

CFG 桩复合地基施工技术研究

Research on Construction Technology of CFG Pile Composite Foundation

徐坤 郑威 费胜亮 黄惠元

Kun Xu Wei Zheng Shengliang Fei Huiyuan Huang

中国化学工程第六建设有限公司 中国·湖北 襄阳 441100

China National Chemical Engineering Sixth Construction Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441100, China

摘要: CFG 桩复合地基是一种较为常见的软弱地基处理方式,它是在天然地基中设置一定比例高黏结强度桩体(CFG 桩),由 CFG 桩、桩间土和褥垫层共同组合而成,使桩土共同承担荷载的一种新型地基处理方法。CFG 桩是由水泥、石屑、碎石、粉煤灰等按比例搅拌均匀形成的高黏结强度桩,是水泥粉煤灰碎石桩的简称。它具有施工快速、成本低、质量易于控制等优点,经处理后的地基可明显提高地基承载力。论文对 CFG 桩复合地基施工技术进行探讨。

Abstract: CFG pile composite foundation is a common way of soft foundation treatment, it is a certain proportion of high adhesion strength pile body (CFG pile) in the natural foundation, which is composed of CFG pile, interpile soil and mattress cushion combined, so that the pile soil bears the load together. CFG pile is the abbreviation of cement fly ash crushed stone pile, which is a high cohesive strength pile formed by the uniform mixing of crushed stone, stone chips, fly ash and cement according to a certain mix ratio. It has a series of advantages such as fast construction speed, short construction period, easy quality control, low cost, etc., and its characteristics are that the treated foundation can significantly improve the bearing capacity of the foundation, reduce the deformation of the foundation, eliminate the liquefaction of the foundation and the collaps ability of the loess. In this paper, the construction technology of CFG pile composite foundation is discussed.

关键词: CFG 桩; 施工工艺; 质量控制

Keywords: CFG piles; construction process; quality control

DOI: 10.12346/rb.v1i1.6918

1 CFG 桩施工工艺特点

① CFG 桩一般为素混合料桩,灌注方便,易于控制施工质量。

②适用范围很广。CFG 桩已在多种不同地质条件、不同建筑类型等地基处理施工中有大量的成功案例。

③施工效率高,成桩速度较快。

④施工过程中产生的噪音较小,在城市或是居民区周边施工基本不受限制,有效施工时间增加。

⑤成孔过程中可以有效地将地下孔隙水排出,桩体材料对孔隙进行填充,当桩体材料硬化反应后,可压缩性能将明显低于原地基土,同时对土的侧向变形产生限制作用,减少变形量,复合地基的承载力将大幅提高。

2 主要施工方法

施工流程: 施工前准备—试桩施工—材料配合比的确定

—施工放样—钻机就位—钻机钻进—混合料灌注—钻机移位—清除钻泥—桩间土方开挖—桩基检测—桩帽施工—回填桩间土。

2.1 施工前准备工作

根据地勘报告查明 CFG 桩加固的地质构造、深度和水文地质等情况,标记地下构筑物及管线的定位及走向,对可能遇到的问题做好应急预案,制定施工方案。

2.2 试桩施工

试桩试验主要是为了检验在拟施工区域内施工工艺是否可行、施工准备是否充分以及对可能发生的技术问题进行预探,以确保在大规模施工过程中施工工艺可靠、施工过程连续。

2.3 材料配合比的确定

根据设计要求,明确 CFG 桩中各材料的配合比,并通过实验室配比确定。

【作者简介】徐坤(1988-),男,中国湖北黄冈人,本科,高级工程师,从事建筑工程施工研究。

2.4 施工放样

根据图纸标注的桩位坐标利用 RTK 和全站仪等仪器将桩位放样在地面上,并用木桩插入土内,在孔周围撒上石灰粉,便于桩位查找。

2.5 钻机就位

根据桩位标识和施工安排,钻机进行移位。钻机就位时要保证桩位偏差不大于 20 mm,测量人员需将钻头锥尖对准桩位点,复核桩杆垂直度偏差小于 1% 后,即可开钻。

2.6 钻机钻进

钻进过程需保证“先慢后快”,最快速率保持在 1.3~1.5 m/min。“先慢”是在初始钻进过程中缓慢钻进,使钻杆不发生剧烈摇晃;“后快”是指在钻进达到一定深度或钻杆不发生抖动摇晃时,加快速率至 1.3~1.5 m/min,钻至设计标高。

2.7 混合料灌注

钻进到设计桩底标高后,开始泵送 CFG 桩混合材料,当钻杆芯管开始灌入混合料后慢速拔管 10~20 cm 后停止,等待灌满混合料,再继续拔管,防止造成断桩、桩端不饱满等质量问题。灌注过程严禁边行走边提拔钻杆,灌注达到整平标高后停止灌注,并应保证先停机再停止泵送混合料,并使用振捣棒将桩顶混合料振捣密实,保证桩顶混合料的密实,提高桩基承载力。

