

洪水作用下村镇住宅的力学响应试验研究*

尹志刚¹, 任玉珊¹, 周静海², 刘永军², 孟宪宏²

(1. 长春工程学院 吉林省水工程安全与灾害防治工程实验室; 吉林 长春 130012;

2. 沈阳建筑大学, 辽宁 沈阳 110168)

摘要: 针对洪水作用下村镇住宅的反应, 通过建立房屋模型, 研究不同洪水水力条件下, 村镇住宅所受的洪水压力、应变等分布规律, 并分析了不同房屋结构以及基础对抵抗洪水作用的影响, 初步得到了洪水作用下村镇住宅的破坏机理。

关键词: 洪水; 村镇住宅; 房屋模型; 破坏机理

中图分类号: TU241 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)S0-0127-04

0 引言

我国是个洪水灾害频发的国家, 随着气候环境的变化, 极端天气增多, 将进一步导致洪涝灾害的发生。2010年夏季发生在江西、广西及吉林省的洪水灾害, 导致数10万间房屋的损坏, 极大地影响了人民的生产与生活。

随着我国农村城镇化进程的发展, 村镇住宅遭遇洪水破坏的损失也日趋加重。造成村镇住宅遭遇洪水损失严重的原因主要有两个: ①洪水级别高, 例如2010年发生在吉林省永吉县的洪水为千年一遇级别; ②房屋建造地点、结构与质量等原因造成抵抗洪水能力不高。此外水库堤坝溃决造成洪水流速、流量较大也是导致村镇住宅破坏的一个原因。

以往的研究多集中在建立水利设施和合理的规划来减少洪水对村镇住宅的破坏^[1-4], 随着农民收入水平的提高和新农村建设的展开, 有必要从提高村镇住宅抗洪能力出发研究洪水作用下现有村镇住宅的洪水破坏机理, 并在此基础上寻求切实可行的加固措施, 提高村镇住宅的抗洪能力。本文通过建立洪水与农村住宅相互作用的物理模型试验, 研究不同洪水水力条件下, 村镇住宅所受的洪水压力、应变等分布规律, 并分析了不同房屋结构以及基础对抵抗洪水作用的影响, 初步分析了洪水作用下村镇住宅的破坏机理。分析在

不同的洪水过程中, 村镇房屋受作用的过程及破坏情况。

1 试验方案

1.1 试验材料与设备

(1) 试验模型

试验模型尺寸按实际房屋的尺寸大小, 缩小至长×宽×高为180 cm×100 cm×60 cm, 中间砌筑一道隔墙。试验中, 按建筑物在洪水中的最不利位置摆放, 即建筑物的最大墙面做为迎水面。模型尺寸如图1。



图1 模型图

(2) 试验设备

试验在一个长5.0 m、宽3.0 m、高1.2 m的水槽中进行。试验中水流主流方向由上游阀门控制、水流流速用流速仪测量、模型墙体水流压力

* 收稿日期: 2010-09-25

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2008BAJ08B014-03); 吉林省科技厅科技支撑计划项目(20100406)

作者简介: 尹志刚(1972-), 吉林九台人, 博士, 副教授, 研究方向为水工程安全与灾害防治. E-mail: yzhg1972@163.com

由测压管测量,房屋应变采用应变仪测量、房屋位移利用位移百分表和千分表测量。观测仪器详细分布图见图2。

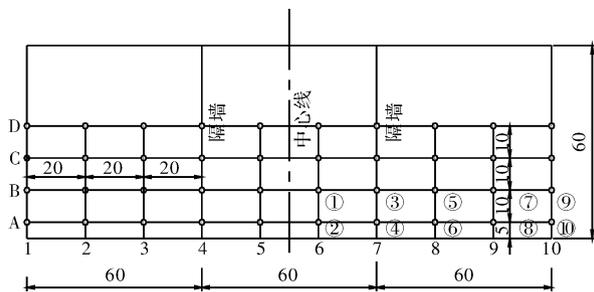


图2 测试仪器布置图

1.2 试验工况

(1) 水泥基础上粘土砂浆砖砌体房屋

用1:1配比粘土砂浆斗砌,内外粘土砂浆勾缝,屋顶用1:3水泥砂浆制成。试验中主要想测得模型附近的水流流速大小,但考虑到模型对水流的壅高阻碍作用,靠近墙体四周的水流流速明显降低,如果仪器位置太远又不能反应模型建筑物四周水流流态,这样综合考虑,并根据模型布置状况将自动测速仪放在模型前面0.35 m处。

