

文章编号:1671-6833(2011)02-0059-03

荷载作用位置对箱梁剪力滞效应的影响

李清富, 鲁博文, 周国栋

(郑州大学 水利与环境学院, 河南 郑州 450001)

摘要:采用有限元建模的方法对箱梁的剪力滞效应进行分析,着重讨论了荷载横向与纵向作用位置变化下,箱梁顶板与底板剪力滞效应的影响情况。结果表明:在集中荷载纵向作用位置变化的情况下,箱梁的顶板和底板的剪力滞系数 λ 都是在荷载作用点处达到最大,且越靠近支座该值越大;在无荷载作用的其他截面上,其剪力滞效应影响较小,应力分布较为均匀;在集中荷载横向作用位置变化的情况下,当荷载位置从肋板处向顶板中心处移动时,箱梁的顶板将经历一个产生“正剪力滞现象”到不产生剪力滞,最后产生“负剪力滞现象”的过程,而箱梁的底板始终保持正剪力滞效应。

关键词:荷载;作用位置;箱梁;剪力滞效应

中图分类号: TU312

文献标志码: A

0 引言

近年来,混凝土箱形截面梁由于其自身的众多优点而广泛应用于各类桥型中。同时,箱型截面桥梁中有关剪力滞的问题不断出现,引起了国内外学者的广泛关注。所谓剪力滞效应,是指T形、箱形等截面受弯构件,在竖向荷载作用下,由于腹板处剪力流向翼缘板中传递的滞后而导致翼缘板法向应力沿横向往呈现不均匀分布的现象^[1-2]。近20年来,国内外学者对剪力滞问题提出了许多新设想和新方法,分别从解析理论、数值解法和模型试验等方面对剪力滞问题进行比较。张世铎等人曾对剪力滞效应进行过系统的研究,探讨了荷载横向作用位置对剪力滞的影响^[3]。孙学先等考虑了箱梁几何参数对剪力滞效应影响^[4]。何广宇应用能量法、结构实验及有限元法求解箱梁剪力滞效应,对比得出了影响剪力滞效应的主要因素,并就预应力对箱梁剪力滞效应的影响进行了分析^[5]。但多数研究者往往从箱梁的截面形式以及结构的几何参数出发,分析箱梁的剪力滞效应。而事实上,外荷载的作用形式与作用位置对箱梁的剪力滞效应也有着显著的影响。因此,笔者将应用Ansys软件对箱梁结构进行空间建模分析,研究讨论荷载作用位置的变化对箱梁剪力滞效应的影

响,希望能为工程设计与施工提供参考。

1 有限元模型

采用文献[6]中所使用的跨径 L 为80 cm的简支直线有机玻璃薄壁试验箱梁,有机玻璃的弹性模量 $E=3\ 000\text{ MPa}$,泊松比 $\mu=0.385$,横截面尺寸如图1所示。采用Ansys设定的空间3D实体单元solid95,对箱梁建立结构模型(不考虑梁体自重),共划分为45 540个节点,8 184个单元,如图2所示。

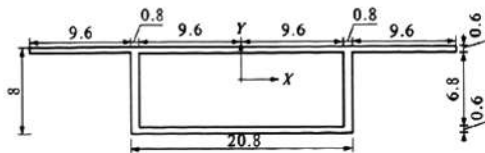


图1 试验梁横断面图(单位:cm)

Fig.1 Cross sectional graph of the test beam



图2 有限元模型

Fig.2 Finite element model

收稿日期:2010-08-31;修订日期:2010-10-02

基金项目:河南省交通运输厅科技计划项目(2008P254)

作者简介:李清富(1965-),男,河南林州人,郑州大学教授,博士,主要从事结构工程领域的研究,E-mail:lqf1ch@zzu.edu.cn.

2 荷载纵向变位对剪力滞效应的影响

2.1 加载工况

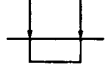
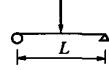
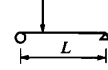
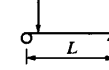
将 0.272 2 kN 的集中力^[6]在纵向按照 3 种位置分别对称作用在梁体上:① $L/2$;② $L/4$;③ $L/8$ 跨径处,加载位置及工况设置如表 1 所示.比较分析翼板与腹板交界处的剪力滞系数 λ .沿梁跨度方向的变化情况如图 3.跨中横截面顶板和底板剪力滞系数 λ 横向分布情况如图 4 所示.讨论荷载纵向作用位置对箱梁剪力滞效应的影响规律.

