

软土地区深基坑管涌事故原因分析

陈华明

(浙江山川有色勘察设计有限公司, 浙江 绍兴 312000)

摘要:通过现场踏勘、数据的采集和工地现场工人的取证,并组织当地专家进行事故调查会议,综合各方面的资料,分析了绍兴软土地区某深基坑围护工程发生基坑管涌事故的原因。为避免今后在粉土、砂土层等软土地区进行深基坑围护工程施工出现类似事故提供经验与借鉴。

关键词:软土地区;基坑围护工程;管涌事故;原因分析

中图分类号:TU472 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)02-0067-03

Analysis on the Cause of Piping Accident of Deep Foundation Pit in Soft Soil Area/CHEN Hua-ming (Zhejiang Shan-chuan Nonferrous Survey and Design Co., Ltd., Shaoxing Zhejiang 312000, China)

Abstract: By the construction site survey, data acquisition and field evidence, analysis was made on the cause of piping accident of foundation pit enclosure engineering in soft soil in Shaoxing, which provides the experience and reference to avoid similar accident in deep foundation pit enclosure engineering in soft soil such as silt and sand layer.

Key words: soft soil area; foundation pit support engineering; piping accident; cause analysis

1 工程概况

浙江绍兴某工程建筑面积约 101100 m²,项目由 4 幢 4 层商业楼、2 幢 9 层办公楼及 1 幢 3 层文化影视中心组成,整个场地设有 1 层地下室,地下室为类似长方形(218 m × 230 m)。本工程基坑东侧靠近温渎江,地下室外墙边线距河岸边线最近约为 12 m,河道河水深度约 3.5 m,同时该侧坑边现场设置了一排施工临时用房(2 层);北侧为 2 号支路,该侧地下室外墙边线距道路边线最近约为 10 m;西侧为笛扬路,该侧地下室外墙边线距道路边线最近约为 7 m;南侧为群贤路,该侧地下室外墙边线距道路边线最近约为 12 m。基坑周边地下管线情况较简单,除笛扬路一侧路边有通讯管线外(埋深约 1.0 m),其余侧均无地下管线。本工程基坑挖深为 5.35 m,其周边环境如图 1 所示。该场地基坑开挖影响深度范围内的土层依次分布杂填土、粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粘质粉土。各土层的主要力学指标如表 1 所示。

本工程基坑采用桩加钢管斜支撑形式进行支护,具体采用 Ø700@1200 钻孔灌注桩,嵌固深度为 9.0 m,桩后设 1 排 Ø600@450 的水泥搅拌桩用于止水和挡土,搅拌桩进入坑底要求不小于 3.0 m,同时压顶梁处设钢管斜撑,如图 2 所示。

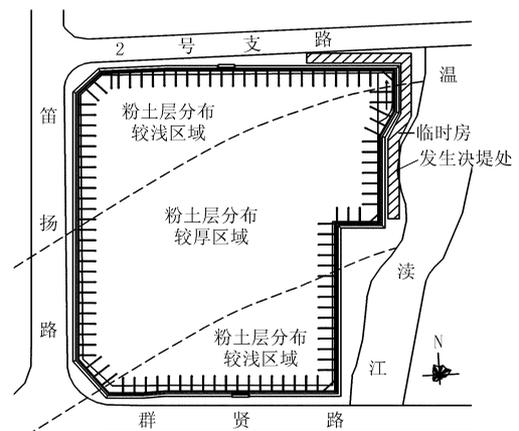


图 1 基坑围护周边环境总图

表 1 基坑开挖影响范围内土层分布表

土层编号	土层名称	容重 /(kN·m ⁻³)	厚度 /m	固结快剪		渗透系数 K _v /(cm·s ⁻¹)
				c /kPa	φ /(°)	
①	杂填土	18.0	1.2	10	15	
②	粉质粘土	18.7	2.1~2.3	15	18	9.1 × 10 ⁻⁷
③	淤泥质粘土	18.2	0.5~1	10	8	8.3 × 10 ⁻⁷
④	粘质粉土	18.4	2~8.9	10	22	6.2 × 10 ⁻⁵

2 管涌事故情况

基坑开挖现状:基坑大部分上部结构已完成至设计 ±0.00 标高以上,其余部分土方已开挖至底板垫层底标高,同时在浇筑地下室底板垫层。

基坑发生管涌位置:位于基坑东侧(靠近河流

收稿日期:2011-08-05; 修回日期:2011-12-08

作者简介:陈华明(1979-),男(汉族),浙江兰溪人,浙江山川有色勘察设计有限公司工程师,采矿工程专业,从事基坑围护设计、边坡治理等岩土工程设计工作,浙江省绍兴市环城东路, chmzjsx@163.com。

