

抚顺东露天矿西端帮土体及公路压密注浆 加固施工技术

刘立岩

(抚顺矿业集团东岩地质测绘勘察有限公司, 辽宁抚顺 113008)

摘要:抚顺市东岗道桥公路由于连接东、西露天矿的隧道施工及东露天矿西端帮剥离致使东露天矿西端帮土体滑移,路面出现裂隙、变形,迫使东侧公路停用。结合地质情况,采用压密注浆施工技术对东露天矿西端帮边坡土体、公路进行压密注浆加固处理。经测量数据检验,东露天矿西端帮边坡及公路沉降变形趋于稳定,达到预期效果,保证了东露天矿西端帮边坡稳定及公路的正常安全使用。

关键词:路基下沉;地基加固;土体加固;压密注浆

中图分类号:U418 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2013)02-0077-04

Construction Technology of Compaction Grouting Consolidation in the Soil and Road of an Open-pit Mine in Fushun/LIU Li-yan (Dongyan Geology Mapping and Surveying Co., Ltd., Fushun Mining Group, Fushun Liaoning 113008, China)

Abstract: At a road of Fushun, soil slip was caused by a tunnel construction connecting the east and west open-pit mines and the west end slope striping of the east open-pit mine with cracks and deformation in the road. According to the geological conditions, compaction grouting construction technology was adopted for compaction grouting consolidation. By the measurement data test, the west end slope and the road settlement deformation trended to be stable, which ensured the stability of west end slope of the east open-pit mine and the normal safety of the road.

Key words: subgrade settlement; foundation stabilization; soil reinforcement; compaction grouting

1 概述

抚顺市东岗道桥公路是连接新抚区与东洲区的交通主干道,位于抚顺矿业集团东露天矿与西露天矿交界处,其路段下部有连接东、西露天矿的2个隧道。F6断层在此处通过。2006年11月~2007年4月,由于连接东、西露天矿的2个隧道东口与东露天矿连通,东露天矿西端帮剥离,致使东露天矿西端帮土体向下滑移,公路底部回填土松动、下沉,路面出现裂缝、变形,影响交通安全。采用了压密注浆方法对东露天矿西端帮土体、公路进行加固处理,达到了预期效果。

2 压密注浆技术机理

压密注浆技术的加固机理主要是:

- (1)化学胶结作用;
- (2)离子交换作用;
- (3)充填挤压作用。

在注浆压密过程中,快速凝固的化学水泥类浆液被注入土层并在其中形成浆脉网络,浆脉一方面

充填原地基土的空隙,另一方面随注浆量的增加挤压密土体,向外扩张的浆脉在土体中引起复杂的径向和切向应力体系。邻近浆脉的土体遭受到严重破坏和剪切,形成了塑性变形区,前期在此区域内土体的密度可能因扰动而减小,但随着注浆量的增加,此区域土体的密度也随之提高,而离浆脉较远的土则基本上只发生弹性变形,因而土的密度有明显的提高。同时,注浆形成的浆脉网络起着土体骨架作用,从而使土体的变形受到约束。

原状土只是各种矿物颗粒的自然堆积,孔隙很多,注入化学水泥类浆液后,浆材自身在土体中发生化学反应,不同的浆材,反应方式不同,但共同的是各自发生了结晶作用,在土颗粒周围充填满结晶体形式的胶凝体,随着时间的增加,一方面胶凝体不断充填土颗粒间隙,形成蜂窝状结构;另一方面,浆材在自身发生反应的过程中与土体中各种矿物表面的离子进行离子交换,生成稳定的离子,最终在不断的压密、胶结、离子交换作用下,土体空隙得到充填,强度得到提高,从而提高了土体的力学强度和防渗性能。

收稿日期:2012-10-31

作者简介:刘立岩(1964-),男(汉族),辽宁凤城人,抚顺矿业集团东岩地质测绘勘察有限公司技术副经理、高级工程师,岩土工程专业,从事岩土工程勘察、基础施工、煤田地质勘探工作,辽宁省抚顺市新抚区西富平路南417-7号,liuliyang1964@126.com。

3 场区工程地质条件

3.1 场区地层条件

根据加固前对该场区进行的地质勘察,该场区地层由上至下依次为:

(1)杂填土:杂色,呈松散~稍密状态,层厚1.10~20.00 m,回填物主要为页岩碎屑及碎块,一般粒径10~50 mm,局部100~500 mm;

(2)粉质粘土:灰黄色,呈可塑~硬塑状态,层厚1.80~7.40 m;

