

深厚软土地基中应用锚杆静压桩的工程实践

黄生根, 曹 辉, 周劲辉

(中国地质大学 武汉 湖北 武汉 430030)

摘 要 介绍了在深厚软土地基中锚杆静压桩的施工工艺、施工要点, 并对其应用效果及出现的现象进行了分析。

关键词 深厚软土地基, 锚杆静压桩, 压桩力, 复合地基, 沉降速率

中图分类号: TU472 文献标识码: B 文章编号: 1000-3746(2002)S1-0120-03

1 工程概况

1.1 工程简介

武汉雅苑房地产公司拟兴建公寓楼 2 栋, 其中 A 栋建筑面积约 9000 m², 砖混结构, 楼高 7 层。由于工期很紧张, 不能采用现浇混凝土桩, 经技术经济比较, 决定采用锚杆静压桩, 按复合地基设计。该楼共布置 432 个压桩孔, 采用信息化施工, 在施工工程中每 2~3 天测一次沉降, 根据沉降观测资料决定压桩、封桩顺序及最终桩数。该桩基工程先后共投入 4 台套设备, 2001 年 5 月 11 日(上部结构施工完第 2 结构层)开工, 6 月 6 日结束, 共压桩 385 根, 节省 47 根, 约 1270 m。上部结构于 2001 年 6 月 16 日封顶, 8 月 15 日竣工。

1.2 工程地质及水文地质条件

依据勘察单位提供的岩土工程勘察报告, 场区内土层由上而下共分为 6 层, 分述如下:

(1) 填土层 (Q_4^{ml}): 上部为炉渣, 杂色, 稍湿~干燥, 松散~中密状态, 南部较密, 北部松散, 且局部区域为松散的生活垃圾。层底标高为 18.48~20.88 m, 层厚 2.5~5.8 m。

(2) 粘土 (Q_4^{al}): 褐色, 褐黄色, 湿, 可塑状态, 夹薄层粉质粘土, 层顶标高为 18.48~20.88 m, 层厚约 1.4~4.4 m。标准贯入试验锤击数标准值为 4 击, 比贯入阻力标准值为 1.0 MPa, 压缩系数平均值为 0.28 MPa⁻¹, 属中等偏高压缩性土。

(3) 淤泥质粉质粘土 (Q_4^{al+1}): 灰色, 饱和, 软塑状态, 局部为淤泥, 层顶标高为 15.44~17.7 m, 层厚约 1.3~5.0 m。标准贯入试验锤击数标准值为 2 击, 比贯入阻力标准值为 0.7 MPa, 压缩系数平均值为 0.7 MPa⁻¹, 属高压缩性土。

(4) 粘土 (Q_4^{al}): 灰蓝色~灰褐色, 湿, 可塑状态, 层顶标高为 12.08~16.23 m, 层厚约 1.4~3.1 m, 分布厚度及土层强度较均匀。标准贯入试验锤击数标准值为 3 击, 比贯入阻力标准值为 1.1 MPa, 压缩系数平均值为 0.33 MPa⁻¹, 属中压缩性土。

(5) 淤泥质粉质粘土层 (Q_4^{al+1}): 深灰色, 灰色, 饱和, 软塑状态, 层顶标高为 10.54~13.13 m, 层厚约 7.4~14.5 m, 由南向北逐渐增厚。标准贯入试验锤击数标准值为 1 击, 比贯入阻力标准值为 0.8 MPa, 压缩系数平均值为 0.55 MPa⁻¹, 属高压缩性土。

(6) 粉土 (Q_4^{al}): 灰色, 饱和, 松散~稍密状态, 夹薄层粉砂, 该层整个场地均有分布, 厚度较大, 最大揭露厚度为 5.5 m, 未揭穿, 层顶标高为 5.73~-3.22 m, 标准贯入试验锤击数经钻杆长度修正后为 8 击, 比贯入阻力标准值为 1.4 MPa, 压缩系数平均值为 0.37 MPa⁻¹, 属中等压缩性土。

