

屿塘山东侧滑坡成因分析与治理措施

骆嘉成¹, 曹晓宇², 强小兵¹

(1. 温州浙南地质工程有限公司, 浙江 温州 325006; 2. 温州浙南建设监理有限公司, 浙江 温州 325000)

摘 要 详细分析了温州市永嘉县屿塘山东侧滑坡产生的原因, 并列举各影响因素的作用机理。治理措施采用截排水沟与抗滑桩相结合, 并介绍了施工中应注意的几个关键事项。

关键词 屿塘山滑坡; 滑坡体; 截排水沟; 抗滑桩

中图分类号: P642.22 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2005)03-0036-03

Causes Analyses on Landslide of East Side of Yutang Mountain and Control Measure against It/LUO Jia-cheng¹, CAO Xiao-yu², QIANG Xiao-bing¹ (1. Wenzhou Zhe 'nan Geological Engineering Co. Ltd., Wenzhou Zhejiang 325006, China; 2. Wenzhou Zhe 'nan Construction Control Co. Ltd., Wenzhou Zhejiang 325000, China)

Abstract: The causes of the landslide which occurred in east side of Yutang Mountain located in Yongjia County of Wenzhou City were analyzed in detail. Various elements which affect the landslide were listed. The measure of combined water drain with anti-slide piles was taken. Some key points which should be paid attention in construction were introduced.

Key words: Yutang Mountain landslide; landslide body; drain dyke; anti-slide piles

滑坡是较为常见的地质灾害形式之一, 一旦发生, 给人民的生命安全及财产带来严重损失。浙南地区是多山地区, 每逢大雨或台风暴雨期都会引发滑坡灾害。近年来, 各级政府越来越重视对其预警、治理、监测。本文结合对屿塘山滑坡治理工程成因分析和治理措施的论述, 以期使滑坡作用机理理论和治理措施进一步提高和推广。

1 滑坡概况

屿塘山位于温州市永嘉县瓯北镇中心繁华地带, 该山体东侧滑坡始发于 1988 年 9 月中旬台风暴雨期, 当时造成滑坡体上及前缘近 20 间民房不同程度开裂、倒塌和地面拱起现象。近年来, 该滑坡仍继续活动。1997 年在滑坡体中部新埋设的电线杆出现明显倾斜, 同时滑坡体附近居民反映在深夜经常听到房屋变形时发出的声音。屿塘山滑坡引起各级领导的高度重视, 永嘉县政府于 1998 年 3 月成立屿塘山滑坡治理工程指挥部, 根据工程治理程序, 经过地质勘查、可行性研究、治理方案设计、方案评审、工程招投标等程序, 工程于 1999 年 4 月开工, 同年 12 月竣工。

2 滑坡体基本特征

2.1 滑坡体的地层特征

滑坡体发育地段风化层厚度可达 26 ~ 39 m, 不同地层中物质组成、特征、物理力学性质均有一定差别, 自上而下大致可分成 7 个工程地层。

①填土, 灰黄色, 松散状, 稍湿, 层厚 1.00 ~ 2.25 m, 主要是人工开挖土体建造公路时坡积层回填物质。

②粘性土混碎砾石, 褐红色, 碎砾石含量占 20% ~ 40%, 饱和度 > 90%, 可塑状, 压缩系数 > 0.78, 层厚 3.10 ~ 8.10 m, 滑坡体及周边山体表浅部均有分布。

③全风化基岩, 灰紫色, 呈层状分布, 母岩为花岗闪长玢岩, 岩心呈短柱状, 风化后, 粘性土饱和度 > 90%, 液限指数为 0.76, 压缩系数 0.52 ~ 0.65, 层厚 5.40 ~ 12.30 m, 滑坡体内均有分布。

④全风化基岩, 岩性为灰黄色粘土, 母岩为花岗闪长玢岩, 岩心呈短柱状, 干燥时易干裂, 遇水易崩解, 局部有强风化碎块石, 风化后的粘土饱和度 > 90%, 液限指数为 0.85, 软可塑土, 压缩系数为 0.44 ~ 0.56, 层厚 1.50 ~ 16.50 m, 滑坡体内均有分布。

