

文章编号: 1008-2786-(2016)2-200-08

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000119

## 软岩区低强度地震诱发大规模滑坡的机理 ——以重庆小南海地震滑坡为例

王金鹏 李渝生\* 张超

(成都理工大学/地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室,四川 成都 610059)

**摘 要:** 为研究低强度地震在软岩区诱发大规模滑坡的动力学机理,通过现场调查采样,采用单轴动循环荷载试验及离散元数值模拟分析方法,对岩体强度的动力衰减问题、孤立突出地形的动力响应以及滑坡形成机理研究。结果表明:1. “龟裂状”泥岩的动力响应极为敏感,极易崩解脱离成碎裂岩块;2. 高陡孤立状软质岩山体的动力放大效应十分强烈,山体内部最大水平及竖向加速度分别为  $-4.2 \sim 7.8 \text{ m/s}^2$  及  $-17.0 \sim 9.0 \text{ m/s}^2$ ,远高于基岩的  $0 \sim 1.5 \text{ m/s}^2$ ;3. 经过碎裂化处理的模型 2 模拟结果与实际一致;4. “龟裂状”泥岩的震动崩解碎裂,导致山体剪切滑移形式由泥岩层面控制的平面摩擦型,转变为受泥岩振动碎裂带控制的转动摩擦滑动(甚至滚动摩擦)。受此机理控制,剪切面摩擦力急剧降低,剪切位移发生突变,山体迅速崩解破坏。这种特殊的成因机理,称之为孤立山体底部“龟裂状”泥岩层的“动力触变崩解”效应。

**关键词:** 地震滑坡;动力触变;转动摩擦;动力响应

**中图分类号:** P315.2 P642.22

**文献标志码:** A

对于大型灾难性滑坡,国内外学者进行了广泛而深入的研究。软质岩地区发生的大规模滑坡,通过统计发现其诱发因素为冻融<sup>[1-2]</sup>、融雪<sup>[3]</sup>、暴雨<sup>[4-5]</sup>、水库蓄水<sup>[6]</sup>以及人类工程扰动,这些滑坡的共同特征都是软岩在水的作用下,力学性能发生弱化,导致斜坡在重力作用下发生滑动。1856-06-10 重庆黔江地区发生 6 $\frac{1}{4}$ 级地震,触发了大规模滑坡堵江事件,形成了现今的小南海。滑坡规模  $6.0 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,具有典型的高速远程碎屑流特征。该滑坡发生于软岩(泥岩、页岩)地区,地震震级低,但滑坡规模巨大。低强度地震如何在软岩区诱发大规模滑坡,至今没有一个合理的解释。

在汶川地震诱发的大量滑坡中,大规模滑坡基

本上都是由硬质岩(石灰岩、白云岩、砂岩及花岗岩)及其覆盖层在地震作用下发生破坏<sup>[7]</sup>。强震诱发滑坡发生过程<sup>[8-9]</sup>:初始斜坡—地震抛射—撞击崩解—高速滑流。

研究发现地震作用下发生滑坡的最小地震加速度为  $0.15 \text{ g}$ <sup>[10]</sup>。但是由于地形放大效应<sup>[11-18]</sup>,会使得在地形凸出部位、背波面、地震波与坡面大角度相交以及地震波与地形耦合、前震与主震相叠加等作用下,地震加速度会被成倍放大。

本文在地质调查实测基础上,采用动循环荷载试验研究及 UDEC 数值模拟方法,分析软质岩的动力特性及山体的动力响应特征,探讨低强度地震触发软质岩山体的高速远程碎屑流溃滑的动力学机

收稿日期(Received date): 2015-03-16; 修回日期(Accepted): 2015-04-24。

基金项目(Foundation item): 地质灾害与地质环境保护国家重点实验室自主研究项目(40100-00002219)。[Supported by the independent research projects of State Key Lab. of Geo-hazard Prevention and Geo-environment Protection(40100-00002219).]

作者简介(Biography): 王金鹏(1989-),男(汉),籍贯陕西省,硕士研究生,专业方向为岩土体稳定及工程环境效应。[Wang Jinpeng(1989-), male(Han), born in Shaanxi, graduate student for Master Degree, major in rock and soil stability and environmental effects of the project.]

\* 通信作者[Corresponding author]: 李渝生[Li Yusheng] E-mail: liyusheng@cdut.cn

理,为软岩区地震灾害防治提供指导。

## 1 滑坡区地质环境条件

### 1.1 地貌

小南海地震滑坡区河谷地形较为宽阔(图1),河谷走向与两岸主体山脉延伸方向一致,为NEE向。河谷两岸地形条件极为特殊,均为三面临空、高差400~600 m的孤立状高陡单薄山体(图2),坡度为40°~60°。



