

长江三峡工程库区千将坪滑坡地质特征及成因分析^{*}

杨海平^① 王金生^②

(^①中国地质大学 北京 100083)

(^②中国水电顾问集团成都勘测设计研究院 成都 610071)

摘 要 千将坪滑坡体位于三峡库区长江支流青干河的左岸,距三峡工程坝址 44km。2003 年 7 月 13 日零时 20 分,三峡库区秭归县千将坪村发生了山体基岩滑坡,造成 15 人死亡、9 人失踪,4 个乡镇企业被摧毁。文章通过对滑后详细地质调查,阐述了千将坪滑坡区地质条件,描述了滑坡发生的前兆现象以及滑坡发生滑动的过程,仔细分析了千将坪滑坡各要素的特征。根据滑坡体物质组成和结构的差异,把滑体物质自滑坡后缘至前缘分为块石堆积区、基岩裂解区、土夹块石区、漂砾卵石区。同时,文中研究了滑带土的物理力学性质,分析了滑坡体的成因机制,从地形地貌、岩性组合、构造条件详细论述了斜坡失稳的内因,认为导致斜坡失稳的外部因素有集中降雨、农田灌溉以及三峡蓄水 3 个方面的影响。

关键词 三峡库区 千将坪滑坡 地质特征 成因分析

中图分类号:P642.22 文献标识码:A

GEOLOGICAL FEATURES AND CAUSE ANALYSIS OF QIANJIANGPING LANDSLIDE OF JULY 13, 2003 ON THREE GORGES RESERVOIR

YANG Haiping^① WANG Jinsheng^②

(^①China University of Geosciences, Beijing 100083)

(^②Chendu Hydropower Investigation Design & Research Institute, Chendu 610071)

Abstract The Qianjiangping landslide is at the left bank of Qinggan river, a tributary of Changjiang River around the Three Gorges Reservoir. It is 44 km away from and above the Three Gorges Dam. At the time of 00:20 on July 13, 2003, a landslide in bedrock occurred at the village called Qianjiangping in Zigui county around the Three Gorges Reservoir. This disaster caused, 15 fatalities, 9 missing, and destroyed four township enterprises. Then the event also aroused wide attention of the public at large. Through the geological investigation in detail after the landslide, this paper gives details on the geological features, precursors as well as the processes of the landslide. According to its substances and structures, the landslide is divided into four zones. They are a) block stone zone, b) base rock fractured zone, c) earth bearing block stone zone and d) boulders and gravels zone from the backscarp to the debris frontier. Furthermore, the paper analyzes physical and mechanical characteristics of slipping zone, and studies the mechanism of the landslide. It concludes that the slope had structures, geomorphology as well as lithology prone to landslide. Finally the landslide was induced under the combination of precipitation, irrigation and the impoundment of the Three Gorges Reservoir.

Key words Three Gorges Reservoir, Qianjiangping landslide, Geological feature, Cause, Precursor, Investigation

^{*} 收稿日期:2008-09-28;收到修改稿日期:2008-12-16.

第一作者简介:杨海平,主要从事岩土工程方面的研究. Email:yhp101@126.com

1 引言

2003年7月13日0时20分,即在三峡水库初次蓄水至135m后的第43天,湖北省秭归县砂镇溪镇千将坪村山体突然下滑约1500余万方,历时5分钟。滑坡造成15人死亡、9人失踪,4个乡镇企业被摧毁,当时引起社会广泛关注。千将坪滑坡是三峡蓄水以后发生的第一个大型滑坡,其造成的社会影响和经济损失引起了社会各方面极大的关注^[1]。王治华(2003,2005)^[2~4]、陈永波(2003)^[5]、崔政权(2003)^[6]、张业明(2004)^[7]、F. C. Dai(2004)^[8]、廖秋林(2005)^[9]、罗先启(2005)、李孝平(2006)、杨为民(2006)、肖诗荣等(2007)^[10]、李守定等(2008)^[11]先后就千将坪滑坡特征、类型、构造解析、成因机制、模拟实验等方面进行了研究。王治华、陈永波、崔政权等认为,千将坪滑坡是古滑坡的部分复活;而张业明(2004)、F. C. Dai、杨为民、肖诗荣等(2007)、李守定等(2008)等认为,千将坪滑坡是沿着顺层层间剪切带滑动的新滑坡。

