

怀化帝景滑坡评估分析

张道雄

中国有色金属长沙勘察设计院有限公司

摘要: 滑坡是一种常见的工程地质灾害,会给人民的生产、生活带来严重的损坏,滑坡治理的原则需遵循安全可靠、经济合理、技术先进的原则。

关键词: 滑坡;斜坡地貌;滑动带;削方减载;抗滑桩;锚杆格构

一、工程概况

怀化帝景滑坡场地原始地貌为斜坡地貌,在2017年开始对滑坡前缘进行整平及开挖工作,2018年12期间,在滑坡后缘出现拉张裂缝,缝宽5~10cm,无高差错动。2019年2~4月雨季期间,裂缝不断扩大贯通,且后缘不断向后扩展,2019年5月,后缘裂缝,缝宽扩大,在滑坡前缘中部出现坍塌现象。

根据实际调查情况,滑坡体前缘宽约80m,后缘宽约30m,纵长约50m,总面积约2750m²,滑坡体厚度5~12m,平均厚度10m,总体积约27500m³。

二、岩土工程条件

(一) 地形地貌

怀化帝景滑坡属构造剥蚀低山丘陵地貌,地形起伏较大,地势总体是北西高南东低,东西两侧相对为缓坡,原始坡度15~30°,海拔标高286~324m,高差约39m,2017年怀化煤矿2-2期项目在山坡前缘开挖整平,坡体前缘坡度约为45°。

坡顶上植被稍发育,以矮灌木为主,植被覆盖率约40%~50%。丘坡前部原为山区道路。

(二) 地层岩性

勘查区内出露的地层由新到老主要为:第四系残积层(Q^{e1})粉质黏土,侏罗系中统(J_{2x})粉砂岩。

(1) 粉质黏土:褐黄色,硬塑,不均匀夹10~30%风化粉砂岩碎屑,稍有光泽,摇震无反应,干强度及韧性中等。厚度1~3米。

(2) 侏罗系中统(J_{2x})粉砂岩:

强风化(r3)粉砂岩:褐红色、棕红色,岩石风化强烈,节理裂隙极发育,岩芯手捏易碎。属极软岩,极破碎,岩体基本质量等级为V级。厚度5~12m。

中风化(r2)粉砂岩:棕红色,粉砂质结构,层状构造。岩石中等风化,节理裂隙较发育,原岩结构构造清晰,岩石较硬。锤击声较脆。属较软岩~较硬岩,较完整,岩体基本质量等级为IV级。

(三) 水文地质特征

根据现场地质调查,场地为低山,滑坡前缘见小水坑,面积2m²。

(四) 人类工程活动

影响勘查区地质环境的人类工程活动主要表现为人工削坡:由于怀化煤矿一期及二期工程建设,对山坡坡脚进行了大面积开挖,在原15°~30°高约43米的陡坡前缘形成高约10~15m坡度45°的临空面,坡脚的开挖破坏了边坡的结构,使斜坡临空面增大,引起滑坡剧烈变形。

三、滑坡基本特征及危害性

(一) 滑坡基本特征

1. 滑坡的基本形态及边界特征

(1) 形态特征

滑坡位于斜坡地带山脊部分,平面上呈圈椅型,滑坡体纵长约50m,前缘宽约30m,后缘宽约80m,滑坡后缘已至斜坡中部,高程314m~316m,高差约2m,滑体最大厚度约为12m,平

均厚度约10m,体积约2.75×10⁴m³,为一小型中层土质滑坡。主滑方向为133°,滑坡地形整体呈前陡后缓,后部坡度较缓,坡角18~25°,前部较陡,坡度45°陡坡,坡体前缘为整平场地。

(2) 边界条件特征

滑坡边界明显,后缘以斜坡中部下错陡坎为界,滑坡前缘以切方沿线为界,滑坡纵向相对高差约27m,右侧以下错陡坎、变形裂缝为滑坡左边界,左侧以变形裂缝为滑坡右边界。

2. 滑坡物质组成及结构特征

根据现场滑坡壁揭露,滑坡体物质结构特征如下:

(1) 滑体

滑体由上到下依次为残积粉质黏土及强风化粉砂岩:红褐色、棕红色,其中粉质黏土呈硬塑状态,土质不均匀,黏性一般,干强度中等,韧性中等,约含10%~30%的强风化粉砂岩碎块,厚1~2m;强风化粉砂岩,碎块状,杂乱堆积,时有架空现象,粒径一般10cm~30cm,碎块表面可见擦痕及磨光面,产状零乱光泽暗淡。

