

唐山市多层砖房震害调查



清华大学建工系震害调查小组

1977. 3.

唐山市多层砖房震害调查

目 录

第一部分 多层砖房震害概述	1
第二部分 多层砖房震害典型实例	25
I. 工农兵楼住宅	25
II. 煤矿研究所住宅	34
III. 跃进楼住宅	45
IV. 水泥设计院住宅	58
V. 四二二水泥厂住宅	68
VI. 建设路南厂工房	78
VII. 凤凰路开澡工房	83
VIII. 达谢庄小学教学楼 (附新市区中小学教学楼震害调查)	89
IX. 外贸局办公楼	100
X. 冶金矿山建设指挥部办公楼	108
XI. 新华旅馆	117
XII. 交际处五号楼	144
XIII. 唐山地区商业服务楼	161
第三部分 多层住宅抗震改进意见	173
第四部分 其他多层砖房震害附录	179
1. 文化路地质楼	179
2. 文化楼	181
3. 西北井六四楼	183
4. 建设路建设楼	185
5. 建设路休干所	186
6. 新西村南街楼	187
7. 增盛里地质楼	188
8. 煤研所托儿所	190
9. 唐钢医院病房楼	191
10. 自行车厂办公楼	193
11. 开澡第三招待所	195
12. 河北煤矿设计院办公楼	197

第一部分 多层砖房震害概述

前言

一九七六年七月二十八日唐山、丰南地区发生 7.8 级强烈地震，工矿企业、公共、居住建筑物严重倒塌破坏，使国家生产建设、人民生命财产遭受极其严重的损失，本调查小组在近两个月的时间中对唐山市的多层砖房进行了震害情况调查，其中包括七百多栋砖房的破坏程度普查和几个住宅小区、部分办公楼、招待所、中小学教学楼的典型调查。工作中得到唐山市广大工农兵群众的热情支持和有关单位的大力帮助，在此表示感谢。由于时间和水平所限，调查工作很不深入，调查报告中必然存在缺点和错误，仅供参考。

一、震害普查

1. 烈度分区

一九七六年七月廿八日凌晨三时四十二分强烈地震，唐山地区的烈度分布见图 1。

这次地震的宏观震中就在唐山市区的东南部，即京山铁路以南的路南区及其附近，所以，路南区及其近邻，包括路北人民公园以东，新华路东段、西山口附近的震害最重，烈度应为 11 度，此处绝大多数砖房一塌到底，一片瓦砾，见图 2、图 3。

京山铁路以北的新市区除了东南部人民公园、新华路东段属于 11 度区、西南部矿冶学院附近因地基条件变化震害异常严重亦应划为 11 度之外，其他一般为 10 度，这里新建多层砖房多而集中，亦遭严重破坏，多数倒塌，破坏倒塌的形态多种多样。

市区北部的大城山是奥陶纪石灰岩残山，山坡上复盖的残积土很浅而且密实，地震破坏作用大幅度降低，房屋震害明显减轻，烈度约为 9 度。

2. 震害普查统计：

为了详细了解各烈度区多层砖房破坏倒塌的情况，我们对路南区的南厂工房、路北区的新华中路、建设路、文化路、跃进路、西山路等主要干道和煤矿研究所所在地附近，以及大城山周围的砖房进行了震害普查。

由于唐山市总的震害极其严重，大量房屋倒塌，未倒的也已经严重破坏，绝大部分不可能修复加固再继续使用，所以普查统计时没有采用通常的房屋破坏程度划分标准，而是根据对人民生命的危害程度做为划分标准。震后整栋房屋裂而未倒，居民能从住房中安全走出来的为 I 类，少部倒塌、大部倒塌和全部倒塌的，依次划分为 II、III、IV 类。普查统计的结果见表 1、表 2。

