

Analysis of the Reason of Shallow Broken Pile and Pile Head of CFG Pile

Hailong Liu Jianyu Xu

Engineering Division of Foundation Engineering Company, Beijing, 101300, China

Abstract

In order to study the causes of quality defects in the pile head during the construction process of CFG piles and the corresponding prevention and treatment measures, the paper combines low strain tests during the construction process, on-site observation and comparison methods, and concludes that the pile head looseness is caused by the water absorption of brick slag, the static water pressure failure of concrete during winter construction, and the too fast lifting speed of the long spiral drilling machine; mechanical damage, rapid lifting of long spiral drilling, and shallow pile breakage caused by groundwater influence.

Keywords

CFG pile; shallow broken pile; loose pile head; filling brick slag; reason; construction

CFG 桩浅部断桩与桩头疏松原因分析

刘海龙 许建宇

基础工程公司工程事业部, 中国·北京 101300

摘要

为研究CFG桩施工过程中桩头质量缺陷的成因与相应的预防、处理措施, 论文结合施工过程中的低应变试验、现场观察对比等方法, 得出结论为砖渣吸水、冬季施工混凝土静水压力破坏、长螺旋钻机提钻速度过快导致的桩头疏松; 机械破坏、长螺旋提钻过快、地下水影响导致的浅部断桩。

关键词

CFG桩; 浅部断桩; 桩头疏松; 换填砖渣; 原因; 施工

1 引言

由水泥粉煤灰碎石桩 (Cement Fly-ash Gravel, 简称CFG桩)、桩间土和褥垫层组成的复合地基是现阶段应用最为普遍的地基处理方法之一, CFG桩是一种低强度混凝土桩, 可充分利用桩间土的承载力共同作用, 并可传递荷载到深层地基中去, 具有较好的技术性能和经济效益。

然而在施工过程中, 经常出现桩头浅部断桩, 特殊情况下会出现桩头混凝土强度不足等问题, 论文通过CFG桩工程施工中遇到的实际情况, 对两种质量缺陷进行了原因分析。

2 工程概况

廊坊市某住宅小区项目位于廊坊市大厂回族自治县, 其4#楼结构形式为框架剪力墙结构, 层数17F/-1F, 基础埋深5.8m, 基础形式采用CFG桩+碎石褥垫层复合地基、筏板基础。

本工程采用长螺旋钻孔泵压混凝土施工工艺, CFG桩桩径400mm, 有效桩长23.50m, 施工保护桩长0.5m, 素混凝土桩间距1.35m×1.45m (局部有所调整), 共布设素混凝土桩405根, 混凝土强度等级为C25。

2.1 工程地质概况

本场地属河流冲积平原区, 地势略有起伏, 地貌单一, 天然地层属第四系全新统(Q₄)~上更新统(Q₃) (根据区域经验, ⑩层以下地层属Q₃) 河流冲击夹湖积地层, 表层为素填土。根据土质特征和力学性质, 由上至下共划分为13个地层单元, 3个夹层。

各层特征如表1所示。

2.2 各地层与桩身相对位置

本工程±0.000相当于绝对标高20.48m。基础持力层为第②层粉土、③层粉质粘土, 桩端持力层为第⑩层粉砂。楼座大面CFG桩有效桩顶相对标高为-6.37m (绝对标高为14.11m), 楼座集水坑CFG桩有效桩顶标高-7.86m/-9.46m (绝对标高12.62m/11.4m)。

