

昆明新南亚风情园静压桩浮桩原因及复压法处理技术

李志江

(云南国土建设工程总公司昆明分公司,云南 昆明 650102)

摘 要:昆明新南亚风情园基础设计为静压预制管桩,试桩承载力等参数满足设计要求,但工程桩施工完毕,进行检测时发现浮桩。通过分析浮桩的原因,采取复压处理方案,各项参数符合设计要求。总结了静压桩施工和浮桩处理的经验和体会。

关键词:静压预制管桩;浮桩;挤土效应(应力);超孔隙水压力;承载力;复压

中图分类号:TU473.1+3 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2009)04-0055-04

Cause of Static Pressure Pile Floating and Repressing Treatment/Li Zhi-jiang (Kunming Branch, Yunnan Land Construction Engineering Co., Ltd., Kunming Yunnan 650102, China)

Abstract: The foundation of Nanyafengqing Garden was designed of static pressure pre-cast tube pipe; pile floating was detected after construction. Through the cause analysis, repressing treatment scheme was applied with parameters satisfying the design requirement.

Key words: static pressure pre-cast tube pipe; pipe floating; compaction effect; excess pore water pressure; bearing capacity; repressing

1 工程概况

新南亚风情园位于昆明呈贡新城吴家营中心片区,其东为昆明市行政中心,西侧为新昆洛大道。总占地面积 50 亩(33350 m²),总建筑面积 120076 m²,主要建筑包括 1 栋高度为 68 m 的 18F 三星級宾馆,4 栋高度为 55 m 的 19F 单身公寓,1 栋高度为 17 m

的 4F 傣式餐厅及南侧高度为 13 m 的 2 栋 3F 沿街商铺。

2 地质概况

场地地貌属昆明冲湖积盆地地貌,地处盆地边缘。地层情况见表 1。

表 1 场地地层情况表

层号	土层名称	平均厚度 /m	状态	承载力特征值	预制桩	
				f_{ak}/kPa	极限侧阻力标准值 Q_{sk}/kPa	极限端阻力标准值 Q_{pk}/kPa
② ₁	粘土	1.25	可塑状、高压缩性	150	50	
② ₂	粘土	3.27	硬塑状、中压缩性	180	75	
② ₃	粘土	7.44	可塑状、中压缩性	170	65	
③ ₁	粘土	2.55	可塑状、高压缩性	140	55	
③ ₂	泥炭质土	2.05	软塑状、高压缩性	100	30	
③ ₃	粘土	2.57	可塑状、中压缩性	150	40	
③ ₄	泥炭质土	3.25	软~流塑、高压缩性	110	30	
③ ₅	粘土	3.12	可塑状、中压缩性	160	60	1300
③ ₆	粉质粘土	4.67	可塑状、中压缩性	180	70	1500
③ ₇	粉质粘土	4.09	可塑状、中压缩性	170	50	1200
③ ₈	粉质粘土	4.48	可塑状、中压缩性	180	60	1300

注:薄状透镜体土层省略。

场地内地基土厚度变化大,均匀性差。泥炭质土分布广泛,厚度大。地层中的孔隙水,微具承压性,赋存于粉砂和粉土中。地下水对砼和外露钢结构具弱腐蚀性。场地属建筑抗震不利地段,建筑场

地类别属中软场地,Ⅱ类建筑场地类别。

3 桩基设计

三星級宾馆和单身公寓桩基设计参数见表 2。

收稿日期:2008-07-16

作者简介:李志江(1969-),男(彝族),云南大姚人,云南国土建设工程总公司昆明分公司工程师,探矿工程专业,从事岩土工程施工管理工作,云南省昆明市王家桥大塘子谷堆村 327 号,jzhyx123@163.com。

表 2 三星级宾馆和单身公寓桩基设计参数表

项目名称	总建筑面积 /m ²	结构类型	桩型(管桩)	总桩数 /棵	桩长 /m	单桩承载力 特征值/kN	单桩极限 承载力/kN	持力层
三星级宾馆	59808	框架核心筒	PHC-A500(100)-1415a	785	29	1300	2900	③ _{5.6.8} 层粘土
单身公寓	46336	上部:剪力墙核心筒 下部:框架核心筒	PHC-A500(100)-1314a	632	27	1250	2850	③ _{5.6.8} 层粘土