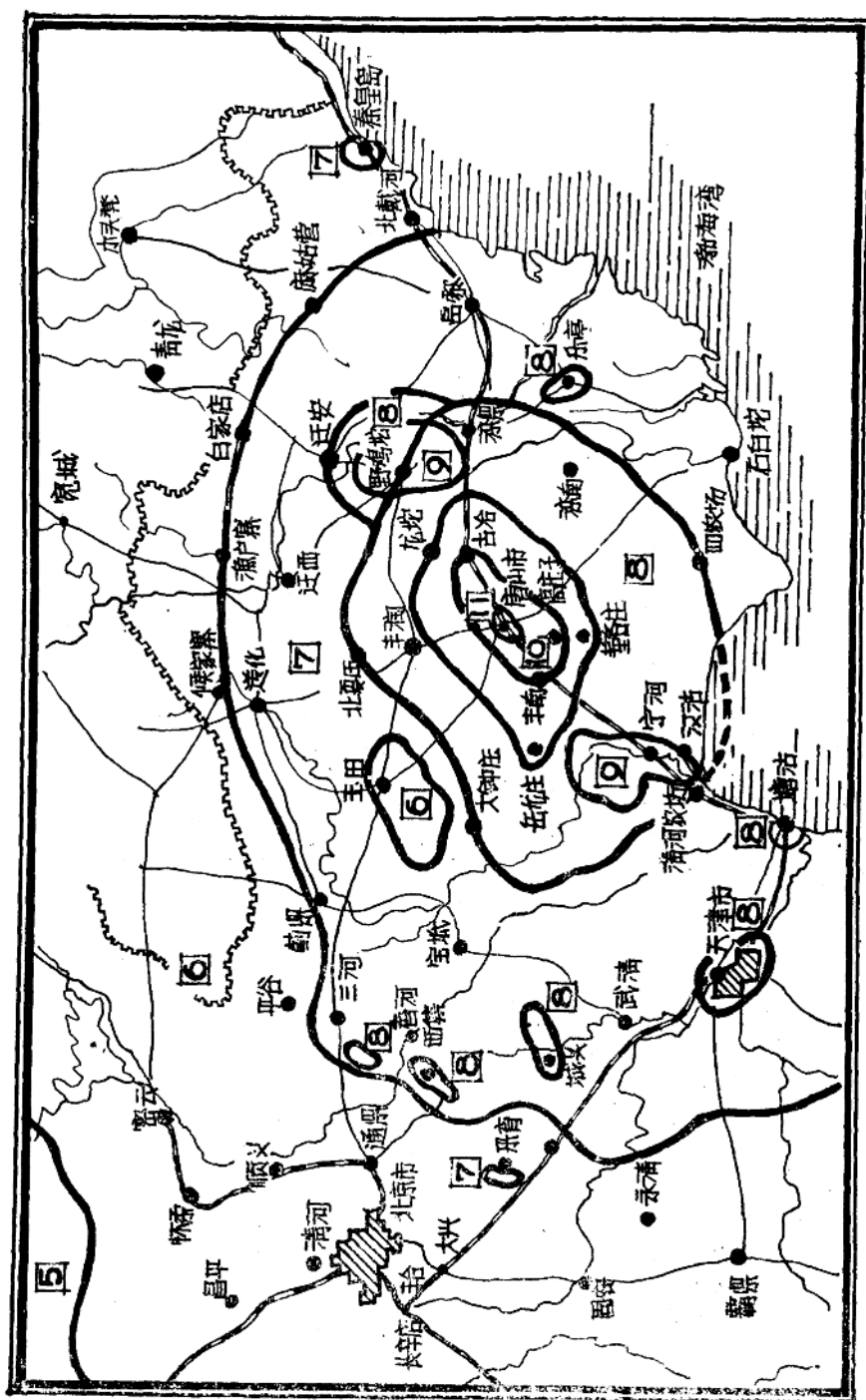


图1: 唐山地区划分图



图 2 路南区的震害



图 3 新华东路房屋震害

表 1

烈 度	调 查 地 点		栋 数	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
11 							

表 2

烈度区	统计分类 分 项		I 类	I 类	I 类	IV 类	统计分类 分 项		I 类	I 类	I 类	IV 类
	栋数	百分比					栋数	百分比				
11 度 区	多 层 砖 房 141 栋	8	7	5	121	二层砖房	76 栋	9.2%	7	6	4	59
						三层以上 砖 房	65 栋	1.50%	1	1	1	62
		5.6%	5.0%	3.5%	85.9%			1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	95.5%
10 度 区	多 层 砖 房 241 栋	24	46	37	134	二层砖房	55 栋	21.8%	12	19	11	13
						三层以上 砖 房	188 栋	6.5%	12	27	26	121
		9.9%	19.1%	15.3%	55.7%			6.5%	6.5%	14.5%	14%	65%
(大 9 度 城 山 区)	砖 房 494 栋	322	51	19	102	二层以上 砖 房	46 栋	56%	26	10	5	5
		65.3%	10.3%	3.8%	20.6%			56%	56%	22%	11%	11%