(3)基底岩石:为绿色页岩、油母页岩、煤、凝灰岩、玄武岩。

3.2 水文地质条件

该场区地表径流条件较好,杂填土层中无含水层,绿色页岩中有少量风化裂隙水。

3.3 地质构造条件

在压密注浆加固范围内场地存在 F6 断层,倾向 275°, 倾角 35°, 垂直落差 3~50 m, 水平落差 400~850 m, 走向延长 3500 m。

4 压密注浆设计

4.1 注浆加固部位

根据东露天矿西端帮的岩性分布特点及地表裂缝分布情况分析,引起路面下沉,出现裂缝的主要原因是东露天矿西端帮采掘与隧道口贯通引起上部人工回填土松动下沉,土体向东坑滑移。故对人工填土进行压密注浆,稳定西端帮土体,使路面稳定。

(1)选在端帮 +85 平盘,注浆角度选用斜孔(与垂线夹角 24°、40°),区间 +85~+70 m,北部隧道垂直孔,如图 1 所示;

(2)加固公路路面,注浆为垂直孔,如图 2 所示。

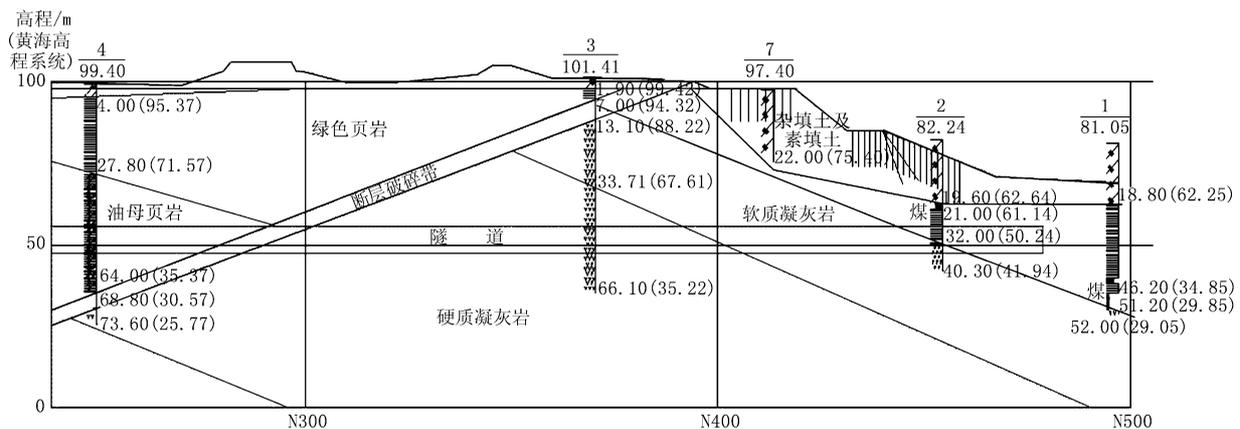


图1 北部隧道加固剖面示意图

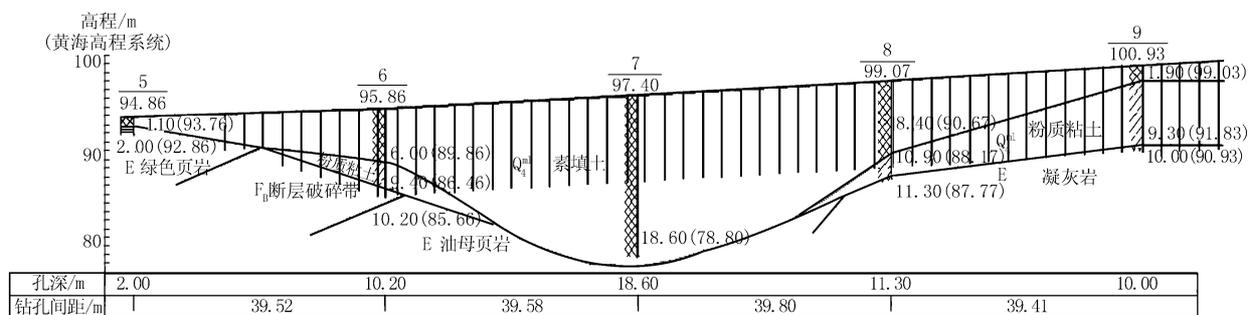


图2 公路加固剖面示意图

4.2 注浆参数确定

4.2.1 注浆标准

注浆加固后,东露天矿西端帮土体稳定、公路路面不再下沉,以观测资料检验注浆效果。

4.2.2 注浆材料

水泥选用 32.5 级普通水泥,要求新鲜无结块;水玻璃模数一般用 2.4~3.0,浓度为 30~45 Be。

根据该场区地质情况,确定水泥浆的水灰比 1,水泥浆与水玻璃的体积比 1: 0.3~1: 1。因该场区回填土缝隙较大,渗水量较大,因此采用浓度大的水泥浆(水灰比 1),水泥浆与水玻璃的体积比采用较小值(如 0.3~0.4)。

