

静压管桩偏位、开裂问题处理浅析

陈天虹¹, 谢狄敏², 张成龙³

(1. 浙江科技学院 建筑工程学院, 杭州 310023; 2. 杭州广播电视大学 城市建设学院, 杭州 310012;
3. 浙江金瑞建筑设计有限公司, 杭州 310003)

摘 要: 针对一般预应力混凝土管桩施工中常见的偏位、开裂等质量通病, 结合某桩基工程中存在的类似问题, 分析管桩出现偏位、开裂的原因主要有定位放样有误、压桩速率过快、基坑开挖方法欠妥等, 提出了处理问题的三种方法: 整体牵引纠偏复位、局部混凝土芯桩补强和承台地梁加强, 检测调整后部分基桩的承载力, 结果证明达到了预期的处理效果。

关键词: 管桩偏位; 管桩开裂; 原因分析; 处理方法; 预期效果

中图分类号: TU473

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2006)02-0103-04

Analysis of Handling with the Deviation and Cracking of Pipe Pile Under Static Pressure

CHEN Tian-hong¹, XIE Di-min², ZHANG Cheng-long³

(1. School of Architecture and Civil Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China;
2. College of Urban Construction, Hangzhou Radio & TV University, Hangzhou 310012, China;
3. Zhejiang Jinrui Architecture & Design Co., Ltd., Hangzhou 310003, China)

Abstract: Since the deviation and cracking of prestressed concrete pipe pile are the typical problems existing in the course of construction, this article analyzes the causes of such problems combining with engineering practices, such as the error during the orientation, the excessive velocity of putting down the pile, improper method of pit-digging and so on, and then puts forward three methods for handling these problems. At last, after checking the bearing capacity of some piles, it indicates that these methods can achieve expectant effects.

Key words: deviation of pipe pile; cracking of pipe pile; causes analysis; treatment methods; expectant effect

预应力混凝土管桩偏位、开裂的质量通病在实际工程中经常会碰到, 全面仔细地分析病理桩产生的原因、提出合理可行的补救措施是解决问题的关

键。在许多情况下常常是定位放样有误、压桩速率过快、基坑开挖方法欠妥等看似细小问题的处理没有引起各方面的足够重视所引起的麻烦。本文以某

桩基工程为例,分析桩体发生偏位、开裂的原因,提出处理问题的方法,并取得预期效果。

1 工程概况

某综合楼:框架结构,地上 5 层,地下 1 层,室内外高差 3.000 m,自然放坡,单柱最大轴力设计值

$N_{max}=5\ 600\text{ kN}$ 。采用柱下单桩或多桩承台、先张法预应力混凝土管桩^[1],开口桩端进入持力层(砾砂层)深度不小于 1.5 m,平均有效桩长 $L\approx 43\text{ m}$,单桩承载力特征值 $R=1\ 900\text{ kN}$ (500 管径)、 $R=2\ 500\text{ kN}$ (600 管径)。

工程的地质概况详见表 1。

表 1 工程地质概况

层号	土层	层厚/m	天然重度 $\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	含水率 $\omega/\%$	孔隙比 e	塑性指数 I_p	液性指数 IL	q_{sik}/q_{pk} /kPa
1	杂填土	0.30~1.90						
2	粉质黏土	0.00~2.20	18.5	32.69	0.954	15.0	0.81	10
3	淤泥质黏土	0.00~8.30	17.3	49.19	1.376	18.8	1.30	7
4	粉质黏土(局部缺失)	0.00~13.10	19.1	28.15	0.838	15.1	0.43	24
5	淤泥质粉质黏土	3.30~8.90	18.1	35.83	1.041	13.2	1.20	11
6-1	粉质黏土	8.70~15.50	19.1	27.12	0.816	15.6	0.34	32/1 300
6-2	粉砂	1.00~3.30	18.9	25.80	0.792			30/1 300
6-3	黏土	2.50~6.70	18.9	35.27	0.964	19.4	0.58	22
7	粉质黏土	1.80~6.90	19.1	26.32	0.807	11.9	0.65	20
8-1	粉砂	1.20~5.40	19.7	19.03	0.672			28/1 500
8-2	砾砂	4.00~11.50						46/2 600

