

文章编号:1004—5716(2004)01—0042—02

中图分类号:TU943 文献标识码:B

# 地下建筑的抗浮技术措施

杨建浩,王永裕

(浙江中达建设集团股份有限公司,浙江 宁波 315000)

**摘 要:**叙述地下建(构)筑物在施工期的临时性抗浮措施,使用期的永久性抗浮措施,并分析其经济合理性。

**关键词:**地下建筑;临时抗浮措施;永久性抗浮构造

近年来,城市中地下车库、地下水池、地下商场、地下储液罐等地下建(构)筑物的建设项目日趋增多。这些地下建(构)筑物的上部建筑根据其周围环境的规划要求,分为有地上建筑和无地上建筑两类。后者多见于城市广场及住宅区中,地下建(构)筑物的顶板上覆土后作绿化和便道,供人们休闲观赏。这种地下建(构)筑物在施工中及竣工使用期的抗浮措施若无周密考虑,往往会产生上浮现象,导致地下墙体或底板开裂,直接危害使用及结构安全。下面根据宁波栎社机场地下车库和某地下小商品城及游泳池等工程情况,对其抗浮措施加以分析。

## 1 抗浮措施的经济合理性

选择地下建(构)筑物的抗浮措施,并做到经济合理性,首先应慎重分析工程地质和水文地质资料,并且区别施工阶段和竣工后使用阶段的不同工况。

众所周知,物体在水中所受到的浮力等于物体所排出的水重量,即地下室所受到的浮力等于地下水位以下至底板底这部分的水重量。根据宁波市一般的地质,浅层土为淤泥质粘土和粘土,土层中多为非承压水、潜水和滞水,且土层的渗透系数低,大致  $10^{-7}$  cm/s 范围。这种地质下的地下室在施工期间,虽然地下室顶板和覆土未完成,但只要及时排除地下室基坑中底板四周的水,就不会产生上浮现象。其排水方法常采用排水沟加集水井,再用潜水泵排出。地下建(构)筑物竣工后,只要全部自重(包括顶板及覆土重)大于地下水位下水的浮力,就可达到抗浮的目的。如果地下建(构)筑物的全部自重小于浮力,应采用一定长度

的配筋沉管灌注桩增加抗浮力,而不必增厚底板。这些措施,达到了工程造价的经济合理性。

## 2 施工期间的抗浮措施

地下建(构)筑物若处于透水系数比较大的粉质粘土、粉土、砂土中,由于正值施工期间,地下室的顶板和覆土尚未完成,此时底板和外墙已施工完成,在地下水作用下,形成了一定的浮力。当浮力不大时,可利用排水明沟、集水井结合潜水泵排出基坑内的水,减小浮力。当土质的渗透系数大,即浮力较大时,应在地下室底板中设置后浇带,利用底板下的块石垫层作为倒滤层,在后浇带中插入轻型井点立管,不断地降水,如图 1 所示。根据坑底土质的不同,井点立管可插至底板垫层下的粉土层,也可以将滤管部分埋置于块石垫层中。浇筑后浇带中砼时,应在井点立管中焊上环形钢板止水环,然后继续降水,直至地下室顶板和板顶覆土完成后,再切割掉井点立管,管顶加盖板焊死。若设置后浇带有困难,则可以在底板中适当部位设几个深井点降水,挖土至设计标高后,焊上环形止水环,浇入底板砼中,其余处理同上述。

## 3 永久性的抗浮措施

### 3.1 常规构造抗浮措施

地下建(构)筑物永久性构造的抗浮措施一般有如下几种:如用加厚底板增加自重的方法,利用地下室外壁与填土的摩擦力和顶板上覆盖土的重量,利用底板外伸部分增多回填土重量等。但是这些常规性措施都有一定缺陷,如增厚底板则不经济,扩展外伸部分会受周围建(构)筑物或建筑红线限制。