4.2.3 注浆孔设计参数

加固端帮土体:在端帮 +70~+85 m 平盘及北

部隧道顶部, 布设 86 个注浆孔。回填土孔隙率 15%~20%, 按每孔深度 10 m、孔距 2 m 计算, 每孔注浆量按下式计算:

$$Q = KVn$$

式中: Q ——浆液总用量, m^3 ; K ——经验系数, 取 0.8; V ——注浆对象的土量, m^3 ; n ——孔隙率。

经计算, 每孔注浆量 5~7 m^3 , 注浆压力 2~4 MPa。

坡肩处采用与垂线夹角 24°、40°斜孔施工, 布设 86 个注浆孔, 孔深 18~20 m, 注浆量 6~8 m^3 , 以稳固坡面土体。以二次注浆顶部冒浆终止。

加固公路路面: 根据回填页岩孔隙率 10%~15%, 采用 2~4 MPa 压力注浆, 注浆深度随岩石界面起伏变化, 岩石顶界面较浅处设计注浆孔深度 < 4.0 m, 岩石顶界面较深处 10 m, 扩散半径选 1.5 m, 孔距 3 m, 布设 360 个注浆孔, 注浆压力 2~4 MPa, 注浆量按上述公式计算, 4 m 孔深注浆量 2~3 m^3 , 10 m 孔深注浆量 5~6 m^3 , 以二次注浆顶部冒浆终止。

4.2.4 孔位布置

东露天矿西端帮 +85 m 台阶布设 2 排斜孔, 孔距 3 m, 交错布置; 隧道上部 +85~+70 m, 布设 4 排垂直孔, 间距 2 m, 呈三角形均匀布置。

公路注浆在下沉地段长 × 宽 = 160 m × 21 m 的路面上, 间距 3 m 呈三角形均匀布置。

5 压密注浆施工

注浆工艺流程为: 按设计要求放线(确定注浆管位置)→加工注浆管→钻孔、下注浆管→配比、搅拌灰浆→注浆。

5.1 放线定位

按注浆方案设计要求布置每个注浆管孔位, 由工程技术人员实施, 放线布位后, 经设计、甲方、监理以及施工方代表共同复查, 确认后方可进行钻孔施工。

5.2 钻进成孔

该工程使用的是 XU-300 型钻机, 孔径 42 mm, 开钻前对孔位和钻进方向进行检查, 按设计要求钻进下管。

根据设计要求注浆管采用 $\varnothing 42 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 热轧无缝钢管, 注浆管单根长 4~10 m, 地表上部焊接 0.5 m 带扣接头, 注浆花管长度 5 m, 花管钻孔直径 5 mm。注浆管底部做成扁锥形封口, 以便钻进到孔底或以免钻入杂物影响注浆效果。

5.3 注浆

注浆材料为水泥浆液, 其水灰比为 1, 水泥为 32.5 级普通硅酸盐水泥, 为使注到回填废页岩空隙中的水泥浆早凝固, 在水泥浆中配以水玻璃, 根据注浆实际情况, 水玻璃与水泥浆液配制比为 0.3: 1, 水玻璃浓度为 35 Be。

注浆泵为 ZYB-70S 型双缸双液变比注浆泵, 该泵最大优点是水玻璃与水泥浆配比易控且稳定易调, 二种浆液进入注浆管后才混合, 能提高水玻璃浓度, 减少管路堵塞, 提高注浆液早期强度。为提高注浆效果和边坡土的整体性, 进行二次注浆或多次注浆, 两次注浆间隔时间控制在 20~25 min。

6 效果检验及评价

2006 年 10 月 13 日在该区段路面设立了 A1-A8、A6'-A7' 观测点, 每周进行一次观测, 从观测结果来看, 2006 年 10 月 13 日至 2007 年 5 月 28 日垂直位移变化较显著, 公路路面变形中心部位观测点 A4-A7 下沉量 50~100 mm, A5-A6 水平位移观测值在 0~52 mm, 2007 年 5 月 30 日注浆结束以后, 从 6 月 6 日至 10 月 30 日垂直位移观测值、水平位移观测值分析, 观测值趋于稳定。详见图 3、图 4。