工程桩施工完成后,进行基坑开挖;开挖至结构设计标高后按照文献[1]要求进行桩顶处理并浇筑混凝土垫层,接着进行工程桩的控制检测。采用高应变法^[2]检测基桩的竖向承载力,测试结果满足要

求;采用低应变法^[2]检测基桩的桩体完整性,测试结果详见表 2。共测基桩 55 根,其中 I 类桩 39 根,II 类桩 7 根,III 类桩 9 根,桩顶偏移和桩身开裂是判别基桩为 II 类桩、III 类桩的主要依据。

表 2 部分基桩低应变检测结果

桩号	桩径 /mm	桩身完整性评价	质量 等级	桩号	桩径 /mm	桩身完整性评价	质量 等级
6	600	4.0 m 左右局部裂	II	14	600	西移 520 mm,4.0 m 左右局部裂或接桩不良	III
18	600	3.0 m 左右局部裂或接桩不良	II	15	500	西移 500 mm,3.0 m 左右局部裂或接桩不良	III
24	600	5.0 m 左右局部裂或接桩不良	II	16	600	西移 560 mm,4.0 m 左右局部裂或接桩不良	III
27	600	4.0 m 左右局部裂	II	17	600	西移 510 mm,4.0 m 左右局部裂或接桩不良	III
47	600	4.0 m 左右局部裂或接桩不良	II	22	600	4.0 m 左右断裂或接桩脱开	III
61	500	3.0 m 左右局部裂	II	43	600	5.0 m 左右断裂或接桩脱开	III
74	500	5.0 m 左右局部裂或接桩不良	II	54	500	南移 830 mm,桩身完整	III
				55	600	南移 890 mm,桩身完整	III
				56	600	南移 850 mm,桩身完整	III

注:所示缺陷位置均从动测时桩顶起算

2 现场调查及原因分析

2.1 检查原始记录

根据施工日记和监理记录,可以明确判定 54#、55#、56# 桩的桩顶偏位为定位放样失误引起,另外施工时所有桩的接桩偏差和桩体垂直度等均符合 JGJ 94—94 建筑桩基技术规范的要求。

2.2 检查施工方法

成桩工艺记录(成桩速率、桩长、最后贯入度等)

基本满足工程试桩时各方会签时所提出的成桩要求,但压桩速率偏快;另外,为赶工期 3 台桩机同时施工,尽管采用由中间往两侧分开施工、之字形后退的作业方法,但中间部分土体隆起现象仍十分严重,挤土效应是导致本工程部分桩体偏位与开裂的原因之一。

2.3 检查基坑开挖情况

基坑开挖过早,成桩过程中迅速增长的超空隙水压力在基坑开挖前还没有及时得到消散,因此当

一部分土体被挖除后,地基中的应力将失去原有的平衡,在超空隙水压力的作用下土体产生局部移位隆起^[3]。另外,在基坑开挖的过程中,运送挖出土方的车辆在未开挖的基坑或部分已开挖的基坑上行驶,违反了 GB 502002—2002 建筑地基基础施工质量验收规范^[4]的施工要求,碾压的结果加速了桩体局部侧向土压力的增大。因此,基坑开挖过早和开挖方法不当是导致本工程部分桩体偏位与开裂的又一主要原因。

2.4 确定桩体偏位形式

两侧土压力的不同导致桩体偏位,可能发生的偏位形式详见图 1,实际工程中桩体的偏位是上述三种情形的有机组合,当桩顶位移过大时,桩体会在薄弱处开裂。本工程桩体开裂发生在 3~5 m 处,主要与桩侧土层性质变化有关(由较软的淤泥质黏土层过渡为较硬的粉质黏土层)。很明显,只要桩体发生图 1b、图 1c 所示两种形式的变位,当桩顶受到竖向力作用(或竖向力与水平力的共同作用)时,二阶弯矩作用效应将使桩体偏位增加、桩体产生开裂或开裂加重直至破坏,因此,必须对此类桩基进行处理。

