

深基坑底板地层压力注浆设计与施工实践

贺振祥¹, 杨宏润², 王三丁¹, 李祖民³, 王队林¹

(1. 湖南省地勘局四一三队, 湖南 常德 415000; 3. 常德市国土局, 湖南 常德 415000; 2. 常德市第一人民医院基建科, 湖南 常德 415000)

摘要:结合常德市第一人民医院门急诊大楼的工程实际,介绍了深基坑底板地层压力注浆的机理,探讨了设计过程中几个主要参数的取值,指出了压力注浆的施工方法。

关键词:深基坑;管涌;压力注浆;渗透系数;注浆量

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)06-0014-03

Design and Practice of Pressure Slip Casting in Bottom of Deep Foundation Pit/HE Zhen-xiang¹, YANG Hong-run², WANG San-ding¹, LI Zu-min³, WANG Dui-lin¹ (1. 413 Brigades of Geology Mineral Bureau, Changde Hunan 415000, China; 2. The National Territory Bureau of Changde City, Changde Hunan 415000, China; 3. The First People Hospital of Changde City, Changde Hunan 415000, China)

Abstract: Mechanism of stratum pressure casting in deep foundation pit was introduced, taking the foundation construction of a hospital building. The determined values of several main parameters during design were discussed. The method for pressure casting is pointed out.

Key words: deep foundation pits; tube shaped flowing out; pressure casting; permeation coefficient; slip casting quantity

在高层建筑和地下工程的构筑中,深基坑工程占了极大的比例。但是,在深基坑工程的施工中,几乎每年都有因流沙、管涌、坑底失稳、坑壁坍塌而引起的工程事故,造成周围地下管线和建筑物不同程度的损坏。采取防范措施,是目前基坑开挖施工的一项重要任务。

压力注浆加固基坑底板地层同时配合少量井点降水在避免流沙、管涌和底鼓,保持干燥的施工环境,提高土体强度与基坑稳定性方面都有着显著的效果。下面结合常德市第一人民医院门急诊大楼深基坑施工实例对深基坑地层压力注浆设计和施工加以论述。

1 工程概况

常德市第一人民医院门急诊大楼,楼高16层,地下1层,框剪结构,是常德市重点工程。地震设防烈度按8度设防。基础设计为桩筏整板基础,筏板厚2m,工程桩桩径为800mm,桩型为长螺旋钻孔灌注桩,桩长 ≥ 14.5 m,入圆砾层深度 ≥ 9 m,钢筋笼长 ≥ 7.5 m。工程位于常德市人民东路北侧常德市第一人民医院院内,四周周边都是6层以上建筑物。基坑采用 $\phi 600$ mm长螺旋钻孔灌注桩围护。

基坑开挖面积约5000m²,开挖深度:主楼部位约7m,电梯井处约为10m。

2 工程地质条件

该工程场地属洞庭湖冲积平原,沅水左岸I级阶地,地面高程为32.70~33.91m。

基坑底板地层自上而下为:①粉质粘土,硬塑,层厚0~2m,为隔水层。②粉土,饱和,稍密,层厚1.4~4.4m;电梯井处为回填土,饱和,松软,层厚0~5m,为弱透水层。③圆砾层,饱和,稍密~中密,层厚 ≥ 10 m,渗透系数为25m/d,是主要含水层。

地下水属承压水,地下水位标高为29.75~32.15m,承压水与沅江水有水力联系,沅江水平均水位31.27m,洪水时最高水位为42.60m。

3 基坑开挖和注浆

基坑开挖分2期进行,第一期开挖到深度5m;第二期到7m,局部10m。在第一期开挖完成后,进行工程桩施工,在此期间,突遇暴雨,沅江河水猛涨,突发严重的涌水涌沙,不得不停工抢险。洪水过后,虽然涌水涌沙现象减弱,工程桩施工也相继完成,但是在第二期开挖时,渗水和潜蚀现象严重,基坑底板

收稿日期:2006-05-19

作者简介:贺振祥(1965-),男(汉族),湖南双峰人,湖南省地勘局四一三队分公司副经理、总工程师、全国注册建筑师、全国注册土木工程师(岩土),探矿工程专业,从事岩土工程勘察设计和施工工作,湖南省常德市洞庭大道西段216号,(0736)2566686,ldsfxz2008@yahoo.com.cn。

以下粉土大量流失,在地下形成了空壳和洞穴,还有局部塌陷,如果在电梯井部位继续增大开挖深度,将有可能导致基坑突涌,施工质量和安全隐患很大。由于地层承压水头高,渗透系数大,场地限制,井点降水无法满足要求。通过认真分析和研究,采取局部地层压力注浆,加固和加厚基坑底板隔水地层,成功地防止了突涌事故的发生,同时减少了基坑渗水,使工程顺利完工。

