

土力学教学中几组关系的辨析

李顺群^{1,2}, 刘中宪^{1,2}, 李珊珊¹, 刘寒鹏^{1,2}

(1. 天津城市建设学院 土木工程系, 天津 300384; 2. 天津市软土特性与工程环境重点实验室, 天津 300384)

摘要:根据土力学研究对象的特殊性、多学科交叉性,以及学科体系的不成熟和不完善性等特点,结合教学体会及经验,文章辨析了土力学教学过程中理论与实践的关系,还原论与系统论的关系,土力学课程与其他课程的关系,教材知识与创新能力培养的关系,教材内容与最新科研成果的关系,传统教学手段与现代教学手段的关系,师生关系,新旧教学内容关系,以及教学过程与教学结果的关系等。

关键词:课程教学; 土力学; 还原论与系统论

中图分类号:G642.0;TU43

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2012)06-0107-05

土力学是研究土的组成、特性、应力、渗流、变形、强度、土压力和土坡稳定性以及与此相关内容的学科,是进一步学习基础工程、地基处理、地下结构、深基坑支护等诸多后续专业课程的重要基础。土力学是土木工程专业一门重要的核心课程,又是树立学生开放思维方法的重要载体,因此对培养学生处理未来各类工程问题具有重要意义^[1-2]。

土力学涉及力学和工程地质等较多前期课程知识,课程涉及面广,理论性强,基本知识抽象、不成系统,而且,有些内容缺少必要的预备知识。比如,塑性区的确定等多处知识点涉及弹性力学中的平面应变问题,而弹性力学一般为本科四年级的选修课;因此,不少学生甚至在毕业后也没有真正理解某些基本原理,没有抓住土力学分析问题和解决问题的精神实质和基本思路。

土力学教学必须坚持以三大理论为主线,以基础知识和基本理论为教学重点,以素质和能力培养为目标,以工程应用为最终目的。由于课程的特殊性,在教学过程中,存在着各种复杂的关系,处理好这些关系是取得良好教学效果的必要条件。

文章从土力学的研究对象和服务对象出发,结合教学实践和学科发展趋势,分析了土力学课程的特点。在此基础上,针对土力学课程理论性与实践性强等特点,建议在土力学课程教学中应处理好几种关系,以期对土力学教学有所帮助。

一、土力学的课程特点

土力学从工程力学发展而来,与其他力学分支相比,具有明显的特殊性。

收稿日期:2012-02-21

基金项目:国家自然科学基金(51178290);教育部科学技术研究重点项目(210004);天津市自然科学基金项目(11JCYBJC02900);天津城市建设学院教育教学改革与研究项目(JG-1181)

作者简介:李顺群(1971-),男,天津城市建设学院教授,博士,主要从事土力学和基础工程方面的教学与研究,(E-mail)lishunqun@sina.com。

(一) 研究对象的特殊性

理论力学的研究对象是刚体,材料力学和弹性力学的研究对象一般是线弹性体,结构力学的研究对象是杆件组成的结构,塑性力学的研究对象是弹塑性体,流体力学是研究流体机械运动及其应用的科学。而土力学的研究对象是地壳岩石经过漫长的风化后所产生的碎散矿物集合体。由于不同地区、不同深度、不同地点土的工程性质千差万别,导致土力学的研究对象具有显著的区域性、明显的个性、不可忽视的时间效应和空间效应等特点。另外,土是多孔、多相、不连续介质,其骨架孔隙由水和空气充填(有时还有冰)。随时代变迁,不同地质条件下形成的土,其固、液、气三相之间不同的比例关系及其相互作用导致土的物理、力学性质进一步复杂化。因此可以说,土的碎散性、多相性和地质历史形成的变异性是土区别于其他材料的三个显著特征。

土的固相包括颗粒的大小和级配、化学矿物成分、电学性质、松密状态等;液相涵盖水的形态、化学成分和杂质、冰水状态等;气相涵盖气体的形态、成份、连通情况等。另外,固、液相之间存在双电层作用,气、液相之间存在收缩膜作用。因此,特定土表现出特有的物理状态、化学性质和电学性质。当与不同的边界条件、荷载条件和温度条件相耦合时,土的双电层特性、收缩膜特性以及结构性发生相应变化,从而引发十分复杂的力学和工程性质。

