

PHC管桩在桩基工程中的应用探究

王国培

(漳州市芗城区住房保障与房地产管理局,福建 漳州 363000)

摘 要 PHC管桩是预应力高强混凝土管桩的代号,由于其承载力强、适用范围广、成本较低、施工便捷,在福建及沿海工程地质条件复杂地区得到了广泛的应用。文章从具体工程实践出发,结合福建地区相关建筑桩基工程,综合性地从设计、施工、质量控制等方面对PHC管桩的实际应用进行分析,为福建地区PHC管桩在桩基工程中的具体实践提供参考。

关键词 PHC管桩;桩基工程;高层建筑

0 引言

PHC管桩由于其性能优良、施工快捷、易于控制、价格适宜等优点,深受广大施工单位和设计人员的青睐,近些年,在全国各地得到了发展,被广泛应用于桩基工程。在设计、施工技术上不断走向成熟,拥有广阔的发展空间,但由于桩基工程本身极其复杂、难以控制,使得PHC桩基工程完成后会出现诸多的质量问题,影响了整个建筑工程的质量。文章试图通过福建地区的一个具体桩基工程实例,来探究研究PHC管桩在桩基工程中的应用,以促进PHC管桩技术的广泛应用和深远发展。

1 工程概况

该工程为住宅楼两栋,均为18层框剪结构建筑,建筑面积为1.26万m²。通过钻探取得场地地层构成由上至下分布如下。①层杂填土--灰、褐灰色,松散~稍密状态。上部主要为建筑垃圾回填土,含大量碎石、混凝土块;下部主要为粘性土,层厚1.80~4.20m。②层粘土夹粉质粘土--灰黄色,稍湿~湿,可塑~硬塑状态,该层土无摇振反应,稍有光泽,干强度高,韧性度高,层厚6.80~10.40m。③层粉土与粉质粘土互层--灰黄色、灰绿色,很湿~饱和,中密~密实状态,层厚15.30~19.30m。④层粉土夹粉细砂--灰黄色,很湿~饱和,中密~密实状态,该层土摇振反应中等,无光泽反应,由于强度较低,韧性较低,该层未钻穿。本场地地貌简单,地形平坦,无不良地质现象,属二类场地。

地下水类别:①层土中的地下水为上层滞水型地下水;②层土为隔水层;③、④层土中的地下水为承压型地下水。场地内地下水水量丰富,其水量补给来源主要为自然降水,场地水对混凝土无侵蚀性。

经过综合地质、水文、建筑等条件,该工程桩基础为C80PHC管桩基础,共187根桩,其中试桩3根,分为PHC-A400-95和PHC-AB500-125两种,管桩类型为A。因地质因素引起的管桩施工压力不足、爆头、存在断桩现象。施工时采用锤击贯入、静压贯入两种方式,场地各层土承载力参数及桩基设计参数详见表1。

表1 场地各层土承载力参数及桩基设计参数

参数	①层	②层	③层	④层
F/kPa	-	240	240	260
E/MPa	-	12.0	12.0	13.0
侧阻力特征值 q/kPa	-	35	35	42
端阻力特征值 q _r /kPa	-	-	2000(有效桩长≥15m) 2500(有效桩长≥20m)	3500

2 工程PHC管桩设计分析

(1)高强预应力混凝土管桩单桩竖向承载力是按桩身额定强度来确定,利用经验公式进行估算,通过现场静荷载试验确定。管桩因管桩外径、壁厚、混凝土强度等级等因素的不同而承载力不同。桩身结构强度我国管桩生产厂家流行的算法是套用英国和日本的公式,即:

$$R_b = 1/4(f_c - \sum pc) \cdot A \quad (1)$$

式中: R_b ——管桩桩身额定承载力;

f_c ——管桩桩身混凝土设计强度,对于本工程C80时,取=80MPa;

$\sum pc$ ——桩身有效预压应力;

A ——桩身有效横截面积。

单桩承载力根据《预应力管桩基础技术规程》进行估算,公式为:

$$R_a = R_a U_s q_{sin} L_i + R_p q_p A_p \quad (2)$$

式中: R_a ——单桩承载力特征值(kN);

