

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.04.024

欢迎按以下格式引用:贾穗子,徐能雄.土木工程专业结构力学教学与工程实际结合的探讨[J].高等建筑教育,2018,27(4):126-130.

土木工程专业结构力学教学 与工程实际结合的探讨

贾穗子,徐能雄

(中国地质大学(北京)工程技术学院,北京 100083)

摘要:结构力学是土木工程专业一门重要的专业基础课程,也是土木工程专业的核心课程,在整个专业培养计划中占有重要地位。结构力学基本概念较多,学生对抽象的理论教学内容往往感到难以理解。文章探讨了土木工程专业中结构力学教学与工程实际及后续专业课教学结合的问题,即理论教学与重大工程结合、课程内容与工程实际结合、计算简图与工程结构试验结合,有助于加深学生对结构力学基本概念的理解,提高学生运用结构力学知识解决工程实际问题的能力,为结构力学教学改革提供了参考。

关键词:土木工程;结构力学;工程实际;教学研究

中图分类号:G642.0;TU311

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2018)03-0126-05

结构力学是土木工程专业的一门重要专业基础课,既是材料力学课程的深化和延伸,又是后续钢筋混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构、结构抗震设计等专业课教学及课程设计和毕业设计等实践环节的重要基础,同时也是土木工程专业硕士研究生入学考试课程之一。土木工程专业结构力学教学如何与工程实际结合,笔者探讨了如下3个问题:

一是,理论教学与重大工程结合。土木工程学科特点之一就是工程实践性强,结构力学作为一门应用型专业基础课,教学中必须将基本理论和基本知识与实际工程紧密结合,特别是与重大工程结合,可以引申出诸多的工程和力学问题。采用这种教学方式,有利于加深学生对结构力学与后续专业课程关系的理解,有利于土木工程专业卓越工程师能力的培养。

二是,相关课程内容与工程实际结合。将抽象的力学问题与工程实际相联系,采用这种教学方

修回日期:2018-03-21

基金项目:北京高等学校教育教学改革项目(2015-ms130)

作者简介:贾穗子(1984—),女,中国地质大学工程技术学院讲师,博士,主要从事装配式组合结构抗震节能一体化研究,(E-mail)

2016010023@cugb.edu.cn

法,有利于学生有的放矢地学习该门课程,并为其他力学课程和后续专业课的学习打好基础。

三是,计算简图与工程结构力学试验结合。结构力学计算简图的建立均基于一定假设,教学中如何阐明计算简图与工程实际的联系是一个关键问题,采用计算简图结合工程结构力学试验的教学方法,不仅可较好地解决这个问题,同时有利于增强学生重视科学实验和实践的意识。科学实验是培养学生创新意识和创新能力的源动力^[1-2]。

一、理论教学与重大工程结合

近年来,中国大规模的土木工程建设有力推动了结构工程的快速发展,各种新型结构体系和新型构件不断出现,如超高层建筑巨型框架体系、钢-混凝土组合结构体系等。但目前结构力学的教学内容难以适应结构工程的快速发展,这就需要教师结合工程实际案例和工程发展进行结构力学教学,以体现结构力学教学的工程性,并与后续专业课程教学形成连贯的教学体系。

文章以超高层建筑重大工程为例,探讨结构力学教学与重大工程结合的问题。中国若干标志性的超高层建筑采用了巨型柱框架-核心筒结构(图1—图5),如深圳平安国际金融大厦(7度区,118层,主体结构高588 m),上海中心大厦(7度区,118层,主体结构高576 m),上海环球金融中心(7度区,101层,主体结构高492 m),天津117大厦(7.5度区,117层,主体结构高597 m),北京“中国尊”大厦(8度区,108层,主体结构高528 m)。其中,深圳平安国际金融大厦和上海中心大厦采用了矩形截面巨型柱,上海环球金融中心采用了型钢混凝土异形截面巨型柱,天津117大厦和北京“中国尊”大厦采用了异形截面多腔体钢管混凝土巨型柱。



