

交错叠合预应力型钢支撑在基坑中的应用

李健平¹, 竹相², 方华建¹, 陆少琦¹, 黄星迪¹, 邓以亮²

(1. 浙江浙峰工程咨询有限公司, 浙江 杭州 310019; 2. 东通岩土科技股份有限公司, 浙江 杭州 310019)

摘要: 本文依托实际工程案例, 针对基坑边线角度过大的特点, 设计了交错叠合预应力型钢支撑这一新型的支撑体系。采用了新的施工组织设计, 解决了支撑安装、拆除施工的难点。通过理正软件计算了整体支护结构的内力变化、变形及整体稳定性, 结果均满足了规范的控制要求, 证明交错叠合预应力型钢支撑这一新型支撑体系安全可靠, 满足大角度边线基坑的稳定要求, 为以后类似的基坑设计提供了参考依据。

关键词: 预应力型钢支撑; 交错叠合; 基坑

中图分类号: TU43

文献标识码: A

文章编号: 2096 - 7195(2019)03 - 0039 - 04

作者简介: 李健平 (1989 -), 男, 浙江富阳人, 学士, 工程师, 主要从事基坑工程设计、监测、施工等工作。

E-mail: 853094040@qq.com.

Application of criss cross-overlapped pre-stressed assemble steel struts system in excavation

LI Jian-ping¹, ZHU Xiang², FANG Hua-jian¹, LU Shao-qi¹, HUANG Xing-di¹, DENG Yi-liang²

(1. Zhejiang Zhefeng Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou 310019, China;

2. Dongtong Geotechnical Technology Limited Co., Ltd., Hangzhou 310019, China)

Abstract: A criss cross-overlapped pre-stressed assemble steel struts (PASS) system was designed in this paper targeting the excavations with an excessively large angle. A new construction organization was adopted to solve the difficulties during the installation and demolition. The internal forces, the deformations and the overall stability were calculated by Lizeheng software in order to meet the code requirements. It was proved that the criss cross-overlapped PASS system is safe and reliable and meets the stability requirement of the foundation pit with large-angle sideline, hence, providing the basis for the design of similar excavations.

Keywords: pre-stressed assemble steel struts; crisscross-overlapped; excavation

0 引言

近年来, 随着我国经济不断发展, 城市建设不断加速, 土地资源变得更加紧张, 建筑物的建设也有着向高度、深度二个方向发展的趋势^[1]。其中, 建筑物向深度方向的发展, 例如地下停车场、地下商场、地铁车站以及大型交通枢纽工程的建设, 都离不开基坑工程的建设^[2-4]。基于绿色、节能、环保、可持续发展的理论, 传统的钢筋混凝土支撑、钢管支撑已逐渐不能满足基坑工程对环境保护、绿色施工方面的要求^[5]。

本文在前人的研究基础上^[6-8], 对预应力型钢支撑进行了安装形式上的改进, 使之可以适用于基坑边界为钝角的情况。通过周边土体位移的现场监测和运用理正软件进行数值模拟, 来检验运用此类新式支撑形式的实际效果。

1 交错叠合型钢支撑

1.1 预应力型钢支撑体系

预应力型钢支撑体系是采用一种 Q345 的型钢钢材, 在工厂内形成预制的单独构件, 通过高强螺栓在现场拼装完成, 同时可以施加足够大小的预应力, 使立柱、横梁、支撑等构件形成一个完整的整体, 在整体刚度上与混凝土支撑相近。

该支撑体系较传统支撑相比, 存在着许多优势: 安装时没有焊接; 拆除时没有扬尘和噪音污染; 型钢安装时没有养护期, 可以减少施工周期; 施工完成后型钢可以回收再利用, 真正实现了绿色、环保、节能、无污染、可持续使用的理念^[9-10]。

为了保证支撑平面外的稳定, 在支撑间每隔不大于 10 m 处需架设一道横梁, 横梁两端用型钢立

柱作为竖向支撑,之间用托座件进行相连,从而形成一个完整的支撑体系,如图1所示。对于双拼支撑而言,只需在下一道支撑处安装横梁,上下支撑间用H300的垫梁安装即可,如图2所示。



