

钢结构稳定教学研究

郭小农, 罗永峰, 蒋首超, 王 伟

(同济大学 土木工程学院, 上海 200092)

摘要:稳定性是钢结构教学的重点和难点。在钢结构稳定教学中采取理论教学和实验教学相结合、课堂教学和实际工程相结合、基本概念和典型例证相结合、课堂讲解和互动问答相结合、传统方法和先进技术相结合的方法进行课程教学,收到了良好的教学效果。

关键词:钢结构;稳定;教学实验;典型例证

中图分类号:TU391;TU441+.4;G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2011)02-0046-03

钢结构是土木工程最重要的专业必修课程之一,各高校的土木工程专业都开设有此课程。在钢结构课程的教学中,稳定问题是一个重点和难点。由于钢材重量轻、强度高,与混凝土结构相比,稳定问题是控制钢结构承载能力的主要因素,是贯穿整个钢结构教学的重要知识点。同时,与普通的强度问题相比,稳定问题的概念更加抽象,公式更加复杂,给学生的理解和掌握造成了一定的难度,是一个教学难点。传统的钢结构教学一般以课堂理论讲解为主,辅以习题及课程设计。教学经验表明,对于钢结构稳定问题,单纯的课堂理论讲解很难收到理想的教学效果,因此,如何改进教学方法,改善教学效果,成为钢结构稳定教学改革的当务之急。

笔者所在的国家级“钢结构”教学团队,不断改进钢结构稳定的教学方法,改善钢结构稳定教学的硬件和软件条件,开发了和理论课程配套的实验教学环节。通过多年的教学实践和探索,形成了理论教学和实验教学相结合、课堂教学和实际工程相结合、基本概念和经典例证相结合、课堂讲解和互动问答相结合、传统方法和先进技术相结合的教学风格,收到了良好的教学效果。

一、理论教学和实验教学相结合

钢结构的稳定概念抽象,公式复杂,仅仅靠课堂的理论教学很难收到良好的教学效果,因此,需要将理论教学和实验教学有机的结合起来。实验教学是土木工程专业本科教学和人才培养的关键环节,学生通过参与实验,可以身临其境的观察构件的失稳过程,通过对实验现象的分析和思考,加深对理论知识的理解。

为适应新形势下高等土木工程教育的发展需求,同济大学在“985工程”二期建设经费的支持下,结合同济大学国家级精品课程“钢结构”的建设要求,在

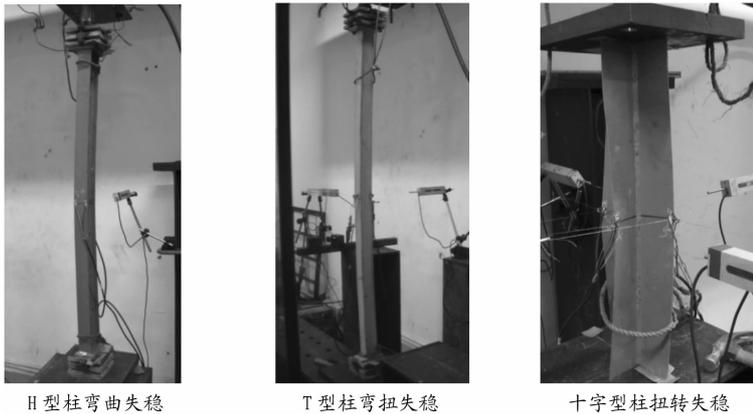
收稿日期:2010-12-20

作者简介:郭小农(1977-),男,同济大学土木工程学院讲师,博士,主要从事钢结构研究,(E-mail) guo-xi-

ao-nong@tongji.edu.cn。

国内率先构建了钢结构多功能教学实验平台,并首次开设了钢结构基本原理实验课程^[1]。通过3年多的建设,目前实验课的实验项目已涵盖了钢结构稳定方面的大部分教学内容。例如:对于轴心受压构件,其失稳形式有弯曲失稳、弯扭失稳和扭转失稳;针对不同的失稳形式,设置了H型截面轴心受压构

件实验、T型截面轴心受压构件实验和十字型截面轴心受压构件实验(图1)。又如:为了讲解受弯构件的弯扭失稳,设置了H型截面梁的构件实验;为了讲解局部稳定问题,开设了薄壁矩形管受压构件实验。实验课开设3年多来,已完成了1500余人次的教学任务,收到了良好的教学效果。



H型柱弯曲失稳

T型柱弯扭失稳

十字型柱扭转失稳

图1 部分实验照片

二、课堂教学和实际工程相结合

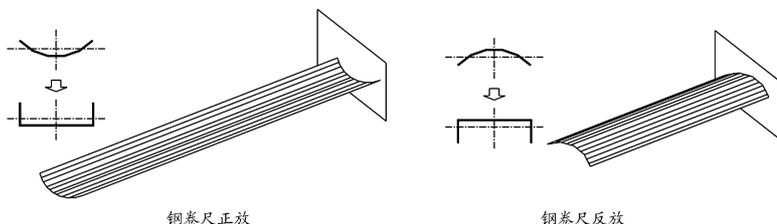
稳定问题是控制钢结构承载能力的主要因素,为了使学生明白钢结构稳定问题的重要性,加深对计算公式和设计方法的理解,必须将课堂教学和实际工程有机的结合起来,平时注重教学素材的积累和整理,结合教学内容选取典型案例。如:笔者经常参与各类钢结构的检测工作,在工作中经常遇到柱间支撑受压失稳、厂房柱受压失稳、网架杆件受压失稳等情况。在课堂教学中,适当的结合理论知识展示和讲解这些实际工程的照片,能很好加深学生对理论知识的理解,收到较好的效果。

