

5°12汶川地震青川县木鱼镇滑坡坝稳定性分析

刘惠军¹, 沈军辉¹, 聂德新¹, 安世泽²

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川 成都 610059 2. 四川省地质工程勘察院, 四川 成都, 610072)

摘要: 滑坡坝及其形成的堰塞湖是山区常见的一种地质灾害, 在强地震发生时, 滑坡坝形成的堰塞湖的数量多, 规模大。汶川 5°12地震发生时, 就形成了多个堰塞湖, 这些滑坡坝一旦发生溃坝, 将会对下游灾民和抢险人员生命安全构成很大的威胁。文中对汶川大地震发生期间木鱼镇滑坡坝进行研究。通过地质分析和计算表明, 这个滑坡坝在发生和强降雨和地震期间是稳定的, 不会对下游构成威胁, 因此, 可以不对此滑坡坝采取防治措施。此研究结果已在实践中证明是正确的, 其研究方法可以为类似工作提供参考。

关键词: 滑坡坝; 堰塞湖; 稳定性; 地震

中图分类号: P316 P694 B642

文献标识码: A

滑坡坝及形成的堰塞湖在世界各国特别是山区一带广泛分布^[1,2]。这些滑坡坝坝高从几米至几百米, 其最大坝高比目前世界上已建、在建和拟建的人工土石坝高。滑坡堵江坝在中国是比较常见的一种地质现象, 特别是在青藏高原边缘、西南地区和黄河上游地区容易发生。滑坡坝的形成有滑坡堵江、崩塌堵江和泥石流堵江三种形式, 滑坡的形成机制决定了滑坡堵江坝形成后存在的时间, 有的存在几分钟、几年或者上千年。由于滑坡坝形成后, 形成高水位和大的水量, 除了淹没上游库区外, 突然溃坝, 对下游两岸的人民群众生命财产会造成极大损失。

2008-05-12 14:28 四川省的汶川县发生 8.0 级特大地震, 此次地震破坏性之大、波及范围之广, 震惊了整个世界, 给全川人民带来了巨大的损失, 距离震中 100 km 以外的青川县受到重波。木鱼镇是青川县灾害损失严重的乡镇之一, 其中, 木鱼镇中学伤亡最为惨重, 温家宝总理亲临现场进行视察。由于地震作用在木鱼镇西北方向, 直线距离约 1.56 km 处, 新潭村河形成一个滑坡坝, 5月18日调查期间, 堰塞湖水量已漫过进山道路。此滑坡坝的存在对下游木鱼镇临时安置人员和正在抢险的人

员, 总数约 3 万多人是否构成威胁, 在暴雨情况下稳定性如何, 余震情况下是否能够保持稳定, 未来的发展趋势如何, 都必须做出明确的结论, 供救灾指挥部门参考, 本文就是对此滑坡坝进行的分析。

1 木鱼镇滑坡坝基本特征

木鱼镇滑坡坝是由于河左侧的滑坡在地震时形成, 滑坡平面上呈一长条形, 剖面形态呈现前缓后陡的形态, 长约 80 m 宽 30 m 滑坡厚 20 m 滑坡的方量约为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 左右, 滑坡主滑方向 NE32°, 在滑坡上形成一个平台, 面积约 60 m² (图 1), 滑坡前端在堵江后, 前缘造成河右岸村民家房屋垮塌, 3 人遇难 (图 2)。该滑坡坝基岩成份为片岩, 岩性较差, 风化强烈, 滑坡主要是其全强风化层在地震作用下发生滑动。

滑坡坝与河流呈直角相交, 坝体沿滑动方向在前端有一定坡度, 坡度约在 10°左右, 在河流方向上, 坡度变化不大, 在河谷中, 滑坡坝沿河流方向长为 30 m 左右, 高为 20 m 左右, 在滑坡坝面右侧由于未完全堵江, 形成一个天然溢洪道 (图 3)。

收稿日期 (Received date): 2008-05-19

作者简介 (Biography): 作者简介 (Biography) 刘惠军 (1972-) 男 (汉族), 甘肃天水人, 成都理工大学环境与土木工程学院讲师, 研究方向为岩土工程特性。 [Liu Huijun (1972-), The institute of engineering geology chengdu university of technology, Chengdu 610059 E-mail: lwh1972@163.com]

现场调查时,滑坡坝的水量约为 $8 \times 10^4 \text{ m}^3$, 呈现一沟谷形水面形态 (图 4), 延伸方向近南北向, 长约 700 m 平均宽约 15 m 平均水深约 12 m 滑坡坝水量贮水量还在增加。

