

预应力管桩断桩(裂缝)原因分析及质量控制

陆 俊

(南通职业大学, 江苏 南通 226007)

摘 要: 结合具体工程实例, 从场地、地质、桩基施工及基础开挖等方面对造成预应力管桩断桩(裂缝)的质量缺陷进行原因分析, 并从施工前的准备、施工过程及基础开挖三个阶段提出相应的质量控制措施。

关键词: 预应力管桩 断桩 裂缝 质量控制

中图分类号: TU472

文献标识码: A

文章编号: 1008 - 5327(2005)02 - 0073 - 04

Analysis on Broken and Fractured Prestress Pipe - pile and Its Quality Control

LU Jun

(Nantong Vocational College, Nantong, Jiangsu, 226007)

Abstract: This paper, based on a particular case of construction, analyzes the reasons for broken and fractured prestress pipe - pile occurred in the project, and puts forward quality control measures accordingly.

Key words: prestress pipe - piles; broken piles; fracture; quality control

预应力管桩由于其具有施工工艺简单、可靠性高、适应性强、费用低、施工工期短等优点, 已被广泛地用于工业与民用建筑工程中。尽管预应力管桩近年来发展很快, 技术日趋成熟, 被认为是一种质量较为稳定的桩型。但根据一些工程实例的检测和施工资料分析来看, 仍存在一些质量缺陷和问题, 给工程带来一些危害, 造成一些不必要的浪费。本文结合具体的工程实例, 从场地、地质、桩基施工及基础开挖等方面对产生预应力管桩断桩(裂缝)质量缺陷进行原因分析, 并从施工前的准备、施工过程及基础开挖三个阶段提出相应的质量控制措施。

1 工程实例

1.1 工程概况及地质概况

某工程为写字楼, 12 层, 现浇钢筋混凝土框架剪力墙结构。采用 PHC $\Phi 500(100)$ 预应力管桩承台基础, 设计桩长 17 m, 两段(上段 5 m、下段 12 m), 焊接接桩, 桩数 499 根, 桩端持力层为⑥

粘土层, 无地下室, 承台埋深 3 m。工程地质概况, 自上而下依次分布如表 1。

1.2 施工情况及存在的主要质量问题

根据地质报告分析, 本工程地质条件较差, 加之施工时正逢雨季。由于工期紧张, 采用一台 600 T 静压桩机施工, 施工开挖时没有分层开挖。开挖结束后, 根据设计要求, 由监理单位指定选取 100 根桩做低应变测试, 检测桩占总桩数的 20%。测试结果显示: A 类桩 46 根, 占检测桩数的 46%; B 类桩 48 根, 占检测桩数的 48%; C 类桩 6 根, 占检测桩数的 6%。根据检测资料分析, B 类桩质量缺陷主要是裂缝, C 类桩质量缺陷主要是接头断裂和桩身裂缝。因此本工程主要质量缺陷是断桩或裂缝, 这无疑给工程质量带来极大的危害, 给工程经济造成了很大的损失。

