

兰溪洞源村滑坡治理工程的土体变形分析与处理措施

余 忠, 吴 博, 梅宗明

(浙江省地矿建设有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要: 滑坡土体变形及其处理是滑坡治理施工中的重要问题。本文以浙江省金华市兰溪洞源村滑坡隐患治理工程为例, 介绍了施工过程中出现局部不稳定问题后, 施工单位与相关单位一道采取的一系列措施, 包括对土体的新近变形特征与变形原因分析、应急抢险措施、应急排险效果监测、后续施工方案等内容。这些措施取得了良好的效果, 为类似施工提供了借鉴。

关键词: 滑坡治理; 土体变形; 应急抢险; 钢管桩; 变形监测; 施工方案

中图分类号: P642.22 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2018)06-0081-04

Analysis on the Soil Deformation in a Landslide Control Project in Dongyuan of Lanxi City and the Treatment Measures/YU Zhong, WU Bo, MEI Zong-ming (Zhejiang Geologic and Mineral Resources Construction Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310012, China)

Abstract: Soil deformation in landslide and the treatment are important in the landslide control construction. Taking a landslide hazards control project in Dongyuan of Lanxi City as an example, this paper introduces a series of measures adopted for the local instability occurred in the construction process, including the analysis on the recent soil deformation characteristics and the reasons, emergency rescue measures, monitoring of emergency evacuation effects and subsequent construction plans, etc. These measures have achieved good results and provided reference for the similar construction.

Key words: landslide control; soil deformation; emergency rescue; steel pipe pile; soil deformation monitoring; construction plan

0 引言

浙江省地处东南沿海, 山地丘陵比例大, 地质构造复杂, 地貌类型多样。同时, 人口密度大, 人类工程活动强烈, 台风和梅雨等汛期降雨集中, 极易引起突发地质灾害, 特别是滑坡地质灾害^[1-3]。2015 年 11 月 13 日丽水市里东村山体滑坡、2016 年 9 月 28 日遂昌县苏村崩塌滑坡, 均造成巨大的人员伤亡与经济损失^[4-5]。2017 年初, 浙江省开始开展地质灾害隐患综合治理“除险安居”三年行动, 同时, 省政府把地质灾害综合治理列为全省 2017 年十方面民生实事之一, 通过避让搬迁和工程治理, 进一步健全地质灾害防治长效机制, 全面提高地质灾害防治水平, 切实保障人民群众生命财产安全^[6-7]。

对地质灾害进行综合治理, 是“除险安居”三年行动的重要内容。在滑坡隐患治理工程施工中, 经常会遇到边坡不稳定问题, 它对整体工程进度、成本、质量等产生重大影响, 最重要的是对附近居民和

施工人员的生命财产产生威胁^[6-7]。在施工阶段, 施工单位对治理区的状况最了解, 当边坡变形过大、变形速率过快, 出现沉降开裂等险情时, 及早预警、采取应急措施^[10-11], 从这个方面说, 施工单位在施工阶段起主导作用。本文结合具体施工项目, 介绍施工单位在滑坡隐患治理过程中对土体变形的调查、应急处理及后续施工方案。

1 工程概况

1.1 工程简况

本工程位于兰溪市灵洞乡洞源村(栗山)与平园村(火烧山)交界处, 治理主要是为了消除滑坡安全隐患。滑坡区主滑方向 $166^{\circ} \sim 250^{\circ}$, 主滑方向斜长 85 m, 滑面倾角 $3^{\circ} \sim 55^{\circ}$, 面积约 11938 m^2 , 平均厚 12 m, 体积约 $15 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。滑坡稳定系数 $F_s = 0.99 \sim 1.03$, 滑坡治理前总体处于欠稳定状态。2015 年 7-8 月期间, 受台风降雨的影响, 前缘持续蠕变, 形

收稿日期: 2018-01-04

作者简介: 余忠, 男, 汉族, 1989 年生, 工程师, 水文地质工程地质专业, 硕士, 主要从事地质灾害治理施工项目管理工作, 浙江省杭州市西湖区万塘路 51 号, 1019825514@qq.com。

