

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.06.014

欢迎按以下格式引用:孙晓辉,苏 栋,姬凤玲.土力学课程教学中的趣味性、启发性及思政融入型教学实践[J].高等建筑教育,2021,30(6):93-99.

土力学课程教学中的趣味性、 启发性及思政融入型教学实践

孙晓辉,苏 栋,姬凤玲

(深圳大学 土木与交通工程学院;深圳市地铁地下车站绿色高效智能建造重点实验室,广东 深圳 518060)

摘要:土力学课程既包含科学原理,又与日常生活、工程实践密切联系。如何深入浅出、结合工程实践开展教学活动至关重要。教师可从日常生活中提炼既有趣味性,又与土力学课程原理相通的事物,通过引导学生观察和联想展开课堂教学,从而达到活跃气氛、提高学生学习专注力的目的。通过开发演示教具,将复杂原理具象化演示,提高教学效率,并发挥土力学课程与思政紧密相连的天然优势,在课堂中融入历史文物、重大事件、重大工程等信息,最终达到轻松趣味、具象演示、融入思政的教学效果。

关键词:土力学;趣味性;启发性;课程思政;课程教学

中图分类号:G640;TU43

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2021)06-0093-08

土力学是土木工程专业本科生的必修专业课程。土力学所解决的主要问题包括土的强度、变形和渗流问题,相关问题在地基基础、地基处理、挡土结构、边坡、堤坝等具体工程中均有体现。作为一门贴近工程实践的课程,该课程充满了哲学性、科学性、实践性和趣味性^[1]。不少学者在土力学教学中开展了诸多教学改革和创新实践,力求提升教学效果^[2-5]。李广信指出,土力学教学应重视实践,包括必选教学实验、观摩演示性实验、研究训练项目等,引入有新意、有趣味、有深度的实践教学^[6]。缪林昌指出,教学中应注重学生学习兴趣培养、手脑并用和创造性思维的培养^[7]。王安明等总结了趣味性、互动性及实验环节在土力学教学中的重要性^[8]。贺瑞霞等提出土力学教学中应重概念、重理解、重实验、重案例分析等^[9]。姚笑青认为,善于总结教学脉络、注重启发性与互动性、增强艺术性与趣味性是教学成功的关键^[10]。可见,在土力学的教学中注重概念的理解和原理的演示,增加课程教学的趣味性和启发性得到广大土力学教育工作者的一致认可。

正如大量学者所描述,土力学与工程实践结合十分密切,只有将复杂问题简化才能更加贴近其本

修回日期:2021-07-12

基金项目:深圳大学教改项目“《土力学》抽象概念的形象化、情景化演示研究”(JG2021083)

作者简介:孙晓辉(1988—),男,深圳大学土木与交通工程学院特聘副研究员,助理教授,博士,主要从事环境与岩土工程研究,(E-mail) sanxiaohui@szu.edu.cn。

质。如何将抽象问题具象化还有待进一步提炼总结。一方面,将现实生活中所遇到的问题与土力学知识相结合并应用于课堂,以激发学生的学习兴趣、活跃课堂气氛,寓教于乐;另一方面,对于一些较为抽象、难以直观感受的原理,可通过特殊设计但又简单易懂的教具展示,将复杂原理具象化,使学生在直观感受中体会科学原理,加深对原理的理解,并形成持久印象。此外,土力学课程天然具有众多思政素材,并且与我国众多历史文物、重大工程、重大事件紧密相连,在教学中适当引入思政案例不仅可以激发学生的爱国热情,而且还可加深学生对于相关知识的理解。

一、源于生活的趣味性

土力学作为与工程实践密切结合的课程,相关原理或知识点可在现实生活中常见事物的基础上进行形象化描述,以增强课堂教学的趣味性和启发性。

(一) 土基本概念中的趣味性

在描述土的基本结构时(包括单粒结构、絮状结构和蜂窝结构等),如图1所示,对土的基本结构进行具象化联想教学。通过引入形象化的彩色卵石说明土的单粒结构,如图1(a)所示。通过引入生活中常见的玉石手链描述土的絮状结构,如图1(b)所示;多层絮状结构相互叠加最终形成类似蜂窝结构,如图1(c)所示。

