

# 西藏波密米堆沟泥石流堵河模型试验

游 勇, 程 尊 兰

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 通过室内模型试验, 对西藏波密米堆沟不同类型、不同规模的泥石流与主河不同频率洪水遭遇情况下, 泥石流堵塞主河及溃决可能性, 泥石流、洪水的危害模式进行了研究。米堆沟泥石流堵河模型试验结果表明, 不同类型、规模泥石流进入主河与不同规模洪水遭遇, 在交汇口表现出不同的堵溃特征; 频率  $P = 5\%$ , 重度  $12.74 \text{ kN/m}^3$ , 试验流量  $4.50 \text{ l/s}$  的水石流在主河仅暂时阻水, 不会对主河产生堵塞和溃决; 频率  $P = 2\%$ , 重度  $14.70 \text{ kN/m}^3$ , 模型流量  $8.01 \text{ l/s}$  稀性泥石流会部份阻塞主河道, 瞬间完全阻塞及溃决现象不会出现; 频率  $P = 1\%$ , 重度  $16.66 \text{ kN/m}^3$ , 模型流量  $10.21 \text{ l/s}$  泥石流, 对主河造成较为严重阻塞, 但不会造成瞬间完全堵塞和溃决。

**关键词:** 泥石流; 堵溃; 模型试验

中图分类号: P642. 23

文献标识码: A

自 20 世纪 30 年代中期至 1995 年的 60 多年间, 西藏境内有 13 个冰湖至少溃决 15 次, 致使川藏公路多次遭受堵溃泥石流、洪水的灾害<sup>[1-2]</sup>。例如 1964 年唐不朗沟内的达门拉喀腊冰湖溃决, 川藏公路被淤埋 2.2 km, 尼洋曲被堵达  $10 \text{ h}^{[1,3]}$ ; 1985 年, 培龙沟暴发大规模泥石流堵塞帕隆藏布, 上游洪水陡涨, 淹没 7.0 km 公路, 使 80 辆汽车毁于水中, 直接经济损失达  $500 \times 10^4$  元以上<sup>[2]</sup>; 1988 年波密境内米堆沟光谢错冰湖溃决形成泥石流直倾帕隆藏布, 形成堵溃泥石流、洪水, 造成川藏公路严重被毁, 交通中断半年之久<sup>[4,5]</sup>。

为了探求泥石流堵塞主河的可能性, 堵塞后再次溃决可能性, 以及泥石流、洪水对公路的危害模式, 以米堆沟为典型实例, 进行泥石流堵溃的模型试验研究。

## 1 米堆沟冰湖溃决泥石流概况

米堆沟流域位于  $29^\circ 23' 18'' \sim 29^\circ 32' 10'' \text{ N}$ ,  $96^\circ 27' 45'' \sim 96^\circ 35' 05'' \text{ E}$ , 由南向北于川藏公路 84 道班

注入玉璞藏布(帕隆藏布上游段), 汇口东距然乌 30 km, 西距波密县城 97 km。流域发源于岗日嘎布山脉, 汇水面积  $117.5 \text{ km}^2$ , 最高海拔 6 595 m, 沟口高程 3 595 m, 主沟道平均纵比降 63.9 ‰。流域海拔 3 800 m 以上为冰川及永久性积雪, 上游发育有季风海洋性贡扎冰川, 冰舌末端为终碛堤堰塞湖(光谢错), 溃决前冰湖近似呈长方形, 最长 950 m, 最宽 550 m, 最大水深 31.0 m, 湖面面积  $0.523 \text{ km}^2$ , 储水  $6.40 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。1988-07-15 贡扎冰川冰舌前缘  $3.62 \times 10^5 \text{ m}^3$  冰体崩入湖内, 湖水平均上涨 1.4 m, 强大的冲击使本已渗水、抗稳定性差的终碛体瞬间延时溃决, 最大洪峰流量  $1.27 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ , 洪峰历时 0.5 h, 溃决水量  $540 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。洪水沿米堆沟下泄中, 历时 10 min 决口刷深至湖底, 沟岸和沟床大量的松散物质介入其中, 演变成稀性泥石流。野外实测调查, 沟口泥石流最大流量  $1\,021.4 \text{ m}^3/\text{s}$ , 最大流速  $6.67 \text{ m/s}$ 。米堆沟冰湖溃决形成泥石流直倾帕隆藏布, 除了对米堆、俄次、古勒三个村庄、耕地、房屋造成损失外, 更是对沿帕隆藏布的川藏公路造成严重水毁, 冲毁大小桥梁 18 座, 累计 42.0 km 的路

