

复合载体夯扩桩在南京某工程中的应用

刘 涛

成 亮

(江苏东方建筑设计有限公司 南京 210008) (南京嘉盛房地产开发有限公司 210004)

[摘要] 结合一实际工程对复合载体夯扩桩与其他桩基的设计和造价进行对比分析,介绍复合载体夯扩桩在江南地区工程的成功设计施工经验,为类似工程参考。

[关键词] 复合载体 造价 影响土体 环境效益

Application of Ram-compaction Piles with Composite Bearing Base on an Engineering in Nanjing/Liu Tao¹, Cheng Liang² (1 Jiangsu Oriental Architectural Design Co., Ltd., Nanjing 210004, China; 2 Nanjing Jiasheng Real Estate Development Co., Ltd., Nanjing 210004, China)

Abstract: Based on an engineering, the design of ram-compaction piles with composite bearing base is presented, and the cost of the foundation is compared with some other kinds of foundations. The successful experience of design and construction can be referred in similar engineerings in south of China.

Keywords: composite bearing base; cost; effect ground; environmental benefit

一、工程简介

以一具体工程为例,介绍复合载体夯扩桩技术在江南地区的应用。拟建工程位于南京市某开发区,为一栋三层(局部四层)标准厂房,高度为16.8m,主体为框架结构,主要柱距为6m×12m,厂房活荷载为5.0kN/m²。采用复合载体夯扩桩基础,设计桩径为410mm,桩长为8.2m,设计单桩承载力为1 000kN,拟建场地属于岗前洼地地貌,各土层的物理性质指标见表1。场地地下水为孔隙水,赋存于层①和层②土孔隙中,大气降水入渗补给,季节变化大,设计时按0.5m计算。地下水对钢筋混凝土无腐蚀性,水质良好。

土层物理性质指标 表 1

土层	厚度 (m)	ω	γ (kN/m ³)	e	ω_L	ω_P	I_P	I_L	承载力特 征值(kPa)
①-1 人工填土	0.3~4.0	27.5	18.9	0.816	35.8	21.4	14.4	0.43	-
②-1 粉质粘土	0.6~0.7	26.3	19.2	0.759	32.2	20.4	12.0	0.50	120
②-2 粉质粘土	1.5~5.2	29.7	18.9	0.833	30.4	19.7	10.7	0.92	80
②-3 粉质粘土	1.0~1.3	27.6	18.9	0.798	32.9	18.9	14.0	0.62	130
③ 粉质粘土	1.3~6.6	24.8	19.6	0.707	36.4	21.7	14.6	0.21	220
④ 含卵石粉质粘土	3.5~4.2	-	-	-	-	-	-	-	250
⑤-1 安山岩	1.7~2.8	-	-	-	-	-	-	-	400
⑤-2 安山岩	未揭穿	-	-	-	-	-	-	-	500

二、不同设计方案的对比与分析

拟建建筑结构单柱荷载大,厂房跨度及活荷载大,对变形要求高,层②土工程性质差,浅部土层分布不均,且强度低,压缩性不均匀,因此对工程而言,无良好的浅基持力层,层③及层③以下土层承载力高,可作为桩端持力层。根据南京地区的设计施工经验,结合工

程的地质勘察资料,初步确定基础形式为桩基础,桩基础型式可以为复合载体夯扩桩、钻孔灌注桩、人工挖孔桩和预制管桩。这四种基础形式各有优缺点,下面以一中柱承台为例分别对几种不同方案的设计进行对比分析。

底层中柱在恒、活标准值作用下的轴力为3 797 kN,各桩型设计参数见表2。

各桩型设计参数(MPa) 表 2

层号	钻孔灌注桩		人工挖孔桩		预制桩	
	q_{pa}	q_{sia}	q_{pa}	q_{sia}	q_{pa}	q_{sia}
②-1	-	52	-	50	-	55
②-2	-	20	-	15	-	21
②-3	-	50	-	48	-	53
③	-	70	-	70	2 300	74
④	-	62	1 200	60	2 100	65
⑤-1	-	82	1 500	82	-	-
⑤-2	4 000	500	-	-	-	-

