

DOI: 10.3785/j.issn.2096-7195.2021.03.012

【工程应用】

赣州市南康区城市垃圾卫生填埋场滑坡特征及 应急处置措施分析

符勋^{1,2}, 李海潘^{1,2*}, 许威^{1,2}, 黄国平^{1,2}

(1. 江西省赣南地质调查大队, 江西 赣州 341000; 2. 赣州市地质灾害重点实验室, 江西 赣州 341000)

摘要: 南康区城市垃圾卫生填埋场滑坡是由人工切坡引起降雨诱发的小型岩质滑坡, 滑坡周界明显, 滑体上裂缝交错, 前缘部分滑体向前推移, 但大部分滑体仍处于原始斜坡之上, 危及垃圾填埋场安全。滑面为顺层(顺坡向)结构面, 延伸远, 波状起伏, 表现出先压扭后张性特征, 滑带土为后期充填的泥砂, 饱水状态下抗剪强度值迅速降低, 是诱发滑坡的主要因素之一。针对滑动面的具体特征, 采取削方减载等应急处置措施, 为类似特征的地质灾害防治工作提供有效借鉴。

关键词: 坡特征; 顺层结构面; 应急处置措施; 垃圾填埋场

中图分类号: X43

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2021)03-0246-06

Analysis of landslide characteristics and emergency treatment measures of urban waste sanitary landfill site in Nankang district, Ganzhou city

FU Xun^{1,2}, LI Hai-pan^{1,2*}, XU Wei^{1,2}, HUANG Guo-ping^{1,2}

(1. Jiangxi Gannan Geological Engineering Institute, Ganzhou 341000, China;

2. Ganzhou Key Laboratory of Geological Disaster Prevention and Control, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The landslide of the urban waste sanitary landfill in Nankang district is a small rock landslide induced by rainfall caused by artificial cut slope. The landslide has obvious perimeter, and cracks on the sliding body are staggered. The front edge part of the sliding body moves forward, but most of the sliding body still rests on the original slope. The safety of the landfill is at risk. The sliding surface is a bedding (downhill) structural surface, extending far, undulating, showing the characteristics of compression, torsion first and then tension. The sliding zone soil is filled with mud sand in the later stage, and the shear strength value decreases rapidly in the saturated state. This is one of the main factors of landslides. In view of the specific characteristics of the sliding surface, emergency measures such as cutting squares and reducing loads are adopted to provide a reference for the prevention and control of geological disasters with similar characteristics.

Key words: landslide characteristics; layer downhill structure; emergency measures; landfill

0 引言

南康区城市垃圾卫生填埋场位于龙回镇半岭村陈坑组一条北东东向丘陵沟谷中, 已投入使用, 进出垃圾填埋场道路位于南侧山坡脚, 道路开挖形成高陡人工切坡, 2021年3月10日持续降雨中, 道路边坡局部发生山体发生滑坡, 前缘滑体从人工切坡顶部滑动堆积于道路上, 堵塞交通, 潜在方量

达到 26 000 m³, 直接威胁垃圾填埋场和垃圾运输车辆及道路的安全。

1 地质环境条件

1.1 地形地貌

滑坡周边区域属于丘陵地貌, 相对高差一般 30~80 m, 坡度 20°~30°, 局部 35°以上。山顶浑

收稿日期: 2021-05-11

作者简介: 符勋(1977—), 男, 江西赣州人, 水工环高级工程师, 主要从事地质灾害治理的研究工作, E-mail: 23170339@qq.com。

*通讯作者: 李海潘(1982—), 男, 江西于都人, 地质高级工程师, 主要从事地质灾害治理的研究工作, E-mail: 5157037@qq.com。

圆,“U”型谷发育,谷底较平缓,山坡植被发育,植被覆盖率达85%以上,多为松杉杂木等乔木植物。滑坡所在斜坡呈近东西走向,倾向北西,相对高差60 m左右,自然坡度 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$;植被发育,主要为杂木和松树,坡脚人工开挖形成三级边坡,每级高度6~11 m,其中下面两级台阶被垃圾填埋。

