

九江地震灾害分析和鉴定加固研究

杨忠, 江德保

(九江学院土木工程与城市建设学院, 江西九江 332005)

摘要: 分析了九江地震灾害特征和产生灾害的原因, 提高了对建筑抗震设计重要性的认识, 同时针对旧房改造和重建, 结合新农村建设, 提出了建筑物抗震鉴定和加固方法, 为本地区的抗震设防提供一点参考和借鉴。

关键词: 地震; 裂缝; 构造措施; 鉴定加固

中图分类号: TP315.63 文献标识码: A

0 引言

2005年11月26日, 江西省九江、瑞昌间(29.7°N, 115.7°E)发生了5.7级地震, 这次地震虽然震级只有5.7级, 却造成了17人死亡、8000余人不同程度受伤、倒塌房屋1.8万间、损坏15万多间的巨大损失。通过在地震灾区的调查发现, 这次地震之所以造成如此大的破坏有多方面的原因。通过对地震破坏情况的分析, 找出其原因并提出一些抗震鉴定和加固的方法, 为本地区的抗震设防提供一点参考和借鉴。

1 地震破坏

地震破坏作用主要有三个方面, 地表的破坏作用、建筑物的破坏作用和次生灾害; 由于本次地震的自身特点以及由于各级部门工作做的较为充分, 基本上没有次生灾害的发生, 本次地震造成的破坏主

要是前两个方面, 这两种破坏在地震中有很显著的表现。通过查看震后的现场情况, 搜集地震对建筑物破坏的第一手资料, 基本情况如下。

1.1 地表破坏

1.1.1 地面裂缝

在强烈地震作用下, 常常在地面产生裂缝, 这次地震地裂缝特征非常明显, 在瑞昌县赛湖农场一棉花地里就有深约1m的裂缝(图1—3), 裂缝宽度大约30cm左右。从图2可以看出, 实测值深度大概在80~90cm之间。这种裂缝产生的主要原因是地面做剧烈的震动而引起的惯性力超过了土的抗剪强度所致, 因此也常称为重力裂缝, 裂缝长度一般从几米到几十米, 甚至几公里, 但一般不深, 多为1~2m。在赛湖农场发生的这种现象, 可能与震中很近有关系, 同时也可能与地质有一定关系, 通过对土的抗剪强度和别处土抗剪强度的比较, 应该可以得到相关结论。

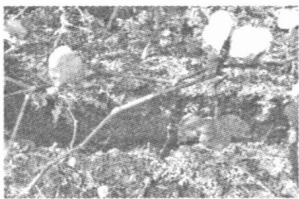


图1 某棉花地裂缝实测图

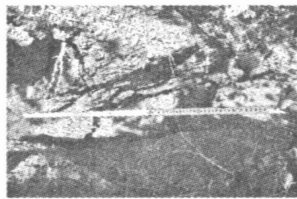


图2 某棉花地裂缝深度实测图

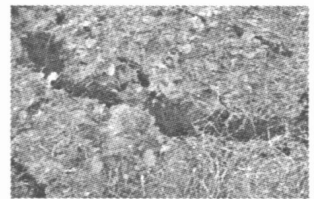


图3 瑞昌县赛湖农场分场附近裂开的地面图

1.1.2 地面下沉

在强烈地震作用下, 地面往往会发生震陷, 在此

次地震中, 震中附近就有明显的地面下沉(图4), 该地面下沉深度较大, 大约下沉了5m左右, 震陷处的

* 收稿日期: 2006-10-31

作者简介: 杨忠(1977—), 男(汉族), 湖北黄梅人, 九江学院土木工程与城市建设学院讲师, 主要研究方向为结构工程。

树木都随着地面发生倾斜, 图 5 反映的是由于地面下沉所引起的裂缝, 地面沉陷裂缝多呈环状产生, 一

般发生在各类矿区、岩溶塌陷区和地面沉降区等^[1]。



图 4 地面前下沉图



图 5 地面前下沉引起的裂缝图

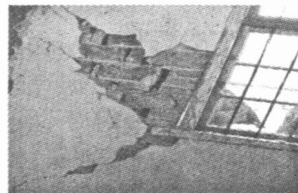


图 6 窗间墙面破坏图

1.2 建筑物的破坏

1.2.1 墙面裂缝

在地震破坏比较严重的某镇, 其位置距离震中比较近, 另外该镇建筑物基本还是自建的砌体房屋, 抗震能力较弱, 受破坏的房屋墙面上基本都出现了斜裂缝和水平裂缝(图 6~7)等, 甚至有些部位出现了交叉裂缝(图 8~9)。砌体房屋材料一般为脆性

