

夯扩桩倾斜事故的分析与处理实例

Analysis and Treatment of Inclination Failure of Bottom Expansively Ramming Pile

何星光 He Xingguang

(中建国际(深圳)设计顾问有限公司 518026)

(China Construction International (shenzhen) Design Advisory Co., Ltd., Shenzhen 518026)

摘要 夯扩桩在基坑开挖中若施工不当,易造成桩体倾斜偏移,甚至发生裂缝或断裂的严重后果。以深圳某工程为例,分析其发生桩倾斜事故的原因,制定出相应的补救措施。

关键词 夯扩桩 倾斜 偏移

Abstract In the open out of foundation Pit, the improper construction may create inclination and deviation of botton expansively ramming pile, even resulting in serious consequences of cracking and splitting. With example of a Shenzhen project, the causes of pile inclination were analyzed. Relevant remedy measures were taken achieving better effects.

Key words botton expansively ramming pile; inclination; deviation

夯扩桩是在沉管灌注桩基础上改进而成,将沉管灌注桩方法与桩端扩底相结合,充分发挥桩端效果,提高承载力。相比预制桩,普通沉管灌注桩,夯扩桩综合经济效益好,近年来在深圳地区建筑中广泛应用。但夯扩桩在施工中也有一些问题需要注意,例如在开挖过程中,如果施工方法不当,易造成桩体倾斜偏移,甚至造成桩体发生裂缝或断裂。在深圳地区,类似事故屡屡发生,危害十分严重,本文通过深圳某工程实例,对事故原因及处理措施进行初步分析和探讨。

1 工程概况

深圳某商住楼,占地 6420m²,建筑面积为 38000m²,局部设地下室,地上八层,其中裙房一、二层为商业,三至八层为住宅,结构形式为框架结构。

本工程地处深圳市福田区,紧靠海边,场地地层从上至下依次可分为:

(1) 人工填土层:上层为素填土,厚度 1.9~2.6m;下层为淤泥质粉质粘土,厚度 1.5~2.3m 流塑状。

(2) 第四系坡积层:砂质粉质粘土,可塑至硬塑,厚度 3.6~6.7m,土质较差,

(3) 第四系残积层:砂质粉质粘土,可塑至硬

塑,厚度 9.4~15.4m,土质良好。

(4) 石炭系变质岩层:强风化轻变质岩层,该层未钻穿。

地下水水位较高,仅低于自然地面 1.4m 左右。

根据本工程的地质情况,设计选用夯扩桩,桩径 377mm,扩大头直径要求大于 550mm,持力层选为第四系残积层,单桩设计承载力标准值为 600kN。

打桩完成后,地下室部分桩顶位于自然地面以下 3m 左右,非地下室部分桩顶位于自然地面以下 1.5m 左右。

2 事故原因分析

2001 年 5 月 14 日开挖基坑,到 5 月 16 日早上,地下室部分土方基本挖运完毕,非地下室部分完成 30%,此时监理发现:场地内暴露出的桩绝大多数倾斜,建设单位立即召集监理、施工、设计、勘察等单位召开现场会,并对事故桩做了拍照和测量。已暴露的 242 根桩,发生倾斜的有 216 根,经对桩位的复核,发现偏移量在 70~200mm 的桩有 116 根,偏移量在 200~400mm 的有 66 根,偏移量在 400~500mm 的

何星光,1991 年毕业于哈尔滨建筑工程学院工业与民用建筑专业,1999 年 9 月攻读清华大学建筑经营与管理专业在职研究生。

桩有18根,偏移量超过500mm的有17根,最大偏移量达到986mm。从现场情况看,桩的倾斜有规律性,全部向北侧倾斜,而最北侧面两排桩几乎没有倾斜。

为了查明工程事故原因,建设单位还邀请了深圳市福田区建设工程质量监督检验站参加事故原因分析会。通过现场观察及对挖土施工方法的分析,最后确认:事故原因是错误的挖土方法所造成。

