

“梁式桥静力体系划分”教学案例分析

周水兴, 田维锋, 张 敏

(重庆交通大学 土木建筑学院, 重庆 400074)

摘要:从简支梁桥恒载弯矩图出发,逐步演变到悬臂梁和连续梁桥,再根据连续梁桥的恒载弯矩图,通过不同弯矩零点的组合,演变出工程上常用的悬臂梁桥、T 构刚构桥和连续刚构桥,具有力学概念清晰、教学内容紧凑等优点,可以有效地节省教学用时。

关键词:桥梁工程;梁式桥;教学案例;力学原理;弯矩零点

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2009)06-0043-03

一、桥梁工程课程教学现状和存在的问题

教学内容和教学方法改革是教学永恒的话题,桥梁工程作为土木工程专业的一门重要专业课程,其教学内容和教学方法的改革也不例外^[1-2]。桥梁工程类型多,划分类型的方式也很多,如按桥梁结构体系、静力体系、横截面型式划分等等。桥梁工程中,通常按结构体系把桥梁划分为梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥和组合体系桥^[3]。在梁式桥中,又根据承重结构的静力体系,进一步划分为简支梁桥、悬臂梁桥和连续梁桥,同时又把 20 世纪六、七十年代发展起来的 T 型刚构桥和连续刚构桥划入梁式桥中。

在多年教学工作中笔者发现,按照教材讲授梁式桥的静力体系划分,存在诸多弊端。首先,现有教材中常常把梁式桥的 3 种体系分在几节中介绍,这不利于学生对梁式桥静力体系划分内在原因的理解,也不利于培养学生从力学角度来思考问题;其次,由于按章节内容讲授,势必要多用课时。

在教学工作中,教师应注意教材内容与教学内容的区别与联系。教材内容是对教学内容的某种预设,是静态的,而具体教学情景是复杂多变的,是动态的。在教学过程中教师应根据具体的教学目标和教学情景对教材内容进行方法化处理,才能形成具体而有效的教学设计。教材内容进入教师的教学过程,即教材内容经由教师的加工处理和教学化安排转变成教学内容的过程。教学内容应源于教材而又高于教材,源于教材是为了满足课程内容的要求,高于教材则是通过教师的能动性,吸收教学、科研最新成果,在遵从学生学习活动心理逻辑的前提下,合理组织教学内容,并付之于教学过程中。

本文从梁式桥的恒载弯矩图出发,由简支梁桥过渡到悬臂梁,再由悬臂梁引伸到连续梁桥,最后根据连续梁桥恒载弯矩图中的弯矩零点,通过不同组合,演变出桥梁工程中常见的双悬臂梁桥、单悬臂梁桥、T 型刚构桥和连续刚构桥。

收稿日期:2009-11-09

作者简介:周水兴(1967-),男,重庆交通大学土木建筑学院教授,博士,主要从事桥梁工程大跨度桥梁设

计理论与非线性研究,(E-mail)zhoushuixing@126.com。
欢迎访问重庆大学期刊社 <http://qks.cqu.edu.cn>

二、梁式桥静力体系的演变

简支梁桥是所有桥梁中构造最简单的桥梁,但却是悬臂梁桥和连续梁桥的基础。简支梁桥在自重作用下的恒载弯矩沿跨径分布如图1所示。由于简支梁桥的截面尺寸和跨度完全受跨中截面弯矩控制,因此,要减小截面尺寸或增大跨度,必须设法减小跨中截面的最大正弯矩。

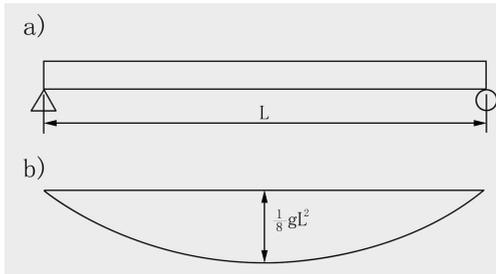
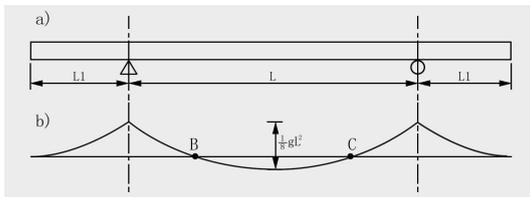