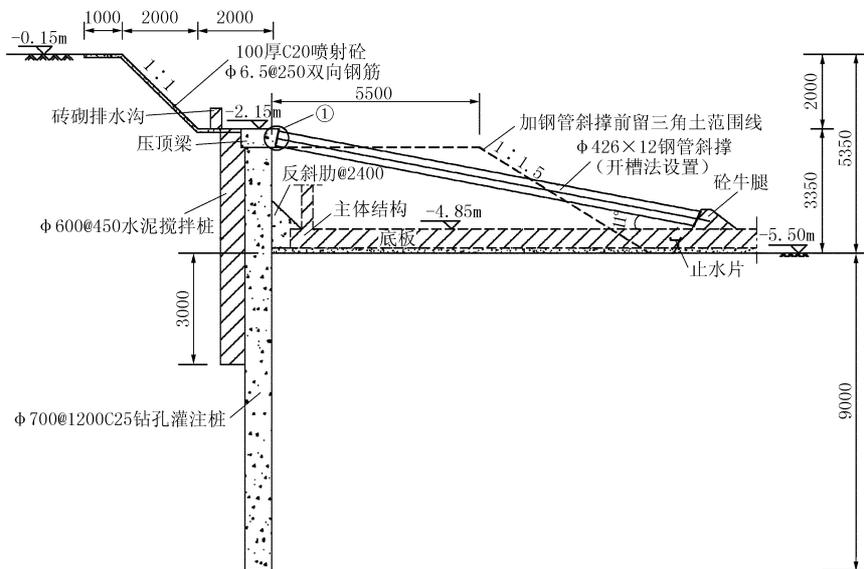


图2 基坑围护剖面

一侧)且距河岸边线最近位置(根据现场实际测量,围护桩轴线距河岸边10.5m)。

基坑发生管涌的时间:土方开挖至底板垫层底标高位置,暴露7天后在一夜间突然发生。

基坑发生管涌后的现状:管涌位置处由于桩外侧土体漏空,造成地表下沉,使其上搭建的2层临时施工用房发生坍塌。整个基坑桩加钢管斜撑围护体系完好无损,管涌使得河底与基坑贯通,河水倒灌,淹没整个基坑,无法正常施工,导致工程停工,工期延误,影响整个工程进度,造成巨大的经济损失。

3 管涌事故原因分析

3.1 基坑抗管涌验算

根据浙江省标准《建筑基坑工程技术规范》(J10036-2000)可知,当帷幕未插入不透水层时,插入坑底以下深度 t 应满足下式的要求:

$$r_g = r_1(2t + h_s + b)/(r_w \Delta h_w) \geq 1.5$$

式中: r_g ——抗管涌分项系数; r_1 、 r_w ——分别是坑底土的有效重度和水的重度, kN/m^3 ; Δh_w ——基坑内外水头差, m ; h_s ——基坑外坑底以上的渗透长度, m ; b ——帷幕厚度, m 。

根据本工程基坑实际情况,取 $r_1 = 8.4 \text{ kN/m}^3$, $t = 3 \text{ m}$, $h_s = 2 \text{ m}$, $b = 0.6 \text{ m}$, $r_w = 10 \text{ kN/m}^3$, $\Delta h_w = 4.35 \text{ m}$,计算结果为: $r_g = 1.66 \geq 1.5$ 。

故本工程基坑抗管涌验算满足规范要求。

3.2 最短渗透流线长度计算

$$k = i_c / j$$

式中: k ——安全系数,对一、二、三级支护工程,分别

为3.0、2.75、2.5; j ——平均水力坡度, kN/m^3 ; i_c ——极限平均水力坡度。

$$j = h_w / L$$

式中: h_w ——帷幕桩两侧水头差, m ; L ——产生水头损失的最短渗透流线长度, m 。

$$i_c = (G_s - 1)/(1 + e)$$

式中: G_s ——土颗粒重度, kN/m^3 ; e ——土的孔隙比。

根据本工程基坑实际情况,取 $k = 2.75$, $h_w = 4.35 \text{ m}$, $G_s = 2.7 \text{ kN/m}^3$, $e = 0.9$ 。

计算结果得出产生水头损失的最短渗透流线长度 $L = 13 \text{ m}$,对应的水平距离为9m。本基坑河岸边线距围护桩最近距离为10.5m,满足要求。

3.3 管涌原因分析

基坑工程是一个复杂的系统工程,基坑发生管涌事故,可能由于某个方面或者是多个方面综合作用的结果。通过现场踏勘、数据的采集和工地现场工人的取证,并组织当地专家进行事故调查会议,综合各方面的资料分析认为,本基坑发生管涌事故主要是由以下几个方面原因造成的。

(1)施工单位超挖引起管涌。设计要求本基坑坑边承台和集水井尺寸较大(2m×2m)较深(高度 $H = 2.0 \text{ m}$),应先在周边垫层浇筑完成后再进行承台和集水井部分的土方开挖。但由于施工单位不按设计要求施工,而是将承台和集水井的土方一并开挖,使得出现基坑超挖现象(超挖1.50m),最终导致抗管涌安全系数逐渐降低,增加了基坑的不安全因素。

