

文章编号: 1004-4353(2014)03-0261-04

长螺旋钻孔压灌超流态砼支护桩的设计与应用

王少东¹, 方光秀^{1*}, 金正超¹, 赵石范²

(1. 延边大学工学院 土木工程系, 吉林 延吉 133002; 2. 延吉市大星基础工程公司, 吉林 延吉 133000)

摘要: 结合吉林省延吉市大宗大宇饭店扩建深基坑工程支护结构为例, 对支护结构选型、设计计算、理正深基坑软件分析、施工工艺、现场监测等进行研究. 工程实际监测结果满足现行《建筑基坑工程技术规程》要求, 可供类似工程借鉴.

关键词: 排桩支护; 长螺旋钻孔灌注桩; 后插钢筋笼

中图分类号: TU761.4

文献标识码: A

Design and application of long spiral drilling pressure fill superfluid concrete supporting pile

WANG Shaodong¹, FANG Guangxiu^{1*}, JIN Zhengchao¹, ZHAO Shifan²

(1. *Department of Civil Engineering, College of Engineering, Yanbian University, Yanji 133002, China;*

2. The Yanbian Daxing City Basic Engineering Company, Yanji 133000, China)

Abstract: With the expansion of the deep foundation pit supporting structure of Bulk Daewoo Hotel in Jilin Yanji as an example, the selection of the supporting structure, design calculation, F-SPW software analysis, the construction process and field monitoring were researched. The project results of the actual monitoring well meet the requirements of *Technical Code for Building Foundation Pit* and the results can provide reference for the similar projects.

Key words: piling supporting; long spiral drilling filling pile; post inserted reinforcing steel

随着我国经济建设的发展,对地下空间的要求越来越大.深基坑支护结构虽然属于施工期间的临时支挡结构,但其选型、计算和施工是否正确、合理,对工程的安全、工期和经济效益有着显著影响^[1].排桩是采用密排或一定间距排列的桩组成的挡土结构,它包括钢板桩、钢筋混凝土板桩、H型桩加挡板、钻孔灌注桩和挖孔灌注桩 5 种.由于排桩式支护结构形式简单,造价较低,因此被广泛应用于大中型深基坑^[2].

目前,对排桩支护研究主要集中于 H 型钢、常规钻孔灌注桩和挖孔灌注桩等桩型,而关于长

螺旋钻孔压灌超流态砼支护桩的研究未见报道.本文以吉林省延吉市大宗大宇饭店扩建深基坑工程为例,探讨支护结构的设计计算、施工工艺及现场监测情况.

1 工程概况及方案选择

延吉市大宗大宇饭店深基坑工程开挖深度(从自然地面到基底)为 7 m,东侧 5 m 处为延吉市某小区 7 层住宅,高差为 6.2 m,采用毛石围挡;由于不具备放坡的条件,施工时稍有不慎,不仅将危及基坑本身安全,而且会殃及临近的建筑

物,因此如何确保基坑开挖过程及施工期安全是整个工程的关键.

文献[1]认为,基坑支护选型的原则主要应考虑以下 3 个方面:不同支护型式的特点,地质条件和周边环境,工程造价.由于该工程地下水丰富,支护桩须穿透圆砾层进入基岩层,因此支护桩的选择较为困难.经过专家论证,最终决定采用长螺旋钻孔压灌超流态砼桩,施工方案如图 1 所示.

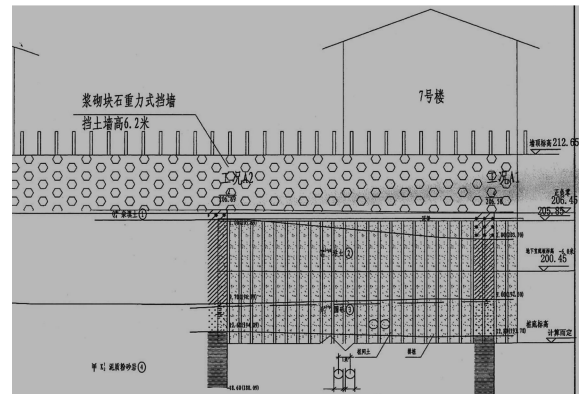


图 1 长螺旋钻孔压灌超流态砼支护桩施工方案

2 排桩计算

2.1 基本信息

排桩设计的基本信息和相关参数如表 1 所示,土台信息、土层信息、荷载信息和土层参数如表 2—表 5 所示.

