

数值模拟试验在土木工程专业课程教学中的应用*

杨 勇, 郭子雄

(华侨大学 土木工程学院, 福建 泉州 362021)

[摘要] 结合目前土木工程专业课程教学试验现状及存在问题, 提出基于数值模拟技术和现代多媒体教学技术的数值模拟试验理念。介绍数值模拟试验的主要思路及应用范围, 并结合目前土木工程专业课程教学中师资及相关设施等条件, 对数值模拟试验可行性和亟需解决的主要问题进行分析。结合数值模拟试验实际案例, 对数值模拟试验的操作思路及教学效果进行介绍。

[关键词] 数值模拟试验; 数值模拟技术; 多媒体教学; 可行性分析

[中图分类号] TU-4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-2909(2005)03-0065-03

Application of numerical simulation experiment in courses teaching of civil engineering specialty

YANG Yong, GUO Zi-xiong

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: According to the status and existing problems of the teaching experiments of civil engineering specialty of most universities, the concept of numerical simulation experiment was presented. The numerical simulation experiment was based on the numerical simulation techniques and the modern multi-media teaching technique, from which the teaching experiments of civil engineering specialty are conducted on computer and the experiment progress and results are illustrated on the class. The main features and operation method of numerical simulation experiment were introduced. And according to the facility and equipment conditions of current university, the feasibility of operation and the main problems were analyzed. Together with a case of numerical simulation experiment of "flexure behavior of reinforced concrete beams", the operation procedures and the teaching effect were introduced.

Key words: numerical simulation experiment; numerical simulation technique; multi-media teaching; feasibility analysis

一、前言

由于学生人数、课时和试验室条件等原因; 国内大多院校的土木工程专业课程教学中教学试验这一环节目前存在较多问题。学生普遍反应教学试验太少、教学试验类型单一、时间安排太紧和实际效果不太好等问题。考虑到目前国内外院校土木工程专业课程主要以多媒体教学为主^[1-3], 可以采用丰富、直观的影像和视频资料进行课程教学, 我们采用数值模拟试验这一教学方法, 并在我们讲授的钢筋混凝土结构原理、高层建筑结构设计、结构抗震设计和钢-混凝土组合结构原理等专业课程教学中进行初步应用和开发, 教学效果较好。

二、数值模拟试验的应用前景

数值模拟试验是指利用商业通用程序, 对土木工程专业课程教学试验及课程中有关内容(重点及难点)进行数值模拟和仿真分析, 并对数值模拟过程及结果以多媒体形式进行课堂演示。数值模拟试验技术具有以下主要应用范围:

1. 预演常规教学试验

在进行常规教学试验之前, 安排适当的数值模拟试验, 可以对常规教学试验的试验目的、试验步骤和主要试验现象进行一定程度的预演, 使学生对常规教学试验有更加全面的把握和准备。对于钢筋混凝土简支梁试验, 可以利用数值模拟试验预演方法,

* [收稿日期] 2005-07-05

[作者简介] 杨 勇(1976-), 男, 江西吉安人, 华侨大学讲师, 博士, 从事结构工程专业和防灾减灾工程专业的教学研究。

使学生首先有很充分的认识,再结合实际的试验现象,则可以达到很好的教学效果。

2. 补充常规教学试验

数值模拟试验能有效弥补常规教学试验在试验数量、试验类型上的不足。数值模拟试验还可以完成一些常规试验难以实现和准确模拟的试验,这是数值模拟试验较为突出的一个特点。比如扭转试验、疲劳试验、振动台试验和风洞试验均可以通过数值模拟试验进行,而上述试验在很多高校是无法进行的。

3. 对教学重点、难点进行详细讲解

通过数值教学试验,可以对各门课程的重点、难点及疑点问题进行详细的讲解,并且可以通过形象的图形演示功能,使学生理解透彻,并且认识深刻,不易忘记。比如讲解各种桁架的内力分析,可以利用数值教学试验直接演示各杆件的受力和变形情况。再比如对于钢筋混凝土梁剪切破坏中剪压破坏、斜压破坏和斜拉破坏三种破坏性态的原理解释,可以利用数值模拟试验的方法计算各种情况下梁中各截面正应力、剪应力分布情况进行直观解释。我们在讲授钢筋混凝土结构原理等课程时,对钢筋混凝土梁受弯性能、受剪性能和受扭转性能均采用数值模拟试验法进行讲解,学生反映较好。

4. 激发学生求学热情,扩大学生专业知识面

通过数值教学试验的实施,学生对有限元技术及 CAD 技术产生浓厚的学习兴趣,并且学生通过数值教学试验的练习,也可以对有关知识所存在的疑点、难点进行验证,从而可以极好地促进知识的掌握和巩固。

总体而言,利用数值模拟试验技术可进行反复、大量、全面和重演教学试验,使学生对专业课程重点、难点更加容易理解和掌握,并且数值模拟试验方法成本较低,而且能完全与课堂教学相互结合、穿插,不受试验条件、时间和课时的限制,在高校土木工程相关专业教学中具有十分显著的发展潜力。

