

伍圣喜, 吴从晓, 韩家军, 张超, 周云, 2007. 云南宁洱 6.4 级地震砖混结构房屋震害调查与分析. 震灾防御技术, 2 (3): 285—289.

云南宁洱 6.4 级地震砖混结构 房屋震害调查与分析¹

伍圣喜 吴从晓 韩家军 张超 周云

(广州大学土木工程学院, 广州 510006)

摘要 本文根据地震现场考察情况, 介绍了 2007 年 6 月 3 日云南省普洱市宁洱县 6.4 级地震造成的砖混结构房屋的破坏情况, 归纳总结了这类结构房屋的震害特征, 分析了其破坏原因, 并对砖混结构房屋抗震设计与施工提出了建设性建议。

关键词: 普洱地震 砖混结构 震害调查 震害分析

引言

2007 年 6 月 3 日凌晨 5 时 34 分 56.0 秒, 云南省普洱市宁洱县发生 6.4 级地震。震中位于宁洱县同心镇, 距离普洱市 27 km, 震源深度约 5 km, 极震区烈度Ⅷ度。等震线形状呈椭圆形, 长轴走向为北西向, 震区总面积约为 3890km², 相邻的普洱市思茅、景谷、澜沧、江城、墨江等县区及西双版纳均有强烈震感。据云南省区域数字地震台网测定, 截至 2007 年 6 月 7 日 19 时云南省地震台网共记录到余震 1699 次, 其中 3—3.9 级 35 次, 4—4.9 级 3 次, 5—5.9 级地震 1 次, 最大余震 5.1 级。

砖混结构因其具有良好的保温、隔热和隔音性能, 良好的耐火性和耐久性, 低廉的造价, 而成为村镇中广泛使用的结构。但砖混结构的墙体强度较低, 材料用量大, 结构的自重大, 因而地震作用也较大。从宁洱县城部分建筑物灾后安全鉴定资料的取样调查统计数据 (表 1) 也可以看出, 在地震作用下, 砖混结构房屋的破坏往往比较严重。本文通过对震中周围的宁洱县城、新平、太达村、同心乡等房屋震害情况较严重地区进行实地考察, 总结和分析了砖混结构房屋的震害情况和原因, 并提出了相应的抗震措施和建议。

表 1 砖混结构房屋破坏情况统计表

Table 1 The Statistical results of concrete and brick construction damage

房屋类型	样本总数	基本完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏
砖混	135	32 (23.7%)	31 (23.0%)	20 (14.8%)	52 (35.5%)

1 《村镇建筑抗震技术规程》项目 (建标[2004]66 号)

[收稿日期] 2007-08-06

[作者简介] 伍圣喜, 男, 生于 1981 年。硕士研究生。主要从事结构减震控制方面的研究。E-mail: wusince@163.com

1 墙体的震害与分析

砖混结构的墙体既是围护构件又是承重构件,其除了承受自重外,还要承受上面传来的竖向荷载和横向水平荷载。墙体的抗拉抗剪强度较低,大部分在地震水平作用下产生裂缝。裂缝的形式有:①斜裂缝。包括 45° 斜裂缝(图1)、“八”字型裂缝(图2)和“X”型裂缝(图3)等典型裂缝。②竖向裂缝。出现在混凝土构造柱与墙体之间(图4),或者在应力集中较严重的纵横墙交接处。③水平裂缝。一般只出现在墙体与圈梁或门窗过梁的交界处(图5)。

