

静压夯扩桩在高层建筑基础中的应用

钱 晨

(南通中房建筑设计研究院有限公司,江苏 南通 226000)

摘 要:介绍了大丰某高层住宅采用静压夯扩桩基础代替管桩基础的设计过程,通过分析静压夯扩桩的方案设计、施工工艺等,得出在大丰地区采用静压夯扩桩基础,在施工工艺、工期、成本、环保等方面比采用管桩基础更有优势,验证了静压夯扩桩可以作为高层住宅基础的安全可靠性及经济合理性,拓宽了夯扩桩在高层建筑中的应用范围。

关键词:静压夯扩桩;高层建筑;基础应用

中图分类号:TU473.1

文献标志码:B

文章编号:1008-1933(2014)04-190-03

0 引 言

普通振动沉管夯扩桩在江苏地区的多层及小高层建筑中曾广泛应用,但由于其振动沉管产生噪音污染,且在软土地区易发生桩身缩颈,不能保证桩身混凝土质量,因而逐渐被静压预制桩取代。静压夯扩桩是在改进了夯扩桩设备和施工工艺后形成的一种桩型,它的施工工艺不同于振动沉管夯扩桩,可以完全避免因振动产生的噪音污染,此外静压夯扩桩通过内管对桩身的反复压实可以有效避免在软土地区容易发生的桩身缩颈现象;具有桩身完整、承载力高等优点。通过对某工程桩基础设计的工程实例分析,对静压夯扩桩和江苏地区常采用的管桩这两种桩型的应用做了对比分析;探讨了以静压夯扩桩代替管桩的可行性。

1 静压夯扩桩工法及适用条件

1.1 静压夯扩桩工法简介

静压夯扩桩采用液压静力顶压方式将内外管套合同时压入到持力土层,然后抽出内管,在外管内填入一定量的混凝土,再用内管将混凝土压下挤出管外形成桩端,重复数次形成设计要求的扩大桩端头,同时填入一定干性混凝土使桩端扩大之后固结成一体;再按通常灌注桩施工方法施工,形成带扩大桩端头的静压扩底灌注桩。

1.2 技术特点

该技术是采用液压静力顶压方式而非采用锤击

方式形成扩大桩端头,从而避免产生较大的噪声,并且由于采用液力静压,减小了成桩过程对周围土体的扰动,较好的控制了建筑物的整体沉降问题,静压力全过程从压力表上一目了然。工效高,施工效率相当于夯扩桩的2.5倍。桩承载力控制均匀、直观、简单、可靠。

1.3 静压夯扩桩适用条件

静压夯扩桩可普遍适用于目前沉管灌注桩、管桩、钻孔灌注桩等桩型适用的场地。配套使用专用的液压静力顶压扩底桩机^[1],单桩承载力可达2000 kN甚至以上,深度可以达到17 m,为高层建筑采用该桩型创造了条件。

2 工程概况及地质条件

大丰品尚雅居位于大丰市区,其中1~6号楼地上18层,总高度52.8 m,地下一层,层高2.9 m,采用剪力墙结构。大丰地区抗震设防烈度为7度,设计基本地震加速度值为0.15 g,设计地震分组为第二组。工程抗震设防类别属标准设防类。

拟建场地地处苏北里下河平原,第四纪以来地壳运动以沉降为主,第四纪地层分布范围广、厚度大、形成广阔的平原地貌,本区地貌类型为滨海相沉积平原区,钻探深度范围内表层素填土下为海相沉积物。拟建场地地势平坦,场地地面标高在2.00~2.62 m左右(1985国家高程基准)。

根据地质勘察报告,本工程土层分布及桩基参数见表1。

其中特殊土层有:

第①层素填土成分以粉土为主,夹大量植物根茎,桩基施工时影响不大;该层土基坑开挖时极易产生坍塌与渗水现象。

收稿日期:2013-04-11

作者简介:钱 晨(1973-),男,一级注册结构工程师,主要从事建筑设计。

E-mail:jgqc@163.com

表 1 地基土层分布以及桩基参数

层号	土层名称	预制桩		灌注桩		抗拔系数 λ_i
		q_{sik} /kPa	q_{pk} /kPa	q_{sik} /kPa	q_{pk} /kPa	
①	素填土					
②	粉土	30		26		0.65
③	淤泥质粉质黏土	16		14		0.70
④	粉土	50		45		0.60
⑤	粉土	35		32		0.60
⑥	粉砂	60	2500	56	1600	0.55
⑥-1	粉土	35		32		0.65
⑦	淤泥质粉质黏土	20		18		0.70
⑧-1	粉土	48		45		0.60
⑧	粉土	40	2000	36		0.65
⑧-2	粉砂	55		50		0.55
⑨	粉质黏土	34		32		0.70
⑨-1	粉质黏土	45		42		0.70
⑩	粉砂	45		42		0.55
⑪	黏土	70	3000	66		0.70