1.2 地层岩性与岩土体特征

滑坡区及其附近地层主要有^[1]:表层为残坡积(Q^{el-dl})含碎石黏性土,厚度一般0.2~0.5 m,凹坡地带局部可达2~3 m;下伏地层为震旦系老虎塘组(Z₂₁),岩性为中厚层状石英岩及条带状石英岩(硅质岩)夹含碳砂质绢云千枚岩及绢云千枚岩,岩层产状 $350^{\circ}\sim 10^{\circ}\angle 40^{\circ}\sim 68^{\circ}$;倾向与坡向基本一致,为顺向坡^[2]。

残坡积含碎石土厚度变化较大,可塑^[3],植物根系发育,中等压缩性,碎石含量20%左右,大小2~5 cm,棱角状,主要成分为石英岩,也见少量砂质绢云千枚岩颗粒。石英岩(硅质岩)抗风化能力较强^[4],节理裂隙较发育,被节理裂隙切割成大小0.4~1.0 m的岩块,节理裂隙面多被泥质充填;绢云千枚岩抗风化能力较差,易行成软弱夹层^[5]。

1.3 水文地质特征

区域地下水类型有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水^[6]。松散岩类孔隙水:主要赋存于残坡积含碎石或碎石质黏性土中,一般情况下,地下水位较低,只有雨季或台风暴雨季节地下水位抬升,才会有地下水^[7]。主要靠大气降水补给,垂直入渗给基岩裂隙水或在坡脚直接排泄^[8],流经途径短^[9]。

基岩裂隙水:赋存于基岩裂隙中,含水量贫乏,从开挖的几个人工边坡看,均未见地下水渗出或泉水出露,地下水位较低。基岩裂隙水主要接受大气降水补给,岩石风化裂隙较发育,坡度缓,利于降水渗入,但由于裂隙多被泥砂充填,渗入补给有限。地下水径流取决于地形及基岩裂隙发育方向,径流量取决于渗入补给量及裂隙发育程度。基岩裂隙水大部分形成径流,呈散流或泉形式,排泄于沟谷洼地。

1.4 地质构造

滑坡及其附近区域构造不发育。滑床地层为震旦系老虎塘组变质岩,岩石受多期次构造影响,节理裂隙发育,其中一组节理产状 $245^{\circ}\angle 40^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 发育,延伸长数十米,裂面光滑呈舒缓波状,后期被

泥砂充填,表现出先压扭后张的特征^[10]。该组节理裂隙呈顺坡向产出,为主要的滑裂面^[11]。

2 滑坡变形特征

滑坡平面形态呈舌形(见图1),剖面形态呈线形,主轴长52 m,宽约100 m,厚约5 m,面积约5 200 m²,体积约26 000 m³,主滑方向 340° 。

2021年3月10日强降雨中,滑坡产生滑动,后缘位于山脊分水岭处,产生一条拉涨裂缝,延伸长约70 m,下错约2.2 m,并沿着岩层节理裂隙面向前滑移约2 m,后缘壁产状 $340^{\circ}\angle 55^{\circ}$ 。左右两翼开裂下错明显,与后缘裂缝相连形成滑坡周界,其中右翼变形较大,裂缝下错局部达4 m左右,裂缝可见深度可达5~6 m;左翼开裂宽度达0.7~1.5 m,下错0.5~1.5 m,裂缝中堆积有大小0.4~1.0 m的变质砂岩岩块。滑体上裂缝发育,方向纵横交错,肢解滑体,裂缝宽度0.2~0.8 m,可见深度1.5~4 m,表层为残坡积碎石黏性土,下部为变质砂岩、粉砂岩夹千枚状板岩、千枚岩等,松树、杂木等乔木倾斜或倒塌,形成醉汉林(图2~8)。滑床为震旦系老虎组(Z₂₁)变质砂岩、粉砂岩夹板岩,产状为 $10^{\circ}\angle 68^{\circ}$ 。参考类似工程经验和岩体力学参数,采用理正岩土边坡计算软件对主剖面A-A'稳定性进行定量计算。采用总应力法,不考虑地震,考虑渗透力作用,不考虑边坡外侧静水压力。根据稳定性分析结果,在工况1(基本荷载)时边坡稳定性系数为1.08,处于极限平衡状态;在工况2(基本荷载+降雨荷载)时边坡稳定性系数为0.92,处于不稳定状态。即在暴雨条件下,再次发生滑坡的可能性较大。