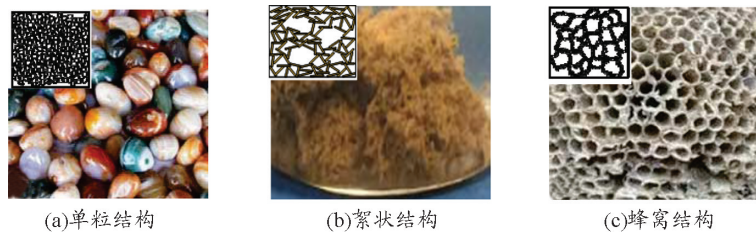


图1 土的基本结构

再如,在描述土颗粒的具体形状参数时,有球形度和磨圆度两个基本概念,如图2所示。其中,球形度是指颗粒形貌接近球体的程度,磨圆度是指颗粒在搬运过程中经冲刷、滚动、撞击等,棱角被磨圆的程度。在教学中采用学生最为熟悉的荔枝品种(桂味和糯米糍)进行描述。其中,桂味品种的荔枝更圆,但表面刺尖更加尖锐,说明其球形度更高,磨圆度不高。而糯米糍品种的荔枝更长更扁,但表面的凸起较为圆润,因此,其球形度不高而磨圆度更高。通过举例加深了学生对土颗粒具体形状的认识,活跃了课堂气氛,课堂教学效果甚佳。

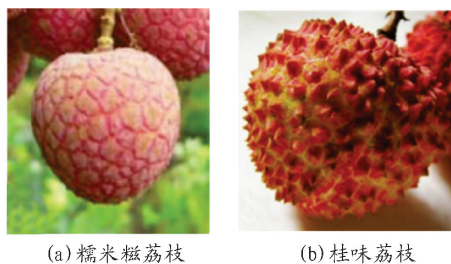


图2 土颗粒磨圆度与球形度形象展示

又如,土的比表面积概念,其定义为单位质量的物体的总表面积。它决定着土的吸附性能。以单个西瓜为例,其表面积为整个外表面积,而在切成小块之后,在总重量不变的情况下,其总表面积大幅增加。可见,土颗粒粒径越小,其比表面积越大。

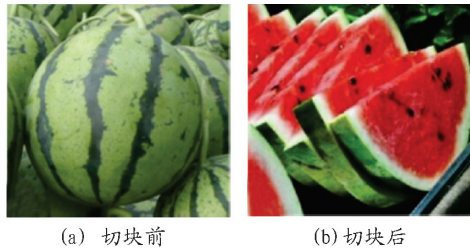


图3 土的比表面积概念形象展示

(二) 正常固结土和超固结土的区别

正常固结土是指其历史上所受的最大固结应力,即为当前所承受的固结应力的土体。超固结土是指历史上所承受的固结应力大于当前固结应力的土体。两者的差别在于,超固结土受到过较大的固结应力,然后有卸载过程,相对于正常固结土,超固结土的孔隙比更小,强度、压缩模量等可能更高。为帮助理解相关概念,以嫩豆腐和豆腐皮为例,进行趣味联想比较,如图4所示。嫩豆腐历史上所受的固结应力即为(或接近)其当前自重应力,因此,含水量较高,孔隙较大,表现出强度较低的特性。而豆腐皮在制作过程中,经历了高压作用,豆腐中水分被挤出(可看作是排水过程),造成颗粒排列更加紧密,孔隙比大幅降低。相对而言,豆腐皮更加有嚼劲,说明豆腐皮的抗剪强度更高。且对其进一步挤压,相对于嫩豆腐,较难产生更大的变形,说明其压缩性更低。如此,在教学中,正常固结土和超固结土的区别和主要特征更加通俗易懂。