由于现有的检测设备和技术还无法测定桩体偏位中图 1 所示三者各自占有的比例,只能通过定性分析桩体产生偏位的原因,来确定偏位的主要形式。本工程中导致桩体偏位、开裂的主要原因为基坑开挖过早和开挖方法不当,因此,桩偏位的主要形式是图 1b 和图 1c 所示的组合,且以图 1c 所示的为主。

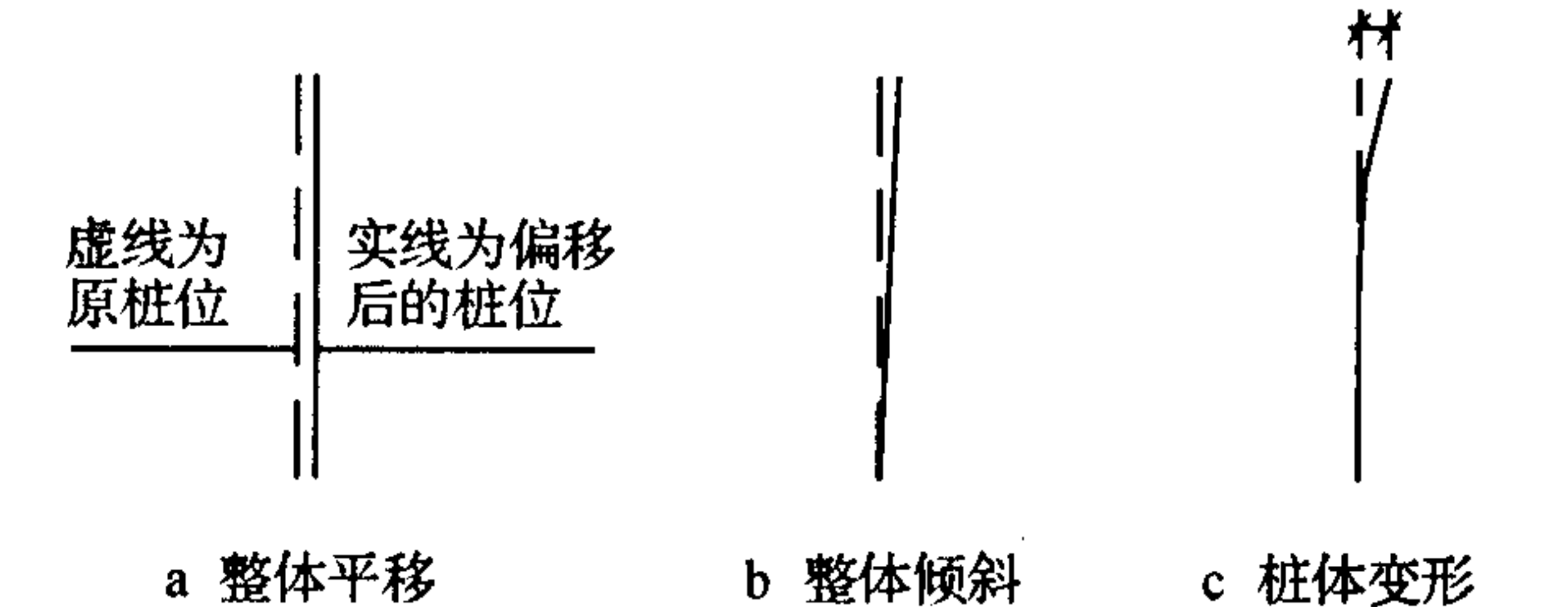


图 1 桩偏位示意图

3 处理方法

3.1 低应变检测

由于不合格桩占检测桩总数的 29%,其中Ⅲ类桩为 16%,必须对本工程所有基桩均进行低应变检测。

3.2 综合补强

补桩、开挖接桩、打锚杆静压桩或改变基础形式等都是常用的桩基问题处理方法,但本工程的实际情况是打桩机械已经撤走、现场基槽已经开

挖、桩头已经全部凿掉、基础垫层已经施工完毕,而且甲方对工期要求较紧、造价控制较严。因此,根据问题桩的缺陷特点和受力情况,最后确定采用纠偏、补强与承台地梁调整相结合的方法进行综合处理,详见表 3。

