

# 深基坑工程中地下水问题的研究

梁卫东,张俊平,张耀,唐正国

(解放军理工大学,江苏南京 210007)

[摘要] 分析了水的渗流对基坑设计中常规土压力计算方法的影响,阐述了地下水对基坑工程施工的影响并分析了其引发工程事故的原因,介绍了施工中常用的控制地下水影响的方法。

[关键词] 基坑工程;地下水;渗流;土压力

[中图分类号] TU463

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2005)06-0060-02

## Study of the Underground Water Problem in Deep Foundation Pit Projects

LIANG Wei-dong, ZHANG Jun-ping, ZHANG Yao, TANG Zheng-guo

(PLA University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210007, China)

**Abstract:** In this article, authors analyze influence of water seepage on the conventional soil pressure calculation method usually adopted in foundation pit design, and state influence of underground water on construction of foundation pit projects, represent reasons causing construction accidents, and introduce underground water influence control methods commonly used in construction.

**Key words:** foundation pit project; underground water; seepage; soil pressure

### 1 地下水渗流对基坑设计的影响

在基坑工程的设计中,土压力的计算是设计的基础。《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-99 给出了无经验时支护结构水平荷载标准值  $e_{ajk}$  和基坑内侧水平抗力标准值  $e_{pj k}$  的计算公式。从公式可以看出,对于砂土及碎石土,采用的是“水土分算”;对于粉土及粘性土采用的是“水土合算”。前者是比较合理的,而后者却有些不妥。

水土合算法在不存在渗流的情况下一般适用粘土和粉土,但如果存在渗流,则情况将有所不同:①有渗流时,地下水的一部分表现为渗流力作用于土体骨架,剩下的才是孔隙水压力;②渗流力对土体自重将产生影响;③渗流力在主动区与被动区的方向不一致,导致主动土压力增大,被动土压力减小。对此,文献[2]得出如下结论:

$$e_{ai} = H_{ai}(\gamma'_i + i\gamma_w)K_{ai} + H_{ai}(1 - i)\gamma_w -$$

$$2c\sqrt{K_{ai}} - \gamma_w i \sin\alpha$$

$$e_{pi} = H_{pi}(\gamma'_i - i\gamma_w)K_{pi} + H_{pi}(1 + i)\gamma_w -$$

$$2c\sqrt{K_{pi}} - \gamma_w i \sin\beta$$

其中渗流力与水平方向夹角,在主动区为  $\alpha$ ,在被动区为  $\beta$ 。因此在设计中可根据经验,对于粘性土与粉

土判断其有无渗流,并考虑渗流对土压力的影响,使设计结果更接近实际、更科学。

基坑水土压力计算常常采用朗肯和库伦土压力理论,其中朗肯理论由于简便而被广泛使用。土中水的问题是土压力计算的难点,简单的水土合算与分算并不能解决实际工程中的复杂问题。土中水的存在状态有多种,而地下水存在的形态又有上层滞水、潜水和承压水。在基坑开挖过程中,基坑的水常常处于流动状态。由于在一些土中水为静水压力或者水压力为一维渗流情况,只有朗肯理论才适用,但有平面渗流的情况就不适用。库伦土压力理论由于考虑土楔体的极限平衡,因而更为适用在有渗流的情况下计算水土压力。当挡土墙墙后水为二维渗流时,由于渗透力方向不全是竖直方向的,故朗肯理论不适用。这时朗肯理论与库伦理论计算的结果有很大的不同。水土压力的分布还受不同土层渗透系数的影响,当土层的渗透系数由大到小,或者由小到大,考虑渗透影响,其水土压力分布有很大的不同,这点在北京某些地区含地下水的土

[收稿日期] 2004-08-27

[作者简介] 梁卫东(1970—),男,北京人,解放军理工大学工程兵工程学院研究生3队硕士研究生,江苏南京 210007,电话:13813869227

中表现特别明显。此外,渗透力方向的不同,将影响基坑的水土压力。挡土结构后面的土中存在二维分布的超静孔压时,不宜用朗肯理论而应用库伦土压力理论。

## 2 施工中控制地下水影响的措施

在深基坑工程的挖土与地下室施工中,要保证在“干”状态下的施工。为解决这个问题,通常采取的办法有:止水、降水与排水。

止水采用止水帷幕的形式,包括深层搅拌桩、旋喷桩、挂网喷浆与地下连续墙甚至冻结法止水等。但在实际中常出现止水帷幕的渗漏,并伴有大量的漏水漏砂,边坡失稳、坍塌、倒桩及附近建筑物、路面的不均匀沉降等现象。其内因主要是自身的缺陷,如地下连续墙接缝不吻合或在透水层处有蜂窝空洞;拉森式钢板桩沉桩遇石等硬物出现偏移不咬缝;旋喷止水桩在水下成型不佳;深层搅拌桩遇硬物不闭合等。其外因主要是场地的水文地质条件差或基坑开挖深度大,周围的动水压力相对增大,导致止水帷幕挠曲或侧移。

