

混凝土结构实验教学“绿色化”探索

朱方之¹,王振波²,李庆录¹

(1. 宿迁学院 建筑工程系,江苏 宿迁 223800;2. 南京工业大学 土木学院,江苏 南京 210009)

摘要:为提高学生的工程素质,完善实验室的科学管理,在混凝土结构实验教学改革过程中,引入骨料再生等绿色化实验技术。通过自主设计实验方案、构件制作和数据处理等一系列改革过程,增强了学生的实践动手能力和自主创新的能力。

关键词:实验教学;绿色化;自主创新

中图分类号:TU37-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2009)04-0133-03

近年来,为了提高土木工程专业学生的综合素质,培养学生实践技能和自主创新的能力,各高校纷纷加大对实验教学环节的投入,进行实验教学的改革。混凝土结构设计原理作为一门具有很强的工程性和实践性的课程,实验教学是学生学好该课程的必要环节。它不仅有助于学生弄清构件的破坏机理,验证理论计算公式,而且在实验中有利于使学生了解混凝土结构的实验方法,培养学生的工程素质。因此,混凝土结构的实验教学越来越受各高校的重视^[1]。

随着高校人才培养的需要,传统的验证性实验教学模式逐渐为自主型、应用型实验模式所替代。如此大规模的实验需求使得高校的实验经费显得捉襟见肘,同时破坏后混凝土处理又给实验室的管理带来了难题。因此,开展混凝土结构实验绿色化改革,不仅能节约构件制作的原材料,降低实验成本,教学科研相结合,还能实现废弃混凝土再利用,对增强大学生的环保意识、节约资源实现可持续发展具有重要的现实意义。合理定位才能发挥自己的特色^[2]。宿迁学院从2005年开始对开放式、自主式、绿色化混凝土结构实验教学模式改革进行资助。该项实验教学改革已经进行了3年,取得了较为理想的教学效果。

一、绿色结构实验概述

绿色结构实验的理论基础源于循环经济理论,即“3R”原则。一是减量使用原则(Reduction):采用矿物超细粉料的外掺技术,减少水泥的使用量。二是循环使用原则(Recycling):尽可能提高构件制作和实验过程中模板、仪器的利用率和循环使用。三是重新利用原则(Reuse):通过废弃混凝土再生技术,将破坏后的构件经破碎、筛分,获得下一批构件制作的再生骨料^[3]。通过“3R”原则,一方面可在混凝土配制过程中掺入一定量的粉煤灰等工业矿渣;另一方面,可将废弃的混凝土处理后作为循环再生骨料来替代天然骨料,从而减少构件制作对天然骨料的消耗以及大量混凝土废弃物带来处理上难题,符合混凝土材料绿色高性能化的发展方向。

收稿日期:2009-06-20

基金项目:2007年宿迁学院教学改革研究项目(0709)

作者简介:朱方之(1973-),男,宿迁学院建筑工程系讲师,主要从事土木工程研究,(E-mail) fzzhu@

二、混凝土结构实验绿色化的必要性与可行性

混凝土结构设计原理的分析理论均来自于实验^[4]。因此,混凝土结构实验是课程教学的重要组成部分。在国内高校,每学期都有大批混凝土材料实验和结构实验,尽管是教学实验,钢筋混凝土体量仍然庞大,加之,钢筋混凝土实验均为破坏性实验,每次实验前必须重新制作混凝土构件,这就使得钢筋混凝土实验资金投入非常大^[5]。下面仅以宿迁学院土木工程专业200人招生规模予以说明。根据实验教学大纲,实验教学包括钢筋混凝土梁3种受弯破坏性能实验和3种斜截面受剪破坏性能实验。实验分组按5人一组,每组制作构件6根推算,再考虑构件制作时混凝土损耗,则一批实验所需的混凝土接近13m³。如果采用粉煤灰外掺技术和粗骨料再生技术,水泥的使用量将减少1000kg左右,石子的使用量将减少5000kg左右。这一方面对废弃混凝土进行循环再利用,减小废弃混凝土对城市环境的污染,其环保意义是非常显著的,另一方面可以节省一部分实验经费。

当然,采用粉煤灰外掺技术和粗骨料再生技术制作的梁是否会影响普通钢筋混凝土梁的力学性能,国内外学者对此已经进行了大量的研究。国内学者孙跃东,肖建庄等^[6-8]研究认为再生骨料可满足配制中低强度等级再生混凝土的要求。肖建庄教授研究结果表明,再生混凝土梁在受弯过程中仍具有弹性、开裂、屈服、破坏4个阶段,并且截面基本符合平截面假定;再生混凝土梁的抗剪承载力随着再生骨料掺量的增加而降低。国外学者K. Ishill研究了再生混凝土梁的受弯特征,研究表明再生混凝土梁的承载力与普通混凝土梁差别不大。

综上所述,采用粉煤灰外掺技术和粗骨料再生技术进行混凝土结构实验的绿色化是必要的,也是可行的。

三、混凝土结构实验绿色化的改革实践

(一) 实验任务书的编制

原实验任务书是根据验证型实验方式编制的。任务书中给出了详细的实验目的和步骤,学生在实验前不需要准备,只需在实验时按照实验步骤进行操作,在实验报告上填上相应的数据和图表即可,很难激发学生的创造性思维,学生只能被动地学习^[4]。