(二) 依托理论的多样性

有效应力原理、一维固结理论、Mohr - Coulomb 强度准则构成了土力学的基本骨架,是目前解决土工问题的理论基础,也是土力学的教学重点。在土力学中,常常出现不同的研究对象依托的理论全然不同的现象。比如有效应力原理、挡土墙和土坡稳定性验算等均假设土体为刚体,采用的是理论力学的研究方法;一维固结理论、弹性地基梁计算等则将土体视为线弹性体,采用材料力学的研究方法;在确定地基承载力时又将土体当作刚 - 塑性体,采用塑性力学的研究方法;在研究黄土的湿陷性时又可以将其视为弹塑性材料。

(三) 多学科交叉性

如前所述,土力学课程学习应在掌握理论力学、材料力学、弹性力学、塑性力学、流体力学、水力学、工程地质等知识的基础之上,采用不同学科的研究成果,综合分析才能合理解决相关问题。而在研究环境岩土工程问题时,甚至涉及化学和生物学方面的知识,充分体现了土力学的多学科交叉特性。

(四) 对相关学科的反促进作用

土力学是一门实用性很强的学科。由于研究对象的特殊性,在其发展过程中,对相关学科的发展起到重要的反促进作用。比如,传统塑性力学以钢材等材料为研究对象,认为球应力只引起体应变,偏应力只引起偏应变。因此,传统塑性力学无法考虑材料在剪切变形过程中的体变。对岩土类材料,球应力既可以引起体应变,又可以引起偏应变;偏应力既可以引起偏应变,又可以引起体应变。为了反映诸如此类与钢材等传统材料截然不同的特性,国内外岩土工程专家开展了广泛研究。在对传统塑性力学提升和改造的基础上,诞生了塑性力学的一个重要分支——土塑性力学或广义塑性力学^[3]。

(五) 学科体系的不成熟和不完善性

土力学中涉及的基本概念、计算理论和计算公式很多,而且各部分内容之间的连贯性较差。与前面提到的几个力学分支相比,土力学具有明显的不成熟性和不完善性。土力学发展至今,其理论基础仍不完善,处于半理论、半经验的发展阶段。在土力学中还不能用一种模型概括土的全部力学性质,经验公式和经验方法随处可见并在实际工作中发挥着重要作用。土力学的不完善性还表现在土力学中公式的假设条件过多,且有些假设自相矛盾。比如,在推导地基塑性区过程中,计算地基中的附加应力时假设地基处于弹性状态,然后根据计算出的应力条件和 Mohr - Coulomb 准则可以得出塑性区范围。这种前后不协调现象在土力学中并不少见,在教学过程中务必给学生讲解清楚。

二、土力学教学过程中的几组关系

(一) 理论与实践的关系

土力学随工程实践的发展而发展,因此,土力学的最终目的必然是为工程实践服务。土力学理论与日常生活和工程实践息息相关,日常生活和工程实践是学生掌握土力学理论、培养学习兴趣和创新能力的重要途径。在教学过程中,应该将已学理论与工程实践紧密结合,但在现有土力学教材中,一般只在绪论中有少量工程案例介绍,学生在学习过程中时常不知学为何用,学习目的不明确,缺少应有的学习动力和兴趣。若在教学过程中将理论知识和工程实际紧密结合,不仅可以激发学生的学习兴趣,也能提高学生分析、解决实际工程问题的能力,从而加深对土力学理论的理解。

例如,在学习有效应力原理后,教师可以让学生对过度抽取地下水引起地面沉降进行解释,对地液液化引起建筑物沉降进行分析。通过工程实例,开

阔学生眼界,激发其学习兴趣,并使其充分认识到土力学课程的重要性。工程实例教学有利于培养学生解决问题能力,使学生逐步形成创新性思维。

教师也可以结合科研课题,向学生介绍土力学理论的实际应用。在讲解土的压缩性和一维固结理论后,笔者结合自己的一个堆岛项目,详细讲解了堆岛最终沉降量和沉降量随时间发展的计算过程。随后,介绍最终沉降量计算对岛上建筑物的重要意义,并进一步强调沉降过程对建设工期的经济意义和社会意义。

