

中原地区 CFG 桩质量问题分析

Analysis of the Quality Problems of CFG Piles in Central China

闫怀先 阎爽

Huaixian Yan Shuang Yan

中化地质矿山总局河南地质局 中国·河南 郑州 450002

Henan Geology Bureau of CCGMB, Zhengzhou, Henan, 450002, China

摘要:笔者通过多年在中原地区大量工程的检测经验,总结出 CFG 桩复合地基在承载力及桩身结构完整性方面容易产生的质量问题及其形成原因,并给出了切实可行的解决方法,同时提出了 CFG 桩施工中应注意的问题。

Abstract: Based on many years of testing experience in a large number of projects in the central plains, the author summarizes the quality problems and their causes of CFG pile composite foundation in terms of bearing capacity and pile structure integrity, and gives practical solutions, and points out the problems that should be paid attention to in the construction of CFG pile.

关键词:CFG 桩;质量问题;桩身结构完整性;静载试验

Keywords: CFG pile; the quality problems; pile structure integrity; static loading test

DOI: 10.36012/etr.v2i6.1983

1 引言

CFG 桩复合地基是中原地区最主要的地基处理方法。CFG 桩是素混凝土桩,不用计算配筋,并且还可利用工业废料粉煤灰和石屑作掺和料,进一步降低了工程造价。因其可以大幅度提高承载力,地基变形小,适用范围很广,在砂土、粉土、黏土、淤泥质土、杂填土等地基均有大量成功的实例。CFG 桩适用于独立基础、条形基础、筏基,得到了广泛应用。但是,在许多工程的 CFG 桩复合地基检测过程中发现一些典型的质量问题,处理方法也很棘手,本文通过郑州地区大量存在一定质量问题的 CFG 桩复合地基检测工程,以及对这些质量问题予以解析,试图总结出郑州地区 CFG 桩复合地基质量问题最有效的处理方法,以供检测行业从业者参考。

2 CFG 的成桩工艺

CFG 桩是一种素混凝土柱,规范上称为水泥粉煤灰碎石桩,组成成分主要有水泥、粉煤灰、石子、砂、黏结剂等,只不过现在中原地区已很少有再加入粉煤灰,由水搅拌成高黏结强度的 CFG 桩竖向增强体,其与桩间土、褥垫层一起组成 CFG 桩复合地,共同承担上部荷载。

CFG 桩通常有下列施工工艺:长螺旋钻孔、管内泵压混合料灌注成桩,长螺旋钻孔灌注成桩,振动沉管灌注成桩。郑州地区 CFG 桩施工一般采用长螺旋钻孔,管内泵压混合料成桩工艺,是中国近几年来使用比较广泛的一种,属非挤土成桩工艺,其优点是穿透能力强、低噪声、无振动、无泥浆污染、施工效率高及质量容易控制等。桩径一般为 350~400mm,桩长一般为 10~20m。

3 CFG 桩复合地基检测方法

按照建筑地基基础工程施工质量验收标准,CFG 桩复合地基质量检验主控项目为承载力检测和桩身完整性检测。承载力检测使用静载试验方法,桩身完整性检测使用低应变应力波法。

3.1 静载试验方法

CFG 桩静载试验是一种原位测试方法,其基本原理是将竖向荷载均匀地传至桩(竖向增强体)或复合地基承压板上,通过传感器量测桩顶在分级荷载作用下的累计沉降量,得到静载试验的荷载与沉降对应曲线,然后根据曲线推求单桩竖向抗压承载力或复合地基承载力特征值等参数。

【作者简介】闫怀先(1961~),男,河南永城人,教授级高级工程师,从事岩土工程监测与检测研究。

3.2 低应变应力波法

低应变应力波法是以应力波在桩身中的传播反射特征为理论基础的一种方法。其检测原理是在实测基桩基本符合如下四个假定的基础上实现的：桩为一维连续弹性杆件；桩周土体应力波的传播对桩身影响可以忽略不计；桩在变形时横截面保持为平面，沿截面有均布的轴向应力；入射波的波长远大于桩身直径，同时小于桩长^[1]。