1. 复合载体夯扩桩型

(1) 单桩竖向承载力的确定

设计桩径410,桩长8.2m,浮容重 γ_m 取10kN/m³,以层③为被加固土层,桩端持力层为层③土,三击贯入度不得大于10cm,根据规程^[3],查表得 $A_e = 2.2m^2$,则单桩竖向承载力特征值

$$R_a = u_p \sum q_{sia} l_i + q_{pa} A_e = 1 006kN.$$

大于单桩设计承载力1 000kN,满足要求。近似取单桩竖向承载力特征值为1 000kN。

(2) 承台确定

柱下荷载标准值为3 797kN,单桩竖向承载力特征值为1 000kN,设计为4 桩承台,经计算,承台设计尺寸为2.8m×2.8m×1.0m,承台变形验算满足设计要求。

2. 钻孔灌注桩型

(1)单桩竖向承载力确定

设计桩端进入层⑤-2 约1.2m,桩径 600mm,桩长17.4m,根据规范 GB50007—2002,计算单桩竖向承载力特征值 R_s 为2 000kN。

(2)承台确定

柱下荷载标准值为3 797kN,单桩竖向承载力特征值为2 000kN,设计为2 桩承台,经计算承台设计尺寸为3.0m×1.2m×1.0m,承台变形验算满足设计要求。

3. 人工挖孔桩型

(1)按单柱单桩考虑,设计桩径 $d=1.0\text{m}$,以层⑤-1 为桩端持力层,桩长14m,桩端扩大头直径为2.6m,根据规范式(8.5.5-2)^[1]计算单桩竖向承载力特征值为4 000kN。

(2)承台确定

柱下荷载标准值为3 797kN,单桩竖向承载力特征值为4 000kN,设计为1 桩承台,承台尺寸为2.0m×2.0m×1.0m,承台变形验算也满足设计要求。

4. 预制桩型

根据地质工程剖面图分析,应以层③土为桩端持力层,但层④土厚度不均且小,故 q_{pk} 应取2 100kPa 计算为宜,层⑤土厚度大,且施工很难压入此土层,不宜做桩端持力层。

(1)单桩竖向承载力特征值确定

桩径 400mm,以层③土为桩端持力层,桩长10.2m,根据规范^[1]计算可得单桩竖向承载力特征值为450kN。

(2)承台计算

柱下荷载标准值为3 797kN,单桩竖向承载力特征值为450kN,设计为9 桩承台,承台尺寸为3.6m×3.6m×8.0m,承台变形验算满足设计要求。

不同设计方案的主要指标与经济对比见表3。

各桩型方案的对比

表 3

桩型	桩径 (mm)	桩长 (m)	单桩承 载力(kN)	承台桩 数(根)	桩基单 价(元)	承台造 价(元)	合价 (元)
复合载体夯扩桩	410	8.2	1 000	4	8 200	2 352	10 552
钻孔灌注桩	600	17.4	2 000	2	15 600	1 080	16 680
人工挖孔桩	1 000	14.0	4 000	1	14 000	1 200	15 200
静压管桩	400	10.2	450	9	15 840	3 110	18 950