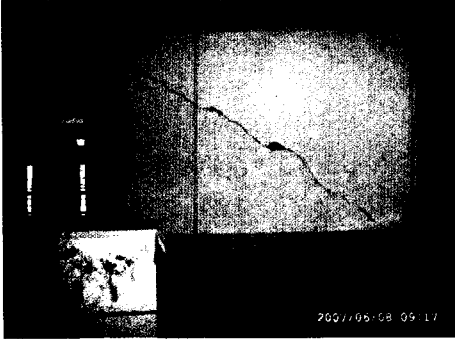


图1 墙体 45° 斜裂缝

Fig. 1 Inclined cracks on the wall



图2 墙体“八”字型裂缝

Fig. 2 “Eight-shaped” cracks on the wall

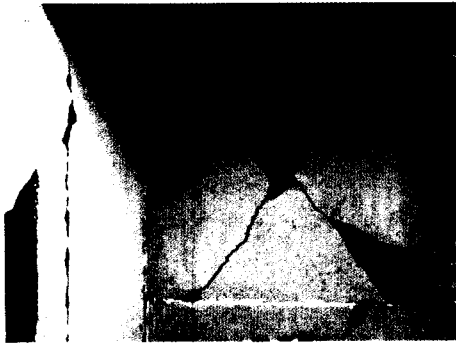


图3 墙体“X”型裂缝和竖向裂缝

Fig. 3 “X-shaped” cracks and vertical cracks on the wall



图4 墙体竖向裂缝

Fig. 4 Vertical cracks on the wall



图5 墙体水平裂缝

Fig. 5 Horizontal cracks on the wall



图6 墙体破碎

Fig. 6 Breakage of the wall



图 7 平面不规则引起柱端破坏

Fig. 7 Damage at the end of the column caused by irregular plane layout



图 8 碰撞引起柱端破坏

Fig. 8 Damage at the end of the column due to pounding

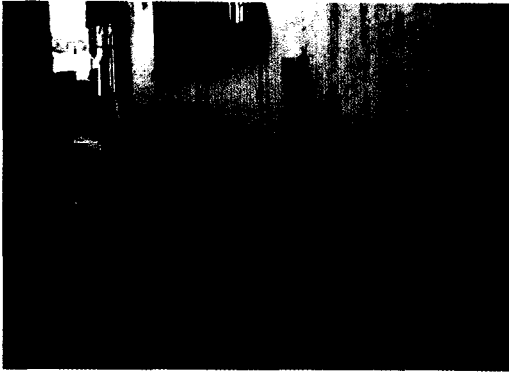


图 9 地基不均匀沉降

Fig. 9 Uneven settlement of the foundation

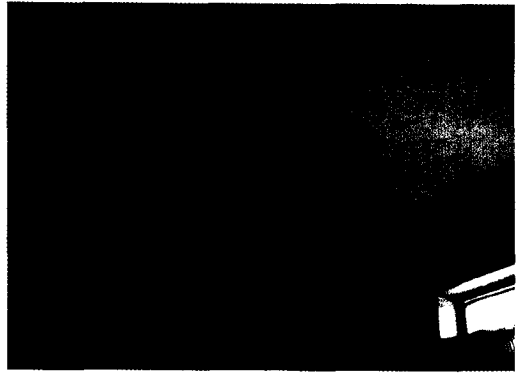


图 10 角板拉裂

Fig. 10 Cracks of the ceiling in the corner

对于强度过低或高宽比较大的墙体，在出现裂缝后再进一步受地震作用时，还会发生破碎倒塌（图 6）。

关于墙体破坏的原因，根据现场调查发现，有如下几点：

(1) 砂浆灰缝不饱满，强度低，抗震性能差。砂浆的饱满程度对砌块均匀传力、砌块之间的连接和砌体强度影响较大。《砌体工程施工质量验收规范 (GB50203-2002)》(中华人民共和国建设部，2002) 规定，水平缝厚度和竖缝宽度一般为 10mm，不得小于 8mm，也不得大于 12mm，水平灰缝的砂浆饱满度不得低于 80%。但当地很多建筑工人没有意识到砂浆施工对墙体整体强度的影响，如图 6 的建筑，其整片墙的砂浆水平缝厚度很薄，且砂浆加入大量的石灰，虽然这样提高了墙体的柔性，但同时也降低了其强度。致使墙体在地震往复水平作用下出现大量的裂缝。

(2) 连接措施不到位。墙角和纵横墙交接处是抗震的薄弱点，应同时砌筑，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎，斜槎水平投影长度不应小于墙体高度的 2/3。混凝土构造柱与砖墙两种构件的材料不同，要有加强的连接措施才能保证在界面处不产生裂缝而共同工作。现行常用的做法有两种，一是沿一定高度设拉筋，二是先砌筑墙体并留阴阳槎，以后再浇筑混凝土柱。从破坏的砖混结构房屋来看，还是有很多没有按要求来设置连接措施。如图 3 新平小学教学楼，在转角处设了一构造柱加强抗震能力，但柱与墙却没有拉结

措施,致使墙柱分界面出现竖向裂缝。

2 柱子的震害与分析

砖混结构的混凝土柱与墙体一起承受力的作用,其端部的弯矩最大,剪力也接近最大值,且与圈梁相交,受力复杂。即使柱子的设计与施工已达预期要求,若建筑布局不合理,柱端还要承受“意外”之力,从而发生破坏。普洱教师进修学校红砖楼,首层所有角柱顶端都产生破坏(图7),但其他所有的柱子都完好无损。这是因为此幢建筑严重违背了抗震概念设计,在平面上采用了不利于抗震的“L”型布置,其抗侧力结构严重不规则,不对称,结构受扭严重。普洱茶厂的两层砖混办公楼,因防震缝设置不合理,未达到规范规定防震缝的宽度至少为70mm的要求,首层有一角柱与楼梯的混凝土柱互相碰撞,柱端被剪断,引起结构严重破坏(图8)。

