

文章编号:1005-0523(1999)01-0026-05

人工挖孔桩在一般高层建筑物 基础中的应用研究

罗海馨

(华东交通大学基建办公室, 江西 南昌 330013)

摘要:对人工挖孔桩作了概述;阐述了人工挖孔桩的十个特点和选择时四个注意事项;介绍了人工挖孔桩施工的五步步骤;列举了人工挖孔桩在我校综合实验楼基础应用的实例,得出了人工挖孔桩是一般高层建筑物基础的首选形式的结论^[1]。

关键词:一般高层建筑;基础形式;应用研究;人工挖孔桩

中图分类号: TU 473.1

文献标识码: A

0 引言

一般高层建筑上部结构荷载较大,根据地基承载力的情况,选择安全可靠、经济合理、技术先进、便于施工的基础形式,对于加快施工进度,节约投资有十分重大的意义^[1]。人工挖孔桩正是这样一种桩型^[1]。这种桩的单桩承载力高,施工无噪音,既无强烈的地面振动,也没有大量的施工泥浆,技术上比较成熟,造价相对较低,在大多数地质条件下,人工挖孔桩是一般高层建筑物基础的首选形式,得到广泛应用^[1]。根据现有的挖孔设备,挖孔桩的直径最大已达 6 m,孔深已经超过 76 m^[1]。对大多数工程而言,常见的挖孔直径在 1~3 m 之间^[1]。

1 人工挖孔桩的特点

在过去的一二十年内,人工挖孔桩技术的最大进步是人们对这种桩的性状有了认识,建立了切实可行的分析和设计方法^[1]。最显著的特点是人工挖孔桩按端承桩考虑,侧摩力作为安全储备^[1]。扩底技术得到充分地应用,增加了单桩承载力^[1]。

1.1 单桩承载力的确定

由图 1 所示的力的平衡关系,可建立挖孔桩在竖向荷载作用下的单桩承载力公式

$$Q_c = Q_{sc} + Q_{ec} - W \quad (1)$$

式中: Q_{sc} 为桩侧摩阻力; Q_{ec} 为桩底端阻力; W 为桩自身重^[1]。

1.2 挖孔桩的勘察要求^[1]

1) 对于一般的地质条件,可按勘察规范中以端承桩的要求进行;

收稿日期:1998-08-31;修订日期:1998-11-12

作者简介:罗海馨(1946-),男,江西南昌人,华东交通大学基建办公室工程师^[1]。

- 2) 当地质条件复杂时,宜在每个桩位布置一个勘探点;
- 3) 勘察深度应达桩端以下 3 倍扩大头直径;
- 4) 场地地震烈度大于 7 度的地震区,应查明持力层及持力层以下一定深度范围内的下卧层对地震的敏感性;
- 5) 桩身穿过不良土层时(淤泥质粘土或透水性较大的砂性土,稳定性较差的粉土或粉砂土层),必须对挖孔成桩的可能性作出评价;
- 6) 地下水埋藏深度、水位变化幅度,水对混凝土侵蚀等^[13]

1.3 挖孔桩持力层的选择

应优先考虑:

- 1) 中风化、微风化岩石类土;
- 2) 透水性较小的中密以上碎石粘土或砾石粘土层;
- 3) 地基承载力大于 200 kPa 的硬粘土层;
- 4) 持力层厚度大于 1~1.5 倍扩大头直径且无下卧软弱层者;
- 5) 当持力层为粘性土和砂类土时,扩大头进入持力层的深度应大于 1.5 m;当持力层为砂卵石或卵石层时,扩大头进入持力层的深度应大于 0.5 m;当强风化层的厚度小于 2 m 时,扩大头进入弱风化层的深度不应小于 0.5~0.8 m^[13]

1.4 布桩原则

- 1) 对于柱桩,原则上应采取一柱一桩;
- 2) 桩距一般不小于扩大头直径的 1.5~1.8 倍,扩大头之间的净距不得小于 0.5 m;
- 3) 布桩时应尽量将桩布置在墙、柱下,直接承受墙、柱传来的轴力、剪力和弯矩,减少承台的内力转换作用^[13]

