

探讨盘扣式外脚手架的体系设计及技术要点

黄锦池 潘康荣 南峰 庄小学 陆鸿 潘兆宽
深圳市华晟建设集团股份有限公司 广东 深圳 518038

摘要:近年来,工程项目对提高施工效率、绿色建造施工等实施要求越来越高。不少大型或特殊的建筑工程,纷纷选择新型盘扣式外脚手架。因其具有承载力高、结构牢固、安全可靠、管理方便等优点,国家也在大力推广使用盘扣式脚手架。本文引用实际工程案例,探析盘扣式外脚手架的体系设计及技术要点,为其他工程提供借鉴。

关键词:盘扣式;外脚手架;体系设计;搭设要点;

1 前言

盘扣式脚手架为一种具有自锁功能的直插式新型钢管脚手架,目前最新的规范为住建部发布的JGJ/T 231-2021,根据立杆外径的大小可分为标准型(B型)和重型(Z型)。而根据用途又分为支撑脚手架和作业脚手架,在深圳市地区盘扣式脚手架被大量应用于模板支撑体系搭设中,而作为外脚手架使用较少。

2 工程概况

项目位于深圳福田区城市中轴线的南延区域,紧邻福田口岸、皇岗口岸,是深港联动区的重要节点,深圳市福田区福强路与水围二街西北侧。项目由01-01地块(湾尚骏玺家园)、02-01地块(湾尚庭玺家园)02-02地块(水围承翰商务大厦)组成。三个地块总建筑面积达24.89万平方米,主要建筑类型有:超高层综合楼、高层公建、高层住宅等。建设单位:深圳市水围实业股份有限公司、深圳市承翰投资开发集团有限公司。施工单位:深圳市华晟建设集团股份有限公司。其中水围承翰商务大厦主体工程塔楼37层,建筑高度172.1m,裙房6层,建筑高度33.2m,裙房各层层高:1F:6.9m;2F:5.4m;3F及4F:5.1m;5F:4.35m;6F:4.45m;盘扣式外脚手架(地下室顶板~7层楼面)搭设高度32.55m(顶部另加防护高度1.5m)。



悬挑盘扣式外脚手架+冲孔钢板网照片

作者简介:黄锦池,男,1990.01,汉族,广东省深圳市,本科,中级职称(一级建造师、注册监理工程师),研究方向:土木工程-房屋建筑工程。

3 材料选择

采用满足JG/T 503-2016标准和JGJ/TJ231-2010现行标准规定的B型 $\Phi 48 \times 3.2$ (Q355)承插型盘扣式钢管支架设立杆、横杆及斜杆均为配套产品;立杆主要采用1m、1.5m、2m、2.5m。横杆主要采用0.6m、0.9m、1.2m,采用可调底座。

4 体系设计

采用落地式承插型盘扣式钢管脚手架,脚手架搭设时每两步铺设挂扣式钢脚手板,外侧悬挂冲孔式钢板网或安全网。以水围承翰商务大厦为例,架体顶部外侧防护栏杆高度1.5m,单个立杆由16根2.0m立杆加1根0.5米立杆或13根2.5m交错搭接而成。架体内外侧设水平拉杆,步距2000mm,立杆纵距 ≤ 1.5 米,横距 ≤ 0.9 米,局部区域需采用0.9m、0.6m纵距过渡,其间架体外侧每步500mm、1000mm高位置布置水平杆作为防护栏使用,内侧每步1000mm高设水平拉杆,水平杆规格为1.5m(个别位置用0.6、0.9、1.2调整)。连墙件设置:每层二跨设置。采用钢管双扣件,脚手架的转角和拐弯处,也应设连墙杆,以加强脚手架的横向刚度。层高大于4.5米的楼层增加钢管抱箍与框架柱连接。

5 施工技术要点

5.1 地基与基础处理:架体一般搭设在地下室顶板或回填土上,若为回填土应满足压实度及地基承载力要求。当局部区域高差较大时,可利用立杆下部的0.5m节点加上可调底座进行调节。

5.2 架体的搭设与拆除:外脚手架根据深化的节点图纸进行测量放线,可在地下弹墨线的方式。先根据立杆放线确定后的点位布置底座。施工现场常采用先立杆后水平杆再斜杆的搭设顺序,以构成架体体系单元,通过逐步扩展的搭设方式形成架体体系。底座常采用可调型,放置在定位线后应操持水平、不偏位。底座下方宜

加设垫板，垫板可利用现场废旧模板加工而成以减少浪费，垫板应坚固且平整，不用已开裂变形的材料。相邻立杆连接套管接头位置应错开，错开需大于500mm，一般间隔一节点距离，以防止同一截面接头率过高而造成受力的薄弱点。水平杆与连接盘采用配套的专用插销，可采用铁锤击打至紧固，可检查刻度线以确定是否牢固可靠。每搭设一步架体后，及时校核立杆的纵距、模距及步距是否偏差。若有偏差应在允许范围内，如垂直度偏差不得大于外架总高度的1/500，且不得大于50mm来进行控制。在多层结构条件下搭设架体应保护上下层立杆在同一轴线上，以确保架体从上至下的垂直度，且便于后续安装外侧剪力撑，搭设完成后应组织验收通过后方能投入使用。拆除外架的顺序同一般架体拆除原则，先搭后拆、后搭先拆的方式，逐层向下拆除，严禁上下层同时拆除。在实际现场情况下，若需要分段、分面拆除时，应确定好分界线，编制技术方案措施，明确相关操作要点后，在保证分段架体的稳定前提下实施。现场常采用过程加设连墙件的方式以保持架体的稳定。