注:钻孔灌注桩、静压管桩造价以该项目一期工程中标价为准,人工挖孔桩造价以另一类似工程中标价为准。

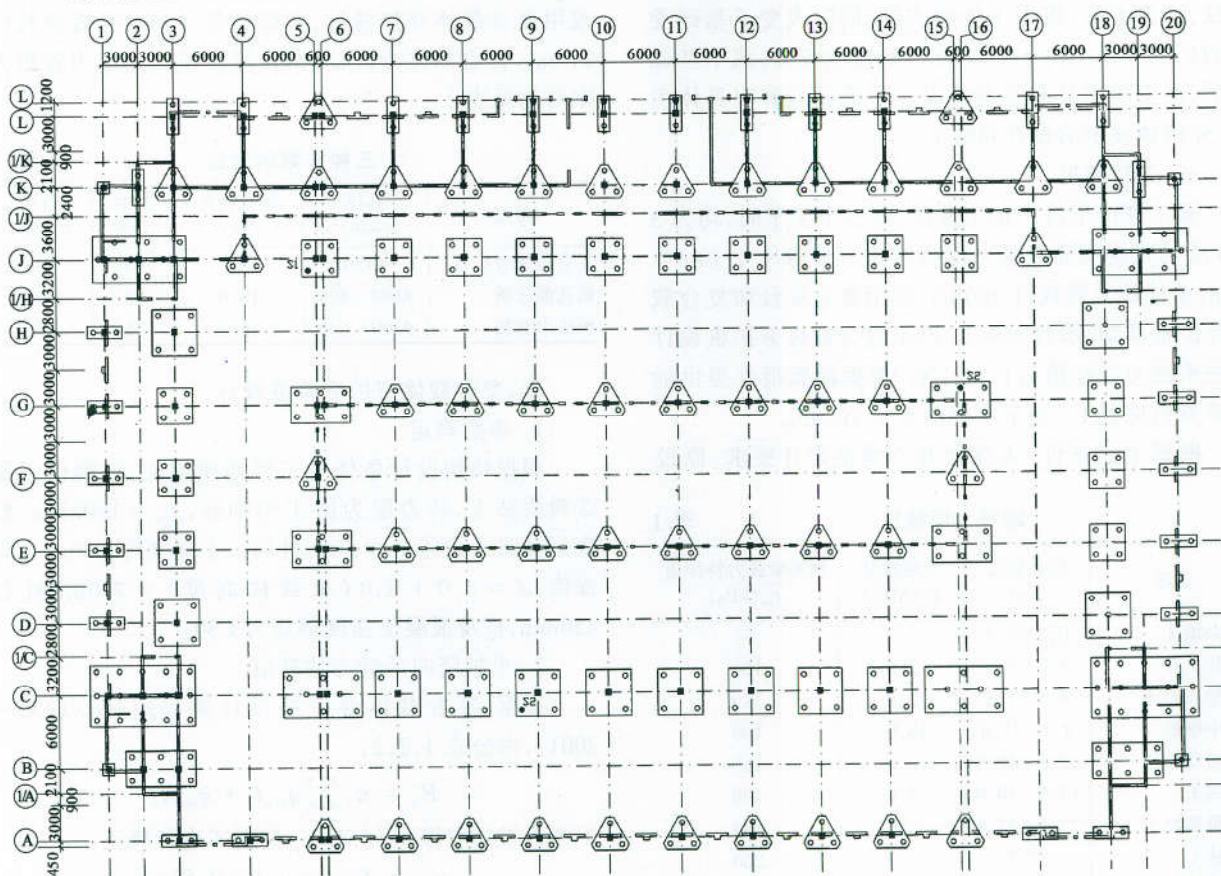


图1 桩位平面图

(下转第 60 页)

桩端载体对承载力发挥了较大作用。小应变检测除部分桩因土建施工单位开挖造成上部断裂外,其余检测曲线完整,桩底反射明显,完整性满足设计要求,图2为部分桩静载荷试验Q-s曲线。

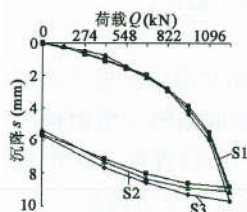


图2 静载荷试验的Q-s曲线

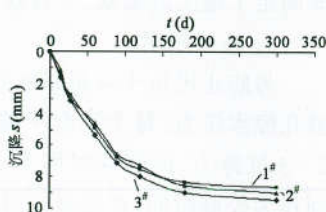


图3 厂房沉降随时间变化曲线

为了解复合载体夯扩桩在使用期间的情况,掌握建筑的沉降控制建筑物不均匀沉降,对建筑的角点和重要部位进行了沉降观测(图3),观测时间从施工至±0.00开始,经过沉降观测数据分析,建筑物在完工200d后最大沉降为9.45mm,最小沉降为8.64mm,平均沉降率为0.03mm/d,变形稳定,呈收敛趋势,可见复合载体夯扩桩运用于电厂厂房中能有效控制基础沉降,减小不均匀沉降。

