

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.04.010

欢迎按以下格式引用:鲁正,杨玉玲.中外土木工程专业结构抗震与减震课程比较研究[J].高等建筑教育,2017,26(4):41-44.

中外土木工程专业结构抗震与减震课程比较研究

鲁正,杨玉玲

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

摘要:地震严重危及人民生命和财产安全,中国是一个地震多发的国家,增强土木工程结构的抗震能力势在必行。抗震与减震课程是一门涉及多种专业知识的课程,文章以同济大学、香港理工大学、帝国理工大学及加州大学伯克利分校等世界级土木强校为例,主要讨论抗震与减震课程研究生阶段各校授课内容,通过对比研究课程设置,取长补短,不断提高中国土木工程专业的教育质量,加强研究生能力培养,促进中国研究生教育的转型。

关键词:抗震与减震;土木工程专业;课程设置;教学改革方案

中图分类号:G40-059.3;TU352

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)04-0041-04

地震是一种严重危及人民和生命财产安全的自然灾害。近年来,世界范围内的强烈地震导致的建筑物损坏、倒塌以及人员伤亡令人触目惊心。中国是一个地震多发的国家,增强土木工程结构的抗震能力势在必行,按照“拓宽专业面,加强基础”的教学指导方针^[1]各高校开设了建筑结构抗震设计课程,防灾减灾工程及防护工程学科也受到了普遍的关注。文章以同济大学、香港理工大学、帝国理工大学及加州大学伯克利分校等世界级土木强校为例,对比研究土木工程专业抗震与减震课程的设置情况。

一、课程设置概况

抗震与减震课程作为土木工程专业课,具有极强的理论性和实践性,主要学习地震成因及结构抗震基本知识,场地、地基和基础的抗震,单、多自由度结构体系地震反应,地震作用计算和结构抗震验算,各类建筑结构的抗震设计,结构隔震与消能减震设计等内容^[2]。

同济大学土木工程学院防灾方向研究生培养方案中将结构抗震与减震设为专业学位课,课程主要包括:建筑结构抗震设计基本知识,建筑结构抗震非线性静力分析理论和技能,建筑结构隔震和消能减震设计概念、理论和分析手段等。

香港理工大学土木工程专业结构工程专业的部分课程设置与同济大学防灾专业核心课程类似,其中与结构抗震与减震课程对应的是楼宇抗震设计。

收稿日期:2016-10-03

基金项目:同济大学教学改革研究与建设项目

作者简介:鲁正(1982-),男,同济大学土木工程学院副教授,博士,主要从事结构振动控制、工程结构抗震研究,(E-mail) luzheng111@tongji.edu.cn。

帝国理工大学土木工程专业结构工程专业分为混凝土结构、地震工程、综合结构工程及钢结构设计四个模块,其中地震工程模块与防灾专业更为接近。对比同济大学防灾核心课程与帝国理工大学地震工程模块课程发现,对应结构抗震与减震课程的是混凝土结构抗震设计和钢结构抗震设计。

加州大学伯克利分校土木工程专业有两个与防灾相关的专业,分别为结构工程专业和机械与材料专业,与结构抗震与减震课程对应的是地震防护系统、抗震设计和高等地震分析。

四个学校均开设了结构抗震与减震课程或其相

关课程。同济大学和香港理工大学均只开设了一门课程,而帝国理工大学开设了两门,加州大学伯克利分校开设了三门。其中,帝国理工大学虽然开设两门课程,但课程以结构形式加以区分而非从主要内容进行细化。加州大学伯克利分校开设的课程则兼具深度和广度,并对当下应用日益广泛的地震防护系统和较难的高等地震分析单独开课,使学生可以根据自身兴趣和课题方向选课,为其科研和实践奠定坚实的基础。

二、课程内容

四所学校对应结构抗震与减震课程的内容如下表。

表1 帝国理工大学结构抗震与减震课程内容

课程名称	课程内容
混凝土结构抗震设计 (Seismic Design of Concrete Structures)	结合钢筋混凝土结构形式的特点介绍建筑结构的抗震设计;混凝土结构抗震设计的规范规定;估算关键构件的曲率延性和变形;规范规定的混凝土构件、节点的设计和构造要求;地震荷载下钢筋混凝土剪力墙体系的设计及性能;横向地震荷载作用下砌体结构和砌体填充墙框架结构的性能和设计;地震荷载作用下混凝土的抗弯刚度计算;基于位移的抗震设计介绍;混凝土隔断和基础概念;钢筋混凝土结构和砌体结构震后修复和加固概念
钢结构抗震设计 (Seismic Design of Steel Structures)	震后钢结构破坏的常见模式观察;基础附加荷载条件下单、多自由度体系的结构动力学原理复习;建筑结构的抗震响应评估的结构分析方法;基于性能的抗震设计、破坏模式的控制原则;相应于不同钢结构形式的建筑结构抗震设计;钢材、钢构件和连接在反复地震荷载作用下的抗震性能评估;钢结构抗震设计的规范规定;根据规范的抗弯框架设计;根据抗震规范的中心支撑框架的设计;根据规范的偏心支撑框架设计