表 1 排桩设计的基本信息和相关参数

内力计算方法	增量法
规范与规程	建筑基坑工程技术规程
基坑等级	1 级
基坑侧壁重要性系数 γ	1.10
基坑深度/m	12.200
嵌固深度/m	8.000
桩顶标高/m	-6.000
桩直径/m	0.800
桩间距/m	1.000
混凝土强度等级	C30
有无冠梁	有
冠梁宽度/m	0.800
冠梁高度/m	0.400
水平侧向刚度/(mN/m)	4.243
放坡级数	1
超载个数	3
支护结构上水平支撑力	0

表 2 土台信息

坡号	台宽/m	坡高/m	坡度系数
1	2.000	6.000	0.100

表 3 土层信息

土层数	4
内侧降水最终深度/m	15.300
弹性法计算方法	m 法
坑内加固土	否
外侧水位深度/m	15.300

表 4 荷载信息

超载信息	类型	超载值/kPa	作用深度/m	作用宽度/m	距坑边距/m
1	均布荷载	180.000	1.500	1.400	6.500
2	均布荷载	160.000	7.000	2.000	2.500
3	均布荷载	2.000	0.000	3.000	3.000

表 5 土层参数

层号	土类名称	层厚/m	重度/(kN/m ³)	浮重度/(kN/m ³)	粘聚力/kPa	内摩擦角/(°)
1	素填土	7.00	18.0		10.00	13.00
2	黏性土	8.00	18.0		50.00	13.00
3	圆砾	3.80	19.0	9.0	0.00	35.00
4	强风化岩	10.00	20.0	10.0		
层号	土类名称	与锚固体摩擦阻力/kPa	粘聚力(水下)/kPa	内摩擦角(水下)/(°)	水土	m 值/(mN/m ⁴)
1	素填土	18.0				4.68
2	黏性土	40.0				18.48
3	圆砾	200.0	0.00	35.00	分算	21.00
4	强风化岩	180.0	45.00	50.00	合算	49.50

2.2 土压力模型及其调整系数

土压力模型中素填土层、黏性土层、圆砾层采用水土分算法,强风化岩层采用水土合算法.各土层水压力、主动土压力以及被动土压力的调整系数均为 1.0,各层被动土压力最大值为 10 000 kPa.

2.3 承载力计算

计算模型选取如图 2、图 3 所示,内力取值如表 6 所示,支护桩配筋如表 7 所示.

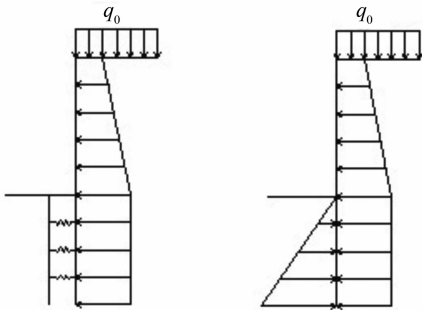


图 2 弹性法模型 图 3 经典法模型

表 6 计算模型对比及内力取值

内力及位移	弹性法计算值	经典法计算值	内力设计值	内力实用值
基坑内侧最大弯矩/(kN·m)	365.31	0.00	426.95	426.95
基坑外侧最大弯矩/(kN·m)	450.84	962.37	562.92	562.92
最大剪力/kN	235.63	264.09	323.99	323.99
三角形法最大沉降量/mm	28			
指数法最大沉降量/mm	43			
抛物线法最大沉降量/mm	19			

表 7 支护桩配筋

选筋类型	级别	钢筋计算面积/mm ²	实配钢筋	实配面积/mm ²
纵筋	HRB335	5 670	19D20	5 969
箍筋	HRB335	1 450	D12@150	1 508
加强筋	HRB335		D14@2000	154

2.4 验算

2.4.1 整体稳定性验算 整体稳定性验算采用瑞典条分法,应力状态采用总应力法.条分法中的土条宽度为 1.00 m.整体稳定性验算简图如图 4 所示.通过理正深基坑软件计算得出,滑裂面整体稳定安全系数 $K_s=3.329$,圆弧半径 $R=13.648$ m,圆心坐标 $X=-2.008$ m, $Y=5.356$ m.

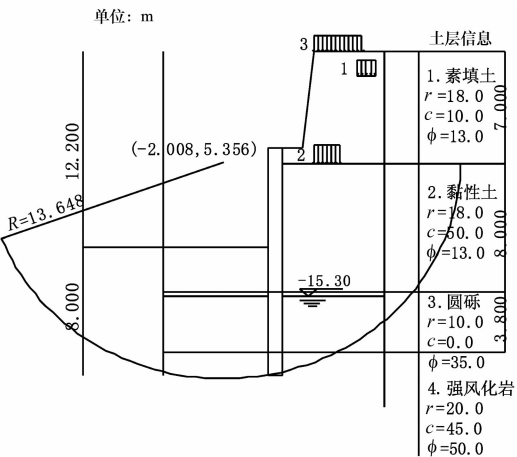


图 4 整体稳定验算简图

2.4.2 抗倾覆稳定性验算 根据《建筑基坑工程技术规程》^[3],抗倾覆安全系数为

$$K_s = \frac{M_p}{M_a}, \tag{1}$$

其中: M_p 为被动土压力及支点对桩底的弯矩,内撑支点力由内支撑抗压力决定; M_a 为主动土压力对桩底的弯矩.经计算, K_s 值满足规范要求 ($K_s = \frac{7\,484.807 + 0.000}{5\,400.205} = 1.386 \geq 1.200$).