应该说明,在 11 度区,多层砖房多数为二层砖房,三、四层的较少;在 10 度区的新市区,则有大量近年新建的三、四层住宅和办公楼,二层砖房只占少数;在大城山周围,普查范围东起滨河路,西到唐丰路、小窑马路,北起钓鱼台,南至 422 水泥厂,其中只有唐山发电厂和 422 水泥厂未作统计。这里的房屋大多数是工业厂房,多层砖房很少,多层砖房主要是办公楼、集体宿舍,也有少数住宅和砖混结构厂房。

3. 震害轻重的影响因素。

通过普查统计,可以看出决定房屋震害轻重的因素有以下几个方面:

① 所处的烈度区。烈度分区、区域性震害的轻重主要受发震构造和大范围地形地质条件的影响,一般情况下,离发震构造带越近的区域烈度越高,房屋的震害越重,越远的则越轻。在不同的烈度区,房屋震害明显不同。从统计表 2 看,三层以上的砖房,在 11 度区完全倒塌的Ⅳ类占 95.5%,在 10 度区减为 65%,而在 9 度区的大城山则为 11%,又如按照同样图纸施工的四栋办公楼——唐钢第一冶炼厂办公楼、建筑陶瓷厂办公楼、外贸局办公楼和市委办公楼,是结构相同的四层砖房,由于它们座落在不同的烈度区,震害很不一样。其中位于大城山周围的唐钢、建陶两栋办公楼震害最轻,只是在山墙出现明显裂缝,内墙个别地方出现裂缝,整栋房子可以在修复加固后使用,而位于 10 度区的新西村西口的外贸局办公楼,墙体裂缝十分严重,顶层四角外墙和个别房间楼板塌落;靠近新华东路,位于 11 度区的市委办公楼,上三层全倒塌,底层残存,震害最重。

② 场地条件。在同一烈度区内,小范围的烈度变化,房屋震害的轻重受工程地质条件局部变化的影响。例如,结构、构造完全相同的毛石砌筑的平房,建在大城山南坡上的未倒,而建在山坡下的则成片倒塌,两者相距仅二百米,这是因为前者的地基是风化石灰岩,复盖土很薄,地震破坏作用小,而后者复盖土很厚,地震力增大。又如在 10 度区的新市区,其西南部有一个小范围,地质处于第四纪松散沉积层地表覆盖土突然变厚处,因为地基松散,地震加速度放大,使这个范围内的房屋震害比其他地方大大加重,矿冶学院、255 医院正是在这个范围内,它的震害烈度相当于 11 度。

③ 房屋的层数。结构条件大体相同的砖房,层数对震害的影响是明显的。从普查统计的数字说明,在 11 度区普查的 141 栋砖房中,Ⅰ、Ⅱ类共有 15 栋,其中就有 13 栋是二层砖房。比较二层与三层以上砖房的震害,前者的Ⅲ、Ⅳ类合占 83%,Ⅰ类只有 9.2%,后者的Ⅲ、Ⅳ类合占 97%,Ⅰ类仅有 1.5%,可见在 11 度区,未倒塌的砖房极少,而且主要是二层的,三层以上未倒塌的是极为罕见的。在 10 度区普查的 241 栋多层砖房中,Ⅰ、Ⅱ类共有 70 栋,其中二层的有 31 栋,约占一半,比较二层与三层以上砖房的震害,前者的Ⅲ、Ⅳ类共占 43.6%,Ⅰ、Ⅱ类占 56%,后者的Ⅲ、Ⅳ类共占 79%,Ⅰ、Ⅱ类占 21%。可见在 10 度区,二层砖房有大半没倒,而三层以上的则大多数倒塌。

④ 房屋的结构抗震性能。在同一地段,不同结构、构造、施工条件的砖房,震害往往差别很大,如中小学教学楼的倒塌率比住宅的明显降低;又如位于 11 度区的三

层达謝庄小学教学楼裂而未倒，新华路中段的新华旅館八层高楼不倒，而在 10 度区的工农兵楼和凡是采用与工农兵楼同样设计圖紙施工的住宅均一場到底。显然，在相近的外界条件下，决定房屋不倒和倒塌的根本原因在于结构的抗震性能。由于发震构造、場地条件人力不能改变，而建筑设计施工却是人为的，因此总结这一方面的经验教训，对今后解决建筑抗震问题有特别重要的意义。

