

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.02.005

欢迎按以下格式引用:高磊,沈扬,龚云皓.岩土工程专业竞赛在创新型与实践型人才培养中的作用.2017,26(2):017-021.

岩土工程专业竞赛在创新型与实践型人才培养中的作用

高磊,沈扬,龚云皓

(河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室 岩土工程研究所,江苏南京 210098)

摘要:岩土工程专业竞赛对培养适应时代要求的土木工程专业创新和实践型人才具有重要的作用。本文通过具体赛例分析,详细阐述了岩土工程竞赛对培养大学生创新能力和实践能力产生的作用;同时岩土工程专业竞赛与实际工程的紧密结合,能够提升大学生基本专业素质与专业技能,培养大学生创新意识与合作精神,锻炼大学生实践能力与创新设计能力,从而对大学生综合素质的培养起到积极作用。

关键词:岩土工程竞赛;创新意识;实践能力;综合素养

中图分类号:G642;TU45

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)02-0017-05

近年来,伴随着土木工程类大学生专业竞赛在全国范围内如火如荼地开展,岩土工程专业大学生竞赛在高校间悄然兴起。2015年,由高等学校土木工程学科教学指导委员会和中国土木工程学会主办了第一届全国大学生岩土工程竞赛,包括同济大学、清华大学、河海大学等在内的全国16所土木名校代表队受邀参加了比赛。2016年国内浙江大学、同济大学、河海大学受邀参加了由美国土木工程师学会举办的土木工程大学生竞赛太平洋赛区比赛(ASCE Mid-Pacific Student Conference)。作为土木工程类专业竞赛,岩土工程专业竞赛与结构设计专业竞赛在竞赛方式、内容、侧重点等方面有所差异^[1-4]。笔者结合第一届全国大学生岩土工程竞赛(简称“全国赛”)和2016 ASCE Mid-Pacific Student Conference(简称“美国赛”)的比赛情况,论述岩土工程竞赛对学生基本专业素质的提高、创新思维和实践能力的培养以及综合能力的提升所产生的作用。

一、岩土工程竞赛赛题紧密集合实际工程

岩土工程专业大学生竞赛作为土木工程专业类竞赛之一,其赛题设计与实际工程紧密结合。

(1)竞赛模型来源于实际工程的合理简化,具有很强的工程背景和实用价值。本次全国赛的赛题是在一个 $15 \times 40 \times 40\text{cm}$ 的空间内,用给定材料建造一个纸质挡土墙,用来承受墙后的土压力及上部静荷载。其实际背景是,公路两侧边坡出于安全考虑需要进行加固,考虑到边坡的三维空间分布,挡土墙的建造尺寸受到限制。美国赛的赛题是建造一个三面加筋挡土墙,并且用硬木桩和结构来给墙体施加偏心荷载,其实际应用是将加筋挡土墙作为桥台的基础。

收稿日期:2016-07-31

基金项目:江苏高校品牌建设工程一期项目(PPZY2015B142);2014年度河海大学水利学科专业国家级实验教学示范中心资助教改立项项目(NO.26);2015年河海大学创新性教学实验项目(NO.04);2016年河海大学第一期多样化教学方式改革立项课程(NO.04)

作者简介:高磊(1984-),男,副教授,博士,主要从事环境岩土和地质工程方面的研究,(E-mail)jacob@163.com。

(2)竞赛模型的建造在实际工程的基础上进行发展和创新,一定程度上依托实际工程而又有独创性,考虑了特殊的结构形式对岩土工程体的影响。一方面,竞赛模型的建造是以实际工程为参照对象,比如全国赛中由于没有限制挡土墙的类型,参赛队伍的挡土墙模型很多都是实际工程中常见的挡土墙类型,如重力式、悬臂式、扶壁式、锚杆式、加筋式等;另一方面,参赛模型并不局限于实际工程,不少高校的作品都是两种甚至三种以上的混合式挡土墙,如重力锚杆式挡土墙、扶壁加筋式挡土墙等,均是在实际工程基础上的发展和创新。同时,相比于实际工程,模型建造快捷方便,可以在建造和加载过程中不断改变模型参数以提高模型力学性能,最终设计出结构简单、受力合理的结构。这些极具创新精神的结构设计,对学生的创新思维和动手能力有所提升,同时可以对实际工程起到一定的借鉴作用,促进了实际工程建设角度和思路的扩展。

