

混凝土结构自主型实验设计与实践

许启铿,徐希萍,弋学亮

(河南工业大学 土木建筑学院,河南 郑州 450052)

摘要:针对混凝土结构课程传统实验教学存在的缺陷,为了提高学生的综合能力,进行了混凝土结构自主型实验设计,实验过程由学生在教师的指导下自主独立完成,经过教学实践,取得了良好的效果。介绍了混凝土结构自主型实验设计的内容和组织形式,并对实验教学效果进行了总结。

关键词:混凝土结构;实验设计;自主型;实验教学

中图分类号:TU3 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2010)04-0141-04

混凝土结构课程是土木工程专业的一门重要专业基础课,其知识体系、理论和方法具有很强的工程性、科学性和实践性,课程理论均来自于实验^[1]。因而,在课程的学习中,必要的实验不仅有利于学生了解混凝土结构基本力学性能,也有利于学生了解混凝土结构实验方法^[2]。然而,目前混凝土结构课程教学实验大多采用验证型参观实验的方式^[3-4],即由实验教师或工作人员设计制作好混凝土试件,并进行加载,学生仅是在观看构件的破坏过程和破坏现象,甚至有些直接用录像代替^[5-6]。实际上,这些破坏过程和破坏现象在教材和课堂教学中都有较为详细的描述和讲解^[7]。

显然,这种验证型的实验方式并没有使学生的思维方式和研究能力得到转变和提高,很难建立“实际操作-实验现象-分析理论-设计计算”这一过程的完整认识,不利于学生实验能力的培养^[8]。针对这种情况,有必要进行实验改革,设计以学生为主体、全过程由学生完成的具有综合设计性的混凝土结构自主型实验。主要方法是:提出实验目标和任务,学生自己剖析实验内容、搜集资料、编写实验大纲,由实验室提供实验设备、耗材等条件,在教师的指导下,由学生自主独立完成构件设计、应变片粘贴、材料配合比设计,钢筋绑扎、混凝土浇筑养护、材料强度测定和实验准备、试件加载实验、数据处理分析和完成实验报告的全过程,从而使学生深入理解和掌握混凝土结构课程基本知识,真正锻炼动手能力,提高实验技能。

一、实验内容设计与运行

自主型实验的题目:混凝土简支梁正截面弯曲破坏实验。

(一) 实验目标

学生自行设计制作一根钢筋混凝土梁,并进行简支梁正截面弯曲破坏实验,测定其开裂荷载、屈服荷载和极限荷载,绘制荷载-挠度曲线,描述破坏状态和裂缝发展。学生可以事先按照少筋梁、适筋梁和超筋梁3种破坏形式进行设计计算,最后由指导教师指定任意一种。

收稿日期:2010-06-30

基金项目:河南工业大学教学研究项目(2009GJJ- B60)

作者简介:许启铿(1981-),男,河南工业大学土木建筑学院助教,土木建筑实验中心副主任,主要从事土

(二) 实验大纲编写

自主型实验大纲主要内容包括:实验目的、实验条件、实验方案设计和要求、实验报告内容和要求等几个方面,采用这种自主型实验方式,学生需要在理论学习和总结以前课程实验的基础上,结合实验室相关的设备和仪器,通过小组讨论,在实验课前按小组提交合格的实验方案设计报告。这样学生就会积极主动地去进行调研,查阅相关资料,学生的积极主动性和创造性能够得以发挥^[9]。

(三) 实验室提供条件

(1) 材料:水泥、石子、砂子、钢筋、钢丝,并提供必要的参数指标。

(2) 模具:提供宽度 150mm,高度 200mm 和长度 2 800mm(可调)的模板,用于制作混凝土梁试件;棱柱体和立方体模具,用于制作混凝土试块。

(3) 测试仪表:力传感器,百分表、磁性表座、应变仪、函数记录仪、应变片及其配套工具。

(4) 加载设备:土木工程实验教学装置(最大荷载为 200Kn,含手动油泵、千斤顶)、分配梁;压力试验机(用于试块强度测定)。

(四) 实验教学全过程

在整个实验教学过程中,学生在教师的指导下依次完成以下工作。

(1) 混凝土简支梁设计与开裂荷载、屈服荷载和极限荷载计算。进行一根混凝土简支梁两点弯模型的设计,完成计算书。在这项内容中,学生不仅需要计算正截面的破坏形式,还需要考虑避免在弯曲破坏前发生斜截面的剪切破坏,要计算开裂荷载、屈服荷载和极限荷载(其中实验值与理论计算值差别作为一项实验考核要求)。能够使学生将课堂上学习的知识应用到实际中。



