

# 天然地基验槽中典型工程地质问题及处理方法

赵娜娜, 孙晓辉, 沈雪松

(北京市顺义区工程勘察所, 北京 101300)

**摘要:** 文章主要根据近些年北京市顺义区工程勘察实践, 结合工程项目实例, 总结了建筑工程基坑开挖过程中遇到的一些典型工程地质问题以及采取的处理方法, 为后续地基验槽工作提供参考和借鉴。

**关键词:** 工程地质; 地基验槽; 地基处理

中图分类号: P642.4

文献标志码: A

文章编号: 2096-2789 (2018) 05-0125-02

DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2018.05.059

在工程勘察中, 验槽是工程建设施工的开始, 同时也是工程勘察的最后一个环节<sup>[1]</sup>, 具有重要意义。由于工程场地的地质构成复杂且地质勘察存在一定的精度限制<sup>[2]</sup>, 因此在地基开挖后, 会将一些隐藏的地质问题暴露出来。验槽过程, 能够直观地发现这些问题, 从而对工程地质的勘察结果进行检验, 并利用现场获得的工程地质资料对勘察报告进行补充与修正<sup>[3]</sup>。对验槽过程中发现的问题, 要给出正确的处理方法和建议措施, 从而消除地基隐患, 促使设计和施工根据现场工程地质条件选择最优方案, 保证建筑物稳定、安全的同时, 降低工程造价。作者根据多年在北京市顺义区工程地质勘察中的经历, 总结了一些在地基验槽中遇到的典型工程地质问题以及采取的对策措施, 以便为后续地基验槽工作提供参考和借鉴。

## 1 验槽典型工程地质问题与处理措施

### 1.1 人工填土地基

人工填土是人类活动堆填而成, 除压实填土外, 一般均匀性差、强度低、压缩性高, 常具湿陷性, 根据其组成成分可分为: 素填土、杂填土和炉灰。其中素填土和变质炉灰经过处理可作为部分建筑物的天然地基。按照规范, 当土层密实度及厚度基本均匀, 且满足如下条件之一: 压缩模量  $E_s$  大于或等于 1.5MPa; 比贯入阻力  $p_s$  大于或等于 0.5MPa; 轻型圆锥动力触探锤击数  $N_{10}$  大于或等于 5, 可作为不超过 6 层的砌体结构或混合结构及不超过 3 层的规则框架结构建筑物的天然地基。

人工填土地基应特别加强验槽工作, 轻型圆锥动力触探深度不宜小于 2m, 间距不宜大于 1.5m; 如遇土层复杂, 岩性、密实度、标高变化过大时, 应在补充勘探后, 再做妥善处理。填土地基应对槽底进行夯实, 根据需要控制密实度, 用蛙式夯夯拍 2 ~ 3 遍。当槽底土质较干时, 应先洒水后夯拍。土体饱和时不宜夯拍, 应在槽底铺放大粒径卵石, 并挤入槽底土内。当遇到局部堆积时间较短的炉灰, 或碎砖、瓦片集中的填土应予以挖除。挖除范围较浅较小者, 可用 1:9 灰土分步回填夯实。范围较深较大者可将基础加深, 但应注意避免加深后的基础落在天然土上造成不均匀沉降。

### 1.2 局部地基软弱

在基础底面设计标高或以下, 基槽表面或持力层内, 有时会存在软弱土层或较薄软弱土夹层。这些软弱土层

变形较大, 承载力较低, 一般达不到设计承载力, 当其平面分布不均匀或厚度差异较大时, 在建筑荷载下, 可能产生不均匀沉降, 如不采取合理的措施, 对建筑物特别是对高层建筑物的稳定性影响很大。

基底下软弱土层或软弱土夹层的处理一般采用换填垫层法, 即挖除软弱土层后, 根据地基土的性质、地下水分布情况及设计承载力要求, 用灰土或级配砂石分层夯实回填至槽底设计标高, 换填垫层的承载力应通过现场静载荷试验确定。

实例 1: 顺义某环保公司新建办公楼。

新建的办公楼为地上 10 层, 地下 2 层, 框架剪力墙结构, 基础埋深约 8.0m。根据现场勘察资料, 持力层土质为第四纪沉积的细砂, 地基承载力标准值 ( $f_{ka}$ ) 为 200kPa, 地下水位埋深为 4.1 ~ 4.6m。基坑开挖前采用井点降水, 地下水位已降至基底标高以下 0.6m。