图1 深圳平安国际金融大厦



图2 上海中心大厦



图3 上海环球金融中心

在结构力学课程中,结合这些重大工程教学,使学生了解到这些超高层建筑采用的新型结构体系,并联系工程问题和力学问题,激发学生学习结构力学的兴趣。

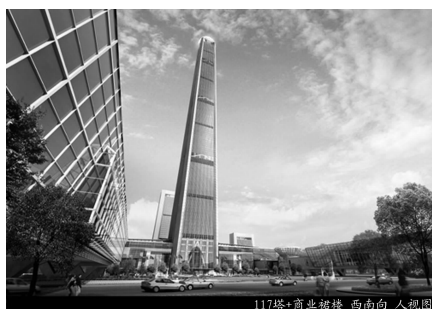


图4 天津117大厦



图5 北京“中国尊”大厦

二、相关课程与工程实际结合

(一) 力学课程

土木工程专业本科生力学课程主要有材料力学、结构力学和弹性力学,结合工程实际阐明力学课程之间的联系具有必要性。教学中,以图1至图5所示的超高层建筑“巨型柱框架-核心筒”结构体系为例,阐明巨型柱框架为杆系结构,属于结构力学研究的内容,而其构成的杆件属于材料力学研究的内容,核心筒由剪力墙构成,属于弹性力学研究的内容。这样的教学过程,有利于加深学生对结构力学与相关力学课程关系的理解。

(二) 结构课程

土木工程专业本科生结构工程课程主要有混凝土结构、钢结构、钢-混凝土组合结构等。结合工程实际,阐明结构力学与其他专业课程之间的关联性是教学关注点之一。混凝土结构课程中钢筋混凝土框架结构力学计算,需要将梁柱截面的钢筋按照钢材与混凝土材料的弹性模量比例等效换算为混凝土材料,之后进行结构的弹性计算分析。钢结构课程中对于钢框架结构的力学计算而言,构件截面的弹性模量就是钢材的弹性模量,但是钢结构杆件截面的壁厚较薄,因此稳定性问题是钢结构研究的重点之一,也是钢结构与混凝土结构的重要区别。钢-混凝土组合结构课程中,型钢混凝土柱-H型钢梁框架、钢管混凝土柱-H型钢梁框架结构的力学计算,需要将钢-混凝土组合柱的型钢按照钢材与混凝土材料的弹性模量比例等效换算为混凝土材料,之后进行结构的弹性计算分析。图1至图5所示的超高层建筑,均为钢-混凝土组合巨型柱,巨型柱的截面巨大,天津117大厦巨型柱截面面积最大为 45 m^2 ,北京“中国尊”巨型柱截面面积最大为 63 m^2 ,进行结构力学计算时,需要将巨型柱截面的型钢按照钢材与混凝土材料弹性模量的比例等效换算为混凝土,再按照混凝土计算巨型柱截面的抗弯刚度,进一步计算分析巨型框架弹性。钢-混凝土组合巨型柱的构造非常重要,是保证型钢与混凝土共同工作的根本,否则平截面假定的适应性等一系列问题就会显现。结构力学教学中,对相同结构体系、不同杆件材料的结构进行力学分析,引导学生发现相关结构分析问题,有利于提高学生分析问题和解决问题的能力。

(三) 抗震课程

建筑结构抗震设计是土木工程的一门重要专业课。结构抗震设计的原则是小震不坏、中震可修、大震不倒。以框架结构为例,小震下框架处于弹性变形,可采用结构力学的理论进行计算分析,但需结合地震工程理论计算地震作用,中震下框架结构主体无明显损坏,只是填充墙等构件损坏,仍可近似采用结构力学的理论进行计算分析,大震下框架结构有明显损坏,结构整体进入弹塑性变

形状态,已不能采用结构力学的理论计算分析,应采用弹塑性理论并结合梁柱构件截面的损伤过程进行弹塑性时程计算分析。大震下框架结构的变形一般接近 $1/50$ 的层间位移角,对于超高层建筑必须考虑二阶效应,即“P- δ ”效应。采用这种以工程问题为主线,引申出结构力学与后续专业课程关联性的教学方法,不仅提高了教学效果,还可激励学生继续深造。