2.8 钻机移位

待混合料灌注完成后,开始移动钻机到下一个孔位,注意不宜从四周向中间施工,一般情况下在钻 2~3 个孔后移动一次钻机。若因地下出现软弱层而发生窜孔现象,应立刻调整为跳打法施工,保证成桩效果。

2.9 清除钻泥

前述工序施工完成,待 CFG 桩混合料初凝后,开始清除钻泥。注意挖除钻泥时要避免扰动设计标高范围内的原土层。CFG 桩桩体混合料强度未达到设计标准要求时,不得扰动周围土体,避免造成断桩、桩身开裂等问题。

2.10 桩间土方开挖

在桩身龄期达到 7 天后,使用 50 型小挖机配合人工挖除整平标高以下 600 mm 内桩间土。首先使用挖机挖除 300 mm 范围内桩间土,预留 300 mm 桩间土使用人工开挖,避免扰动原土层。现场开挖过程中安排专人进行现场指挥,并严格控制开挖标高,严禁超挖和碰撞桩头。

2.11 桩头破除

精确测量确定截桩位置,并用红油漆进行标识。桩头破除应采用环切工艺,环切深度不小于 150 mm,完成环切后在切缝处均匀插入若干钢钎,用锤击打钢钎将桩头截断。

2.12 桩基检测

CFG 桩施工完成 7 天后即可进行采用低应变动力试验检测,28 天后需进行静力载荷试验,加载量以设计图纸要求为准,对承载力进行检测。桩体完整性与均匀性通过钻芯

取样进一步检测确定。

2.13 桩帽施工

桩帽施工在桩身检测完成之后进行。先平整桩间土,人工打夯夯实。如工程量较大,短期内难以完成全部桩帽施工,则务必要加强场地的排水,避免浸泡造成地基承载力减弱。桩帽模板宜采用组合钢模板,组合完成后成圆锥台形,可增强桩帽的成型质量。桩头伸入桩帽底不小于 100 mm,保证桩帽混合料可以与桩身牢固连接。桩帽标高应精确控制,保证每一个桩帽的桩顶标高在同一水平面,且符合设计要求。经验收合格后使用天泵浇筑混合料桩帽,专人对混合料进行振捣并将表面收光,施工完成后及时覆盖养护。

2.14 回填桩间土

桩帽施工完成不少于 28 天后,使用 50 型小挖机和 50 式装载机配合从边缘区域向中心区域回填桩间土,采用细粒土进行分层回填、压实,保证桩间土和桩帽接触密实。注意回填桩间土应避免用大型机械,以防止扰动 CFG 桩体。

3 CFG 桩施工中常见的问题

CFG 桩施工过程中常见的质量问题有堵管、窜孔、桩头空心、桩身夹泥、断桩、桩端不饱满等。现主要就上述问题进行分析。

3.1 堵管

堵管是一种常见的由于施工工艺造成的问题,主要发生在长螺旋钻管内泵送混合料施工中。一旦发生堵管问题,不仅会大大影响施工效率,造成返工,增加作业人员的工作量,还会造成混合料等主材的浪费,增加施工成本。堵管原因有混合料运输过程中水分蒸发造成配合比改变,坍落度降低,或是混合料搅拌不均匀、设备缺陷、高温或冬季保温措施不当及施工操作不当等原因造成的。为预防堵管问题的发生,施工时一是要严格按照设计要求的配合比进行施工,骨料粒径控制住 20 mm 以下,坍落度建议控制在 200 mm 左右。二是施工时如果发现混合料泵送较困难,可以先用素水泥浆或者专用润泵剂进行处理,再泵送混合料。三是选用较大的曲率半径的弯头,便于泵送,接头处必须做好连接处理。四是冬季施工时需要采取措施保证出口温度,可以采取加热水的方法进行保温;夏季当气温高于 30 ℃ 时可对泵管进行洒水降温,或是包裹保温隔热材料的方法进行降温。五是泵送混合料应该一气呵成,灌满混合料之后要及时提钻。

3.2 窜孔

发现窜孔的原因主要有三点:一是桩间距太小,施工中受到震动影响使桩间土破坏;二是被加固的地基中存在大量或局部的松散介质,如粉土、砂土等;三是钻进过程中,由于机械的震动造成能量的累积,到一定量时使土壤发生液化,造成窜孔。窜孔现象归根结底还是施工单位对工艺选择的问题,管理因素占大部分原因,尤其是不注重试桩施工,或未对试桩施工时发现的问题进行详细的记录、分析、处理,

造成对地质条件这些客观因素无法掌握并加以规避,最终形成窜孔。所以,施工前必须要加强技术管理,施工中可采取隔桩跳打、增大桩间距、提高钻进速度等方法进行预防。

3.3 桩头空芯

桩头空芯是桩体端部不密实,桩体内存有空隙。其原因为钻机的排气阀在施工中由于损坏、被堵塞或是其他人原因为导致没有正常工作,导致CFG桩桩孔内空气无法排出,出现空芯现象。也有可能是由于拔管过快造成混合料没能充分灌满桩体造成空芯。为防止桩头空芯的质量问题,每一根桩施工前都应对设备进行严格的检查,确定处于正常的工作状态^[1]。在施工中应当经常对排气阀的工作状态进行严格检查,当发现堵塞现象时应及时进行清洗。钻孔结束时不能立刻提升钻杆,应先充分灌注混合料,并停顿30s左右,等待混合料充分灌满整个桩体,再缓慢拔出钻杆。