二、多层砖房破坏和倒塌的特点。

这次唐山强烈地震，建筑物破坏倒塌的严重程度是空前的，多层砖房的震害特点，反映在它们的倒塌形态和结构的破坏现象上。

1. 倒塌形态。

多层砖房的倒塌形式有多种多样，但可概括为三种，即全部倒塌、上部倒塌和局部倒塌。倒塌后的状态有的是砖墙就地坍塌，各层楼盖叠合在一起；有的是各层砖墙和楼盖都向同一方向或向相反方向甩倒；有的扭转了一个角度倒塌；有的是几种状态组合。这些倒塌形态的产生和地面运动的情况以及自身的结构条件有关，以下主要从结构方面的原因作分析。

① 全部倒塌

全部倒塌所占比例最大，在路南区为 95% 以上，新市区约为 65%。倒塌过程有三，一是底层先倒，上层随之而塌；二是中、上层先倒，把底层砸塌；三是上、下层同时散碎，全部塌下。

底层先倒的现象多发生在地震力特别强，结构整体性较好，而底层墙体强度不足的情况下，例如凤凰路开滦工房，楼盖是现浇板，上下层墙体强度一样，在强烈地震力作用下，上层还未被甩倒时底层墙体因受剪力最大而首先破坏倒塌，由于上层整体性较好，在底层坍塌后整体座落，二层的住戶全部安全走出，直至 7.1 级余震后才散倒。见图 4。又如矿冶学院四层理化楼，全部现浇楼盖，墙体厚，砖和砂浆标号都较高，但因地基松散，地震力过大，也使其底层被摧毁至全楼倒塌。见图 5。照片中可见底层先



图 4 凤凰路开滦工房 10# 楼的倒塌



图 5 矿冶学院理化楼的倒塌

倒的砖房，墙体就地坍塌，楼盖叠合。在西山路有 28 栋三层的开漆工房，平面上两道内纵墙，纵横墙对直，用建筑砖砌筑，全部现浇楼盖，震后 27 栋全部倒塌，从仅存的一栋中我们可以看到其底层首先破坏的情况。见图 6。



图 6 西山路开漆工房底层砖墙的破坏

中上层先倒，砸塌底层的现象多发生在房屋整体性较差，上层砖墙强度过于减弱的情况下。如工农兵楼，三层预制板，仅顶层端开间设置圈梁，内外纵横墙咬接不牢，横墙南北两段仅以过梁连接，二、三层砂浆标号降为 10[#]，组合体很长而结构整体性很差，在地震力作用下，上层首先散塌，底层被砸坏全部塌下。见图 7。



图 7 工农兵楼的倒塌

上、下层同时散碎的，多发生在地震力很强而房屋砖墙强度很差的情况下，如位于矿冶学院南面的 255 医院的三层住院部，砖墙砂浆标号很低，地基土质松散，在强大地震力作用下砖墙完全散碎，墙体变成另散砖块，砂浆变成粉末。

② 上部倒塌

这种倒塌形态多发生于以下情况。

第一种是木屋架、坡顶而屋顶和砖墙连接不牢的多层砖房，如煤矿研究所有三栋三

层住宅采用苏式人字架坡顶，人字架仅以钉子、铅丝与墙连接，震时顶层砖墙外闪，屋架掉落，顶层下塌，顶层塌后荷载减轻，而且因屋顶较轻下塌时不会砸坏底层而使下两层得以保存。见图 8。

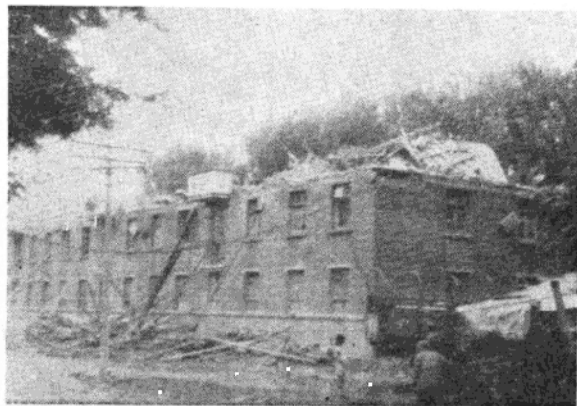


图 8 煤研所西 1 楼第三层倒塌

第二种是顶层设置空曠大房间而屋顶很重的多层砖房。如冶金矿山指挥部办公楼的顶层是一个大会议厅，屋顶有四榀重 6 吨的钢筋混凝土薄腹梁，梁上搭置预制槽形板，震后外墙与顶层倒塌。以下部分因四层顶为整体现浇楼板、砖墙强度较高所以能裂而未倒。见图 9。这种顶层因结构空曠、屋顶过重而倒塌的房子，外墙往往因受屋顶的推撞也多数倒塌。