成多条新裂缝,最大错距达1.0 m。滑坡隐患体威胁着坡脚住户总计7户25人的生命财产安全。

根据滑坡体的地质条件、地形地貌、施工条件及成因等综合考虑,本滑坡治理原设计采取的主要措施:(1)抗滑桩支挡,滑坡体中前部布置抗滑桩,并依靠下部(嵌固段)嵌入滑床;(2)削坡减载,滑坡体上部削坡减载,减小下滑力;(3)坡脚加载,可使滑体增加被动土的压力,阻挡滑坡体的下滑;(4)综合截、排水,减少地表水对坡面水土冲蚀、渗透而影响稳定性;(5)生物工程,固土封坡,增强坡体整体稳定挡墙支挡;(6)坡脚设置砼挡土墙,支挡坡脚岩土体,并防止水流对坡脚的冲刷^[12]。

1.2 工程地质

该滑坡区内属侵蚀剥蚀丘陵地貌,山顶高程211 m,坡脚高程约70 m,最大相对高差141 m,自然斜坡坡度 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$,以灌木为主的植被发育。

隐患区工程地质特性:(1)残坡积土,主要由含碎(块)石粉质粘土等组成,厚度一般1.65~5.25 m,黄褐色,稍湿—湿,松散—稍密,呈可塑状,工程地质条件较差;(2)滑坡堆积体,主要由含碎(块)石粉质粘土等组成,厚度0~15 m不等,黄褐色、棕褐色,湿—稍湿,可塑状,结构松散,工程地质条件差;(3)薄层状软(粉砂质泥岩)硬(石英砂岩)相间岩组,其中全风化层厚5~12 m,强风化层厚>40.55 m,工程地质性质较差;(4)坚硬闪长玢岩岩组,块状构造,呈强—中等风化,岩质坚硬^[13]。

2 新近变形特征与原因分析

2.1 新近变形特征

施工治理期间(2017年3月),正在治理施工中该项目发现三级平台以上西侧一带发生变形加剧,周界呈圈椅形,主滑方向约 236° ,斜长46 m,水平长41 m,前缘宽约28 m,面积约 962 m^2 (滑坡隐患区总面积约 11938 m^2),厚度2~5 m,体积约 3300 m^3 。此时,治理区开挖形成5级台阶,边坡坡面坡率约1:1.8,每级台阶高差8 m,台阶宽3 m,台阶内侧为土沟。

项目部配合勘察设计单位,对新近变形裂缝进行测量分析。坡体上部局部后缘下错(高度0.5~1.0 m),前缘膨胀,剪出口显现。坡体出现多条横张及纵张裂缝(图1),主要有4条,其中,L1:拉张裂缝,呈弧形,走向 $93^{\circ}\sim 139^{\circ}$,长约21 m,宽0.5~1.5

m,可见深约2.8 m,下错距离30~50 cm;L2:拉张裂缝,呈弧形,走向 $169^{\circ}\sim 210^{\circ}$,长约16 m,宽0.5~1.6 m,可见深约3.5 m,下错距离20~50 cm;L3:剪切裂缝,呈弧形,走向 $60^{\circ}\sim 93^{\circ}$,长约28 m,宽0.2~0.5 m,可见深约0.5 m;L4:剪切裂缝,呈弧形,走向 $210^{\circ}\sim 258^{\circ}$,长约23 m,宽0.2~0.5 m,可见深约0.5 m。



图1 后缘下错及产生的裂缝

变形体物质主要由残坡积含碎石粉质粘土、强风化粉砂岩、粉砂质泥岩及碎裂状石英砂岩等组成,结构较松散,岩土体工程地质性质较差。

经实地调查,表明岩土体变形正在加剧,且变形破裂面(可能的滑动面)深度推测在5 m以上,其现状处于欠稳定状态。从变形体物质组成分析,主变形区主要由含碎石粉质粘土组成,其厚度>5 m,下部为全—强风化粉砂质泥岩等,软弱层工程地质性质较差,在饱和状态下,岩土颗粒间的内摩擦力及粘聚力下降,极易在重力作用下沿某一软弱结构面产生速滑而引发滑坡地质灾害,并可能影响下部台阶岩土体的稳定性,危及现场施工人员及坡下住户的安全。

2.2 新近变形原因分析

根据调查分析,滑坡隐患区产生岩土体变形加剧的原因主要有以下几方面。

(1)自然因素:据兰溪市野猫垅雨量监测站统计,变形发生前的2017年3月12日8时—3月13日20时,累计降雨量达34 mm。短时较强降雨导致雨水大量沿开挖坡面下渗,导致岩土体饱和,重度增大,岩土体颗粒或结构面之间的摩擦系数下降,并产生静水和动水压力,使抗滑移稳定性降低,导致岩土体变形破坏。