3.4 桩端不饱满

桩基施工完毕进行检测时,用静载实验检测单桩承载力时,桩体承载力产生突变,急剧减小;但用低应变法检测桩身完整性时,桩身完整性符合要求,此现象可能是由于桩端不饱满原因引起的。预防桩端不饱满的方法与预防桩头空芯的方法较为类似,施工时钻孔接近设计标高时不能立刻提升钻杆,要先灌入混合料,等待30s左右,等待混合料充分灌满,再缓慢提升钻杆,注意提升时一定要匀速,不可过快,以避免钻头超出混合料上顶面。施工前要做好技术交底,明确各人员的职责分工及技术要求,做到协同统一,特别要保证是提升钻杆和泵送混合料的一致性^[2]。

3.5 断桩

断桩是典型的由于管理不到位造成的钻机操作工与混合料灌注工不能协调配合造成的严重的质量问题,操作工大幅且快速提升钻杆,泥工不能及时的灌注混合料,势必造成断桩;或是桩体强度未达到时任由大型机械进入场地内作业,巨大的扰动能量累积,造成浅层的CFG桩桩体发生断裂。具体断桩原因可以概括为:钻杆提升过快造成混合料灌注出现水平面断层、夹渣;桩身强度未达到设计标准要求即开始大型机械施工;桩间土开挖过程中未对桩体进行标识、保护,机械的外力碰撞造成断桩;以及采用不合理的桩头截断施工工艺,野蛮截桩造成断桩。可通过以下方式加以预防:一是对作业人员进行严格的技术交底,并在现场监督不同工种之间的协调配合,严格控制好拔管速度和混合料灌注之间的相互性与连续性;二是必须留出充足的时间对CFG桩进行养护,保证强度要求。若现场工期紧张,可通过同条件试块进行试压,达到规范强度即可开始桩间土开挖施工;三是开挖桩间土要制定详细的施工方案,对机械行走路线进行严格限定,行走路线上可铺设钢板等减少对单根桩的扰动;四是桩周土采取人工开挖,避免机械伤桩;五是截断桩头时严禁用挖机、啄木鸟等机械野蛮截桩,通常环切对桩身影响较小,可保证施工质量^[3]。

4 质量控制要点

CFG桩作为一种复合地基加固处理的有效方式,要严格控制其施工质量,保证其承载力,才能更好地服务于上部结构。CFG桩质量控制要点主要围绕桩长、桩身完整性以及桩底伸入持力层等,在现场可以通过以下要点进行监控管理:

①管理必须到位。设计图纸是根本,施工方案是指导,管理团队的现场管理行为才是质量保证的主要措施。管理人员要做好安全、技术交底,做好各工种之间的协调整合工作,为施工质量保驾护航。

②严格按照设计图纸要求控制桩长、混合料配合比等重要参数。结合试桩过程中整理分析的问题,在正式桩施工过程中加以规避。

③提升钻杆与灌注混合料两个工序之间必须做好绝对的衔接控制。提升钻杆要缓慢、匀速,保证钻杆不会超拔出混凝土面,且每次拔管应停顿30s左右保证灌注充分,混合料灌注必须连续、及时,不得停泵等待混合料。

④混合料灌注高度必须高出设计标高500mm以上,以保证桩长、避免桩间土开挖时影响有效桩身。

⑤CFG桩施工时宜采取隔桩、跳打的施工方法,避免对相邻的桩体造成扰动。跳打必须仔细安排每一根桩的施工顺序,避免机械移位过程中造成桩体损伤。

⑥桩间土开挖过程前必须确保桩身强度已达到设计要求,并确定严格的开挖方向及机械行走路线,行走路线上宜采取铺设钢板等保护措施。

⑦桩间土开挖时,桩周及设计桩顶以上300mm的土体宜采取人工清理,避免机械损伤桩身。

⑧桩头破除时宜采用环切法,严禁使用挖机破除桩头等野蛮施工方法。

5 结语

CFG桩复合地基施工工艺,不用进行大型土方开挖,对邻近建(构)筑物、原有地质等影响小,减少了材料的投入种类和投入量,既降低了施工难度,也节约了施工成本,加快了施工进度,尤其适用于市政、公路、铁路等工程的路基处理。总的来说,CFG桩复合地基施工技术成熟可靠,对软弱地基加固效果明显,能支撑较大荷载,对加快工程施工进度、降低工程造价、提高工程质量等有着重要的实用价值。

参考文献

- [1] 侯松岩,彭颖华.CFG桩复合地基在工程中的应用[J].山东冶金,2007(3):73-75.
- [2] 王文志,张春林.CFG桩复合地基设计与施工中应注意的问题[J].现代农业科技,2011(5):259-260.
- [3] 陈士凯.CFG桩复合地基技术在地基处理工程中的监控控制[J].建设监理,2022(6):38-41.