

预应力管桩在汕头地区施工中几个问题的探讨

林志文

(广东省地勘局 722 地质大队,广东 汕头 515021)

摘要:通过对汕头地区预应力管桩历年来的施工实例资料分析,根据汕头地区工程地质条件的特点和实践经验,对预应力管桩的设计、施工提出几点探讨性意见。

关键词:汕头地区;预应力管桩;桩侧摩阻力;桩端阻力;极限承载力;贯入度;终压值

中图分类号:TU473.1⁺3 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)02-0012-03

Study on Application of Pre-stressed Tubular Pile in Shantou District/LIN Zhi-wen (722 Geology Team under Guangdong Geology and Resources Survey Bureau, Shantou Guangdong 515021, China)

Abstract: Based on the case analysis on pre-stressed tubular pile construction in Shantou district in these years, according to the characters of engineering geological condition and working experience, some discussion on design and construction of pre-stressed tubular pile are made.

Key words: Shantou district; pre-stressed tubular pile; skin friction of pile; pile end resistance; ultimate bearing capacity; penetration; stop pressing value

1 概述

汕头地区的地质构造较为复杂,属韩江下游出海口水三角洲冲积平原滨海浅滩滩地,主要由第四纪浅海海湾相沉积土、海陆交互相沉积土、残积土及燕山晚期岩浆活动形成的岩浆岩组成,工程地质条件差,淤泥、淤泥质土等软弱土质覆盖层较厚,基岩埋藏深。

以往在汕头及附近市县的建筑物的基础工程大多采用沉管振动灌注桩、钻孔灌注桩及少量现场预制方桩。与以往的桩基形式相比,预应力管桩具有桩身质量稳定可靠、强度高、穿透能力强、耐施打、对桩端持力层起伏变化大的地质条件适应性强、施工速度快、现场简洁、成桩质量检测方便等优点,于 20 世纪 90 年代中期开始在汕头地区应用。近年来,随着汕头本地区 3 家大型预应力管桩厂的相继投产和桩机数量大幅增加,大大地降低了各种成本,使预应力管桩在汕头地区得到广泛的推广应用。不少大型工程如岩石跨海大桥、汕头博物馆、海滨花园、李嘉诚汕头第一城以及许多房产开发项目的多层和小高层建筑均采用了预应力管桩作基础,效果良好。

但是,由于汕头地区应用预应力管桩时间不长,一些从业人员对预应力管桩基础的受力性能、破坏机理在认识上存在误区。因此,汕头地区预应力管桩基础工程在设计和施工方面还有待于探索、总结

和积累经验。

2 预应力管桩在汕头地区的使用情况

汕头地区从 1994 年开始使用预应力管桩,最先是在一些小的项目中试用,前期主要是采用锤击桩机施打,1997 年开始引入静压桩机,2000 年后预应力管桩逐步大量应用。表 1 为历年来预应力管桩在汕头部分工程的使用情况。

3 预应力管桩在实践中的几个问题探讨

3.1 竖向极限承载力的取值问题

目前汕头地区的岩土工程地质勘察报告书没有提供针对管桩设计的桩侧摩阻力和桩端阻力设计参数,设计人员依据勘察报告书中有关预制桩的经验参数计算而确定单桩竖向极限承载力,从表 1 中可以看出,一部分没有先通过现场静载试验就确定桩承载力的工程,其极限承载力取值偏低,造成一定的浪费。

解决预应力管桩竖向极限承载力取值问题最好的办法当然是先通过静载试验,这样,既可获得符合实际情况的单桩竖向极限承载力值,又可验证勘察报告书提供的数据,以及检验施工桩机的设备情况,在满足建筑物使用安全的前提下,避免浪费,减少项目投资。因此在条件允许的情况下,应尽量做到通

收稿日期:2006-12-07

作者简介:林志文(1966-),男(汉族),广东汕头人,广东省地勘局 722 地质大队工程师、注册建造师,钻探工程专业,从事桩基础、地基处理及岩土工程勘察的施工与技术管理工作,广东省汕头市护堤路 30 号,13509885628, gddk722lw@163.com。

