

管桩用作锚桩在静载荷试验中的应用研究

席亚军¹, 黄 沛², 任宇涛³

(1. 河北建研科技有限公司, 河北 石家庄 050022; 2. 同济大学, 上海 200092;
3. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

摘要: 单桩静载荷试验中, 锚桩法相比于压重平台法等其他方法具有安装简单安全, 场地条件要求低、工期短等优势。通过将工程管桩用作静载荷试验中抗拔锚桩的成功实例, 对管桩作为抗拔锚桩的制作方法, 抗拔力、桩身强度、以及后期作为抗压管桩的工作性能进行了分析评价, 以为同类工程试验提供经验参数。

关键词: 管桩; 抗拔锚桩; 静载试验; 填芯混凝土; 抗拔力

中图分类号: TU473.1

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2012)06—0053—03

Application Research on Using Pipe Pile as Anchor Pile in Static Load Test

XI Ya-jun¹, HUANG Pei², REN Yu-tao³

(1. Hebei Jianyan Co., Ltd. of Science and Technology, Shijiazhuang, Hebei 050022, China;
2. Tongji University, Shanghai 200092, China; 3. China Enfei Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: In the static load test of single pile, the anchor pile method has such the advantages as easy and safe installation, low requirement on site conditions and short construction period compared with weighted deck method and other methods. Through using pipe pile as the uplift pile in the static load test, its making method, uplift resistance, pile strength and working performance as anti-compression pipe pile at later stage are analyzed and evaluated here in detail, which could provide experiences and parameters for similar projects and tests.

Keywords: pipe pile; uplift anchor pile; static load test; cavity-filling concrete; uplift resistance

先张法预应力混凝土管桩(简称管桩)具有高强度、质量保障率高、工期短等优点^[1], 已被广泛应用到建筑工程领域, 逐渐成为国内外应用量最大的桩型^[2]。在管桩基础质量检测及验收阶段, 按照现行标准^[3]要求, 应进行单桩承载力静载荷试验。选用何种加载反力装置对静载荷试验快速、准确、经济、简便的实现, 有着至关重要的作用。在锚桩横梁反力装置、压重平台反力装置、锚桩压重联合反力装置、地锚反力装置等几种抗压静载荷试验反力装置中, 相比较而言, 通过将工程管桩加工成锚桩, 采用锚桩横梁反力装置体现了地基基础工程中必须坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则。管桩用作锚桩, 首先碰到的问题是如何加载, 因为管桩桩表面光滑, 很难用夹具扣牢, 即使扣牢受力亦很不均匀, 因此, 试验时采用在桩芯内埋设钢筋浇灌混

凝土的方法, 使其被加工成锚桩。基于此, 本文探讨了一种将管桩用作静载荷试验中锚桩的试验方法, 有着广泛的推广价值和显著的经济效益。

1 工程概况及锚桩设计参数

1.1 工程概况

本工程管桩选用 PHC B 500 125 型号管桩, 设计单桩抗压承载力特征值为 1 550 kN, 桩长 26 m。由于现场交叉施工, 场地狭小、施工道路不畅, 考虑到堆载静载荷试验法需大量配重进出场, 吊装设备占位等不便因素, 决定采用锚桩横梁反力装置静载荷试验方法。对所选试桩周边工程桩进行混凝土填芯插筋处理, 使其成为抗拔锚桩。

该场地工程地质情况见图 1, 锚桩设计参数值见表 1, 试桩锚桩布置图见图 2。

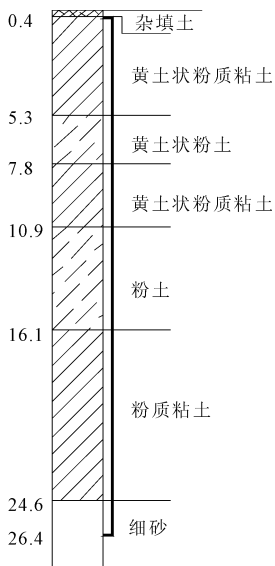
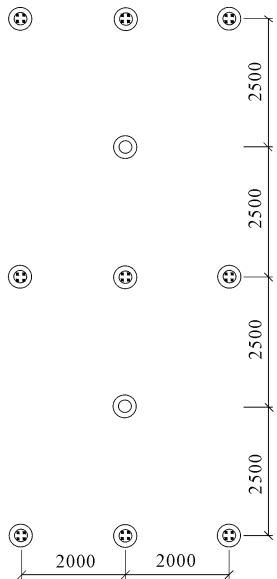


