

中国建筑科学研究院
沈阳市城乡建设委员会 联合召开

首届全国砌体建筑结构学术交流会议论文集

1991年10月6日—10月10日

辽宁·沈阳

第一卷

北 京

首届全国砌体建筑结构学术交流会论文集

第 一 卷

首届全国砌体建筑结构学术交流会组织委员会

(以姓氏笔划为序)

主任委员: 夏靖华

付主任委员: 于鸿章 刘大海 吴明舜 邬瑞锋 魏 琰

委 员: 王广军 王天锡 史美云 李毫邦 林立岩
周利兆 周炳章 陈振基 陈德高 钱义良
夏敬谦 龚思礼 曹骏一

会议执行主席: 王天锡

会议秘书组: 刘立泉 刘 雯 张前国

会 务 组: 王石花 那 方 李金池 李莹莹 袁立群
董立润 慈 宏

首届全国砌体建筑结构学术交流会论文集

第一卷

目 录

工程应用

钢筋砼—砖组合墙体系成套技术研究·····	王天锡	林立岩等	(1)
多层砖房的震后修复加固考虑·····	王广军	魏 琰	(9)
大同铁路地区7号楼砖混结构住宅楼的纠偏扶正设计与施工·····	沙志国	陈飞保等	(16)
砌体结构在地震区中高层住宅建筑中的应用·····	刘立泉	刘 雯	(23)
空心砖生产及技术改造的探讨·····	周利兆		(33)
组合墙的弹塑性分析及强度和刚度简化计算公式·····	奚肖凤	郭瑞峰等	(42)
中高层砌体结构抗震设计初探·····	滕家禄	袁 宁	(51)
砌块房屋抗侧力性能和震害预测方法·····	王云剑	夏敬谦	(59)
中高层砌体住宅发展的可行性·····	刘 雯		(67)
天津市中高层住宅建筑体系综合报告·····	李吉勋	刘炳忠等	(74)
大庆地区小型空心砌块节能建筑块型选择与工程实践·····	贺英任	贺 钧	(82)
砌体结构裂缝特点、原因和处理方法·····	李德荣	陈惠华等	(90)
中高层钢筋砼—砖组合墙房屋抗震设计·····	王天锡	陈德高等	(100)
中高层底部框剪组合墙房屋抗震设计初探·····	张前国		(108)
DS1型DS2型多孔砖砌体住宅房屋的抗震计算和构造措施·····	易文宗	史庆轩	(119)
砌体结构变形能力评价方法的探讨·····	李振长	李德荣	(127)
中高层砌体结构中设置钢筋砼剪力墙的探讨·····	戴旭谦	周云鹏	(134)
T形砌体基础的设计及验算·····	胡信芳		(141)
多层砖砌体房屋的震害分析·····	杨春田	于淑琴	(151)
地震区湿陷性场地上的大开间房屋钢网筒砌体结构设计研究·····	雍顺荣	张永谋	(158)
寒冷地区高层住宅结构新体系的探讨·····	周庆文		(162)
炉渣水泥空心砌块的研究与应用·····	吴亦宏		(170)
高烈度地震区提高砖结构房屋抗震能力的一种方法·····	李滨喜		(178)
攀登中高层住宅楼人体承受能力研究报告·····	刘炳忠	刘昶庭等	(183)
用层次分析法评估天津市住宅建筑体系·····	张大煦	张力军等	(191)
努力搞好住宅这一砌体建筑设计质量·····	耿震如		(199)

砌体结构接建、复建时的基础处理实例·····	李维宜	(211)
空心砖在民用建筑中的应用·····	汪明君	(215)
DS1和DS2型多孔砖砌体施工工艺研究·····	麦健强 陈星群等	(220)
垫块下无筋砌体的局压探讨·····	于洪江 孙连宏	(226)
应用系列模数砖·····	魏松年	(231)
砖石古塔的抗震性能·····	李德虎 何江等	(240)
MA砂浆外加剂的特性及经济分析·····	周新刚 吴江龙等	(247)
碎石挤密桩在砌体结构地基处理中的应用·····	张季超 刘晓明等	(254)
沈铁二中教学楼接层加固介绍·····	孔军 张海东等	(261)
多层复合墙结构抗震分析·····	韩媛媛 刘德良	(269)
GBJ11-89横向配筋粘土砖墙截面		
抗震承载力验算式的不足与修正·····	王宁苍	(277)
《砌体基本力学性能试验方法标准》简介·····	侯汝欣	(282)
大庆油田现有房屋抗震能力分析·····	迟文喜	(286)
三台十吨锅炉房地基处理·····	程书华	(293)
革新住宅门道设计改善墙体承重抗震能力·····	夏云龙 王肇孙	(300)
海工楼地基基础补强加固处理技术·····	李舜 韩雨娜	(309)
梁压板加固砖基础·····	单存根 张赤宇等	(316)
房屋建筑强度评估的无损检测方法·····	王云剑	(325)
加气氯氧模制品的研制与经济效益·····	李长征 王真新	(332)
膨胀珍珠岩保温芯板在节能砌体建筑中的应用·····	龚洛书 丁威等	(340)
节能住宅设计与分析·····	郁康琦	(348)
采用新型墙体结构设计中的若干问题·····	李琇	(358)
新乡市砖烟囱和砖筒水塔的震害预测·····	肖青	(372)