R_a ——桩周土摩擦力调整系数;

U_s ——桩身周长(m);

q_{sin} ——桩周土摩擦力特征值(kN/m²);

L_i ——各土层划分的各段桩长(m);

R_p ——桩端土承载力调整系数;

q_p ——桩端土承载力特征值(kN/m²);

A_p ——桩身横截面积(m²)。

当计算出来的 R_a 大于桩身额定承载力 R_b 时,取 R_a 为额定承载力 R_b 。由于管桩单桩竖向承载力设计值在 3 500 kN 以下,因此多数工程以静荷载试验来确定其承载力。

(2) 本工程选用高强预应力混凝土管桩,直径为 $D=500\text{mm}$,壁厚为 120 mm,对应的单桩竖向承载力最大特征值 $R_b=2700\text{ kPa}$,单桩竖向承载力特征值 $R_k=2250\text{ kPa}$,桩长 23~27 m,以 ④层粉土夹粉细砂层为桩端持力层,桩端进入持力层不小于 110m。

(3) 由于该工程地处老城区,周边相邻建筑较近,不宜进行打入式施工,故采用 YZY-600 静力压桩机入桩施工。以桩长为主、按设计荷载 2 倍的压力压时,卸载后复压 1~2 次的最后贯入度为辅的双控指标。待桩基础工程施工完毕后,再按实际情况依照《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94)的要求进行静荷载试验,检验其单桩承载力。

3 PHC 管桩施工工艺

主要施工工艺流程如图 1 所示。主要施工方法包括以下几个部分。①测量放线:按照设计要求和施工要求,根据建设单位提供的坐标和水准点,在打桩施工区域附近设置控制桩与水准点不少于两个,其位置以不受打桩影响为原则(距操作地点 40 m 以外),轴线控制桩应设置在距外墙桩 5~10 m 处,用以控制桩基轴线和标高。②桩机就位:按照打桩顺序将静压桩机移至桩位上面,并对准桩位。③起吊预制桩:将预制桩吊至静压桩机夹具中,并对准桩位,夹紧并放入土中,移动静压桩机调节桩的垂直度,符合要求后将静压桩机调至水平并稳定。④压桩:压桩时注意压力表变化并做好记录。⑤接桩:待桩顶压至距地面 1 m 左右时接桩,接桩可采用焊接、法兰、硫磺胶泥等方法。⑥送桩:如根据设计要求送桩时,应将桩送至设计标高,如设计采用端承桩,则单桩必须达到设计承载力时才能停止送桩。⑦为防止桩身断裂、桩顶碎裂、桩顶位移、桩身倾斜等问题,在桩的堆放、运输、起吊时严格检查桩身的外观质量,防止使用断桩。在开始压桩前,应调整好桩身垂直度,使其垂直度轴线与桩顶平面垂直度的轴线一致,同时静压桩机应水平、稳定,桩尖与桩身保持在同一轴线上。⑧在下压过程中,如桩尖遇到硬物,应及时处理后方可再压。

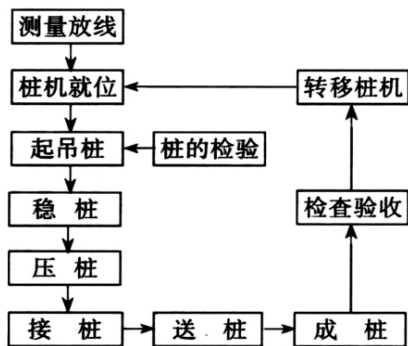


图 1 PHC 管桩主要施工工艺流程

4 PHC 管桩质量控制

4.1 挤土效应和振动影响

(1) 原因分析。静压法施工预应力管桩属于挤土类型,施

工中常见的质量问题主要有:由于沉桩时使桩四周的土体结构受到扰动,改变了土体的应力状态,产生挤土效应;桩机施工过程中焊接时间过长;桩的接头较多而且焊接质量不易控制或桩端停歇在硬夹层;施工方法与施工顺序不当,每天成桩数量太多、压桩速率太快、布桩过多过密,加剧了挤土效应。

