

水泥土墙内插门架工字钢在某基坑工程中的应用

占建松 郑斌 笪海生

(芜湖市勘察测绘设计研究院有限责任公司,安徽芜湖 241000)

【摘要】 通过某工程实例,介绍了水泥土墙内插门架工字钢支护的优势特点、设计方法和施工工艺;根据基坑开挖后监测数据的对比分析,证明运用该方法对深厚软土区基坑进行支护可以有效控制位移,并对邻近建筑物进行有效保护;为类似的基坑工程提供了可供参考的支护方法。

【关键词】 软土基坑;水泥土墙;门架工字钢;被动土加固

【中图分类号】 TU 470

【文献标识码】 A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2016.05.004

The Application of the Cement-soil Wall Inserted Door Frame I-steel in an Excavations Engineering

Zhan Jiansong Zheng Bin Da Haisheng

(Wuhu Survey and Mapping Design Research Institute Co., Ltd, Wuhu 241000, Anhui, China)

【Abstract】 Through an engineering example, this paper gives an introduction to the retaining and protection of cement-soil wall inserted door frame I-steel's advantage characteristic, design method and construction technology; according to the analysis of monitoring data comparison after the excavation of foundation pit, that by using the method of deep soft soil foundation pit support can effectively control the displacement, and the effective protection of the nearby buildings; provides reference support method for the similar foundation pit engineering.

【Key words】 soft soil excavations; cement-soil wall; door frame I-steel; soil reinforcement

0 引言

在沿江深厚软土区,基坑支护位移控制一直是难题,尤其当基坑周边有已建建筑物需要保护时,这个问题就显得更为突出;现在软土区较为常用的支护方法主要有:水泥土挡墙^[1-2]、SMW工法+内支撑、钻孔桩+内支撑、地下连续墙+内支撑等支护形式,这些支护方法在运用时都有明显的缺点:水泥土墙支护位移控制难以解决,SMW工法+内支撑、钻孔桩+内支撑、地下连续墙+内支撑等支护型式造价较高,且内支撑对坑内地下室施工有不利影响。

水泥土墙内插门架工字钢^[3-4]支护型式,通过在水泥土墙搅拌桩^[5]内植入门架工字钢的方法,增加支护结构的整体刚度,然后配合坑底被动土加固^[6-7],能有效控制基坑位移;其应用于软土区周边有建筑物需要保护的基坑支护中,经济适用,效果明显。

1 工程概况

工程位于芜湖市江北沈巷镇,已建安康路西侧,在建玉带河路北侧;基坑深度4.8 m,基坑支护周长约为805 m。基坑东侧6.1 m为已建2~4层住宅,独立基础,砖混结构,基础埋深0.5 m;该段为本基坑的支护重点,为确保已建住宅安全,其设计安全等级定为一級。

根据勘察报告,拟建基坑开挖范围土层分布详见表1,其中④层粉土夹砂层透水性较强,地下水稳定水位为地面以下0.5 m。

表1 各土层参数表

层序	土层名称	厚度/m	$\gamma / (\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	c / kPa	$\varphi / (^{\circ})$
①	杂填土	0.4	18.6	0	10
②	粉质黏土	1.7	17.8	13.3	13.9
③	淤泥质土	4.0	17.2	5.2	3.6
④	粉土夹砂	8.0	17.9	12.2	13.4

作者简介:占建松,男,1984年生,汉族,湖北武汉人,大学本科,注册土木工程师(岩土),主要从事岩土工程设计工作。

E-mail:258277987@qq.com

2 支护方案

选取基坑东侧支护为例,该侧基坑临近已建2~4层住宅,地层以软土为主,透水性强;为确保已建住宅安全,支护设计时重点控制位移和止水;根据该设计思路,支护选用水泥土墙内插门架工字钢支护型式。具体设计如下:

1) 水泥土墙: 墙宽 4.20 m, 采用 8 排 $\phi 700@500$ 双轴搅拌桩, 格栅布置, 桩长 13.0 m; 搅拌桩采用

42.5 级普通硅酸盐水泥, 水泥掺量 15%。

2) 被动土加固: 加固宽度 5.20 m, 加固深度 4.0 m, 采用 10 排 $\phi 700@500$ 双轴搅拌桩, 格栅布置; 搅拌桩采用 42.5 级普通硅酸盐水泥, 水泥掺量 15%。