图1 滑坡堆积体全貌

Fig. 1 Panorama view of Xiao Nanhai seismic landslide



图2 滑坡堆积体前缘碎块流堆积体

Fig. 2 Front of landslide debris flow

### 1.2 地层岩性

根据现场地质调查,滑坡区内出露岩层主要为志留系中统罗惹坪组( $S_2lr$ )的灰色钙质页岩与灰绿色泥岩的不等厚互层,偶夹浅灰色介壳灰岩透镜体。

1. 钙质页岩(图3): 钙质含量极高,碳酸钙含



图3 钙质页岩

Fig. 3 Calcium shale



图4 龟裂状泥岩

Fig. 4 "cracked" mudstone

量高达20%~45%,新鲜断面可见灰质断口。除页理面外,其他方向裂隙发育较少。锤击声音较为清脆,略有回弹,远较一般页岩坚硬。

2. “龟裂状”泥岩(图4): 泥岩矿物成分为粘土矿物。泥质结构,层状构造。其基本特性为具有极为显著的“龟裂团块状”结构,这些团块为成岩过程中固结收缩所致。

### 1.3 地质构造

滑坡区位于黔江逆冲断裂上盘,该地区发生有记录的地震( $M_s \geq 3.0$ )共有11次(图5)。现场调查测得岩层产状55°/SE $\angle$ 3°~5°,优势节理面产状293°/SW $\angle$ 60°,滑坡体后缘山体被产状为296°/SW $\angle$ 82°的节理带分割(图6)。

上述三种控制性结构面将山体切割成多个极为不稳定的块体,由此共同构成小南海滑坡山体变形破坏的岩体力学边界条件。

## 2 岩石单轴动荷载试验

在地震动荷载作用下,岩石受到地震波的震动作用,使得其力学性能发生变化。动荷载试验就是为了研究岩石在动循环荷载作用下,其力学性能变化情况。

### 2.1 仪器及参数

试验采用的试验设备是地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室的MTS815电液伺服岩石力学综合试验系统。载荷控制以0.1 kN/s的速度加载到预设值 $\sigma_0 = 10$  MPa,该预设值考虑为剪切带处最大水平主应力 $\sigma_H$ 。加载波形为正弦波,参考Ⅷ度地震振动特征,设定频率2 Hz、周期 $T = 0.5$  s,振幅设置按水平地震应力8 MPa考虑[小南海地震发生于1850年,因尚未有地震监测,故参数主要依据2008-05-17,发生在中国四川的一次 $M_s$ 为6.1地震(32.2N,105.08E)此次地震与小南海地震具相似性,都发生于青山峡谷后]。

岩石试样均取自构成地震滑坡山体的志留系罗惹坪组泥岩和页岩,试样规格50 mm $\times$ 50 mm $\times$ 50 mm,每组5个,共2组。

可按下式计算预设值 $\sigma_H$ 及振幅 $\Delta\sigma$ <sup>[19]</sup>:

$$\sigma_H = 0.03H + 4.363$$

$$\Delta\sigma = (Ma_{\max})/S$$

式中  $H$  为剪切带深度,约为240 m,  $M$  为单个试样块体质量,  $a_{\max}$  为地震水平加速度,取值为0.25 g,  $S$

为试样块体受力面面积。

2.2 试验结果与分析

在相同的动循环荷载作用下,泥岩试样多数破裂成碎块状(图7);页岩试样均未产生明显的宏观破裂(图8)。二者试验结果差别极为明显。

2.2.1 轴向应变与荷载循环次数关系

根据试样的轴向应变与荷载循环次数的关系曲线(图9),页岩的应变在经历循环荷载初期的减速型增加后迅速趋于稳定,随循环荷载的持续作用应变保持在一个恒定量值而不再增大。

泥岩的应变经历初期的减速型增加后迅速进入弹性变形阶段,岩石的应变随循环荷载呈线性增大,处于不稳定破裂发展阶段。随着荷载的持续作用,岩石的应力应变很快进入累进性破裂发展阶段,应变呈非线性加速增大直至破坏。

2.2.2 动弹性模量与循环荷载次数关系

试验结果(图9)显示,在前几个循环周期内,页岩的动弹模变化虽然在最初的循环周期内有一定差异,但随着循环次数的增加最终趋于恒定(图9a)。泥岩动弹模的变化较为复杂,随着循环次数的增加,