性质, 抗拉、抗剪和抗弯强度都比较低, 墙体往往会因为拉应力强度不足引起此类裂缝, 而且地震破坏主要是面波造成的破坏, 建筑物表现出“先颠后晃”, 由于水平地震的反复作用, 两个方向的斜裂缝组成了交叉裂缝; 还有少数房屋的门框由于地震作用产生了较大的变形, 不能完好地关上。



图 7 墙裂缝宽度实测图

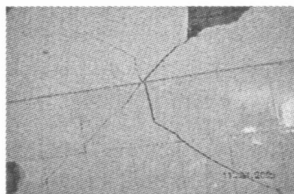


图 8 内墙交叉裂缝图

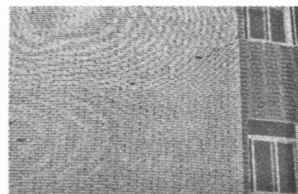


图 9 外墙交叉裂缝图

图 10~11 中建筑屋有明显的裂缝存在, 图 11 中房屋主体结构基本上已经完成, 采用预制楼板, 但没有构造柱等抗震措施, 同时墙体的刚度和质量由于孔洞有显著变化, 削弱了墙的整体性和而且

墙体砌筑砂浆强度可能较低, 因此墙体产生了 45° 斜裂缝, 为地震产生的水平剪力所造成的破坏形态^[2]。

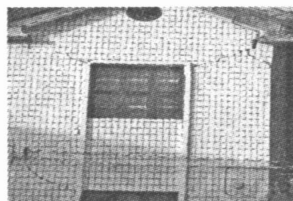


图 10 某在建房屋外墙裂缝图

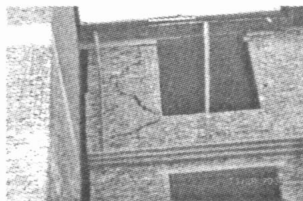


图 11 某在建房屋图



图 12 楼面裂缝图

1.2.2 楼面裂缝

图 12 楼面位于某党校一楼梯间内, 楼面出现明显裂缝。一般而言, 楼面破坏的情况在地震时应该还是比较少见的现象, 因为在地震水平作用时楼盖平

面内的强度应该比较大, 此处的破坏可能是由于下述原因造成: 一般该处墙体计算高度比房屋其他部位小, 刚度较大, 因此该处分配的剪力也比较大, 容易造成震害, 楼梯间墙体易发生破坏、楼面开裂; 另

外,结构上基本是砌体形式,一般采用预制构件,两相邻的预制构件可能连接不太牢靠,会导致裂缝的产生。

1.2.3 屋盖的破坏

屋面女儿墙护栏(图13)为混凝土结构,由于时间较久,钢筋锈蚀比较严重,在地震中被震脱落而倒塌;本次地震中建筑物的附属小构件,像坡屋面的屋脊瓦(图14)以及外墙所贴石材、瓷砖等脱落现象也



图13 女儿墙护栏倒塌图

比较普遍。

突出屋面的一些附属结构会产生一定的破坏,主要是女儿墙、烟囱等部位,由于结构刚度和质量的突然改变,地震反应也随之增大,它们的震害往往比下部结构更为严重,会产生“鞭端效应”的影响。在强烈地震作用下,坡屋顶的屋盖常常会因为屋盖支撑系统不够完善,或未采取一定的抗震措施,造成屋盖丧失稳定性或局部的强度和连接破坏。

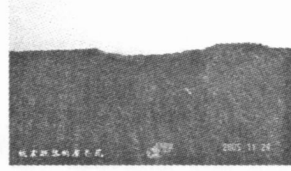


图14 屋顶瓦块脱落图

1.3 基础破坏

该地区房屋多为自建的砌体结构房屋,一般采用石块基础,由人工堆砌而成,没有任何抗震措施,如地基梁等;地震前基础一般还能够保持比较好,地震后有比较严重的破坏,从图15可以看出基础中有明显裂缝,基础墙体被拉裂,局部还有较严重的破