滑面为岩层面或顺坡向节理裂隙面,裂面有泥质、砂质(岩屑)充填(图7~8),厚度5~10 mm,可见明显擦痕。滑坡前缘悬空,部分滑体落入坡脚新开挖道路上,被清理后形成两级台阶坡。滑体绝大部分停留在斜坡上,其前缘高悬,危及坡脚垃圾填埋场及填埋场施工机械和人员生命财产安全^[12]。滑坡为岩质滑坡,滑动面形态为折线形;再根据剪出口明显、后缘陡坎后无裂缝发育的特点,推测出潜在滑动面位置;根据滑体裂缝发育,方向纵横交错,肢解滑体的特征,推测滑坡为浅层滑坡。根据以上滑坡特征,推测潜在滑动面如图9所示。

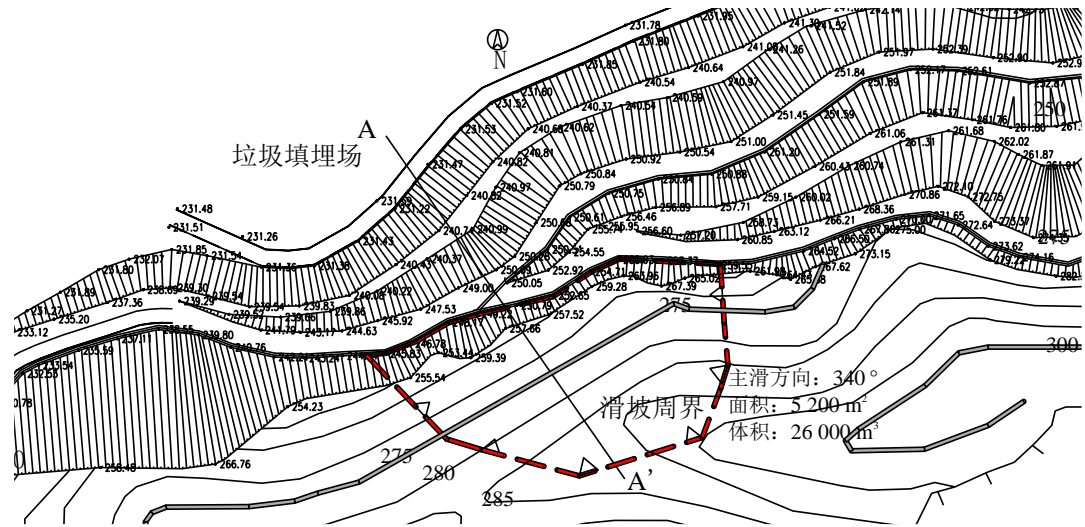


图1 滑坡平面图

Fig. 1 Landslide plan



图2 滑坡后缘裂缝

Fig. 2 Cracks on the trailing edge of the landslide



图3 滑坡右翼开裂下错

Fig. 3 Cracked right wing of landslide



图4 滑体左翼下错

Fig. 4 Cracked left wing of landslide



图5 滑体裂缝

Fig. 5 Crack



图6 滑坡全貌及前缘(部分滑体堆积于人工切坡台阶上)

Fig. 6 Overall view and front edge of the landslide (part of the landslide is piled up on the artificially cut slope steps)



