

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.04.013

欢迎按以下格式引用:孙建琴,刘廷滨,丁小军,等.土木工程专业建筑工程方向基础工程课程教学体会[J].高等建筑教育,2017,26(4):56-59.

土木工程专业建筑工程方向基础工程课程教学体会

孙建琴,刘廷滨,丁小军

(兰州交通大学 土木工程学院,甘肃 兰州 730070)

摘要:基础工程是土木工程专业建筑方向的一门重要专业课,根据课程的特点,结合自身的教学经验和工程实践经历,对教学过程中出现的重点难点进行了深入分析,通过剖析工程案例,激发学生的学习兴趣 and 热情,认识到基础工程的重要性,通过各种渠道提高教师的专业素养,加强实践教学环节,旨在培养学生工程意识,为设计单位、施工单位输送具有扎实基础知识、较强综合能力和社会意识的工程人员。

关键词:基础工程;工程案例;课程教学

中图分类号:G642;TU753

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)04-0056-04

基础工程是土木工程专业建筑工程方向的一门重要专业课程^[1],在土木工程专业知识体系中有着相当重要的地位。该课程不同于混凝土、钢结构等课程,涉及的理论和专业知识较多,与工程实践联系紧密,具有综合性、实践性强的特点。

目前,兰州交通大学土木工程专业基础工程课程有32学时,存在内容多、零散而课时少的矛盾突出。学校土木工程专业实践教学环节相对较少,在学习该课程之前,进行了生产施工实习,学生对建筑工程有了初步认识,但工程实践和应用能力严重不足,工程意识薄弱。

针对课程的特点及存在的问题,结合多年的教学经验,对学生在学习中不容易掌握的重要内容和教学中的关键问题进行了探讨。通过对国内外因地基基础引发事故案例的讨论,激发学生的学习兴趣。从提高教师的工程意识和专业素养,加强实践教学两个方面,培养学生的工程意识,使学生具有独立思考工程问题,善于抓住主要矛盾解决实际工程问题的能力,最终为工程单位输送更多的、合格的工程技术人才。

一、教学中的几个关键问题

(一)概念设计的重要性

作为建筑物载体的地基土具有三相性、碎散性(非连续介质)和天然变异性(非均匀性、各向异性、结构性、时空变异性)的特征,加之上部结构的多样性、岩

收稿日期:2016-05-27

作者简介:孙建琴(1971-),女,兰州交通大学土木工程学院教授,博士,主要从事土木工程研究,(E-mail)sunj121@163.com。

土参数的不确定性,导致地基基础问题相当复杂且具有不确定性,因此,概念设计是确保地基基础安全必不可少的重要途径。地基基础的概念设计就是将土力学的概念、结构力学概念、岩土性质的基本概念、地质演化的科学规律、地下水的影响、各种施工工艺的特点、各种结构体系的特点、基础与地基相互作用、当地经验、经济水平等影响因素综合应用于地基基础的设计之中。

概念设计贯穿于基础地基设计的全过程。陕西西安大雁塔的建造体现了古人利用简单的概念解决复杂问题的智慧。例如:古人采用“堆土”的方式建塔,相对于现在的堆载预压地基处理方法,堆土的荷载和范围远大于塔重,土清除后,经过预压,地基的承载力和变形一般能满足要求。塔的基础采用半圆形式,类似于“不倒翁”的底座,具有一定自动纠偏的功能,体现了人类的智慧。雅典六个石柱的设计利用概念完善方案,将柱子的形状雕成亭亭玉立的少女。柱顶采用少女头顶花篮的做法,花篮既起到柱帽的作用,也实现了美化功能。柱子在截面小的部位即人体的颈部采用披肩发将荷载传递到躯干,既增加了美感又避免了刚度突变。柱下部通过少女着长裙且腿部弯曲使裙外撑,既增大了柱截面面积,又增加了稳定性。正是由于古人利用概念设计,将美学和力学概念巧妙地结合在一起,使该建筑屹立千年而不倒。利用基本概念指导地基基础的具体计算,了解数学模型的适用条件,了解假设条件与实际工程的符合程度,了解计算方法的局限性和可能产生的偏差。利用基本概念和经验对计算结果进行分析判断。计算结果的合理判断对工程的安全至关重要,比如建筑的沉降计算问题,影响沉降的因素非常多,有些因素如荷载、上部结构刚度可以较准确考虑。有些因素如地基刚度、土的性质考虑不太准确,有些因素如施工周期、施工工艺、施工顺序等不易考虑。计算结果的合理性和准确程度依赖于综合概念和经验,利用概念判断沉降分布形态、沉降差的大小是否合理,利用已有的工程经验判断计算数值的准确程度等。