2 基本地质条件

千将坪滑坡体位于秭归县沙镇溪镇千将坪村,地处长江支流——青干河的左岸,距河口约3km,距三峡工程大坝44km。青干河是秭归县的第二条大河,发源于巴东县绿葱坡,在秭归县沙镇溪镇汇入长江,全长近70km,河流落差873m,平均坡降10.9%,水深一般1.0~3.0m,流量季节性变化明显,年平均流量 $19\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

滑坡区为一典型的单面顺向斜坡,斜坡走向NE40°,倾向青干河,斜坡的顶部(分水岭)远眺呈弧形,高程400~500m,斜坡底部边即为青干河河床,一般高程93~95m,最低高程91m,斜坡总体较平直完整,地形坡度前部稍缓,一般15°~20°,后部较陡,为25°~30°。斜坡的西南侧为一陡崖地貌,称为望家岩,陡崖走向为NW16°自山顶高程175~400m,至青干河边94m,崖高80~305m,长800m,主要由聂家山组长石石英砂岩组成,斜坡向北东方向绵延较长。

斜坡上冲沟不甚发育,在滑坡体及下游侧影响区内共见2条宽缓的冲沟,沟长350m左右,沟谷切割深度一般2~5m,沟谷宽度10~40m,沟端高程一般200~250m。

滑坡区山体主要为基岩裸露,基岩地层为侏罗

系中、下统聂家山组(J_{1-2n})。根据地质调查,岩体全风化带厚度约0~1m,强风化带厚度约3~5m,下部为弱风化带岩体。

第四系主要为残坡积层(Q^{dl+el})及河床冲积层(Q^{al})。

滑坡区位于百福坪~流来观背斜的南翼、秭归向斜的北翼,岩层产状为倾向130°,倾角15°~33°,岩层倾向自斜坡顶部至底部由陡逐渐变缓,后缘山体斜坡段岩层倾角30°,最大达33°,至青干河边岩层倾角变为18°,最小15°。岩层为单斜构造,与青干河河谷形成顺向坡结构。

基岩中主要发育两组裂隙:第一组裂隙面平直,较长,可见长度约8~10m,产状 $270^\circ \angle 70^\circ$,间距0.5~0.8m,穿过岩层面;第二组裂隙面平直,相对短小,可见长度3~5m,产状 $360^\circ \angle 70^\circ$,裂隙间距1m左右。两组裂隙呈网格状切割岩体。从滑后调查发现,第一组裂隙对滑体滑动时的侧缘剪切起控制作用、第二组裂隙对滑体滑动时后缘拉裂起到非常重要的控制作用。

滑坡区水文地质条件简单。地下水类型按其赋存条件分为孔隙水、裂隙水。孔隙水主要赋存于第四系松散介质中,接受大气降水补给,多属上层滞水,向深部渗透补给基岩裂隙水;裂隙水赋存于基岩裂隙中,受大气降水或上覆松散介质中的孔隙水入渗补给。地表雨水大部分沿斜坡或宽缓冲沟直接排入青干河,一部分入渗地下,形成上层滞水或上层潜水,在局部陡坎处以泉水形式排出,少部分入渗到基岩面以下。

3 滑坡前兆及滑坡体的地质特征

3.1 滑坡前兆

千将坪滑坡发生整体滑动之前(15~18d左右)有较明显的变形迹象,在滑坡体后缘北东侧高程350m处,一民房房墙于6月27日发现裂缝;6月27日,在滑体的后部南西侧,高程280m处的秭巴公路上出现了裂缝,裂缝宽3~6cm,至7月4日裂缝宽度增至10cm,且形成了一个高约20cm的裂坎,汽车通过困难。千将坪村委会安排了专人进行简易监测。

滑坡发生前14h(7月12日上午10时许)青干河上的一名船员在高程140m左右发现一条宽5cm的裂缝。位于高程182m左右缓坡处的三金硅业公司车间地面多处发现裂缝,裂缝宽3~5cm,公司领