钢筋砼——砖组合墙体系 成套技术研究*

沈阳市建委科研设计处 王天锡 陈德高
辽宁省建筑设计院 张蔚国 林立岩 郭方 陈宏
中国建研院抗震所 刘立泉 崔懿友 刘 璧
大连理工大学力学系 郭瑞峰 解明雨 莫肖凤 陈熙之

提 要

本课题提出用约束砌体概念来改造传统的砖砌体房屋设计。这种约束砌体概念是与我国实际情况相适应的。它用钢筋砼约束柱、约束梁来包围砌体，形成包围单元(约束块)，再用这些约束块组合成整体房屋，来共同承受竖向荷载和水平地震作用，构成钢筋砼——砖组合墙新体系。本文论述了这一新体系的特点及各构件的功能。本课题通过试验、分析和工程试建，证明组合墙结构是一种经济有效的抗震体系，可以在7度区建造8层房屋。

一、组合墙——约束砌体概念的建立及组合墙结构的特点

无筋砌体房屋是一种抗震性能差的脆性结构。长期以来，人们试图采取各种方法改善其抗震性能。在国外主要用配筋的方法，即采用空心砖或空心砌块，在孔中插竖筋并浇灌砼形成芯柱；在水平灰缝中设置水平钢筋，芯柱和水平筋构成一般不大于1米的约束网格。采用这种方法可以改善砌体的性能，若使用高强度砌块及性能好的砂浆，在地震区也已建起十几层的高层建筑。

欧洲共同体CIB组织不久前在Eurocode 6中曾对约束砌体(confined Masonry)下过定义，认为是用水平和竖向圈梁来约束砌体，并规定约束方格的尺寸无论宽度和高度都不应大于5m(这一点和我国构造柱规程不作最大间距限制不同)，竖向

* 本文由林立岩执笔

约束构件尺寸可以小到 $150 \times 150 \text{ mm}$ ，梁配筋不少于 2.5 cm^2 。由于断面和配筋都很小，结构受力完全由砌体承受，砼构件只起构造上增强作用。因此Eurocode 6对这类房屋的层数仍然限制的很低。

钢筋砼——砖组合墙结构是建立在对整幢建筑所有墙段进行全面强化约束的基础上。组合墙结构有两层含义，一是将钢筋砼梁、柱和砌体牢固地联结在一起，组合成三位一体的结构构件，它实际上是梁、柱对砌体的包围单元(约束块)，梁柱不仅起约束作用，而且是受力构件；二是整幢建筑都是由规格尺寸不同的约束块组合而成，建筑物的所有墙段，无论纵墙还是横墙，都在上述包围单元的约束之中(图1)。

整幢房层就是这种包围单元的组台。
我们所设计的约束砌体既对局部墙段进

图1 横墙上约束块的划分

行约束增强，又对整个墙体进行约束增强，因而从空间上和整体上对所有墙体的抗震能力都得到增强，并集合所有墙段的抗力来共同抗震。这是组合墙约束砌体理论的重要概念，也是它和一般设置构造柱砖房的主要区别。一般构造柱砖房只是在重点部位设置构造柱，圈梁也不是全墙层层设置且在平面上并非在每道横墙上都贯通，因而只能在重点部位形成局部的包围约束。采取全墙约束的组合墙结构，消除了薄弱部位（未经约束的墙段），由于底部采用加强型约束，使抗震能力提高。经模型试验和弹塑性非线性分析表明，八层住宅的薄弱层上移到第四、五层，形成下层强于上层的有利抗震体系。