教师通过对大雁塔和古希腊石柱典型工程概念设计的详细讲述,引导学生领会基础工程设计的特点,不盲目相信计算,意识到准确的基本概念和丰富的工程经验对于基础工程设计的重要性。

(二)天然地基承载力的特点

地基土为大变形材料,当荷载增加时,随着地基变形的相应增加,地基土的密实度提高,当变形稳定后,地基土内摩擦角、粘聚力和重度等都有不同程度的提高,地基承载力也逐渐加大,很难界定出一个真

正的“极限值”;另一方面,建筑物的使用有功能要求,常常是地基承载力还有潜力可挖,而变形已经达到或超过正常使用的限值,因此,地基设计采用正常使用极限状态这一原则,即按变形控制设计^[2]。

地基承载力是可以提高的。对于混凝土或钢筋,每一强度等级都有确定的标准值和设计值,而地基土的承载力并非土的工程特性指标,各种指标相同的地基土,承载力可能差异很大。影响地基土承载力的因素很多,不仅与土质、土层埋藏顺序有关,而且与基础底面的形状、大小、埋深、荷载情况、上部结构对变形的适应程度、地下水位的升降和地区经验息息相关。地基承载力随埋深增加而增大,承载力可以进行深度修正。地基承载力随基底宽度增加,随土质的不同而不同。饱和软土,增大基底尺寸不可能提高地基的承载力,而对于砂土,内摩擦角不为零,增大基底宽度提高地基的承载力,此时,承载力可以进行宽度修正。

通过课堂对比分析,使学生对地基承载力的概念有了透彻理解,为地基基础的设计奠定了基础。

(三)地基基础方案的选择

地基基础方案对建筑工程的安全、造价和施工有决定性影响,地基基础方案的确定是一门复杂技术,需要全面分析、综合判断。首先,需了解场地周围的环境和场地的稳定性,因为场地一旦出现问题,对建筑物的破坏是毁灭性的。其次,需了解地基土的分布和工程性质,调研场地周围既有建筑和设备管线情况,调研当地类似工程资料,考虑地震因素如砂土液化造成的地基土整体失稳、软土地基的震陷等。最后,分析与基础工程密切相关的地下水情况、地下水位的变化,以及有地下结构物的建筑工程对地基基础安全造成的影响。地下水的腐蚀性影响混凝土的耐久性,使地基土的强度受到破坏,形成土洞,致使地表塌陷,影响建筑场地的稳定;地下水中的承压水冲毁基坑,破坏地基,可能会给工程造成很大损失;在高寒地区,季节性冻土致使地基土出现冻胀和融陷现象,危及建筑物的安全和正常使用。地基基础是整个上部结构的载体,是为上部结构服务的,地基基础的方案确定应考虑上部结构的形式、荷载特征和刚度特点等,考虑当地的施工状况,经过综合的经济对比,最终确定地基处理方法、变形关键控制点及基础形式,让学生懂得地基基础方案确定的重要性及复杂性,让学生意识到只有优秀的方案才有可能成为优秀的设计。

二、工程实例剖析

案例一

意大利比萨斜塔建于1173年,当建至约29 m时,因发生明显倾斜而停工。历经94年后复工,经6年时间完工,高达48 m。1360年再度复工,历时10年

于1370年竣工,共8层,塔高55 m。目前,北侧沉降1 m多,南侧下沉近3 m,南北端沉降差1.80 m,塔顶中心偏离中心线5.27 m,倾斜 5.5° 。该工程是典型的地基不均匀沉降引起建筑物倾斜的实例。

案例二

加拿大特朗斯康谷仓,平面尺寸23.5 m × 59.4 m,高31 m,容积为36 500 m³,基础为钢筋混凝土筏基,厚0.6 m,埋深3.6 m,地基为厚达16 m的软粘土层,1911年开工,1913年秋完工。当谷仓装谷子达87.7%额定容积时,发现谷仓下沉,24小时内,西段下沉8.8 m,而东端上抬1.5 m,倾斜近 27° ,上部谷仓保持完整。