4 突涌原因及防止突涌的注浆机理

4.1 突涌原因分析

(1)第四系地层中,土层结构强度比较低,胶结性差,开挖中形成了一个较大的自由面,地层压力失去平衡,引起地层压力向自由面进行应力释放,而且随时间增长而更加明显。

(2)土体长时间被浸泡而软化,特别是水敏性土层长时间的浸泡使土体强度大大降低。对于含水地层,自由水的渗出,同时携带细颗粒流出,将进一步降低土的强度,并形成管涌和溃底。

4.2 防止突涌的注浆机理

在一定压力作用下,水泥浆通过压浆导管和压浆器,首先被送到土体最为疏松的间隙中,充填密实,随着注浆量的增加及注浆压力的提高,水泥浆液不断地向外扩散渗透到被扰动和浸泡而软化的上部土体中,使土体充分挤压脱水,并充填固结,形成水泥复合土体,同时土体在注浆压力作用下得到密实,相应地提高了土体的胶结强度和隔水性能。

当在压力的作用下,其渗透能力达到极限值,部分浆液上返至一定高度时,渗入土体的浆液压力不断升高或持续压力的作用,将给隔水层施加向上的力,使隔水层微微向上抬起。

5 压力注浆设计

5.1 注浆材料

注浆水泥应选用普通硅酸盐水泥,其标号不低于32.5 MPa。水泥浆的水灰比取0.5~0.6。为防止水泥浆流失,在水泥浆中掺入相当水泥质量1%~2%的速凝剂。速凝剂为水玻璃。

5.2 注浆厚度

基坑开挖后不透水层的厚度(H)与承压水头压力(h)的平衡条件为:

$$H = (\gamma_w / \gamma) h \quad (1)$$

式中: H ——基坑开挖后不透水层厚度,m; γ ——土的浮重度,取10.3 kN/m³; γ_w ——水的重度,取10

kN/m³; h ——承压水头高于含水层顶板的高度,取5.0~8.0 m。

当 $H > (\gamma_w / \gamma) h$ 时基坑不发生突涌;当 $H < (\gamma_w / \gamma) h$ 时可能发生基坑突涌。

通过计算可知: $H > 4.8 \sim 7.8$ m时,基坑不发生突涌,因此,设计注浆厚度应为5.0~8.0 m。

5.3 注浆压力

注浆压力是通过试验确定的,也可以根据经验现场确定。其估算公式如下:

$$[P_B] = C(0.75T + K\lambda h) \quad (2)$$

式中: $[P_B]$ ——容许灌浆压力,10⁵ Pa; C ——与灌浆期次有关的系数,本工程均为第一期孔, $C = 1$; T ——地基覆盖层厚度,本工程 $T = 5 \sim 8$ m; K ——与灌浆方式有关的系数,本工程自下而上灌浆, $K = 0.6$; λ ——与地层性质有关的系数,可在0.5~1.5之间选择,结构疏松、渗透性强的地层取低值,结构紧密、渗透性弱的地层取高值,本工程 $T = 5$ m时 $\lambda = 1.4$, $T = 8$ m时 $\lambda = 0.6$; h ——地面至灌浆段的深度,本工程 $h = T = 5 \sim 8$ m。

计算可知: $[P_B] = 8.88 \times 10^5$ Pa。

5.4 注浆孔布置

注浆孔的布置应能使被加固的土体在平面和深度范围内成为一个整体。注浆孔的平面距离布置应与土的渗透性有关,一般可由现场试验确定。布置注浆孔:排距为1.5R,孔距为1.73R。加固半径R随渗透系数增大而增加,一般为0.3~1.0 m。R可按如下公式计算:

$$R = \sqrt[3]{3kht/(\beta n)} \quad (3)$$

式中: R ——扩散半径,cm; k ——渗透系数,土层取0.001 cm/s,圆砾层取0.0058 cm/s; h ——以每厘米水柱高表示的灌浆压力,取 8880×10^2 Pa; r ——灌浆管半径,取1.25 cm; t ——灌浆延续时间,取600 s; β ——灌浆相对粘度,取1.1 mPa·s; n ——砂土孔隙率,取0.3~0.4。

计算可知:土层 $R = 40$ cm,圆砾层 $R = 70$ cm。

5.5 注浆量

单孔灌浆量 Q 可按下式估算:

$$Q = A\pi R^2 H n \beta \quad (4)$$

式中: Q ——每孔(段)注入量,m³; A ——浆液损耗系数,一般为1.15~1.30,本工程取1.3; R ——浆液有效扩散半径,土层取0.4 m,圆砾层取0.7 m; H ——灌浆孔(段)深,土层取5 m,圆砾层取8 m; n ——孔隙率,取0.3; β ——浆液充填系数,一般为0.4~0.95,本工程取0.6。

