

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.02.018

以工程实践为导向的钢筋混凝土结构课程教学方法研究

王立成,董 伟

(大连理工大学 土木工程学院,辽宁 大连 116024)

摘要:为满足学生创新能力培养的目标要求,在钢筋混凝土结构教学过程中,探索实践了一条以工程实践为导向的钢筋混凝土结构教学新方法。该方法打破传统的课堂教学模式,让学生走出教室,走进实践和工程现场,系统地将课程教学实验、工程施工现场学习以及参与科研项目有机结合,实现了综合培养学生基本工程概念和专业技术的目的。

关键词:钢筋混凝土结构;工程实践;教学方法;改革

中图分类号:G642;TU375

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)02-0073-05

钢筋混凝土结构是土木、水利、港口工程等专业的主干课程,是一门综合性和实践性很强的专业基础课,其教学内容与现行的国家和行业规范关系密切。因此,实践教学成为该课程的一个重要环节,有助于学生将课堂上学习到的理论知识和实际工程结合,培养学生的知识应用能力,提高解决工程问题的水平,为毕业后从事相关工作打下坚实的基础^[1-2]。然而,目前该课程传统的教学方式为课堂讲授,即通过教师的课堂面授、讲解、讲演等形式向学生传授知识。这种教学方法虽然能有计划、有目的地为学生传授较多的理论知识,教学效率相对较高,但也存在明显的不足。课堂讲授是一种单向的信息传输方式,过多或长期使用容易使学生养成被动的思维和学习习惯,而且学生无法直接体验和消化这些知识,特别是当学生的工程实践经验匮乏时,常常无法将学习内容与工程对象联系起来,进而丧失了学习的兴趣和积极性,难以达到教学计划的目的和要求。

大连理工大学《关于制订2012-2016级本科生培养方案的指导性意见》中明确指出,“要以学生实践能力与创新能力培养为导向,注重实践与创新教育,加强创新性实践环节;注重科研与教学紧密结合,将最新科研成果融入教学之中”。因此,依据研究型大学精英人才培养课程体系的要求,进行大类基础课和专业基础课程教学模式综合改革,加强学生实践能力和创新能力的培养,形成以能力培养为目标,体现知识、能力、素质协调发展的教学方法,对全面培养学生的创新实践能力和工程意识具有重要意义。换言之,我们培养的卓越工程师,应该是既懂得一定的结构理论,又能够根据标准、规范解决实际结构工程问题的专门人才。

收稿日期:2015-04-16

基金项目:大连理工大学教学改革基金课题(MS201337)

作者简介:王立成(1975-),男,大连理工大学土木工程学院教授,博导,工学博士,主要从事钢筋混凝土结构研究,(E-mail) wanglicheng2000@163.com。

一、国内外实践教学环节对比分析

(一) 中国工程实践类课程的传统教学模式和现状分析

目前,国内钢筋混凝土结构课程实践性教学仍然采用传统模式,即课程设计、认识实习、生产实习和毕业设计四个环节。随着培养目标和能力要求的不断提升,以上实践教学内容已很难满足学生的学习需求,仅有的有限实验数量和课程设计远远达不到使学生通过工程实践训练,配合课堂教学内容了解和掌握混凝土结构基本知识和方法的目的。而且,实际操作中还存在实践学习环节的程度和深度达不到要求、学习效果不理想等诸多问题,更无法达到学校提出的关于学生实践能力培养的目标。

比如,钢筋混凝土结构课程教学实验,对大多数学生来说是第一次接触,学生带有很强的好奇心和探索精神,特别是关于钢筋制作、绑扎、应变片粘贴、混凝土浇筑等环节,对巩固课堂所学知识,培养学生的动手能力和创新思想有非常好的辅助作用。然而,现在的教学模式基本处于教师做、学生看的状态,实验用的钢筋混凝土试件均由教师或实验人员提前制作完成,实验方案也由教师事先确定,且实验前的准备工作也均由实验人员完成,学生无法了解实验试件的制作过程和设计细节,整个过程完全变成了演示性实验,学生只是观看、抄录,按照规定模式填写实验报告,显然无法达到实验教学的目的。由于实验教学模式单一,教学重点主要是验证基本理论,起不到培养学生综合运用知识、解决实际问题能力的作用,更体现不了实验教学中学生的主体地位,无法激发学生的创造性。