(3)竞赛模型的设计原则、方法与实际工程相似。在实际工程中,挡土墙的整体稳定性验算包括抗滑移验算、抗倾覆验算和地基承载力验算,局部稳定性验算包括构件性能验算和节点强度验算。在模型设计中,由于一般是将挡土墙放置在模型槽或箱体中,所以无需进行地基承载力验算,除此之外其他方面的验算都与实际工程相同。设计时都以安全系数来判定挡土墙结构的稳定程度,相同点在于,材料用量都是影响安全系数的重要因素;不同点在于,实际工程中出于工程安全的考虑,一般将安全系数设得较高,而模型制作中出于作品竞争力的考虑,一般会尽量减少比赛用材,将安全系数取得较低。

参赛学生通过对赛题的研究和模型的设计,能清楚地知晓模型的实际工程背景,了解实际工程的设计原则和施工工艺,这对学生将来的工作和学习非常有益。同时,学生们能通过模型的设计和制作,比较竞赛模型与实际工程的异同点,在此基础上对模型结构进行发展和创新,并能够实现实际工程与模型紧密结合,这对选手们的辩证思维能力和创新能力是一个很好的锻炼,而且有助于提高选手们科学设计、合理创新的积极性与主动性。

二、岩土工程竞赛对学生专业素养的提高

岩土工程竞赛作为一项融合了多学科知识的实践型、创新型的新兴土木工程专业竞赛,其对参赛学生的基本专业素养有一定要求。在学院和学校的层

层选拔、长期的比赛准备以及最终的正式比赛中,选手们的基本专业素养会得到进一步提高。

(一)扎实的专业基础

岩土工程竞赛是综合运用土力学、结构力学、理论力学、材料力学、工程力学、土动力学等众多学科知识的综合性学科专业竞赛,从选型、设计、计算、制作、加载、改进到最后正式参赛,每一步都需要灵活运用所学的专业知识。专业基础不扎实,很难实现结构的科学设计与合理优化。在美国赛中,要求制作的是一个三面加筋挡土墙,在校内选拔的设计书中,有的参赛队伍只计算了挡土墙正面的土压力,有的参赛队伍计算了正面和侧面土压力,但都用了主动土压力系数。正确的做法是,在进行挡土墙设计时,挡土墙正面和侧面的土压力都要计算,但正面土压力应采用主动土压力系数 K_a ,而侧面土压力应采用静止土压力系数 K_0 。其次,在土压力计算公式的选择中,不少学生选择了库伦土压力公式,这是错误的,结合竞赛模型的实际情况,比较两种土压力公式的适用条件可知,朗肯土压力公式的计算结果更为准确,也更接近模型的实际情况。

(二)熟练的软件操作

对结构的理论分析中,计算与模拟必不可少,虽然由于参数的选择和实际操作中的人工误差,模拟结果和实际加载的结果并不十分贴合,但它为结构改进与优化提供了方向。熟练运用专业软件能明确结构的受力特点,找出结构的受力薄弱面,据此在实际制作中才能有目的地进行设计和加固,从而避免盲目地调试结构参数。在全国赛中,部分参赛队伍运用有限元数值分析软件对设计的结构进行应力和变形分析,根据分析结果在应力较小的部位减少材料用量,在薄弱界面和危险界面进行重点加固,同时根据构件在理想状态下的受力和构件本身的强度,优化构件的尺寸和质量。这样有针对性的调整和加固,使得模型的设计更加科学化、效率化和简单化,大大提高了模型设计的成功率。

(三)明晰的结构概念

本科教学注重训练学生对单一构件的受力分析,学生对岩土工程结构的设计和分析接触较少,导致很多学生对结构的类型和模型的整体受力分析不够清晰。在美国赛中,赛题要求是“用海报纸制作一个三面的加筋挡土墙”。校内选拔时,有参赛组用三面海报纸、两面牛皮纸做成了一个挡土墙,并在挡土

墙内部进行加筋,这是典型的概念不清,加筋挡土墙的受力特点是利用加筋体在土体中的摩擦使挡土墙保持稳定,而上述挡土墙表面上虽符合竞赛要求,但它实质上是一个重力式挡土墙,说明学生对赛题的认识存在一定的偏差。

