

研究性学习在土力学教学中的应用

费康,许朝阳

(扬州大学建筑科学与工程学院,江苏扬州 225127)

摘要:分析了土力学课程特点和传统授课方式面临的挑战,结合以往教学改革成果和经验,以地基承载力理论的教学为例,对研究性学习模式在土力学教学中的应用进行了设计,重点介绍了教学设计思路、教学内容和课堂讨论问题设计等,并将其用于实际教学。

关键词:土力学;研究性学习;教学改革

中图分类号:TU43-4;G642.3

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2011)04-0108-04

土力学是土木工程、水利工程、交通工程、港口航道工程等专业的一门基础课程,主要研究土体这种特殊材料的渗透、强度和变形规律^[1]。由于土是固、液、气三样组成的非均质材料,其工程性质复杂,影响因素多,部分内容尚未完全研究清楚,加之当前土力学课程中力学理论体系本身并不完善、完整,经验公式或经验系数多,涉及到的基本概念和基本假设也很繁杂,技术性强和实用性强的特点使得学生会发现土的特性远比书本上推导理论公式时复杂,存在很多的“干扰信息”,这些都需要从业人员具有足够的土力学知识,并在此基础上作出合理的判断。因此,推广研究性学习,培养学生独立自主的分析问题、解决问题的能力非常重要。

一、土力学传统授课方式面临的挑战

(一)课时压缩背景下如何保证授课质量

土力学的概念多、公式多,而目前本科阶段的土力学课程大约为3个学分,48个课时(包含实验),要在规定的学时内让学生掌握课程内容难度较大,效果也不好。随着实践性教学环节重视程度的提升,理论课时势必要被压缩,在这样的背景下如何保证授课质量,需要认真思考。

(二)如何避免理论与实际之间的脱节,培养学生解决实际工程问题的能力

在传统的教学方式中,课堂教学中的例题及学生课后完成的习题往往过于简化,不同章节知识之间联系性不强,虽然用来讲解土力学基本原理和求解方法是合适的,但在训练学生创新、发展思维方式上明显不足。学生毕业接触实际工程后,会明显发现土体的特性与书本上所讲的有所区别,情况也要复杂得多,学生不知道采用什么计算理论,也不知道采用什么计算参数,这实际上反映出学生对土力学基本原理掌握不够牢靠,无法独立的做出合理的判断。

收稿日期:2011-02-05

基金项目:扬州大学教改课题“土力学研究性学习模式的设计与实践”(2010-34);扬州大学新世纪人才工程资助

作者简介:费康(1978-),男,扬州大学建筑科学与工程学院副院长,副教授,博士,主要从事岩土工程研究,
(E-mail) kfei@yzu.edu.cn。

Couttolenc^[2] 曾用一个生动的例子说明传统的土力学教学模式存在的问题:如果一个学生问路,可以有两种回答方法。第一种是详细的告诉他走哪一条路,在什么地方拐弯,乘坐哪一路公共汽车,怎么转车,哪里下车等等;第二种方法就是给他看一张地图,告诉他现在在哪里,要去的地方距离这里有多远,让他自己决定如何到达目标地。在本科生土力学教学中,通常采用的是第一种方法,即给出解决问题的路径或步骤。看起来明确,简单,但如果路径中稍微偏差(如:选错了计算参数),将会导致错误的离谱的结果。正是由于上述问题,导致学生在学习阶段埋怨土力学难学,毕业后则抱怨学的土力学没用,与实际脱节,因此,最好的方法是教会学生如何找到正确的道路,即基于现有知识,培养学生思考问题和解决问题的能力。

二、研究性学习模式的内涵

为了培养学生独立自主的分析问题、解决问题的能力,需要将传统模式向以创造性教育为核心的研究性学习的方向转变。

(一) 研究性学习的特点

近年来,研究性学习受到了教育界的广泛关注,其实质是一种学生主动地探索问题、获取知识、应用知识、解决问题的学习方法和形式^[3-4]。研究性学习最重要的特点在于追求研究的过程,即学生是否掌握了解决问题的方法,是否能根据已学知识对具体问题进行分析、判断。