图 1 场地工程地质图



备注: ⊙ 试桩, 桩径 500mm; ⊗ 锚桩, 桩径 500mm

图 2 试桩锚桩布置示意图

表 1 锚桩设计参数值

岩土名称	重度 $\gamma / (\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	承载力 特征值 f_{ik} / kPa	预制桩	
			端阻力 q_{sia} / kPa	侧阻力 q_{pia} / kPa
①杂填土	18.5		10	
②层黄土状粉质黏土	19.4	120	22	
③层黄土状粉土	18.4	120	25	
④层黄土状粉质黏土	19.4	130	26	
⑤层粉土	18.2	140	28	
⑥层粉质黏土	19.4	150	30	800
⑦层细砂	18.8	200	40	3000
⑧粗砂	18.5	300	46	3200

1.2 锚桩设计参数

1.2.1 锚桩抗拔承载力特征值的估算

依据《预应力混凝土管桩基础技术规程》^[3] DB13(J)/T105-2010, 锚桩抗拔承载力特征值为:

$$R_{ta} = u_p \sum \lambda_i q_{sia} l_i + 0.9 G_p \quad (1)$$

式中: R_{ta} 为单桩抗拔承载力特征值(kN); u_p 为管桩桩身外周边长(m); λ_i 为抗拔摩阻力折减系数, 砂土取 0.50, 粘性土、粉土取 0.70; q_{sia} 为管桩第 i 层土(岩)的侧阻力特征值(kPa); l_i 为管桩穿越第 i 层土(岩)的厚度(m); G_p 为管桩自重(kN)。桩径 500 mm, 壁厚 125 mm。

经计算: $R_{ta} = 859 \text{ kN}$

1.2.2 确定锚桩根数

依据《建筑桩基检测技术规程》^[4] JGJ 106—2003 规定, 加载反力装置所提供的最小反力计算方法如下:

$$1550 \times 2 \times 1.2 = 3720 \text{ kN}$$

锚桩根数计算:

$3720 \div 859 = 4.3$, 取 6 根。(考虑锚桩受力对称均匀, 取双数, 偏于安全)

采用 6 根桩径 500 mm 的工程桩作为锚桩

则每根锚桩需承受的拉力为 $3360 \div 6 = 560 \text{ kN} < 859 \text{ kN}$, 满足要求。

1.2.3 锚桩内需插入钢筋的数量

单根锚桩抗拔力计算:

$$3720 \div 6 = 620 \text{ kN} < 859 \text{ kN}, \text{ 满足要求。}$$

插入钢筋截面积计算, 根据试验最大上拔力不得超过受拉钢筋强度标准值的 0.9 倍^[4], 采用 II 级钢筋:

$$620 \div (0.3 \times 0.9) = 2296 \text{ mm}^2, \text{ 选用 } 4\Phi 28.$$

1.2.4 管桩内预应力主筋受拉承载力验算

依据《国家建筑标准设计图集预应力混凝土管桩》^[5] 10G409, 主筋受拉承载力为:

$$N \leq C f_{py} A_p \quad (2)$$

式中: N 为拉力设计值; 取 620 kN; C 为考虑预应力钢筋墩头与端板连接处受力不均匀等因素的影响而取得折减系数, $C = 0.85$; f_{py} 为预应力钢筋抗拉强度设计值, 取 1 860 MPa; A_p 为全部纵向预应力钢筋的截面积, $A_p = 1500 \text{ mm}^2$ 。

经计算

$$C f_{py} A_p = 2371 \text{ kN} > 620 \text{ kN}. \text{ 满足要求, 管桩内}$$

预应力主筋不会拉断。

1.2.5 填芯深度计算

填芯深度大小必须要满足抗拔承载力的要求,

否则会出现填芯与管桩之间联接脱落,导致试验失败的后果。本工程采用掺微膨胀剂的 C30 混凝土进行填芯,为保证填芯混凝土便于振捣、浇筑密实,先用干燥的粗砂填灌至设计填芯深度处,充当填芯混凝土时的阻塞挡板,防止填芯混凝土振捣时阻塞挡板掉落。填芯深度的计算关键取决于填芯混凝土与管桩内壁新老混凝土的粘结强度。

(1) 根据《预应力混凝土管桩基础技术规程》^[3] DB13(J)/T105-2010,填芯深度为:

$$L_a \geq Q_t / (f_n \cdot U_{pn}) \quad (3)$$

式中: L_a 为填芯混凝土深度(mm),不应少于 2.5 m; Q_t 为相应荷载效应基本组合时的单桩竖向抗拔力设计值(N); f_n 为填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度设计值,宜由现场试验确定。当缺乏试验资料时,C30 的掺微膨胀剂的填芯混凝土 f_n 可取 $0.20 \text{ N/mm}^2 \sim 0.30 \text{ N/mm}^2$; U_{pn} 为管桩内孔圆周长(mm)。

参考文献[6]中的大量研究成果,取 $f_n = 0.20 \text{ N/mm}^2$,经计算

$$L_a = 3949 \text{ mm}, \text{取 } 4 \text{ m}.$$

(2) 根据文献[7]建议的方法计算填芯深度为:

$$L = N / (k\pi Df_t) \quad (4)$$

式中: N 为填芯黏结力设计值(kN); D 为填芯直径(管桩内径); L 为填芯深度; f_t 为填芯混凝土抗拉强度设计值(MPa); k 为平均黏结剪应力系数。对于比较光滑的黏结面,文献[8]建议: $k = 0.45 \sim 0.56$;文献[9]3组试件的下限值为 $k = 0.53$ 。取 $k = 0.45$,是偏于安全的。

