

湿陷性黄土地区钻孔灌注桩设计实例及要点

张 元

银川市规划建筑设计研究院有限公司 宁夏银川 750000

摘 要: 简述湿陷性黄土地区常用的三种建筑地基基础设计方案的优缺点及适用性,对三种地基设计方案分别从施工难易程度、对周围环境的影响程度及经济性等多方面进行了综合对比分析.最后,结合工程实例,对钻孔灌注桩基础的设计过程进行了系统的讲解。

关键词: 湿陷性黄土; 钻孔灌注桩; 灰土挤密桩; 设计及施工

Design examples and key points of bored pile in collapsible loess area

Yuan Zhang

Yinchuan Planning and Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia 750000

Abstract: This article briefly describes the advantages, disadvantages, and applicability of three commonly used building foundation design schemes in collapsible loess areas. The comprehensive comparative analysis of the three foundation design schemes is based on factors such as the ease of construction, the impact on the surrounding environment, and cost-effectiveness. Finally, the paper, with the support of engineering examples, provides a systematic explanation of the design process for drilled pier (bored pile) foundations.

Keywords: Collapsible loess; Bored pile; Lime-soil compaction pile; Design and construction

在我国西北地区,湿陷性黄土分部较为广阔,这种特殊的土遇水会产生沉陷,不做直接作为建筑(构筑物)的基础持力层,需要根据湿陷等级、湿陷土层厚度及场地条件选择比较合理经济的地基基础设计方案。本文以实际工程为例,对在湿陷性黄土地区常采用的地基基础设计方案进行对比分析,并对钻孔灌注桩设计及施工要点做简要阐述。

一、工程概况及地质条件

1.工程概况

本建筑为某职业技术学校实训楼,位于宁夏彭阳县.钢筋混凝土框架结构,地上2层,建筑纵向长度为44.1m,横向宽度30m,一层层高7.00m,二层层高4.00m,室内外高差0.45m,建筑总高度11.45m.因建筑大空间功能需要,横向最大柱距为22.5m,结构平面布置图详见图1所示。

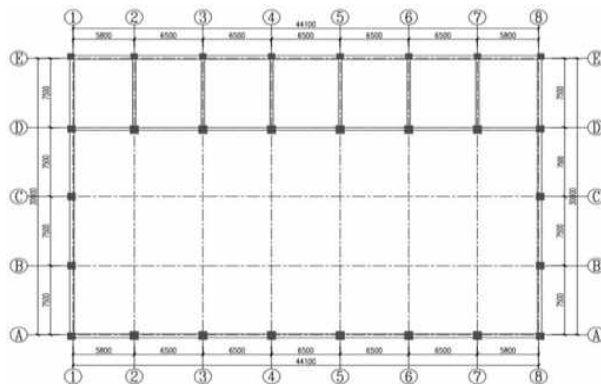


图1 结构平面布置图

2.地质条件

拟建场地湿陷性黄土工程地质分区属陇东~陕北~晋西地区,在地貌上属较平缓的黄土塬,该场地工程地质条件的复杂程度为中等复杂场地.自重湿陷量 Δ_{zs} 范围值332.4~453.6mm,湿陷量 Δ_s 范围值354.0~679.2mm.该场地湿陷性黄土地基的湿陷等级为III级(严重)自重湿陷性,湿陷土层下限深度在现自然地坪下17.0m左右。

二、地基及基础设计方案比选

根据《湿陷性黄土地区建筑标准》^[1](以下简称“湿陷性标准”)的相关规定,本建筑属于湿陷性黄土地上的丙类建筑,为防止或减小建筑物地基浸水湿陷可采取的地基基础设计方案有:(1)换填垫层法;(2)灰土挤密桩法;(3)钻孔灌注桩基础。

1.换填垫层法

根据地质勘察报告,本场区湿陷土层厚度约16.5m左右.根据《湿陷性标准》^[1]第6.1.5条规定,丙类建筑消除地部分湿陷量的最小处理厚度为4.0m,且下部未处理湿陷性黄土层的剩余湿陷量不应大于300mm.本工程按剩余湿陷量计算的处理厚度为7.2m,扣除基础底面以上挖除的2.0m湿陷性黄土,还需要灰土垫层厚度约5.2m.由此可见,采用换填垫层法,土方开挖及回填量比较大,大量弃土会对环境产生污染;其次,基坑开挖深度约7.0米左右,属于超过一定

规模的危险性较大的基坑工程,且拟建建筑东侧有已建成并正常使用的教学楼一栋,距离本建筑仅为 9.6m 左右,故基坑需进行边坡支护,以确保基坑及相邻既有建筑的安全;另外,此方法只能消除部分湿陷量,不适用于大厚度湿陷性黄土地基。

2. 挤密灰土桩法

挤密灰土桩法是采用灰土置换部分湿陷性土壤,再通过灰土桩成桩过程中的机械冲击能量对周围湿陷性土壤进行挤密,已达到消除湿陷性的目的。挤密灰土桩法相比换填垫层法,其优点是基坑开挖深度比较浅,但存在以下缺点:(1)此方法要求对原材料及施工过程严格控制,确保桩间土的挤密效果和灰土桩的成桩质量,才能达到消除湿陷性的目的;(2)灰土挤密桩施工时噪音及振动对周围会产生不利影响;(3)灰土桩按桩径 400,桩间距 1.2mm,等腰三角形布桩,桩外扩距离约 7.0m 估算,全楼所需灰土桩数量约 3000 根左右,施工强度较大。

