

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.03.019

欢迎按以下格式引用:葛继平. 基于装配式技术理念的墩台与基础课程教学探讨[J]. 高等建筑教育,2017,26(3):78-81.

# 基于装配式技术理念的墩台与基础课程教学探讨

葛继平

(上海应用技术大学 城市建设与安全工程学院, 上海 200235)

**摘要:**结合土木工程装配式技术发展的新形势,探讨将装配式设计施工理念贯穿于墩台与基础课程教学过程的途径。在相应的课程设置、大学生创新平台方面提出具体方案和建议,培养创新型、实用型专业复合人才。

**关键词:**墩台;基础工程;装配式;教学改革;课程教学

中图分类号:G642.0;TU997

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)03-0078-04

国家积极倡导土木工程向优质、节约、环保和工业化方向发展,整个行业急需掌握预制装配化的专业技术人才,以带动相关产业链的升级发展。桥梁的施工技术需要不断的探讨研究,因施工工艺和桥梁结构形式存在多样性,不同的施工环境和施工技术会产生新型的桥梁形式。伴随施工技术的进步,装配式施工方式应运而生。该技术的出现是中国桥梁施工技术的一大突破。“工厂化制造,装配式施工”模式是土木工程的发展方向,在桥梁主梁、防撞栏杆等上部结构领域获得广泛应用。但对于桥墩、承台等下部结构,传统的做法还是以现场浇筑的方式进行设置,没有体现“工厂化制造,装配式施工”的观点。随着下部结构装配式技术研究的逐步开展和示范性工程的实践,传统课程内容也不适合土木工程发展的要求。目前,墩台与基础课程教改论文选题主要集中在传统教学领域,比如启发式教学、板书与多媒体并重、注重能力考核、教师与学生加强互动等方面<sup>[1-5]</sup>。如何在传统内容的基础上,在课程教学中引入装配式施工理念,尚未见相关教改论文发表,这是值得探讨的一个问题。

## 一、装配式桥墩技术的发展

装配式桥梁墩柱的施工是目前一种比较成熟的施工方式。该方式性能可靠,施工方便快捷,大大缩短了施工工期。但是该技术操作相对比较困难,对施工人员的素质要求比较高。

目前预制节段拼装技术主要应用在低地震烈度区。随着对预制节段拼装

收稿日期:2016-06-18

基金项目:上海应用技术大学重点课程建设项目(33110M160012);上海市属高校应用型本科试点专业(土木工程)建设项目

作者简介:葛继平(1979-),男,上海应用技术大学副教授,博士,主要从事桥梁设计、施工监控、检测、抗震分析方法等方面的研究,(E-mail)bridgejiping@126.com。

桥墩抗震性能研究的增多,对其抗震性能的了解认识就越深入,也促进了节段拼装桥墩技术在中高地地震烈度区的应用。预制节段的拼接缝如果设计不当,往往成为桥梁体系的薄弱环节,使人对节段拼装桥墩技术产生整体性能差、抗震能力弱的印象。但从目前国外已有的研究成果来看,只要合理设计,节段拼装桥墩是可以具有良好抗震性能的。如果利用新材料、新构造思路、新设计理念,节段拼装桥墩还可以获得比现浇桥墩更优异的抗震性能。

装配式桥墩设计的关键是钢筋的连接技术。最常见的类型有:钢筋焊接器、螺纹钢钢筋连接器、螺钉锚固连接器、钢筋拼接连接器、灌浆套筒连接器、灌浆螺旋套筒连接器等。灌浆连接器相比其他类型应用得更为普遍。其他的连接形式有:(1)灌浆波纹管的连接方式,该连接构造常用于墩身与承台或墩身与盖梁的连接,预制墩身通过预埋于盖梁或承台内的灌浆金属波纹管连接墩身内伸出的钢筋,在墩身与盖梁或承台之间的接触面往往采用砂浆垫层,墩身节段之间采用环氧胶接缝构造。该构造现场施工时间短,但需要满足纵筋足够的锚固长度,其力学性能与传统现浇混凝土桥墩类似。目前国外已有少数桥梁使用这种连接构造进行施工,高地震危险区域内应用较少。(2)承插式连接构造是将预制墩身插入基础对应的预留孔内,插入长度一般为墩身截面尺寸的1.2~1.5倍,底部铺设一定厚度的砂浆,周围用半干硬性混凝土填充。优点是施工工序简单,现场作业量少。很明显,这种连接形式的性能表现、预制组件的埋置深度是一个关键参数。后张预应力方式采用预应力钢绞线串联成整体,在构件的拼接段上涂以环氧树脂水泥胶薄层,在其硬化前合拢使拼接面密贴,提高结构抗剪能力、整体刚度和不透水性。预应力钢束使结构更加稳定,连接处可应用耗能钢筋增加整个结构的能量耗散能力。在此系统中经常观测到具有自复位能力的“旗帜型”滞回曲线、新技术的采用,比如形状记忆合金代替普通钢筋、水泥基纤维复合材料等。

