

结构仿真试验在土木工程教学中的作用

王 仪

(扬州大学 建筑科学与工程学院,江苏 扬州 225009)

摘要:随着高性能计算机的逐步普及和数值仿真软件的不断完善,计算机仿真试验研究、工程设计、施工模拟等在土木工程各领域运用越来越广泛。通过仿真试验可拓展专业课的教学空间,激发学生学习兴趣,增加教与学的互动性,使学生更多地了解复杂结构的试验过程,从而更深刻地理解所学专业课程内容。

关键词:结构仿真;土木工程;教学改革;人才培养

中图分类号:TU31-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2007)04-0126-03

随着计算机软、硬件技术的发展,计算机仿真技术出现了从数值仿真向可视化仿真发展的趋势。大量优秀的数值仿真软件如 ANSYS、ABAQUS、ADINA、ALGOR 和土木工程专用分析设计软件 SAP2000、ETABS、PKPM 等广泛普及,并与高校合作实施高校教学支持计划。计算机仿真试验研究、工程设计、施工模拟等在土木工程各领域运用越来越广泛,在教学科研中所占比重也越来越大。

一、结构计算机仿真分析

(一) 计算机仿真在结构试验中的优越性及其应用

结构试验在结构工程各理论的诞生和发展过程中起着不可估量的作用。世界各国的结构设计规范都是以大量的试验数据为基础而建立起来的。对于体型特殊、受力体系复杂的结构物还需进行结构的模型试验来验证设计的可行性。但是大型结构试验受到场地和设备的限制,只能进行缩尺、模型试验,此类试验有“失真”效应。若要研究某一物理参数对结构的影响以及制作多个类似构件反复进行试验,则往往需要耗费大量的人力和财力。而利用仿真试验可以完全模拟足尺结构进行试验,研究参数影响只需调整几个参数的输入。对于研究灾害对结构产生的破坏,长期荷载作用,徐变产生的影响及其高速荷载作用下结构的破坏过程这些真实试验难以模拟的情况,仿真结构试验更有其独特的优势。因此近年来,计算机仿真技术在结构工程中的应用日益普遍。

(二) 结构仿真试验的基本任务

工程结构在各种外加荷载和环境作用下的各种反应,特别是其破坏过程和极限承载力是人们需要深入研究的。由于真实结构试验的不足,因此,结构计算

收稿日期:2007-08-26

作者简介:王仪(1978-),男,扬州人,扬州大学建筑科学与工程学院讲师,主要从事结构抗震和结构实验研究。

欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

仿真的主要任务有两个方面:一是构件(或结构)在加载过程中的荷载-变形关系的仿真分析;二是构件(或结构)破坏过程的计算仿真。

混凝土结构(构件)荷载-变形关系的计算机仿真分析方法,按材料性能和变形特征可分为线性分析方法和非线性分析方法。线性分析方法只适用于结构(构件)开裂前且为小变形时的情况,非线性(包括材料非线性和几何非线性)分析方法则适用于结构(构件)开裂后或为大变形时的情况。

破坏过程的计算机仿真可以反应结构(构件)的薄弱部位、破坏机理和破坏特征,为结构方案的比较、结构性能的评估、事故原因的分析、结构的修复和加固提供必要的理论依据。

(三) 结构仿真试验的基本步骤

利用数值仿真软件进行结构仿真试验的过程可分为四个步骤:(1)根据所要模拟结构建立仿真模型;(2)确定结构构件各相关参数,材料的本构关系或物理模型;(3)模拟实际荷载作用施加过程和环境因素;(4)选择有效的数值分析方法,如差分法、有限元法、直接积分法等。

二、结构仿真试验教学的意义

(一) 激发学生学习兴趣,增加试验参与性,加深对理论概念的理解

一般的结构试验加载过程漫长,试验所获得的结果往往是数据形式,最终图形结果需要学生进行二次分析才能获得,因此试验过程比较枯燥。而结构仿真试验可以实时反映试验的图形结果,通过发挥计算机的友好界面,可以提高学生学习专业课的兴趣和主动获取知识的积极性。

由于一般结构试验具有一定危险性,试验课时有限,试验设备昂贵,故许多试验均在教师安装好测量仪器以后进行,学生只是单纯地观察试验过程,缺少试验参与性,这样的试验效果不能达到预期目的,学生不能通过整个试验的准备、安装及试验过程了解各步骤的内容和测量仪器的使用。而仿真试验则可以发挥学生的创造性和参与性,通过计算机模拟试验整个过程,实现互动启发式教学。

真实试验中需要确定的一些试验参数,一般由教师确定。而为什么这么确定?如果对参数进行调整将对试验产生何种不同结果?学生往往不去深究,因此就不能深刻理解相关概念。在结构仿真试验中,由于可以反复试验,参数可以自行调整,所以

学生可以根据同一试验构件不同的试验方案以及同一试验方案不同构件材料特性加深对概念的理解,了解各参数对试验结果的影响。比如混凝土结构设计课程中的构件受剪破坏,学生可自行调整构件的剪跨比,通过仿真试验中的构件破坏形态了解剪跨比对构件破坏和承载力的影响;结构抗震试验中的加载方案调整可了解到不同加载制度对构件破坏形态和耗能特性的影响等。