收稿日期(Received date): 2005- 02- 30; 改回日期(Accepted): 2005- 04- 10。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金资助项目(40371016); 交通部西部交通建设科技项目(2001 318 79257)。[This research is supported by China National Science Found (40371616), The Ministry of Communications (2001 318 79257).]

作者简介(Biography): 游勇(1964- ), 男(汉族), 四川乐山人, 研究员, 主要从事山地灾害及防治工程研究, 已发表相关论文近 40 篇。You Yong(1964- ), male, Han nationality, born in Le Shan city, Sichuan province, professor, major in mountain hazards and prevention methods study, has announced nearly 40 articles. E-mail: youyongsc@yahoo.com.cn

段遭受水毁, 其中 21.6 km 路基几乎全毁, 交通中断达半年之久。

## 2 模型试验设计

### 2.1 模型相似比尺确定

要将米堆沟与帕隆藏布交汇口为中心的原型区缩小为模型, 在模型上重演与原型条件相似的泥石流堵溃运动过程, 再将模型试验成果推广应用到原型, 必须要求模型与原型之间满足一定的相似条件。参照目前国内外通常做法, 并结合考虑此次试验目的、模型场地大小、供流能力等, 确定几何比尺为 1: 100。由相似准则计算得到模型与原型之间物理量相似比尺, 流速比尺 1: 10, 时间比尺 1: 10, 流量比尺 1: 100 000, 糙率比尺 1: 2.15, 粒径比尺 1: 1 000, 级配比尺 1: 1, 及其他相似比尺数值。模型试验相关参数见表 1。

### 2.2 模型砂的配制

泥石流流体中的固体物质主要来源于冰湖溃决洪

水冲刷沟床、沟岸物质, 其颗粒组成复杂, 颗粒大小差异很大, 有 < 0.005 mm 的粘粒, 也有 > 100 mm 的石块。以米堆沟内采取的 4 个样品的颗粒组成, 确定沟床质物料和泥石流流体物料级配。

#### 1. 原型样品的颗粒组成

从米堆沟野外所取 4 个样品的颗粒大小组成情况(表 2)看, 样品中 < 0.005 mm 粘粒含量很少, 平均含量为 1.6 %。0.05~ 0.005 粉土粒颗粒含量也不高, 平均含量为 0.7 %。2~ 0.05 的砂粒平均含量为 20.7 %。20~ 2 mm 砂粒物质含量较高, 平均含量为 53.3 %。100~ 200 mm 碎石的平均含量为 23.7 %。造成原型样品细颗粒少的原因是后期水流冲洗作用。

表 1 米堆沟模型试验各相关参数  
Table 1 Similarity relationship of model test

试验泥石流性质	试验流量 (l/s)	泥石流重度 (kN/m <sup>3</sup> )	模型时间 (s)	流体总量 (m <sup>3</sup> )
水石流	4.51	12.74	260	0.660
稀性泥石流	8.01	14.70	320	1.532
粘性泥石流	10.21	16.66	360	2.200

表 2 米堆沟原型样品的颗粒组成(%)  
Table 2 Grain size stastical values of debris flow in Midui gully(%)

样号	粒径(mm)														备 注
	100 ~ 50	50 ~ 20	20 ~ 10	10 ~ 5	5~ 2	2~ 1	1~ 0.5	0.5 ~ 0.25	0.25 ~ 0.1	0.1 ~ 0.05	0.05 ~ 0.01	0.01 ~ 0.005	< 0.005		
No. 1	/	20.7	20.7	12.2	16.1	15.1	6.9	4.2	0.3	0.3	0.7	0.3	2.5	沟内上部	
No. 2	/	2.7	18.7	20.0	26.7	20.1	6.5	3.2	0.2	0.2	0.4	0.3	1.0	沟内中部	
No. 3	7.3	39.6	17.8	10.4	13.4	5.2	2.1	1.6	0.3	0.3	0.2	0.4	1.4	沟内下部	
No. 4	1.1	23.4	18.0	14.9	24.5	8.4	3.1	4.3	0.2	0.2	0.4	0.2	1.3	汇口	
平均值	2.0	21.4	18.7	14.3	20.1	12.2	4.6	3.3	0.3	0.25	0.45	0.3	1.6		

