

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2014.05.028

# 桩土复合地基处理技术创新教学实践

张小龙, 王俊杰

(重庆交通大学 国家内河航道整治工程技术研究中心, 重庆 400074)

**摘要:**桩土复合地基是地基处理新技术的主要内容之一,是土木水利类学生的必修课内容,笔者结合多年教学经验,根据课程教学内容自身特点,以学生为中心,采取多种手段从多个角度展开教学,探索实践了桩土复合地基处理技术的新教学模式,并取得了较好的教学效果。

**关键词:**桩土复合地基;探索实践;教学模式

**中图分类号:**TU41-4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2014)05-0115-05

在强调创新型人才培养的新时期,改革教学内容和方法,是提高教学质量的重要环节。桩土复合地基处理技术的教学,一方面教学内容不断丰富,作用机理不断发展和完善,另外一方面,教育手段教学方法也在不断改进。地基处理是工程类专业硕士研究生重要的专业基础课程,尤其是桩土复合地基处理技术具有较强的针对性和实用性,是土建工程类设计和施工技术人员的必修课程。

现代地基处理技术源自欧洲。1835年法国有了最早的砂石桩,1930年前后美国工程师发明了砂井法,1934年前苏联阿别列夫创先使用土桩挤密法,1936年德国人 S. Steuerman 率先提出振冲法原理。20世纪60年代,法国 Menard 技术公司首创了强夯法。20世纪70年代,日本最早将高压喷射技术用于地基加固和防水帷幕及 CCP 工法。20世纪80年代末至90年代初,中国发明了 CFG 桩地基处理技术并得到了广泛使用<sup>[1]</sup>。因此,对新技术的梳理和综合性研究一直是岩土工程界必不可少的课题。

中国的地基处理技术是岩土工程最活跃的领域之一。近几年来地基处理发展的一个典型趋势是,在现有地基处理方法基础上,不断发展新的地基处理方法<sup>[2]</sup>,特别是将多种地基处理方法综合使用,形成了各种复合地基处理技术,在工程中应用较多的复合地基主要包括挤密砂石桩混凝土地基、水泥搅拌桩复合地基、CFG 桩复合地基、预制管桩复合地基、低强度混凝土桩复合地基、PCC 桩复合地基、现浇 X 形桩复合地基等。

收稿日期:2014-04-25

基金项目:重庆市研究生教育优质课程地基处理新技术(2013年度34号);“十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAB05B04)

作者简介:张小龙(1981-),男,重庆交通大学河海学院讲师,博士生,主要从事水利工程研究,(E-mail) xlzcg@qq.com。

目前,很多高校都开设了复合地基相关内容的课程,但由于该部分内容庞杂,涉及基体和增强体两方面知识,并且其承载机理在不断发展完善中,该部分内容的教学缺乏系统性、实践性和前瞻性。工程意识培养不能只依赖课堂上教师讲解各种概念、各种计算方法。传统的教育方式中,学生对所学知识不敢深入思考,不能提出自己的想法,原因在于应用性较强的学科的实践性、复杂性和可变性仅靠课堂讲解是不够的。因此,如何提高复合地基处理教学质量是这些年教育者、研究者和工程单位共同关心的问题。笔者主要从以下几个方面进行了探索和实践。

### 一、桩土复合地基法的教学内容

桩土复合地基处理的方法多种多样,加固原理和适用范围也不尽相同,因而需要根据不同的地质条件选用合理的地基处理方法。该部分教学内容主要任务是让学生了解桩土复合地基的基本概念,与其他类型地基之间的联系与区别,掌握桩土复合地基作用机理,熟悉每一种桩土复合地基处理技术的适用条件和加固原理,并对最新的桩土复合地基处理技术有一定的了解。

该部分教学内容涉及的知识面非常广泛,包括工程地质学、土力学、桩基工程等先修科目的众多内容,教师不可能把涉及的所有知识精讲。因此,根据教学对象和教学目标,合理安排教学进度,制作详略得当的教学计划,是保证和提高教学质量,体现现代教育理念的前提条件。重庆交通大学水利工程、土木工程和交通工程等专业都开设了这门课程,教改前教学内容安排如表1。

表1 改革前的教学内容安排

教改前教学大纲目录	
1 复合地基的概念及分类	3.1 复合地基承载力概念
1.2 复合地基性状	3.2 复合地基承载力计算方法
2.1 复合地基作用机理	3.3 规范中两种计算方法的应用
2.2 复合地基中桩体破坏模式	4 复合地基变形计算
2.3 复合地基应力特性	4.1 复合地基变形计算步骤
2.4 复合地基动力特性	4.2 复合地基固结度计算
3 复合地基承载力计算	5 单桩和复合地基载荷试验