约束砌体中的柱子，既是约束构件，又是受力构件（这一点不同于Eurocode 6的规定），称之为约束柱；梁的功能也已超出普通圈梁范畴，故称之为约束梁。它们都是约束砌体中必不可少的组成部分。梁、柱包围约束砌体，砌体反过来也约束梁、柱，约束与反约束，形成互相支持、互相补充、各取所长，充分发挥各自材料特点的组合墙体，三者共同承担剪力、弯矩和竖向力。约束砌体是先砌墙后浇柱子，砌墙时留马牙槎而且每隔500mm高留2 ϕ 6拉结钢筋。一系列试验表明，它们间的结合是牢固的，即使墙体完全破坏也未见到结合面开裂现象。对于加强型约束块，柱子的断面和配筋均大于一般构造柱，又由于柱间距较小，拉结筋在柱间均通长设置，已构成配筋约束砌体，性能得到更大的改善。

组合墙结构既不同于一般的砌体结构，也不同于框架填充墙结构。因为框架结构主要由钢筋砼梁、柱承重；后填充的墙体不能与框架结合在一起，只起围护或隔断作用；只在满足一定构造条件下才考虑填充墙与框架的共同工作影响；水平地震引起的弯矩主要由框架柱子的弯曲变形来承受，而组合墙结构中的柱子虽受力非常复杂，但基本上以轴向力为主，截面弯矩较小，且每层没有反弯点，因此可以充分发挥截面和配筋都很小的柱的材料性能。

组合墙结构的施工方法和建筑材料与普通砌体房屋很相似。它的技术经济指标很接近多层砖房，只是在最关键的部位增用少量的钢筋和砼。一幢8层组合墙住宅楼，造价只比带构造柱的7层砌体房屋贵1.5%。从已建成的近百万平方米这类

房屋看，较同样层数的钢筋混凝土框架结构房屋可降低造价20—25%，节省钢材50%，节省木材45%，且施工周期短，一般当年施工当年建成。因此这种结构型式在我国推广应用具有很大的技术经济效益。

二、组合墙各部件的主要性能

组合墙由砌体、约束柱和约束梁三个必不可少的部件组成。砌体的功能除起房屋围护、隔断作用外，它能承重、抗剪、抵抗整体弯曲，又是房屋侧向刚度的主要保证，在约束砌体中，又对梁、柱起约束作用，特别对柱子，可限制其侧向失稳，提高柱子的抗力。

约束柱和约束梁的受力机理非常复杂，从1987年开始，我们通过几十个墙片试验和整体模型试验以及现场实测和大量的理论分析工作，现已基本上弄清其受力机理并相应得到组合墙体的设计验算公式。

约束柱在组合墙中的主要性能是：

1、提高墙体的抗剪能力。砌体在约束状态下抗剪强度得到提高，另外约束柱本身也有一定的抗剪刚度，也参与抗剪，与砌体协同工作的结果，使砌体抗剪的初裂强度和极限强度都得到提高，尤其是极限强度提高尤其多。加强型约束块又比长方型约束块开裂荷载提高约45%，极限荷载提高约63%—97%；

2、改善墙体在水平地震作用下的耗能机理，增强延性。对比试验(图2、3)表明：有约束柱时砌体中出现的斜裂缝不是单一的主裂缝，而是在主裂缝的附近乃至整个墙面中发展大量分布的细微裂缝，使砌体各部分都能充分发挥其抗剪能

