

采用压浆法控制地面沉降和提高挡土墙强度工程实践

赵国富

(核工业赣州工程勘察院,江西 赣州 341000)

摘要:通过用压浆法对核力机械股份有限公司厂房内、外的地面沉降、开裂和挡土墙裂缝进行控制性治理之工程实践,阐述了在土层结构复杂、性状不稳定等情况下,在制定方案、参数选择和工程实施过程中,应把施工经验、理论计算、试验资料和工程实际进行综合分析,及时调整设计和施工方案,保证安全,确保工程质量。在分析地面沉降、开裂和挡土墙裂缝产生的原因基础上,提出了治理方案,并详细介绍了治理方案实施过程中的技术措施。

关键词:地面沉降;挡土墙;压浆法;钢管桩;压浆参数

中图分类号:TU472 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2009)05-0066-03

Engineering Practice of Pressure Grouting for Control on Land Subsidence and Improving the Strength of Retaining Wall/ZHAO Guo-fu (Ganzhou Engineering Investigation Institute of China Nuclear Geology, Ganzhou Jiangxi 341000, China)

Abstract: Based on the engineering practice of pressure grouting for control on land subsidence and crack in and out of a workshop and the crack in retaining wall, this paper suggested that comprehensive analysis should be made on construction experience, theoretical calculation, testing data and field engineering for scheme establishing, parameter selection and engineering construction. Treatment scheme was put forward and the technical measures were detailed.

Key words: land subsidence; retaining wall; pressure grouting; steel pipe pile; mud jack parameter

随着国民经济的快速发展,各类企业纷纷上马,为争时间,抢速度,企业在厂房施工中忽视了对厂房内外填土处理的情况时有发生,使企业开工一段时间后,出现地面沉降、地板开裂等,这不仅影响了企业的正常生产,也给企业带来了不安全的隐患。核力机械股份有限公司机加工和热处理车间即出现此类情况(地面多处开裂、沉降、挡土墙体裂缝)。承接该工程后,我们于2006年10月用压浆法对其进行了控制性治理,经2年多的观测,压浆效果良好,地面和挡土墙稳定,未出现沉降和开裂,收到了良好的控制性治理效果。

1 工程概况

该厂房占地面积1800 m²,厂房外与挡土墙的间距,东面为5 m,南面为4 m。厂房内,一侧安置了各类车床30余台,另一侧安置了2台热处理设备、一台清洗炉和一台回火炉,重达23 t。在厂房外的东侧和东面挡土墙南侧之间有一个用于热处理用的循环水池,容积为60 m³,正常生产时蓄水量为50 t。在厂房外的东面和南面,各有一段长50 m和45 m的挡土墙,下部呈梯形状,用青石砌成,高4 m,上部是用红砖砌成的围墙,围墙高2 m,现当挡土墙用。

经现场勘察,治理面积约1000 m²。沉降情况为:厂房内地面在近一半处自东向西有一条连续不规则的裂缝,其它位置也有多处裂缝,裂缝最大为15 mm,最小为5 mm。厂房外和挡土墙之间的水泥地面裂缝和沉降更为严重,不仅裂缝多,而且沉降量大,裂缝均在30 mm以上,沉降在50~70 mm之间,围墙有2处开裂,均集中于东南角之东、南各4 m范围内,开裂尺寸为20~30 mm。围墙底至坡底,是落差为7 m、倾角为65°的边坡,边坡风化、剥蚀现象严重。围墙外是某军需仓库,如不及时治理以控制地面继续沉降和提高挡土墙的承载力,围墙一旦垮塌将会造成严重的后果和损失。

2 工程地质及填土条件

该工程的厂房所建的位置原是一个小山包,主要是由风化和未风化的泥岩构成。经开挖、填平,厂房一半建于挖方区,另一半建在填方区上,基础是独立的墩柱基础,建于基岩微风化面上。风化的泥岩少量呈泥状,大部分呈颗粒状,粒径1~5 mm不等,胶结差或无胶结。开挖下来未风化的泥岩,呈不规则的块状,直径大、小不均。所以,填土主要是由风化和未风化的泥岩组成,除此之外,还有建筑垃圾、

收稿日期:2008-12-09

作者简介:赵国富(1961-),男(汉族),河北衡水人,核工业赣州工程勘察院工程师,探矿工程专业,从事钻探技术和施工工作,江西省赣州市青年路44号901信箱,854643532@qq.com。

工业垃圾以及少量的粘土和砂等,土层属任意堆放,结构杂乱,未作处理,厂区内无地下水。

3 地面不均匀沉降、裂缝和围墙开裂的原因分析

(1)主要原因是填方属杂填土,而施工方又未对填土进行处理,随着时间的推移,造成填土的自然沉降,且沉降不均。

(2)由于未对填土进行处理,填土产生不均匀沉降,使水泥板底与基面部分脱空,受机械设备的震动和重物的堆压,在挖方和填方的分界处的地面,出现一条自东向西连续不规则的裂缝和其它部位的多处裂缝。