表 3 基桩处理方法

序号	缺陷形式	处理方法	备注
1	放样引起的偏位桩	承台地梁调整	
2	挤压引起的偏位桩	纠偏处理—基桩低应变测试—对开裂桩体作补强处理—承台地梁调整	桩体开裂可以是原土体挤压引起,也可以是纠偏处理引起
3	偏位满足要求,仅桩体开裂	作补强处理—承台地梁调整	

3.2.1 偏位桩的纠偏 根据桩体偏位方向,挖除部分素混凝土垫层,打应力释放孔,孔径 $\phi 400$ mm 左右,深度控制在 3~5 m;安装反力支点,架设施力工具^[5],用卷扬机施加水平力(水平力作用点在桩头以下 50 mm 为宜)。控制施力速度和大小(本工程复位速度在 10~15 mm/min),桩体扶正后施加的水平力须恒定一段时间(本工程控制在 4 h 以上),以便土体应力得到充分释放;用砂或碎石将扶正后形成的空隙填满,必要时浇混凝土契或采用桩侧注浆法加固固定,以减少桩体回弹;撤除施加的水平力。详见图 2。

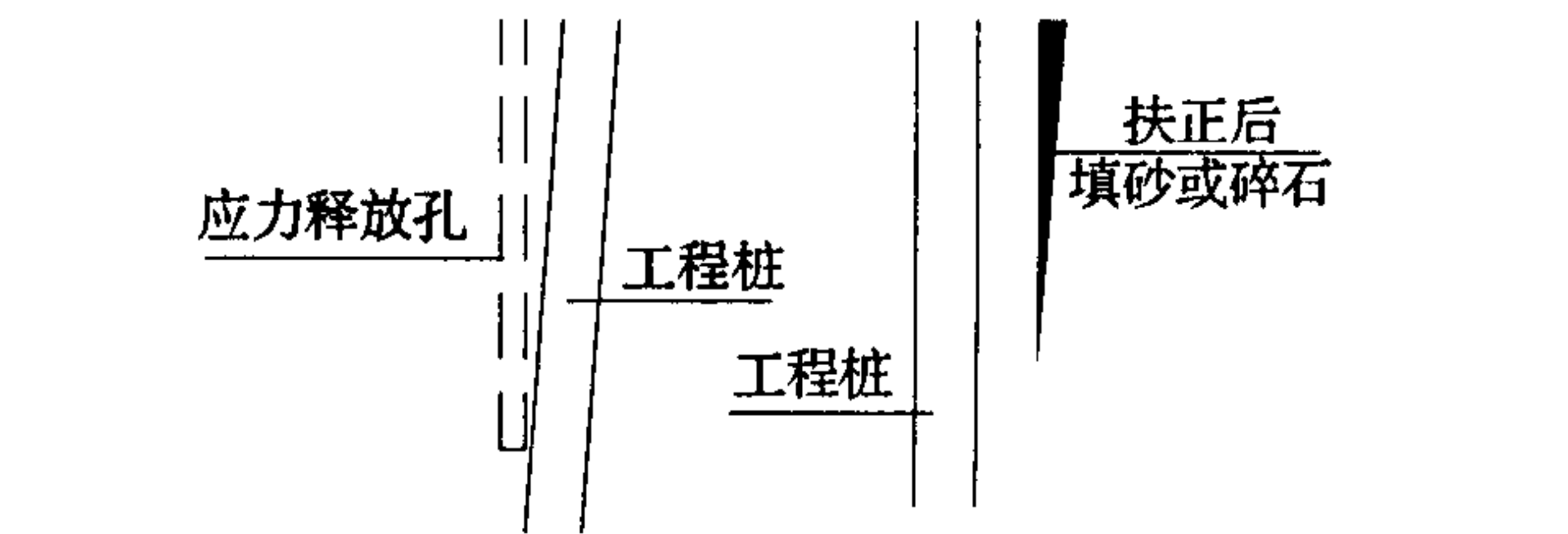


图 2 偏位桩纠偏示意图

3.2.2 开裂桩的补强 根据低应变检测资料提供的裂缝位置,确定钢筋笼长度,绑扎钢筋笼;下放钢筋笼;浇筑混凝土(掺适量膨胀剂,由实验室调整配合比,控制混凝土硬化的干缩变形量接近于微膨胀量)。如桩芯内有土塞,则用高压水冲洗,但在浇注混凝土前必须把水抽干,清理掉浮土。详见图 3。