(2) 解决方法。①控制布桩密度,对桩距较密部分的管桩可采用预钻孔沉桩方法,孔径约比桩径小 50~100 mm,深度宜为桩长的 1/3~1/2,施工时应随钻随压;或采用间隔跳打法但在施工过程中严禁形成封闭桩。②控制沉桩速率,一般控制在 1 m/min 左右;并制定有效的沉桩流水路线,并根据桩的入土深度,宜先长后短先高后低,若桩较密集,且距建筑物较远、场地开阔时宜从中间向四周进行;若桩较密集、场地狭长、两端距建筑物较远时,宜从中间向两端进行;若桩较密集,且一侧靠近建筑物时,宜从相邻建筑物的一侧开始,由近向远进行;桩数多于 30 根的群桩基础,应从中心位置向外施工承台边缘的桩,待承台内其他桩打完并重新测定桩位后再插桩施打;有围护结构的深基坑中的静压管桩,宜先压桩后再做基坑的围护结构,这样的施工顺序可以避免由于基坑四周的围护结构使压桩的土体无法扩散,造成先施工的管桩被后施工的管桩挤上来,进而使上浮桩的承载力达不到设计要求,同时避免了在基坑的压桩过程中土体扩散而挤坏四周的围护结构及降低基坑围护结构的止水效果另外,应对日成桩量进行必要的控制。③设置袋装砂井或塑料排水板,消除部分超孔隙水力,减少挤土现象;设置隔离板桩或地下连续墙;升挖地面排水沟,消除挤土效应。④沉桩过程中应加强临近建筑物、地下管线的观测、监护,对靠近特别重要的管线及建筑物处可改其他桩型。⑤控制施工过程中停歇时间,避免由于停歇时间过长、摩阻力增大影响桩机施工,造成沉桩困难;同时,避免在砂质粉土、砂土等硬土层中焊接,制定合理的桩长组合。

桩机施工时注意同一承台内的群桩,需接桩的接头不宜在同一截面内,应相互错开,避免产生土压力以及水力效应较大时,对整体桩身产生剪切破坏;同时应认真查看地质报告,了解土层分布情况,合理确定桩体组合长度,避免接头处于土层分界处及土层活动较多处,以防土层活动时对桩身的破坏。

4.2 沉桩时遇到浅层障碍无法继续沉桩

(1) 原因分析。由于地质勘察报告中难以查明,又未能特别强调浅层障碍物及局部的土层分布深度和性质,导致沉桩时遇到浅部 (3~4m) 的老基础、大孤石,较深部 (约 20 m) 的硬塑老粘土和非常密实砂层、砂砾石层等情况而无法沉桩施工。

(2) 解决方法。①控制布桩密度,对桩距较密部分的管桩可采用预钻孔沉桩方法,孔径约比桩径小 50~100 mm,深度宜为桩长的 1/3~1/2,施工时应随钻随压,或采用间隔沉桩法,并在施工过程中严禁形成封闭桩。 (下转第 81 页)

2.5 后浇带混凝土浇筑

(1)不同类型后浇带混凝土的浇筑时间不同:伸缩后浇带视先浇部分混凝土的收缩完成情况而定,一般为施工后42~60d;沉降后浇带宜在建筑物基本完成沉降后进行。

(2)浇筑后浇带混凝土前,用水冲洗施了缝,保护湿润24h,并排除混凝土表面积水。

(3)浇筑后浇带混凝土前,宜在施丁缝处铺一层与混凝土内砂浆成分相同的水泥砂浆。

(4)后浇带混凝土必须采用无收缩混凝土,可采用膨胀水泥配制,也可采用添加具有膨胀作用的外加剂和普通水泥配制,混凝土的强度应提高一个等级,其配合比通过试验确定,宜掺入早强减水剂,且应认真配制,精心振捣。

(5)后浇带混凝土浇筑后仍应浇水养护,养护时间不得少于28d。

3 后浇带施工应该注意的问题

后浇带两侧应采用钢筋支架钢丝网隔断,并由结构设计人员确定两侧断面形式,当地下有防水要求时,地下室后浇带不宜留成直槎。施工单位应指派专人负责保持后浇带内的清洁,防止后浇带内的钢筋锈蚀,或钢筋被压弯、踩弯。在封闭施工后浇带之前,应将后浇带内的杂物清理干净,做好钢筋的除锈工作,后浇带混凝土浇筑时,宜控制其环境温度

