

# 预应力管桩设计中的常见技术问题分析

王 勤

(佛山市顺德建设监理有限公司 广东佛山 528300)

**摘 要:**根据工程实践,对预应力管桩设计和施工中一些常见技术问题分析,包括桩型选择,承载力设计,打桩参数的确定,偏心桩的处理等,并提出看法和建议,供设计人员参考。

**关键词:**预应力管桩; 设计; 承载力; 偏心桩

## 1 前言

珠江三角洲大部分地区由于地质条件复杂,地表填土和冲积层深厚,导致浅层地基不宜用作荷载较大的桩基持力层,因此建筑物大多采用桩基础,桩型选择方面则较多采用沉管灌注桩、人工挖孔桩、预应力高强混凝土管桩和钻(冲)孔灌注桩等。

近来随着高强预应力管桩(以下简称“管桩”)的广泛应用,顺德地区的桩基质量也得到明显提高,根据去年本地区管桩动测试验结果统计,在近 7000 根试桩中,存在明显质量问题的桩(如接缝脱开、断桩、承载力达不到设计要求)仅为 102 根,占总数的 1.5%,这与 90 年代初灌注桩中缺陷桩比例高达 20%以上相比,其下降幅度是相当可观的。

当管桩出现质量问题时,设计人员通常会将责任推卸到施工身上,但事实上进具体分析后可以发现这是明显不合理的。除施工因素外,桩身制作和设计等环节,甚至业主都可能对桩质量造成直接或间接的影响。本文主要从设计角度,对预应力管桩设计和施工中存在的若干问题进行剖析,目的是引起有关各方的重视,以提高管桩施工质量。

## 2 常见桩基设计技术问题分析

### 2.1 桩型选择不合适

广东省规范《预应力混凝土管桩基础技术规程》(DBJ/T15-22-98)中规定,预应力管桩不适用的土层包括如下:含有大量难以清除的孤石或障碍物的土层;不适宜作为持力层且管桩难以贯穿的坚硬夹层;管桩难以贯入的岩石上无适合作为桩端持力层的土层,或持力层较薄且其上覆土层较松软;管桩难

以贯入的岩石埋深较浅且倾斜较大。

如我区陈村镇、龙江镇某些工地地质条件与上述土层相似,导致打桩过程中或试桩时打烂桩头或桩身、接缝脱开、嵌岩达不到规范要求的情况偶有发生,但至今仍有部分设计人员对这一问题未引起足够重视,使得上述地区仍然以设计打入式管桩为主。

### (2) 承载力设计缺乏依据

由于按现有地质资料进行计算往往偏于保守,加上受各种条件限制而无法进行非工程桩试验,使得相当一部分设计人员在设计管桩承载力时仅根据桩径大小来进行确定。以使用最普遍的  $\phi 400$  管桩为例,可以说目前 80% 的工地其承载力设计值均取为 1200kN,而不考虑地质条件、桩长和送桩方式,也不经过非工程桩测试就可以设计出承载力。

如此设计的最严重后果是导致浪费,以  $\phi 400$  管桩为例,在桩长  $\geq 20\text{m}$ ,地质条件不太差,桩端嵌岩符合规范要求的情况下,该桩型试桩结果显示大部分桩的极限承载力均达 3000kN 以上,若取 1200kN 则即使乘以分项系数 1.7,极限承载力也仅 2000kN,是明显偏于保守的。据检测部门统计,管桩成本约为 35 元/10kN,如每根桩多花 100 元以上,以我区去年桩基应用量达 10 万根以上计算,则业主在桩基投资方面的浪费就相当惊人了。

当然,桩基承载力设计值较高时,对打桩施工的要求也较高,施工过程中应密切注意监控,其次是有时存在不安全因素,较明显的是出现部分短桩,尤其是静压式管桩,如乐从镇、伦教镇某些工程,采用静压管桩时往往较难穿透地面以下 15~20m 的中密砂层,而用柴油锤施打则可达到 30m 以下,这时预应力管桩或预制方桩若仍采用上述设计值,则会因摩擦力和端承力明显偏小而无法达到设计要求。

### (3) 打桩参数选择不合理

主要表现为对贯入度要求过高,其实过小的贯入度往往容易造成桩的强度降低甚至损坏,反而对承载力不利,也较易导致柴油锤损伤。

如北碚镇某工程  $\phi 400$  管桩基础原采用 6.0t 柴油锤施打,在锤重偏大的情况下,设计人员仍要求收锤标准达到 2.0cm/10 击以下,加上桩端持力层为圆砾层,导致施工时刚开始打桩就经常出现断桩现象。类似情况还有上文提及的龙江镇、陈村镇部分工程,由于缺乏过渡层而直接进入强风化岩或中风化岩,使得总锤击数偏少,而某些设计人员为确保承载力达到要求,将贯入度收锤标准提高至 1.5cm/10 击,也往往容易导致断桩。