基桩作为结构主体的一部分,必须满足安全性、适用性和耐久性的设计要求,与完好基桩相比,开裂桩按照上述方法处理后其安全性与耐久性将有所改变。

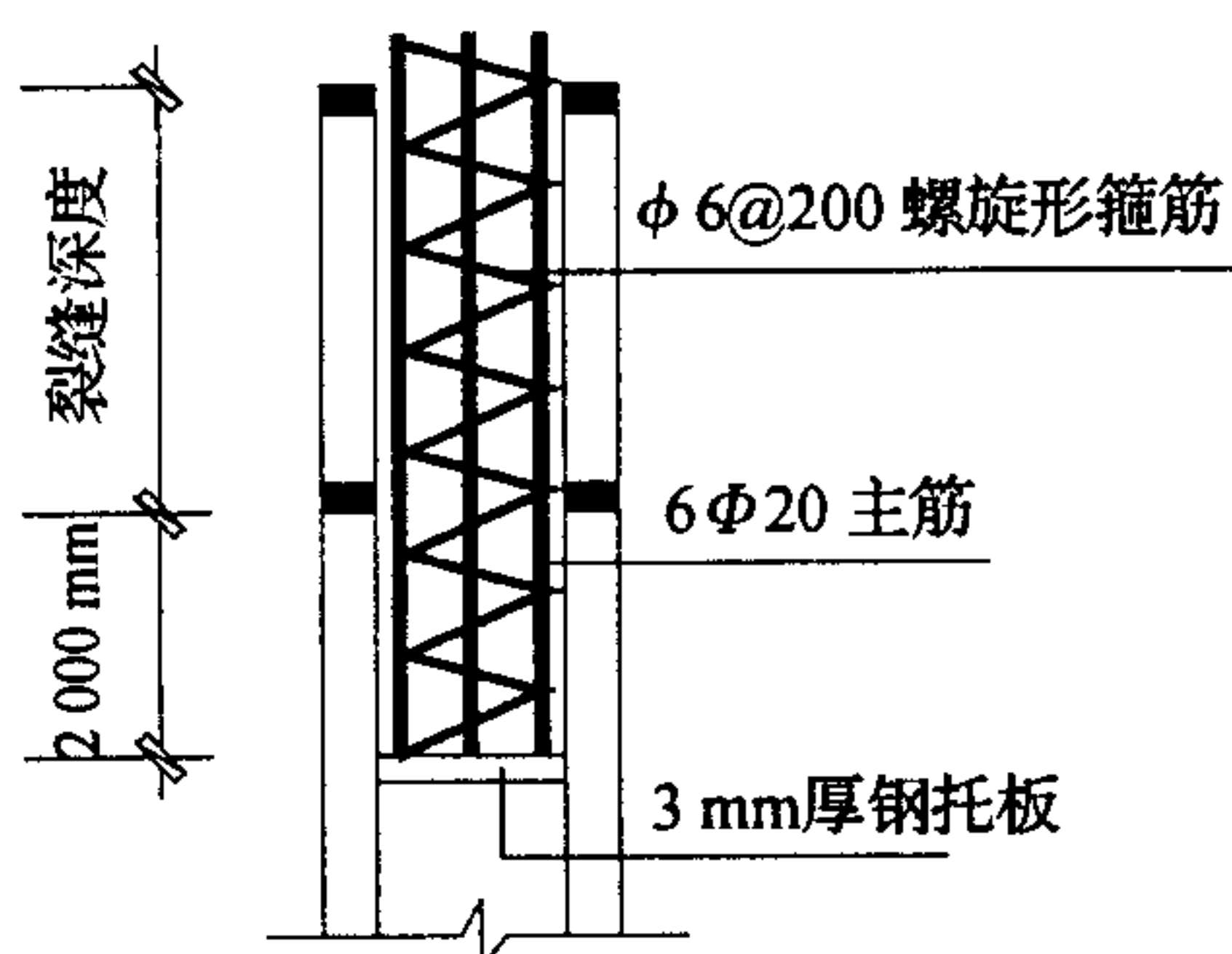


图 3 开裂桩补强示意图

3.2.2.1 安全性分析与对策 安全性分析涉及到桩承载力的理论计算均与桩体的有效截面(未开裂部分桩体面积)有关^[6],而目前的检测设备和技术还无法精确地测定桩体裂缝的具体开展情况,因此要进行承载力的定量计算存在困难,对于桩体来说裂缝的存在,将降低其承载力。但桩体按照图示方法补强以后,补强部分的桩体与混凝土芯组成整体将协同工作,混凝土芯与管桩内侧壁间的摩擦力将提高桩的竖向抗压(或抗拉)承载力,混凝土芯桩的抗剪承载力将补偿桩体由于开裂而削弱的水平承载力。

对策:抗压方面,用高应变检测检查,补强以后的桩体竖向承载力必须满足设计要求。抗拉方面,在二层楼面混凝土浇筑完成、地下室基坑周边部分填土分层夯实后,才能取消原基础施工时地下水的降水设施,确保基桩不受拉力作用。抗剪方面,一方面有利因素较多,多层建筑总体水平力不大、地下室侧壁的摩擦力和土体的逆向推力、地下室底板与桩间土的摩阻力、混凝土芯的抗剪承载力补偿作用等;另一方面,桩帽与基础承台整体浇筑,具有较强的嵌固作用;桩帽标高处设置在纵横方向设置的基础地梁具有调节分配桩顶水平力和弯矩的能力;因此,根据实际经验,基桩的抗剪能力能够满足设计要求。

3.2.2.2 耐久性分析 水平裂缝在压力作用下始终处于闭合状态,但水平裂缝的存在对外侧混凝土的炭化、钢筋的锈蚀将产生不利影响。当桩体按照图 3 方法补强以后,混凝土芯与管桩内侧壁间紧密接触,在一定程度上将延缓内侧混凝土的炭化、钢筋的锈蚀。

3.2.3 承台地梁调整 调整问题桩所在承台、地梁布置,改变部分荷载的传递途径;加大截面设计,提高基础刚度,增加基础调整不均匀沉降的能力;在问题桩所在柱均设沉降观测点、所在承台上预留锚杆静压桩孔,根据沉降反馈信息,如发现沉降速

率过大,即对该柱下承台进行锚杆静压桩的施工,再次加固^[7]。

4 处理结果