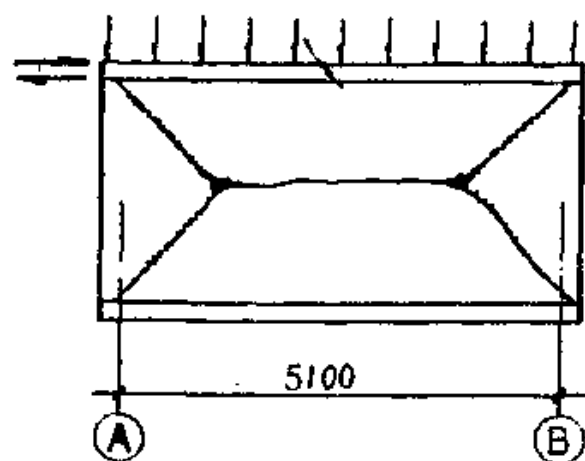


图2 一般墙片抗剪试验

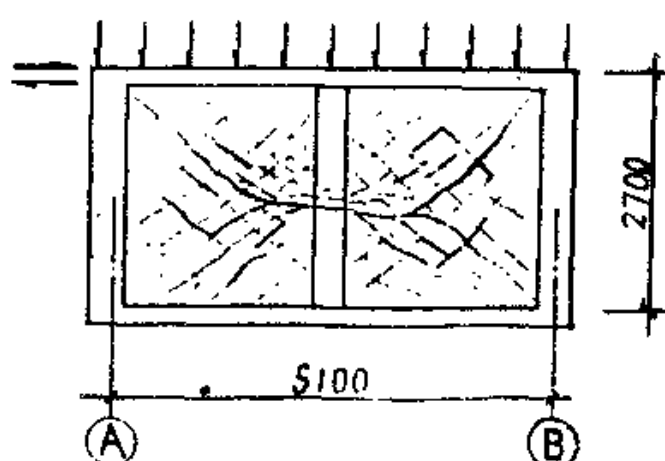


图3 有约束柱墙片抗剪试验

力和耗能作用；没有约束柱时，一般只产生一条集中裂缝，然后这条裂缝迅速扩大贯通以致整个墙片破坏。素墙片的延性系数 μ 一般小于1.5，而约束块中的砌体各部分都参与抗剪和耗能，使裂缝多而分散，极限承载力和变形能力明显提高。长方形约束块 μ 可达3左右；而加强型约束块 μ 值可达3—4。

3、约束柱与砌体一起按竖向刚度比例分担竖向荷载。在一般八层住宅建筑中，约束柱根据其尺寸大小可承担50%以上竖向力，因而可使砖墙减薄到底层仅240mm(传统的中高层住宅下部二层横墙厚为370mm，可扩大建筑使用面积。这一点很受建设单位的欢迎。

4、约束柱是纵横墙间最好的连结件。由于约束柱通过马牙槌和拉结筋与砌体有良好的连接；约束柱又受约束梁的拉结，因此可消除砌体结构遇地震时外墙外闪的一大震害；

5、建筑物横墙两端的边缘约束柱，是抵抗水平地震引起整体倾覆弯矩的最有效构件。试验表明，倾覆弯矩主要通过约束柱中产生轴向力(拉或压)来抵抗，和纯框架结构靠柱子弯曲变形来抵抗相比要经济得多(约束柱不需要很大的断面和配筋)；和纯砌体结构靠墙身水平截面中产生拉、压应力(砌体抗拉强度低)来抵抗相比要合理得多。因此组合墙结构是一种经济有效的抗震墙结构。基于这个认识，可以适当放宽建筑物的高宽比和总高度限制；

6、约束柱是实现房屋横向抗弯能力大于抗剪能力的重要手段。震害调查和试验均表明，横向水平地震作用下多层砌体结构如果在横墙出现剪墙X型缝之前，外纵墙底部先出现沿纵向建长水平裂缝，这种整体弯曲破坏先于剪墙破坏的破坏形态是最不利的。约束柱的存在特别是其中的钢筋受拉，使房屋因弯曲而分配给纵墙砌体中的拉应力明显减少，做到“强弯弱剪”；