2 断桩(裂缝)产生的原因分析

本工程中质量缺陷主要是断桩(裂缝), 结

表 1 工程地质概况

土层 代号	土层 名称	土层 描述	平均层厚 (m)	承载力标准 值 f_{ak} (kPa)
①	素填土	灰黄色, 松软, 以粘性土为主, 较多碎石、碎砖, 压缩性较高且不均, 工程性能较差。	0.3 ~ 2.00	70
②	粘土	灰黄色, 可 ~ 硬塑, 硬塑为主, 含铁锰质结核, 夹灰色条带, 无摇振反应, 切面光滑, 有光泽, 韧性高, 干强度高, 中等压缩性, 工程性能良好。	3.0 ~ 3.8	200
③	粉质粘土夹粉土	灰黄色, 软塑为主, 摇振反应缓慢, 稍有光泽, 韧性中等, 干强度中等, 中等压缩性, 工程性能中等。	1.8 ~ 3.6	140
④1	粉土夹粉质粘土	灰黄色, 稍密, 很湿, 夹薄层粉质粘土, 摇振反应迅速, 无光泽反应, 韧性低, 干强度低, 中等压缩性, 工程性能一般。	3.6 ~ 7.4	130
④2	粉砂夹粉土	灰黄 ~ 灰色, 中密, 饱和, 夹薄层粉质粘土, 中等压缩性, 工程性能中等。	1.9 ~ 4.6	160
⑤	粉质粘土	灰色, 以软塑为主, 夹少量薄层粉土, 偶见贝壳有机质斑点, 无摇振反应, 稍有光泽, 韧性中等, 干强度中等, 中等压缩性, 工程性能一般。	1.6 ~ 4.4	120
⑥	粘土	暗绿 ~ 灰黄色, 硬塑为主, 含灰色团块, 无摇振反应, 切面光滑, 有光泽, 韧性高, 干强度高, 中等压缩性, 工程性能良好。	5.4 ~ 7.9	240
⑦	粉质粘土	灰黄色, 可塑, 无摇振反应, 稍有光泽, 韧性中等, 中等压缩性, 工程性能较好。	7.9 ~ 9.0	180
⑧	粉质粘土	灰色, 软塑, 无摇振反应, 稍有光泽, 韧性中等, 干强度中等, 未揭穿, 中等压缩性, 工程性能一般。	> 6.5	140

合工程施工经验, 从以下几个方面对产生断裂(裂缝)原因进行分析:

2.1 桩身制作或运输引起的桩身裂纹或裂缝

因管桩的制作、起吊、运输、场区内短驳原因产生桩身断裂或裂缝, 在工程施工中屡见不鲜。由于本工程施工正逢雨季, 场区内道路不好, 加之夜间施工, 因此桩在制作过程中可能产生的裂缝, 或在起吊、运输、堆放、吊运过程中产生裂纹或裂缝, 但未被及时发现。

如 C 类桩中的 172#, 428# 工程桩小应变资料显示, 桩身缺陷在桩顶部下 3.7 m, 2.3 m 处, 属于桩身断裂, 详见图 1; B 类桩中 339#, 465# 工程桩低应变资料显示, 桩身缺陷在桩顶部下 1.6 m 处, 详见图 2, 属于桩身裂缝。产生这些缺

陷可能与上述因素有关, 但不排除 2.3 所述的施工因素的影响。

2.2 地质原因不详引起的桩身断裂或裂缝

桩入土后, 遇到大块的坚硬的障碍物或孤

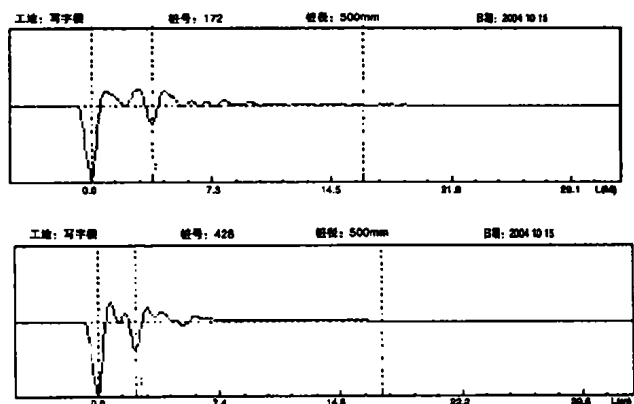


图 1 172#, 428# 工程桩小应变曲线

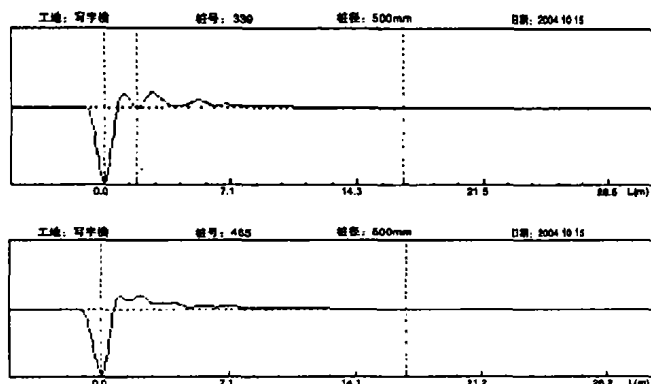


图2 339°, 465°工程桩小应变曲线

石等不良地质,把桩尖挤向一边,将桩身挤断。

2.3 施工因素的影响引起桩身断裂或裂缝

根据有关的桩基施工实际经验和资料分析,因施工因素造成桩身断桩或裂缝的因素主要有:

