

文章编号: 0451-0712(2001)03-0007-03

中图分类号: U448.213; U442.5

文献标识码: B

对连续箱梁翼缘有效计算宽度公式的评述

程翔云¹, 李立峰²

(1. 广东虎门技术咨询有限公司 广州市 510080; 2. 湖南大学土木工程学院 长沙市 410082)

摘要: 结合两座实桥的布载工况,应用空间分析法(有限元法与有限条法)和平面杆系分析法(计入内力增大系数和剪滞效应)分别计算了控制截面的上、下翼缘最大应力值,对比了德国 DIN1075 标准与我国现行 JTJ 023-85 桥规中关于翼缘有效计算宽度的精度,所提供的一组数据,可供修订规范时的参考。

关键词: 连续箱梁; 有效计算宽度; 空间分析; 平面杆系分析

0 前言

承受车辆荷载的混凝土箱梁桥,其结构实际上是处于空间受力状态。但是,为了设计的简便,通常将它当作平面杆系进行分析,并且通过两个系数来计入此空间影响的,即:

(1)考虑偏载影响的内力增大系数;

(2)计入正应力沿板宽分布不均匀的剪滞效应系数。

关于第一个问题,本文作者已在文献[1]中作了阐述,这里不再重复。对于上述的第二个问题,即用箱梁上、下翼缘的折减(或有效)宽度来反映剪滞效应的问题,已经受到许多设计人员的关注,并且已列入到我国规范组的研究课题。因为在我国现行的桥规中,还没有一个明确的规定,只是在其中的第 3.2.2 条里提到这么一句:“如无更精确的计算方法,箱形梁也可参照 T 形梁的规定处理”。国外对于这个问题已有不少研究,但比较成熟的要算德国工业标准 DIN1075 中^[3]的有关内容,并且它于 1994 年被全部地纳入到美国公路桥梁设计规范^[4]中。为了考察这些条文的准确性,本文仍以文献[1]中的两座实桥作为研究对象,按照实际布载的几种工况,先用空间有限元法分析,再用空间有限条法校核,然后再将其计算结果来验证文献[2]和文献[3]中关于有效计算宽度规定的精度,供设计人员和修订规范时参考。

1 荷载工况

为了直接应用文献[1]中按修正偏压法算得的

内力增大系数,本文再将它们的荷载纵、横向布置分别示于图 1 和图 2。

1.1 纵向布置

图 1(a)是 45 m+62 m+45 m 三跨单箱单室混凝土连续梁,图 1(b)是 3×30 m 三跨单箱三室混凝土连续梁。荷载等级均为汽车—超 20 级和挂车—120。它们均按 5 种工况进行纵向布载:(1)工况一:汽车置于中跨;(2)工况二:汽车置于边跨;(3)工况三:汽车置于中跨和一个边跨;(4)工况四:挂车置于中跨;(5)工况五:挂车置于边跨。

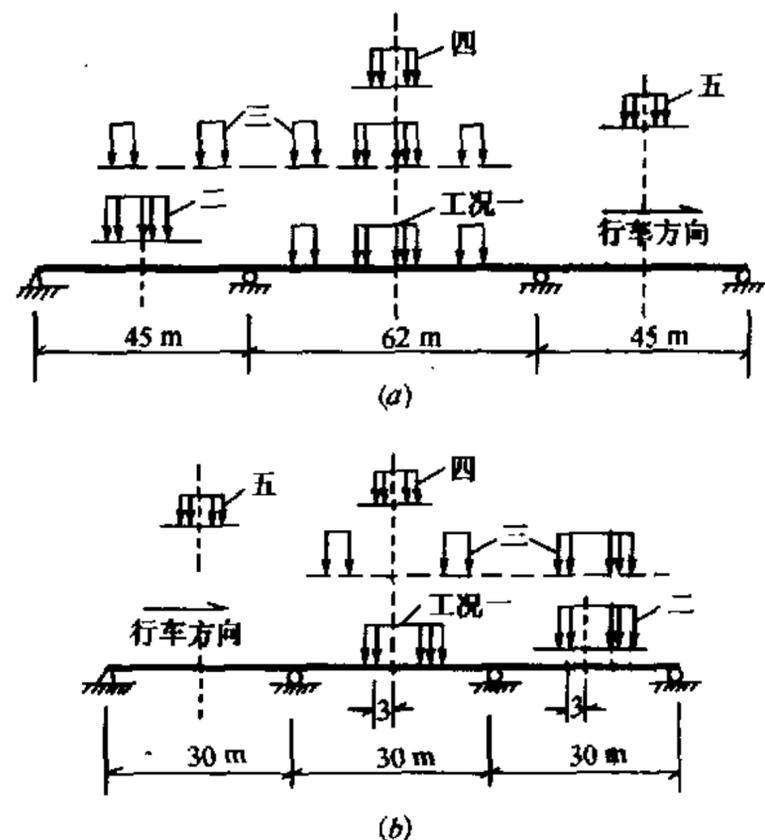


图 1 车辆纵向布置

1.2 横向布置

图 2(a)为 45 m+62 m+45 m 连续梁所采用的截面,桥面全宽 12 m,汽车按三行车布置;图 2(b)为 3×30 m 连续梁所采用的截面,桥面全宽 17 m,汽车按 4 行车布置。为了简化分析,箱梁的顶、底板厚度均取平均尺寸。