(2)边坡岩性主要为含碎石粉质粘土和全—强风化粉砂岩、粉砂质泥岩等,工程地质性质较差,遇水饱和和软化后结构改变,易发生变形破坏。

(3)施工过程中,上部边坡、台阶开挖后,不可避免地使雨水沿坡体下渗。

3 应急抢险处理措施及效果监测

3.1 应急抢险处理措施

坡面局部出现裂缝变形后,我单位在经过商讨和请示建设、设计和监理单位后,立即采取了一系列应急处理措施。

- (1)启动应急预案、疏散坡脚住户人员;
- (2)增加应急物资设备、抢险队伍;
- (3)增加监测频率,整理数据并及时反馈,夜间值守、白天巡查;

(4)用塑料薄膜布覆盖坡面并压牢固,每片上下用竹棒捆绑,上下左右呈叠瓦式覆盖,减少降水入渗;

(5)水沟硬化,增加临时排水沟、排水管,沟底薄膜覆盖;

(6)对滑坡体滑动上部段局部进行削坡减载,方量暂估 1000 m^3 ;

(7)滑坡体增设钢管桩,变形体后缘 3 排、中部设置 2 排、下部 1 排(见图 2~4)。钢管桩孔径 110 mm ,间距 1.5 m ,梅花形布置。钢管桩桩长 $8 \sim 12 \text{ m}$,桩径 110 mm ,内置钢管为 $108 \text{ mm} \times 5.0 \text{ mm}$ 和 $\text{O}32 \text{ mm}$ 钢筋,钢管桩内及其周围空隙注入水泥浆。总计约 145 根(总长 1550 m)。



图 2 钢管桩钻孔



图 3 钢管桩

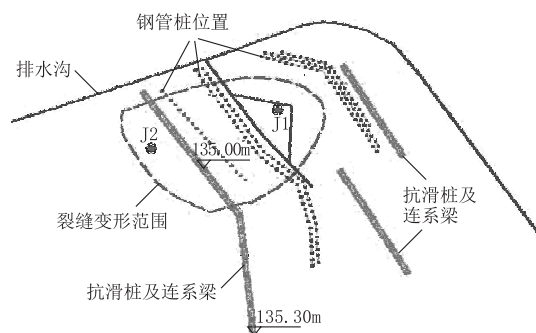


图 4 变形区域增设钢管桩

3.2 应急排险效果监测

2017 年 3 月 14 日上午发现裂隙,且裂隙宽度不断发展,变形区域内监测点位移持续,监测点最大沉降量达 2 m ,项目部立即采取了削坡压脚、彩条布覆盖、增设临时排水沟等应急措施,使变形区域位移没有急剧增大;3 月下旬开始打设坡体上部 3 排钢管桩,放入钢筋并灌浆,4 月初上部 3 排钢管桩施工完成,监测结果显示,变形区位移沉降得到有效控制;4 月中旬开始中间 2 排钢管桩施工,5 月初钢管桩全部完成,此时变形区域监测点显示位移沉降基本稳定(见图 5、表 1)。监测结果及现场巡查均表明,项目部应急排险采取的措施对于控制边坡变形沉降作用显著,边坡的稳定为后续施工提供了安全的作业条件。

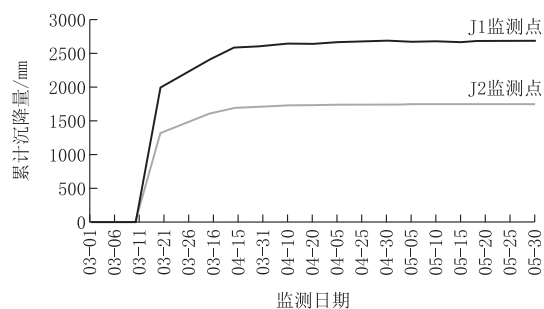


图 5 监测点累计沉降量

表 1 变形区域内监测点日平均位移 mm

时间	J1 监测点			J2 监测点		
	高程	X 方向	Y 方向	高程	X 方向	Y 方向
3 月上旬	-1	0	-1	-1	0	0
3 月中旬	-80	-26	-51	-28	-13	-27
3 月下旬	-35	-31	-40	-32	-30	-34
4 月上旬	-10	-12	-3	-4	-44	+15
4 月中旬	-5	-14	-4	-3	-17	-3
4 月下旬	-1	-1	-2	-1	-1	-2
5 月上旬	-2	-2	+2	0	-5	+3
5 月中旬	-1	0	+1	0	-2	+2
5 月下旬	0	0	0	0	-1	0

