

文章编号: 1005—0523(2004)04—0006—04

我国既有房屋加层改造工程实践和研究现状

高剑平¹, 王 茜²

(1. 华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013; 2. 广东省开平市成人中专, 广东 开平 529300)

摘要: 简要回顾了我国既有房屋加层改造的发展历史、现状和趋势, 并指出了实践和研究中存在的主要问题, 进而分析了试验研究和理论分析方面的不足. 最后探讨了加层改造研究中的若干关键问题, 并展望了既有房屋加层改造的发展前景.

关 键 词: 既有房屋; 加层; 改造; 计算模型; 抗震

中图分类号: TU317+.1

文献标识码: A

由于我国特殊的国情(人多地少, 经济不发达), 近年来, 既有房屋加层改造以其独特的技术经济优势赢得了人们的青睐, 成为既有房屋维修改造中占比例很大的一块. 加层改造对缓解城市建设用地紧张, 改善人民居住条件, 加快城区改造都具有现实意义, 是适合我国国情和经济技术条件的一项利国利民的技术政策.

1 我国既有房屋加层改造发展概况和存在的主要问题

国内既有房屋加层改造实践起步较早, 比较有代表性的是建于 1915 年的上海工艺美术品服务部加层改造工程. 它是我国最早的加层改造工程之一, 同时也是加层次数最多的建筑物, 先后进行了三次加层改造, 均在 1949 年前完成. 该工程为加层改造的理论研究和工程实践提供了宝贵的资料. 随后, 我国既有房屋加层改造的发展速度较为缓慢, 直到 70 年代初才迅速发展起来, 全国各地纷纷开展对旧房改造、加固、加层工作. 上海、广州、武汉、重庆、成都、哈尔滨、昆明、贵阳等地先后将旧房屋改造列入城市发展规划, 颁布了有关旧城区现代化改造的文件和规定. 据不完全统计, 全国已经建成的加层改造工程数千例, 遍布二十余个省会、三大直

辖市和众多的大中城市. 尤其是全国的政治、经济和文化中心——北京, 加层改造工程成绩蔚为大观. 原纺织工业部办公楼^[1]、北京日报社办公楼^[2]、中国石油天然气总公司(原石油部)办公楼、西单商场等这些包括国家政府机关在内的办公楼的颇具影响的加层改造工程为今后加层改造工作起到了良好的示范和推动作用. 在全国各地开展的房屋加层工程实践中, 也出现了一批杰出的、有代表性的、建筑设计和结构设计独具匠心的工程. 许多有特色的加层改造工程遍布大江南北, 增加的楼层高低各异, 工程繁简不一, 结构形式多种多样.

总的来说, 我国既有建筑加层改造出现了一系列新的发展方向^[3].

1) 由过去单个房屋加层发展到成片住宅区、数十栋建筑的加层改造.

2) 由一般的民用建筑加层发展到大型公共建筑、工业建筑、商业建筑、办公建筑加层.

3) 由旧房屋加层发展到新建房屋加层, 由使用若干年的房屋加层发展到施工过程中加层.

4) 由砖混结构加层发展到多种结构形式的加层, 由单层加层发展到多层加层.

5) 由室外加层发展到室内加层, 由地上加层发展到地下加层.

收稿日期: 2004—03—10

作者简介: 高剑平(1970—), 男, 吉林四平人, 工学博士.

6) 结构加层方法趋于多样化,各种新工艺、新材料逐步应用于房屋加层改造.

7) 轻钢结构加层技术的研究和工程实践取得了很大进展.

8) 建筑物加层的建筑设计受到重视,既注重结构安全,又满足建筑功能和美学功能的要求.

为适应建筑结构加固、改造、加层工程的迅猛发展,推动旧建筑物的加层与改造工作,我国先后成立了中国老教授协会全国房屋加层改造技术研究委员会和中国工程建设标准化协会建筑物鉴定与加固技术标准委员会等学术团体,使加层改造工程的学术探讨、经验交流日益活跃.近年来我国已经召开了八届有关建筑物加层改造的学术研讨会,并且出现了不少房屋加层的工程实例及相关研究.《建筑技术》和《建筑结构》于 1993 年出版了加层改造专辑,报道了这方面的最新研究成果.此外,结合近年来的工程实践及研究成果,四川省建筑科学研究院主持编制了《砖混结构房屋加层技术规范》(CECS78:96)(以下简称加层规范),北方交通大学唐业清教授主持编制了国内第一本行业标准《铁路房屋加层和纠倾技术规范》(TB10114-97).