(二) 拓宽试验项目,加强真实试验成功率,弥补真实试验的不足

一些高校结构实验室,受试验条件制约,试验仪器和经费不足,许多试验不能开展。比如抗震试验所需的震动台、伺服加载系统,一些学校还未具备条件购买。即使已经购买了这些设备,一次试验所需的经费包括构件制作、试验耗材费用等也是相当可观的,因此一般本科教学均未开设此类大型试验。

即使是很多土木工程专业基本都开设的一些简单试验,如受弯构件和受剪构件破坏试验,教师在试验前也只是简单地介绍试验步骤,学生在试验中也只是按照试验指导书的内容按部就班地进行操作,加上试验中学生分组较多,教师很难照顾全面,因此学生不能感性了解试验过程,试验中容易发生错误,一旦关键步骤发生错误试验即失败。

对于一些试验周期长、破坏突然、危险性大的试验,学生往往不能通过真实试验全面了解试验的整个过程,也不能细致地观察到构件的破坏。

通过结构仿真试验,一是可以拓宽试验项目,开阔学生的视野。比如对于试验设备不完备、使用设备精密、试验损耗大的试验;二是可以加强真实试验成功率。学生在教师初步讲解试验步骤的基础上,利用计算机仿真模拟实验,对可能造成试验失败的关键性步骤在计算机上反复训练,以此降低实际操作中错误的发生率;三是可以弥补真实试验的不足。通过计算机模拟加速周期长的试验过程,使学生了解整个试验过程,实现真实试验难以达到的效果,使静态变为动态,微观变成宏观,使真实试验难以观测到的过程通过计算机形、声、色的特点反映出来。

(三) 提高计算机操作能力,熟悉软件使用

进入 21 世纪以来,计算机技术以及仿真软件飞速发展,在各个领域广泛渗透,已成为当代大学生必须掌握的一种工具。作为土木工程师的一种必备技能,部分仿真分析软件如 SAP2000、ANSYS 等已经成

为土木专业学生的必修课。高校毕业设计改进了原有计算与绘图全部由人工完成的做法,要求学生从方案设计到最后施工图设计全部由计算机完成。只有结构计算要求学生手算,同时还要求学生用结构软件对手算结果进行校验。引发全球工程设计革命的“计算机辅助设计(CAD)技术”经过多年的应用,已使工业发达国家迈入“无纸化设计”时代。在中国,经过多年的努力,工程设计单位CAD的应用已经普及,PKPM、ETABS、GSCAD等优秀设计软件也被广泛使用。一些大型设计院以及大型施工单位,对复杂结构的设计及施工均要求利用数值模拟仿真软件分析受力性能。为社会的需要培养人才,高校责无旁贷。

三、仿真结构试验教学的要求

许多高校都在相继开发各类结构试验的仿真软件并用于教学和科研。开发仿真软件应做到:第一,交互性强,必须具备图文并茂、情景交融、易懂、易操作和交互形式简洁的效果;第二,仿真度高,在试验设备图片的制作、试验环境的模拟及试验操作的设计中要体现真实性、全面性,力求操作过程和试验现象尽可能接近实际情况,让学生有实际操作的感觉;第三,智能化程度高,有提示、检查、分析评价等功能,能判断错误、分析原因并显示纠正措施等,指导学生顺利完成实验。

四、仿真结构试验教学的负面效应

仿真试验教学有传统试验教学无法比拟的优

势,是试验教学的一种新模式,一种先进的教学手段。但是,它毕竟是人为预设的,与真实试验存在一定的距离,不可能替代真实试验,对试验教学只能起辅助教学作用。学生仅跟随计算机程序提示运行试验,缺少了试验教学目标中重要的一环,即学生无法通过真实试验锻炼自己的实际操作能力,测量设备使用能力。因此,条件许可,还是应该多做真实性试验,培养学生实事求是的科学态度和团队精神。

五、结语

把试验仿真软件的使用引入专业课试验教学中,改革传统的教学手段,既可开阔学生视野、扩大学生知识面,又能提高学生专业学习的兴趣和主动获取知识的积极性,加深对专业理论知识的理解。但是仿真试验毕竟不是真实试验,在试验教学中仿真试验和真实试验应该相辅相成、优势互补,只有这样,结构仿真试验才能在教学中起到应有的作用。

参考文献:

- [1] 王常明,王清,范建华. 计算机仿真在土力学实验教学中的应用[J]. 高等建筑教育,2005(4):96-98.
- [2] 唐星焕. 虚拟现实技术在建筑专业教学中的应用[J]. 湘潭师范学院学报,2003(4):129-131.
- [3] 徐港,卫军,王青. 基于WEB的结构仿真试验[J]. 四川建筑科学研究,2006(1):52-55.
- [4] 林安珍,郑荣跃. 仿真模拟技术在建筑材料实验教学中的应用[J]. 宁波大学学报(理工版)2005(2):273-275.

Function of Structure Simulation Experiment in Teaching of Civil Engineering Courses

WANG Yi

(Architecture Science and Engineering College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: With the popularity of high performance computer and the consummation of digital quantity simulation software, computer simulation experimental investigation, engineering design and construction simulation were widely applied in civil engineering. Through simulated experiment, teaching space of professional course was widened, students learning interest was excited. In addition, the interaction of teaching and learning was added. By this way, test process of complex structures can be further found out by the students. So the professional course contents can be comprehended profoundly.

Key words: structure simulation; civil engineering; teaching innovation; talent cultivation

(编辑 胡志平)