从综合研究性学习的内涵和土力学课程特点来看,该模式不仅能够克服传统授课方式的缺点,提高授课效果,而且还可通过专业基础课的学习,引导学生自主探究和体验知识的形成过程,培养学生的综合分析能力和创新能力。

(二) 研究性学习的类型

研究性学习并不是完全依靠科学研究的方式进行,而是指培养学生从事研究的素质和能力的学习方法或方式,从这个角度来说,可分为基于课题研究的研究性学习和基于课程学习的研究性学习^[5]。前者是指教师和学生共同设计研究课题,自主探索,指定研究计划,通过小组合作的形式完成课题目标,整个过程类似科研项目的立项、完成和总结。但一些学者的研究表明,针对土力学这种专业基础课而言,基于课程学习的研究性学习效果更好。这一方面是由课程的特点和大学二、三年级学生的知识水平决定的;另一方面,课程学习研究与课程内容结合得更加紧密,需要的专业知识和课外时间相对较少,学生更有

可能在课程学习期间取得一些学习研究成果。

三、研究性学习模式在土力学教学中的尝试

在研究性学习模式中,教师扮演着指导者、帮助者和促进者的角色。基于课程学习的研究性学习模式要求教师根据课程特点和教学内容,科学合理地设计课程教学方案,提高学生的自主学习的能力。笔者以 Terzaghi 地基承载力理论的教学为例,介绍研究性学习模式在土力学教学中的应用。

(一) 基本思路

Terzaghi 地基承载力理论是最常用的地基承载力理论之一,适用于水平均匀地基上基底完全粗糙的条形基础。很多学生反映工作中面对成层地基、倾斜地面等与书本情况不一致的问题时,要么不知道用什么计算方法,要么盲目的采用原有 Terzaghi 计算公式。因此,笔者认为,为了使触类旁通、具备解决新问题的能力,让学生掌握相应的理论假设和公式推导方法十分重要。为了很好的达到这个目的, Terzaghi 承载力理论的学习应以学生的自主探究和小组讨论为主。

(二) 教学设计

笔者将 Terzaghi 地基承载力理论的讲解分为三个阶段。一是介绍地基中破坏面形状的假设,这个阶段主要以小组讨论的形式,通过讨论发现问题、分析问题;二是计算公式的推导,该阶段重视基本思路的讲解,具体过程由学生自主探究;三是不同情况下 Terzaghi 理论的拓展,这是一个知识迁移的过程,达到举一反三的目的。

1. Terzaghi 地基承载力理论中的破坏面

Terzaghi 假设地基整体剪切破坏时地基中的破坏面如图 1 所示,由于破坏面沿基础中心线左右对称,图中只给出了一半。图中的 D_f 是基础埋深; B 是基础宽度; γ 是土的重度; φ 是土的摩擦角。 q_u 是要求的极限承载力。图 1 中的破坏面可分为三个区域:

区域 abc: 对于完全粗糙的基础底面, abc 是个三角形弹性楔体区,边 ac 和 bc 与水平线之间的夹角 α 等于土体的摩擦角 φ 。

区域 bcf: 径向剪切区,弧线 cf 是对数螺旋曲线。

区域 bfg: 被动剪切区,边 bf 和 gf 与水平面的夹角是 $45^\circ - \frac{\varphi}{2}$ 。

按照笔者以往的教学经验,学生往往不能理解为什么要采用以上的破坏面,还会提出“采用其它的破坏面行不行”这样的问题。这时切忌以“Terzaghi 就是这样假设的”等生硬的答案回答学生,可以采用小组讨论的形式,引导学生利用已学的“土的抗剪强度”中

的知识来解释,教师可提供这样几个讨论问题:

- (1)根据土的莫尔库伦极限破坏条件,破坏面与大主应力面的夹角应该是多少度?
- (2)如果基础底面是光滑的,在竖向荷载作用下,区域 abc 哪个面是大主应力面?而在区域 bfg 中哪个面是大主应力面?