图1 预应力型钢支撑体系

Figure 1 Prestressed assembly steel structs system

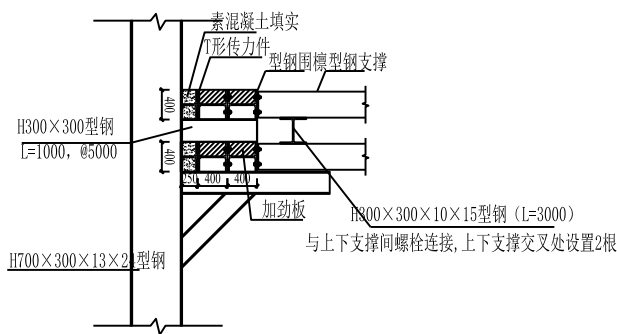


图2 双拼支撑剖面安装图

Figure 2 Installation diagram of double support

然而普通的预应力型钢支撑适用的基坑形状大多是比较规则的,对于钝角类的基坑,由于型钢支撑在同一平面内交错后对整体稳定不利,因此在本项目中研发出了一种交错式的预应力型钢支撑,来弥补钝角类的基坑不利于型钢支撑的缺点^[10]。

1.2 交错叠合型钢安装难点

(1) 标高定位。交错叠合型钢支撑在剖面上类似于双拼支撑,但在横梁的架设上为了满足不大于10m,需要对上一层的型钢支撑也架设横梁,因此产生了型钢托座件标高不同的情况,在施工过程中要特别引起注意,以免做返工处理。

(2) 支撑安装。在安装支撑时,为了安装和挖机挖土方便,挖土时要预先挖到下一层支撑预定的挖土面,然后再依次安装立柱托座件、横梁、下一道支撑、垫梁、上一道支撑等,安装完一个角后

最后交错的向基坑平面内其他地方延伸,做到上下有序且同时安装。在安装上一层支撑时,由于不在同一个施工作业面,安装人员安装型钢时需要配合吊机一起作业,同时不影响已安装好的下一层型钢支撑。

(3) 支撑拆除。当基坑底板浇注完成,传力带养护完成后,在地下室外墙绑扎钢筋或者整个结构要起来的时候,就具备了可以拆除支撑的条件。在拆除时应该从下到上,依次拆除,然而由于在交错支撑上下处有托座件相连,必须先拆除上一层支撑。因此在拆除时必须做到上下有序,进行交替拆除,才能做到节省工期时间。

2 项目工程应用

2.1 工程概况

本项目场地位于湖州市长兴县人民医院内,周边即为医院现有的住院部,对施工粉尘、噪音等环境污染的要求较高,因此在基坑支护上需要采用绿色环保的预应力型钢支撑。

本工程计算开挖深度为:6.15~8.15m,承台底开挖深度为6.7~9.7m,底板高差二次开挖深度为0.5~2.5m,地上19层,地下一层。基坑土质情况从上到下依次如表1所示。

表1 各土层物理力学性质参数

Table 1 Physical and mechanical parameters of each soil layer

指标土层	物理力学			
	厚度 h/m	重度 $\gamma/(kN/m^3)$	粘聚力 c/kPa	内摩擦 角 $\varphi/^\circ$
杂填土	1.9~2.3	18.1	10	8.7
粘土	2.1~2.4	18.9	31.9	15.0
粘质粉土	5.1~11.7	18.6	11.4	11.6
粉质粘土	8.1~13.1	19.5	32	16.8

由于该基坑北部的4个角为钝角,角度有 135° 左右,如果在此处布置型钢支撑,如图3所示,在基坑斜向一侧长度有30m无法布置,形成悬臂梁结构。如果没有支撑构件,土方挖除后围护结构桩受土体的弯矩将成倍增加,严重时会造成此处的基坑坍塌。为了解决这一设计难点,又参考了双层支撑的支护形式,最终决定采用二层相互交错叠合的预应力型钢支撑,在图3的基础上再增加一道支撑如图4所示。