案例三

上海工业展览馆中央大厅为框架结构,采用箱形基础,基础埋深7.27 m,两翼展览馆为条形基础,地基为高压缩性淤泥质粘土。展览馆于1954年开工,当年年底实测地基平均沉降量为60 cm。1957年中央大厅四周的沉降量最大处达到146.55 cm。

授课时讨论了这三类地基的性质及导致这三种地基事故的原因和相应的处理方法。讲到比萨塔倾斜情况时,学生情绪高涨,提出了比萨塔为什么会倾斜,是否会继续下沉,如何处理等一系列问题。分析倾斜原因,地基持力层为粉砂,下面为粉土和粘土层,地基压缩层不均匀,造成倾斜。现在每年下沉1 mm。处理措施:1838—1839年挖环形基坑卸载;1933—1935年基坑防水处理,基础环灌浆加固;1992年7月加固塔身,用压重法和取土法进行地基处理,对几种处理方法做了归纳。案例二的事由原因,地基实际承载力小于破坏时的基底压力,谷仓地基因超载发生强度破坏而滑动。处理方法:在谷仓下面增加70多个支撑基岩的混凝土墩,使用388个50 t千斤顶以及支撑系统,将仓体逐渐纠正。案例三是由于软土的压缩性大导致。由于地基变形过大严重影响结构物的正常使用。经苏联专家及清华大学陈希哲教授、陈梁生教授的观察分析,认为裂缝修补后可以继续使用。1979年9月中央大厅的累计平均沉降量达160 cm。1957—1979年22年间仅沉降20 cm左右,说明沉降已趋于稳定。但由于地基严重下沉,室外散水倒坡,建筑物内外连接的水、电、暖管道破裂。

此外,从生活中的点滴入手,调动学生对课程的学习兴趣。比如讲到基础“架越”作用时,通过沼泽地(淤泥或淤泥质土),直接步行或铺一层草袋不太容易通过,而放一块厚木板就可迎刃而解。为什么会出现这样的结果?提出问题,让学生讨论,再分析总结。

通过上述引导,让学生体会到基础工程的重要性,很自然地把地基问题归结为强度与变形两大问

题。从实际工程出发,提出问题,采用启发式教学,启发学生独立自主地去思考探索,让学生寻求答案,注重培养学生独立思考能力,掌握解决基础工程实际问题的基本方法和思维规律,建立一套适合自己的逻辑思维方法和思考问题的方式,进而变“被动接受”为“主动学习”,提高学习能力、创新能力和分析解决问题的能力。

三、工程意识的培养

(一)提高教师的工程意识和专业素养

基础工程的理论性与实践性均很强,教师在课堂上要注重理论联系实际。一方面,要求教师要有深厚的基础理论知识和专业知识,另一方面,要求任课教师必须有工程实践经验,否则教学过程只能是照本宣科,学生的学习积极性差,教学效果不佳。

为此,学校土木工程学院教师还在以下几方面展开了尝试和努力。(1)青年教师参加国家留学基金管理委员会与美国加州大学圣地亚哥分校(UCSD)合作开展的“高校专业课程教师出国研修项目”,通过半年英语语言能力、专业课程教学及课堂活动和专业教学研究等方面的培训学习,吸收多元文化,借鉴发达国家的最新科技成果,加强业务能力和语言能力,推进西部地区高教改革进程,提高西部地区教育与世界接轨的能力。(2)要求年轻的在读博士和刚毕业博士必须到实验室工作一年,参与实验室的教学和科研工作,强化青年教师的实践能力。(3)在暑假期间,轮流选派青年教师到工程局的项目部进行实地训练,提升教师的工程实践能力。(4)学院建筑工程系50%的教师通过了全国一级注册结构工程师考试,通过复习全面熟悉国家、行业乃至地区相关规范,以便于在教学中融会贯通。取得资格证书的教师,一般为企业的技术顾问,在合作的同时也培养和提升了自身的实践能力。此外,年轻教师积极参与工程的勘察、设计和施工,进一步提高了教师的工程素养,逐渐形成了教育理念先进、专业知识扎实、工程经验丰富的教师队伍,确保了在教学的各个环节中培养学生的工程意识。