(2) 滑带

通过本次地表测绘工作,本滑坡存在两个滑动带,一个深层主滑带和一个浅层次级滑带。主滑带主要位于强风化粉砂岩面与中风化粉砂岩接触带,次级滑带位于强风化粉砂岩内。

(3) 滑床

滑床主要由粉质黏土及强风化粉砂岩组成,产状为135°∠65°,由滑坡后缘至前缘基岩面坡度由陡变缓,滑坡范围内基滑床形态在纵向上为与中风化顶面相切的圆弧形。

3. 滑坡变形特征

滑坡因滑坡体变形较典型的微地貌特征有滑坡后壁、滑坡侧壁、滑塌变形区、裂缝、滑坡错台、等及多条裂缝变形特征。

综上所述,该滑坡主滑动带大部分已形成,局部滑体沿滑动带位移明显,两侧及后缘裂缝大部分已贯通,局部出现坍塌现象,该滑坡目前处于强变形阶段。

四、滑坡稳定性计算

(一) 形成机制分析

1. 变形形成机制分析

由于该斜坡区以上汇水面积较大,在强降雨的作用下,土体含水量增大,下部为中风化粉砂岩渗透系数较小,滑坡体中的地下水因下部渗透系数较低而沿中风化粉砂岩顶面汇聚,一方面导致地下水位不断增高,孔隙水压力增加,土体抗剪强度大大降低,另一方面强风化底面受浸水影响软化而产生滑动。此外坡脚开挖形成高而陡的临空面,为斜坡局部滑塌提供了条件。

2. 滑坡稳定性影响因素

滑坡成因与其地形、岩土体结构、人类活动等因素密切相关。现根据现场调查所获得的认识,对不稳定斜坡的主要影响因素进行简单阐述。

1) 岩土体结构

根据现场调查,场地覆盖层由下至上依次为中风化粉砂岩、强风化粉砂岩、残积粉质黏土,风化越来越强烈,其中残积粉质黏土、强风化粉砂岩平均层厚约8~13m,厚度较大,残积粉质黏土及强风化粉砂岩本身透水性差,但因含较多的碎石,在土层中形成较多孔隙,因而易转化为饱水的易滑土体,而下部基岩又透水性相对差,风化层及土体内顺层结构面,在不利条件下坡体极易变形失稳。

2) 地形条件

该地段属丘陵、斜坡地貌，前缘坡度45°，后部18-25°，前缘较陡，具有一定的临空面，坡高20m，为该处产生滑坡、崩塌等地质灾害提供了较为有利的地形条件。

3) 降水

大气降雨入渗土体，将增大土体容重，降低土体的抗剪强度，同时浸润软化岩土接触面，对斜坡的滑塌的形成起到了促进作用。区内降雨较丰富，降雨季节分配又极不均匀，故在此期间极易形成滑坡、崩塌等地质灾害。

4) 人类工程活动

由于怀化煤矿工程活动建设，对山坡坡脚进行了大面积开挖，使得原坡脚形成高约20m的临空面，局部陡立，坡脚的开挖破坏了边坡的结构，使斜坡临空面增大，斜坡原有的应力条件发生改变，造成斜坡坡脚支撑（抗滑力）减弱，引起边坡变形滑坡。

(二) 破坏模式分析

根据现场调查，滑坡为土质斜坡，坡面形态在纵剖面上呈圆弧型，下部坡面较陡，坡度约45°，上部坡面较缓，约为18-25°，滑面推测位于覆盖层土体与中风化粉砂岩顶面相切的圆弧滑动产生的滑坡。

五、滑坡稳定性评价及发展趋势分析

(一) 定性分析和定量分析

本次勘查对滑坡进行了现场详细调查和测绘，斜坡后缘见拉张裂缝，侧壁局部见明显剪切裂缝，局部发生垮塌现象。

斜坡体目前在天然状况下处于欠稳定状态，但在降雨的作用下，滑坡体极有可能发生大面积滑动。

根据滑坡稳定性计算结果：主剖面在自重工况下处于欠稳定，在自重+暴雨工况下处于不稳定，根据以上稳定性定性评价及定量评价综合确定，该斜坡目前处于欠稳定状态，在暴雨条件下极可能产生大范围的失稳破坏。

(二) 变形发展趋势分析

暴雨或强降雨时，水会沿坡体渗入土体，将进一步破坏坡体的稳定性，斜坡南东侧临空面会出现大范围的滑塌。稳定性发展趋势为不稳定。必须尽快对该边坡进行治理，避免造成人员伤亡和财产损失。