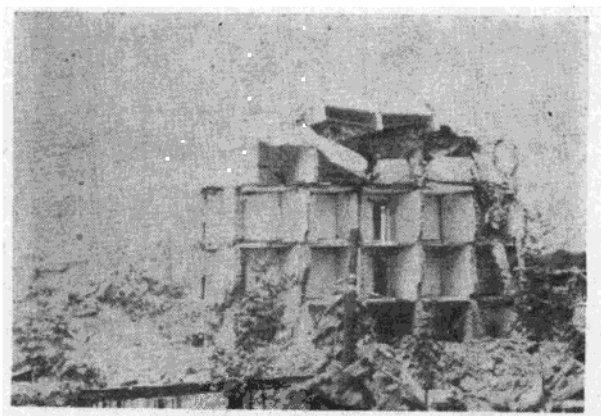


图 9 冶金矿山指挥部办公楼外墙、顶层倒塌

第三种是上部结构整体性差或上层墙体削弱的多层砖房。如西北井六四楼共九栋三层住宅，有三栋采用预制圆孔楼板上层砖墙裂缝比下层严重，其中一栋顶层倒塌。见图 10。另外六栋均为现浇楼盖，下层砖墙的裂缝较上层严重，但上两层砂浆标号降低，又有几栋上层在冬季施工，有三栋上部倒塌，其中一栋只剩底层。见图 11。

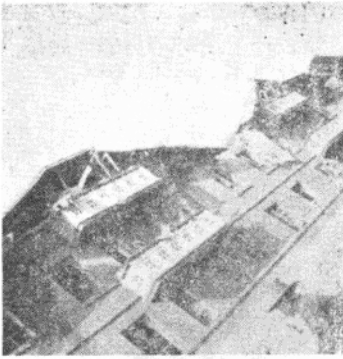


图 10 西北井六四楼 9# 楼顶层倒塌



图 11 西北井六四楼 4# 楼上两层倒塌

第四种是上层接建的多层砖房。如河北煤矿设计院办公楼，56 年建成三层，76 年又加建了二层，二者之间有一道通周的施工缝，砖墙上下接合不好，接建墙体砖的标号比下层低，加之新砌好的砖墙强度不够，震后，接建的上两层全倒塌。（见附录 12）。

③ 局部倒塌。

局部倒塌的多层砖房有的是一端倒塌，另一端未倒；有的是两端倒塌、中部未倒；有的是中部倒塌、两端未倒；有的外墙倒塌、内墙未倒。这种倒塌形态多发生在以下情况。

第一种情况是地基不均匀。在震时房子因受力不均而引起局部倒塌，如建设楼和跃进楼中就有几栋房子在地基变化的地方发生局部倒塌，见图 12。

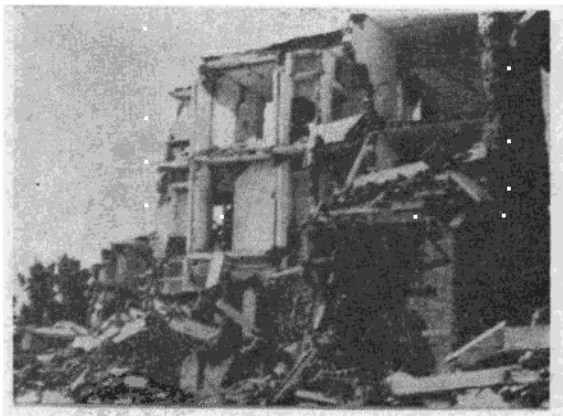


图 12 建设楼在地基不均匀沉降处倒塌

第二种情况是单开间横墙承重的砖房中有个别房间突然变大，改为横梁、纵墙承重，梁支座处墙体受力突然改变、应力集中而很易破坏倒塌，同时钢筋混凝土梁和横向承重墙振动不一致，搭在其上的楼板容易脱落，使此处发生局部倒塌。如自行车厂办公楼在开间变化的地方发生局部倒塌。见图 13。