⑤全 ~ 强风化基岩, 灰白、灰黄色, 母岩为霏细

收稿日期: 2004-10-21

作者简介 骆嘉成(1968-), 男(汉族), 湖北蕲春人, 温州浙南地质工程有限公司高级工程师, 岩土工程专业, 从事桩基施工与管理工作, 浙江省温州市西山西路 83 号, 13706786754, luojiacheng@vip.sina.com; 曹晓宇(1976-), 男(汉族), 浙江温州人, 温州浙南建设监理有限公司工程师, 土木工程专业, 从事土木工程施工与现场管理工作, 浙江省温州市解放北路 5 幢 501 室, 13004735958, cxy5958@126.com; 强小兵(1973-), 男(汉族), 甘肃庆阳人, 温州浙南地质工程有限公司工程师, 探矿工程专业, 从事桩基施工与管理工作, 13857773073。

斑岩 ,且岩石全风化成粉质岩土 ,岩石高岭土化 ,岩心柱头长度 20 ~ 30 cm ,局部见有全 ~ 强风化基岩 ,层厚为 2.00 ~ 15.40 m ,滑坡体内均有分布。

⑥强风化岩 ,以灰黄色为主 ,湿 ,稍密状 ,母岩为霏细斑岩 ,遇水易崩解、开裂 ,岩心柱状长度 10 ~ 20 cm ,物理力学性质较好 ,相对上部地层较稳定 ,层厚 2.00 ~ 8.30 m ,滑坡体内大部分地段有分布。

⑦中等风化基岩 ,灰绿色、稍湿 ,坚硬凝灰岩 ,层顶埋深 29.80 ~ 44.30 m。

2.2 滑坡特征

滑坡体呈扇形状 ,平均坡度为 24° ,局部可达 30°。滑坡体后缘呈圆弧状 ,高程在 60 ~ 62 m ,后缘边界由数条近似平行的张性裂缝控制 ,缝宽可达 1.1 m ,后缘下侧 5 m 处有简易公路通过。滑坡体两翼由 2 条小型构造带控制 ,早期在右翼发生过小型崩塌 ,滑坡体中部建有数间民房 ,当地居民开垦山地用来种植作物。滑坡体前缘出现 2 条近似与等高线平行的鼓胀裂缝 ,前缘下游即滑舌有 15 间民房出现墙体开裂、外拱 ,地面拱起。当地居民随意切割滑坡下游土体成台阶状 ,用来盖民房 ,下游滑坡体临空条件良好 ,临空面底部长年有泉水涌出。

从勘察资料及物探电测深资料都充分证实了滑坡体主滑动面分布于④层与⑤层之间 ,故滑床土层为全风化粘土 ,按滑坡物质组成成分划分应为粘性土滑坡 ;从地质钻探孔揭露滑床土层埋深 > 15 m ,故为中层滑坡 ,经计算滑坡体体积在 12 万 m³ 以上 ,可划分为特大型滑坡 ;由于滑坡体表面多呈阶梯状或陡坎状 ,可判定为牵引式滑坡 ;从滑坡监测数据分析 ,该滑坡仍为活动性滑坡。

3 滑坡成因分析

3.1 滑坡形成机理

为了弄清滑坡形成机理 ,建立如图 1 所示滑坡体受力模型。假设滑坡体是一个受力整体 ,以滑坡带为界面 ,当滑坡体处于临界状态时 ,可以建立极限平衡方程 :

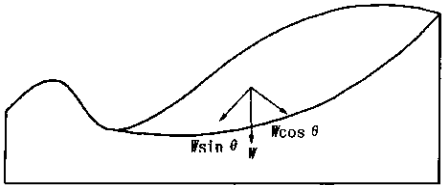


图 1 滑坡体受力模式简化图

$$W \sin \theta = W \cos \theta \cdot f_c + N_d \tag{1}$$

$$W (\sin \theta - \cos \theta \cdot f_c) = N_d \tag{2}$$

式中 : W —— 滑坡体重力 ; θ —— 滑动面倾角 ; f_c —— 滑动面抗滑系数 ; N_d —— 前缘土体反推力。

从方程 (1) 可以知道 ,左边是滑坡体下滑力 ,右边是抗滑力 ,当下滑力超过抗滑力时 ,滑坡体就开始沿滑床作相对运动 ;从方程 (2) 可知 ,对特定滑坡体而言 , θ 是固定的 ,在外应力作用与人为因素影响下 ,参数 W 、 f_c 、 N_d 是可变的 ,当变化的结果导致方程左边数值大于右边时 ,即产生滑坡。