(4)植物根系与土工网垫交织在一起,形成浅层致密的坡面加筋复合保护层,具有一定的整体性和极强的抗冲刷能力。

### 3.2.2 绿色通道护坡技术

将喷混凝土植生的材料:水、混合植被种子、水泥、植壤土、有机肥、复合肥、锯末等按一定的比例在强制式搅拌机内搅拌 1min,然后喷到直径为 3mm、网目 8cm × 12cm 的镀锌钢丝网上拉平,用 1m 长、直径 10cm 钢筋按 1m × 1m 梅花型固定。若厚度 > 10cm,分两层喷射,中间不得有间隔,喷完后混凝土的回弹率 15%。植生护坡施工完毕,在其上铺一层无纺布进行浇水养护,施工时气温 12℃。这两种护坡技术种子选择应符合以下要求:

- (1)对土质要求不能太高,适应气候条件强,生长能力强。
- (2)根系发达,茎干低矮,生长快,绿期长,能迅速覆盖地表。
- (3)成活率高,能吸收深层水分,有效固土。
- (4)价格低廉,管理方便,无病害,与杂草竞争力强。

## 4 结束语

湿陷性黄土路基及边坡施工的关键,在于对不良地基的处理,薄弱区的填筑加固采用土工合成材料综合治理,保证了行车安全,通过施工实践,实现了应用新技术、新材料整治基床及边坡病害,达到了根治的目的。对消除湿陷变形,提高路基承载力,控制路基不均匀沉降,消除道路跳车病害,保护自然环境,起着积极的作用。

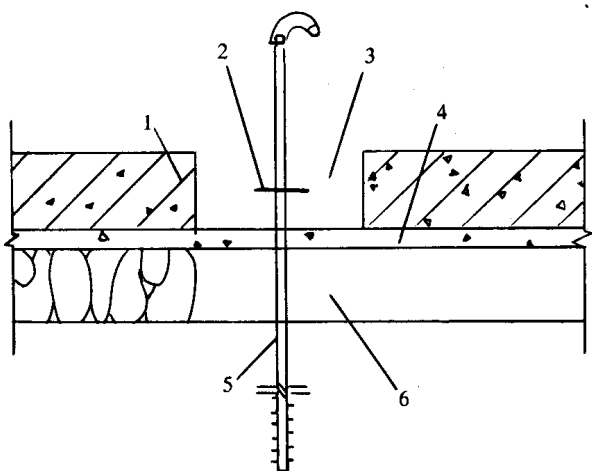


图 1 后浇带降水图

1、地下室底板;2、止水环;3、后浇带;  
4、混凝土垫层;5、轻型井点;6、块石垫层

### 3.2 抗浮桩措施

在常规性的构造抗浮措施不足时,应设置地下室底板下的桩。抗浮桩不仅增加了桩身自重,更重要的是利用桩周土体的摩阻力来抗浮。

地下建(构)筑物底板下的桩,应视不同的地质条件区别对待。当底板下为淤泥质粘土、粘土类地基时,利用配筋到底的沉管灌注桩是一种比较经济合理的方法。当底板下为粉土、砂土或硬可塑类粘土或风化基岩时,可利用人工挖孔扩底桩。扩底桩的间距  $L$  (平面布置以正方格网为最佳)、深度  $H$ 、扩大头直径  $D$  三要素,可根据抗浮要求、土质岩性、施工机械设备、施工方法和地下水等情况确定。若板底下不是岩石,三要素因满足关系:  $D + 2H \tan \theta \leq L$  为宜(图 2),且宜  $L > 6d$  ( $d$  为桩径);若板底下是岩石,则板底垫层可直接浇筑在岩石上或用扩底桩牢固地嵌固在岩石里,即可取得良好的抗浮效果。