虽然我国既有建筑的加层改造发展很迅速,但开展时间并不长,技术也不很完善,工程实践明显领先于理论研究.虽然我国制订了加层规范,但适用面较窄,难以适应丰富多彩的工程实践.各地的加层改造工程多根据工程技术人员的经验而定,无统一标准.整体式外套框架结构加层是房屋加层中普遍采用的结构形式之一,我国目前的设计规范、鉴定标准和施工规程还未将这类加层结构纳入其中,造成加层时无统一的尺度、无统一的设计原则、计算方法、结构造型要求、新旧结构连接构造措施等.在工程实践中,也出现了一些问题.已竣工的一些加层改造工程采用的结构形式,其安全可靠性和缺乏有效的验证,有些潜伏着灾害事故的隐患.加层中存在盲目性、不重视技术质量的倾向,例如加层结构受力不明确,荷载无法得到安全有效的传递,或者对原结构未进行认真的鉴定和加固就盲目地加层等等,从而导致了加层质量事故的发生或埋下了隐患.因此在房屋加层改造中亟待规范建筑市场,作到有章可循,杜绝无证设计,确保施工质量,避免 1992 年埃及地震中由于大量加层房屋的倒塌而造成人员大批伤亡惨剧的发生.上述建筑物加层改造中出现的工程质量事故,固然存在客观因素,但不可否认的是,加层改造中的一些设计理论没有

得到很好的解决,致使设计人员设计中无章可循,设计凭经验,也是很重要的原因.

2 既有房屋加层改造研究现状

国外关于房屋加层改造的文献资料报导很少.前苏联和东欧国家在卫国战争结束后曾进行了大量的房屋加固、改造、加层工程,在评价和确定既有房屋的地基承载力方面作了一定的研究,但在结构研究方面,却没有突破性的进展.

目前我国的既有房屋加层改造主要是针对 50~70 年代建造的、使用了 20~30 年、开间和进深一般都不大的 2~4 层砖混结构房屋(主要是宿舍、住宅、办公楼等),而在框架、内框架和排架等结构中应用的远不及砖混结构广泛.

国内已有的研究主要集中在以下三方面:1)研究分离式外套结构的合理结构形式;2)研究减震耗能装置应用于加层结构的效果;3)介绍具体工程的实践经验.

2.1 加层方法

既有房屋的加层方法基本可以归结为两大类方式:直接加层法和外套结构加层法.外套结构加层法是直接加层法不可行情况下唯一的选择.外套结构的形式很多,但本质上分别属于分离式或整体式两种.其中分离式是指新旧结构完全脱开,新旧结构之间留有足够宽的抗震缝,各自独立地承担竖向荷载和抵抗侧力.分离式加层具有传力路径明确,计算简图明晰,增加的结构平面布置灵活,不受原结构的限制等优点,因而应用较广.然而,普通的分离式外套框架作为典型的底层柔性结构,在地震区采用存在一系列技术问题,其中最大的缺陷是易形成“高鸡腿”结构,底层框架柱计算长度很大,抗侧刚度低;其次是设计不当可能导致外套结构二层层间刚度与底层的刚度比过大,整体结构抗侧刚度沿竖向分布很不均匀,柔性底层容易形成抗震薄弱环节.为了克服分离式外套结构的这些弱点,一些研究人员和工程设计人员^[4~9]提出可从提高外套结构的抗侧刚度和水平抗震能力入手,研究了一些其它形式的外套结构,希望藉此减少地震能量输入,削减结构的地震反应以改善结构的抗震性能.