导即组织人员进行监测。7月12日晚9时,滑坡体前缘地带出现土体隆起、鼓包现象,至7月13日零时20分,山体发生滑坡(图1,图2)。



图1 千将坪滑坡体全貌

Fig. 1 Scope of Qianjiangping landslide

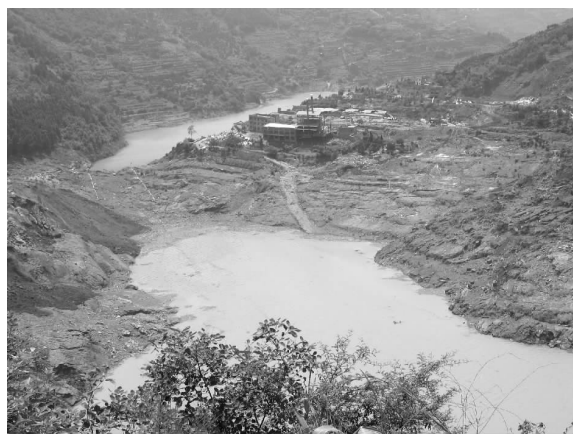


图2 千将坪滑坡前缘,河床阻塞区

Fig. 2 Front of Qianjiangping landslide blocking

3.2 滑坡体的地质特征

3.2.1 滑坡各要素分析

千将坪滑坡体平面总体上呈圈椅状。后缘呈弧形,侧缘呈扇形展开,前缘略呈弧形。滑坡前斜坡前缘高程94.7m,滑后滑坡体前缘高程170m左右(反翘顶部),前缘宽600m,后缘高程350~405m,宽380m,纵向长(顺坡向)1150m,滑坡体总面积 $6.8 \times 105 \text{ m}^2$,按平均厚度30m计算,体积约2040万 m^3 。滑坡形成较典型的微地貌有滑坡壁、整体下滑区、缓坡平台、侧缘拉裂槽、侧缘拉裂坎、前缘反翘区及滑坡牵引拉裂区等多种微地貌。

滑坡壁:位于滑体后缘,高程330m至高程405m,呈弧形,由基岩层面构成,该层面构成了滑坡

的底滑面,面平直,产状 $140^\circ \angle 30^\circ$,宽约380m,长约180m。滑坡壁表面光滑,擦痕明显,擦槽深0.3~1cm,擦痕线理走向大多与壁面走向垂直。

整体下滑区:滑坡壁面以下至缓坡平台以上的部分,高程180~330m段,地形总体坡角 $15^\circ \sim 20^\circ$,后部是块石堆积,为基岩裂解而成,在高程至缓坡平台处,与滑前原始地貌相差较小,旱地之间的梯坎,沟的两侧壁都未发生明显改变。

滑坡平台:位于滑坡前部,高程150~180m之间,宽500m,纵向长350m,面积约 $1.75 \times 10^5 \text{ m}^2$,坡度 $2^\circ \sim 5^\circ$ 。局部有地形反倾,公路路面、厂区地面、农家稻场向山坡侧倾斜。

侧缘拉裂槽:位于滑坡的上游侧,大体走向 330° ,拉裂槽纵向长570m,宽10~40m,槽深5~18m,槽内多为砂岩块石堆积,松散架空。

侧缘拉裂坎:位于滑坡的下游侧,走向顺直,约 305° ,纵向长480m,坎高10~25m,坡下陡坎所揭露的物质成分为残坡积土夹块石,坡上陡坎所揭露的主要为基岩。

河床阻塞区:滑体前缘冲过青干河,将青干河阻塞,阻塞河床长度160m,阻塞区自原河床(原河床高程93~95m)起计厚度达55m。其上游河道形成一个堰塞湖。

滑坡前缘反翘区:青干河右岸为基岩陡崖,高约200m,滑坡高速滑动,前缘冲过青干河后在此陡崖处被阻挡,形成逆冲反翘,反翘区为缓坡地形,最高处高程达177.1m,一般相对高差20~40m。物质组成主要为基岩裂解形成的块石,部分基岩岩层产状仍较清晰,反翘区顶部有较多的原河床的冲积物,主要为大的漂砾、卵石,为基岩滑动通过河床地面时推移而至的。

滑坡牵引拉裂区:位于滑坡下游侧,拉裂区总体上呈长条形,纵向长780m,宽200m。后缘高程与滑坡体的后缘高程基本一致,下游边界则以冲沟为界。拉裂区特征主要为坡体上残积物中有较多的张裂缝,张开宽度0.05~0.3m不等,走向主要为近EW向,一般与滑坡侧缘线方向呈小角度斜交。

