

文章编号:1009-6825(2009)22-0089-03

# 连续箱梁翼缘有效宽度的概念及应用

郑文

**摘要:**阐述了剪力滞的基本概念,分析了影响箱梁翼缘有效宽度的因素,探讨了工程中箱梁翼缘有效宽度的计算及应用,以完善箱梁翼缘有效宽度的计算,从而做出更好的设计。

**关键词:**连续箱梁,剪力滞,有效宽度,计算

**中图分类号:**TU318

**文献标识码:**A

## 1 剪力滞(有效宽度)的基本概念

在箱形截面梁桥设计存在的诸多问题中,剪力滞效应是一个不容忽视的问题。忽略剪力滞效应的影响,就会低估箱梁腹板和翼板交界处的挠度和应力,从而导致不安全。如国内宁波招宝山大桥,于1998年9月斜拉桥主梁施工时发生了压溃破坏事故。对于事故原因有较多的分析意见。有专家认为,对于该桥所采用的扁平箱梁形式,已不符合平截面假定,需计入剪力滞效应。

现代多层或高层建筑中的非承重隔墙在地震时破坏的主要原因是主体结构框架的畸变或层间侧移。隔墙的地震破坏有以下几条规律:1)无筋砌体的隔墙最易遭到破坏。2)用灰泥粉刷墙最容易产生裂缝和剥落。3)采用钢或木龙骨的非浆砌隔墙,地震时表现良好。

钢筋混凝土结构一般有三种抗侧力结构体系,即纯框架、框架—剪力墙以及剪力墙。纯框架建筑地震时层间侧移较大,其非结构填充墙普遍受到破坏,一般为墙面出现交叉裂缝,或者墙体与梁、柱结合处出现水平和竖向裂缝,严重者局部倒塌。

## 3.2 女儿墙及凸出构件

砖砌女儿墙,包括砖砌实心墙、墙带砖柱实墙、砖砌空山女儿墙等,地震时最易遭受破坏。砖砌女儿墙虽然抗震性能很差,但目前采用较多。根据震害经验,其破坏有以下几种情况:1)整片倒塌;2)由于女儿墙变形缝的宽度不够或女儿墙上端的混凝土压顶、顶管扶手没有断开,地震时在变形缝处发生碰撞,造成墙体开裂、外闪或局部倒塌;3)由于屋面板伸入墙内削弱了墙体与主体结构的连接,或因屋面防水油毡嵌入墙体而使女儿墙根部截面削弱,地震时常在女儿墙根部与屋面交接处出现局部水平裂缝和通圈水平裂缝,严重者整片墙体外闪。

为提高砖砌女儿墙的抗震性能,减轻地震灾害,采用砖砌女儿墙时应满足以下要求:1)不宜将女儿墙直接砌在屋面板上;2)避免因屋面板插入墙内而使女儿墙根部与主体结构过度削弱;3)宜在女儿墙根部油毡翻起处用豆石混凝土压牢,以免因油毡嵌入

初等梁弯曲理论的基本假定是变形的平截面假定,它不考虑剪切变形对纵向位移的影响,因此,弯曲正应力沿梁宽方向是均匀分布的。但是实际上箱形梁在纵向弯曲荷载的作用下,腹板剪力流向翼缘板(上、下翼板)传递,由于翼板存在剪切变形,故剪力流在腹板与翼板交界处要大,随着离开腹板而逐渐减小,因此,剪切变形沿翼板的分布是不均匀的、由于翼板剪切变形的不均匀性,引起弯曲时远离肋板的翼板之纵向位移滞后于近肋板之纵向

而削弱女儿墙根部截面;4)女儿墙顶部应采用现浇通长钢筋混凝土压顶;5)在女儿墙内不宜埋设灯杆、旗杆等构件,如屋顶设有这些构件,则尽可能不要同女儿墙拉结;6)女儿墙上除排水口,不宜再开设其他洞口;7)女儿墙的变形缝应留有足够宽度,缝两侧女儿墙的自由端应予以加强;8)不宜采用无锚固的砖砌漏空女儿墙。

