

钢-混凝土组合结构课程的特点及教学探讨

刘占科¹, 何子奇², 杨远龙¹

(1. 兰州大学 土木工程与力学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400044)

摘要:文章首先分析了钢-混凝土组合结构课程的特点, 然后从未来土木工程师的从业要求和我国培养卓越工程师的要求等方面分析了开设该课程的必要性, 最后结合笔者的教学经验, 以型钢混凝土组合结构为例对钢-混凝土组合结构课程的教学方法进行了探讨。

关键词:钢-混凝土组合结构; 课程特点; 教学探讨

中图分类号: G642.3

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2016)01-0092-04

压型钢板组合楼板、钢-混凝土组合梁、钢管混凝土结构以及型钢混凝土结构等结构类型可统称为钢-混凝土组合结构。目前, 钢-混凝土组合结构已成为国内超高层建筑、超大跨度桥梁的首选结构类型。然而, 与钢筋混凝土结构课程或钢结构课程作为必修课且学时多不同的是, 钢-混凝土组合结构课程或作为选修课, 或学时量较少^[1-2]。

早在1999年, 国内已有高校为土木工程专业本科生开设了钢-混凝土组合结构选修课^[1]。2002年, 李国强等^[3]则把钢-混凝土组合结构纳入结构工程的课程体系。兰州大学于2002年开办土木工程专业, 在办学之初即为土木工程专业本科生开设54学时的钢-混凝土组合结构选修课。但2011年颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》^[4]仍未对这一结构类型的教学提出要求, 显然与这一结构类型蓬勃发展的现状不甚相符。

文章首先分析钢-混凝土组合结构课程的特点, 继而对该课程的重要性和开设的必要性进行分析, 最后结合笔者的教学经验探讨课程的教学方法。

一、钢-混凝土组合结构课程的特点

(一) 授课内容多, 涉及标准多

土木工程专业课程的主要授课内容与国家标准、行业标准中的设计理论、设计方法、构造措施等密切相关。在钢-混凝土组合结构课程中, 与压型钢板组合楼板相关的标准有CECS 273: 2010《组合楼板设计与施工规范》, YB 9238—92《钢-混凝土组合楼盖结构设计施工规程》和JGJ 99—98

收稿日期: 2015-05-22

基金项目: 2013年度兰州大学教学研究项目(201307)

作者简介: 刘占科(1981-), 男, 兰州大学土木工程与力学学院副教授, 主要从事钢结构、钢-混凝土组合结构研究, (E-mail) liuzhk@lzu.edu.cn。

《高层民用建筑钢结构技术规程》三部标准,与钢-混凝土组合梁相关的标准有 GB 50017—2003《钢结构设计规范》,与钢管混凝土结构相关的标准为 GB 50936—2014《钢管混凝土结构技术规范》,而与型钢混凝土结构相关的标准是 JGJ 138—2001《型钢混凝土组合结构技术规程》或 YB 9082—2006《钢骨混凝土结构技术规程》。这门课程与钢筋混凝土结构课程或钢结构课程相比,涉及的标准多,而且部分内容并没有相关的国家标准。因此,钢-混凝土组合结构课程的第一个特点是授课内容多。

(二)与已修专业课程既紧密联系,又自成体系

一般认为,钢管混凝土结构与钢结构属同一范畴,而型钢混凝土结构与钢筋混凝土属同一范畴,这表明钢-混凝土组合结构的部分授课内容与先修课程联系紧密。例如,钢管混凝土格构柱,无论是整体稳定计算还是单肢稳定计算,计算理论与钢结构格构柱都基本一致;型钢混凝土构件,若不考虑型钢腹板则其计算理论与钢筋混凝土结构几乎一致。

但是,钢-混凝土组合结构的部分计算理论又与钢筋混凝土结构或钢结构的计算理论不同。如受压构件的极限荷载计算,钢管混凝土结构采用等效长度法^[5],而钢结构采用等效弯矩法。

钢-混凝土组合结构课程具有如上特点,故讲授难度较大。

二、开设钢-混凝土组合结构课程的必要性

尽管钢-混凝土组合结构课程的授课内容多,讲授难度较大,但笔者认为有必要为土木工程专业本科生开设这一课程。

(一)未来土木工程师的从业要求

美国 ASCE 学会于 2007 年发布了《2025 土木工程远景规划实施纲要:专业规划实施路线图》^[6](以下简称《2025 远景纲要》),随后又提出了 21 世纪土木工程的知识体系^[7]。《2025 远景纲要》指出:“学院和大学必须检查相关课程是否与未来土木工程师教育的要求相符,这样才可以促进远景规划的实现。”由钢-混凝土组合结构在高层建筑和超大跨度桥梁中的应用趋势可以预见,这一结构必将在未来土木工程建设中得到更为广泛的应用。因此,为土木工程专业本科生开设钢-混凝土组合结构课程,可以帮助学生更早地熟悉这一结构类型。土木工程专业本科毕业生遇到的第一个工程项目很有可能就是钢-混凝土组合结构。

