

# 湿陷性黄土地区灰土挤密桩+CFG桩的施工技术

王晓栋

中铁二十局集团第四工程有限公司

**摘要:** 结合工程实例,从湿陷性黄土的特征以及灰土挤密桩+CFG桩施工工艺方面,总结了采用该工艺时应注意的技术要点,为以后类似工程提供宝贵经验。

**关键词:** 湿陷性;灰土挤密桩+CFG桩;施工

## 引言

湿陷性黄土是一种非饱和的欠压密土,具有大孔和垂直节理,在天然湿度下,其压缩性较低,强度较高,但遇水浸湿时,土的强度显著降低。湿陷性黄土在附加压力或附加压力与土的自重压力下引起的湿陷变形,是一种下沉量大、下沉速度快的失稳性变形,对建筑物危害性很大。本文结合工程实例,对采用灰土挤密桩+水泥粉煤灰碎石桩(简称CFG桩)进行地基处理的施工技术进行总结。

## 一、工程简况和地质条件

长治市某拟建保障性住宅,采用钢筋混凝土剪力墙结构,基础采用筏形基础,地下2层,地上11层,建筑面积为4819.93m<sup>2</sup>,建筑总高度34.80m。基础尺寸为23.9m×14.4m,基础埋深5.4m。

拟建场地地形开阔平坦,场地地面相对标高978.60~978.95m,地貌单元为长治盆地南部山前冲、洪冲平原,地下水稳定水位埋深12.10~13.50m,地下水类型属于孔隙型潜水。场地为非自重湿陷性黄土场地,地基湿陷等级为I级(轻微)。地层分布自上而下依次为:①素填土(Q<sub>4</sub><sup>2ml</sup>):以粉土为主,局部为粉质黏土,含零星碎石、砖屑及煤屑,具湿陷性。②湿陷性粉土(Q<sub>4</sub><sup>1al+pl</sup>):含零星钙质结核,局部为粉质黏土,具湿陷性。③粉质黏土:可见褐色锰质斑点,局部为粉土。④粉土(Q<sub>3</sub><sup>al+pl</sup>):见褐色锰质斑点及小钙质结核。该层土质较均匀,局部为粉质黏土。⑤粉质黏土(Q<sub>3</sub><sup>al+pl</sup>):见褐色锰质斑点及零星的钙质结核,含铁锈条纹,局部为粉土。⑤<sub>1</sub>细砂(Q<sub>3</sub><sup>al+pl</sup>):砂子成分为长石、石英,磨圆差,分选较差,砾石成分为灰岩、砂岩,局部夹中砂、粗砂、砾砂,夹薄层粉土。

## 二、地基处理设计要求

根据现场土质情况,因二层土为I级非自重湿陷性,本工程采用灰土挤密桩法处理地基,桩径为400mm,有效桩长不小于4.5m,桩距为1000mm,梅花形布桩,桩内填料为2:8灰土,压实系数不小于0.97。要求地基处理后地基土的湿陷性完全消除。地基加固采用水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩),桩径400mm,正方形间距1800mm布桩,有效桩长不小于19m,桩体强度等级为C20。复合地基承载力特征值不小于230KPa,单桩竖向承载力特征值不小于600KN。

## 三、施工技术与关键点

### (一) 工艺流程

本工程先采用灰土挤密桩处理地基土的湿陷性,待湿陷性确认完全消除后,再采用CFG桩进行地基加固处理。

灰土挤密桩是利用卷扬提升式夯实机将铸钢夯锤打入土中侧向挤密成孔,将夯锤拔出后,在桩孔中分层回填3:7灰土夯实而成。

CFG桩采用长螺旋钻中心压灌成桩,即利用长螺旋钻机钻孔至设计深度,钻杆慢慢提起的同时利用混凝土泵通过钻杆中心通道,以一定压力将混凝土压至桩孔中,混凝土灌注到设定标高后,形成的混凝土灌注桩。

### (二) 灰土挤密桩技术要求和关键点

#### (1) 技术要求

1. 施工前应在现场进行成孔、夯填工艺和挤密效果试验,以确定分层填料厚度、夯击次数和夯实后的干密度等要求。

2. 成孔和孔内回填夯实的施工顺序,在局部处理时,应先后排后里排,同排内应间隔1~2孔进行。而在整片处理时,应按“从边缘开始、均匀分布、逐步加密、及时夯填”的顺序进行。也可采取分段的方式,避免因振动挤压造成相邻孔缩孔或坍孔。成孔后应清底夯实、夯平,并立即夯填灰土。

#### (2) 关键点

1. 实践表明,当地基土的含水量略低于最优含水量(指击实试验结果)时,挤密效果最好;当含水量过大或者过小时,挤密效果不好。因此,地基土的含水量对成孔施工与桩间土的挤密至关重要。

2. 桩体的夯实质量一般用平均压实系数 $\bar{\lambda}_c$ 控制。桩体干密度取样要求:自桩顶向下0.5m起,每1m不应少于2点(1组),即桩孔内距桩孔边缘50mm处1点,桩孔中心(即1/2)处1点。桩间土的质量用平均挤密系数 $\eta_c$ ,而不是压实系数控制。取样要求:自桩顶向下0.5m起,每1m应不少于2点(1组),即桩孔外100mm处1点,桩孔之间的中心距(即1/2)处1点。

### (三) CFG桩技术要求和关键点

#### (1) 技术要求

1. 根据设计要求和现场地基土的性质、地下水埋深、场地周边有居民等因素选用非挤土成桩工艺类型的长螺旋钻中心压灌的方式进行施工,另外在施工前还需进行试桩,来确定施工过程中的各项参数。

2. 钻孔深度应根据设计桩长及施工作业面标高确定,可以量测钻机塔身或钻杆的相对位置,作为参照标尺来控制桩长,并且对钻机作业面的平整度进行严格控制。桩位应在施工前通过轴线定出准确位置,采用钻孔灌白灰或插入一次性筷子作为标记,避免钻机在移动过程中造成桩点破坏或偏差。

#### (2) 关键点

1. 严格控制混合料的各项参数,粉煤灰掺量宜为70kg~90kg,塌落度应控制在160mm~200mm,以保证施工中混合料的顺利输送。如塌落度太大,易产生泌水、离析,泵压作用下,骨料与砂浆分离,导致堵管。塌落度太小,混合料流动性差,也容易造成堵管。

2. 成孔过程钻机速度应先慢后快,当钻杆摇晃或难以钻进时,应放慢钻进速度或停机,查明原因并采取措施后继续钻进,不得强行钻进。钻孔至设计标高后,泵送混合料,待管内空气从排气阀排出,钻杆内管及输送软管、硬管内混凝土达到连续状态时提钻。

## 四、结束语

通过总结灰土挤密桩+CFG桩处理湿陷性黄土地区地基的技术要点,掌握了两种不同地基处理技术的施工工艺以及控制点,为同类型工程提供了宝贵的施工经验。

## 参考文献

- [1]《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)[S].北京:中国建筑工业出版社,2004
- [2]《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB50205-2018)[S].北京:中国计划出版社,2018
- [3]《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)[S].北京:中国建筑工业出版社,2012