### 2.2 偏心桩的处理

在实际施工中,当由于各种原因导致桩心偏离大于规范要求时,桩的受力情况就会发生较大改变,其主要原因如下:①放线时发生较大偏差,造成桩中心偏离,从而达不到设计要求;②压桩或锤击时遇地表较大障碍物导致桩心偏离,从而造成偏心;③压桩或锤击施工时造成桩损坏,在破坏桩外边重新补桩时造成偏心。为了保证各桩受力均满足设计要求,应对偏心桩采取补救措施。

上述 3 种情况均会导致群桩形心偏离,从而造成各桩受力不均匀,个别桩的受力不满足规范要求,由于各桩受力相关较大,将可能导致各桩产生不均匀沉降,从而对结构产生不良影响。随着时间的推移,其影响将可能加剧,甚至影响建筑物的正常使用,造成严重的经济损失或安全事故。这种情况在实际施工中都被设计和施工各方的重视,但其设计处理方法有的缺乏计算和不符合结构受力要求,有的则盲目加大地基梁来处理,使结构不满足设计和规范要求。现以一工程实例进行分析。

该工程由于压基础桩时,补桩不合理造成如图 1 所示的桩基础平面图。

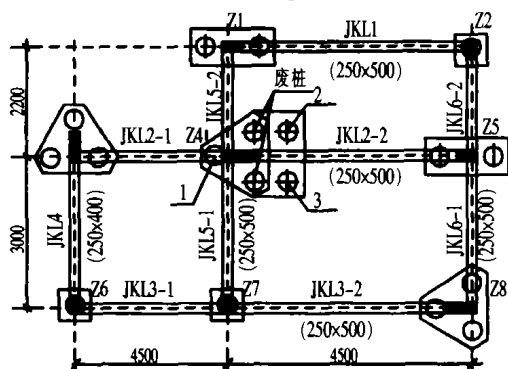


图1 基础平面及受力简图

某工程采用  $\phi 400$  预应力高强混凝土管桩基础,单桩设计承载力 1250kN,其中柱 Z4 截面  $300 \times 900$ ,轴心压力  $N_c=3635\text{kN}$ ,逆时针方向弯矩  $M_x=67\text{kN}\cdot\text{m}$ 。该柱下的 2 根桩在压桩施工时受损而成为废桩,承载力完全失效,故在其外边 700mm 处补加 2 根同样的桩,但处理后上述 3 根桩的形心与柱心偏离较大。现对 1# 桩承载力及地基梁 JKL2-1 配筋进行验算。

首先忽略地基梁的影响,计算承台 1# 桩的受力情况,柱 Z4 变异承台平面及受力简图如图 1,通过静力学计算可得出 1# 桩承载力  $P_1=2220\text{kN}$ ,大大超出  $1.2 \times 1250=1500\text{kN}$ ,不满足规范要求,必须对该承台偏心进行处理,设法将 1# 桩受力减小。

然后将地基梁加大,验算柱 Z4 承台 1# 桩的承载力是否满足设计要求。由于柱 Z1、Z5、Z7 基础均为两桩和单桩,承载力富余不多,故无法加大受力,而柱 Z3、Z4 则跨度较小,Z3 又为三桩台,经复算有一定富余能力,故加大地基梁 JKL2-1 最经济合理。将 JKL2-1 截面由原  $250 \times 500$  加大至  $500 \times 1200$ ,变为一次超静定结构受力,其受力简图如图 2(a),按力法可计算出 1# 桩承载力  $P_1=2000\text{kN} \gg 1.2 \times 1250\text{kN}$ ,以上计算结果表明仍无法满足设计要求。

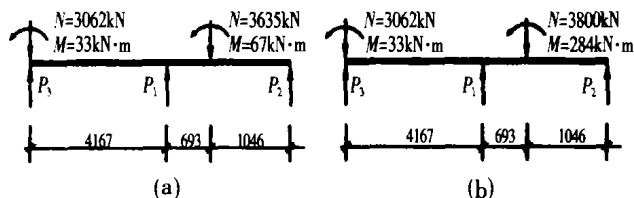


图2 受力简图

最后减小偏心矩,重新验算柱 Z4 承台 1# 桩承载力是否满足设计要求,以及地基梁 JKL2-1 的配筋。为了减小偏心矩而又不影响建筑上部结构,将首层柱 Z4 截面由原  $300 \times 900$  向右扩大为  $300 \times 1400$ ,即柱心向右移动 250mm,其受力简图如图 2(b),重新按力法计算,结果表明:①柱 Z4 承台 1# 桩承载力  $P_1=1518\text{kN}$ ,正好满足 1.2 倍设计承载力的要求;②地基