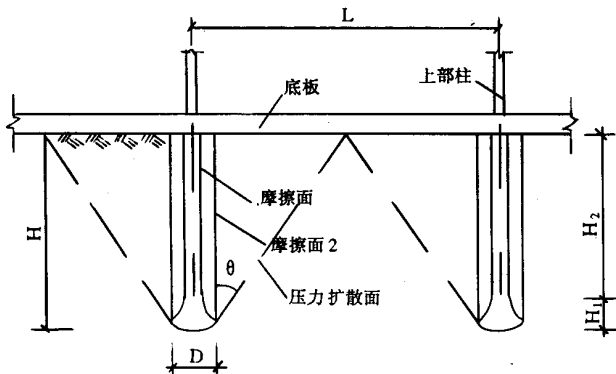


图 2 扩底桩示意图

采用抗浮桩后,使地下室或罐池底板增加中间支承,单跨变为多跨连续板,从弯矩公式  $M = \text{系数} \times qL^2$  和挠度公式  $f = \text{系数} \times qL^4/EI$  可看出:  $q$  和  $EI$  不变,支承情况确定后,  $M$  和  $f$  分别随  $L$  的和两次和四次方改变,若缩短  $L$ ,则  $M$  和  $f$  大大减小。所以采

用扩底桩能大大提高其整体刚度,特别是底板和顶板的刚度,使上浮挠度大大减小,抗浮能力显著提高<sup>[1]</sup>。

抗浮桩应在设计中限制桩身受荷后的裂缝宽度或裂缝出现,《建筑桩基技术规范》(JGJ 94 - 94)中规定:“对于受长期或经常出现的水平力或拔力的建筑桩基,应验算桩身的裂缝宽度,其最大裂缝宽度 0.2mm。对于处于腐蚀介质中的桩基,应控制桩基不出现裂缝”。

### 3.3 抗浮锚杆

若地下建(构)筑物底板下为粘质粉土、硬塑状粘土或风化基岩时,由于这些土层适宜钻孔注浆,故可利用注浆锚杆。如一些地下商城和大型水池的底板下即设置有钻孔的注浆锚杆。注浆锚杆的间距常用 2000mm,应  $> 6d_1$  ( $d_1$  为锚杆孔直径)或按设计,锚杆常用 II 级钢筋,直径  $\Phi 25 \sim \Phi 40$ ,钻孔直径  $d_1$  常用  $\Phi 100 \sim \Phi 180$ mm,宜取三倍锚杆直径,但 1 倍锚杆直径加 50mm 或按设计,锚杆长度应满足锚固要求,锚杆深入基岩长度应  $> 40d$ ,如图

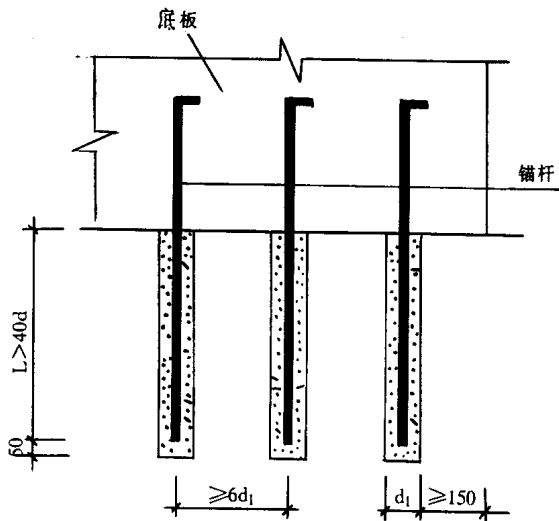


图 3 锚杆基础

3 所示。注浆多用掺有早强剂的高标号水泥浆或细石砼,其强度等级应  $\geq C30$ ,注浆压力常用 0.5MPa 或随钻孔深度的加长而增大。抗浮锚杆的抗拔力应作现场试验<sup>[2]</sup>。

### 4 结束语

地下建筑的抗浮措施应根据工程水文地质资料、施工条件、地下结构情况进行周密的设计计算、精心施工。设计中应考虑工程造价的经济合理性,并尽量利用一些简易的临时抗浮措施,以达到降低工程造价的目的。施工中应考虑地下建筑不同工况下的浮力,并采取相应的对策。地下建筑物均为抗渗砼结构,除确保其强度要求外还应确保其抗渗要求,故应按设计和施工规范的要求精心施工。

### 参考文献:

- [1] 龚昌云,等.用扩底桩抵抗地下罐池浮裂的探讨[J].建筑技术,2001,11.
- [2] 建筑地基基础设计规范(GBJ 7 - 89)[R].1990.