

复合载体夯扩桩在山东晨鸣集团 30 万 t 卡纸 厂房工程中的应用

高淑荣 孙世清

黄祥忠

(河北工程技术高等专科学校 沧州 061001) (中冶集团北京房地产开发有限公司 100081)

[摘要] 结合晨鸣纸业厂层工程对复合载体夯扩桩的原理、设计、施工进行介绍,并对不同地基处理形式的造价进行了对比。实践证明,采用复合载体夯扩桩对提高单桩承载力、降低造价是可行的。

[关键词] 复合载体夯扩桩 承载力 压缩模量 密实理论 变形

Application of Ram-compaction Piles with Composite Bearing Base in the Factory Building of Chenming Paper Holding Limited/Gao Shurong¹, Sun Shiqing¹, Huang Xiangzhong² (1 Hebei Engineering and Technical College, Cangzhou 061001, China; 2 MCC Beijing Property Development Co., Ltd., Beijing 100081, China)

Abstract: The principle, design and construction of ram-compaction piles with composite bearing base in the factory building of Chenming paper holding limited are introduced. The costs of different schemes of ground treatment are also compared. The results show that it is feasible to increase the bearing capacity of the pile and to reduce the investment if the ram-compaction piles with composite bearing base are adopted.

Keywords: ram-compaction piles with composite bearing base; bearing capacity; modulus of compression; theory of dense; settlement

工业建筑楼层不高、建筑面积大,基础在整个建筑造价中占比例大,采用复合载体夯扩桩在施工周期和施工造价上的优势明显。现结合山东晨鸣纸业的地质情况和结构设计对复合载体夯扩桩在工业建筑中的设计与施工进行分析介绍,以供参考。

一、工程概况

山东晨鸣纸业 30 万 t 涂布白卡纸工程位于寿光市晨鸣工业园内,建筑面积 10.8 万 m²,包括生产车间和仓库两大区,结构形式为框架结构,最大柱荷载为 4 500kN,地面堆载为 80kPa。由山东晨鸣纸业股份有限公司投资,中国轻工业长沙工程有限公司第二设计部设计,采用复合载体夯扩桩,设计桩径 420,桩长 6.5m,设计单桩承载力特征值 900kN。

根据场区地质勘察报告,该工程地层主要为第四系冲积层。土层主要的力学参数指标如表 1。地下水位于地面下 30m 左右。

工程地质参数

表 1

土层	厚度 (m)	w (%)	γ (kN/m ³)	I_L	e	E_s (MPa)	f_k (kPa)
①粉质粘土	2.4~7.1	22.9	19.2	0.45	0.69	6.49	150
②粉土	1.2~5.0	17.5	20.0	0.14	0.56	8.21	180
③细砂	4.8~8.2	—	—	—	—	15.70	250
④砂质粉土	0.5~1.6	14.4	19.4	0.41	0.59	7.50	160
⑤粉质粘土	0.1~4.3	21.4	19.3	0.37	0.67	7.50	180
⑥粗砂	2.0~3.7	—	—	—	—	23.50	300
⑦粉质粘土	0.5~2.6	19.9	19.6	0.19	0.64	8.27	200

二、地基处理方案的选择

根据上部结构荷载和建筑对变形的要求,基础原设计方案为螺旋钻孔灌注桩和承台,桩径 600mm,桩长 12.5m,桩间距为 1.8m。但经分析,该场区上部两层土为粘土和粉土,这两层土承载力约为 150~180kPa,压缩模量约为 6.5~8.2MPa,其下为一厚度为 4.80~8.20m 的细砂层,该层地基土承载力高,也比较稳定,其压缩模量为 29.2MPa,可以作为复合载体夯扩桩的持力层。稍微填料即可得到良好的挤密效果,是一种典型适合于复合载体夯扩桩的地质。后调整基础方案为复合载体夯扩桩载体基础,桩径为 420mm,桩长约 6.2m,桩数不变,由于桩长减少一半,成本大大降低,表 2 为该工程采用螺旋钻孔灌注桩与复合载体夯扩桩的经济性对比。

采用螺旋灌注桩与复合载体夯扩桩的经济对比 表 2

施工设计方案	桩径(mm)	桩长(m)	总桩数(根)	总造价(万元)
螺旋钻孔灌注桩	600	12.5	5 075	1 200
复合载体夯扩桩	420	6.2~8.3	5 075	750

三、复合载体夯扩桩的设计

1. 复合载体夯扩桩单桩承载力设计

根据场区的地质勘察资料,地面下 6.5m 左右下为细砂层,该层厚度约为 4.8~8.2m,承载力高、压缩性低,可选作复合载体夯扩桩持力层。

设计桩径为 $\phi 420$, 有效桩长 6.5m, 基础埋深为 1.4m, 载体端部细砂承载力为 250kPa, 位于地面下 8.9m, 根据规范 GB50007—2002 承载力深度修正公式, 细砂修正后的承载力特征值为 $f_{sa} = 250 + 3.0 \times 19.5 \times (9.9 - 0.5) = 799.9\text{kPa}$ 。施工中三击控制初步定为 7cm, 干硬性混凝土填量为 0.3m^3 , 根据《复合载体夯扩桩设计规程》(JGJ/T135—2001), 不考虑桩侧摩阻力, 单桩承载力特征值估算为 $R_a = 1\,359\text{kN}$ 。大于设计单桩承载力特征值 900kN。

