

# 树根桩在地基托换加固中的应用

于陵

(湖南省基础建设工程总公司,湖南娄底417000)

**摘要:**以已建建筑软土地基为实例,介绍在建筑物出现不均匀沉降时,用树根桩对地基进行加固的处理技术,其加固效果好,且施工噪声小,方便灵活,不改变原建筑物的静力平衡。

**关键词:**软土地基 建筑物不均匀沉降 树根桩 地基加固

**中图分类号:** TU472 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2006)03-0022-02

## 1 工程概况

湖南澧县某住宅楼为7层砖混结构,地基主要持力层为湖相沉积淤泥土,不能满足承载力要求,故采用振冲碎石桩复合地基。设计碎石桩有效桩长10 m,桩径0.9 m,桩距1.4 m,面积置换率为30%,振冲碎石桩施工日期为2002年7~9月,共成桩420根。工程结束后于同年10月进行了单桩静载试验、两桩台和三桩台复合地基静载试验,试验结果均满足设计要求。2003年1月上部结构开始施工,8月主体结构完工并完成部分装修,此时建筑物实测最大沉降量已达33 cm,最小沉降量16.5 cm,沉降差达16.5 cm,建筑物周围道路明显下沉,建筑物局部倾斜0.36%,整体倾斜0.42%,均超过了有关规范规定。观测表明,建筑物仍以1~2 mm/d的速率沉降,且未趋于收敛。为此,决定对该楼基础进行树根桩托换加固。

## 2 工程地质条件

该住宅场地位于河口三角洲堆积平原,根据勘察资料,场地地层自上而下依次为:

①人工填土,主要由粘性土混块石组成,未经压实,层厚2.5~3.5 m;

②淤泥,深灰~灰黑色,饱和,呈流塑状,标贯击数平均1击,  $E_s = 1.5$  MPa,  $f_k = 48$  kPa,层厚7~10 m;

③冲洪积粉质粘土,灰白、褐灰色,湿,可塑状,局部夹砾砂透境体,标贯击数平均10击,  $E_s = 4.4$  MPa,  $f_k = 180$  kPa,层厚6~10 m;

④软~可塑状砂岩残积土,褐黄色,湿~很湿,呈软~可塑状,标贯击数平均12击,  $E_s = 3$  MPa,  $f_k$

= 160 kPa,层厚4~5 m;

⑤硬~坚硬状砂岩残积土,褐黄色,湿~很湿,呈硬~坚硬状,标贯击数平均25击,  $E_s = 3.3$  MPa,  $f_k = 260$  kPa,钻探时未钻穿此层。

## 3 建筑物产生较大不均匀沉降的原因

### 3.1 部分碎石桩未穿透淤泥层

原设计要求碎石桩长采用双控原则,即最小有效桩长10 m和最少进入持力层0.5 m(穿透淤泥层0.5 m)。实际施工中桩长控制不准确,部分地段淤泥层较厚,碎石桩未穿透该层,致使地基产生不均匀沉降。

### 3.2 碎石桩填料量未满足设计要求

设计 $\varnothing 900$  mm碎石桩填料量 $0.64$  m<sup>3</sup>/m,实际投料量为 $0.4$  m<sup>3</sup>/m,由此反算碎石桩径仅0.7 m,面积置换率仅为20%,未达到设计要求。

### 3.3 表层回填土的加固效果掩盖了下卧淤泥层的强度不足

复合地基压板宽仅1.5~2.0 m,载荷试验又仅在地表填土层进行,人工填土厚度2.5~3.5 m,因表层碎石桩桩径较大,人工填土挤密效果较好,故复合地基静载试验结果满足设计要求,承载力标准值达200 kPa以上(设计要求160 kPa),人工土以下的淤泥层未进行复合地基静载试验。由于压板尺寸偏小,人工土下面的淤泥土加固效果在静载期间并未真实反映出来。

### 3.4 排水不畅,基底下人工土浸水变形

建筑物基础埋深1.35 m,基底下仍有1.11~2.15 m厚人工填土,该人工土层虽经部分挤密,但由于回填时间仅3年,未完成自重固结,属欠固结

收稿日期 2005-08-22

作者简介:于陵(1961-)男(汉族),江苏常州人,湖南省基础建设工程总公司,岩土工程专业,从事基础工程施工工作,湖南省娄底市长青中街10号,13807389007, yulingaaa1010@163.com。