第③、⑦层淤泥质软土含水率高,压缩性高,容重小,抗剪强度及承载力均低,且灵敏度高,层厚较大,具有一定的流变与触变性,基坑开挖时极易产生坍塌或塑性挤出,采用挤土或部分挤土桩时极易引起超孔隙水压力和挤土效应等不利影响,对钻孔灌注桩而言易引起缩颈现象。

按地质勘察报告结论与建议,工程拟选用直径 600 mm 的预应力管桩或直径 800 mm 的钻孔灌注桩,以第⑪层黏土作为桩端持力层。

3 桩型及持力层的选择

3.1 管桩基础

如按地质报告建议采用 $\phi 600$ mm 的管桩,以第⑪层黏土作为桩端持力层,则其有效桩长达 41 m 以上,且第④、⑧-1 层粉土呈中密状、第⑥、⑧-2、⑩层粉砂呈中密状,局部密实状,桩端持力层第⑪层黏土

呈可塑状,以当地实际施工经验沉桩难度很大。经过多方探讨并结合当地工程实际经验建议采用直径 500 mm 的管桩并以⑧层土为桩端持力层,有效桩长 29 m,如图 1 所示。

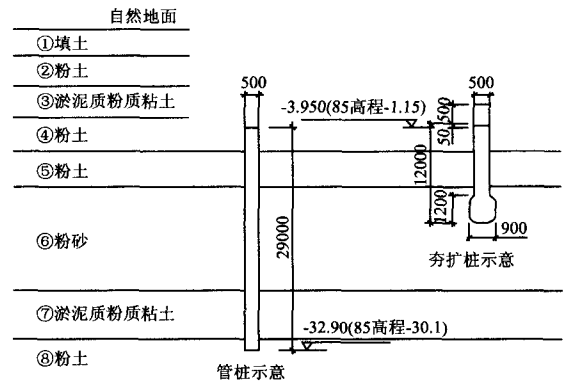


图 1 桩型示意

根据 JGJ94—2008《建筑桩基技术规范》^[2] 第 5.3.8 条采用土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定混凝土空心桩单桩竖向极限承载力标准值:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = \mu \sum q_{sik} l_i + q_{pk} (A_j + \lambda_p A_{pi}) \quad (1)$$

根据式(1)确定管桩单桩竖向极限承载力标准值约为 2400 kN,根据先张法预应力混凝土管桩图集 10G409 选用 PHC - 500AB (125) - 14、15,其桩身承载力设计值为 3050 kN。根据 DGJ32/TJ109—2010《预应力混凝土管桩基础技术规程》^[3] 第 3.5.9 条注 2 可知,其对应的单桩竖向承载力特征值为 2260 kN,因此管桩的单桩竖向承载力特征值可取为 1200 kN。以大丰品尚雅居 3 号楼为例,桩型剖面见图 1,桩位布置见图 2。

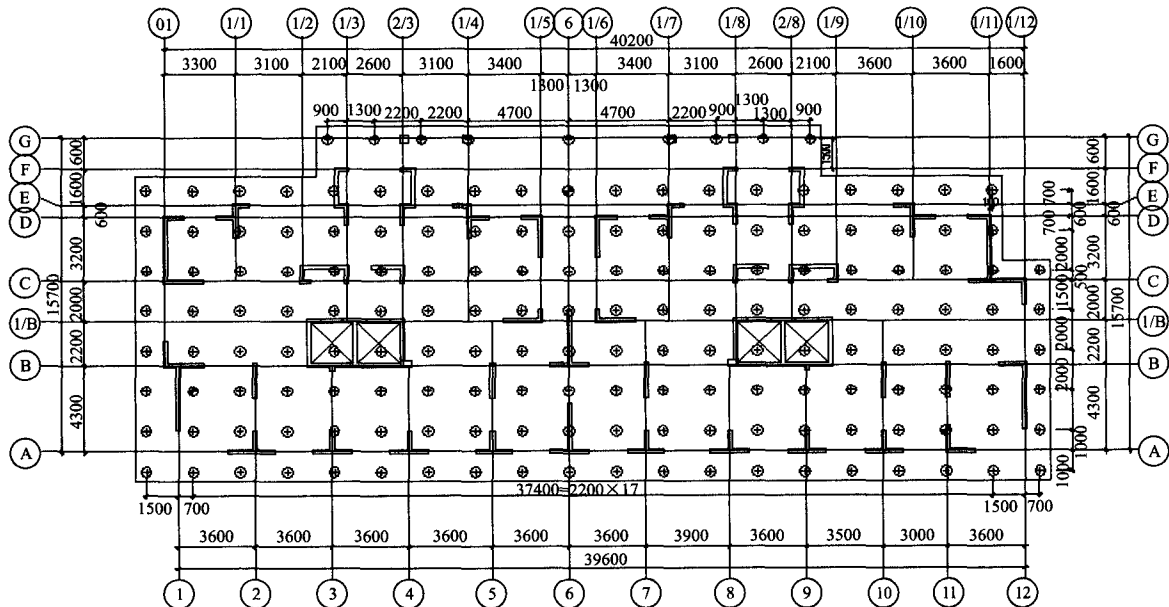


图 2 桩位布置

3.2 静压夯扩桩

采用桩身直径 500 mm、扩大头直径 950 mm 的静压夯扩桩,以 6 层粉砂为持力层,有效桩长 12 m,根据 JGJ94—2008《建筑桩基技术规范》^[2]第 5.3.5 条采用土的物理指标与承载力参数之间的经验关系确定夯扩桩单桩竖向极限承载力标准值:

