

# 深基坑开挖中的化学注浆处理涌砂涌水

杨国春, 裴向军, 阮文军

(长春工程学院, 吉林 长春 130021)

**摘 要:**分析了长春市某大型厂房基坑开挖中发生涌水、涌砂的原因,在多种治理方案中,选择了化学注浆法进行处理,形成注浆-排桩联合支护体系,并取得了成功。介绍了单液单系统及双液单系统的注浆设计及施工要点。

**关键词:**深基坑;化学注浆;涌砂;涌水

**中图分类号:**TU472.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2001)04-0029-02

## 1 工程概况及工程地质条件

### 1.1 工程概况

长春市某厂新建大型生产厂房的基坑支护平面布置如图1所示,基坑采用钻孔桩支护,桩距1 m,桩径600 mm,基坑开挖到-6 m,开挖前进行了井点降水,在基坑东北角与基坑支护灌注桩相距0.5 m处,是另一个厂房的条形基础。基坑北边距基坑4 m处为在建框架结构5层厂房,已完成框架建设。基坑开挖从西至东逐渐加深。当基坑开挖至4.5 m深时,发生严重的涌砂、涌水现象,涌水涌砂量达 $1 \text{ m}^3/(10 \text{ min})$ ,特别是东北角与另一个厂房条基对应的位置,由于大量的涌水、涌砂,致使条基下粉质粘土地基土部分向西南方护桩滑塌,如果及时处理,很可能造成条基的不均匀下沉至开裂。当时基坑开挖的施工单位与厂方协商后,决定被迫停止施工并进行处理。

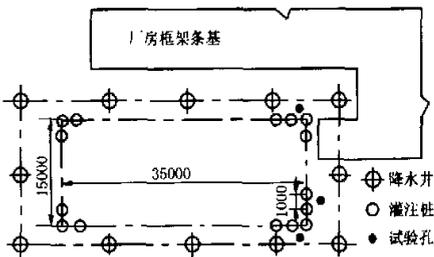


图1 基坑支护平面图

### 1.2 场地工程地质条件

该场地工程地质情况见表1,其中中砂、粗砂层为富含水层,在降水井工作情况下基坑内地下水位为5 m;不降水条件下,基坑内水位为4 m。在支护桩外侧,施工单位为了减少桩后土压力,挖有深2 m、宽2 m的深槽。

表1 场地工程地质情况

深度/m	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~7.5
土质	素填土	粉质粘土	粘土	粉质粘土	淤泥质土	中砂、粗砂
状态		可塑	可塑	可塑	软塑	富含水稍密

## 2 事故原因及处理方案选择

### 2.1 事故原因

我院岩土与基础工程研究所受厂方委托及原基坑开挖施工单位同意,承接此工程后对事故原因进行了分析:

(1)基坑支护设计单位没有考虑到支护桩间砂层土的支护问题。

(2)通过现场勘测发现部分降水井不能工作。另外,通过实际涌水量的计算,发现现有降水设计满足不了降水要求,在降水井工作的条件下,水位只下降了1.0 m,降水效果不好。

### 2.2 处理方案的选择

根据现场事故原因分析及工程地质条件,可选择的处理方案有:

- (1)在原有灌注桩外侧施工排桩,同时增加降水井数量。
- (2)在原有灌注桩外侧施工宽度200 mm左右的地下连续墙防水、防涌砂帷幕。
- (3)在原有灌注桩外侧施工钢板桩挡土,同时增加降水井数量,提高降水效果。
- (4)在原有灌注桩外侧布置化学注浆孔,对中砂、粗砂层进行堵水加固,形成排桩、注浆联合护壁。

根据场地条件,在灌注桩外侧为宽2 m、深2 m的深槽,大型的设备很难靠近。又因厂方要求在15天内治理完成,且前3种治理方案施工难度大、经济费用较高,所以选定第4种方案即化学注浆法进行治理。

## 3 注浆设计

### 3.1 注浆试验

#### 3.1.1 浆液配方及参数

注浆设计不是一次完成的,根据注浆的目的为堵水、固砂,又根据场地的工程地质条件,首先选用水泥-水玻璃浆液进行单液单系统注浆试验,试验孔为3个(见图1),水泥-水玻璃浆液的配方为:水灰比1,水玻璃(质量比)50%, $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ (质量比)6%,性能参数为:初粘度20 s,可泵期30 min,初凝时间2~4 h。

#### 3.1.2 试验中存在的问题及有关参数

收稿日期:2000-05-15; 改回日期:2000-08-28

作者简介:杨国春(1968-),男(汉族),内蒙古赤峰人,长春工程学院讲师,探矿工程专业,从事岩土与基础工程的数学与科研工作,吉林省长春市同志街80号,(0431)5680109。

(1)试验时最大压力0.75 MPa,单孔注浆量为1 m<sup>3</sup>。

(2)其中有2个试验孔注浆压力很小,且注浆过程中发现基坑内有大量浆液冒出。

(3)采用CYH-50型工程地质钻机成孔后,再下注浆管,很难下入,砂层塌孔严重。

3.1.3 注浆试验得出的结论

(1)由于基坑开挖过程中的涌水、涌砂,砂层中及砂层与土层分界处存在着很大的空隙,应采用速凝浆液加以灌注。

(2)因为注浆是在水下实施,为了使砂层得到堵水、加固目的,又根据中砂、粗砂的渗透系数及浆液粘度等参数应使浆液在地层中具有足够的渗透半径,浆液的初凝时间应适当。

(3)在砂层钻注浆孔时,易坍塌,应采用钻杆灌注法。

3.2 注浆设计

根据注浆试验得出的结论,决定采用双液单系统及单液单系统2种注浆方式。

3.2.1 双液单系统注浆

双液单系统注浆是将2种浆液一次注入,即2种浆液通过2台注浆泵按一定的比例,在注浆管口的混合器混合后再注入到岩土层中。对浆液凝胶时间有一定要求的注浆,如水泥-水玻璃2种浆液注浆时,要求凝胶时间在2~5 min时,宜采用该系统。

