

# 建筑结构抗震设计课程教学实践的 几点思考

胡晓斌,徐礼华

(武汉大学 土木建筑工程学院,湖北 武汉 430072)

**摘要:**对于土木工程专业特别是建筑工程方向的学生来说,建筑结构抗震设计是一门非常重要的专业课程。其特点可归纳为三点:理论性强、综合性强、实用性强。由于学时较短,该课程教学存在较大的困难。文章指出了当前教学中存在的一些典型问题,并提出了相应的建议。

**关键词:**建筑结构抗震;教学实践;课程教学

中图分类号:G642.0;TU3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2015)05-0120-03

地震灾害是人类面临的最为严重的自然灾害之一,其突发性、不可预测性、频度较高的特点,给人类带来巨大的经济损失和人员伤亡,对社会产生很大的影响。中国位于世界两大地震构造系的交汇区域,近年来地震频发,造成非常惨重的灾害。如2008年汶川大地震,造成69 227人遇难,直接经济损失高达8 000多亿元人民币。

历次震害表明,人员伤亡主要是由于建筑破坏甚至倒塌引起的,因此开展建筑结构抗震设计研究对减轻地震灾害特别是减少人员伤亡具有重要的意义。作为未来的土木工程师,土木工程专业(尤其是建筑工程方向)的学生应掌握结构抗震设计的基本理论和方法,因此建筑结构抗震设计(以下简称结构抗震)课程的开设显得尤为重要和必要<sup>[1]</sup>。

## 一、结构抗震课程的特点

结构抗震这门课程主要介绍地震和地震动的基本知识、结构地震反应分析、不同类型结构(砌体结构、钢筋混凝土结构、钢结构、单层厂房等)的抗震设计、隔震及减震等<sup>[2]</sup>,其特点可归纳为三点:理论性强、综合性强、实用性强。

理论性强,体现在这门课程需要运用很多数学、力学知识(如线性代数、结构动力学等)进行理论推导;综合性强,体现在这门课程涉及到很多其他课程或学科的知识(如地震学、工程数学、工程力学、工程结构学等);实用性强,体现在这门课程的落脚点在于介绍不同类型结构的抗震设计方法,学生通过系统学习,能为以后从事相关的设计工作打下坚实的基础。

由于上述的这些特点,结构抗震课程教学存在较大困难。教师如何提高教学质量和教学效果,学生如何扎实地掌握结构抗震相关的理论和方法,是摆在师生面前的一个重要课题。在当前的教学实践中,存在一些典型的问题,本文在剖析这些问题的基础上,提出相应的建议。

## 二、结构抗震课程教学中的问题

### (一) 教学内容安排不合理

虽然结构抗震这门课程难度很大,但是学时一般较少,有的高校甚至不足 30 学时。在学时不足的情况下,如何对教学内容进行合理的取舍是一个关键的问题。在教学实践中,部分教师只是从教学的难易程度来选择教学的内容,而不是从教学内容的重要性程度来安排教学内容及相应的学时,这样做显然是不合理的。

### (二) 忽视理论推导

结构抗震课程理论性强,涉及到很多公式的推导,特别是结构地震反应分析这部分内容。对于这部分内容的教学,部分教师认为学生在结构力学中已学过动力学的相关知识,而地震作用可看成一种特殊的动力荷载,学生可以很轻松地学习结构地震反应分析的理论,因此可少讲或略讲理论推导,而把重点放在讲述公式的如何应用上。

这样的认识及教学方式实际上大有弊端,其原因有如下几点:(1) 动力学的内容在结构力学课程中相对较少,重要性也不突出,很多学生并未真正掌握动力学的基本理论,因此在学习结构地震反应分析方法时仍然存在较大的困难;(2) 如果一味地忽视公式的推导,而只是讲如何应用公式,学生就会“知其然,不知其所以然”,在潜移默化中可能滋生急功近利的思想,这对于创新型人才的培养无疑是有害的;(3) 对于部分可能深造特别是志在从事结构抗震研究的学生来讲,理论功底的培养是至关重要的,否则会严重影响以后的科研工作。

