

深基坑工程技术讲座(8)

沈保汉

(北京市建筑工程研究院)

第八讲 深基坑工程常见事故(下₁)

——与地下水治理不当有关事故

8.1 地下水的基本特征

深基坑工程中经常会遇到地下水,为确保深基坑工程施工的正常进行,必须对地下水进行有效的治理,为此必须了解场地的地层岩性结构,查明含水层的厚度、渗透性和水量;研究地下水的性质、补给和排泄条件;分析地下水的动态特征及其与区域地下水的关系;寻找人工降水的有利条件,从而制定出切实可行的最佳降水方案。

与深基坑工程有关的地下水按其埋藏条件一般可分为包气带的上层滞水、饱和带的潜水和承压水三类。

上层滞水分布于上部松散地层的包气带之中,含水层多为微透水至弱透水层,无统一水面,水位随季节变化,不同场地不同季节的地下水位各不相同;涌水量小,且随季节和含水层性质的变化而有较大的变化;与区域地下水无水力联系,与邻近的地表水体可能有水力联系,但联通性较差。上层滞水一般说来是深基坑降水的第一含水层,由于其埋藏浅、水量小,只要采取合适的降水措施后,治水效果较好,对深基坑施工影响不大。如果对上层滞水的治理不重视或治理不妥,也可导致深基坑事故。

潜水分布于松散地层、基岩裂隙破碎带及岩溶等地区,含水层可为弱透水~强透水层;一般无压,局部为低压水;具有统一自由水面,水位受气象因素影响变化明显,同一场地的水位在一定区域内基本相同或变化具有规律性;

水量变化较大;地下水的补给一般以降雨为主,同时接受上部含水层的入渗和场地外同层地下水的径流补给,对降水较有利,可用各种方法进行地下水的治理,对深基坑施工危害不大。

承压水分布于松散地层、基岩构造盆地、向斜、断裂及岩溶等地区。一般埋藏于场地下部,具有承压性;水头随场地位置而变化,一般不受当地气候因素的影响,场地内的水头保持相对稳定;水量由含水层或含水构造的性质、渗透性等决定。承压水由于其埋深大、水头高、水量大等原因,对深基坑底板及深基坑施工危害较大,给深基坑治水工作带来一定困难,但只要精心设计和精心治理,仍可保证深基坑工程施工顺利地进行。

对地下水治理不当,将会使深基坑工程发生严重事故。从实际统计资料看,多数深基坑事故与地下水治理不当有关,尤其是暴雨入渗、管道漏水等突发事件的危害更大,可以说地下水是深基坑工程的天敌,是导致深基坑工程事故的最直接的重大影响因素之一。深基坑工程的止水、降水和排水是一项事关大局的工作。

8.2 与地下水治理不当有关事故的基本特征和种类

与地下水治理不当有关的深基坑工程事故的基本特征:(1)往往具有突发性;(2)多数事故伴随着挡土支护结构及地基的变形,危害性较大。

与地下水治理不当有关的事故,可从以下两个侧面加以考虑:(1)由于地下水的存在使深基坑工程难度增大,即地下水对深基坑工程的影响;(2)由于深基坑工程使地下水流(如潜水水流)方向改变,造成污染,即深基坑工程对地下水的影响。

与地下水治理不当有关的事故,通常发生在以下三个部位:(1)挡土结构;(2)基坑底面;(3)基坑周边。

8.3 发生在挡土结构上的事故

(1)挡土结构未作止水帷幕或虽设置止水帷幕,但挡土结构或止水帷幕存在缺损(空洞、蜂窝、开叉等),在地下水作用下,水携带淤泥质土、松砂、粉土等细粒土从基坑以上的挡土结构的背部流入基坑内,如情况严重,则造成坑壁坍塌(图 8.1)。

