

映像南侧滑坡的形成机制及防治措施分析

刘霞

四川省第九地质大队

DOI:10.12238/pe.v2i2.7572

[摘要] 映像南侧滑坡纵长约130m,横宽约55~150m,滑坡体体积约 $13.0 \times 10^4 \text{m}^3$,属于中型—牵引式土质滑坡,采用双排抗滑桩进行了治理,历经10年,滑坡体、抗滑桩均未出现明显变形、开裂等异常情况。

[关键词] 滑坡; 形成机制; 双排抗滑桩; 稳定性分析

中图分类号: TV139.2+32 **文献标识码:** A

Application of double row of anti - slide piles in landslide control project on south side of Yingxiang

Xia Liu

The 9th Geological Brigade of Sichuan

[Abstract] The longitudinal length of the landslide in the south side of Yingxiang is about 130m, the transverse width is about 55 to 150m, and the volume of the landslide body is about $13.0 \times 10^4 \text{m}^3$. It is a medium-sized traction type soil landslide, which has been treated by double rows of anti-slide piles. After 10 years, no obvious deformation, cracking and other abnormal conditions have appeared on the landslide body and anti-slide piles.

[Key words] landslide; double row anti-slide pile; stability analysis

引言

南侧滑坡为开挖坡脚且未及时支护而形成的滑坡,滑坡纵长约130m,横宽约55~150m,坡体上发育大量裂缝,若不及时支护,变形将会进一步加剧且极有可能整体失稳,一旦该滑坡发生整体失稳破坏,将对坡脚施工作业人员、坡脚拟建建筑、坡顶已有建筑物及居民构成严重的威胁。本文以映像南侧滑坡为例,从滑坡的基本特征、形成机制、破坏模式等方面进行分析,对滑坡稳定性开展了定量和定性评价,结合滑坡的形成机制及下滑推力,提出针对性治理措施。

1 滑坡基本特征

1.1 地貌形态及边界特征

映像南侧滑坡纵长约130m,横宽约55~150m,滑坡前缘以已开挖规划道路为界,后缘以已有居民小区平台为界,左右两侧以变形为界,后缘最高高程448.0m,前缘最低高程420.0m,相对高差28m。滑坡整体地势南高北低,呈上中缓前缘陡,滑体坡度 $10^\circ \sim 60^\circ$,前缘开挖后坡度达 60° 。根据现场勘查钻孔揭露显示,该滑坡的滑面为基覆界面,滑体为覆盖层,滑体厚度2~17.6m,滑坡面积 $1.3 \times 10^4 \text{m}^2$,滑坡体体积约 $13.0 \times 10^4 \text{m}^3$,属于中型土质滑坡。

1.2 滑坡物质结构特征

滑坡的滑体主要为粉质粘土,黄褐色,稍湿,可塑状,残坡积成因,场地内均有分布,厚度2~17.6米变化,含碎石、块石,局部

含有孤石,孤石直径2~14米,孤石岩性为中风化砂岩,部分粒径较大,大于5米。

滑坡的滑床形态特征大致呈不对称的南高北低的地形,滑床物质主要是白垩系下统泥岩及砂岩。

泥岩按风化程度该岩性层可分为全风化泥岩、强风化泥岩及中风化泥岩:

全风化泥岩:棕红色,全风化,岩体风化强烈,裂隙发育,岩体厚一般约为3.2m~9.7m,岩芯呈短柱状,层状结构,均匀、密实,稍湿。

强风化泥岩:紫红色,强风化,厚层层状构造,泥质胶结。具有易风化,遇水易软化的特点,层厚0.8~4.0米。

中风化泥岩:紫红色,中风化,岩体较完整,强度较高,属软岩,岩芯采取率可达80%。

砂岩按风化程度该岩性层可分为强风化砂岩及中风化砂岩:

强风化砂岩:灰白色,强风化,强风化层厚0.6~4.4米变化,层状结构,层岩质软,岩心破碎。

中风化砂岩:褐黄色,灰白色,中风化,块状结构,岩体较完整,强度较高,属软岩,岩芯采取率可达80%。该层场地内呈局部分布。

根据滑坡的变形特征及钻探揭露的土体含水量等综合分析,滑面位于基覆界面,滑带土为粉质粘土,不均匀夹杂碎块石,含水量高,呈软~可塑状,手搓有较弱的滑腻感。

1.3 滑坡体变形特征

根据现场走访调查,滑坡是在坡脚开挖后出现变形迹象,调查期间,已出现坡脚局部滑塌,滑坡体发育连续分布多条平行于滑坡走向的拉张裂隙,缝宽约5~15cm。裂隙长度约6~50m,滑坡后缘出现高约0.3~0.5m的陡坎等变形迹象。