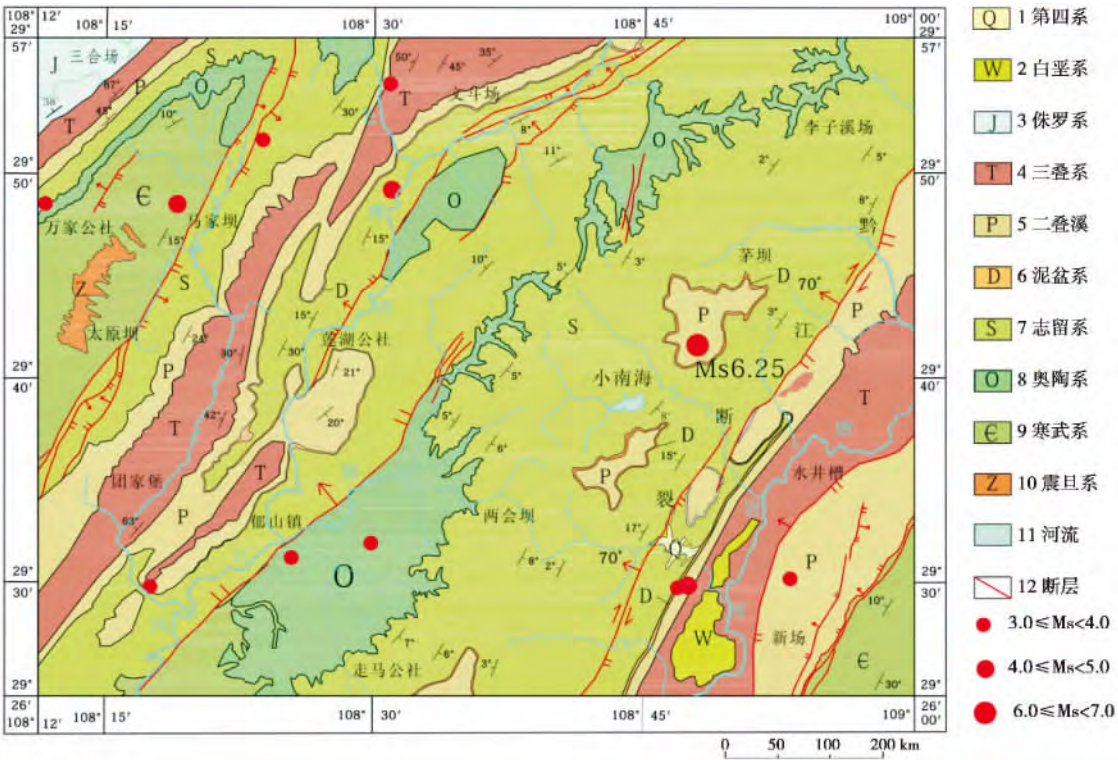


图5 区域地质图

Fig. 5 Regional geological structure

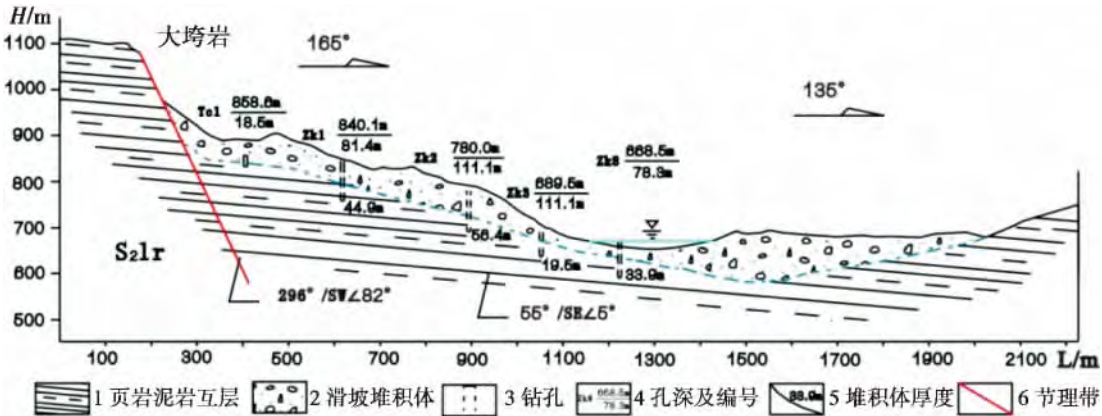


图6 滑坡体剖面图

Fig. 6 Landslide profile



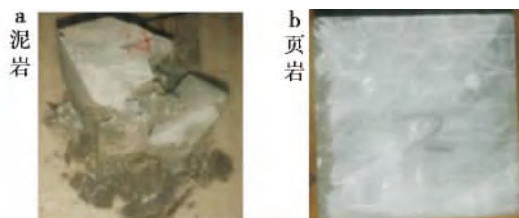


图7 循环荷载的振动作用下的泥岩及页岩破坏情况

Fig. 7 Mudstone and shale destruction under cycle dynamic loads

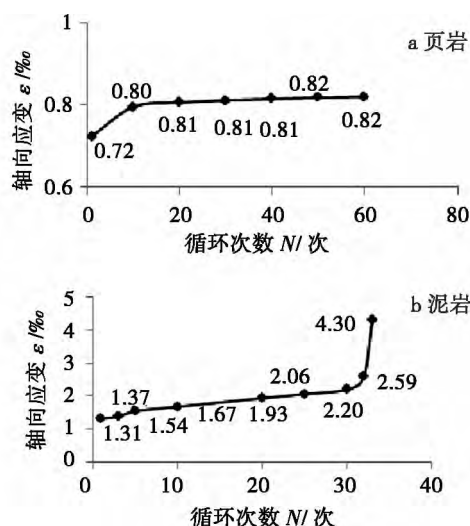


图8 轴向应变-循环次数关系曲线

Fig. 8 Axial strain-load cycle relationship curves

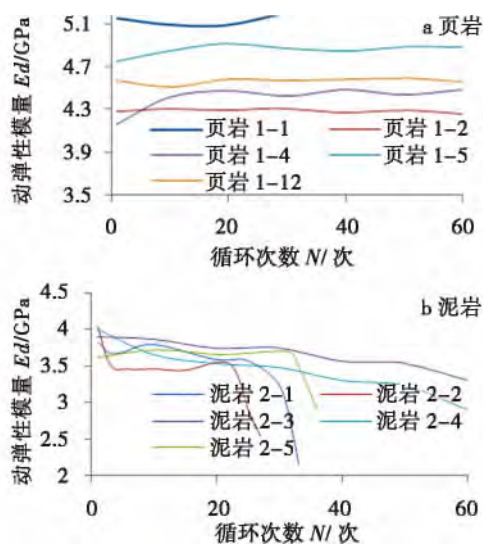


图9 动弹性模量随荷载循环的变化曲线

Fig. 9 Dynamic elastic modulus curve with load cycles

部分样品的动弹模急剧降低(图9 b)。这表明在相同的Ⅷ度地震循环荷载作用下,页岩内部未出现明显的应力损伤,泥岩的应力损伤则十分明显。

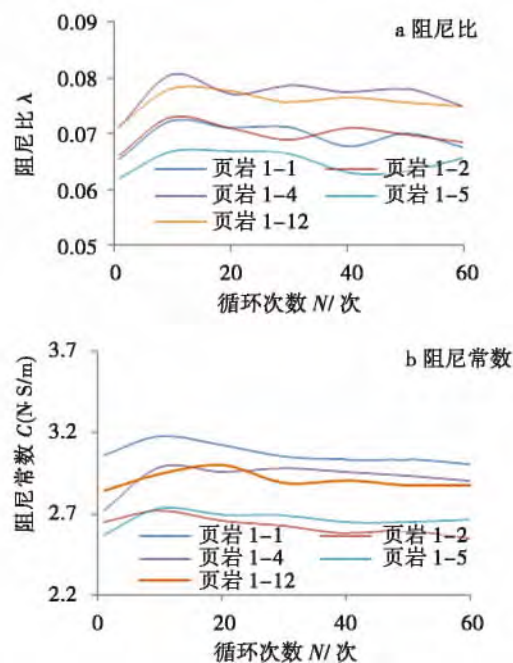


图10 页岩阻尼比和阻尼常数随荷载循环的变化曲线

Fig. 10 Shale damping ratio and damping coefficient vs. load cycles

