

成都市大邑县干岩子滑坡成因机制及稳定性评价

王湘锋, 李天斌, 王小群

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

摘 要: 根据对该滑坡体的形态、结构特征研究, 分析其形成条件及成因机制; 在成因机制分析的基础上, 采用传递系数法进行稳定性评价, 为该滑坡的治理提供重要的地质依据。最后, 初步地提出了整治的方案。
关键词: 滑坡; 成因机制; 稳定性评价; 方案

中图分类号: P642. 22 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006) 01-0092-03

The Analysis of Formation Mechanism and Stability Assessment for a Landslide in Ganyanzi of Dayi, Chengdu

WANG Xiang-feng, LI Tian-bin, WANG Xiao-qun

(College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: According to the study on the shape and structural characteristics of a landslide, the condition and mechanism of origin cause of formation are analyzed. On the basis of the analysis of its mechanism causes, through the transitions of the coefficient law, the stability of the landslide is appraisad, which offers important geological basis for administration of the landslide. Finally, the suggestion of renovating accordingly is given.
Key words: landslide; mechanism of origin cause of formation; stability assessment of the landslide; suggestion

1 滑坡概况

干岩子滑坡位于四川省成都市大邑县雾山乡干岩子地段。大邑县属于四川盆地边缘地区, 以深丘和山地为主, 海拔大多在 1 000~3 000 m 之间。滑坡区属于中低山区, 位于干岩子河段左岸(图 1)。滑坡区出露的地层岩性主要有第四系全新统滑坡堆积(Q_4^{dl})、冲洪积(Q_4^{al+pl})、崩坡积(Q_4^{col+dl})和残坡积(Q_4^{dl+dl})层等松散堆积层及白垩系上统夹关组(K_3)的砂岩、泥岩和砾岩互层状岩层。大邑县属于成都断陷西部边缘构造带, 该构造带由一系列顺北北东向追踪的不连续褶皱组成, 构造面大部分倾向北西。自东向西为: 邛崃-大邑-彭县断裂、悦来金马场背斜、雾中山背斜带、斯文场背斜带。

干岩子段滑坡是指位于雾山乡干岩子村公路路段的滑坡体, 它是发生在干岩子段老的楔形槽状滑坡体前缘堆积体中的局部复活体。在干岩子滑坡体前缘, 又有新的解体。因此整个滑坡分为两个部分: 老滑坡体、新滑坡体。

2 滑坡结构特征及成因机制分析

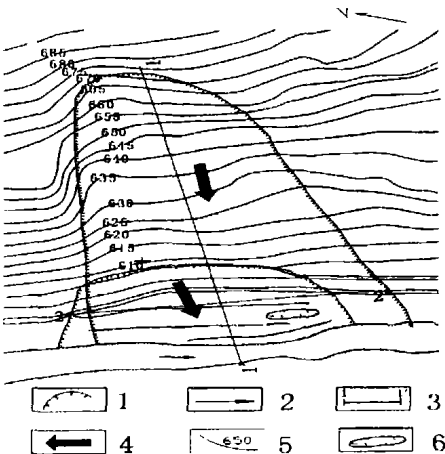
2.1 滑坡结构特征

雾山乡干岩子滑坡位于北东向的天台山——邛江雁行带构造的雾中山背斜南东翼。该背斜伴生断裂发育, 各种长、短断裂达 28 条之多, 并以高角度走向逆断层为主, 较大的断裂为川溪口冲断层和神仙桥冲断层, 与之相伴生的还有构造裂隙。由此, 造成岩体软弱结构面发育; 岩体物理力学强度大大降低。滑坡基岩地层产状为 $115^{\circ} \sim 40^{\circ}$; 主要发育有三组裂隙面: $120^{\circ} \sim 50^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、 $86^{\circ} \sim 244^{\circ} \sim 54^{\circ}$ 。

(1) 老滑坡形态特征。老滑坡后缘窄, 前缘宽, 平面上呈

不规则的舌状; 后缘宽度约 55 m, 前缘堆积体 107 m, 滑坡后缘断壁至前缘纵向长约 170 m, 后缘相对高程约 672 m, 前缘伸入河中, 河水面相对高程为 584.7 m。

老滑坡体断壁后侧斜坡上有两条深切沟槽, 沟床坡度大于 45° 降雨时, 地表汇水丰富, 大部分地表水进入滑坡体, 滑坡体中的排水通道主要靠滑坡体上游侧一小的不规则的冲沟, 造成大部分地表水沿坡面流走。冲沟边壁的堆积体常被雨水冲走, 形成小型泥石流流向公路。