表1 汕头市部分预应力管桩使用情况表

| 序号 | 工程名称 | 施工时间 | 设计桩径/mm | 桩入土深度/m | 桩端土层 | 入桩端土层深度/m | 最后贯入度/(cm·10击 ⁻¹) | 总锤击数 | 单桩竖向极限承载力标准值/kN | 试验最大加载时累计沉降量/mm | 卸载后残余沉降量/mm | 备注 |
|----|-----------|------|---------|---------|------|-----------|-------------------------------|------|-----------------|-----------------|-------------|---------------|
| 1 | 海洋化学有限公司 | 1994 | 500 | 38.0 | 中砂 | 5.0 | 6.0 | 764 | >3000 | 17.69 | 2.52 | |
| 2 | 潮安邮电局综合楼 | 1995 | 400 | 38.8 | 砾砂 | 3.8 | 4.5 | 1000 | >2600 | 25.24 | 9.46 | |
| | | | 500 | 38.8 | 砾砂 | 3.4 | 6.4 | 589 | >3300 | 28.03 | 10.63 | |
| 3 | 汕头博物馆 | 1995 | 500 | 36.0 | 粗砂 | 1.5 | 2.6 | 440 | >3000 | 11.48 | 0.99 | |
| 4 | 26街区小学教学楼 | 1996 | 500 | 39.9 | 粗砂 | 2.3 | 2.1 | 273 | >2400 | 11.30 | 0.35 | |
| | | | 400 | 41.0 | 粗砂 | 3.0 | 6.0 | 370 | >1600 | 8.53 | 0.35 | |
| 5 | 凯撒厂房 | 1996 | 400 | 27.0 | 粗砂 | 1.5 | 5.0 | 350 | >1600 | 15.00 | 2.30 | |
| 6 | 潮州国税大楼 | 1996 | 500 | 38.0 | 强风化 | 2.3 | 5.0 | 1400 | >4000 | 8.00 | 0.80 | |
| 7 | 东区污水处理厂 | 1997 | 500 | 30.4 | 中风化 | 0.1 | 3.2 | 597 | >4000 | 18.49 | 5.37 | 要求通过静载试验确定承载力 |
| | | | 500 | 39.5 | 强风化 | 1.1 | 2.2 | 1576 | >3600 | 23.07 | 1.06 | |
| | | | 400 | 38.6 | 砾砂 | 3.2 | 5.5 | 1001 | 3500 | 40.28 | 7.83 | 要求通过静载试验确定承载力 |
| 8 | 华新城振华园 | 1997 | 400 | 37.0 | 粗砂 | 3.6 | 5.0 | 488 | 3500 | 46.03 | 6.65 | |
| | | | 500 | 40.0 | 粗砂 | 2.9 | 4.1 | 670 | >3800 | 31.92 | 4.23 | |
| | | | 400 | 40.6 | 粗砂 | 4.2 | 5.4 | 409 | >3200 | 29.59 | 5.81 | |
| | | | 500 | 38.5 | 含砾中 | 2.9 | 5.2 | 663 | >3800 | 20.47 | 2.82 | |
| | | | 400 | 38.2 | 粗砂 | 2.6 | 6.7 | 438 | >3200 | 22.27 | 3.63 | |
| 9 | 正大万客隆购物中心 | 1997 | 500 | 39.6 | 强风化 | 3.0 | 2.3 | 1459 | >4400 | 23.93 | 3.23 | |
| | | | 500 | 41.9 | 粗砂 | 4.3 | 3.3 | 994 | >4400 | 31.53 | 6.69 | |
| | | | 500 | 41.4 | 粗砂 | 4.0 | 3.7 | 881 | >4400 | 30.04 | 6.37 | |
| 10 | 海滨花园 | 1997 | 500 | 27.4 | 中粗砂 | 0.8 | | | >2400 | 10.93 | 3.27 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 26.9 | 中粗砂 | 0.9 | | | | >1700 | 10.99 | |