表 3 米堆沟沟床、泥石流流体模型砂的颗粒组成  
Table 3 Grain size values of the testing materials

粒径(mm)	含量(%)
> 10	0.2
10~ 5	1.5
5~ 2	1.5
2~ 1	7
1~ 0.5	20
0.5~ 0.25	25
0.25~ 0.14	21.5
0.1~ 0.05	12
0.05~ 0.005	7
< 0.005	4

### 2. 模型砂的颗粒组成

试验中米堆沟沟床及泥石流流体采用相同级配的

物料, 模型试验物料选用成都地区的土、砂、石, 按 4 个原型样品平均值的 1: 100 比尺缩小, 各粒径组的重量百分含量与原型样品相应粒径组的重量百分含量相同。原型中 < 0.1 mm 颗粒不缩小; > 0.1 mm 颗粒按比例缩小后, < 0.1 mm 的颗粒用 0.1 mm 左右的细砂、土粒代替; 按比例缩小后 > 0.1 mm 的颗粒按计算结果配制。

### 2.3 模型平面布置

整个模型试验系统由四大部分组成(图 1):

#### 1. 帕隆主河供流系统

由蓄水池、抽水装置、前池、三角堰、分流设施、前部引流过渡段组成。

#### 2. 米堆沟泥石流供流系统

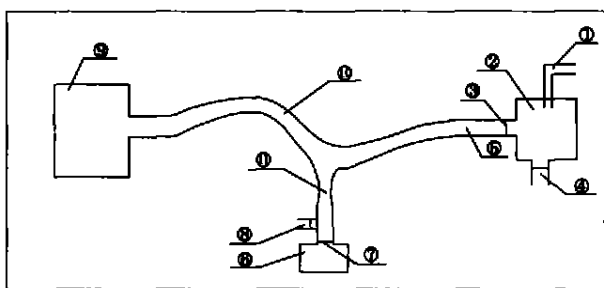
此部分由泥石流贮料池、控流闸门、调流闸门、分流测流设施、前部过渡段组成。

### 3. 模型试验区

根据原型区野外实测 1:2 000 地形图、实测横断面图和汇口地形地物,按 1:100 比例尺制作模型试验区。此部分是本次试验的关键区域,包括帕隆藏布、米堆沟、米堆沟与帕隆藏布交汇口,以及相应公路、房屋、吊桥等地物。

### 4. 尾水集流池

接纳通过帕隆主河后的流体,测定一次泥石流进入主河通过模型区的总输沙量、粒径及变化。



1 抽水装置 ④前池 ③三角堰 ④分流设施 ⑤过渡段 ⑥泥石流贮料池 ⑦调控流闸门 ⑧分流设施 ⑨尾水集流池 ⑩帕隆藏布主河 ⑪米堆沟

图 1 米堆泥石流堵溃模型试验平面布置示意图

Fig. 1 Plan of model test of debris flow dam break in Midui gully

### 2.4 模型试验工艺流程调试

本次试验采用主河、支沟同时供流的工艺流程。将沙石、土按试验设计要求装入泥石流贮料池中,再加入试验要求的水。调试控流闸门开度和宽度使进入模型的泥石流流量、历时、总量达到试验设计值。

实验开始,先启动抽水装置将蓄水池中水抽入前池中,并调试阀门,使通过三角堰的清水流量达到试验设计流量要求并进入主河模型。然后开启泥石流控流调流闸门,将设计重度、流量、历时的泥石流供入米堆模型沟道,并汇入帕隆模型主河。

### 2.5 模型制作

米堆沟与帕隆主河的交汇口是本次试验的关键部分,既要保证微地形和地物的相似,确保模型能准确反映原型的实际情况;同时在某些模型严格相似有困难的地方,又要进行合理简化。按野外实测 1:2 000 地形图和横断面图以及野外调查资料,并参照野外录像带和照片,进行模型制作。