土,在外荷载和浸水作用下会产生湿陷变形。复合地基载荷试验正值旱季,也未做浸水载荷试验,故载荷试验未能模拟实际工作条件,结果偏高。上部结构施工正值雨季,地面无排水措施,大量地表水浸入地基,加剧了地基变形。

#### 4 树根桩托换加固设计和施工

##### 4.1 树根桩托换加固设计

根据地质资料,树根桩桩长设计为 22~24 m,进入硬塑残积土 1~2 m,桩径 0.15 m,桩身采用 C25 混凝土,配筋 3 $\Phi$ 14 螺纹钢,箍筋  $\Phi$ 6@100~200,单桩承载力 180 kN。根据振冲碎石桩填料量反算原复合地基承载力仅 120 kPa 左右(设计要求 160 kPa),因而整座建筑物仍有 20320 kN 的荷载需由树根桩来托换,经计算需布树根桩 113 根。树根桩和碎石桩与地基土构成新的复合地基共同工作,达到新的平衡。

##### 4.2 加强树根桩与原基础连接的措施

(1)树根桩压浆完毕后,在桩顶(混凝土基础底板下)1 m 范围内用花管进行二次注浆,以增大桩身上部直径。

(2)在混凝土基础梁顶面(370 mm 砖墙上)凿 40 cm $\times$ 40 cm 孔洞,现浇混凝土托梁横穿砖墙并与桩顶连接,把桩分担荷载传至承重砖墙上。

##### 4.3 树根桩的施工

施工设备采用 GXY-1A 型工程地质钻机,由于是室内施工,房间净高仅 3.0 m,原钻机三角架经改造后才满足室内施工要求,主钻杆和钻杆均加工成 1~2 m 长,注浆泵采用 BW120 型泥浆泵,开孔采

(上接第 21 页)

(5)加强施工监测并采取信息化施工措施,在松散砂土层中进行土钉墙施工时,每天一次(必要时 2 次)变形监测工作非常必要,一旦发现变形速率  $>2$  mm/d 应立即停止施工,查找原因,采取必要的工程措施后方可进行下道工序施工,否则,轻则造成边坡裂缝,重则造成基坑坍塌。

(6)施工经验表明,建筑基坑的阳角(放置塔吊位置,如图 1 中 A、B 所在位置的 4 个阳角)在砂土基坑中一般应做成缓坡,否则应加长土钉以确保基

用金刚石钻头,钻穿混凝土底板后改用硬质合金钻头,钻至设计深度后空转钻机 30 min 洗孔,直至孔口返出清水为止,然后分段安放钢筋笼并焊接,注浆管(采用优质塑料管)绑在钢筋笼内一并放入孔内,注浆管下端用胶布封住,以防泥砂堵塞。注浆管和钢筋笼安放完毕后,将干净的粒径 5~10 mm 砾石缓缓投入孔内并轻击钢筋。在充填石子的同时,应保证注浆管不停地注入清水。石子充填完毕并清洗干净后,立即压入制备好的水泥浆(水灰比 0.5~0.6,由 425 普通硅酸盐水泥制成),待孔口溢出新鲜水泥浆后停止注浆,停歇 30 min 后,重新插入注浆花管,在基底下 1 m 范围内二次注浆。

#### 5 加固效果

加固工程从 2003 年 8 月 20 日开工,历时 2 个月,完成树根桩的托换加固,施工期间每 7 d 沉降观测 1 次,从开工到 10 月 10 日,建筑物的沉降已明显收敛,7 个观测点的沉降速率分别由 1~2 mm/d 下降至 0.07~0.2 mm/d。加固工程结束后,连续观测 12 个月,结果表明,建筑物已明显趋于稳定。

#### 6 结语

(1)振冲碎石桩加固深厚淤泥土层应慎重采用,如设计考虑不周或施工控制不严都可能造成不良后果。

(2)采用强配筋、压力注浆施工(tree根桩),具有较高承载力,可承受压力、拉力和水平力。其施工噪声小,占用空间少,设备灵活方便,可在室内外施工,施工过程中不改变原建筑物的静力平衡状态。

坑阳角安全。

#### 参考文献:

- [1] JGJ 120-99, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] YB 9258-97, 建筑基坑工程技术规范[S].
- [3] SJG 05-96, 深圳地区建筑深基坑支护技术规范[S].
- [4] CECS 96-97, 基坑土钉支护技术规程[S].
- [5] GB 50202-2002, 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
- [6] 陈肇元,等.土钉支护在基坑工程中的应用(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [7] 高大钊,等.深基坑工程(第二版)[M].北京:机械工业出版社,2003.