| 11 | 无线电管委会大楼 | 1997 | 500 | 38.0 | 粗砂 | 1.4 | 10.0 | 572 | >2600 | 11.62 | 2.32 | |
| 12 | 诚信花园 | 1997 | 500 | 44.0 | 中砂 | 1.8 | 2.8 | 592 | >3600 | 25.71 | 0.20 | |
| | | | 400 | 43.2 | 粗砂 | 1.9 | 3.0 | 515 | >2400 | 23.54 | 0.90 | |
| 13 | 铭雅花园 | 1998 | 500 | 42.0 | 粗砂 | 0.6 | 4.8 | 450 | >4000 | 24.75 | 1.50 | 要求通过静载试验确定承载力 |
| | | | 400 | 41.4 | 粗砂 | 1.0 | 6.8 | 322 | >3200 | 35.79 | 5.40 | |
| 14 | 中泰花园 | 1998 | 500 | 41.0 | 中粗砂 | 2.0 | 6.0 | 400 | >3000 | 10.00 | 0.90 | |
| 15 | 澄海正大体育馆 | 1998 | 500 | 39.5 | 中粗砂 | 3.8 | 11.0 | 1301 | >1800 | 10.04 | 1.99 | |
| 16 | 中信世贸花园 | 1999 | 500 | 38.5 | 中粗砂 | 1.5 | 9.0 | 586 | >3500 | 17.89 | 1.82 | |
| 17 | 华尔花园 | 2001 | 500 | 39.1 | 中砂 | 0.9 | | | >3000 | 12.81 | 3.84 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 38.3 | 中砂 | 1.2 | | | | >2400 | 14.53 | |
| 18 | 凯德花园 | 2002 | 500 | 40.3 | 粗砂 | 1.1 | | | >3200 | 10.83 | 3.85 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 41.7 | 粗砂 | 0.8 | | | | >2600 | 13.34 | |
| 19 | 星洲家园 | 2004 | 500 | 38.8 | 粗砂 | 1.3 | | | >3000 | 21.07 | 9.21 | 静压桩机压入 |
| | | | 500 | 36.5 | 粗砂 | 1.5 | | | | >3600 | 20.4 | |
| 20 | 凯逸家园 | 2004 | 500 | 38.3 | 中砂 | 1.0 | | | >3900 | 34.24 | 19.58 | 要求通过静载试验确定承载力 |
| | | | 400 | 36.6 | 中砂 | 1.3 | | | | >2800 | 16.43 | |
| 21 | 中邦洗水 | 2004 | 500 | 42.5 | 粘土 | 0.7 | | | >3500 | 17.42 | 4.78 | 要求通过静载试验确定承载力 |
| | | | 400 | 31.1 | 细砂 | 3.4 | | | | >2400 | 19.08 | |
| 22 | 凯泽雅园 | 2005 | 500 | 35.3 | 中砂 | 1.3 | | | >3500 | 14.32 | 1.12 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 37.5 | 中砂 | 1.4 | | | | >2400 | 13.29 | |
| 23 | 松田高科厂房 | 2005 | 500 | 36.5 | 粗砂 | 1.9 | | | >3600 | 11.21 | 4.32 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 36.9 | 粗砂 | 2.3 | | | | >2600 | 12.38 | |
| 24 | 38街区商住楼 | 2006 | 500 | 37.3 | 中粗砂 | 0.6 | | | >3600 | 28.35 | 4.43 | 静压桩机压入 |
| | | | 400 | 37.0 | 中粗砂 | 0.7 | | | | >2600 | 20.75 | |