(1) 桩身入土不垂直,沉入地下一定深度后,再用移机架方法校正,使桩身产生折断。

(2) 桩在沉入过程中发生弯曲或倾斜。

(3) 两节桩或多节桩施工时,相接的两节桩不在同一轴线上,在接桩处产生曲折,压入时接桩处局部产生集中应力破坏连接。

(4) 群桩的挤土效应。对软土地基施工较密集的群桩时,当桩大面积入土时,土中的空隙水压力增加,势必导致土的侧向位移和土的隆起。土的侧向位移引起先沉入桩的明显偏位和倾斜,倾斜过大,将导致桩身断裂或裂缝;另外土的隆起将导致桩身接头断开并引起悬桩,形成断桩。

(5) 桩身接头处开裂。主要原因有:①连接处表面没有清理干净,留有杂质、雨水、油污;②采用焊接时,连接件不平,有较大的间隙,造成焊接不牢;③焊接质量不好,焊缝不连续、不饱满,焊缝中有夹渣等。

(6) 桩架自重较大,地面承载力低,桩机移动时造成桩机沉陷,失稳,导致正在施工的桩折断,或使邻桩挤(推)断。

如本工程C类桩中的476°,481°,345°工程桩小应变检测资料显示,桩身缺陷在桩顶部下5.0 m处,显然属于桩身接头开裂,极可能是由焊接质量问题导致桩接头断裂,详见图3、图4。检测资料显示,B类桩中大部分桩身缺陷在

桩顶下1.5~4.5 m之间,如图2。这一方面,可能与场地因素有关,因为场地属于回填土,施工时正逢雨季,桩机沉陷,桩周土挤压桩身,使桩顶部产生侧向位移,挤断桩身;另一方面,与群桩的挤土效应有关。

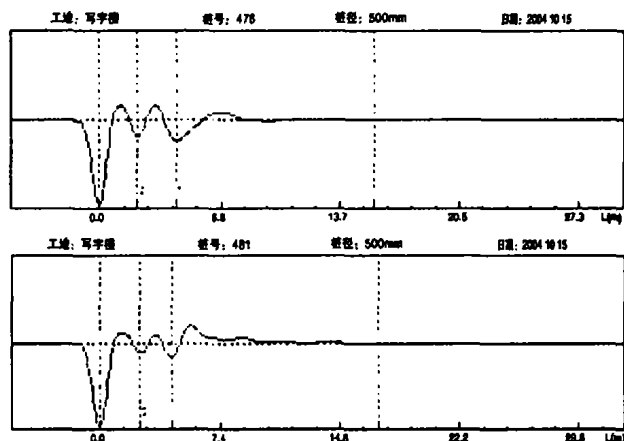


图3 476°, 481°工程桩小应变曲线

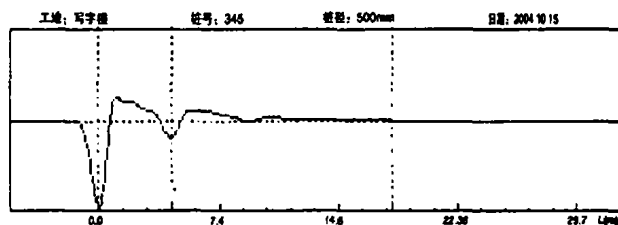


图4 345°工程桩小应变曲线

2.4 基坑开挖不当导致桩身断裂或裂缝

预应力管桩主要承受竖向荷载,当承受水平荷载或位移时容易造成桩身断裂或裂缝。本工程土体开挖御荷,导致桩侧土的侧向位移变大;另外没有分层均匀开挖,天下雨局部挖深后,中途停挖,造成土体位移加剧,使桩顶位移加剧,容易使桩产生折断。在工程实践中,由于施工机械将桩身碰断或开挖顺序、方式不当产生桩周土体的侧向位移过大挤断(裂)桩身的事例屡见不鲜。