## 3 模型试验

### 3.1 模型试验的概化组合

米堆沟泥石流目前暴发性质、规模、频率受到地

质、地貌、水文、气候、冰川、冰湖等多方因素的制约。目前暴发水石流、稀性泥石流、粘性泥石流的可能性都存在。

米堆沟暴发泥石流时,与帕隆藏布的洪水遭遇,有多种组合情况,根据野外对米堆沟实地调查勘测、历史资料分析、该区段内泥石流与主河情况统计分析,有下列几种组合情况。

1. 米堆沟暴发频率  $P = 5\%$ , 重度 =  $12.74 \text{ kN/m}^3$ , 流量  $451.2 \text{ m}^3/\text{s}$  泥石流, 相应帕隆主河洪水分别是一般洪水, 频率  $P = 5\%、2\%、1\%$  的洪水, 流量分别是:  $Q = 176.33 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{5\%} = 401.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{2\%} = 427.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{1\%} = 444.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2. 米堆沟暴发  $P = 2\%$ , 重度 =  $14.70 \text{ kN/m}^3$ , 流量 =  $801.0 \text{ m}^3/\text{s}$  泥石流, 相应帕隆主河洪水分别是一般洪水, 频率  $P = 5\%、2\%、1\%$  的洪水。

(3) 米堆沟暴发  $P = 1\%$ , 重度 =  $16.60 \text{ kN/m}^3$ , 流量 =  $1\,021.4 \text{ m}^3/\text{s}$  泥石流, 相应遭遇四种情况主河洪水: 一般洪水、频率  $P = 5\%、2\%、1\%$  的洪水。

### 3.2 试验内容

本次泥石流堵溃模型试验主要内容有:

1. 泥石流的物理力学性质试验, 主要是泥石流固体物质颗分级配。

#### 2. 水石流堵溃试验

米堆沟频率  $P = 5\%$  的水石流, 分别与主河一般洪水、20 a 一遇的洪水遭遇时, 观测水石流堵塞主河的可能性, 堵塞主河的形式、堵塞程度, 上下游的危害范围。

#### 3. 稀性泥石流堵溃试验

米堆沟  $P = 2\%$  的稀性泥石流, 分别与主河一般洪水、50 a 一遇的洪水遭遇, 观测稀性泥石流与主河交汇后堵塞主河的可能性, 堵塞主河的模型、程度, 上下游危害范围等。

#### 4. 粘性泥石流试验

米堆沟  $P = 1\%$  的粘性泥石流, 分别与主河一般洪水、20 a 一遇、50 a 一遇、100 a 一遇洪水遭遇, 观测不同遭遇情况下, 粘性泥石流与主河交汇后, 堵塞主河的可能性, 堵塞主河的模型、程度, 上、下游危害范围等。

### 3.3 试验测试项目及方法

本次堵溃模型试验测试主要项目及方法有:

1. 米堆沟泥石流试验含沙量、级配、流量、总量、历时

按设计重度、级配、总量, 在贮料池配制泥石流。

泥石流试验流量及历时由调流控流闸门、调试闸门, 在正式试验前反复调试控流闸门开度和宽度, 达到试验设计要求。

## 2. 帕隆藏布主河洪水流量

主河模型流量通过三角堰测定。

## 3. 主河含沙量

按一定时间间隔在模型出口取主河样品, 测定主河流体含沙量及随时间变化过程。

## 4. 流速及水位测量

在交汇处上、下游分别设置一个测量流速区段, 测量泥石流进入主河前、后水流流速及其变化。

设置六个水位测量断面, 测量泥石流进入主河前后水位在同一断面随时间变化和同一时刻不同断面位置的水位情况。

## 5. 冲淤测量

根据控制断面测量标记, 进行米堆沟冲淤和主河淤积测量。在试验过程中, 泥石流进入主河前后, 对公路的影响等进行描述及测试。

## 6. 录像摄影和拍照

对整个试验过程进行录像和拍照记录, 为试验分析、数据处理提供直观依据。一台摄像机固定拍摄交汇处整个试验过程, 另一台游动以不同角度进行局部录像, 同时拍照。

# 4 模型试验成果分析

通过对模型试验数据分析, 可以初步得到以下结论:

## 4.1 频率 $P=5\%$ 泥石流堵溃分析

试验结果表明,  $P=5\%$  泥石流与帕隆藏布  $P=5\%$  洪水相遇, 在泥石流进入主河的过程中, 主河水位由于支沟流量叠加而升高, 泥沙有临时落淤, 从试验结束后测试结果看, 主、支交汇处主河河床未产生任何泥沙淤积。这说明  $P=5\%$  泥石流进入主河, 与  $P=5\%$  洪水相遇, 仅仅在泥石流注入主河过程中, 泥沙在主河河床临时淤积, 有暂时阻水现象出现, 泥石流不会对主河产生堵塞和溃决。

为进一步探明  $P=5\%$  泥石流与主河较小流量洪水相遇时情况, 对  $P=5\%$  泥石流与 2000-07-13 实测一般洪水(原型流量  $194\text{ m}^3/\text{s}$ ) 相遇情况进行试验。试验结果说明  $P=5\%$  泥石流进入帕隆藏布, 与一般洪水(试验流量  $1.94\text{ l/s}$ ) 遭遇, 仅仅在泥石流进入主河过程中, 会有部分泥石流固体物质在

交汇口短暂落淤, 然后逐渐被主河洪水挟带至下游, 泥石流不会在交汇口产生堵塞主河的现象。

## 4.2 频率 $P=2\%$ 泥石流堵溃分析

试验表明,  $P=2\%$  稀性泥石流进入帕隆藏布, 与  $P=2\%$  洪水相遇时, 泥石流的部分泥沙颗粒在交汇口淤积, 主河河床最大淤积厚度达到  $9\text{ cm}$ (原型  $9\text{ m}$ ), 原主河床部分被淤积堵塞, 原过流断面被淤积堵塞后, 主流被逼右移, 改变原来的流向, 截弯取直, 从右岸平台上通过。试验结果同时说明,  $P=2\%$  泥石流与主河  $P=2\%$  洪水相遇, 泥石流对主河堵塞作用并不是一个突然过程, 也即泥石流不可能将帕隆藏布全部堵断, 不可能瞬间造成帕隆藏布的断流。泥石流进入主河, 由于大量固体物质不断地从米堆沟涌入主河, 泥砂不断地在交汇口淤积, 在主河的水下形成阻塞体, 主河洪水主流右移, 部分洪水从阻塞体上部通过。

为探明  $P=2\%$  泥石流与主河较小流量的洪水遭遇时是否会全部堵塞帕隆藏布, 对  $P=2\%$  泥石流与一般洪水(原型流量  $194\text{ m}^3/\text{s}$ , 模型流量  $1.94\text{ l/s}$ ) 遭遇进行了试验。试验结果表明, 此种组合情况下, 泥石流对主河堵塞情况与  $P=2\%$  泥石流和  $P=2\%$  洪水遭遇情况相似, 但主河洪水流量较小, 挟带泥沙能力减少, 交汇口附近泥沙淤积主河河床情况更为严重, 泥石流固体物质不断从米堆沟进入主河, 从支沟向主河河床中心推进, 全断面发生淤积, 并将原主河过流河床淤积阻塞, 主河水位抬升, 主流被迫右移, 部分洪水从主河床堵塞体上部通过。试验中未出现泥石流瞬间完全阻塞主河及溃决现象(图 2)。

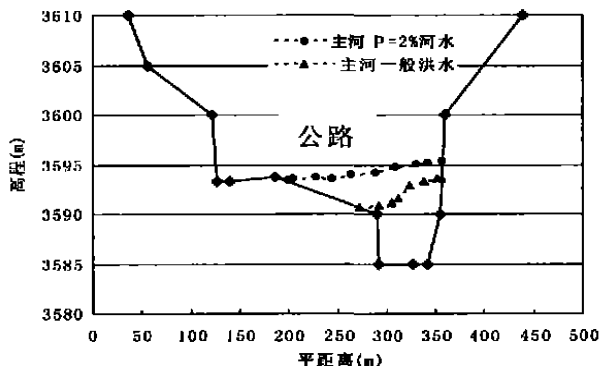


图 2 稀性泥石流作用下交汇口帕隆藏布主河床的淤积变化

Fig. 2 blocking up variation of Palongzangbu's main riverbed and confluence affected by nonviscous debris flow

