

少粘性土中包气带水对某基坑工程施工的影响及其处理

曹友杰^{1,2}

(1. 中国地质大学(北京)水资源与环境学院, 北京 100083; 2. 河南省有色金属地质矿产局, 河南 郑州 450003)

摘要:在基坑工程施工中,潜水和承压水往往是工程降水的主要对象,而包气带水往往被忽视。实践证明,包气带水对基坑工程的影响也不容忽视。通过分析少粘性土地区包气带水对基坑工程的影响,提出用改进的轻型井点降水法疏干包气带中的上层滞水,这种处理方法成本低,见效快,效果好,具有很强的实用性和推广价值。

关键词:少粘性土;包气带水;基坑工程;轻型井点降水

中图分类号: TU46⁺3; TU473.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)11-0042-03

Influence of the Groundwater in Aeration Zone on Foundation Pit Excavation in the Low Cohesive Soil and the Treatment/CAO You-jie^{1,2} (1. School of Water Resources Environment, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450003, China)

Abstract: Phreatic and confined water always are major objects for engineering dewatering in foundation pit excavation, but the groundwater in aeration zone is usually being neglected. The practice proved that the influence of the groundwater in aeration zone should be paid enough attention. By the analysis, the influence of aeration zone in low cohesive soil on foundation pit engineering was discussed in this paper, and an improved method of light well-point dewatering was put forward to drain perched water with low cost and good effect.

Key words: low cohesive soil; groundwater in aeration zone; foundation pit; light well-point dewatering

0 引言

根据地下水的埋藏条件不同,可以将其分为包气带水、潜水、承压水。潜水和承压水储存在地下水位以下的饱水带中,是基坑开挖时工程降水的主要对象,也是造成基坑边坡失稳、坑底隆起、流沙、突涌等破坏形式的重要因素。而包气带水位于浅层土中的包气带中,水量较小,对基坑工程安全一般构不成重大威胁,因此常常被忽视。如果处理不当,包气带水同样会对基坑工程的施工造成较大危害。特别是在少粘性土或粘性土中,相对隔水层为上层滞水的存在造就了良好的条件,使得这一问题较为常见和普遍。随着高层建筑和地下工程的发展,基坑工程越来越多,研究包气带水对基坑工程施工的影响并提出有针对性的处理措施显得十分紧迫和重要。

本文论述了少粘性土地区包气带水特别是毛细水和上层滞水对基坑工程施工的影响,提出一种改进的轻型井点降水法疏干包气带中的上层滞水,这种处理方法成本低,见效快,效果好,对于处理同类

问题有借鉴意义。

1 包气带水对基坑工程的影响

1.1 包气带水的特征及种类

在地表以下一定深度,土层内的空隙被重力水所充满,形成地下水面,地下水面以下称为饱水带,地下水面以上便是包气带,以各种形式存在于包气带中的水统称为包气带水。

包气带自上而下可分为土壤水带、中间带和毛细水带,分别会有土壤水、滞留重力水(上层滞水)和毛细水存在。其中上层滞水和毛细水对基坑工程施工会造成一定影响。

1.2 上层滞水及其影响

上层滞水属于重力水,在一定范围内存在自由水面,由于其水体下部存在有相对隔水层,上层滞水与下部潜水或承压水的水力联系相对微弱,基坑工程降水一般难以奏效,如果上层滞水和地表水体或管道渗漏有一定的水力联系,不能及时疏干或隔离

收稿日期:2010-08-18

作者简介:曹友杰(1970-),男(汉族),河南杞县人,中国地质大学(北京)在读博士生,河南省有色金属地质矿产局勘察公司副总经理、高级工程师、一级注册建造师、注册安全工程师,水文地质工程地质专业,工程硕士,从事岩土工程勘察、地基基础施工工作,河南省郑州市郑东新区七里河南路35号。

的话,也会给基坑工程施工造成很大麻烦,甚至影响基坑工程的安全。比如在基坑开挖过程中,会由于坑壁渗水引起流沙,降低边坡安全性甚至造成失稳;或者开挖到接近基底标高后,基坑侧壁中的上层滞水绕坡脚渗入基坑,形成明水,影响开挖或者主体结构工程的施工。