3 断桩(裂缝)的质量控制

针对以上情况,可从施工前的准备、施工过程中和基坑开挖三个阶段着手进行质量控制,防止断桩(裂缝)的产生。

3.1 施工前准备阶段的质量控制

施工前准备阶段的质量控制主要把好“三关”,即管桩的进场检查验收关,地质情况熟悉

关,沉桩顺序确定关。

3.1.1 管桩的进场检查验收

预应力管桩的规格、质量必须符合设计要求和施工规范的规定,并应有出厂合格证明,进场后必须对进场的材料进行复查验收,不符合要求的不得使用;桩在堆放、吊运过程中,应严格按照《建筑桩基技术规范》有关要求执行,发现桩开裂超过有关验收规定时不得使用;桩龄期和强度达不到设计要求时不得使用。

3.1.2 熟悉工程地质报告

在建筑物旧址或杂填土区施工时,应预先进行钎探,并将在桩位置探明的旧基础、石块等障碍物清除或采取其它矗立措施,必要时对每个桩位用钎探了解。

3.1.3 确定沉桩顺序

沉桩顺序的确定主要根据场地的地形、地质、桩基的设计布局密集程度以及桩机移动方便等因素来决定。沉桩顺序的确定主要参照以下几个原则:

(1) 建筑面积较大、桩数较多时,可将基桩分为数段,沉桩在各段范围内分别进行。

(2) 对多桩台,应避免自外向内或从周边向中心进行,应由中央向两边或从中心向外进行。

(3) 在施工时,应避免沿单一方向进行,以免土体向一边挤压,造成挤密程度不均。

(4) 若管桩较密集,且一侧靠近建筑物时,应从毗邻建筑物的一侧开始,由近向远进行施工。

3.2 施工过程中的质量控制

施工过程中的质量控制主要把好“四关”,即桩身的垂直度关、接桩质量关,桩身挤土效应关、桩机沉陷失稳关。

3.2.1 桩身垂直度质量控制

桩身垂直度控制方法主要有:(1)第一节管桩起吊就位插入地面的垂直度偏差不得大于0.5%桩长,并宜用经纬仪进行校正,保证桩入土垂直,必要时,拔出重插。(2)若在施工过程中发现桩不垂直,应及时纠正。(3)桩沉入一定深度发生严重倾斜时,不宜采用移机架方法来校正。

3.2.2 接桩质量控制

焊接法接桩时为保证接桩质量,必须注意以

下几点:(1)预埋铁件表面应清洁,对连接部位的杂质、油污、雨水等必须清理干净,保证连接部件清洁。(2)检查连接部件是否牢固、平整和符合设计要求,如有问题,必须进行修正。(3)接桩时,两节桩应在同一轴线上,上下桩的中心线偏差不大于2 mm,节点弯曲矢量不得大于1‰桩长。(4)上下桩节间的缝隙应用铁垫片垫密焊牢,焊接时应采取措施对称施焊,以减少焊缝变形引起节点弯曲。(5)焊缝应连续、饱满。接桩处的焊缝自然冷却时间不宜少于8 min。

3.2.3 桩身挤土效应控制

桩身挤土效应控制方法主要有:(1)合理安排打桩顺序。(2)控制沉桩速率。每天沉入桩数越多,超空隙水压力愈大,土的扰动愈严重,土的向上负摩阻力越大,如不加控制,会造成土体的较大侧向位移和隆起,造成桩的挤断和上浮。(3)设置砂井排水。在饱和软土中沉桩时会产生很大的超空隙水压力,砂井的作用是促使空隙水压力很快消散。(4)原位预钻孔取土。原位预钻孔取土可以减轻桩的挤土效应,通常钻孔直径比沉入桩直径小50~100 mm。