滑动方向:该滑坡为基岩整体性顺层滑坡,滑动方向与基岩的倾向(130°)近于一致,滑坡壁面上的擦痕、擦线理与岩层走向垂直,与倾向一致。另一方面,根据实测资料,对岸反翘最高部位与滑坡壁最高点连线方向为 130° ,两方面均表明滑坡滑动方向为 130° 。

滑距:根据滑坡体上的公路被错断开标志来量测,断开平距分别142.9m、147.0m、159.4m,下座高

差分别为 38.5m、49.7、51.0m,综合测定滑距为 148m、155m、167.4m。

滑速:根据附近地震台网监测,滑坡最高滑速达 $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

入水方量:现场调查,前缘入水宽度约 600m,估算滑体入水方量为 240 万 m^3 。

涌浪:涌浪高度可根据两岸植被被水流冲蚀痕迹的最大高度量测,滑坡体处涌浪高度为 23~25m;涌浪传至 3km 的河口处,有小渔船被打沉,本次涌浪共打翻当地大小船只 20 余艘。

牵引拉裂区地质特征:滑坡滑动引起的拉裂变形区主要在滑坡下游侧缘的斜坡上。依据地表裂缝的分布大致圈定其范围:拉裂变形区以滑坡体下游侧缘为界,后缘高程与滑坡体的后缘高程基本一致,最下游侧边至冲沟为界。拉裂区总体上呈长条形,纵向长 780m,宽 200m,分布面积约 $1.6\times 10^5\text{m}^2$ 。拉裂特征主要表现在坡体上松散堆积物中产生的裂缝,张开宽度 0.03~0.3m 不等,越靠近滑坡体裂缝张开宽度越大;裂缝走向主要为近 EW 向,一般与滑坡侧缘线方向小角度斜交。调查中尚未发现基岩裂缝,拉裂变形主要在浅表层。

3.2.2 滑坡体分区

根据地质测绘资料,滑坡体物质主要由基岩块石组成,表层局部分布一些土夹碎块石,平面总体看,按物质组成和结构的差异,滑体物质组成自滑坡后缘至前缘大致可分以下几个区:

块石堆积区:分布在后缘滑坡壁下的斜坡地带,高程 330~260m 左右,分布面积 $5.3\times 10^4\text{m}^2$,块石成分为聂家山组的砂岩,块石直径一般 0.5~4.0m,大者 4~

5m,多为棱角状。大块石中夹有碎石,含量 10%,块石堆积松散,易出现滚落现象,滑后属危险区。

基岩裂解区:分布于块石区以下高程 260~150m 的斜坡地带,分布面积 $1.4\times 10^5\text{m}^2$,主要为由构成原来山体的基岩整体下滑形成的解裂体,下滑过程中,该段岩体虽解裂,但岩体层理及层面均保护较完整,滑后产状与原产状相比,倾向变化较小,由原来的倾 130°变为倾 120°或 110°,倾角由原来的 30°变为 16°、14°,由原来的 18°变为 2°(图 3,图 4),地表原始地貌及地物受破坏很轻微。

土夹块石区:分布于滑坡体前缘的缓坡一带,高程 130~180m,分布面积 $1.7\times 10^5\text{m}^2$,土夹块石一方面是由原斜坡上分布的残坡积层组成的,估计厚度 1.0~8.0m;另一方面是由基岩全强风化岩体随滑坡滑动至此,高速运动后在此处受河床地形阻塞,强烈撞击倾顿后,岩体破碎成块石土或岩屑土。

漂砾卵石区:分布于对岸反翘区的顶部,滑坡滑动过程中,青干河河床冲积层的漂砾、卵石被推移抬高至反翘区的顶端,在陡崖脚下呈条带状分布,漂砾、卵石大小 0.3~1.5m,厚度约 3~5m,明显为河床物质。

3.2.3 滑带土性质分析

滑带土分布在滑体底部,顺基岩的层面(滑动面)连续分布,在后缘滑坡壁面上可见厚约 5~8cm 的滑带土,为青灰色碎屑及小砾石夹粉质粘土,呈硬塑状。地质测绘在滑坡体的后缘取得滑带土样 4 组,分别作了颗分及物理力学性质试验(表 1~3),其中抗剪强度试验是将原状土样中的大于 5mm 的粗颗粒剔除后的重塑样进行直剪。

