

地下水对基坑安全的影响分析与对策

徐海滨, 许锡昌, 陈善雄

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 武汉 430071)

摘 要: 以某软土基坑为例, 分析了上层滞水对基坑的不利影响, 并针对该基坑施工过程中出现的变形过大问题, 提出了处理措施, 将基坑最大位移控制在 20cm 以内, 保证了基坑及其周边的安全。

关键词: 地下水, 基坑, 安全, 对策

中图分类号: TU 46 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-3152(2005)06-0042-04

1 引言

在深基坑工程中, 地下水的治理是必须考虑的问题。据唐业清教授^[1]对全国 160 余起基坑事故的分析, 在所有的失事基坑中, 由于设计和施工中地下水处理不当而造成基坑失事的比例达到 60%。目前, 对基坑工程中地下水治理的研究已作了大量的工作, 取得了不少成果^[2-4], 本文希望能在前人研究成果的基础上, 重点阐述地下水的治理对策和事故的预防措施, 并结合某基坑工程, 地下水治理的成功经验。

2 地下水对基坑的影响及治理方案

在我国南方大多数地区, 地层呈现典型的二元结构, 即上部的粘土层和下部的砂砾层, 存在于粘土层中的为上层滞水和潜水, 存在于砂砾层中的为承压水。本文主要讨论上层滞水和承压水对基坑安全的影响。

2.1 地下水对基坑的影响分析

在基坑工程中, 若对地下水处理不当, 可能导致基坑出现险情甚至事故。主要表现为: ①地下水渗透引起的基坑开裂坍塌; ②基坑突涌导致基坑底土开裂出现管涌; ③暴雨袭击中基坑长期受雨水浸泡引起地基土强度降低; ④基坑周围水管破裂漏水及生活用水渗入基坑, 引起岩土力学性质发生变化; ⑤降低地下水位引起地面沉降及周围建筑物倾斜开裂。

引起事故的原因主要包括设计和施工两个方面: 一是设计的止水措施不切合实际, 出现桩间距过大, 止水帷幕设计深度、厚度不够, 降水深度不足等; 二是施工单位不按设计要求施工, 出现止水帷幕施工质量差达不到止水效果, 注浆工艺不完整、压力不够, 使桩与桩之间不能连接密封等。

2.2 地下水治理的基本原则

在基坑设计过程中, 治理地下水的基本原则是疏堵结合。疏是指将基坑范围内的地表水与地下水排除, 如采用明沟排水、井点降水等, 该方法施工简便, 成本低, 操作技术易于掌握, 已广泛应用于各类基坑施工中; 堵是指通过有效手段在基坑周围形成止水帷幕, 将地下水止于基坑之外, 如粉(浆)喷桩帷幕、高压旋喷桩、沉井法、花管注浆、灌浆法以及地下连续墙等。止水法相对成本较高, 施工难度较大。

2.3 地下水治理方案的选择

在基坑设计过程中, 地下水的治理方案与基坑开挖深度和土质情况有密切关系。

对开挖深度不超过 6 m 的基坑, 通常采用土钉支护、锚喷支护、重力式挡墙等, 上层滞水一般采用埋管引流的方法, 支护结构后土层的水经排水管汇集到坑底排水沟, 最后由集水井排至地面;

对开挖深度超过 6 m 的基坑, 土质较差存在深厚软土层时, 多采用桩排支护、板桩支护、地下连续墙支护等。地下水治理, 方案主要有“全封”方案、“半封半降”方案和“全降”方案。

基坑侧壁滞水易引起支护桩间涌水流失, 严重时造成周边土体沉陷, 其治理措施一般采用封堵、疏导相结合方式, 即在支护桩外侧利用粉喷桩帷幕进

行挡水,并埋设排水管用排水。

3 工程实例

3.1 工程概况

某基坑工程位于武汉市老城区,基坑底部边线周长约 180 m,轮廓近似为 39 m×49 m 的长方形,基坑开挖深度由西侧的 5.1 m 逐渐加深至东侧的 5.3 m。