1.3 毛细水及其影响

在包气带的底部由地下水面支持的毛细水构成毛细水带。毛细水带的高度与土的空隙比以及土的颗粒性状有关系,据以往研究和工程实践,毛细水带的高度随着土颗粒的减小而增加,在均匀的粉砂层中可以超过 60 cm,在粉土中可以超过 1 m,在粘性土中甚至可以超过 10 m。毛细水带的下部土层也是饱水的,但因受毛细负压的作用,其压强小于大气压强,故即使是毛细饱水带中的水也不能够进入降水井中,基坑开挖完成后,虽然水位降到基坑底部一定深度,但由于毛细水带的存在,坑底土层含水量过高甚至饱和,无法进行主体结构的进一步施工,还有可能因为施工机械人员的动荷载及振动影响,使基坑底部土层形成“橡皮土”或发生液化,持力层强度受到影响,对建筑物安全造成隐患。

2 某基坑工程包气带水的影响及其处理

2.1 基坑工程概况

某基坑工程位于郑州市郑东新区,所处地貌单元属于黄河冲积平原,浅部覆盖层为第四系松散沉积物。基坑长约 90 m,宽约 80 m,基坑开挖深度 11.7 m,基坑支护方式采用台阶式放坡,上部土钉墙,下部预应力锚杆,坡面保护层采用钢筋网素混凝土喷护。基坑降水方式采用坑内管井降水,管井间距 30 m 左右,管井深度 26 m。

本工程岩土工程勘察报告显示,场内浅部土质多为粉土、粉质粘土等少粘性土,主要地层结构划分见表 1。

场地地下水属于第四系孔隙潜水,主要赋存于粉土、细沙中。补给来源为地表水和大气降水,水位埋深为 8.2 ~ 10.9 m,土层综合渗透系数 0.5 m/d。

2.2 包气带水对基坑工程施工的影响

基坑开挖至基底标高时,观测降水井水位均已降至坑底标高下 3 m 左右,但坑底地基土湿度仍然较大,特别是塔吊基础和电梯井无法进行开挖。结合工程降水状况和地层土结构分析,基坑底部土层为第④层粉土夹粉质粘土,下伏第⑤层土为粉质粘土,属于相对隔水层,这种地层结构极易形成上层滞

表 1 场地土及物理指标一览表

层号	土层名称	层底埋深 /m	密度 D_s /($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	含水量 w /%	重度 γ /($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	空隙比 e	饱和度 S_r /%
①	素填土	1.20 ~ 3.30	2.70	21.7	19.25	0.683	85
②	粉土	3.10 ~ 5.20	2.70	22.0	19.11	0.741	80
③	粉土	8.00 ~ 10.50	2.70	22.3	19.48	0.686	88
④	粉土夹粉质粘土	13.10 ~ 14.90	2.71	24.1	19.50	0.689	95
⑤	粉质粘土	16.60 ~ 18.40	2.73	27.3	19.60	0.752	99
⑥	粉土	18.00 ~ 20.40	2.70	23.7	20.10	0.647	99
⑦	细砂	27.20 ~ 28.90	2.69	/	/	/	100
⑧	粉质粘土	28.50 ~ 32.60	2.72	21.2	20.18	0.631	91

注:细砂为完全扰动样,未进行其他物理指标测试。

水,而且少粘性土中毛细水带的高度又较大,随着含水量的增加,会对毛细水带的高度造成影响,即含水量越高,毛细水上升越高,毛细水带的高度也就越高。降水井所降地下水为赋存于第⑥层粉土、第⑦层细砂中的潜水,对可能存在于第④层粉土夹粉质粘土底板以上的上层滞水无能为力,因为第⑤层粉质粘土作为相对隔水层阻断了上层滞水与下部潜水的**水力联系,降水井对上层滞水的疏干作用非常有限,这样就造成上层滞水难以疏干,并因此加重毛细水现象,对主体结构工程的施工造成了影响。地下水与基坑工程关系示意图如图 1 所示。

2.3 用改进的轻型井点降水法对包气带水的处理措施

包气带水中的上层滞水水量较小,不宜采用管井进行降水疏干。常用的方法是打自渗井进行集水,但在基坑工程已经基本完成的情况下,不宜再在基坑中进行自渗井的施工。况且由于毛细水不能进入自渗井,所以采用打自渗井的办法也难以消除毛细水对工程的影响。如果试图用加大管井降水的水位降深解决上层滞水的疏干问题,不但难以达到目的,还会因降水漏斗的范围扩大对基坑安全及周边环境造成非常不利的影响。

针对本工程的实际情况,采用改进的轻型井点降水法很好地解决了问题。一般轻型井点都是由各个竖向井点管通过弯连管与水平环状总管相连接,最后进入真空泵抽出地下水,达到降低地下水位的目的。

对于包气带中的上层滞水,处理的目的是主要是疏干或隔离。改进后的方法是不要竖向的井点管,改为水平埋设,材料采用 PVC 塑料管,管体周围打孔并用滤网包裹,形成水平滤管,环状或者树枝状均可,直接与真空泵相连接,埋设位置最好沿着基坑坡