根据混凝土结构实验绿色化教学改革,借鉴国内著名高校自主型实验的做法,重新编制了实验任务书

和指导书。新编制的实验任务书内容包括:实验目的、实验内容和要求、实验构件的设计与制作、实验方案的设计和实验报告等几个方面。为此,学生需要在实验前查阅相关技术资料,了解材料的性能,进行方案的设计与优化。

(二) 实验方案的设计

由于构件选用的混凝土采用外掺粉煤灰和再生骨料技术,因此,构件的承载力设计和混凝土配合比设计是实验方案设计的难点。为此,组建了一支教学科研攻关队伍,就再生混凝土利用技术申请了2项院科研基金项目,申请1项建设部研究开发项目。目前,由教师在实验任务书中给出粉煤灰外掺范围和再生骨料的替代区间,并提出初步的设计思路。学生在此基础上通过查阅资料,除了要掌握普通混凝土的配合比设计,还要对采用外掺粉煤灰和再生骨料技术配制混凝土有一定了解。在整个设计过程中涉及内容很多,不仅巩固了基础知识,拓宽了视野,而且在教学过程的同步时段,结合试验室的开放,让学生参与教师的科学研究活动,使教学与科研相结合,提升学生独立思考问题、分析问题、解决问题的能力,促进创新意识和创新能力的培养。学生得到了工程的锻炼,也表现出了空前的学习兴趣。

(三) 实验构件的制作

混凝土结构实验绿色化实验教学改革注重学生动手能力的培养。在实验构件制作中要求学生完成以下工作:(1)根据构件设计图纸在实验员的指导下自主进行钢筋下料;(2)进行钢筋的截断弯折,并进行绑扎;(3)利用实验室加工好的钢模进行支模;(4)采用实验室提供的混凝土原材料进行混凝土拌合、浇筑、振捣、养护和拆模等。开展这种自主型实验模式,构件模板可以定型加工,周转多次使用,避免了每次实验请施工单位制作而消耗一次模板,实现模板的循环使用。学生亲自动手制作构件,使学生对下料计算、钢筋配置和混凝土制作过程有了直接的感性认识,亲身体会混凝土结构课程实践性的特点。这在不知不觉中给学生一种资源节约意识的教育,表现在学生在构件制作时计量非常的准确,混凝土拌制时都非常的细心。这正是混凝土结构实验绿色化所追求的理念。

(四) 实验过程的组织

此项工作由混凝土和钢筋材性实验、构件加载2步组成。由于实验梁是学生自己动手制作完成,相

互之间在混凝土配比上有所差别,能够充分调动学生的自主性,提高学生对实验的投入度和对其它组实验的关注度,能调动学生相互之间比较、讨论和探究的兴趣。

(五) 实验报告的编写

实验报告的编写过程,一方面是对实验中的现象、结果描述的过程,另一方面是对实验异常现象、结果进行总结、分析和改进的过程。由于实验结果取决于每一组实验方案的设计,我们要求学生在实验报告中除了要绘制裂缝开展和实验梁的破坏图、绘制荷载-挠度曲线外,对自己的实验数据和结果进行分析,提出问题和结论;还要求学生针对不同实验方案进行比较,与普通混凝土实验梁的实验结果进行比较,找出规律性。通过实验报告编写,可以提高学生实验数据处理、分析和比较能力。

(六) 实验后构件的处理

目前,大多数高校对破坏后的构件直接堆放在实验室周围,或者破碎后作为垃圾进行简单的填埋。这不仅影响了实验室和校园的环境,而且这种简单的处理方式也浪费了资源。在混凝土结构实验绿色化教学改革后,我们对破坏后实验构件处理提出了零污染的目标,即:构件破碎后钢筋回收,破碎的混凝土经破碎机处理、筛分,符合要求的留作下次实验构件制作的再生骨料,余下颗粒较细部分给砌块生产厂家制作砌块。

四、结语

混凝土结构实验绿色化实质是提倡人类社会的可持续发展,进一步节省能源和资源、减少污染,达到节能、节料和保护环境的目标,提高混凝土这种材料使用的绿色度。要使混凝土绿色化进一步发展、壮大和普及,必须绿色学校先行、绿色实验室先行,培养具有绿色意识的技术人才。

参考文献:

- [1] 余世策. 钢筋混凝土实验的集约分层式教学模式[J]. 实验技术与管理, 2008(8):132-135.
- [2] 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, 2008(10):122-124.
- [3] 李丽丹. 用绿色化理念构建资源节约型社会[J]. 环境保护科学, 2007(2):58-61.
- [4] 袁志华. 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(12):120-121.
- [5] 蔡中民. 混凝土结构实验与检测技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [6] 孙跃东. 再生混凝土骨料[J]. 混凝土, 2004(6):33-36.
- [7] J. - Zh. Xiao. On relationships between the mechanical properties of recycled aggregate concrete: An overview [A]. Materials and Structures, 2006:665-664.
- [8] 肖建庄. 再生混凝土材料与结构研究新进展[J]. 世界科学, 2006(12):29-31.

Exploration and Practice of Green Concept in the Concrete Structural Experimental Teaching

ZHU Fang-zhi¹, WANG Zhen-bo², LI Qing-lu¹

(1. Department of Civil Engineering, Suqian College, Suqian 223800, China;

2. College of Civil Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: To improve the students' engineering quality and perfect the scientific management of structural laboratory, the green experiment technology, such as the aggregate regeneration, is introduced in the experimental teaching reform of concrete structure. Through the independent experimental scheme designing, component making and data processing, the students' practical ability and independent innovation ability are enhanced.

Keywords: experiment teaching; green concept; independent innovation

(编辑 梁远华)