### 2.2.3 岩石阻尼比与阻尼常数变化

试验结果显示,页岩(图10)的阻尼比、阻尼系数在循环荷载作用初期均明显增大,大致经历10个振动循环周期后,阻尼比、阻尼系数开始呈波浪起伏状下降;随着循环次数的增加,阻尼比、阻尼系数逐渐趋于恒定。部分泥岩(图11)的阻尼比、阻尼系数

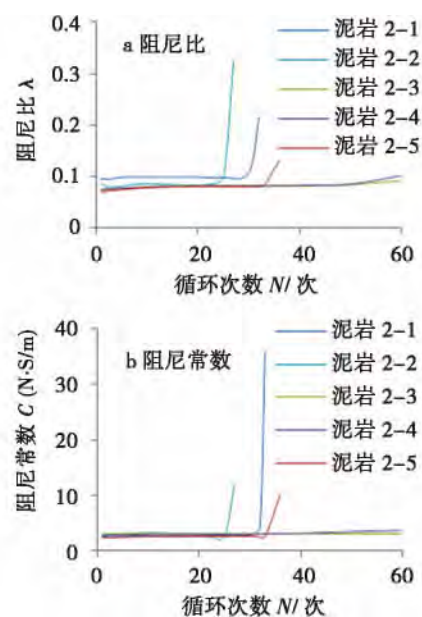


图11 泥岩阻尼比和阻尼常数随荷载循环的变化曲线

Fig. 11 Mudstone damping ratio and damping coefficient vs. load cycles

在循环周期达到一定量时会( 阻尼比、阻尼系数) 急剧增大,直至岩石破坏。

由此可见,在相同的地震循环荷载作用下,页岩的阻尼特性变化较小,岩石的阻尼耗能未出现异常;泥岩的阻尼特性则出现剧烈的异常变化,岩石应变能急剧释放,结构强度完全丧失。

2.3 试验讨论

通过试验分析,我们发现泥岩在循环荷载作用下,力学性能弱化现象明显强于页岩。主要是因为泥岩在成岩过程中固结收缩形成龟裂纹,这种特殊的结构特性,导致其在近地表低围压条件下发生松弛张裂。在循环荷载作用下,会在龟裂纹面产生反射应力波,造成瞬时拉应力,在拉应力作用下,裂纹迅速发展,使得泥岩崩解破裂。

3 离散单元法动力数值模拟

通过试验我们发现龟裂泥岩的动力特性差,在震动荷载作用下容易崩解破碎成块状。进而猜测该地震滑坡发生时,龟裂泥岩受到地震波循环振动,使得其破碎成碎块状,从而使得滑面附近泥岩震动碎裂,形成一个破碎带,滑面发生转动摩擦,导致山体剪应力急剧增加,进而发生破坏。为了对该想法进行验证,我们通过 DUEC 离散元进行数值模拟。