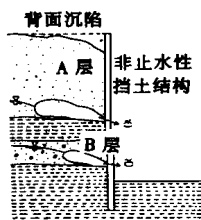


图 8.1 止水帷幕未设或挡土结构与止水帷幕有缺损造成细粒土流出

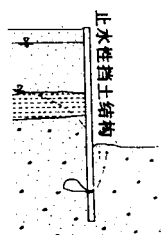
实例 1 湛江市半球太新广场大厦,基坑深 9.0m,采用钻孔桩(直径 1.2m,桩中心距 1.5m,桩长 32m)和单层锚杆挡土支护结构;地表向下为填土(约 2m 厚),其下为淤泥质土,地下水位在地表下 2m 处。由于未设止水帷幕,尽管基坑内外降水,但基坑面积大,大雨滂沱,因此,大量泥浆从桩间流入基坑,从而造成坑周地基土流失,地面开裂及下沉,使邻近楼房向基坑倾斜。

实例 2 南京交通银行,基坑深 6.7m(实施时为 7.4m),挡土桩为钻孔桩(直径 0.8m,桩中心距 1.0m,桩长 13m);其后设直径 0.3m 的旋喷桩作止水帷幕;坑壁土依次为填土、粉土与粉质粘土、淤泥质粉质粘土;地下水位在地表下 1m 处。由于钻孔桩和止水桩质量差,止水帷幕未形成,基坑开挖后,东南角桩间出现大量涌泥和流砂,挡土桩向基坑内侧倾斜达

20cm 以上,桩后形成了 5~10cm 的地面裂缝,边坡滑移,使东南面的和平电影院严重开裂破坏,被迫停业拆除。

(2)基坑以下的挡土结构或止水帷幕存在缺损(空洞、蜂窝、开叉等)而漏水造成水及细粒土流出(潜蚀及管涌),见图 8.2。

实例 3 上海东方龙邸大厦,基坑深 10m,挡土结构为深 20m 的地下连续墙。基坑开挖后,发现 33 幅地下连续墙中有 11 幅深度不到位,最浅的仅 11m;23 幅有严重蜂窝、露筋等,造成 6 处漏水;结果有 28 幅发生墙壁倒塌,致使相邻建筑发生不均匀沉降。



8.2 基坑以下挡土结构或止水帷幕漏水

实例 4 南京人民商场改建一期工程,基坑深 5.35~6.50m,挡土桩采用直径 0.8m,间距 1.0m(西面与北面)和直径 0.6m,间距 0.8m(东面与南面)的钻孔桩,桩长 15~20m;其外侧采用直径为 0.5m 单头单排粉喷水泥土搅拌桩,长度 10m,形成半封闭止水帷幕,有三段因地下障碍物采用压密注浆代替搅拌桩,从地表下至 -20m 处的土质依次为填土、粉土、粉土夹粉细砂和淤泥质粉土、粉质粘土。基坑开挖后,北侧有三处发生严重的坑壁、坑底涌水和流砂现象,使邻近建筑物产生不均匀沉降,墙体产生多道裂缝,缝宽 1.5cm。事故原因:采用单头单排粉喷水泥土搅拌桩的止水效果不可靠,有些地段粉细砂层深达 11.8m,粉喷桩未能穿透;粉喷桩沿基坑四周没有全封闭,三段缺口处采用压密注浆取代,而后者在砂性土中不易形成止水帷幕,而且粉喷桩排与钻孔桩排有 50cm 的间隙,水从三段缺口流入后,在此间隙形成通道而涌入基坑;粉喷桩竖向均匀性差,桩身存在缺陷;粉喷桩垂直度控制不好,桩间不能很好搭接,形成水流通道;为抢工期,在粉喷桩龄期仅 15 天就开始挖土,使龄期短、强度低的水泥土桩易发生渗漏;基

坑侧原给水管道破裂,大量水流携带泥砂突然涌入基坑,形成局部空洞。

(3) 在挡土结构的转角处发生潜蚀现象

所谓潜蚀现象通常产生于粉细砂、粉土地层中,即在施工降水等活动过程中产生水头压差,在动水压力作用下,土颗粒受到冲刷,将细颗粒冲走,使土的结构破坏。

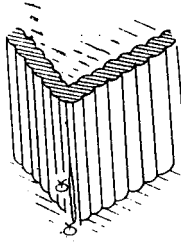


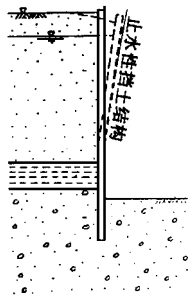
图 8.3 挡土结构的转角处发生潜蚀现象

在日本,以 SMW 工法为代表的水泥土柱列式挡土墙应用广泛,国内亦已引进。所谓 SMW 工法式挡土墙是指用多轴(三轴、四轴或六轴)长螺旋钻机造成水泥土柱列式(亦称桩排式)地下连续墙后,再按一定间隔往其中插入芯材(通常为 H 型钢),所形成的抗弯刚度大、止水性好的挡土墙工法。