场地东侧邻近城市主干道,建筑物基础轴线距离人行道仅 6 m,且人行道上分布有煤气管道和供水管道。

经走访得知,有一废弃的箱涵与人行道平行,位于人行道和基坑之间。场区地质属长江冲积一级阶地,具二元结构。各土层参数详见表 1。

表 1 土性参数

层号	名称	土层厚度 (m)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)
1-1	杂填土	1.2~2.7	18.5	8	15
2-1	粘土	0.9~3.6	18.9	20	11
2-2	粘土	2.2~4.2	17.8	12	7
2-3	粘土	1.7~4.3	17.2	18	10
淤泥质粉					
2-4	质粘土夹粉土粉砂	6.6~10.6	17.3	18	10

3.2 基坑支护设计

由于竖向花管~喷锚复合支护已成为一种常见的支护型式,多用于土层条件差、安全性要求高和变形控制较为严格的基坑工程中,尤其是用于深厚填土层、高灵敏度软土层、粉土粉砂层、底部为软弱下卧层以及基坑周边建筑物和地下管线对变形敏感的基坑工程中,所以,本基坑采用复合锚喷支护方式。在设计过程中未考虑废弃箱涵对基坑安全的影响。

此段基坑支护结构共布置 3 排锚杆和 2 排注浆花管,锚杆布置及参数见图 1。

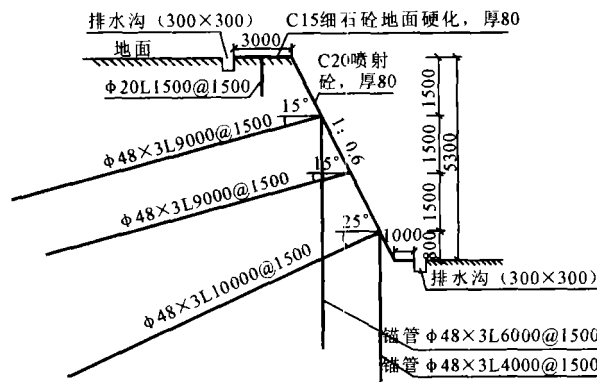


图 1 基坑支护剖面图

锚杆采用梅花形布置,锚杆杆体采用 $\Phi 48 \times 3$ mm 钢管,采用机械打入和洛阳铲预先成孔相结合的方式,以保证施工进度。

竖向注浆花管采用 $\Phi 48 \times 3$ 钢管,第 1 排长度 6 m,第 2 排长度为 4 m,注浆花管顶端采用加强筋焊接连成一体,再分别与第 1 排和第 3 排锚杆杆头焊接在一起,机械打入土中。

锚杆和注浆花管的注浆采用纯水泥浆,注浆压力 0.5 MPa。

3.3 施工过程与监测

为保证基坑安全,确保信息化施工,在场地东侧邻近城市主干道的一侧布置了 8 个位移/沉降观测点。其中,基坑坡顶 5 个,人行道上 3 个。具体布置见图 2。

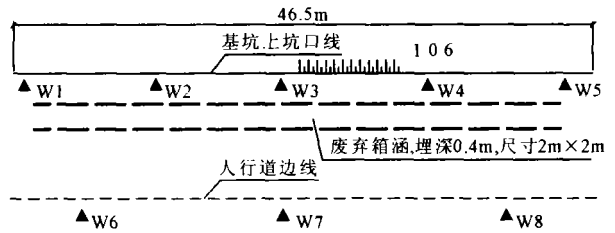


图 2 基坑监测点布置图

根据设计要求,土方分三次开挖,深度分别为 2.5 m、1.5 m 和 1.0 m,最后留 0.3 m 人工清底。第一层开挖历时 16 天,坡顶位移监测点最大水平位移均未超过 20 mm,沉降不超过 30 mm;人行道附近的监测点水平位移不超过 5 mm,沉降在 2 mm 以内。

第一层开挖面支护结束后随即开始了第二层开挖,挖土历时 2 天,坡顶位移迅速增大,位移速率达 10 mm/d,支护历时 2 天。

第二层支护完成后变形仍继续增大,靠近坡顶的厨房和食堂地面出现 5 mm 左右的裂缝,因最大位移未超过 100 mm,为缩短工期,业主强行开挖了第三层,挖土及支护历时 3 天,位移持续增大,为保护坡脚,在坑底加密竖向花管,并打入木桩,仍未控制变形。