2.2 结果与分析

从图 3、图 4 中可以看出,集中荷载作用下,箱梁顶板和底板的剪力滞效应仅局限于荷载作用点附近的局部区域,在荷载作用点处的剪力滞系数最大,且荷载越靠近支座处该值越大.

表 1 加载位置与纵向加载工况

Tab.1 Loading positions and longitudinal loading conditions

横向位置		纵向位置		
对称作用	作用在	作用在	作用在	
在梁肋	$L/2$ 处	$L/4$ 处	$L/8$ 处	
				

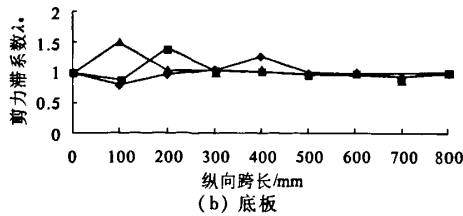
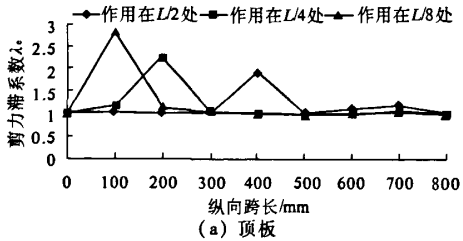


图 3 荷载纵向变位下剪力滞系数 λ 沿跨度的变化
Fig.3 λ of top plate changes along the span under longitudinal loading

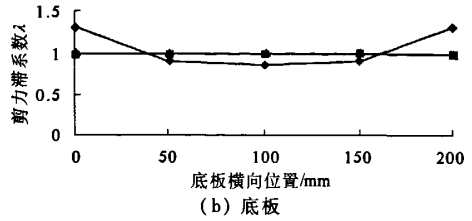
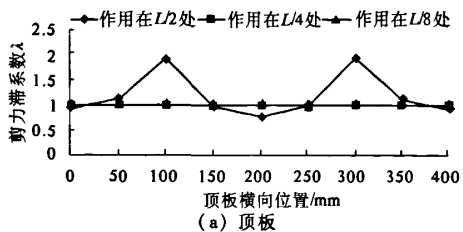


图 4 纵向加载下跨中截面剪力滞系数横向分布

Fig.4 Shear lag coefficient on cross of top plate under longitudinal loading and bottom plate

在荷载作用截面上,底板的剪力滞系数 λ 要小于顶板;其他截面上,剪力滞效应影响较小,应力分布较均匀.

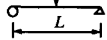
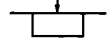
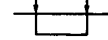
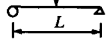
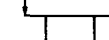
3 荷载横向变位对剪力滞效应的影响

3.1 加载工况

将集中力在横向按照 3 种不同位置作用在梁体上:①顶板中心处;②肋板处;③外悬臂边缘,加载位置及工况如表 2 所示.比较分析翼板与腹板交界处的剪力滞系数 λ .沿梁跨度方向的变化情况,以及跨中横截面顶板和底板剪力滞系数横向分布情况,得出荷载横向作用位置对简支箱梁剪力滞效应的影响规律,如图 5、图 6 所示.

表 2 加载位置与横向加载工况

Tab.2 Loading positions and lateral loading conditions

纵向位置		横向位置	
作用在	作用在顶板	作用在	作用在外悬
$L/2$ 处	中心处	肋板处	臂边缘
			
			

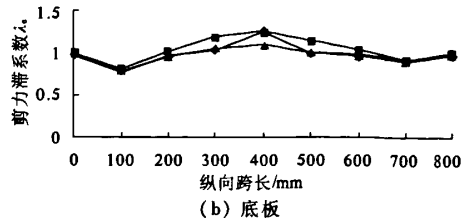
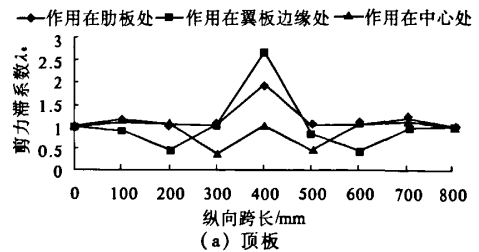