### (三) 教学和规范脱节

对于结构工程师而言,设计规范的重要性是不言而喻的。作为未来的结构工程师,建筑工程专业的学生有必要认识和了解规范。对于建筑工程专业来讲,专业课程(如混凝土结构、钢结构等)往往对应相应的设计规范,结构抗震这门课程对应的规范就是《建筑抗震设计规范》<sup>[3]</sup>(以下简称《抗规》)。

《结构抗震》教材是围绕《抗规》来编写的,两者实质上是一致的,只不过表现形式不同。前者是以教材的形式出现,其逻辑性更严密;后者是以条文及条文说明的形式出现,其形式上更简明。《结构抗震》教材上的知识点,往往对应相应的规范条文。如果在课堂教学时,将《结构抗震》教材上的知识点和《抗规》条文关联起来,这样学生在学习完这门课后,就能达到了解或熟悉《抗规》的目的。

将教学和规范相结合,融规范讲解于课堂教学中,对学生而言是学习规范很好的方式。但是在教学实践中,部分教师完全将教学和规范脱节,甚至于自身对规范也不熟悉,以至于当教材内容与规范(特

别是新版规范)不一致时,仍然照本宣科,这显然是不负责任的表现。

### (四) 忽视实践教学

结构抗震课程实用性强,因此实践性教学是很重要的,是对课堂教学内容的重要补充。在教学实践中,部分教师忽视实践教学环节的设计,而只是在课堂上“填鸭式”地向学生灌输相关的知识,学生只能被动地接受,这样做教学效果仅差强人意。

## 三、对结构抗震课程教学的建议

### (一) 合理安排教学内容

结构抗震课程内容很多,应根据教学内容的重要性对其进行合理的取舍,才能合理地分配有限的学时。根据重要性的程度,教学内容可分为重要内容和次要内容。对于重要内容尤其是教学难点,应在课堂上重点讲授;对于次要内容,可以让学生在课后自学,然后交读书报告,或者组织学生进行课堂讨论。

从内在联系来讲,可将结构抗震课程教学内容精炼成四个模块,即:地震与地震动、地震反应分析、抗震设计、隔震与减震。各个模块的重要内容及难点如下:(1) 地震与地震动。应重点讲述地震及地震动的基本概念,其中地震动三要素(特别是频谱)是难点。(2) 地震反应分析。应重点讲述地震作用下体系的运动方程、地震反应分析方法,其中地震反应谱、振型分解法是难点。(3) 抗震设计。应重点讲述抗震设防目标、抗震设计的总体要求、钢筋混凝土框架结构的抗震设计,其中钢筋混凝土框架结构“强柱弱梁”、“强剪弱弯”及节点核心区设计是难点。值得说明的是,该部分内容涉及到不同类型结构的抗震设计,虽然内容很多,但由于抗震设计思路大体一致,因此可选择一种结构来重点讲解。本文建议选择工程实践中量大面广且较简单的钢筋混凝土框架结构。(4) 隔震及减震。这部分内容很多教师在授课时并未涉及,但考虑到隔震及减震是对抗震的重要补充和发展,且在工程实践中应用普遍,因此建议做适当介绍。

### (二) 重视理论推导

教师在讲述理论公式时,不能仅仅演示理论推导的过程,还应将理论推导与概念阐释结合起来。比如说,振型分解法是求解多自由度体系地震反应的一种很重要的方法,从概念上来讲是“先分解,后合成”,即将  $n$  个自由度的多自由度体系分解成  $n$  个单自由度体系,然后分别求解其反应,最后通过振型组合得到原体系的反应。教师在讲述该部分内容时,可以在理论推导前先阐述该思想,然后开始理论推导,这样学生更容易理解,从而起到事半功倍的效果。