当被测桩的条件基本符合上述应力波法的四个假定时，在桩顶实施激振，使桩顶的质点产生位移，其在桩身中传播即形成应力波。该应力波向下传播过程中，遇到阻抗 $Z=\rho cA$ 变化，如断裂、缩颈等，则产生上行的拉力波，当该拉力波到达桩顶时，又导致桩顶质点向下的速度增加；当应力波在传播过程中，桩身没有阻抗变化或阻抗变化很小时，应力波传播到桩底，由于桩底阻抗剧变，从而产生强烈的上行压力波，即所测到的桩底反射波。实际工作中，在桩顶安装符合要求的加速度传感器，从而得到速度的时程曲线，根据曲线的变化特征（一般缺陷为同向反射曲线），即可判断桩身的缺陷性质；再根据 $l=ct$ ，就可以简单地计算出桩身阻抗变化的位置，即缺陷深度^[2]。这样采用应力波法便可以很快地对桩身结构完整性进行检测。

4 CFG 桩常见质量问题

CFG 桩复合地基常见的主要质量问题有：单桩竖向抗压承载力不满足设计要求，复合地基承载力不满足设计要求，桩身结构完整性存在 III、IV 类桩。

4.1 承载力不满足设计要求

单桩竖向抗压承载力不满足设计要求，原因有可能是：桩头加固不牢，加荷过程中桩头碎裂，沉降量急剧增大；桩身存在严重缺陷；桩身混凝土强度低；施工桩长未达到设计要求等。

复合地基承载力不满足设计要求，原因有可能是：竖向增强体强度不够；地层因素导致桩间土软弱；施工桩长未达到设计要求等。

4.2 桩身结构完整性不满足

①浅部严重缺陷桩一般为浅部断桩，其低应变信号波形特征为低频大摆动。造成浅部断桩主要是由机械开挖截桩引起的。在中原地区，CFG 桩一般使用 C20~C30 商用混凝土，实际工作中对于桩径为 40cm 的 CFG 桩，一般外切割面深度大于 10cm 时，所以在截桩过程中会形成断裂，除了桩身受力

不均匀外，主要还是因为桩身强度或桩周土层上下不均变化引起的。截桩过程中形成浅部断桩的深度变化不一致，其原因与桩身强度、桩周土强度有关，如桩身强度高、桩周土强度低（土层软弱），形成断裂相对较深；反之，桩身强度低、桩周土强度高（土层密实），形成断裂相对则较浅。根据多个工程浅部断桩的开挖经验，机械开挖及截桩造成的断桩深度一般在 50~100cm。

②深部严重缺陷桩多为施工桩长不足，应力波曲线为 $2L/c$ 时刻前出现严重缺陷反射波。此类桩如把反射波位置设定为桩长，则应力波波速明显超出正常范围。

③中深部严重缺陷桩一般有以下几种情况：打桩过程中由于挤土作用及桩机移动，易使初凝的相邻桩身浅部断裂；基坑开挖过程中，使用大型机械（如挖掘机、铲车等）进行开挖运输，开挖过程中易使桩身在相对脆弱的部位断裂，形成断桩；地下水位以上的砂层、黏性土层的交接部位，由于上部砂层吸水性强使桩身先凝固，而下部黏土层吸水性弱，混凝土继续塌落使桩身在两层土的交接处形成拉断现象。

④CFG 桩施工过程中，如桩周土存在有软弱地层（如淤泥质有机土），浇筑的混凝土会在软弱层部位外扩，使混凝土用量大幅增加，并在相应部位形成扩颈现象，这时若仍按原来计算的正常混凝土量进行灌注，往往使桩顶标高低于设计标高，形成“跑桩”。CFG 桩即在开挖至设计标高时，保护桩头不足或者根本就看不到桩头。

以上几种严重缺陷桩，对工程质量安全均造成很大隐患，特别是各种原因形成的浅部断桩，工程中普遍存在，又难以避免，进一步研究和解析该类桩，有助于全面认识并在工程中妥善使用 CFG 桩。