图7 滑面泥质充填物

Fig. 7 Slippery mud filling



图8 滑面泥砂质充填物中的擦痕

Fig. 8 Scratches in muddy sand fillings on slippery surfaces

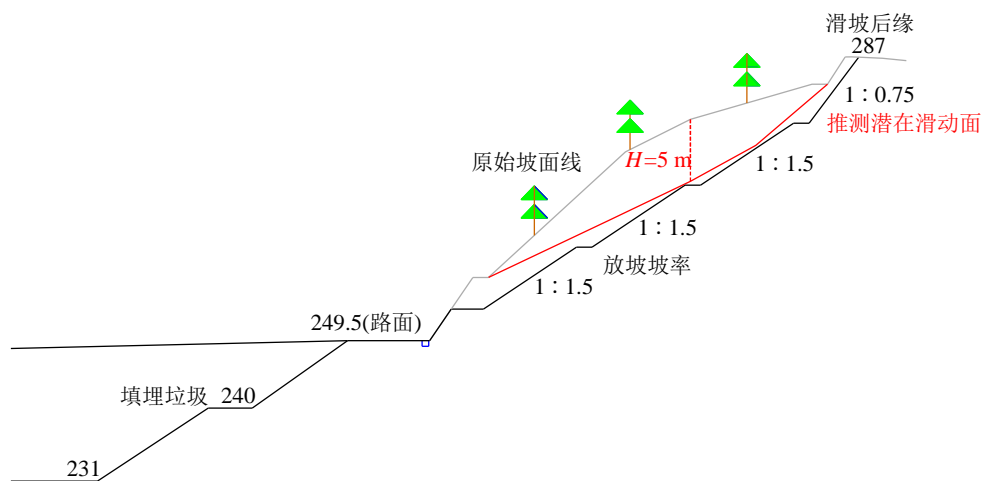


图9 应急放坡示意图

Fig. 9 Schematic diagram of emergency slope release

3 滑坡成因简析

(1) 地形地貌

滑坡位于丘陵斜坡地貌, 滑体后缘至前缘相对高差达 50 m, 斜坡坡度普遍达到 25°, 局部达 30°, 相对高差较大加上陡峭的自然坡度是滑坡产生的主要内在因素之一。

(2) 地层岩性和岩土体特征

滑坡区地层岩性为中厚层石英岩(硅质岩)夹砂质绢云千枚岩及绢云千枚岩, 岩石抗风化能力差异很大, 绢云千枚岩易风化成软弱夹层, 加上顺坡向产出, 是一起滑坡的另一内在因素之一。

(3) 地质构造

层间节理裂隙发育, 裂隙面光滑呈波状起伏,

延伸数十米甚至上百米,产状与岩层产状基本重合,经过多次构造作用,前期表现出压扭后期为张性特征,裂隙面近地表处为泥沙质充填,厚度5~10 mm,层间节理裂隙发育是引起滑坡的重要软弱结构面之一。

(4) 人工切坡与强降雨

垃圾填埋场开挖形成三级人工切坡,总高度达到二十多米,形成高陡边坡,破坏了自然斜坡的结构与力学平衡,在强降雨作用下,地表水沿着顺坡向节理裂隙面入渗,软化泥沙质充填物,降低了节理裂隙面抗剪强度值,从而诱发滑坡。

4 滑坡应急处置措施

目前,大部分滑体仍停留在原始斜坡上,持续降雨将进一步诱发滑坡活动,危及公路及垃圾填埋场安全,因此有必要采取应急处置措施,解除滑坡隐患。

(1) 在滑坡外围设置警示牌、警戒线,禁止人员车辆进入滑坡危险区。

(2) 由于潜在滑坡隐患规模方量大,影响垃圾填埋场的正常运行,需要立即进行削方减载。针对滑面埋深较浅、延伸长的特点,削方减载后按台阶放坡,以保持边坡的稳定性。总体采取清理滑坡体(削方减载)+台阶放坡+截排水等措施,消除滑坡隐患。

(3) 加强对滑坡体的监测和预警,发现险情,及时避让。

5 结 论

南康区城市垃圾卫生填埋场滑坡是由切坡引起强降雨诱发的小型岩质滑坡,目前大部分滑体仍停留在原始斜坡上,形成潜在隐患。滑面为顺坡向节理裂隙面,延伸长贯通较好,裂面多为泥砂充填,遇水软化变形,再次滑动的可能性大。针对滑面特征,采取相应的应急处置措施,以达到消除隐患目的。

参考文献

- [1] 黄国平,叶龙珍,柳侃,等.福州永泰旗山滑坡特征及其成因机理[J].地质灾害与环境保护,2015,26(2):9-14.
HUANG Guo-Ping, YE Long-zhen, LIU Kai.

Characteristics and treatment project design of qishan landslide in Yongtai county, Fuzhou city[J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2015, 26(2): 9-14.

