

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2014.05.014

钢结构基本原理和材料力学原理教学的对比研究

崔文一

(延边大学 工学院 土木工程系, 吉林 延吉 133002)

摘要:在钢结构基本原理课程的教学和学习过程中,深奥的计算体系理论和复杂的计算公式,导致课程学习和掌握的难度较大。钢结构基本原理的大部分理论体系和计算公式来源于材料力学,在钢结构基本原理课程的教学和学习过程中,运用材料力学的基本原理对学生进行引导和启发,是提高钢结构基本原理教学质量的一种途径。

关键词:钢结构;材料力学;基本原理;课程教学

中图分类号:TU391;G642.0

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2014)05-0063-03

钢结构基本原理课程在本科土木工程专业学习过程中,是仅次于混凝土设计基本原理课程的核心课程^[1]。在实际工程中,钢结构应用的比重越来越高,特别是在高层、超高层建筑以及大跨空间结构建筑中^[1]。所以,更好地组织钢结构基本原理课程教学,有效地提高课程教学质量十分必要。通过多年的钢结构教学经验,钢结构基本原理课程对学生来说,是一门难学的课程。原因在于,钢结构基本构件,在学习和实际生活当中接触很少,概念抽象,课程学习内容理论深度较大,涉及的计算公式繁多,公式表达式复杂等^[2]。因此,学生在课程学习过程中,一开始就感到较大的压力,增加了理解和掌握的难度。依据钢结构基本原理课程内容组成的核心理论,有效开展教学研究活动,探讨钢结构基本原理课程教学方法,对提高课程教学质量很有必要。

一、主要教学内容

钢结构基本原理课程教学主要内容有三个方面:钢结构的连接,受弯构件,轴心受力构件和拉弯、压弯构件。钢结构的连接主要教学内容为焊缝连接计算和螺栓连接计算。该部分计算原理和计算公式相对简单,在学习过程中理解和掌握都比较容易。受弯构件主要教学内容为钢梁的强度计算和稳定验算,教学难度主要反映在稳定验算部分。轴心受力构件和拉弯、压弯构件主要教学内容为轴心受压钢柱和偏心受压钢柱的强度计算和稳定验算,教学和学习难度反映在偏心受压钢柱的结构计算方面。通过研究教学方法,针对课程教学内容中学习和理解难度较大的部分,提出符合课程教学实际情况,科学有效的教学方法是钢结构基本原理课程教学面临的实际问题^[3]。

收稿日期:2014-04-24

作者简介:崔文一(1961-),男,延边大学工学院土木工程系副教授,主要从事钢结构原理及应用、组合结构研究,(E-mail)cuiwy@ybu.edu.cn。

二、材料力学课程

本科土木工程专业基础课程中,力学方面主要有三门课程:理论力学、材料力学、结构力学,通常叫做三大力学。理论力学课程的主要内容是力学分析方面最基本的分析方法和力学分析的基础理论。结构力学课程的主要内容是:把建筑和构筑物的结构体系转换成便于力学分析的结构体系计算简图,把作用在建筑物和构筑物上的荷载施加到计算简图上,利用专门的力学计算方法计算出外部荷载作用下的杆端内力(弯矩、剪力、轴力)。钢结构基本原理课程中的力学分析计算是在结构体系连接部位或者结构杆件内力已经确定前提下的力学计算,所以,与理论力学和结构力学存在一些关联,但没有直接的关系。而材料力学课程的主要内容,正是把结构杆件材料假设成理想的材料,在截面几何特征的基础上,根据已提供的结构杆件内力进行杆件截面内部的力学分析,其中的计算原理和具体方法,是钢结构基本原理力学分析计算的理论基础。所以,材料力学课程和钢结构基本原理课程是密切相关的两门课程,我们要抓住这一密切的连贯性,开展分析研究,找到攻克钢结构基本原理学习难点的途径。

三、两门课程连贯性研究

(一) 学习难点

钢结构基本原理课程教学过程中,学生理解和掌握的难点突出反映在钢梁稳定验算、轴心受压钢柱和偏心受压钢柱的强度计算和稳定验算^[4]。

钢梁整体稳定系数计算公式:

$$\varphi_b = \frac{\pi^2 EI_y h}{2l_1^2 W_x f_y} \sqrt{1 + \frac{GI_t}{EI_y} \left(\frac{2l_1}{\pi h} \right)^2} \quad (1)$$

压弯钢柱平面内稳定计算公式:

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_{1x} (1 - 0.8N/N_{Ex})} \leq f \quad (2)$$

公式(1)、(2)涉及的参数较多,构成也复杂。根据多年的钢结构基本原理教学经验,开始讲解这部分计算理论和计算公式时,学生觉得计算理论过分复杂,理解和掌握很困难,教学效果不理想。这些问题对理解能力强的学生不会产生学习效果的影响,问题是理解能力不是很强的学生(约30%)学习类似于上述内容时,理解和掌握效果不好,直接影响这门课程的教学效果。

(二) 材料力学原理的运用

围绕上述问题,教研组进行了教学效果调查。

学生普遍反映,体系理论抽象概念多,学习过程中很难捉住学习要点,理解和掌握非常困难。根据这一实际状况,通过研究在教学过程中尝试了引用材料力学原理,结合钢结构基本原理讲解的教学方法。

1. 钢梁整体稳定计算(H截面)