在教学过程中,适当引入国家关于“岩土工程师”“结构工程师”等从业人员试题库中有关实践的部分内容,通过课堂分析和讲解,使枯燥的课程学起来不至于乏味,可起到事半功倍的效果。

(二)加强实践教学环节,培养学生的工程意识

相对稳定的实习基地是落实实习内容和确保实习效果的基础,目前学校土木工程学院已经与全国部分铁路局、铁道第一勘测设计院、中铁集团部分工程局、甘肃省建筑工程总公司下属各公司、兰州中和房地产开发有限责任公司、中铁一院集团甘肃勘察院和学校设计院、监理公司等一大批企事业单位联合建立了校内外实习基地。此外,还鼓励学生在确

保安全与完成实习任务的前提下,自行联系将要就业的单位进行生产实习。配合卓越工程师培养计划的实施,与中铁二十一局、中铁西北研究院、兰州铁道设计院等单位签订共建国家级工程实践教育中心的合作协议,进一步扩充实践基地。通过与教学实习基地密切配合,带领学生参观兰州各种有代表性的工程,如:市区高层住宅的基坑开挖和基坑支护,设置数米长的支护桩、预应力锚杆和土钉墙等;湿陷性黄土地基中采用土和灰土挤密桩消除地基土湿陷性的地基处理方法,让工地的项目经理在施工现场形成进行现场教学,介绍工程施工过程、施工中出现的问题和采取的应对措施,使学生对基坑工程形成感性认识。在实地参观各种浅基础形式后,搞清基础钢筋与上部结构的搭接方法,使学生对各种基础的适用条件、基本构造与配筋要求了然于胸。在桩基础教学中,通过参观打桩现场,了解桩的类型及特点、桩距、桩径、适用范围、打桩工序及桩身质量检测等。通过现场观摩,增加了学生对课程的学习兴趣,培养了学生的工程意识,加深了学生对土木工程专业的理解。

自2012年以来,学校每年设立开放性实验项目,学生参与踊跃,每组学生由一位教师带队指导,通过选题、查资料、制定试验方案、试验和计算分析等环节的实训,培养了学生的实践能力和创新能力。

在基础工程教学过程中,根据讲课进度分别以

“为墙下钢筋混凝土条形基础设计”“柱下钢筋混凝土独立基础的设计”和“桩基础的设计”为题,给出设计框图,根据给定的地质条件,要求学生完成三种基础的设计。此外,对掌握情况比较好的学生可进一步要求学习PKPM、JCCAD等软件,对手算结果进行对比分析。通过大作业的综合训练,加强学生对书本知识的理解,熟练掌握典型的浅基础和深基础整个设计过程和相应的构造要求,使学生在设计过程中再次温故而知新。

在多年的基础工程教学中,通过对概念设计、地基承载力和地基基础方案选择几个关键问题的论述,让学生理清思路,掌握设计原则。通过工程案例的剖析,让学生深切体会到基础工程的重要性,掌握分析和解决基础工程实际问题的基本方法和思维规律。通过促使教师提高工程素养,确保在课内外、校内外各个环节,培养学生的现代工程意识。通过体验、实训和综合训练等实践教学环节,培养了学生的工程意识和实践能力,用人单位满意率显著提高。

参考文献:

- [1]王月香,顾欢达. 建筑工程方向基础工程课程教学初探[J]. 高等建筑教育,2010,19(5):90-93
- [2]GB5007—2011 建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.

Some experiences in teaching of foundation engineering course for civil engineering

SUN Jianqin, LIU Tingbin, DING Xiaojun

(School of Civil Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, P. R. China)

Abstract: Foundation engineering course is an important specialized course of civil engineering. According to the characteristics of the course, combined with own teaching experience and experience of engineering practice, the difficult problems in the teaching process have been carried on the thorough analysis to deepen the understanding of the basic concepts and to grasp the thread of the course. The engineering cases are analyzed to stimulate students' learning interest and enthusiasm, and to realize the importance of basic engineering. Teachers' professional overall qualities are improved through various channels, and practice teaching links are strengthened to cultivate students' engineering consciousness. Engineering personnels with solid basic knowledge, strong comprehensive abilities and social consciousness are received for the design and construction units.

Keywords: foundation engineering; engineering case; course teaching

(编辑 梁远华)