但采用此工法时,需要注意的是,随开挖深度加大,侧压力随之增加,由于拉应力的作用,在转角处容易被拉开而漏水造成潜蚀现象(图 8.3)。

(4) 挡土结构在背面侧向水压力作用下产生较大变形

在挡土支护结构设计时,期望通过基坑底部的排水工法来降低挡土结构的背面侧向水压力,实际施工中,由于不透水的夹层或竖向透水性小的土层存在,使实际水压比设计水压高得多,造成挡土结构产生较大的挠曲变形,见图 8.4。



8.4 在侧向水压力作用下挡土结构产生变形

(5) 在软土地区,当坑内工程桩和挡土桩均采用打入式或压入式桩时,如果基坑降水措施不力,形成的超静水压力短期内不会消散,基坑开挖将改变坑内土体应力平衡,将促使淤

泥质土流动并引起桩的水平位移。

实例 5 天津无缝钢管总厂主轧机基础,平均深度 - 9.0m,基础工程桩 210 根,桩长 31m,断面 $0.45 \times 0.45\text{m}$;基坑周边设置挡土桩 218 根,桩长 15m,入土 9m,断面 $0.45 \times 0.45\text{m}$;地面下 - 3.5m ~ 4.5m 设一层 $\phi 25$ 钢筋锚拉杆,间距 0.9m。基础桩和挡土桩均为打入式钢筋混凝土桩。桩打入后 35 天,基坑开挖完毕,由于没有进行有效降水,加之钢筋锚拉杆呈松弛状态,结果,基础桩和挡土桩均向基坑方向位移、倾斜,边坡出现裂缝。挡土桩位移 800 ~ 1200mm,基础桩位移超过 400mm 的占 78.5%,超过 600mm 的占 42.8%。

8.4 发生在基坑底面内的事故

发生在基坑底面内、由地下水引起的典型事故,如图 8.5 所示,以下分项加以说明。

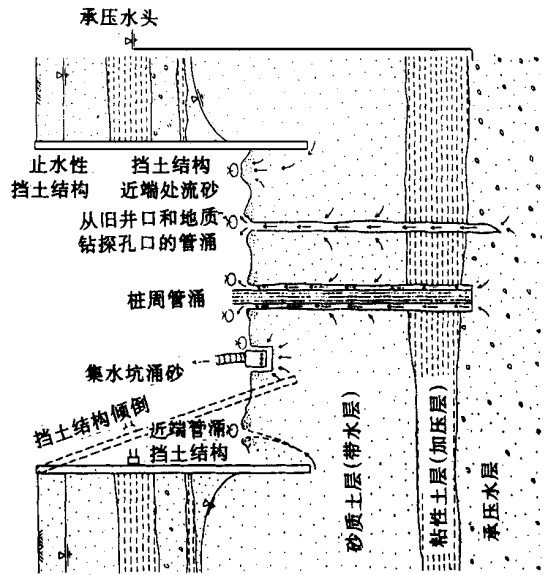


图 8.5 由地下水引起、发生在基坑底面内的事故

(1) 在无粘性土中,基坑开挖后,当地下水的向上渗流力(动水压力)大于土的浮重力密度时,在挡土结构近端的基坑底面处,就会出现管涌(piping),而其结果将会使坑底出现“流砂”(boiling)状态,见图 8.5 的右端。造成此类事故的原因: 由于挡土结构插入深度不够造成地下水流路长不足; 采用排水工法时地下水位降得不够。