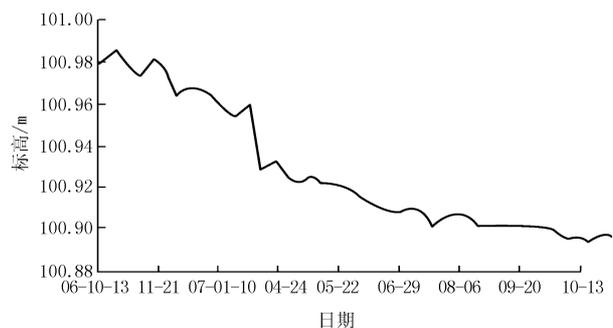


图3 A4点垂直位移变化曲线图

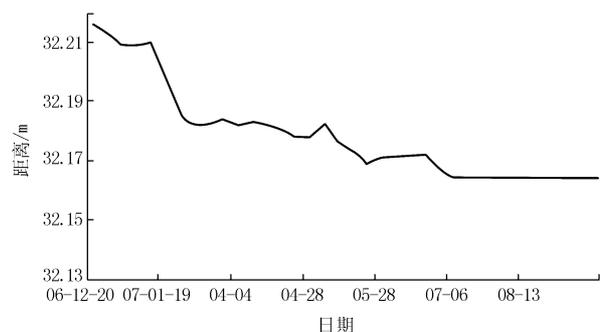


图4 5-6段水平位移变化曲线

从以上观测结果来看, 东露天矿西端帮土体、隧道上部公路经注浆加固处理后, 观测点垂直及水平位移变化量趋于稳定; 东露天矿西端帮土体稳定, 没

有发生滑移;东岗路面经过修整后,道路投入运行至今,路面没有发生裂缝、变形现象,说明压密注浆技术加固效果明显,达到了预期效果。

7 结语

东岗隧道工程是集团公司转产转型五大产业之一的标志性工程,东露天矿西端帮隧道口处边坡稳定与东岗道桥路面安全直接影响东岗隧道的安全与施工进度,压密注浆施工技术在东露天矿西端帮土体及东岗公路下沉地段的加固应用取得良好的效果,保证了东岗道桥路面安全使用与西端帮隧道口处边坡的稳定,使东岗隧道工程按时通车。实践证

明,压密注浆施工技术在东岗路面及边坡土体加固得到了很好的应用,取得了良好的经济效益和社会效益。也为今后工作提供了宝贵经验。

参考文献:

- [1] 江正荣,等. 建筑地基与基础施工手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [2] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [3] 徐至钧. 高压喷射注浆法处理地基[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [4] JGJ/J 211-2010,建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程[S].
- [5] YSJ 211-92,注浆技术规程[S].

(上接第73页)

在实施过程中,结合现场实际情况,加强监测工作,关键点上不仅制定有效措施,并保证有备用的应急预案,及时有效地解决施工过程中可能出现的位移控制、施工空间、施工工序等一系列问题,成功的预防了复杂基坑施工工况下的质量和安全事故发生。

参考文献:

- [1] JGJ 94-2008,建筑桩基技术规范[S].

- [2] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] 周红军. 旋挖钻进技术适用性的初步研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):39-45.
- [4] 薛伟. 旋挖钻孔灌注桩的施工工艺技术[J]. 福建建设科技,2000,(3):4-5.
- [5] 崔双利. 高压旋喷注浆技术在基坑挡土墙工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(2):48-49,53.
- [6] 司呈庆,刘新伟. 复杂边界条件下的基坑支护[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(12):58-60,70.
- [7] 王建华,吴厚信,周宏益,等. 紧邻地铁基坑支护工程设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):71-75.

(上接第76页)

影响测试成果精度的因素很多,所测成果的离散性大。但在振冲碎石桩体施工质量控制和检测中非常重要,非常适用。根据笔者多年的施工实践经验和对相关振冲规范的阅读和理解,检测结果可用于定性的评价桩体的密实度和施工质量是否稳定,在施工过程中可用于及时反馈指导施工。重型动力触探贯入击数与碎石桩力学性能指标之间目前尚未建立普遍的对应关系,一般不用于定量评价振冲碎石桩的力学性质指标。如果在具体工程中,有原体试验,且建立了重型动力触探和碎石桩体力学性质指标的相关关系,或者在工程地质条件高度类似的若干工地有过类似的相关关系,则可以考虑对碎石桩体力学性质指标进行评价,但最好和其他检测手

段结合使用。

参考文献:

- [1] DL/T 5214-2005,水电水利工程振冲法地基处理技术规范[S].
- [2] 编写组. 工程地质手册(第四版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [3] DL/T 5113.1-2005,水电水利基本建设工程单元工程质量等级评定标准(第一部分:土建工程)[S].
- [4] GB 50007-2002,建筑地基基础设计规范[S].
- [5] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [6] 周筱滨. 动力触探[M]. 北京:中国铁道出版社,1986.
- [7] 曹厚明. 重型动力触探、标准贯入试验在振动挤密碎石桩复合地基检测中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(2).