梁 JKL2-1 跨内最大弯矩  $M_{\max}=1330\text{kN}\cdot\text{m}$ 。经配筋计算得  $A_s=4080\text{mm}^2$ ,配 9 $\Phi 25$ ,地基梁面层配 6 $\Phi 25$ 。

从上述计算结果看来,加大地基梁应考虑整体桩基受力情况,如本工程偏心较大,则还应考虑减小偏心矩和柱 Z4 轴心力  $N_c$ ,才能彻底消除偏心的影响,减小柱 Z4 的轴心力可通过将上部砌体结构改用轻质材料等方法加以实现。

(下转第 26 页)

为42.5mm, 未超过设计控制值52.5mm(0.0025H), 其中深约15m处基坑变形曲线呈鼓凸状的位置即为土层接触面。预应力锚杆对土体水平位移的控制作用是明显的, 变形图(略)中凹位即为预应力锚杆位置; 可凸现超前锚杆的协调变形和减少侧向水平位移作用, 但还是属于相对较柔的支护结构。通过采取超前钢管桩和预应力锚杆等多种支护方式进行主动性护坡, 取得了较好的经济效益, 各监测点沉降位移都有效地控制在设计范围之内, 成功地保证了基坑周边建筑和围护体的安全。

## 5 结论

随着高层建筑的日益增多, 在超深基坑支护技术中加强型土钉墙的应用将越来越广, 而预应力锚杆和其它支护形式的联合使用, 还需要在实践和理论上进一步完善, 使其更有效地发挥优良性能。

通过本工程超深基坑采用加强型土钉墙支护结构的应用实践, 证明该支护技术与多种传统边坡支护手段相比, 具有施工速度快、随挖随支的优点, 可与基坑施工同步进行, 不占独立工期, 对施工场地要求不高, 边坡位移较易控制且稳定性好等优点, 经济效益十分显著。

\*\*\*\*\*

(上接第28页)

## 3 几点建议

近年预应力管桩基础已发展成为我区的主要桩基形式, 其质量控制的重要性是不言而喻的, 建设主管部门制定了不少措施和方法, 使建设、施工、设计、监理等各方了解在建筑活动中各自的责任与义务, 尤其是工程质量的终生责任制, 这也为确保桩基工程安全提供了条件。要从根本上提高管桩质量, 需要在提高设计和施工人员质量意识的基础上, 建设行政主管部门采取全面质量管理, 即在制作、设计、施工、成桩检测各环节实行质量监控。笔者仅从检测的角度提出几点建议:

(1) 由有关职能部门研究并提出方案, 加强对打桩队伍的监管、管桩厂出厂产品的抽检、桩基设计方案的审批等, 同时健全监理制度。

## 参 考 文 献

- 1 GJB 02-98 广州地区建筑基坑支护技术规定
- 2 方引晴, 朱宗明. 广州地区基坑支护结构的现状和展望. 土木工程与高新技术. 中国土木工程学会第十届年会论文集
- 3 杨光华, 陆培炎. 深基坑开挖中多撑或多锚式地下连续墙的增量计算法. 建筑结构, 1994(8)
- 4 翟金明. 土钉支护中竖向花管作用的机理分析. 建筑施工, 第23卷
- 5 陆培炎. 横向荷载下桩、土共同作用的简化法. 广东水电科技, 1991(1)

(2) 定期开设专题讲座, 帮助设计和施工人员加深对现行规范的理解, 以便准确执行运用。

(3) 要求打桩施工队配备打桩记录仪, 客观记录桩长、锤击数、贯入度等, 并加强对打桩过程的监控。

(4) 设计前采用静载法或PDA打桩分析仪实测非工程桩的实际承载力, 以确定合适的设计承载力和打桩参数。

(5) 运用PDA打桩分析仪作为主要成桩检测手段, 在确定承载力的同时了解管桩的桩身完整性状况, 对因场地问题引起的桩浅部质量问题的工程, 也可使用低应变法进行检定。

## 参 考 文 献

- 1 DBJ/T 15-22-98(广东省标准) 预应力混凝土管桩基础技术规程