坏,有些石块还发生了脱落(图16),而且可能会导致不均匀的沉降,或者由于基础的破坏,直接对上部结构造成破坏。该房屋是建在一斜坡上,建筑物正面临街部分较高,背面要低4m左右,因此背面基础较高,纵墙已经发生了倾斜,和山墙有较大的裂缝。



图15 基础出现裂缝图



图16 基础局部破坏图

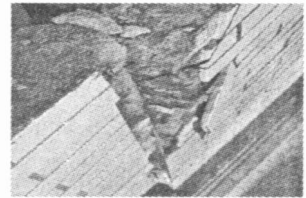


图17 连接破坏图

1.4 连接破坏

某教学楼平面形状为双L型组成的“Π”型结构,类似于中间主楼、两侧裙楼的形式,平面不太规则,三部分相连处破坏严重(图17),主要是由于一方面立面上存在高差,另一方面各个部分结构刚度、质量截然不同,使得各个部分结构的抗推刚度悬殊过大,再加上结构体形较为复杂,因此该处破坏比较严重。

大部分震害表明,由于地震作用的复杂性,体形不对称结构的破坏较体形均匀对称的结构要严重一些。当建筑形状复杂而又不设防震缝时,应选取符合实际的结构计算模型,进行仔细的抗震分析,估计局部应力和变形集中及扭转影响,判别易损部位并

采用加强抗震措施;当设置防震缝时,应将建筑分成规则的结构单元,以利于其发挥出较好的抗震性能。

2 建筑抗震鉴定

本地区建筑多采用多层砖房的形式,对于多层砖房的抗震鉴定需要采用二级鉴定,多层砖房的一级鉴定是考虑其宏观控制和构造鉴定,主要将结构体系、材料、整体性连接构造和局部构造作为主要鉴定因素,这属于定性的分析,属于抗震概念设计范畴;如都能满足,则结构的抗震鉴定应该能够通过,不需要进行第二级鉴定,既可以减少工作量,也可以体现建筑概念设计的重要性^[3]。

如不能满足,针对具体的因素:体形影响、局部

结构影响和局部构造,进行结构的二级鉴定,分别考察其平均抗震能力指数和综合抗震能力指数,需要进行定量计算,属于理论分析的范畴。通过鉴定可以对建筑物作出客观评价,对于是否需要进行加固修复和重建提出合理的建议。

3 建筑抗震加固

多层砖房主要是以脆性材料为主,变形能力差,刚度较大,因此产生的地震作用大,在地震中震害较重,通过本次地震充分印证了这一点,在对已建的房屋进行加固时就需要考虑到这个特点。

3.1 提高房屋的整体性

3.1.1 圈梁的设置

圈梁是沿外墙、内纵墙和主要横墙设置的处于同一水平面内的封闭梁,可以提高建筑物的空间刚度和整体性,增加墙体稳定,减少由于地基不均匀沉降而引起的墙体开裂,并防止较大的振动荷载对建筑物的不利影响,设置圈梁是减轻震害的重要构造措施。

图 10 中山墙出现了裂缝,如采用圈梁或在窗洞口上设置附加梁时,可以减小房屋的裂缝;同时在对房屋加固时应该做好圈梁与墙体的连接。

3.1.2 构造柱的设置

在地震中有许多整体性较差的房屋都发生了不同程度的破坏(如图 11),该房屋正在修建中,因此可以较明显地看到没有设置构造柱,尽管墙体上有一定程度的削弱,但是如果设置了构造柱,应该会对结构起到积极的作用,作为竖向的加强墙体的连接,能够提高建筑物的整体刚度和延性,约束墙体裂缝的开展,从而增强建筑物承受地震的能力。

从本例来看,在墙体交接处外加现浇钢筋混凝土构造柱是加固的较适当的方法。

3.2 提高抗震承载力

直接对墙体进行加固是一种比较保守的做法,也是比较实用的方法,具体做法是在受损墙体一侧或两侧采用水泥砂浆面层、钢丝网砂浆面层或现浇钢筋混凝土板墙加固。对部分局部受损部位进行灌浆修补,通过压力灌浆修补可以提高墙体承载力,并且能改善整体工作性能。对于有些受损比较严重的墙体也可以进行拆砌式增强,在地震中有些部位可能破坏严重,修复已经很难恢复其承载力,则直接将这一部位拆除,重新砌筑或增设抗震墙,以利于完全恢复承载力,这种做法需要考虑到新砌部位与原墙体的连接和协同工作。