图1 学生粘贴钢筋应变片

(2) 钢筋下料。根据计算绘制出下料图,并在实验室工作人员指导下自主进行钢筋下料。此项工作

使学生能够充分理解各种构造规定的作用和意义。

(3) 钢筋应变片的粘贴与保护。根据实验设计方案,在教师的示范指导下由学生自主完成应变片的粘贴全过程。旨在锻炼学生应变片的粘贴和保护技术,将材料力学中学到的电测法基础知识用到实践中去(见图1)。

(4) 混凝土配合比设计。在先修建筑材料课程中学过,需要跟学生强调的是各材料强度指标间的关系,加深学生对基本概念的理解与运用。同时要求学生进行试块制作并进行抗压强度测定,然后将实测的强度和设计强度进行对比,其相差值也作为考核指标。

(5) 钢筋笼制作。在实验室工作人员指导下,学生根据建筑施工技术课程所学有关知识,亲自动手进行钢筋的截断、弯折加工,并进行绑扎。使学生对混凝土梁钢筋配置有充分的感性认识,了解钢筋笼的组成,提高动手能力(见图2)。



图2 学生绑扎钢筋笼



图3 学生浇筑混凝土梁

(6) 混凝土浇筑。在实验室工作人员指导下,学生亲自行支模、混凝土拌合、浇筑、振捣、养护和拆模的全过程。使学生对钢筋混凝土构件的制作过程

和基本构成有直接的印象,并能充分体会施工过程及其离散性等与工程设计安全度的关系,理解混凝土结构课程的实践性特点^[10](见图3)。

(7)实验准备。此项工作学生主要完成工作有:混凝土试块抗压材料性能实验;根据实测材料性能数据重新进行开裂荷载、屈服荷载和极限荷载计算(可以事先用 Excel 表格编制好计算程序);自行设计加载制度和加载程序,编写记录表格;用白灰将混凝土梁表面刷白,以便观察裂缝;测点编号、完好性验证测试和接线工作;混凝土梁和仪器仪表安装、就位和调试工作。实验准备工作可以培养学生进行科学实验的基本素质和系统思维,加强对实验环节基本概念的理解(见图4-5)。

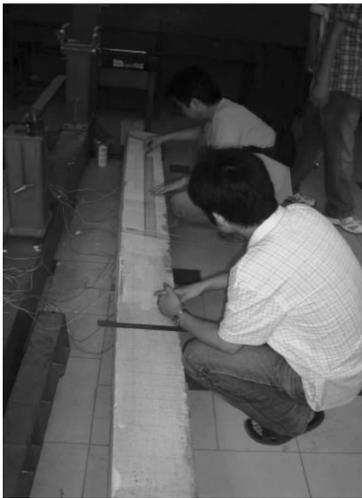


图4 学生进行梁表面刷白和划线

(8)实验加载。根据设计好的加载程序进行混凝土梁的加载实验,逐级加载直到破坏,将实验荷载和预测荷载进行对比,注意观察实验过程中混凝土梁的挠度、钢筋应变、裂缝分布及发展情况、破坏形式等。由于混凝土梁是由学生亲自设计制作完成,与一般的验证型实验相比,更能充分调动学生的自主性,提高对实验过程的关注度和投入程度,能调动起学生进行深入探究的兴趣(见图6-7)。



图5 学生进行混凝土梁安装就位

(9)实验报告。总结整个实验过程,对上述各个实验步骤中的现象、要点、问题和实验结果进行描述,绘制有关曲线,对实验中的异常情况进行分析总结。



图6 学生进行混凝土梁加载



图7 学生观测实验现象

三、实验课程的组织

自主型实验教学中,指导教师的主要工作是组织和引导,由实验室工作人员在实际动手操作中给学生提供帮助,以学生为主体,实行目标管理的方式。一般以7~8名学生为1组,完成一根梁的实验工作。按照理论课题教学进度安排,一般从钢筋混凝土正截面承载力计算的内容讲授完以后开始实验。对学生分三个阶段进行书面考查,并安排学生参加3次实验课。