3.2.4 桩机沉陷失稳的预防

(1)施工时,一般要求场地碾压平整,地基承载力一般不宜低于100 KPa,以保证桩机的移动稳定,不倾斜。(2)雨季施工时,采取有效的防水和排水措施,防止施工场地内积水。(3)若以上方法仍然不能满足施工要求时,可采用铺设路基箱板的方法,工程施工中经常采用这种方法。

3.3 基坑开挖阶段的质量控制

基坑开挖时,可以根据桩的分布密度选择不同型号的挖机,或采用人工机械挖土相结合的办法,但机械挖土设备不得碰及桩身。对于深基坑,应采取分层均匀对称开挖,及时去除桩间余土,及时运土,尽量减少桩侧土的侧向位移,严禁过度猛挖和将土堆在基坑边缘。

4 结束语

预应力管桩以其桩身质量可靠、适应性强、造价经济等优点, (下转第80页)

降观测、周边建筑结构裂缝的观察等,通过随时
的观测观察,及时将信息反馈于工程,结合施工
组织做好及时而有效的处理,才能更好地指导
工程顺利进行。

本工程在土方开挖前就安设好跟踪观测
点,并对基准数据做好测定、记录。

对支护的观测点设置,南侧为重点观测部
位,共设置 3 个点,北侧考虑材料堆放及坑边附
近有一塔吊,也设置了 3 个点,测点布置见图
3。

支护工程工期一个月,地下室底板浇筑半
个月,历时 50 天,期间在挖土至 - 3.05 m、挖土
8 m 宽,标高至基底、挖土结束和底板砼完成四
个阶段对支护进行了观测。



图 3 位移观测点布置图

通过对支护结构变形量的监测和及时的信
息反馈,起到指导后续工作,确保暴露期间老房
及施工安全。

6 结语

本工程在采用了常用的“深层搅拌桩”进行
基坑壁支护的同时,针对南裙房基础薄弱,距基
坑太近的特点,结合使用了深层搅拌桩、套壳料
注浆、锚杆、钻孔灌注桩四种工艺对其支护,这
是一项设计与施工均成功的工程,可以在类似
场地和施工条件下推广使用。

参考文献:

- [1] 杭州土木建筑学会. 深基坑支护工程实例 [M]. 北京: 中国
建筑工业出版社, 1996.
- [2] 刘景政, 杨素春. 地基处理与实例分析 [M]. 北京: 中国
建筑工业出版社, 1998.
- [3] 刘建航, 侯学渊. 基坑工程手册 [M]. 北京: 中国建筑工
业出版社, 1997.
- [4] 余志成, 施文华. 深基坑支护设计与施工 [M]. 北京: 中
国建筑工业出版社, 2000.
- [5] JGJ120-99, 建筑基坑支护技术规程 [S].

作者简介: 陆迅 (1975-), 男, 江苏南通人, 南通大
学附属医院, 助理工程师, 主要从事建筑工程管理。

(上接第 76 页)

已被大量采用。本文虽然对断桩(裂缝)产生的
常见原因进行了分析并提出了一些质量控制措
施,但是工程中的不确定因素还很多,仍然会出
现断桩(裂缝)的质量问题。因此,如何减少预应
力管桩(裂缝)质量缺陷,切实提高工程质量,还
有待于我们进一步研究探索。

参考文献:

- [1] JGJ94-94. 建筑桩基技术规范 [S].
- [2] GBT-89. 建筑地基基础设计规范 [S].
- [3] 李雪超, 瞿启忠等. 超高强预应力混凝土管桩 (PHC 桩)
施工技术 [J]. 建筑技术, 2000(3): 164-165.
- [4] 顾昭伟. 在“软硬突变”场地上 PHC 管桩施工事故原因
及启示 [J]. 建筑技术, 2000(4): 251-252.

作者简介: 陆 俊 (1971-), 男, 江苏盐城人, 工程
师, 主要从事岩土工程施工方面的研究。