

关于桩基工程设计施工中若干问题的分析

张 彬

(建设工程质量监督站,吴县市 215128)

[摘 要]针对苏州地区桩基工程中,桩型选择等几个设计问题作了初步剖析,并尝试提出了解决措施。

[关键词]桩基工程 设计 分析

1 桩型选择与地基土层的关系

桩型的合理选择不仅要考虑上部结构物的荷载、建筑场地的沉桩施工条件,也要考虑沉桩施工时的周围环境条件,场地的工程地质条件,包括建筑场地的土层分布及其物理力学性质,持力层的埋深、厚度变化及其起伏状态,地下水特征及分布等。

由于桩基的承载能力与桩的类型、桩身材料、沉桩工艺、土层性质和分布、桩长、桩端进入持力层的深度、桩距、沉桩休止时间、桩在平面中的位置及桩的截面大小、形状、荷载性质等多种因素有关。因而,只有因地制宜地选择桩型,才能最大限度地发挥桩基的承载能力,以获取最佳的技术经济效益。这里列举几种常用桩型的例子,以说明桩基选择与土层之间的密切关系。

端夯扩灌注桩最适宜的持力层埋深一般为 6 m~12 m,持力层厚度应超过 3 m。在此状态下,只要严格按操作规程组织施工,由于上有覆土压力,下有较好的持力层,就能保证桩身的施工质量。实验证明,持力层埋深过浅,上覆土压力过小,夯扩施工引起的断桩事故是难以避免的。例如:某粮库工程,设计桩长 4.15 m~4.80 m,扩大头置于天然地基承载力为 250 kPa 的硬塑粘土中。条基部位各布置三排共 66 根桩,排桩间距 1700×1500,桩身直径为 426,采用二次夯扩,设计单桩竖向极限承载力标准值为 700 kN。施工后发现,凡持力层粘土埋深愈浅愈坚硬,覆盖土层(淤泥质土)厚度愈薄,断桩事故也愈严重。究其原因这是由于坚硬粘土难以夯扩,必须加大锤重(25 kN~35 kN),增加夯击次数以求达到设计要求的夯扩效果。致使在锤击应力作用下,部分砼克服上部不大的覆土压力作用而向上运动,推动桩周土体向上位移,对已成的临近桩体产生向上的作用力,使临近桩体在钢筋笼底部扩大头颈部的颈部位置受拉开裂,甚至断开。反映到地面的特征是严重隆起,平均隆起高度达 40 cm~50 cm;反映到竖向静载荷试验的特征是 Q-S 曲线出现明显的沉降台阶。在对应荷载 160 kN~280 kN 时,桩顶附加沉降量可达 25 mm~65 mm,这是由于断口间缝隙闭合所引起。这类桩在竖向荷载增大后,断口间隙得到闭合,扩大头的支承作用得以发挥,基桩的竖向极限承载力得到充分体现。从实测结果反映,端阻力(420 kN~480 kN)已占 60.0%~72.4%,持力层的支撑作用已充分体现。随着持力层埋深的增加,上覆土的自重压力也相应增大,可以有效地阻止桩周土体的向上位移,以防止已成桩体在颈部位置的断裂。但随着持力层埋深(超过 12 m)的继续增大,其夯击功能已无法克服土的抗

剪强度而向四周挤密扩大,使夯扩头偏小,甚至难以形成,以至不能达到预期的设计效果。相反,反复的锤击施工,不仅扰动了土的天然结构,也引起基桩竖向极限承载力的降低。由我市某工程中桩径与桩长相同的两种桩型(夯扩与锤击沉管灌注桩)实测桩基竖向极限承载力基本相同的事实,也证实了长桩的夯扩效果是不明显的,故端夯扩灌注桩不宜在持力层埋深较深的使用。