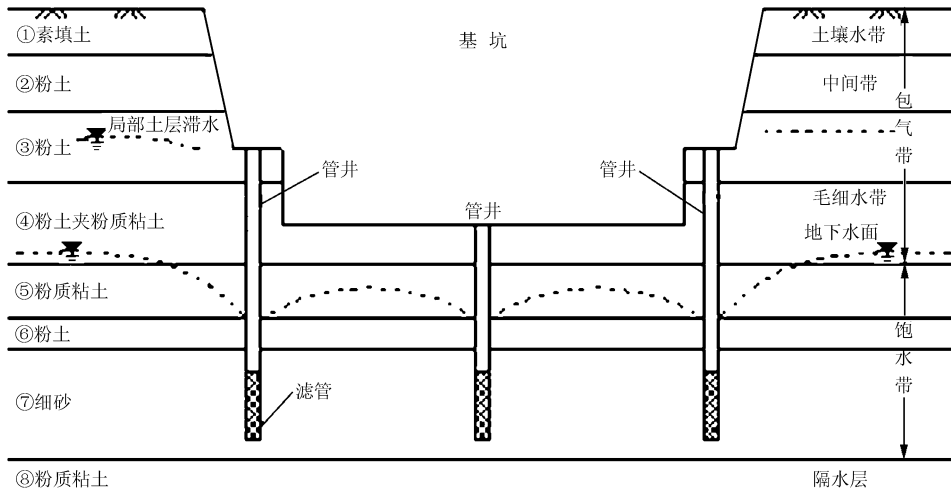


图1 地下水与基坑工程关系示意图

脚周围,或者坑内需要局部开挖的坑中坑周围,形成环形封闭状,必要的话可以增设树枝状纵横分枝,埋设深度在开挖面以下 50 ~ 80 cm 即可。采用这一措施可以截断坑外上层滞水渗入坑内并很快疏干坑内积水,效果明显、迅速。坑内积水疏干后,随着土层含水量的下降,对毛细水的上升也起到很好地抑制作用。埋设示意图如图 2 所示。

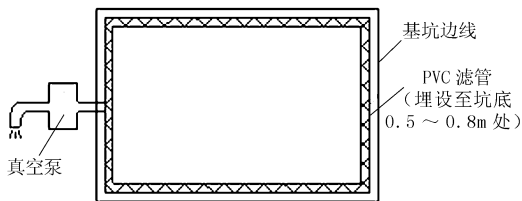


图2 埋设示意图

2.4 注意事项

(1) 这种方法对上层滞水效果较明显,假如不存在上层滞水,而仅仅是潜水面引起的毛细水的话,就需要从工程降水角度去考虑,加大降水深度。

(2) 埋设水平滤水管道时,应沿着滤水管布置线路挖沟,由于是在基坑底部施工,沟的宽度应尽量窄,避免对持力层的过多扰动,如果是在地下结构的四周埋设,对整体结构及其基础没有影响,可以不拆除,但埋设时要注意选取填埋土材料,宜用纯净粘性土或隔水性较好的土;如果在坑中坑的周围埋设,最后要对管道进行拆除,并对管沟进行妥善处理。

(3) 处理的持续时间视坑内积水或土层含水疏干情况与结构或构筑物的施工情况而定。

3 结论

(1) 在少粘性土地区基坑工程施工中,影响基

坑工程安全的主要是潜水和承压水,包气带水特别是上层滞水和毛细水的影响也不容忽视,尽管包气带水对基坑工程的安全构不成重大威胁,但也常常给基坑工程施工造成很大麻烦,特别是对工期、质量影响较大。

(2) 采用改进的轻型井点降水法可以很好地解决包气带水对基坑工程的影响问题。用 PVC 塑料管制作成滤管,在开挖范围内或周围一定深度位置水平埋设,与真空泵连接,可以很快疏干坑内由于上层滞水造成的积水,并缓解和降低毛细水对坑底持力层土质的影响。

(3) 应注意本方法适用的土质条件,对于赋存于少粘性土中的上层滞水来讲,这种方法与常见的自渗井方法相比较成本低,见效快,效果好,值得借鉴。

参考文献:

- [1] 王大纯,张人权,史毅虹,等.水文地质学基础[M].北京:地质出版社,1995.
- [2] 张在明.地下水与建筑基础工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [3] 刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [4] 编委会.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [5] 龚晓南.基坑工程实例[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [6] 马公伟,官庆华,祁发福,等.河南永成某商住楼基坑支护方案的设计及应用效果[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8).