- [2] 全国国土资源标准化技术委员会.滑坡防治工程勘查规范:GB/T 32864—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [3] 咸玉建,郭炳跃,梁聪,等.宿迁市韩山堆填土滑坡稳定性分析与治理设计[J].江西理工大学学报,2020,41(1):4-10.
XIAN Yu-jian, GUO Bin-yue, LIANG Cong, et al. Stability analysis and control design of Hanshan landfill landslide in Suqian city[J]. Journal of Jiangxi University of Science and Technology, 2020, 41(1): 4-10.
- [4] 周郭荣,金爱芳,苗会超,等.滑坡勘查中关键问题的识别与案例应用[J].岩土工程技术,2021,35(2):116-121.
ZHOU Guo-rong, JIN Ai-fang, MIAO Hui-chao, et al. Identification and case application of key problems in landslide investigation[J]. Geotechnical Engineering Technique, 2021, 35(2): 116-121.
- [5] 李晓.滑带土组成特征及其成因意义[D].兰州:兰州大学,2010.
LI Xiao. Composition characteristics of slip zone soil and its genetic significance[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2010.
- [6] 重庆市城乡建设委员会.建筑边坡工程技术规范:GB 50330—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [7] 黄敏华,黄国平,符勋.崇义县人民医院滑坡活动特征及治理经验[J].江西科学,2019,37(6):926-929,1001.
HUANG Min-hua, HUANG Guo-ping, FU Xun. Landslide characteristics of the Chongyi people's hospital and the experience in the process of the treatment[J]. Jiangxi Science, 2019, 37(6): 926-929, 1001.
- [8] 全国国土资源标准化技术委员会.滑坡防治设计规范:GB/T 38509—2020[S].北京:中国标准出版社,2020.
- [9] 黄国平,黄瑛瑛,柳侃,等.福州市永泰旗山滑坡特征及治理工程设计[J].地质灾害与环境保护,2015,26(4):18-23.
HUANG Guo-ping, HUANG Ying-ying, LIU Kai, et al. Characteristics and treatment project design of qishan landslide in Yongtai county, Fuzhou city[J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2015,

26(4): 18-23.

[10] 黄国平, 柳侃, 叶龙珍. 明溪烽林场滑坡形成机理及防治措施[J]. 江西理工大学学报, 2014, 35(5): 17-22.

HUANG Guo-ping, LIU Kai, YE Long-zhen. The formation mechanism and control measures of Fenglinchang landslide in Mingxi county[J]. Journal of Jiangxi University of Science and Technology, 2014, 35(5): 17-22.

[11] SILVA A D, MANUEL J. Sliding mode control and estimation for systems with mismatched uncertainties described by polytopic models[D]. Leicester: University of Leicester, 2010.

[12] HARRELL J, NIELSON C, KONDA S, et al. Validation of whole slide imaging for intraoperative consultation during mohs micrographic surgery[J]. Dermatologic Surgery, 2021, 47(5): 703-705.

【简 讯】

2021年第四届土木、建筑与环境工程国际会议 (ICCAEE 2021)

2021年第四届土木、建筑与环境工程国际会议 (ICCAEE 2021) 拟于2021年12月10—12日在中国上海举行。

重要信息:

会议网址: www.iccae.net

会议时间: 2021年12月10—12日

召开地点: 中国上海

截稿时间: 2021年10月30日

录用通知: 投稿后2周

收录检索: EI, Scopus, CPCI

征稿主题:

土木与建筑工程、建筑环境与设备工程、桥梁工程、建筑节能技术、地图学与地理信息系统、建筑技术科学、海岸工程、生态建筑、海军架构、绿色建筑材料、计算力学、景观规划及设计、计算机仿真和CAD/CAE、传统的建筑材料.....

投稿方式:

会议邮箱: iccae@iased.org.

投稿注意事项:

(1) 大会官方语言为英语, 必须为全英文稿件;

(2) 保证文章原创性, 未在国内外公开刊物或其它学术会议上发表过;

(3) 文章篇幅一般在5~12页之间, 不少于5页, 超过6页将收取超页费;

(4) 请按照官网上模板的格式编排。审稿周期约为3~7个工作日。

联系我们:

会议秘书: 马女士

会议官网: www.iccae.net

会议邮箱: iccae@iased.org.

微信ID: IntlConfConsult

QQ咨询: 2011307354