低于两侧混凝土浇筑时的环境温度,并应有专人负责。

4 后浇带的施工质量要求

后浇带施工时模板支撑应安装牢固,钢筋应进行清理整形,施工的质量应满足钢筋混凝土设计和施工验收规范的要求,以保证混凝土密实不渗水和产生有害裂缝。所有膨胀剂和外加剂必须有出厂合格证及产品技术资料,并符合相应标准的要求。浇筑后浇带的混凝土必须按规范规定的试件留设要求留设试块。有抗渗要求的,应按有关规定制作抗渗试块。

5 结束语

总之,建筑物后浇带的设计和施工直接影响到结构的安全性及经济性,设计单位和施工单位都应对此予以足够的重视,做好后浇带的设计与施工技术措施,是保证建筑物结构安全和质量的关键。

参考文献

- [1] 铁梦. 工程结构裂缝控制. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [2] GB50010-2002, 混凝土结构设计规范
- [3] 赵志缙, 王庆生, 等. 建筑施工手册. 第四版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.

(上接第58页) ②沉桩过程中遇到地下障碍物,且桩已入土较深,桩无法拔出时,可采用小型钻机将钻具放入管桩中间的空洞中钻孔,将障碍物钻穿后继续沉桩。③选用的桩机能量大小应与设计要求、桩径、桩长及地质条件相匹配,即桩机选型、配重应符合施工要求。

4.3 桩身破坏

(1)原因分析。①施工过程中由于斜桩现象的出现或桩端、送桩杆不平整导致桩端应力集中,使桩帽滑落或桩头爆裂。②桩机施工压力值超高。③桩机施工过程中,桩机擅自移动机架进行校正桩位、桩身垂直度,导致桩身断裂;施工结束后,人工凿桩野蛮施工以及桩机施工后不合理的土方开挖。

④桩身材料质量。

(2)解决方法。①选用桩机合理有效的施工方法,控制桩身的垂直度,避免斜桩的发生。②控制好桩机施工终止条件,对纯摩擦桩,终止条件宜以设计桩长为控制条件;对长度大于21m的端承摩擦桩,宜以设计桩长控制为主,终压力值作对照;对长14~21m静压桩,应以终压力达满载值为控制条件,开挖后采用截桩处理;当压力值未能达到设计要求,但桩顶标高已达到设计标高,宜继续送桩(1m范围内),直至压力值达到设计要求,施工结束后及时与设计单位联系,出具处理方案。③桩机施工结束后,应合理地进行土方开挖以及凿桩施工,必须强调土方开挖过程中的施工流程、方法和措施的重要性,它是直接关系到桩基成功的关键,施工过程中要慎之又慎。④施工过程中应加强对桩身原材料的检查验

收。

4.4 桩身上浮原因及处理方法

(1)原因分析。施工过程中,由于挤土效应可能引起局部桩身抬高,尤其是端承桩或端承摩擦桩会由此引起基础不均匀沉降,进而导致建筑结构的损坏。

(2)解决方法。①桩基施工完成后,宜对桩身进行复压1~2次,甚至多次,即所谓“跑机”,同时,桩基完成以后应在嵌固期后再进行土方施工,嵌固期根据土质有不同要求,一般为7~21d。②桩基施工完成后,宜进行必要的静载试验,以检测单桩承载力特征值是否达到设计要求。

5 结语

文章通过实例对PHC管桩设计、施工以及质量控制相关主要步骤及技术进行了详细的分析,希望有助于福建地区PHC管桩的应用和技术提高,但在具体的设计及施工技术方面,还需结合实际工作经验及规范加以实施,以保证工程桩基工作质量。

参考文献

- [1] JGJ94-94, 预应力管桩基础技术规程[S].
- [2] 苑智. PHC管桩工程实践及质量控制要点[J]. 安徽冶金科技职业学院学报, 2009(4).
- [3] 谢德平. 论PHC管桩静压法施工及质量控制[J]. 四川建材, 2009(5).