5 对 CFG 桩质量问题的处理方法

5.1 承载力不满足设计要求的情况

复合地基承载力不满足设计要求，一般应进行工程处理；单桩竖向抗压承载力不满足设计要求，如为桩头加固不牢固引起，应加大检测工作量，否则应进行工程处理。

5.2 桩身结构完整性不满足的情况

①浅部断桩。剔除断桩部分，对下部桩身进行低应变检测，排除下部桩身严重缺陷的可能性，然后用素混凝土对剔除部分进行填补处理。

（下转第 11 页）

3.3 钢筋设计合理配置

在实际的建筑工程项目施工过程中,由于施工内容较多,在实际施工作业中所涉及的施工工序较多,如果建筑企业及施工单位没有采取合理的施工方法开展相应的工作,不仅会对整体的施工进度造成影响,也会直接影响到建筑工程项目的整体质量与水平。对此,就需要相应的建筑企业及施工单位及时改变以往的思想观念,在实际的施工过程中要注意合理运用各类的先进施工技术方法,在实际施工前期要加强对钻孔灌注桩施工工艺的运用,通过合理性的措施来提升施工项目的有效性,进而发挥出钻孔灌注桩技术的价值。钻孔灌注桩施工工艺质量的保证还需要施工单位合理配置钢筋设置,其作为整个施工作业中的一个重要部分,对整体施工质量的提升有着很大的作用。在实际的配置过程中,需要施工人员首先确保钢筋结构的科学性,一般需要保证钢筋构

造距离较短,这可以避免在阶段结束时桩由于过度承载能力而出现开裂或变形。

4 结语

综上所述,为了发挥出钻孔灌注桩施工工艺的作用,相应的建筑企业及施工单位需要在加强技术运用的同时,严格按照有关规范和标准进行施工,在发挥其技术优势的同时,推动建筑行业的进一步发展。

参考文献

- [1] 张青祥,王博.建筑施工中的钻孔灌注桩技术应用探讨[J].建材与装饰,2018,542(33):45.
- [2] 王贵宏.钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用研究[J].建材与装饰,2018,537(28):26.
- [3] 姚佳,张航.钻孔灌注桩技术在水利建筑工程中的应用初探[J].四川水泥,2018,261(5):153.

(上接第4页)

②施工桩长不足。应提交设计部门对桩端进入持力层情况及承载力进行复核,必要时可由设计部门组织专家论证会。

③中深部严重缺陷桩。该类缺陷桩由于有一定埋深,挖除上部桩身比较困难,更重要的是开挖势必会破坏上部原状土体结构,使补填后的承载力反而降低。因此,对于中深部严重缺陷桩,应提交设计部门组织专家论证会。

④对于“跑桩”情况,可依照浅部断桩的方法,先在桩位上开挖找到本桩,进行低应变检测,然后用素混凝土进行填补处理。对于大面积“跑桩”情况,应提交设计部门处理。

6 结论与建议

①CFG桩复合地基依靠其诸多的优势在中原地区得到了广泛的应用,但是由于桩身没有配筋导致其脆性加大柔性降低,抗外力尤其是抗水平力的能力较弱,施工过程中极易产生断裂而形成严重缺陷。建议在桩基施工时采用跳打方式,开挖截桩时采用机械与人工开挖相结合的方式,以减少浅部断桩的现象。

②CFG桩施工前应充分了解场地岩土工程地质情况,有针对性地加强和完善施工工艺。例如,在郑州地区西部区域,地下水位较深,砂层位于黏性土层的上部,在砂层与黏性土交接部位易形成断桩,浇筑混凝土时,特别是在地层变化部位,应放慢拔管速度加强振捣;在郑州北部东北部,地基土存在较厚的软弱层,许多工程CFG桩施工后复合地基承载力及单桩竖向抗压承载力均不满足设计要求,施工前应充分试桩以取得符合质量要求的合理参数。

③在CFG桩复合地基工程验收检测过程中,经常会出现复合地基承载力或单桩竖向抗压承载力满足设计要求而桩身结构完整性为Ⅳ类桩的情况,当该类桩无法进行工程处理时,应由设计部门组织专家论证会进行论证。

参考文献

- [1] 杜思义.地基基础检测技术[M].郑州:郑州大学出版社,2019:98-99.
- [2] 闫怀先.CFG桩水平裂缝缺陷分析[J].华北水利水电学报,2011,32(1):94-96.