2 关于灌注桩的施工质量控制

建筑桩基技术规范(JG94-94)对沉桩控制的规定是:摩擦桩以控制入土深度(桩顶标高)为主;端承桩以控制贯入度为主,入土深度(桩顶标高)为辅。实际工程中的多数桩基,由于穿透厚度较大的软弱土层支承在中等坚硬的土层上,不仅要发挥端阻力的作用,而且桩身摩擦力的作用也不容忽视,往往后者的作用还大于前者。为此单一的沉桩控制条件已不能适应桩基施工的需要。通常采用双控制的方法,即在控制沉桩施工标高的同时,应控制桩基施工的贯入度。尤其在工程地质条件复杂的建筑场地,由于持力层起伏及软弱夹层的存在,双控制方法可以避免因桩端悬停在软弱土层中,使基桩的竖向承载力远小于设计要求的情况出现,也可以防止因持力层标高相差悬殊而造成的单桩竖向承载力的较大变化。例如表 1 所示的同一场地的两根桩,施工参数基本相同,由于持力层标高相差悬殊,虽贯入速度基本相同(1 cm/min~3 cm/min),但承载力相差十分悬殊,长桩的承载力明显要大。由此说明施工时最后贯入度不直接反映桩的承载能力,贯入度不仅与桩端土的性质有关,也与沉桩机械的作用能量和方式有关。例如采用振动沉管法施工,在粉细砂层中的穿透能力强,而在硬塑粘性土中的穿透能力较弱,锤击沉管法正好相反。因此设计单位应针对现场的工程地质条件和桩基类型,选择其相适应的沉桩机械。在此前提下,再根据现场试沉桩的结果,提出合理的沉桩控制条件,才能真正做到沉桩施工质量的合理控制。

表 1 振动沉管灌注桩施工参数与承载力的关系

桩号	充盈系数	有效桩长(m)	施工参数			竖向静载试验结果	
			拔管时间(min)	龄期(d)	最后贯入速度(cm/min)	极限承载力(kN)	相应桩顶沉(mm)
1	1.17	11.5	13.0	13	3	880	19.53
2	1.18	4.3	7.0	19	1	400	11.72

注: 377 沉管灌注桩,击震力 400 kN,预制桩尖 422,桩身砼 C20、配筋 6 16,长 5.5 m。桩周土层:填土、淤质土、粉质粘土。持力层 1# 桩为粉砂;2# 桩为硬塑状粉质粘土。

综合分析,单一的标高控制会使部分工程桩不能真正进入持力层,而导致承载力偏低;或使部分桩进入持力层深度过大而导致施工困难。单一的贯入度控制,也可能出现桩长相差悬殊而导致承载力差异过大。因此在施工灌注桩时,既要控制其标高,又要控制其贯入度,即采用双控制的方法。同时,根据沉桩施工的实际情况,在满足基桩竖向承载力需要的条件下,适当调整施工参数,才能防止基桩承载力出现忽高忽低的现象。

3 配筋长度

配筋长度超过软弱土层的底面标高,是防止桩身断裂的一种有效措施。建筑桩基技术规范(JG94-94)规定:对构造配筋的钢筋笼长度不应小于承台下软弱土层底标高。并且,对于单桩竖向承载力较高的摩擦端承桩宜沿深度方向,分段变截面通长或局部长度配筋。规范提出的配筋深度主要考虑了桩身上部是承受水平力的关键部位,当承台下为软弱土层时,水平承载力会明显降低;对于沉管灌注桩,由于上部桩身砼的自重压力较小,沉桩过程中的挤土效应较大,加之本身桩周土十分软弱,会导致上部桩身的严重缩颈、断裂等事故。尤其在软硬土层交界的软弱土层部位,桩身更易产生缩颈和断裂。为此,我们认为钢筋笼的长度除满足规范(JG94-94)不应小于承台下软弱土层底标高外,还应满足基桩抵抗水平力的设计要求,即钢筋笼应伸入较好的土层内一定深度,可以起到减少或防止桩身在钢筋笼底部的素砼位置产生水平向裂缝或水平向贯通裂缝。以往,苏州地区桩基工程配筋长度不考虑软弱土层的深度,一律取桩长的 $1/3 \sim 1/2$,而导致许多情况下钢筋笼的长度小于承台下软弱土层的深度,使桩身砼在施工过程中就产生钢筋笼底部素砼位置的断裂。例如:某工程采用整片群桩处理后的断裂工程桩的比例,竟占施工总桩数的72%,对此问题应引起设计单位的足够重视。