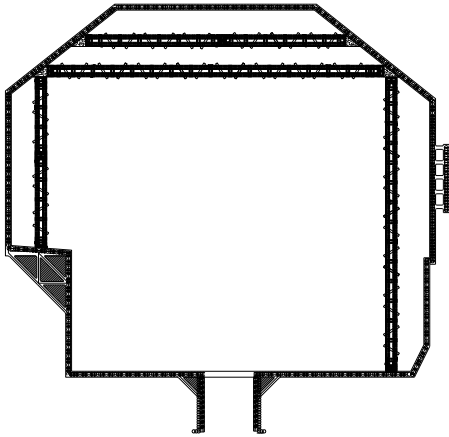


图3 第一层预应力型钢支撑布置图

Figure 3 The first layer of prestressed assemble steel struts layout plan

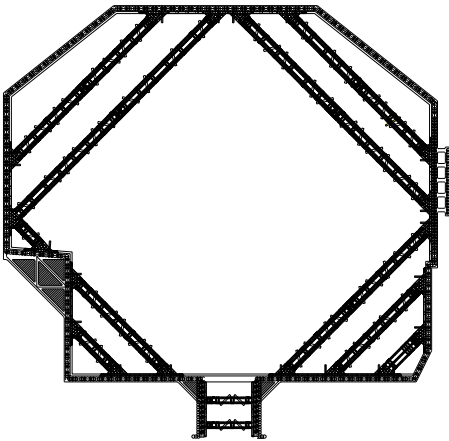


图4 第二层预应力型钢支撑布置图

Figure 4 The second layer of prestressed assemble steel struts layout plan

2.2 工程施工效果

该项目在2017年7月10日经过设计交底会议后,在13日三轴桩机进场开始施工围护桩,其施工顺序为:(1)施工围护桩和支撑立柱桩;(2)设好地表排水明沟及集水井、降水井;(3)施工压顶梁;(4)分层开挖土体至支撑底标高;(5)安装预应力型钢支撑,对支撑施加预应力;(6)分层分块挖土至坑底标高;(7)人工边修土边设板垫层,并设好坑底集中排水;(8)楼板换撑;(9)拆除支撑;(10)分层回填夯实,回收型钢并向上作业^[11]。支撑现场拼装如图5所示。



图5 交错叠合预应力型钢支撑现场安装图

Figure 5 Site installation diagram of the crisscross-overlapped prestressed assemble steel struts

在安装横梁托座件时,每个托座件在图纸上都要做定位标高,以免在现场安装时安装错误,在交错面两托座件不同标高的表示如图6所示。

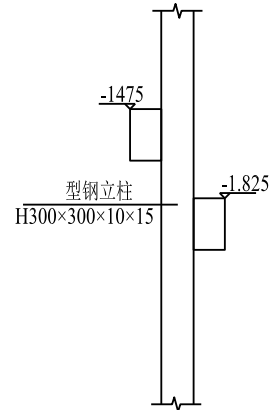


图6 型钢托座件安装标高

Figure 6 Installation elevation of brackets of the assemble steel struts

该工程在2017年10月底完成钢支撑的全部安装,然后继续进行挖土作业,经过一个多月的时间,土体挖到设计基坑底,现场情况如图7所示。



图7 交错叠合型钢支撑现场图

Figure 7 Site view of the crisscross-overlapped PASS

期间进行土体位移和支撑轴力监测,监测数据显示基坑周边土体位移较小,周边道路无裂缝形成,支撑轴力数值在设计范围内,验证了交错叠合预应力型钢支撑这一新形式用在边线角度过大的基坑项目中的可行性。