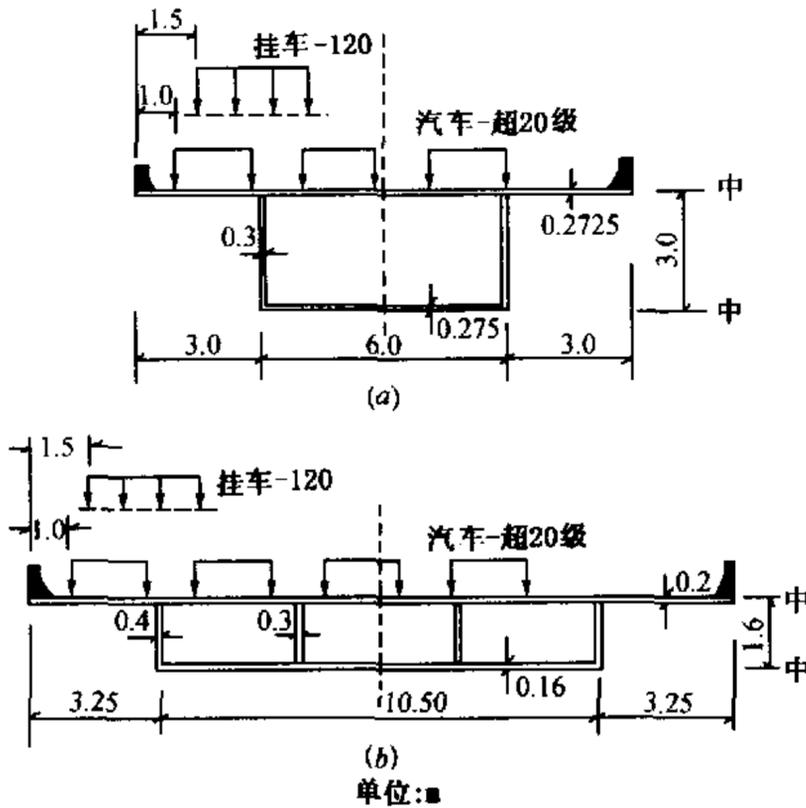


图 2 车辆横向布置

2 计算结果

表 1 列出了按空间分析和平面杆系分析的截面应力计算结果,这里要说明以下几点:

(1)分析中均未考虑多车道汽车荷载折减系数和汽车冲击系数;

(2)内力增大系数均取用文献[1]中表 1~表 2 按“修正偏压法”一栏的计算值,对于工况三,其系数取边跨或中跨中的较大者;

(3)表中上、下缘应力均为顶板、底板中面纤维层上的最大应力值,它们并不完全发生在与左侧腹板上、下相交的点上;

(4)表 1 中的第 9 栏,是按照文献[2]第 3.2.2 条中的第三点来计算翼板有效宽度的;

(5)当按照两种规范得出上、下翼板的折算宽度以后,仍然相对于全截面中和轴(即原中和轴位置不变)来计算此折减截面的抗弯惯矩 I_x ;通过分析表明,这样处理,要比按改变中和轴位置后的计算结果更接近于空间分析值。