挖土方法采用履带式反铲挖掘机,从北侧地下室部分开挖,一次挖深达3.5m,然后逐步向南推进。在挖开第一条沟之后,由于部分土体挖除,地基土中的应力失去原有的平衡,首先是沿沟顶边缘产生平行于沟的微裂缝。由于在挖土过程中,沟顶有挖土机、运土的汽车来回运动,这些重达几十吨的机械对土体的扰动作用十分巨大,再加上本工程地下水位很高,土体中含水量很高,超空隙水压力的存在,使得土体抗剪强度降低,侧向压力增大,这些因素却会使沟顶边的微裂缝扩大,逐渐形成贯通裂缝,以后沿主裂缝弧形切面向沟内侧滑移(图1),在土体推力作用下,会使桩体倾斜,桩顶偏移。

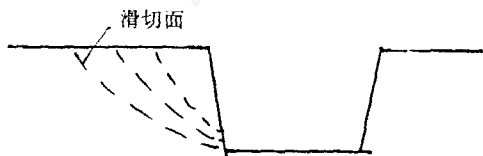


图1 开挖过程中形成的滑切面

为了证实这一点,我们选择了两种桩进行比较,一种是基坑边缘尚未暴露的桩,根据推测,这种桩正在承受土的推力,正在倾斜;另一种是最南侧尚未开挖的桩,这种桩远离坑边,基本不受挖土的影响,应该保持打桩完成的状况。通过挖出的这两种桩的比较,与我们的推断完全符合。另外,从坑底不断扩大的平行于坑的裂缝,也进一步证实了我们的推断。

3 事故处理措施

3.1 检测桩的可利用能力

为了进一步了解发生偏移后桩的承载能力,选取桩数量的25%做动测(小应变)测试,选取三根有代表性的桩做静荷载试验。

(1)动测试验结果表明:倾斜最严重的35根桩,距桩顶约3m左右均有裂缝存在;倾斜不太严重

的桩,也选取了13根做动测试验,其中3根结果显示有缺陷,其余无发现异常;对倾斜轻微的选取了5根桩做动测试验,结果显示无异常。

(2)从倾斜最严重、动测显示有缺陷的桩中选取2根做静荷载试验,承载力达不到设计的600kN,其中一根为480kN,一根为520kN;倾斜不太严重、动测显示有缺陷的桩中选取1根,静荷载试验结果能满足设计要求。

为了更全面、准确地了解桩的可利用能力,又选取了20根倾斜较严重的桩做了动测检验,并从中选取2根作静荷载试验。

经质检站、勘察、设计等单位对试验结果仔细研究、反复讨论,最后确定:对于桩顶偏移大于400mm的桩,经纠偏处理后按单桩承载力480kN来考虑;对于桩顶偏移200~400mm之间的桩,经纠偏处理后按单位承载力550kN来考虑;其余偏移超过允许偏差的经纠偏处理后按达到设计要求予以认可。

3.2 几种处理方案的分析比较

(1)按设计单位的要求,须对达不到设计要求的桩进行补打桩。对基本接近设计要求承载力的桩而言采用补桩造成相当大的浪费,如对于三桩承台,设计要求3根桩承载力之和达到1800kN,若补加1根桩,那么该承台的桩承载力之和就为 $550 \times 3 + 600 = 2250$ kN,浪费过大。建设单位不能接受全部补桩的方案。

(2)经设计计算,采用加大承台、加高地梁、增加钢筋等办法进行补强处理。该办法对偏移轻微,承载力下降不太大的桩适用,而对于桩倾斜严重,承载力下降过大的桩,设计单位不同意按此办法处理。

(3)对桩进行纠偏处理。此办法只适用于偏移轻微的桩。

经过建设单位、设计单位、监理单位、勘察单位、质检站、施工单位等各方的反复讨论,对各种方案进行比较论证,从技术和经济等方面综合考虑,形成以下一致意见:

采用几种方案相结合的办法,即对于桩顶偏移大于400mm的桩,为确保工程的安全,须由设计计算进行补桩;对于桩顶偏移200~400mm之间的桩,采取纠偏处理后,再由设计计算,采取适当加大承台、加高地梁、增加配筋,提高基础的整体性,来弥补桩缺陷所造成的承载力损失;对于桩顶偏移超允许偏差的桩,采取纠偏处理。

纠偏方案中特别强调:假如用超(下转第31页)

需振捣。开始灌混凝土时,应先灌入 2~3m³ 混凝土(约 2m 深左右时)将套管搓动后提升 20~30cm,以确定机械上拔力是否满足要求。不能满足时,则应采用吊车辅助起吊。浇灌过程中应确保混凝土高出套管端口不小于 2m,防止上拔过快造成断桩事故。