表 1 滑坡土颗粒分析成果表
Table 1 Analyses results of soil particles

土样编号	土颗粒大小/mm 占重量百分比/(%)						
	>5	5~2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.075	0.075~0.005
1 [#] 、2 [#] 滑带土	18	35	26	9	7	1	2
3 [#] 、4 [#] 滑带土	13	36	28	9	9	1	2

表 2 滑坡土的物理性质试验成果表
Table 2 Physical properties of landslide soil

土样编号	取样深度/ m	湿密度 $\rho /$ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	干密度 $\rho_d /$ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	含水量 $\omega /$ (%)	比重 G_s	孔隙比 e	饱和度 $S_r /$ (%)	液限 $W_L /$ (%)	塑限 $W_P /$ (%)	塑性指数 I_{P17}
1 [#] 、2 [#] 滑带土	0.5	2.03	1.77	14.8	2.72	0.537	75.0	40	19	21
3 [#] 、4 [#] 滑带土	0.5	2.02	1.80	12.2	2.71	0.506	65.3	35	18	17

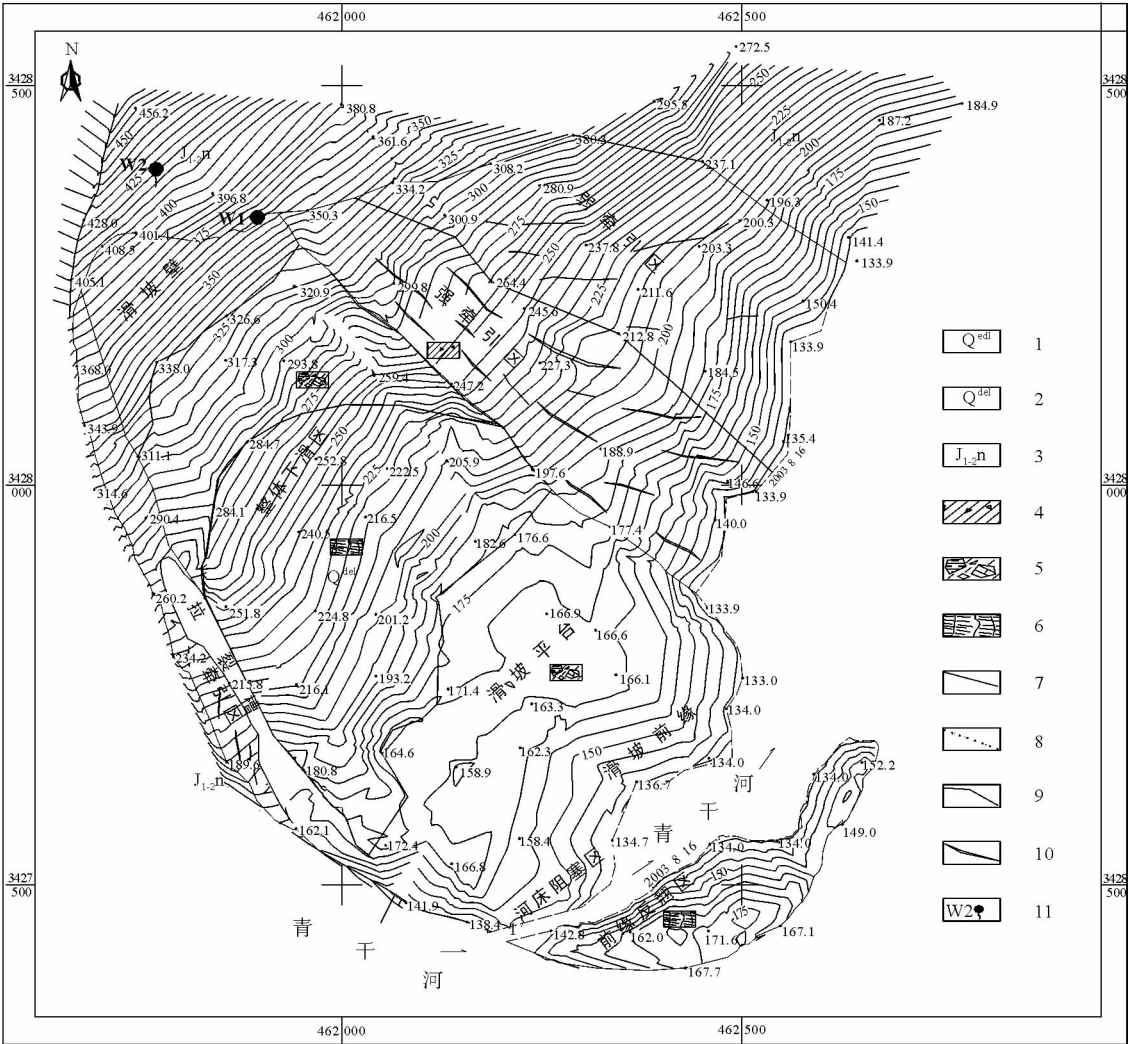


图3 千将坪滑坡体平面地质图

Fig. 3 Map of Qianjiangping landslide