3) 门架工字钢: I 14 工字钢, 间距 1.50 m, 长度 9.0 m; 水泥土墙前后分别插入, 顶部采用 I 14 工字钢纵横向焊接, 形成门架。

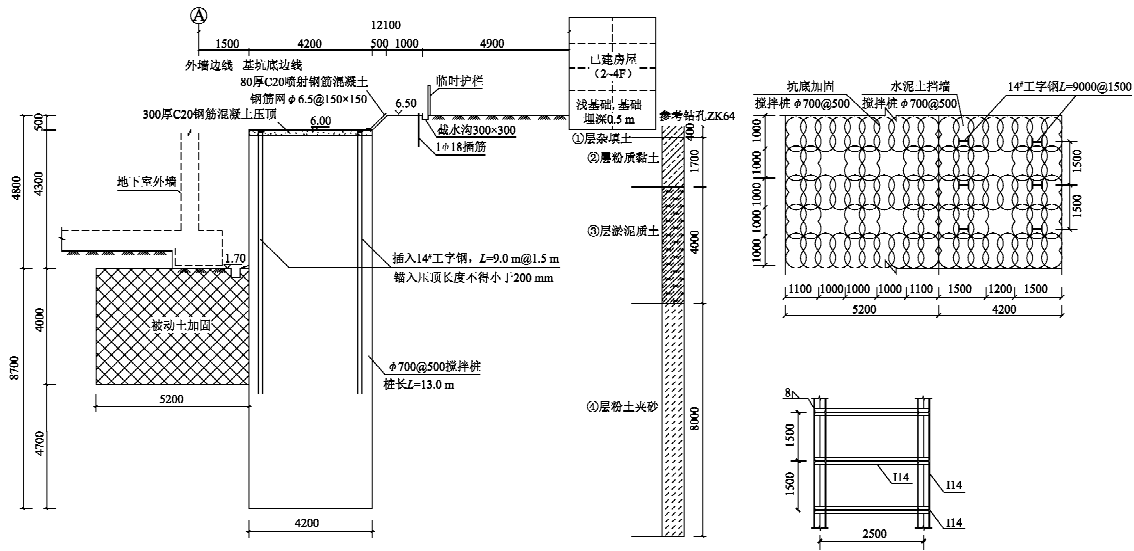


图 1 基坑支护剖面图

3 设计计算

水泥土墙内插门架工字钢支护计算模型有两种: ①换算水泥土墙整体刚度, 按水泥土墙模型计算; ②按双排桩模型计算。当插入门架工字钢刚度相对水泥土墙刚度较小时, 可采用方法①计算; 当插入门架工字钢刚度相对水泥土墙刚度较大时, 可采用方法②计算。本支护由于设计门架工字钢刚度相对较小, 采用方法①进行计算。

3.1 水泥土墙整体刚度计算

水泥土墙整体刚度 EI 主要与弹性模量 E 和截面惯性矩 I 相关, 将水泥土墙看作一个整体, 认为插入门型工字钢前后水泥土墙截面惯性矩 I 不变, 整体弹性模量 E 按式(1)计算。

$$E = \frac{E_s A_s + E_c A_c}{A_s + A_c} \quad (1)$$

式中: E_s 为工字钢弹性模量, 10^4 MPa; A_s 为工字钢截面积, mm^2 ; E_c 为水泥土弹性模量, 10^4 MPa; A_c 为水泥土截面积, mm^2 ; E 为水泥土墙整体弹性模量, 10^4 MPa。

经计算, 取 $E_s = 20.6$, $E_c = 0.03$; 按式(1)计算可得本基坑水泥土墙整体弹性模量 $E = 0.054$ 。

3.2 水泥土墙截面抗拉应力计算

插入门架工字钢后, 水泥土墙截面抗拉应力可按式(2)进行验算。

$$\frac{M - f_s A_s d / D}{W} - \gamma_{cs} z \leq 0.15 f_{cs} \quad (2)$$

式中: M 为水泥土墙截面承受的弯矩, $\text{kN} \times \text{m} / \text{m}$; W 为水泥土墙截面抵抗矩, m^3 ; f_s 为工字钢抗拉强度, kPa ; A_s 为工字钢截面积, mm^2 ; d 为前后工字钢排距, m ; D 为工字钢间距, m ; γ_{cs} 为水泥土墙重度, kN / m^3 ; z 为计算截面至水泥土墙顶的距离, m ; f_{cs} 为水泥土抗压强度, kPa 。