扎实的专业基础、熟练的软件操作和明晰的结构概念是对参赛选手专业素养的基本要求,在参赛过程中,学生通过模型构思、模型制作、报告编写等环节的考验,较大地提升了选手们的专业素养。

特别需要指出的是,岩土工程竞赛由于涉及知识面广,与实际工程联系紧密,实践操作难度大,参赛者在竞赛过程中需要专业指导教师的思路指引和实践指导。由于岩土工程竞赛的特殊性,要求指导老师既要有深厚的理论基础,又要有丰富的工程实践经验,并且能引导、启发学生对模型制作与实际工程之间关系的深入思考,以能力培养为导向,以挖掘潜力为目标,在竞赛过程中注重提升参赛学生的综合素质;要鼓励和引导学生享受竞赛过程,在过程中获得成长与提升,而不能过于功利化,过分关注最终的竞赛成绩。

三、岩土工程竞赛对学生创新思维和实践能力的培养

从本质而言,岩土工程竞赛是一种推动学生专业素质提高的活动,代表专业性和体现实践性,属于难度较大的比赛活动。面对相同的赛题,选手们由于理解角度和自身对专业知识掌握程度的不同,设计出的作品往往各具特色,这种个性化的设计本身就体现着对岩土工程结构概念的发展和创新。在设计确定后,实体模型从无到有、从粗到精,在长期制作和加载过程中不断总结、不断改进、不断完善,选手们的实践能力在此过程中得到培养和提高。

在岩土工程竞赛中,创新无处不在。创新可以是参赛选手根据比赛规则,灵活运用专业知识,创造出前所未有的结构形式。实际工程中挡土墙的材料多是钢筋混凝土,而竞赛中为了便于制作,通常以硬卡纸、牛皮纸等纸质材料作为原料,材料的不同造成了制作工艺的不同。模型制作中,需要在实际工程的基础上对传统工艺进行创新和发展。在全国赛中,因为没有规定结构类型,所以参赛选手们充分发挥聪明才智,设计出许多结构精美、受力合理但在实际工程中不常见的挡土墙,如重力锚杆式挡土墙、扶壁加筋式挡土墙等。这充分体现了参赛选手对实际

工程结构特点的熟练掌握,以及在此基础上进行科学发展、合理组合的创新意识。

创新也可以是参照工程实际实现局部构件的发展和突破。在实际工程中,结构和构件多以受压为主,以求充分发挥混凝土的高抗压能力。在模型制作中,纸质材料的抗拉强度明显大于抗压强度,这就需要在设计中实现构件受力方式的转变。在全国赛中,有的参赛队伍将硬卡纸裁剪折叠做成“拉锁”,连接挡土墙的上部和底部(如图1所示),一方面充分发挥硬卡纸受拉能力强的特点,另一方面“拉锁”拉住挡土墙的顶部可以防止挡土墙发生倾覆破坏。在“拉锁”与挡土墙面板的连接处,在面板上开槽,将“拉锁”穿过面板,在面板正面折叠粘贴(如图2所示),这样做可将节点处的受力模式从受拉改为受剪,充分发挥双面胶的抗剪能力。

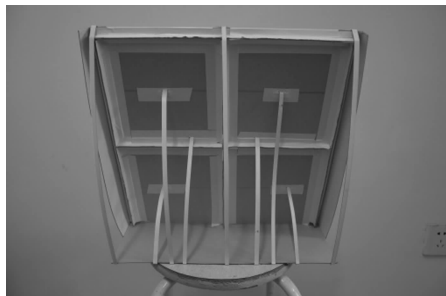


图1 用“拉锁”连接底部和顶部

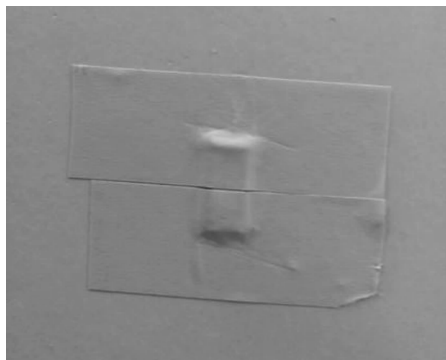


图2 “拉锁”穿过面板粘贴

创新还可以是制作工具的开发和施工工艺的改进。在美国赛中,因为主办方没有限制比赛的辅助工具,所以每个参赛队伍都依据自身需要进行了工具的准备和施工工艺的制定,根据比赛需要自制了压实工具,并在压实时采取实际工程中分层击实的方法。有参赛队伍则使用橡皮锤进行压实,利用橡皮锤在击打时的弹性波扩大压实范围;同时也有参赛队伍是将砂全部加入砂箱中,然后击打砂箱侧面,利用砂箱的振动使砂达到密实状态。伯克利大学代表队则是将砂加满后在砂箱上放置一块木板,然后