经计算:

$$L = 1118 \text{ mm}$$

综合比较分析,填芯深度取计算(1)结果,偏于安全。同时证明,简单的以混凝土的抗拉强度设计值用作填芯混凝土与管桩内壁的粘结强度值是偏于不利的。

1.2.6 反力装置

管桩静载荷试验反力装置示意图如图 3,锚桩与次梁焊接。锚桩填芯示意图如图 4。

2 管桩用作锚桩后工程性能分析评价

工程管桩在静载荷试验中临时用作抗拔锚桩后,对其后期作为工程抗压桩的性能是否有影响?这个问题解答主要取决于工程管桩在用作锚桩时,在抗拔力的作用下是否出现裂缝。如果在抗拔拉力的作用下,管桩桩身出现裂缝,那么势必会出现预应

力钢绞线外露锈蚀等影响管桩耐久性的现象。根据《混凝土结构设计规范》^[10] GB 50010-2002 正常使用极限状态验算,管桩有效预应力计算:

$$\sigma_{pc} \cdot A = 8 \times 3.14 \times (0.52 - 0.252) / 4 = 1178 > 620 \text{ kN}$$

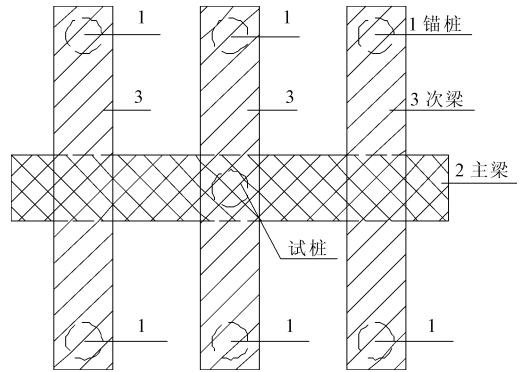


图 3 反力装置示意图

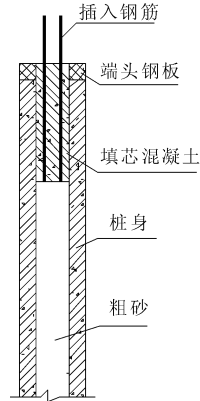


图 4 锚桩填芯示意图

表明管桩在抗拔拉力作用下,桩身混凝土未出现拉应力。满足上述规范 I 级不出现裂缝的裂缝宽度验算要求。进而证明,本工程中工程管桩用作抗拔锚桩后,对后期使用性能不会有较大影响。

3 结论

通过本工程中工程管桩用作静载荷试验中抗拔锚桩的成功应用,本文对管桩用作抗拔锚桩的制作方法、设计参数以及管桩后期使用性能作了系统研究。得出了填芯混凝土与管桩内壁新老混凝土的粘结值的取值依据;静载荷反力装置的设计参数(锚桩承载力、锚桩根数、锚桩配筋)的计算方法以及锚桩工程使用性能的评价方法。

参考文献:

- [1] 阮起楠. 预应力混凝土管桩[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2000: 5-6.

(上接第 55 页)

- [2] 中国预应力混凝土管桩的发展状况及同日本管桩的差距[C]//中国硅酸盐学会钢筋混凝土制品专业委员会 2007—2008 年年会论文集. 北京:中国建材工业出版社,2010:152-153.
- [3] 河北省建筑科学研究院主编.DB13(J)/T105 - 2010. 预应力混凝土管桩基础技术规程[S]. 北京:中国建材工业出版社,2010:3.
- [4] 上海市建筑科学研究院主编.DGJ 08 - 218 - 2003. 建筑基桩检测技术规程[S]. 上海:上海市建设和管理委员会,2003:15.
- [5] 中国建筑标准设计研究院. 10G409. 预应力混凝土管桩[S]. 北京:中国计划出版社,2010.
- [6] 许国平.PHC 桩的竖向抗拔静载试验研究[J]. 工程勘察,2005,20(5):9-11.
- [7] 李先平,张雷顺,赵国藩. 预应力混凝土管桩与桩帽连接节点抗拔性能原型试验研究[J]. 土木工程学报,2005,38(7):81-86.
- [8] 徐 枫,顾国荣,陈岱杰. 上海地区 PHC 管桩抗拔设计应用实录[J]. 土木工程学报,2007,40(S1):213-218.
- [9] 张 忠. 预应力混凝土管桩填芯混凝土抗拔试验研究及理论分析[D]. 合肥:合肥工业大学,2006:15-17.
- [10] 中华人民共和国建设部. 国家质量监督检验检疫总局.GB50010 - 2002. 混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.