

CFG桩复合地基在高层住宅工程中的应用

张连琦 王楠

河北裕融地球物理勘查有限公司 河北 廊坊 065000

摘要: 城市建筑日益饱和状态, 多层建筑日益增加。伴随着房屋建筑高度的提高, 其基础所能承受的荷载也就越大。在具体建设工程中, 选用适宜的地基处理办法是很重要的。CFG桩复合地基理论是近些年明确提出的一项新技术应用, 在建设工程中获得广泛运用。阐述了CFG桩复合地基的优势以及在具体工程项目中的运用, 同时结合高层建筑阐述了CFG桩复合地基施工工艺的应用。

关键词: 地基基础; CFG桩复合地基; 高层建筑; 施工技术

引言

CFG桩又被称为水泥粉煤灰粉喷桩, 是通过碎石、石屑、混凝土和粉煤灰混和成的, 加入适量水, 应用各种成旋挖钻机成的。根据调节混凝土的使用量和占比, 桩的强度可以从C5~C20中间转变, 最多可达C30。因为桩身弯曲刚度有别于一般软性桩和混凝土土桩, 通常是在桩顶和混凝土土桩中间设定由中等水平厚度砂或砂砾石所组成的基础垫层。因为桩间土的弹性模量和强度远远小于桩身的应变速率和强度, 桩间土表层在受到载时的地应力要比桩顶小得多, 因此传到的荷载能够被桩逐渐溶解, 传达到下一层土壤层, 与此同时能减轻桩间土的荷载。CFG桩不但不用结构加固, 而且还能明显减少复合地基的变型和承载能力。而桩自身的材料成本较低, 且成本费用低、工期较短, 因而具有很高的社会效益。

1 高层建筑地基要求

高层和超高层住房能够节省土地和资源利用, 达到当代城市发展要求。可是, 高层建筑工程对路基的承载能力和可靠性给出了更高的要求, 应该根据场地工程地理条件选择合适的基础形式, 保证工程的可以信赖。根据这一环境, 复合地基这个概念慢慢建立起来。以在土里设定建筑钢筋, 建筑钢筋和土承担承载力, 降低地基沉降。在工程在实践中, 结构加固通常是桩, 包含粉喷桩、CFG桩和混凝土土桩。文中主要是针对CFG桩复合地基技术性展开分析。CFG桩自身是高粘接强度桩, CFG桩所形成的复合地基承载能力高, 施工技术完善, 广泛用于各种结构类型的高层建筑中。

2 CFG桩复合地基的特点

复合地基是一种人力地基, 其中不少砂土被结构加固或更换, 荷载由地基土和纵向建筑钢筋承担。CFG桩作为工程建筑地基审核中的纵向建筑钢筋时, 具备强度

高、性价比高、材料成本低、复合地基承载能力大、地基变型小等显著特性。CFG技术最大的优势是能够运用桩自身的强度和桩土间的滑动摩擦力, 将建筑物上端荷载转移至深层次地基土里, 降低目前地基表层的地应力, 进而改进地基性能^[1]。

3 工程概况

某四星级酒店裙楼高度87 m, 共26层, 在其中地底2层, 地面24层。主体工程建筑为框剪结构和筏板。建筑物楼房规格为45 m×20 m, 埋深为14 m, 底材工作压力为480 kPa。在其中, 构造承重层7层及8层承载能力分别是210 kPa和160 kPa。依据地基褥垫层的强度校对, 地基工作压力超过调整后承载能力(GB50007-2011, 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2012), 地基无法满足工程建筑荷载的需求, 必须予以处理。依据上端设计和场所地质工程标准, 综合考虑环境保护、工程造价、施工期等多种因素, 拟采用复合地基处理措施。

4 复合地基处理方案

4.1 地基处理方案选取理论依据

地基处理办法有许多种, 没有一种可以解决各种问题。因为地质构造的差异, 他们对地基处理规定也不尽相同, 必须联系实际工程项目进行分析和判断。在确认地基处理工艺前, 应结合当地的地理条件、环境、施工期等因素对实际工程项目展开分析, 明确地基处理办法。选择适合自己的地基处理办法后, 应依据技术、进展等方面进行进一步较为。要选择一种或两类之上的专业技术, 从而形成一套综合性设计和工程施工方案。

4.2 地基处理方案分析及优选

4.2.1 钻孔灌注桩方案

在工程实践中, 钻孔灌注桩主要有以下优势: 单桩承载力高, 可靠性强, 抗震能力好, 地基沉降差别变型小, 工程施工便捷, 可适用大部分繁杂地理条件, 桩

身尺寸和孔径可灵巧调节。但是也有下列缺陷：因为地质构造遍布繁杂，成桩环节中易造成缩径，造成桩身缩径，导致品质降低。与CFG桩对比，工程造价比较高。

4.2.2 CFG桩方案

CFG桩复合地基是在原有与桩中间设定基础垫层，确保桩与桩间土的协调工作。而CFG桩强度模量超过桩间土强度模量，能通过CFG桩将多层建筑的承载力传达到深层次土壤层，进而减少桩间土的变形。CFG桩能够加上粉煤灰取代建筑钢筋，大幅度降低原材料成本。CFG桩复合地基选用粉煤灰外加剂，成本费用低，承载能力好。一般钻孔灌注桩孔径相距比较大，工程造价比较高。依据之上方案优缺点和工程场所岩土工程分布特征，最终决定CFG桩复合地基方案^[3]。

