方的倒运次数,从而缩短施工工期。但该工艺不适宜在多雨季节(或地区)进行施工。