图1 简支梁桥恒载弯矩图

一种简单方法是将简支梁梁体伸长,并越过支点,形成如图2a所示的双悬臂梁。由结构力学可知,悬臂部分在自重作用下将产生负弯矩,对于中跨截面,其总的弯矩不会改变,但因支点截面的负弯矩削弱了跨中截面的正弯矩,使跨中截面的正弯矩值减小,如图2b所示。弯矩减小,截面梁高就可相应减小。如维持与简支梁相同的梁高,则悬臂梁跨度可以增大,这就是为什么悬臂梁桥要比简支梁桥跨度大的力学原因。但由于两悬臂端没有支承作用,悬臂端产生了向下的挠曲变形,不利于车辆行驶。因此,该双悬臂梁结构仅用于力学上的定性分析。



a. 双悬臂梁; b. 恒载弯矩图

图2 双悬臂梁自重弯矩与变形图

为克服双悬臂梁端变形大的问题,可以在两悬臂端设置支承(桥墩或桥台),这样就由双悬臂梁演变为实际工程中的三跨连续梁桥(图3a)。三跨连续梁桥在自重作用下的恒载弯矩如图3b所示。与图2b相比,两者中跨部分相似,都有正弯矩区段和负弯矩区段,且均有两个弯矩零点(B、C)。但两边跨部分有所不同,双悬臂梁段均为负弯矩区段、无正弯矩区段,而连续梁桥仍有部分正弯矩区段和部分负弯矩区段,并有弯矩零点(A、D)。在弯矩零点处设置铰或挂梁,对梁的受力不受影响,整个恒载弯矩图也不会因此而改变。巧妙地利用A-D四个弯矩

零点,可以演变出实际悬臂梁桥的各种布置。考虑到国内悬臂梁桥主要采用挂梁结构。因此,以挂梁为例加以说明。

(1)利用A、D两个弯矩零点。保留B、C两个弯矩零点,便成为教材中的双悬臂梁桥,如图3c所示。

(2)利用B、C两个弯矩零点。保留A、D两个弯矩零点,便成为单悬臂梁桥,如图3d所示。

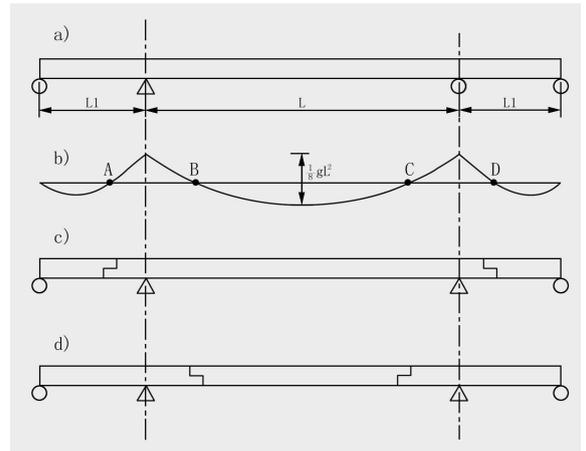


图3 连续梁桥和悬臂梁桥

(3)同时利用A-D四个弯矩零点。当同时利用A-D四个弯矩零点时,位于中跨的两个支承已经不能再采用简单的支座形式,必须使主梁和桥墩固结,才能保证结构的静定,如图4a,此时就演变为带挂梁的T型刚构桥。

如在图4a构造基础上进一步取消弯矩零点,即将挂梁与T构固结,就演变成连续刚构桥(图4b)。

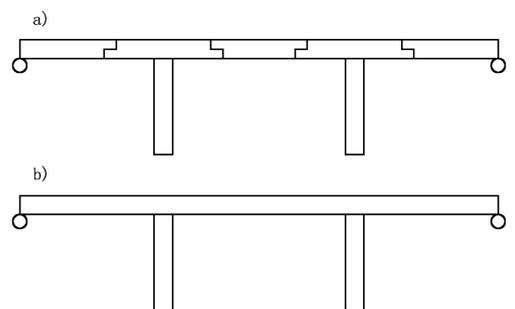


图4 T型刚构桥和连续刚构桥

至此,利用连续梁桥的弯矩零点,演变出了目前桥梁工程中常见的悬臂梁桥、T型刚构桥和连续刚构桥的静力图式。

三、“梁式桥静力体系划分”教学案例分析启示

(1)人类对事物的认识都是遵循从简单到复杂,从低级到高级的规律。本教学案例中,从最简单的简支梁桥恒载弯矩图入手,为减小跨中截面弯矩,引伸到用于力学分析的悬臂梁,再根据工程上不允许梁段产生过大的挠曲变形而引入连续梁桥。最后根据连续梁桥的弯矩图,演变出悬臂梁桥、T型刚构桥