4 后续施工方案

施工单位主要从边坡安全及后续施工安全等方面考虑,积极向勘察设计单位提供意见建议,勘察设计单位在经过专家评审后提出补充设计与变更。

(1)抗滑桩工程:布置2排抗滑桩。

增设抗滑桩于滑坡体后缘,共17根,桩径1.0 m,桩中心距3.5 m,桩长10.0 m。增设抗滑桩与滑坡体后缘,共22根,桩径1.0 m,桩中心距2.8~3.5 m不等,桩长10.0~13.9 m。为加强抗滑桩的整体刚度,提高其抗滑阻滑性能,桩顶设置宽 $\times$ 高=1.0 m $\times$ 0.5 m的钢筋混凝土连系梁。

(2)土石方工程:变形加剧体适当修坡,使边坡外观平整,修坡方量约200 m³;新建挡墙后采用土石方回填,并分层碾压密实,回填方量约2800 m³。

(3)截排水工程:坡面增加排水沟一道,采用混凝土结构,矩形结构,净空尺寸宽 $\times$ 高=0.3 m $\times$ 0.3 m,壁(底)厚0.2 m,总长约260 m。

(4)生物工程:回填坡面撒播适合本地生长的草灌木混合种子并种植灌木。选择根系发达、生根性强、抗干旱、耐高温、抗寒冷、抗病虫害强的冷暖季型混合草种及灌木种子。

(5)监测与警示:依据现有地质环境条件及工程布置适当调整监测桩及警示语标牌位置,共增设2个监测桩,应急抢险期间每天监测2次。

5 结语

边坡隐患治理施工是信息法施工动态设计的过程,施工过程中完全避免出现变形、裂缝是不可能做到的。作为施工单位,在监测或巡视发现超过预警值的变形等危险因素后,要果断采取应急措施,以保证居民和施工人员的人生安全为第一要务,积极主

动与建设单位、勘察设计单位、监理单位、上级单位等沟通联系,控制变形、裂缝等的进一步发展,将危害与损失降低到最小。

同时,也要考虑到后续施工安全,要在采取合理措施保证边坡稳定性的前提下,按照设计方案要求进行后续施工作业,而不能只为了赶工期或者节约成本盲目施工。

参考文献:

- [1] 麻士华,孙乐玲,李炜,等.浙江滑坡类型、成因和环境控制因素与影响因素[J].中国地质灾害与防治学报,2010,21(3):17-23,42.
- [2] 张磊,陈张建,夏跃珍,等.浙江省突发性地质灾害应急空间辅助决策支持系统设计与实现[J].中国地质灾害与防治学报,2014,25(3):135-140.
- [3] 王铁生,吴雪琴.浙江省金华市地质灾害现状与防治对策[J].上海国土资源,2013,34(3):97-99,101.
- [4] 甘建军,樊俊辉,唐春,等.浙江遂昌苏村滑坡基本特征与成因机理分析[J].灾害学,2017,32(4):73-78.
- [5] 蒋孝辉.130小时不放弃希望——浙江丽水里东村山体滑坡灾害大救援纪实[J].中国消防,2015,(22):22-26.
- [6] 李风.浙江开展“除险安居”三年行动[N].中国国土资源报,2017-03-03.
- [7] 2017年浙江省政府十方面民生实事出炉[N].浙江日报,2017-01-16.
- [8] 刘海波.地质灾害治理工程施工中边坡稳定问题及滑坡治理方法[J].西部探矿工程,2015,27(8):5-7.
- [9] GB 50330-2013,建筑边坡工程技术规范[S].
- [10] 宋军,尉壮岩,程英建,等.滑坡灾害防治工程效果评价方法初探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(4):80-84.
- [11] 严君凤.小口径钢管组合桩在滑坡应急抢险中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(7):41-43.
- [12] 朱冬,李汉明,金维松,等.兰溪市灵洞乡洞源(栗山)——平园(火烧山)滑坡隐患治理设计[R].浙江金华:浙江省第三地质大队,2016.
- [13] 朱冬,李汉明,金维松,等.兰溪市灵洞乡洞源(栗山)——平园(火烧山)滑坡隐患勘察报告[R].浙江金华:浙江省第三地质大队,2016.