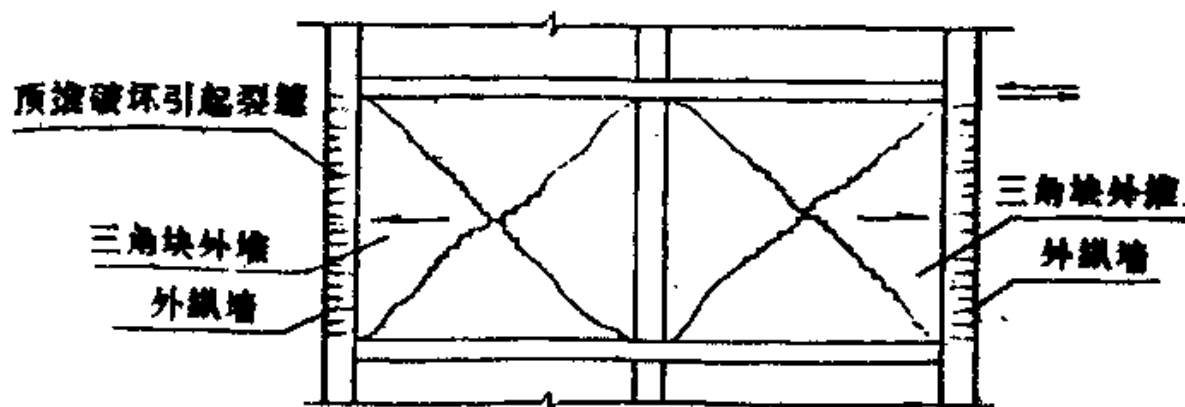


图4 纵墙顶推破坏

7、砌体产生X裂缝后，端部三角块有被推出散落的危险，约束柱的存在，可约束这部分砌体的散落倒塌，并可避免外纵墙的顶推破坏(图4)，这时边柱中将产生一定的弯矩；

8、对采用加强型约束块的横墙而言，中间约束柱及与之浇筑一起的楼盖现浇带，形似纵向框架，构成防止墙身出平面外失稳倒塌的又一道防线(图5)；

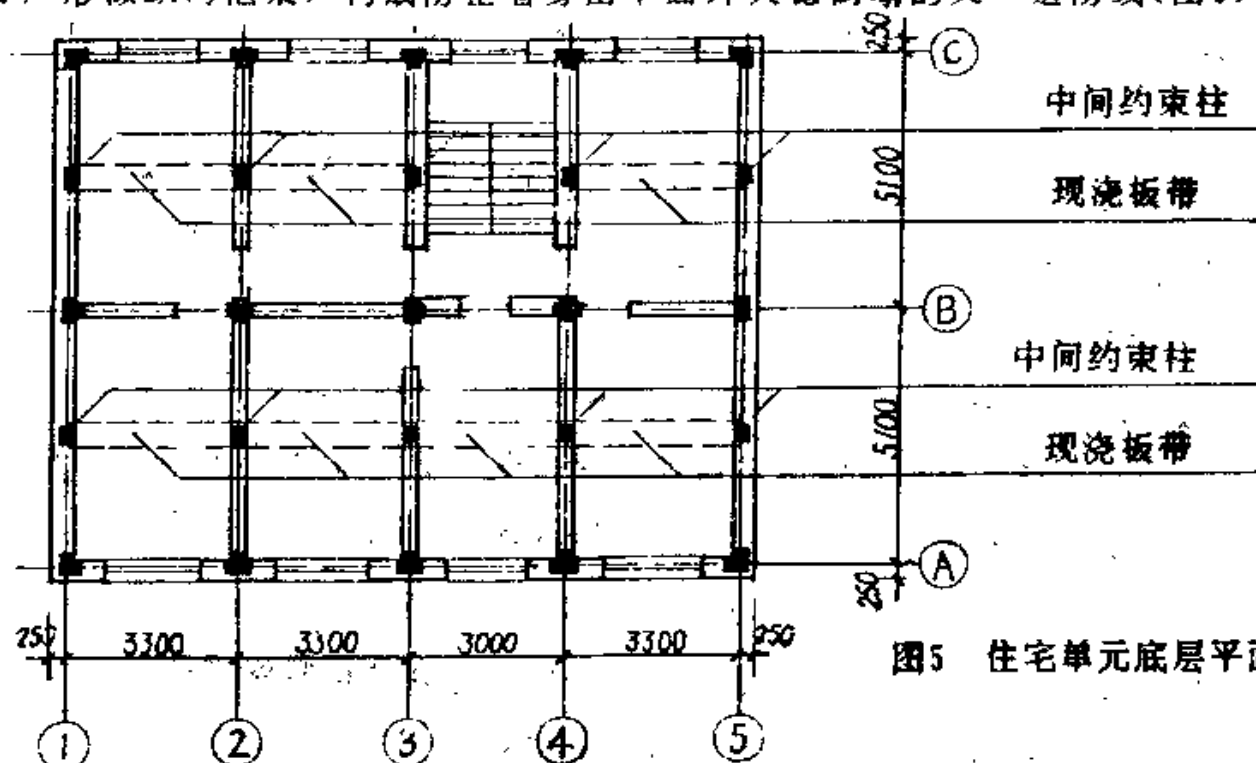


图5 住宅单元底层平面图

9、房屋的外纵墙上，约束柱是设置在外墙垛(窗间墙)的中央，对于有大窗洞的外墙，这样设置的效果也是显著的。通过多开间开洞纵墙片试验表明，垛中央的约束柱可阻止X裂缝的过早形成和贯通，提高外纵墙的极限抗剪能力。

10、约束柱对纵横墙的良好联结作用，使纵横墙的整体空间作用增强，竖向正应力充分扩散。对于横墙承重的房层，可使竖向力扩散到纵墙上，除减轻横墙负担外，可提高纵墙的抗剪能力。对个别抗力差的墙段，通过整体协同工作，可使抗力得以弥补。