(上接第53页)

通过工程中一个柱下承台的设计计算可知,钻孔灌注桩和人工挖孔灌注桩单桩承载力高,桩数量少,承台尺寸小,但由于桩长较大,造价高;静压管桩的桩长短,但其承载力低、柱下单桩数量大,承台尺寸也较大,故造价也高;复合载体

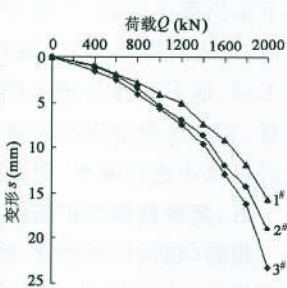


图2 部分静载荷试验的Q-s曲线

夯扩桩桩长短、单桩承载力高且承台尺寸小,故能显著降低造价,与造价最低的人工挖孔灌注桩相比,也能节省造价30.6%。

三、复合载体扩桩的试验

根据方案对比,最终确定采用复合载体夯扩桩,设计桩径为 $\phi 410\text{mm}$;桩长8.2m,单桩承载力设计值为1000kN,工程设计复合载体夯扩桩935根,见图1。施工时桩身长度控制以载体进入持力层深度一半作为控制指标,混凝土标号为C25。施工时三击贯入度控制为10cm,填砖量为500块。

由于考虑到地基处理的区域性特点以及复合载体设计中的经验取值,施工前分别进行了三个桩位的成孔施工试验和完毕后桩的承载力检测。通过试验,在2倍设计荷载作用下均未出现极限荷载,最大变形为

六、结论

(1)在地基浅层为承载力较低的软弱层,一定深度下土层承载力高的地质条件下,复合载体夯扩桩是一种经济高效的桩型。

(2)桩端的填料量并非越多越好,应根据加固土层的孔隙比和含水量等物理力学指标确定填料的体积和三击控制指标。在施工过程中宜通过标贯、静力触探等原位测试手段对各种地层的填料总量进行效果检验、积累数据,以总结土层压缩性指标与填料量之间的关系。

(3)工业建筑占地面积大,基础处理面积大,选择技术合理、造价经济的地基处理方案将为建设节约大量成本。复合载体夯扩桩合理利用建筑垃圾,采用特殊专利,减少了桩长,降低了成本,是一项值得大力推广的技术。

参 考 文 献

1. 桩基工程手册. 中国建筑工业出版社, 1995.
2. 复合载体夯扩桩设计规程(JGJ/T135—2001). 中国建筑工业出版社, 2001.
3. 沈保汉. 复合载体夯扩桩. 建筑施工技术, 2003, (9).
4. 顾晓鲁等. 地基与基础. 中国建筑工业出版社, 2001.

23.2mm,最小变形为15.6mm,且载荷曲线呈缓变型,卸载后变形回弹量都在20%~30%之间,桩端土体没有发生塑性变形,单桩承载力满足设计要求,图2为部分静载荷试验的Q-s曲线。施工控制参数见表4。

四、结论

通过该工程的设计、施工和检测,可见复合载体扩桩作为一种新型施工技术桩在南京地区应用是可行的,由于其技术先进性、质量可靠性和良好的经济效益,必将占领更广的市场,值得大力推广。

施工控制参数

表4

桩号	三击贯入度(cm)	填砖(块)	干硬性混凝土(m^3)	变形(mm)
1#	8.5	532	0.3	15.60
2#	8	517	0.3	18.91
3#	9	536	0.3	23.20

参 考 文 献

1. 建筑地基基础设计规范(GB50007—2002). 中国建筑工业出版社, 2002.
2. 建筑桩基技术规范(JGJ94—94). 中国建筑工业出版社, 1995.
3. 复合载体扩桩设计规程(JGJ/T135—2001). 中国建筑工业出版社, 2001.
4. 南京地区地基基础设计规范, 2000.
5. 岩土工程手册. 中国建筑工业出版社, 1999.
6. 南京IT工业园岩土工程勘察报告, 2002.