3.1 数值模型及边界条件

在实际调查的基础上,我们对模型进行概化,建立了受平面摩擦控制的模型 1 和受转动摩擦控制的模型 2。为准确和方便动力计算分析,模型采用底部粘性边界和在两侧采用自由场边界( 表 1,图 12)。

模型 1: 受层面控制的平面摩擦型滑移模式。滑面上部基岩划分块体小于下部基岩,岩体力学参数一致。

模型 2: 受泥岩震动碎裂带控制的滚动摩擦型

滑动模式。由于该软件计算过程中无法对块体进行切割破碎,因此对滑面进行处理。在滑面附近取出一薄层进行碎裂化处理,目的在于模拟泥岩在震动过程中破碎。力学参数与模型 1 一致。

3.2 模型参数及动力输入

模型计算所需的岩石力学参数主要通过岩石单轴循环动荷载试验及直剪试验获取,其中页岩内聚力  $C$  值及内摩擦角  $\varphi$  值采用振动试样的屈服强度计算所得值,泥岩则拟将其切割成碎块状来实现其强度的折减,所以其抗剪强度参数仍然使用天然泥岩试样的屈服强度计算所得值。其余参数主要以现场调查结果结合工程类比法为手段,通过室内综合分析获取( 表 1)。

通过对历史资料的查询和现场地质调查以及室内综合分析认为,该次地震的震中基本烈度约为Ⅷ度,水平加速度约为  $0.25\text{ g}$ 。此次模拟动力输入采用的是发生于 2008-05-17 的一次余震( $M_s$  为 6.1) 的速度-时程曲线数据( 图 13) 监测数据显示此次地震的最大地震加速度为  $0.25\text{ g}$ ,与小南海地震基本一致。

3.3 数值模拟结果

建模完成后,对模型在天然条件下稳定性进行分析,两个模型在天然状态下均能稳定( 图 14)。

在数值建模时,通过在坡体表面及内部建立监测点( 图 12),对其加速度进行监测。根据数值模拟计算分析,孤立山体内部最大加速度响应极为强烈,4#点水平及竖向加速度计算值分别为  $-4.2 \sim 7.8\text{ m/s}^2$  及  $-17.0 \sim 9.0\text{ m/s}^2$ ( 图 15)。这种显著的加速度放大效应与孤立高陡的地形和软质岩山体强烈的地震惯性作用两方面因素有关。

地震波输入后,受层面滑移控制的模型( 图 12),失稳山体在地震惯性力的驱动下持续运动 380 s 后,堆积体停滞于山谷左岸缓坡地带,水平最大位移仅 600 m,并未造成沟谷堵塞现象,与实际情况不符合。

表 1 模型介质物理力学参数  
Tab.1 Physical and mechanical parameters of the model medium

材料	密度/( $\text{kg/m}^3$ )	动弹性模量/GPa	泊松比	内聚力/MPa	内摩擦角/ $^\circ$	抗拉强度/MPa	法向刚度/( $\text{MPa/m}$ )	切向刚度/( $\text{MPa/m}$ )
泥岩	2 400	3.5	0.26	0.83	34	1.32		
页岩	2 418	4.5	0.23	1.06	36	2.02		
层面				2.6	20	0.42	2 300	250
节理密集带				0.8	13	0.21	180	100
优势节理面				0.3	8	0.01	1 500	960