哈尔滨工业大学土木工程专业“卓越工程师”培养方案中,对建筑结构试验课进行了大胆改革,通过发挥实验室对课程的支撑作用,提出每个本科生、研究生及研究项目的试验都可作为该课程的观摩内容,学生可根据自己的时间安排参观学习。天津大学实施了以培养学生的工程意识、综合能力和创新思维(简称“三要素”)为目标,以课内实验、集中实践、社会实践为基础,以基本实践能力、综合实践能力、研究创新实践能力训练为主线的实践教学体系。东北电力大学在钢筋混凝土结构课程实验中,将学生分为6~8人一组,在教师的指导下,由学生自己设计、制作实验所用构件,制定实验方案,进行实验操作和数据处理,最后分析整理实验成果,并撰写实

验报告。实践证明,该方法调动了学生的学习积极性和创造性,培养了学生的创新能力^[3]。清华大学自2001年开始实行了以学生为主的自主型混凝土结构教学实验,取得了较好的效果^[4]。

(二) 国外相关经验分析

国外大学的课程体系与国内有较大区别,其土木工程往往和环境工程隶属于同一个学院。例如,美国康奈尔大学的土木与环境工程学院,有土木和环境两个专业,合起来称作“大土木”。“大土木”中,学生可以选择普通土木工程课程,或者其他如土木基础设施工程(结构和/或岩土)、流体力学/水文学、水资源系统、环境工程、交通工程等课程。在课程体系中,也很难找到与国内钢筋混凝土结构完全相对应的课程。由于美国混凝土结构设计规范相对单一,从而使其课程设置变得相对简单。例如在美国的房屋建筑工程中,《通用建筑规范》是指由美国各州或行政辖区以法律形式分别颁布的工程规范。在这些规范中,全面规定了与房屋的设计、施工、检测有关的偏原则性的基本要求。这些通用建筑规范条文中列出不同结构类型所采用的有关设计规范。因此,关于钢筋混凝土结构原理的内容,往往分布在结构工程、结构模拟和性能等课程中。20世纪90年代以来,美国工程教育界掀起了“回归工程”的浪潮,提出“大工程观”,要求工程教育提供综合的知识背景,强调工程的实践性,培养学生的创造性。对于每门课程,学生除了完成课程安排的理论学习作业和实验外,还要有一个月左右的时间来做与课程有关的、自己感兴趣的实验或设计。此外,工学院各系还设有URE计划(Undergraduate Research Experience),即“本科生研究实践”计划,鼓励学生利用每年暑假工作的10周时间研究企业提出的一些实际课题。值得一提的是,美国不少大学将实验单独设为一门课程,甚至列为核心课程。

二、钢筋混凝土结构课程教学内容改革与实践

(一) 教学试验内容和过程的全面改革

以钢筋混凝土结构课程教学实验(共8学时)为载体,全面培养学生参与设计实验、准备实验和操作实验的能力,要求每位学生根据实验教学大纲要求独立完成自己的实验方案设计和实验计划,并以班级为单位进行讨论,在教师的指导下形成实验计划,并以此为依据进行实验早期准备,主要内容包括购

买钢筋、砂子、水泥、石子等基本实验材料,浇筑混凝土试件,对混凝土试件进行养护等。

针对目前大学生中普遍存在的“眼高手低”现象,鼓励学生在实验设计、试件制作以及实验过程中大胆提出自己的思路和设想,并尽可能为学生创造条件去尝试。比如,有学生提出,在实验中采用的钢筋是软钢,也就是有明显屈服点的钢筋,那么软钢与硬钢在混凝土中是否有明显区别?该同学希望能通过实验得到验证。实验指导教师找来了具有硬钢性质的钢丝,由该学生设计完成对比实验,并在全班演示。再如,部分学生对混凝土立方体抗压强度和轴心抗压强度概念混淆,希望能亲手通过实验来加深对这一个概念的理解。虽然这不属于钢筋混凝土结构课程教学实验的内容,但是为了答疑解惑,专门设计了一组对比实验。