另一种克服分离式加层弱点的解决办法就是转变思路,“另辟蹊径”——采用整体式外套结构,即将新旧结构采用某种连接构造连接起来形成整

体,旨在通过连接的作用使新旧结构互相制约,彼此传递能量,共同抵抗侧力,改善结构整体抗震性能。整体式加层后新旧结构之间作用不明确,新旧结构交织在一起,竖向和水平传力路径复杂,难以形成清晰明确的计算简图。对于整体式外套加层结构方案,也有研究者^[4,5]认为在地震区不宜采用,因既有结构多建于 70 年代以前,大多未考虑抗震设计,不利因素较多,其本身就需要抗震加固。

2.2 试验和理论研究

总的来说,有关房屋加层改造方面有价值有深度的研究资料很少,尤其是第一手的试验资料。存在的问题主要有三方面:其一,试验研究很少且研究较分散。根据现有掌握的资料,仅有以下几篇文献报道:

- 1) 陈健等^[10]进行的钢结构模型框架外套框架模型静力试验;
- 2) 王燕等^[11]进行的轻钢结构直接加层有机玻璃模型试验;
- 3) 韩圣章等^[12]进行的外套框架结构减振耗能模型试验;
- 4) 高剑平^[13]首次进行的砖混房屋整体式外套结构加层振动台试验。

其次,关于整体式外套结构加层的计算模型未达成共识,未有完整而系统的普遍接受的抗震设计计算方法。现有的文献以停留在介绍工程实例和经验的层次上居多,对于采用的计算模式多停留在“纸上谈兵”的讨论,由于缺乏试验数据和震害资料的实证以及严谨的理论分析,无法验证新旧结构的实际受力情况是否和计算模型相符,计算模式往往不能令人信服。

对于分离式外套结构加层,主要是新结构体系的选型和优化问题,与既有结构联系不大,计算模型比较明确。而对于整体式外套结构加层的计算模型,各家莫衷一是。计有以下几种计算模型:1) 将加层房屋视为下部带水平铰接杆的框架^[14];2) 将旧房视为外套框架的砖填充墙,按普通框架结构进行分析^[14];3) 将砖混结构的横墙视作外套框架的砖剪力墙^[15];4) 整体式框架一剪力墙^[16];5) “下砖上框”计算模型^[14];6) 将外框和原横墙视为带加劲边缘的剪力墙组合结构^[17];7) 新旧结构协同工作模型^[18]。

分析这些计算模型,大多是在考虑旧房的结构布置和一定的构造处理基础上提出的,都有其一定的依据和合理性。一是每种计算模型与原砖混结构布置和新旧结构连接构造处理有很大关系,有自己

的适用范围。新旧结构之间联结方式不同,如何考虑计算模型会有很大差异,直接影响结构的整体动力性能、内力分布和抗震性能;二是计算模型的合理性本身还需要理论分析和试验研究。

其三,对减震耗能装置应用于整体式外套结构加层振动控制阶段,减震耗能的效果还需深入研究。一些研究人员^[19~21]根据现代结构控制理论,提出将上刚下柔型的主体高层结构与一个相对刚性的附属裙用房控制器在底部若干层连接起来,以控制柔性底层的侧移,进而改善组合体系的振动品质,实现动力特性重分配。在此基础上有研究人员^[23~25]又将这种思想拓展开来,研究在外套框架与原结构之间设置被动控制器或弹塑性连接,通过被动控制器耗散大量地震能量,从而控制整体结构的地震响应。文献^[26]提出设想:新旧结构分而不离,采用减震耗能节点连接。此节点属于柔性或半刚性,可减少框架柱的计算高度,同时在遭遇地震时可具有减震、耗能的特点,可减少新旧结构之间的作用。存在的主要问题是加层房屋在不同地震波激励下的减震耗能效果不同,可能对既有结构有利也可能不利,取决于新旧结构的各自动力特性、质量比、刚度比等结构参数及控制器的控制参数的优化等。另外,新旧结构之间连接构造的具体实现措施有待进一步研究。

3 既有房屋加层研究中的若干关键问题

1) 对现有的外套结构体系的破坏机理、抗震性能、抗震薄弱环节等需进一步深入的理论分析和试验研究,在试验基础上提出外套结构加层计算模型。

2) 重视结构体系的选型和优化,并在实践中创造性地发展新的结构形式和方案。

3) 对减震耗能装置应用于整体式外套结构加层的情况,现有的研究还限于弹性振动控制阶段,对于大震下的结构进入弹塑性阶段结构动力特性改变后的减震耗能效果需进一步深入研究。

4) 加强对既有结构可靠度和剩余使用寿命的研究,对适用于既有结构房屋加层改造的抗震鉴定和设计标准需进一步展开讨论,以澄清问题,达成共识,给实际工程应用提供指导。

4 结束语

和全世界既有建筑物维修改造业的发展趋势类

似,我国既有建筑的维修、加固、加层、改造得到了长足的发展.但是,我们应该看到,迄今为止,既有房屋维修改造业还未能形成一个独立的行业,和发达国家相比,在技术和管理方面还存在较大差距.而我国的既有建筑的维修改造量大面广,它在建筑行业这个传统工程领域内异军突起,极具广阔的发展前景,在这个较新的研究领域内,还有很多科研课题和实践操作问题亟待解决,这有赖于广大从业人员的不懈努力,逐步赶上发达国家的水平并有所创新.