11、约束柱的存在，也增加了房屋抗垂直地震和不规则房屋抗地震扭转效应的能力。

综上所述，约束柱在组合墙结构中有非常重要的作用。在砌体的反约束下，它受到拉、压、弯、剪的复杂应力，但可充分发挥柱砼和钢筋的材料性能，因此试验和分析都表明，柱本身不需过大的截面和配筋，所增加造价是十分有限的。

约束梁在组合墙中的主要性能是：

1、约束砌体，使水平地震产生的X裂缝只局限在每层高度范围内，不致产生贯通多层的大斜裂缝；

2、约束梁的存在，可阻止砌体沿台阶形裂缝的过大开展，与约束柱一起对砌体构成包围约束，形成第二道防线，防止三角形开裂块对外墙的顶推破坏；

3、将分配到每片墙段上的水平地震作用均匀地传给墙段的整个截面（包括传给约束柱）；

4、协调竖向变形，使竖向荷载基本上按竖向刚度比例分配到砌体和约束柱上去。特别是分配梁（用于横墙上加强约束块和一般约束块交界处的约束梁）的设置，使这种分配作用更加完善。分配梁和约束梁使竖向荷载向柱子传递，减轻砌体负荷，又使边柱承受较大压力，增加整体抗弯能力；

5、约束楼盖，约束梁每层全墙设置，既闭合又拉通，形成水平框构，提高楼盖的水平刚度，使楼盖与墙体结合成整体箱型结构，有效地抵抗来自任何方向的地震作用；

6、作为约束柱的支点，提高柱子的稳定性；对柱子和砌体间的牢固结合（这是组合墙成立的基础）起增强作用；

7、起圈梁的作用，对地基不均匀沉降、温度变化等起抵抗作用。最底部的约束梁即地梁，可将荷载分散给地基，可以减轻和防止地震时的地表裂隙将房屋撕裂。

约束梁和约束柱一样，其性能只有在与砌体牢固结合成整体后才能形成和充分发挥。其形状似梁、柱，构成的网格又似框架，而其受力状态则与梁、柱、框架完全不同，倒是很像带暗柱、暗梁的剪力墙结构。内力分析时，可以把这种组合墙体看成是在其平面内受有外荷载的平面应力构件来分析。

三、主要试验研究情况

为了弄清组合墙结构的受力特性、变形特征、抗震能力，检验设计思想，建立相应的设计计算方法，从1987年迄今，我们共进行了以下几方面的工作。其中试验工作主要由中国建研院抗震所，大连理工大学工程力学系承担，在各单位通

力合作下完成的。

1、横墙墙片在竖向力及低周反复水平荷载下的受力破坏特征和变形性能试验,共进行10片横墙,对比了约束块尺寸大小、中间约束柱截面大小等影响因素;

2、外纵墙墙片(有窗洞)的受力、变形性能试验,共进行16片,研究了开孔面积大小的影响和窗间墙中央加约束柱后的开裂规律及约束效果;

3、八层组合墙房屋1:2空间模型试验。研究整体结构的受力、变形规律、延性、破坏部位和过程,全面检验约束砌体理论的可靠性;

4、研究组合墙房屋高宽比的影响,做了2个7层及2个9层墙片的试验及不同高宽比墙片的对比分析;

5、垂直压应力、砂浆及砼强度等级、约束柱的截面积、配筋率、柱中钢筋的销栓作用等因素对墙体抗剪强度及侧移刚度的影响。这部分内容共进行12片试验;

6、采用承重空心砖组合墙体的研究。针对节能住宅设计,要求外墙采用240mm厚承重空心砖再复合轻质保温材料的复合墙体,进行了与实心砖组合墙对比试验,共进行8片试验;

7、八层组合墙房屋动力特性实测,了解这种结构房屋的自振周期、阻尼比、振型曲线。共实测12幢试点工程;

8、八层组合墙房屋的弹塑性地震反应分析,输入地震波,采用剪弯型层间模型,用直接动力法进行时程分析,了解结构进入弹塑性状态后的变形特征、薄弱层位置、弯曲和剪切变形各占比重等并与模型试验相对照;

9、八层组合墙房屋的抗震可靠度分析,求出房屋的开裂概率、倒塌概率及相应的可靠度指标 β ,以确保“大震不倒”的设计原则;

10、设计计算方法和构造措施的研究、试点工程施工方法的调查总结、技术经济定额指标的编制;