1.5 挖孔桩截面尺寸的确定

目前国内设计的人工挖桩的截面以圆形为主,最小直径一般为 80~90 cm,外加护壁圈两边厚度之和约 30 cm^[13]这样,挖孔直径最小控制在 110~120 cm 左右^[13]

如因承载力不够,需要加大桩径时,则可按下式确定直径

$$d \geq 1.44 \sqrt{R_k / R_a} \quad (2)$$

式中: d 为人工挖孔桩直径,m; R_a 为混凝土轴心受压抗压强度标准值,kN/m²; R_k 为设计的单桩承载力标准值,kN^[13]

挖孔桩采用扩底方案时,扩大头的截面积可按下列 2 式估算,取其中较大者

$$A_1 \geq k(N + G_p) / (\varphi R_a); \quad A_2 \geq (N + G_p) / f \quad (3)$$

式中: A_1 、 A_2 为由桩身强度,地基承载力确定的扩大头截面积,m²; k 为混凝土轴心受压的安全系数, $k=1.65$; N 、 G_p 为作用在桩上的轴力、基础自重,kN; φ 为桩的纵向弯曲系数,一般 $\varphi=1$; R_a 为混凝土轴心受压抗压强度,kN/m²; f 为桩端土地基承载力设计值,kN/m²^[13]

1.6 扩大头的构造

人工挖孔桩采用扩底措施,可以较大幅度地提高单桩承载力^[13]因此凡有条件的场地应该实施桩端扩大^[13]扩大头的形状和大小取决于场地的土质条件,施工的可能性,以及扩底后桩的受力性能^[13]典型的扩大头形状与构造尺寸之间的关系如图 2 所示^[13]

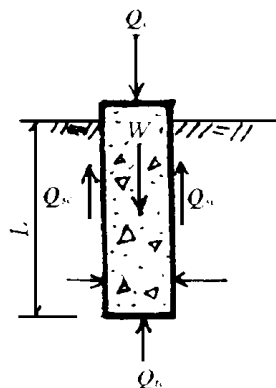


图 1 人工挖孔桩力的平衡关系

根据工程实践,采用下列经验关系比较合理的:
 $D/d = 2 \sim 3.5$; $n/b = 1/4$; $h_1 = 20 \text{ cm}$; $\delta = 20 \text{ cm}$, 其中: D 、 d 为扩大头直径、挖孔桩桩身直径; n 为倒置圆锥体的高度; b 为扩大头扩宽尺寸; h_1 为扩大头肩高; δ 为扩大头底部呈锅底形的圆弧矢高^[13]

1.7 桩顶与柱插筋的连接

柱插筋伸入桩身内的长度不宜小于 1 m ^[13]

1.8 护壁圈的砌(浇)筑是人工挖孔桩的主要施工要点

护壁圈可以用砖砌筑,也可以用混凝土或钢筋混凝土现浇,这取决于土质条件^[13]混凝土的强度等级不宜低于 C20^[13]护壁圈分段砌(浇)筑,一般每段高度为 1 m ,呈上大下小的倒锥壳,壁厚一般在 $12 \sim 15 \text{ cm}$ 左右,上下段护壁圈之间搭接约 10 cm ^[13]

1.9 流砂或孔壁坍塌的治理

可采用降低护壁圈高度或采用两个呈半圆形、高 30 cm 、厚 6 cm 的井圈,先后将预制的井圈吊入孔口,就地拼装以支护孔壁不致坍塌,即短壁预制拼装沉井技术^[13]也有降低地下水位的方法^[13]有的施工单位用水泥搅拌桩圈封地下水的办法来克服挖孔时渗水量过大的困难^[13]

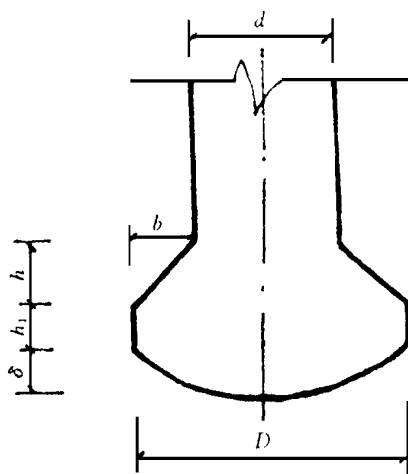


图2 人工挖孔桩扩大头构造

2 人工挖孔桩选择时应注意的事项

1) 注意合适的地质条件及对于邻近建筑物的影响^[13]在地下水位较高的地区必须注意抽水对周围环境的影响^[13]地下水位下降使建筑物下沉而土层内存在水量较大的含水层,会给正常施工带来困难,甚至施工失败,所以选用时应考虑周全^[13]同时注意施工操作的人身安全^[13]