3. 钻孔灌注桩基础

钻孔灌注桩基础穿透全部湿陷性黄土层,可不考虑湿陷性对建筑物的影响。该方案具有以下优点:施工速度快,机械化程度高,施工振动噪声小,对周围环境的影响较小;另外,因建筑大空间功能的特点,柱子数量相比普通框架比较少,全楼所需灌注桩的数量约 60 根左右,施工强度和工期较前两种方案有很大优势。虽然钻孔灌注桩工程造价略高于前两种地基处理方案,但增量不是很大,对于本工程来讲,采用钻孔灌注桩基础比较合适。

三、钻孔灌注桩设计及施工要点

1. 单桩竖向承载力计算

设计桩径为 600mm,成孔工艺采用干作业旋挖成孔,桩端采用扩底工艺,扩底端直径为 1200mm,桩顶设计标高 -2.0m,桩穿透黄土状粉土层,桩端进入角砾层不小于 2.0m,总桩长 22.5m,桩土关系如图 2 所示,黄土状粉土极限侧阻力为 30kPa,角砾层极限侧阻力为 135kPa,极限端阻力为 3500kPa。

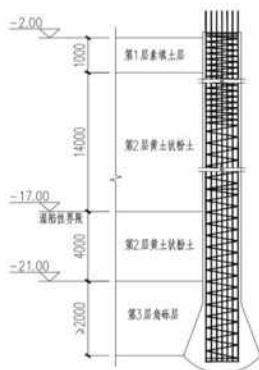


图 2 桩土关系简图

根据《建筑桩基技术规范》[2]第 5.4.2 和 5.4.3 条相关规定,桩穿越较厚松散填土及自重湿陷性黄土层时,桩周土层产生的沉降会超过桩基的沉降,所以在计算桩基承载力时应计入桩侧负摩阻力,故单桩竖向承载力计算如下:

①极限侧阻力 Q_{sk} :

$$Q_{sk} = u \sum q_{sik} \\ = 3.14 \times 0.60 \times (30 \times 4) = 226\text{KN}$$

②极限端阻力 Q_{pk} :

$$Q_{pk} = q_{pk} A_p \\ = 3500 \times 3.14 \times 0.6^2 = 3956\text{KN}$$

③竖向承载力特征值 R_a :

$$R_a = \frac{Q_{sk} + Q_{pk}}{2} = 2091\text{KN}$$

④负摩阻力引起的下拉荷载 Q_g^+ :

根据岩土勘察报告,取素填土的负摩阻力系数为 0.35,黄土状粉土的负摩阻力系数为 0.20。根据《建筑桩基技术规范》[2]第 5.4.4 条相关规定,持力层为角砾的中性点深度比 $l_n/l_0 = 0.9$,自桩顶起算的中性点深度 $l_n = 0.9l_0 = 0.9 \times 15 = 13.5\text{m}$,从地面起算的中性点深度为 $13.5+2.0=15.5\text{m}$ 。

深度 0~3m 素填土负摩阻力标准值:

$$q_{s1}^n = 0.35 \times 0.5 \times 3 \times 16 = 8.4\text{kPa}$$

深度 3~15.5m 黄土状粉土负摩阻力标准

$$q_{s2}^n = 0.2 \times (3 \times 16 + 0.5 \times 12.5 \times 17) = 30.85\text{kPa}$$

桩基由负摩阻力引起的下拉荷载标准值按下式计算:

$$Q_g^+ = \mu_n u \sum_{i=1}^n q_{si}^n l_i = 1.0 \times 3.14 \times 0.6(1 \times 8.4 + 12.5 \times 30.85) = 742\text{KN}$$

⑤扣除负摩阻力的单桩竖向承载力特征值为:

$$R_a = 2091 - 742 = 1349\text{KN}$$

2. 施工注意事项

施工总承包单位对钻孔灌注桩基础大多采用分包,在分包单位选择时,对资质、人员、业绩等进行严格审查,选择施工经验丰富的分包单位。施工前,应编制桩基专项施工方案,施工过程中,应严格按照批准的施工方案实行,严格控制桩位、桩径、桩身垂直度、桩长、桩底沉渣、钢筋笼制作及混凝土的浇筑符合设计和规范要求,确保单桩承载力满足设计要求。桩基施工完毕后,应委托具有相应资质的检测单位对桩身质量及单桩承载力进行检测,桩身质量检测可采用低应变法,单桩承载力检测可采用竖向抗压静载试验。这里有一点需要注意,设计师在规定静载试验加载值时,应采用未扣除负摩阻力的竖向承载力特征值的 2 倍。

四、结论

随着钻孔灌注桩技术的日益成熟,运用也更为广泛.在大厚度湿陷性黄土地区,采用钻孔灌注桩基础无疑是最好的选择,它具有施工质量可靠,施工速度快,对施工场地要求低,对周边环境影响小等居多优点,不仅如此,在场地适宜

的情况下,钻孔灌注桩也具有良好的经济效益.

参考文献

- [1] 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018.
- [2] 《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008.