(6)拔出套管成桩:混凝土浇注 9m 高后拔出一节套管,16m 高时拔出第二节套管,依次直至全部灌注成桩。

6 I 序桩混凝土切割时间控制

II 序桩施工时与两侧 I 序桩咬合厚度一般为 20cm,因此必须对已灌好的 I 序桩进行切割。根据选用的机械性能,在两侧 I 序桩 C30 混凝土初凝前进行切割成孔 II 序桩。

(1) I 序桩施工排列按 A1-1、A1-2、A1-3……,II 序桩施工排列按 A2-1、A2-2……表示,施工作业时间的控制见表 1(均含桩机位移 1h)。

表 1 施工流水阶段成桩控制时间

施工桩序	A1-1	A1-2	A2-1	A1-3	A2-2
单桩施工时间(h)	15	15	18	15	18
累计施工时间(h)	15	30	48	63	81
I 序桩成桩控制时间(h)	81-30=51				

故进入施工流水阶段成桩控制时间约为 51h。

(2) I 序桩混凝土初凝时间确定。施工 II 序桩时,相邻的 I 序桩混凝土保持初凝状态,采用 C30 混凝土掺 ZK-9012 超缓凝型减水剂,初凝时间确定

为 60h,坍落度为 14±2cm,进入流水作业时才能控制相邻桩之间混凝土的咬合。

7 防止管涌的措施

因 I 序桩混凝土是在初凝状态下进行 II 序桩成孔施工,如果抓土成孔底与套管底相对标高相差过小会发生管涌现象,为防止发生管涌,需采取以下措施:

(1) I 序桩混凝土坍落度有效控制在 16±2cm 范围内。

(2)套管应超前孔底 1.5m,即管内取土(抓土)底面与第一节套管底面相对高差大于 1.5m 以上。

(3)如有必要(如遇地下障碍物套管无法超前时)可向套管内注入一定量的水,使其保持一定的反压来平衡 I 序桩混凝土的压力,阻止管涌的发生。

(4) II 序桩成孔过程中应注意观察相邻两侧 I 序桩混凝土顶面,如发现 I 序桩混凝土下陷应立即停止 II 序桩开挖,并一边将套管尽量下压。一边向 II 序桩内填混凝土或注水,直到完全制止住管涌为止。

8 遇障碍物的处理

套管钻机施工过程中如遇地下障碍物处理起来都比较困难,特别是施工钻孔咬合桩还要受时间的限制,因此采用钻孔咬合桩施工前必须对地质情况十分清楚。当遇到障碍物时,先抽干套管内积水,然后用十字冲锤把障碍物冲击碎,再用抓斗取出孔外,有时也可用吊笼下人去清理作业。

(收稿日期:2003-07-20)

(上接第 28 页)过某一定值的水平推力强制倾斜管桩复位,可能会引起桩身断裂,造成对桩新的破坏。所以应安装水平型钢支架和小吨位油压千斤顶,采取逐级加载水平力,使桩慢慢复位。

通过处理,桩达到了设计要求,能满足结构安全要求。该工程已于 2002 年 10 月 1 日通过验收,并交付使用。跟踪其沉降观测,完全达到要求,证实该事故处理措施可行,效果良好。

4 结语

该事故造成的直接经济损失包括补桩费用、纠偏费用、加大承台等增加费用、反复检测费用等总计达 110 万左右。该事故还造成延误工期达两个月之久。

从事故产生的原因分析,施工单位无疑是“肇

事者”。如果能够分层、分段对称均衡开挖,使土压力、空隙水压力得到均衡释放,也便于及时了解和控制基坑状况。一旦发现问题,也能够及时采取应急措施,不至于产生桩整体倾斜的严重事故。但仔细分析一下,难道监理,建设单位就没有责任了吗?如果各方能够在施工前认真熟悉地质报告,认真审核土方施工方案,制定出严谨周密的施工方案,如果能够在挖土过程中监控到位,及时发现问题,也不至于到了快挖完了才发现,造成了严重的损失。

夯扩桩、灌注桩及预制桩等都有因基坑开挖不当造成倾斜的例子,所以施工前应全面透彻了解地质情况,并制定严谨周密的施工方案,施工中各方要加强监控,确保工程顺利进行。

(收稿日期:2003-08-01)