2 滑坡形成机制及破坏模式分析

2.1 滑坡变形形成机制分析

该滑坡区为山区斜坡地貌,整体地势南高北低,后缘为缓坡平台地形,呈上中缓前缘陡,滑体坡度 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$,前缘开挖后坡度达 60° ,为滑坡的形成提供了有利的地形条件;滑坡后壁及周围分布有数条裂缝,在暴雨或连续降雨的影响下,水位上升,静水压力急剧增加,同时在动水压力的作用下,裂隙水沿层面流动,致使层面附近土的内聚力和内摩擦角减小,后缘裂缝首先拉裂下错,在滑面贯通后,坡体将整体向下运动,形成滑坡。前缘坡体失稳后向下滑移,牵引上部的坡体。同时由于坡脚前缘对斜坡进行了切坡,形成了临空面,前缘阻力减小使得该坡体处于欠稳定状态,从而导致了该斜坡体的失稳破坏。

2.2 滑坡稳定性影响因素

地形地貌:该滑坡区为山区斜坡地貌,该滑坡整体地势南高北低,后缘为缓坡平台地形,呈上中缓前缘陡,滑体坡度 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$,前缘开挖后坡度达 60° ,影响了滑坡的稳定性。

地质构造:区内地震基本烈度为六度,地震峰加速度值为0.05g,地震动反应谱特征周期为0.35s。区内岩体破碎,为崩塌、滑坡等地质灾害的形成奠定了物质基础,强大的地震力是滑坡稳定性的重要影响因素。

地层岩性:滑坡区内地层主要由粉质粘土、砂岩及泥岩组成。基岩由砂岩及泥岩组成,全~强等风化,层状构造,节理裂隙发育,呈碎块状;中风化页岩岩体的强度较高,完整性好。

人类活动:主要表现在斜坡坡体上进行耕种、修建住房,坡脚开挖修建商业用房,破坏了覆盖层土体结构,在坡体上出现大量的裂缝,雨水易通过裂缝沿覆盖层与基岩接触面向下渗透,形成了软弱结构面,造成了坡体的失稳。由于人为对坡脚进行了一定程度的开挖,为滑坡产生提供了临空面。

降雨:滑坡两侧高,中间低,易于汇集大气降雨,大气降水从松散土层下渗,降低了滑坡体的抗剪强度,软化了覆盖层与基岩接触面。在暴雨或连续降雨是导致滑坡变形产生的决定性因素。

2.3 滑坡破坏模式分析

从以上对该滑坡的形成机制和滑坡形成的变形历史的分析判断,该滑坡是堆积层滑坡,滑面位于基覆界面,在地震和降雨作用下,坡体的自重变大,滑面的强度减弱,坡体将发生牵引式滑坡。据变形历史及形成机制分析判断,形成的滑坡规模较大,对坡顶、周边及坡脚拟建的居民住房构成了严重的威胁。故该滑坡的主要破坏模式为在暴雨或连续降雨或地震工况下的整体下滑。

3 滑坡稳定性分析

3.1 滑坡岩土体物理力学参数分析与参数取值

滑坡体物理力学参数根据钻孔采取的土样室内试验分析综合取值,滑体土平均天然重度为 19.2kN/m^3 、饱和重度值为 20.2kN/m^3 。滑带土物理力学参数根据钻孔采取的土样室内试验、经验类比以及参数反演法综合确定,滑带土的抗剪强度在天然状态下C值10.4Pa之间, ϕ 值 10° 之间;饱和状态下C值8.5kPa之间, ϕ 值 8.2° 之间。

3.2 滑动模式推力及稳定性系数计算

采用滑坡防治工程勘察规范(DZ/T 0218-2006)推荐的传递系数法计算稳定性,对滑坡的各断面分别计算天然工况、暴雨工况和地震工况时的稳定系数,其计算结果见表1。滑坡稳定性计算结果表明:滑坡体在天然自重条件下处于不稳定~欠稳定状态;自重+地震工况下处于不稳定状态;在自重+暴雨工况下处于不稳定状态,会逐渐产生变形最终导致整体失稳滑移。