场区地下水属潜水, 赋存于杂填土中, 静止水位埋深为 0.5 m, 由大气降水和地表水补给。

1.3 设计要求

(1) 桩身材料要求。桩尺寸: 250 mm × 250 mm; 混凝土强度: C30; 钢筋: I 级钢 $\phi 6$ 、 $\phi 8$, II 级螺纹钢 $\phi 14$ 、 $\phi 16$; 锚杆: M27。

(2) 单桩承载力要求。单桩承载力设计值 350 kN, 压桩力 525 kN。

(3) 持力层及桩长控制要求。持力层为粉土⑥层, 桩长由设计桩长和压桩力双控, 并以压桩力控制为主。

(4) 接桩方式。采用硫磺胶泥连接。

收稿日期: 2001-11-23

作者简介: 黄生根(1967-), 男(汉族), 江西人, 中国地质大学(武汉)副教授, 地质工程专业, 博士在读, 从事岩土工程教学和科研工作, 湖北省武汉市汉阳航空路, 邮编: 430071, 电话: 13607179854。

2 施工工艺及施工要点

2.1 施工流程

锚杆静压桩施工流程图见图 1。

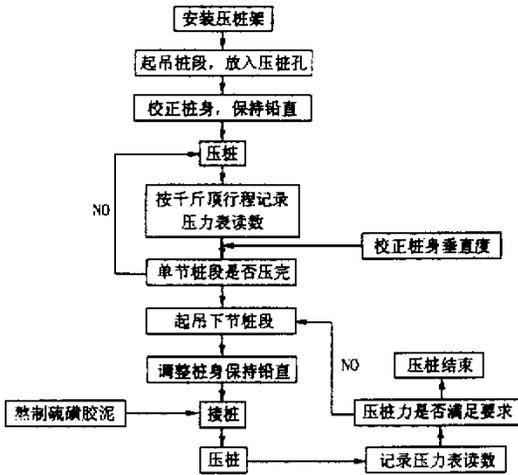


图 1 工艺流程图

2.2 施工要点

(1) 浇筑基础混凝土前检查压桩孔孔位及尺寸是否符合设计要求, 将锚杆螺栓定位, 并与底板钢筋焊牢, 避免浇筑混凝土时产生偏位。压桩孔与设计位置的平面偏差不超过 ± 20 mm。

(2) 压桩前清除预留在压桩孔内的杂物及清理锚杆螺栓。

(3) 压桩架要保持铅直, 拧紧锚杆螺栓的螺帽时, 应保持用力均衡; 在压桩施工过程中, 应随时对松动的螺帽进行调节。

(4) 压桩施工时, 对桩段外观质量进行严格检查, 存在露筋、蜂窝、离析、裂纹等缺陷的桩严禁使用。

(5) 放置桩段时要保持铅直状态, 使千斤顶与桩段轴线保持在同一垂直线上, 垂直偏差 $\leq 1.5\%$ 。压桩时, 桩顶应垫 3~4 cm 厚的木板, 套上桩帽后再压桩。若压桩时桩身产生偏斜, 应及时进行纠正。

(6) 压桩施工时应一次到位, 避免长时间停顿。终压力控制在 500~550 kN。

(7) 采用硫磺胶泥接桩时, 上节桩就位后应将钢筋插入插筋孔, 检查重合无误、间隙均匀后, 将上节桩起吊 10 cm, 装上硫磺胶泥夹箍, 浇筑硫磺胶泥, 并立即将上节桩垂直放下。待接头部位的硫磺胶泥固化后, 才能开始继续压桩。

(8) 选用优质硫磺胶泥产品, 产品的物理力学性能指标满足 YBJ 227—91 要求, 熬制温度严格控制在 140~145℃。

(9) 压桩施工时合理安排施工区域和施工顺序, 尽量使压桩桩位对称分布, 并要控制压桩力总和不超过主体结构的基础自重, 并根据沉降观测资料调整压桩区域和施工顺序, 以尽量减小不均匀沉降。