2) 人工挖孔桩对施工方法的依赖性较大,因此,施工必须与分析、设计过程一并考虑^[13]

3) 由桩顶算起,基础埋深不宜小于建筑物高度的 $1/15$ ^[13]在非地震区,埋深可适当减小^[13]

4) 国内外震害表明,软土地基上建造的高层建筑震害较重,人工挖孔桩直接支撑在基岩上,则可以大大减小建筑物的震害^[13]但是在高烈度区,仍应避免在软土上建高层建筑^[13]在地震区,基础埋置得深一些,可以减小上部结构的地震反应,对抗震有利^[13]

3 人工挖孔桩的施工

3.1 人工挖孔桩的定位放线与桩底标高的控制

人工挖桩前需做好定位、放线工作,严防桩位错动异位^[13]挖桩成孔中要有专人把桩底标高控制关,防止挖桩超深^[13]

3.2 验桩

验桩主要包括:桩身、扩大头是否挖到设计尺寸^[13]最简单的方法是用绳居中吊一竹片,竹片长度分别为桩身直径与扩大头直径,操作绳使竹片在桩身或扩大头部位旋转,即知是否挖到设

计尺寸^[13]验收时要注意界定中风化层厚度,为结算入岩工程量留下数据^[13]

3.3 钢筋笼的就位与钢筋绑扎

为了使钢筋笼能理想地就位,可以将部分纵筋留待钢筋笼骨架就位后,第2次绑扎^[13]

3.4 人工挖孔桩混凝土的浇捣

验桩后应及时进行人工挖孔桩混凝土的浇捣^[13]浇捣混凝土时,除严格按施工规范操作外,特别强调3点^[13]一是混凝土倒入桩内一定要通过导管倒入,避免混凝土发生离析现象;二是当桩深时,振捣器软线长度够不上,要工人深入桩内或用绳吊住插入式振捣器伸入桩内振捣密实;三是每倒入桩内四到五拌混凝土就需打一次振捣器^[13]

3.5 测桩

桩基混凝土施工完毕2周后需按规定测桩^[13]按有关规定,为检测人工挖孔桩混凝土浇捣是否有蜂窝、空洞、颈缩^[13]桩身完整程度,混凝土强度等级需作小应变和大应变或作小应变和钻孔抽芯^[13]作小应变的桩数为总桩数的20%,或最少不少于20根^[13]作大应变的桩数为总桩数的5%,或最少不少于5根^[13]钻孔抽芯验桩数为3根^[13]

4 工程实例

我校综合实验楼为钢筋混凝土框架结构^[13]主楼局部12层,高48 m^[13]裙房2层,总建筑面积13 273 m²^[13]主楼横向从东往西由7种类型九榀框架构成,纵向由柱连梁联系^[13]主楼采用一柱一桩,共46根人工挖孔桩,桩距3.5 m×7.2 m,3.5 m×2.4 m,5.5 m×7.2 m,5.5 m×2.4 m,5.5 m×8 m,5 m×8 m等^[13]根据单桩承载力的大小,有320 t、560 t、660 t、770 t、880 t、1 000 t 6种类型^[13]相应的桩身直径有1.2 m、1.5 m、1.7 m、1.9 m、2.1 m、2.2 m 6种尺寸^[13]桩长13 m^[13]扩大头为典型形状,扩大头直径从2 m到2.3 m、2.5 m、2.7 m、2.9 m、3 m^[13]纵向钢筋长6 m,从18Φ8到23Φ20、27Φ20、30Φ22、34Φ22、31Φ25^[13]裙房基础亦采用一柱一桩,共55根人工挖孔桩^[13]由于荷载较小,桩长仅9 m,桩身直径为0.9 m(扩大头直径1.5 m)与1.2 m(扩大头直径2 m) 2种^[13]主楼与裙楼桩基之间用地梁纵横相联^[13]