第三种情况是縫的处理不当。有的房子采用单牆縫，楼板跨搭在縫两边的砖墙上，地震时房子两部份振动不一致，楼板被拉脱，同时縫一侧的縱牆平面不闭合，容易倒塌而使房子发生局部倒塌。如河北煤矿设计院办公楼在伸缩縫东侧的房间数层一塌到底。（见附录 12。）

第四种情况是房子某部分使用时的荷載大大超过设计荷載。砖牆和楼板本已超載，震时即迅速塌落。如河北煤矿设计院西北角房间本是按办公楼荷載设计，使用时该处二层为图档资料室，震后此处一塌到底。（见附录 12）。

第五种情况是房子采用两种结构形式，不能共同工作。如交际处 5 号楼的大餐厅共五垮，中间三垮是现浇钢筋混凝土柱与薄腹梁，两端垮山牆是承重砖牆，震时由于钢筋混凝土梁柱和砖牆延性不一样，砖牆首先破坏，致使两边垮倒塌，而中部三垮未倒。见图 14。又如冶金矿山指挥部办公楼拐角入口部份（六层）采用了两根钢筋混凝土柱子，新华旅館东段高级客房入口部份（六层）采用了独柱，这种单排柱或独柱和砖牆共同作用不好，空间刚度极差，震后这种部位极易倒塌。见图 15。

第六种情况是橫牆承重、内部结构整体性较好而内外牆连接不牢的多层砖房，容易出现外牆倒塌，內牆及楼板未倒、形成方格子状的现象。见图 16。

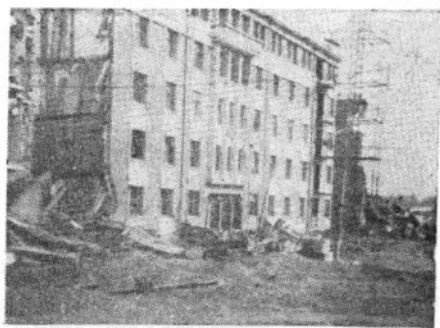


图 13 自行车厂办公楼在房间变大处倒塌



图 14 交际处 5# 楼大餐厅部份两端垮倒塌

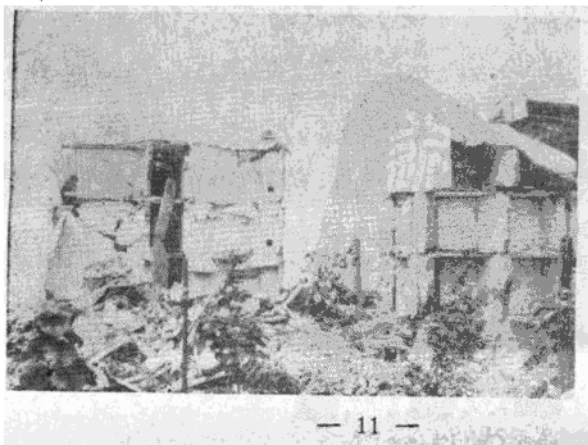


图 15 冶金矿山指挥部办公楼拐角处六层倒塌

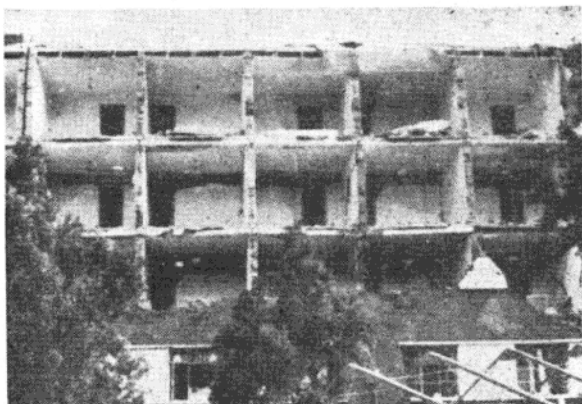


图 16 交际处 5# 楼客房部份北外墙倒塌。

2. 破坏特点。

在裂而未到的多层砖房中，墙体的破坏除反映出水平地震力的作用外，还可发现竖向地震力的巨大破坏作用。在极震区，由于水平地震动、竖向地震动都非常强烈，使建筑物出现几种特有的破坏现象。

① “X”形裂缝。

砖墙上普遍出现“X”形裂缝，是由水平地震力作用下产生的剪切破坏现象，这种破坏又与砖墙同时受到的拉压、扭转、弯折破坏叠加组合，使墙体严重酥裂破碎，一幌即倒。见图 17、图 18。