滑坡推力采用滑坡防治工程设计与施工技术规范(DZ/T 0219-2006)推荐的传递系数法计算剩余下滑力,其计算结果见表1。

表1 主滑面稳定性计算成果表

剖面	计算工况	稳定系数(F)	稳定状态	安全系数Ks	剩余下滑力(KN/m)
1-1'	工况I:自重	0.980	不稳定	1.15	601.927
	工况II:自重+暴雨	0.925	不稳定	1.10	595.54
	工况III:自重+地震	0.930	不稳定	1.05	506.604
2-2'	工况I:自重	1.018	欠稳定	1.15	737.798
	工况II:自重+暴雨	0.968	不稳定	1.10	722.504
	工况III:自重+地震	0.955	不稳定	1.05	576.928
3-3'	工况I:自重	1.021	欠稳定	1.15	506.066
	工况II:自重+暴雨	0.968	不稳定	1.10	503.529
	工况III:自重+地震	0.963	不稳定	1.05	345.517

4 防治方案及治理效果分析

4.1 防治方案

抗滑桩作为一种支护措施在滑坡治理中得到了广泛的运用(王勇等,2022;黄新文,2007;郑刚等,2004),当滑坡推力过大时,采用单排抗滑桩需较大截面,成本偏高(祁斌和常波,2010;赵克全和张丁山,2004),可考虑设置两排或多排抗滑桩进行滑坡治理;当滑坡存在多级剪出口时,且推力较大时也可采用双排或多排抗滑桩进行支挡;滑坡所在土层较差,如土层中滑动或下覆基岩较破碎,采用锚固工程治理效果较差时,可采用单排或多排抗滑桩进行支挡;当基坑或边坡支护空间有限时,也可采用单排或多排桩进行支护。

通过对滑坡区的勘察,结合其地形地貌、地质结构和变形破坏特征,对滑坡定性及定量分析评价的基础上,充分考虑防治工程方案的技术可行性与经济性合理性,对该滑坡的治理方案总体治理方案为:双排抗滑桩+排水+裂缝封填。

在滑坡区根据剩余下滑推力大小不同设计3种不同桩型的抗滑桩,并对桩间进行网喷支护,对坡体上已有的裂缝进行封填。

4.2 治理效果评价

抗滑桩:通过效果监测数据分析:该滑坡治理工程已于2014年竣工,截止目前,滑坡体上未出现变形加剧或新增变形迹象,抗滑桩工程也未出现明显的变形迹象,由此说明,该治理措施达到了预期治理效果,且效果良好。

5 结语

本文对映象南侧滑坡的稳定性进行了分析,提出了治理方案,通过治理方案的实施,取得了良好的效果。

(1)该滑坡与地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质等各种内在因素和人类工程活动、暴雨、地震等外在因素的影响下导致了滑坡的形成。

(2)该滑坡的滑体主要为粉质粘土组成,滑床物质主要是白垩系下统泥岩及砂岩,滑面位于基覆界面,为一中型牵引式土质滑坡。

(3)滑坡体上变形较明显,裂缝较发育,滑坡体处于不稳定~欠稳定状态,在强降雨等不利条件下会逐渐产生变形最终导致整体失稳滑移。

(4)对滑坡采用“双排抗滑桩+排水+裂缝封填”进行了治理,治理效果良好。

[参考文献]

[1]王勇,杨全忠,张元元,等.某悬臂式抗滑桩倾斜原因分析及处置[J].四川地质学报,2022,42(04):611-614.

[2]黄新文.多排抗滑桩的计算方法与工程应用研究[D].西南交通大学,2007.

[3]郑刚,李欣,刘畅,等.考虑桩土相互作用的双排桩分析[J].建筑结构学报,2004,(01):99-106.

[4]祁斌,常波.单、双排抗滑桩在滑坡治理中的对比分析[J].三峡大学学报(自然科学版),2010,32(01):52-55.

[5]赵克全,张丁山,牟方敏.巴东油库区红石包滑坡地质特征与整治[J].资源环境与工程,2004,(03):45-49.

作者简介:

刘霞(1990—),女,汉族,四川兴文人,本科,工程师,从事水文地质与工程地质相关工作。