## 4 结语

非建筑结构抗震这一新兴领域,近几十年来受到了世界各国的普遍重视。随着科学技术水平的不断提高,人们对非结构构件抗震分析研究和认识会越来越深入。在工程设计中,这一问题的解决迫切需要建筑师、结构工程师及设施设备工程师的密切合作。

## 参考文献:

- [1] 杨强.房屋非结构构件的抗震设计要点[J].煤炭工程,2003(11):20.
- [2] 秦权,聂宁.非结构构件和设备的抗震设计和简化计算方法[J].建筑结构学报,2001(2):10-11.
- [3] 戴国莹.非结构构件抗震设计规定[J].工程抗震,2000(4):6.
- [4] 朱樱,王灵仙.建筑非结构震害和抗震设计[J].河南科学,2002(5):29-30.
- [5] 王学军,何政,欧进萍.非结构构件性能设计初探[J].低温建筑技术,2002(4):41-42.
- [6] 武渝.附属构件及非结构构件抗震设计的重要性[J].山西建筑,2002,28(14):7.

## Study on seismic design of nonstructural components

ZHONG Guang-hui ZHU Ying-chu

**Abstract:** By combining with the classification of the nonstructural components and the seismic prevention, the paper introduces two calculation methods for the seismic design of the nonstructural components, that is, equivalent lateral force method and floor response spectrum method, and emphasizes on some seismic designs, such as the partition of the nonstructural components, the parapet and adds some indications, so as to direct the design of the nonstructural components in reality projects.

**Key words:** nonstructural component, seismic design, calculation method, floor spectra

收稿日期:2009-04-11

作者简介:郑文(1982-),男,助理工程师,中国恩菲工程技术有限公司广州设计院,广东广州 510640

位移,所以其弯曲正应力的横向分布呈曲线形状。这种由于翼板的剪切变形造成的弯曲正应力沿梁宽方向不均匀分布的现象称为“剪力滞后”现象。

翼缘有效宽度的简单定义是:按初等梁理论的公式也能算得与真实应力峰值接近相等的那个翼缘折算宽度。它的几何解释是以真实应力峰值  $\sigma_{\max}$  为高度的矩形面积等于真实应力曲线所包围的面积,而矩形面积的边长,就是翼缘的有效宽度。工程界普遍定义:  $\eta = \sigma_{\max} / \sigma_0$  为剪力滞系数,其中,  $\sigma_{\max}$  为实际截面上发生的应力;  $\sigma_0$  为按初等梁理论计算出的应力。它的大小是衡量剪力滞影响大小的主要指标。如果翼板与腹板交界处的正应力大于按初等梁理论的计算值,称为“正剪力滞”,反之,称为“负剪力滞”(如图1所示)。

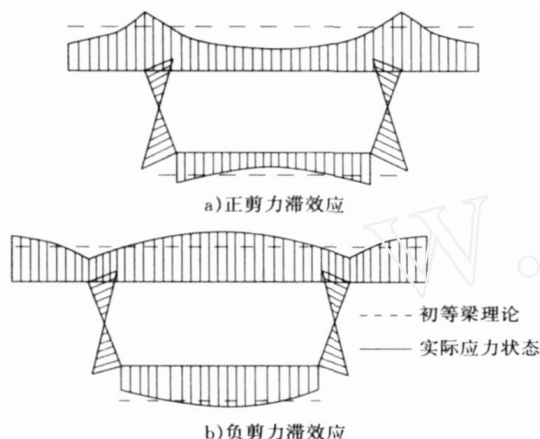


图1 考虑剪力滞效应,弯曲法向应力的非均匀分布

## 2 影响箱梁翼缘有效宽度因素

影响连续箱梁剪力滞效应的主要参数是曲率半径、宽跨比、高宽比、腹板间距、荷载形式、箱室数目。横截面高度、腹板倾斜度、翼缘板悬臂段长度、横隔板间距以及边跨与中跨长度比对剪力滞效应有一定影响,但影响很小。