(3)为什么把 bfg 叫做被动剪切区?它和挡土墙一章里面的被动破坏有什么联系?

(4)若土体在某一个面上剪切破坏,则破坏面上合力的方向与法线之间的夹角是多少?

由于这些讨论问题所涉及的都是已学过的知识,在教师引导下学生很快就能形成自己的看法。

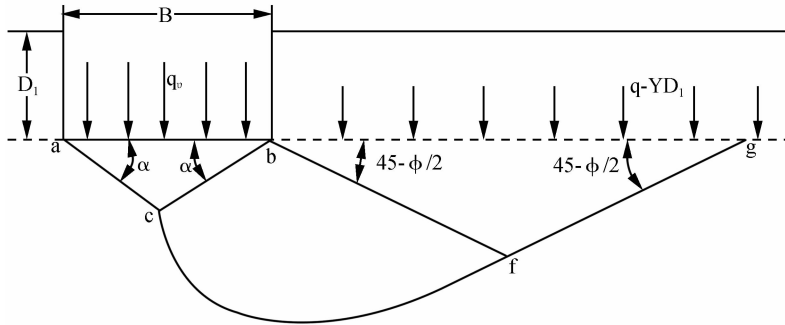


图1 Terzaghi 地基承载力理论中的破坏面形状

2. 计算公式的推导

这里所要求的地基极限承载力,实际上就是极限情况下作用在 ab 边上的竖向压力 q_u 。由于 ac 和 bc 是左右对称的,若能知道 ac 或 bc 上其余土体对弹性楔体的作用力 P_p (如图 2 所示),就能求出 q_u 。而 P_p 就是使得土体沿 cf - > fg 破坏所需要的力。显然,该力的大小与超载 $q = \gamma D_f$ 、土的重度 γ 、土的凝聚力 c 和土的摩擦角 ϕ 等因素有关,可将其写成:

$$P_p = P_{pq} + P_{pc} + P_{py} \quad (1)$$

式中, P_{pq} 、 P_{pc} 和 P_{py} 分别是 q 、 c 和 γ 对应的破坏抵抗力。

为了得到 P_p ,需要分别求得 P_{pq} 、 P_{pc} 和 P_{py} ,因而需要分以下三种情况:

- (1) $\phi \neq 0, \gamma = 0, q \neq 0, c = 0$ 求 P_{pq} 。
- (2) $\phi \neq 0, \gamma = 0, q = 0, c \neq 0$ 求 P_{pc} 。
- (3) $\phi \neq 0, \gamma \neq 0, q = 0, c = 0$ 求 P_{py} 。

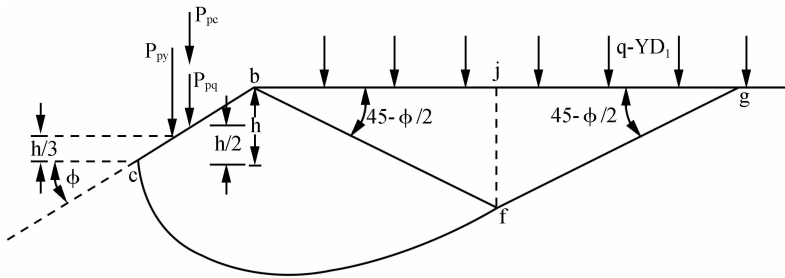


图2 Terzaghi 地基承载力计算公式推导

在以往的本科教学中,推导过程是不介绍的。但笔者认为,从深刻理解 Terzaghi 地基承载力理论的角度出发,这部分仍需讲解。当然,详细的板书一步一步的推导过程则过于繁琐,这里可采用启发式教学引导学生自主探究。

首先,教师可在图 2 中作辅助线 f_j ,给出研究对象 bcfj。在不同的情况下,将所有边界上的作用力对 b 点求力矩,根据合力矩为零的条件可求出 bc 边上的作用力 P_{pq} 、 P_{pc} 或 P_{py} 。