3 初步分析与建议

若将表 1 中第 10 和第 11 栏中各值均减去 1,则它们的余值便是平面分析与空间分析二者间的相

表 1 连续箱形梁按空间与平面两种分析方法的应力对比

kPa

截面	荷载	载位	计算截面	应力最大值	空间分析		平面杆系分析		精度对比	
					有限元法	有限条法	按德国规范 DIN1075	按桥规 JTJ 023-85	⑧ ⑩	⑨ ⑪
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
单箱单室	汽车	中跨布载 (工况一)	中跨跨中	6上	1 824.0	1 848.0	1 859.2	2 760.7	1.019	1.514
				6下	-2 952.0	-2 970.0	-2 990.8	-4 441.0	1.013	1.504
	超20级	边跨布载 (工况二)	边跨跨中	6上	1 314.0	1 352.0	1 342.2	1 993.0	1.021	1.510
				6下	-2 140.0	-2 187.0	-2 159.2	-3 206.2	1.009	1.498
	挂车	右边及中跨布载 (工况三)	中支点	6上	-1 979.0	-2 121.0	-2 267.6	-3 367.1	1.146	1.701
				6下	3 213.0	3 773.0	3 647.8	5 416.5	1.135	1.686
单箱三室	超20级	中跨布载 (工况一)	中跨跨中	6上	1 300.0	1 370.0	1 289.2	1 914.3	0.992	1.473
				6下	-2 398.0	-2 453.0	-2 074.0	-3 079.6	0.865	1.284
	挂车	边跨布载 (工况五)	边跨跨中	6上	1 221.0	1 271.0	1 204.5	1 788.5	0.986	1.465
				6下	-2 222.0	-2 302.0	-1 937.6	-2 877.1	0.872	1.295
	汽车	中跨布载 (工况一)	中跨跨中	6上	1 491.0	1 498.0	1 950.1	2 363.4	1.308	1.585
				6下	-2 506.0	-2 639.0	-3 090.6	-3 745.6	1.233	1.495
超20级	边跨布载 (工况二)	边跨跨中	6上	1 873.0	1 898.0	1 751.1	2 122.2	0.935	1.133	
			6下	-3 118.0	-3 249.0	-2 775.1	-3 429.5	0.890	1.100	
挂车	右边及中跨布载 (工况三)	中支点	6上	-2 228.0	-2 503.0	-2 502.6	-3 133.7	1.123	1.407	
			6下	3 792.0	4 569.0	3 966.2	4 966.2	1.046	1.310	
单箱三室	超20级	中跨布载 (工况四)	中跨跨中	6上	1 563.0	1 548.0	1 988.5	2 409.9	1.272	1.542
				6下	-2 828.0	-3 010.0	-3 151.4	-3 819.2	1.114	1.351
	挂车	边跨布载 (工况五)	边跨跨中	6上	1 729.0	1 680.0	1 714.9	2 078.3	0.992	1.202
				6下	-3 089.0	-3 190.0	-2 717.7	-3 293.6	0.880	1.066

注:“+”代表压应力;“-”代表拉应力。

对误差,表2列出了这些相对误差的平均值及最大、最小值,正值表示偏于安全,负值则表示相反。从表1和表2明显地能看出,按照我国现行桥规计算的结果,虽然十分安全,但欠经济。按照DIN1075规范计算的结果,虽然有的工况出现有较大的负相对误差,但一般地说,比较接近于空间分析;而且,单箱单室桥梁(图1(a))的计算结果比单箱三室的桥梁(图1(b))稍优,这可能是前者按等代简支跨长所得的“长宽比”(L/B)均大于2,而后者均小于2的原因(等代跨长L,对于中跨取0.6L,边跨取0.8L₁)。其次,按汽车荷载工况的计算结果优于按挂车工况的结果,这可能是后者荷载重心相对于桥梁中线的“偏心比”大于前者的原因,而剪滞系数在理论上都是通过通过对称荷载作用下求得的,偏心比越大,误差越大。

表2 按两种规范计算时的相对误差比较

相对误差 %	单箱单室		单箱三室	
	按DIN1075	按JTJ 023-85	按DIN1075	按JTJ 023-85
平均值	0.58	43.90	7.93	31.91
最大值	14.60	70.10	30.80	58.50
最小值	-13.50	28.40	-12.00	6.60

鉴于平面杆系分析法,本身就是一种简化的近似分析,较难通过前述的两个系数复盖住空间分析

中的各种复杂情况。但是可以判断得出,随着跨径的增大,恒载效应所占的比重也增大,车辆的偏载效应与箱梁的剪滞效应影响愈益变小。为了设计能做到既安全又经济,作者提出以下初步建议:

(1)内力增大系数仍然推荐按修正偏压法来计算;

(2)箱梁翼缘有效计算宽度推荐参考DIN1075中的有关规定确定;

(3)对于挂车验算荷载,当按照1.2点建议并用平面杆系分析法得出截面内力后,建议再乘以1.1的修正系数,来弥补空间与平面分析二者间的负相对误差。

参考文献:

- [1] 程翔云,尚春青.对箱形截面连续梁活载内力增大系数公式的评述.公路,2000(1).
- [2] 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTJ 023-85).北京:人民交通出版社,1985.
- [3] 孙广华.德国关于桥梁翼板计算宽度的规定.公路,1997(3).
- [4] 美国各州公路和运输工作者协会(AASHTO)制订.辛济平,万国朝,张文,鲍卫刚等译,美国公路桥梁设计规范-荷载与抗力系数设计法.人民交通出版社,1994.

Comment on Formulate for Calculating Effective Flange Width of Continuous Box Girder

Cheng Xiangyun¹, Li Lifeng²

(1. Humen Engineering Consultants Ltd. Guandong 510080, China; 2. Human University, Changsha 410082, China)

Abstract: Applied the space analysis methods (Finite-element method and Finite-strip method) and the plane analysis methods (take into account the force-increase coefficient and shear lag effect of structures), this paper calculated the maximum stresses on the top and bottom flanges of main cross section for two continuous box girders, bearing truck loads respectively, and compared the calculation precision of effective flange width by German Standard DIN 1075 and by National Standard JTJ 023-85. A group data, received by this analysis, may be significance for reference, when our Standard will be revised.

Key words: Continuous box girder; Effective flange width; Space analysis method; Plane analysis method