(二)培养卓越工程师的要求

我国已成为世界最大规模高等教育的国家,我国的工程技术人员不但要解决国内的工程技术问题,还需要参与世界范围内的工程建设。教育部于 2010 年启动“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”),该计划旨在促进高等教育面向社会需求培养人才,全面提高工程教育人才培养质量,具有十分重要的示范和引导作用。笔者认为,为强化培养学生的工程能力和创新能力,本科生的培养方案应与时俱进,适时设置与行业发展主流方向对应的课程,为土木工程本科生开设钢-混凝土组合结构课程即是这一思想在土木工程专业本科生教育上的体现。

(三)温故知新的作用

按照课程开设的先后顺序以及先修课程是后修课程基础这一思路,绘制土木工程专业材料力学、结构力学和弹性力学等基础课程,以及钢筋混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构专业课程的金字塔式关系。如图 1 所示,从左到右、从下到上表示课程开设的先后顺序,从下到上还表示先修课程是后修课程的基础。

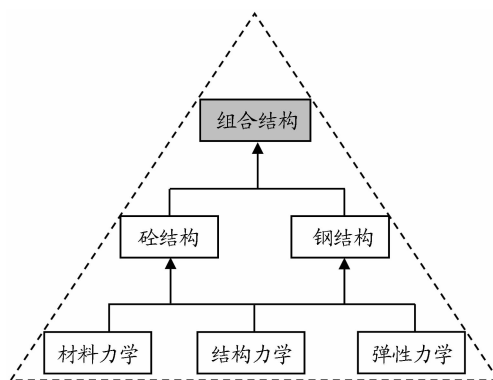


图 1 土木工程专业课程体系的“金字塔式”关系图

图 1 体现了土木工程专业课程体系的“一般—特殊—一般”的关系,即力学课程讲授的是与材料无关的构件计算,当对构件赋予具体材料后根据材料不同可分为钢筋混凝土结构和钢结构,故体现的是“一般与特殊”的关系。而前已述及,钢管混凝土结构或型钢混凝土结构在某些特殊情况下分别与钢结构或钢筋混凝土结构的计算理论相似或一致,故体现了“特殊与一般”的关系。为土木工程专业本科生开设钢-混凝土组合结构课程,可达到温故知新的作用,同时通过对比法教学可促进不同结构类型知识点的融会贯通,提升学生归纳问题能力,加深学生

对结构的理解。

基于以上分析可看出,钢-混凝土组合结构越来越多地应用于工程实践,因此,在“卓越计划”的教育背景下,土木工程专业开设钢-混凝土组合结构课程具有重要意义。

三、钢-混凝土组合结构课程教学方法初探

笔者自2007年开始为兰州大学土木工程专业本科生讲授钢-混凝土组合结构选修课。通过历年授课,积累了些许教学经验,以型钢混凝土组合结构为例,对本课程的教学方法作一探讨。

由于型钢混凝土结构涉及的材料多,故在讲授这一结构类型时首先通过多媒体课件把型钢混凝土梁的材料一一标示出来(图2),让学生清晰明了地掌握构件的基本材料。

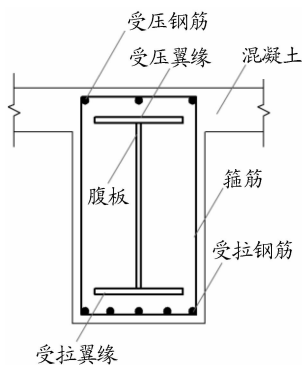


图2 型钢混凝土梁的材料

当学生了解型钢混凝土梁的基本材料后,需要讲授型钢混凝土梁的极限荷载计算公式。通过多媒体课件展示受压钢筋、受压翼缘、受拉钢筋,以及受拉翼缘的定位尺寸(图3),这样不仅可帮助学生复习混凝土保护层厚度的概念,而且能为后续建立计算模型理清思路。