表2 加州大学伯克利分校结构抗震与减震课程内容

课程名称	课程内容
地震防护系统 (Earthquake Protective Systems)	地震防护系统的概念基础,包括隔震和耗能技术;隔震、耗能和自复位系统的设计规则;隔震系统的轴承、摩擦以及耗能装置的特点,规范对于地震保护系统的规定;现有结构和新结构的应用
抗震设计 (Earthquake - Resistant Design)	抗震结构和抵抗其他动力激励的结构设计;抗震设计的描述;设计规范关于线性和非线性结构响应的发展;各种结构体系的抗震性能;非线性抗震性能的预测;规范的设计过程基础;钢结构和钢筋混凝土结构的初步设计;现有结构的地震易损性评价和震后修复
高等地震分析 (Advanced Earthquake Analysis)	结构的时域动态分析;动态响应的频域分析;离散傅里叶变换方法;包括结构-基础-土交互作用的结构地震分析及结构与液体的相互作用

表3 同济大学结构抗震与减震课程内容

课程名称	课程内容
结构抗震与减震	结构抗震基本知识简述;单、多自由度体系结构的地震反应;地震作用和结构抗震设计要点;多层砌体房屋和底部框架砌体房屋的抗震设计;钢筋混凝土多高层结构抗震设计;建筑结构地震响应的推覆分析;建筑结构隔震技术与工程实践;建筑结构消能减震设计与工程实践;设计软件介绍

表4 香港理工大学结构抗震与减震课程内容

课程名称	课程内容
楼宇抗震设计 (Seismic Design of Building Structures)	地震和地面运动;地面运动下结构的振动;设计地震力;结构形式和延性;钢筋混凝土构件的抗震设计原则;钢结构构件的抗震设计原则

从学分设置而言,同济大学的结构抗震与减震课程为2学分,香港理工大学和加州大学伯克利分校每门课程的学分均为3分,同济大学抗震课程的学分偏少,而加州大学伯克利分校三门课程共9学分,学生可根据自己的研究方向、兴趣和自身能力选修。

各高校抗震与减震课程的设置情况及课程内容与大学所处国家(地区)地理位置及其研究生教育的特点有关。从开课的内容可以看出,香港理工大学和帝国理工大学的授课内容只涉及抗震设计,虽然帝国理工根据不同的结构形式开设了不同的课程,专业性更强,但在内容上没有太多拓展,对于时下应用日益广泛的结构振动控制系统涉及不多,因此可以看出这两所大学对于结构抗震与减震课程的要求相对较低,这一现象与这两所大学所处地理位置的地震危险性以及所处国家或地区的研究生教育特点有关。香港理工大学地处中国香港,香港地区虽然有较大断裂,但由于该断裂处于较完整的火山岩和花岗岩岩体中,不具备发生中强地震的充分条件^[3]。帝国理工大学地处伦敦,而伦敦地震活动水平处于中低水平^[4]。因此,对抗震内容的学习要求相对不高。对于研究生教育特点,香港地区高校专业及课程设置往往从实际出发,取决于社会需求,有较强的社会适应性^[5]。香港理工大学更是主张“实用为本,学以致用”,其课程设置与社会需求紧密结合,产学研结合充分,为社会培养了大量高素质应用型复合型人才。与之类似,英国现行的研究生教育培养模式也是应用型人才培养模式,市场起导向作用^[6],在中国香港和英国这种以强调应用性为主的研究生培养模式下,由于所处的地域地震危险性不高,因此,抗震与减震课程要求相对较低。

同济大学开设的结构抗震与减震课程涉及抗震设计与地震防护系统两方面的内容,且本科阶段同济大学开设有建筑结构抗震设计课程,主要讲授抗震设计相关内容,恰好与研究生阶段的内容有效衔接。中国内地的研究生教育正处于转型期^[7],逐步从扩大规模向提高质量转变,教学质量有所提高,教学内容更加深入,但转型还未彻底,因此在课程设置和内容安排上可能还存在不足,应结合自身情况,不断深化改革,最终形成独具特色的研究生教育培养模式。