1) 曲率半径:在集中荷载和均布荷载作用下,随着曲率半径的增大,相同位置处剪力滞系数越小,剪力滞效应越接近直箱梁;恒载作用下,曲率半径变化对跨中影响不大。曲线箱梁内侧剪力滞系数大,外侧剪力滞系数小,且曲率半径越小,内外侧剪力滞系数的差距越明显。一般情况下,截面剪力滞系数峰值位于腹板与翼板交界处,曲线箱梁在均布荷载作用下,在半径与宽跨比较小时,跨中可能出现内侧翼缘板悬臂段剪力滞系数大于腹板与翼板交界处的剪力滞系数的现象,这点在设计时应当引起注意。综合考虑后认为当半径大于300 m时,可不考虑曲率半径的影响。2) 宽跨比对剪力滞系数影响很大,随着宽跨比的增大,截面剪力滞系数峰值明显增大。3) 高宽比:集中荷载作用下,随着箱梁高宽比的增大,剪力滞效应增强;均布荷载作用下,随着箱梁高宽比的增大,剪力滞效应减弱;恒载作用下,高宽比变化对剪力滞效应的影响不大。4) 腹板间距:集中荷载作用下,随着箱梁腹板间距的减小,剪力滞效应稍有减弱;均布荷载和恒载作用下,随着箱梁腹板间距的减小,剪力滞效应增强;设计时,在保证上下部结构协调的条件下,建议采用较大的腹板间距,以减小剪力滞效应的影响。5) 在集中荷载作用下,集中力作用点附近剪力滞系数明显大于均布荷载作用下的剪力滞系数。6) 箱梁承受均布荷载时,在正弯矩区,截面越靠近支座,剪力滞效应越明显。在负弯矩区,支座附近截面受剪力滞效应的影响较大,且在靠近反弯点(即弯矩为零的截面)区域时,出现负剪力滞效应现象,这点在设计时要注意。7) 单

箱双室截面,剪力滞系数峰值一般位于中腹板与顶板交界处。另外,在其他结构参数相同的情况下,单箱双室截面剪力滞峰值小于单箱单室截面。腹板数的增加可使得截面受力更加均匀,降低剪力滞效应的影响,即多室截面受力优于单室截面。

## 3 工程中箱梁翼缘有效宽度的计算及应用

影响箱梁翼缘有效宽度的因素很多,各种情况下箱梁翼缘有效宽度又不尽相同,在设计中要想准确地分析各种情况下的箱梁翼缘有效宽度显然不太现实,现实的工程设计中往往也没有宽裕的时间去做这项工作。但在箱梁的设计计算中,又不能不考虑剪力滞效应,因此就需要一种简单实用的方法来确定箱梁翼缘有效宽度,以此来指导平时的设计工作。我国在参考德国DIN1075规范的基础上,通过大量实验分析及经验总结对该规范进行了修正,在JTG D62-2004公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(以下简称D62)中明确地提出了自己关于箱梁翼缘有效宽度的计算方法及适用范围。

笔者在使用规范D62的过程中形成了一些想法及疑惑,希望和同行们交流:

1) 在平时的箱梁设计计算中,根据规范D62可以编制小程序方便地计算;MIDAS也能自动进行有效宽度的计算,笔者在平时工作中通过手算结果与MIDAS的计算结果对比,两种计算结果基本一致,在平时的工作中用MIDAS就能方便地计算出箱梁的有效宽度并自动加载到箱梁上去。桥梁博士就必须先手算出有效宽度及范围,然后一项一项对应地加到支点及跨中等位置上去,相比MIDAS就繁琐许多。2) 在普通钢筋混凝土箱梁的计算中,笔者认为纵向受力主筋应该只计算有效宽度内的,有效宽度外的钢筋不计。计算预应力钢筋混凝土箱梁时,预应力束一般是靠近腹板,一般在有效宽度范围内,但是如果预应力束在有效宽度范围外时,这种情况要不要考虑一直困惑着笔者。3) 计算宽跨比较大,箱梁较宽时,按照规范D62的4.2.6条支点处的截面应该输入横梁侧面的空心截面,中支点处的翼缘有效宽度按照规范计算出的结果折减很大,甚至折减到全宽的0.5倍左右,结果导致负弯矩区的主拉应力超限而且很大,计算很难通过。但实际上中支点处的截面为实心截面,笔者认为此处的截面折减不应该如此之大,在碰到这种情况时可适当增大截面的有效宽度。4) 在预应力连续箱梁的设计计算中,一般是负弯矩区的拉应力比较难通过,实际运营过程中大多也是这个地方开裂,因此在设计计算中在考虑翼缘有效宽度后应力最好留一定的富余。

限于笔者知识水平有限,文中观点不免有不足及错误之处,写作本文的目的是希望跟同行更好的讨论交流,以利于做出更好的设计。

### 参考文献:

- [1] JTG D60-2004,公路桥涵设计通用规范[S].
- [2] JTG D62-2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] 谢宝来,孙东利.箱梁有效宽度研究[J].城市道桥与防洪,2007(11):91-93.
- [4] 于淑兰.对梁翼缘有效宽度的理解[J].北方交通,2007(10):51-53.
- [5] 侯军凤.浅谈钢筋混凝土现浇连续箱梁的施工技术[J].山西建筑,2008,34(15):334-335.
- [6] 胡兆同,刘芸欣,蔡建明.钢筋混凝土连续曲线箱梁桥剪力滞效应研究[J].公路,2005(12):19-21.

## 岩土工程 地基基础 ·

文章编号:1009-6825(2009)22-0091-02

## 基于应变路径法的压桩挤土空间效应研究\*

高子坤 王建国

**摘 要:**提出了适用于深基础问题的研究方法,即应变路径法(SPM),通过综合分析压桩挤土问题的本质,分析了当前国内外应变路径法理论研究的进展和存在的问题,从而从基本规律或机理上促进桩土作用相关问题的理论和应用难题研究。

**关键词:**静力压桩,应变路径法,空间效应

**中图分类号:** TU473.1

**文献标识码:** A

## 0 引言

相对于其他桩型,静压桩具有较多优点<sup>[1-2]</sup>,包括:施工时无噪声,适合在市区及其他对噪声有限制的施工场地施工,如:附近有学校、医院和住宅区等;施工时无振动,适合在其他重要建筑物和精密仪器或设备房附近施工;静力压桩施工避免锤击法瞬间的大应力,且桩的施工过程中一般不出现拉应力,所以桩的断面可以减小,桩的配筋率与混凝土强度标号都可降低。此外,静压施工不会使桩顶碎裂,还可以节省锤垫、桩垫等缓冲材料,节省材料,提高经济效益;静压预制桩一般在工厂中制作,其质量较可靠。在压桩过程中可以全程记录压桩力,可以较正确、较容易的估计单桩承载力;施工文明,场地整洁。不会发生冲孔灌注桩与钻孔灌注桩中出现的泥浆排放污染问题,也不要挖孔桩所需的抽水、堆土与运土设备;施工速度快,工期短。