1. 第四纪残坡积层;2. 第四纪滑坡堆积层;3. 侏罗系下统聂家山组:紫红色泥岩、灰、深灰色水云母页岩夹粉砂岩生物碎屑灰岩、泥灰岩;
4. 土夹碎块石;5. 块石夹土;6. 滑坡块裂体;7. 第四系与基岩分界线;8. 滑坡体物质分区线;9. 滑坡界线;10. 裂缝;11. 水文点及编号

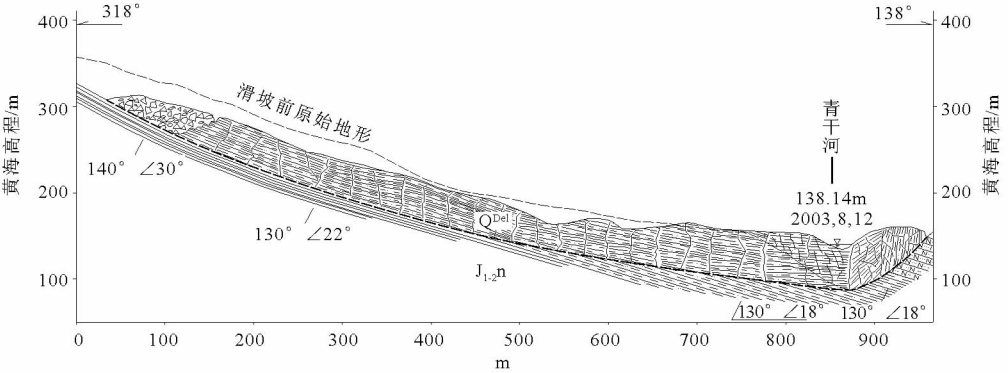


图4 千将坪滑坡地质剖面图

Fig. 4 Profile of Qianjiangping landslide

表3 滑坡土力学性质试验成果表

Table 2 Mechanical properties of landslide soil

土样编号	取样深度/m	内聚力 c' /kPa	内摩擦角/($^{\circ}$)
1#滑带土	0.5	17.5	10.8
2#滑带土	0.5	20.2	11.3
3#滑带土	0.5	17.7	16.7
4#滑带土	0.5	19.0	19.3

4 滑坡成因分析

滑坡的发生是多方面因素综合影响的结果,既有内在原因也有外在因素作用。千将坪滑坡内在因素有斜坡地形地貌、地层岩性组合、岩层层面倾角由陡变缓、软弱夹层等;外因归纳起来主要是水的作用,包括持续的强降雨、三峡蓄水致青干河水位抬高、坡体后缘持续的地表水流入渗等。

4.1 内 因

(1)地形地貌条件:滑坡发生于典型的单面顺向坡,该山坡倾向青干河,西南侧为望家岩陡崖,由于该陡坎对斜坡的切割,斜坡南西侧无侧向约束。南侧为青干河谷,千将坪斜坡体三面临空,为斜坡发生滑动提供了有利的地形条件。

(2)岩性组合:滑坡区地层岩性为灰绿色厚~巨厚层长石石英砂岩、粉细砂岩夹少量紫红色粉砂质粘土岩、泥岩。砂岩层较厚,岩质较坚硬;粘土岩岩层厚度较小、岩质软弱,亲水性矿物成分含量较多,遇水极易软化,且该层位于斜坡岩体下部,成为该斜坡发生滑坡的最重要因素。