桩身相对位置见图1。

【作者简介】刘海龙 (1988-), 中国北京人, 本科。

表 1 廊坊市某住宅小区地层情况

层号	土层名称	土质情况
①	素填土	以粉土和粉质粘土混合为主，土质不均匀
②	粉土	黄色，稍湿~湿，稍密~中密，地基承载力特征值 fak=110kPa
② ₁	粉质粘土	褐色，可塑，中~高压缩性，地基承载力特征值 fak=100kPa
③	粉质粘土	软塑~可塑，中~高压缩性，地基承载力特征值 fak=110kPa
④	粉土	湿，中密~密实，地基承载力特征值 fak=120kPa
⑤	粉质粘土	软塑~可塑，中~高压缩性，地基承载力特征值 fak=110kPa
⑥	粉土	湿，密实，地基承载力特征值 fak=130kPa
⑦	粉质粘土	可塑，中~压缩性，地基承载力特征值 fak=110kPa
⑧	粉土夹粉砂	湿，密实，地基承载力特征值 fak=150kPa
⑧ ₁	粉质粘土	可塑，中~压缩性，地基承载力特征值 fak=120kPa
⑨	粉质粘土	可塑，中压缩性，地基承载力特征值 fak=130kPa
⑩	粉砂	饱和，中压缩性，地基承载力特征值 fak=190kPa
⑪	粉质粘土	可塑，中压缩性，地基承载力特征值 fak=140kPa
⑫	粉砂	饱和，密实，地基承载力特征值 fak=200kPa
⑫ ₁	粉质粘土	可塑，中压缩性，地基承载力特征值 fak=140kPa
⑬	粉质粘土	可塑，中压缩性，地基承载力特征值 fak=150kPa

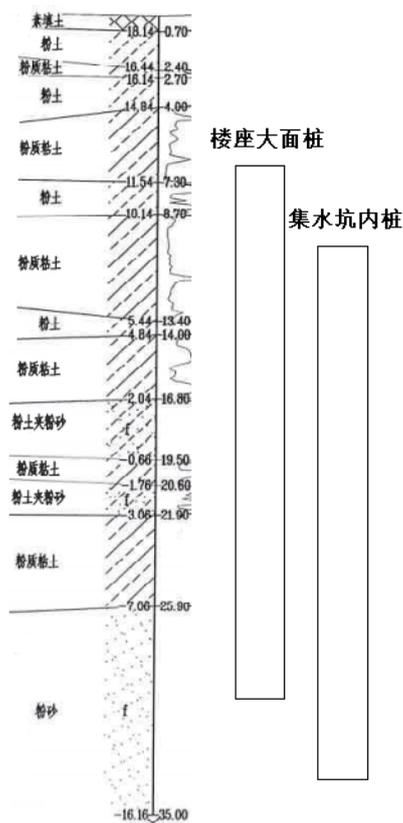


图 1 桩身相对位置示意图

3 浅部断桩原因分析

3.1 浅部断桩的常见原因

3.1.1 机械破坏

机械开挖造成的浅部断桩，往往是在开挖初始阶段，为追求方便快捷，本应人工去除附着在桩上的泥土，改为挖

掘机直接去除，桩头受到剪切力，加之因挖掘手经验和现场定位不准，存在许多挖断、拌断桩头现象；另一类是在截桩头时，因切割面太小造成的，根据施工经验一般外径切割面控制在 8cm 以上比较安全，不会因为在推倒桩头的过程中造成浅部断桩。

3.1.2 长螺旋钻机提钻过快

钻孔进入土层预定标高后，开始泵送混合料，管内空气从排气阀排出，待钻杆内杆及时输送软、硬管内的混合料连续时提钻。若在泵送混合料前提钻，桩端处混合料易离析造成断桩。提钻速度太快易造成桩径偏小和断桩，特别是在饱和的砂层和易塌陷的杂土层更为严重。

3.1.3 地下水 and 地层影响

采用长螺旋钻孔孔内泵压成桩施工工艺，当遇到饱和 and 软土层时，成桩过程中极易发生缩颈 and 断桩的现象，其原因是在长螺旋钻进过程中，钻杆和钻头不断给桩间饱和土层施加循环动荷载，饱和土层在这种动荷载作用下，土粒发生滑移现象，随之发生土骨架收缩，瞬态振动下孔隙水压力来不及消散，致使孔隙水压变大，有效应力变小，土体强度也随之降低。当孔隙水压力上升到接近或等于有效围压力，土体强度降到最低，性状类似于液体的液化土层将连通已打桩和正在施工的桩孔，已打桩中还没来得及初凝的混凝土在压力作用下流向还没有成桩的桩孔，导致已打桩混凝土面下降，形成串孔发生断桩的情况^[1]。