(二) 还原论与系统论的关系

近代科学技术起源于西方,其核心研究思想为分解,即人体—系统—器官—组织—细胞—基因—蛋白质—分子—原子—量子……东方科学强调万物间的相生相克,即把研究对象作为一个整体,即人体—经络—穴位。

与其他学科不同,土力学中的多数问题难以精确解析、认知和预测。这主要源于岩土材料的复杂性、影响因素的多样性和初边条件的不确定性,主要表现在一因多果、一果多因或因素的相互关联和转化。在土力学教学中,一定要向学生灌输土力学的不确定性这一重要思想,即并不是计算得越精确就越完美。顾宝和曾提出,在岩土工程中“不求计算精确,只求判断正确”,强调定性分析和定量分析相结合,强调综合判断^[4]。新奥法隧道施工方法实际上是系统论在土力学中的具体运用,因此,应不断向学生强调工程监测和工程经验在岩土工程中的重要作用。

(三) 土力学课程与其他课程的关系

土力学是土木工程中联系基础课程和专业课程的重要桥梁,其基本概念、基本方法和结论是诸多后续课程的基础,如基础工程、地下结构、深基坑支护、地基处理等。土力学教学过程既体现理论知识的传授,又离不开基本土力学实验等实践性教学环节的指导。同时,在学习土力学过程中,学生还应该学会分析、处理工程实践问题常用的方法,提高自己在未来毕业设计或实际工作中必须具备的分析、综合、判断能力。

(四) 讲授教材知识与培养创新能力的关系

掌握土力学基础知识,培养继续学习能力及创新能力是教学过程中应注重的两个方面,不可偏废。基础知识的良好掌握是培养学生继续学习及创新能力的前提和基础,而学生学习能力和创新能力的提高又有助于其掌握更多的土力学知识。二者互为补充,互相促进。教材知识是学生胜任未来工作的基

础,而创新能力则是学生成长发展的源泉。现代教育观念注重培养学生学习能力和创新能力,因此,土力学教学也应围绕培养创新型人才展开。事实上,教材知识与培养创新能力是一致的,如果教学过程中一味倾向于培养学生的创新能力而忽略了基础知识的传授,那么创新能力的培养也只能是海市蜃楼。如果教师在课堂上针对堆岛的最终沉降量和沉降过程提出了若干问题,而学生没有掌握分层总和法与一维固结理论,那么学生肯定无从下手,创新性能力的培养就会成为一句空话。

学习能力和创新能力的培养在于扎实的基础知识,因此,在教学过程中,必须加强基础知识、基本理论的讲解。当然,在教学过程中也不能满堂灌,应该结合切身的工程实践或科研课题阐述相关土力学理论,让学生针对实际工程勤思考、多动手,这是培养他们创新能力的必要手段。

为了让学生对学科前沿和发展动向有所了解,在时间允许的条件下,可以邀请与学生共同语言较多的新近毕业博士或在读博士生以各自的研究方向介绍相关领域的国内外最新研究成果,以激发学生参与科学研究的兴趣。比如,依托重点实验室学术年会,学校土木工程专业每年都组织学生听取多名国内外知名专家的学术报告。另外,还应大力提倡学生参加各类大学生科技活动。比如,教研室每年都积极组织学生申报“科技活动资助项目”。由于事先作了充分准备,每年都有3—5名学生获得了2000元资助。获得资助的学生,其学习积极性明显提高,对其他学生也起到示范带动作用。