(3)由于填方多是风化的泥岩、部分未风化的块状泥岩和建筑垃圾等,块状泥岩及建筑垃圾相互搭接,形成空穴较多,为沉降提供了有效的空间。

(4)由于填方的自然沉降,厂房外的地面和排水沟产生开裂,雨水和工业废水沿裂缝向地下回灌、渗透,使填土浸泡、软化,加速了填土的沉降和坍塌,故厂房外的裂缝和沉降均比厂房内严重。

(5)由于厂房东南角的原始地貌是最低洼处,回灌、渗透的雨水和工业废水均向东南角富集,增大了此处填土对挡土墙的压强,使墙体的薄弱处产生裂缝。

(6)由于挡土墙的上部(2 m)是用红砖砌成,原是起围墙的功能,现当挡土墙用,墙体的承载力略显不足。

4 控制治理的方案选择及分析

根据现场勘察和分析,该工程要重点解决的问题是:(1)提高挡土墙的承载力,防止倒塌;(2)控制地面继续沉降,防止由于继续沉降给企业带来的不安全的隐患和影响企业的正常生产;(3)防止边坡岩面的剥蚀、风化给挡土墙的墙基造成失稳。

要解决上述问题,必须对填土进行处理,而用压浆法对其进行控制性治理是经济、实惠、符合本工程实际的有效方法。采用压浆法,将水泥浆液充填到填土颗粒间,并包裹其颗粒,同时将填方内的空穴和由于自然沉降产生的脱空区以及裂缝加以充填,形成相对稳固的结实体来改善填土的物理性能,提高填土的强度,达到防止继续沉降之目的。要提高挡土墙的承载力,除了对填土进行压浆处理外,还应有稳固整个压浆体的措施。根据该工程的情况,可采取加设钢管桩的方法,即选择合适的压浆管,并在对厂房外的填土压完浆后,压浆管不拔出,使压浆管起

到钢管桩的作用,并将其上部用铁条网状焊接牢固,使墙体、钢管桩和处理后的填土形成一个稳固的整体,减小填土对挡土墙的横向推力,提高挡土墙的安全稳定性,防止围墙倒塌。同时,对挡土墙的底部至仓库7 m高、65°角的边坡,用青石堆砌护坡,防止由于泥岩面的风化、剥蚀,基础失稳,使墙体崩塌。

综上所述,该工程选用压浆法对填土进行处理,对厂房外的部分增设钢管桩,对边坡进行护坡治理。

5 方案的实施

5.1 钻孔和压浆设备

XY-1型钻机1台,SH30-2A型冲击钻机2台,HBW50-1.5型水泥砂浆灌注泵2台,自制1 m³立式电动搅拌机2台,电焊机1台,以及高压胶管、注浆管等。

5.2 钻孔工艺

用SH30-2A型冲击钻机,将底部带有锥形钻头的直径50 mm的外平钻杆,用吊锤逐根打入填土至岩面后,起拔钻杆,把打好眼的注浆管放入孔内,在离地面0.5 m处,用水泥砂浆封堵。如果填土内有块石较大,冲击钻机无法成孔时,用XY-1型钻机带直径56 mm金刚石钻头将其钻穿,再冲击成孔。

注浆管选用直径40 mm、壁厚1.5 mm的有缝钢管,在离地面0.5 m以下的管壁四周打眼,眼距轴向为25 mm,呈梅花状,径向为圆周120°方向均孔布置,眼径为8 mm。

5.3 压浆工艺

5.3.1 注浆材料

选用P.O32.5普通硅酸盐水泥,水灰比为0.8~0.6。

5.3.2 压浆顺序

压浆之前,先用水泥砂浆把围墙的裂缝糊好,然后顺缝灌入水泥浆,使其凝固,防止压浆时浆液外流。压浆的顺序本着先外后内的原则,先对厂房外的钻孔进行压浆,2台压浆泵分别在东面和南面同时进行。首先压注靠近围墙的第一排孔,压注完待间隔12 h后,打第二排孔并施实压注,第三、四、五排孔也是如此,压浆过程中应根据压注的实际情况,实施间隔压或轮压,这主要是考虑浆液的扩散和挡土墙的承载力。因为只有当水泥固化后,才能形成有效的强度,通过间隔12 h,使压注的水泥浆与填土充分胶结、固化,有益于增加挡土墙的厚度和强度,使挡土墙承受横向载荷的能力不断增加,同时也可