三、数值模拟试验的可行性分析

目前,由于我国经济发展迅速,土木工程专业人才的需求量很大,土木工程专业的教育也面临着发展的良好机遇。因此,目前我国的土木工程专业均具备较好的硬件设施,大部分课程均采用现代多媒体教学技术^[1-3]。土木工程专业教师队伍均具有较高学位和科研综合素质。以上各条件为数值模拟试验的实施提供了很好的条件和保证。

1. 数值模拟技术的发展为数值模拟试验方法提供了条件

数值模拟和仿真技术目前发展非常迅速、应用极为广泛。以有限元方法为基础的数值模拟技术在结构工程、工程力学、桥梁工程及地震工程等专业领域的科学研究工作中应用非常普遍,是目前土木工程相关专业科学研究的重要技术手段,相应地国内外现在也开发了大量的商业通用软件,其中以 ANSYS、ADINA、ABAQUS 和 SAP2000 等软件的影响和应用较为普遍。很多高校均有一至两套上述相关的商业通用软件,而且上述商用软件均对高校提供优惠的价格或免费的高校教育版。

2. 本科课程难易程度为数值模拟技术的实现提供可能

由于本科专业课程所涉及到的问题均不属于复杂和前沿问题,因此,采用常规数值模拟技术和数值模拟程序均可以有效实现重点、难点的讲解,而且对于专业基础课更加具有优势。对于材料力学、弹性力学和结构力学等课程,所涉及到的问题一般均属于线弹性问题,很少涉及非线性问题,因此,在数值模拟技术方面是相对简单和较容易实现的。对于钢筋混凝土结构原理、高层建筑结构设计、钢结构以及结构抗震设计等专业课所涉及到的主要问题也可以较容易实现。

3. 教师素质提高为数值模拟试验方法的应用和开发提供了保证

目前高校教师队伍的科研能力和业务素质很高,尤其是专业课程的教师大都具有硕士、博士学位,对有关商用软件均有接触和应用,这也为商业通用软件的应用和开发提供了保证。我们目前在数值模拟试验方法教学中已能运用 3 种以上商用软件进行数值模拟试验的开发,可以实现目前各高校土木工程相关专业的各类型教学试验的开发,并且能进行更多新数值模拟试验的设计和开发,弥补试验室条件目前无法或者很难实现的教学实验。

四、目前需要解决的主要问题

目前,国内土木工程专业课程教学中很少系统采用数值模拟试验方法,我们提出数值模拟试验方法并在有关课程中进行了一些尝试和探索,但还未曾形成数值模拟试验系统。总体而言,在土木工程专业课程教学中采用数值模拟试验方法,目前需要解决以下主要问题有:

1. 数值模拟试验的多媒体课件制作

如上所述,数值模拟试验是基于数值模拟技术和现代多媒体教学技术构建的,因此,数值模拟试验多媒体课件的制作是最关键的问题^[3]。数值模拟试验多媒体课件制作是一个工作量大、涉及面广、专业性强的工作,需要人力、物力和时间的投入,因此往往需要一定的前期投入。学校可以利用教研组力量,进行合理的分工和统筹安排,能取得较好效果^[3]。

2. 商业通用程序的购置及相关培训

由于商业通用程序具有较好的前后处理功能,因此比较适合于作为数值模拟试验的平台,因此,商业通用程序的购置和相关人员的培训是数值模拟试验的主要问题之一。目前,大多数高校或教师拥有相关程序,而且大部分专业课教师也具备了有关程序的应用和开发能力,这一问题可得到很好解决。但是,从长远来看,高校自主开发出数值模拟试验平台将更加具有针对性和适用性。

3. 常规试验及常规试验资料的补充

由于数值模拟试验无法完全真实模拟部分试验室试验,因此,对于有条件的学校可以补充一些实际的教学试验,对于不具备条件的学校,可以购买一些标准教学试验的录像和视频资料,利用多媒体教学手段进行播放,并结合数值模拟试验的实施,也能达到较好的教学效果。

五、数值模拟试验方法教学案例——钢筋混凝土简支梁受弯性能分析

我们在钢筋混凝土结构原理、结构抗震设计和

高层建筑结构设计等课程中采用 ANSYS、ADINA 和 ABAQUS 等商用有限元程序开发重点及难点问题的多媒体课件。附表 1 为钢筋混凝土结构原理课程中“钢筋混凝土简支梁受弯性能数值模拟教学演示试验”记录报告。根据附表 1 内容制作成多媒体教学课件,并在课堂进行讲授,学生普遍反映能掌握和理解相关内容,教学效果较好。