经计算, 截面抗拉应力满足要求。

3.3 支护位移及稳定性计算

采用理正深基坑 7.0 软件水泥土墙模块, 将水泥土墙整体弹性模量 $E = 0.054$ 输入进行计算, 计算结果见表 2, 从该表可以看出, 计算结果均满足规范要求。

表 2 水泥土墙支护计算结果

计算内容	计算值	规范要求值
整体稳定性	2.123	1.30
抗倾覆稳定性	1.537	1.30
抗滑移稳定性	1.480	1.20

续表

计算内容	计算值	规范要求值
水平位移/mm	16.28	14.4~19.2
沉降/mm	17.0	14.4~19.2

4 施工工艺控制

为确保本基坑和坑边已建住宅安全,基坑需严格按照如下施工工艺进行施工:

1)搅拌桩施工时,先施工被动土搅拌桩,后施工水泥土墙搅拌桩;水泥土墙搅拌桩施工时需对已施工被动土搅拌桩进行咬合,咬合长度 20 cm;确保水泥土墙和被动土加固间无缝紧贴。

2)工字钢需在搅拌桩施工结束后 0.5 h 内插入完成,采用搅拌桩机自带卷扬机进行压入,压入时确保工字钢的朝向和垂直度。

3)插入工字钢顶端采用 I 14 工字钢纵横向焊接,形成门架;然后采用 C20 砼进行压顶浇筑。



图 2 门架工字钢施工图

5 支护效果分析

基坑施工结束后,于 2014 年 8 月—2014 年 11 月开始对其进行基坑监测,在基坑东侧,共设置 8 个基坑监测点(D1—D8)和 12 个住宅沉降监测点(C1—C12);具体布置详见图 3。各监测点数据分析图表见图 4、图 5、图 6。

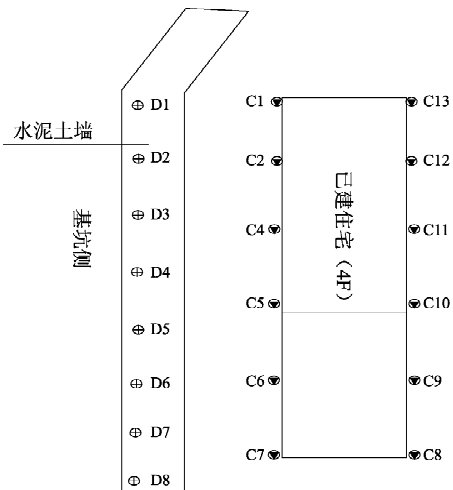


图 3 各监测点平面布置图

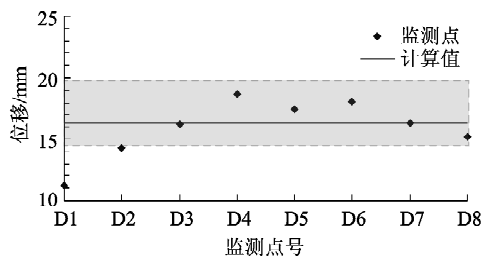


图 4 各基坑监测点位移监测值

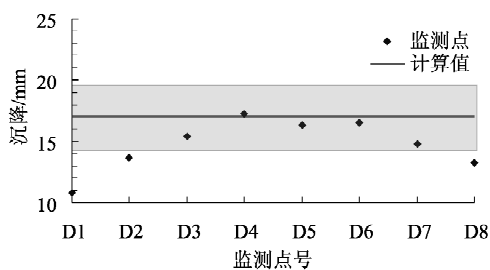


图 5 各基坑监测点沉降监测值

图 4、图 5 中阴影区间为《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)对一级基坑位移、沉降控制范围;从图中可以看出:

1)基坑最终水平位移为 11.2~18.7 mm,沉降为 10.8~17.2 mm,均满足规范要求。

2)水平位移监测值与计算值 16.28 mm 相差不大,较为吻合。

3)基坑沉降监测值与计算值 17.0 mm 相对偏小,但相差不大。

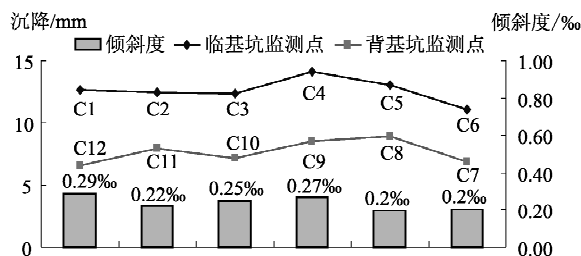


图 6 已建住宅沉降监测

从图 6 可以看出,住宅临基坑侧沉降 11.1~14.1 mm,背基坑侧沉降 6.8~8.9 mm,倾斜度 0.20‰~0.29‰,满足《建筑基坑工程监测技术规范》(GB 50497—2009)对周边建筑物沉降控制要求;而且现场巡视建筑物墙体、结构均未发现新鲜裂纹。