队员站在木板上跳动,利用重力对砂进行压实。这些不拘一格的工具使用和施工工艺的改进充分体现了参赛选手的创新理念。

在岩土工程竞赛的准备过程中,对参赛学生实践能力的培养贯穿始终。首先是材料和构件物理力学性能参数的确定。材料和构件的力学性能对模型最终的承载能力至关重要,由于岩土工程竞赛所采用的材料并非一般的工程材料,其物理力学性能参数不能直接从相关规范中获得,所以在设计之前应先设计实验方案,测定所用材料、构件的物理力学性能。图3为用万能试验机测试牛皮纸的抗拉强度,图4为测试海报纸与砂箱的摩擦系数。参赛选手根据计算需要设计试验、操作试验机、采集数据、处理数据,最终得到材料和构件的物理力学性能参数,在此过程中,学生的动手能力得到锻炼,对基本试验的认识得到强化,对材料和构件物理力学性质的认识得到加强。

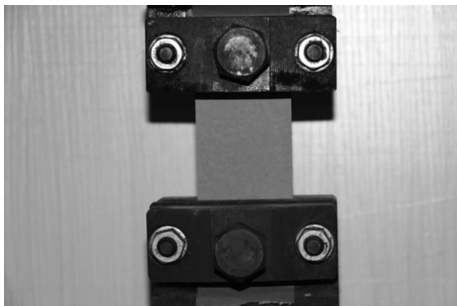


图3 牛皮纸抗拉强度试验

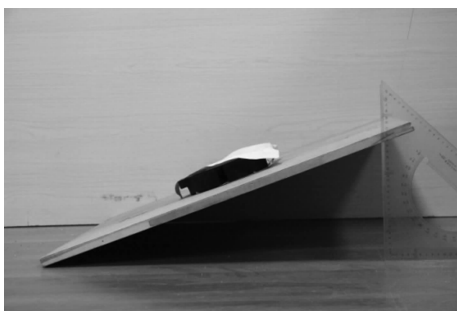


图4 海报纸与砂箱摩擦系数试验

其次是模型的制作。模型制作相当于实际工程中的施工过程,科学合理的设计需要相应成熟的施工技术进行实施。在模型制作中,想尽可能地实现设计方案,需要全面考虑模型构件的精工细作,包括节点的加固处理、胶水的均匀使用、构件的精准裁剪等,力求尽可能减少或避免制作误差。有时候为了减少构件的质量,会对部分构件进行打磨、刮毛等处理。由于模型是纸质材料,易折断,所以处理时需非常小心,但正式比赛时模型制作又有时间限制,所以

处理时还需要有一定的速度。参赛学生在平时练习时,注意力需要高度集中,做到耐心、细致,学生的专注程度和细心程度在此过程中会得到很大提升。

最后是模型结构的优化和改进。理论计算、数值模拟等手段只是针对理想状态下的结构模型进行受力分析,其分析结果只能作为一个重要参考,真正决定结构是否合理的是模型的加载表现。模型的加载表现是结构优化改进的主要依据。在加载时,应仔细观察模型在每一级荷载下的挠度、位移和变形,对变化明显或者出现破坏面的地方进行重点加固。在加固完成后进行再次加载,确保模型能够加载成功,在加载成功的基础上考虑减轻结构质量,以获得更高的竞争力。模型结构到后期就是一个不断改进、不断优化过程,在此过程中,学生的观察能力和发现问题、解决问题的能力会得到显著提高。