教学实验的内容虽然并不复杂,但包含了钢筋混凝土结构静载实验的大部分内容,包括试件的安装,测量仪表的调试、安装、读数,等等。这些工作全部由学生在实验技术人员的指导下完成。当然,在这一过程中也出现过很多问题,例如有的学生感觉粘贴应变片是一项简单的工作,待粘贴完成后接线调试时却发现调不通,最后在指导教师的带领下,大家一起讨论、分析,查找原因,不仅解决了问题,而且使学生掌握了应变片的测量原理。显然这些知识不通过自己动手,主动尝试,是很难获得的。再比如,大多数学生对混凝土的裂缝形态以及开裂宽度的概念模糊,因此,在试验过程中,让每一位学生都尝试用读数显微镜观测裂缝的形态和裂缝宽度,使大家真正能够从定性和定量两个方面更好地了解混凝土裂缝的特点。图1为学生利用读数显微镜观测梁加载时梁侧混凝土的开裂情况。



图1 采用读数显微镜观测混凝土的开裂情况

(二)课堂授课和施工现场实习相互配合的教学模式

在钢筋混凝土结构课程中,结构构件的截面配筋计算是教学大纲的重点,也是学生必须掌握的基础知识。理论计算学生往往不难掌握,但是得到的计算结果,也就是截面配筋如何在工程实践中得以实现、钢筋在构件内如何放置、理论和实际是否一致成为学生学习的难点^[5]。究其原因主要是学生对现场施工缺乏基本的了解,在平时学习过程中又很难有机会深入工地现场,因此,在教学过程中,我们特别强调现场教学课时的分配,会带领学生到施工工地针对钢筋位置、受力、搭接等问题进行现场教学,从而提高学生的感性认识。比如,从工程设计项目中以一根梁或一块楼板作为习题,把确定梁板尺寸、荷载分析、配筋计算以及施工图绘制等内容交由学生完成,当实际工程施工用到该构件时,带领学生到施工现场开展实地参观,引导学生去校核自己设计的梁或板是否与实际工程中的梁、板一致,若不同,原因何在?帮助学生找出理论和实际的差别,提出问题并分析解决问题。通过以上过程,锻炼学生运用所学理论知识解决实际问题的能力,提高对课堂所学知识的认识水平。图2为学生在施工现场查阅图纸。



图2 某学生在工程现场查阅图纸

在现场教学过程中,将学生进行分组,根据课程进度,带领学生到不同施工阶段的工地进行参观学习,从而实现以实际工程结构为载体,开展现场教学活动,把课堂内容转化到工程实践中,满足学生的感性认识,拓展对知识的理解深度。图3为以班级为单位到施工现场,由项目工程师进行现场教学的场

景。现场学习结束后,要求每位学生根据课程内容和现场观察,写学习总结和实习报告,并提出问题进行课堂讨论。如此,就形成了教室课堂—实验室课堂—建筑工地课堂三位一体的教学模式。



图3 施工方工程师为学生进行现场授课

(三) 通过科研课题和创新实验项目提升学生的知识水平

精英人才的素质特征是“具有强烈的责任意识、高尚的道德品质、宽厚的知识基础、突出的能力潜质、优秀的综合素质和开阔的国际视野”。显然,这些素质的培养和提高不是一蹴而就的,也很难仅靠教师课堂讲授得以实现。这需要全面加强大学生的工程实践和科研能力,综合培养创新意识和创造性思维。传统教学过程中过分依赖教学大纲,强调共性特征而忽视了个性的发展,学生往往只是被动“照方抓药”,机械地学习课程内容,这在一定程度上抑制了学生主观能动性的发挥,降低了学生学习知识的兴趣,束缚了想象空间,使他们无法得到创新能力和解决实际问题能力的训练。

因此,在钢筋混凝土结构教学过程中,鼓励、引导学生参与到科研项目中来,让学生通过参与科研课题以及大学生创新实验项目全面掌握、深化学习内容,并做到在课题研究中吸收知识、消化知识,从而全面培养学生提出问题和解决问题的能力。在课程考核过程中,将参加科研课题的综合表现、学习态度以及对实验仪器和试验设备的掌握程度、对本专业前沿领域的了解程度、发表论文或研究报告的数量等列入最后课程考核评价体系。图4为正在参与科研课题的学生。