4 试桩检测结果

试桩检测结果见表 3。

表 3 试桩检测结果表

项目名称	桩号	桩长 /m	管径/壁厚 /mm	单桩极限 承载力/kN	极限承载力对应 下的沉降量/mm
单身公寓	1	32	500/100	3150	20.21
	2	32	500/100	2520	9.84
	3	32	500/100	2835	15.74
	4	32	500/100	2835	16.29
	5	32	500/100	3150	18.41
	6	32	500/100	3150	17.02
三星级宾馆	1	35	500/100	2835	15.74
	2	35	500/100	3150	16.27
	3	29.50	500/100	2835	15.13
	4	36	500/100	2835	14.76
	5	35	500/100	2835	15.04
	6	34.23	500/100	3150	19.48
	7	33.27	500/100	3150	17.01
	8	35.4	500/100	2835	16.49

注:试桩顶平施工作业面,三星级宾馆有 4 根截桩。

5 工程桩检测结果

2007 年 10 月工程桩施工完毕,2007 年 11 月承台土方开挖,宾馆和公寓预先各抽取 2 根桩做静载荷试验。检测数据见表 4。

根据检测结果,初步判断已发生浮桩,但具体上浮数据不详。根据土方开挖情况,对宾馆中压桩力高(≥3000 kN)但又未达到设计桩顶标高的 173 根桩进行实测。实测数据见表 5。

6 浮桩原因分析

因为场地处于饱和中软土层之上,在施工中,土体被压缩,产生挤土效应,而引起浮桩。

挤土应力的释放,是一个看不见的、缓慢的过程。地层内的孔隙水被挤压后,会产生超孔隙水压力,孔隙水压力的释放也是一个看不见的、缓慢的过程。如果挤土应力和孔隙水压力被约束,得不到释放的空间和通道,易产生巨大的破坏作用:

表 4 工程桩检测成果表

项目名称	桩号	桩长 /m	压桩力 /kN	预估 /kN	最大加荷 /kN	最大沉降 /mm	单桩竖向极限 承载力/kN	极限承载力对应 下的沉降量/mm	判断结果
单身公寓	156	27	3300	2900	2030	46.76	1740	5.75	已破坏
	77	27	2875	2900	2030	61.24	1740	5.90	已破坏
三星级宾馆	576	29	2860	2900	1450	44.58	1160	4.97	已破坏
	491	29	2860	2900	1450	44.43	1160	8.56	已破坏

表 5 浮桩情况统计表

序号	上浮数值/mm	桩数	所占比例/%
1	<100	20	11.6
2	100~200	50	28.9
3	200~300	30	17.3
4	300~400	18	10.4
5	400~500	10	5.8
6	500~600	17	9.8
7	600~700	5	2.9
8	>700	5	2.9

说明:实测总桩数 173 根,其中 18 根数据有误。浮桩率=(155/173)×100%=89.6%。

(1)对已经施工的桩产生推移作用,导致桩被挤偏,桩位偏移超出规范,根据另 2 个工地的实测,桩位偏移达 7.4~8.0 cm;

(2)超孔隙水压力使已施工的桩上浮,桩的端阻力丧失、摩阻力损失,导致单桩承载力显著降低,

达不到设计要求,影响到整个基础的稳定,另外将导致桩顶标高超出规范范围;

(3)对已经放好的桩位产生挤动和推移,使桩位偏离原来的位置,增加了施工难度,施工质量不易控制;

(4)对周边建(构)筑物、路面形成破坏。

本工程产生挤土效应造成浮桩的原因主要有以下几个。

6.1 施工速度过快

本工程每天施工桩数见表 6。

表 6 平均每天施工桩数表

项目名称	施工桩机/台	平均每天施工桩数/根
公寓	1	20
宾馆	前期	2 台×20 根/台=40
	后期	2 班×15 根/班=30

施工期间,桩孔内普遍涌水,施工作业面隆起达 1 m 多。

6.2 施工顺序不合理

按常规,打桩施工顺序应该:(1)先打送桩深的桩,后打送桩浅的桩。公寓核心筒部位有 7 种桩顶标高,最大相差 1.5~1.9 m;宾馆核心筒部位有 11 种桩顶标高,最大相差 1.7~2.1 m;(2)先中间,后周边;(3)桩位较密的承台与承台、桩位与桩位均应实行跳打。

宾馆的施工作业面是在一个深 4 m 左右的基坑中进行,由于雨季,甲方未铺路,桩难以运到预定工作面。所以施工规划很难实施,只能是桩运到什么位置,就从什么位置施工,无法保证按打桩顺序施工。

6.3 设计的桩间距过小(1.5 m),桩数过多、过密

公寓中承台与桩数较密集区的统计见表 7,宾馆中承台与桩数较密集区的统计见表 8。

表 7 公寓中承台与桩数较密集区统计表

序号	承台数	桩数	16 个承台的形状	16 个承台的范围/m
1	16	165	正方形	26.5×27.5
2	16	165	正方形	26.5×27.5
3	16	165	正方形	26.5×27.5