(2) 水泥基础上的粘土砂浆砖砌体房屋(水泥砂浆内外勾缝)

模型尺寸及砌筑方法与上相同,采用内外1:3水泥砂浆勾缝来增强房屋的整体性和抗冲刷能力。

(3) 水泥基础上的水泥砂浆砖砌体房屋

模型尺寸与上相同,采用内外1:3水泥砂浆砌筑。

(4) 土基础上的水泥砂浆砖砌体房屋

模型尺寸与上相同,模型建造在厚20 cm土基础上,基础人工夯实后,四面由水泥砂浆护坡。

以上模型测试时流量在0.1-0.65 m³/s之间。

2 试验结果与分析

(1) 水泥基础上粘土砂浆砖砌体房屋

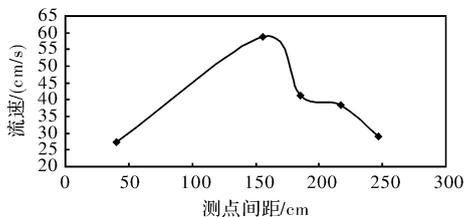


图3 粘土砂浆砖砌体房屋前处的平均流速分布曲线

由图3可知,房屋迎水面得流速呈中加大两边小的分布规律,在房屋中间线断面处,流速最大,最大值为0.59 m/s,最大瞬时流速为1.27 m/s。

经计算模型前面0.35 m/s处断面平均流速为0.29 m/s。从试验数据及试验现场可以看出,在水流的冲刷作用下,粘土被水流带走,造成粘土砂浆砖砌体房屋破坏。破坏时粘土房屋的位移很小,百分表读数为零。

从试验可知,粘土砂浆砖砌体房屋在水流作用下的破坏主要是水下部位的破坏,为了保护粘土砂浆砖砌体房屋免遭水流破坏,应主要从保护砖砌体基础开始直至到洪水可能达到的墙体最大高度。

(2) 水泥基础上的粘土砂浆砖砌体房屋(水泥砂浆内外勾缝)

图4、图5分别为流量0.45 m³/s时的模型迎水面流速分布图和模型前面0.35 m处断面平均流速分布图。由图4可见,随着流量的增加,相应测点的水压力也增加,总体上底部的测点水压力大于上部测点的水压力,模型迎水面的水压力最大值多分布在4~6测点上,水压力最大值为流量0.45 m³/s时,发生在5测点的0.35 m³/s水柱。

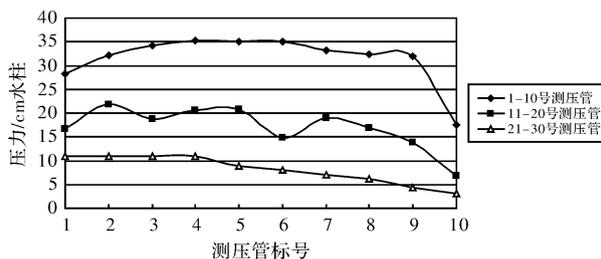


图4 模型迎水面水压力分布
(流量0.45 m³/s、水深0.45 m)

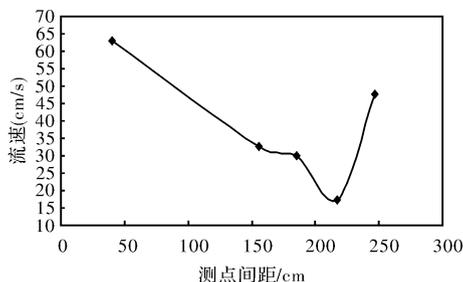


图5 模型前处的平均流速分布
(流量0.45 m³/s、水深0.45 m)