4 对微型短节桩应用的认识

预制砼微型短节桩通常采用的截面尺寸为 200×200 或 250×250 ,一节桩段长度 $1 \sim 3 \text{ m}$ 不等,这种微型桩是由原冶金部建研总院于1982年开始研究,并研制了Y50型压桩机,首先用于建筑物基础托换方面。而后,随着城市建设的发展,在建筑群密集的地区,将这种以锚杆压桩形式的施工方式扩展到采用压重反力方式的新建建筑物的桩基工程中去,随之各种形式的压桩机应运而生。

目前预制微型短节桩的使用面有过于扩大的危险,以至在应用中已缺乏因地制宜,会给工程的耐久性带来隐患。我们认为预制微型短节桩在应用过程中有以下几个问题值得重视。

4.1 压桩力系数

压桩力系数是桩基施工人员根据设计人员提出的对桩基竖向极限承载力的要求,而采用的一个系数,通常按设计

荷载的1.5倍采用。严格来说,由于土的性质不同,承载力恢复特性各异,压桩力系数也不同。为使用方便,人们总是根据自己的经验,制定一个通常能达到设计要求,也比较安全的系数(如1.5)作为控制压桩力系数。建筑桩基技术规范(JG94-94)提出的桩基竖向承载力抗力分项系数($R_s = R_p = R_{sp}$),对于预制桩,可取 $1.60 \sim 1.65$,当桩基的竖向极限承载力标准值只要大于或等于桩基设计荷载的 $1.60 \sim 1.65$ 倍时,工程桩的竖向极限承载力就满足了设计要求。由此可见,为复核工程桩的承载力是否满足设计要求的静载试验所采用的最低终止荷载也应该是设计荷载的 $1.6 \sim 1.65$ 倍。设计人员应严格区别压桩力系数与承载力抗力分项系数,设计单位应按设计应满足的单桩竖向极限荷载对检测单位提出要求。

4.2 应控制预制砼微型短节桩的接头数量

该类桩最大的隐患是接头数量太多,由于接头处硫磺胶泥连接不牢,或受挤土效应作用,最上部的 $1 \sim 2$ 节桩极易受土体向上位移而接头处被拉开。接头数量过多,也带来了桩身的垂直度难以控制,由于各桩节的中心不重合,以及接头处压桩力的损失,严重地削弱了桩基的竖向极限承载能力。例如某工程中有一根预制微型桩,每节 2 m 长,竟压了20多节,压桩力仍未达到设计值。可以想象这根桩的实际连接状态。又如某工程压下去10余节桩,都集中在一个基坑中,呈杂乱无章地排列。节头的存在,也为桩基工程的耐久性留下隐患,地下水通过节头的渗入;长期作用下,钢筋被锈蚀,以至失去连接作用。综合分析,预制砼微型短节桩,只能使用在施工空间受限制、持力层埋深较浅、竖向荷载较小、无水平荷载作用的工程中。为了充分发挥该类型桩的承载能力,接头的数量应愈少愈好,一般不宜超过 $3 \sim 5$ 个,为此应根据工程的具体情况,适当增加每节桩的长度,尽量减少接头数量,以提高预制砼微型短节桩的施工质量。

微型砼短节桩由于每节桩的长度较短、接头多,不能承受水平荷载的作用,所以不宜在抗震设防7度及以上地区使用,也不宜在有震动荷载作用的建筑物基础或设备基础中使用。

本文出于抛砖引玉之目的,对桩基工程设计施工中的几个问题提出了粗浅认识,片面或错误之处,希得到同行们的指正。



第一作者简介:

张彬(1963年-),男,1984年毕业于扬州工业专科学校工民建专业。苏州市土建学会地基基础学术委员会委员,工程师。自1986年至今一直在吴县市建设工程质量监督站从事质量监督工作,现任站长。

通讯地址:吴县市吴中东路169号建设大厦5楼 吴县市建设工程质量监督站 邮编:215128

ANALYSIS ON SEVERAL PROBLEMS IN DESIGN AND EXECUTION OF PILE FOUNDATION

ZHANG Bin

Abstract: A few design problems such as pile type selection are analyzed in accordance with pile foundation construction in Shuzhou area and some measures are put forward.

Key words: pile foundation, design, analysis