参考文献:

[1]孙澄潮.纺织工业部办公大楼加固加层结构设计[J].建筑结构,1993(6):10~16.
[2]程懋坤,等.北京日报社综合业务楼接层结构设计简介[J].建筑结构,1993,6;.
[3]唐业清.我国旧建筑物增层纠偏技术的新进展[J].建筑结构,1993(6):3~5.
[4]王永贞,等.砖混房屋套建高层建筑的结构设计[J].建筑结构,1997,27(11):7~9.
[5]彭锡麟,曾华卿.房屋加层抗侧力体系的研究[J].建筑结构,1995(4):49~52.
[6]周兴高,等.采用外套巨型框架大幅度加层设计[J].建筑结构,2001,31(6):53~55.
[7]丁圣果,等.加层框架的结构形式分析[J].贵州工学院学报,1995(4):15~27.
[8]李鸿秋.大幅度加层房屋的结构设计[J].建筑结构.1992,22(2).
[9]曾华卿,许敏.钢筋混凝土空腹桁架式框架在房屋加层中的应用研究[J].建筑结构,1993(6):19~21.
[10]陈健,宋健,吕志涛.外套框架结构加层试验研究[A].建筑物鉴定与加固论文集.第四届全国学术讨论会(第三

册),云南·昆明,1998(11):920~927.
[11]王燕等.轻钢加层结构地震反应试验研究[J].青岛建筑工程学院学报,1999,1:1~7.
[12]韩圣章,等.加层结构的抗震试验研究[J].建筑科学,2001,17(6):29~33.
[13]高剑平.砖混房屋整体式外套结构加层研究[D].哈尔滨工业大学,2003,12.
[14]汪恒在.整体式外套框架增层的合理计算方法[A].全国第三届建筑物鉴定与加固论文集(第三册).云南·昆明,1998,11:929~933.
[15]孙伟民,等.外套框架加层方案及关键技术问题[J].建筑技术,1995(6).
[16]曹双寅,等.整体式框架剪力墙结构加层房屋的抗震计算分析[J].东南大学学报,1999,29(1):93~96.
[17]刘应祥.二汽旧房加层改造尝试[J].建筑结构,1993,6.
[18]吕志涛,等.外套框架结构加层设计研究[J].建筑结构,1997,27(5):21~23.
[19]阎石,林皋,立晓光,等.相邻建筑结构的模糊振动控制[J].地震工程与工程振动,2000(6):39~43.
[20]阎为明.多结构联系体系的高效阻尼控制及其仿真分析[J].地震工程与工程振动,1998(9):116~120.
[21]李敏霞,等.水平组合结构体系的变刚度控制[J].哈尔滨建筑大学学报,1998,31(6):7~12.
[22]王修信,等.高层楼群耦联消振理论及参数分析[J].世界地震工程,2000(16)1:32~39.
[23]李德荣,等.采用环形减震器外套框架加层结构减震耗能的可行性研究[A].全国第三届建筑物鉴定与加固论文集(第三册).云南·昆明.1998,11:934~938.
[24]张仲先,等.外套加层协同减震在旧房加层改造中的应用研究[J].噪声与振动控制,2000(5):21~25.
[25]傅向荣,龙驭球.减震耗能外套加层结构的受力分析[J].工程力学(增刊),1999,410~414.

The Status—quo of Practice and Research for the Story—adding and Upgrading of Existing Building Structures in China

GAO Jian—ping¹, WANG Qian²

(1.School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013; 2. Kaiping Junior College, Guangdong 529300 China)

Abstract: A brief review was presented about the historical development, the status—quo and the trends of the story—adding and upgrading of existing building structures, and the existing problems in the practice and research were summarized. And moreover, several key problems concerning test study, calculating model were discussed. The problems to be solved were suggested, and the prospect of development was commented on as well.

Keywords: existing building structures; story—adding; upgrading; calculating model; seismic