流量达到0.45 m³/s时,模型在埋设应变传感器的部位出现漏水现象,随着时间的增加,此处的粘土砂浆被水流带走,而导致模型损坏,但模型没有破坏,由此可知,由水泥砂浆内外勾缝加固的粘土砂浆砖砌体房屋抵抗水流冲刷的能力与没加固的粘土砂浆砖砌体房屋相比大幅提高,但在模型的某些薄弱部位易于损坏,进而导致整个房屋的倒塌。

从表1可知, 水流作用下模型应变为拉应变, 最大值为测点7处的。随着流量的增加各点的应变基本保持不变, 由此可知应变主要为开始放水时水流的冲击所产生, 随着水深的增加水压力产生的应变很小。

表1 粘土砂浆砌墙水泥浆勾缝模型迎水面墙体应变值

点位	4	6	7	9	流量/(m^3/s)
初始($\mu\epsilon$)	142.77		127.14		
应变($\mu\epsilon$)	142.77		127.54	132.18	0.1
应变($\mu\epsilon$)	142.77	129.07	128.08	132.20	0.2
应变($\mu\epsilon$)	142.77	129.04	128.09		0.3
应变($\mu\epsilon$)	142.77	129.03	128.12	132.21	0.35
应变($\mu\epsilon$)		129.07	126.20	132.16	0.45

(3) 水泥基础上的水泥砂浆砖砌体房屋

由图6、图7可知, 模型水压力分布规律与前几次模型类似, 模型前处的平均流速变化也与前几次模型类似。试验流量为 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$, 每个流量冲刷时间为 40 min, 模型在上述水流作用下, 保持完好, 可见水泥砂浆砖砌体房屋有很好的抗水流冲刷能力。

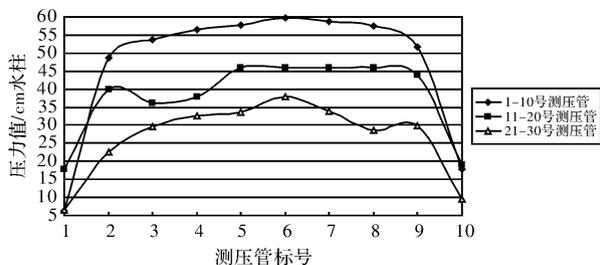


图6 模型迎水面水压力分布
(流量 $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ 、水深 0.6 m)

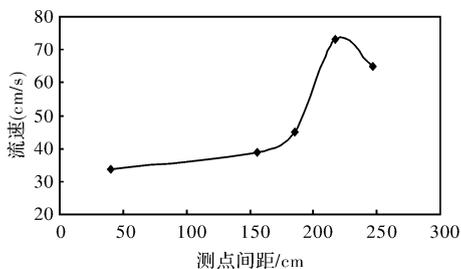


图7 模型前处的平均流速分布
(流量 $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ 、水深 0.6 m)

(4) 土基础上的水泥砂浆砖砌体房屋

对于流量小于 $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ 的洪水来说, 土层基础在短时间内, 不会出现冲刷、掏空现象。当流量大于 $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$, 水流淹没土层基础, 失去保护措施的基础在水流的直接冲刷下, 表层土颗粒开

始出现松动、流失。随着水流量的增加, 这种现象越来越严重, 当流量达到 $0.45 \text{ m}^3/\text{s}$ 后, 基础土的流失越来越严重, 沉降量也越来越大, 如图8所示。最终基础局部被水流掏空, 模型随之破坏。

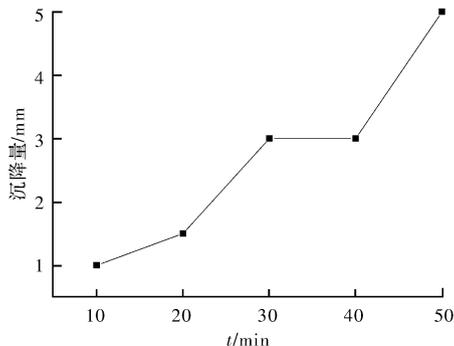


图8 模型测点1 沉降量与时间关系曲线(流量 $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$)