2 稳定性分析

天然条件下稳定性分析

目前, 在已发现的天然堆石坝中有存在了几十年, 甚至上千年而未破坏, 坝体稳定, 没有溃坝的现象, 根据研究资料, 主要有以下原因:

1. 天然堆石坝比较宽厚, 由大的岩块、碎块石和土组成, 水通过块体间的空隙渗漏, 渗漏量很大, 与上游河水流量平衡, 堰塞湖水位保持稳定, 且已发现, 坝下渗流清澈, 水对坝体不再有强冲蚀作用。在洪水季节, 堰塞湖水猛涨, 即使在坝顶发生溢流, 但

由于大的块石不易被水冲走, 宽厚的坝顶植被茂盛, 甚至长起了冲天大树, 因而漫流对坝的稳定性不构成威胁。

2. 堵塞的河流, 溪流量很小, 这样不会形成大的洪水和急剧的汇水。

3. 在有些天然堆石坝的坝肩或坝中已形成了天然的溢洪道。水流对溢洪道两侧不再有冲蚀作用。天然溢洪道的存在防止了湖水漫坝和坝体溃决。

4. 坝体在长期的存在过程中, 经历地震等作用, 自身保持稳定, 没有较大的变化。

从以上条件分析, 木鱼镇滑坡坝完全具备稳定的条件, 首先, 滑坡原始坡面较陡, 向下运动过程中有一定的挤压作用, 有利于坡体的稳定。滑坡体物质主要为碎块石土, 比单一的土层的稳定性要好, 还存在一个天然的溢洪道, 这个溢洪道高 6 m 宽 8 m



图 1 滑坡形态
Fig. 1 landslide shape



图 2 滑坡造成房屋破坏情况
Fig. 2 landslide caused damage to housing



图 3 滑坡前端形成的天然溢洪道情况
Fig. 3 front of a landslide in the natural spillway



图 4 调查期间堰塞湖水面情况
Fig. 4 the lakes led by landslide situation during the investigation

(图 3), 比现有河道洪水的最大泄洪量要大。这表明, 在发生强降雨的情况下, 通过溢洪道的排泄量也可以满足泄洪要求, 不存在洪水漫坝的可能性。

目前, 堰塞湖中的水已通过渗漏方式向下排泄, 排泄方量约为 $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 流入方量约为 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, 溢洪道水面高出近 2 m , 按照水量平衡分析, 堰塞湖的汇水量大于排泄量, 在强降雨期间, 虽然汇水量增加很多, 水位在增加, 但达到溢洪道高程后, 多出的水量就会从溢洪道排出, 不会漫坝, 产生对坝后物质冲刷。

地震作用下稳定性分析

在土石坝中, 堆石边坡由于临空面的存在, 稳定性较差, 因此, 为了准确的评价滑坡坝的稳定性, 必须对坝坡的安全做出正确的评价。

坝坡的理论计算公式如下

$$m = \frac{F + K \frac{W \sin \theta}{\cos(\theta + \beta)}}{\frac{W \sin \theta}{\cos(\theta + \beta)}} - K$$

设在坡率为 m 的坝坡有一重量为 W 的石块, 受有地震力 kW (k 为地震系数) (图 5) 并设地震的方向与水平线成 β 角, 则石块沿坡面下降可用理论力学分析结果得到^[4]。

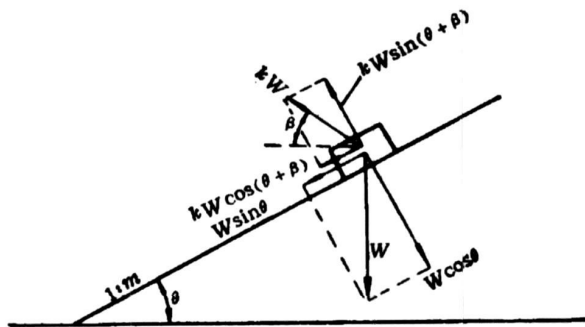


图 5 计算模型

Fig 5 the model of calculation

如果计算出的坡角小于由上式计算得到的内摩擦角, 则坝坡处于安全状态。根据上式计算出在 9° 情况下滑坡坝的坝后坡角为 42° , 实际坝后坡角为 $15^\circ \sim 25^\circ$, 因此, 在地震状态下木鱼坝滑坡坝后下游边坡也处于稳定状态。