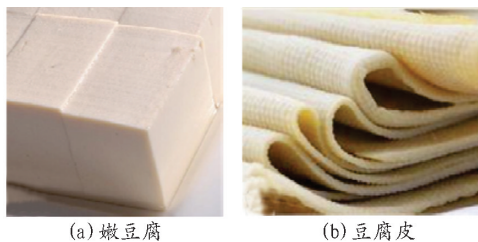


图4 正常固结土和超固结土概念形象展示

(三) 剪缩和剪胀的辅助理解

土体剪切过程中会发生体积变化,即所谓土的剪胀性。土的剪胀性实质上是由于剪应力引起土颗粒间相互位置和排列发生变化,从而使颗粒间的孔隙加大(或减小),最终导致体积变化。在授课过程中,笔者以两个拳头相对,骨头凸起部分(简称骨凸)代表土颗粒,如图5所示。在初始剪切阶段,若在排列最紧密时,骨凸之间犬牙交错,无缝隙,代表土颗粒处于最紧密状态,此时孔隙比最小。当骨凸错动时,代表剪切过程中发生了土颗粒排列变化,导致颗粒间孔隙增大,体积发生膨胀,即为剪胀现象。而若初始阶段为孔隙最大的状态时,即骨凸一一对应,代表土的疏松状态。在剪切作用下,骨凸发生错动,导致孔隙减小,发生剪缩现象。

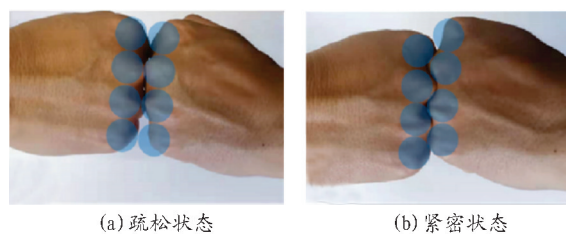


图5 剪胀性手势

需要指出的是,在排水条件下,上述剪胀、剪缩体积确实发生了变化,因为孔隙的变化可迅速被外部的水充满或将孔隙中的水排出,而对于不排水条件,由于体积没有发生变化,所谓的剪胀和剪缩则成了一种体积变化趋势,而非真正的体积变化。在剪胀趋势下,孔隙具有增大的趋势,而其内部所充满的水体积无法膨胀,即产生负的孔隙水压力来克服这种体胀趋势所带来的拉应力。而在剪缩趋势下,孔隙具有缩小的趋势,而其内部充满水无法被压缩,则对孔隙水产生正的压力。

经过上述趣味性解读,学生瞬间理解了剪胀性的内涵,以及其对土体内部孔隙水压力的影响。此外,鼓励学生在课堂上积极参与试验,形成师生之间的积极互动。

二、复杂原理的启发式具象演示

在土力学教学中,借助简单教具将科学原理浅显易懂地进行演示对于提升教学效果具有重要的作用。笔者通过制作一系列教具,将土的渗流作用、土工合成材料加筋作用、成层地基沉降等难以直观解释的原理通过教具进行直观演示,达到辅助教学的目的。

(一) 渗流、液化的具象演示

由于渗流的存在,地基土中的有效应力、孔隙水压力将发生变化。具体而言,垂直向上的渗流将导致土中孔隙水压力增大,有效应力降低甚至消失,达到一种液化状态,从而不再具有承载建筑物的能力。本教具为直径0.2 m的填满砂的有机玻璃柱,主要用于模拟地层,其下方留有与水龙头相连的水管接口。当水龙头打开时,可在砂层中产生向上的渗流。砂中埋设一根直径为1 cm的钢棒,用于模拟建筑物的桩基,如图6所示。

当无渗流作用时,如图6(b)所示,学生可观察到钢棒稳稳立在砂中,用手下压时,难以将其压入。这说明桩基具有一定的承载力,主要来自侧壁的摩擦和端部的阻力。当渗流存在时,如图6(c)所示,渗流力抵消了砂的有效应力,使地层处于一种液化状态,导致内部承载力丧失,钢棒轻易陷入砂中,以此模拟建筑物的破坏过程,从而向学生展示渗流作用带来的巨大危害。在演示过程中,可对相关知识点进行详细讲解。