以防止由于窜浆而使未压注的注浆管堵塞而无法施工,浪费工作量。厂房外压注完后,再实施厂房内的压浆,厂房内的压浆分别从东、西两面同时进行,也是由外排向中间压注。

5.3.3 压浆孔设计及压浆参数

根据该工程的填土为风化泥岩、块状泥岩及建筑垃圾等杂填土且有空穴之情况,我们将其比作圆砾层的理想状态进行计算。通过计算,浆液的扩散半径 R 为0.7 m。一般情况下,孔距 L 为 $1.7R$,排距 R_m 为 $1.5R$,计算可得孔距为1.19 m,排距为1.05 m。单孔注浆量为 2.52 m^3 ,注浆压力为0.65 MPa。

为稳妥起见,我们用三角形试验法(水灰比为0.8,孔距1.2 m,排距1 m)对厂房内、外进行检验,意图是通过检验来验证理论计算与实际的误差,并加以调整,同时获取压浆所需的参数。试验结果是,每孔压注水泥浆 3 m^3 ,厂房外压力表只有少量的跳动(0.1 MPa以下),无突升现象的发生;厂房内有2个孔达0.3 MPa,1孔为0.1 MPa以下,无突升现象。压浆试验结束后,间隔一晚(18 h),对检查孔进行抽样检验,发现厂房外的孔循环水不上返,孔内漏失现象严重,并在2.5 m以下取出5~20 cm不等的3块水泥柱心和多块泥岩柱心;厂房内的孔循环水上返的较小,有漏失,上返的沉渣中可见水泥包裹的颗粒。究其原因,主要是土层结构松散,渗透性不均,空穴较多,有的甚至较大,窜浆现象严重,使得大量的水泥浆液窜至空穴或外围的其它部位,因此,在这种土层结构复杂,性状不稳定的填土中,要想完全按照计算数据来指导施工是不切实际的。所以我们依据试验情况,结合以往施工的工程经验,将单孔注浆量确定为以压力表出现规定的压力值时为准,即厂房外考虑围墙的承载力,压力值为:第一排孔0.3 MPa,第二排孔0.4 MPa,第三、四、五排孔0.5 MPa。厂房内压力值考虑到机器设备已安装就位,不能搬移,为增大浆液的扩散半径,提高机器设备下部的填土强度,压力值可提高为0.5~0.7 MPa。

由于注浆量是以压力表出现压力值时为准,故注浆历时是个不定数,这样浆液的扩散半径与理想状态下的理论计算就有较大的出入,孔距和排距等技术参数也将发生较大的变化,这就产生了理论和实际的矛盾。

为解决这一矛盾,本着注重实效的原则,我们将理论计算数据、试验资料,结合以往施工的工程经验,考虑填土的情况、围墙的承载力、机器设备和水池对均孔布置的障碍以及厂房外的注浆管起钢管桩

的作用等,综合分析,最终确定如下方案:

(1)厂房内的孔距和排距分别为1.5 m和1.2 m,空间较大处按梅花状均孔布置,其它部位根据现场情况酌情增减,共布置钻孔160个。

(2)厂房外考虑压浆管起钢管桩的作用,孔距和排距为东南角 $4 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 范围内按 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 正方形布置,共20个孔,其余孔距和排距为1.2 m和1 m;南面呈梅花状布置4排孔,共130个;东面也呈梅花状布置5排孔,除去水池的位置,共63个孔。

(3)注浆压力厂房内为0.5~0.7 MPa,均孔布置区为0.5 MPa,非均孔布置区为0.7 MPa。厂房外,第一排孔为0.3 MPa,第二排孔为0.4 MPa,第三、四、五排孔为0.5 MPa。单孔注浆量和历时以出现规定注浆压力值或裂缝出现冒浆时为准。无论压注哪个孔,当压力出现突升时应立即停止压浆。正常情况下水灰比为0.8,若出现单孔注浆量超过 3.5 m^3 时,水灰比调整为0.6。

6 效果检验

待全部压浆结束后,我们用XY-1型钻机进行抽样检查。检查发现,钻孔能够较连续地取出圆柱状柱心,柱心表面呈麻状,砸碎柱心发现填土颗粒包裹较好,颗粒间粘结成一体;部分孔段由于空穴和脱空,取出了较多的3~28 cm长的水泥柱心和片状柱心以及泥岩柱心;钻孔返水正常,无漏失现象,压浆效果良好,达到了控制性治理的目的。检查完后,对检查孔用水泥砂浆进行灌注并封堵,厂房外的钢管桩用铁条网状焊接牢固,同时对沉降区域重新铺设新的水泥地面并找平。