3.2 滑坡成因分析

从滑坡体勘察资料、监测资料及其活动规律分析 ,基本上可以确定 ,该滑坡主要成因是外应力与人为活动因素的综合作用。

3.2.1 滑坡体后缘附近修筑简易公路

在修筑路基时 ,大量切削后缘土体 ,滑坡体表面构造被破坏 ,被扰动的土体孔隙率与渗透系数增大 ,在路基内侧排水系统不通畅 ,这样在降雨时 ,地表水很容易渗入滑坡体内 ,而且容易从后缘裂隙附近流入滑动面 ,软化滑床土层 ,使得抗滑系数 f_c 减小。

3.2.2 滑坡体中上部修建若干民房

滑坡体上建民房 ,使得滑坡体附加荷重增加 ,即 W 增大 ;另外 ,居民随意向滑坡表面倾倒生活用水 ,且均未排出滑坡体外 ,这样生活用水慢慢渗入滑动面 ,使得抗滑系数 f_c 减小。

3.2.3 在滑坡体表面开垦坡土种植农作物

这些频繁种植活动破坏了表层土体 ,有利于雨水的渗入。

3.2.4 大气降水的影响

滑坡体所在地区雨量充沛 ,平均年降雨量 143 mm ,雨量集中在每年 2、3、5、6、9 月份。大量降雨对滑坡体影响分两个方面 :一是短时间内雨水经地表渗入滑坡体内 ,使得滑坡体总重力 W 增加 ,即下滑力增大 ;二是长时间降雨 ,一部分雨水直接由滑坡体边界流入滑床 ,另一部分雨水通过地表慢慢渗入滑床 ,使得滑床土体泥化 f_c 减小 ,即抗滑力减小。

3.2.5 切割滑坡体前缘土体

滑坡体前缘土体相当于一道重力挡土墙 ,为滑坡体提供反推力 N_d ,增大抗滑力。当地居民将坡体前缘土体切割成台阶状 ,这样 ,不仅前缘土体反推力 N_d 减小 ,而且新的临空面出现后 ,在滑坡体强大下滑力作用下 ,更容易造成局部崩塌。

由上述原因分析 ,滑坡主要成因为 地表水渗入到滑床内 ,使得滑床的岩土层软化 ,土体抗剪强度降低 ,抗滑系数减小 ,切割滑坡体前缘土体也是滑坡产生的重要原因之一。

4 滑坡治理

4.1 不同滑坡治理方法的作用机理

滑坡治理方法有很多,无论用什么方法,最终是通过调整参数 W 、 f_c 、 N_d 来保证抗滑力大于下滑力。表 1 说明各治理方法与参数 W 、 f_c 、 N_d 的变化关系。

表 1 滑坡治理方法与各参数变化关系表

治理方法	各参数调整情况			备注
	W	f_c	N_d	
地表截排水	↘	↗	—	
降低地下水位	↘	↗	—	
滑坡体表面防护	—	↗	—	如 植被覆盖,生、化方法处理地表土,浆砌贴面等
削坡减荷	↘	—	—	
滑坡体锚固	—	↗	—	适用于岩质滑坡
滑体注浆	—	↗	—	
修筑挡土墙	—	—	↗	
设置抗滑桩	—	—	↗	