三、基本概念和典型例证相结合

稳定问题的概念比较抽象,为了帮助学生理解抽象的概念,应将基本概念和典型例证结合起来讲解,选取一些典型的、常见的、生动活泼的例子,激发学生的学习兴趣。一般是在开始讲解基本概念时,先提出典型例证,使学生带着问题去学习,这样往往能收到较好的教学效果。

例如:在讲解板件的局部稳定问题时,可以将钢

卷尺的悬臂长度作为一个典型例证。钢卷尺的截面是薄壁弧形,将钢卷尺正放(槽口向上)时,其悬臂长度很大,而讲钢卷尺反放时(槽口向下),其悬臂长度要比正放小得多(图2)。钢卷尺是生活中常见的物品,携带方便,可以在课堂上现场进行演示。通过这个典型例证,可以引申出局部稳定的概念:控制钢卷尺悬臂长度的因素是其局部稳定承载力。将钢卷尺截面进一步简化为一个槽型截面,无论正放还是反放,截面的抗弯模量 W 都是一样的,因此,如果仅仅考虑强度问题的话,其悬臂长度应该一样长,但是,当卷尺正放时,受压板件为四边支承板(槽型截面腹板);而卷尺反放时,受压板件为三边支承板(槽型截面翼缘),四边支承板的局部稳定临界荷载远远高于三边支承板,最终得出卷尺正放的悬臂长度比反放要长得多的结论。教师从提出典型例证,逐步讲解理论知识,到解答学生疑问,在整过过程中学生至始至终都处于主动地位,都要带着问题学习,带着问题思考,学生的能动性得到了有效发挥,教学效果颇佳。



钢卷尺正放

钢卷尺反放

图2 典型例证:钢卷尺的悬臂长度

四、课堂讲解和互动问答相结合

在钢结构稳定教学中,课堂讲解是主要方式,但是与学生的互动交流也非常重要。对于钢结构稳定的每个知识点,都应该准备一个或者几个最为典型的问题,通过提问的方式使学生更好的掌握所学知识。

例如:在讲解四边简支板的临界荷载时,可以提出以下问题让学生比较和思考:某两对边承受均匀压力的四边简支板,在和压力平行的两条边上,约束和不约束板平面内的变形(如图3所示)哪种情况的临界荷载更高?通常情况下,构件的约束越多,其临界荷载就越高,因此,很多学生得出的答案是约束平面内变形时临界荷载更高,而正确的答案应该是板面内可自由变形时板件的临界荷载更高。这是因为当约束板面内变形时,在纵向压力作用下,由于泊松效应的存在,产生了横向压力场,相比于平面内可自由移动的情况,相当于承受了双向压力场,其临界荷载当然降低。给出正确的答案后,再强调临界荷载计算公式推导的基本假定之一就是板在平面内可自由移动。通过这样的互动问答,容易给学生留下较为深刻的印象。

五、传统方法和先进技术相结合

板书是课堂教学的传统手段,随着时代的发展,多媒体课件逐步取代板书作为主要的教学手段之一。但在教学中发现,板书讲解有着其独到的作用,尤其是在进行公式推导、例题讲解时,因此,在教学中应注意将传统教学方法和先进技术有机结合起来,不应完全采用多媒体课件而彻底放弃板书这一教学方式。

在多媒体教学方面,可以尽量运用现有的先进技术。如:将构件的各类失稳过程制作成三维动画,在构件稳定实验教学中运用高清摄像机和实时数据采集系统,运用有限元分析软件展示构件失稳时的变形和应力状态,绘制荷载位移曲线等等。值得一提的是,同济大学土木工程专业在大三下学期还开设有工程软件应用课程,学生有机会学习和使用有限元软件,笔者在该课程的讲授中还加入了压杆稳定承载力分析和板件临界荷载计算等内容,使学生从另一个视角对钢结构的稳定问题有了更深入的理解。

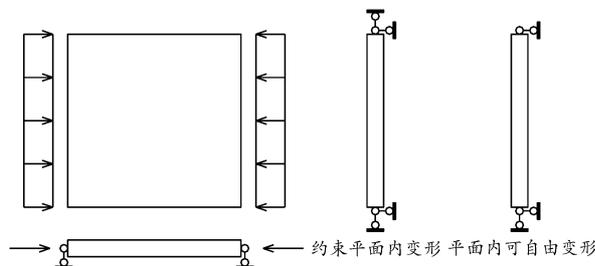


图3 互动问答例题:约束板面内变形对四边简支板临界荷载的影响

参考文献:

- [1] 王伟,赵宪忠,郭小农,等. 钢结构多功能教学实验平台的研制与实践[J]. 高等建筑教育,2009,18(2):102-104.
- [2] 沈祖炎,陈扬骥,陈以一. 钢结构基本原理(第2版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [3] 李国强,陈以一,朱合华,等. 土木工程专业结构工程课程体系与教学内容改革总体方案[J]. 高等建筑教育,2002,11(2):53-54.

Teaching research on steel structure stability

GUO Xiao-nong, LUO Yong-feng, JIANG Shou-chao, WANG Wei

(Department of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: Stability is the key and difficult point in the teaching of steel structure. It has been proved to be effective to combine theoretical teaching with laboratory practice, associate classroom teaching with real project participation, integrate basic concept with typical examples, unite teaching with interactive Q & A, and combine traditional teaching method with high-tech facilities.

Keywords: steel structure; stability; teaching experiment; typical example