表 8 宾馆中承台与桩数较密集区统计表

序号	承台数	每个承台的桩数	承台形状	15 个承台的范围/m
1	1	61	L 形	24×84
2	3	20	4×5	
3	1	106	L 形	
4	1	139	正方形	
5	1	36	L 项	
6	1	22	长条形	
7	3	9	正方形	
8	4	10	正方形	

6.4 未打砂袋井和钻孔取土

统计结果显示,压入地层中桩的体积为 7819 m³,即相当于地层中有 7819 m³的土体被压缩。而施工中未打砂袋井和钻孔取土。

7 处理方法

根据施工经验,所施工的工程桩仍然具有利用价值。重新进 1 台静压桩机,对所有桩进行复压。若送桩深度超过设计标高 0.5 m,而压力还未达到 2800 kN,则进行补桩。

8 方案实施

单身公寓由于 70% 的承台已浇筑垫层,并砌筑

砖胎模,所以在施工范围内全部用编织袋装满砂子后,用砂袋铺垫,以便于桩机行走和压桩。

对于宾馆,在距离设计桩顶标高 0.8 m 的位置,用大挖机进行开挖,高出开挖面的桩头,在低于开挖面 0.1 m 的位置全部用切割机锯除。然后再用小挖机挖出其余桩头。在桩机的施工范围,则用土袋铺垫。桩头不予覆盖,预先堆码空出,以便于压桩。

由于切割后的桩顶未含端盖板,若送桩器直接送桩,会导致桩头破碎、劈开,无法完成送桩。刚开始时,用 10 cm 厚橡胶垫铺在桩头上,可以有效保护桩顶,完成送桩。一个垫子 120 元,买 4 个垫子才压 30 个桩头就已消耗完。垫子消耗量大,成本高。根据多年的施工经验,笔者提出用 2 个编织袋装满湿土(开挖承台的桩间土),扎紧袋口,铺垫在桩头上。当送桩时,湿土受压,在桩顶与送桩器之间自然形成找平层。这样既完成送桩又保护了桩顶。该方法既经济又实用。

经过 40 余天的施工,所有桩全部压完。共有 15 根桩压力 <2800 kN,其中宾馆补桩 12 根,公寓补桩 3 根。此次复压预计共造成直接经济损失 50 余万元。补桩情况见表 9。

表 9 补桩情况表

项目名称	桩号	桩长 /m	到设计桩顶标高 高压桩力/kN	送桩(设计桩 顶标高下)/m	送桩对应压 桩力/kN
单身公寓	补 1	27	1920	1.5	1920
	补 2	27	1760	1.0	2560
	补 3	27	1760	1.1	2720
三星 级宾馆	补 1	29	2400		
	补 2	29	2560		
	补 3	29	2240		
	补 4~12	29			3040

说明:(1)单身公寓:桩压到设计桩顶标高,甲方、监理和设计说压桩力太低,要送到压力提起来为止;(2)三星级宾馆 4~12 号补桩:截桩 1.3~5.7 m。

(1)公寓的 3 根补桩,桩送到设计桩顶标高,压桩力比较低,笔者认为没有必要再往下送,因为在压桩的瞬间,摩阻力已被克服,只有端阻力,等于说当时压桩力就是端阻力,等到土体恢复后,端阻力和摩阻力共同发挥作用,承载力肯定要达到 2900 kN。

(2)查阅公寓、宾馆的施工记录,补桩附近工程桩的压桩力≥3000 kN。为什么工程桩的压桩力很高,而补桩时压桩力却很低呢?笔者认为:工程桩施工时,发生挤土效应,土体被挤压,等挤土应力和超孔隙水压力释放后,土体得到恢复,所以补桩时压桩力已相对降低。

(3)宾馆补桩 12 根,其中有 9 根截桩(未能达

到设计深度)。原因是当时工程桩施工时,补桩附近的挤土效应相当强烈,土体已完全被挤密实,即使土体恢复期过后,也很难恢复到原状,土体仍然处于密实状态。所以压桩力仍然很高。

9 复压后检测结果

小应变检测结果见表 10,静载荷试验结果见表 11。小应变检测和静载荷试验结果表明,复压完全达到了预期效果。

表 10 小应变检测结果表							
项目名称	序号	桩数 /根	I类桩 /根	所占比例 /%	II类桩 /根	所占比例 /%	判定 结果
公寓	1	45	41	91.11	4	8.89	合格
	2	126	116	92.06	10	7.94	合格
	3	111	103	92.79	8	7.21	合格
	4	130	117	90.00	13	10.0	合格
	5	122	110	90.16	12	9.84	合格
	6	36	32	88.89	4	11.11	合格
	7	57	47	82.46	10	17.54	合格
宾馆	1	80	75	93.75	5	6.25	合格
	2	166	154	92.77	12	7.23	合格
	3	73	68	93.15	5	6.85	合格