2. 桩身混凝土承载力验算

设计单桩混凝土采用 C25, 桩身混凝土强度满足 $0.7f_c A_p = 2\,424\text{kN} > 900\text{kN}$, 满足规范设计要求。

3. 软弱下卧层的验算

由于载体地面以下受力层范围内存在软弱下卧层, 对下卧层的承载力进行验算, 桩径为 420mm, 桩间距为 1.8m, 小于 6 倍桩直径, 以四桩承台为例, 根据规范《建筑桩基技术规范》(JGJ94—94) 对该工程的砂质粉土和粉质粘土进行验算。

砂质粉土: $\gamma_0 = 1.0$, $A_0 = 2.2$, $B_0 = 2.2\text{m}$, $\theta = 17.5^\circ$, 得

$$\sigma_z = 124.8\text{kPa}$$

$$\sigma_z + \gamma_z z = 353.4\text{kPa}$$

$$q_{wk}/\gamma_q = 426\text{kPa} > 353.4\text{kPa}$$

软弱下卧层承载力满足设计要求。

经验算粉质粘土承载力也满足设计要求。

4. 变形验算

该工程采用承台基础, 对承台沉降进行计算, 依照规程 JGJ/T135—2001, 采用分层总和法, 根据地区的沉降观测资料和经验, ψ_s 取 1.0, 经计算, 工程最终沉降为 32.3mm, 小于规范限值 200mm。

四、复合载体夯扩桩检测

工程共施工工程桩 5 075 根, 桩长为 5.45~8.5m,

所有复合载体夯扩桩

载体都进入砂土层。

随机抽取工程桩 25 根进行检测。对这 25 根桩的载荷试验曲线进行分析, 曲线呈缓变型, 最大沉降 28.6mm, 最小沉降为 13.5mm, 说明在 2 倍设计荷载下, 均未达到极限值, 承载力满足设计, 通过

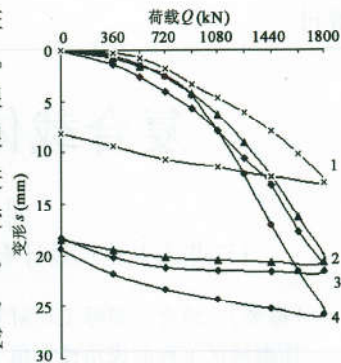


图 1 部分试桩 Q-s 曲线图

卸载, 回弹量较大, 由此可见该工程桩承载力还有一定的储备, 图 1 为 A 区部分试桩载荷试验的 Q-s 曲线, 试桩的施工控制参数见表 3。

试桩施工控制参数

表 3

桩号	桩径(mm)	桩长(m)	填料(m^3)	三击(cm)
1#	420	7.2	0.35	7
2#	420	6.5	0.3	8
3#	420	6.8	0.3	8.5
4#	420	6.3	0.3	9

五、结语

结合晨鸣纸业 30 万 t 涂布白卡纸厂房工程的地质条件, 对复合载体夯扩桩的设计进行介绍。通过该工程的施工情况和施工检测可以分析, 复合载体夯扩桩应用于工业建筑的地基处理是可行的, 能节省大量造价, 是一项值得大力推广的施工工艺。

参 考 文 献

1. 顾晓鲁等. 地基与基础. 中国建筑工业出版社, 2002.
2. 建筑桩基技术规范. 中国建筑工业出版社, 1990.
3. 王继忠等. 复合载体夯扩桩设计规程. 中国建筑工业出版社, 1991.

(上接第 49 页)

设计规程》(JGJ/T135—2001) 对工程桩随机抽取, 共抽取 3 根桩进行检测, 经天津市金海技术开发公司对这 3 根桩进行慢速维持荷载试验, 在 2 倍设计荷载下, 最大变形为 24.6mm, 最小变形为 18.4mm, 与计算沉降相符, 且卸载后 3 根桩回弹率都在 28% 以内, 该工程复合载体承载力都满足设计要求, 其 Q-s 曲线如图 2 所示。

六、结语

复合载体夯扩桩改变了传统桩基础的概念, 通过锤击跟管成孔, 通过填料对深层土体进行加固, 提高了深层地基土承载力, 并通过桩身把上部荷载传递到深

层土体进行扩散。通过本工程可以看出, 在天津软土地区, 由于上层软土侧摩阻力低, 若采用普通桩基础, 桩长较长, 而采用复合载体施工工艺能有效降低成本, 具有明显的经济效益。

参 考 文 献

1. 复合载体夯扩桩设计规程 (JGJ/T135—2001). 中国建筑工业出版社, 2002.
2. 建筑地基基础设计规范 (GB50007—2002). 中国建筑工业出版社, 2002.
3. 建筑桩基技术规范 (JGJ94—94). 中国建筑工业出版社, 1994.