此外,教师在讲述相关知识时,还应注意和动力学已学过的知识进行对比,从而加深对地震作用的认识。比如说,对于单自由度体系,在地震作用下其运动方程为:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = -m\ddot{x}_g \quad (1)$$

而在动力学中,单自由度体系在动力荷载 $p(t)$ 作用下运动方程为<sup>[4]</sup>:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = p(t) \quad (2)$$

如果将 $m\ddot{x}_g$ 看成一种由地面运动产生的动力荷载,方程(1)、(2)在形式上完全相同。但是两者又有本质的区别,式(1)中的位移、速度及加速度等反应均是相对于地面的,而式(2)中相应的是绝对反应。通过上述这种对比,学生就能深刻地认识到地震作用与一般动力荷载的区别。

### (三) 教学和规范相结合

结构抗震课程教学开始时,教师就应向学生强调规范的重要性,并要求学生准备好《抗规》的纸质版或电子版。教师在备课的时候,在PPT上尽可能地标出所讲述知识点对应的规范条文。上课的时候,如有必要(如教材上的内容与规范不一致),教师可打开规范的电子版,向学生现场展示该条文。

此外,《抗规》的条文说明可作为结构抗震课堂教学很好的补充资料。比如说,时程分析法是结构地震反应分析中一种很重要的方法,如何选择地震波是时程分析法的重要一环,但是教材上一般讲得较为粗略,而《抗规》5.1.2条条文说明叙述得非常清楚。在讲述该部分内容时,可以结合该条文来讲解,或者让学生在课后自学,然后组织学生进行讨论。

### (四) 重视实践教学

在结构抗震课程教学中加入一些实践环节,能增强学生的感性认识,激发学生的学习兴趣,从而收

到很好的效果。

实践环节可以采用多种形式,如:安排学生参观地震模拟振动台试验装置,最好能带领学生观看正在进行的振动台试验;组织学生参观震后的灾区,通过现场走访,使学生对地震灾害产生更为直观的认识;组织学生到周边农村民居开展实地调查,研究目前农村民居抗震性能的现状和特点<sup>[5]</sup>;组织学生利用简易材料(如图纸)制作结构模型,然后放在小型振动台输入地震波进行试验。实践环节也可以结合其它的教学任务进行,如结合本科毕业设计来进行,教师在毕业设计任务书中加入抗震设计的内容,学生通过对一个结构进行完整的抗震设计,从而熟悉结构抗震设计的流程。

### 四、结语

建筑结构抗震设计课程是一门非常重要的专业课程,由于学时较短,课程教学存在较大的困难。本文在总结其特点的基础上,对教学实践中的一些典型问题进行了分析,并提出了相应的建议,以供同行参考。

### 参考文献:

- [1] 翟长海,李爽,徐龙军,等. 建筑结构抗震设计教学改革探索[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(3):88-90.
- [2] 李国强,李杰,苏小卒. 建筑结构抗震设计[M]. 3版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [3] GB 50011-2010 建筑抗震设计规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [4] 龙驭球,包世华,匡文起,等. 结构力学 I 基本教程[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [5] 汪大海,李书进,张季如. 结构抗震设计原理实践教学探索——以农村民居抗震性能自主调查为例[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(4):106-109.

## Teaching practice of seismic design of building structures course

HU Xiaobin, XU Lihua

(School of Civil Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, P. R. China)

**Abstract:** For the students in civil engineering specialty especially constructional engineering, the course "seismic design of building structure" is a very important professional curriculum. It is featured with theoretical, comprehensive and practical content. Due to short teaching period, it has great difficulties in teaching and learning. In this paper, some typical problems emerging in teaching practice of this course are pointed out and the corresponding suggestions are proposed as reference for the colleagues.

**Keywords:** seismic design of building structures; teaching practice; course teaching