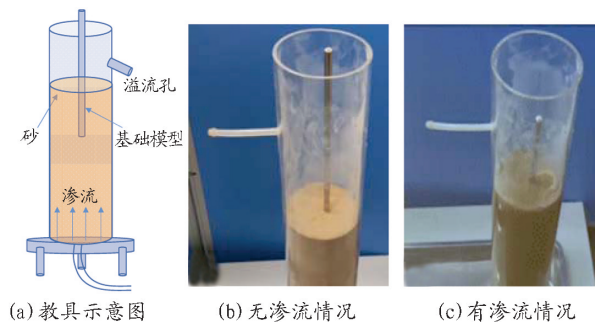


图6 渗流作用演示

(二) 加筋作用的演示

土工合成材料加筋垫层是一种常见的岩土体加固手段,其原理在于通过对岩土体施加侧向约束作用,从而提升土体的抗变形能力。但这种作用难以直观描述,学生们无法获得直观体验。通过制作四壁可开合的立方体模具,填筑土体,形成试样进行加筋作用演示,如图7所示。其中图7(a)试样中间加入两层土工格栅,图7(b)试样中间加入两层土工布,图7(c)试样不加筋,然后让学生们站立在岩土体顶部,并撤掉四周挡板。对于不加筋的试样图7(c),当挡板被撤掉后,岩土体随即垮塌,表明其无法

承载一个人的体重。而对于加入土工格栅的试验,当挡板撤掉后,土块仍然直立,可承受一个人的重量且不垮塌,说明土工格栅对土体施加了侧向约束作用,提高了土体的总体刚度,以此直观清晰地说明加筋的作用。

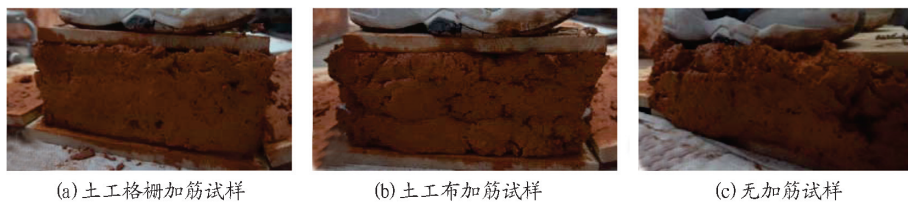


图7 加筋作用展示

(三) 层状地基变形性能演示

成层地基的沉降量与各层地基的弹性模量分布有密切关系。对于垂直方向上,不同模量的地层分布对地基变形量的影响如何,学生难以有直观感受,为此,研制如图8所示教具,可通过采用不同硬度的材料模拟不同类型的土层。在上部施加相同荷载后,观察不同模量分布的地层变形。而在实际教具演示下,可明显看到当模量较高的土层处于上方时,整个土层沉降更小。考虑极端情况,将模量最低的土层放置在最表层,则得到最大沉降。相反,将模量大的土层放置在最表层,则得到最小沉降。表明当模量大的土层靠近表层,则可更大幅度承受外荷载,土层的压缩沉降量更小。其主要原因为土中应力自上而下逐渐降低,模量更高的土层更靠上时可抵抗更大的应力,从而使压缩变形量更小。