4 工程实例

某六层砖混结构教学楼,采用纵墙承重,层高 3.3m,楼盖和屋盖为钢筋混凝土预制板,砌筑砂浆强度等级为 M2.5,楼层平均重量为 $12\text{kN}/\text{m}^2$,门宽 1m,窗户宽 1.8m,平面如图 18 所示,为保证其安全使用,需要对其进行抗震鉴定。

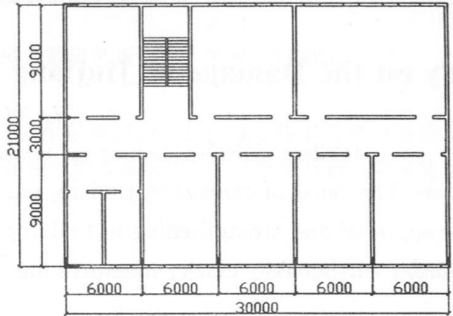


图 18 建筑平面图

由建筑物的鉴定原则,首先进行了第一级的鉴定,主要是对房屋的尺寸、层高、高宽比和其他构造的计算,经计算有一项指标不符合第一级的标准:

办公楼平均横墙间距为 $30 \times 2 / 10 = 6\text{m}$

横墙规定限值为 $L = 4.4 \times \frac{2 \times 1.4 + 9}{11} = 4.72\text{m}$

$< 6\text{m}$

即横墙平均间距超过了规定限值。

因此需要再进行第二级鉴定,鉴定结果表明多根轴线的横墙抗震指数达不到要求,因此对上述的几根轴线处横墙进行抗震加固。

根据二级鉴定结果,经过设计给出具体方案:由于较大部分的墙体没能满足要求,计算结果和规定值相差 15% 左右,因此加固方案采取了钢筋网水泥砂浆面层的加固方法,以提高横纵墙的抗震能力。经加固后的验算,横墙的抗震能力指数均达到了要求。

5 结语

通过九江地震的震害特征和原因分析,针对震后灾区的旧房和危房重建,结合新农村建设实际情况,应该要采取合理而有效的措施来尽可能地减小地震造成的损失。

新建房屋的设计要严格按照国家颁布的地震烈度区划图或者地震动参数区划图规定的抗震设防要求,进行抗震设防,满足建筑物“大震不倒,中震可修,小震不坏”的抗震设计原则;群众自建房屋,要适

当增加一些抗震构造措施,要重视非主体结构的抗震设计、施工和管理;对已经建成的建筑物和构筑物而未采取抗震设防措施的,应当按照抗震性能鉴定

方法,采取二级鉴定的原则进行抗震鉴定,并采取必要的抗震加固措施来增强建筑物抵御地震的能力。

参考文献:

- [1] 郭继武. 建筑抗震设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002, 11-12.
 [2] 吴延河, 林眉, 聂庆斌. 2005年11月26日江西瑞昌5.7级地震前地震活动分析[J]. 华北地震科学, 2007, 25(1): 40-43.
 [3] 建筑抗震鉴定标准(GB 50023-95)北京: 中国建筑工业出版社, 1995, 30-35.

Study on the Damage of Jiujiang Earthquake and the strengthening for building

YANG Zhong, JIANG De-bao

(College of civil engineering and urban construction, Jiujiang University, Jiujiang 332005, China)

Abstract: The cause of damage in Jiujiang Earthquake is studied, and the countermeasures to reconstruction, a-seismic appraisal and strengthening of building are presented.

Key words: earthquake; crack; measures for construction; appraisal and strengthening

欢迎订阅《华北地震科学》

《华北地震科学》是由河北省地震局主办的地震科学综合性学术刊物,国内公开发行。主要刊登地震学方面具有创新性的研究成果,也登载地球物理、地震地质、地震工程等方面的学术论文及国内外地震科学研究的最新进展和成果。

《华北地震科学》均为季刊,每季末出版。2008年继续由编辑部直接发行。凡欲订本刊的读者可通过全国非邮发报刊联合发行部或与本刊编辑部联系均可。

(1) 全国非邮发报刊联合征订服务部

邮 编: 300385

地 址: 天津市大寺泉集北里别墅 17 号全国非邮发报刊联合征订服务部

电 话: 022-23973378, 23962479

电子邮件: LHZD @public.tpt.tj.cn

(2) 本刊编辑部

邮 编: 050021

地 址: 石家庄市槐中路 262 号河北省地震局《华北地震科学》编辑部

电 话: 0311-85814313