(五) 既有教材内容与最新科研成果的关系

土力学是一门实践性很强的学科,同时又是一门很不完善的学科。这就决定了土力学教学必须与最新科研成果相联系,才能实时修正更新理论、公式和计算方法。与理论力学、材料力学等“严密”学科不同,土力学是一门逐步发展完善的学科。比如,在讲解条形荷载作用下塑性区的计算方法时,除讲解教材中的方法外,可以比较分析国内外近几年关于该课题的研究成果。国内确定条形均布荷载作用下临塑荷载 p_{cr} 和临界荷载 $p_{1/4}$ 、 $p_{1/3}$ 以及地基塑性区的方法,在推导过程中假设土体自重应力如同静水应力——在同一深度各个方向上应力均相等且无剪应力。这明显有悖于实际情况,只有理想液体才能满足这个条件。笔者将塑性区研究成果穿插于地基承载力的确定进行讲解,取得了良好的教学效果^[5]。

(六) 传统教学法与现代教学法的关系

现代教学手段和技术包括电视录像、投影、多媒

体、网络等,教师若能恰当地运用这些教学手段,通过图像、声音、文字的巧妙结合,把土力学内容展现在学生面前,显然可以起到节约时间、增加信息量、体现形象性和生动性等作用。如果再结合形形色色的工程实例照片,对深化学生土力学知识无疑具有积极意义^[6]。

在教学中对各种教学方法进行最佳组合,针对不同的教学内容采用不同的教学方法。在土力学教学中,值得推荐的是案例教学法与研讨教学法相结合的教学方法。最有效的方法是将传统教学手段与现代化教学手段结合,以传统教学方法为主,多媒体教学为辅。例如,在土坡和地基的稳定性章节中,假设多、公式多、推导过程复杂,这时可以将推导过程和结果以幻灯片的形式向学生讲解,教师在黑板上强调步骤和关键点。

在传统教学过程中,有些教师强调记笔记的重要性,但是在多媒体教学手段广泛应用的今天,每节课的信息量非常大,完整记录所有内容已不现实。而且,在听课过程中记笔记,势必影响对课堂内容的理解,其结果反而得不偿失。因此,在教学过程中,笔者一般不要求学生记笔记,取而代之的是学生在教材上勾画或在章节的适当位置批注。

(七) 学生与教师的关系

教学过程是教与学的过程,是人才培养的重要渠道,其重心应落在“学”上。教师的教与学生的学是以课程为平台,平等、民主的交往过程,二者均是主体。通过教,教师实现传道、授业、解惑;通过学,学生增长知识、提高能力、养成素质,并逐步成长为专业人才。教学是一种师生双向互动的实践活动,教学过程的出发点和归属点都是“学”,因此,教学绝不是教师单向传授知识的过程,而是学生主动学习的过程,是师生相互交流与合作、相互启发与提高的过程^[7-8]。

教学不应局限于课堂教师讲授,而更重要的是给学生充分的空间和自由度,让学生有机会思考、体验、总结、提高。另外,还需要一个必不可少的锻炼过程,包括各种习题、实验、报告、参观考察、工程实践等。

在教学过程中一定要注重调动师生双方的积极性。教学质量归根结底要靠学生的学习成绩和学生未来的发展成败来评判。学生的发展质量是教育质量的具体体现,其内核和实质是学生主体性的提高程度。在教学过程中,教师应不断学习,调动自己的主观能动性,不断完善自己的专业知识。同时,也要充分调动学生的主动性、积极性和创造性。只有学

生的主体能动性和教师的主体能动性都充分调动,才能互相促进,共同发展。

(八) 新旧教学内容的关系

在知识与信息化时代,知识量骤增,信息传播速度也越来越快,知识高度分化、新学科不断涌现,新技术层出不穷。据统计,近30年人类积累的知识相当于过去2000年积累的总和。研究表明,现在大学生一出校门,所学知识60%左右已经陈旧。土力学是一门新兴学科,在信息化的今天,其发展速度也十分迅速。在中国,土力学专业每年发表在EI期刊上的研究论文多达2000篇左右。这些研究论文刊载了大量研究成果和工程实录,从不同侧面展示了学科的最新研究成果,因此,在教学过程中,一定要使用版本新、质量高的教材,以防止教材内容滞后。同时,在教学过程中,要及时把学科前沿的新成果融入相关章节。