然后,由学生自主分析 bcfj 上各边界上的作用力及对 b 点的力矩,提示学生 bfg 区是被动土压力区,因而作用 f_j 上面的力就是郎肯被动土压力。稍难一点的是弧线 cf 上的力,对 $c = 0$,根据对数螺旋曲线的特点,cf 上的合力通过中心 b 点,求矩为 0。对 $c \neq 0$ 的

情况,需要用到简单的积分。教师在此处需做必要的停顿,对涉及的知识做一个简单的说明。另外,对 $\gamma \neq 0$ 的情况,除了在求矩时用积分考虑重力的影响,教师还需指出此时对数螺旋曲线 cf 的中心不在 b 点,而是在 bf 的延长线上。

最后,给出 Terzaghi 地基承载力理论的表达式(2),结合这个公式对承载力的影响因素进行讨论。为了加深学生对地基承载力理论的理解,可引导学生讨论如下问题:

$$P_p = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma b N_\gamma \quad (2)$$

- (1)在承载力公式中包含了两个重度,这两个重度如何取值?
- (2)强度指标为什么选取的是基底土的指标?

(3)土的抗剪强度指标受到排水条件的影响,在实际工程中如何选取合适的强度指标?采用排水指标还是不排水指标?

(4)当地下水位变化时,参数取值有哪些不同,对地基承载力有何影响?

3. Terzaghi 地基承载力理论的课后拓展课题

笔者结合 Terzaghi 地基承载力理论,设计了如下两个拓展课题供学生课后选用。

(1)基础埋深很深时的地基承载力。在 Terzaghi 理论中,基础埋深以上的土体以超载的形式作用在深部土体上,没有考虑埋深范围土体内的强度,当埋深很深时不甚合理。针对这一问题,布置学生重新假定破坏面,重新推导公式。

(2)考虑相邻基础影响时的地基承载力。在 Terzaghi 理论中,考虑的是单个条件基础。如果存在着相邻基础,各基础破坏时的被动破坏区 bfg(如图 1 所示)可能会部位甚至完全重叠,此时必然导致破坏面形状的变化,从而影响地基承载力。要求学生根据间距不同的情况,假定破坏面的具体形状。

这两个课题课有一定的综合性、实践性、挑战性和可操作性,主要步骤和 Terzaghi 经典理论一致,即先假设破坏面,再按照极限平衡条件推导公式。实践表

明,学生经过查找资料、认真思考后能够较好的完成上述拓展内容。

四、结语

文章以 Terzaghi 地基承载力理论的教学为例,对研究性学习模式在土力学教学中的应用进行了探索。通过教学实践表明,采用基于课程学习的研究性学习模式,课堂教学单元的内容充实、信息量大,内容逻辑性、结构性较好,能够较好地抓住学生的注意力,促使学生积极思考,产生互动,有效地激发学生学习和研究土力学的兴趣,达到预期的培养目的。

参考文献:

- [1]卢廷浩.土力学[M].南京:河海大学出版社,2005.
- [2]COUTTOLENC O. The Practical Experience of Professors on the Geotechnical Teaching Process[M]. GEODENVER 2000, Geotechnical Special Publication,2000.
- [3]盛立芳,王启.研究性学习模式在专业课教学中的应用[J].中国大学教学,2009,(9):60-61.
- [4]单佳平.大学研究性学习模式探究[J].宁波大学学报(教育科学版),2007,29(5):54-56.
- [5]陈建平,范钦珊,邓宗白.从工科基础课程的特点出发开展研究性教学[J].中国大学教学,2008,(5):20-22.

Application of inquiry learning method in soil mechanics teaching

FEI Kang, XU Zhao-yang

(College of Civil Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, Jiangsu, P. R. China)

Abstract: Characteristics of soil mechanics course and the challenge to the traditional teaching method were analyzed. Based on research and experience, the inquiry learning method was used to teach the bearing capacity theory. The course design, teaching content and design of discuss topics were described in detail. The practice shows that the inquiry learning mode achieved good teaching results.

Keywords: soil mechanics; inquiry learning; teaching reform

(编辑 梁远华)