3.2 本工程浅部断桩的原因分析

本工程经低应变试验图形曲线，及低应变实验中敲击桩头的声音判断断桩位置都为浅部断桩，现场挖出断桩长度为 0.2~0.8m。

由于桩顶地层含水量大，多为橡皮土，且断桩深度均为 0.2~0.8m，故判断本项目浅层断桩的原因为：挖掘机开

挖桩间土造成桩头剪切破坏；在饱和软土层施工导致串孔断桩。

3.3 浅部断桩的预防措施

对于地基软弱，含水量大的施工环境，长螺旋钻机工作过程中，要注意提钻速度，和提钻过程中的混凝土连续泵送，特别是在饱和砂土和饱和粉土中，不可停泵等料，以免混合料离析，桩体收缩断裂。

在清除上层覆土过程中，应在桩身强度达到设计强度的 70% 以上后，确定好桩位后，用小型挖掘机配合人工清除上覆土和桩身土。尽量避免挖掘机挖断桩头。

4 桩头疏松原因分析

4.1 本工程桩头疏松原因

本工程采用长螺旋钻机泵压混凝土施工，长螺旋钻机在施工时，由于地层太软，桩机无法稳定行走，履带下陷问题严重，经施工、设计、勘察单位现场评估，决定采用砖渣换填的方式，在预留 0.5m 保护土层的基础上，直接在橡皮土上方铺设 0.3m 厚的砖渣，用以支撑钻机行走。

但桩间土开挖完成后发现，楼座大面部分桩无保护桩头，且在设计桩顶标高处，桩头混凝土结构松散，无法进行低应变试验敲击。而在集水坑底，由于预留保护桩头更长，且桩顶标高低于楼座大面桩顶标高，并未出现桩顶混凝土结构松散，未达到设计强度的情况。通过留置试块抗压强度试验，和同一天施工的其他楼座 CFG 桩成桩质量对比，排除了混凝土质量问题这一因素。

CFG 桩施工期间正处 12 月，已进入冬季施工，结合混凝土静水压力理论：成型的混凝土体积内有毛细孔、空气泡等孔隙，各种孔隙之间的孔径差异很大，而且往往互相连通。混凝土在水中时，毛细孔处于饱和状态，而空气泡内壁虽也吸附水分，但在常压下很难达到饱和。由于孔隙表面张力的作用，不同孔径的孔隙内水的饱和蒸气压和冰点不同。因此

在潮湿积水环境下的混凝土，其结构内部有未完全封闭的孔隙充满水分，在低温环境中各孔隙中的水结成冰时体积膨胀 9%^[2]，迫使结冰孔隙壁产生的静水压力超过混凝土的抗拉强度，进而造成内部微观结构的破坏，导致混凝土酥碎掉渣。

由于上层砖渣吸水性强，故分析造成桩头混凝土结构疏松的原因：在混凝土强度未形成时，砖渣吸收了上部桩头混凝土的水分，造成混凝土保水性、和易性破坏，使得桩头位置混凝土无法达到设计强度；且通过对工人的询问了解，由于施工临近结束，工人着急回家，此类桩在施工过程中，提钻速度大于正常提钻速度，导致上部混凝土离析，未达到设计强度；由于冬季施工桩头混凝土受静水压力破坏导致的混凝土酥碎掉渣。

4.2 桩头疏松预防措施

在遇到软弱土层时，应尽量增加保护土层的厚度，保证有效桩顶不受土层影响造成破坏。要合理控制提钻速度与泵送混凝土的平衡，避免提钻过快造成桩头混凝土离析。

5 结语

①浅部断桩是 CFG 桩施工过程中常见的质量缺陷，断桩造成 CFG 桩浅部断桩的原因也有很多，其中包括挖掘机开挖桩间土过程中的挖断、拌断，截桩由于切割面太小在推倒桩头过程中造成的折断；地层的影响；长螺旋钻机提钻速度的影响等，都能通过相应的措施来减少此类问题的发生。

②桩头疏松并非 CFG 桩施工的常见质量缺陷，原因可能为冬季混凝土静水压力破坏、提钻速度过快，或其他外部因素的影响等等，在不良地层条件下，应尽量增加保护土层的厚度，从而达到保证 CFG 桩成桩质量的目的。

参考文献

- [1] 胡国祥,吕文军.高灵敏土中CFG桩复合地基剪切液化问题探讨[J].煤田地质与勘探,2006,34(1):62-63.
- [2] 马国庆,钱玉林.混凝土的冻害及其机理[J].常州工程学院学报,2005,12(18):109-113.