注:↗表示增大;↘表示减小;—表示不变。

4.2 屿塘山滑坡治理方法

结合本工程地形、地质特征、设计方案可行性与经济性,该滑坡采取的治理方法为:先拆迁滑坡体上所有民房,停止开垦土体,恢复植被,然后采用截排水沟与抗滑桩相结合。

4.2.1 截排水沟

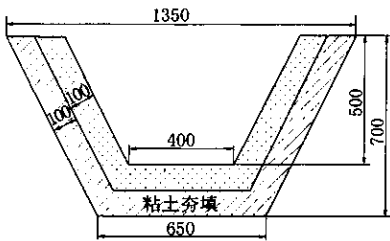


图 2 截排水沟截面示意图

施工中应注意 (1) 开孔前,在滑坡体上应布置位移监测网,施工过程中,严格监测滑坡体及桩孔壁土体活动情况,防止因施工激活滑坡体 (2) 每次开孔数量宜占总桩数 1/4 ~ 1/5,桩间距越大越好,开孔时间与掘进孔深错开,不要同深度掘进土体,防止临空面产生 (3) 集中力量,先掘进某一个孔至最深,然后在该孔进行抽水,以降低其它孔的地下水位,方便其作业 (4) 对每节土体从开挖到支模浇护壁砼应连续作业,对挖至易坍塌的软地层,在支模前应用钢丝网和木、竹片予以支护,防止砼护壁变薄降低强度 (5) 施工时尽量避开雨季并排除附近强大震源。

5 治理效果与体会

该工程竣工已经 4 年,在这期间仍未放弃监测,

4.2.1.1 截水沟

在滑坡体边界外侧设置,将地表水引出滑坡体以外,防止滑坡体以外地表水流入滑动面内。

4.2.1.2 排水沟

布置在滑坡体表面,在下雨时,尽量将地表积水引出滑坡体外,减小地表水大量渗入滑坡体内。截排水沟具体规格如图 2 所示。

4.2.1.3 在施工中应注意的事项

(1) 截排水沟施工应早于抗滑桩施工,不可平行或迟于抗滑桩施工 (2) 截排水沟的走向应按照地形、地貌的变化,防止排水不畅,或未将地表水排出滑坡体范围外 (3) 防止排水沟砂浆开裂:砂浆制作时掺入部分砾料,每隔 15 m 设置伸缩缝,采用沥青、麻线填充 (4) 在施工过程以及竣工后,应派专人定期清理、维护排水沟,防止排水沟不畅以及破损老化 (5) 对滑坡体下游泉水,宜疏导不宜堵。

4.2.2 抗滑桩

在滑坡体前缘即滑舌位置设置单排拱形抗滑桩,桩型为人工挖孔桩,现浇砼护壁,桩端进入⑥层以下不少于 6 m,桩长 32 ~ 44 m,南北两基座分别位于滑坡体两翼构造带基岩上,具体规格见图 3,各桩顶用钢筋砼圈梁连结。

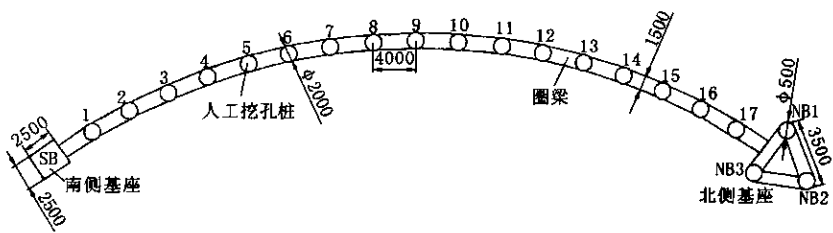


图 3 人工挖孔抗滑桩平面布置示意图

从监测数据分析来看,滑坡体已相对稳定,尤其经过 2004 年 8 月 13 日特大台风暴雨考验仍旧安然无恙,则更进一步证实治理方案的成功。从上述滑坡体成因与分析来看,造成该滑坡产生的最重要因素是地下水进入滑坡面,尽管在治理开始时,修筑了 850 m 截排水沟,用大量粘土填实了滑坡周边裂缝,但如果在工程竣工后,没有专人进行维护、清理,工程使用寿命将会缩短,甚至再诱发滑坡体活动。

参考文献:

[1] 吴世明,等. 环境与岩土工程[M]. 北京:中国建筑业出版社,2001.
[2] 曾宪明,等. 基坑与边坡事故警示录[M]. 北京:中国建筑业出版社,1999.