1- 滑坡边界; 2- 水流方向; 3- 剖面及编号;
4- 主滑方向; 5- 等高线及高程(m); 6- 洼地
图 1 干岩子滑坡平面地形图

1 收稿日期: 2005-01-20
作者简介: 王湘锋(1979-), 男, 湖南邵阳人, 成都理工大学环境与土木工程学院硕士研究生, 主要从事工程地质岩土体稳定性研究。

(2) 新滑坡形态特征。新滑坡后缘相对高程 607 m, 后缘断壁呈圆弧状, 位于公路内侧, 宽约 70 m; 前缘伸入河床, 并在岸坡上形成隆起丘地形, 河岸相对高程 589 m。

在新滑坡体的后缘, 即公路路堑上, 为滑坡断壁, 相对现有回填公路路面约为 6 m 高, 在其北侧为基岩牵动带, 南侧可见到定向排列的相当于 Ⅰ级阶地的卵砾石层, 长轴方向沿河流走向展布, 但已明显的变位倾斜, 应该是老滑坡发生时引起的变形。新滑坡前缘滑体下滑造成地面隆起, 原有公路路面下错约为 4 m, 路面遭到严重的破坏, 交通中断。在新滑坡近前缘的位置坡体解体产生的裂缝十分明显。裂缝发育高程 592 m, 发育方向 10°, 延伸约为 70 m, 张开 10~20 cm 不等, 局部出现陷落坑。在前缘靠上游一侧坡体中竹林出现明显的倾斜, 表明坡体底部发生旋转滑动。在前缘河岸边, 可见原有的人工河堤遭到严重破坏, 变形破坏特征明显。在新滑坡下游侧边界处, 可见到深纵向张裂缝, 拉断了坡体中原有的横向小路, 裂缝张开 5~15 cm, 延伸 2~3 m。上述现象表明, 新滑坡前缘发生了次一级的滑动。

(3) 滑坡体结构特征。据野外调查: 滑坡体上部主要为块碎石土, 厚 13.75~17.75 m。老滑坡体中滑坡堆积体厚 17.75~19.6 m; 块碎石土下面存在滑带土或基岩扰动带, 在老滑坡体中存在厚约 10 cm 的滑带, 滑带为碎石土, 软塑, 潮湿, 碎石为砂岩, 碎石含量约 50, 次圆状。扰动带厚 6~8 m, 其间岩石基本保持了基岩原来的层理特征, 岩心也较完整, 存在于碎石土和滑带之间。老滑坡体滑动面深度在 17~19.6 m 之间。

新滑坡体中存在厚 2~3 m 的滑动带, 滑动带以上为碎石土, 滑动带顶底均可见到黏土或粉质黏土(厚 15~20 cm), 可塑, 稍湿, 其间还可见到黑色有机质。滑床为砂泥岩互层或砂砾岩组成(K_{2j})。新滑坡体滑动面深度在 12~17 m 之间, 新滑坡体前缘解体次级滑坡体滑动面深度在 4~7 m 之间。钻孔揭露地下水水位埋深在 3.8~12.95 m 之间。

2.2 滑坡成因机制分析

(1) 老滑坡的成因机制。老滑坡体就其结构特征, 为一沿斜倾坡外的层面和陡倾的裂隙面组成的楔形槽状体。区内基岩产状为 115° 40′, 由 K_2 的紫红色砂岩、泥岩、砾岩互层组成; 其中泥岩及泥岩与砂岩的接触面为软弱夹层, 为滑坡的产生提供了条件。岩层中发育的一组裂隙面为 240° 54′, 层面与裂隙面组合构成一向河沟方向倾斜的楔形槽, 平均坡度约为 35~45°。

老滑坡体是在河谷的不断侵蚀下切后, 坡体前缘出现临空面; 在暴雨条件下, 坡体后缘汇集大量地表降水渗入坡体, 高压水头的推动作用对下部软弱面的影响更大, 在下伏软弱夹层的抗剪能力不支的情况下发生滑移, 从而导致后缘出现大的裂缝, 造成上述楔形槽状坡体向临空面发生滑移形成了滑坡, 该滑坡属于蠕滑-拉裂型。

(2) 新滑坡的成因机制。新滑坡是在老滑坡体前缘滑坡残体中再次发生的, 一方面由于公路修建人工开挖以及车辆荷载增加了坡体土体的下滑力, 另一方面由于坡体排水极不畅通, 滑坡区地表水主要沿坡面及上游侧冲沟排泄。降雨时, 大量地表水流向公路路面, 造成路面积水, 然后缓慢排向河谷。新滑坡体中由于滑坡产生的裂缝凹陷, 雨后积水严重, 坡面排水不畅, 降雨和地表汇水造成坡体物质饱水, 使坡体中的黏土层或粉质黏土层, 其抗剪强度显著降低, 造成坡体产生蠕滑-拉裂。根据本人在野外调查, 该滑坡在中等暴雨期间, 公路内侧陡壁又发生了两次小规模的山崩。可见降雨对增加下滑力、减低抗滑力有重要影响。据勘探资料显示, 新滑坡体主要是沿基岩面和老滑坡体中的黏土层发生滑动的。滑