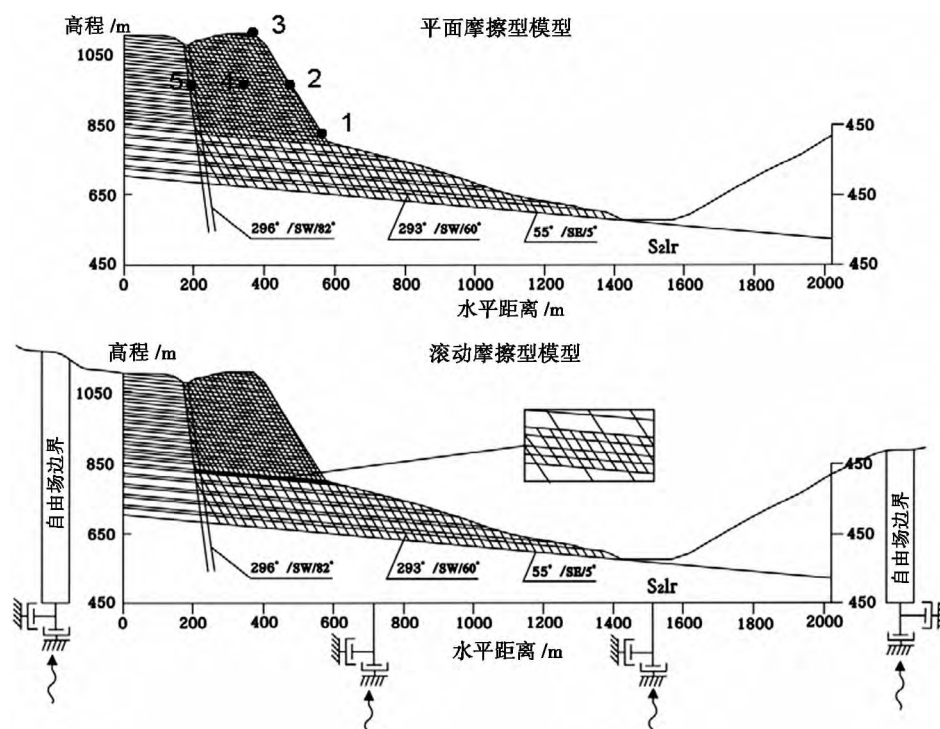


图 12 UDEC 动态分析模型及边界条件

Fig. 12 UDEC dynamic analysis model concept map and boundary conditions

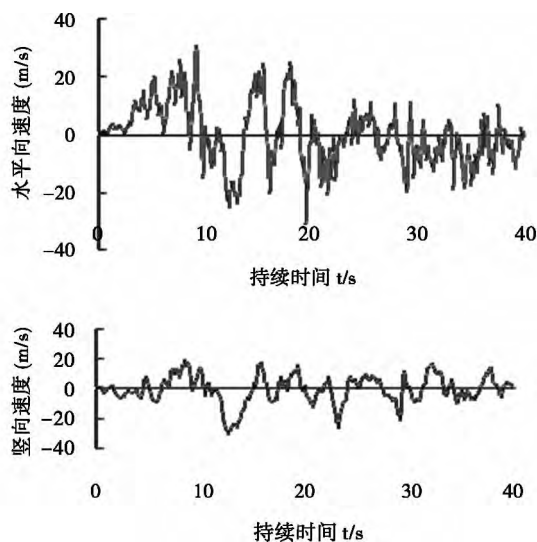


图 13 速度-时程曲线

Fig. 13 Velocity-time history curve

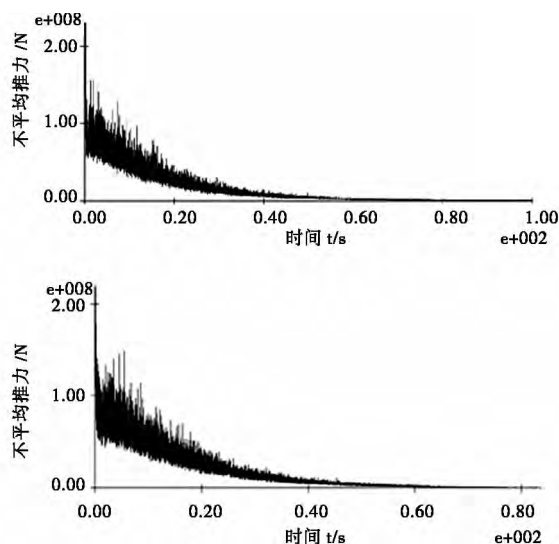


图 14 最大不平衡力时程曲线

Fig. 14 Time-history curve of the maximum unbalanced force

受泥岩震动碎裂带控制的滚动摩擦型滑动模型(图 12) 失稳山体在地震惯性力作用下持续运动 248 s, 块碎石流滑体运移 1.4 km 堆积于河谷底部造成沟谷堵塞(图 13) 与实际情况吻合。

### 3.4 讨论

通过对比模型 1 与模型 2, 我们发现模型 2 的结果与实际情况更为接近。这就很好地验证了我们

提出的泥岩震动碎裂, 导致滑带碎裂泥岩发生转动摩擦, 最终使得山体在地震作用下迅速破坏。由于地形放大效应, 使得山体实际受到的加速度远大于 0.25 g(从图 15 可以得到验证), 会导致循环加载振幅增大, 泥岩龟裂纹中产生更大的拉应力, 岩石更容易崩解破坏(图 16)。