11、在以上工作的基础上编制了沈阳市技术标准“钢筋混凝土—砖组合墙结构抗震设计与施工规程”,目前已完成征求意见稿。这一规程集中总结了我们几年来试验研究的成果。

我们还将进一步研究大开间组合墙结构、底层框剪上部组合墙结构(它适合在临街建带商业网点的住宅),使之能在7度区建到8层。至于在地震区建造层数更高的组合墙结构房屋的可能性也在探讨之中。

多层砖房的震后修复加固考虑

王广军 魏 珏

(中国建筑科学研究院抗震所)

【提要】多层砖房震后可根据其破坏程度分别修复和加固，其加固水准应依据当地的设防烈度、遭遇烈度和经济状况加以确定。修复加固措施和验算方法可采用与震前相同的一些考虑。建筑经加固后，遭遇下一次地震影响时，经修理或稍加修理即可使用。

一、地震破坏等级的划分

破坏性地震发生后，建筑因强度不足，变形过大或整体性不好而遭到不同程度的破坏。其受损程度工程上通常按等级加以区分，以做为该地区震害程度评估和建筑震后修复加固的依据。就目前来看，已有的一些划分考虑大致有：

1. 以建筑(或构件)破坏程度评估等级；
2. 以建筑(或构件)破坏程度加上破坏修复难易程度评估等级；
3. 以构件破坏程度确定等级加上破坏修复难易程度评估建筑破坏等级。

上述的一些划分方法，由于考虑角度不同而产生不必要的误差。为便于震后修复加固，笔者与合作者^[1]建议多层砖房的地震破坏等级可划分五级且评估尺度为：

1. 基本完好(含完好)：承重墙体完好，个别墙体轻微裂缝；屋盖完好；附属构件有不同程度破坏；
2. 轻微损坏：部分承重墙体轻微裂缝；屋盖基本完好或破坏轻微；出屋面小建筑、楼梯间墙体明显裂缝；附属构件开裂或倒塌；
3. 中等破坏：个别承重墙体严重裂缝，部分墙体明显裂缝；个别屋盖构件塌落；
4. 严重破坏：部分墙体破坏严重或倒塌，多数承重墙体明显裂缝；部分楼、屋盖塌落；非承重墙体成片倒塌；
5. 倒塌：房屋残留部分不足50%。

以上等级划分中构件用语的含义为：

1. 承重构件：承受竖向荷载的构件；
2. 非承重构件：隔墙、填充墙、围护墙等；
3. 附属构件：出屋面小烟囱、女儿墙及其它装饰构件。

量词用语含义为：

1. 个别：指5%左右及其以下；

2. 部分：指30%左右及其以下；

3. 多数：指超过50%。

二、修复加固可能性的考虑

震后从尽快地恢复人民正常生活、生产或经济的角度来看，所遭到损坏、破坏的房屋中有相当部分尚可通过修复加固而继续使用。对位于6~9度地震影响区的建筑，震后的修复、加固宜按表1的规定执行。

表1·0·6

地震影响烈度 建筑地震破坏等级 修复加固 设防烈度考虑	6度				7度				8度				9度			
	一级	二级	三级	四级	一级	二级	三级	四级	一级	二级	三级	四级	一级	二级	三级	四级
6度	A	B	C	D	A	B	B	B	A	B	B	B	A	B	B	B
7度	A	D	D	D	A	B	C	D	A	B	B	B	A	B	B	B
8度	A	D	D	D	A	D	D	D	A	B	C	D	A	B	B	D
9度	A	D	D	D	A	D	D	D	A	D	D	D	A	B	C	D

表注：A——不应修复；

B——应修复

C——应以修复为主，局部加固为辅

D——应修复、加固

非抗震设防区建筑，当遭到6~9度地震影响时，震后的修复、加固宜按表2规定执行。

表 2

建筑地震破坏等级 地震影响烈度	一级	二级	三级	四级
6度	A	B	C	D
7度	A	B	C	D
8度	A	C	D	D
9度	A	C	D	D

对于地震破坏等级三级的多层砖房，视具体情况尚可作如下一些具体处
置：

1. 按原状进行修复；
2. 按原状进行修复，并根据修复加固烈度水准要求进行加固，维持使用；
3. 拆改破坏较重部分，并根据修复加固烈度水准要求进行加固，维持使用；
4. 局部修复后作为临时建筑使用。