图 17 内墙的“X”形剪切裂缝、

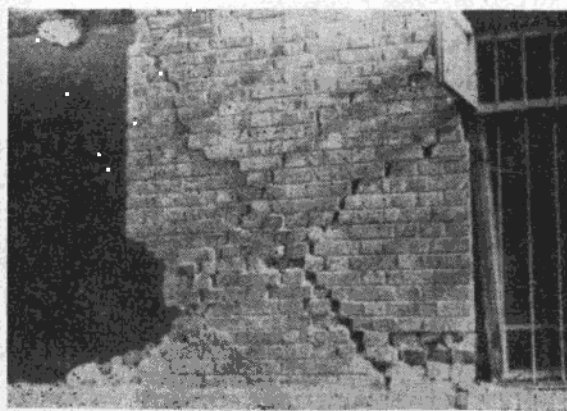


图 18 外墙的“X”形剪切裂缝

② 多种竖向裂缝。

贯通几层墙体的竖向直缝。这种缝多在纵横墙交接处出现，有的是由于竖向地震力作用下，纵横墙因荷载不同产生直剪破坏，这种破坏的缝口平直；或是由于水平地震力作用下纵横墙交接处被拉脱；或是当外墙已倒塌后，横墙受水平地震力作用受弯折与内纵墙脱开，这两种破坏的缝口往往成马牙槎状，反映出施工时的接槎。见图 19、图 20。

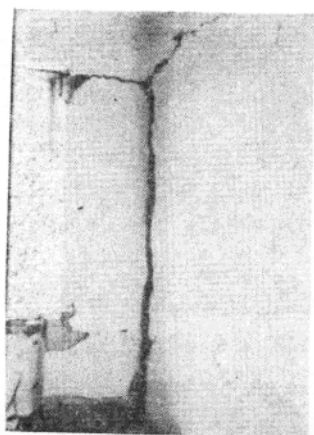


图 19 外纵墙与横墙交接处的竖缝

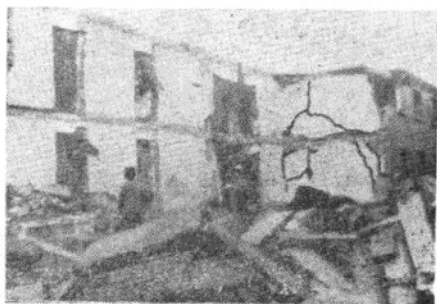


图 20 横墙被拉脱倒塌后留在内纵墙上的缝口

在横向承重墙上靠外墙处出现略斜的直缝，见图 21。这是由于水平地震力作用下，外纵墙外闪、横墙受拉破坏。往往这种缝出现在凹阳台两侧的横墙上通过阳台内沿位置，见图 22。这是在纵向水平力作用下，外墙拐接部位错动剪切破坏，加上凸出部位外闪形成的。凡是这些由于外墙外闪出现的裂缝，大都上宽下窄。



图 21 横墙在外墙外闪时受拉破坏

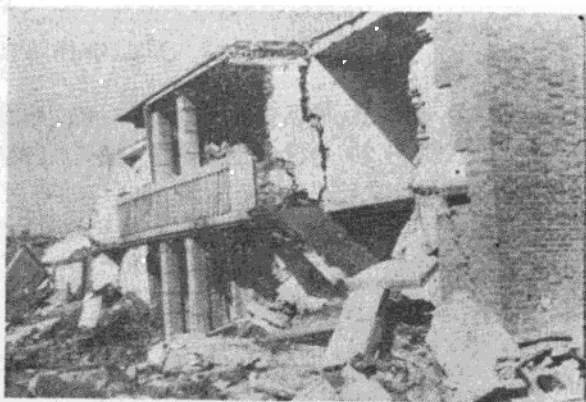


图 22 横墙在凹阳台内沿处的裂缝

在山墙和内纵向承重墙交接处山墙出现竖向裂缝。（见典型XIII图XIII—4）。这是在纵向水平力作用下，山墙受纵墙推压，受弯折破坏。

在窗下墙两侧的竖直裂缝，见图 23，这是在竖向和水平地震力作用下墙体截面变化处受剪或水平方向受弯折破坏，或是与当地基不均匀沉降时墙体横向受拉有关。这种裂缝多出现在软地基的砖房上。