5 CFG桩复合地基变形的计算

由CFG桩和土所组成的复合地基的变形S可以分为结构加固区域变形S₁和下卧层变形S₂。针对结构加固区，纵向建筑钢筋(即CFG桩)与纯天然地基视作一个统一的总体，因而选用桩土构成复合土壤层的压缩系数进行计算变形。针对下卧层，选用纯天然地基的压缩系数进行计算变形。CFG桩复合地基最后的变形关系式为：

$$S = S_1 + S_2 = \psi \left[\sum_{i=1}^{n_1} \frac{P_0}{\xi_i E_{si}} (Z_i \bar{\alpha}_i - Z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1}) + \sum_{i=n+1}^{n_2} \frac{P_0}{E_{si}} (Z_i \bar{\alpha}_i - Z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1}) \right]$$

式中： ψ ——沉降计算的经验系数，通常在0.2~1.0之间；

n_1 ——加固区地层总数；

n_2 ——沉降计算深度范围内天然地层总数；

p_0 ——基础底面的附加压力，kPa；

ξ ——复合土层压缩模量的增大系数，即复合地基承载力特征值与天然地基承载力的比值；

E_{si} ——天然地基第*i*土层的压缩模量，MPa；

Z_i 、 Z_{i-1} ——基础底面与第*i*、第*i-1*土层底面之间的距离，m；

α_i 、 α_{i-1} ——基础底面计算点与第*i*、第*i-1*土层底面之间的平均附加应力系数。

以上复合地基变形测算根据各向异性匀称线形变形基础理论。该基础理论没考虑砂土的非线性特性、地应力途径对砂土应力变产生的影响及其回弹力-再压缩变形。此外，该基础理论没考虑三维空间产生的影响，因而并没有体现邻近地区大承载力对砂土应力应变曲线特征的危害。在理论计算中，上端承载力影响下上部结构与地基土的协同效应是不可以要考虑的^[2]。

6 CFG桩复合地基在高层住宅工程中的应用

6.1 施工准备

螺旋钻机工作的时候，务必整齐路面，不然可能会因机器设备失去重心而坍塌。因而，工作前要消除路面杂物，整理平整路面，必需时要拆换或结构加固表面的软土质，以争得地面平面度和承载能力达到施工规定，为下一步工作造就有益的施工标准。在CFG桩的混凝土施工中，应先原料的质量管理摆在首位，上车的混凝土、煤灰、砂砾石等相关材料必须符合有关规范化的规定。其次，桩料配制要科学，塌落度保持在16~20cm中间，以确保成桩质量与施工的可执行性。如果需要，可以从宣布施工时进行试桩。实验结束后，能够适时调整CFG桩的结构参数，如桩长、桩间距、原材料配制等，以达到改善的目的。

6.2 测量放样

因为定位精密度会让成桩实际效果造成深远影响，因而技术专业精确测量相关负责人在开展实际精准定位工作时，要以桩位布局图及各精确测量点为基础开展桩位施工放线。明确桩点之后，应先短建筑钢筋插进该点土壤层一定深层，并系住红旗表明^[4]。

6.3 螺旋钻机就位并钻进成孔

用轴线查验标示的桩位，保证部位精确，不然必须重复性工作，直至精确才行。当全部桩位精确后，螺旋钻机进到施工当场提前准备到位。施工负责人对设备开展基本查验，如精确测量钻杆长短，拉线查验钻杆垂直角度等。在勘探环节中，要遵循循序渐进标准。时刻关注钻杆垂直角度是不是存在严重误差，底盘是不是存在坍塌的可能性，导向架是不是维持竖直。若有发觉，应该马上调节。依据地质构造状况，及时纠正钻速，确保施工的准确性高效率。

6.4 泵料、提钻、成桩

螺旋钻机钻至建筑标高后，终止钻入。浇制前，应事先将混合好一点的沥青混合料装进搅拌泵的料仓中。卸压浇制时，料仓内要留出一定量的混凝土，沥青混合料表面应高于料仓底端400mm之上，防止气体被吸入。开始泵送混合物质。当钻杆芯管充斥着混合物质后，把它泵送到孔底并充压，随后开始起钻。不得在泵送原材料前提高管路。桩的提升速度应保持在每分2m~3m，沥青混合料的泵送量应当与拔管速率相符合。具体注浆设计标高应大于设计方案桩顶0.5m。当麻花钻抵达管口时，应避免桩四周的土掉入孔里。桩浇制后，用包装袋遮盖桩帽的保护。依据施工次序，将桩机移到下一个桩位开展施工。