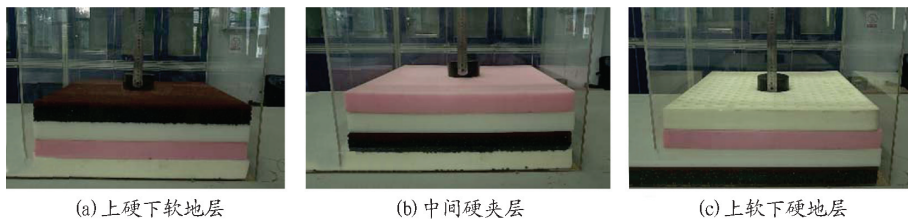


图8 层状地层的变形

三、思政素材的融入

(一) 中国历史文化融入

土力学课程教学可与中国历史文化紧密联系。如:黏土矿物由多种矿物成分组成,包括高岭石、伊利石、蒙脱石。如果仅仅将三种枯燥的矿物名称告诉学生,很难在学生的脑海中留下深刻印象,而将这三种主要黏土矿物与地名联系起来,则可大幅提高学生的兴趣。除了伊利石和蒙脱石均为美国地名外,高岭石因最早发现于中国江西景德镇附近的高岭村而得名,如图9所示。高岭土作为一种制瓷原料,有力地支撑了我国古代景德镇制瓷手工业的发展壮大。从教学效果看,学生对此种教学方式产生了浓厚兴趣,极大地激发了民族自豪感。



图9 高岭村与景德镇瓷器

在讲述由于土体变形,地基发生不均匀沉降引发工程问题时,引入中国大量的古建筑保护案例来阐述此类问题发生的原因及其解决方案。例如:著名的虎丘塔、大雁塔等中国古建筑(如图10所示),由于地下水开采、地基土厚薄不均等,导致地基不均匀沉降,从而引发塔体倾斜,这些都是典型的土体变形问题。在此,可从虎丘塔和大雁塔等著名古建筑的建造年代和历史渊源切入,体会古人智慧的结晶,培养学生对中国历史与文化的自豪感,增强民族自信心。



图10 大雁塔与虎丘塔

(二) 以重大事迹为素材

管涌是渗透破坏的一种,也是堤坝溃决的主要原因之一。其发生机理主要在于土中的细颗粒在粗颗粒形成的孔隙通道中被渗透水流带出,从而造成孔洞越来越大,最终发生溃坝。管涌作为一种渐进性的破坏形式,其发生的主要机理有两个方面:一是水力坡降的存在,此为外部原因;二是土颗粒自身的不均匀性,导致细颗粒可以从粗颗粒的孔隙中被带出。在教学中,引用抗洪抢险中解放军战士采用的“养水盆”方式进行管涌对抗举例,如图11所示。当堤坝外侧有水流渗出并伴有细颗粒外冒时,可认为有发生管涌的前兆,需要立刻采取措施。此时,向学生明确指出,在无法快速改变坝体土颗粒自身性质的前提下,可通过“养水盆”的方式快速改变渗流水力坡降的大小。以抗洪抢险举例,在学习专业知识的同时使学生更加全面了解我国以人民生命、财产安全为中心的抢险救灾安排部署,深切感受解放军战士的伟大,从而厚植爱国情怀,增强学生对社会主义优越性的认同。

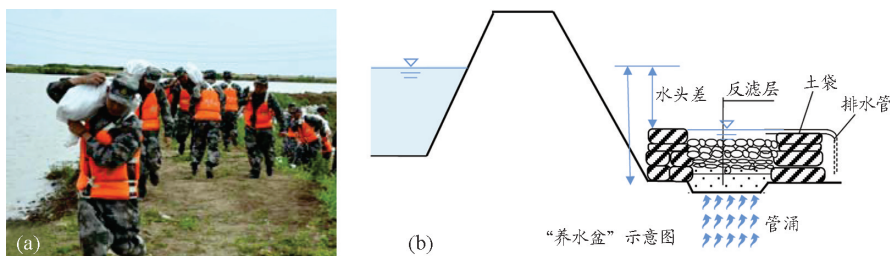


图11 解放军抗洪抢险与养水盆示意图

(三) 以重大工程为背景开展教学

土力学相关知识点均可与我国重大工程建立联系,如港珠澳大桥、高铁网络、三峡工程等,包含众多与土力学直接相关的知识。基于此类重大工程背景,可进行包括水位升降引起滑坡、地基压缩沉降、边坡锚固等知识要点的讲解。