土力学中的经典内容,如有效应力原理、一维固结理论等是土力学的基础,任何时候都是土力学的核心和需要重点讲解的内容。地基沉降、抗剪强度等内容是不断发展完善的理论,在教学过程中应该实时引入相关内容。比如,在讲完饱和土的Mohr-Coulomb强度理论后,可以简要介绍非饱和土的强度理论研究进展,并说明饱和土的强度理论是非饱和土强度理论的特例。在讲完分层总和法后,可以列举邓肯-张等非线性弹性模型、反映弹塑性的剑桥模型等,以开阔学生视野。

(九) 教学过程与教学结果的关系

教学过程是学生在教师指导下认识世界,接受知识的过程。同时,学生和教师的创新意识往往在教学过程中萌发,创新能力在教学过程中强化和提升^[9]。教学最终目的是培养学生的继续学习能力、解决问题能力和创新能力,包括思想道德、身体素质、审美能力、劳动技能、创新意识和能力、综合素质等方面。教学是手段和途径,培养高素质人才是最终目的和评价教学活动成败的唯一标准。

因此,教学结果绝对不能仅根据考试成绩、考取的数量、获奖多少等指标评价,而应以教学过程在学生人生成长过程中所起的作用对教学效果进行评价。纵观国内外著名科学家的成长历程,不乏孩童时期不是“好学生”的例子。因此,教师在教学中且不可对自己看不惯的现象妄下结论。给学生讲授岩土工程的工作思路、工作方法,激发他们兴趣,可能比讲清楚某一个知识点更为有效。

三、结语

土力学是一门半理论、半经验的学科,其最大特

点是成熟性。文章从土力学课程的这一特点着手,根据培养计划和教学大纲要求,结合自己在教学过程中的体会和积累的经验教训,阐述了土力学教学过程中应该正确处理好几组关系。当然,要想获得较好的教学效果,还需要处理好其他一些关系,如学生之间的协作关系等,限于篇幅,此处不再展开。

参考文献:

- [1] 姚笑青. 土力学课程特点与课堂教学方法探讨[J]. 高等建筑教育, 2007, 16(4): 81-85.
- [2] 高文华, 万文, 陈秋南, 等. 《土力学》课程教学改革与实践[J]. 高等教育研究学报, 2007, 30(4): 50-51, 4.
- [3] 郑颖人, 沈珠江, 龚晓南. 广义塑性力学——岩土塑性力学原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [4] 顾宝和. 浅谈岩土工程的专业特点[J]. 岩土工程界, 2007, 10(1): 19-23.
- [5] 李顺群, 王英红, 柴寿喜, 等. 二次曲线作为 Mohr 包线时的地基塑性区[J]. 广西大学学报, 2009, 34(3): 297-300.
- [6] 卢坤林, 钱德玲, 杨扬. 多元化教学模式在土力学课程中的尝试[J]. 合肥工业大学学报: 社会科学版, 2009, 23(5): 23-26.
- [7] 朱昌流. 论启发式教学的有效实施[J]. 教育与职业, 2007(18): 151-152.
- [8] 侯煦光. 怎样进行启发式教学[J]. 高等教育研究, 1997(5): 72-76.
- [9] 孔凡哲, 王郢. 在课堂教学中如何看待过程与结果[J]. 广西教育, 2005(6): 10-13, 112.

Relationship in the teaching of soil mechanics

LI Shunqun^{1,2}, LIU Zhongxian^{1,2}, LI Shanshan^{1,2}, LIU Hanpeng^{1,2}

- (1. Department of Civil Engineering, Tianjin Institute of Urban Construction, Tianjin 300384, P. R. China;
2. Tianjin Key Laboratory of Soft Soil Characteristics and Engineering Environment, Tianjin 300384, P. R. China)

Abstract: According to the characteristic of soil mechanics, excessive theories, across-subjects, and immature and incomplete, soil mechanics is based on much more classical but inconsistent theories. With the authors' teaching experiences, the paper analyzed some relationships in the teaching of soil mechanics including theory and practice, reductionism and system theory, soil mechanics course and other courses, knowledge in textbooks and innovation ability training, teaching content and latest scientific achievements, students and teachers, teaching content updating, teaching process and teaching result.

Keywords: course teaching; soil mechanics; reductionism and system theory

(编辑 周沫)