该楼基础原设计采用泵吸反循环泥浆护壁钻孔灌注桩^[13]按目前比较标准是比较每10 kN单桩承载力的造价的规定^[13]选择该楼单桩承载力最大的桩J₇进行技术经济比较^[13]按原设计采用泵吸反循环泥浆护壁钻孔灌注桩每10 kN单桩承载力的造价是34.95元;而按人工挖孔桩每10 kN单桩承载力造价是24.35元^[13]换句话说,每10 kN单桩承载力造价,人工挖孔桩便宜10.60元^[13]即造价下降的比例是30.33%^[13]经实际测算,该工程采用泵吸反循环泥浆护壁钻孔灌注桩整个桩基的造价是158.06万元^[13]而采用人工挖孔桩整个桩基的造价是109.78万元^[13]节省投资48.28万元^[13]整个桩基造价下降的比例是30.55%,经济效益明显^[13]

原设计采用泵吸反循环泥浆护壁钻孔灌注桩是湿作业,该楼地处校教学与行政的中心地带,容易造成周边环境泥浆遍地^[13]从施工质量上看,机械挖孔桩封闭在地下作业,不直观,质量不易控制,容易造成离析、蜂窝、空洞、甚至颈缩、断桩^[13]诸多原因,促成了该楼基础形式选择了人工挖孔桩^[13]

从对该楼基础人工挖孔桩抽芯和小应变检测报告看,施工质量满足设计要求^[13]抽芯的检测报告称:本次钻孔抽芯检测三根桩混凝土芯较完整,采取率高,胶结较紧密未发现离析、断桩现

象, 砼试样强度除 ZK 2 孔((8) ~ (G)) 个别值偏低外, 均满足设计要求⁽¹³⁾小应变检测报告抽检 21 根桩做低应变动测, 质量评价桩身完整⁽¹³⁾

5 结束语

基础形式的选择在建筑物中具有举足轻重的作用, 综观一般高层建筑的基础形式有: 筏基、箱基、桩基⁽¹³⁾笔者推荐人工挖孔桩⁽¹³⁾究其原因: 一、造价低⁽¹³⁾经测算, 目前南昌地区人工挖桩, 每立方米钢筋混凝土造价在 563. 24 元左右⁽¹³⁾二、安全可靠⁽¹³⁾施工直观, 便于控制施工质量⁽¹³⁾三、施工方便⁽¹³⁾避免了采用筏基、箱基而带来的基础大开挖⁽¹³⁾四、据地质勘察报告称, 我校综合实验楼所处地段, 自然地面以下是网纹状红土, 至 12 m 是强风化千枚岩, 地耐力达 160 t/m^2 , 可作持力层⁽¹³⁾因此不宜采用筏基或箱基⁽¹³⁾应该选择桩基, 而且首选是人工挖孔桩⁽¹³⁾

[参 考 文 献]

- [1] 方鄂华¹⁹ 多层及高层建筑设计[M]¹⁹ 北京: 地震出版社, 1992
- [2] 丰定国¹⁹ 工程结构抗震[M]¹⁹ 北京: 地震出版社, 1994
- [3] 金问鲁, 地基基础实用设计施工手册[M]¹⁹ 北京: 中国建筑工业出版社, 1995
- [4] H F 温特科恩(美), 方晓阳主编¹⁹ 基础工程手册[M]¹⁹ 北京: 中国建筑工业出版社, 1983

Applied Study of Artificial Excavating Pile for General High Buildings Foundation

LUO Hai-xin

(Capital Construction Office, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper makes a general introduction to the artificial excavating pile, expounds its ten features and four points for attention while making choice. Furthermore, the paper explains the five steps in the construction of the artificial excavating pile and lists the practice of it in the foundation of the Comprehensive Experimental Building in East Chian Jiaotong University. Lastly, it obtains a result that Artificial excavating Pile is the preferential elect for the foundation of general high buildings.

Key words: general high buildings, foundational form; application research; artificial excavating pile