四、岩土工程竞赛对学生综合能力的提升

(一)流利的专业语言表达

语言表达能力是现代人才必备的基本素质之一。在现代社会,由于经济的迅猛发展,人们之间的交往日益频繁,语言表达能力的重要性也日益增强,语言表达能力越来越被认为是现代人所应具备的必备能力。作为岩土工程专业的学生,选手们不仅要有新的思想和见解,还要在观众面前很好地表达出来。流利的专业语言表达能将岩土工程参赛作品的设计思路、制作过程、优化方法等清晰地向评委展示出来,同时对自己的交流能力也是一种提升。在美国赛中,正式加载前有一个“Presentation”环节,每个队伍有五年的时间结合设计海报向大赛评委介绍自己的作品,包括材料参数的获得、计算公式的选用、模型构建的优化等,展示结束后特地设置了评委提问环节,可见大赛主办方对参赛选手专业语言表达能力的重视。

(二)默契的团队合作

默契的团队合作能培养团队成员之间的亲和力,推动团队运作和发展,有利于提高组织整体效能。在团队精神的作用下,团队成员产生了互相关心、互相帮助的交互行为,显示出关心团队的主人翁责任感,并自觉以团队的声誉为重以约束自己的行为,从而激发主动性,通过发扬团队精神取得更好的成绩。在全国赛准备过程中,由于制作时间紧张、制作工序繁多,很多工序需要两个人配合才能完成。针对这种情况,选手们通过分解制作步骤,科学组合

搭配,注意人员的站位和制作工具的摆放,在经过合理的安排和长时间的训练后,团队成员在制作过程中无需语言交流,凭借彼此间的默契在比赛现场圆满完成了制作任务。

(三)良好的心理素质

竞赛是一个需要耐心、毅力和长时间辛苦付出的创新实践性活动,无论是全国赛还是美国赛,从赛题发布开始准备到最终奔赴举办地正式参加比赛,都历时小半年,加上高年级本科生的课业负担很重,所以能否在长期艰苦的模型设计、模型制作中坚持下来,能否在竞赛和课业之间找到平衡本身就是对参赛学生心理的一个考验;其次,在平时设计和制作中遇到的困难、制作结果与设计结果相差太大等问题会困扰参赛学生,特别是面对一次次加载失败的情况,学生容易产生气馁心理;再者,比赛现场材料性能的不同、制作环境(温度、湿度)的差异会使参赛选手产生恐慌、被动和焦虑心理。上述问题和情况都是对参赛学生心理素质和承压能力的重大考验,在困难和突发状况面前拥有过硬的心理素质和良好的应变能力,并始终保持清醒的头脑,冷静地分析问题,才能最终克服困难,取得成功。

五、结语

文章通过全国赛和美国赛的赛题分析,结合制作实例和比赛经历,阐述了岩土工程竞赛与实际工程的密切关联,指出竞赛有利于学生在基础知识、软件操作、概念设计等专业素养方面的提高,有利于学生创新思维的培养,有利于实践能力的锻炼以及在语言交流、团队合作、心理素质等综合能力方面的提升,说明岩土工程竞赛在培养土木工程创新型和实践型人才中起到至关重要的作用。

参考文献:

- [1]周臻,童小东,尹凌峰,陆金钰,缪志伟. 依托结构实验构
建开放式创新研学平台[J]. 高等建筑教育,2011,20(6):
129-133.
- [2]吴勇明. 大学生结构模型设计竞赛若干问题的探讨[J].
建筑技术开发,2007,34(5):22-24.
- [3]王玉林,杜建华. 依托结构设计大赛促进创新实践型人才
培养模式的形成[J]. 中国科技信息,2013(1):152.
- [4]李培根. 未来工程教育中实践意识[J]. 高等工程教育研
究,2010(6):6-8,19.

Role of geotechnical engineering competition in innovation and practice oriented talents training for talented person

GAO Lei, SHEN Yang, GONG Yunhao

(Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering;
Research Inst. of Geotechnical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, P. R. China)

Abstract: The professional competition of geotechnical engineering plays an important role in innovative and practical talents of civil engineering. In this paper, through the competition example, the geotechnical engineering competition for training innovation ability and practice ability of students are detailed described, the geotechnical engineering professional competition is closely with engineering practice. The competition can enhance the basic professional quality and professional skills of college student, it can cultivate the innovation consciousness, the spirit of cooperation, exercise their practice ability and innovation ability of students, it plays a positive role to cultivate the comprehensive quality of college students.

Keywords: geotechnical engineering competition; innovative consciousness; practical ability; comprehensive quality

(编辑 胡 玥)