

Seismic Damage Investigation and Analysis of Rural Mud-Billet Mixed Structures in Heilongjiang Area, China

Yan Huang*, Zheng Chang, Limei Wang

Heilongjiang Earthquake Agency, Harbin Heilongjiang
Email: *yanhuang_hit@163.com

Received: Jan. 2nd, 2019; accepted: Jan. 21st, 2019; published: Jan. 30th, 2019

Abstract

This paper discussed the seismic damage of rural residential mud-billet mixed houses under moderately earthquake in Heilongjiang area: 1) It summarized the seismic hazard of rural mud-billet mixed dwellings in this area and analyzed the characteristics and causes of its structure damage; 2) Based on the seismic damage and weakness of rural mud-billet mixed residential structures, it stressed that seismic resistance practical and low cost technology should be used to improve the rural mud-billet mixed residential buildings against earthquake action.

Keywords

Heilongjiang Area, Seismic Damage of Rural Dwelling Houses, Medium Strong Earthquake, Seismic Reinforcement, Seismic Practical Technology

黑龙江地区泥坯混合结构房屋的震害特点与致灾成因分析

黄艳*, 常征, 王丽梅

黑龙江省地震局, 黑龙江 哈尔滨
Email: *yanhuang_hit@163.com

收稿日期: 2019年1月2日; 录用日期: 2019年1月21日; 发布日期: 2019年1月30日

*通讯作者。

摘要

文章分析了黑龙江省地区中强地震对当地农村泥坯混合结构房屋的历史震害。1) 对该地区农村泥坯混合结构房屋主要震害形式的特点和致灾成因进行分析; 2) 针对该省泥坯混合结构房屋的现状和主要问题, 提出采用简便低廉的抗震加固技术来提高泥坯混合结构房屋的抗震能力。

关键词

黑龙江地区, 农村民居震害, 中强地震, 抗震加固, 抗震实用技术

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黑龙江地区具有发生中强地震的风险, 历史上曾多次发生 4~6 级地震, 这些地震的震中位于当地的农村地区, 调查发现震后极震区的地震烈度都达到了 VI~VII 度, 对当地农村的民居房屋造成了严重的损害, 其中泥坯混合结构房屋的破坏最为严重。我国农村民居房屋的震害调查发现, 泥坯混合结构房屋的抗震安全问题是农村抗震减灾中的薄弱问题[1]-[7], 相关研究在黑龙江地区也发现了大量存在的泥坯混合结构房屋[8] [9]。本文对农村泥坯混合结构民居房屋震害形式进行了总结, 分析了该地区农村泥坯混合结构民居房屋在 4~6 级中强地震中的破坏特点和致灾成因, 找出泥坯混合结构的抗震薄弱问题, 提出采用简便低廉的实用技术对泥坯混合结构房屋进行加固技术是解决该类结构抗震能力问题的关键。

2. 泥坯混合结构震害及成因分析

黑龙江省地震局[8] [9]的相关调查显示, 该省农村老旧泥坯混合结构房屋在场地选择、建筑布局、地基基础、建筑材料以及施工技术各方面相对单一, 主要是土-木、砖-土及砖-木混合建筑而成的结构, 总共有三类: ① 泥坯房与泥草房; ② 土坯-木屋顶结构; ③ 砖(柱)墙-土墙-木屋顶结构。此类结构建成年代较久远, 外墙、内横墙及内纵墙质量层次不齐, 墙厚较小, 在历次地震中破坏程度最为严重。本文从建筑材料、承重体系、屋盖形式、地基基础、房屋布局以及构造与连接等方面分析该类结构的震害成因。

2.1. 泥坯房与泥草房

屋盖多为木加泥制成, 上覆稻草遮盖, 主要建筑材料为生土或夯土墙、木料及草料。坯房、泥草房结构主要依靠泥坯墙承重, 该类墙体泥土为生土或者生土拌草, 抗拉和抗剪承载力均较差。该类农房开间较大, 各片墙体单独夯成无可靠连接措施, 纵横墙间无可靠拉接措施, 而纵墙门窗洞口较多, 削弱严重纵向墙体的抗震能力, 造成纵向墙体整体倒塌, 见图 1 和图 2。