由表1可知,改革前的复合地基教学以复合地基的基本原理为重点,逐步深入展开讲解,强调了复合地基各种概念、作用机理及相关计算,理论性强也很全面,但是没有对复合地基进行分类讲解,忽视了各种具体类型复合地基的知识内容,并且缺乏相关的实际案例。复合地基处理技术是一门实践性很强的技术,所以在多年以来的课堂教学中,教学效果不理想,缺乏实用性。学校水利工程、土木工程专业的毕业生中80%以上就职于土木水利类设计和施工单位,从毕业生工作以后的反馈信息可知,多数毕业生对复合地基的理解不透彻,只有一个模糊概念,缺乏对具体种类复合地基的认识,当遇到实际工程的时候,不知道如何着手分析,一片茫然。

针对毕业生和就业单位的反馈情况,学校及时对复合地基的教学内容和教学重点进行了较大调整,新的教学计划更加贴近实际工程应用,调整后的教学内容安排如表2<sup>[3]</sup>。

表2 改革后的教学内容安排

教改后教学大纲目录	
1 复合地基概论	6 低强度混凝土桩复合地基
1.1 复合地基的定义和分类	6.1 加固原理
1.2 复合地基的几个重要概念	6.2 设计计算方法
1.3 复合地基的形成条件	6.3 施工工艺
1.4 复合地基的作用机理	6.4 工程实例
1.5 复合地基与浅基础、桩基础、双层地基的关系与区别	7 PCC 桩复合地基
2 挤密砂石桩复合地基	7.1 加固原理
2.1 加固原理	7.2 设计计算方法
2.2 设计计算方法	7.3 施工工艺
2.3 施工工艺	7.4 工程实例
2.4 工程实例	8 现浇X形桩复合地基
3 水泥搅拌桩复合地基	8.1 加固原理

续表

## 教改后教学大纲目录

3.1 加固原理	8.2 设计计算方法
3.2 设计计算方法	8.3 施工工艺
3.3 施工工艺	8.4 工程实例
3.4 工程实例	9 最新研究进展
4 CFG 桩复合地基	9.1 小直径塑料套管混凝土桩
4.1 加固原理	9.2 双向水泥土搅拌桩、钉形水泥搅拌桩
4.2 设计计算方法	9.3 长短桩联合处理复合地基法
4.3 施工工艺	9.4 长板短桩复合地基法
4.4 工程实例	9.5 透水预制管桩
5 预制管桩复合地基	9.6 混凝土芯砂石桩
5.1 加固原理	9.7 排水粉喷桩
5.2 设计计算方法	9.8 真空预压联合桩土复合地基处理技术
5.3 施工工艺	9.9 螺杆桩高强度复合地基
5.4 工程实例	

对比表 2 和表 1 可知,调整后的教学计划与原来的教学计划相比有以下几点不同。

(1)简化了复合地基基本概念及其作用机理的讲解,重点讲解了到目前为止各种典型复合地基的作用机理和处理方法,并且每一节都按照统一模式讲解,利于学生对比。

(2)根据行业目前的研究动态和国内的工程应用情况,增加了最新复合地基的研究进展情况。复合地基处理技术具有较强的实践性,工程应用往往领先课堂教学内容。

(3)针对每一种复合地基都加以工程案例的分析,讲解不同的处理方法。

## 二、交互式教学模式

依据现在的教育理念,在理论课教学中,应该以学生为中心。尤其是该部分内容具有较强的工程实践性,因此,结合以前的课堂教学经验,探索了师生交互式教学模式<sup>[4]</sup>,提出了“基础理论+案例分析+教师点评+总结完善”的四步式教学模式。

### (一)基础理论

教师首先将自己参与过的一些工程实际情况给大家做一个比较详细的介绍,让学生对复合地基的工程应用背景有一些感性直观的认识,引入复合地基的基本概念及相关知识点,再分别分析各种复合地基机理,详解设计计算方法和施工工艺等知识点(每一种复合地基都按照同样的模式讲解),根据各专业教学对象对相关知识点的把握程度,适当调整各部分细节知识点的详略程度,最后辅以工程案例进一步加深理解。

### (二)案例分析

在教学方案改革以前,没有安排这部分内容,考虑到这部分内容实践性较强,学生毕业马上就会直接运用,所以在每一种复合地基的分析后都辅以一个工程案例,学生根据刚讲解的知识点进行工程案例

外一方面也巩固了理论知识。将每 5~6 个学生分成一组,共同讨论,讨论结束后每一组派代表到讲台上讲述复合地基处理方式选择的理由,并且可以多种处理方式进行比较,指出其优缺点,以及后续的计算方法和施工工艺。

### (三)教师点评

每一组学生根据实际工程案例,结合自己对复合地基的理解进行集中讨论。但是,初学者毕竟知识结构还不完善,没有接触和处理过相关的工程案例,对实际问题的理解必然有很多不足,因此,教师需要逐项点评学生对工程案例的理解、地基处理方式选择的理由、加固原理及其作用机理的阐述、计算方法等。学生讲述完毕后,指出他们对案例分析比较合理和准确的地方和不到位之处,在这种互动实战中加深理解。