(四) 树立正确的价值观和工程伦理

岩土工程中隐蔽性的地下工程居多,从业工程人员必须坚守工程质量底线,树立正确的人生观和价值观。因此,在土力学教学中,应结合相关工程事故,讲述问题产生机理,并警示学生筑牢安全意识和职业道德底线,从而达到工程伦理教育的目的。

四、结语

土力学课程特点鲜明,尽管理论抽象,但较为贴近实际工程和生活,有天然的趣味性、启发性特点,具有良好的思政教学基础,因此,可在课堂上形成有效互动,促使学生集中注意力、提高理解力,最终达到提高教学效果的目的。

(1)通过将趣味性十足的土的基本性质融入教学中,促使学生快速理解概念,加深印象,避免死记硬背。同时,教师要善于联想,善于从日常生活中挖掘既有趣味性又与土力学教学密切联系例子,并融入教学中。

(2)通过直观、浅显的教具演示和启发,展示难以表述的土的渗流作用、加筋作用和成层土的沉降变形特征。在未来教学中,教师仍需精心构思,抓住主要矛盾,制作更多易于操作且可将复杂原理直接、直观演示的教具。

(3)土力学课程与思政联系紧密,不仅可将中国丰富的历史文化融入课堂,而且还可从现代超级工程及抢险事迹中挖掘思政元素,在阐述专业知识的同时,厚植家国情怀,培养学生的爱国热情。与此同时,在土力学课程中开展工程伦理教学,引导学生树立正确的价值观。

参考文献:

- [1]李广信. 岩土工程 50 讲——岩坛漫话[M]. 2 版. 北京:人民交通出版社,2010.
- [2]程建军.“土力学”课程思政教学实践外延与内涵探索[J]. 兵团教育学院学报,2020,30(5):25-28.
- [3]代国忠,史贵才,吴晓枫.“土力学与基础工程”课程建设与教学改革探索[J]. 长春理工大学学报(社会科学版),2009,22(6):1028-1030.
- [4]王伟,陶菲菲,卢廷浩,等. 启发式教学在土力学教学中的应用[J]. 高等建筑教育,2008,17(5):83-86.
- [5]陈福全. 土力学课程创新性教学的几点思考[J]. 理工高教研究,2005,24(1):85-86;93.
- [6]李广信,吕禾,张建红. 土力学课程中的实践教学[J]. 实验技术与管理,2006,23(12):13-14;23.
- [7]缪林昌,经绯,邵俐. 大土木工程类土力学教学改革思考与实践[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2009,11(S1):255-257.
- [8]王安明,李小根,姜彤,等. 土力学课程教学改革与实践[J]. 华北水利水电学院学报社科版,2009,25(4):100-102.
- [9]贺瑞霞,张国强. 土力学课程特点及教学方法的探讨[J]. 高等建筑教育,2007,16(2):92-94.
- [10]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.

Interesting, enlightening and ideological and political teaching practice in the course of soil mechanics

SUN Xiaohui, SU Dong, JI Fengling

(College of Civil Engineering and Transportation Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518000, Guangdong, P. R. China; Shenzhen Key Laboratory of Green and Efficient Intelligent Construction of Underground Subway Station, Shenzhen 518000, Guangdong, P. R. China)

Abstract: The course of soil mechanics not only contains in-depth scientific principles, but also closely relates to daily life and engineering practice. It is important to combine the teaching with engineering practice. In fact, on the premise of being good at observation and association, teaching staff can extract interesting things from daily life through observation, so as to activate the atmosphere and improve students' concentration. And through the development of teaching aids, the complex mechanism can be demonstrated concretely, so as to improve the teaching efficiency. We should take advantage of the natural advantages of the close connection between soil mechanics and ideological and political education, and integrate historical relics, major events and major projects into the classroom. Finally, it can achieve the teaching effect of relaxed and interesting, concrete demonstration and integration into ideological and political education.

Key words: soil mechanics; interesting; enlightening; curriculum ideological and political education; course teaching

(责任编辑 梁远华)