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y} \leq f \quad (3)$$

公式(3)为双向受弯钢梁整体稳定计算公式(纯弯曲)。如果把公式中的两个系数 φ_b 、 γ_y 去掉,计算公式就变成理想材料状态下的梁弯矩作用下的应力计算公式,所以公式的基本构成是以材料力学应力计算为基础的,关键是正确理解和掌握两个系数 φ_b 、 γ_y 。系数 γ_y 比较好理解,是y轴方向的塑性发展系数,那么这部分学习要点是整体稳定系数 φ_b 的理解和掌握。

公式(1)是运用弹性稳定理论推导的,采用讲解推导公式的方法,教学效果较差(经验已证实)。所以,经过分析,采用最终结果公式,运用材料力学原理解释。

φ_b 又可以写成

$$\varphi_b = \frac{\sigma_{cr}}{f_y} = \frac{M_{cr}}{W_x f_y} \quad (4)$$

可以看出, φ_b 组成的关键因素是临界弯矩 M_{cr} 。虽然公式(1)复杂,除 W_x 、 f_y 外,表达式是钢梁临界弯矩 M_{cr} 推导结果,是临界弯矩相关的参数和系数组成的计算式。虽然推导过程很复杂(弹性稳定理论),但结果计算式中反映的参数和系数是材料力学中的相关参数和系数。重点讲解了临界弯矩相关因素,然后运用材料力学基本原理解释了公式(1)反映的各种参数和系数基本内涵以及其影响作用。

GI_t ——自由扭转刚度;

EI_y ——侧向抗弯刚度;

π ——变形复合正弦规律;

l_1 、 h ——计算跨度与截面高度影响。

然后简单介绍了公式推导过程。这一方法在掌握和理解基本理论方面得到了较好的效果,也获得了学生的赞同。

2. 压弯钢柱平面内稳定计算

压弯钢柱平面内稳定计算公式为实腹式压弯构件平面内整体稳定计算公式。通过观察可以发现,计算公式是轴力作用下应力计算和弯矩作用下应力计算的组合,是以材料力学基本原理为基础的。理

解和掌握这个概念后教学和学习要点变为理解和掌握公式中的各种参数和系数。

- φ_x ——轴心受压构件稳定系数;
 β_{mx} ——等效弯矩系数(有详细规定);
 N'_{Ex} ——欧拉临界力相关参数;
 γ_x ——截面塑性发展系数。

其中, β_{mx} 、 γ_x 这两个系数掌握和理解比较简单, 教学要点自然成了理解和掌握 φ_x 、 N'_{Ex} 这两个参数上。轴心受压杆件稳定系数 φ_x 受多种因素影响, 即残余应力、初弯曲、初偏心以及各种缺陷的综合影响等。所以规范规定, 根据轴心受压构件的截面类型和长细比, 采用查表方法来确定, 所以掌握好查表方法是要点。参数 N'_{Ex} 是欧拉临界力除以抗力分项系数的平均值, 所以掌握和理解材料力学基本原理中的欧拉临界力概念就较容易理解。运用材料力学基本原理, 在轴心力作用下应力计算和弯矩作用下应力计算原理基础上, 讲解 φ_x 、 N'_{Ex} 这两个参数构成, 教学效果更好。

四、结语

(1) 钢结构基本原理课程是重要的专业课程, 教学难度较大, 教学方法上必须认真考虑理解能力较差的学生群体。

(2) 钢结构基本原理课程的理论体系与材料力学基本原理连贯性很强, 在钢结构基本原理教学中

合理运用材料力学基本原理, 得到了很好的教学效果。

(3) 笔者列举了钢结构基本原理教学方面的两个典型例子, 这种教学方法不仅适用于这两个教学内容, 而且也适用于钢结构基本原理其他教学内容, 如格构式压弯构件、吊车梁计算等。

(4) 改进教学方法是永恒的主题^[5], 在高等教育大发展的今天, 教师应改变传统的教学模式^[6], 根据学生实际情况, 努力探讨适合于学生掌握和理解的新的教学方法。

参考文献:

- [1] 崔文一. 钢结构课程教学改革探讨[J]. 课程教育研究, 2012(28):2-3.
- [2] 赵红华, 陈丽华. 思维导图在钢结构教学过程中的应用[J]. 现代教育技术, 2010, 20(2):74-76.
- [3] 张哲, 张猛, 李天. 钢结构教学改革创新尝试[J]. 高等建筑教育, 2010, 19(5):66-69.
- [4] 王晓茵. 钢结构课程的教学方法分析与探讨[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(3):118-119.
- [5] 邓夕胜, 董事尔. 钢结构教学改革探讨[J]. 高教论坛 2008(5):167-169.
- [6] 万红霞, 王小平, 李波, 等. 钢结构教学改革的现状与对策[J]. 理工高教研究, 2006, 25(5):113-114.

Contrastive research on the teaching of basic principle of steel structure with theory of material mechanics

CUI Wenyi

(Department of Civil Engineering, Institute of Technology, Yanbian University, Yanji 133000, P. R. China)

Abstract: In the process of teaching and learning of the basic principle of steel structure course, deep computing systems theory and complex formulas result in much difficulty in learning and mastering the course. Most theories and formulas of the basic principle of steel structure are derived from mechanics of materials, therefore, in the teaching and learning process of steel basic principles, the use of the basic principles of mechanics of materials to guide and inspire the students is a way to improve the quality of teaching the basic principles of steel.

Keywords: steel structure; mechanics of materials; basic principle; course teaching

(编辑 周沫)