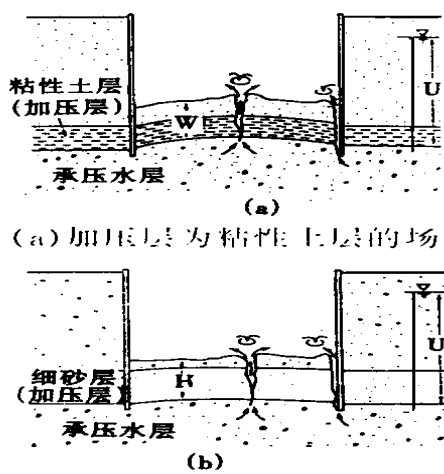
实例 6 珠海市香洲渔委商住楼,基坑最

深处(电梯井)6.35m,挡土桩采用振动灌注桩,直径0.48m,桩长9m,桩距0.8m;止水桩采用3~5排粉喷水泥土搅拌桩,桩长11~13m,相互搭接50~100mm;地层土质自地表下依次为填土(厚2m)、海砂沉积层(厚7m)、密实中粗砂(厚10m)和粘土(厚6m), -25m以下为起伏岩层;地下水与海水相通,水位为-2.0m。当局部挖至-4m时,基坑涌水涌砂,坑周土体下陷,无法继续施工,只得回填基坑,等待处理。造成事故原因: 止水桩质量差(桩间形成缝隙、空洞); 止水桩未打到不透水层,坑内降水危及邻近建筑物和道路。

(2) 当基坑内外侧的地下水位差较大,并且基坑下部有承压水层时,应评价基坑开挖引起承压水头压力冲毁基坑底板造成突涌(piping,boiling,heaving的总称)的可能性。如果地下水位差超过地下水流的水力坡度时,就会产生突涌,如图8.6所示。

(3) 在承压水头压力作用下,从未填埋的废旧井口或地质钻探孔口出现管涌,见图8.5。

(4) 如果集水坑设置在透水性和地下水位



(b) 加压层为粉细砂层的场合

图 8.6 由承压水引起的突涌(上升力 U 大于土承压力 W)

高的基坑底面,则会发生水抽不尽从而导致管涌,流砂等现象。见图8.5。

(5) 进入基坑底面以下高水头承压水层的暂设桩及基础桩,如果桩与土层之间有空隙的话,则会发生地下水和砂粒的喷出现象(桩周管涌),见图8.5。

建筑技术开发文摘

卫生间渗漏的原因分析和防止措施

近年来,我局为改善职工住房现状,兴建了许多住宅楼,但是一些建筑投入使用不久,就出现了卫生间渗漏现象,有的沿上下水立管渗水,有的因地面积水沿墙渗漏,造成板底墙面抹灰脱落,既影响了住户的正常使用,又损坏了建筑物本身。现已成为建筑工程质量的一项通病。

现浇板沿墙容易产生裂缝,首先设计方面应采取措施,在现浇板四边设一道板上圈梁与板整浇,保证圈梁和板的刚度,不致因混凝土的物理性能变化或建筑物沉降而产生开裂渗漏现象。其欠:施工时要保证钢筋的位置,特别是支座处负弯矩钢筋的位置,要严格按混凝土的施工工艺进行施工,振捣密实,保证现浇板的密实程度。对管道及卫生器具要杜绝使用不合理材料和设备。

安装大便器排水管时,甩口高度必须合适,并高出楼面10mm,不得偏斜和低于楼面;蹲便上水连接口应经试水无渗漏后再做水泥抹面,其上水接口处应填干砂,以便维修。

在蹲便凹池钢筋混凝土底板的上下水立管预留孔处,用C20细石防水混凝土(掺5%水泥量的防水粉)填补捣实,立管四周填补混凝土做成高出底板面30mm的圆锥体泛水。

卫生间地面防水应按照设计要求施工,穿过楼板的立管根部地面应抹平,以免积水。卫生器具安装前要将管道内部清理干净,施工中切不可使砂浆溢入地漏及下水管中。为此,需找出卫生间漏水原因,制定有效的防漏措施,在施工中严格按设计和规范要求施工,就能杜绝卫生间的渗漏现象,延长房屋的使用年限,保证居民的住用水平。

(来稿摘登,原作者:程志雄)