## 二、装配式技术理念在课程教学中的体现

墩台与基础课程为土木工程专业必修的专业基础课程。该课程主要讲授常见的墩台、地基基础的设计理论和计算方法等内容,包括地基基础设计原则、浅基础、桩基础、挡土墙、基坑工程等。通过学习使学生掌握地基基础设计的基本原理,具有进行一

般工程基础设计规划的能力,并能结合建筑结构的设计方法和施工知识,分析地基基础问题,从而保证各类桥梁安全可靠,正常使用,不发生各种地基基础工程事故。该课程知识覆盖面广、内容丰富、实践性强,在教学中应突出重点,加强实践教学,采用多样化的教学手段,重视生产实习等实践环节,以提高教学效果。笔者所在学校墩台与基础课程,选用的教材是人民交通出版社出版的《墩台与基础》一书。在多年教学实践中,笔者认为将墩台与基础作为一门课程来讲授效果较好,因为墩台和基础同属下部结构,相关性更强。涉及装配式技术的内容可以集中以讲座形式介绍,也可穿插在各个章节中介绍。

首先,在讲授绪论的时候,介绍装配式桥墩施工的工程实例和这方面的研究热点。从20世纪50年代起,中国就在铁路建设中开始尝试使用装配式桥墩。在60年代工点设计的基础上发展到70年代首次在长大干线上成段全面采用装配式桥涵,在多年的实践中创造了许多结构形式,积累了不少经验,显示了桥涵建设装配化的优越性,收到了很好的实际效果。装配式桥梁适用于交通较为方便的工点,在复线施工中有利于减少施工防护和开挖工作量,缩短工期;在缺乏砂石水及高原严寒地区,或因当地客观条件须尽量压缩施工现场工程量及劳动强度的地区,采用装配式结构则更具有现实意义。如青藏线希格段共修建装配式桥涵326座,通过施工运营的考验,接头牢固、结构安全,符合强度、刚度及稳定性方面的要求。著名的成昆铁路的和平村、张家村、牛日河4号三座大桥也是拼装式桥墩,其中牛日河4号为双柱式桥墩。但是随着铁路运输向重载高速方向发展,铁路桥梁中早期的装配式桥墩设计已出现了不少安全隐患,需要重新对装配式桥墩的标准图进行设计,满足现阶段的使用要求。公路桥梁方面早期的节段拼装桥墩有北京积水潭桥试验工程,工程中的五座桥梁为承插式预制钢筋混凝土柱,柱顶预留钢筋同现浇后张预应力混凝土帽梁连成整体。中国著名的跨海大桥东海大桥、杭州湾大桥、上海长江大桥等,以及近期开工建造的港珠澳大桥也都采用节段拼装桥墩的施工方案。其中东海大桥海上段20多公里的梁桥,桥墩墩身采用湿接缝连接的节段拼装施工方法,上部结构采用大吨位整体吊装技术施工,这些技术的采用确保大桥在计划施工工期内顺利完成。河北省交通战备办公室和石家庄铁道大

学国防交通研究所联合开展研究的“装配式公路钢桥桥墩研制”项目,解决了桥墩抢修和便桥搭设问题,结束了中国公路抢修钢桥自建国以来“有梁无墩”的窘境,提高了公路桥梁抢修(建)的技术水平和公路交通应急保障能力。

第二,在讲授桥墩构造的时候,增加预制桥墩与承台的连接构造的介绍。连接构造的分析,比如湿接缝、预应力筋、灌浆套筒、机械套筒等,见本文第一节装配式桥墩的技术发展。

第三,在施工方面,桥墩装配按照施工方法分为就地砌筑和预制安装两种方法。新型装配式桥墩的施工设计需要考虑施工单位的起吊机具、运输工具的载重能力,道路状况和限界要求,便于管理和互换,自然环境中的撞击、磨损或环境冻融等不利因素

表1 各种不同构造的预制拼装技术的比较

类型	灌浆套筒	机械套筒	预应力连接
特点	是近期在预制装配建筑结构中钢筋连接常用的连接方式,应用范围广,技术最成熟。但也存在一些不足,主要有:成本高,对作业人员要求高,作业环境要求高,工序繁多,构件调垂直度麻烦,混凝土保护层厚	是钢筋连接新的方式,主要有以下优点:成本低,作业人员操作简单,无作业环境要求,工序少,生产效率高,无构件支撑固定要求,不会影响混凝土的保护层和箍筋的排布安装,连接质量可靠稳定等优点。但是钢筋连接对中要求高,存在混凝土后浇带,螺纹加工不当会导致脆断等缺点	采用预应力钢绞线或精轧螺纹钢串联成整体,提高结构开裂荷载、抗剪能力、整体刚度和不透水性,施工速度快。但是预应力筋的防腐要求高,混凝土工作应力高