加州大学伯克利分校开设地震防护系统、抗震

设计和高等地震分析三门课程,在广度和深度上都更胜一筹,但是在总课时有限的情况下,多数学生也只能选修其中的一门或两门,其中高等地震分析课程专业性太强,适合此类研究方向或对此有强烈兴趣的学生选修,不能全面普及。这与美国的研究生教育特点有关,美国研究生教育的课程设置灵活、系统,与科研结合紧密。此外,美国的研究生教育非常重视课程学习,美国的研究生院为学生提供了大量可供选修的课程,学生对课程的选择具有较大的自主权。

就课程内容安排而言,加州大学伯克利分校开设的课程涉及抗震设计、地震防护系统和抗震分析等内容;同济大学的课程涉及抗震设计和地震防护系统两个方面;香港理工大学和帝国理工大学均只涉及抗震设计。显而易见,加州大学伯克利分校、同济大学两所高校所有开设的课程涉及的内容更广。就授课内容的深度和专业性而言,帝国理工大学与香港理工大学均只涉及抗震设计的内容,但帝国理工大学根据不同的结构形式开设不同的课程,更加深入且细化,专业性更强;加州大学伯克利分校的三门课程更加专业、细化、深入,且涉及时域、频域分析等高难度内容。同济大学一门课程安排抗震设计和地震防护系统两方面的内容是不够深入的嫌疑,但考虑到同济大学本科阶段已开设建筑结构抗震设计课程,主要讲授抗震设计内容,恰好与研究生课程结构抗震与减震课程互为补充,这样的课程设置方式也较为合理。

三、教学改革思路和总结

通过比较研究可以看出:不同高校土木工程专业中结构抗震与减震课程的设置与其所处国家(地区)的地域特点及研究生培养模式密切相关,主要区别:在开课数量上,同济大学与香港理工大学均只开设一门课程,帝国理工大学与加州大学伯克利分校都开设了多门课程;在课时安排上,同济大学的课时安排偏少;在授课内容的深度和广度上,不同的学校有不同安排,所处地域对此有一定影响。

教学改革是一项系统性和综合性的工程,需长期坚持^[8],在进行教学改革时,应结合学校自身情况及所处地域环境,积极借鉴并吸收其他学校的可行经验。

(一)增加课时

抗震与减震课程作为日益受关注的土木工程专

业课程,其重要性不言而喻,课时是授课内容和质量的保证,适当增加课时很有必要。

(二)合理增设课程数量

把结构抗震与减震作为一门课程进行讲授并不利于学生结合自身研究方向选择课程,应当适当增设课程,拓展所学内容并加深难度,使不同学生能根据自己的研究方向和兴趣选修课程,为其后期进行科学研究和工程实践打下坚实基础。

(三)深化改革,促进转型

中国的研究生教育经过多年发展已基本形成培养模式多样、学科种类齐全的研究生教育体系,为社会的建设与发展提供了有力的人才保障,但也应认识到,中国的研究生教育与其他教育强国相比还有较大的差距,因此,应当抓住转型期的关键机遇,不断提高教育质量,加强研究生教育的能力培养,不断深化改革、促进中国研究生教育的转型。

参考文献:

- [1]董事尔,赵渝林,明成林,等.宽口径土木工程专业人才培养模式研究[J].高等建筑教育,2008,42(1):18-21.
- [2]戴素娟,孙黄胜,高秋梅.浅谈结构抗震设计课程教学改革[J].土木建筑教育改革理论与实践,2008(10):94-95.
- [3]岳中琦.与香港地区地震危险性相关的汶川地震灾害调查的五点认识[J].华南地震,2011,31(2):14-20.
- [4]Paul W. Burton.英国的地震危险性[J].地震学刊,1995(S1):49-51.
- [5]王璐,曾云亮.香港研究生教育的质量管理及启示[J].学位与研究生教育,2003(2):40-43.
- [6]鲁正,刘传名,武贵.英国高等工程教育及启示[J].高等建筑教育,2016,25(3):41-45.
- [7]王战军.转型期的中国研究生教育[J].学位与研究生教育,2010(11):1-5.
- [8]潘毅,李彤梅,黄云德,等.建筑类建筑结构课程教学改革探讨与尝试[J].高等建筑教育,2010,19(6):119-121.

Comparative study on the curriculum of structural seismic control and shock absorption in Chinese and foreign civil engineering specialty

LU Zheng, YANG Yuling

(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: Earthquake endangers people's life and property security seriously. China is an earthquake-prone country, and it is imperative to enhance the seismic resistant ability of structures. Structural seismic control and shock absorption is involved in a variety of professional knowledge. The paper studies the curriculum provision of structural seismic control and shock absorption course of Tongji University, The Hong Kong Polytechnic University, Imperial College and UC Berkeley. With the comparative studies we want to improve the teaching quality, enhance the students' ability training, and promote the transition of graduate education

Keywords: structural seismic control and shock absorption; civil engineering specialty; curriculum provision; teaching reform schemes

(编辑 梁远华)