

力学课程案例教学方法探讨

严跃成, 申继红

(新疆大学 建筑工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830047)

摘要:案例教学是基于实践问题导向的教学方法,文中重点探讨了如何在力学课程中引入案例教学模式,培养工科学生的工程意识与创新思维,使其将力学知识与工程问题紧密结合,提高学生解决实际问题的能力。教学实践表明,案例教学是提高教学质量的有效途径。

关键词:案例教学;工程;力学课程;实践教学

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2011)05-0140-04

一、案例教学与现代教学理念

案例教学起源于1880年,由哈佛大学开发完成^[1],20世纪80年代引入中国高校。案例教学法是指教师提炼和采用现实生活中已经发生的一些典型案例对原理、理论和概念进行解释,以加深学生对知识的理解和记忆。近年来,一些国内高校已经将案例教学成功应用于教学中^[2-3],并取得了很好的效果。

以建构主义为代表的现代教学理念强调在教学中充分发挥人的主观能动性,主张教学内容应该是动态的、开放的和整合的,要求教学过程体现探究和模拟等多样化特征,提倡对学习研究过程的反思等等。案例教学法正是充分体现了这些现代教学理念,成为知识、能力、素质同步培养的载体。通过典型的工程案例,使教学活动处在真实的情景中,学生亲自参与其中,关注工程问题并寻求解决问题的方案,在宽松的教學环境中参与讨论,感受求知的乐趣。案例教学突出定性分析,注重分析思考的过程,包括质疑、反思和评价等等,这与目前倡导的结构力学定性分析的思路不谋而合,因此,案例教学与传统教学可以形成很好的互补关系,使课堂教学过程更有活力。

二、案例教学在力学课程中的作用

随着工程技术的进步和电算技术的发展,工程设计理念也发生了根本的变化,繁重的结构计算任务主要由计算机完成,工程人员的主要工作已转为通过综合运用力学知识和专业知识,确定结构的计算模型和工程参数,并对计算机给出的分析结果进行判断,进而设计出优化的结构,这就是所谓的概念设计理念。工程理念的变化也迫使力学课程由注重计算过程发展为注重概念分析,而案例教学顺应了这一变革,培养学生更多地关注概念设计理念。案例教学的具体作用有以下几点。

收稿日期:2011-06-27

基金项目:新疆大学校级精品课程项目基金

作者简介:严跃成(1958-),女,新疆大学建筑工程学院副教授,主要从事水力学和水工结构试验研究及结构力学教学研究,(E-mail)yanyao123@sina.com。

(1)作为原有课堂教学内容的补充。传统的教学内容按章节分门别类,每一章节各有主题,但反映综合问题较少,不能遍及工程问题中涉及的各方面知识,而案例分析正可以弥补这种不足,起到补充教科书的作用。譬如揭示相关理论与概念之间的联系,了解相关的力学现象,强化对力学理论及概念的理解。

(2)理论与实际相结合。工程案例是最好的现实教育素材,带有丰富的信息知识、经验教训和哲理智慧,能帮助学生了解力学与工程的关系,使学生感到工程中处处有力学知识,力学知识不再抽象,从而提高了对力学课程学习的热情。

(3)培养问题意识和思考习惯。案例教学一改原有教学中给定条件进行求解或给定参数进行设计的模式,而是以工程问题为先导,既没有现成公式,也没有固定的研究模式,为寻求答案,学生必须积极思考,久而久之,养成分析问题的习惯。

(4)培养解决工程问题的综合能力。案例中的问题五花八门,错综复杂,需要观察分析,总结归纳,将书本上的知识灵活应用,这种训练过程提升了学生解决工程问题的综合能力。

三、典型案例分析

1. 重庆綦江彩虹桥垮塌事件

1999年1月4日19时,30余名群众正行走于彩虹桥上,另有22名武警战士进行训练,由西向东列队跑步至桥上约三分之二处时,整座大桥突然垮塌,桥上群众和武警战士全部坠入河中。经奋力抢救,14人生还,40人遇难(其中18名武警战士、22名群众)。

问题:白天桥上车水马龙,载荷很大,为什么桥梁不发生垮塌?而在傍晚武警战士进行训练时垮塌?

分析:尽管大桥有很多设计问题和施工问题,但导致桥梁垮塌的最直接原因,正如清华大学教授范钦珊在一次报告中提到的,是武警战士跑步的频率接近大桥的固有频率而产生了共振。共振时结构有很大的位移和内力,当结构的内力超出自身的承载能力时,结构就会倒塌,所以结构设计中一定要避免共振的发生。

2. 南斯拉夫电影“桥”的故事

游击队要炸桥阻止敌人入侵,费尽周折寻找设计桥梁的工程师,最终由桥梁工程师亲自将桥炸掉。

问题:游击队员为什么不能自己去炸桥,而一定要找设计桥梁的工程师呢?

分析:如果游击队员在大桥的任意位置安放炸药,可能炸毁一个桥墩或大桥的局部,不一定使大桥垮塌,这是因为大桥是超静定结构,超静定结构有多余的约束,即使多余约束被炸掉,桥梁仍为几何不变体系。如果大桥是无多余约束的静定结构,只要炸毁任意一个桥墩,整个大桥就会垮塌。正是因为大桥有了多余的约束,才有了抵御风险的能力,而桥梁工程师了解大桥结构,将炸药放在了结构的必要约束处,必要约束一旦被炸掉,结构就成为几何可变或几何瞬变体系,大桥倒塌就毫无疑问了。

3. 汶川地震震害主因的概念分析^[4]

2008年5月12日,四川省阿坝州汶川县发生里氏8级地震,地震导致69 019人死亡,373 573人受伤,18 627人失踪。



图1 汶川地震楼房垮塌

问题:从图1中所反映的震害情况分析,与人为因素有关且对人员伤亡影响最大的因素是什么?