5.3 架体的检查及验收：应在盘扣件进场时检查材料性质情况，是否满足规定要求，重点检查是否为“翻新架”，检查的方向主要是检查盘扣架的产品合格证及产品标识、相关技术参数及使用说明书等，还应进行复检以保证材料达标。外脚手架在正式开始使用之前均应进行验收，参加单位主要有施工单位及监理单位等人员，经验收合格后方能使用，通过后应在架体明显位置挂设验收牌，以提示其他人员该架体已验收通过为可使用状态。

5.4 架体采用分段控制：在施工现场时一般分三个阶段验收，一是架体基础施工完成后及外架开始搭设前；二是超过了8米搭设高度至一半高度时；三是搭设高度达到架体总高度时。每次浇筑混凝土前均应开展联合检查工作。

5.5 对外脚手架验收时的重点检查内容：盘扣式外脚手架三维尺寸是否按体系设计要求，立杆的底部是否有不均匀沉降，杆体底部底座与基础的接触面是否有悬空现象，连墙件设置是否按方案搭设，连墙件是否与主体结构有可靠连接，斜杆和钢管剪力撑是否按规范设置，外侧的安全防护网或防护多孔板是否齐全牢固，内侧与楼层间隙处水平安全网是否张挂及连续设置。在检查搭设实体体系后还应检查相关施工记录和质量记录是否齐全完整。

5.6 盘扣式外脚手架搭设主要流程剖析：一般安装步骤：首先旋转立杆、丝杆、底座、第一排横杆；接着放置第二排的水平杆件，安装插销，以形成初步单构件体系并铺设该层的脚手板；依次搭设上部立杆、横杆；逐

层搭设防护栏杆、斜撑、剪力撑及连接件等；在搭设外架的同时，应同步完成安全通道、通道平台；架体搭设至预定高度后，在架体外侧安全网或钢网片。根据现场实际需要，在转角处设置水平斜杆并固定在立杆上，以满足整体的刚度和稳定度的要求。

立杆接头：同前文所述，为规避接头处存在受力薄弱点，立杆接头应错开，且错开距离应大于500mm。施工现场常采用起步杆间隔使用2.0m和1.0m立杆以使立杆接头处错开间距。根据受力情况可采用配套的斜杆设置水平剪力撑，以提高内外侧立杆的连接性。接头处宜有连接锁定措施，可在接头处预留孔眼加设插销。不宜采用钢丝绳卸载，以防止接头处脱开，应整体控制架体高度或采用分段悬挑搭设体系以规避出现需加设钢丝绳卸载情况。

连墙件：作为抵抗架体倾覆的连接构件，架体搭设较低时可采用“两步三跨”方式，若采用金属冲孔板或架体较高时，应采用“两步两跨”方式，根据受力情况亦可采用局部加密处理。连接方式有多种，如利用穿墙对拉螺杆外包钢管与外脚手架立杆用直角扣件连接，如节点位置遇到门窗洞口时采用预埋钢管连接或抱箍连接。连墙件布置应从最底下一步纵向水平杆开始布置。采用预埋方式可采用长40cm钢管，埋入20cm，外露20cm；采用双扣件锁固的扭矩应在40N.m以上。连墙件安装前应规划好，以免造成下一道工序的影响。

立面封闭与层间间隔：外脚手架立面采用安全网或钢板网进行封闭，用扣件将固定件锁在纵向水平杆上。脚手架与建筑物之间每层设置水平防护措施，应使用柔性水平防护（水平安全兜网）与硬质封闭防护（模板木方）隔层交错布置。

5.7 脚手板、护栏和挡脚板：在操作层中应在外排立杆处设置护栏，因盘扣式模数已固定，采用每道间距500mm的方式。在架体的最顶操作层加设两道护栏方式。安全网或钢板网封闭于外侧。脚手板以垂直于水平横杆方向铺设，采用配套的卡锁固定安装。外架的操作层和上下通道可用挂钩钢爬梯、钢踏板搭设。

5.8 外脚手架的防雷措施：外脚手架外侧与架空线路间的距离应安全要求，当临时电力线路须经过外架时，可采用加设套管的措施。其他防外侧线路过近的防护措施有增设遮栏、保护网或屏障等。在严防带电体与架体接触的同时，还应采用主动绝缘防护措施，架体也应采用可靠的安全接地处理。

5.9 安全监测：应以每月不少于一次的监测频率，特别是在暴雨或台风等特殊天气过后应在检测合格后才

能继续使用。监测主要是以垂直度控制,工具可采用全站仪、经纬仪或配合线锤方式,如超出安全允许范围应采取加固处理。监测点布设位置应选取在受力最大的立杆、受力薄弱的位置或承载力最低点的立杆底部,每10m的跨度距离布置监测点。定期检查连墙件、卸料平台等关键位置的加固情况。