三、计算简图与工程结构力学试验结合

在结构力学教学过程中,学生十分关注计算简图的来源,对此,结合工程结构力学试验进行教学尤为重要。以框架结构计算简图教学和轻钢框架结构力学试验为例,进行了教学探讨。结构力学刚架的定义为由直杆组成的具有刚性连接节点的结构,刚性节点的特点是其所连接的各杆件变形前后在节点处各杆端切线的夹角保持不变,即各杆端转动的角度应相等。笔者研发了一种适应于村镇绿色农房结构的新型结构体系,即装配式轻钢框架结构体系,该结构体系采用轻型钢管混凝土柱和轻型钢管混凝土梁或 H 型钢梁。在研发过程中,提出了一种连接梁柱的装配式双 L 形带斜肋节点,这种新型节点的刚度显著大于梁柱的刚度,符合刚性节点的假定。试验表明,该新型节点框架结构在水平荷载作用下,尽管发生了较大的层间位移,但梁柱节点的角度基本保持直角,具有刚性节点的特征。同时,笔者还进行了直板形连接节点的相同梁柱框架受力性能试验,在初始弹性阶段,这种轻钢框架的直板形连接节点仍保持直角,加载后随轻钢框架变形的增大,其梁柱节点已不再保持直角。对于该框架,在初始弹性阶段利用结构力学刚架模型计算是可行的,在变形后期应采用半刚性节点模型计算,半刚性节点是介于刚性节点和铰节点受力性能之间的一种节点。课堂教学中,先提出结构力学中刚架结构关于刚性节点的假定,之后让学生观看轻钢框架结构力学试验录像,观看过程中,学生发现采用双 L 形带斜肋装配式节点的轻钢框架结构节点刚度大,可假定其节点为刚性节点,又发现采用直板形连接节点的轻钢钢框架结构节点刚度小,其节点变形不容忽视,应采用半刚性节点的假设。结合试验进行结构力学教学的方法,对学生具有启发性,强化了结构力学教学的实践性。图 6 为装配式双 L 形带斜肋节点轻型钢管混凝土梁柱框架水平加载试验及其装置,图 7 为图 6 试验完成后双 L 形带斜肋节点区域显现的刚性形状,图 8 为另一轻钢框架试验,即直板形连接节点轻型钢管混凝土梁柱框架水平加载试验后的节点区域变形性状,其节点变形是明显的,在力学计算中节点变形的影响不可忽略。

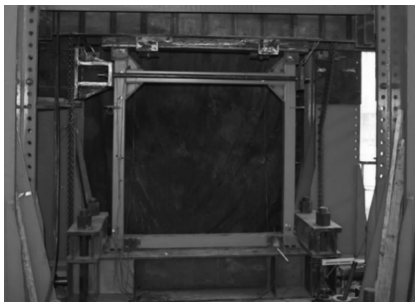


图 6 双 L 形带斜肋节点轻钢框架试验

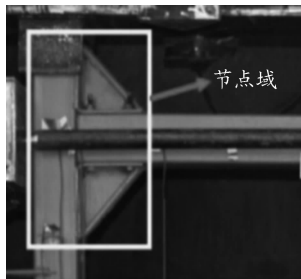


图 7 双 L 形带斜肋节点

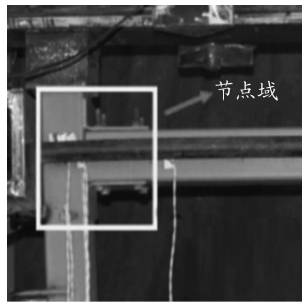


图 8 直板形节点

四、结语

结构力学教学的全过程结合典型工程实践问题,使学生在接触较为抽象的结构力学理论知识

时,有工程实践的依托,并将结构力学学习与后续专业课程学习相贯通,增强了学生学习结构力学的兴趣,提高了学生学习结构力学课程的主动性,启迪了学生的创新思维,提高了学生的创新能力,有助于学生在以后的学习和实践中有意识地运用结构力学知识来解决工程实际问题。

参考文献:

- [1]周臻,陆金钰,尹凌峰,等.面向卓越土木工程师培养的结构力学教学改革与实践[J].高等建筑教育,2012,21(4):74-77.
[2]袁健,丁科.结合专业课程知识的结构力学教学方式探讨[J].高等建筑教育,2011,20(2):56-58.

Discussion on the combination of structural mechanics teaching and engineering practice in civil engineering specialty

JIA Suizi, XU Nengxiong

(School of Engineering and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, P. R. China)

Abstract: Structural mechanics is an important basic course of civil engineering, and also the core course of civil engineering, which plays an important role in the whole professional training plan. There are many basic concepts for structural mechanics, and students often find it difficult to understand abstract and theoretical teaching content. This paper discusses three problems on combining the teaching of structural mechanics of civil engineering with engineering practice and the teaching of subsequent specialized courses, that is, the combination of theoretical teaching and major engineering, curriculum content and engineering practice and calculation diagram and engineering structure test, which helps students to deepen understanding on the basic concept and improve the ability to solve practical problems of engineering by using the knowledge of structural mechanics, so it provides a reference for the research and reform of structural mechanics teaching.

Key words: civil engineering; structural mechanics; engineering practice; teaching research

(责任编辑 周沫)