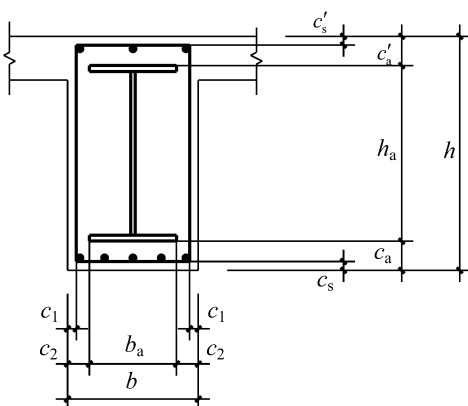


图3 型钢混凝土梁的定位尺寸

因为型钢混凝土梁的极限荷载计算需要确定各种材料合力作用点的位置,故在图3的基础上再进

一步展示合力作用点到梁近表的距离(图4)。

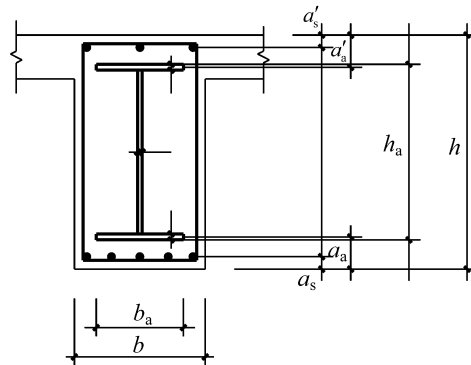


图4 合力作用点的位置

根据图3和图4即可确定以下合力的作用点到梁近表的尺寸:

$$a'_s = c'_s + d'/2 \quad (1)$$

$$a_s = c_s + d/2 \quad (2)$$

$$a'_a = c'_a + t'_f/2 \quad (3)$$

$$a_a = c_a + t_f/2 \quad (4)$$

式中, d' 和 d 分别为受压钢筋(A'_s)和受拉钢筋(A_s)的直径, t'_f 和 t_f 分别为受压翼缘(A'_a)和受拉翼缘(A_a)的板厚。

尽管以上几何关系非常简单,但当这种关系较多时学生还是容易混淆,而一步步导入图片可厘清以上几何尺寸的关系。有了以上几何关系后,则可请学生根据钢筋混凝土结构的知识推导出极限弯矩的计算公式。

最后,再给出型钢腹板的应力图和标准公式,则型钢混凝土梁的极限弯矩计算公式较容易被学生理解和接受。当然,在以上推导过程中如果辅以表格,把各种材料的横截面面积、合理的大小,以及合力到梁近表的距离一一列出,则推导过程会更为清晰。

以上建立型钢混凝土梁极限弯矩计算公式的过程一方面是与已知建立联系,仿效已有的方法,另一方面也体现了特殊问题特殊处理的思路。教学实践表明,学生能较为快速地掌握讲授内容。

需要说明的是,尽管上述方法看似简单,但正是由于简单才能保证课堂内容容易被学生接受,而作为直接面向学生的教师,能让课堂简单才有可能让课堂生动。

四、结语

文章首先分析了钢-混凝土组合结构课程的特点,然后揭示了开设这一课程的必要性,最后结合笔者的教学经验,对这一课程的教学方法进行了探讨。

(1)钢-混凝土组合结构课程涉及的标准多,各

教学内容的计算理论和计算方法差异较大。

(2)钢-混凝土组合结构课程可以促进学生温故知新,加深对结构的理解。无论从未来土木工程师的从业角度还是卓越工程师的培养角度都应为土木工程专业本科生开设这一课程。

(3)采用图示方法并结合表格,通过与已修课程建立联系并对特殊问题特殊处理,力争把复杂的推导过程简单化,是这一课程教学的有效方法。

参考文献:

[1]王玉银,张素梅,杨华,等. 钢-混凝土组合结构课程教学方法改革与实践[J]. 建筑结构,2008, 38(S): 87 - 89, 100.
[2]苏庆田,吴冲. 钢与组合结构桥梁课程教学改革探讨

[J]. 高等建筑教育,2013, 22(4): 37 - 40.
[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.
[4]高等学校土木工程专业指导委员会. 高等学校土木工程本科指导性专业规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社,2011.
[5]GB 50936—2014 钢管混凝土结构技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社,2014.
[6]ASCE. The vision for civil engineering in 2025 [M]. 1st ed. Virginia: American Society of Civil Engineers, 2007.
[7]ASCE. Civil engineering body of knowledge for the 21st century: preparing the civil engineer for the future [M]. 2nd ed. Virginia: American Society of Civil Engineers, 2008.

Course features and teaching of steel-concrete composite structures

LIU Zhanke¹, HE Ziqi², YANG Yuanlong¹

(1. School of Civil Engineering and Mechanics, Lanzhou University, Lanzhou 730000, P. R. China;
2. School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: The feature of steel-concrete composite structure course is investigated firstly in the paper, then the necessity of offering the course is analyzed basing on the requirement of practitioners for new civil engineers and the requirement of excellent engineers training in China. Finally, the teaching methods of the course are investigated by taking steel reinforced concrete composite structures for instance based on the authors' teaching experiences.

Keywords: steel-concrete composite structures; course feature; teaching discussion

(编辑 周沫)