坡变形破坏示意图见图 2。

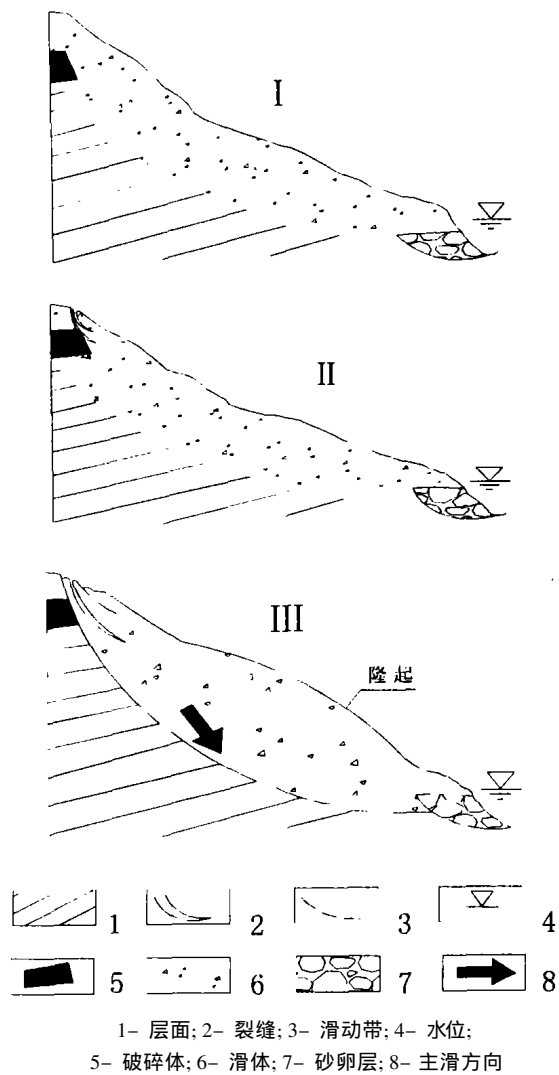


图 2 滑坡变形破坏示意图

2.3 影响滑坡稳定性的主控因素

自重应力及地下水对边坡的变形起到了控制性的作用, 是促使斜坡产生失稳的主控因素。

滑坡区地表水主要沿坡面及上游侧冲沟排泄。降雨时, 大量地表水流向公路路面, 造成路面积水, 然后缓慢排向河谷。新滑坡体中由于滑坡产生的裂缝凹陷, 雨后积水严重, 坡面排水不畅。随着滑体蠕变变形和发展, 使得上部堆积体发生张拉破裂, 为地下水的入浸提供了良好的通道, 使得原有结构面的强度降低。在自重应力的长期作用下, 产生与滑移方向近于直交的拉裂缝, 使得变形体与母岩脱离。

3 滑坡稳定性分析

根据变形特征及钻探资料, 计算分为二种情况, 第一种是老滑坡体的整体稳定性情况, 第二种是刚刚发生过滑动的新滑坡堆积体稳定性情况。

对该滑坡采用定量计算和定性分析相结合的方法进行稳定性分析与评价。采用的程序为成都理工大学编写的滑坡治理方案计算机辅助设计系统程序。限于篇幅, 本文以 1-1 纵剖面为例对新滑坡堆积体, 采用传递系数法进行了稳定性计算, 计算条分图见图 3。计算参数的选用根据室内试验并结合工程地质类比和参数反演综合确定, 计算组合为: ① 天然状况; ④ 暴雨; ④ 地震; ④ 暴雨+地震。具体参数和计算结

果见表 1。

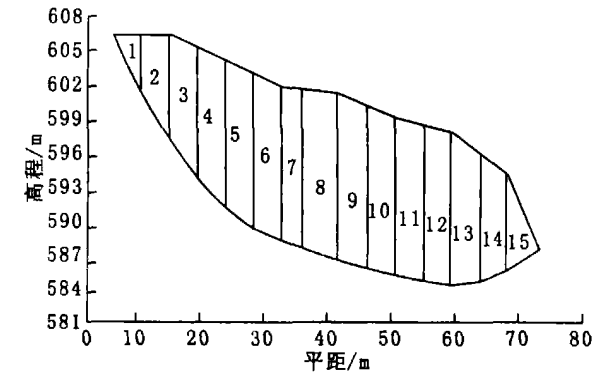


图 3 新滑坡 1-1' 稳定性计算条分图

计算结果稳定性系数 $K = 1.050\ 8$ (天然状态下); 地震条件下(地震加速度 $0.1\ g$)稳定性系数 $K = 1.010\ 6$; 考虑暴雨条件下 $K = 0.841\ 9$; 地震+暴雨条件下 $K = 0.704\ 8$ 。表明新滑坡体在天然和地震条件下整体处于临界-基本稳定状态,但在遇到暴雨时将会出现失稳。