和连续刚构桥等几种工程上常见的桥型。在现有教学过程中,往往会因简支梁桥构造与受力简单而忽视其教学内容的重要性。类似于简支梁桥从简单到复杂的情况,在桥梁工程教学中还有如桥梁的横截面形式的演变,这些演变的基础都是建立在力学和桥梁施工技术基础之上^[4]。

(2)从力学角度来讲授桥梁工程内容,有助于学生理解桥梁工程的构造原理,有助于培养学生从力学原理来思考问题的习惯。笔者认为,这一点对学生学习和今后工作都十分有益。因此,我们在桥梁工程教学中非常注重用力学原理来讲授桥梁构造。

(3)注重教学内容的归纳与延伸。仍以本文中的悬臂梁桥和连续梁桥为例,在讲授完静力体系的划分后,可进一步从主梁用建筑材料、施工方法和截面形式等方面延伸。从图3可知,不管是悬臂梁桥还是连续梁桥,在两个主墩位置主梁都有负弯矩区段,且跨度大,这样就可以归纳和延伸出:a.如主梁采用钢筋混凝土结构,因普通钢筋混凝土结构抗裂性能差,因此跨度不能太大,且不能采用悬臂施工,只能用支架法现浇。如采用预应力混凝土材料,不但跨度可以增大,而且还可以采用悬臂法施工,这样就可以充分发挥预应力和悬臂施工的优势;b.悬臂梁桥和连续梁桥跨度大,相应梁内弯矩和支点附近的剪力也大,采用等截面形式已经不能满足受力和构造要求,需要把梁做成变截面,非常自然地引伸出为什么大跨度桥梁要采用变截面形式的原因。c.边中跨长度比值对弯矩图的变化,自然地引伸出边中跨长度的取值问题,再结合力筋布置、构造设计、施工方法(悬臂施工和支架施工)、经济性,可进一步阐明比值的选取问题。如事先建立不同边中跨长度之比的计算模型,通过有限元程序演示弯矩图变化规

律,教学效果更好。

(4)桥梁工程实际上是建立在材料力学、结构力学、结构设计原理和桥梁施工技术等主干课程之上的一门综合性课程,这就要求专业课教师不但具有扎实的力学知识,而且还要熟悉桥梁施工技术。只有通过科学研究和生产实践,才能拓展和更新教师自己的知识结构,培养多方面的能力。教师应熟悉教材内容,不断改进教学方法,提升教学内容,以适应日新月异的科技发展和社会及学生对教师的要求。

四、结语

从最简单的简支梁桥弯矩图出发,利用连续梁桥弯矩零点的不同组合,演变出桥梁工程中常见的悬臂梁桥、T型刚构桥和连续刚构桥,从一个全新角度说明梁式桥静力体系的划分。同时,采用本文的演变方式,非常自然地将T型刚构桥和连续刚构桥纳入到梁式桥体系中。

进入21世纪,世界竞争更为激烈,国家对人才培养提出了很高的要求和期望,作为创新性人才培养的重要组成部分,必须加快教学内容和教学方法的改革,加快高素质师资队伍的培养和建设,实现培养创新性人才的目标,适应时代对教学改革的要求。

参考文献:

- [1] 张新军,彭卫兵. 桥梁工程课程教学改革的探讨与实践[J]. 高等建筑教育,2008,17(6):72-75.
- [2] 钟小平,肖鹏. 桥梁工程系列结构类课程教学内容一体化研究[J]. 高等建筑教育,2008,17(1):47-50.
- [3] 范立础. 桥梁工程(上)[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [4] 胡免缙,杜嘉. 桥梁工程课程教学问题及改革对策[J]. 重庆交通学院学报社科版,2002,2(2):87-89.

Teaching Case for Static System Division of Beam Bridge

ZHOU Shui-xing, TIAN Wei-feng, ZHANG Min

(School of Civil Engineering & Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: According to moment diagram of dead load for simply-support beam, cantilever beam and continuous beam types are gradually developed. With respect to moment diagram of continuous beam bridge, through different moment zero point combinations, familiar cantilever, T-frame rigid and continuous rigid beam bridge type are deduced. The teaching methods have some advantages of clear concept, compact content and shorter class hour.

Keywords: bridge engineering; beam bridge; teaching case; mechanics principle; moment zero point

(编辑 周虹冰)