(2)水泥搅拌桩止水帷幕搭接不好出现裂隙引起管涌。本基坑水泥搅拌桩设计搭接长度为150 mm,但由于施工时桩机摆放垂直度不高,最终造成水泥搅拌桩底部搭接长度逐渐降低(在现场基坑发生决堤附近水泥搅拌桩底部实际测量的搭接长度为60 mm左右)。这样很容易导致河水从局部搅拌桩搭接长度较小的部位渗入基坑内部,增加了基坑的管涌不安全因素。

(3)不良地质变化引起管涌。根据最短渗流长度计算结果可知本基坑距河岸边线最近水平安全距离为9 m,基坑发生管涌的位置位于基坑距河岸边线最近10.5 m处,根据业主提供资料,该部位原始现场为河埠头(其底部有部分土已空洞),这样造成河岸边线距基坑安全距离大大的降低,增加了基坑发生管涌的不安全因素。

(4)现场施工未及时处理导致管涌。基坑管涌虽然是瞬间发生,但也是可预见的。基坑出现管涌之前,坑内会隆土、涌土及涌水现象,可以采用降低水头、堵漏、反压等有效措施进行处理。根据本工程现场工人描述,基坑开挖至坑底设计标高时,在浇筑垫层时出现隆土、涌土现象,清理完后不久又再次涌土,使该部位垫层无法正常施工直至出现管涌现象发生。并且该部位基坑边刚好搭设施工临时用房,使得该部位坑内涌土,造成坑外地表沉降没有及时被现场施工管理人员发现和引起足够重视,从而未及时采取有效措施进行处理,最后导致事故的发生。

4 结语

通过对本基坑发生管涌事故的原因分析,在软土地区有较厚粉土层分布的情况下,必须采用有效

措施防止基坑管涌事故的发生。为此,笔者认为,在今后类似工程基坑围护中必须注意以下几点。

(1)在有粉土、粉砂分布的地质土层区域进行基坑围护必须进行基坑抗管涌验算,并应考虑基坑出现超挖现象,基坑挖深应尽量考虑到坑边承台底或集水井底标高。

(2)止水帷幕必须采用多排单轴水泥搅拌桩(考虑的实际施工效果,单排单轴水泥搅拌不可靠)或三轴水泥搅拌桩等较可靠帷幕方式进行,且止水帷幕尽可能的穿透粉土、粉砂层(如不能穿透粉土、粉砂层,应增设深井以降低水头差),以防止施工单位超挖导致基坑管涌事故发生。

(3)基坑周边2倍基坑开挖深度范围内应详细踏勘,地质钻孔布置适当加密(尤其在基坑开挖靠近河边,应探明是否有暗河、土洞分布)。

(4)基坑开挖时应尽可能的减少基底暴露时间,出现异常情况要及时联系设计单位,采取有效措施进行处理,并做好现场的应急预案工作。

参考文献:

- [1] J 10036 - 2000, 建筑基坑工程技术规范[S].
- [2] JGJ 120 - 99, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] 马赞. 鞍山国际明珠大厦深基坑支护设计与施工[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(7).
- [4] 王绍亮. 杭州中冠现代印象广场深基坑支护设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8).
- [5] 潘德来, 陈跃. 陡倾斜基岩面条件下的基坑工程[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(3).
- [6] 张聚斌. 基坑降水的地下水水位控制与工程降水综合利用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(3).
- [7] 刘建航, 候学渊. 基坑工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [8] 陈忠汉. 深基坑工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

(上接第66页)

FCLS 溶液(浓度20%) 470 g, 控制 pH 值到11, 得到适合粉砂、细砂层的泥浆; 每立方米原浆加 LV - CMC 180 g, 控制 pH 值到10, 得到适合中砂层的泥浆。

5.2.3 重复使用的泥浆性能调整方法

如不需补充膨润土, 工业纯碱粉的补充量以满足 pH 值10 来确定, LV - CMC、FCLS 的补充量以上述不同地层对应加量的 1/4 ~ 1/3 来确定; 如还需再补充膨润土, 各外加剂再补充量以上述不同地层对应加量按比例加入。

6 结语

本文针对旋挖钻孔厚土砂层, 阐述所需泥浆的

设计重点、解决机理、配、调应用技术。实践证明, 铁铬盐 - LV - CMC 泥浆配调技术, 结合孔底补浆工艺, 使旋挖钻孔在节约成本的前提下, 有效保证成孔、成桩质量, 大大提高经济效益, 深受好评。笔者认为该工艺技术有推广应用价值。

参考文献:

- [1] 郑秀华. 钻井液配浆材料与处理剂(岩心钻探关键技术进展与应用培训班材料)[Z]. 北京: 中国地质大学(北京), 2009.
- [2] JTGF 50 - 2011, 公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] JGJ 94 - 2008, 建筑工程桩基施工规范[S].
- [4] 乌效鸣. 钻井液与岩土工程浆液[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2002.