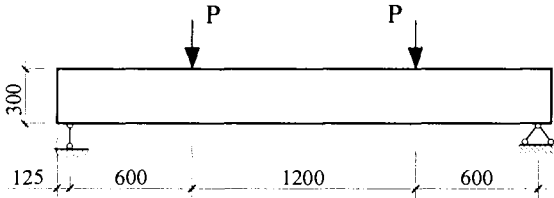
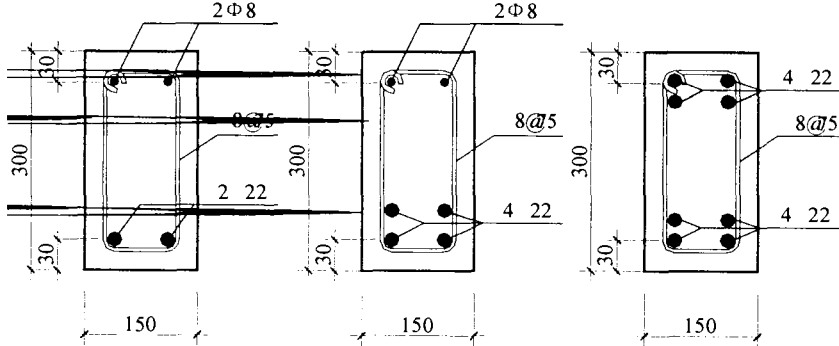
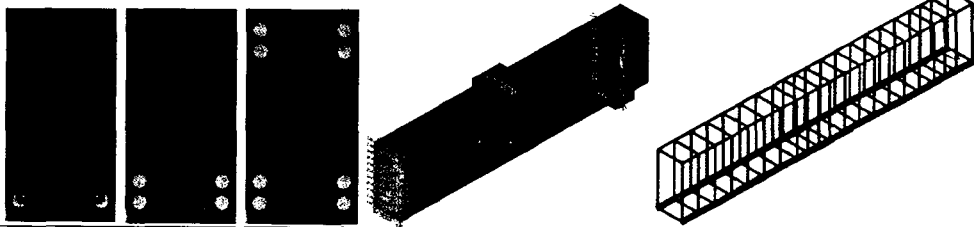
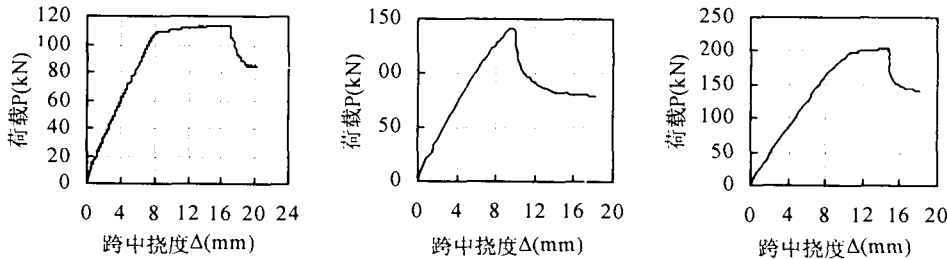
六、结语

目前,大多数院校土木工程专业课程教学试验达不到应有要求,影响专业课程的教学效果和教学质量。本文提出基于数值模拟技术和现代多媒体教学技术的数值模拟试验,在土木工程专业课程教学中具有广泛应用范围和较多优点,而且具有较好的可行性,在土木工程专业课程教学中具有较大推广应用前景。高校可以利用相关资源,合理分配和统筹安排专业基础课程及专业课程的数值模拟试验的多媒体课件的制作,将会有效提高教学质量,缓解常规教学试验带来的压力和负担。

〔参考文献〕

- [1] 罗亦军,左为恒. 必由之路——计算机辅助教学[J]. 高等建筑教育[J]. 2004, (4): 84-86.
- [2] 冯志全. 多媒体课件建设是促进教学改革契机[J]. 理工高教研究, 2002, (6): 36-37.
- [3] 朱红耕,陆林广,杨生. 多媒体课件开发与计算机辅助教学的思考[J]. 高等建筑教育, 2003, (2): 83-85.

表 1 数值模拟教学演示试验记录

试验题目	钢筋混凝土简支梁受弯性能数值模拟试验			
试验目的	(1) 掌握钢筋混凝土简支梁受弯破坏全过程及受力机理; (2) 明确钢筋混凝土超筋梁、少筋梁和适筋梁的受弯破坏的特点及区别; (3) 了解钢筋混凝土简支梁受弯破坏裂缝形态; (4) 对钢筋混凝土梁正截面受弯承载能力和变形计算公式进行验证。			
试验内容	(1) 试件加载方式: 两点对称集中荷载加载, 单调加载。  (2) 试件制作: 三根截面尺寸相同、跨度相同、配筋形式的矩形钢筋混凝土简支梁。 			
测量内容	(1) 梁荷载-挠度试验曲线; (2) 梁中钢筋应力、应变发展过程; (3) 梁中混凝土应力、应变发展过程; (4) 梁受力全过程及裂缝发展过程。			
试验平台	ANSYS 程序			
试验模型				
试验结果	荷载-跨中挠度试验曲线  其余试验结果略。			
试验分析				
主要结论				
演示对象		试验老师		试验时间