基坑开挖第 23 天时,基坑中部坡顶位移达到 120 mm,针对变形过大的情况,提出了抢险预案如下:

- ① 拆除坡顶简易房,以达到坡顶卸载的目的;
- ② 在坡顶施工花管注浆,加固边坡土体,减小水土压力。

简易房拆除历时 2 天,拆除后基坑仍未稳定,遂在坡顶利用洛阳铲掏竖孔,在施工至地面以下 0.3

m 时遇到地下水,所以猜测基坑位移过大是由于地下水引起。

经研究决定在坑底尝试施工排水管进行导水,排水管长 8 m,与水平面夹角 50°,洛阳铲在掏至 7 m 深时有地下水流出,遂立即埋设排水管,并观察

到基坑侧壁土体中水位逐渐下降,随后坡面土体水平位移基本停止,而沉降仍持续,故决定暂停施工竖向注浆花管。

各监测点的位移和沉降曲线见图 3~图 6。

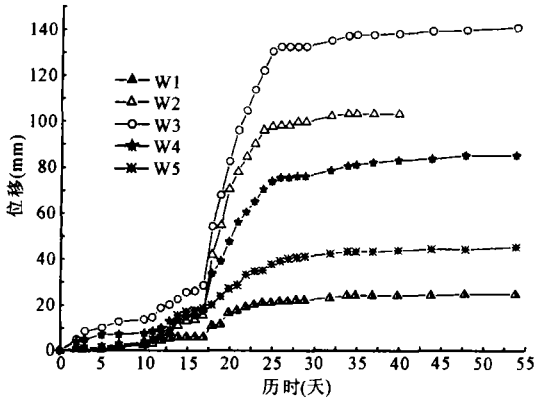


图 3 水平位移与时间关系曲线

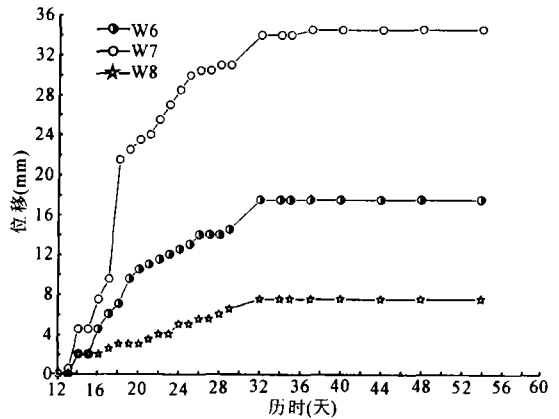


图 4 水平位移与时间关系曲线

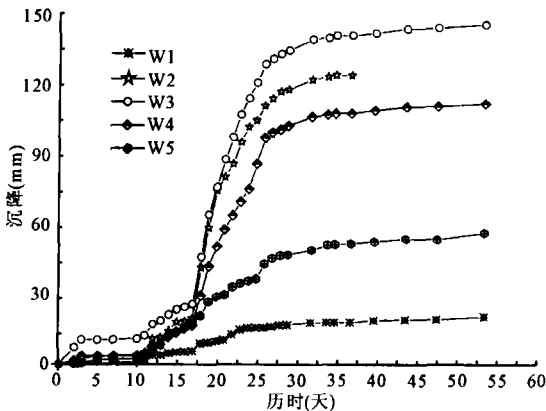


图 5 沉降与时间关系曲线

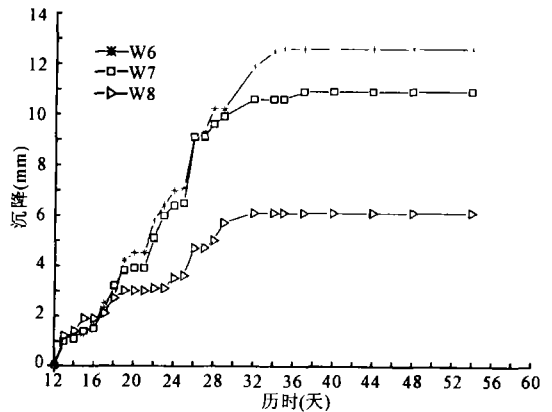


图 6 沉降与时间关系曲线

从图 3 和图 4 来看,开挖施工至 25 天时,基坑水平位移趋于稳定;从图 5 和图 6 来看,沉降在 28 天时趋于稳定,说明采取的抢险方案是可靠的。

3.4 监测结果分析

基坑施工一般开挖时间短,坡面封闭迅速,坡面土体排水过程不明显,在设计时通常采用快剪指标。在本基坑施工过程中,基坑侧壁存在废弃箱涵,锚杆和注浆花管施工时使基坑侧壁土体受到振动,一方面土体的结构性遭到破坏,另一方面土体受到了废弃箱涵中地下水的浸泡,二者导致了土体抗剪强度的降低,最后导致基坑产生了较大的水平位移。

4 结语

在深基坑设计和施工过程中,上层滞水和承压

水对基坑的施工和地下室施工都有显著的影响,需要注意以下几点:

- (1) 地下水的治理要遵循疏堵结合的方法,强行封堵或听之任之都是不可取的;
- (2) 上层滞水的补给水源较多,设计时应应对基坑周边进行调查,提出具体措施;
- (3) 承压水的治理多采用深井降水+半落地止水帷幕的方案,设计时要防止坑壁侧涌和坑底管涌;
- (4) 在施工过程中,要加强观测,对上层滞水,注意观察排水管的水流量的大小和含砂量;对承压水,要注意观察抽水的含砂量,随时对地下水水位观测,保证地下室施工安全;
- (5) 在基坑施工前,施工单位要制定抢险预案,贮存一定的物资,如木桩、麻袋、水玻璃等。

参 考 文 献

- [1] 唐业清, 李启民, 崔江余. 基坑工程事故分析与处理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999