在支护外侧距桩中心线0.5 m的每个桩之间设计为双液单系统的注浆孔,浆液凝胶时间应短(2.27 min),目的是为了加固堵塞大的孔隙和地层分界面处大的裂隙,以及为后面的单液注浆设定止浆墙。采用注浆压力为0.5 MPa,设计渗透半径为0.25 m,单孔设计注浆量为0.5 m<sup>3</sup>。水泥-水玻璃浆液参数:水(L):水泥(kg)为0.6:1,水泥:水玻璃(体积比)为1:1,缓凝剂(质量比)2.0%,凝胶时间2.27 min。

3.2.2 单液单系统注浆

单液单系统注浆是将一种浆液(或2种浆液先混合均匀)通过注浆泵注入到岩土层内。一般要求凝胶时间长(>8 min)的液浆采用此系统为宜。

在双液注浆孔外侧0.6 m处设计单液注浆孔,孔距为1 m,渗透半径为0.6 m,注浆压力为0.5 MPa,单孔注浆量设计为1 m<sup>3</sup>。采用水泥-水玻璃浆液,浆液配方及参数与注浆试验相同。

4 注浆施工与工艺

4.1 施工机具

施工采用CYH-50型工程地质钻机1台;吉林-I型泥浆泵2台;搅拌机(软轴)2台;水箱4个及高压胶管;T型连接器等附属工具若干。

注浆采用钻杆注浆法,钻杆直径42 mm,注浆管段为φ42 mm钻杆加工而成,如图2所示,注浆管下部联有一个钢锥体(在注浆管打入地层时,钢锥体堵塞注浆管内管壁与钢锥体上部圆柱体之间的间隙并减小钻杆与土层之间的

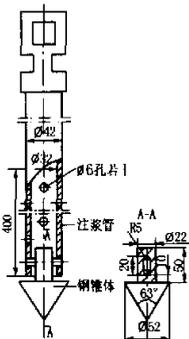


图2 注浆管结构示意图

的摩擦阻力;当注浆管打入到注浆深度后,稍上提注浆管,这时它们之间的间隙被让开),钢锥体上的槽孔能够沿注浆管下端上的销轴在上下10 mm范围内移动,注浆管下部长400 mm范围内钻φ6 mm的注浆孔;注浆钻杆采用打入法进入到地层中,深度一般6~8 m。

4.2 注浆施工

注浆前应用200 mm×200 mm的长方木在护桩外侧2.0 m×2.0 m的深槽上方搭设工作平台。双液注浆工艺流程如图3。

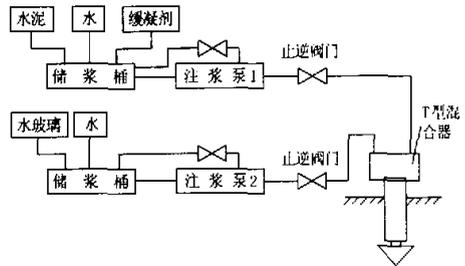


图3 双液注浆工艺流程图

注浆开始时,先开水泥浆泵,后开水玻璃浆液泵,采用自下而上的方式,边注浆边根据压力及吃浆量提升注浆管。

4.3 注浆标准及检验

注浆结束应根据注浆压力和地层的吃浆量综合确定。双液注浆以注浆压力达0.5 MPa为主,以吃浆量为辅;单液注浆则以注浆量为主,以注浆压力达0.5 MPa为辅。

在本工程中,注浆效果的检查方法可以有以下几种:(1)采用钻孔取样的方法检查砂层注浆深度内的实际情况。(2)钻孔后,在砂层注浆段进行压水试验,根据压水试验的压力及渗水量来判断注浆效果。(3)注浆结束8 h后,用2台潜水泵抽取基坑内的水,当基坑内水位降至原开挖面时,通过基坑壁实际的渗水、涌砂情况来直接判断注浆止水加固效果。

由于本工程中基坑开挖面积小,且要求的工期短,故采用上述第3种方法来进行注浆效果检查,仅发现坑壁砂层有几处少量渗漏水,不影响后续工程的施工,总体效果较好,满足了继续施工的要求。

5 结语

在深基坑支护中采用排桩-化学注浆法进行联合支护是一种很好的支护方法,而当深基坑开挖中发生涌水、涌砂时,用化学注浆法进行堵水、固砂又是一种很好的快速补救措施。

参考文献:

[1] 阎明礼.地基处理技术[M].北京:中国环境科学出版社,1995.
[2] 王梦恕.大瑶山隧道——20世纪隧道修建新技术[M].广州:广东科学出版社,1994.
[3] 中国岩土力学与工程学会.中国锚固与注浆工程实录选[M].北京:科学出版社,1995.
[4] 叶书麟.地基处理与托换技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1995.