在门窗洞角切断过梁及其上墙体的竖直裂缝，见图 24。这是在竖向和水平地震力作用下墙体在截面变化处出现的直剪或水平向弯折的破坏。



图 23 窗下墙两侧的竖直缝

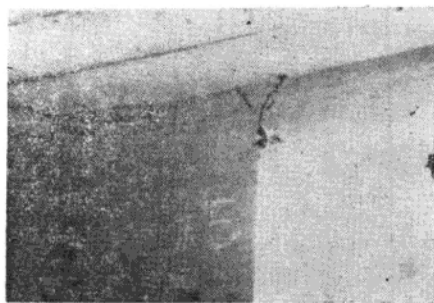


图 24 门窗洞角的竖直裂缝

在竖向烟道、垃圾道外墙上出现密集而很长的竖直裂缝，见图 25。



图 25 垃圾道外墙的破坏

在梁支座下墙体出现的竖直裂缝，由于在竖向地震力作用下梁支座处产生过大的局部压力而产生。见图 26。有时此处墙体被压酥碎，出现密集的竖直裂缝，加上水平地震力的作用，这些缝变成菱形交叉。见图 27。



图 26 梁支座下的竖向裂缝



图 27 梁支座下墙体酥碎破坏

在圈梁通过的承重墙上出现的多道短的竖向裂缝，贯通墙与圈梁。见图 28。这是

由于垂直地震力作用下，砖墙在竖向受弯折，墙体上部受拉或是在水平地震力作用下外墙外闪使横墙受拉，砖墙和圈梁起作用时出现的破坏现象。

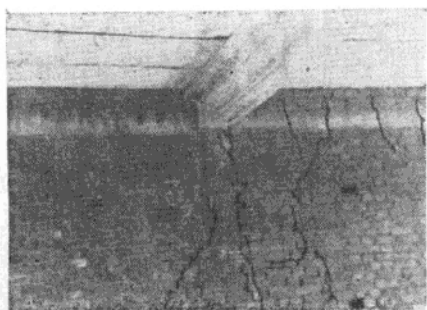


图 28 贯通墙和圈梁的竖向短裂缝

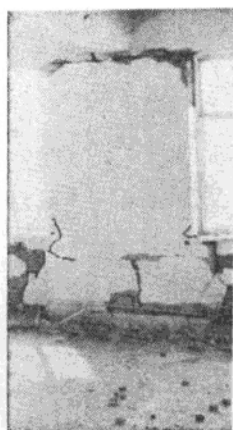


图 29 窗过梁下皮、墙下部的水平裂缝

③ 多种水平裂缝。

在上层门窗过梁下皮周围的水平裂缝，见图 29。这种裂缝的出现，与强烈竖向地震力作用下，楼盖被颠抛墙体在截面变化处受拉破坏，和在强烈水平地震力作用下，楼盖发生水平错动，使墙体在截面变化处受弯折破坏有关。

下层墙体的中部、下部或窗台标高处出现通长的水平裂缝，见图 29、图 30。这是在水平地震力作用下，楼盖水平晃动，使墙体受弯折破坏。

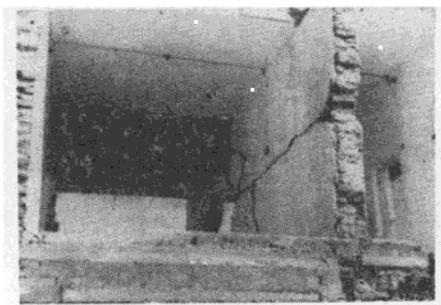


图 30 墙中部的水平裂缝

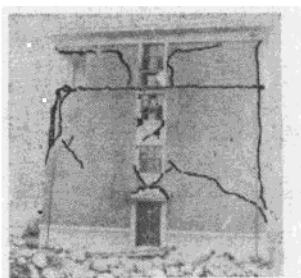


图 31 外墙在楼板标高处的水平裂缝

外墙在楼板标高处出现通长的水平裂缝，见图 31。这是在水平地震力作用下墙体被楼板推撞受剪切和弯折破坏。

上述水平裂缝上下的墙体往往在强烈震动下相互错开。

④ 外墙中部外鼓。

有的在竖向的中部外鼓，见图 32。这是在竖向地震力作用下，由于整体性较好的屋顶和首层地面的箍紧作用墙体上下端没外闪而中部受颠压向外鼓出。

有的在水平方向中部外鼓，这是因为中部外墙与横墙的连接较两端山墙弱，在水平