(3)构造条件:坡体基岩总体上呈简单的单斜构造,岩层走向 NE40°,倾向 SE,形成顺向坡,岩层倾角自坡顶至青干河谷底渐缓:由 30°降至 18°~20°。这种“靠椅状”岩层构造有利于斜坡岩体发生重力式下滑。另外,基岩中发育的两组裂隙为滑坡体滑动时的侧缘剪切、后缘拉裂起到非常重要的控制作用。

4.2 外 因

(1)持续的强降雨:滑坡发生于7月中旬,正值当地雨季,自2003年6月20日~2003年7月10日,发生了6次共8d降雨,虽为不连续降雨,但7月9、10两日为大暴雨,总降雨量达191mm,与历史同期降雨量相比,雨量增加31mm。水的大量入渗增

加了坡体物质的容重,裂隙、孔隙中赋存的地下水所产生的渗透压力是对斜坡发生变形有重要影响,更重要是大量水的入渗,岩质软弱的粘土岩层力学性质变差。

(2)三峡水库蓄水:2003年6月上旬,三峡水库第一次蓄水至135m水位,蓄水前青干河水位高程约95m,水位抬高近40m,坡体前缘物质受到库水的浸泡、侵蚀作用,强度降低,特别是斜坡下部的软岩力学性质变差。

(2)地表泉水入渗:滑体后缘有一常年不干的泉水点,流量0.10~0.20L·min⁻¹,当地村民利用其作为稻田灌溉水源,该泉水虽流量小,但其对层面附近基岩的浸润软化作用是持续的、长久的,也是影响斜坡岩体变形的因素之一。

5 结 论

山体滑坡是一种自然灾害,人力虽不可抗据,但仍能作到有效地防患于未然。从千将坪滑坡的经验中可以得到的启示是,滑坡的防范重点是加强监测,在斜坡变形早期,观测次数时段可间隔相对长点,至斜坡变形后期,观测次数要加密,并要在专业人员指导下,进行精确监测,并将监测情况及时汇报。倘若发现变形严重,变形速度加快,裂缝张开宽度增大,就应及时将人员撤至安全地带。

基岩滑坡与土层滑坡在变形表象上有较大的区别,土层斜坡虽有较大变形,但在相当长一段时间内并未发生滑动,笔者在三峡库区见到多处类似现象,很多土层斜坡张开裂缝达0.5~2m,下错高度达1~2m,但斜坡未发生滑动。而基岩滑坡不同,一旦有了变形迹象,要立即引起关注,迅速进行监测,千将坪滑坡变形量不大,裂缝张开宽度多小于10cm,下错高度小于20cm,却在很短的时间内就发生了滑坡,这点经验说明,基岩斜坡一旦有变形裂缝张开,就应密切关注,避免灾难发生。

参 考 文 献

[1] 三峡库区地质灾害防治工作指挥部. 湖北省秭归县沙镇溪镇千将坪滑坡[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(3): 46~48.
Headquarter of geological hazard and control in Three Gorges reservoir. Qianjiangping landslide in Zigui Shaxisha town, Hubei prov-