### 4.3 频率 $P=1\%$ 泥石流堵塞主河及溃决分析

试验结果表明,  $P=1\%$  泥石流与帕隆藏布一般洪水遭遇时, 米堆沟泥石流流量远远大于帕隆藏布的洪水流量, 流量比为 5.26。泥石流挟带大量的固体物质进入帕隆藏布主河, 泥沙不断在交汇口附近淤积, 泥石流进入主河的过程, 也是主河河床不断淤积抬升过程。泥石流将原主河河床淤平阻塞, 水位抬升, 主流被迫从右岸平台通过。测试结果表明, 交汇口上游 300 m (模型 3.0 m) 的河床发生少量淤积, 交汇口处附近原主河河床被全部淤平, 左岸淤积至沟岸高坎处, 右岸淤埋部分公路。此种情况下主河交汇口及沿程河床淤积严重, 主要是因为米堆沟大量泥沙进入主河, 流量相对较小, 主河洪水挟带泥沙能力有限, 大量泥沙不能及时被主河洪水带走, 从而造成对主河的阻塞。试验也表明, 尽管泥石流规模很大, 主河洪水流量较小, 但泥石流并没有瞬间将主河完全堵塞, 没有造成主河断流现象, 因为交汇口地形相对比较宽阔, 主河右河岸较为平坦且宽阔, 加之主河上游洪水源源不断供给, 泥石流虽阻塞主河河床, 但要完全堵断主河非常困难。

米堆沟  $P=1\%$  泥石流遭遇主河  $P=5\%$  洪水 (试验流量 4.01 l/s) 时, 泥石流对主河堵塞情况与支沟  $P=1\%$  泥石流遭遇一般洪水的情况相似。但由于主河洪水流量的加大, 挟砂能力相应增大, 因而堵塞程度相应减弱, 交汇口附近主河槽仍被淤积堵塞, 交汇口下游 200 m (模型 2.0 m) 主河槽被淤三分之二, 泥石流顶冲将主河洪水中泓逼至右侧。此种情况, 泥石流对主河产生局部堵塞, 造成上游水位

抬升, 交汇口附近主流线改道, 水位抬升, 影响公路正常运行, 但不会将主河完全堵塞 (图 3)。

米堆沟  $P=1\%$  泥石流与主河  $P=2\%$ 、 $P=1\%$  洪水遭遇, 交汇口堵塞情况与支沟  $P=1\%$  泥石流和  $P=5\%$  洪水遭遇时情况相比, 其严重程度降低。由于主河流量的进一步增加, 主河挟沙能力增大, 泥石流的固体颗粒在交汇口落淤减少, 大部分泥沙被主河洪水挟带至下游。试验中及试验结束后测试表明, 此两种条件下, 泥石流对主河的影响, 主要是少量泥沙落淤在主河河床, 交汇口附近主河槽被部分堵塞, 交汇口上游 300 m 以内及交汇口以下主河洪水位抬升, 交汇口发生阻水现象, 但不会对主河造成严重的阻塞。

### 参考文献 (References):

- [1] Lu Ruren, Tang Bangxing, Zhu Pingyi. Debris flow and environment in Tibet [M]. Chengdu: Chengdu Science and Technology University Press, 2000. 79~86. [吕儒仁, 唐邦兴, 朱平一. 西藏泥石流与环境 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 2000. 79~86].
- [2] Luo Defu, Mao Jizhou, Zhu Pingyi, et al. Mountain disasters and measures along south Sichuan-Tibet highway in Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1995. 39~44, 189~194. [罗德富, 毛济周, 朱平一, 等. 川藏公路南线 (西藏境内) 山地灾害及防治对策 [M]. 北京: 科学出版社, 1995. 39~44, 189~194].
- [3] Lu Ruren, Li Deji. Debris flow of Tangbulanggou ice-lake break in Gongbujiangda, Tibet. *Journal of Glaciology and Geocryology*. 1986, 8(1): 61~71. [吕儒仁, 李德基. 西藏工布江达县唐不朗沟的冰湖溃决泥石流. 冰川冻土, 1986, 8(1): 61~71].
- [4] Li Deji, You Yong. MiDui ice-lake break in Bomi, Tibet [J]. *Journal of Mountain Research*. 1992, 10(4): 219~224. [李德基, 游勇. 西藏波密米堆冰湖溃决浅议 [J]. 山地研究 (现山地学报). 1992, 10(4): 219~224].
- [5] Zhu Pingyi, He Ziwen, Wang Yangchun, et al. A study of typical mountain hazards along Sichuan-Tibet Highway [M]. Chengdu: Science and Technology University Press, 1999. 35~42. [朱平一, 何子文, 汪阳春, 等. 川藏公路典型山地灾害研究 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1999. 35~42].