6.5 清理桩间土及凿桩头

当桩的混凝土的强度做到设计方案强度70%时,就可以消除桩间土方,选用小型机具消除土方回填。机械设备开挖时,禁止撞击桩身,以免引起爆桩。清理完,在桩身测设桩顶设计标高并标识,采用专用切割机具配合人工截除桩头,不得造成桩顶标高以下桩身断裂或桩间土扰动。

6.6 施工质量控制及标准

施工前编写详尽的施工计划方案,执行审批手续,开展安全技术交底;挑选物理性能较好的施工机器设备,配置技术专业施工团队;(3)严格把控入场原料的品质,按标准开展抽样检查;严格遵守三检制并确保各施工工艺流程的品质;冬天施工时,混凝土输送泵和管路要采取遮盖保温材料等对策。当混凝土通道环境温度不少于5且施工期内环境温度超过30时,要采取保温对策。混凝土压力灌浆的填充系数应超过1.0;成桩环节中,每件沥青混合料浇筑工日制作一组规范试快,测量其抗拉强度;端部桩径不低于允许值;垂直度偏差 $\leq 1\%$,桩位误差0.25d;CFG桩复合地基检测需在施工结束后28d开展。应选择许多于总桩数的10%开展桩身完整性的低应变完好性检测检验,复合型承载力检测应并按《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)要求进行复合地基承载力试验^[5]。

7 CFG 桩复合地基性能试验

(1)在软土地基中,CFG桩在施工中产生的孔隙水压力存有提高很快的特性,间距CFG桩越近的位置,孔隙水压越多,CFG桩对路基产生的影响就会越明显。

(2)当选用震动沉管法CFG桩解决软土地基时,也会产生比较明显的挤土状况。这种情况的诞生,造成CFG桩桩周孔隙水压力发生一定程度的提高,及时促进CFG桩周土层抗压强度在短期内展现降低状况。此外,选用震动法时,当拔管的时候也会对CFG桩四周的土层产生一定的不可逆性危害,进而造成CFG桩周土层的孔隙水压扩大。

(3)CFG桩施工结束后,在施工后最开始一段时间内,孔隙水压展现消散很快的发展趋势,在一小时之内,土层的大多数孔隙水压都得到消散。当时间超一小时后,孔隙水压的消散速率会减缓,且展现比较慢的态势,这时因为CFG桩四周的土层在短期内难以达到更高效的土体,则可能会影响CFG桩复合地基的固定功效。

因而,必须强化对孔隙水压控制。

(4)在CFG桩施工中,同一深入的土层,一般施工后CFG桩的桩周摩阻力会有所增加,桩间土承载能力也会有一些一定程度的提升。但是也有反过来报道,所以在实际应用该方法对路基予以处理时,应评定此方法的适用范围,根据现场实验明确地基基础加固质量与结构加固实际效果。

8 结束语

CFG桩复合地基技术具备成本费用低、施工速度更快、成桩质量稳定、承载力提升幅度大、降低建筑变形等特点,可作为多层建筑地基基础的优先选择计划方案。在具体运用中需要注意下列难题:

(1)在设计,应根据上端建筑与场所地质工程标准精确评定CFG桩复合地基策略的适用范围,必要时根据现场实验明确地基基础加固质量与解决实际效果。

(2)在施工环节,应注意当场施工环境编写详尽、全方位的施工部署,对于新项目勘察报告揭开的地质构造状况,搞好独特地质构造施工应急预案。具体施工中,应严格按照施工部署和有关规范标准的工艺要求开展,将质量管理贯彻到每一个环节。

(3)在基础垫层的开挖和截桩时,应禁止撞击CFG桩桩体,以免造成桩身破裂,危害后面工程验收和正常启动。

(4)在后期CFG桩复合地基关键技术环节中,还要加强其抗震能力、上部结构与基础、路基协同效应等问题科学研究,进一步推动该地基基础科技的飞速发展和成长。

参考文献

- [1]张明远,陈丽萍,霍凯成.某工程基于差异沉降控制的CFG桩复合地基处理[J].建筑结构,2019,(11):39-41.
- [2]罗云海.高层建筑CFG桩复合地基变形研究[J].岩土工程技术,2019,33(2):97-100.
- [3]贾庆茂,吴敏,刘昌军.临邑某住宅楼CFG复合地基设计对比分析[J].建筑结构,2021,51(S2):1470-1473.
- [4]李三明,阎波,安海堂,等.CFG桩软基加固质量缺陷原因分析及处理方法探讨[J].岩土工程学报,2019,39(S2):216-219.
- [5]彭瑞杰,宋士杰,田丽丽,等.CFG桩在天津某高层住宅中的应用实例[J].山西建筑,2019,40(33):36-37.