对经过处理的每个工程桩再次进行基桩低应变测试,桩顶偏位均能满足规范要求,也没有发现新的裂缝出现;根据原动测结果,选取桩身缺陷比较严重的 3 个基桩做高应变检测,竖向承载力均能满足设计要求,说明本工程对基桩偏位的处理是成功的,测试结果详见表 3。

表 3 部分桩高应变检测结果

桩号	桩径/mm	单桩竖向 极限承载力/kN	桩身完整性 评价	桩身质 量等级	附注
15	500	4 190	3.0 m 左右 局部裂	Ⅱ	纠偏处理后 芯桩加强
17	600	5 210	4.0 m 左右 局部裂	Ⅱ	纠偏处理后 芯桩加强
43	600	4 985	5.0 m 左右 局部裂	Ⅱ	芯桩加强

5 结 语

加强施工管理、遵守施工规程、严格施工监理等,都可以从源头上提高预应力混凝土管桩的施工质量,减少或杜绝桩体偏位、开裂等质量通病的发生。本文介绍的纠偏、局部混凝土芯桩补强与承台地梁调整相结合的综合处理方法,对处理已经发生的桩体质量通病,可操作性强,具有一定的实用价值。

参考文献:

- [1] 99 浙 G22 先张法预应力混凝土管桩[S]. 杭州:浙江省标准站.
- [2] JGJ 106—2003 建筑基桩检测技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社.
- [3] 叶建. 软土地基中工程桩偏位的控制[J]. 浙江科技学院学报, 2005, 17(2): 109-113.
- [4] GB 50202—2002 建筑地基基础施工质量验收规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社.
- [5] 陈海斌. 预应力管桩的纠偏[J]. 浙江建筑, 2005(3): 30-31.
- [6] JGJ 94—94 建筑桩基技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社.
- [7] JGJ 123—2000 既有建筑地基基础加固技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社.