降水是使地下水位保持在基坑底面 0.5 ~ 1.0m 以下,方便挖土与底板“干”作业。降水方法有轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点与深井井点等。以管井井点降水为例,在实际中常有以下情况发生:①开挖前降水过量;②在淤泥质土中降水效果不明显,开挖时在机械挤压下又有水流出;③水泵不能连续运转。这些都有可能引起周边地面的不均匀沉降与开裂,给周边的管线、建筑与道路的正常使用时带来威胁。

排水是解决上部土层滞水与降雨积水的疏排。对土层滞水常用截水沟-集水井的方式明排水;对于降雨积水则应在雨后做好及时的疏排,特别是在基坑边已发现裂缝的情况下,防止雨水回灌,裂缝进一步发育,最终导致地面塌陷,甚至基坑整体失稳。

对雨季中正在开挖的深大基坑,应做好防汛抢险措施,防止基坑被淹。包括抢险人员的安排,麻包、草袋、水泵等抢险物资的储备。要确保在暴风雨来时,尽量把坑外的水堵住,不流入基坑,施工中有浇筑钢筋混凝土挡水墙来隔断主要入水通道的措施;同时要尽量将坑内的水排出去,设置专用的走水管道或通路,包括坑边的截水沟或大口径的水管,并引入下水通道或指定地点。

## 3 工程实例

南京某地下停车场基坑,开挖深度 8.00m,平面形状近似方形,面积约 25 000m<sup>2</sup>。基坑北距某在建高层建筑(基础底板埋深约 8.00m)约 6.00m,南距老隧道约 3.00m,西距某在建地铁车站(基础底板埋深为 18.00m)约 6.00m。地下水位埋深 1.70 ~ 3.00m,年变幅 1.00m 左右。基坑采用深层搅拌桩与旋喷桩 2 种止水帷幕形

式,坑南侧主要采用钻孔灌注桩,部分采用人工挖孔桩,其余段采用人工挖孔桩支护,设 1 道支撑,为钢筋混凝土支撑与钢管支撑间隔布置。基坑采用管井降水,一期工程共布设管井 70 余口。

基坑开挖面积巨大,周边环境比较复杂,不同的开挖段地质情况有较大差异。在开挖施工过程中遇到了许多问题。坑东北角地下 3 ~ 6m 左右为粉土与粉砂夹粉土层,开挖时,由于降水不当,导致水在砂性土中渗流,土中的细小颗粒在动水压力作用下,通过粗颗粒的孔隙被水流带走,为管涌的发生创造了条件。在人工挖孔桩挖到 4m 左右时,造成 30 多根人工挖孔桩全部连通,后采用钢模板封堵,才控制了险情,幸未造成人员伤亡。但引起了周边道路的下沉,相邻房屋墙体拉裂,裂缝宽度 4cm 左右,屋内地面也出现了开裂。后采用压密注浆加固处理,控制了路面的下降及裂缝的扩展。但延误了近 1 个月的工期。

分析其产生的主要原因如下:①内因是基坑内本身的土质情况,坑内东北角部分的粉砂土层是易产生流砂现象的土体;②外因是挖土前管井降水时水流速度快时慢,未均匀降水,使土粒带出,为流砂的产生创造了条件。

为尽量避免上述情况,要注意以下几点:

(1)控制降水速度,均匀降水,勿使土粒带出,随时注意抽出的地下水是否有混浊现象。为此应选用合适的滤网与回填的砂滤料。

(2)井点应连续运转,尽量避免间歇和反复抽水,以减小在降水期间引起的地面沉降量。

(3)开挖时做好监测工作,及时反馈监测信息。发现异常,及时查找原因,并采取相应措施。

## 4 结语

(1)在支护结构设计时,只要支护结构在开挖和使用阶段基坑外侧存在地下水渗流,对于粘土和粉土采用水土分算的方法是比较合适的。

(2)在施工中应根据经验和实际情况,并依据监测数据合理采用控制地下水不利影响的措施。同时要注意降水对周边建筑物、道路及地下管线造成的影响。

## 参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [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,2003,(3).
- [3] 张在明,孙保卫,徐宏声.地下水赋存状态与渗流特征对基础抗浮的影响[J].土木工程学报,2001,34(1).
- [4] 李广信,周顺和.挡土结构上的土压力与超静孔压力的关系[J].工程力学,1999,(增刊):507 ~ 512.
- [5] 陈忠汉,黄书秩,程丽萍.深基坑工程[M].北京:机械工业出版社,1999.