同时,静压桩的挤土也对环境或工程场地产生一定的影响,归纳起来,有下述几个方面<sup>[3,4]</sup>:沉桩可引起的地基土侧向位移,将对邻近的建筑物基础或地下设施产生挤压力,从而产生一系列不良后果,如:邻近桩桩身弯曲或断桩,地下管线弯曲、变位或开裂。虽然可以通过预钻孔、隔离沟和隔离墙等措施加以部分避免,但这些措施多具有经验性,尚没有严格的沉桩理论的指导,所以静压桩施工时,以上影响仍然无法完全避免;压桩可能造成地面隆起,并可能对已入土的邻桩产生竖向拉拔力,使桩体向上移动,桩底悬空,削弱桩基承载力;先压入的桩可能使地基土产生挤密作用,一方面可以使土体密实度增大,从而提高了地基承载力;但另一方面可能产生后续施工压桩力增大的负面影响;沉桩过程中和成桩后超孔隙水应力的产生和消散,将对土体强度和地基承载力产生很大的影响,而对于这种影响,目前理论上解释还不完善;基坑开挖与压桩施工的相互影响。

由此,人们可以看出对静压桩的沉桩机理及挤土效应研究的必要性。

## 1 挤土效应机理和研究方法

静压桩在贯入过程中,造成桩周土体的复杂运动和土的力学性质的改变。压桩过程中,桩体贯入视为匀速直线运动(准静态),压桩力、桩的自重与地基土对桩的极限阻力相平衡。随着压桩力的增大,桩尖下土体被竖向和侧向挤压,地表处的土体可能向上隆起,桩尖附近的土体被挤压,产生侧向和竖向位移,并产生扰动和重塑。在桩身附近离地面约4倍桩径深度范围内,土体发生一定的隆起,当贯入深度较大时,由于上覆土层的压力,土体主要沿径向向外挤开,在临近桩尖附近,土体有竖向及径向移动。图1给出了沉桩后桩周土体中形成的几个物理力学性质不同的区域<sup>[5]</sup>。1区,强烈重塑区:紧贴桩身,在沉桩过程中经历了大应变,且由于桩身拖曳,结构完全破坏;2区,塑性区:受沉桩影响严重,土体产生大应变和塑性变形;3区,弹性区:受沉桩影响产生附加应力与应变,但土体变形处于弹性阶段;4区:该区不受沉桩影响;5区:桩端塑性区:产生大应变和塑性变形。

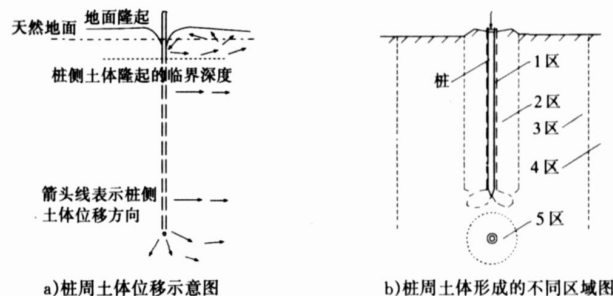


图1 桩周土分区

静压桩沉桩机理和挤土效应研究,主要研究沉桩过程中,桩周土中的应力场与位移场以及孔隙水压力的分布随时间和空间的变化规律。

## 2 应变路径法(SPM)

Baligh<sup>[6,7]</sup>认为圆孔扩张法用于对旁压试验结果的分析是正确的,但将其应用到深基础问题的分析不合适,并提出适用于深基

## Concept and application of continuous box beam flange effective width

ZHENG Wen

**Abstract:** The author describes the basic concept of the shear lag, analyzes factors of having influence on flange effective width of box beam, discusses the calculation and application of box beam flange effective width in project, so as to perform the calculation of box beam flange effective width, thus doing good design.

**Key words:** continuous box beam, shear lag, effective width, calculation

收稿日期:2009-04-01 \* :福建省教育厅 A 类项目(项目编号:JA08198);福建省青年人才项目资助(项目编号:2008F3094)

作者简介:高子坤(1973-),男,博士,讲师,莆田学院土木建筑系,福建 莆田 351100

王建国(1971-),男,高级工程师,江苏省水文地质工程地质勘察院,江苏 淮阴 223001