(10) 认真做好封桩工作。封桩前, 清除桩孔内杂物和积水。将桩孔与桩帽梁用 C30 微膨胀混凝土浇灌在一起并振捣密实。考虑到本工程桩数较多, 根据上部结构施工进度, 分 2~3 次集中封桩。

3 检测结果及应用效果分析

3.1 单桩静荷载试验结果

施工过程中对前期已压入的桩间隔 7~14 天抽检了 5 根, 全部达到或超过设计要求。检测结果见表 1, $Q-S$ 曲线见图 2。

表 1 单桩静荷载检测结果

桩号	桩长 /m	最大加载 /kN	最大变形 /mm	残余变形 /mm	极限承载力 /kN
16	27.0	686.4	21.4	16.3	≥ 686.4
97	25.0	686.4	30.1	25.4	686.4
228	22.5	686.4	17.2	10.1	≥ 686.4
259	30.5	603.2	35.8	30.3	540.8
408	28.5	603.2	20.1	15.2	≥ 603.2

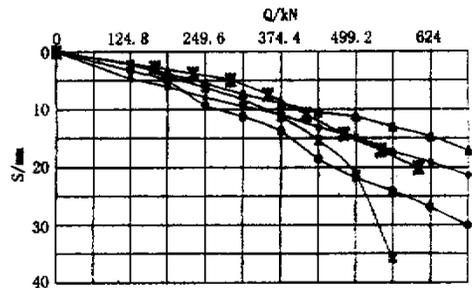


图 2 静荷载试验 $Q-S$ 曲线

3.2 应用效果分析

该建筑物在整个施工过程及竣工后的沉降观测资料见图 3, 沉降特点归纳如下:

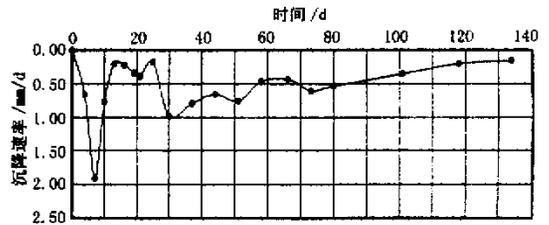


图 3 沉降速率-时间关系曲线

(1) 在锚杆施工初期, 由于地基土强度很低, 建筑物沉降速率很大。但随着锚杆施工数量的增加,

地基土不但受到挤密作用和桩的向上反力,且变形时所受侧限增加,从而使沉降速率很快减缓,甚至主体施工至 6.5 层时,沉降速率还维持在一个较低的水平。

(2)封桩后沉降速率急剧增加,这主要与桩土之间的共同作用有关,由于采用集中封桩方式,桩顶承受荷载之前,在桩身较大范围内受到向下的负摩阻力作用,当桩顶须承受荷载时,必须产生较大的沉降才能发挥桩周摩阻力,因此,一方面桩周土所受向上反力大幅减少,另一方面桩又在桩周土中产生向下的扩散应力,从而使沉降速率急剧增大。

(3)该建筑场地为深厚的软土,在地表存在较厚的填土,由于锚杆施工工期较短,所以下部软土来不及排水,施工期间沉降基本以上部填土的压缩为主,竣工后地基的沉降以下部软土的排水固结为主,所以变形时间较长。

(4)该工程按复合地基思路设计,考虑桩土共同作用,总沉降量比一般按桩基计算要大,但更经济,而且调整不均匀沉降的能力较强,该建筑物虽沉降略大,但不均匀沉降很小。

4 结语

(1)锚杆静压桩的施工要把握好各个环节,特别是控制住桩身垂直度和终压标准。

(2)在软土地基中,锚杆静压桩按复合地基设计,其沉降特性与按桩基设计有较大区别,沉降量偏大,但调整能力较强,不均匀沉降很小,且更经济,可降低工程造价。

(3)锚杆静压桩具有设备简单、施工便捷、不独立占用工期及可控性好等特点,在实际工程中具有较大的应用潜力。