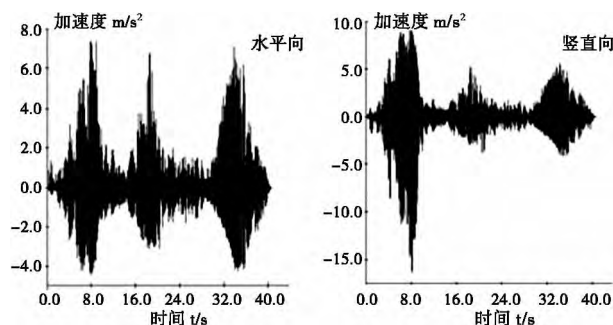


图 15 最大水平加速度及竖向加速度响应曲线

Fig. 15 Acceleration response curve

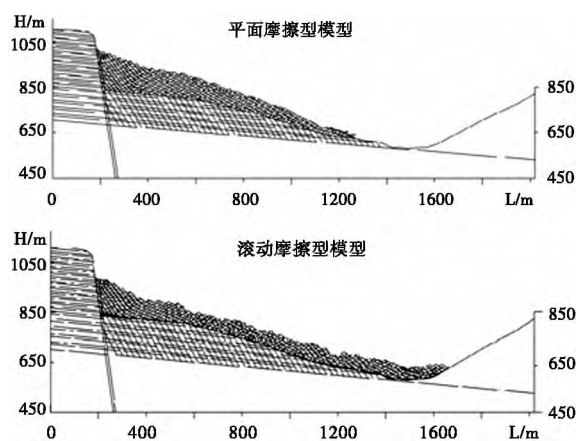


图 16 滑体运移终止时的堆积状态

Fig. 16 Landslide accumulation after movement stopped

## 4 滑坡形成机理

由图 6 可知,该坡体受到一组优势节理和后缘节理带以及层面分割,构成了滑坡的边界。高陡孤立的山体,在坡体下部应力较为集中。在Ⅷ度相对较低的动力条件下,受放大效应影响,使得坡体受到的振动荷载成倍增加,使得某一层面原本“龟裂状”泥岩在循环振动下崩解破碎。泥岩一旦发生破碎,会导致该层面形成碎裂剪切带,微小的位移都会使得泥岩碎块进一步破碎。破碎带内聚力几乎为零,摩擦角也会急剧降低,使得坡体剪切滑移形式由平面摩擦转变为转动摩擦。使得剪切位移突然增大,给予上部岩体很大的初速度,沿着该破碎带滑出(抛出),形成规模巨大的小南海滑坡。

## 5 结论

1. 在相同的循环荷载作用下,“龟裂状”泥岩大约经历 30 次循环就会崩解破碎为碎块状,力学性能

急剧降低;页岩没有破坏,力学性能几乎没有变化。

2. 通过对龟裂泥岩的碎裂化处理,模拟结果与实际相符。表明,在地震作用下,孤立高陡软质岩山体受地形放大效应明显,泥岩会在循环振动作用下发生崩解破坏。

3. 软质岩在较低强度地震作用下,泥岩崩解碎裂成块状,使得该层面摩擦力和内聚力急剧降低,微小的变形都会使得软岩进一步破碎,使坡体剪切滑移形式由平面摩擦转为转动摩擦,使得坡体位移发生突变,给予上部岩体很大的初速度,沿该破碎层面滑出(或抛出)。

## 参考文献(References)

- [1] 黄润秋, 许强等. 中国典型灾难性滑坡[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 94 - 145 [Huang Runqiu, Xu Qiang, et al. Catastrophic landslides in China[M]. Beijing: Science Press, 2008: 94 - 145]
- [2] 杨锡金, 王民新. 甘肃洒勒山滑坡及其治理的研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1986, 22(1): 107 - 112 [Yang Xijin, Wang Minxin. The landslide of Sale Mountain in Gansu Province and research of its tackling [J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 1986, 22(1): 107 - 112]
- [3] 柴贺军, 王士天, 许强等. 西藏贡嘎滑坡物质运动全过程数值模拟研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2001, 12(2): 1 - 4 [Chai Hejun, Wang Shitian, Xu Qiang, et al. Numerical simulation on overall process of Yigong slump at Bomi, Tibet [J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2001, 12(2): 1 - 4]
- [4] 徐进, 邓荣贵, 任光明. 鸡扒子滑坡的地质力学模拟研究[J]. 地质灾害与环境保护, 1990, 1(1): 47 - 54 [Xu Jin, Deng Ronggui, Ren Guangming. The geological mechanics simulation study of Jipazi landslide [J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 1990, 1(1): 47 - 54]
- [5] [范宣梅, 许强, 黄润秋等. 四川宣汉天台特大滑坡的成因机理及排水工程措施研究[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2006, 33(5): 448 - 454 [Fan Xuanmei, Xu Qiang, Huang Runqiu, et al. The formation mechanism of the Tiantai landslide induced by precipitation in Xuanhan, Sichuan and the design of drainage [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2006, 33(5): 448 - 454]
- [6] 文宝萍, 申健, 谭建民. 水在千将坪滑坡中的作用机理[J]. 水文地质工程地质, 2008(3): 12 - 18 [Wen Baoping, Shen Jian, Tan Jian-min. The influence of water on the occurrence of Qianjiangping landslide [J]. Hydrogeology & Engineering geology, 2008(3): 12 - 18]
- [7] 许强, 裴向军, 黄润秋等. 汶川地震大型滑坡研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 53 - 472 [Xu Qiang, Pei Xiangjun, Huang Runqiu, et al. Large-scale landslides induced by the Wenchuan Earthquake [M]. Beijing: Science Press, 2009: 53 - 472]
- [8] 殷跃平. 汶川八级地震滑坡高速远程特征分析[J]. 工程地质学报, 2009, 17(2): 153 - 166 [Yin Yueping. The catastrophic earthquake landslide analysis of characteristics of high speed remote [J].