计算可知:土层 $Q = 0.6 \text{ m}^3$, 圆砾层 $Q = 2.88 \text{ m}^3$ 。

5.6 注浆历时

注浆历时是指浆液从注浆孔开始向四周扩散流动,一直流到所要求的扩散范围为止,流经这段距离所需要的时间,即一个注浆段所需要的注浆持续时间。它与注浆段的地层条件、注浆压力、浆液粘度和所要求的扩散距离有直接关系。注浆试验确定注浆历时的目的是确定浆液的胶凝时间,在其他因素一定的条件下,控制灌浆量。注浆持续时间计算可参考浆液扩散半径的计算公式(3)计算,计算得 $t = 600 \text{ s}$ 。

6 压力注浆施工

6.1 注浆设备

压浆施工的主要设备为 XY-1 型工程钻机、钻具、水泥浆搅拌机、注浆泵、注浆管(带孔眼花管和接长管)、胶皮管、溶液分配器、贮液箱、水泵和空气压缩机等。注浆管由管帽、接长管、带孔眼管、连接头和管尖等组成。带孔眼管和接长管为内径 20 ~ 38 mm、壁厚 $\leq 5 \text{ mm}$ 的无缝钢管,每节管长 1.5 ~ 2.0 m,两端有丝扣。带孔眼部分长 0.8 ~ 1.2 m,孔眼直径 1 ~ 3 mm,孔中距 20 mm,按梅花形排列,管尖为 $25^\circ \sim 30^\circ$ 圆锥体,尾部带有丝扣。钻机为钻孔和沉管用,通过滑轮利用卷扬机将质量为 50 kg 的穿心锤吊起把注浆管击入土中。

6.2 注浆

采用工程钻机将注浆管打入土层中。接管以及

注浆时要防止管壁与周围土松动,否则极易造成浆液外冒。加固土层上应有厚度 $\leq 1 \text{ m}$ 的覆盖层,否则也易冒浆。如浆液上冒,应立即停止注浆,然后将注浆管周围表层土翻松,重新夯实或用水玻璃调制的 1:1 水灰比的快干水泥浆,在注浆管周围进行封堵。

6.3 拔管

将每孔设计浆液量注完后,应立即拔出注浆管,并清洗干净。留下的孔洞可用水泥砂浆填塞,但必须分层捣实。

6.4 质量检查

完工后,对基坑底板地层进行触探试验或直接开挖检查,可以看到地层遍布水泥胶结纹路,注浆范围内很少渗水,完全满足基坑施工的要求。

7 结语

由于压力注浆法能够保证加固体的质量,因此,这种技术自应用于软基处理以来,特别是在重点工程中取得了很好的社会效益和经济效益,并且形成了独特的地基处理理论。随着社会经济的进步和科技的进步,这项技术必将更加广泛地应用于工程实际中,并会得到不断的发展与创新。

参考文献:

- [1] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2005.
- [2] 苏宏阳, 郗锁林, 曾进伦, 李家驹, 等. 岩土工程施工手册[M]. 北京:中国计划出版社, 1996.

导管专家

许昌臻发

许昌臻发物资机械有限公司是省定点生产基础工程桩机导料管的专业化骨干公司,其研制开发生产的专利产品卡扣式快装导料管是继法兰盘式、丝扣联结式之后的第三代新产品,具有密封可靠、自动调心、抗拉强度高、联接、拆装方便快捷等安全可靠的特点。投放市场以来,深受广大用户的欢迎和信赖。

专利号:ZL 2004 2 0118303.5

卡扣式快装导料管技术参数

参 数	型 号	Ø219 (楼桩)	Ø250	Ø273	Ø300	Ø325	Ø360 (最大)
导管工作压力(MPa)		1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8
密封圈承受压力(MPa)		1.47	1.47	1.47	1.47	1.73	1.92
导管外径×壁厚(mm)		Ø219×4.2 (成型)	Ø250×4.5 (卷管)	Ø273×6 (成型)	Ø305×5 (卷管)	Ø325×6 (成型)	Ø355×8 (成型)
导管灌注深度极限(m)		40	60	90	90	120	150
漏斗容积(m³)		0.6~1.0	1.0~1.3	1.3~1.5	1.5~1.8	1.8~2.0	2.0~3.0
导管灌注直径(mm)		600~800	800~1500	1500~1800	1500~1800	1800~2000	2000~2600
一次不间断可灌注量(m³)		190	190	220	220	260	290

总经理: 秦洪涛 13603749416 地址: 河南省许昌市文峰路中段 电话: 0374-2333385(传真) 2337656 通用网址: 导料管