4 建 议

为了保证公路的安全营运,必须对滑坡体进行治理。根据滑坡形成的主要影响因素,首先必须对坡体进行疏导排水,建议在老滑坡后缘修建截水沟,在其两侧修建排水沟,并在新滑坡后缘修建一横向排水沟,将雨水迅速排出坡体;第二是对滑坡体进行支挡,建议在原跨塌的公路平台以及新滑

参考文献:

[1] 张倬元,王士天,王兰生.工程地质分析原理[M].北京:地质出版社,1992.

[2] 晏同珍,等.滑坡学[M].武汉:中国地质大学出版社,2000.

(上接第 25 页)

近年来,人民生活水平的提高,肉类食品的需求有所增加,导致畜牧业、渔业用水的增多。农业灌溉面积的增加、灌溉技术的落后必然导致灌溉用水的增多。如 1998 年安阳市的农业毛灌溉定额为 $6\ 720\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,远远高于河北省 $4\ 140\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 的和河南省的 $4\ 710\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ [5]。

工业技术水平。构成第二主成分的主要因素是万元产值用水量、取水量和工业用水重复利用率。近年来,生产工艺的改进、节水技术的推广和管理水平的提高,使安阳市的万元产值取水量、用水量、耗水量都有所降低,且工业用水重复率有所提高,如 1998 年的万元产值取水量比 1995~1999 年的平均值减少了 $35\ \text{m}^3$;但是与经济结构和用水方式比较相近的海河流域相比,安阳市的工业用水效率在整个海河流域还是偏低的,如安阳市 1998 年的万元产值取水量为 $123\ \text{m}^3$,明显高于河南省的 $63\ \text{m}^3$ 的平均值;更高与北京市、天津市的 $49\ \text{m}^3$ 、 $30\ \text{m}^3$ [5]。因此,迫切需要通过进一步调整工业结构来提高工业用水效率。

参考文献:

[1] 杨永芹.试论安阳市洪水资源的利用[J].安阳师范学院学报,2002,(2):95-97.

[2] 黄海,罗友丰,陈志英.SPSS10.0 for Windows 统计分析[M].北京:人民邮电出版社,2002.

[3] 中国水利水电科学研究院,河南省安阳市水利局.安阳市水资源及其开发利用现状调查评价(安阳市重点科技攻关项目,99—816—01)[Z].2001.

[4] 安阳市水利局.安阳市水资源公报[EB/OL].1995—2003.<http://www.aysl.gov.cn/>

[5] 中国水利水电科学研究院,河南省安阳市水利局.安阳市水资源可持续利用综合规划(安阳市重点科技攻关项目,99—816—02)[Z].2002.

坡前缘部位分别设置抗滑桩作为主要的支挡措施;第三是在公路内侧必须修建挡土墙或其他的支挡设施以及护坡,阻止坡体浅层物质滑动对公路造成危害;第四是对滑坡体前缘河岸边修建必要的护堤工程,防止坡体被冲刷淘蚀。

表 1 稳定性计算结果					
天然容重/ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	天然容重/ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	C /kPa	φ /°	稳定性 系数	工况
21	22	10	33	1.0433	天然
21	22	10	33	0.5662	暴雨
21	22	10	33	1.0031	地震
21	22	10	33	0.4678	暴雨+地震

5 结 论

滑坡区出露的地层岩性主要有第四系全新统滑坡堆积(Q_4^{del})、冲洪积($Q_4^{\text{al+pl}}$)、崩坡积($Q_4^{\text{col+dl}}$)和残坡积($Q_4^{\text{cl+dl}}$)层等松散堆积层及白垩系上统夹关组(K_{2j})的砂岩、泥岩和砾岩互层状岩层。

整个滑坡分为两个部分:新滑坡和老滑坡。通过对该滑坡的结构特征和成因机制分析,该滑坡属于蠕滑-拉裂型滑坡。在受自重应力、卸荷变形、降雨及地下水等内外地质作用下,滑坡体沿着软弱面发生滑移变形,其中在滑坡前缘(新滑坡)已经发生了部分破坏,随着剪裂面上的拉应力集中而产生拉裂缝,将导致老滑坡的破坏。

通过参数反演,对整个滑坡的稳定性进行了定量评价。从评价结果可见,在天然及地震条件下整体处于临界到基本稳定状态,但在遇到暴雨时将会出现失稳。