过现场静载试验来确定桩的极限承载力。但目前汕头地区的大多数项目,由于时间紧、工期短等原因,未能做到这一点。

近年来,汕头市预应力管桩基础工程的设计经验证明,根据工程地质条件,选择合适的桩端持力层及进入持力层的深度,将预应力管桩桩身额定的承

载力乘以折减系数0.75~1.00即可作为管桩的竖向承载力,此方法简单、实用,桩径400mm和500mm的PHC管桩,桩身额定的承载力 R_s 值分别为1700kN和2300kN,则其竖向承载力标准值不能超过桩身额定的承载力,单桩竖向承载力标准值 Q_{uk} 可分别取2550~3400kN和3450~4600kN。在实

际工程应用中,根据持力层深度、厚度、密实度以及管桩进入持力层深度而决定取低值或高值,这种方法已被多项实际工程的静载试验结果所证明。

3.2 施工过程中不应忽视的几个问题

3.2.1 沉桩顺序和速度

汕头地区上部有一层 10~20 m 的压缩性高、透水性差的饱和淤泥层,沉桩时排水不易,土层颗粒间较难挤密实,从而导致沉桩时产生隆土现象,降低桩周摩阻力,同时导致桩位偏移,桩身倾斜。

在沉桩过程中,同一单体建筑物要求先打场地中央的桩,后打周边的桩,先打深桩,后打浅桩,同时应严格控制打桩速度,由于沉桩时土体中产生很大的孔隙水压,深层土产生水平位移,如不控制沉桩速度而超过临界状态,孔隙水随之下降,土体变得松软,密实度降低,土体隆起对桩产生上浮力,还会大大增加对四周桩的水平挤压力,从而导致桩倾斜偏位,施工队伍往往因为贪图施工方便和赶工期等原因忽视了这些问题,尤其在密集群桩或四周有围护桩约束的工程,很容易引起部分桩的上浮或偏位,严重的会使桩上、下节接头部位断裂。

3.2.2 桩身的垂直度

桩身保持垂直,减少了沉桩时因偏心受力而使桩身破坏的机率,成桩后的垂直度也得以保证。在汕头软土地基上施工要保证桩身的垂直,首先要对场地进行认真的平整压实,避免在施打过程中因震动而使桩机塔架倾斜,甚至桩机侧滑,这样桩机导杆不垂直,桩位也会偏斜,因此在施打中若发现桩身不垂直应拔起重打,不得采用“硬扳”的方法来纠正。

3.2.3 施打的贯入度或终压值

汕头地区锤击管桩通常以设计桩长、进入持力层深度和贯入度作为收锤标准,往往忽视了总锤击数、最后 1 m 锤击数、桩身反弹情况等因素,个人的片面追求贯入度越小越好,贯入度太小,锤击数必然偏大,桩身砼强度随锤击数的增加而逐渐降低,影响桩身质量,同时也会损坏桩锤。贯入度的大小是

锤重、落距、地质条件、桩径、桩长,桩距和进入持力层深度的综合体现,只要桩的承载力取值和桩进入持力层深度合理,有足够的下卧层,甚至最后贯入度以 120 mm/10 击为收锤标准,静载试验结果也能达到设计要求。因此,建议以桩长及桩端进入持力层的深度为第一控制条件,最后贯入度为参考控制条件。

对于静压桩机压入的管桩同样以设计桩长和桩进入持力层深度以及终压值为控制条件。在汕头地区软土地基中多数为大于 30 m 的端承摩擦桩,以设计桩长和桩进入持力层深度为第一控制条件,终压值为参考控制条件,对于一些设计承载力较高的工程,终压值宜尽量达到设计值的 1.5~1.7 倍,视地质情况和布桩情况考虑复压;对于 15~25 m 的中长桩,其终压值控制在设计值的 1.7~2.0 倍以上且复压 2~3 次为好;而个别长度 <15 m 的短桩,其终压值控制在设计值的 2.0~2.5 倍以上,且复压 3 次以上,避免造成误判。

4 结语

预应力管桩以其桩身质量可靠、承载力高、施工速度快、现场整洁、较为经济等优点在汕头地区软土地基的施工建设中得到了广泛的应用,取得了良好的效果。但由于汕头地区的工程地质条件复杂,管桩的应用时间不长,在设计和施工方面存在不少需要解决的问题,比如桩的承载力取值的确定,施工中沉桩的顺序和速度,桩身的垂直度,贯入度或终压值的控制等问题,还需要通过大量的工程实践来分析、探讨和总结。

参考文献:

- [1] JGJ 94-94, 建筑桩基技术规范[S].
- [2] GB 50007-2002, 建筑地基基础设计规范[S].
- [3] 刘金励. 桩基工程技术[M]. 北京:中国建材工业出版社, 1966.

恭祝广大读者新春快乐!

《探矿工程(岩土钻掘工程)》编辑部