3 地基沉降与楼板的震害与分析

地基是一幢建筑的基础,应有足够的强度和刚度,以保证地基不产生破坏或过大的变形。普洱市宁洱县的地下水位很浅,土质松软,大部分场地土承载力较弱,而村镇的砖混结构常采用墙下条形浅基础,开挖坑槽后直接用石块砌筑基础。据了解,当地农村坑槽开挖的宽度和深度随意性很大,基本上是参照以前附近建筑的经验,不考虑建筑结构本身的不同和场地的变化。这种地基给以后留下了隐患,当地震来临时,地基受力增大,未能满足抗震要求的地基开始下沉。对于局部承载力薄弱的地方可能会沉降得更多,造成地基不均匀沉降(图9)。

当地基不均匀沉降时,还会将属于薄构件的楼板拉裂。对于砖混结构的方形板,在边角处板底受压,板面受拉。地基的不均匀沉降使楼板跟随不均匀沉降,从而在板面产生附加拉应力。图9和图10为县幼儿园同一幢建筑,在地基不均匀情况下,楼板的边角处被拉裂。此次地震造成的砖混结构楼板破坏一般只出现单条裂缝,没有出现局部被拉压碎或整体坍塌的现象。

4 结语

同处Ⅷ度区的砖混结构,有严重破坏的,也有基本完好的。建筑规范设计与施工的质量越高,地震破坏的程度就越低。为了减少未来不可预见地震给人民带来的生命和财产损失,吸取此次地震灾害的经验教训,提高砖混结构房屋的抗震能力,作者提出以下几点建议:

(1) 确保材料强度合格,尽量不要使用低强度的空心砖砌筑砖混结构的承重墙,砂浆要适度控制石灰的含量,过多过少都不利于砂浆硬化后的强度提高。以“横平竖直,灰缝饱满,错缝搭接,接槎可靠”为原则,严格按规程操作。如在砌砖墙时,砖块要提前预浸水,砂浆不可一次铺设过长,防止砂浆水分被吸干开裂,降低强度;在墙体转角与纵横墙交接处要同时砌筑或留踏步槎,严禁使用阴阳槎。

(2) 为了避免或减少周围房屋的碰撞影响,建筑总体布局时应距相邻建筑预留一定的间距,至少要满足防碰撞需要;在平面结构布置时,要尽量规则、对称,尽量使刚度中心与质量中心重合,减小扭转效应的影响。对于单幢建筑在地形要求下确实不能满足的,要在转角附近设置防震缝,将不规则的结构划分为规则的结构。

(3) 基础并非越大越好,也并非越深越好,对于某些上强下弱的土质,增大开挖深度,

反而有可能会降低地基的承载力。所以地基要经过勘察，了解其各层土质的分布情况，确定承载能力，为基础宽度和埋置深度的确定提供依据。当地基为特殊软土时，可通过换填垫层法、强夯法等多种方法进行人工处理（韩小雷，2004），保证地基不发生整体沉降。为减小地基不均匀沉降对上部结构的影响，可在墙体与基础之间设置基础圈梁。基础圈梁要形成封闭状，宽度宜与墙厚相同，当墙厚大于 240mm 时，其宽度不宜小于墙厚的 2/3，高度不应小于 120mm，配筋不应少于 4 ϕ 10，箍筋间距不应大于 300mm。

（4）普洱位于澜沧江断裂与红河断裂之间滇西南地震区，当中有一条走滑型次级地震带沿西北向东南穿过，这里虽没发生过 7 级以上地震，但中强地震极为活跃（皇甫岗，2007）。对于今后新建的建筑在场地选择时，应避免不利地段；当条件不允许避开不利地段时，应采取可靠措施，使建筑物在地震时不致由于地基失稳而破坏，或者产生过量下沉或倾斜；不应在危险地段（如发震断裂带）建造甲、乙、丙类建筑。

参考文献

韩小雷，2004. 土力学地基基础. 北京：冶金工业出版社，313—361.

皇甫岗，秦嘉政，李忠华等，2007. 云南地震类型分区特征研究. 地震学报，29（2）：142—150.

中华人民共和国建设部，2002. 砌体工程施工质量验收规范（GB50203-2002）北京：中国建筑工业出版社.

Investigation and Analysis of Brick and Concrete Building Damage Caused by Ning'er M_S 6.4 Earthquake, Yunnan Province

Wu Shengxi, Wu Congxiao, Han Jiajun, Zhang Chao and Zhou Yun

(School of Civil Engineering of Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract Based on the field investigation of the brick and concrete construction building damage caused by Pu-er M_S 6.4 earthquake on June 3, 2007, the damage characteristics are classified into different categories. The cause of damage is analyzed, and some comments and suggestions about seismic design and construction for brick and concrete construction building are proposed in this paper.

Key words: Pu-er earthquake; Brick and concrete construction; Seismic damage investigation; Seismic damage analysis