### (四)总结完善

善于归纳总结,一方面可加深对知识的理解,另外一方面可在总结过程中进一步思考,发现理解不太透彻的知识点,查漏补缺,有利于对整个知识结构的梳理。每一组学生根据自己的理解和教师点评,经过思考总结,形成一个完整的地基处理方案,以平时作业的形式提交给教师。

## 三、理论、科研和工程相结合

根据现代教育理念,单一理论知识的讲解,学生学习起来较枯燥乏味,且教学效果不佳,如果以多种方式从多种途径让学生围绕这些知识点展开学习,将会达到较好的效果<sup>[6]</sup>。



图1 “理论—科研—工程”三位一体教学模式  
国家内河航道整治工程研究中心以国家课题支

撑计划为依托,开展“理论—科研—工程”三位一体的教学模式,如图1。中心实验室有4个土工模型试验槽及500T的单桩模型加载试验系统,还有多台3821、3815、3818等应变仪,土压力盒,压力传感器,电测千分表等仪器设备,中心经常开展高桩码头单桩或群桩、岩土及桩土耦合模型试验,这为复合地基的教学提供了较好的学习基地。在理论教学的过程中,一方面可以让学生参与科技支撑计划的模型试验的科研工作,另外一方面,有兴趣的学生还可以在现有仪器设备条件下,开动脑筋,动手去设计试验,调动学生的主动性,激发创造性,有效地让学生对复合地基有更加深刻的认识,从科学研究的角度加深和促进对课堂上理论知识的理解。

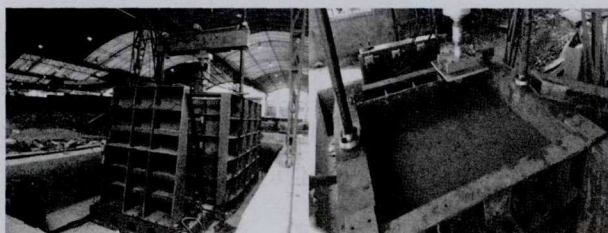


图2 港工结构地基多功能试验模型系统



图3 土工模型试验槽

根据笔者多年的教学经验,在理论学习的过程中,将理论与实践结合效果甚佳。复合地基处理技术在实际工程中应用很多,根据教学大纲的安排,将课堂教学与工程实践结合,根据工程中心承接项目和正在开展的工程项目,带领学生到项目部和施工现场观摩,并参与项目技术人员的工作。学生根据工地的实际情况和项目部提供的工程地质水文等资

料,对应在课堂上所学的知识,提出自己的设计和施工方案,与项目部的方案对比优劣,在这种深度参与实践工程的过程中学习。

实践证明,“理论—科研—工程”三位一体的教学方式以更加丰富的形式使学生参与工程实践和科研,增加了学习兴趣,提高了学生综合运用理论知识解决实际问题的能力,发挥了学生主动学习的积极性,培养了学生独立思考能力,形成正确思维方式。促进学生对知识的理解,并且为以后继续深造打下了一定的基础,深受学生欢迎。

#### 四、结语

可以看出,文中所探讨的教学改革是基于课程特点,广泛吸取国内外其他高校教学经验,结合笔者多年以来的教学经验,参考了毕业生和工作单位的反馈信息,依据现代先进的教育理念所总结。与原来传统的单一课堂教育方式相比,这次教改从教学内容、教学方式和教学理念等方面均做出了一定的改变,结合课程内容自身特点,以学生为中心,采取多种手段,激发学生学习的兴趣,充分发挥学生学习能动性,并取得了较好的教学效果。

#### 参考文献:

- [1] 王俊杰,唐彤芝,彭劼.地基处理新技术[M].中国水利水电出版社,2013.
- [2] 郑刚,龚晓南,谢用利,李广信.地基处理技术发展综述[J].土木工程学报,2012(2):128-143.
- [3] 王俊杰,赖勇,赵明阶.工程地质勘察课程教学模式探讨[J].高等建筑教育,2011,20(3):82-86.
- [4] 张孟喜,秦爱芳,孙德安,徐金明.岩土力学课程群的创新教育实践[J].高等建筑教育,2011,20(5):132-135.
- [5] 张伟,时伟,张明义.案例教学法与“地基处理”课程教学改革[J].中国冶金教育,2007(4):37-39.
- [6] 彭第,潘殿琦,李海礁,张坤.地基处理新技术及发展趋势[J].长春工程学院学报:自然科学版,2007(3):1-3.

## Innovative teaching practice of pile-soil composite foundation treatment technology

ZHANG Xiaolong, WANG Junjie

(National Engineering Research Center for Inland Waterway Regulation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

**Abstract:** Pile-soil composite foundation is the main content of foundations treatment new technology, is a required course for students in civil engineering specialty. With years of teaching experience, based on its own characteristics of teaching content, developed the student-centered teaching mode, started teaching by variety of methods from multiple angles, explored the new teaching mode of the pile-soil composite foundation treatment technologies, and achieved good teaching results.

**Keywords:** pile-soil composite foundation; practice; teaching mode