2.3 结果分析

通过各个阶段钢支撑轴力数据的采集,第一层型钢支撑最大轴力基本维持在2300 kN左右,第二

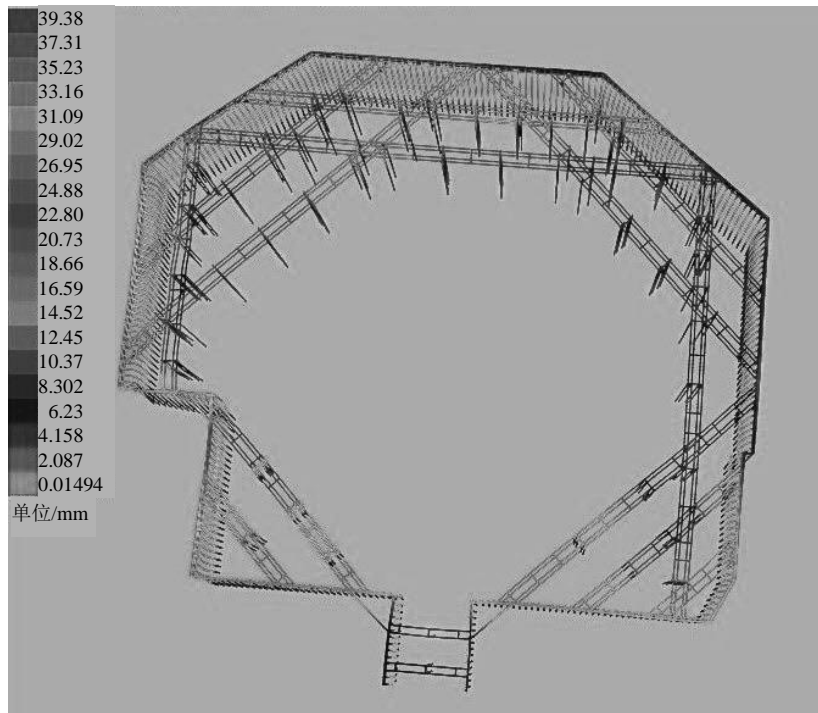


图8 交错叠合预应力型钢支撑整体位移图

Figure 8 Overall displacement of the crisscross-overlapped PASS

层支撑最大轴力维持在 3400 kN 左右, 均在支撑轴力报警值范围内。对于土体位移的测定, 现场测得在基坑阳角处位移最大, 为 3.45 cm, 通过理正软件计算, 得到第一层支撑土体最大位移为 3.61 cm, 第二层支撑土体最大位移为 3.79 cm, 所得的理论计算结果与实测数据接近。

在基坑整体稳定计算上, 通过理正软件计算, 求得最大位移在 4 cm 以内, 小于最大位移 4.5 cm 的限值, 符合整体稳定的要求, 结果如图 8 所示。

3 结 论

本文依托工程实例, 介绍了一种新型的钢支撑形式-交错叠合预应力型钢支撑, 应用于边线大角度基坑的情况。交错叠合预应力型钢支撑在安装时面临的许多安装难点, 如托座件的定位标高, 支撑安装拆除顺序等, 在实际施工过程中都得到了有效的解决, 施工效果良好, 得到了医院方面、施工单位等的肯定。

通过现场施工和相关监测数据的采集, 同时采用理正深基坑软件对基坑进行数值模拟, 对实测数据和计算结果进行对比分析, 发现两者数据相差不大, 说明数值模拟计算结果合理, 同时也证实了此类交错叠合预应力型钢支撑形式应用于有钝角基坑时的可靠性。

参考文献:

- [1] 王寿生, 张银屏, 王明卓. 新型绿色基坑支撑技术研究及设计实例[J]. 中国市政工程, 2016(3): 82-84+88+127.
- [2] 范炳杰. 地铁车站深基坑支撑体系参数优化分析[D]. 上海: 同济大学, 2008.
- [3] 何涌. 浅谈建筑基坑支撑结构施工[J]. 现代装饰(理论), 2011(8): 148-149.
- [4] 刘发前. 装配式型钢内支撑稳定性设计[J]. 城市道桥与防洪, 2016(5): 81-83.
- [5] 刘树亚, 潘晓明, 欧阳蓉, 余志江. 用钢筋混凝土支撑代替钢支撑的深基坑支护特性研究[J]. 岩土工程学报, 2012, 34(S1): 309-314.
- [6] 李雪波, 李瑛, 张金红, 陈东. 钢支撑轴向预加压力对支护结构力学性状影响分析[J]. 地基处理, 2019, 1(2): 65-69.
- [7] 李瑛, 陈东, 刘兴旺等. 预应力型钢组合支撑应用于软土基坑支护[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(S1): 51-55.
- [8] 胡德军, 王帅. “绿色基坑”技术的应用[J]. 建筑, 2016(3): 71-73.
- [9] 林冰. 钢拱平面内稳定性设计理论的研究现状[A]// 中国钢结构协会. 中国钢结构协会第五次全国会员代表大会暨学术年会论文集[C]. 中国钢结构协会, 2007.
- [10] 李汇, 王学国, 何国武. 大型复杂体系钢构件吊装的平面外稳定性分析[J]. 河南建材, 2011(4): 59-60.
- [11] 闻建军. 支撑体系稳定性评价方法初探[J]. 低温建筑技术, 2013(6): 110-112.