10 结论

(1)静压桩单桩承载力高,整个基础部分成本相对较低,施工质量可靠,施工速度快,效率高。粘土和粉质粘土层是比较理想的持力层。但施工过程中未采取有效措施,以减小挤土效应和孔隙水的危害,最终导致成桩浮桩。

(2)甲方考虑成本,未打砂袋井和钻孔取土,导致浮桩,致使桩的端阻力丧失,摩阻力损失,是承载力不能满足设计要求的主要原因。另外桩孔涌水,

表 11 静载荷试验结果表

项目 名称	序号	桩号	桩 长 /m	预 估 /kN	最大 加荷 /kN	最大 沉降 /mm	单桩竖向 极限承载 力/kN	极限承载力 对应下的沉 降量/mm	判断 结果
单身公寓	1	499	27	2900	2900	21.35	2900	21.35	未破坏
	2	519	27	2900	2900	20.34	2900	20.34	未破坏
	3	4-9	27	2900	2900	19.53	2900	19.53	未破坏
	4	161	27	2900	2900	19.69	2900	19.69	未破坏
	5	215	27	2900	2900	20.56	2900	20.56	未破坏
	6	327	27	2900	2900	19.24	2900	19.24	未破坏
	7	339	27	2900	2900	20.05	2900	20.05	未破坏
三星 级 宾 馆	1	713	29	2900	2900	16.03	2900	16.03	未破坏
	2	438	29	2900	2900	20.44	2900	20.44	未破坏
	3	635	29	2900	2900	17.81	2900	17.81	未破坏
	4	167	29	2900	2900	22.12	2900	22.12	未破坏
	5	574	29	2900	2900	19.52	2900	19.52	未破坏
	6	186	29	2900	2900	22.63	2900	22.63	未破坏
	7	451	29	2900	2900	19.55	2900	19.55	未破坏
	8	548	29	2900	2900	17.50	2900	17.50	未破坏
	9	3-8	29	2900	2900	24.79	2900	24.79	未破坏

桩底、桩侧被水浸泡,桩底端阻力和桩侧摩阻力也有损失。

(3)设计图中应建议采取打砂袋井和钻孔取土等措施减小挤土效应和孔隙水危害的措施。

(4)打试桩时,挤土效应不明显,压桩力也较小,桩的承载力高。但打工程桩时,挤土效应强烈,压桩力相对于试桩时要增高,但桩的承载力会普遍降低。这在以后的施工中要引起高度重视。

(5)若桩间距小,桩数过多、过密,在设计时必须考虑群桩效应。

(6)此方法适用于沉管灌注桩、静压桩的浮桩处理。可行,有效。同类事故处理值得借鉴。

北京三一重机公司成立 VIP 俱乐部

本刊讯 2009 年 3 月 27 日,北京三一重机公司在北京举行新闻发布会,宣布成立国内首家桩基础施工行业 VIP 客户俱乐部。同时,该俱乐部向全行业人士发出邀请,所有参加北京 VIP 俱乐部的人员,都能通过该平台与同行进行信息的互通交流。并且享有俱乐部推出的购机优惠积分政策。此举在国内工程机械行业尚属首次。

北京三一重机公司总经理黎中银表示,此次成立的 VIP 俱乐部拥有非常广泛的信息渠道和资源优势,俱乐部的成立将使三一重机在工程信息方面达到覆盖面广、信息链长、反应快速的效果。

通过成立 VIP 俱乐部平台,北京三一重机聘请各领域的专家进行合作。

中国工程机械工业协会桩工机械分会秘书长陆学文表

示,北京三一重机成立 VIP 俱乐部,在国内工程机械行业是一次创举,产、供、用三者有机结合,将对我国桩工机械行业的发展起到促进作用。北京三一重机是国内桩工机械行业最大的制造商,其旋挖钻机产品的销量一直名列前茅。俱乐部的成立,有利于北京三一重机积极发挥自身优势,在俱乐部平台上,实现所有资源最大化共享。

北京三一重机 VIP 俱乐部将投入 5000 万元用于会员积分兑换配件项目,凡在 2009 年后购买北京三一重机产品的客户,即可自动成为 VIP 俱乐部会员(包括普通会员、银卡会员、金卡会员、白金卡会员)。同时,客户消费额度的 1% 将自动作为客户的积分存入,并以 1 分=1 元的方式进行配件兑换。