- ince. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2003, **14**(3):46~48
- [2] 王治华,杨日红,王毅. 秭归沙镇溪镇千将坪滑坡航空遥感调查[J]. 国土资源遥感,2003, **57**(3):5~9.
Wang Zhihua, Yang Rihong, Wang Yi. An airborne remote sensing survey of Qianjiangping landslide in Zigui Shaxisha town. Remote Sensing For Land & Resources, 2003, **57**(3):5~9.
- [3] 王治华. 数字滑坡技术及其应用[J]. 现代地质,2005, **19**(2):157~164.
Wang Zhihua. Progress and applications for digital landslide. Geoscience, 2005, **19**(2):157~164.
- [4] 王治华,杨日红. 三峡水库区千将坪滑坡活动性质及运动特征[J]. 中国地质灾害与防治学报,2005, **16**(3):5~11.
Wang Zhihua, Yang Rihong. The activity characteristics and movement style of Qianjiangping Landslide in the Three Gorges Reservoir region. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2005, **16**(3):5~11.
- [5] 陈永波,王成华,樊晓一. 湖北省千将坪大型滑坡特征及成因分析[J]. 山地学报,2003, **21**(5):633~634.
Chen Yongbo, Wang Chenghua, Fan Xiaoyi. Landslide feature and the genesis of Qianjiangping in Hubei Province. Journal of Mountain Research, 2003, **21**(5):633~634.
- [6] 崔政权. 滑坡牵动域是滑坡研究领域里的重要内容[J]. 岩土工程界,2003, **6**(11):66~68.
Cui Zhenquan. Landslide - involving domain - a key for studying landslides. Geotechnical Engineering World, 2003, **6**(11):66~68.
- [7] 张业明,刘广润,常宏等. 三峡库区千将坪滑坡构造解析及启示[J]. 人民长江,2004, **35**(9):24~26.
Zhang Yemin, Liu Guangrun, Chang Hong et al.. Analysis of Qianjiangping landslide structure in Three Gorges reservoir area and revelation. Yangtze River, 2004, **35**(9):24~26.
- [8] F C Dai, J H Deng, L G Tham, et al.. A large landslide in Zigui County, Three Gorges area [J]. Canada Journal of Geotechnical Engineering, 2004, (41):1233~1240.
- [9] 廖秋林,李晓,李守定等. 三峡库区千将坪滑坡的发生、地质地貌特征、成因及滑坡判据研究[J]. 岩石力学与工程学报. 2005, **24**(17):3146~3153.
Liao Liulin, Li Xiao, Li Shouding et al.. Occurrence, geology and geomorphology characteristics and origin of Qianjiangping landslide in three gorges reservoir area and study on ancient landslide criterion. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2005, **24**(17):3146~3153.
- [10] 肖诗荣,刘德富,胡志宇. 三峡库区千将坪滑坡地质力学模型研究[J]. 岩土力学. 2007, **28**(7):1460~1464.
Xiao Shirong, Liu Defu, Hu Zhiyu. Study on geomechanical model of Qianjiangping landslide, Three Gorges Reservoir. Rock and Soil Mechanics, 2007, **28**(7):1460~1464.
- [11] 李守定,李晓,刘艳辉,孙喜书. 千将坪滑坡滑带地质演化过程研究[J]. 水文地质工程地质,2008, **35**(2):18~23.
Li Shouding, Li Xiao, Liu Yanhui, Sun Xishu. Geological evolution process of sliding zone in Qianjiangping landslide. Hydrogeology and Engineering Geology, 2008, **35**(2):18~23.
- [12] 李明,唐红梅,叶四桥. 三峡库区康家嘴滑坡破坏过程及演绎研究[J]. 工程地质学报,2008, **16**(2):173~177.
Li Ming, Tang Hongmei, Ye Siqiao. Process of breakage and deduction of the Kangjiazui landslide in the Three Gorges reservoir region. Journal of Engineering Geology, 2008, **16**(2):173~177.

新 书 介 绍

《汶川地震地质与滑坡灾害概论》

殷跃平等著

本书概要论述了汶川8.0级地震发震构造——龙门山断裂带地质成因、演化历史和活动特征;介绍了自1991年以来,特别是地震发生前后,龙门山断裂带及邻区地壳运动的GPS监测成果,以及沿龙门山断裂带产生的地震陡坎、地震鼓包、地表破裂等地震变形和同震位移调查成果。系统介绍了汶川地震诱发的15000多处滑坡等地质灾害基本分布和33处滑坡堰塞湖的风险评价结果;对地震滑坡的触发机理和类型进行了初步研究,并通过实例分析了地震滑坡的气垫效应、碎屑流效应和铲刮效应等高速远程滑动特征;最后,对汶川8.0级地震带来的问题进行了科学反思。

本书图文并茂,既收录了大量的现场实例,又进行了初步理论分析,是系统论述汶川8.0级地震的地质和滑坡灾害的一部专著,可供地质灾害、地震地质、工程地质、环境地质、水利工程、岩土工程、城镇建设等部门,以及有关院校和科研机构广大科技人员、研究生参考。

本书约15万字,140页,由地质出版社2009年3月出版。本书定价:60元,邮费15元。

汇款邮寄地址:100029 北京 9825 信箱《工程地质学报》编辑部

联系电话及邮箱:010-82998121

gcdz@mail.igcas.ac.cn