对于地震破坏等级为四级的多层砖房，视具体情况尚可作如下一些具体处置：

1. 按原状进行修复，并根据修复加固水准要求进行加固，维持使用；
2. 无修复价值者经有关主管部门批准后，可局部拆除或部分拆除后做临时建筑使用；
3. 一般情况下，可按修复加固烈度水准要求进行修复加固，维持使用。

地震破坏等级为五级时，一般可拆除，个别经采取措施后做为临时的建筑使用。

三、修复加固的设防水准

震后修复加固除了对原有建筑震损部分进行修复外，还包含有使结构经加固后遭遇到下一次地震时达到期望的抗震能力。为此，其加固设防水准是否仍遵循正待批的《建筑抗震鉴定与加固设计规程》的规定，则是震后修复加固中首先需要解决问题。关于这一点目前尚未有一个正式的法规或文件做以规定。

众所周知，某一地区建筑的地震影响可能有如下三种情况：

1. 遭遇到低于基本烈度的地震影响，如唐山大地震时，北京为6度区，但基本烈度为8度；
2. 遭遇到相当于基本烈度的地震影响，如唐山大地震时，天津市为8度区，其基本烈度为8度；又如四川自贡市1985年4·8级地震时为7度，其基本烈度为7度；
3. 遭遇到比基本烈度高的地震影响，如唐山地震时，唐山市为11度或10度，而其基本烈度为6度；又如1966年邢台地震时，邢台为10度，但基本烈度为6度。

上述三种情况，如果震后仍采用遭遇地震烈度进行建筑修复加固，则显然是不合理的。因为，对唐山、邢台来说，分别以11度、10度进行修复加固，既在技术上困难很大，而且在经济上也是浪费的。况且按照目前的统计分析，这样大的地震重现期约为2475年—1614年，这就更说明，在这种情况下以遭遇烈度进行加固是不妥的。就北京地区来说，如果以遭遇烈度6度进行震后加固，则因为其基本烈度为8度，建筑在继续使用期间仍有可能遭遇到6度或比6

度更高的地震影响，为此以6度做为设防水准进行加固显然也是不妥的。显然，震后建筑修复加固的设防水准，应在考虑遭遇烈度、基本烈度，再结合其经济和技术水准综合加以确定。

为此，笔者建议：

1. 震前设防烈度为6度的地震影响或非抗震设防区，若发生6度地震影响时，修复加固烈度可按6度采用；若发生7、8度地震影响时，修复加固烈度可按7度采用；若发生9度或更高烈度地震影响时，修复加固烈度可按8度采用；

2. 震前设防烈度为7度的地震影响区，若发生6—8度地震影响时，修复加固烈度可按7度采用；若发生9度或更高烈度地震影响时，修复加固烈度可按8度采用；

3. 震前设防烈度为8、9度地震影响区，修复加固烈度可分别按8、9度采用。

四、修复加固方法

多层砖房的地震破坏主要是地基失效或因强度不足、变形过大及整体性不好产生的。震后对其的修复加固，就目前的水准来说，仍然是采用与震前加固大致相同的一些措施。

由于砌体砂浆标号较低，横墙间距较远，墙体的抗剪、抗弯强度不足，而在横墙、横隔墙、山墙、纵墙的窗间墙、门间墙和窗肚墙等处出现的单斜裂缝、X裂缝或水平裂缝时，可采用如下修复加固的考虑：墙体有轻微裂缝时，可采用压力灌浆或K810胶灌缝方法进行修复；较重的裂缝，可先采用压力灌浆或K810胶灌缝进行修复，然后在墙单面加钢筋网抹水泥砂浆、双面加钢筋网抹水泥砂浆或喷射混凝土等方法加固；严重的裂缝，可拆砌或用喷射混凝土、现浇钢筋混凝土板墙等方法修复加固。

角墙破坏较重时，可采用钢筋混凝土外包角方法加固。当砌体强度较高时，跨越裂缝可加钢筋混凝土拐角梁加固。

纵横墙连接处，由于屋面构件或楼盖水平推力产生的竖向或斜向拉开裂缝，可采用钢拉杆加固。当纵横墙之间，由于施工质量不好，采用马牙槎、直槎连接，震后脱开出现裂缝时，可采用局部加拉结的方法加固。

因整体性较差而出现的地震破坏，可采用：

(1) 墙体布置在平面内不闭合，可采取增设墙段形成闭合，在开口处增设现浇钢筋混凝土板框或在开口处的两侧加砌刚性附属建筑；

(2) 因楼、屋盖构件支承长度不足产生预制板缝拉开等破坏时，可采用增设屋盖整体性等方法。