2.4.3 嵌固深度计算 根据《建筑基坑工程技术规程》^[3],嵌固深度计算公式为

$$h_p \sum E_{pi} - \beta \gamma_0 h_a \sum E_{ai} \geq 0, \tag{2}$$

其中: β 为嵌固稳定安全系数, γ_0 为基坑侧壁重要性系数, h_a 和 h_p 分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力合力作用点至挡土构件底端距离, E_{ai} 和 E_{pi} 分别为基坑外侧主动土压力、基坑内侧被动土压力标准值.经计算得出: $\beta=1.200$, $\gamma_0=1.100$, $h_p=2.263$ m, $\sum E_{pi}=3\,095.581$

kPa, $h_a=6.084\text{ m}$, $\sum E_{ai}=866.497\text{ kPa}$, 从而得嵌固深度 $h_d=7.85\text{ m}$, 实际 h_d 采用值为 8.000 m .

3 支护桩施工流程和方法

长螺旋钻孔灌注桩是采用专用长螺旋钻机钻至预定深度,通过钻头下瓣口向孔内连续灌注流动性较好的混凝土,灌至桩顶为止,然后插入钢筋笼形成桩体^[4-5].

3.1 施工流程

施工流程为:平整场地→放线→放桩位→钻机就位→校正钻机垂直度→成孔→灌混凝土→下钢筋笼→基坑开挖^[6].

3.2 施工方法

1) 由于桩距为 $1\ 000\text{ mm}$ 、桩径为 800 mm ,采用间隔施工方法以防止相邻桩相互影响.

2) 混凝土采用和易性、泌水性较好的预拌混凝土,初凝时间不少于 6 h ,灌注前坍落度控制在 $220\sim 250\text{ mm}$ ^[7-8]. 水下浇筑混凝土时,要防止水进入导管,以及防止堵管和砼流动不畅.

3) 按 $2\ 000\text{ mm}$ 间距设置直径准确的临时控制圆形箍筋,然后绑扎螺旋箍筋.

4) 在插入钢筋笼时,采用一次性吊放工艺^[9],并注意钢筋笼的定位及垂直度,钢筋保护层厚度控制在 7 cm 以上.

施工过程中有 6 根桩遇障碍,且用挖掘机无法除障,经研究采用了遇障成桩方法.

4 施工监测与验证

本工程监测仪器采用 CX-30 型测斜仪,水平位移监测结果见表 8. 由表 8 可知,变形速度未达到 2 mm/d ,桩顶最终水平位移也未超过 $0.7\%H$,支护结构无明显的沉降,这表明施工结果满足《建筑基坑工程技术规程》的要求.

表 8 水平位移监测结果

孔号	CX1	CX2	CX3
累计位移/mm	4.35	4.55	5.03

5 结论

本文以延吉市大宗大宇饭店深基坑工程支护结构为例,对支护结构的设计计算、理正深基坑软件分析、施工工艺、现场监测等进行了研究,得出以下结论:

1) 从计算结果可知,采用弹性法计算较为经济,且还可以计算桩身的最大位移量、地面最大沉降量等指标,因此建议采用弹性法.

2) 本文工程基坑设计等级为一级,按水土合算的原则,内力计算分别采用了弹性法土压力模型(矩形分布)和经典法土压力模型(规程算法);应力状态的计算采用了总应力法;整体稳定和抗隆起验算分别采用了瑞典条分法和规程的普朗德尔(Prandtl)公式.

3) 工程监测结果满足现行《建筑基坑工程技术规程》要求,可供类似工程借鉴.

参考文献:

[1] 高月虹. 杭州地区深基坑围护合理型式的选用[D]. 杭州:浙江大学,2005:1-2.

[2] 缪欢益. 温州龙湾区某工程排桩支护技术在基坑工程中的应用研究[D]. 上海:同济大学,2009:27-59.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. JGJ120—2012 建筑基坑工程技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2012:38-39.

[4] 沈天华. 某工程长螺旋钻孔灌注桩的施工研究[J]. 山西建筑,2011(12):82-83.

[5] 杨斌. 排桩支护结构设计的几个重要问题探讨[J]. 市政技术,2008(5):185-186.

[6] 胡建军. 长螺旋水下灌注成桩技术在实践中的应用[J]. 包钢科技,2007(6):55-56.

[7] 北京市建设委员会,北京市质量技术监督局. DB11/T582—2008 长螺旋钻孔压灌混凝土后插钢筋笼混凝土灌注桩技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008:4-7.

[8] 黑龙江省质量技术监督局,黑龙江省建设厅. DB23/T360—2007 钻孔压灌超流态混凝土桩基础技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2007:25-27.

[9] 乔成锐. 长螺旋钻孔后插钢筋笼压灌桩施工技术研究[J]. 漯河职业技术学院学报,2012(9):39-40.