(上接第109页)

骨料表面，但过多的自由水会随着胶凝材料水化等作用而发生迁移、蒸发，在透水混凝土中产生孔隙结构，从而使得强度降低。

从图4可以看出，透水混凝土的透水系数随着水胶比的增大而增大。因为过多的自由水在混凝土中产生孔隙结构，增大了孔隙率。

四、结论

本文设计了矿渣-煤矸石基透水混凝土配合比，研究了浆体包裹厚度和水胶比对透水混凝土性能的影响，得到如下结论：

(1) 水胶比0.27时，设计的浆体包裹厚度在一定范围内，强度达到了20MPa以上，透水系数达到了0.5mm/s以上，满足了规范要求。浆体包裹厚度在0.35mm时，煤矸石基透水混凝土的综合性能最好。

(2) 水胶比为0.28时，试件抗压强度最高，达到19.4MPa，对应的透水系数为1.6mm/s，满足规范要求，综合性能最好。

(3) 基于浆体包裹厚度和不同水胶比设计试验，综合考量各项性能指标，包浆厚度0.35mm、水胶比0.28制备的煤矸石基透水混凝土性能最优。

六、防治工程评述及防治方案建议

(一) 有治理工程评述

目前滑坡局部见有滑塌现象，没有做任何防护工程。

(二) 理工程方案布置原则

一步到位，彻底消除滑坡地质灾害隐患；注重投资效果，确保实效、安全、经济；科学合理，因地制宜。

(三) 治理方案建议

根据该滑坡地质灾害活动规律、危害特征、形成条件，滑坡以工程治理为宜。

削方减载：对滑坡区进行削坡整形、减载，以减少滑体下滑力。

支护工程：对滑坡主要滑动区域修建抗滑桩或锚杆格构支护，对削坡整形后的中后部进行锚杆喷护。

截排水工程：由于区内降雨量大、坡体物质松散，拟对滑坡中部修建排水沟将坡体内地表水排出破外。

监测工程：对坡顶及前缘位移进行监测，加强雨期巡视，做好地质灾害防治的宣传工作。

建议

1. 建议在施工前，应先回填并夯实边坡上已有拉张裂缝及落水洞，防止地表水渗入滑体内，恶化滑体的稳定性。

2. 建议在施工期间及时监测滑坡变形的发展趋势，保证施工安全。

七、结束语

本文分析了滑坡的基本特征和工程地质条件。在此基础上研究了影响滑坡失稳的因素和成因机制。然后对滑坡的稳定性进行了定性分析定量评价。按照“经济合理，工期短，工程技术可行，治理效果安全可靠”的设计原则，对滑坡做了治理建议。

参考文献

[1]张顺涛. 浅谈地质工程勘察中的滑坡稳定性[J]. 文摘版: 自然科学, 2015(4): 112-113.
 [2]黎彦廷, 董斌. 浅谈滑坡地质灾害勘查及防治治理[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2013(9).

参考文献

[1]许凡, 栾贵勤, 等. 生态文明视角下新型城镇化的挑战与未来[J]. 中国经贸导刊, 2014, 14: 21-23.
 [2]朱玲, 由阳, 程鹏飞, 等. 海绵建设模式对城市热岛缓解效果研究[J]. 给水排水, 2018, 54(01): 65-69.
 [3]王瑞燕, 吴国雄, 郭鹏. 路面透水水泥混凝土性能研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2009, 04: 698-701.
 [4]李子成, 张爱菊, 周敏娟, 等. 双掺废渣对透水混凝土的协同效应[J]. 公路工程, 2015, 40(4): 189-192.
 [5]陈培莉. C30透水混凝土配合比参数选择及其设计研究[J]. 广东建材, 2016, 4: 24-26.
 [6]张骏, 王小亮, 焦岩, 等. 基于骨料特性和浆体厚度的透水混凝土配合比设计[J]. 建筑施工, 2018, 40(09): 1606-1608.
 [7]边伟, 马昆林, 龙广成, 等. 胶凝材料体系对透水混凝土性能的影响[J]. 硅酸盐通报, 2019, 38(11): 3416-3423.
 [8]GB/T 50081-2009, 混凝土物理力学性能试验方法标准[S]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2019.
 [9]张鹏. 赤泥基碱激发胶凝材料的优化设计及性能研究[D]. 华南理工大学, 2016.