经验槽检验, 槽底土质大部分为细砂, 与岩土工程勘察报告相符, 现场钎探数据与土质也基本相符。但在基坑西部沉积有粘土层, 土质较软, 占坑内面积约 1/4, 根据轻型动力触探检验和现场挖探, 该层土厚度约 0.8m, 其地基承载力标准值 ( $f_{ka}$ ) 为 100kPa, 经相关技术人员分析认为, 基坑一端的粘土软弱土层与地基的细砂性质差异较大, 可能产生较大的不均匀沉降, 因此必须对软弱土层进行处理。最终决定, 软弱土层分布范围下挖 1m, 挖除全部软弱土层, 用级配砂石分层夯实至槽底设计标高, 最终换填后的地基承载力通过现场载荷试验确定为 220kPa, 满足设计要求。

实例 2: 顺义某公司职工宿舍。

新建的职工宿舍为地上 5 层, 地下 1 层, 基础埋置深度为 6.05m, 框架结构, 基础形式采用筏板基础。根据勘察资料, 持力层土质为新近沉积的中砂~细砂, 地基承载力标准值 ( $f_{ka}$ ) 为 200kPa, 地下水位埋深为 9.8 ~ 11.2m。

经验槽检验, 槽底土质大部分为中砂~细砂, 与岩土工程勘察报告相符, 现场钎探数据与土质也基本相符。但在基坑局部沉积有淤泥质粘土层, 该层土承载力较低, 变形较大, 有机质含量介于 5 ~ 10% 之间, 为有机质土, 因此该层土的工程性质变化较大。根据轻型动力触探检验和现场挖探, 该层土厚度约 0.2 ~ 0.4m, 其地基承载力标准值 ( $f_{ka}$ ) 为 60kPa, 分析认为, 基坑一端的淤泥质粘土软弱土层与地基的细砂性质差异较大, 可能产生较大的不均匀沉降, 因此必须对软弱土层进行处理。经分析决定, 软弱土层分布范围下挖 0.3 ~ 0.5m, 挖除全部软弱土层, 用级配砂石或中~粗砂分层夯实至槽底设

**作者简介:** 赵娜娜 (1982-), 女, 工程师, 硕士, 研究方向: 岩土工程勘察。

计标高,压实系数按0.95考虑。

### 1.3 地下掩埋物问题

地基开挖中,在基底标高及以下,有时会遇到埋藏的旧基础,如消防水池、化粪池等埋藏物。这些掩埋物虽然存在于地基的局部地段,但会造成地基软硬不均,如不作处理可能造成地基不均匀沉降,影响建筑物的安全和稳定。因此必须采取适当的措施来消除或改善地基的不均匀性。

处理措施一般根据掩埋物的规模大小和埋藏深度,视情况全部挖除或部分挖除,然后在挖除的部分回填垫层。

实例1:顺义某检查站新建宿舍楼。

新建的宿舍楼为地上3层,框架结构,无地下室,建筑高度为12.1m,总建筑面积为1342.3m<sup>2</sup>,基础埋深约为2m。根据勘察资料,持力层土质为第四纪沉积的黏质粉土~砂质粉土,5#孔附近填土较厚。地基承载力标准值( $f_{ka}$ )为150kPa,地下水位埋深为12.2~12.7m。

基槽开挖后,槽底土质大部分为黏质粉土~砂质粉土,与岩土工程勘察报告相符,现场钎探数据与土质也基本相符。但在基槽中南部明显可见原有消防水池残留体,护坡的原有土钉墙清晰可见,柱基位置明显看到未处理的土钉墙残体。其中6个柱坑坐落于原有消防水池及土钉墙之上。之后施工单位按照验槽时提出的处理意见,将原有消防水池及土钉墙部位全部挖除,用级配砂石分层夯填至设计槽底标高。挖除消防水池时,由于涉及到放坡,6个柱坑全部换填成级配砂石。

### 1.4 流砂问题

当基坑开挖到地下水位以下,而土是细砂或粉砂,又采用集水坑降水时,在一定的动水压力作用下,坑底土会进入流动状态,随地下水涌入基坑,这种现象称为流砂现象。通常细颗粒、颗粒均匀、松散、饱和的非粘性土容易发生这种现象。流砂的形成是多种多样的,主要由工程活动引起,如开挖基坑、竖井等,它对建筑物的安全和正常使用影响极大。流砂现象产生时,基底土完全丧失承载能力,施工条件恶化,严重时会造成边坡塌方,甚至危及邻近建筑物。因此,必须采取有效措施来消除流砂现象。