2.2. 土坯-木屋顶结构

屋盖多为木屋盖, 主要建筑材料为生土或夯土墙、木料及彩钢板屋顶。土坯-木屋顶结构除了具有坯房、泥草房的破坏形式, 由于采用原木直接搭置在泥坯墙体之上, 造成泥坯墙局部开裂, 裂缝逐渐开展最终形成竖向贯通裂缝。地震发生时, 反复水平震动加剧裂缝的扩展, 并最终造成木屋顶檩条坠落,

木屋顶垮塌，见图 3 和图 4。



Figure 1. The collapse of mud house in Lindian earthquake
图 1. 林甸地震中的泥草房倒塌



Figure 2. The collapse of mud house in Qianguo earthquake
图 2. 前郭地震中的泥坯房倒塌



Figure 3. The vertical cracks of mud-timber roof structure
图 3. 前郭地震中的土坯 - 木屋顶结构竖向贯通缝



Figure 4. The roof collapse of mud-timber roof structure
图 4. 松原地震中的土坯 - 木屋顶结构的屋顶垮塌

2.3. 砖(柱)墙 - 土墙 - 木屋顶结构

砖(柱)墙 - 土墙 - 木屋顶结构, 该类结构由烧结砌体砖、生土以及木屋架组成, 各种材料的力学性能差异非常大。结构的破坏形式出现了砖砌体结构的斜裂缝, 纵横墙体外闪及竖向贯通缝。同时, 烧结砖砌体与生土墙交界面并未形成可靠的粘结力, 建造房屋时也为采取拉接措施, 两种材料之间形成贯通缝, 地震作用下两种墙体脱落, 见图 5~8。

震害调查结果显示, 黑龙江地区仍在使用该类住宅的农户处于经济条件极差的现状, 住房的需求仅能考虑冬暖夏凉这个最基本的居住需求, 根本无力去考虑房屋结构的受力。因此, 在地震作用下如何该类房屋的抗震能力最弱, 房屋的破坏也最严重。



Figure 5. The diagonal cracks of masonry-mud structure
图 5. 林甸地震中砖 - 土墙 - 木屋顶房门洞斜裂缝



Figure 6. The horizontal cracks of masonry-mud-timber roof structure
图 6. 林甸地震中砖 - 土墙 - 木屋顶房门洞水平贯通缝



Figure 7. The horizontal cracks of masonry-mud-timber roof structure
图 7. 林甸地震中砖 - 土墙 - 木屋顶房门洞水平贯通缝



Figure 8. The roof collapse of masonry-mud-timber roof structure
图 8. 松原地震中砖 - 土墙 - 木屋顶房纵横墙脱落

3. 建议与对策

在汶川地震后，黑龙江省政府于 2008 年实行泥草房改造工程，泥草房及泥坯房逐渐被弃用，政府统一推行彩钢房，该项改造工作现已取得很好的效果。然而，黑龙江地区泥坯混合结构房屋仍占有较大比例。

3.1. 主要问题

黑龙江地区该类结构的抗震能力弱，经济条件的制约是主因。同时，泥坯混合结构采用砖、土、木、草等原始建筑材料建造，这些建筑材料各自的力学性能差异大，也受长时间极寒天气影响很大。此外，该类结构无地圈梁，不均匀沉降使结构在日常使用中产生大量裂缝。在房屋建成后，农户更着重于房屋的日常使用功能，而常常忽视房屋的安全使用功能，如房屋建成后随意在墙上开门开窗，在房屋周围加建附属房屋，烟囱过高过重等。