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = \mu \sum q_{sik} l_i + q_{pk} A_p \quad (2)$$

根据式(2)确定其单桩竖向极限承载力标准值约为 2050 kN。为确保设计有可靠依据,采用了非工程桩静载试桩来确定其单桩竖向极限承载力标准值,试桩结果见表 2,试桩 $Q-s$ 曲线及 $s-lgt$ 曲线见图 3。

表 2 试桩静载结果

桩号	桩径/mm	扩底直径/mm	有效桩长/m	最大沉降量/mm	极限承载力/kN	最大回弹量/mm
1 [#] 试	500	950	12	12.61	2640	5.79
2 [#] 试	500	950	12	10.79	2640	4.98

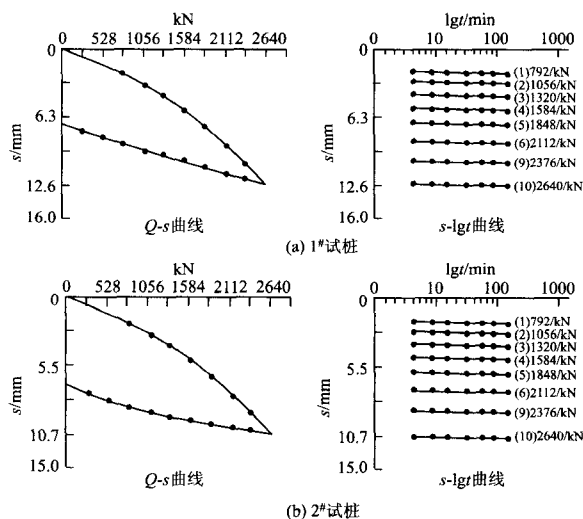


图 3 试桩 $Q-s$ 曲线及 $s-lgt$ 曲线

从表 2 及图 3 可以看出,试桩在加载到 2640 kN 时,桩顶总沉降量小于 40 mm, $Q-s$ 曲线变形缓慢, $s-lgt$ 曲线未出现突变陡降直线段,故其单桩承载力极限特征值取 2400 kN 完全可靠。

以桩身强度验算,混凝土等级取 C30,按下式计算:

$$Q \leq \psi_c f_c A_p \quad (3)$$

其中,桩基成桩工艺系数 ψ_c 取 0.8。

根据式(3),当桩混凝土等级为 C30 时,直径

500 mm 静压夯扩桩的桩身承载力设计值为 2246 kN,其对应的单桩承载力特征值为 1797 kN,根据桩身强度验算值并以试桩结果为准,直径 500 mm 的静压夯扩桩的单桩竖向承载力特征值取为 1200 kN,桩型剖面见图 1,桩位布置图同管桩。

3.3 两种桩型经济性比较

以大丰品尚雅居 3 号楼为例,两种桩型的造价对比见表 3。

表 3 3 号楼桩型造价对比

桩型	工程量	单价(不包括引孔)	桩基总价/万元
管桩	4872 m	160 元/m	77.95
静压夯扩桩	435.2 m ³	1200 元/m ³	52.25

分析表 3 可知,以静压夯扩桩代替管桩可节约桩基造价约 32%。管桩沉桩困难,采用管桩需引孔,造价更高且引孔效果不好。而采用静压夯扩桩可大幅度的节约施工工期,且施工工艺适合土层条件;承载力能满足设计要求,桩基的沉降量也在规范限值之内。因此,大丰品尚雅居高层住宅的基础形式决定采用静压夯扩桩。

4 结 语

1) 静压夯扩桩采用静压法施工,兼具了预制桩和夯扩桩的优点。合理利用具有一定厚度的硬土层作为静压夯扩桩的持力层,可以避免静压管桩长了压不下去、短了承载力不足的尴尬。工程实践表明,静压夯扩桩不仅可以用于多层、小高层也可用于高层建筑。适合在有较厚硬夹层的软土地区广泛应用。

2) 与管桩相比,静压夯扩桩基础造价低,可节约基础总造价 30% 以上,本工程采用静压夯扩桩替代管桩,取得了良好的经济效应。

3) 在江苏里下河等软土地区,随着城市的发展,高层建筑不断出现,静压夯扩桩以其承载力较高、成桩质量好、基础沉降小、施工方便、经济环保等优点值得大力推广。

参 考 文 献:

- [1] 梁毅. 一种静压扩底桩机问世[J]. 探矿工程, 2006 (7): 14.
- [2] JGJ94—2008 建筑桩基技术规范[S].
- [3] DGJ32/TJ109—2010 预应力混凝土管桩基础技术规程[S].