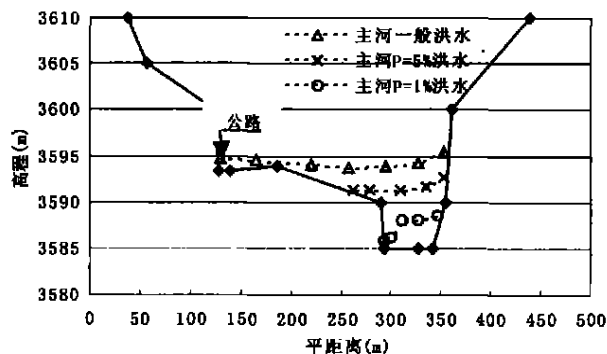


图 3 粘性泥石流作用下交汇口帕隆藏布主河床的淤积变化

Fig 3 Blocking up variation of Palongzangbu's main riverbed and confluence affected by viscous debris flow

# Modeling Experiment of Debris Flow in Midui Gully, Tibet

YOU Yong, CHENG Zunlan

(Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese

Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Midui Gully Basin is located in  $29^{\circ}23'18'' \sim 29^{\circ}32'10''\text{N}$ ,  $96^{\circ}27'45'' \sim 96^{\circ}35'05''\text{E}$ . Catchment basin is  $117.5\text{ km}^2$ , the maximum altitude of catchment basin is  $6\,595\text{ m}$ , and the gully mouth's altitude is  $3\,595$ , the mean slope of main gully is  $63.9\%$ . There is a large morainal lake in the catch basin, and the maximum length of morainal lake is  $950\text{ m}$ , the maximum width of morainal lake is  $55\text{ m}$ , the maximum depth of morainal lake is  $31.0\text{ m}$ . And the volume of lake water is  $6.4 \times 10^6\text{ m}^3$ . On 1988-07-15, the morainal lake break, and damage lots of economic loss. The geometry scale model test is 1:100, the velocity scale is 1:10, and the discharge scale is 1:100 000, the time scale is 1:10, the grain size scale is 1:10 and the size distribution is 1:1. The whole experimental system make up of four parts, including main river supporting system, debris flow supporting system, the region of model test, catchment pool of wasted water. Under different frequency flood circumstances, we analyze the probability that debris flow block up main river and break in different type and different scale debris flow conditions and simulate the damage type of debris flow and flood to road. We have required the following experiment results: the confluence shows the different characteristics in different type and different scale debris flow conditions; when the flood frequency is  $5\%$ , density is  $12.74\text{ kN/m}^3$ , and the discharge of model test is  $4.5\text{ l/s}$ , as the debris flow run into main river, parts of solid matter will temporarily block up the confluence, but can't fill up main river and break; when the flood frequency is  $2\%$ , density is  $14.70\text{ kN/m}^3$ , and the discharge of model test is  $8.01\text{ l/s}$ , as the non-viscous debris flow run into main river, parts of solid matter will block up the confluence, but can't fill up the whole main river and break. With the main water level rise, mainstream had to transfer to right bank. when the flood frequency is  $1\%$ , density is  $16.66\text{ kN/m}^3$ , and the discharge of model test is  $10.21\text{ l/s}$ , as the viscous debris flow run into main river, solid matter will severely fill up the confluence, during the viscous debris flow run into main river, the main riverbed continuously fill up and rise, and the mainstream had to passing from right bank of main river, but can't block up the whole main river and break. The results of model tests provide a theoretical foundation for a rational engineering program. The conclusion is of significant reference value for the disaster prevention of the gullies along Sichuan-Tibet highway which are similar to Midui gully.

**Key words:** debris flow; model test; river block-up