7 边坡的治理

(1)清除边坡上的杂草、灌木及坡面剥蚀风化层。

(2)在坡的底部挖基槽至岩面,沿坡底起1 m宽和1 m高的基台,并顺坡由基台向上用青石堆砌,青石用水泥砂浆胶结。

(3)青石堆砌完后,护坡面青石的自然轮廓用细水泥砂浆填充勾边,防止雨水的渗漏和增加美观。

8 施工体会

通过该工程的实践,笔者认为,像高速公路等工程,填土进行了处理,土层结构明显、稳定,通过试验和计算能够取得与实际相近的各种参数。而此类工

(下转第71页)

采用硬质塑料管,管径 50 mm,耐压高于 1 MPa),压力泵通过输浆管、钻杆及出浆管将浆液压入软土层及土洞中。

5 施工控制

(1)施工顺序:注浆施工时应先施工外围注浆孔以形成帷幕,再施工内侧注浆孔,以此提高灌浆有效性,防止浆液过多外窜。为确保工程质量,施工时应以每段注浆量和总注浆量分别进行控制,即基岩面自下而上分段灌注,每段灌注完毕后往上提升出浆管,并要求每次提升要有 0.2 m 搭接。

(2)采用间隔跳跃式施工,尽量让相邻注浆孔施工时间间隔长一些,使先施工的注浆孔浆液有一定程度的凝固,局部封堵浆液流动通道,使后期注浆孔灌注效果更佳。

(3)施工中注意防止冒浆及灌注动态,若灌注形成不了压力,一般说明与通道连通,应采用间歇性灌注办法或适当加大浆液浓度等措施,灌注量未达到设计要求而开始冒浆时,应暂停灌注,待孔内浆液有所凝固时再恢复灌注。

(4)要特别注意准确地控制浆液的凝结时间,如果浆液的凝结时间大于灌浆时间,灌浆质量将大受影响。

6 施工加固效果

本工程共施工灌浆孔 18 个,平均引孔长度为 8.50 m,实际压浆孔段长需以打入出浆管情况综合确定,最终打入 134.50 m,灌注浆液 64.90 m³,耗用水泥 59 t。

质量检测在施工结束 10 天后进行,采取钻孔检查、观测灌注质量及效果,并在灌注目的层作标准贯入检测。由业主指定 2 个点作标准贯入测试并取心观察,检测结果表明,处理范围内的土洞以被水泥化学浆液固结充填密实。取出岩心多见水泥化学浆液呈树枝状、脉状穿插固结,标准贯入试验 6 段,锤击数 5.0~7.0 击。土层承载力标准值 > 140 kPa,满

足设计要求。

7 结语

化学压力灌浆被普遍应用于防水帷幕、坝基补缝、填土地基加固处理等方面,用于处理岩溶地区局部软土及土洞在施工质量控制上有一定的难度,但只要严格控制每个环节,特别是未达到设计要求灌注量时一定要反复补灌,质量仍可保证。化学灌浆施工工艺简单,施工工期短,又比较经济,较适宜于岩溶地区的地基局部软土地段及土洞处理。但设计施工中应注意以下问题。

(1)因为粘性土(特别是饱和软粘土)的渗透性较差且不均匀,故在灌浆时其加固效果也往往是分布不均匀的,我们在以往的一些软粘土灌浆检测中也证明了这一点,所以在灌浆设计时应充分考虑到软粘土的这种特性,灌浆孔距、排距尽量取小值,或通过现场灌浆试验确定,本设计中采用孔距约 1.00 m,取得了较理想的效果。

(2)灌浆时要特别注意施工场地周围的情况变化,如地面隆起,冒浆串入下水道等,尤其是施工场地附近是居民生活区更要注意,有时可能浆液会流入污水管道以致堵塞。

(3)如果需处理的土洞较大时,水泥用量较大,如在满足设计要求的情况下,可在水泥浆液中渗入一定比例的粘土或粉煤灰,以减少施工成本。

参考文献:

- [1] 叶书麟,等.地基处理与托换技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.
- [2] 林宗元.岩土工程治理手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1993.
- [3] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [4] 中国勘察设计协会工程勘察与岩土分会,等.第六届全国岩土工程实录交流会岩土工程实录集[M].北京:兵器工业出版社,2004.
- [5] 黄智岳.分层劈裂注浆在加固机坪软基中的应用[J].市政技术,2004,22(2).

(上接第 68 页)

程,填土情况复杂,又未进行过处理,在制定方案和工程实施过程中,应注重理论和实际有机的结合,把施工经验、理论计算、试验资料和工程实际进行综合分析,综合治理,注重实效,反复推敲,制定出符合工程实际的科学治理方案。还应在工程实施过程中,根据实际情况及时分析、调整各种参数,切不可生搬

硬套,更不能盲目蛮干,要不断积累、总结、丰富理论和实践经验,并指导、运用于各个工程实践中,以确保工程施工质量。

参考文献:

- [1] 曾国熙,卢肇钧,蒋国澄,等.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.