第四,在设计计算方面,增加各种钢筋连接技术的拉伸破坏试验,以及各种构造预制墩柱的破坏特征和抗震性能的差异等内容。教学中结合上海市某高速公路和轨道交通桥梁示范性工程,介绍实验研究和设计方案比较方面的经验。

### 三、创新教学方法,激发学生的创新热情

传统的课程讲授主要是知识的灌输,学生是被动接受。现场现浇的施工工艺非常成熟,课程讲授主要是教导学生如何按部就班地进行设计施工。装配式技术理念的讲授需要一个创新的平台,因为学生在学习墩台与基础时已经有比较多的知识储备,比如土木工程材料、结构设计原理、结构力学等基础知识。学生可以采用个人或小组作品竞赛的方式针对桥墩不同的部位提出自己的装配构造方式,教师则通过课后辅导,点评各种构造的优缺点。通过这种方式激发学生学习兴趣,提高学生的创新能力,对好的想法可以进一步指导学生申请专利。可供布置的相关题目有:桥墩与承台之间的拼接方式;桥墩与盖梁之间的拼接方式;盖梁内部分段的连接方式;墩

对接缝的影响。在钢筋的配置上,除了需要确定纵向钢筋的数量外,还应对横向钢筋(箍筋)进行合理的设计,以确保桥墩及基础构造物具有足够的延性并能达到预期的性能。在参考国内外已有研究成果的基础上,提出装配式桥墩的合理配筋。装配式构件的接头设计(包括工艺方面)正确与否至关重要,因为它直接影响构件的受力状况,结构的稳定与安全,同时也关系到施工现场的装配工序、质量、劳力、材料等一系列问题,所以装配接头形式的采用应做各方面的比较。这方面需要调研已有拼装式桥墩的病害,结合国外的最新研究成果,提出装配式桥墩的设计方案。常见的几种构造的装配式桥墩的施工优缺点和施工工艺见表1。

柱内部分段的连接方式(图1)。

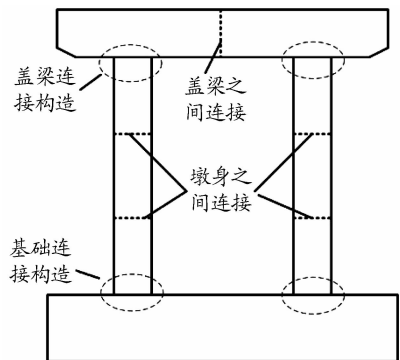


图1 不同部位的预制拼装构造

加强学生间的互动,充分激发学生的潜力,组织学生就课程相关的学术前沿开展科技创新活动,让学生喜欢这门课程的学习,重视桥梁下部结构的设计和施工,保障桥梁下部结构的安全。针对不同教学内容以及不同学习阶段,采用讨论、示范、启发等教学方法,增强学生的学习主动性,引导学生自主而积极地参与学习,并进行探索创新,使学生真正成为学习的主体,鼓励学生积极思考,大胆实践,从而提

高教学效果。

#### 四、结语

墩台与基础课程是土建专业必修的主干课程之一,提高课程教学效果对提高学生的专业能力非常关键。将墩台与基础两部分结合起来讲授,更能体现桥梁结构的受力特点,有助于学生掌握从设计到施工的各个环节的知识点。在墩台与基础这一领域向学生灌输装配式技术理念,符合经济和社会发展的实际,是把墩台与基础领域的新成果、新技术、新工艺和新方法传授给学生的重要体现。

#### 参考文献:

- [1]傅鹤林.计算机技术在土力学与基础工程教学中应用探讨[J].高等建筑教育,2002,42(1):29-30.
- [2]程晔,艾军.土木工程专业基础工程课程设计的实践与改革探索[J].高等建筑教育,2006,15(3):99-101.
- [3]高建红.《基础工程》教改探讨[J].科技情报开发与经济,2007,17(16):222-223.
- [4]魏丽敏,何群,陈果元.基础工程课程设计教学改革探索[J].中南林学院学报,2004,24(6):136-138.
- [5]丁剑霆.浅谈在两门相关课程教学中的体会[J].黑龙江交通高等专科学校学报,1999,13(2):58-59.

## Reflecting the precast assembling technology in the course of “pier and foundation”

GE Jiping

(College of Urban Construction and Safety Engineering,

Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200235, P. R. China)

**Abstract:** Combined with the new demand of development of assembling technology in civil engineering, the available way of putting assembly design and construction philosophy throughout the teaching process of pier and foundation was discussed. Specific programs about corresponding arrangement of courses and the innovation platform for undergraduates were put forward. The suggestion can be served as the reference in cultivating innovative and practical students.

**Keywords:** pier and abutment; foundation engineering; precast assembly; teaching reform; course teaching

(编辑 王 宣)