日本科学家冈本进行的模拟试验表明: 堆石粒径愈大, 破坏时的地震加速度也愈大^[5]; 自振频率

愈高, 破坏时所要的加速度也要愈大, 从试验结果得到的计算公式如下

$$G = 0.14 \lg d + K$$

式中 G 为坡面损坏时所需的加速度; d 为石料粒径 (厘米); K 为不同坡率时的常数。根据滑坡坝的物性成份和形态, 确定 K 取 0.25 , 平均粒径取 6 m , 确定破坏时所需要的加速度为 $0.35 g$ 相当于 9° 地震烈度, 这时, 滑坡坝才发生破坏。

3 结论

通过现场调查表明: 木鱼镇滑坡坝是稳定的, 在发生洪水和强余震条件下也是稳定的, 因此, 对此滑坡坝可不采取处理措施, 但靠近坝体, 不要安置零散的宅民, 对于抢险人员和木鱼镇宅民安置点不构成威胁。木鱼镇滑坡坝经过强降雨水和强余震条件下考验, 坝体保持稳定, 表明计算结果是可靠的。

参考文献 (References)

- [1] Chai Hejun, Liu Hanchao. Study on categories the landslide—damming of rivers and their characters [J]. Journal of Chengdu University of Technology 1998, 25(3), 411~411 [柴贺军, 刘汉超, 张倬元. 中国滑坡堵江事件的类型和特点 [J]. 成都理工学院学报, 1998, 25(3), 411~411]
- [2] Huan Runqiu, Wang Shitian, Zhang Zuoyuan et al. Study on the superficial and surface course of dynamics of earth shell and engineering environment effect in west south of china [M]. Chengdu: the press of sichuan university 2001, 412. [黄润秋, 王士天, 张倬元等. 中国西南地壳浅表生动力学过程及其工程环境效应研究 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2001, 412页.]
- [3] Liu Huijun, Duang Zhigang, Cui Yingxiang et al. Study on relation between the character of the plant growth and the formation time and stability of a landslide dam [J]. Journal of mountain science 2003, 21(6): 736~738 [刘惠军, 段志刚, 崔银祥, 等. 植物特征与某滑坡坝形成时间和稳定性关系 [J]. 山地学报, 2003, 21(6): 736~738]
- [4] Hanfeng Xia. Dynamic Analysis of the earth dam [J]. Shandong Electric Power Technology 2002, (3) 67~68 [韩凤霞. 土石坝动力分析 [J]. 山东电力技术, 2002, (3) 67~68]
- [5] Zhu Yingbin, Yan Li Li. The analysis of earth dam reasonable shape and slope stability [J]. Water Science and Technology of Heilongjiang 2002, (2) 46~46 [朱颖斌, 李艳丽. 土石坝合理边坡形状和稳定分析 [J]. 黑龙江水利科技, 2002, (2) 46~46]

The Analysis of Landslide Dam Stability at MuYu Town in Qichuang Country

LIU Huijun, SHEN Junhui, NIE Dexia, AN Shize

(1. Institute of engineering geology, chengdu university of technology, sichuang chengdu 610059 china)

2. Institute of reconnaissance of engineering geology of sichuang, sichuang chengdu 610072 china)

Abstract: The mountain landslide dam is a common geological disasters in the event of strong earthquakes. Landslide dam formation of the large number of lakes of them, a large scale of it Wenchuan 5.12 earthquake on the formation of a number of lakes of them, the landslide dam the event of a dam break will be on the lower reaches of victims and rescue personnel lives and safety pose a great threat. Wenchuan this paper is on the earthquake occurred during the MuYu town landslide dam, the stability of the landslide dam situation, must make a clear and reliable conclusions for reference to the headquarters. Through geological analysis and calculation shows that this dam in the event of landslides and heavy rainfall and earthquakes during the period is stable and will not pose a threat to the downstream, therefore, can not take this landslide dam prevention and control measures. The results in practice proved to be correct. Research methods can provide reference for similar work.

Key words: landslide dam; Yansu Hu; stability; earthquake

封面照片：哀牢山

哀牢山位于云南中南部，地云贵高原、横断山地和青藏高原三大自然地理区域的结合部，河流强烈下切，河源侵蚀形成中山地貌，属褶皱断块山体。哀牢山体上部分布着我国面积最大、保存最完整的亚热带山地湿性常绿阔叶林。该地区全年气候温凉（年平均气温 11.3℃，徐家坝），降雨量充沛（年平均降雨量为 1931.1 mm；徐家坝），但干湿季分明。照片为哀牢山徐家坝地区中山湿性常绿阔叶林的春季林缘的群落外貌。

（引自文献：邱学忠，谢寿昌．哀牢山森林生态系统研究．昆明：云南科技出版社，1998
吴征镒．云南哀牢山森林生态系统研究．昆明：云南科技出版社，1983）

（张树斌）