- Journal of Engineering Geology 2009 ,17(2) : 153 – 166]
- [9] 殷跃平. 汶川八级地震滑坡特征分析[J]. 工程地质学报, 2009 , 17(1) : 29 – 38 [Yin Yueping. Analysis of characteristics of the catastrophic earthquake landslide [J]. Journal of Engineering Geology , 2009 ,17(1) : 29 – 38]
- [10] Khazai Bijan ,Sitar Nicholas. Evaluation of factors controlling earthquake-induced landslides caused by Chi – Chi earthquake and comparison with the Northridge and Loma Prieta events [J]. Engineering Geology 2004 ,71(1 – 2) : 79 – 95
- [11] Collier C J ,Elnashai A S. A Procedure for combining vertical and horizontal seismic action effects [J]. Journal of Earthquake Engineering 2001 ,5(4) : 521 – 539
- [12] Papadopoulos G A ,Plessa Areti. Magnitude-distance relations for earthquake – induced landslides in Greece [J]. Engineering Geology 2000 ,58: 377 – 386
- [13] Alfaro P ,Delgado J ,García – Tortosa ,et al. Widespread landslides induced by the Mw 5.1 earthquake of 11 May 2011 in Lorca ,SE Spain [J]. Engineering Geology 2012 ,137 : 40 – 52
- [14] Louis Geli ,Pierre-yves Bard ,Beatrice Jullien. The effect of topography on earthquake ground motion a review and new results [J]. Bulletin of the Seismological Society of America ,1988 ,78(1) : 42 – 63
- [15] 罗永红 ,王运生. 汶川地震诱发山地斜坡震动的地形放大效应 [J]. 山地学报, 2013 ,31(2) : 200 – 210 [Luo Yonghong ,Wang Yunsheng. Mountain slope ground motion topography amplification effect induced by Wenchuan earthquake [J]. Mountain Research , 2013 ,31(2) : 200 – 210]
- [16] 罗永红 ,王运生. “4.20”芦山地震冷竹关地震动响应监测数据分析 [J]. 成都理工大学学报(自然科学版) ,2013(3) : 232 – 241 [Luo Yonghong ,Wang Yunsheng. The seismic dynamic monitoring data analysis ,Lengzhuguan, “4.20” Lushan earthquake [J]. Journal of Chengdu University of Technology( Science & Technology Edition) ,2013(3) : 232 – 241]
- [17] 车伟 ,罗奇峰. 复杂地形条件下地震波的传播研究 [J]. 岩土工程学报 2008(2) : 1333 – 1337 [Che Wei ,Luo Qifeng. The study of seismic wave spread under complex topography [J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering 2008(2) : 1333 – 1337]
- [18] Elnashai A S ,Papazoglou A J. Procedure and spectra for analysis of Restructures subjected to strong vertical earthquake loads [J]. Journal of Earthquake Engineering ,1997 ,1(1) : 121 – 155
- [19] 景峰 ,盛谦 ,余美万. 地应力与岩石弹性模量随深度变化及相互影响 [G]//中国岩石力学与工程学会. 第十一次全国岩石力学与工程学术大会论文集. 北京: 科学出版社, 2010: 69 – 74 [Jing Feng ,Sheng Qian ,Yu Meiwan. Ground stress and rock elasticity modulus with depth change and influence each other [G]//Chinese Society for Rock Mechanics and Engineering. The 11th National Rock Mechanics and Engineering Academic Conference Proceedings. Beijing: Science Press, 2010: 69 – 74]

## Dynamics Mechanism of Low-intensity Earthquake Triggered the Collapse of the Soft Rock:

Xiao Nanhai Seismic Landslide in Chongqing of China as an Example

WANG Jinpeng ,LI Yusheng ,ZHANG Chao

( State Key Lab. of Geo-hazard Prevention and Geo-environment Protection / Chengdu University of Technology ,Chengdu 610059 ,China)

**Abstract:** Large-scale hard rock landslides and small-scale soft rock landslides are common , but the large scale soft rock landslide is rare. To investigate low intensity earthquake induced large-scale dynamic mechanism of soft rock landslide , this paper adopts uniaxial cyclic dynamic loading test and two-dimensional numerical simulation based on discrete element etc. , studied the dynamic-attenuating of rock strength , the dynamic response of isolated outstanding landscape and landslide formation mechanism. Results showed that: 1. The dynamic response of " cracked" mudstone is sensitive and easy to collapse shattered into pieces; 2. Dynamic response for protruding soft rock ridge is very strong , with peak horizontal and vertical accelerations at  $-4.2 \sim 7.8 \text{ m/s}^2$  and  $-17.0 \sim 9.0 \text{ m/s}^2$  , respectively , far above the bedrock's  $0.0 \sim 1.5 \text{ m/s}^2$ ; 3. Model 2 after fragmentation process , the simulation results are consistent with the actual situation; 4. " Cracked" fractured mudstone collapsed under vibration , and the shear slip transform level control plane friction into rotation of the friction which controlled by fractured mudstone. Controlled by the mechanism , friction resistance drastically reduced of shear plane , the shear displacement mutated and the mountain destroyed rapidly. The author will call this particular genetic mechanism is that "cracked" shale "power thixotropic disintegration" effect which at the bottom of isolated mountain.

**Key words:** seismic landslide; dynamic thixotropic; rotating friction; dynamic response