3 结论

经过上述的试验分析我们可以得到如下结论:

(1) 砌筑方法对模型提抗水流作用的影响较大。建立在水泥地面上的几种模型, 其中水泥砂浆砌筑的模型抗水流作用能力最强, 可抵抗 $0.8 \sim 0.9 \text{ m/s}$ 流速的 180 min 以上的冲刷作用, 而保持模型完好。粘土砂浆砌筑模型抵抗水流冲刷能力最弱, 在 0.59 m/s 平均流速下仅 11 min 20 s 就破坏了, 经水泥砂浆内外勾缝加固的模型, 在平均流速为 $0.4 \sim 0.65 \text{ m/s}$ 水流作用下, 经 200 min 冲刷后, 在模型薄弱部位出现部分破坏, 这种模型较前一种模型抗水流冲刷能力有了大幅度的提高。

(2) 基础的形式对模型抵抗水流冲刷作用有重大影响。土基础表面没有保护措施模型当流量达到 $0.45 \text{ m}^3/\text{s}$, 流速达到 1.92 m/s 基础开始遭到削弱, 最终基础局部被水流掏空, 模型随之破坏。

因本次试验没有按照模型相似率来进行试验, 模型实际上是一个小的房屋原型, 主要为数值模拟提供必要的参数及验证数值模拟结果的正确性。所得结论仅仅是初步的。接下来将按照相似规律来进行试验, 对村镇住宅在洪水作用下的受力分析及破坏机理的研究将在后续研究和实验中将进一步探讨。

参考文献:

- [1] 葛学礼, 李玉萍. 村镇建设中的综合防灾技术措施与灾后紧急救援预案[J]. 村镇建设, 1996(4): 27-28.
- [2] 葛学礼, 朱立新. 自然灾害对村镇建筑的破坏与防御[J].

中国减灾, 2001, 11(1): 38-42.

- [3] 崔青海、田立暄. 松花江1998年大洪水及洪涝灾情[J]. 东北水利水电, 2000, 18(1): 41-43.

- [4] 孙莉英, 毛小琴, 黄铮, 等. 洪水灾害对区域可持续发展的长期影响分析[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2009, 45(5): 875-881.

Experimental Research of Mechanical Response on Village House Hit by Floods

Yin Zhigang¹, Ren Yushan¹, Zhou Jinghai², Liu Youjun² and Meng Xianhong²

(1. *Changchun Institute of Technology, Jilin Province Water Project Security and Disasters Prevention Engineering Lab, Changchun 130012, China* 2. *Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China*)

Abstract: Through setting up the physical model for village house, the laws of floods pressure and strain are studied at different hydraulic conditions. Then the influence of different house structure and foundation to flood are analyzed. Failure mechanism of village house under effect of flood is primarily discussed.

Key words: flood; village house; house model; failure mechanism

(上接第 126 页)

Study on Mechanical Mechanism and Controlling Factors of High-speed Distant Landslides Induced by the Wenchuan Earthquake

Fang Hua^{1,2} and Cui Peng¹

(1. *Institute of Mountain Hazards and Environment, Key Lab. of Mountain Hazards and surface processes, CAS, Chengdu 610041, China*; 2. *Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: According to the structural characteristics and the ground responses for earthquake motion of typical high-speed distant landslide induced by the Wenchuan Earthquake, believe that the seismic wave was the prime driving force for the mountain deformation and break, the strong ground motion was the main reason for the landslide body being sheared and ejected. Then the landside mass crushed and scraped the slope and transformed into debris flow quickly for long-range movement which determine the extent of disaster, and the running out distance of the large-scale landslides were determined by different controlling factors for the ignorance of the role of long duration earthquake, the statistical analysis shows that: The seismogenic fault only have trigger effect and hanging wall/footwall effect, which has nothing to do with the running out distance and the disaster extent, the running out distance L has good correlation with the relative height H, the larger of relative height H, the greater of landslide area and accumulated volume, the longer of running out distance, the stronger of motility, and the severer cause of the disaster.

Key words: Wenchuan earthquake; high-speed distant landslide; mechanical mechanism; running-out distance; controlling factors