5.10 盘扣式外脚手架的维护及保养:在搭设完成及验收通过后,日常使用中也应保持良好的维护及保养,保持架体使用工况良好才能确保安全使用。分为日常保养、定期保养及特殊情况下的保养三类,日常保养维修为每日进行一次,定期保养维护为每月进行一次,特殊情况的保养维修是在强风、暴雨等天气过后进行。脚手架保养维修的重点是架体基础稳定情况、架体结构安全性及额外附加荷载情况三方面,其中架体结构安全性检查有:架体整体和局部的垂直度偏差情况、特别是断口处及转角处等受力薄弱点的垂直度;各类扣件的紧固件外观情况、特别关注扣件上的螺栓逆时针方向松几牙螺纹,可采用力矩扳手检查扣件紧固性;脚手板有无松脱、变形弯曲情况。

6 计算

6.1 钢管计算参数折减设计:由于目前市场上使用的钢管实际情况部分钢管维护保养不足、尺寸存在偏差,计算过程中将 $\phi 48.3 \times 3.6$ 等型号钢管的有效作用壁厚减少,按 $\phi 48 \times 3$ 钢管计算,这样得到的计算结果更加安全。

6.2 参数选取(以水围承翰商务大厦为例):结构重要性系数1.1,可变荷载调整系数 γ_L : 0.9,脚手架安全等级:I级,立杆纵向间距 l_a : 1.5m,立杆步距 h : 2.0m,顶部防护栏杆高 h_1 : 1.5m,纵横向扫地杆距立杆底距离 h_2 : 250mm。立杆搭设高度 H_s : 32.5m。连墙件布置方式:两步两跨。立杆抗压强度设计值 $[f]$: 4730N/mm²。立杆每米自重 m_1 : 0.035kN。立杆截面回转半径 i : 15.9mm。立杆截面面积 A : 450mm²。立杆计算长度系数 μ : 1.45。

6.3 安全性验算:盘扣式外脚手架安全验算主要是横杆验算(承载能力极限状态、横杆自重设计值、正常使用极限状态、横杆自重标准值)、抗弯验算和挠度验算、荷载验算和立杆稳定性验算等,而立杆稳定性验算主要是长细比、稳定性验算等,如下所示:

(1) 立杆长细比验算: $l_0 = \mu \times h = 1.45 \times 2.0 = 2.9\text{m}$

(2) 长细比 $\lambda = l_0/i = 2.9 \times 1000 / 15.9 = 182.39 \leq 210$,查表得, $\varphi = 0.158$,满足要求。

(3) 立杆稳定性验算: $M_{wd} = \gamma_L \varphi_w \gamma_Q M_{wk} = \gamma_L \varphi_w \gamma_Q (0.05 \zeta_1 w_k l_a H_1^2) = 0.9 \times 0.6 \times 1.5 \times (0.05 \times 0.6 \times 0.241 \times 1.5 \times 4^2) = 0.141\text{kN} \cdot \text{m}$

$\sigma = \gamma_0 [N/(\varphi A) + M_{wd}/W] = 1.1 \times [15729.83 / (0.158 \times 450.00) + 0.141 \times 10^6 / 4730] = 276.045\text{N/mm}^2 \leq [f] = 300\text{N/mm}^2$,满足要求。

7 盘扣式外脚手架的优缺点分析

7.1 优点:盘扣式架体采用统一的盘距模数,其立杆、斜杆、三角架相配实现高效的模块式架体,操作方便、效率高;采用自锁连接盘销接方式,其水平杆、斜杆和立杆使每个单元形成固定的三角形结构,为最理想的完整受力体系结构,安全性、可靠度高;表面统一采用热镀锌处理,漆面已渗入到杆件形成不掉漆、不生锈的防护面,大气美观的同时也大大延长了使用寿命;

7.2 缺点:与扣件式脚手架相比,产品型号和尺寸不够灵活;杆件采用合金材料表面镀锌处理方式也使制作成本较高;针对不规整建筑物常需定制异形构件以满足施工需要,此部分构件周转性差,甚至为一次性使用;产品成本较高,只有提高周转性以降低综合成本,才能赢得更多的市场份额。

结论

综上,房建项目施工过程中无论传统的现浇结构,还是近年大力推广的装配式结构施工都少不了脚手架的应用,只有将脚手架搭建的稳定牢固,在确保安全的前提下,才能保障整个工程的顺利完成。而承插型盘扣式落地外脚手架搭建方便,结实耐用,稳定性好,既能保证施工质量、提高安全系数、又能大大提高工效,具有较好的经济效益和社会效益,所以在工程施工时使用承插型盘扣式落地外脚手架必定是当前的趋势。

参考文献:

- [1]浅析盘扣式外架在工程悬挑架中的应用[J].张兆岩 王博.基层建设.2017年(35)
- [2]承插型盘扣式落地外脚手架施工探讨[J].邵建锋.工程建设标准化.2021年(20)