图 5 荷载横向变位下剪力滞系数 λ 沿跨度的变化

Fig.5 λ changes along the span under lateral loading

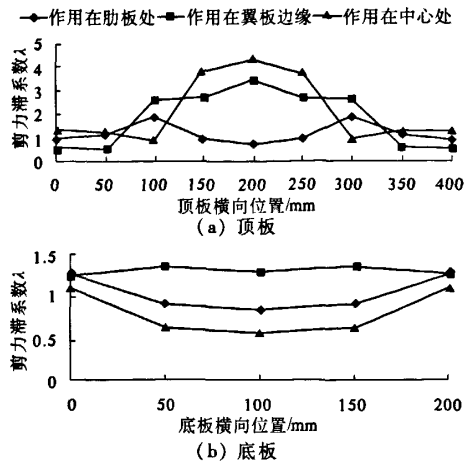


图6 横向加载下跨中截面顶板及底板剪力滞系数横向分布

Fig. 6 Shear lag coefficient on cross of top plate and bottom plate under lateral loading

3.2 结果与分析

从图5、图6中可以看出:集中荷载横向变位下,顶板剪力滞系数 λ 沿跨度方向有变化,底板剪力滞系数 λ 沿跨度方向的变化不大.集中荷载作用在中心时,跨中截面顶板肋板处的剪力滞系数 $\lambda = 0.95 < 1$,此时,顶板产生负剪力滞效应;当其作用在肋板处时, $\lambda = 1.93 > 1$,此时,顶板将出现正剪力滞现象.跨中截面底板板处的剪力滞系数略有浮动,但始终保持正剪力滞效应,这和顶板的剪力滞变化是不同的,文献[7]中对箱梁顶板和底板采用不同的纵向位移差函数,同样验证了这一结论.

综合上述分析,当荷载位置从肋板处向顶板中心处移动时,顶板将经历一个产生“正剪力滞现象”到不产生剪力滞,最后产生“负剪力滞”现象的过程^[3].这是由于荷载作用在不同横向位置时,箱梁竖向位移的变化对剪力滞效应产生了影

响,这与文献[3]中利用能量变分法所获得的结论是一致的.

4 结论

(1) 在集中荷载纵向变位情况下,箱梁顶板和底板都是在荷载作用点处的剪力滞系数 λ .达到最大,且越靠近支座处该值越大;在无荷载作用的其他截面上,其剪力滞效应影响较小,应力分布较为均匀;箱梁顶板剪力滞系数 λ 比底板略大.

(2) 在集中荷载横向变位情况下,当荷载位置从肋板处向顶板中心处移动时,箱梁的顶板将经历一个产生“正剪力滞现象”到不产生剪力滞,最后产生“负剪力滞现象”的过程;而箱梁的底板始终保持正剪力滞效应;另外荷载的横向移动对底板剪力滞系数 λ 沿跨度方向的影响不大.

参考文献:

- [1] 郭金琼,房贞政,郑振. 箱形梁设计理论[M]. 第2版. 北京:人民交通出版社,2008.
- [2] 刘健新,马麟,胡庆安. 薄壁箱梁振动时的剪力滞效应[J]. 郑州大学学报:工学版,2008,29(3):122-125.
- [3] 张士铎,邓小华,王文洲. 箱型薄壁梁剪力滞效应[M]. 北京:人民交通出版社,1997.
- [4] 孙学先,延力强,刘志峰. 箱梁几何参数变化对剪力滞效应的影响分析[J]. 水利与建筑工程学报,2009,7(1):29-31.
- [5] 何广宇. 箱梁剪力滞效应的研究与影响因素分析[D]. 南京:南京水利科学研究院,2005.
- [6] 罗旗帜. 基于能量原理的薄壁箱梁剪力滞理论与试验研究[D]. 湖南大学土木工程学院,2005.
- [7] 吴亚平,杨玫,周大为,等. 荷载横向变位下箱梁顶板与底板的剪力滞效应分析[J]. 土木工程学报,2007,40(10):8-12.

Shear Lag Effect Of Box Girder with Varying Loading Positions

LI Qing-fu, LU Bo-wen, ZHOU Guo-dong

(School of Water Conservancy and Environment Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The shear lag effect of box girder is analyzed by finite element method. The paper lays emphasis on discussing shear lag effect of box girder under different loading positions. The results show that: with the variation of longitudinal loading position, shear lag coefficient λ on the top and bottom plates of box girder reaches the maximum on the load point, and the closer to the bearing, the larger the value is. Other sections without loading have little shear lag effect, and the stress distribute uniformly. With the loading on the top plate moving from the webs to the symmetric enter, the shear lag effect on the top plate changes from positive to negative, and the shear lag effect on the bottom plate remains positive.

Key words: loading; loading positions; box girder; shear lag effect