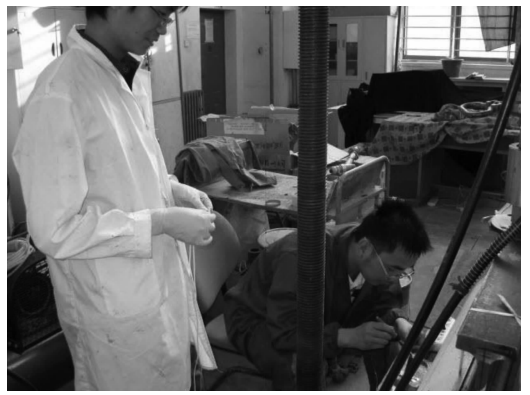


图4 大学生在参加科研项目

(四) 突出规范的引领作用,适用不同专业的就业要求

各专业的基础理论知识是人才成长的基础,对培养大学生的创造性思维和未来的发展潜力具有决定性作用,然而在实际工作中,对工程规范、标准的理解和掌握程度,则反映了未来工程师对所从事工作的适应能力^[6]。由于中国行政管理体制的特点及工作习惯,目前在土木、港口、水利及桥梁工程各领域均有自己的混凝土结构设计规范,这一现状造成高等院校的课程设置中,习惯于按照专业划分进行授课,不同的专业使用基于相应规范编制的教材和大纲。然而众所周知,钢筋混凝土结构从内容上分为混凝土结构设计原理和钢筋混凝土结构设计两部分。其中,混凝土结构原理是混凝土结构设计的基础,包括混凝土结构构件的基本理论、受力性能、计算和配筋构造等。上述关于钢筋混凝土的基本理论对于不同专业是基本相同的,因此,在课堂理论教学中,以混凝土结构设计原理为主线,以土木、港口、水利及桥梁工程专业(或专业方向)混凝土结构设计规范为载体,建立了涵盖不同行业混凝土结构设计规范的课程教学新体系,即:基本原理部分采用相同的教学大纲和授课内容,与各行业规范有关的不同之处通过现场教学和工程实践教学解决,在实践教学突出规范的工程实践引领地位,保证了学生基本理论和实践技能的培养,达到“学习一个专业,应对不同行业”的教学目标。

综上,笔者在最近几年钢筋混凝土结构课程的教学实践过程中,通过开展课堂教学和实践教学改革,跟踪国内外有关高校的教学状况和国内工程领域对毕业生的需求现状,探索了一条以实践为导向

的钢筋混凝土结构教学模式,提出了教室课堂—实验室课堂—建筑工地课堂三位一体的教学新方法,以期为全面构筑学生的能力培养体系做出积极贡献。

参考文献:

- [1] 蔡健,陈庆军,黄炎生. 混凝土结构理论课程教学改革探索[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(5): 65-68.
- [2] 王立成,王吉忠. 钢筋混凝土结构课程教学试验的改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2008, 17(S): 109-112.
- [3] 秦力,魏春明,刘士彬. “混凝土结构”课程实践教学改革与研究[J]. 中国电力教育, 2013(1): 152-153.
- [4] 冯鹏,叶列平,王宗纲. “混凝土结构”课程的自主型实验教学[C]//高等学校土木工程专业建设的研究与实践—第九届全国高校土木工程学院(系)院长(主任)工作研讨会论文集, 2008, 469-472.
- [5] 邢贞相,李晨洋. 水工钢筋混凝土结构教学方法探讨[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(3): 97-99.
- [6] 徐有邻. 授人以鱼,不如授人以渔—对混凝土结构教学的建议[J]. 东南大学学报:哲学社会科学版, 2012, 14(S): 7-10.

Engineering practice-oriented reform of the teaching method for reinforced concrete structure course

WANG Licheng, DONG Wei

(School of Civil Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, P. R. China)

Abstract: To cultivate undergraduates' innovative ability, a new teaching method, namely the engineering practice-oriented reform, for reinforced concrete structure course was developed. Different from the traditional teaching process totally focused on the classroom teaching, the new teaching method encouraged students to go out of the classroom and walk into the practice and engineering projects. As a result, the classroom teaching combined with the in-situ visiting and the research programs comprehensively developed basic concepts of engineering and technologies for undergraduates.

Keywords: reinforced concrete structure; engineering practice; teaching method; reform

(编辑 梁远华)