流砂防治的主要途径(1)减小或平衡动水压力<sup>[3]</sup>;

(2)截住地下水流;(3)改变动水压力的方向。具体措施有抢挖法、打钢板桩法、水下挖土法、人工降低地下水位法、枯水期施工、地下连续墙法等。

实例:顺义区某小学新建教学楼

新建的教学楼为地上4层,地下1层,框架结构,建筑高度为17.5m,基础埋深约为4.0m。根据勘察资料,持力层土质为第四纪沉积的砂质粉土~粉砂。地基承载力标准值( $f_{ka}$ )为160kPa,地下水位埋深为6.00m~10.00m。

基槽开挖后,槽底土质大部分为砂质粉土~粉砂,与岩土工程勘察报告相符,现场钎探数据与土质也基本相符。但场地中间有一电梯井出水,产生流砂现象。施工时将流砂部分全部挖除,用级配砂石分层夯填至设计

槽底标高,挖槽2m处用素混凝土锚杆进行护坡,防止边坡塌方,危及临近建筑物。

### 1.5 液化地基处理

土的液化是土体由于孔隙水压力增大和有效应力减小而从固态变为液态的过程。当有效压力完全消失时,土层会完全丧失抗剪强度和承载能力,变得像液体一样。发生液化现象,多是松散的砂土和粉土受到震动和水的作用导致,如:静力、振动力、波浪力及地下水压力都可能引起液化。砂土液化在地震时可大规模地发生并造成严重危害。

对液化地基的防治措施主要从预防砂土液化的发生和防止或减轻建筑物不均匀沉降两方面入手<sup>[3]</sup>。抗液化措施主要有两种:(1)可液化土层全部或部分处理(加密或换填垫层),(2)是采用桩基础或深基础将建筑物荷载穿过可液化土层传到下面非液化土层上。

实例1:顺义某公司新建生产车间

新建的3栋(C1、C2、C3)生产车间均为地上5层、地下1层,框架结构,基础埋深约4.0m。根据勘察资料,持力层土质为新近沉积的细砂~中砂。地基承载力标准值( $f_{ka}$ )为200kPa,地下水位埋深为7.3~8.0m。

基槽开挖后,槽底土质大部分为细砂~中砂,与岩土工程勘察报告相符,现场钎探数据与土质也基本相符。但在基坑东侧C1、C2车间下部可见轻微液化的砂质粉土,由于该层土只存在于基坑局部,故采用换填垫层法来消除液化。施工时将其全部挖除,用级配砂石分层夯填至设计槽底标高,压实系数按0.95考虑。

实例2:顺义某医院新建药具库

新建的药具库为单层、无地下室,钢筋混凝土结构,基础埋深约为2m。根据勘察资料,持力层土质为新近沉积的细砂~中砂,在地震烈度达到8度,地下水位按近3~5年最高水位考虑时,该层土具轻微~中等液化,液化指数为 $I_{LE}=3.94\sim 16.05$ 。地基承载力标准值( $f_{ka}$ )为140kPa,地下水位埋深为3.8~5.0m。

由于液化土层存在于整个基坑范围内,为了全部消除液化,采用复合地基方案,地基处理桩型采用振冲碎石桩,将复合地基加固至第四纪沉积的细砂~中砂。

## 2 结束语

地基验槽是一项技术性和经验性很强的工作,本文根据多年在北京市顺义区工程地质勘察中的经历,总结了地基验槽中遇到的典型问题,并针对不同的问题提出相应的处理措施,为后续的地基验槽工作提供借鉴,从而消除工程施工中存在的安全隐患,保证建筑物的安全和稳定。

### 参考文献:

- [1] 王鸿胤. 北京地区地基验槽常见工程地质问题及其处理[J]. 岩土工程技术,2006,20(4):197-199.
- [2] 祖秉新,刘健,曹葛,杨美艳. 岩土工程验槽应注意的问题[J]. 吉林地质,2012,31(3):113-114.
- [3] 胡宗汉,萧见香. 施工验槽与地基处理的一些经验[J]. 工程勘察,1991,(4),20-23.