6 结论

1)在软土区,水泥土墙内插门架工字钢支护方法对基坑位移控制有较好的效果,能对周边建筑物提供有效保护。

2)通过分析对比,为水泥土墙内插门架工字钢支护提出了可供参考的计算方法,为支护设计提供

(下转第 242 页)

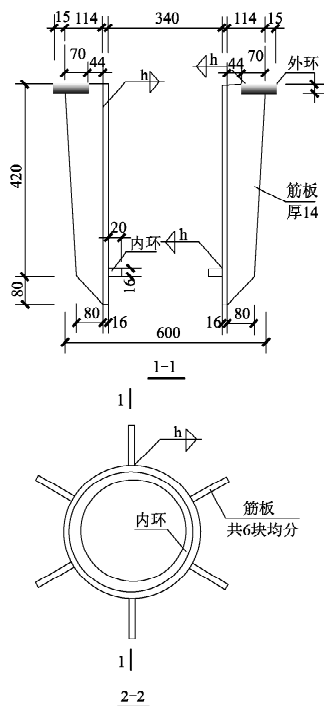


图6 改进后的桩靴示意图(单位:mm)

按上述设置改进桩靴后再次进行试验,桩号为SYZ-2,桩型为PHC600B130,桩长48 m,以⑦₂粉砂夹粉土为桩端持力层,自下而上分别为4节配桩11 m、12 m、12 m、13 m,桩靴采用改进开口型。打桩过程中采用高应变检测对锤击能量、沉桩阻力及桩完整性进行了全程监控。该桩的总锤击数为1934,每米的锤击数分布图如图5所示,可见在整个沉桩过程中桩锤击数没有超过100击,各深度的每米锤击数主要为30~50击。高应变跟踪检测结果显示,桩体完好。

(上接第237页)

计算依据。

3)与其他传统支护方法相比,水泥土墙内插门架工字钢支护方法施工方便、造价相对较低、支护效果良好;对于类似的基坑工程有较好推广前景。

参考文献

- [1] JGJ 120—2012 建筑基坑支护技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [2] 上海市地方标准. DG/TJ 08—61—2010. 基坑工程技术规范[S].上海:上海市城乡建设和交通委员会,2010.
- [3] 韦正. 深层搅拌桩内插工字钢在基坑围护中的应

按改进后的桩靴又施工了5根桩,总锤击数在1890~2158之间,打桩过程中同样采用高应变检测对锤击能量、沉桩阻力及桩完整性进行了全程监控。高应变跟踪检测结果显示,桩体完好。

休止期后采用高应变和静载荷试验,改进开口型桩靴降低的侧摩阻力已经恢复,承载力均可以满足设计要求。

4 结语

1)采用透气桩帽可以解决地下水丰富,且水位高时,在沉桩过程中采用开口型桩靴产生的“水锤效应”。

2)PHC管桩施工中遇到在砂层、粉质黏土等硬层时,沉桩困难,可以采用文中的改进型开口桩靴减小侧摩阻,增大破土力,并加密PHC管桩桩身配筋,进行施工。

3)根据现场高应变和静载荷试验结果,采用改进开口型桩靴进行沉桩施工时,其降低的侧摩阻力在一定的时间内可以恢复,不影响后期桩身承载力的发挥。

参考文献

- [1] JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [2] 预应力混凝土管桩[M].北京:中国计划出版社,2010.
- [3] JGJ 106—2014 建筑基桩检测技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.

收稿日期:2016-05-20

用[J]. 科技创新导报,2008(33):54-55.

- [4] 杨亮. 水泥土墙在组合式挡土支护结构中作用的探讨[J]. 山西建筑,2010,36(25):132-133.
- [5] JGJ 79—2012 建筑地基处理技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [6] 刘建航,候学渊. 基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [7] 寿旋,徐肖华,孙苗苗,等. 软土地区深基坑被动土体加固高度改进研究[J]. 岩土工程学报,2010(S1):104-108.

收稿日期:2016-05-13