(1)设计阶段:钢筋混凝土梁计算书、配筋图、下料图、混凝土配合比设计和实验方案设计。

(2)实验准备阶段:钢筋下料、钢筋应变片粘贴和保护、钢筋笼制作、混凝土浇筑和养护、试块强度测试、记录表格编写等实验准备。

(3)实验和总结阶段:正式加载实验、观测实验内容和现象,撰写实验报告,分析实验结果等。

在实验教学过程,教师不仅要组织引导学生,更要根据实验进展诱导和启发学生发现提出问题,要抓住实验中出现的异常现象,组织学生进行讨论,并在实验报告中进行分析研究。

四、自主型实验教学的效果

自主型实验教学实践以来,形成了良好的效果,学生的收获很大,主要体现在以下几个方面。

(1)学生的主观能动性得到发挥,学习兴趣得到激发。自主型实验全过程以学生为主,亲自动手完成,能使学生会到成就感。

(2)自主型实验设计内容多、实验周期长,学生的动手能力得到锻炼,使学生体会到混凝土课程的实践性特点。实验过程中学生亲自动手完成各工序,使学生将图纸、计算简图和实际联系在一起,对钢筋混凝土有更深感性认识。

(3)加深学生对“混凝土结构”课程的基本概念整体性的理解,建立知识体系的概念。因为在整个实验过程中涉及到材料力学、建筑材料、混凝土结构等课程,并付诸于实践,使书本知识得到应用,加深了学生对相关知识的理解。

(4)使学生建立工程性思维。实验中的感性认识,使学生理解了研究性思维和工程性思维的关系,加深了对混凝土结构课程要点的理解,提高了解决问题的能力。

(5)锻炼了学生科学研究的能力。实验过程中,前期的设计计算、实验方案编制、实验准备、实验实施和实验报告撰写的严谨而系统的要求,使学生的科研能力得到训练;实验过程中问题的不断出现和提出,使学生不断的思考,锻炼了学生的思维能力。

(6)提高学生团队协作能力。由于在整个实验过程中,学生不是一个人在进行实验,大量的工作需要组员间分工合作共同完成,从而使学生的团队精神和协作能力得到锻炼。

五、结语

通过混凝土结构自主型实验教学,使学生的主

动性得到提高,动手能力得到锻炼,加深了学生对基本概念的理解,使学生建立了工程性思维,科研能力得到训练,团队精神和协作能力得到锻炼。因此,结合各院校的实际,开展“混凝土结构”自主型实验教学,能够充分发挥学生的主观能动性,激发学生的兴趣和潜力,取得良好的教学效果,是一种值得推广实验教学模式。

参考文献:

- [1] 叶列平,冯鹏.以工程应用为目标,以科学方法为基础,全面培养工科学生的综合能力[J].山东建筑工程学院学报,2004(1):1-3.
- [2] 赵强,陈建华,陈景彦.混凝土结构实验教学模式的改革及实践[J].东北电力大学学报,2009,29(5):31-33.
- [3] 杨艳敏.构建地方高校土木工程专业结构实验教学模式[J].实验室研究与探索,2007,27(10):122-124.
- [4] 王军文,刘志勇.土木工程专业结构实验教学体系的构建与实践[J].石家庄铁道学院学报(社会科学版),2008,2(3):97-100.
- [5] 钱保国.关于工程实验检验实验教学的几点思路[J].无锡教育学院学报,2004,24(4):81-82.
- [6] 郭煜.建筑结构试验中应注意的几点问题[J].广西大学梧州分校学报,2002,12(3):56-58.
- [7] 叶列平.混凝土结构电子教案(教师版)[CD].北京:清华大学电子出版社,2002.
- [8] 袁志华,许开成,刘鹏等.混凝土结构设计型实验建设和教学实践[J].华东交通大学学报,2005,22(12):120-121.
- [9] 冀德学,石晶,黄香山.结构检验课教学实验内容的优化设置[J].基于优化,2007,28(5):166-168.
- [10] 陈国兴,韩爱民,侯曙光.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[C].北京:科学出版社,2008,469-472.

Experiment design and practice of concrete structures for students' autonomy

XU Qi-keng, XU Xi-ping, YI Xue-liang

(School of Civil Engineering and Architecture,

Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, P. R. China)

Abstract: A new method of experiment design for students' autonomy is proposed to avoid disadvantages of traditional experiment teaching, and it is benefit to improve students' comprehensive abilities. Experiment is carried out independently by students under the guidance of teachers, and the effect is obviously seen through practice. The content and forms of organization of the new experiment design are detailed interpreted, additionally, the teaching effectiveness is summarized.

Keywords: concrete structures; experiment design; autonomy; experiment teaching

(编辑 周虹冰)