分析:主因——混凝土预制楼板的大量使用;后果——结构整体性差,在地震作用下因丧失协同工作能力而迅速垮塌。

图1中可见,预制板结构房屋的端部更易垮塌,许多楼板是齐腰切断而悬挂于一侧,可见每块板中的十多根 $\Phi 4^b$ 预应力钢筋表现得极为脆弱;板缝中仅一根普通 $\Phi 8$ 钢筋虽已变形成 90° ,却能将楼板吊住,说明在抗震方面,材料的延性至关重要。如果灾区房屋能像目前国内大多数同类地区一样采用混

土现浇楼板,则至少可以减少60%~70%的伤亡。抗震设计的主要原则是在罕遇地震时做到大震不倒,而混凝土多孔楼板结构的整体性很差,造成大震时房屋迅速整体垮塌。同是抗震烈度为7度的上海市,在90年代已颁布禁用预制混凝土楼板文件,而四川省政府颁布禁令是2005至2006年。90年代到本世纪初,经济快速发展,建筑物层出不穷,而四川省大多数建筑仍沿用预制混凝土楼板,为5·12地震埋下了隐患。

4. 视觉上很不稳定的结构^[5]

在建筑史上,“不稳定”的建筑并不少见(如图2)。



图2 比萨斜塔、阿拉米罗大桥和央视新楼

意大利的比萨斜塔,建于1173年,高54.5m,建塔初期,塔体还是笔直向上,但建至第三层时,发现塔体开始倾斜,工程被迫搁浅。全塔于1360年建成后,塔顶中心点还是偏离塔体中心垂直线2m左右。600多年来,因松散的地基难以承受塔身的重压,仍然继续而缓慢地向南倾斜。但奇迹是:它没有倒。

1992年,西班牙人为迎接世博会,在小镇萨维利亚建了阿拉米罗(Alamillo)大桥。这座跨度200m的钢筋混凝土桥缘何让世人关注,原因在于它的造

型像一只展翅的天鹅——世界上第一座无背索斜塔斜拉桥。

中央电视台新楼方案呈现为一座“歪门”,视觉上最大限度地抵触了中国传统文化的审美价值标准。“歪门”曲角悬空的造型设计,完全是在挑战自然界的重力原则。

问题:为什么比萨斜塔没倒?阿拉米罗大桥也能站得住?央视新楼曲角悬空巍然屹立?

分析:结构稳定的主要原因——重力作用。

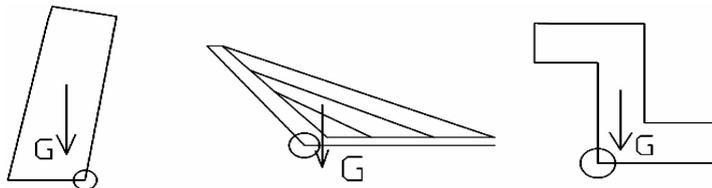


图3 上述3个结构的重力所在位置

比萨斜塔,由于地基不均匀沉降,使得主体结构倾斜,倾斜程度大大超出了任何一个国家的建筑规范所允许的顶部位移值,但仍然屹立不倒的原因是:重力作用线仍在底部边缘的内侧。假设它向右倾斜,而把左侧底部地基的刚性减弱至零,这时,重力产生的力矩会让结构正过来,不需施加外力扶正,重力作用使其稳定。阿拉米罗桥,造型突破常规,乍看

上去结构十分“悬”,数根拉索使“桅杆”处于轴心受压状态,而“桅杆”的重力又抵抗了桥面的荷载,整体重心的位置又使之不致倾覆,实在是非常巧妙的布置。央视新楼和比萨斜塔也有异曲同工之处,3个结构的重力所在位置见图3。

比萨斜塔、阿拉米罗大桥、央视新楼,三者虽然都是处在一种视觉上并不稳定的状态,但是,它们的

实际重心作用点都巧妙的置于结构体内,由重力产生的抗倾覆力矩使结构趋于稳定。这些建筑看上去违背受力常识,但实际上利用了重力创造视觉奇迹。

四、结语

案例教学,让学生饶有兴趣地在工程实例中发现问题、思考问题并最终获得答案,它能激发学生的学习热情,有利于学生对力学知识的理解和应用。案例教学将力学课程赋予一定的工程背景,使学生将所学的知识紧密地与工程实际相联系,于潜移默化中培养学生对工程的感悟能力,这正是教师所期盼的。

参考文献:

- [1] 刘刚. 哈佛商学院案例教学作用机制及其启示[J]. 中国高教研究, 2008(5): 89-91.
- [2] 杨卫. 案例式教学: 固体力学的前沿应用[C]//力学课程报告论坛组委会. 力学课程报告论坛论文集. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [3] 郭汉丁, 王凯. 基于案例教学法的教师时间素养提升途径探讨[J]. 高等建筑教育, 2010, 19(5): 27-31.
- [4] 朱慈勉. 概念力学及其应用[C]//力学课程报告论坛组委会. 力学课程报告论坛论文集. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [5] 李威. 央视新楼结构方案评析[Z]. 清华大学学生习作.

On case teaching of mechanics courses

YAN Yue-cheng, SHEN Ji-hong

(School of Civil Engineering, Xinjiang University, Urumchi 830047, Xinjiang, P. R. China)

Abstract: Case teaching is based on practical problems, which is an effective teaching method. We researched on how to introduce case teaching in mechanics courses in order to cultivate engineering students' engineering consciousness and creative thinking and improve their abilities of solving practical problems. The teaching practice result shows that case teaching is an effective way to improve the teaching quality.

Keywords: case teaching; engineering; mechanics course; practice teaching

(编辑 周沫)