- [2] 王洋, 汤连生, 杜赢中. 地下水渗流对基坑支护结构上水土压力的影响分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003, 42(2): 107~110
- [3] 杜家春, 贾德明. 基坑施工中的地下水处理及工程实例[J]. 西部探矿工程, 2004(8): 45~47
- [4] 成立芹. 地下水渗流对基坑稳定性的影响[J]. 河北建筑工程学院学报, 2002, 20(4): 43~48

Counter measure and Research on Groundwater in Foundation Pit

XU Hai bin, XU Xi chang, CHEN Shan xiong

(Institute of Rock and Soil Mechanics, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

Abstract Based on an example of soft soil foundation pit, the unfavorable effect of perched coater to the pit and the over deformation of the pit during construction were analysed. In the paper, measurement of the pit displacement less than 20cm is proposed so that the safety around the pit is guaranteed.

Key words groundwater, foundation pit, safety, counter measure

欢迎订阅《土工基础》双月刊

《土工基础》双月刊是以从事土力学与岩土工程实践和理论研究及高等院校教学人员为对象的专门性的、国内及国外公开发行的刊物, 已有20年出版历史。

本刊每年6期, 分别于2, 4, 6, 8, 10及12月末出版, 国内1年每套订刊费为48元, 3年每套订刊费为144元(均含邮费)。

另有过刊合订本(单价含邮费): 1991~1995年, 52元; 1996~1997年, 43元; 1998~1999年, 43元; 2000~2001年(缺2001年第3期), 43元。欢迎购买。

一、订阅方式有2种:

1. 订书款通过邮局寄往: 湖北省武汉市小洪山中国科学院武汉岩土力学研究所《土工基础》编辑部收(邮编:430071)。

2. 银行汇款至: 中国科学院武汉岩土力学研究所

帐号: 854938010261014328

开户行: 中国建设银行武汉市小洪山分理处

用途请注明: 订《土工基础》

二、填写订购单

请用户填写下述订单(请用正楷填写, 以免发生错误)。第一联为报销凭证, 第二联为回执寄编辑部。若需另开收据, 可在汇款单留言中注明。

三、联系电话: (027)87199602