3.2. 改进建议

黑龙江地区近十年来建造了大量的彩钢房结构，作者在哈尔滨下属市县的调查统计，该类房屋在各乡镇占到 15%~20% 的比例，历次中强地震作用下，该类房屋抗震能力良好。根据实地调查，由于该省农村在冬季取暖基本使用烧火炕的形式，农户反应该房屋的保温性能较差，彩钢板夹层中的塑料板防火能力较差、造价较高，见图 9。本文作者调查统计发现，新建一户 60 m² 的彩钢房农户需要自行支付 2.2 万元左右，部分农户无承受建设彩钢房的经济能力。



Figure 9. Steel-plastic plate structure in Changxing Village of Yanshou County
图 9. 延寿县长兴村彩钢房

在调查统计发现, 泥坯混合结构房屋在各乡镇占到 5%~15%的比例不等, 屋主多为老弱病残等弱势群体, 经济能力太差, 无能力对居住房屋进行改造或加固维修。本文建议对于重点防御区和地震高风险区, 政府应考虑进行合理补贴, 统一推行成本更低的农村民居抗震加固。

4. 主要结论

本文对黑龙江地区中强地震作用下当地农村泥坯混合结构民居房屋的震害形式进行分析和总结, 将当地农村泥坯混合结构民居房屋分为泥坯房与泥草房、土坯-木屋顶结构、砖(柱)墙-土墙-木屋顶结构共三类, 以林甸地震、前郭地震以及松原极震区为例, 分类介绍了各类结构震害形式的主要特点与致灾成因, 提出了该类结构地震安全存在的问题。

本文认为黑龙江地区农村民居在未来一段时间内可能遭遇的地震风险在加大, 当地农村泥坯混合结构民居房屋抗震能力较弱, 不具备抵御该水平地震灾害风险的能力, 建议政府统一对地震高风险区进行农村民居的抗震加固工作。

基金项目

地震科技星火计划项目(XH17012); 黑龙江省地震局一般性项目(201607)。

致谢

本文的研究, 得益于黑龙江省地震局局长张志波、原副局长杨金山争取到的项目资金支持, 并得到了黑龙江省地震局震害防御(政策法规)处、黑龙江省地震局科学技术处、黑龙江省地震工程研究院及哈尔滨市(县)城建部门和地震部门领导的大力支持与配合, 在此一并感谢各位领导和师长的鼎力支持!

参考文献

- [1] 王兰民, 袁中复, 林学文. 甘肃农村民房地皮易损性的调查与分析[J]. 世界地震工程, 2005, 21(4): 16-25.
- [2] 孙柏涛, 胡少卿. 基于已有震害矩阵模拟的群体震害预测方法研究[J]. 地震工程与工程震动, 2005, 25(6): 102-108.
- [3] 温增平, 高孟潭, 赵凤新, 等. 统一考虑地震环境和局部场地影响的建筑物易损性研究[J]. 地震学报, 2006, 28(3): 277-283.
- [4] 宋文景, 魏文晖. 武汉市农村建筑抗震普查及空斗墙抗震性能分析[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.
- [5] 闫培雷, 孙柏涛, 王明振, 等. 芦山 7.0 级强烈地震宏观震中玉溪村房屋震害调查与分析[J]. 地震工程与工程震动, 2014, 34(Supp. 1): 955-959.
- [6] 蒋敏. 郟庐断裂带安徽区段农村民居抗震性能研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽理工大学, 2015.
- [7] 陶忠, 潘兴庆, 潘文, 等. 云南农村民居土坯墙单块土坯力学特性试验研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2008, 30(1): 99-104.
- [8] 郑继烈, 孙柏涛, 杨金山, 等. 黑龙江省农村民居地震安全工程基础情况调查报告[R]. 哈尔滨: 黑龙江省地震局, 2007.
- [9] 黄艳, 常征, 欧阳兆国, 等. 黑龙江省地震局一般性项目(201607)结题报告[R]. 哈尔滨: 黑龙江省地震局, 2018.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7540，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sd@hanspub.org